

**AUS DER ORTHOPÄDISCHEN KLINIK UND POLIKLINIK**

**DER LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN**

**CAMPUS GROßHADERN**

**Direktor: Prof. Dr. V. Jansson**

**Radiologisch diagnostizierte Restdysplasien  
im Laufalter nach sonographisch  
kontrollierter „Ausheilung“ bei  
Hüftdysplasien Typ IIc und schlechter**

**Dissertation zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin  
an der Medizinischen Fakultät der**

**Ludwig-Maximilians-Universität zu München**

**vorgelegt von: Claudia Dana Chita**

**aus: Temeschburg/ Rumänien**

2011

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät  
der Universität München

**Berichterstatter:** Prof. Dr. med. B. Heimkes

**Mitberichterstatter:** Prof. Dr. Hans-Georg Dietz

**Dekan:** Prof. Dr. Dr. h.c. Maximilian Reiser,  
FACR, FRCR

**Tag der mündlichen Prüfung:** **24.02.2011**

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	3
<b>I. EINLEITUNG UND ZIEL .....</b>	<b>7</b>
<b>II. ALLGEMEINER TEIL .....</b>	<b>8</b>
1. Historie .....	8
2. Anatomische Grundlagen des Hüftgelenks .....	9
3. Hüftdysplasie .....	12
3.1. Definition.....	12
3.2. Inzidenz, Epidemiologie und Disposition .....	13
3.3. Ätiologie.....	14
3.4. Differentialdiagnosen .....	17
4. Klinische Diagnostik.....	18
4.1. Anamnese .....	18
4.2. Inspektion und Palpation.....	19
5. Bildgebende Diagnostik .....	24
5.1. Sonographie .....	24
5.1.1. Ablauf der Untersuchung .....	26
5.1.2. Interpretation des sonographischen Bildes .....	27
5.1.3. Typ-Einteilung nach Graf .....	29
5.1.4. Fehlerhafte sonographische Untersuchungen.....	30
5.2. Röntgen.....	32
5.3. Arthrographie.....	36
5.4. Computertomographie .....	36
5.5. Magnetresonanztomographie .....	37
6. Behandlung der Hüftdysplasie .....	38
6.1. Krankengymnastik .....	41
6.2. Breites Wickeln .....	41
6.3. Spreizhosenbehandlung .....	42
6.4. Hüftbeuge-Spreiz-Schiene (sog. Tübinger Schiene) .....	44
6.5. Hoffmann-Daimler-Bandage .....	45
6.6. Pavlik-Bandage.....	46
6.7. Extensionsbehandlung.....	48

---

6.8.	Zwei-Phasen-Traktionsbehandlung nach Krämer .....	50
6.9.	Retentionsorthesen.....	51
6.10.	Sitz-Hock Gips nach Fettweis .....	53
6.11.	Therapieversager bei konservativer Therapie .....	54
6.12.	Operation.....	55
6.12.1.	Geschichtliche Entwicklung und Indikation.....	55
6.12.2.	Offene Reposition .....	56
6.12.3.	Beckenosteotomien .....	56
6.12.4.	Varisierungsosteotomien .....	58
6.12.5.	Azetabuloplastik.....	59
7.	Komplikationen der Hüftdysplasie .....	59
8.	Prognose .....	61
<b>III.</b>	<b>MATERIAL UND METHODIK .....</b>	<b>63</b>
1.	Thema und Ziel der Arbeit.....	63
1.1	Patientenkollektiv .....	64
1.2	Methodik der sonographischen Untersuchung .....	66
1.3	Methodik der radiologischen Untersuchung .....	69
1.3.1	AC-Winkel.....	70
1.3.2	PF-Winkel .....	73
1.3.3	ACM-Winkel.....	74
1.3.4	CE-Winkel.....	75
1.3.5	MZ-Strecke .....	76
1.3.6	CCD-Winkel.....	77
1.3.7	EY-Winkel.....	78
1.3.8	KEF-Winkel.....	79
1.3.9	MP („migration percentage“) .....	79
<b>IV</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>81</b>
1.	Verteilung männlich/weiblich.....	81
2.	Verteilung rechts/links.....	81
3.	Häufigkeit Familienanamnese .....	82
4.	Häufigkeit Beckenendlage .....	82
5.	Häufigkeit Fruchtwassermangel .....	83

---

6.	Häufigkeit bei Therapiebeginn >3.Lebensmonat .....	84
7.	Erstsonographie – Ergebnisse .....	84
7.1.	Alter bei Erstsonographie.....	85
7.2.	Alter bei Erstsonographie (unterteilt).....	85
7.3.	Hüfttyp nach Graf vor Beginn der Therapie.....	86
8.	Endsonographie/Kontrollsonographie – Ergebnisse.....	87
8.1.	Alter bei Endsonographie.....	87
8.2.	Häufigkeit Alpha-Winkel <64° in der Endsonographie .....	87
8.3.	Verteilung des Alpha-Winkels .....	88
8.4.	Verteilung des Beta-Winkels .....	88
9.	Ergebnisse der radiologischen Untersuchung .....	89
9.1.	Alter bei radiologischer Kontrolluntersuchung .....	89
9.2.	Abstände zwischen Erst- und Endsonographie sowie Erstsonographie und Röntgen .....	90
9.3.	AC-Winkel.....	91
9.4.	PF-Winkel .....	91
9.5.	ACM-Winkel.....	92
9.6.	CE-Winkel.....	93
9.7.	MZ-Strecke .....	94
9.8.	CCD-Winkel.....	94
9.9.	EY-Winkel.....	95
9.10.	KEF-Winkel.....	95
9.11.	MP („migration percentage“) .....	96
<b>10.</b>	<b>Restdysplasie.....</b>	<b>97</b>
10.1.	Restdysplasierate nach AC-Winkel (nach Tönnis) .....	99
10.1.1.–	im Unterschied links vs. rechts.....	100
10.1.2.–	bei positiver Familienanamnese.....	100
10.1.3.–	bei Beckenendlage .....	101
10.1.4.–	bei Fruchtwassermangel.....	101
10.1.5.–	bei Alpha-Winkeln <64° in der Endsonographie .....	102
10.1.6.–	bei Therapiebeginn > 3. Lebensmonat.....	102
10.1.7.–	Korrelation einzelner Risikofaktoren.....	103
10.2.	Restdysplasierate nach AC-Winkel (nach DGOT).....	104
10.2.1.–	bei positiver Familienanamnese.....	104
10.2.2.–	bei Beckenendlage .....	105

---

10.2.3.– bei Fruchtwassermangel .....	105
10.2.4.– bei Winkeln < 64° in der Endsonographie .....	106
10.2.5.– bei Therapiebeginn > 3. Lebensmonat .....	106
10.3. Restdysplasierate nach CE-Winkel .....	107
<b>V. DISKUSSION .....</b>	<b>108</b>
<b>VI. ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>129</b>
<b>VII. LITERATUR .....</b>	<b>131</b>
Bücher .....	131
Zeitschriften .....	133
<b>Anhang .....</b>	<b>146</b>
1. Ultraschalluntersuchungsbogen .....	146
2. radiologischer Untersuchungsbogen .....	147
3. Elterninformationsbrief betreffend Nachuntersuchung .....	148
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>149</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>152</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>153</b>
<b>Danksagung .....</b>	<b>154</b>

# I. EINLEITUNG UND ZIEL

Die vorliegende Dissertation soll anhand einer fast sechsjährigen retrospektiven Studie durch Analyse der Krankenunterlagen von 119 Kindern (153 betroffene Hüften, n=153) zeigen, wie häufig Hüftdysplasien vom Typ IIc bis IV nach Graf im Patientengut der Orthopädischen Kinderambulanz des Klinikums Großhadern in dem Zeitraum 11/1998 bis 06/2004 vorliegen.

Trotz ursprünglich erfolgreich vorgenommener Diagnostik (sonographisch gesteuerte Einteilung nach Graf) und Therapie im untersuchten Kollektiv, sind gewisse Restdysplasieraten bekannt. Es kommen verschiedene Einflussfaktoren hierfür in Frage, die hier untersucht werden sollen: das Geschlecht, eine positive Familienanamnese, die Geburt aus Beckenendlage, Fruchtwassermangel bei der Geburt sowie Alter und Hüfttyp vor Beginn der Therapie.

Zudem soll eruiert werden, ob eine Korrelation zwischen dem **sonographisch** gemessenen Schweregrad der Hüftdysplasie (nach Graf) und dem Schweregrad bei der **radiologischen** Kontrolluntersuchung (nach Tönnis) besteht.

Eine zusätzliche Frage stellt sich bei Betrachtung des aktuell gängigen Standards in Deutschland, Hüften mit einem Alpha-Winkel von  $>60^\circ$  in der End-/Kontrollsonographie als „ausgeheilt“ zu betrachten. Manche Autoren (Tschauner et al., 1994) propagieren jedoch Hüften erst ab einem Wert von  $>64^\circ$  als „ausgeheilt“ zu definieren. Die Beurteilung einer gegebenenfalls nötigen Revision dieses Vorgehens ist ein weiteres Ziel dieser Arbeit.

Das Gerüst der Untersuchung ist die sonographische Diagnostik nach Graf und die radiologische Beurteilung bei Therapieende nach Tönnis.

Die Ergebnisse dieser Studie liegen Ihnen in dieser nun präsentierten Arbeit vor.

## II. ALLGEMEINER TEIL

### 1. Historie



Abbildung 1: Tragen des Kindes bei Naturvölkern in Hockstellung (Tönnis, 1984, S. 68)

Die angeborene Hüftdysplasie war bereits Hippokrates (ca. 390 v. Chr.) bekannt, der sich mit diesem Thema in seinen Schriften (Hippokrates Band 3 und 4) beschäftigte. Damals wurde die Hüftdysplasie mit einer sogenannten Hippokratesbank therapiert, eine Behandlungsweise die sich bis ins späte Mittelalter hielt. Pravaz (1847) gelang als Erstem eine geschlossene Reposition durch Extension. Adolf Lorenz (1895) führte die geschlossene Reposition als Therapiemethode ein. All diese doch recht „gewaltsame“ Therapiemöglichkeiten endeten meist mit einer Hüftkopfnekrose. (Debrunner, 2005) Mit zunehmendem Kenntnisstand in der Anatomie und Pathologie des Hüftgelenks verbesserten sich schließlich auch die Therapiemethoden.

In Deutschland beschrieb erstmals Wilhelm Roser (1864) bereits vor über 140 Jahren die sogenannte „Hüftverrenkung“. Er beschäftigte sich mit Möglichkeiten der klinischen Diagnostik, und setzte sich damals schon für eine frühzeitige Diagnose ein, da er bereits erkannt hatte, dass eine frühe Therapie bei dieser Erkrankung essentiell ist. Seine Bitte fand damals leider keine Beachtung. Ortolani (1937) schaffte es schließlich erneut auf die Notwendigkeit einer routinemäßigen Erfassung der Hüftdysplasie hinzuweisen. Die

Einführung der Röntgendiagnostik verbesserte das Problem der Früherkennung nicht ausschlaggebend, da eine Röntgenaufnahme erst ab dem dritten Monat ein aussagekräftiges Bild ergibt. Zugleich bedeutete das eine hohe Strahlenbelastung für den Säugling.

Der größte Durchbruch im Bereich der Hüftdysplasie gelang dem österreichischen Orthopäden R. Graf im Jahr 1978. Er führte die sonographische Darstellung der Säuglingshüfte ein, und damit erstmals eine zuverlässige, schonende und nicht invasive Methode der Frühdiagnostik. Mit dieser Methode konnte nun die frühestmögliche Diagnose gestellt werden und frühzeitig die entsprechende Therapie eingeleitet werden.

Die ersten sonographischen Bilder der Säuglingshüfte werden heutzutage bereits innerhalb der ersten Tage oder der ersten Lebenswochen nach der Geburt durchgeführt, und somit als Screeningverfahren eingesetzt. Auf Röntgenaufnahmen wird zunehmend verzichtet.

## **2. Anatomische Grundlagen des Hüftgelenks**

Das Hüftgelenk (=Articulatio coxae; syn.: Articulatio iliofemoralis) ist ein sogenanntes Nußgelenk, eine Sonderform des Kugelgelenks. Es besteht die Möglichkeit von Bewegungen in allen Ebenen und Rotationsbewegungen. Die Beweglichkeit ist fast so groß wie im Schultergelenk, mit dem Unterschied das sie im Stehen und Gehen nicht ausgeschöpft werden kann.

Der Gelenkkopf wird vom Femurkopf gebildet. Die Gelenkpfanne besteht aus Acetabulum und Lig. Transversus acetabuli. Der Rand der Gelenkpfanne wird ringförmig vom Labrum acetabulare umgeben. Der Femurkopf wird vom labrum acetabulare teilweise umschlossen, so dass 2/3 des Femurkopfs innerhalb der Gelenkpfanne liegen. Hierdurch ist eine große Stabilität gewährleistet, jedoch wird dadurch auch die Bewegungsfreiheit im Hüftgelenk eingeschränkt. Die Bewegungsmaße werden nach der Neutral-Null-Methode gemessen. Die Neutral-0-Stellung ist bei vollständig gestrecktem Hüft- und Kniegelenk in Rückenlage gegeben.

Das Hüftgelenk hat 3 Hauptachsen:

- Bis 10-15° Retroversion (=Extension) und 130-140° Anteversion (=Flexion)
- Bis 20-30° Adduktion und bis 30-50° Abduktion
- Bis 40-50° Außenrotation und bis 30-40° Innenrotation

Diese Werte gelten für Erwachsene. Eine Abduktion von 40-50° bei Geburt gilt beispielsweise bereits als pathologisch. Alle Bewegungsmöglichkeiten im Hüftgelenk werden durch die kräftigen Ligamenta gehemmt, außer der Beugung. Bei gebeugtem Hüftgelenk sind die Ligamenta entspannt, so dass der Oberschenkel weiter abduziert werden kann. Der Oberschenkel lässt sich bei gestrecktem Kniegelenk aktiv bis ca. 70-80° beugen, bei gebeugtem Kniegelenk ist eine Beugung im Hüftgelenk bis 120° möglich. Grund hierfür ist das bei gestrecktem Kniegelenk die ischiokruralen Muskeln (=Flexoren) vorzeitig insuffizient werden, während bei gebeugtem Knie die Spannung in den Adduktoren herabgesetzt ist.

Zum Bandapparat gehören:

- Lig. Iliofemorale
- Lig. Ischiofemorale
- Lig. Pubofemorale
- Zona orbicularis

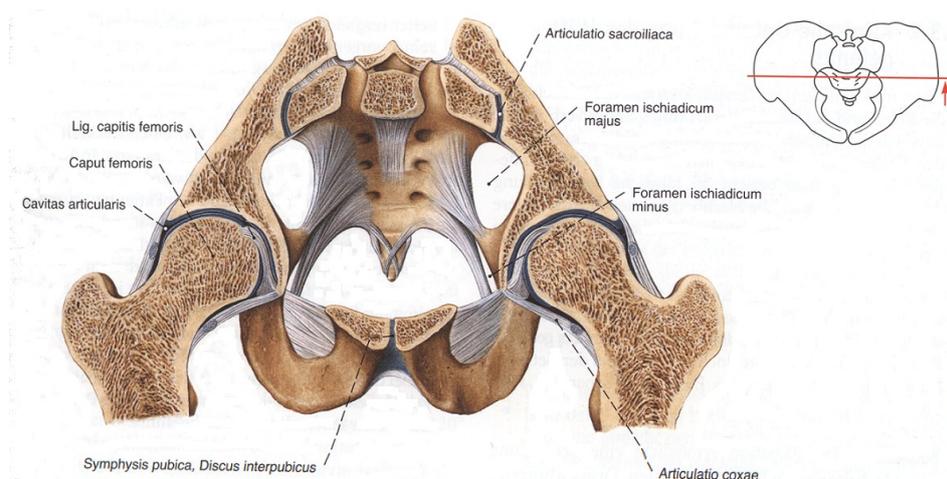


Abbildung 2: Anatomie des Hüftgelenks (Rössler, Rütter, 2005, S. 271)

Die Bänder verlaufen schraubenförmig um das Gelenk herum, so dass sie bei gestrecktem Bein zugekehrt und bei gebeugtem Bein aufgedreht sind. Hierdurch werden eine Überstreckung des Beins und ein Abkippen des Rumpfes nach hinten unmöglich.

Die Gefäßversorgung des Femurkopfes erfolgt hauptsächlich aus den Rr. Ascendentes der Aa. Circumflexae femoris lateralis et medialis. Die Hüftgelenkpfanne wird von Ästen aus der A. obturatoria, den Aa. Gluteae superior et inferior und der A. pudenda interna ernährt. Das Acetabulum und die Fossa acetabuli werden von der A. obturatoria, das Pfannendach von der A. glutea superior und der Sitzbeinteil des Acetabulum von der A. glutea inferior und der A. pudenda interna versorgt. Der venöse Abfluss erfolgt über die gleichnamigen Begleitvenen. (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003)

Die Innervation des Hüftgelenks erfolgt hauptsächlich durch N. femoralis, N. obturatorius, N. ischiadicus und N. gluteus superior, die im Grunde die Muskeln und die dazugehörigen Gelenkteile innervieren. (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003)

Folgende Muskeln sind an der Gelenksicherung beteiligt:

- Ventral: M. Iliopsoas, M. Pectineus
- Dorsal: M. Obturatorius externus, M. Obturatorius internus, M. Gluteus maximus, M. Quadratus femoris, Mm. Gemelli superior und inferior
- Kranial: M. Gluteus medius, M. Gluteus minimus
- Kaudal: M. Adductor magnus, M. adductor longus, M. adductor brevis

## 3. Hüftdysplasie

### 3.1. Definition

„Die kongenitale Hüftdysplasie ist eine angeborene Entwicklungsstörung des Pfannendachs und des Pfannenerkers. Die Folge ist eine Gelenkinstabilität, die zu einer Dislokation des Hüftkopfes bis hin zur Luxation führen kann.“ (Bohdorf, Imhof, Fischer, 2006)

Das Wort Dysplasie kommt aus dem Griechischen und bedeutet Bildungsstörung (dys=miß-, plasis=Form).

Bei der frühkindlichen Hüftdysplasie (sogenannte angeborene Hüftluxation), englisch CDH (congenital dislocation of the hip) ist die Hüftpfanne nur unvollkommen ausgebildet, nämlich zu flach. Hierbei handelt es sich um eine erbliche Entwicklungsstörung der Hüftpfanne. Eine ausreichende Überdachung verhindert das Abgleiten aus der Gelenkpfanne. Ist diese Überdachung dysplastisch, kann der Femurkopf aus der Gelenkpfanne rutschen, ein Stadium in dem man bereits von Hüftluxation spricht. Da es zwischen der Norm und dem pathologischen Zustand der Hüftdysplasie mehrere Zwischenstufen gibt, entwickelten sich im Laufe der Zeit mehrere Begriffe für die Hüftdysplasie.

Adolf Lorenz führte im Jahr 1920 den Begriff „angeborene Hüftverrenkung“, beziehungsweise „angeborene Hüftluxation“ ein.

Hilgenreiner unterteilt 1936 den gleichen Zustand in „angeborene Dysplasie“ und „angeborene Dysplasie mit Luxation“.

Der englische Ausdruck **developmental displacement/ dysplasia of the hip (DDH)**, der erstmals von Klisic (1989) eingeführt wurde, enthält bereits die Aussage, dass es sich um ein Entwicklungsprozess handelt. Die Weiterentwicklung einer angeborenen Hüftdysplasie ist letztendlich offen: Normalisierung (bei rechtzeitiger Behandlung) oder Verschlechterung.

## 3.2. Inzidenz, Epidemiologie und Disposition

Die Rate der **Hüftdysplasien** in Mitteleuropa beträgt ca. 2-4%. Die Verteilung unter den Geschlechtern ist hierbei relativ gleichmäßig.

Die **Hüftluxation** ist wesentlich seltener. Die Rate liegt bei ca. 0,5-1%. Angaben über das Verhältnis von weiblichen zu männlichen Betroffenen schwankt je nach Autor zwischen 4:1 (Hefti, 2006), über ca. 5,4 : 1 (Krämer, 2007) bis hin zu 8:1 (Debrunner, 2005)

Es gibt sogenannte Dysplasienester. Diese sind Regionen in denen die Dysplasierate um Einiges höher liegt. Betroffen sind in Deutschland vor Allem Böhmen, Schwaben, Sachsen, Hessen und Thüringen. Hier findet man bis zu 30% betroffene Hüften bei Neugeborenen. Im Ausland weisen Tschechien und Norditalien höhere Dysplasieraten auf. (Apley, 1993) Die weisse Bevölkerung ist zudem weit häufiger betroffen als die schwarze. Die niedrigsten Hüftluxationsraten werden bei dunkelhäutigen Völkern, den australischen Ureinwohnern, Ägyptern, Koreanern und Chinesen beobachtet. (Tönnis, 1984)

Einige Autoren vertreten die Meinung das die Hüftdysplasie in über der Hälfte der Fälle einseitig ist, und in bis zu 39% eine beidseitige Hüftdysplasie gefunden werden kann. (Köhler, Zimmer, 1989) Andere Autoren vertreten eher die Meinung das Einseitigkeit und Doppelseitigkeit etwa gleich häufig vorkommen. (Tönnis, 1984) In 75% der Hüftdysplasiefälle handelt es sich um die linke Hüfte. (Apley, 1993) (Wirth, Mutschler, 2008) Eingehende Untersuchungen durch Dunn (1969) haben ergeben, dass die Feten ca. doppelt so oft mit dem Rücken auf der linken Seite der Mutter liegen. Bei normaler Schädellage wird dadurch das linke Bein vermehrt gegen die Wirbelsäule der Mutter, und damit in Adduktion gedrückt. (Tönnis, 1984)

Tönnis (1984) und Tschauner (2003) beschreiben beispielsweise eine endogene und eine exogene (mechanische, prä- und postpartale) Verlaufsform der Hüftdysplasie. Die endogene ist mit einer positiven Familienanamnese assoziiert, die exogene hingegen ist mit Geburten aus Beckenendlage in Verbindung zu bringen. Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit von endogener und exogener Dysplasie liegt in der Entwicklung des AC- und des CE-Winkels, auf die zu einem späteren Zeitpunkt in dieser

Arbeit näher eingegangen wird. Bei endogenen Dysplasien ist beispielsweise der CE-Winkel fast immer zu klein. (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003)

Die Hüftdysplasie kommt ebenfalls gehäuft bei Kindern vor, die auch andere Skelettanomalien vorweisen.

Durch bessere Screeningverfahren ist eine deutliche Abnahme der Inzidenz zu verzeichnen. Nicht zu vergessen ist jedoch auch ein möglicher Zusammenhang zu einer stärkeren genetischen Durchmischung der Bevölkerung während der vergangenen Jahre. Dies spielt bei der angeborenen Hüftdysplasie mit ihrer genetischen ätiologischen Komponente auch eine gewisse Rolle. (Hefti, 2006)

### 3.3. Ätiologie

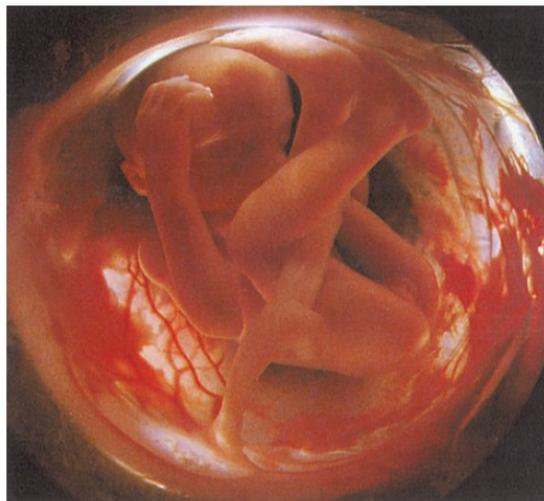


Abbildung 3: 18 Wochen alter Fötus aus: Lennart Nilsson: Ein Kind entsteht. Mosaik Verlag, München 1990. (Bernau, Matthiessen, 2002, S. 6)

Die genauen Ursachen einer Hüftdysplasie sind bis heute nicht bekannt, es wird jedoch angenommen, dass eine gewisse Instabilität des Hüftgelenks die Grundvoraussetzung darstellt. (Rössler, Rüter, 2005) Diese Instabilität ist eine teils angeborene und teils erworbene Wachstumsstörung. Es wird davon ausgegangen das die Hüftdysplasie multifaktoriell vererbt wird.

Die Theorie einer primären Entwicklungshemmung wurde bereits von Verduc (1701) geäußert. Sie beruht auf der Beobachtung von Entwicklungsstörungen des Hüftgelenks, der Y-Fuge und des Beckens. Später kamen zahlreiche Anhänger dieser Theorie dazu, wie beispielsweise Lorenz (1920), Hilgenreiner (1936), Faber (1937, 1938), Hackenbroch (1937), Mau (1941) und viele andere. (alle Autoren zit. nach Tönnis, 1984)

Weiterhin werden hormonelle Gründe in Betracht gezogen, womit auch der weitaus häufigere Anteil an Mädchen zu erklären wäre. Hierbei werden als Ursache hohe mütterliche Werte an Östrogen, Progesteron und Relaxin in den letzten Schwangerschaftswochen diskutiert, die auf Mädchen einen größeren Einfluss haben. Dieser hormonelle Einfluss prädisponiert zu einer gewissen Kapsellockerung des fetalen Hüftgelenkes. Dies wurde durch die Beobachtung erhärtet, dass Frühgeborene eine viel seltenere Rate an Hüftdysplasien aufweisen, weil diese noch vor dem hormonellen Peak geboren werden. (Apley, 1993) (Niethard, Heller, 2005)

Salter (1968) beispielsweise fand sogar, dass Mädchen mit Hüftluxation femininer waren als andere, und Jungen mit Hüftluxation weniger maskulin wirkten als andere. (Bernau, Matthiesen, 2002)

Die Kinder von Müttern nach Erst- und Mehrlingsschwangerschaften, Lageanomalien und Beckenendlagen (durch veränderte intrauterine Druckverhältnisse), sowie bei muskulärer Dysbalance wie sie in Poliomyelitis-, Myelodysplasie- oder Zerebralparesefällen vorkommen, scheinen häufiger von einer Hüftdysplasie betroffen zu sein. In diesen Fällen entwickeln sich die Adduktoren stärker als die Abduktoren, infolge dessen sich die Trochanteren nicht richtig entwickeln und es somit zu einer Sub-/Luxation kommen kann. (Apley, 1993) Ebenfalls gefährdet sind Kinder von Frauen mit schwangerschaftsbedingtem Bluthochdruck oder solche die einen Oligohydramnion (=Fruchtwassermangel) aufwiesen, wobei das eine das andere auch bedingen kann. (Tönnis, 1984), (Rössler, Rüter, 2005), (Apley, 1993), (Harris, 1983) Laut Ficklscherer (2008) liegt bei Kindern die aus Beckenendlage geboren werden in 25% eine Hüftluxation vor. Die Hüftdysplasie wird zudem vermehrt bei zusätzlich vorliegenden Anomalien wie Schädel- oder Gesichtsasymmetrien, Schiefhals, Skoliosen, Sichel- und Klumpfüße beobachtet. (Tönnis, 1984) Mechanische Faktoren sind vermutlich die häufigsten.

Dass Kinder die aus Beckenendlage geboren werden, eine wesentlich höhere Hüftluxationsrate aufweisen, wird heute beispielsweise nicht mehr angezweifelt. In der Normalbevölkerung kommen ca. 2-4% Beckenendlagen vor. Bei Kindern mit Hüftluxation

sind es über 15% Beckenendlagen. Ganz besonders anfällig sind Säuglinge die aus sog. reinen Steißlagen geboren wurden, bei denen die Hüften extrem adduziert und/oder gebeugt und die Kniegelenke gestreckt sind. (Tönnis, 1984)

Interessanterweise werden sogar jahreszeitliche Einflüsse von einigen Autoren wie Nagura (1942), Ortolani (1948), Kupper u. Ackermann (1982) diskutiert, um nur einige zu nennen. (Autoren zit. aus Tönnis, 1984) Bei Untersuchungen wurde festgestellt, dass bei niedrigeren Temperaturen die Hüftluxationsrate höher ist. Der Geburtengipfel bei Hüftdysplasien und -luxationen liegt zwischen September und November. Zudem scheinen Jungen weitaus stärker von Jahreszeitschwankungen betroffen zu sein. Inwieweit dies mit hormonellen Schwankungen, Fruchtwasserproduktion zu verschiedenen Jahreszeiten oder unterschiedliche Kleidung bzw. Wickeln der Kinder in den einzelnen Jahreszeiten zu tun hat, ist noch nicht eindeutig geklärt.

Die postpartale Lagerung spielt ebenfalls eine Rolle. Das Hüftgelenk ist nach der Geburt noch unreif und reagiert daher sehr empfindlich auf jegliche Störungen. Die sogenannten Cradleboards („Komse“) sind Trage- bzw. Wickelbretter, auf denen die Säuglinge mit gestreckten Beinen, also in Extension und Adduktion gewickelt werden und von nordamerikanischen Indianern, bei den Lappen und den Eskimos heute noch teilweise verwendet werden, wirken sich ungünstig auf die Hüftgelenkentwicklung aus. (Bernau, Matthiessen, 2002) Der Femurkopf gleitet in diesen Fällen während des ersten Lebenshalbjahres von der Gelenkpfanne weg, anstatt wie im Normalfall, auf diese zu. Die Ossifikation des knorpelig präformierten Pfannendachs wird hierdurch gestört, bis letztendlich der zu steile Pfannenrand keinen Halt mehr für den Femurkopf darstellt und dieser luxiert. Die Streckung des Hüftgelenks begünstigt eine Luxation. Im Gegensatz dazu kommt es nur selten zu einer Luxation bei afrikanischen Völkern, die ihre Babys in Wickeltücher mit weit gespreizten Beinen am Rücken oder um den Bauch tragen. (Apley, 1993)

Die Hüftdysplasie ist angeboren, die Luxation entsteht durch die dysplastische Entwicklungsstörung meist im Laufe des ersten Lebensjahres wenn keine Behandlung durchgeführt wurde, und ist somit eine Komplikation und damit sekundär. (Debrunner, 2005) In seltenen Fällen ist eine Luxation des Hüftgelenks bereits bei der Geburt vorhanden. Hierbei handelt es sich dann um eine sog. pränatale oder teratologische Luxation. Diese kommt fast immer in Kombination mit weiteren Fehlbildungen vor. Zudem sind diese meist irreponibel.

Eine Hüftgelenksluxation (=Verrenkung) kann ebenfalls entstehen, wenn auf das Gelenk sehr große Kräfte einwirken, z.B. nach einem Verkehrsunfall, bei dem die Knie gegen das Armaturenbrett geschleudert werden. Dabei tritt der Femur aus der Gelenkpfanne. Erworbene Luxationen treten meist im hinteren Gelenkbereich zwischen Lig. Pubofemorale und Lig. Ischiofemorale auf. Die Gelenkkapsel wird nämlich vorne durch das Lig. Iliofemorale, medial durch das Lig. Pubofemorale und lateral durch das Lig. Ischiofemorale verstärkt.

Sonderformen stellen erworbene (nicht-traumatische) Hüftdysplasien, wie beispielsweise im Rahmen einer Osteomyelitis, einer akuten Arthritis oder Tuberkulose dar.

Es gibt natürlich auch bei der Bewertung von Risikofaktoren kontroverse Meinungen. So glaubt z.B. Sucato (1999) dass Risikofaktoren nicht als Prädisposition für eine radiographisch nachgewiesene Hüftdysplasie zu sein scheinen. (Tomà, 2001)

### **3.4. Differentialdiagnosen**

Zusammenfassend kommen Hüftgelenksluxationen vor bei:

- Luxation nach entzündlichen Prozessen. z.B. bei Säuglingskoxitis oder -osteomyelitis. Letztere entsteht durch entzündliche Zerstörung des Gelenkes und geht mit Fieberschüben und veränderten Laborwerten einher.
- Teratologische Hüftluxationen. Diese sind angeboren, nicht einrenkbar und meist mit weiteren Missbildungen vergesellschaftet.
- Lähmungsluxation. Diese tritt beispielsweise bei Polio (=Rötelninfektion), Meningomyelozele und Zerebralparese vom spastischen Typ auf.
- Traumatische Hüftluxation: meist Folge von Verkehrsunfällen (z.B. bei Auffahrunfällen durch Anstoßen mit den Knien an das Armaturenbrett oder Abstützen mit dem Fuß am Fahrzeugboden) sowie Stürzen bzw. Sprüngen aus großer Höhe, also oft im Rahmen eines Polytraumas.
- Proximalen Femurdefekten.
- Coxa vara congenita. Hierbei handelt es sich um ein recht seltenes Leiden mit einer angeborenen Insuffizienz des Schenkelhalses. Sie kann gerade im Säuglingsalter einer Hüftgelenksluxation täuschend ähneln. (Debrunner, 2005)

## 4. Klinische Diagnostik

### 4.1. Anamnese

Durch Muskelzug oder später bei den ersten Gehversuchen, also Belastung, rutscht der Femurkopf mangels Widerhalt in der flachen Gelenkpfanne über den Pfannenrand nach oben, wodurch das Becken beim Gehen auf die Seite des nicht belasteten Beines (sog. Spielbein) sinkt. Das hierdurch entstandene Gangbild wird Trendelenburg'sches Zeichen genannt.

Je nach Ausmaß und Dauer des behandlungslosen Zeitraums kann sich diese Erkrankung darstellen als:

- Pfannendysplasie ohne Luxation
- Subluxation
- Luxation

Anamnestisch werden im Gespräch mit den Eltern Fragen gestellt die auf Risikofaktoren hindeuten könnten. Diese wären: positive Familienanamnese, Koxarthrosen in der Familie, Fruchtwassermangel (=Oligohydramnion) gegen Ende der Schwangerschaft, Früh- und Mehrlingsgeburt, Steißlage (=Beckenendlage), andere vorliegende Skelettanomalien, Entbindung durch Kaiserschnitt (=Sectio) sowie einem klinischen Verdacht auf Hüftdysplasie.

## 4.2. Inspektion und Palpation

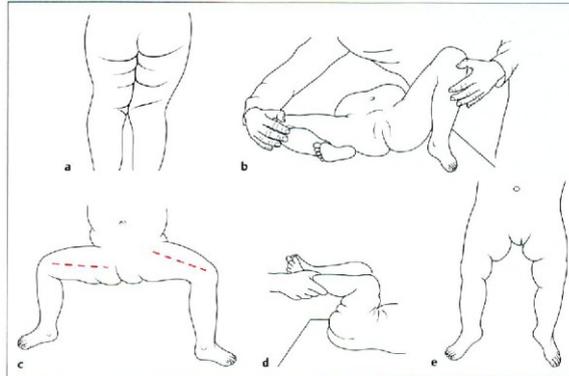


Abbildung 4: Klinische Zeichen einer einseitigen Subluxation oder Luxation (Matzen, 2002, S. 309)

Bei der Inspektion wird speziell auf Asymmetrien oder Falten im Bereich der Oberschenkel geachtet. Beispielsweise wird bei Hüftdysplasie rechts eine gehäufte Drehung des Körpers der Kinder nach rechts, mit Herüberfallen des linken Beines nach rechts beobachtet. Man spricht dann von der sogenannten Lieblingsseite. Es wird grundsätzlich im Seitenvergleich untersucht und mit der gesunden Seite begonnen.

Früherkennungszeichen nach der Geburt sind:

- Faltenasymmetrie (Abb. 4a). Diese kommt ausgesprochen häufig vor und ist als eher unsicheres Zeichen zu betrachten. (Komprda, 1984)
- Abspreizhemmung bzw. Adduktionskontraktur (Abb. 4b) = Abduktionsbehinderung. Werte  $< 50^\circ$  in Beugstellung des Knie- und Hüftgelenks sind verdächtig. Seitenunterschiede von ca.  $20^\circ$  sind bereits als verdächtig anzusehen. (Tönnis, 1984) Barlow (1962) beispielsweise betrachtet dieses Zeichen als wertlos.
- Missverhältnis zwischen Femurachse und Pfanne (Abb. 4c)
- Beinlängen- bzw. Kniehöhendifferenz (Abb. 4d) Bei rechtwinklig gebeugten Hüften und Knien erscheint das Kniegelenk bzw. die Oberschenkellänge der erkrankten Hüfte verkürzt. Vorsicht ist bei beidseitiger Luxation geboten. Hier können Seitendifferenzen auch gänzlich fehlen.
- Verziehungen der Vulva zur erkrankten Seite und Drehung des kranken Beins nach außen (Abb. 4e)

- Trochanter der erkrankten Seite sichtbar und tastbar höher.
- Delle zwischen Trochanter und Tuber ossis ischii bei Beugung im Hüft- und Kniegelenk
- Veränderungen im Sonogramm

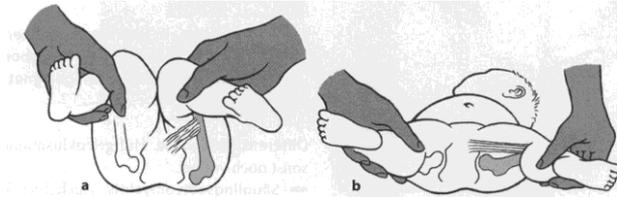


Abbildung 5: Instabilitätszeichen nach Ortolani (Krämer, 2007, S. 249)

- Instabilitätszeichen (nach Ortolani) = sogenanntes Roser-Ortolani-Zeichen. Hierbei handelt es sich um eine Prüfung der Instabilität indem man das Hüft- und Kniegelenk des Neugeborenen erst um 90° beugt und adduziert. Aus dieser Stellung heraus wird mit leichtem Druck nach dorsal und auf den Trochanter major die Hüfte abduziert. Dabei kann man ein Schnappen im Gelenk fühlen bzw. hören, wenn der Hüftkopf über den hinteren Pfannenrand bei der Abduktion vom luxierten Zustand in die Pfanne zurückspringt. Dieses Zeichen ist nur in den ersten Tagen nach der Geburt nachweisbar und verschwindet dann wieder. Sie wird von manchen Autoren abgelehnt aufgrund der Möglichkeit einer weiteren Schädigung des Pfannenrands und des Femurkopfes durch die Luxation und Reposition während der Untersuchung. (Matzen, 2002)
- Instabilitätszeichen (nach Barlow) sind ähnlich dem Ortolani-Zeichen, nur dass die Hüfte vollständig luxiert und wieder reponiert wird. (Niethard, Weber, 2005) Bei instabilen Hüften kann hierbei der Hüftkopf nach dorsal aus der Pfanne gedrückt werden und bei leichter Abduktion wieder zurückschnappen. Nach dem ca. 2. Lebensmonat ist es nicht mehr nachweisbar. (Wirth, Mutschler, 2008) (Ficklscherer, 2008)
- Ludloff-Luxationszeichen: Beim Säugling ist eine Extension der Kniegelenke wegen der Anspannung der ischiokruralen Muskulatur in 90° flektierter Hüfte normalerweise nicht möglich. Bei luxierten Hüftgelenken ist dies jedoch möglich. (Hefti, 2006)

Im Verlauf finden sich auch noch:

- Geringe aktive Beweglichkeit und vermehrte Außendrehung im betroffenen Gelenk: Kinder lernen später gehen und ermüden schneller. (Krämer, 2007) (Matzen, 2002)
- Der Hüftkopf ist viel weiter lateral zu tasten als üblich. Bei Luxation lässt er sich sogar in der Längsachse des Körpers verschieben, also außerhalb der Gelenkpfanne, was als „Glissement“ bezeichnet wird. (Rössler, Rüther, 2005) (Tönnis, 1984)
- Aufgrund einer leeren Pfanne ist in Rückenlage lateral der Leiste eine Vertiefung erkennbar, die sogenannte Adduktorendelle.
- Durch Glutealmuskelinsuffizienz bedingtes positives Trendelenburg-Zeichen, Hinken und Watschelgang sowie eine Beckenvorkippung mit Hohlkreuzbildung.
- Als Folge der Beinverkürzung entwickelt sich bei älteren Kindern und Erwachsenen ein Spitzfuß. (Rössler, Rüther, 2005)
- Veränderungen im Röntgenbild

Es werden ebenfalls die Gesäßfalten des Kindes in Bauchlage beobachtet. Die Leistenfalten werden in Rückenlage beobachtet. Bei Untersuchung in Rückenlage und 90° Beugung des Hüft- und Kniegelenks soll auf Beinlängendifferenzen geachtet werden. Bei dieser Untersuchung wird auch auf eventuell vorhandene Klump-, Hacken- oder Sichelfußstellungen geachtet, die einer Behandlung bedürfen.

Später findet man noch Beinlängendifferenzen, positives Trendelenburgzeichen, Hinken, Watschelgang und Veränderungen im Röntgenbild. Da das Becken auf der betroffenen Seite tiefer steht, zieht das eine skoliotische Schiefhaltung der Wirbelsäule nach sich. Wegen der Beinverkürzung entwickelt sich im Jugend und Erwachsenenalter ein sogenannter Spitzfuß.

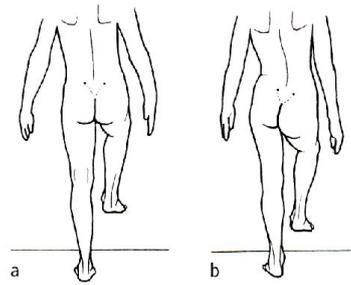


Abbildung 6: Das Trendelenburgsche Zeichen. a) Trendelenburg links negativ. b) Trendelenburg links positiv. (Debrunner, 2005)

Bei positivem Trendelenburg Zeichen kippt das Becken zur Gegenseite, bedingt durch die insuffiziente Glutealmuskulatur bei luxiertem Hüftgelenk. Man kann eine Asymmetrie des Beckens und der Glutealfalten beobachten.

Die Beinlänge wird am besten untersucht durch Beobachtung der Fersenhöhe, der Patellahöhe und einer Verschiebung der Innenknöchel.

Später Beginn des Laufens ist entgegen der immer noch verbreiteten Meinung in der Bevölkerung kein Anzeichen einer Hüftdysplasie. Dennoch sollte bei Kindern ab 18 Monaten die noch nicht mit dem Laufen begonnen haben, eine Hüftdysplasie ausgeschlossen werden. Zudem kann ein sogenannter Watschelgang oder Trendelenburg Zeichen ein Hinweis für eine verpasste Dysplasie sein. (Apley, 1993)

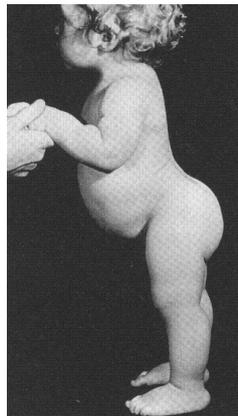


Abbildung 7: Beidseitige Hüftluxation (Rössler, Rüter, 2005, S. 278)

Bei beidseitiger Hüftluxation findet man als Früherkennungszeichen das Ortolani-Zeichen und später den Watschelgang, sowie eine Beckenvorkippung durch das Wandern der Hüftköpfe nach hinten und oben, Hohlkreuzbildung und doppelseitig positivem Trendelenburg-Zeichen. Die Diagnosestellung ist insgesamt etwas schwerer, da der Vergleich zu einer gesunden Seite fehlt. Aufgrund einer Verkürzung der Abduktoren (v.a. der M. gluteaeus medius und minimus) und der Hüftextensoren (M. gluteaeus maximus) kommt es zu einer abnormen Beckenkippung. Diese wird dann durch eine Hyperlordose der LWS (=Hohlkreuzbildung) ausgeglichen.

Klinische Diagnostik allein gilt als nicht sicher. (Bohndorf, Imhof, Fischer, 2006)

Eine unerkannte Hüft dysplasie bleibt im Kindesalter praktisch ohne Symptome. Erst eine insuffiziente luxierte oder subluxierte Hüfte fängt an, Probleme zu bereiten. Diese Kinder haben zwar meist keine Schmerzen, hinken jedoch und ermüden bald. Erst im Jugendalter oder ca. im 3. Lebensjahrzent treten Schmerzen auf, wenn bereits degenerative Prozesse (Arthrose) einsetzen. (Debrunner, 2005)

## 5. Bildgebende Diagnostik

### 5.1. Sonographie



Abbildung 8: sonographische Untersuchung beim Säugling (Klinikum Großhadern, München)

Einen Meilenstein in der Diagnostik der Hüftdysplasie legte R. Graf (1980) mit der Entwicklung der Ultraschalluntersuchung. Vor Einführung der Ultraschalluntersuchung war das Durchschnittsalter bei Behandlungsbeginn von Hüftdysplasien im deutschen Sprachraum mehr als 8 Monate, gegenwärtig beträgt er nur wenige Wochen. (Hefti, 2006). Eine Ultraschalluntersuchung sollte als Screening-Methode im Rahmen der Kinderfrüherkennungsuntersuchung U2, also am 3.-10. Lebensstag bei potentiell gefährdeten Säuglingen mit Risikofaktoren (positive Familienanamnese, Geburt aus Beckenendlage oder anderen vorliegenden Anomalien) durchgeführt werden (Muntau, 2004). Autoren wie Schilt (2001, 2004) vertreten die Meinung, dass ein generelles Screening von allen Neugeborenen, unabhängig vom Vorliegen von Risikofaktoren zur U2, also am 3.-10. Lebensstag stattfinden sollte. In Deutschland wurde seit dem 1. Januar 1996 das sonographische Hüftscreening spätestens während der U3, also in der 4.-6. Lebenswoche eingeführt, die ansonsten meist für eine ggf. anstehende Kontrollsonographie genutzt wird. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass im Falle einer klinisch noch unauffälligen Dysplasie, eine eventuell notwendige Therapie noch vor der 6. Lebenswoche einsetzt, um so das spätere Auftreten einer Hüftgelenksluxation zu verhindern. Graf (2001) postuliert, dass die in Deutschland gefundene Regelung einen Kompromiss darstellt, denn eigentlich müssten aus medizinischer Sicht die Säuglingshöften spätestens bis zur 4. Lebenswoche untersucht werden, um diejenigen die einer Behandlung bedürfen noch in dem Zeitfenster höchster Wachstumspotenz

optimal behandeln zu können. Die Wachstums- und Ossifikationsgeschwindigkeit des Pfannendaches ist in den ersten 4 Lebenswochen sehr hoch, flacht bis zur 12. Woche ab und ändert sich ab der 16. Woche nur noch wenig. (Graf, 2000; Bernau, Matthiessen, 2002)

Grill (1997) vertritt die Meinung, dass sonographische Beurteilungen in der 1. Lebenswoche wegen der unzureichenden Hüftreife unnötige Kontrolluntersuchungen nach sich ziehen und propagiert die 4.-6. Lebenswoche wie Tschauener und Graf (1994) als den besten Zeitpunkt für das Ultraschallscreening. Andere Autoren, wie Sucato et al. (1999) sind ebenfalls für den Einsatz der Sonographie erst in der 4.-6. Lebenswoche. Als Gründe sehen sie die schon von Grill (1997) genannten Einwände. Ausserdem sind sie der Meinung, dass ein Ultraschall vor Ablauf der 4. Lebenswoche zu sensitiv wäre und die meisten spontanen Besserungen ohnehin bis zur 4. Woche stattfinden.

Ein deutlicher Vorteil der Sonographie ist, dass sie ohne Strahlenbelastung und Invasivität der Methode, leicht wiederholbar ist, wodurch eine engmaschige Kontrolle ermöglicht wird und bei geschulten Untersuchern eine sichere Aussage erlaubt. Obligat ist eine Sonographie in Deutschland in der 4.-6. Lebenswoche. Möglich ist sie bis zu einem Alter von ca. 1 Jahr, danach nimmt die Beurteilbarkeit ab weil der Knochenkern der Femurepiphyse sonographisch wichtige Strukturen überdeckt. (Bohndorf, Imhof, Fischer, 2006)

Einige Autoren halten die Ultraschalluntersuchung allerdings auch für völlig unnötig. (Hernandez, 1994) Besonders in der angloamerikanischen Literatur wird der Vorwurf gemacht, dass ein frühes Ultraschallscreening eine gewisse Tendenz zur Übertherapie zur Folge hat. (Castelein, 1988; Clarke, 1986; Exner, 1988; Langer, 1987)

### 5.1.1. Ablauf der Untersuchung



Abbildung 9: Lagerungsschale nach Graf (Hofmann et. al., 2005)

Die Untersuchung erfolgt in einer speziellen Lagerungsschale nach Graf. Der Säugling wird seitlich in die Schale gelegt, die Hüfte ist dabei um ca. 10-20° gebeugt. Der Schallkopf wird nach Auftragen des Kontaktgels parallel zur Längsachse über der Trochanter-Region positioniert. Durch Verschieben nach dorsal und ventral wird so ein Bild gewählt, bei dem die weiter oben genannten anatomischen Strukturen deutlich zu identifizieren sind. (Hofmann et. al., 2005)

Für die Sonographie sollte ein sog. Realtime-Linearscanner verwendet werden. Für kleinere Säuglinge sollte ein 7,5-MHz-Schallkopf, für größere der 5-MHz-Schallkopf gewählt werden. Die Sonographie erfolgt von lateral. Das auf dem Bild dargestellte Os ilium muss parallel zum Schallkopf liegen. (Hefti, 2006) Auf Lagerungsschalen und Schallkopfführung sollte nicht verzichtet werden. (Tschauer, Wirth, Aigner, 2003)

Auf dem Ultraschallbild kann man die Kapselweichteile, Hüftkopf- und Pfannenknorpel und die Stellung des Hüftkopfes genau beurteilen. Da mit dem sonographischen Bild nur Weichteile dargestellt werden können, ist eine Beurteilung mit zunehmender Knochenentwicklung, also zunehmendem Alter des Säuglings nicht mehr möglich.

## 5.1.2. Interpretation des sonographischen Bildes

Folgende anatomische Strukturen müssen bei der sonographischen Untersuchung klar identifizierbar sein:

- Knorpel-Knochen-Grenze
- Hüftkopf bzw. Hüftkopfkern, falls vorhanden, und die Relation von Kopf und Pfanne.

Normalbefund: Der Hüftkopf steht direkt unter dem gut entwickelten knöchernen Pfannenerker.

Pathologisch: Dezentriertes (=subluxiertes) Hüftgelenk, die Hüftkopfkontur ist nach kranial und lateral verschoben. Der Femurkopfkern, der normalerweise bis Ende des 4 Lebensmonats beim Säugling erscheint, ist bei dysplastischen Hüften kleiner oder weist ein langsames Wachstum auf. Durch das Fehlen des Kontaktes zwischen Kopf und Pfanne wird dann auch eine zunehmende Dezentrierung, und durch den Muskelzug ein „ausleiern“ der Kapsel begünstigt.

- Umschlagfalte
- Gelenkkapsel
- Labrum acetabulare
- Knöcherner Pfannenerker (= knöchernes und knorpeliges Pfannendach)
- Unterrand des Os ilium (bei gerader Abbildung des os ilium parallel zum Bildrand)
- Laterale Darmbeinschaufelkontur

Im Gegensatz zum radiologischen Befund lässt die Sonographie eine Beurteilung des Gelenkknorpels und auch die Stellung des Femurkopfes zur Pfanne zu. Die Sonographie setzt eine große Erfahrung des Untersuchers voraus. Bereits geringe Verkippungen oder Versetzungen führen zu falschen Messergebnissen und damit zu einer Fehldiagnose.

Der Beurteilung des Ultraschallbildes bzw. Klassifikation der Hüftgelenke dienen die Winkel Alpha (=Knochenwinkel)/ Pfannendachwinkel und Beta (=Knorpelwinkel)/ Knorpeldachwinkel. Der **Alpha-Winkel** liegt zwischen Pfannenerker und Y-Fuge, sowie dem lateralen Rand des Os ilium. Er soll die knöcherne Formgebung quantifizieren und ist damit ein Maß für die Pfannendysplasie. Der **Beta-Winkel** liegt zwischen der lateralen Begrenzung des Os ilium und der Verbindungslinie zwischen Pfannenerker und Labrum acetabulare. Er soll Aufschluss über die knorpelige Überdachung geben, und ist ein Maß für die Instabilität des Gelenks. Je größer der Beta-Winkel, desto instabiler ist das Gelenk.

In grossen Messserien wurde festgestellt, dass der Knochenwinkel Alpha bei ausgereiften Hüftgelenken einen Durchschnittswert von  $65^\circ$  hat. Alpha-Werte von  $60^\circ$  werden als „normgrenzwertig“ eingestuft. (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003)

Der Autor Rosendahl et al. (1995) ist der Meinung, dass die Hinzufügung des Alpha- und Beta-Winkels in die Klassifikation des Hüfttyps für keine Erhöhung der Präzision in der Evaluation der Stabilität und Morphologie der behandelten Hüften sorgt. (Tomà, 2001)

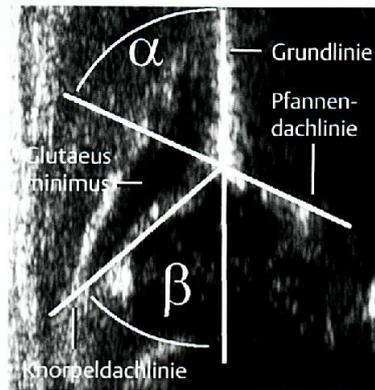


Abbildung 10: Normales Ultraschallbild bei 4 Wochen altem Säugling.  
Winkelbestimmungen nach Graf. (Bohdorf, Imhof, Fischer, 2006, S. 272)

Die Grundlinie ist die Verbindung des hyalinen Erkers mit dem Punkt an dem das Perichondrium in Periost übergeht. Die Knorpeldachlinie oder Ausstellungslinie ist die Verbindung zwischen knöchernem Erker und Labrum acetabulare und die Pfannendachlinie ist die Verbindung zwischen knöchernem Erker und dem Unterrand des Os ilium. (Köhler, Zimmer, 1989) Der Winkel Alpha wird zwischen Grund- und Pfannendachlinie und der Winkel Beta zwischen Grund- und Knorpeldachlinie gemessen.

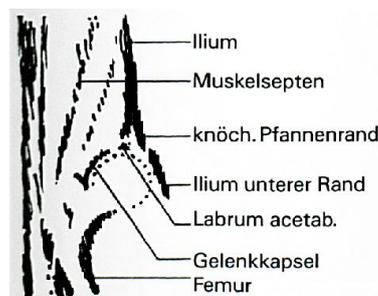


Abbildung 11: Anatomie der Säuglingshüfte im Sonogramm. (Debrunner, 2005)

Die Schnittführung ist besonders wichtig bei der sonographischen Darstellung. Für eine einwandfreie Beurteilung muss diese genau in der Frontalebene und in Kopfmittle liegen. Zusätzlich müssen die anatomischen Landmarken (wie in der Abbildung oben gekennzeichnet) deutlich abgebildet sein. (Debrunner, 2005)

### 5.1.3. Typ-Einteilung nach Graf

- Typ I = normal ausgereifte Hüfte
- Typ IIa = normale, noch nicht ausgereifte Hüfte – bei Säuglingen < 3 Monate gelten Hüften als „physiologisch unreif“ (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003)  
Weiteres Vorgehen: Kontrollbedürftig, breit windeln oder Pavlik-Bandage.
- Typ IIb = dysplastische Hüfte ohne Luxationstendenz, breiter knöcherner Erker, Verkleinerung des Alpha-Winkels, knorpeliger Erker überdacht den Hüftkopf – gilt bei Säuglingen > 3 Monate als „verknöcherungsverzögert“ (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003)  
Weiteres Vorgehen: Behandlungsbedürftig (z.B. Spreizhose).
- Typ IIc = dysplastische Hüfte, mit Luxationstendenz. Diese Hüften sind oft klinisch stumm und können nur sonographisch diagnostiziert werden.  
Weiteres Vorgehen: Behandlungsbedürftig (z.B. Spreizbandage oder Gipsverband).
- Typ IId = Hüfte am dezentrieren  
Weiteres Vorgehen: Behandlung! (z.B. Spreizbandage oder Gipsverband)
- Typ IIIa = subluxierte Hüfte, breiter knöcherner Erker, knorpeliger Erker überdacht den Hüftkopf nicht mehr, Verkleinerung des Alpha-Winkels, Vergrößerung des Beta-Winkels, Pfannendach nach kranial verschoben, noch **ohne** Umbau des knorpeligen Erkers.  
Weiteres Vorgehen: Behandlung! (Reposition und sichere Retention)
- Typ IIIb = subluxierte Hüfte, knorpeliger Erker überdacht den Hüftkopf nicht mehr, Verkleinerung des Alpha-Winkels, Vergrößerung des Beta-Winkels **mit** Umbau und Strukturstörung des knorpeligen Erkers. Diese Hüften werden heute kaum mehr beobachtet.  
Weiteres Vorgehen: Behandlung! (Reposition und sichere Retention)
- Typ IV = ganz luxierte Hüfte – Pfannendachknorpel bereits zwischen Kopf und Os ilium, oft bereits als Repositionshinderniss vorhanden.  
Weiteres Vorgehen: Behandlung! (Reposition und Retention)

Bei den Hüfttypen IIIa/b und IV ist die Beurteilung des Knorpelwinkels Beta die Entscheidende für die Therapie und spätere Prognose. (Tschauener, Wirth, Aigner, 2003)

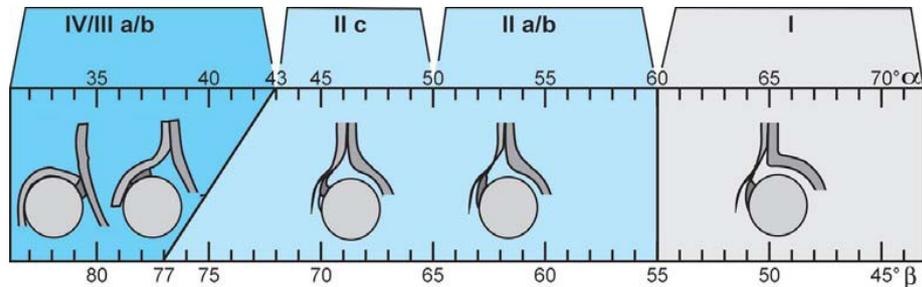


Abbildung 12: Normogramm der Alpha- und Beta-Winkel und die Abhängigkeit der Hüfttypen nach Graf von diesen Winkeln (Hefti, 2006, S. 183)

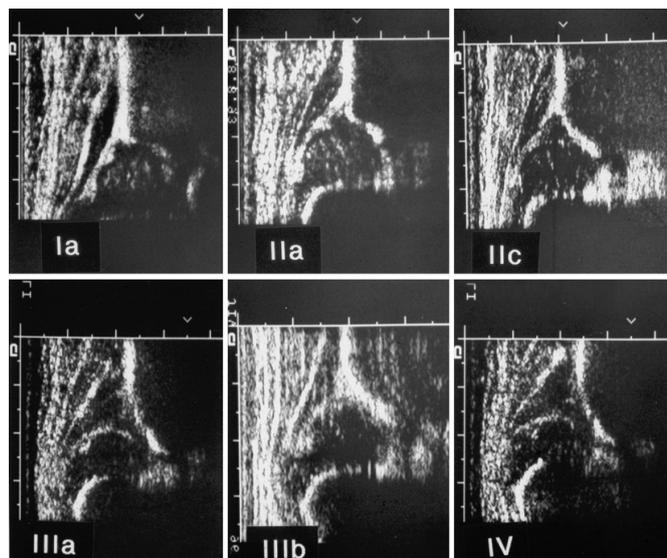


Abbildung 13: die wichtigsten Hüfttypen bei der sonographischen Untersuchung der Säuglingshüfte (Hefti, 2006, S. 183)

#### 5.1.4. Fehlerhafte sonographische Untersuchungen

Die Einstufung der Hüften bzw. Hüftdysplasietyphen nach Graf sind von entscheidender Bedeutung für die Therapie und spätere Prognose. Zudem sind die meisten Restdysplasien bzw. Wiederverschlechterungen des Hüftbefundes unter anderem auf primär falsch geschallte Hüften zurückzuführen. Deswegen soll an dieser Stelle kurz auf die wichtigsten möglichen Fehler bei der Ultraschalluntersuchung eingegangen werden.

Auf normalen, gut geschallten Bildern sollte immer die Knorpel-Knochengrenze klar zu erkennen sein.

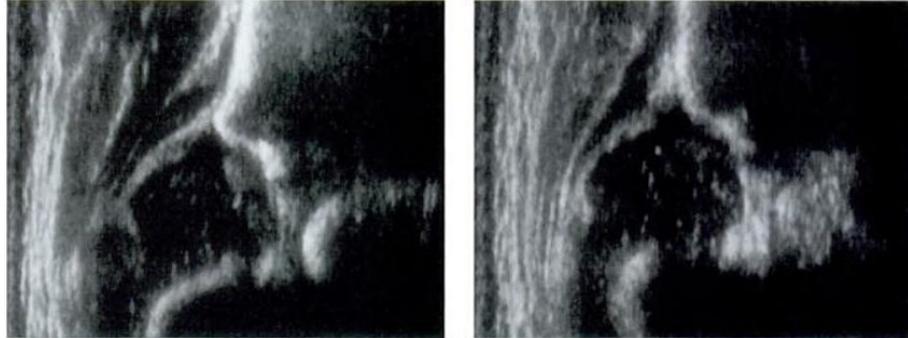


Abbildung 14: Verkippung in dorsoventraler Richtung (li) vs. Normalbefund (re)  
(Tschauner, Wirth, Aigner, 2003, S. 58)

Bei Kippung in dorsoventraler Richtung trifft die Schnittebene am Pfannendach dorsal. Dadurch wird die Kopfüberdachung nur **scheinbar besser** dargestellt.

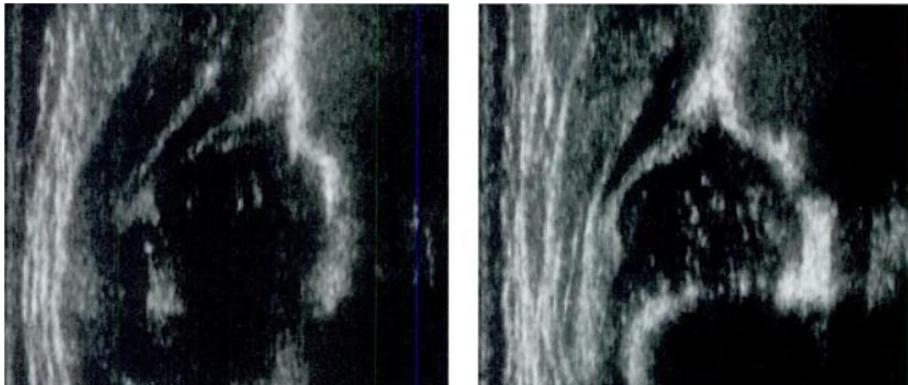


Abbildung 15: Verkippung in kaudokranieler Richtung (li) vs. Normalbefund (re)  
(Tschauner, Wirth, Aigner, 2003, S. 59)

Bei diesem schwerwiegenden Fehler kommt es durch starke Bildverzerrung zu einer **scheinbar pathologischen** bis zu **scheinbar dezentrierten** Hüfte.

## 5.2. Röntgen

Röntgenaufnahmen im Säuglingsalter werden meist liegend, gehalten gemacht. Mit leicht angewinkelten Oberschenkeln wird das Kind am Ende des Röntgentisches gelagert und von einer Hilfsperson, bevorzugt der Mutter, an den Unterschenkeln gehalten, um eine Falschprojektion der Pfannendachwinkel zu vermeiden. Die Flächendosis einer Beckenaufnahme entspricht  $< 1\%$  der natürlichen Strahlenexposition pro Jahr. (Schuster, 1973) Eine Hüftdysplasie kann in den Röntgenaufnahmen erst ab dem 3.-6. Monat erkannt werden, da erst zu diesem Zeitpunkt die Ossifikation des Gelenkes für die Diagnosestellung weit genug fortgeschritten ist. Im Vergleich zur Sonographie bietet die Röntgendiagnostik eine größere Detailgenauigkeit und einen besseren Seitenvergleich.

Eine Beckenübersichtsaufnahme wird eingesetzt bei unklaren sonographischen Befunden, zur Dokumentation eines Repositionsmanövers z.B. nach Gipsreposition oder zur Verlaufskontrolle nach erfolgreich behandelter Hüftdysplasie. Diese wird in Deutschland im Alter von ca. 1 Jahr standardmäßig gemacht. (Hefti, 2006) Die Aufnahme wird in Rückenlage mit gestreckten und neutral rotierten Beinen durchgeführt. Eine korrekte Messung der Röntgenaufnahmen setzt eine fehlerfrei eingestellte Aufnahme voraus. Hierbei muss die physiologische Anteversion von ca.  $40^\circ$  durch entsprechende Innenrotation ausgeglichen werden. (Köhler, Zimmer, 1989)

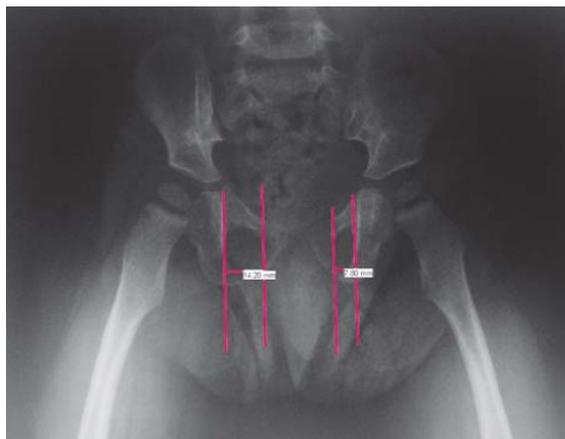


Abbildung 16: Rotation als Fehlerquelle. Foramen-obturator-Quotient ist annähernd 2.  
(Dornacher et al., 2008, S. 248)

Beurteilt werden in der Beckenübersichtsaufnahme folgende Punkte:

- Die Entwicklung des Hüftkopfkerns sowie evtl. Ossifikationsstörungen. Der Hüftkopfkern erscheint normalerweise im 4. Lebensmonat.
- Die Zentrierung des Kopfes in der Pfanne.
- Die Einteilung der Hüftluxationsgrade.
- Die Pfannendachform, z.B. anfangs lateral leicht ansteigend und später fast horizontal sowie eventuelle Ossifikationsstörungen.
- Die Erscheinung des Erkers: eckig oder mit Eindellung.
- Die Schenkelhalsposition: in Mittelstellung, in Abduktion, in Adduktion oder Außenrotation.

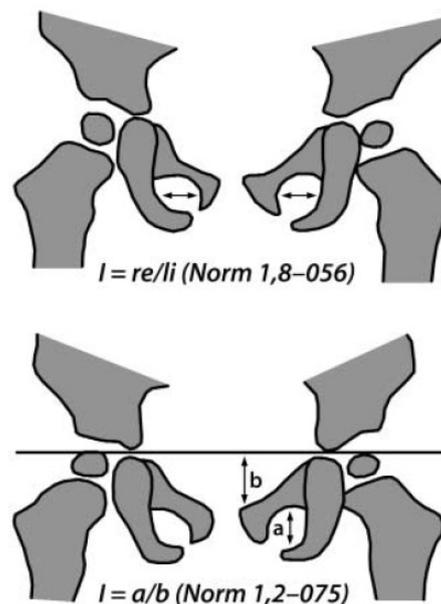


Abbildung 17: Beckendrehung und -kipfung mit Normquotienten. (Z Graf b), 2002, S. 470)

Die folgenden Hilfslinien sind vor Allem bei der Beurteilung noch vor dem Auftreten der Femurkopfknorpelkerne gedacht. (Köhler, Zimmer, 1989)

1. Linie nach Hilgenreiner
2. Linie nach Ombrédanne und Perkins
3. Ménard-Shenton-Linie
4. Linie nach Calvé

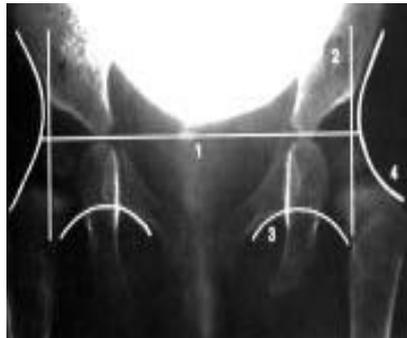


Abbildung 18: Röntgendiagnostik (Köhler, Zimmer, 1989)

Die Hilgenreiner-Linie ist die Verbindung zwischen den beiden Y-Fugen und bildet somit die Horizontale der Beckenaufnahme. Diese Beurteilungsmöglichkeit ist wichtig da die Säuglinge nicht immer vollkommen gerade auf der Röntgenplatte zu positionieren sind.

Die Ombrédanne-Linie läuft senkrecht vom seitlichsten Punkt des Pfannenerkers auf die Hilgenreiner-Linie und überkreuzt diese. Auf diese Weise entstehen 4 Quadranten. Der Femurkopf sollte sich normalerweise im unteren medialen Quadranten befinden. Bei Luxation befindet er sich jedoch im unteren lateralen, bei hoher Luxation im oberen lateralen Quadranten.

Die Ménard-Shenton-Linie läuft von der medialen Kontur des Schenkelhalses zum Unterrand des Os pubis bzw. dem Foramen obturatorium und ist bei einer dysplastischen Hüfte aufgrund des Höhertretens des Schenkelhalses unterbrochen.

Die Linie nach Calvé ist die laterale Begrenzung vom Pfannenerker zum Schenkelhals. Normalerweise schmiegt sich diese an die laterale Begrenzung des Schenkelhalses heran.



Abbildung 19: Links: homogene Ménéard-Shenton-Linie bei unauffälligem Hüftgelenk.  
Rechts: Kontinuitätsunterbrechung der Ménéard-Shenton-Linie bei dysplastischem, subluxiertem Hüftgelenk (Z Ziegler et al., 2008, S. 515)

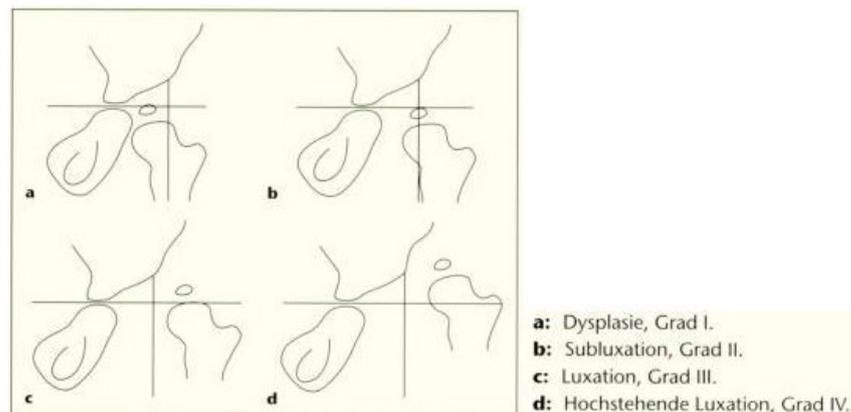


Abbildung 20: Röntgen-Einteilung der Luxationshüfte. (Matzen, 2007, S. 285)

- |           |   |
|-----------|---|
| Grad I°   | Keine Stellungsveränderung des Kopfes. Es bestehen ein kleinerer Epiphysenkern und ein steileres Pfannendach                        |
| Grad II°  | Fortschreitende Lateralisierung und Dezentrierung des Kopfes im äußeren unteren Quadranten  |
| Grad III° | Subluxation: der lateralisierte Kopf befindet sich auf Höhe der Hilgenreiner-Linie, hat die Pfanne jedoch noch nicht ganz verlassen |
| Grad IV°  | Luxation: der Kopf befindet sich bereits oberhalb der Hilgenreiner-Linie bzw. höher als der Pfannenerker                            |

Veränderungen im Röntgenbild sind erst ab dem dritten Lebensmonat zu erkennen, vorher wäre eine röntgenologische Untersuchung nicht sinnvoll. Der Hüftkopfkern ist auf der erkrankten Seite meist kleiner als auf der gesunden. Alle radiologischen Messungen, außer der Messung des AC-Winkels, werden für den Nachweis einer Dislokation des Femurkopfes genutzt, und nicht für die Diagnostik einer Dysplasie. Bei einer Subluxation bzw. Luxation steht der Hüftkopfkern im oberen äußeren Quadranten, das aus einer Senkrechten durch den Pfannenerker und einer Horizontalen durch den Grund beider Pfannen gebildet wird. Die Unterscheidung von Subluxation und Luxation ist schwierig bis unmöglich mit einer konventionellen Beckenübersicht zu erstellen, da man darin nicht genau beurteilen kann ob der Hüftkopf bereits auch die Weichteilstrukturen der Pfanne verlassen hat. Hierüber kann nur eine Arthrographie Klarheit verschaffen. (Tönnis, 1984)

### 5.3. Arthrographie

Die Arthrographie wird nur in Einzelfällen (z.B. bei instabilen Hüften mit disloziertem Hüftkopf) zur Einschätzung eventueller Repositionshindernissen (Fettgewebe in der Pfanne, Kapselinschnürung durch die Psoassehne oder elongiertes Lig. Capitis femoris) vor einer geschlossenen Reposition oder präoperativ, also vor offenen Repositionen, durchgeführt. Unter Durchleuchtungskontrolle mit Kontrastmittel und/oder Luftinstillation wird hierbei die Hüfte punktiert.

### 5.4. Computertomographie



Abbildung 21: 3-D-CT bei ausgeprägter Hüftdysplasie (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003, S. 70)

Indiziert ist ein CT im späten Kindes- oder Jugendalter zur 3-dimensionalen Rekonstruktion präoperativ zur Operationsplanung, beispielsweise bei Beckenosteotomien. Diese wird genau wie die Magnetresonanztomographie ebenfalls nach offener oder geschlossener Reposition zur genauen Beurteilung der Zentrierung des Hüftgelenks durchgeführt, jedoch insgesamt eher Fällen vorbehalten, bei denen eine spezielle Fragestellung bei der Planung komplexer Osteotomien besteht. Von sehr hoher Bildqualität ist heutzutage auch die Wiedergabe in 3-D Format mit der Spiral-CT-Technik möglich. Nachteil der CT ist und bleibt jedoch die relativ hohe Strahlenbelastung (wobei sie beim 3-D Format um einiges höher liegt als bei einem herkömmlichen CT).

## **5.5. Magnetresonanztomographie**

Die Magnetresonanztomographie (MRT, engl. MRI = magnetic resonance imaging) wird eingesetzt wenn eine genaue Darstellung der intra- und extraartikulären Weichteile sowie des Knochenmarkraumes notwendig ist (z.B. vor Behandlungsbeginn oder zur Überprüfung eines Repositionsmanövers). Sie stellt die Methode der Wahl in der Diagnostik von Hüftkopfnekrosen dar und ist die teuerste der hier aufgeführten diagnostischen Mittel. Für die knöcherne Beurteilung des Hüftgelenkes ist die MRT dem Röntgen und dem CT unterlegen.

## 6. Behandlung der Hüftdysplasie

Eine möglichst frühe Behandlung der Hüftdysplasie ist ausschlaggebend für die späteren Heilungsaussichten und die Minimierung von Folgeschäden. Kritische Zeitgrenze ist hierbei die 5. (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003) bis 6. Lebenswoche. (Wirth, Mutschler, 2008) Drohende Hüftkopfnekrosen nach Reposition sind in hohem Maße von der Fixationsstellung bei der Behandlung abhängig. (Tönnis, 1984)

Bei Betrachtung der Literatur kann man allgemein sagen, dass in Deutschland und Österreich die Meinung vorherrscht, **jede** Hüftdysplasie behandeln zu lassen. Im Gegensatz dazu, vertritt man in England und den U.S.A. eher die Meinung, dass nur instabile Hüften behandelt werden sollten. (Tomà, 2001)

Bereits Lorenz (1899) hat 1928 die funktionelle Frühbehandlung propagiert und Lagerungsapparate zur Behandlung empfohlen. (Göb, 1967) Allgemein nutzt man bei der funktionellen Frühbehandlung von Entwicklungsstörungen die Fähigkeit des wachsenden Organismus, auf Druck-, Zug- und Bewegungsreize mit einem korrigierenden Wachstum zu antworten. Man versucht den Ossifikationsrückstand am Pfannendach wieder aufzuholen. Am Besten ist dies beim Säugling durch Strampelbewegungen aus Beuge-Spreizstellung heraus zu erreichen.

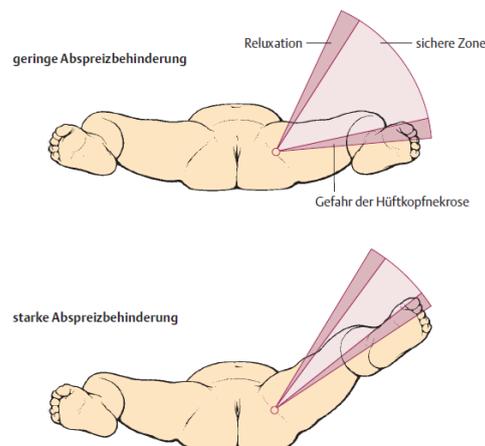


Abbildung 22: Sicherheitszone des Hüftgelenkes (Niethard , Pfeil, 2005, S. 467)

Die sichere Zone ist je nach Abduktionsfähigkeit und der Instabilität des Hüftgelenks unterschiedlich breit. Eine große Sicherheitszone (Abb. 22, oberes Bild) erleichtert die Retention nach Reposition. Bei starker Adduktorenkontraktur (Abb. 22, unteres Bild) hat man eine kleinere Sicherheitszone. Dabei besteht bei stärkerer Adduktion die Gefahr einer Redislokation und im unteren Bereich, bei zu starker Abduktion, die Gefahr einer Hüftkopfnekrose. Die Retentionsbehandlung sollte immer bei gebeugten Hüftgelenken stattfinden. Bei bereits bestehender Luxation oder Subluxation, müssen diese vor einer Weiterbehandlung zunächst reponiert werden. Gewalttätige Manipulationen am Hüftkopf führen jedoch unweigerlich zu einer Nekrose. Solche Hüften entwickeln meist bereits im Jugendalter eine Arthrose.

Faustregel: „Die Behandlung ist doppelt so lang wie das Alter zum Zeitpunkt des Behandlungsbeginns.“ (Niethard, Weber, 2005, S. 188) Ziel der Behandlung ist es, letztendlich die Normalisierung der biomechanischen Verhältnisse des Hüftgelenkes zu erreichen, um damit mögliche Spätfolgen (Arthrose) zu verhindern.

Die Behandlung gliedert sich in folgende Phasen:

- **Reposition:** Extensionsbehandlung, Pavlik-Bandage, Hanausek-Apparat, Fettweisschiene
- **Retention** (ca. 2-4 Wochen): Fettweis-Gips, Pavlik-Bandage, Tübinger Schiene, Hanausek-Apparat, Düsseldorfer Schiene (Sitz-Hock-Stellung in 110-120° Flexion und 40-50° Abduktion)
- **Nachreifung:** Tübinger Schiene, Spreizhose

Die Nachreifungsphase sollte nicht unterschätzt werden. Ein abruptes Absetzen von Bandagen oder Schienen wirkt sich unvorteilhaft aus. Es sollte, je nach Grad der Hüftdysplasie eine Nachbehandlung für ca. einem ½ bis zu 1 Jahr stattfinden. Um Reluxationen zu vermeiden, werden die Bandagen bzw. Schienen in dieser Zeit beispielweise noch nachts getragen und tagsüber kann Entlastung durch ein Laufrädchen gewährleistet werden. (Göb, 1967)



Abbildung 23: Retentionsverfahren bei der Behandlung der Hüftgelenksluxation: Spreizhose & Pavlik-Bandage & Gips (Niethard, Pfeil, 2005, S. 466)

Phase	Typ	Behandlung
Vorbereitungsphase	IIIa/b oder IV irreponibel	Vojta-Therapie Extensionsbehandlung Adduktorentenotomie (selten)
1. Reposition (luxierte Gelenke)	D, IIIa/b IV	Pavlik-Bandage manuelle Reposition Extensionsbehandlung
2. Retention (ehemals luxierte, reponierte und/oder instabile Gelenke)	IIc instabil IIc instabil des Neugeborenen	Fettweisgips Retentionsorthese 3 Wochen Hüftbeugeschiene, falls weiter instabil, Anlage eines Fettweisgipses
3. Nachreifung (stabile Hüftreifungsstörung)	IIc stabil IIb IIa	Hüftbeugeschiene Kontrolle bis zur sonographischen Ausreifung

Abbildung 24: Behandlungsschema. (Nelitz, Reichel, 2008, S. 550)

Nach erfolgreicher Therapie, d.h. nach dem Erreichen sonographisch ausgereifter Hüften, wird zur Dokumentation eine Röntgen-Beckenübersichtsaufnahme empfohlen. (Graf, 1985) Bei noch bestehender Restdysplasie ohne Dezentrierung und ohne Bewegungseinschränkung nach Abschluss der Therapie wird das weitere Wachstum bis zu einem Alter von ca. 2 Jahren abgewartet. Danach werden regelmäßige Kontrolluntersuchungen durchgeführt, um die Zeiten beschleunigten Wachstums im Falle einer notwendigen Operation nutzen zu können. (Wirth, Mutschler, 2008)

Die Behandlung sollte im Idealfall vor der Vertikalisierung, also vor Laufbeginn abgeschlossen sein. (Kochs et al., 2003) Behandelte Kinder sollten im Alter von 12-18 Monaten einer Röntgenkontrolle unterzogen werden. Hierbei soll die knöchernen Entwicklung beurteilt werden und eine Hüftkopfnekrose ausgeschlossen werden. Weitere Kontrollen zum Schulbeginn und spätestens zum Wachstumsabschluss werden empfohlen, um Restdysplasien rechtzeitig erfassen zu können.

## **6.1. Krankengymnastik**

Als vorbeugende Maßnahme wird die Krankengymnastik auf neurophysiologischer Basis (Vojta-Therapie) für 1 bis 2 Wochen durchgeführt. Sie dient der Senkung des erhöhten Adduktorentonus (Abspreizbehinderung) und soll eine schonende Reposition ermöglichen. (Niethard, 2005) Bei der Vojta-Therapie werden vorhandene Reflexfortbewegungsmuster genutzt und durch Stimulation aktiviert. (Matzen, 2007)

Eine krankengymnastische Begleitung ist in allen Stadien der Hüftdysplasie wichtig. Hierdurch können hüftstabilisierende Muskeln wie die Mm. Glutaei medius et minimus trainiert werden, um beispielsweise das Trendelenburg-Hinken abzubauen. Zudem wird sie postoperativ zur Gelenkmobilisierung und später zur Gangschulung eingesetzt.

## **6.2. Breites Wickeln**

Bei Neugeborenen bei denen nur der Verdacht einer Hüftdysplasie besteht, wird zunächst nur Breites Wickeln angewendet. Hierzu verwendet man Schaumgummipolster oder ein breites Windelpaket zwischen den Beinchen, um so die gewünschte Abspreizstellung zu erreichen. Breites Wickeln, beziehungsweise eine Abspreizung kann auch prophylaktisch oder in leichten Fällen angewendet werden. Die meisten Hüftdysplasien können während des ersten Lebensjahres so behoben werden.

### 6.3. Spreizhosenbehandlung

Ziel ist es durch die Strampelbewegungen des Säuglings den fehlenden taktilen Reiz zwischen Femurkopf und Pfanne wieder herzustellen um die Entwicklung zu fördern. Spreizhosen werden in der Regel über der Kleidung angelegt. Spreizhosen oder Beugespreizbandagen werden bei noch stabilen Hüftgelenken verwendet. Eine Spreizhosenbehandlung kann wegen abnehmenden Wachstums des Hüftgelenks bis ca. Ende des 2. Lebensjahres durchgeführt werden. (Wirth , Mutschler, 2008)



Abbildung 25: Säugling mit Spreizhose (Klinikum Großhadern, München)



Abbildung 26: Spreizbandage (Rössler, Rüter, 2005, S. 281)

Frejka (1941) entwickelte das Abduktionspolster und Becker hat 1949 das Spreizhöschen, und 1952 eine modifizierte Version des Spreizhöschens mit einem festen Steg zwischen den Beinen eingeführt. Das Hüftgelenk soll hiermit in Beugung und Abduktion gehalten werden. Zwischen den Beinchen befindet sich ein fester Steg der zu

einer Abspreizung der Oberschenkel führt, wodurch die weitere Ausbildung der zu flachen Hüftpfanne gefördert wird. Früher wurden verhältnismäßig hohe Nekroseraten nach Spreizhosenbehandlungen angegeben. Damals wurden hiermit nämlich Repositionen durchgeführt. Die Abspreizung betrug bis zu 90°. Das Spreizkissen nach Becker-Frejka wurde vor allem für jüngere Kinder, Subluxationen und leichtere Grade der Luxation verwendet. Sie wurde über dem Windelpaket angezogen. Die Beine wurden hierbei in Lorenzstellung gebracht. Dega (1936) behandelte auch Kinder im 2. Lebensjahr noch mit dem Freyka-Kissen. (Becker, 1969)

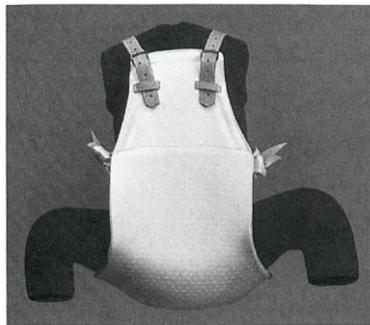


Abbildung 27: Spreizkissen nach Becker-Frejka (Matzen S. 315)

Um eine zu schnelle und/oder starke Abduktion zu verhindern, führten Becker (1979) und Mittelmeier (1973) ein Spreizhöschen ein, das aus Plastikmaterial besteht und vorne konisch zugeschnitten ist. Diese Spreizhosen werden heute nur noch bei instabilen Gelenken oder zur Nachbehandlung eingesetzt. Die Nekroserate ist bei bereits luxierten Hüften wesentlich höher und sollte nach Möglichkeit unterlassen werden, da die Hüftgelenke hierbei in Lorenz-Stellung (90° Beugung und 90° Abduktion) gebracht werden. Das Höschen muss ständig getragen werden und die Kinder müssen auf dem Rücken liegen bleiben, da eine Bauchlage eine zu starke Abduktion verursachen würde. Während des 1. Lebensjahres kommt es zu einer Besserung innerhalb von ca. 3 Monaten. Die Dauer der Behandlung richtet sich nach dem Alter bei Beginn der Therapie. Je älter die Kinder, desto länger wird die nötige Behandlung. (Tönnis, 1984) Graf (1997) vertritt die Meinung, dass z.B. ein Gelenk vom Typ IIIa im Alter von 4 Wochen mit einer Spreizhose keineswegs suffizient behandelt ist. Nach 4-wöchiger Tragezeit der genannten Spreizhose werden erneute Reposition und Retentionsversuche deutlich erschwert, was die Erfolgsaussichten auf ein gutes Endergebnis minimiert.



Abbildung 28: Mittelmeier-Graf-Spreizhose als Beispiel für Nachreifungssorthese.

(Tschauner, Wirth, Aigner, 2003, S. 137)

Anwendung findet die Mittelmeier-Graf-Spreizhose heute z.B. bei instabilen Typ-IIc-Hüften innerhalb der 1. Lebenswoche.

#### **6.4. Hüftbeuge-Spreiz-Schiene (sog. Tübinger Schiene)**

Schienen eignen sich als Retentionsbehandlung und zur Anschlussbehandlung, beispielsweise nach einer Retention in einem Sitz-Hock Gips nach Fettweis bis zum ca. 12. Lebensmonat. (Hofmann et. al., 2005)

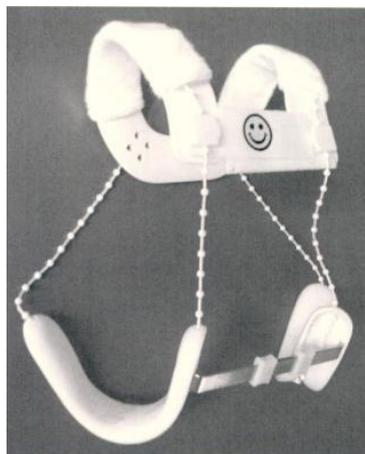


Abbildung 29: Tübinger Schiene. (Matzen, 2007, S. 287)

Mit der Tübinger Schiene wird eine geringere Abduktion (max. 50°) erreicht als mit der Spreizhose, dafür aber eine stärkere Flexion (> 90°). Hierbei sind die Oberschenkelschalen und das Schulterjoch durch weiße Kugelketten miteinander verbunden. Mit deren Hilfe wird die Hüftbeugung eingestellt und gehalten. Die Abduktion ist über einen zweiteiligen Spreizsteg einstellbar. Sie ist einfach in der Handhabung und besteht aus Kunststoff womit sie besser zu säubern ist, als etwa die Pavlik-Bandage, die aus Stoff hergestellt wird.



Abbildung 30: Säuglinge mit Tübinger Schiene (Klinikum Großhadern, München)

In den ersten Jahren wurde diese Orthese ausschließlich bei stabilen Hüften verwendet, d.h. bis zu einem Grad von Ilc nach Graf. In der Zwischenzeit liegen Untersuchungen vor (Braukmann, 1998; Matthiessen, 1997), die die Beugeschiene auch bei instabilen Hüften anwenden. Bei instabilen Hüften ist jedoch zu beachten, dass die Orthese unter keinen Umständen abgenommen werden darf, solange Instabilität besteht.

## 6.5. Hoffmann-Daimler-Bandage

Die von Hoffmann-Daimler (1964) entwickelte Bandage soll eine Einrenkung über den unteren Pfannenrand erreichen. Durch einen dorsalen Gurt wird zunehmend abduziert, danach wird die Beugung auf 90° verringert, um den Hüftkopf in die Pfanne zu bringen. Hinterher wird die Spreizschiene in einer Abduktion von, je nach Autor 30-40° (Specht, Schmitt, 2007) und bis zu maximal 70° (Tönnis, 1984) angelegt. Insgesamt liegt die Dauer der Behandlung bei ca. 6 Wochen. Die Beugung und die Streckung in den Hüftgelenken bleiben unbeeinflusst. Krabbeln und Gehen sind mit der Schiene möglich.

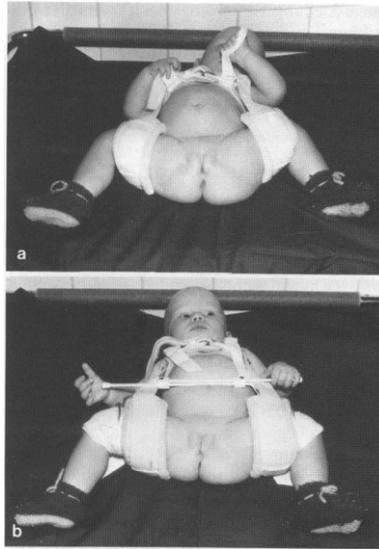


Abbildung 31: Hoffmann-Daimler-Bandage (a) und Schiene (b) (Tönnis, 1984, S. 185)

Der Nachteil dieser Behandlungsmethode ist eine sehr hohe Nekroserate, besonders bei höheren Luxationsgraden. (Tönnis, 1984) Hoffmann-Daimler (1964) propagiert diese Behandlungsmethode selbst für Kinder bis zum Ende des 2. Lebensjahres bei einem Durchschnittsalter von 21 Monaten. (Becker, 1969) Heute wird sie meist nur noch bei Kindern über sechs Monaten mit beispielsweise länger vorliegender Luxation angewendet.

## 6.6. Pavlik-Bandage

Die Riemenbandage wurde erstmals von Pavlik (1958) eingeführt.

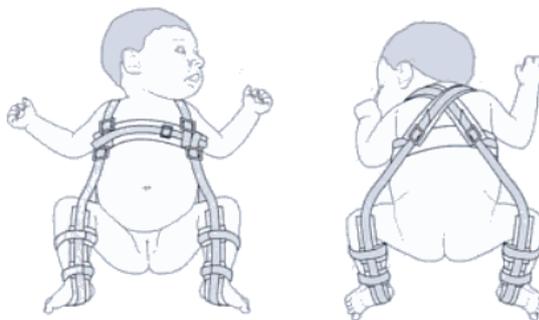


Abbildung 32: Pavlik-Bandage (Duparc et. al., 2005, S. 116)

Die Unterschenkel werden von Gurten zirkulär umfasst, wobei der oberste knapp unter den Knien liegen soll. Vom Brustgurt laufen die Gurte zu den Unterschenkeln und sind verstellbar. Zunächst werden die Hüften in eine Beugstellung von ca. 110-120° gebracht, danach langsam in Abduktion von ca. 40-60° gebracht, wobei die Gurte eine übermäßige Abduktion verhindern sollen. Hiermit wird durch die Strampelbewegungen des Kindes eine schonende Reposition angestrebt, die bei einigen Kindern in wenigen Tagen erfolgt. Bei anderen wiederum kann das bis zu mehreren Wochen in Anspruch nehmen. Abhängig vom Dysplasiegrad, entscheidet der Arzt ob die Orthese über oder unter der Kleidung getragen werden soll. Dörr (1966) vertritt die Meinung, dass die Pavlik-Bandage bei echten Luxationen und älteren Kindern nicht möglich ist. Die gleichen Erfahrungen machte auch Pavlik selbst, der Kinder > 1. Lebensjahr von seiner eigenen Methode ausschliesst. (Becker, 1969)

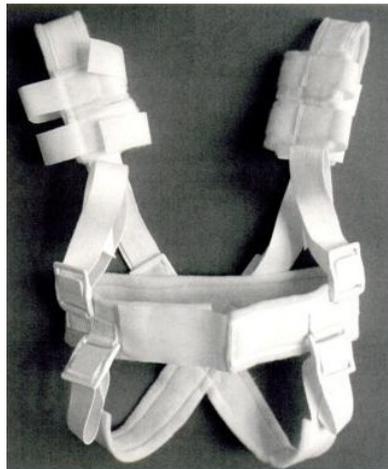


Abbildung 33: Riemenbügelbandage nach Pavlik. (Matzen, 2007, S. 286)

Mittelmeier (1961) modifizierte die Bandage indem er Schnallen am Brustgurt anbrachte um die Beine langsam in Abduktion zu bringen. (Tönnis, 1984)

Bei der modifizierten Pavlik-Bandage nach Fettweis (1975) wurde zusätzlich ein Gurt zwischen den Kniegelenken befestigt, um nur eine Abduktion von maximal 40-50° zur gewährleisten und ein Spreizpolster eingelegt, dass eine stärkere Adduktion verhindern soll. (Tönnis, 1984)

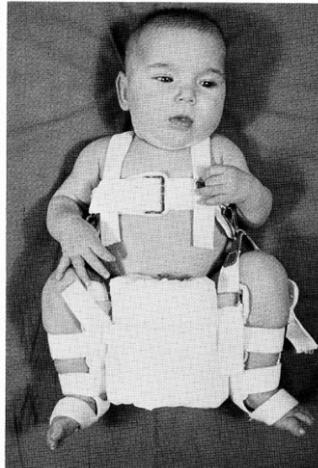


Abbildung 34: Modifikation der Pavlik-Bandage nach Fettweis. (Tönnis, 1984, S. 184)

Die Pavlik-Bandage hat sich in der Behandlung von Säuglingen etabliert, die älter als 6 Wochen sind. Sie scheint sich allerdings besser zur Reposition von subluxierten, also Typ III Hüften als von vollständig luxierten, also Typ IV Hüften, zu eignen. (Mostert, 2000) Der Einsatz über den 9. Lebensmonat hinaus wird jedoch nicht empfohlen. (Tönnis, 1984, S. 60-3) Falls nach Behandlung keine stabile Reposition zu halten ist, muss mit Spreizhöschen, oder besser mit einem Gipsverband nach Fettweis nachbehandelt werden. (Tönnis, 1984)

Die Compliance dieser Therapiemethode ist aufgrund der vielen Gürtel und Bänder meist mangelhaft. Die Bandagen werden durch die Kinder schnell beschmutzt, müssen oft gereinigt und am Kind angepasst werden. Sie sind somit nicht sehr leicht in der Handhabung. Zudem sind viele Eltern mit der Handhabung überfordert. Deswegen ist der Einsatz dieser Therapiemethode im ambulanten Bereich als eher problematisch anzusehen.

## 6.7. Extensionsbehandlung

Die Längsextension mit anschließender Abduktionsextension wurde schon 1910 von F. Lange eingeführt. Wenn mit den vorangehenden Methoden keine ausreichende Stabilität erreicht werden kann, oder bei seit längerem bestehender Subluxation mit bereits starker Weichteilkontraktur, sowie bei Luxation, werden Extensionsbehandlungen als Vorbehandlung durchgeführt. Über mindestens 2 Wochen wird ein Längszug ausgeübt, z.B. als over-head-extension mit senkrechtem Zug und rechtwinklig gebeugten Hüften.

Im Verlauf mehrerer Wochen wird dann langsam abgespreizt, bis die Hüftköpfe eine stabile Stellung in der Hüftpfanne erreicht haben. Diese Therapieform findet auch bei bereits luxierten Hüften Anwendung.

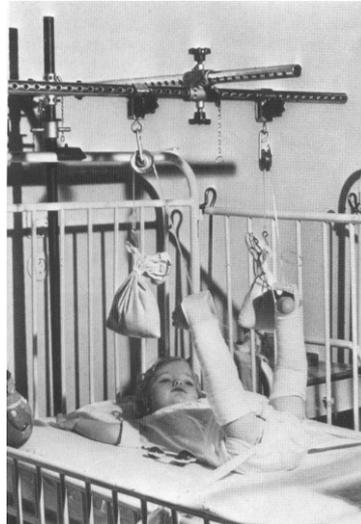


Abbildung 35: Beugung im Rahmen der Overheadextension (Tönnis, 1984, S. 187)

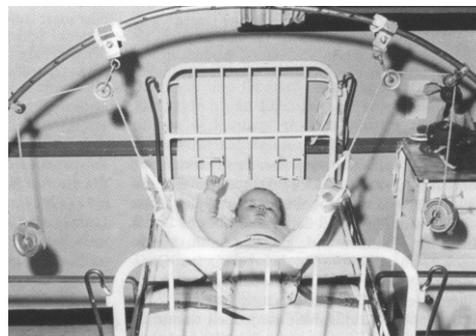


Abbildung 36: Abduktion im Rahmen der Overheadextension (Tönnis, 1984, S. 187)

Diese Behandlung kann auch bei älteren Kindern, bei denen die Pavlik-Bandage beispielsweise nicht mehr verwendet werden kann, zum Einsatz kommen. Ein Gewicht von ca. 1-1,5 kg wird über Bandagen an die Beine des Kindes gebunden. Die Extension wird so angelegt, dass eine Flexion von mehr als  $110^\circ$  entsteht. Die Rollen an den Querstangen über dem Bett werden mit der Zeit so verstellt, dass eine langsame Abduktion zustande kommt. In den meisten Fällen kommt es zur Spontanreposition nach ca. 8-10 Tagen bei einer Abduktion von ca.  $70^\circ$ . Eine größere Abduktion birgt eine zunehmende Gefahr der Entstehung einer Hüftkopfnekrose. Nach erfolgreicher

Reposition muss eine Retentionsbehandlung durchgeführt werden. Dafür kommen Retentionsschienen oder Gipsschalen in Frage.

Die Extensionsbehandlung bei bestehender Luxation kommt heutzutage wegen des frühzeitigen sonographischen Screenings und der damit früh einsetzenden Therapie kaum noch vor. Ab einer bestimmten Altersgrenze (ca. 18 Monate) ist eine konservative Behandlung der Hüftdysplasie nicht mehr anzuraten. Die Kräfte die hierfür nötig wären, könnten die Hüfte beschädigen und das Risiko einer Hüftkopfnekrose ist deutlich erhöht. (Apley, 1993) Zusätzlich ist der lange Klinikaufenthalt bei Anwendung dieser Methode von Nachteil. (Becker, 1969)

## 6.8. Zwei-Phasen-Traktionsbehandlung nach Krämer

Die Extensionsreposition nach Krämer (1975) unterscheidet sich von der Overheadextension in folgenden Punkten: Es wird zuerst eine Längsextension (Längszug an den Beinen) vorgenommen. Danach werden die Hüften auf mindestens 90° gebeugt, wonach unter senkrechtem Zug von ca. 0,5 kg mit leichter Abduktion bis etwa 70° begonnen wird. Nach dieser Behandlung folgt eine Retention in einem Hanausek-Apparat oder mit der Düsseldorfer Spreizschiene. Dies geschieht über einen Zeitraum von ca. 3 Wochen.



Abbildung 37: Extensionsreposition: Längszug an den Beinen (Rössler, Rütter, 2005, S. 282)



Abbildung 38: Extensionsreposition: Abspreizung bis 60° (Rössler, Rüter, 2005, S. 282)

## 6.9. Retentionsorthesen

Retentionsorthesen werden bei instabilen Hüften oder bei solchen die reponiert wurden, angewendet. Der Gelenkknorpel soll sich hierbei wieder dem Gelenk anpassen. Hierfür werden der Hanausek-Apparat, die Düsseldorfer Spreizschiene oder der Fettweis-Gips angewendet. (Rössler, Rüter, 2005)



Abbildung 39: Hanausek-Apparat (Rössler, Rüter, 2005, S. 281)

- Das Hanausek-Apparat wurde 1942 erstmals von Hanausek vorgestellt und kann sowohl zur Reposition als auch zur Retention eingesetzt werden. Bei der Reposition wird mit 20° Abduktion begonnen und man verbleibt dann bei 50° bis maximal 70° Abduktion, 70° Flexion und Innenrotation. Bei einer vorhandenen Abspreizhemmung soll hiermit der Adduktorentonus durch das Eigengewicht des Körpers gesenkt werden. Eine Reposition ist meist nach ca. 2-3 Wochen erfolgreich. Die beobachteten Hüftkopfnekrosenraten differieren je nach Autor von

6% (Anders et al., 1980) bis 12% (Birmele, 1964). Diese Technik ist heutzutage weitgehend verlassen worden. (Graf, 1997)



Abbildung 40: Düsseldorf Spreizschiene (Tönnis, 1984, S. 188)

- Die Düsseldorf-Spreizschiene wurde von Lenz und Jansen (1980) entwickelt und wird meist aus Stabilitätsgründen bei Kindern über 3 Monate angewendet. Die Beine liegen hierbei in einer Abduktion von  $60^\circ$ , einer Beugung von  $70^\circ$  und einer Innenrotation von  $20-30^\circ$ . Die Dauer der Extension beträgt ca. 4 Wochen wenn die Behandlung während des 1. Lebensjahrs durchgeführt wird, später ca. 6-8 Wochen. Die Behandlung mit der Düsseldorf Spreizschiene wäre auch über das 1. Lebensjahr hinaus möglich. Während der Behandlungsdauer dürfen die Kinder nicht aus dem Gerät genommen werden. Die Nekroserate beträgt hierbei ca. 3,9%. (Tönnis, 1984) Krämer (1975) betrachtet die Düsseldorf Spreizschiene als schonender als den Hanausek-Apparat. (Tönnis, 1984)

## 6.10. Sitz-Hock Gips nach Fettweis

Den sogenannten Fettweis-Sitz-Hock-Stellungsgips, auch Becken-Bein-Gips (=BBF-Gips) genannt, verdanken wir E. Fettweis (Fettweis, 1968). Er wird meist verwendet um ein Nachreifen der Hüftpfanne zu erreichen, als Retentionsbehandlung z.B. nach einer Reposition über Over-head-Extension, bei persistierender Instabilität oder bei Complianceproblemen der Eltern bezüglich des Umgangs mit beispielsweise der Spreizhose. Eine Abduktion von  $30^{\circ}$ - $45^{\circ}$ , in Einzelfällen bis  $60^{\circ}$  und eine Flexion von  $110^{\circ}$ - $120^{\circ}$  (nach Fettweis) werden meist gut toleriert. Diese Lage entspricht fast der fetalen Beuge- und Abspreizstellung. Die Dauer der Anwendung beträgt bei nur vorübergehender Immobilisation ca. 2-4 Wochen, bei leichten Dysplasien ca. 8-12 Wochen und bei älteren Kindern und starken Dysplasien ca. 16 Wochen. Die Nekroserate dieser Methode liegt bei ca. 4,2%. (Graf, 1997)

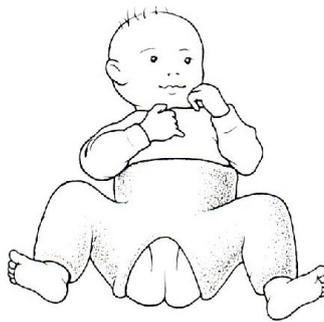


Abbildung 41: Gips nach Fettweis – in ca.  $60^{\circ}$  Abduktion und über  $90^{\circ}$  Flexion  
(Debrunner, 2005, S. 948)

Bei Kindern die erst gegen Ende des 1. Lebensjahres diagnostiziert werden, bleibt keine andere Wahl, als diese Therapiemethode zu wählen, da es für schonendere Methoden wie Spreizhöschen- oder Bandagenbehandlung bereits zu spät ist. (Becker, 1969) Früher angewendete Gipse in Lange-Stellung (maximale Innenrotation und Abduktion bei gestreckten Beinen) oder Lorenz-Stellung bzw. sogenannter Froschstellung ( $90^{\circ}$  Hüftbeugung und  $90^{\circ}$  Abduktion) sollten wegen der deutlich erhöhten Gefahr einer Hüftkopfnekrose nicht mehr angewendet werden. (Ihme et al., 2003)

## 6.11. Therapieversager bei konservativer Therapie

Gründe für das Versagen der konservativen Therapie können sein:

- Späte Diagnose mit folglich spätem Therapiebeginn. Bis zum Alter von 3 Monaten ist das Wachstum optimal um die Entwicklung des Hüftgelenks noch in die richtige Richtung zu lenken. Laut neuesten Erkenntnissen dürfte die absolut kritische Grenze zwischen der 4. und 6. Lebenswoche liegen. Tönnis (1984) wies beispielsweise nach, dass bei Behandlungsbeginn > 3. Lebensmonat die Alpha-Winkel-Werte keine Normgrenzwerte mehr erreichen, und dementsprechend mit hohen Restdysplasieraten zu rechnen ist. (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003)
- Mangelnde Elterncompliance. Viele Eltern kommen mit der Gesamtsituation (erkranktes Kind) oder mit dem gewählten therapeutischen Mittel (Spreizhose, Schiene) nicht zurecht. Zudem führt das Zeitalter des Internets zwar zu einer größeren Aufgeklärtheit, aber auch Verwirrung der Eltern – mit dem Ergebnis oder dem Trend öfter den Arzt zu wechseln, je nachdem welche Therapiemöglichkeit von den Eltern als bequemer/ besser gesehen wird. Diese ist dann nicht unbedingt auch die wirksamste. Die heikelste Phase ist hierbei die Retentionsphase, da je nach verwendetem Therapiemittel, die Retentionsorthesen von den Eltern abgenommen oder verstellt werden können. (außer bei Behandlung mit einem Fettweis-Gips)
- Fehler in der Festlegung des Hüfttyps vor Behandlungsbeginn z.B. bei falscher Ultraschalluntersuchung durch einen unerfahrenen Untersucher.
- Hüften werden nicht ausreichend therapiert. Normalerweise wird eine Beobachtung bis zum Wachstumsende empfohlen.
- Kontrollen werden verpasst oder nicht wahrgenommen und dadurch unerkannte Wiederverschlechterungen übersehen.

## 6.12. Operation

### 6.12.1. Geschichtliche Entwicklung und Indikation

Die operative Behandlung der angeborenen Hüftdysplasie begann zu Ende des 19. Jahrhunderts (Gibson, Benson, 1982).

Spätergebnisse von zu spät erkannten Hüftdysplasien, nach dem ersten und zweiten Lebensjahr sind weitgehend schlecht. Weiterhin zeigte die Erfahrung, dass selbst kleine Abweichungen der Hüftanatomie und –funktion von der Norm während des weiteren Wachstums meist nicht mehr aufgeholt werden können, und damit zu einem späteren Zeitpunkt eine erhöhte Gefahr der Ausbildung einer Arthrose haben. Lange vertrat schon 1929 die Meinung, dass die Indikation zur Operation erst nach ausgeschöpfter konservativer Therapie, ohne Verbesserung oder sogar Verschlechterung der Hüftverhältnisse gestellt werden sollte. Es gibt allerdings auch Autoren wie Bertrand (1962) die der Meinung sind, dass die Ergebnisse einer operativen Behandlung besser ausfallen, wenn vorher keine konservative Therapie stattgefunden hat. In Frankreich werden ca. 80% der luxierten Hüften operativ eingelenkt. Der Trend zu einer schnelleren operativen Indikation ist auch in Deutschland bemerkbar. (Becker, 1969)

Nach dem dritten Lebensjahr, zum Beispiel bei zu spät erkannter Hüftdysplasie wird eine Reposition sehr schwierig. Um hier präarthrotische Deformitäten zu vermeiden, muss meist operiert werden. Der günstigste Zeitpunkt einer Operation ist das 3. Lebensjahr. Bei älteren Kindern muss mit schlechteren funktionellen Ergebnissen und Größenunterschieden zwischen Kopf und Pfanne gerechnet werden. Möglich sind Operationen allerdings bis in das Schulalter hinein. Gemeinsamkeit aller Operationsverfahren ist, dass sie eher bei Jugendlichen und jungen Erwachsenen eingesetzt werden. Hierfür stehen verschiedene Op-Techniken zur Verfügung: Umstellungsosteotomien (mit Veränderungen am proximalen Femur), Beckenosteotomien (siehe 6.12.3) oder Azetabuloplastiken (siehe 6.12.5).

### 6.12.2. Offene Reposition

Nach misslungener oder unvollkommener geschlossener Reposition sowie bei Kindern ab dem 3. Lebensjahr wird meist eine offene/ operative Reposition in Betracht gezogen werden. Sie eignet sich nur für Kinder vom 1. bis 4. Lebensjahr. Anschließend wird für ca. 3 Monate im Gipsverband, und danach für mind. 3 Monate mit einer Schienenbehandlung die Repositionsstellung stabilisiert, also eine Retentionsbehandlung durchgeführt. (Debrunner, 2005) (Hefti, 2006)

### 6.12.3. Beckenosteotomien

Als Methoden werden Pfannendachplastiken oder Beckenosteotomien durchgeführt. Sie werden alle nicht vor dem 18. Lebensmonat durchgeführt, da früher nicht genügend Knochenmasse zur Verfügung steht.

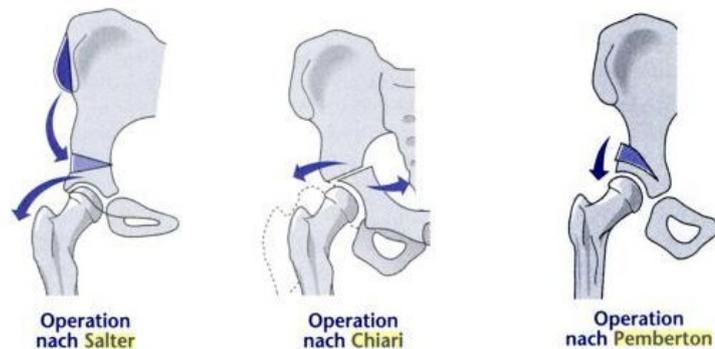


Abbildung 42: Beckenosteotomien nach Salter – Chiari – Pemberton. (Breusch et. al., 2006, S. 629)

- Salter (1961): einfache Beckenosteotomie – Das Becken wird oberhalb der Gelenkpfanne durchtrennt, worin ein Knochenkeil (aus dem Beckenkamm) fixiert wird. Diese Methode ist heute noch einer der gebräuchlichsten Eingriffe. Die gesamte Pfanne wird nach lateral und ventral gekippt um die Überdachung aus hyalinem Knorpel des Hüftkopfes zu verbessern – ähnlich den Methoden von Pemberton und Dega. Die Nachbehandlung erfolgt in einem Becken-Bein-Gips für ca. 6 Wochen. Die Indikation zu dieser Op-Methode stellt sich beispielsweise bei Pfannenrestdysplasien mit AC-Winkeln  $>30^\circ$  bei Kindern die über 2 Jahre alt sind. Die Beckenosteotomie nach Salter wird meist bei weniger schweren Fällen eingesetzt und kann noch bis ins junge Erwachsenenalter durchgeführt werden.

- Chiari (1955): transversale Osteotomie des Beckenrings vom Pfannenerker von lateral unten nach medial oben. Nach Durchtrennung der Beckenschaufel werden knöcherne Anteile über den Hüftkopf nach lateral verlagert und damit ein künstliches, vertieftes Pfannendach erzeugt. Die Operation stellt eigentlich einen Kompromiss dar, da die Primärpfanne im Grunde sogar steiler gestellt wird. Das Verfahren eignet sich besonders bei bestehender Gelenkkontraktur. Die Entwicklung von Arthrosen nach dieser Operationsmethode sind relativ häufig. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass das neu geformte Pfannendach nicht aus hyalinem Knorpel, sondern aus Knochen besteht.
- Pemberton (1965): Eine perikapsuläre Osteotomie wird bogenförmig oberhalb des Kapselansatzes bis in die Nähe des Knorpels der Y-Fuge vorgenommen. Das dysplastische Pfannendach wird nach ventral und lateral über den Hüftkopf geschwenkt und anschließend mit einem kleinen Knochenspan aus dem Beckenkamm fixiert.
- Dega: halbkreisförmige Osteotomie bei der das Pfannendach nach lateral gebogen wird.

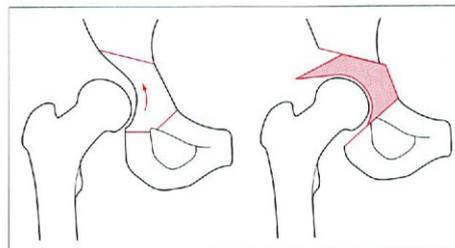


Abbildung 43: Tripleosteotomie nach Tönnis (Matzen, 2002, S. 317)

- Tripleosteotomie. Im Laufe der Zeit folgten verschiedene Methoden von zwei- und dreifach Beckenosteotomien. Dreifach-Beckenschwenkosteotomien wurden in verschiedenen Variationen unter anderem von Hopf (1966), Steel (1971) und Tönnis (1978) beschrieben. Hierbei werden das Os ilium, ischii und pubis durchtrennt. Es gibt verschiedene Varianten dieser Operationsmethode, wobei die Durchtrennung des Os ischii und pubis bei den verschiedenen Methoden unterschiedlich ist. Hüften mit insuffizienter Überdachung, d.h. einem zu kleinen CE-Winkel werden hierbei als Ganzes gedreht und damit normalisiert. Als Unterschied zu manch anderen Beckenosteotomien bleibt hier ein hyaliner

Knorpelüberzug erhalten. Diese Methode sollte nach Möglichkeit nicht vor dem Schulalter erfolgen und wird meist bei höhergradigen Dysplasien oder bei zu spät diagnostizierten (nach Verschluss der Y-Fuge) Hüft dysplasien eingesetzt.

Salter- und Triple-Osteotomien haben im Wachstumsalter die besten Aussichten. (Debrunner, 2005) Die meisten Op-Methoden werden für ca. 6 Wochen im Beckenbeingips nachbehandelt.

#### 6.12.4. Varisierungsosteotomien

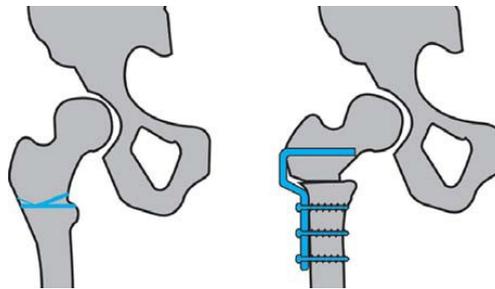


Abbildung 44: Prinzip der intertrochantären Varisationsosteotomie und Fixation mit 90°-Winkelplatte prä- und postoperativ (Hefti, 2006, s. 192)

Bei Varisierungsosteotomien handelt es sich um eine operative Veränderung des proximalen Femurendes, z.B.: Pauwels (1950): Varisierungsosteotomie mit Entnahme eines durchgehenden Keils mit medialer Basis.

Derotations-Varisierungs-Osteotomie: osteotomierte Fragmente werden gegeneinander rotiert, um die pathologische Antetorsion auszugleichen. Hiermit versucht man eine bessere Zentrierung des Kopfes im Acetabulum zu erreichen. Diese Op-Methode wurde aufgrund unbefriedigender Resultate jedoch weitestgehend wieder verlassen. (Debrunner, 2005)

### 6.12.5. Azetabuloplastik

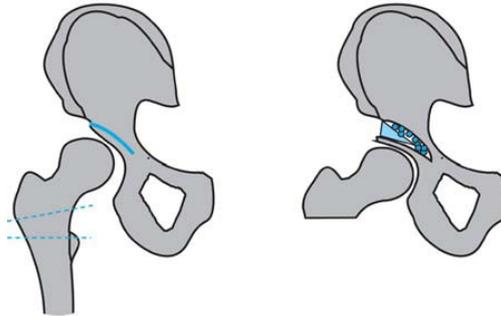


Abbildung 45: Prinzip der Azetabuloplastik (Hefti, 2006, S. 194)

Diese Operation ermöglicht schon im Kindesalter eine frühzeitige Behandlung dysplastischer Hüftpfannen. Das Pfannendach wird hierbei nach vorne und zur Seite geklappt. In dem hierdurch entstandenen sogenannten Osteotomiespalt kommt ein keilförmiger Knochenspan. (Debrunner, 2005)

Die Anfangs durchgeführten Azetabuloplastiken wurden im Laufe der Zeit von Wiberg (1953), Pemberton (1965) und Dega (1936) verändert und in der Orthopädischen Klinik der Städtischen Kliniken Dortmund durch Tönnis (1978) weiterentwickelt. Diese entsprechen den bis heute angewendeten Techniken.

## 7. Komplikationen der Hüftdysplasie

Sekundär kommt es bei der angeborenen Hüftluxation bzw. nach Therapieversuchen dieser, zu folgenden Veränderungen:

- Der Hüftkopfkern bleibt im Wachstum zurück.
- Drohende oder eintretende Reluxation während oder nach Abschluss eines konservativen Therapieversuchs.
- Mangelnder Gelenkkontakt mit dem Acetabulum ändert die Wachstumsrichtung von Schenkelhals und -kopf nach kranial. Die Folge ist ein vergrößerter Schenkelhalswinkel und die Entstehung einer sogenannten Coxa valga. Zusätzlich wächst der Schenkelhals mehr nach vorn in Antetorsion, was eine sog. Coxa antetorta ergibt.

- Beim Hüftkopf der nun höher getreten ist, bildet sich ein neues Widerlager, eine sogenannte Sekundärpfanne oberhalb der eigentlichen Gelenkpfanne.
- Es kommt zu Weichteilveränderungen. Die leere Pfanne füllt sich mit Weichteilgewebe, der obere knorpelige Pfannenrand geht nach kaudal vor den Pfanneneingang und das Lig. Teres verdickt sich. Muskeln und Bänder verkürzen sich und die Gelenkkapsel wird in die Länge gezogen und verklebt teilweise. Diese Veränderungen erschweren bzw. machen eine Einrenkung nach längerem Bestehen unmöglich.
- Wegen der Unstimmigkeiten der Gelenkpartner weisen viele dysplastische Hüften eine hohe Tendenz auf, später eine Koxarthrose zu entwickeln.
- Zudem kommt es im Verlauf der Erkrankung sekundär zu Veränderungen die das gesamte Knochenskelett betreffen. Hierzu gehören Gelenkarthrosen und skoliotische Veränderungen aufgrund unentdeckter Hüftdysplasie, in der Kindheit und folgender Fehlbelastung. (Apley, 1993)
- **Aseptische Hüftkopfnekrose**, im englischen „avascular necrosis of the hip“ (**AVN**), von manchen Autoren auch irreführenderweise als „Luxations-Perthes“ bezeichnet, ist die letztendlich meist gefürchtetste Komplikation. Es kommt hierbei zu einem Absterben des Gewebes. Auftreten kann sie nach konservativer, aber auch nach operativer Behandlung sowie nach unbehandelter Hüftluxation. (Debrunner, 2005; Hefti, 2006) Sie tritt in ca. 5-10% der Fälle, je nach Behandlungsmethode, als Therapiefolge auf. (Muntau, 2004) Als Ursache für die Hüftkopfnekrose werden von verschiedenen Autoren unterschiedliche Gründe genannt: das Repositionstrauma, lange Ruhigstellungen im Gips, Fixationen in Lorenzstellung (90° Beugung und 90° Abduktion), Dehnung/Zerrung der Hüftkopfgefäße bzw. Druck- und Durchblutungsschädigung am Hüftkopf aufgrund von Reposition trotz vorliegenden Limbus- oder Kapselinterponaten. Sämtliche therapeutischen Methoden wie Breites Wickeln, Spreizhosen und Beuge-Spreizbandagen sollten engmaschig kontrolliert werden, da sie bei falscher Anwendung zur Ausbildung von Hüftkopfnekrosen oder einem Heraushebeln des Hüftkopfes aus der Pfanne kommen kann. Durchschnittliche Hüftkopfnekroseraten der einzelnen Behandlungsformen wurden von Tönnis (1990) beschrieben mit: Lorenz-Position 27%, Lange-Position 17%, Pavlik-Bandage 7%, Fettweis-Gips, Hanausek-Apparat und Extensionsbehandlung nach Krämer 2%. (Ihme et al., 2003)

## 8. Prognose

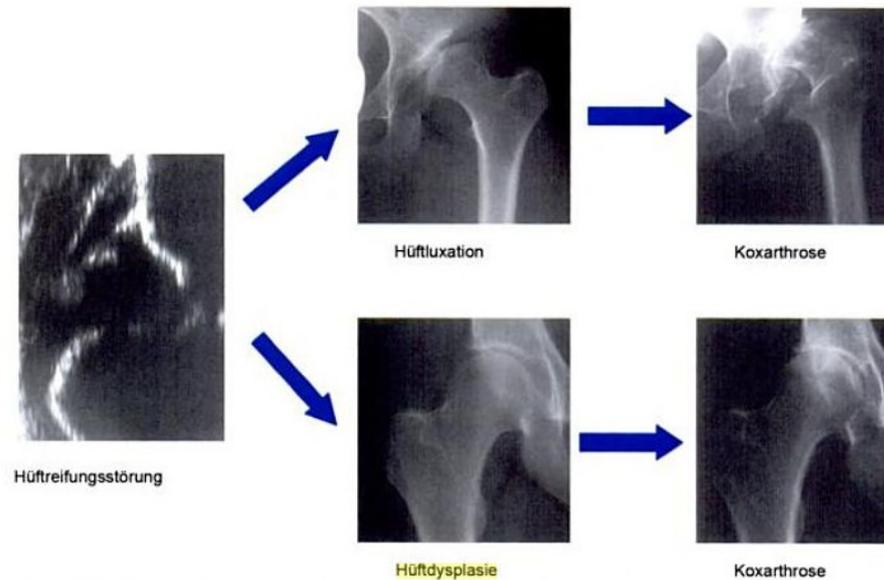


Abbildung 46: Mögliche Entwicklungen einer Hüftreifungsstörung. (Scharf et. al, 2008, S. 696)

Barlows' (1962) Behandlungsergebnisse zeigten, dass die Spontanheilungsrate während der ersten Lebenswoche bei ca. 60% liegt, in den ersten zwei Lebensmonaten bei ca. 28%. Die verbleibenden 12% gehören zu den echten angeborenen Dysplasien, die unbehandelt bestehen bleiben würden. (Tönnis, 1984) Selbst die „geheilten“ Hüften bleiben gefährdet und stellen eine präarthrotische Deformität dar. P. Engelhardt (1988) fand, dass beispielsweise ein CE-Winkel unter 10 bis 15° hinweisend für eine spätere Koxarthrose sein kann.

Zusammenfassend kann man sagen, dass konstitutionelle und hormonelle Faktoren, die zu Fruchtwassermangel und Beckenendlagen führen, vererbt sind. Bereits tierexperimentelle Studien (Salter, 1966) haben ergeben das eine Hüftdysplasie durch Fixation in Adduktion provozierbar ist, und nach Fixation in Abduktion wieder verbessert werden kann. Genauso ist bei Säuglingen der Zustand einer Hüftdysplasie bei frühzeitiger Therapie reversibel.

Ein früher Beginn der Therapie ist für die Prognose ausschlaggebend. Die Ausheilungschance einer Dysplasie liegt bei Beginn der Therapie noch vor dem 3. Lebensmonat bei fast 100%, vor dem 6. Lebensmonat bei ca. 75% und vor dem 12.

Lebensmonat bei ca. 50%. (Rössler, Rütter, 2005) Allein eine frühe Behandlung mit einwandfreiem Repositionsergebnis und eine suffiziente Überdachung des Hüftkopfes durch das Acetabulum – innerhalb der ersten Lebensmonate – führen zu einer guten Spätprognose. Bereits Schultheiß (1965) beschreibt die Vorteile eines frühen Behandlungsbeginns und dass es beim Therapiebeginn auf jede Woche ankommt. Bei Behandlungsbeginn nach einem Jahr ist, trotz aufwändiger Therapie, einschließlich operativer Eingriffe, nicht mehr mit einer guten Prognose zu rechnen. (Debrunner, 2005) Bei bereits eingetretener Sub- oder Luxation ist der Erfolg abhängig von dem Gelingen einer ausreichenden Überdachung des Hüftkopfes.

Die prophylaktische Behandlung gesunder Hüften wird jedoch wegen der generellen Hüftkopfnekrose rate von 2-3% unter Spreizhosenbehandlung nicht angeraten. (Rössler, Rütter, 2005)

Eine Dysplasie kann sich im Verlauf normalisieren oder bei einer verbleibenden geringen Restdysplasie stabilisieren. Ein ursprünglich dysplastisches Hüftgelenk ist jedoch selbst nach ideal abgelaufener Therapie während der gesamten Wachstumszeit als potentiell gefährdet anzusehen. Kontrollen sind in regelmäßigen Abständen weiterhin erforderlich, da die Hüftdysplasie als präarthrotische Deformität gilt. (Wirth, Mutschler, 2007) Zudem muss erwähnt werden, dass es auch bei frühzeitigem Therapiebeginn und optimaler Therapie einen geringen Prozentsatz von „therapieresistenten Kindern“ mit „persistierender Dysplasie“ gibt. (Tschaurer , Wirth , Aigner, 2003, S. 128) Eine ausreichende Erklärung hierfür ist in der vorliegenden Literatur nicht zu finden.

Becker (1969) vertritt die Meinung, dass selbst nach Abschluss des Wachstums und einer anatomisch ausgeheilten Hüfte keine genaue Aussage über die Weiterentwicklung einer ehemaligen Dysplasie gemacht werden kann. Unabhängig von der Art der Behandlung (konservativ oder operativ) bleibt vielen dieser Hüften das Schicksal der Früharthrose leider nicht erspart.

### III. MATERIAL UND METHODIK

#### 1. Thema und Ziel der Arbeit

Ziel dieser Arbeit ist es, die Effektivität konservativer Therapie nach sonographisch bestätigter „Ausheilung“ von dysplastischen Hüften (IIc und schlechter) durch die Ergebnisse der radiologischen Untersuchung im Laufalter zu überprüfen. Ausschlaggebend ist hierbei die sich daraus ergebende Restdysplasierate trotz ursprünglich erfolgreich durchgeführter Therapie im untersuchten Kollektiv. Gleichzeitig wird untersucht inwieweit andere Faktoren wie beispielsweise Geschlecht, positive Familienanamnese, Beckenendlage oder Fruchtwassermangel bei der Geburt sowie das Alter bei Behandlungsbeginn und der Hüfttyp (nach Graf) vor Beginn der Therapie Einfluss nehmen auf die Entwicklung dysplastischer Hüften. Zusätzlich soll untersucht werden, ob der in Deutschland festgesetzte Zeitpunkt für das Ultraschallscreening während der U3, also in der 4.-6. Lebenswoche, entsprechend der Ergebnisse als günstig anzusehen ist.

Aktuell gängiger Standard ist es eine Hüfte mit einem Alpha-Winkel von  $>60^\circ$  in der End-/Kontrollsonographie als „geheilt“ zu betrachten. Diese Hüften werden gegenwärtig dementsprechend nicht weiter therapiert. Ein weiteres Ziel dieser Arbeit ist es zu beurteilen und zu diskutieren inwieweit dieses Vorgehen in Anbetracht der Ergebnisse noch aktuell ist, oder ob in Erwägung zu ziehen wäre, erst einen Alpha-Winkel-Wert von  $>64^\circ$ , wie von manchen Autoren (Tschauner et al., 1994) propagiert, als ausgeheilte Hüfte zu definieren.

## 1.1 Patientenkollektiv

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um eine retrospektive Analyse von Krankenblättern, Ultraschall- und Röntgenbildern. Aus den Krankenakten der Orthopädischen Kinderambulanz des Klinikums Großhadern in München geht hervor, dass im Zeitraum 11/1998 bis 06/2004 9276 Patienten behandelt wurden. Hiervon zeigten 523 Patienten (durch das Computersystem über die ICD-Codes gefiltert) positive Hüftbefunde (Hüftdysplasie/-luxation). 206 dieser Patienten wurden nicht wieder vorstellig. Hierbei handelt es sich um Patienten die zur Erstdiagnostik aus der Neonatologie, der Klinik Innenstadt oder anderen Institutionen zugewiesen wurden. Diese Kinder wurden nach der Diagnosestellung auswärtig weiterversorgt oder haben sich den weiteren Verlaufskontrollen aus unbekanntem Gründen entzogen. Hiermit verbleiben **317** Patienten mit Wiedervorstellung (60,6% Rücklaufquote).

Weitere 198 Patienten konnten aufgrund unvollständiger Dokumentation und/oder Nichterfüllen der Einschlusskriterien nicht in diese Studie mit einbezogen werden. Im Einzelnen handelte es sich hierbei um 84 unvollständige Dokumentationen (nicht vorliegende sonographische Dokumentationen ausserhalb des Hauses, fehlende Dokumentation der Erstsonographie bzw. der Kontrollsonographie beispielsweise aufgrund später Diagnosestellung). 63 Kinder wiesen Hüften vor, die besser waren als IIc Typen nach Graf, 7 Patienten waren zum Zeitpunkt der Kontrollsonographie noch nicht ausgeheilt (persistierende Dysplasie), 5 Patienten wurden falsch geschallt bzw. wiesen Mängel in der sonographischen Beurteilbarkeit auf (unter 1.2 und 1.3 näher erläutert). 39 Patienten hatten keine bzw. noch keine radiologische Dokumentation im Laufalter (aufgrund Wohnortwechsels oder Verweigerung der Untersuchung durch die Eltern).

### **Einschlusskriterien der Studie sind:**

- **Ausreichende sonographische (vor und nach Beendigung der Therapie) und radiologische Dokumentation.**
- **Erstsonographie (vor Therapiebeginn) mit Alpha-Winkeln  $<50^\circ$**   
**Hiermit werden alle Kinder mit Hüfttypen IIc (nach Graf) und schlechter eingeschlossen.**
- **Endsonographie (nach Therapieabschluss) mit Alpha-Winkeln  $>60^\circ$**
- **Vorhandene röntgenologische Kontrolle im Laufalter.**
- **Einwandfreie sonographische und radiologische Bildgebung.**

In die Studie wurden demnach **153 Hüften** (n=153) von **119 Patienten** aufgenommen. Diese zeigen alle bei der Erstsonographie eine Hüftdysplasie des Typs IIc nach Graf oder schlechter und in der Endsonographie/nach Beendigung der Therapie, sonographisch „gesunde“ Hüften.

Im Laufalter bzw. im Lauflernalter (ab dem 11ten Lebensmonat) wurden die 153 betroffenen Hüften der 119 Patienten klinisch und radiologisch nachuntersucht. Bei jedem dieser Patienten wurde eine Röntgen-Beckenübersichtsaufnahme angefertigt. Die radiologische Beurteilung bzw. die Bestimmung der Restdysplasierate erfolgte anhand des AC-Winkels nach Tönnis, des AC-Winkels nach dem Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT und dem CE-Winkel.

Die Eltern der Kinder bei denen noch keine Kontrolluntersuchung gegen Ende des ersten Lebensjahres stattgefunden hatte, wurden angeschrieben (siehe Anhang) und zu einer klinischen und radiologischen Nachuntersuchung eingeladen. Bei fehlenden Rückmeldungen wurden diese nach Möglichkeit telefonisch kontaktiert. Es blieben 39 Patienten übrig, die aufgrund verschiedener Ursachen wie Wohnungs-, Arztwechsel oder zu langer Anfahrtszeiten zu keiner weiteren klinischen und radiologischen Untersuchung bereit waren.

Neurologische Grund- oder Begleiterkrankungen waren Ausschlusskriterien, ebenso wie Syndromkomplexe. Zusätzliche Ausschlusskriterien waren qualitativ mangelhafte Sonographien bzw. Röntgenaufnahmen aufgrund inkorrekt Aufnahme, Bildqualität, Patientenlagerung sowie unvollständigen Datenlagen.

Statistische Analysen wurden durchgeführt um einen Zusammenhang zwischen Restdysplasierate und eventuell vorhandener Risikofaktoren festzustellen. Die Untersuchung auf Risikofaktoren wurde mit dem Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Mit diesem Test kann untersucht werden, ob signifikante Zusammenhänge zwischen zwei dichotomen Variablen bestehen. Dabei bilden zwei Variablen eine sogenannte 2x2 Kreuztabelle. Alle Analysen wurden mittels SPSS (Version 16) durchgeführt. Für alle Analysen wurde das allgemein übliche Signifikanzniveau von  $\alpha = 5\%$  (dh. p-Wert < 0,05) angesetzt.

Prinzipiell wurden alle hier behandelten Hüften primär mit einer Spreizhose versorgt. Das weitere therapeutische Vorgehen wurde im Allgemeinen in Abhängigkeit des sonographischen Befundes im Verlauf nach dem Schema in Abb. 47 entschieden. Es soll

jedoch angemerkt werden, dass die jeweiligen Therapieschemata nicht Gegenstand der hier vorgestellten Arbeit sind.

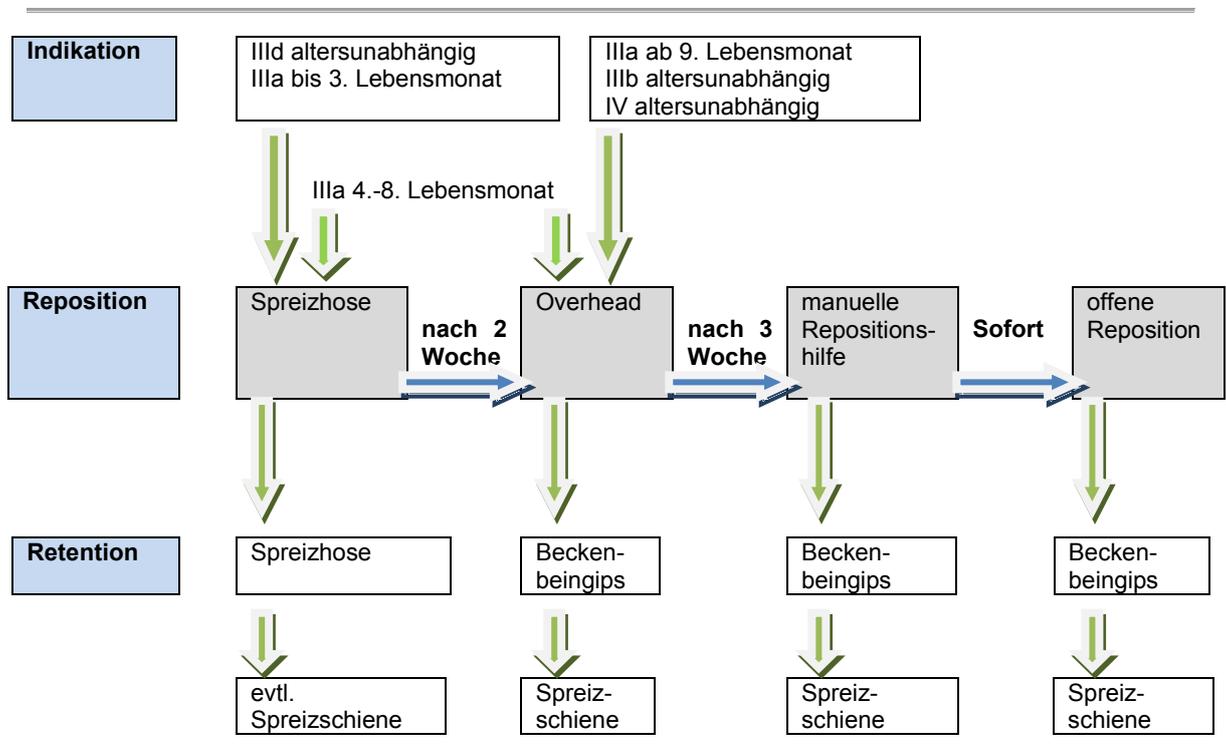


Abbildung 47: An sonographischer Diagnostik orientiertes Therapieschema - Orthopädische Poliklinik München (Heimkes et. al., 1989)

## 1.2 Methodik der sonographischen Untersuchung

Hüften von Neugeborenen mit einem Alpha-Winkel kleiner als  $50^\circ$  entwickeln sich meist ungenügend und werden als dysplastisch betrachtet. Alle Hüftgelenke müssten im Alter von 3 Monaten ausgereift sein, und damit einen Alpha-Winkel von mindestens  $60^\circ$  erreichen. In Anbetracht des Messfehlers wird von manchen Autoren (Graf 1986) sogar gefordert die Hüften Neugeborener mit einem Alpha-Winkel kleiner  $55^\circ$  bis zur Ausreifung zu beobachten. (Exner, 2003) Der Mittelwert der spontan ausreifenden unbehandelten Hüften liegt im ersten Monat knapp unter  $60^\circ$ , die einfache Standardabweichung (s) bei  $55,5^\circ$  und die doppelte Standardabweichung (2s) bei knapp  $51^\circ$ . Ab dem 4. Lebensmonat pendeln sich die Werte des Alpha-Winkels auf ein sogenanntes Plateau, bei ca.  $64-65^\circ$  ein.

Alpha	Beta	Typ
>60	<55	Ia
>60	>55	Ib
50 – 59	>55	IIa (bis einschl. 3. Lebensmonat)
50 – 59	>55	IIb (nach 3. Lebensmonat)
43 – 49	<77	IIc
43 – 49	>77	IId
<43	>77	IIIa/IIIb
<43	nicht messbar	IV

Abbildung 48: Sonographische Einteilung der Hüftgelenkstypen (modifiziert nach Graf)  
(Niethard, 2005, S. 463)

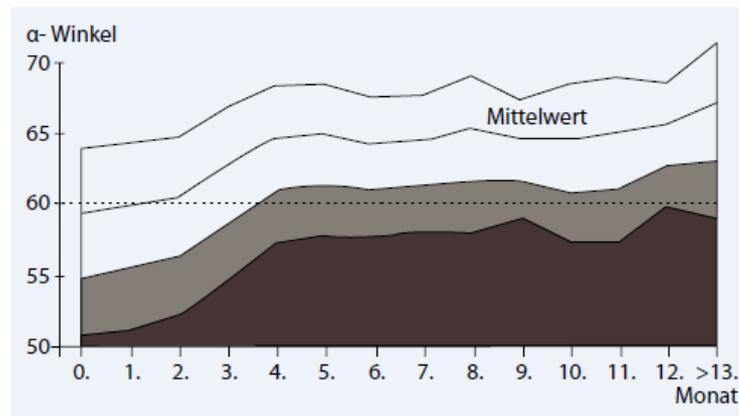


Abbildung 49: Reifungskurve nach Graf. (Farr et al., 2008, S. 536)

Der Bereich zwischen  $s$  und  $2s$  kann als „Normgrenzbereich“ angesehen werden. (Tschauner Klapsch, 1994) In biometrischen Analysen wird allgemein definiert, dass der Bereich unterhalb der einfachen Standardabweichung ( $s$ ) kontrollbedürftig und unterhalb der doppelten Standardabweichung ( $2s$ ) als therapiebedürftig anzusehen sind. (Tschauner Klapsch, 1994)

In der Ihnen vorliegenden Arbeit wurden die sonographischen Bilder nach folgenden Kriterien beurteilt: der Unterrand des Os ilium in der Fossa acetabuli beweist, dass die Schnittebene durch die Mitte der Pfanne gelegt wurde. Der zweite Punkt ist der Schnittebenenbereich in der Mitte des Pfannendachs. Als weiteres wichtiges Kriterium wurde auf die Darstellung des Labrum acetabulare geachtet. Hierbei kann beurteilt

werden, ob das Hüftgelenk nicht beispielsweise fälschlicherweise schräg geschallt wurde.

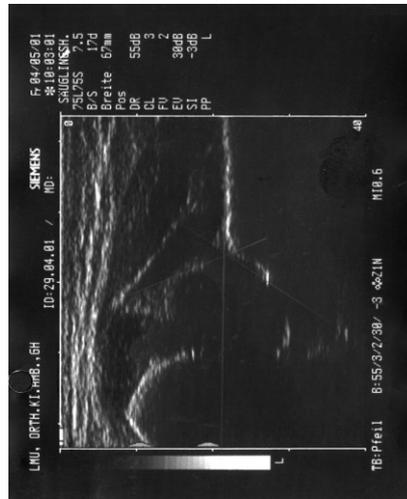


Abbildung 50: Hüftsonographie (Klinikum Großhadern, München)

Zur Beurteilung der Bilder bzw. der Einteilung der Hüfttypen nach Graf wurde ein sogenanntes Sonometer benutzt. Das Sonometer erleichtert in der Praxis die Messung der Winkel und die Bestimmung der einzelnen Hüfttypen nach Graf sowie die Zuordnung der Alpha- und Beta-Winkel, die darauf abgelesen werden können. Auf dem Sonometer ist links der Bereich der dezentrierten Hüften (Typ II und IV) in absteigender Reihenfolge nach rechts bis zu den reifen Gelenken vom Hüfttyp I dargestellt.

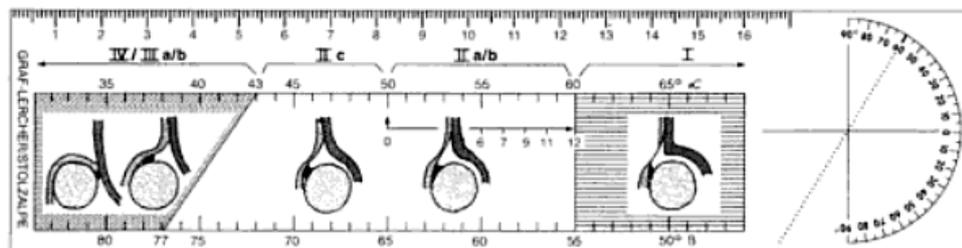


Abbildung 51: Sonometer (Tschauer , Wirth , Aigner, 2003, S. 53)

Die Fehlerbreite bei der Bestimmung des Alpha-Winkels liegt, laut Literatur, bei 0-11° (Mittel: 3,2°) und bei der Bestimmung des Beta-Winkels bei 2-28° (Mittel: 11,9°). (Melzer, 1997)

Aktuell wird bei Behandlungsabschluss ein Alpha-Winkel von mindestens 60° empfohlen sowie eine radiologische Kontrolle im Laufalter oder mit ca. 15 Monaten. (Ihme et al., 2003)

### 1.3 Methodik der radiologischen Untersuchung

Im Rahmen der klinischen **Nachuntersuchung im sogenannten Laufalter**, also ab einem Alter von ca. 11 Monaten erfolgte zunächst eine Anamneseerhebung, die klinische Untersuchung und anschließend eine radiologische Nachuntersuchung in Form einer Beckenübersichtsaufnahme. All dies wurde natürlich mit dem Einverständnis der Eltern der betroffenen kleinen Patienten durchgeführt.

Die klinische Untersuchung beinhaltete die folgenden Punkte:

- Beurteilung des Gangbildes und Achten auf eventuelles Hinken
- Überprüfung des Einbeinstandes sowie des Trendelenburg-Zeichens
- Beinlängenmessung
- Überprüfung der Bewegungsgrade der rechten und linken Hüfte nach der Neutral-Null-Methode (Flexion/ Extension, Abduktion/ Adduktion, Innenrotation/ Außenrotation in 90° Hüftbeugung und Bauchlage)
- Prüfen auf eventuelle Druckschmerzhaftigkeit in der Leiste und am Trochanter major sowie eventuell vorhandener Stauchungsschmerzen

Die radiologische Untersuchung selbst bestand aus einer Beckenübersichtsaufnahme. Bei gestreckt liegenden, parallelen Beinen sollten dabei die Patellae nach vorne weisen. Zudem müssen die Oberschenkelkondylen auf der Tischplatte aufliegen. Bei bereits bestehenden Kontrakturen muss in besonderem Maße auf die richtige Stellung des Beckens geachtet werden. Die Zentrierung der Aufnahme erfolgt durch einen Punkt der zwischen den beiden Hüftköpfen liegt. Bei der Beurteilung der Beckenübersichtsaufnahme werden folgende Punkte beachtet:

- Die Entwicklung des Hüftkopfkerns (normal oder verzögert).
- Lage des Hüftkopfs in der Pfanne (z.B. evtl. Dezentrierung)
- Erscheinung der Tränenfigur (ab 4.-6. Monat sichtbar).
- Konkave Form des Pfannendachs oder Deformierungen bei Hüftluxation.
- Form des Erkers (z.B. evtl. Erkerdefekt als Eindellung sichtbar).
- Stellung des Schenkelhalses (evtl. Add-, Abduktion oder Außenrotation).



Abbildung 52: Röntgenbild mit ca. 1 Jahr (Klinikum Grosshadern, München)

An jedem der 119 in die Studie aufgenommenen Röntgenbilder wurden die im Folgenden beschriebenen Winkel/ Strecken ausgemessen:

### 1.3.1 AC-Winkel

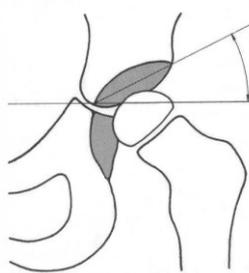


Abbildung 53: Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner (Tönis S. 122)

Der Acetabulumwinkel oder Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner (1925) wird von manchen Autoren auch fälschlicherweise Pfannenneigungswinkel genannt, was jedoch zu Verwechslungen mit dem Pfannenneigungs- bzw. Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann, Sharp, Stulberg u. Harris führen kann. Der AC-Winkel ist eines der wichtigsten diagnostischen Mittel bei der Erkennung einer Hüftdysplasie. Er stellt ein Maß für die Überdachung des Hüftkopfes dar. Hierzu wird der Winkel zwischen der Hilgenreiner-Linie, also der horizontalen Verbindung beider Y-Fugen, und einer Verbindungslinie von der lateralen Ecke des Os ilium und dem Pfannenerker gemessen. Nach Schluss der Y-Fuge (bei Jugendlichen und Erwachsenen), lässt sich der Pfannendachwinkel nicht mehr messen. Bei Hüftdysplasie ist er vergrößert. Der Pfannendachwinkel - ist sehr

altersabhängig und sollte ab dem 3. Lebensmonat nicht  $>20^\circ$  sein. (Rössler , Rütter, 2005) Es gibt jedoch auch Autoren die die Messgenauigkeit dieses Winkels für nicht besonders hoch einschätzen. ( $\pm 5^\circ$ ) (Hefti, 2006) Nachteil dieser Messung ist, dass schon geringe Drehungen, Aufrichtung oder Kippung des Beckens zu falschen Werten führen. Bei Beckenaufnahmen bei denen die Unterschenkel des Patienten über die Tischkante hängen wird das Becken ebenfalls vermehrt gekippt und der AC-Winkel in der Aufnahme dadurch schlechter messbar. (Tönnis, 1984) Bei Pfannendachwinkeln die während des ersten Lebensjahres grenzwertig sind, lässt sich noch nicht genau festlegen ob diese sich zum Guten oder zum Schlechten hin entwickeln. Je älter die Kinder, desto sicherer kann eine Prognose gemacht werden, am besten jedoch ab dem 4. Lebensjahr. (Tönnis, 1984) Bei den Untersuchungen von Tönnis und Brunken (1968) zur Ermittlung von Normwerten des AC-Winkels, stellten sie fest, dass Mädchen einen durchschnittlich steileren Pfannendachwinkel aufweisen und das er links bei beiden Geschlechtern etwas höher liegt als rechts. AC-Winkel die oberhalb 2s liegen, werden selbstverständlich als behandlungsbedürftig eingestuft, bei denjenigen zwischen s und 2s werden von Tönnis und Brunken (1968) oft nur eine Überwachung des Verlaufes vorgeschlagen. Bei weiterer Beobachtung dieser Hüftgelenke zwischen s und 2s ergeben sich zu 40% eine Verbesserung zu Normwerten, in 40% eine Stagnation im Bereich zwischen 2 und 2s und zu 20% eine Verschlechterung.

Tabelle 1: Grenzwerte normaler Pfannendachwinkel (Z Tönnis, 1997, S. 51)

Alter (Jahre/Monate)	Mädchen				Jungen			
	leicht dysplastisch (s)		schwer dysplastisch (2s)		leicht dysplastisch (s)		schwer dysplastisch (2s)	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links
0/1 +0/2	36	36	41,5	41,5	29	31	33	35
0/3 +0/4	31,5	33	36,5	38,5	28	29	32,5	33,5
0/5 +0/6	27,5	29,5	32	34	24,5	27	29	31,5
0/7 -0/9	25,5	27	29,5	31,5	24,5	25,5	29	29,5
0/10-0/12	24,5	27	29	31,5	23,5	25	27	29
0/13-0/15	24,5	27	29	31,5	23	24	27,5	27,5
0/16-0/18	24,5	26	29	30,5	23	24	26,5	27,5
0/19-0/24	24	25,5	28	30,5	21,5	23	26,5	27
2/0 -3/0	22	23,5	25,5	27	21	22,5	25	27
3/0 -5/0	18	21	22,5	25,5	19	20	23,5	24
5/0 -7/0	18	20	23	23,5	17	19	21	23

Im deutschsprachigen Raum werden die Normwerte von Tönnis und Brunken (1968) angewandt. Die oben angegebene Tabelle zeigt die Pfannendachwinkel der einfachen und doppelten Standardabweichung. Die Tabelle beruht auf „einer Abgrenzung aufgrund von Verlaufsbeobachtungen“ (Tönnis, 1984, S. 124) Sie wird heute sowohl zur Kontrolle nach durchgeführter Therapie, vor Behandlungsentscheidungen, als auch vor Operationsindikationen herangezogen. Diese Tabelle beruht auf Erfahrungswerte von bis zum 4.-7. Lebensjahr, nicht behandelter Hüftgelenke, die von Tönnis (1984) erstellt wurde, und heute im klinischen Alltag breite Anwendung findet.

Der AC-Winkel sollte mit 3-4 Monaten unter 30° liegen, und ab dem 5. Lebensmonat bis ca. 2 Jahren unter 25° (Tönnis , Brunken, 1968)

Der ersten Tabelle nach Tönnis (siehe Tabelle 1, S. 71) wurden zusätzlich, vom Arbeitskreis für Hüftdysplasie der DGOT, noch Abweichungsgrade zugefügt. Dies wurde gemacht, weil die Mittelwerte aus der ersten Tabelle nicht ausreichend erschienen. Die vom Arbeitskreis für Hüftdysplasie der DGOT erstellte Normwerttabelle soll eine bessere Bewertung bei wissenschaftlichen Auswertungen und Klassifizierungen der Hüftdysplasie ermöglichen.

Tabelle 2: Normalwerte des AC-Winkels und ihre Abweichungsgrade. Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT. (Z Tönnis, 1997, S. 54)

Alter (Jahre/ Monate)	Normalwert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
0/3+0/4	25	< 30	≥ 30-< 35	≥ 35-< 40	≥ 40
0/5-2/0	20	< 25	≥ 25-< 30	≥ 30-< 35	≥ 35
2-3	18	< 23	≥ 23-< 28	≥ 28-< 33	≥ 33
3-7	15	< 20	≥ 20-< 25	≥ 25-< 30	≥ 30
7-14	10	< 15	≥ 15-< 20	≥ 20-< 25	≥ 25

### 1.3.2 PF-Winkel

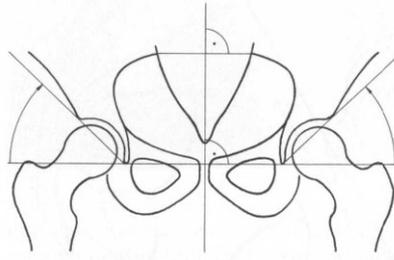


Abbildung 54: Pfannenöffnungswinkel zur Horizontalebene nach Ullmann und Sharp sowie Stulberg u. Harris (Tönnis, 1984, S. 120)

Der Pfannenöffnungs-, Pfannenöffnungs- oder Inklinationswinkel zur Horizontalebene nach Ullmann (1939), Sharp (1961), Stulberg und Harris (1974) wird errechnet aus einer horizontalen Linie, parallel zur Hilgenreiner-Linie, die durch den kaudalsten Punkt der sogenannten Köhler-Tränenfigur läuft, und der Verbindung von diesem Punkt aus mit dem Pfannenerker. Dieser Winkel beurteilt die Neigung der Pfanne in der Frontalebene. Als Normwert gibt Ullmann (1939)  $<45^\circ$  für Kinder bis zu 10 Jahren, Stulberg u. Harris (1974)  $<43^\circ$  an. Weitere Messungen führte auch Zippel (1971) durch, und kam auf Durchschnittswerte von  $47^\circ$  bei Kindern im Alter von 1-2 Jahren. Diese Messung hat den Nachteil, anatomisch keinen absolut korrekten Messwert zu liefern, da die hierzu verwendete Köhler'sche Tränenfigur etwas medialer liegt als der untere Pfannenrand.

Tabelle 3: Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann und Sharp. Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT. (Tönnis, 1984, S. 175)

Alter (Jahre)	Normalwert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
1-11	46	$\leq 49$	50-52	53-55	$\geq 56$
11-13	44	$\leq 47$	48-51	52-54	$\geq 55$
13-14	42	$\leq 45$	46-49	50-52	$\geq 53$
ab 14	40	$\leq 43$	44-46	47-49	$\geq 50$

### 1.3.3 ACM-Winkel

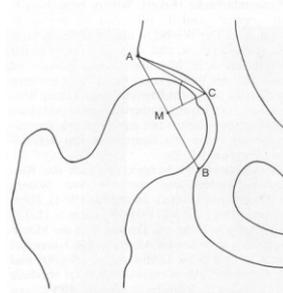


Abbildung 55: Pfannendachwinkel nach Idelberger und Frank (Tönis, 1984, S. 125)

Der ACM-Winkel beurteilt die Tiefe der Hüftgelenkspfanne. Idelberger und Frank (1952) haben diesen Winkel auch „anatomischen Pfannendachwinkel“ genannt und erstmals zur Erkennung einer evtl. vorliegenden Dezentrierung eingesetzt. (Tönis, 1984) Der ACM-Winkel ist von Drehungen oder Kippungen des Beckens sowie dem Alter nahezu unabhängig. Der Winkel geht aus drei Punkten hervor.

A = Pfannenerker

B = unterster Punkt des Pfannenrandes

M = Mitte zwischen A und B

C = Bezugspunkt an der Pfanne durch in M errichtetes Lot.

Da sich der kaudale Punkt der Pfanneneingangsebene (B) erst ab einem Alter von ca. 2 Jahren sicher bestimmen lässt, gelten die Normwerte auch erst ab dem 2. Lebensjahr. (Tönis, 1984, S. 232) Eine signifikante Korrelation zwischen Acetabulumtiefe bzw. CE-Winkel und späterer Entwicklung einer Koxarthrose wurden von Lau et al. (1995), Murphy et al. (1995) und Lane et al. (2000) festgestellt. (Z Ziegler et al., 2008)

Tabelle 4: ACM-Winkel. Normalwerte des Hüftgelenks und ihre Abweichungsgrade (Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT) (Tönis, 1984, S. 175)

Alle Altersstufen ab 2 Jahren	Normalwert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
> 2	45	< 50	≥ 50 – < 55	≥ 55 – < 60	≥ 60

### 1.3.4 CE-Winkel

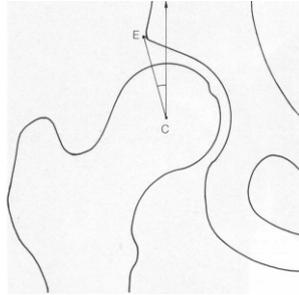


Abbildung 56: CE-Winkel nach Wiberg (Tönnis, 1984, S. 126)

Der Centrum-Ecken Winkel nach Wiberg beurteilt die Überdachung des Hüftkopfes nach lateral durch das Azetabulum, ist also ein Maß für die Ausnutzung der Pfanne. 1939 wurde er erstmalig von Wiberg beschrieben und 1988 von Engelhardt als Prognosegröße ersten Ranges bezeichnet. C steht für „center“ und E für „end of the roof“. In der Praxis ist er äußerst schnell und einfach zu bestimmen. Der Winkel kommt durch eine Senkrechte auf das Hüftkopfszentrum in Bezug auf das horizontale Becken zustande, also einer Parallelen zur Körperlängsachse, und einer Verbindung zwischen Pfannenerker und dem Hüftkopfmittelpunkt. Der CE-Winkel gibt Aufschlüsse über die Überdachung des Kopfes durch das Acetabulum und der Größe der Tragfläche.

Er wird zur Beurteilung der Prognose und einer eventuellen Operationsindikation herangezogen. Vor allem in angloamerikanischen und skandinavischen Ländern wird der Wert vorzugsweise zur Beurteilung der Behandlung verwendet. Werte  $<15^\circ$  bei Kindern werden als sicher pathologisch angesehen. (Debrunner, 2005) Die Messung weist im Kleinkindesalter große Schwankungen auf und besitzt daher für Kinder  $< 5$  Jahren nur geringen Aussagewert. (Tönnis, 1984) (Wirth, Mutschler, 2008) Laut Debrunner (2005) sollte er eher zur Beurteilung der Hüfte von Jugendlichen und Erwachsenen herangezogen werden. Laut Tönnis (1984) weist der CE-Winkel bei sehr kleinen Kindern große Ungenauigkeiten auf, und wird bei luxierten Hüften negativ. Ursache für die Unterschiede, ist die Schwierigkeit der exakten Festlegung des Hüftkopfmittelpunktes.

Eine signifikante Korrelation zwischen Acetabulumtiefe bzw. CE-Winkel und späterer Entwicklung einer Koxarthrose wurden von Lau et al. (1995), Murphy et al. (1995) und Lane et al. (2000) festgestellt. (Z Ziegler et al., 2008)

Tabelle 5: CE-Winkel. Normalwerte des Hüftgelenks und ihre Abweichungsgrade (Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT) (Tönis, 1984, S. 175)

Alter (Jahre)	Normalwert (Mittelwert)	Grad 1 (normal)	Grad 2 (leicht pathologisch)	Grad 3 (schwer pathologisch)	Grad 4 (extrem pathologisch)
≥ 0–≤ 8	25	≥ 20	≥ 15–< 20	≥ 0–< 15	< 0
≥ 8–≤ 18	32	≥ 25	≥ 20–< 25	≥ 5–< 20	< 5
> 18– 50	35	≥ 30	≥ 20–< 30	≥ 5–< 20	< 5

In biometrischen Analysen wird allgemein definiert, dass der Bereich unterhalb der einfachen Standardabweichung (s) kontrollbedürftig und unterhalb der doppelten Standardabweichung (2s) als therapiebedürftig anzusehen sind. (Tschauner Klapsch, 1994)

### 1.3.5 MZ-Strecke

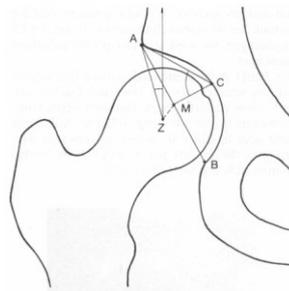


Abbildung 57: Strecke MZ (Dezentrierungsstrecke d) (Tönis S. 128)

Die Strecke MZ (Dezentrierungsstrecke d) stellt „ein Maß für die Dezentrierung der Kugelmittelpunkte von Kopf und Pfanne dar. Sie wird als Entfernung der Kugelzentren voneinander in Millimetern gemessen.“ (Tönis, 1984, S. 128)

Tabelle 6: Beurteilung des Instabilitätsindex nach Reimers. (Tönnis, 1984, s. 115)

Normale Hüftgelenke	Alter 0-14	0%
	Alter 4-16	<10%
Subluxationen		33-99%
Luxationen		100%

Um die Strecke MZ zu messen muss zunächst der ACM-Winkel und der CE-Winkel eingezeichnet werden. Der Mittelpunkt der Hüftpfanne wird als Punkt M gewählt. Bei dieser Messung handelt es sich um eine Hilfestellung zur Erfassung normaler und deformierter Gelenke. (Tönnis, 1984)

Mittelwerte und Standardabweichung der MZ-Strecke liegen im Alter von 5 bis 8 Jahren bei 3,2 +/- 1,7 mm. Normbereich liegt bei < 5 mm. (Tönnis, 1984)

### 1.3.6 CCD-Winkel

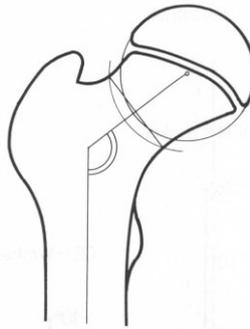


Abbildung 58: CCD-Winkel (Tönnis, 1984, S. 134)

Der projizierte Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel nach M.E. Müller, auch Schenkelhals- oder Kollodiaphysenwinkel genannt, stellt den Winkel zwischen der Geraden durch den Femurschaft und der Femurhalsachse dar. Bei dem hier errechneten Wert handelt es sich um den projizierten CCD-Winkel. Dieser erscheint durch die Antetorsion des Schenkelhalses höher, als er reell ist. In der hier vorliegenden Arbeit wurde der reelle CCD-Winkel nicht bestimmt, da hierfür eine weitere Röntgenaufnahme mit Messung des AT-Winkels (Antetorsionswinkel nach Dunn-Rippstein-Müller) notwendig wäre, was bei

Patienten mit Hüftdysplasie nicht routinemäßig durchgeführt wird. Der normale Wert beim Erwachsenen beträgt im Mittel ca. 128°. Eine Vergrößerung bezeichnet man als Coxa valga (CCD-Winkel bei Neugeborenen > 150°, im 8. Lebensjahr > 140°), eine Verkleinerung als Coxa vara (CCD-Winkel < 120°). Die Messung des CCD-Winkels stellt jeweils nur eine Momentaufnahme in der Entwicklung dar und sollte nur im Zusammenhang mit der Gesamtentwicklung bewertet werden. Krankheitswert bekommt er nur bei extrem pathologischen Werten.

### 1.3.7 EY-Winkel

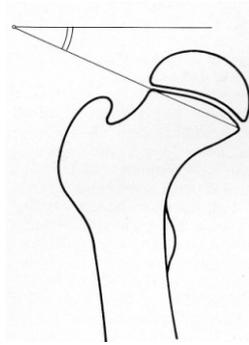


Abbildung 59: Kopfepiphysen-Y-Fugen-Winkel (EY-Winkel) (Tönis, 1984, S. 141)

Kopfepiphysen-Y-Fugen-Winkel nach Cramer (1920) und Haike (1969). Er bezieht sich auf die Stellung der Epiphyse im Raum und damit auch zum Pfannendach. Der Winkel ist eine Darstellung der Abweichung der Epiphysenfuge gegenüber der Horizontalen. Bei sehr starken Pfannendysplasien mit Subluxation kommt es bei fehlender Behandlung zu niedrigen EY-Winkeln und hohen CCD-Winkeln. (Tönis, 1984)

Tabelle 7: EY-Winkel. Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT. (Tönis, 1984, S. 176)

Alter (Jahre)	Grad -4	Grad -3	Grad -2	Normal (Grad 1)	Grad +2	Grad +3	Grad +4
≥ 1- < 2	< 0	≥ 0- < 4	≥ 4- < 8	≥ 8- < 22	≥ 22- < 26	≥ 26- < 30	≥ 30
≥ 2- < 3	< -1	≥ -1- < 3	≥ 3- < 7	≥ 7- < 21	≥ 21- < 25	≥ 25- < 29	≥ 29
≥ 3- < 4	< -2	≥ -2- < 2	≥ 2- < 6	≥ 6- < 20	≥ 20- < 24	≥ 24- < 28	≥ 28
≥ 4- < 5	< -1	≥ -1- < 3	≥ 3- < 7	≥ 7- < 21	≥ 21- < 25	≥ 25- < 29	≥ 29
≥ 5- < 6	< -1	≥ -1- < 3	≥ 3- < 7	≥ 7- < 21	≥ 21- < 25	≥ 25- < 29	≥ 29
≥ 6- < 7	< 1	≥ 1- < 5	≥ 5- < 9	≥ 9- < 23	≥ 23- < 27	≥ 27- < 31	≥ 31
≥ 7- < 8	< 3	≥ 3- < 7	≥ 7- < 11	≥ 11- < 25	≥ 25- < 29	≥ 29- < 33	≥ 33
≥ 8- < 9	< 4	≥ 4- < 8	≥ 8- < 12	≥ 12- < 26	≥ 26- < 30	≥ 30- < 34	≥ 34
≥ 9- < 10	< 6	≥ 6- < 10	≥ 10- < 14	≥ 14- < 28	≥ 28- < 32	≥ 32- < 36	≥ 36
≥ 10- < 11	< 8	≥ 8- < 12	≥ 12- < 16	≥ 16- < 30	≥ 30- < 34	≥ 34- < 38	≥ 38

### 1.3.8 KEF-Winkel

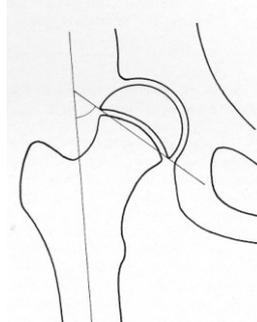


Abbildung 60: Kopfepiphysen-Femurschaft-Winkel (Tönnis, 1984, S. 141)

Der Kopfepiphysen-Femurschaft-Winkel nach Jones (1977) und Immenkamp (1978) liegt zwischen der Epiphysenlinie und einer Geraden durch den Mittelpunkt des Oberschenkelhalses. Er bezieht sich genau wie der EY-Winkel auf die Stellung der Epiphyse im Raum. Vorteil gegenüber des EY-Winkels ist, dass er nicht durch Ab- oder Adduktion in der Beckenaufnahme verfälscht werden kann.

### 1.3.9 MP („migration percentage“)

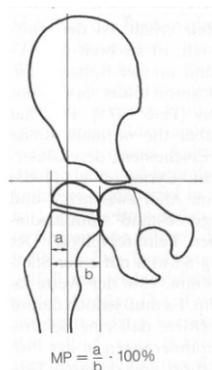


Abbildung 61: Instabilitätsindex nach Reimers (Tönnis S. 115)

Der Instabilitätsindex oder Überdachungsdefizit nach Reimers, engl. „migration percentage“ (MP) wurde von Reimers (1980) eingeführt und soll Aufschluss über die Einstellung des Hüftkopfes in der Pfanne geben. Hierbei berechnet man den Quotienten aus Strecke a (laterale Hüftkopfbegrenzung bis Ombrédanne-Linie) und Strecke b (Breite des Hüftkopfes) und multipliziert ihn mit 100, um eine prozentuale Beurteilung der Tiefeneinstellung zu bekommen.

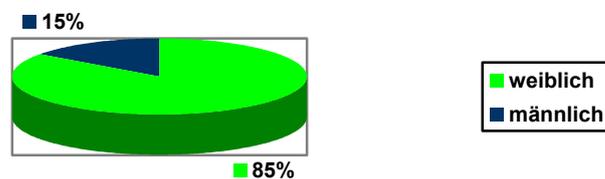
Laut Tönnis (1984) liegen die Normwerte im Alter von 0-14 Jahren bei 0%. Subluxierte Hüften zeigen Werte zwischen 33-99% und bei luxierten Hüften liegen die Werte bei 100%.

Ein großer Vorteil dieser Berechnung ist die Unabhängigkeit von eventuellen Beckendrehungen sowie von Außen- und Innenrotation des Oberschenkels bei der Aufnahme. Man kann an dem Wert sofort erkennen wie viel Prozent des Hüftkopfes unbedeckt sind, dh. das Ausmaß ungenügender Hüftkopfbedeckung. Mit dem CE-Winkel rechnet man im Grunde das Gleiche, nur ist das Ausmaß dort nicht direkt ersichtlich.

## IV ERGEBNISSE

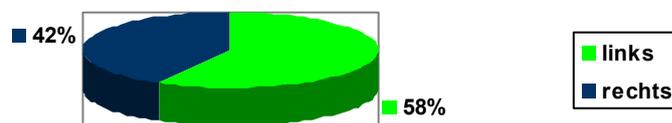
### 1. Verteilung männlich/weiblich

Von **119 Patienten** waren 101 weiblich und 18 männlich. Dies entspricht 84,9% weiblichen und 15,1% männlichen Patienten. Mädchen wiesen somit häufiger (5,6:1) einen pathologischen Befund auf als Jungen.



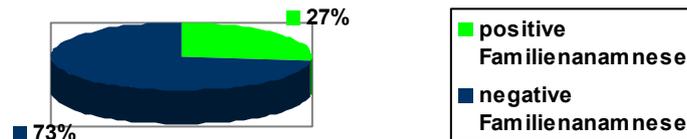
### 2. Verteilung rechts/links

Von den 119 Patienten hatten 34 beidseits und 85 nur einseitig betroffene Hüften. Von den 85 einseitig betroffenen Hüften, waren 55 links und 30 rechts. Von den insgesamt **153 Hüften** betrug die Links-Rechtsverteilung 89:64 (= 58,2% links). Die linke Hüfte war somit etwas häufiger betroffen als die rechte Hüfte.

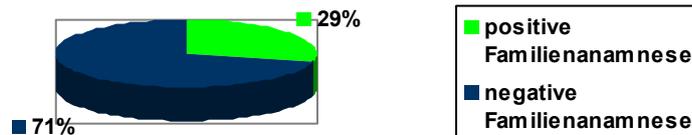


### 3. Häufigkeit Familienanamnese

Von den **119 Patienten** haben 32 Patienten eine positive, und 87 Patienten eine negative Familienanamnese.

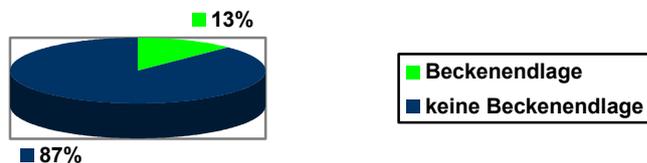


Von den **153 Hüften** die in dieser Studie eingegangen sind, weisen 44 Hüften eine positive und 109 Hüften eine negative Familienanamnese auf.

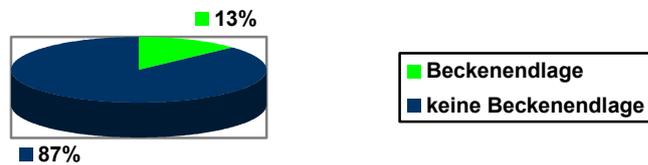


### 4. Häufigkeit Beckenendlage

15 der **119 Kinder** wurden aus Beckenendlage geboren.



20 der **153 Hüften** weisen eine Beckenendlage in der Anamnese auf.



## 5. Häufigkeit Fruchtwassermangel

Bei nur 2 der Mütter der **119 Kinder** lag gegen Ende der Schwangerschaft ein Fruchtwassermangel vor.

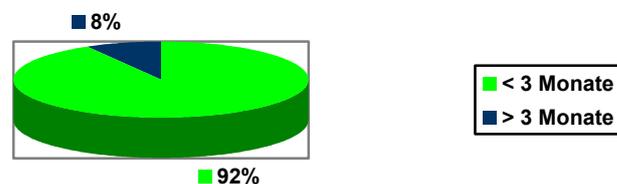


Von den insgesamt **153 Hüften** waren damit nur 2 Hüften mit Fruchtwassermangel in der Anamnese.

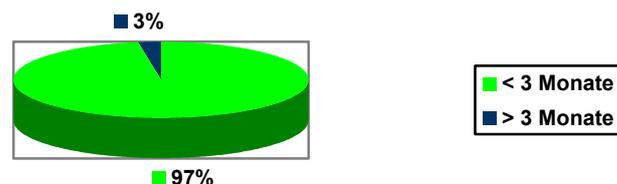


## 6. Häufigkeit bei Therapiebeginn >3.Lebensmonat

Bei **109 Kindern** (91,6%) wurde noch VOR dem 3. Lebensmonat (also noch innerhalb des zweiten Lebensmonats = 56 Tage) die Diagnose gestellt bzw. mit der Behandlung begonnen. Bei 10 (8%) setzte sie erst nach dem 3. Lebensmonat ein. Weiter betrachtet, begann die Therapie bei **115 Patienten** (96,6%) BIS zum 3. Lebensmonat (= 84 Tage) und bei 4 Patienten (3,4%) erst nach diesem Zeitpunkt.



Von den in dieser Studie eingegangenen **153 Hüften** wurden letzten Endes 149 Hüften bereits vor vollendetem 3. Lebensmonat therapiert. Bei nur 4 Hüften wurde erst nach dem 3. Lebensmonat die Diagnose gestellt bzw. mit der Therapie begonnen.

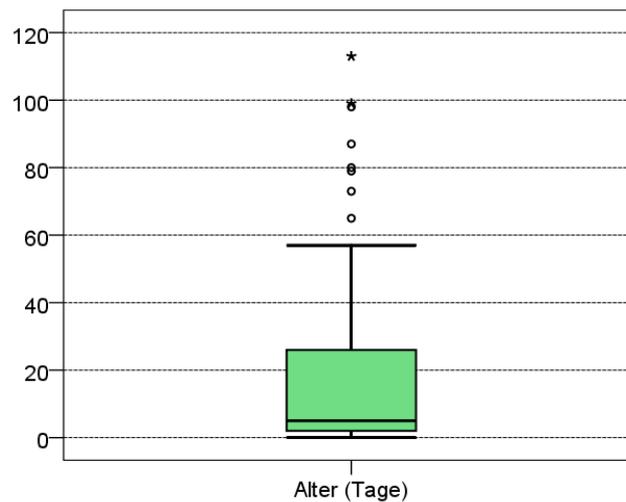


## 7. Erstsonographie – Ergebnisse

Es wurden 101 weibliche und 18 männliche Kinder (5,6:1) untersucht. Insgesamt handelt es sich hierbei um 89 linke, und 64 rechte Hüftgelenke. Die jüngsten Kinder wurden am ersten Lebenstag geschallt, das älteste Kind wurde im Alter von 16 Wochen bzw. am 113. Lebenstag geschallt. Die erste sonographische Untersuchung der Hüftgelenke fand im Mittel am 18. Lebenstag statt, dh. durchschnittlich im Alter von 2,2 Wochen. Die hierfür verwendeten Einschlusskriterien wurden weiter oben bereits besprochen.

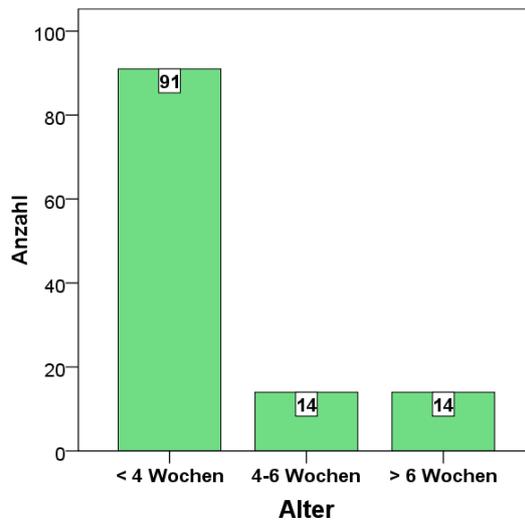
## 7.1. Alter bei Erstsonographie

Die 119 Patienten wurden alle vor Beginn der Therapie geschallt. Das durchschnittliche Alter bei Diagnosestellung, respektive Behandlungsbeginn, lag in Tagen bei **17,8** (Minimum 0; Maximum 113 Tage) mit einer Standardabweichung von 24,7. Dies entspricht einem durchschnittlichen Alter in Wochen von **2,2** (Minimum 0; Maximum 16 Wochen) mit einer Standardabweichung von 3,5.

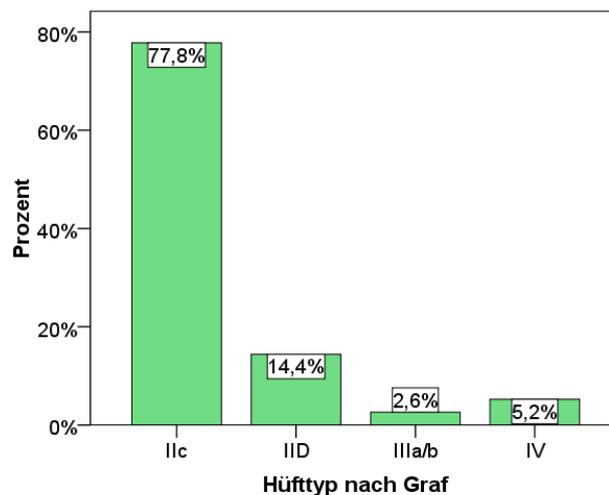


## 7.2. Alter bei Erstsonographie (unterteilt)

In Deutschland wurde seit dem 1. Januar 1996 das sonographische Hüftscreening spätestens während der U3, also in der **4.-6. Lebenswoche** eingeführt. Die nun aufgeführte Übersicht soll zeigen wie viele der 119 Patienten vor oder nach diesem Zeitpunkt geschallt wurden. Es sind insgesamt nur 14 Patienten die sich innerhalb des von der U3 festgelegten Rahmens befinden. 91 Patienten (76,5%) wurden bereits vorher, 14 (11,8%) erst nach der 6. Woche geschallt.



### 7.3. Hüfttyp nach Graf vor Beginn der Therapie



Die in dieser Studie aufgenommenen 153 Hüften von insgesamt 119 Patienten konnten vor Beginn der Therapie folgenden Hüfttypen nach Graf zugeordnet werden:

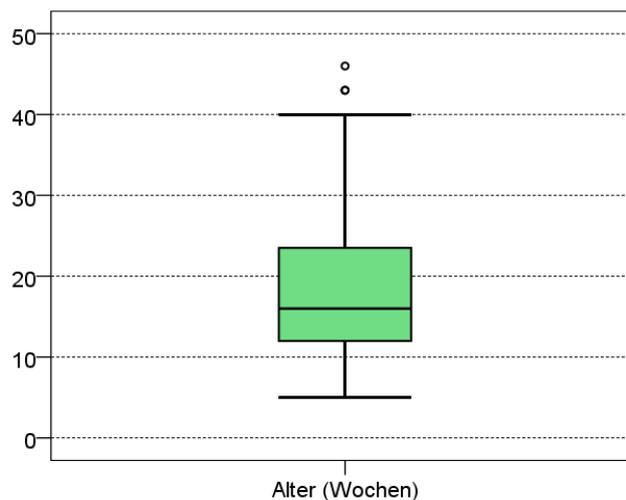
- Typ IIc:** 119 Hüften (77,8%) entsprechen den Kriterien:  
**Alpha-Winkel 43-49°, Beta-Winkel < 77°**
- Typ IID:** 22 Hüften (14,4%) entsprechen den Kriterien:  
**Alpha-Winkel 43-49°, Beta-Winkel > 77°**
- Typ IIIa/IIIb:** 4 Hüften (2,6%) entsprechen den Kriterien:  
**Alpha-Winkel < 43°, Beta-Winkel > 77°**
- Typ IV:** 8 Hüften (5,2%) entsprechen den Kriterien:  
**Alpha-Winkel < 43° und Beta-Winkel nicht messbar**

## 8. Endsonographie/Kontrollsonographie – Ergebnisse

Bei den 153 Hüften der 119 Patienten handelt es sich um Kinder die nach Abschluss der Therapie sonographisch kontrolliert und als „ausgeheilt“ beurteilt wurden, also einen Alpha-Winkel  $> 60^\circ$  aufwiesen.

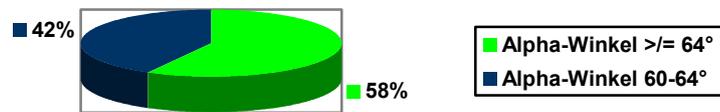
### 8.1. Alter bei Endsonographie

Das durchschnittliche Alter der 119 Patienten, nach Beendigung der Therapie, also bei der End-/Kontrollsonographie lag bei **18,7** Wochen (Minimum 5; Maximum 46 Wochen) mit einer Standardabweichung von 8,9.



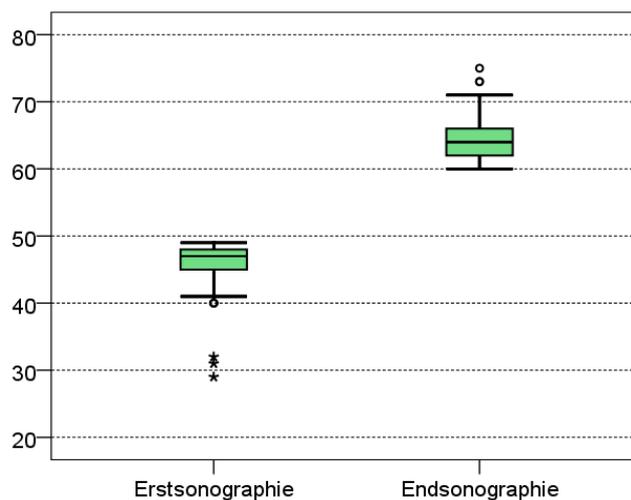
### 8.2. Häufigkeit Alpha-Winkel $< 64^\circ$ in der Endsonographie

Von den **153 betroffenen Hüften** der 119 Patienten, lag der Alpha-Wert in der End-/Kontrollsonographie nach Beendigung der Therapie bei 64 Hüften (41,8%) zwischen  $60-64^\circ$  und bei 89 Hüften (58,2%) lag er über  $64^\circ$ . Auf die Bedeutung wird in der Diskussion näher eingegangen.



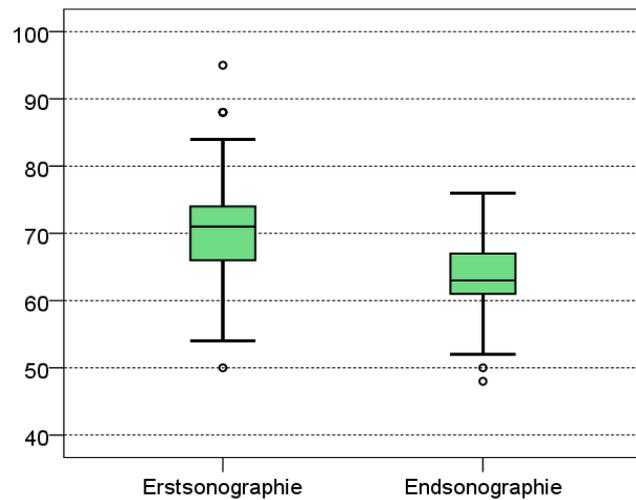
### 8.3. Verteilung des Alpha-Winkels

Der Pfannendachwinkel Alpha lag bei der Erstsonographie im Mittel bei **46,3°** (Minimum 29°; Maximum 49°) mit einer Standardabweichung von 3,2. Bei der Endsonographie lag er im Mittel bei **64,7°** (Minimum 60°; Maximum 75°) mit einer Standardabweichung von 3,1.



### 8.4. Verteilung des Beta-Winkels

Der Knorpeldachwinkel Beta lag bei der Erstsonographie im Mittel bei **70,8°** (Minimum 50°; Maximum 95°) mit einer Standardabweichung von 6,9. Bei der Endsonographie lag er im Mittel bei **63,7°** (Minimum 48°; Maximum 76°) mit einer Standardabweichung von 4,7.

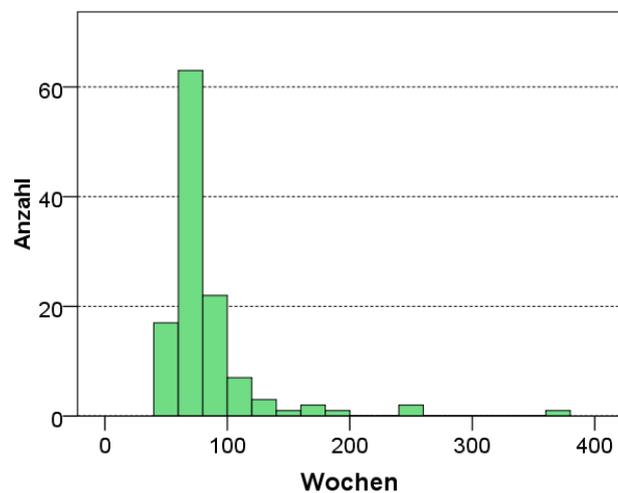


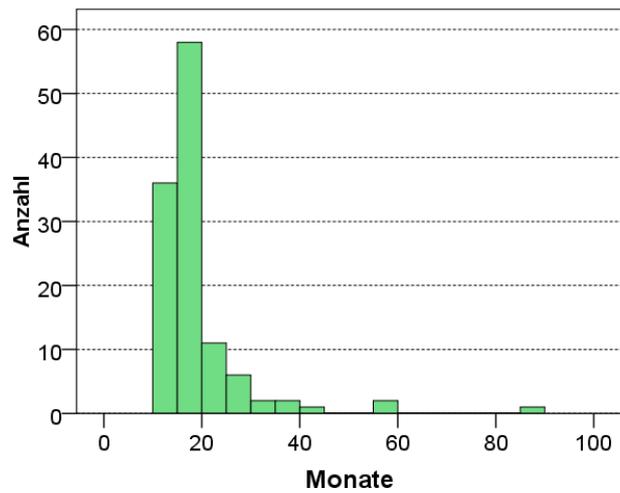
## 9. Ergebnisse der radiologischen Untersuchung

Ausgewertet wurden 119 Beckenübersichtsaufnahmen. Nähere Betrachtung fanden hierbei die insgesamt 153 in die Studie eingegangenen Hüften.

### 9.1. Alter bei radiologischer Kontrolluntersuchung

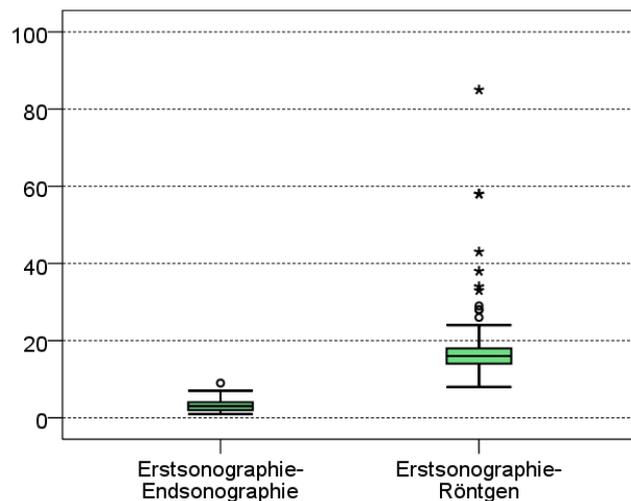
Das durchschnittliche Alter bei denen im Laufalter durchgeführten Beckenübersichtsaufnahmen lag, in Wochen bei **82,9** mit einer Standardabweichung von 42,2. Dies entspricht einem durchschnittlichen Alter in Monaten von **18,6** mit einer Standardabweichung von 9,7.





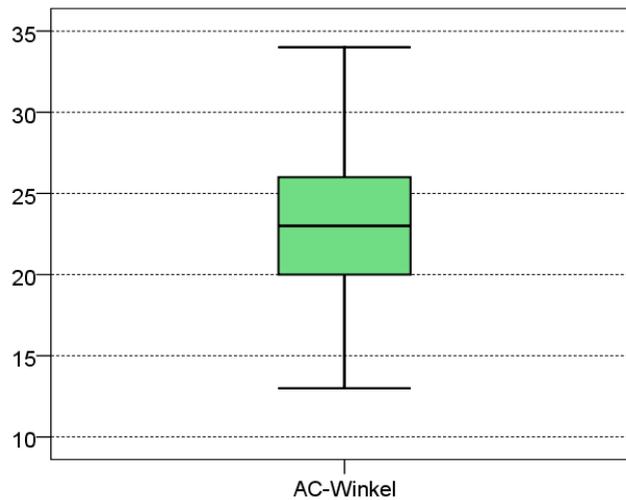
## 9.2. Abstände zwischen Erst- und Endsonographie sowie Erstsonographie und Röntgen

Die Abstände zwischen Erst- und Endsonographie liegen im Durchschnitt bei 3,3 Monaten (Minimum 1; Maximum 9) mit einer Standardabweichung von 1,6. Die Abstände zwischen Erstsonographie und radiologischer Kontrolle liegen im Mittel bei 18,1 Monaten (Minimum 8; Maximum 85) mit einer Standardabweichung von 9,8.



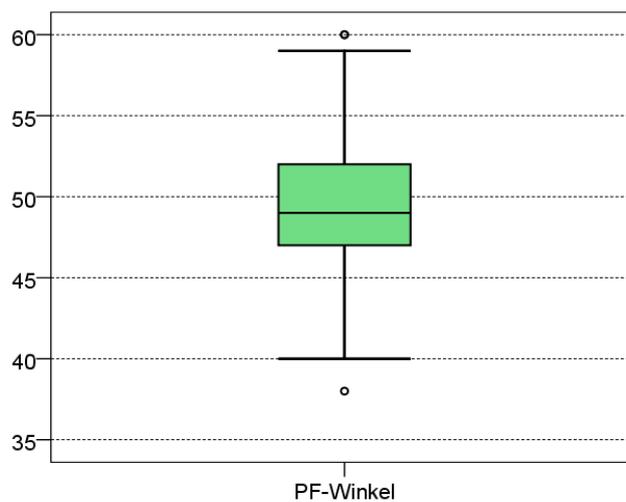
### 9.3. AC-Winkel

Der AC-Winkel liegt im Durchschnitt bei 23,1 (Minimum 13; Maximum 34) mit einer Standardabweichung von 4,4.

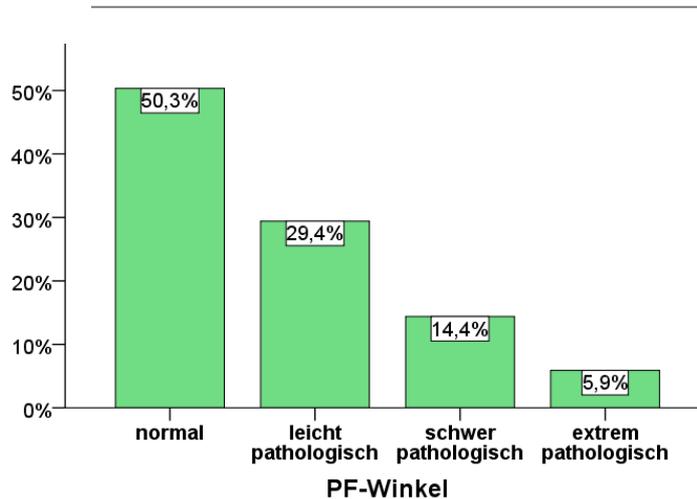


### 9.4. PF-Winkel

Der PF-Winkel liegt im Durchschnitt bei 49,4 (Minimum 38; Maximum 60) mit einer Standardabweichung von 3,8.

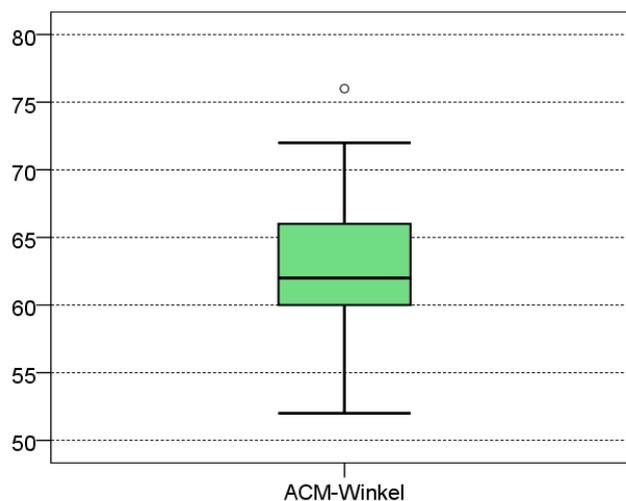


Von den 153 Hüften liegen entsprechend der weiter oben vorgestellten Normwertetabelle (siehe Tabelle 3, S. 73) 77 Hüften (**50,3%**) in der Norm, 45 (**29,4%**) sind leicht pathologisch, 22 (**14,4%**) schwer pathologisch und 9 (**5,9%**) extrem pathologisch.



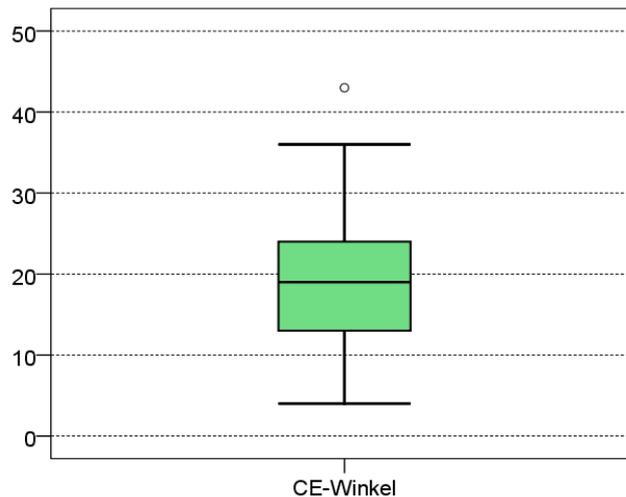
## 9.5. ACM-Winkel

Der ACM-Winkel liegt im Durchschnitt bei 62,6 (Minimum 52; Maximum 76) und einer Standardabweichung von 4,1. Die Normwerte liegen laut Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT (Tönnis, 1984) ab dem 2. Lebensjahr bei  $<50^\circ$ . Normwerte unterhalb des 2. Lebensjahres liegen derzeit in der zur Verfügung stehenden Literatur nicht vor.

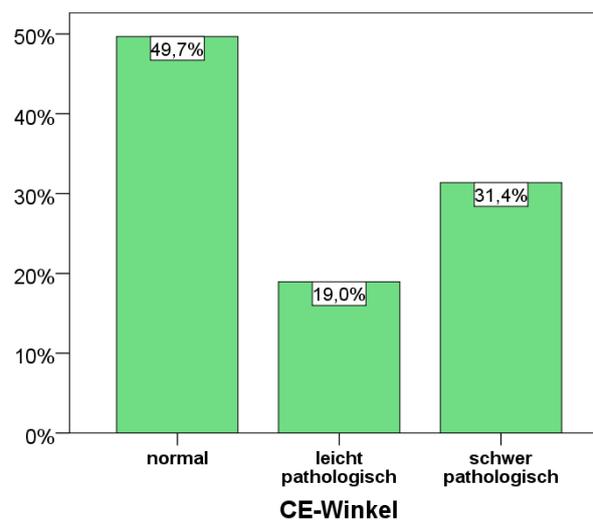


## 9.6. CE-Winkel

Der CE-Winkel liegt im Durchschnitt bei 18,7 (Minimum 4; Maximum 43) und einer Standardabweichung von 7,5.

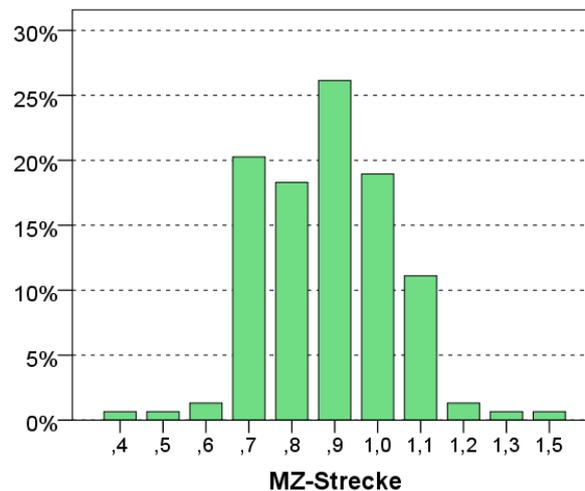


Die Einteilung nach der weiter oben vorgestellten Normwertetabelle des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT (Tönnis, 1984) (siehe Tabelle 5, S. 76) gliedert sich wie folgt: von den 153 untersuchten Hüften, sind 76 (**49,7%**) normal, 29 (**19,0%**) leicht pathologisch und 48 (**31,4%**) schwer pathologisch.



## 9.7. MZ-Strecke

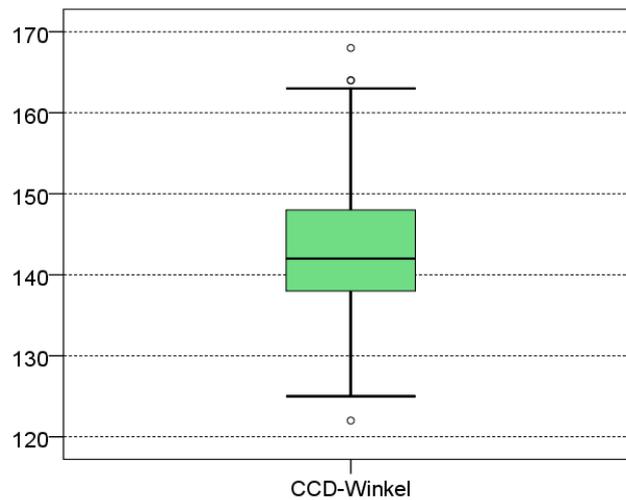
Mittelwerte und Standardabweichung der MZ-Strecke liegen im Alter von 5 bis 8 Jahren bei 3,2 +/- 1,7 mm. Laut Tönnis (1984) liegt der Normbereich bei < 5 mm. Da im Rahmen dieser Studie wesentlich jüngere Patienten beobachtet wurden und derzeit keine weiteren Normwertangaben in der zur Verfügung stehenden Literatur zu finden sind, wurde nur die Verteilung der hier erhaltenen Messwerte dargestellt. Der hier ermittelte Durchschnitt liegt bei 8,83 mm (Minimum 4 mm; Maximum 15 mm) und einer Standardabweichung von 1,6 mm.



## 9.8. CCD-Winkel

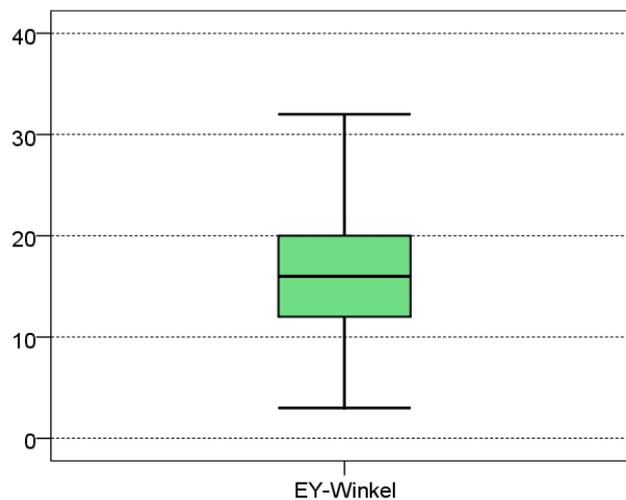
In den hier ausgewerteten Röntgenbildern (a.p. Aufnahmen) wurde nur der projizierte CCD-Winkel gemessen. Hierbei bleibt die Antetorsion des Schenkelhalses gegenüber der Diaphyse unberücksichtigt und der Winkel wird letztendlich als zu groß projiziert. Für eine exaktere Messung des Winkels wären Rippstein-Aufnahmen nötig, wobei hierfür das Hüftgelenk in zwei Ebenen dargestellt wird. Mithilfe von Verrechnungstabellen und einem zusätzlich zu bestimmenden Winkel, nämlich dem AT-Winkel (=Antetorsions-Winkel) ließe sich dann der sogenannte reelle CCD-Winkel ermitteln.

Die projizierten CCD-Winkel liegen in dem hier untersuchten Patientenkollektiv im Durchschnitt bei 143,2 (Minimum 122; Maximum 168) und einer Standardabweichung von 8,8.



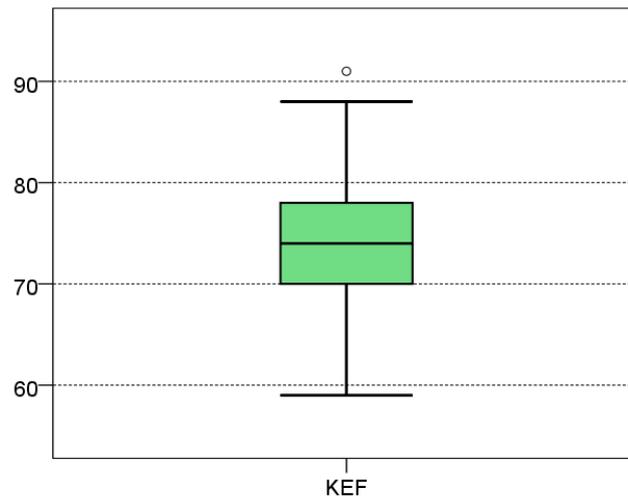
## 9.9. EY-Winkel

Der EY-Winkel liegt im Durchschnitt bei 15,7 (Minimum 3; Maximum 32) und einer Standardabweichung von 5,9. Die Normwerte liegen laut Arbeitskreis für Hüftdysplasie der DGOT (Tönnis, 1984) im Alter von 1 bis 2 Jahren bei 8-22°. (siehe Tabelle 7, S. 79)



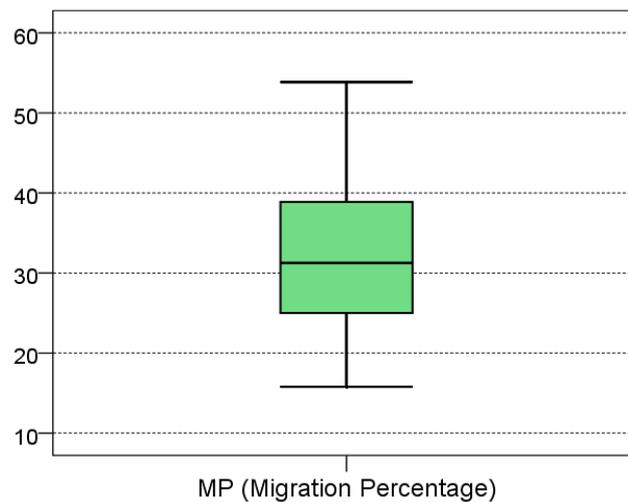
## 9.10.KEF-Winkel

Der KEF-Winkel liegt im Durchschnitt bei 74,2 (Minimum 59; Maximum 91) und einer Standardabweichung von 5,9. Normwerte sind in der derzeit zur Verfügung stehenden Literatur nicht vorhanden.



### 9.11.MP („migration percentage“)

Der Instabilitätsindex nach Reimers liegt im Durchschnitt bei 32,6 (Minimum 15,8; Maximum 53,9) und einer Standardabweichung von 8,9. Die Angaben zu Normwerten sind in der Literatur leider unvollständig, deswegen wurde nur die Verteilung der hier behandelten Patienten errechnet.

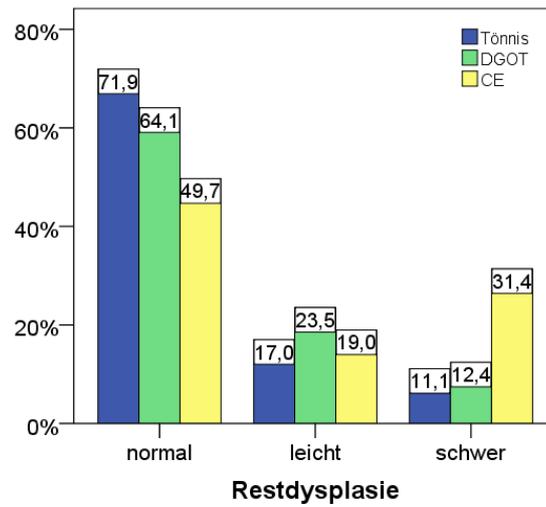


## 10. Restdysplasie

Unter Restdysplasie, auch residuelle Pfannendysplasie genannt, im englischen Residual Acetabular Dysplasia (RAD) versteht man einen bei Wachstumsabschluss noch pathologischen Befund der Hüfte auf der Basis einer Hüftreifungsstörung. (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003) Diese kann bei bereits vorbehandelten oder aber auch erstmals im Erwachsenenalter entdeckt werden. Korrekturprinzip für die Pfannendysplasie ist die chirurgische Reorientierung der Pfanne bis der Hüftkopf symmetrisch-horizontal bedeckt wird (z.B. Normalisierung des dysplastischen Acetabulums durch reorientierende Pfannenosteotomien). Die Bestimmung der Restdysplasierate besitzt einen hohen sozioökonomischen Wert, da nicht erfolgreich behandelte Dysplasien zu einem hohen Prozentsatz zu einer Koxarthrose führen. (Bernau, Matthiessen, 2002) Die Behandlungsergebnisse und damit das Auftreten von Restdysplasien haben sich jedoch in den letzten Jahrzehnten deutlich verbessert. Eine vollkommene Heilung wurde von Hohmann (1952) bei 29%, von Schultheiß (1965) bei 37%, von Lenz et al. (1978) bei 78,5% beobachtet. Zu erklären sind die schlechten Behandlungsergebnisse früherer Jahre durch hohe Nekroseraten, welche heute aufgrund neuer Erkenntnisse und Behandlungsmethoden deutlich gesunken sind. Einfluss auf einen besseren Behandlungserfolg haben ebenso ein früheres Alter bei Behandlungsbeginn, die Behandlungsdauer und evtl. operative Maßnahmen, die rechtzeitig in Angriff genommen werden müssen. Lenz et al. (1978) stellte deutlich schlechtere Ergebnisse mit zunehmendem Luxationsgrad bei Behandlungsbeginn fest, wobei der Luxationsgrad ebenfalls vom Alter abhängig ist. (Tönnis, 1984, S. 226) Nach Tönnis (1984) liegt die Restdysplasierate nach konservativ austherapierten Hüftdysplasien bei ca. 20%.

Tendenziell stabilisieren bzw. verbessern sich leicht dysplastische Hüften noch im Verlauf, meist bis zum Ende des 2. Lebensjahres. Stark pathologische Hüften verschlechtern sich weiter. (Tönnis, 1984, S. 227) Eine operative Korrektur wird bis zum 6. Lebensjahr empfohlen (Lenz, 1997). Bei drohender Reluxation ist eine sofortige Azetabuloplastik indiziert. (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003)

Die radiologische Beurteilung bzw. die Bestimmung der Restdysplasierate erfolgte anhand des AC-Winkels nach Tönnis (siehe Tabelle 1, S. 71), des AC-Winkels nach dem Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT (siehe Tabelle 2, S. 72) und dem CE-Winkel (siehe Tabelle 5, S. 76). Die Messung dieser Winkel in dem hier untersuchten Patientenkollektiv von 153 Hüften (n=153) ergab:



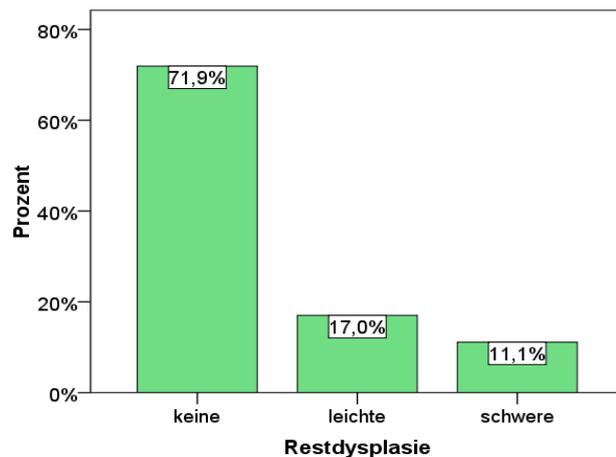
Im Einzelnen ergeben sich daraus folgende Werte:

Tabelle 8: Restdysplasierate nach AC-Winkel (Töniss und DGOT) und CE-Winkel (DGOT)

RESTDYSPLASIERATE	Normal	Leicht pathologisch	Schwer pathologisch
AC-Winkel – nach Töniss (1984)	110 (71,9%)	26 (17,0%)	17 (11,1%)
AC-Winkel – nach Klassifizierungssystem der DGOT	98 (64,1%)	36 (23,5%)	19 (12,4%)
CE-Winkel – nach Klassifizierungssystem der DGOT	76 (49,7%)	29 (19%)	48 (31,4%)

## 10.1. Restdysplasierate nach AC-Winkel (nach Tönnis)

Die Berechnungen wurden nach der alters-, geschlechts- und seitenabhängigen Normwertetabelle von Tönnis (1984) gemacht (siehe Tabelle 1, S. 71). 110 Hüften (71,9%) sind im Normbereich. 26 Hüften (17,0%) sind leicht pathologisch und 17 Hüften (11,1%) sind schwer pathologisch.



Wenn man nur die 43 betroffenen Hüften (26 leicht pathologisch und 17 schwer pathologisch) gesondert betrachtet, sind 7 (16,3%) **männlich** und 36 (83,7%) **weiblich**. Diese 43 Hüften gehörten vor Therapiebeginn den folgenden Hüfttypen an:

- 32 Typ IIc
- 6 Typ IID
- 1 Typ IIIa/IIIb
- 4 Typ IV

Tabelle 9: Hüften mit leichter und schwerer Restdysplasie: ursprüngliche Einteilung der Hüfttypen nach Graf vor Therapiebeginn

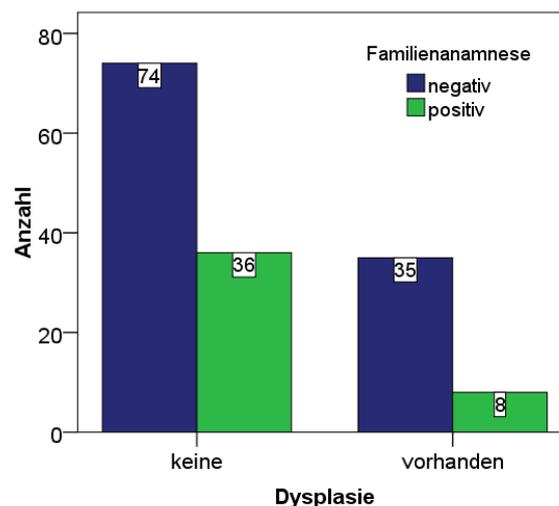
Hüfttypen nach Graf	Typ IIc	Typ IID	Typ IIIa/IIIb	Typ IV	Gesamt
Häufigkeit (Hüften)	32	6	1	4	43
Prozent (%)	74,4%	14%	2,3%	9,3%	100%

### 10.1.1. – im Unterschied links vs. rechts

Nach Beendigung der Therapie weisen, ausgehend von der Normwertetabelle von Tönnis (siehe Tabelle 1, S. 71) von den insgesamt **89 linken** Hüften 69 (77,5%) keine, 14 (15,7%) eine leichte und 6 (**6,7%**) eine schwere Dysplasie auf. Von den insgesamt **64 rechten** Hüften weisen 41 (64,1%) keine, 12 (18,8%) eine leichte und 11 (**17,2%**) eine schwere Dysplasie auf.

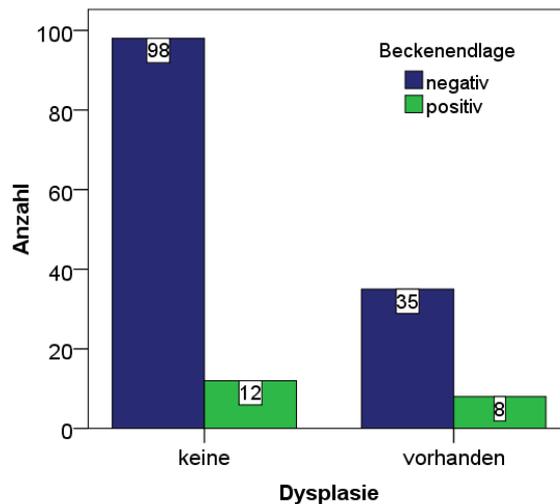
### 10.1.2. – bei positiver Familienanamnese

Unter den 153 in dieser Studie eingegangenen Hüften, sind 109 ohne und 44 mit positiver Familienanamnese. Auf Grundlage der Normwertetabelle von Tönnis (siehe Tabelle 1, S. 71) und der Messungen des AC-Winkels, weisen von diesen 44 Hüften mit positiver Familienanamnese 36 Hüften, also 81,8% keine und **8 Hüften, also 18,2%**, eine Restdysplasie auf. Von 109 Hüften ohne positiver Familienanamnese haben 74 Hüften, also 67,9%, keine und **35 Hüften, also 32,1%** eine Dysplasie. Das bedeutet bei Überprüfung durch den Chi-Quadrat-Test nach Pearson eine Signifikanz von  $p=0,112$ . Demnach ist in diesem Patientenkollektiv keine Signifikanz festzustellen. Es ist zwar festzustellen dass eine positive Familienanamnese einen gewissen Einfluss auf die Restdysplasierate hat, jedoch wären hierfür größere Fallzahlen notwendig um dies auch zu belegen.



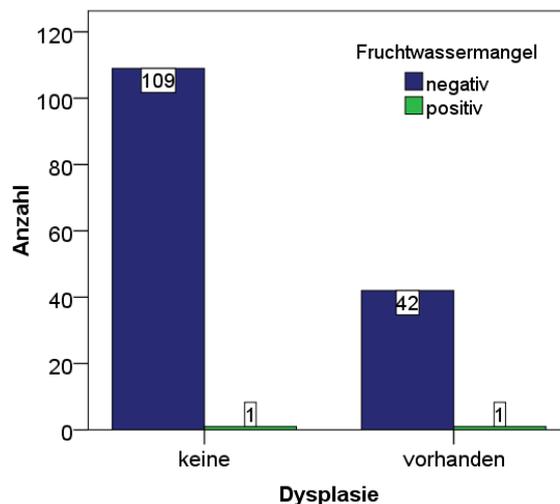
### 10.1.3. – bei Beckenendlage

Von 20 Hüften mit Beckenendlage weisen 8, also **40%** eine Restdysplasie auf, von 133 Hüften ohne Beckenendlage weisen 35, also **26,3%**, eine Restdysplasie auf. Die statistische Berechnung mit dem Chi-Quadrat-Test ergibt eine Signifikanz von  $p=0,284$ . Hiermit weist die Beckenendlage also hier auch keine Signifikanz auf.



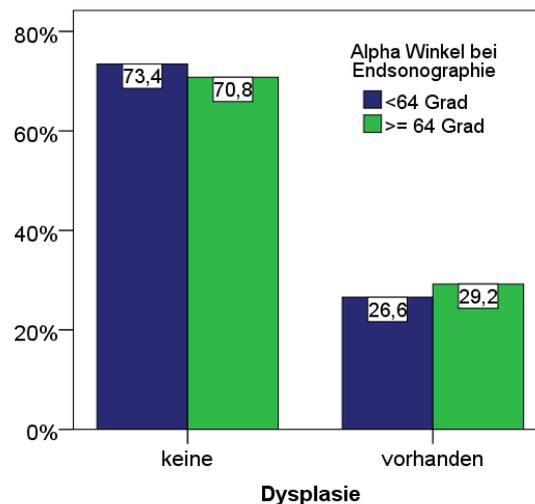
### 10.1.4. – bei Fruchtwassermangel

Von 2 Hüften mit positivem Oligohydramnion weist 1 Hüfte, also **50%**, eine Restdysplasie auf, wobei von 151 ohne Oligohydramnion 42 Hüften, also **27,8%**, eine Restdysplasie aufweisen. Bei Messung mit dem Chi-Quadrat-Test ergibt sich eine Signifikanz von  $p=1,000$ . Das Ergebnis ist natürlich aufgrund der geringen Fallzahl nicht signifikant.



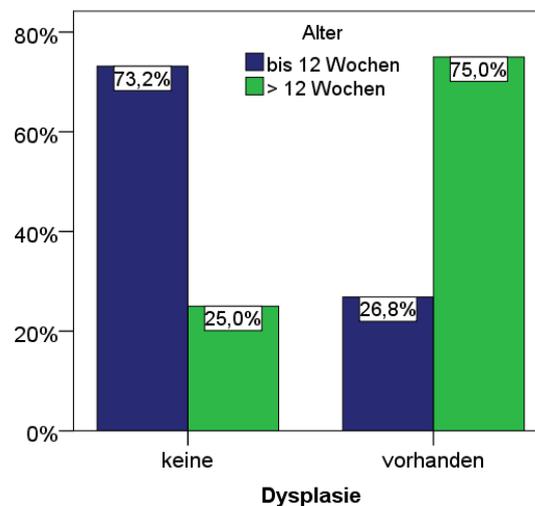
### 10.1.5. – bei Alpha-Winkeln <64° in der Endsonographie

Von den 43 Hüften mit vorhandener Restdysplasie (nach AC-Winkel nach Tönnis) entfallen 17 (**26,6%**) auf Hüften, die in der Endsonographie Alpha-Winkel <64° hatten, und 26 (29,2%) auf diejenigen, die Alpha-Winkel größer/gleich 64° aufwiesen. 47 (73,4%) Hüften weisen keine Restdysplasie auf bei Alpha-Winkeln <64° und 63 (70,8%) Hüften weisen keine Restdysplasie auf bei AlphaWinkeln größer/gleich 64°.



### 10.1.6. – bei Therapiebeginn > 3. Lebensmonat

Es werden hier die Gruppen „Alter bei Erstsonographie bis 12 Wochen“ und „Alter bei Erstsonographie > 12 Wochen“ bezüglich einer bestehenden Restdysplasie verglichen.



Von den 153 beobachteten Hüften entfallen 149 auf ein Therapiebeginn vor dem 3. Lebensmonat und nur 4 Hüften die erst nach dem 3. Lebensmonat erkannt bzw. therapiert wurden. Eine Restdysplasie (nach AC-Winkel nach Tönnis) trat bei 40 (26,8%) Hüften mit Therapiebeginn < 3 Monate vs. 3 (**75%**) Hüften mit Therapiebeginn > 3 Monate auf. Die Berechnungen mit dem Chi-Quadrat-Test ergeben ein Ergebnis von  $p=0,067$ . Hiermit weist der Therapiebeginn > 3. Lebensmonat gerade noch keine Signifikanz auf. Das bedeutet, dass die Patienten bei denen erst ab der 12. Lebenswoche (ab einem Alter von 3 Monaten) mit einer Therapie begonnen wurde, eine größere Restdysplasierate aufweisen, dies jedoch nur mit größeren Fallzahlen signifikant zu belegen wäre.

### **10.1.7. – Korrelation einzelner Risikofaktoren**

Hierbei sollte untersucht werden ob alle betrachteten Risikofaktoren zusammengenommen ein insgesamt erhöhtes Restdysplasierisiko bewirken.

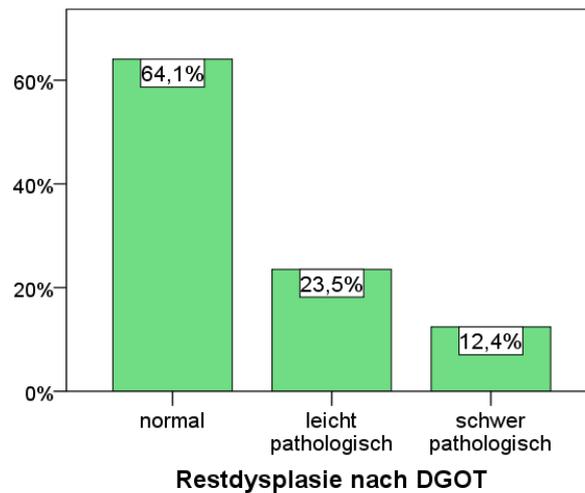
Die binäre logistische Regression ermöglicht die Bestimmung von Risikofaktoren für ein Zielkriterium, wobei dieses Kriterium zweistufig ist, z.B. Dysplasie vs. keine Dysplasie. Es wurden folgende Variablen (Haupteffekte) in das Modell aufgenommen: Geschlecht, Familienanamnese, Fruchtwassermangel, Beckenendlage und Alter bei Erstsonographie bzw. Therapiebeginn. Fruchtwassermangel und Therapiebeginn > 3. Lebensmonat wurden hierbei wegen zu geringer Fallzahlen im weiteren Verlauf nicht weiter berücksichtigt.

Außerdem wurden Interaktionen (dh. Wechselwirkungen) dieser Variablen mit einbezogen. Die Rechnungen wurden mit der SPSS-Funktion „Logistic Regression“ mit der Option „Automatische Modellsuche – rückwärts“ durchgeführt, dh. zuerst wurden alle Variablen und Interaktionen mit aufgenommen und dann schrittweise geprüft, welche Regressoren entfernt werden können.

Die Untersuchung mittels logistischer Regression ergab in diesem Fall leider kein signifikantes Modell ( $p=0,074$ ).

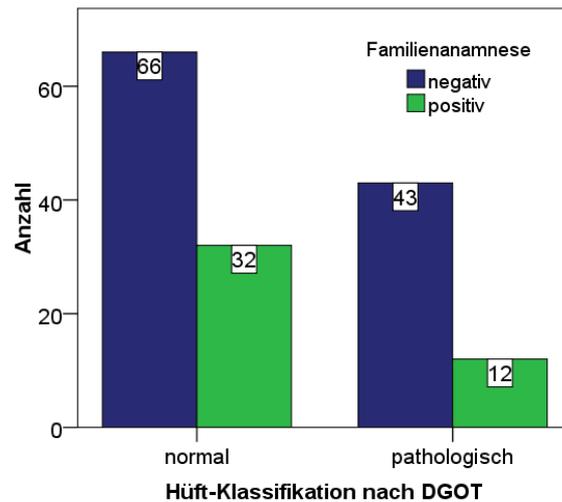
## 10.2. Restdysplasierate nach AC-Winkel (nach DGOT)

Die Berechnungen wurden nach der überarbeiteten Normwertetabelle des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT aus Tönnis (1984) gemacht (siehe Tabelle 2, S. 72). 98 Hüften (64,1%) sind im Normbereich. 36 Hüften (23,5%) sind leicht pathologisch und 19 Hüften (12,4%) sind schwer pathologisch.



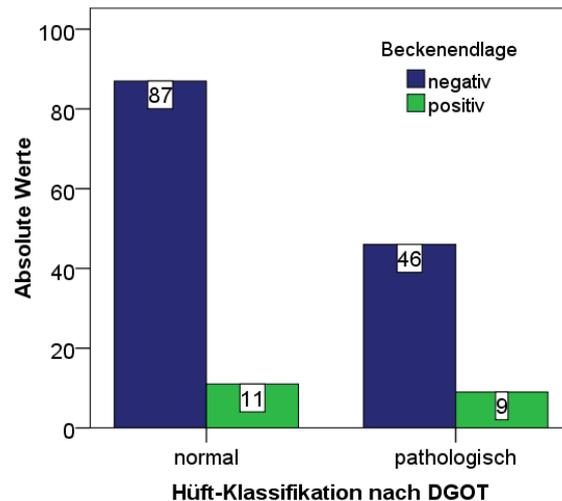
### 10.2.1. – bei positiver Familienanamnese

Nach dem Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT (siehe Tabelle 2, S. 72) weisen von den 44 Hüften mit positiver Familienanamnese 32 Hüften, also 72,7% keine und 12 Hüften, also **27,3%**, eine Dysplasie auf. Von 109 Hüften ohne positiver Familienanamnese haben 66 Hüften, also 60,6% keine und 43 Hüften, also 39,4% eine Dysplasie.



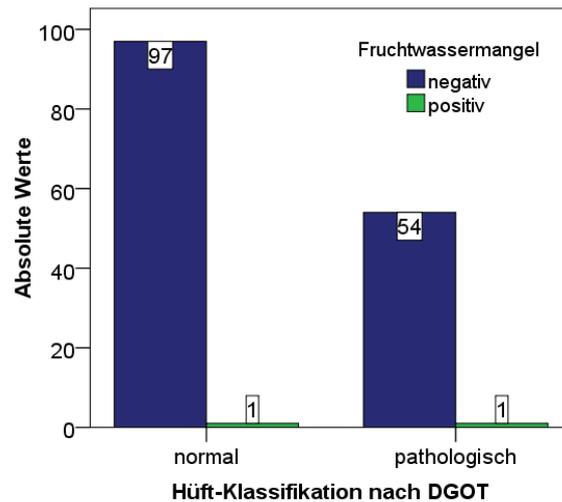
### 10.2.2. – bei Beckenendlage

Von 20 Hüften mit Beckenendlage weisen 9, also **45%** eine Restdysplasie auf. Von 133 Hüften ohne Beckenendlage weisen 46, also 34,6% eine Restdysplasie auf.



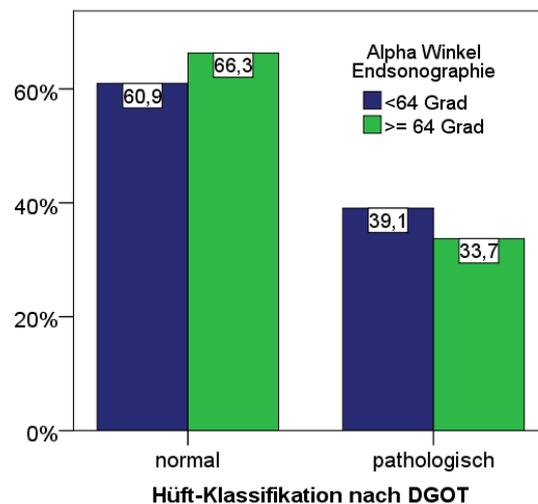
### 10.2.3. – bei Fruchtwassermangel

Von 2 Hüften mit Fruchtwassermangel in der Familienanamnese weist 1 Hüfte, also **50%**, eine Restdysplasie auf. Von den 151 Hüften ohne Fruchtwassermangel in der Familienanamnese weisen 54, also 35,8%, eine Restdysplasie auf.



#### 10.2.4. – bei Winkeln < 64° in der Endsonographie

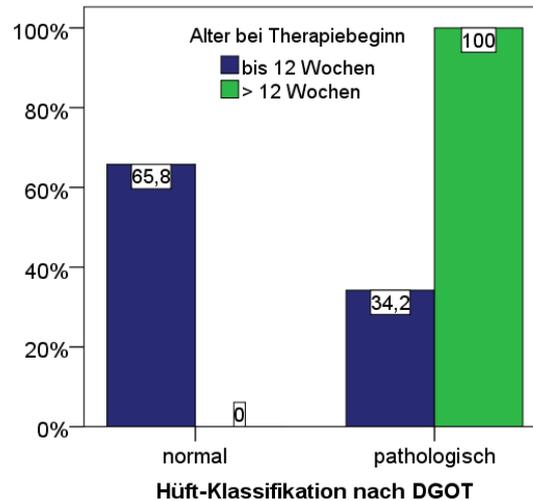
Von 55 Hüften mit vorhandener Restdysplasie - nach dem Klassifizierungssystem der DGOT (siehe Tabelle 2, S. 72) – entfallen 25 (39,1%) auf Hüften, die in der Endsonographie Alpha-Winkel <64° aufwiesen. 30 (33,7%) entfallen auf diejenigen, die Alpha-Winkel größer als 64° aufwiesen.



#### 10.2.5. – bei Therapiebeginn > 3. Lebensmonat

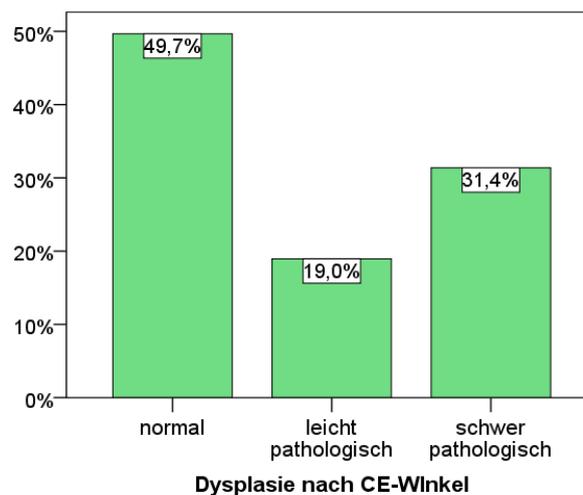
Von 4 Hüften die bei Therapiebeginn > 12 Wochen alt waren, weisen alle 4 Hüften (100%) eine Restdysplasie auf. Von 149 Hüften die noch vor der 12. Lebenswoche diagnostiziert und therapiert wurden, haben 98 Hüften (65,8%) keine und 51 Hüften (34,2%) eine Restdysplasie. Die Berechnungen mit dem Chi-Quadrat-Test ergeben ein

**signifikantes** Ergebnis von  $p=0,016$ . Das bedeutet, dass die Patienten bei denen erst ab der 12. Lebenswoche (dh. ab einem Alter von 3 Monaten) mit einer Therapie begonnen wurde, eine größere Restdysplasierate aufwiesen.



### 10.3. Restdysplasierate nach CE-Winkel

Die Berechnungen wurden nach der DGOT Tabelle aus Tönnis (1984) gemacht (siehe Tabelle 5, S. 76), dh. Winkel  $> 20^\circ$  sind normal,  $15-19^\circ$  leicht pathologisch und  $0-14^\circ$  schwer pathologisch. 76 Hüften (49,7%) sind im Normbereich. 29 Hüften (19%) sind leicht pathologisch und 48 Hüften (31,4%) sind schwer pathologisch.



## V. DISKUSSION

Im Vordergrund dieser Arbeit steht die Frage der Effektivität einer frühzeitigen Therapie sonographisch ermittelter dysplastischer Hüften. Trotz erfolgreicher und frühzeitig eingeleiteter Diagnostik und Therapie verbleiben einige Hüften dysplastisch. Diese sogenannte Restdysplasierate wird durch die Ergebnisse der radiologischen Untersuchung im Laufalter belegt und näher untersucht.

Limitierende Faktoren bei der hier vorliegenden Studie sind die zum Teil geringen Fallzahlen, beispielsweise nur geringe Aussagekraft statistischer Auswertungen bei dysplastischen Hüften mit Fruchtwassermangel in der Anamnese. Wegen des retrospektiven Charakters der Studie, waren die Followup-Intervalle für jeden Patienten variabel, genauso wie die Zeitpunkte der durchgeführten Sonographien und Beckenübersichtsaufnahmen. Weitere Einschränkungen die berücksichtigt werden müssen sind, dass keine Aussage über die Häufigkeit stationär durchgeführter Behandlungsmaßnahmen möglich ist. Es kann nicht auf die Prävalenz von Hüftreifungsstörungen und/oder -luxationen insgesamt geschlossen werden. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass trotz intensiver Bemühungen und relativ guter Rücklaufquoten, die Datenerhebung nicht vollständig ist. Dies bedeutet, dass im Rahmen von Validierungsmaßnahmen das Ausmaß der Untererfassung berücksichtigt werden müsste. Zudem sind die durchgeführten Behandlungsmaßnahmen während der Beobachtungszeit, nicht Gegenstand der hier vorgelegten Arbeit.

In Deutschland ist seit dem 1.1.1996 die Durchführung einer Hüftsonographie im Rahmen der dritten Früherkennungsuntersuchung (U3), also in der 4.-6. Lebenswoche vorgeschrieben. Effektivität und Effizienz eines sonographischen Screenings sind jedoch in der internationalen Literatur trotz guter Ergebnisse noch umstritten. Die Interpretation bisher erhobener unterschiedlicher Ergebnisse muss jedoch unter der Berücksichtigung meist uneinheitlicher methodischer Ansätze (Patientenkollektive, Untersuchungsmethoden, Klassifizierung der vorliegenden Dysplasie, statistische Auswertung/ Studienplanung) erfolgen.

In Schweden und Österreich sind Sonographien in den ersten Lebenstagen obligatorisch. In der Tschechei (wo die Hüftdysplasie ebenfalls häufig vorkommt) sind Beckenübersichtsaufnahmen im Alter von 3.-4. Jahren obligatorisch.

Im Jahr 1988 wurde eine Untersuchung von Katthagen et al. an 1171 Kindern durchgeführt, wovon 888 eine Hüftgelenksluxation aufwiesen. Der durchschnittliche Behandlungsbeginn betrug damals 9 Monate. Schon damals wurde eine sonographische Vorsorgeuntersuchung in der ersten Lebenswoche gefordert.

Clark et al. (1989) vertritt die Meinung, dass das sonographische Screening sofort nach der Geburt bei Kindern mit Risikofaktoren nicht die erwünschte Wirkung von weniger spät entdeckten Dysplasien zu lösen vermag, zumal ein großer Teil der spät entdeckten Dysplasien keine Risikofaktoren aufweisen und dadurch auch nicht durch ein selektives früheres Screening entdeckt werden. (Hansson , Jacobson, 1997)

Manche, v.a. angelsächsische Autoren kritisieren, dass die dynamische Komponente, also die Instabilität, nur wenig berücksichtigt wird. Hierzu wäre allerdings eine Sonographie „unter Stress“ notwendig. Diese lässt sich aber nicht standardisieren und wäre deshalb für Routineuntersuchungen vermutlich unzuverlässig.

In den USA werden hauptsächlich klinische Screenings durchgeführt, die Sonographie hat sich noch nicht durchgesetzt. (Maxwell et al., 2002; Patel et al., 2001) Von der „US Preventive Services Task Force“ wird sogar der Sinn bzw. Nutzen eines klinischen Screenings sowie der der Spreizbehandlung angezweifelt. (Shipman et al., 2006)

Caterall (1994) ist der Meinung, dass eine Dysplasie im „unidentifizierbaren Rauschen“ der sonographischen Bilder nicht beurteilt werden kann, und hält die klinische Untersuchung sowie ein Röntgenbild im Alter von 3 Monaten für die entscheidenden diagnostischen Mittel. Ebenso sehen Aronson et al. (1994) die Möglichkeit, dass die Sonographie durch ihre hohe Sensitivität eine Tendenz von Übertherapien provozieren könnte. Graf (1997 b) wehrt sich gegen den Vorwurf, dass die Hüftsonographie in der in Deutschland und Österreich geführten Technik zu Überbehandlungen führt. Im Unterschied zu skandinavischen Ländern kommen in Deutschland auch die sog. dysplastischen Hüftgelenke in den Behandlungspool, während sie in skandinavischen Ländern davon ausgeklammert sind. Dies kommt meist dadurch zustande, dass in diesen Ländern zur Diagnosestellung andere Techniken verwendet werden, bei denen letztendlich nur zwischen gesunden und hochpathologischen Hüften (luxierte Hüften) unterschieden wird. Die Hüften die dazwischen liegen (dysplastische Hüften), werden hierdurch nicht abgedeckt.

Graf empfiehlt dysplastische Hüften bis zum Erreichen einer Typ I Hüfte zu behandeln, also bis zum Erreichen eines Alpha-Winkels von  $60^\circ$ , Tönnis bezieht sich auf die Untersuchungen von Casser (1992) und fordert eine Behandlung bis zu einem Alpha-Winkel von  $65^\circ$  im Sonogramm. Tschauner et al. (1994) vertreten eine ähnliche Meinung und belegen dies mit folgender Untersuchung: der Mittelwert des Alpha-Winkels unbehandelter Hüftgelenke erreicht im 2. Lebensmonat  $60^\circ$ , im 4. Lebensmonat  $64^\circ$ , um danach bis gegen Ende des ersten Lebensjahres ein Plateau bei etwas mehr als  $64^\circ$  beizubehalten.

Tschauner und Klapsch (1994) bestimmten eine „Reifungskurve“ des sonographischen Alpha-Winkels nach Graf für unbehandelte Hüftgelenke im ersten Lebensjahr. Für die ersten drei Lebensmonate ergaben sich folgende Wertebereiche: Im 1. Monat kontrollbedürftig bei  $55-52^\circ$ , therapiebedürftig bei  $<51^\circ$ , im 2. Monat kontrollbedürftig bei  $56-53^\circ$ , therapiebedürftig bei  $<52^\circ$  und im 3. Monat kontrollbedürftig bei  $58-55^\circ$ , therapiebedürftig bei  $<54^\circ$ . Das bedeutet, dass die bisherige Unterteilung, besonders bei Ila Hüften zusammen mit den einhergehenden therapeutischen Konsequenzen eine sehr strenge und auf Sicherheit ausgelegte Einteilung war.

In einer von Niethard et al. (2000) veröffentlichten Arbeit, wird auf die Verunsicherung der Anwender bei der Therapiewahl eingegangen und führt diese auf eine gewisse Diskrepanz zwischen der sonographischen Klassifikation der Säuglingshüfte nach Graf und den altersabhängigen Reifungskurven des Alpha-Winkels, wie von Tschauner beschrieben werden zurück. In einer Stellungnahme durch Reither, Tschauner und Niethard (2000) wird kommentiert dass es sich nur um eine scheinbare Diskrepanz handelt, da die grafischen Bestimmungen mittels Sonometer im Vergleich zur Tschauner- und Graf-Reifungskurve nur Abweichungen von  $1-2^\circ$  zeigen. Man kommt hier zu der Schlussfolgerung, dass die graphische Klassifikation mittels Sonogramm im klinischen Alltag und zur Bestimmung des Hüfttyps sowie der therapeutischen Empfehlungen weiterhin primäre Relevanz hat. Die altersabhängige Reifungskurve wäre eher für wissenschaftliche Zwecke heranzuziehen.

Bezüglich Familienanamnese, Beckenendlage und Fruchtwassermangel als Hauptrisikofaktoren ist in der hier vorliegenden Arbeit eine gewisse Tendenz erkennbar, statistisch jedoch nicht signifikant. Die Ergebnisse decken sich daher aufgrund der hier vorliegenden geringeren Fallzahlen nicht gänzlich mit denen anderer Untersucher. (Rühmann et al., 1998; Casser, 1992 ; Falliner et al., 1994; Graf Tschauner, 1994)

Mittelmeier et al. (1998) untersuchten 57 ursprünglich dysplastische Hüften nach durchschnittlich 7,8 Jahren. Ursprünglich gehörte das Kollektiv den Hüfttypen IIc, D und III nach Graf an, die erfolgreich mit Beuge-Spreizhosen behandelt wurden. Die röntgenologischen Kontrollen ergaben durchschnittliche AC-Winkel von  $11^\circ$  und CE-Winkel von  $28^\circ$ . In 14% lagen bei der Nachuntersuchung leicht pathologische AC-Winkel (nach Tönnis) vor - alle im Bereich der 1s Standardabweichung. Beim CE-Winkel zeigten sich 12% leicht pathologisch. Schwer pathologische CE-Winkel wurden nicht gefunden. Sie halten eine radiologische Kontrolle im Alter von 1 bis 1,5 Jahren für angemessen. Spätere radiologische Kontrollen (während des pubertären Wachstumsschubs) vermutlich nur bei Auftreten von Beschwerden oder auf speziellen Wunsch hin, notwendig. Der Unterschied zu der hier vorliegenden Studie ist: Die Untersuchung durch Mittelmeier et al. (1998) beinhaltet **keine** Typ IV Hüften, was die Ergebnisse natürlich wesentlich ändern dürfte.

Aus der Arbeit von Altenhofen et al. (1998) werteten 191.000 verfügbare sonographische Routinebögen aus, wie sie seit der Einführung der Sonographie als Screeningmethode im Jahr 1996 in Deutschland üblich ist. Daraus geht hervor, dass die Untersuchungen durchschnittlich am **36. Lebensstag** durchgeführt wurden. Dies bedeutet das die meisten Kinder eher in der 6ten Lebenswoche untersucht wurden, statt wie empfohlen, in der 4.-6. Lebenswoche. Ca. 80% der Säuglinge wiesen Alpha-Winkel von  $>56^\circ$  auf, **1,7%** hatten  $<51^\circ$ . Insgesamt wurden **26%** der Kinder bereits vor der U3 untersucht und leider haben im Jahr 1996 nur 33% des betreffenden Jahrganges an der U3 teilgenommen. Im Vergleich dazu, ergaben die Ergebnisse der Ihnen vorliegenden Studie eine durchschnittliche Erstuntersuchung im Alter von **17,8 Tagen**. **76,5%** wurden bereits vor der U3, 11,8% wurden innerhalb der U3 und 11,8% erst danach untersucht. Alle der hier untersuchten Kinder bzw. Hüften (also **100%**) wiesen Alpha-Winkel  $<50^\circ$  vor Therapiebeginn auf, da dies zu den Einschlusskriterien der vorliegenden Studie gehörte.

Es gibt Autoren wie Holen et. al. (2002), die aufgrund von Studienergebnissen zum Ergebnis gekommen sind, dass ein generelles Hüftsonographie-Screening nicht notwendig sei, da sie keine statistische Signifikanz zwischen einer Gruppe sonographisch kontrollierter und einer Gruppe nur klinisch untersuchter Kinder feststellen konnten. Dies obwohl sie gleichzeitig zugeben, dass ein generelles Screening Spätfälle auslöschen könnte. Zudem kommt, dass in dieser Studie die sonographische Beurteilung nach der sogenannten Methode von Terjesen gemacht wurde. Hierbei wird lediglich die Position des Hüftkopfes in Bezug auf das Pfannendach beurteilt. Die Form des

knöchernen Pfannendaches (also die eigentliche prognostische Aussage über Dysplasie oder Luxation gefährdeter Hüften) wird hierbei nicht erfasst.

Eine andere Studie, durchgeführt von Rosendahl et. al. (1994) kommt ebenfalls aufgrund nicht signifikanter Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen zu der Schlussfolgerung der Nutzlosigkeit eines Screenings. Hier wurden Patienten in drei Gruppen unterteilt. Die erste wurde grundsätzlich sonographisch kontrolliert (Beurteilung nach Graf), in der zweiten Gruppe wurden nur diejenigen mit Risikofaktoren sonographisch untersucht und in der dritten Gruppe wurde nur klinisch untersucht. An diese Studie ist die gleiche Kritik zu wenden, wie an der Publikation von Holen et al. (2002), nämlich dass die fehlende Signifikanz noch keinen Rückschluss darauf erlaubt ob es nicht doch einen Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen gibt. Aufgrund der geringen Häufigkeiten der „schlechten“ Spätfälle, müssten die Fallzahlen wesentlich höher liegen um eine Signifikanz erwarten zu dürfen.

An der Ultraschallmethode von Graf ist auch Kritik ausgeübt worden. Grund ist die Einteilung mit der Kombination von Zahlen und Buchstaben, die für wenig konsequent gehalten wird, da die Buchstaben immer wieder nach anderen Kriterien eingesetzt werden: Beim Typ I unterscheiden a und b einen Winkel, beim Typ II sind a und b eine Frage des Alters, und beim Typ III werden a und b aufgrund der Schalldichte des knorpeligen Erkers unterschieden. Auch die Reproduzierbarkeit der Winkelmessungen, insbesondere für den Winkel Beta, ist nicht sehr groß ( $\pm 10^\circ$ ). (Dias, 1993) Am meisten ins Gewicht fällt wohl der Vorwurf, dass es sich um eine rein statistische Untersuchung mit ausschließlich morphologischer Beurteilung handelt, und dass ein wesentliches Element der Hüft dysplasie, d.h. die Instabilität bzw. die Bandlaxität, unberücksichtigt bleibt. Was die Unzuverlässigkeit der Messungen betrifft, weisen tatsächlich sowohl die Winkelmessungen (insbesondere der Winkel Beta) wie auch die Beurteilung der einzelnen morphologischen Kriterien (Form des knorpeligen Erkers, Labrum etc.) einzeln für sich eine schlechte Reproduzierbarkeit auf. Wenn man jedoch das Gesamtbild beurteilt, so ist die Einteilung leichter, und erfahrene Untersucher zeigen bei der Festlegung des Hüfttyps eine sehr hohe Übereinstimmung. Die schlechte Reproduzierbarkeit kann sich also nur auf die isolierte Betrachtung einzelner Parameter beziehen, nicht jedoch auf die Einteilbarkeit und somit auf den Wert der Methode an sich. Bei sorgfältiger Anwendung der Technik nach Graf ist die Gesamtbeurteilung sehr zuverlässig. (Hefti, 2006)

Obwohl der AC-Winkel erstaunlich lange bekannt ist und gemessen wird, gibt es überaus erschreckende Unterschiede in der Literatur bezüglich der Festlegung von Normwerten. So beschreiben z.B. Scoles et al. (1987) für Kinder im 1. Lebensjahr Normwerte von 20-25°, für 2-jährige <20°. Brückl et al. (1974) beschrieben einen Winkel von 13° bei 5-jährigen Kindern. Laut Niethard (2005) liegen die Normwerte bei Neugeborenen bei ca. 29°, im 1. Lebensjahr bei 23° und im 4. Lebensjahr bei 15°. Gwynne Jones et al. (2006) sehen AC-Werte >30° als schwer und Werte >25° als leicht dysplastisch an. Nakamura et al. (2007) beschreiben ebenfalls AC-Werte >30° als pathologisch. Die Beurteilung des AC-Winkels erfolgte in der Ihnen vorliegenden Arbeit nach Tönnis (1984) (siehe Tabelle 1, S. 71) und nach dem Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT (siehe Tabelle 2, S. 72).

Caffey (1984) erachtet den Aussagewert des AC-Winkels als Ausdruck des Grades der Pfannendysplasie als sehr gering. Im Lehrbuch der Kinderradiologie von Caffey fehlt seine Erwähnung seit 1961.

Tönnis (1984) selbst sagt, dass der Wert des Pfannendachwinkels (AC-Winkel nach Hilgenreiner) für die Frühdiagnose schon oft diskutiert wurde. Die im deutschen Sprachraum gängigen Normwerte für den AC-Winkel von Tönnis und Brunken (1968) könnten aufgrund deren Gewinnung an einer unselektionierten gesunden Bevölkerung kritisiert werden.

Nach Beobachtungen von Idelberger (1969) reicht die Beurteilung des Hilgenreiner-Pfannendachwinkels in der Diagnostik bzw. Verlaufsbeobachtung der Hüftdysplasie nicht aus. (Tönnis, 1984)

In einigen Untersuchungen wurde eine gewisse Abhängigkeit der Antetorsion vom AC- und CE- Winkel sowie vom Hüftwert gefunden. CCD- und EY-Winkel sind ebenso abhängig vom AC und CE-Winkel nach Wiberg, jedoch nicht abhängig vom ACM-Winkel (Anders et al. 1984; Behrens u. Tönnis 1984) (Tönnis, 1984)

Über den CE-Winkel gibt es in der Literatur die meisten Referenzwerte. Wiberg (1939) selbst untersuchte 200 normale Erwachsenenhüften. Der Durchschnittswert lag bei ca. 25°. Than et al. (2004) fanden Werte <20° pathologisch, Werte >25° normal, und legten fest, dass Werte zwischen 20-25° bis zum Alter von 2 Jahren als normal gelten können. Scoles et al. (1987) fand bei 2-jährigen Kindern Durchschnittswerte >30°. Brückl et al. (1974) und Tönnis (1984) hingegen fanden Werte >30° nur bei Heranwachsenden.

Verschiedene Autoren haben Normalwerte für den CE-Winkel während der Entwicklung angegeben (z.B. Severin 1943; Fredensborg 1976; Muenzenberg 1965). Für Erwachsene fand Wiberg einen Mittelwert von  $26^\circ$  bei einer Schwankungsbreite von  $20-46^\circ$ , Jentschura einen Mittelwert von  $31^\circ$  bei einer Schwankungsbreite von  $23-44^\circ$ , Legal (1977) und Debrunner (1979) einen Mittelwert von ca.  $32^\circ$ . Allgemein gilt in der Literatur: für Erwachsene ein Normwert von  $20$  bis  $25^\circ$  (Wiberg, 1939; Severin, 1943; Jentschura, 1951), wobei Werte  $<20^\circ$  als hinweisend für eine Hüftgelenkdysplasie gelten. In der hier vorliegenden Arbeit wurden die Normwerte des CE-Winkels nach dem Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT verwendet (siehe Tabelle 5, S. 76).

Bezüglich des ACM-Winkels konstatierten Idelberger und Frank (1952) selbst, Normalwerte zwischen  $42-50^\circ$ . Ähnliche Werte wurden ebenfalls von Busse et al. (1972) und Brückl et al. (1974) festgestellt. Hierzu muss jedoch erwähnt werden, dass alle Autoren Kinder über 5 Jahre sowie Erwachsene untersucht hatten. Than et al. (2004) sind der Meinung, dass bei Kindern bis zu 6 Jahren auch Werte  $>45^\circ$  noch als Norm gelten können. Bei Neugeborenen kann sie sogar bis zu  $60^\circ$  noch im Normbereich liegen.

Chatziandreou und Katthagen (2008) führten eine Studie an 72 Hüften mit Hüfluxationen Typ III (59) und IV (13) nach Graf durch. Diese Kinder wurden mittels geschlossener Reposition und Fettweis-Gips therapiert und nach durchschnittlich 16 Jahren radiologisch nachuntersucht und anhand des CE-Winkels beurteilt. Die radiologische Kontrolle ergab einen durchschnittlichen CE-Winkel von  $27,64^\circ$ .  $84,7\%$  zeigten physiologische CE-Winkel,  $9,72\%$  wurden im Vorschulalter aufgrund einer Restdysplasie bereits operiert,  $4,17\%$  zeigten bei der Nachuntersuchung im Erwachsenenalter eine Restdysplasie und  $1,39\%$  hatten eine Hüftkopfnekrose entwickelt. Vergleichbar mit der vorliegenden Arbeit ist diese jedoch nicht. Erstens aufgrund eines anderen Patientenkollektivs (in der hier vorgelegten Arbeit Hüfttypen IIc und schlechter) sowie aufgrund der in der Studie von Chatziandreou und Katthagen (2008) verwendeten Severin Klassifikation des CE-Winkels.

Kitoh et al. (2006) kommen zu dem Schluss, dass bilaterale Hüftdysplasien schlechtere Endergebnisse ergeben als unilaterale. Der AC- und CE-Winkel dislozierter Hüften im Alter von 5 und 6 Jahren erwiesen sich als die bestmöglichen prädiktiven Werte für eine spätere Verschlechterung nach Behandlung mit Overhead-Extension. Beobachtet

wurden 45 Hüften. Durchschnittsalter bei der Overhead-Extension betrug 9,3 Monate. Die letzte Untersuchung fand im Durchschnitt mit 17,3 Jahren.

Özcelik et al. (2003) untersuchten an 900 normalen und 34 dysplastischen Hüften bei Jugendlichen/Erwachsenen die MZ-Strecke. Ihrer Meinung nach gibt es einen Nachteil bei dieser Messung. Bei Kindern < 5 Jahren, ist es oft schwierig einen genauen Punkt Z zu definieren. Genauso mag es Schwierigkeiten beim festlegen des Punkts M geben, aufgrund schwierigen Auffindens des unteren Acetabulumrandes. Sie sind weiterhin der Meinung, dass obwohl nicht oft von Orthopäden und Radiologen eingesetzt, die MZ-Strecke ebenfalls sehr wohl zur Evaluation einer bestehenden Dysplasie herangezogen werden könnte (wie beispielsweise der CE-Winkel).

Krepler et al. (1982) versuchten, ähnlich wie Tönnis und Brunken (1968) durch Messung des AC-Winkels nach Hilgenreiner bei Kindern zwischen 3 und 12 Monaten Mittelwerte hierfür zu finden und mit denen von Tönnis und Brunken zu vergleichen. Die Untersuchung wurde an 2194 Hüftgelenken durchgeführt. Hier kam man zu dem Ergebnis, dass Tönnis und Brunken (1968) viel zu hohe Werte, vermutlich aufgrund eines nicht auslesefreien Kollektivs, angegeben hatten. Die von Tönnis und Brunken (1968) konzipierten Normgrenzwerte scheinen in deren Augen zu hoch angesetzt. Als Ursache werden folgende Punkte angeführt: Kinder mit bereits bekannter Hüftdysplasie fanden keinen Eingang in deren Messungen. Tönnis und Brunken (1968) führten deren Messungen an allen Kindern mit „Faltenasymmetrien“, „fraglichen Fällen“, „positiver Familienanamnese“ oder „auf speziellen Wunsch der Eltern“. Kristen et al. (1976) kamen in deren Untersuchungen ebenfalls auf deutlich geringere Normwertgrenzen und kritisieren, genau wie Krepler et al. (1982), die von Tönnis und Brunken (1968) erstellten Normwertgrenzen des AC-Winkels aus den oben schon genannten Gründen. Weiterhin kamen Than et al. (2004) bei der radiologischen Untersuchung von 355 Kindern (die nicht aufgrund einer Dysplasie eine Beckenübersichtsaufnahme bekamen) mit Bestimmung des AC-, ACM- und CE-Winkels ebenfalls auf kleinere Durchschnittswerte. Bei allen Winkeln wurden altersabhängige Durchschnittswerte und Standardabweichungen festgelegt. Im Vergleich zu den Normwerten Tönnis' (1984) bezüglich des ACM-Winkels, würden Werte die bei Tönnis bereits als leicht pathologisch eingestuft werden, bei Than et al. noch als normal gelten. Die Unterschiede bezüglich des CE-Winkels sind wohl die größten. Das mag wohl auch dadurch zustande kommen, dass die Normwerttabelle nach Tönnis - Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT (1984) eine nur grobe Einteilung nach Alter vorsieht (z.B. ein Wert für alle Hüften vom 1.-8. Lebensjahr), während Than et al. für jedes Alter einen

Durchschnittswert mit Standardabweichung angibt. Nachteil der von Than et al. erhobenen Durchschnittswerte ist die relativ geringe Fallzahl von 355 Kindern und bezüglich des AC-Winkels, die fehlende Unterteilung in männlich/weiblich sowie rechts/links (da dies bekanntlich unterschiedliche Werte ergeben würde) – auch wenn von Than et al. (2004) keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern konstatieren konnten.

In einer von Treiber et al. (2008) geführten Studie über den Zeitraum 1997-2005 an 34786 Hüften wurden folgende Hüfttypen nach Graf festgestellt: 84,9% (Grad Ia und Ib), 14,1% (IIa), 1,1% (IIc und schlechter). Hiervon waren 369 Hüften instabil. Hier stellte man unter anderem fest, dass die Ausbildung der Untersucher einen großen, wenn nicht den größten Faktor in der Reduktion von Hüften vom Typ IIc und schlechter nach Graf darstellte. Spät festgestellte Dysplasien oder Restdysplasieraten wurden im Rahmen dieser Studie nicht behandelt.

Hingegen ist Graf (2002) der Meinung, dass durch nun stattgefundene Fehleranalysen bewiesen werden konnte, dass die häufigsten Fehldiagnosen durch falsche anatomische Identifizierung der Echos, durch fehlerhaft oder nicht durchgeführte Brauchbarkeitsprüfung, Unkenntnis der Ausnahmen, sowie mangelndes technisches Equipment resultieren. Diese Fehler sind letztendlich auch die Ursache weswegen die an die Hüftsonographie so hochgesteckten Erwartungen scheinbar nicht erfüllt werden. Die Untersuchungstechnik ist seiner Meinung nach unabhängig vom Geschick des Untersuchers.

Shipman et al. (2006) kritisieren die Abwesenheit statistischer Signifikanz in vielen der heute veröffentlichten Studien bezüglich der Effektivität eines Screenings bei Hüftdysplasie. Sie vertreten die Meinung, dass trotz der Rate an Spontanheilungen sowie aufgrund der eindeutigen Effektivität eingeleiteter therapeutischer Maßnahmen auf den Langzeiterfolg, die Vorteile eines generellen Screenings als nicht gesichert gelten.

Eines der vielen Probleme die für eine genaue klinische Forschung notwendig sind, ergibt sich aus den meist geringen Fallzahlen von maximal 100 Patienten, unterschiedlicher Patientenauswahl, unterschiedlicher Erfassung und Beurteilung der Ergebnisse (Morris, 1996), Problemen wegen unterschiedlichen Klassifikationen, unterschiedlicher Zuordnungen abhängig vom Untersucher sowie nicht zu vergessen, Patienten die nicht wieder vorstellig werden. (Madison, 1997)

Nicht vergessen werden sollte der Einfluss der wechselnden Ärzte bzw. wechselnde Assistenten in einem Universitätsklinikum, die natürlich weniger sicher sind und mehr Fehlbildungen übersehen lassen vs. höherer Trefferquote wenn die Untersuchungen durch denselben Arzt gemacht werden. (Parsch, 1997)

Beim Screening Neugeborener wird ein hoher Anteil von unreifen Hüften beobachtet (Typ IIa), die nicht behandlungsbedürftig, aber kontrollbedürftig bleiben. Günstiger wäre deshalb ein generelles Screening im Alter von 4 Wochen. Dies ist jedoch problematisch, da in diesem Alter nicht mehr alle Säuglinge zuverlässig erfassbar sind. Nach der Geburt ist die Ultraschalluntersuchung in der Neonatologie besser, da sie bei der ohnehin gründlichen Untersuchung leichter unterzubringen ist. Wenn die Möglichkeit des generellen Screenings nicht besteht, sollte zumindest eine strenge Indikation hierzu, abhängig von den sog. Risikofaktoren, gestellt werden. (Hefti, 2006)

Als Ausblick weist Schilt (2004) nach der Auswertung von Untersuchungen von fast 15000 Säuglingen im Laufe von 15 Jahren darauf hin, dass ein generelles Screening aller Neugeborenen möglichst schon bei der U2, ohne Beachtung von Risikofaktoren eindeutig medizinische und ökonomische Vorteile bringen würde. Ebenso stellte Wirth et. al. (2001) in einer Studie fest, dass die Rate an schweren Hüftdysplasien und –luxationen in der Zeit in der das Screening direkt nach der Geburt durchgeführt wurde bedeutend geringer war als nach Einführung des gesetzlichen Screening bis zur U3 in 1996. (Wirth et. al., 2001)

Wirth et al. (2001) erfassten von 1985 bis 1998 18311 Patienten in ein sonographisches Neugeborenen-Screening. Die Verteilung der Hüfttypen war: Typ Ia 12,5%, Typ IIb 3%, Typ IIg 1,9%, Typ IIIa 0,3%, Typ IIIb 0,1%, Typ IV 0,1%. Der Anteil der IIg bis IV Hüfttypen sank von 1985 (7%) bis 1995 (1,5%) und stieg nach Einführung des Screening bei der U3 bis zum Jahr 1998 wieder auf 3,5%. Dies lässt ebenfalls vermuten, dass das Screening zum Zeitpunkt der U3 überdacht werden muss.

Es gibt auch neue Ansätze bezüglich der Methodik bzw. Untersuchungstechniken. Kapicioglu und Korkusuz (2008) untersuchten beispielsweise eine neue Methode der Diagnostik, nämlich die Sonospectrographie. Die Untersuchung wurde an 22 Patienten mit einem Durchschnittsalter von 5,9 Jahren durchgeführt. Die Differenzierung zwischen normalen und dysplastischen Hüften erfolgt im Unterschied zur Sonographie durch Transmission von Klangwellen/ Vibration. Die Klangwellen von dysplastischen Hüften sind niedriger als die normaler Hüften. Die Methode wird als mögliche neue, nichtinvasive

Diagnosemöglichkeit vorgestellt, die weiterer Prüfung von Sensitivität und Spezifität würdig wäre, ohne es über den Stellenwert der sonographischen oder radiologischen Diagnostik stellen zu wollen.

Mit Sicherheit werden auch weitere Perspektiven auftauchen. Impulse bezüglich der Technik, der Gerätetypen, der Schallköpfe und der Detailauflösung sind von ärztlicher Seite aus weiterhin notwendig.

An den ausgewerteten radiologischen Messwerten des hier untersuchten Patientenkollektivs zeigt sich insgesamt bei Betrachtung des AC Winkels (nach Tönnis, siehe Tabelle 1, S. 71) eine Restdysplasierate von **11,1%** (behandlungsbedürftig) und 17% (kontrollbedürftig) Insgesamt liegen somit 71,9% im normalen Bereich. Bei Betrachtung des AC Winkels (nach dem Arbeitskreis für Hüftdysplasie der DGOT, siehe Tabelle 2, S. 72) ergibt sich eine Restdysplasierate von **12,4%** (behandlungsbedürftig) und 23,5% (kontrollbedürftig). Insgesamt liegen hier 64,1% im Normbereich. Bei Betrachtung des CE Winkels (Normwerte nach Tönnis, siehe Tabelle 5, S. 76) ergibt sich eine Restdysplasierate von **31,4%** (behandlungsbedürftig) und 19% (kontrollbedürftig). Insgesamt liegen hier nur 49,7% im Normbereich.

Aufgrund relativ kurzer Beobachtungszeiten von durchschnittlich 18,1 Monaten, ist anzunehmen, dass sich die Befunde im Verlauf noch bessern werden. Hirsch u. Scheller (1970) fanden beispielsweise am Ende des 1. Lebensjahrs eine 4% Dysplasierate, nach 5 Jahren jedoch keine mehr. (Tönnis, 1984, S. 244)

Erklärungen für die hohen Restdysplasieraten in dem hier untersuchten Patientenkollektiv sind: schlechte Ausgangswerte (bzw. Hüfttypen IIc und schlechter), fragliche Compliance der Eltern, verschiedene Behandlungsmethoden bzw. Behandlungsmethoden unberücksichtigt. Zudem wurde die Behandlungsdauer nicht berücksichtigt bzw. die Beobachtungszeit von hier durchschnittlich einem Jahr ist verhältnismäßig kurz. Eine deutliche Besserung der restdysplastisch verbliebenen Hüften bei der Kontrolluntersuchung ist wegen Weiterbehandlung im Verlauf anzunehmen. Zudem wäre zu erwähnen, dass die spontane Normalisierung des CE-Winkels vermutlich langsamer vonstatten geht, als die des AC-Winkels. (Tönnis, 1984)

Das in dieser Studie behandelte Patientengut besteht zudem zu einem hohen Anteil aus Patienten mit positiver Familienanamnese. Diese gehören definitionsgemäß zu der sogenannten endogenen (weitaus selteneren) Dysplasie. Die endogene Dysplasieform ist bekannt dafür, trotz intensiver Therapiemaßnahmen eine gewisse Restdysplasie zu behalten. Gerade in diesen Fällen sind ein Therapiebeginn noch vor dem 3.

Lebensmonat sowie eine eventuell längere Therapiedauer bis zum altersentsprechenden Normalbefund ausschlaggebend. Diese Hüften neigen nämlich zu einer erneuten Wachstumsverzögerung. (Tschauner , Wirth , Aigner, 2003) Autoren wie von Kries et. al. (2003), Chan et. al. (1999), Maxwell et. al. (2002) und Andersson (2002) vertreten die Meinung, dass Kinder bei denen eine hartnäckige, nicht beeinflussbare Restdysplasie verbleibt, ohnehin selbst durch eine frühe konservative Therapie keinen Nutzen davontragen. Diese Kinder haben gemeinsam eine hohe Op-Rate trotz früher Diagnose.

Wegen der relativ geringen Abstände zwischen der Endsonographie und radiologischen Kontrolle im Laufalter wäre evtl. zu hinterfragen, ob sich noch einige Kinder in der Nachreifungsphase befinden, und deswegen noch eine Restdysplasie aufweisen. Die biomechanische Situation in der Nachreifungsphase entspricht nämlich der einer Restdysplasie. (Graf, 1997)

Die Grenze des normalen Pfannendachwinkels lässt sich im ersten halben Lebensjahr nicht aufgrund eines einmaligen Röntgenbildes ermitteln, sondern nur durch Verlaufsbeobachtung und anschließende Grenzziehung im Alter von 4-7 Jahren. (Tönnis, 1984) Tönnis selbst sagt: „Bei dem AC-Winkel geht die Diskussion eigentlich nur noch um die Frage, ob man die Grenze zwischen „normal“ und „leicht dysplastisch“ einige Grade höher oder tiefer legen soll“ (Tönnis, 1984, S. 174)

In den vergangenen Jahren wurden von einigen Autoren unterschiedliche Meinungen in Bezug auf eine radiologische Verschlechterung, beziehungsweise die nach Therapie erzielten Winkelmessungen gegen Ende des ersten Lebensjahres, vertreten.

In einer Studie von Dornacher et al. (2008) wurde die Reliabilität des AC-Winkels als Messinstrument der Beckenübersichtsaufnahmen bei Gehbeginn beurteilt. Beobachtungszeitraum war 2003 bis 2006. Es wurden 51 Patienten mit Hüftreifungsstörungen betrachtet (35 bilateral und 16 unilateral). Das Durchschnittsalter betrug 13,9 Monate. Therapiert wurde mittels Tübinger Schiene, Pavlik Bandage oder Fettweis-Gips. Die Messung des AC-Winkels wurde digital erfasst. Messungen wurden durch 2 unabhängige Untersucher durchgeführt und man kam zu dem Ergebnis das die Therapiekontrolle der Hüftreifungsstörung mittels Beckenübersichtsaufnahme durch den AC-Winkel ausreichend reliabel ist, jedoch mit zunehmendem Dysplasiegrad die Genauigkeit der Einteilung in die Normwerte nach Tönnis abnimmt.

Ebenfalls in einer Studie von Dornacher et al. (2009) wurde nach einer eventuellen Korrelation zwischen Schweregraden in der Sonographie (Klassifikation nach Graf) und

der Restdysplasierate nach radiologischer Kontrolle gesucht. Es wurden 90 Kinder untersucht (72 Mädchen und 19 Jungen), davon 29 unilateral und 61 bilateral. Diese Patienten wurden folgenden Hüfttypen nach Graf zugeordnet: 29 (16,1%) Typ Ia/b, 81 (45%) Typ IIa-D, 60 (33,3%) Typ IIIa/b und 10 (5,6%) Typ IV. In dieser Studie wurden ähnlich hohe Restdysplasiewerte erreicht wie in der hier vorgelegten Arbeit. Insgesamt handelte es sich um 59 (32,8%) leichte und 53 (**29,4%**) schwere Dysplasien. Zwischen dem Schweregrad der Hüftdysplasien vor Therapiebeginn und der Restdysplasierate konnte dort ebenfalls kein Zusammenhang hergestellt werden. Sie kommen unter anderem zu dem Ergebnis, dass die hohe Restdysplasierate auf den frühen durchschnittlichen Zeitpunkt der radiologischen Kontrolle von 14,8 Monaten zurückzuführen sein könnte, und schlagen eine radiologische Kontrolle erst ab einem Alter von 2 Jahren vor.

In der hier vorliegenden Arbeit konnte insgesamt eine niedrigere Restdysplasierate festgestellt werden, nämlich 26 (17%) leichte und 17 (**11,1%**) schwere Dysplasien. Dies ist vermutlich auf den früheren durchschnittlichen Zeitpunkt bei Therapiebeginn zurückzuführen: 7,2 Wochen vs. 2,2 Wochen (in der hier vorgestellten Arbeit).

Falliner und Hassenpflug (1994) untersuchten Kinder im Zeitraum 1980 bis 1990 und stellten fest, dass sich durch die Einführung der Sonographie die Zahl der Kinder mit luxierten Hüftgelenken nicht wesentlich verringert hat, jedoch der Zeitpunkt der Diagnosestellung und damit des Therapiebeginns nach vorne verschoben hat.

Atalar et al. (2007) erfassten in einer Studie 31 Hüften von 25 Kindern mit Hüfttypen IIc und schlechter, die mit Pavlik Bandagen behandelt wurden. 18 der 31 Hüften wurden erfolgreich damit therapiert (58,1%). Man kam hier zu der Schlussfolgerung, dass die Ergebnisse nach Behandlung mit der Pavlik Bandage in Relation zum ursprünglich diagnostizierten Hüfttyp stehen, sowie zum Alter bei Beginn der Therapie und zur Beidseitigkeit. Kinder unter 7 Wochen bei Therapiebeginn zeigten bessere Ergebnisse als diejenigen über 8 Wochen ( $p=0,038$ ). Kinder mit Hüfttypen IIc, II d und III bei Therapiebeginn zeigten bessere Ergebnisse als Typ IV Hüften ( $p=0,008$ ). Kinder mit beidseitiger Hüftdysplasie hatten weniger Erfolg im Endergebnis als diejenigen die nur einseitig betroffen waren ( $p=0,032$ ). Zur Überprüfung wurden der Chi-Quadrat und der Mann-Whitney-Test herangezogen.

Viere et al. (1990) fanden eine höhere Versagerquote der Pavlik Bandage als Therapiemethode bei beidseitiger Hüftdysplasie, während Harding et al. keine höhere

Versagerquote bei diesen Patienten fand. Atalar et al. (2007) konnten eine höhere Rate an Therapieversagern unter Typ IV Hüften finden.

Mladenov et al. (2002) berichten über 68 klinisch stabile Hüftgelenke mit einem alterskorreliert pathologischen Acetabulumwinkel (Tönnis, 1976) bei Patienten zwischen 3 und 18 Monaten. Bei einem Follow-up von 9,5 Jahren ohne Therapie konstatieren sie 44 Hüften mit vollständiger Ausreifung bei radiologischer Kontrolle, 20 Hüften mit geringen Abweichungen von der Norm und 4 Hüften ohne radiologische Verbesserung. Daraus folgern sie, dass bei stabilen Hüften keine primäre Therapie erforderlich ist, sondern klinische und radiologische Kontrolluntersuchungen ausreichen. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch Pratt et al. (1982), die bei 15 von 18 Kindern im Alter von > 3 Monaten und einem Follow-up von 11,2 Jahren bei stabilen dysplastischen Hüften vollständige Ausreifungen beobachten. (Z Ziegler et al., 2008)

In größer angelegten Studien von Jacobsen et al. (2005) und Reijman et al. (2005) wurde ein bis zu 4,3fach erhöhtes Risiko für Koxarthrose bei acetabulärer Dysplasie festgestellt. Hisatome et al. (2005) dagegen hält eine Progression von degenerativen Veränderungen bei Patienten mit milder Hüftdysplasie für wenig wahrscheinlich. Goker et al. (2005) berichten von einem türkischen Patientenkollektiv ohne jegliche Korrelation zwischen milden Hüftdysplasien und späterer Koxarthrose.

Autoren wie Sampath et al. (2003) und Wood et al. (2000) vertreten beispielsweise aufgrund durchgeführter Studien die Meinung, dass IIc Hüften auch eine hohe Tendenz zur Spontanverbesserung ohne Therapie aufweisen. Sampath et al. (2003) beschreiben in ihrer Studie 35 Neugeborene mit einem Alpha-Winkel  $>43^\circ$ , also gering dysplastischer stabiler Hüften, die bis auf 2 Fälle, eine spontane Besserung ohne Therapie aufwiesen.

Eine Studie der Universitätsklinik Kiel (Falliner et al., 1998) an 470 Kindern, deren Hüftgelenke sonographisch und klinisch im Wachstumsverlauf überprüft wurden, ergab bei 5,9% eine behandlungsbedürftige Hüftdysplasie. Sonographie- und Röntgenkontrollen zum Abschluss der konservativen Therapie, nach 80 Tagen, zeigten für alle Gelenke normale Hüftwerte. Bei 25% dieser Kinder musste jedoch zur röntgenologischen Einjahreskontrolle eine Verschlechterung der Pfannendachwinkel verzeichnet werden. Ähnlich wie in dem hier betrachteten Patientenkollektiv, ist anzunehmen, dass es sich bei diesen Hüften in hohem Maße um schwerere Verläufe endogen belasteter Hüftdysplasiefälle handelt, die höhere Schweregrade aufweisen und auch nahezu unbeeinflussbar zu Relaxationen/Verschlechterungen neigen. Natürlich

stellt sich trotz Allem die Frage, ob die durchgeführte Therapie evtl. unzureichend war, oder ob die Restdysplasierate bei einigen der Patienten durch einen früheren Screeningtermin hätte vermieden werden können. Eventuell spielt die relativ hohe Prozentzahl an beidseitigen Dysplasien durch die schwierigere Diagnostik und damit späterem Therapiebeginn in dem hier untersuchten Patientenkollektiv ebenfalls eine Rolle.

Tönnis (1984, S. 242) beschreibt Untersuchungen zahlreicher Autoren zur Aussage der Restdysplasierate. In dieser Beschreibung wird nicht erwähnt welche diagnostischen Kriterien bei der radiologischen Untersuchung benutzt wurden, und auch nicht welche Kriterien bzw. Winkel zur Bestimmung der Restdysplasie benutzt wurden. Zudem ist keine Aussage darüber zu finden, welches Patientengut in diese Beurteilungen eingegangen ist bzw. welche Schweregrade die Patienten vor der Behandlung aufwiesen. Zudem ist anzunehmen, dass die Beobachtungszeiten der Autoren ebenfalls große Unterschiede aufweisen. Allen gemeinsam ist eine röntgenologische Kontrolle nach frühzeitiger Behandlung der Neugeborenen. Bei Autoren aus der ehemaligen DDR liegen die Restdysplasieraten bei 16-29% und bei englischen und skandinavischen bei 0,5-12%. Die Diskrepanz erklärt sich aus verschiedenen Behandlungsmethoden oder aufgrund schwererer Fälle in Deutschland. Barlow (1962) benützte bei einer Restdysplasierate von 10% den Barlow-Splint, Oster (1971) bei 57,6% nur breites Wickeln, Bjerkreim (1974) bei 12,4% das Frejka-Kissen, Fredensborg (1976a) bei 1,8% den v.-Rosen-Splint, Rüdell (1978) bei 18,7% die Spreizhose nach Becker, um nur einige Beispiele zu nennen. All diese Angaben sind mit Vorsicht zu bewerten, da fast keiner dieser Autoren Messungen an den Hüftgelenken sowie keine oder nur ungenaue Vergleiche mit Normwerten vorgenommen haben. Fredensborg (1976) beispielsweise, setzte nur den CE-Winkel Wibergs als Messwert ein.

v. Roosen (1964) behauptet das bei Kindern die sofort nach der Geburt mit einer mit Gummi überzogenen Aluminiumschiene, die die Beine in Spreizstellung hält, therapiert, alle Luxationen geheilt werden können. Andererseits veröffentlicht er selbst auch Fälle von Restdysplasie, die er jedoch auf ungenügende Behandlung zurückführt. Die Beteiligung des endogenen Faktors bei den Fällen mit Restdysplasie wird von v. Roosen (1964) und genauso von Nagura (1968) abgelehnt.

In einer von Tönnis (1984) selbst durchgeführten Verlaufsbeobachtung von 2294 normalen und fraglich pathologischen rechtsseitigen Pfannendachwinkeln bei Mädchen verschiedener Altersstufen bis zu einem Alter von 3-7 Jahren, beurteilte man die

Hüftgelenke vom klinischen Standpunkt aus auf: 38,3% sichere Dysplasien, 38,3% fragliche Dysplasien und 24,3% normale Hüftgelenke.

Der frühere Arbeitskreis Hüftdysplasie (AKH) der heutigen Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und orthopädische Chirurgie (DGOOC), frühere Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie (DGOT) hat Referenzbereiche für die gängigsten Winkelmessungen ermittelt. (Tönnis, 1984) Aufgrund von Nachuntersuchungsergebnissen und statistischen Berechnungen wurden daraus sog. Abweichungsgrade vom Normalen festgelegt. (Tönnis, 1984; Tschauner, Wirth, Aigner, 2003) Diese sind jedoch nach den hier vorliegenden Ergebnissen vermutlich zu streng gestellt.

Durch den Rückgang an therapiebedürftigen spät entdeckten Hüftdysplasien durch das in Deutschland eingeführte Hüftscreening bei der U3, überwiegen nun vermutlich die echten angeborenen Luxationen, bei denen ein hoher Anteil auf konservative Therapie nicht anzusprechen scheint, und letztendlich ein operativer Eingriff erforderlich wird. Diese Tendenz wird ebenfalls von Falliner und Hahne a) (1998) beschrieben. Die Ultraschalluntersuchung fand im Mittel am 6. Tag statt. Es wurden 21 Kinder einbezogen. Von 14 der hier behandelten Hüften mussten 7 trotz früher Diagnose aufgrund von Repositionshindernissen offen reponiert werden. Dasselbe wurde ebenfalls schon von Catterall (1994) vermutet.

In einer Studie von Papadimitriou et al. (2007) wird darauf hingewiesen, dass eine funktionelle Behandlung ab einem Alter von 6 Monaten nicht mehr angebracht ist, da mit keinem Erfolg zu rechnen ist. Grundsätzlich konstatieren sie, dass bei bereits nicht erfolgreich vorbehandelten Patienten und/oder spät festgestellter Dysplasie operative Maßnahmen angebracht wären. Bei einer Untersuchung von 69 Patienten wurden jedoch gute Ergebnisse erreicht trotz spät festgestellter Dysplasie, allerdings nicht bei hochgradig dysplastischen Hüften.

Windhager et al. (1990) untersuchte an einem Kollektiv von 63 Beckenosteotomien nach Salter in den Jahren 1970-1986 an 57 Patienten die Faktoren die zu einer Restdysplasierate von 29% geführt hatte. Hierbei konnten Hüfttypen mit Grad III nach Graf in 87% der Fälle, und Hüfttypen Grad IV nach Graf in nur 50% der Fälle bis zur Nachuntersuchung normalisiert werden. Das durchschnittliche Alter bei Operation betrug 4,1 Jahre, das bei der Nachuntersuchung 15,7 Jahre. Man kam hier zu dem Schluss, dass extrem pathologische Hüftdysplasien (Grad IV nach Graf, CE-Winkel  $< 0^\circ$  und AC-

Winkel  $> 33^\circ$ ) sich Acetabuloplastiken als günstiger erweisen, da hier ein Korrekturverlust durch komplette Durchtrennung des Beckenrings unterbleibt.

Sibinski und Synder (2004) untersuchten an 107 Hüften von 81 Patienten die mit Overhead-Extension therapiert wurden, welche radiologischen Veränderungen und klinische Faktoren einen prädiktiven Wert auf Restdysplasieraten ergeben. Durchschnittsalter der Patienten betrug 14,3 Monate bei Therapiebeginn und 19,9 Jahre bei der Follow-up Untersuchung. Die besten Ergebnisse wurden bei jüngeren Patienten erzielt. Beidseitige Hüftdysplasie verschlechterte die Ergebnisse. Die einzigen Parameter die einen prädiktiven Wert auf die weitere Entwicklung der Hüften haben, waren beispielsweise eine Unterbrechung der Shentonlinie und der „superior centering ratio“ (h/b).

Paton et al. (2004) untersuchten im Zeitraum 1992 bis 1997 an 37 Kindern, 59 dislozierte Hüften. Die Behandlung wurde innerhalb der ersten 2 Wochen nach Geburt mit einer Pavlik Bandage eingeleitet. Im Zeitraum 1998 bis 1999, wurden von 11 Kindern (16 dislozierte Hüften) nicht sofort behandelt, sondern sonographisch kontrolliert und zu einem späteren Zeitpunkt, falls keine sonographische Besserung eingetreten war, ebenfalls mit einer Pavlik Bandage behandelt. Keine der Hüften die im Zeitraum 1998 bis 1999 behandelt wurden, benötigten später einen operativen Eingriff. Von den Hüften die zwischen 1998 und 1999 später behandelt wurden, benötigten 9 (12%) später einen operativen Eingriff. Hier kommt man zu der Schlussfolgerung das Hüften innerhalb der ersten 2 Wochen nach der Geburt behandelt werden müssen.

Cashman et al. (2002) behandelten zwischen 1988 und 1997 332 Säuglinge, 57 Jungs und 275 Mädchen (1:4,8) mit 546 dysplastischen Hüften mit Pavlik Bandagen. Betroffen waren 32 rechts, 86 links und 214 beidseitig. Es wurden jährliche radiologische Kontrollen mit Messungen des AC- und des CE-Winkels nach Wiberg (nach dem Erreichen des 5. Lebensjahrs) durchgeführt. 18 Hüften wurden mit der Pavlik Bandage nicht erfolgreich behandelt und benötigten operative Eingriffe. Von denjenigen die erfolgreich mit der Pavlik Bandage therapiert wurden, zeigten 2,4% persistierend schlechte CE-Winkel  $< 20^\circ$  und 0,2% sehr schlechte CE-Winkel  $< 15^\circ$ . Man kam auf eine Restdysplasierate von 2% bei einem Durchschnittsalter von 60 Monaten, beurteilt aufgrund eines CE-Winkels  $< 20^\circ$ . Man fand dass die Reproduzierbarkeit des CE-Winkels unterhalb eines Alters von 60 Monaten sinkt. Nicht alle Restdysplasien konnten im Alter  $< 60$  Monaten durch die Messung des AC-Winkels identifiziert werden. Diese Entdeckung

deckt sich mit der Meinung anderer Autoren (Broughton et al., 1989), dass der AC-Winkel allein zur Beobachtung nicht ausreicht.

Von Tönnis und Brunken wurde 1968 eine Studie an 2294 Hüften durchgeführt. Diejenigen die leicht bzw. schwer dysplastisch waren, wurden im Alter von 3-7 Jahren nachuntersucht und gemäß der Grenzwerttabelle nach Tönnis beurteilt. Eine Verschlechterung oberhalb 2s war in 19,2% der Fälle zu verzeichnen, ein Verbleib im Bereich s-2s bei 40,4% und eine Verbesserung unterhalb s in 40,4%. Unter den pathologischen Werten wird in 20% eine Verschlechterung und in 40% eine Besserungstendenz erwartet. (Z Tönnis, 1997) Bei mäßigen Dysplasien und gut zentrierten Gelenken kann aber auch nach Absetzen der Behandlung langfristig noch mit einer weiteren Besserung gerechnet werden (Harris, 1976; Lindstrom et al. 1979; Len et al. 1981) (Tönnis, 1984)

„Das Röntgenbild verleitet dazu, anatomisch normale Verhältnisse zu erzwingen. Eine gesunde Hüfte kann den Kindern jedoch auch im besten Fall nicht verschafft werden. Deswegen müssen die Vorteile und die Risiken des abwartenden konservativen Verhaltens mit den Vorteilen und Risiken des operativen Eingriffs sehr sorgfältig und gewissenhaft gegeneinander abgewogen werden.“ (Becker, 1969)

Die Indikation zur Operation wird durch Operationskomplikationen und die beobachtete Spontanrückbildung in Frage gestellt. (Köhler, Zimmer, 1989)

Trotz vieler Bemühungen ist nicht zu leugnen, dass die Behandlungsergebnisse viel zu wünschen übrig lassen, je älter die Kinder bei Behandlungsbeginn waren. Die Aussichten auf ein gutes Ergebnis nehmen vom ersten Lebensjahr an ab, mit 2 Jahren sind sie bereits unsicher, und mit ca. 4 ist kaum mehr mit einem guten Resultat zu rechnen. Man steht, vor allem bei noch älteren Kindern und beidseitigen Luxationen, vor der Gewissensfrage, ob man mit einer Operation nicht mehr schaden als nützen würde. Ab einem bestimmten Zeitpunkt, sollten luxierte Hüften besser nicht mehr reponiert werden. Schwierige Probleme stellen die residuellen Dysplasien dar. Diese führen schon frühzeitig zur Koxarthrose. Endoprothesen setzt man jedoch in einem frühen Alter nicht gerne ein. Die Lösung des Problems liegt daher vermutlich nicht in der Weiterentwicklung der Operationstechniken, sondern in der Eliminierung der Krankheit durch systematische Untersuchung der Hüften bei allen Neugeborenen. (Debrunner, 2005)

Um eine Aussage über die Langzeitprognose zu machen ist definitiv das gesamte Bild zu betrachten, radiologische Messwerte, sowie die klinischen Befunde. Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, dass beispielsweise Schmerzen bei Hüftdysplasie oft vor dem Beginn von arthrotischen Veränderungen auftreten. Dies bedeutet dass sich in einem großen Teil der Fälle radiologisch noch keine Veränderungen zeigen oder diese nicht erfassbar sind.

Laut P. Engelhardt (1988) haben dysplastische Hüften eine höhere Tendenz im Alter eine Arthrose zu entwickeln als beispielsweise bei Mb. Perthes oder bei der Epiphyseolyse. Deswegen der Vorschlag bei der Hüftdysplasie eine großzügigere Operationsindikation zu stellen. Debrunner (2005) vertritt die Meinung, dass eine günstige Beeinflussung der Hüftentwicklung durch Umstellung des Schenkelhalses (intertrochantäre Osteotomie) kaum zu erwarten ist, und hält Operationen, die am Pfannendach angreifen, zwar für aufwendig und risikobehaftet, aber besser. Bei CE-Winkeln von 10-15° wird geraten vor einer OP noch zu warten.

Zusammenfassend erachtet Tönnis (1984) eine frühzeitige Versorgung mit dem v. Rosen-Splint oder einem Gipsverband sowie der rechtzeitige Abbruch einer Spreizhosenbehandlung, wenn diese zu keiner Besserung führt, als ausschlaggebend für ein optimales Endergebnis.

Versager, im Sinne einer nicht erfolgreichen Therapie lassen sich laut Kochs et al. (2003) meist auf diagnostische Probleme (fehlende, fehlerhafte oder zu späte Sonographie), auf eine falsche Therapie oder auf eine mangelnde Compliance der Eltern zurückführen. Weiterhin persistierende Luxationen ergeben eine Indikation zur offenen Reposition, welche jedoch erst gemacht werden sollte wenn ein Hüftkopfkern bereits vorhanden ist, da ab diesem Zeitpunkt die Gefahr einer postoperativen Hüftkopfnekrose wesentlich kleiner wird.

Wenger und Bomar (2003) vertreten die Meinung, dass Hüften mit Restdysplasie während der Kindheit oder im Jugendalter operativ versorgt werden müssen um die Langzeitprognose des Hüftgelenks zu verbessern. Bevorzugt werden hierfür beispielsweise die Pemberton Osteotomie (bei Kinder im Alter von 2-8 Jahren) und die Triple-Osteotomie (bei Kindern im Alter von 8-10 Jahren).

Das Alter bei Therapiebeginn, die Zeitdauer der Fixierung, die Schwere des Ausgangsbefundes, die Art der Behandlung, die Routine innerhalb der Klinik und letzten

Endes die Erfahrung der Untersucher bei der ersten sonographischen Untersuchung und Bildgebung spielen für das Endergebnis eine Rolle.

Nach Tönnis (1984) liegt die Restdysplasierate nach konservativer Behandlung bei ca. 20%. Falliner et al. (1998) beschreiben in ca. 30% eine Restdysplasie. Mittelmeier et al. (1998) zeigten bei Nachuntersuchungen bis zum 8. Lebensjahr 14% einen pathologischen AC-Winkel und nur 12% einen pathologischen CE-Winkel. In diesen Arbeiten sind jedoch alle Hüfttypen nach Graf eingeschlossen. In der vorliegenden Arbeit, jedoch nur Hüfttypen IIc und schlechter.

Ihme et al. (2008) beschreibt eine in Deutschland durchgeführte Studie im Zeitraum 01.05.1997 bis 31.04.2001. Hier wurden 445 Mädchen und 90 Jungen mit Hüftdysplasie einbezogen. Bei 463 Kindern lag bei der Aufnahme zur stationären Behandlung eine Hüftluxation vor, davon hatten 110 eine Luxation bds., 129 rechts und 224 links. Das Durchschnittsalter bei Erstdiagnose der Hüftdysplasie bzw. -luxation betrug 165 Tage. Der Anteil der Kinder, bei denen das Ultraschallscreening termingerecht in den ersten 6 Lebenswochen durchgeführt wurde, lag im Durchschnitt bei 66 %. Durchschnittlich 36,4 % der Kinder wurden bereits in der 1. Lebenswoche und 42,7% in der 4.-6. Woche sonographisch untersucht, bei 20,9% war der genaue Zeitpunkt des Screenings unbekannt. Man kommt in dieser, sowie in weiteren ähnlichen Studien (Roovers et al. (2005); Sampath et al. (2003)) zu dem Schluss, dass maximal 42% der notwendig gewordenen Operationen aufgrund verspäteter Diagnose und Behandlung einer Hüftdysplasie vermeidbar wären. Mindestens 50,9% dieser operativen Maßnahmen wären jedoch selbst durch optimales Screening nicht zu vermeiden, bestenfalls durch bessere konservative Therapiemöglichkeiten.

Durch Gewebsuntersuchungen an der Symphyse von Mäusen hat sich zeigen lassen, dass das Relaxin die Löslichkeit des Kollagens erhöht und seine Wirkung über Kollagenasen und Kollagenpeptidasen entfaltet. Die Einzelheiten dieses Vorgangs sind noch nicht vollständig geklärt. Östrogen würde jedoch demnach eine Hüftluxation verhindern. Ein relativer Abfall des Östrogenspiegels während der perinatalen Periode müsste zur Hüftluxation prädisponieren. Relaxin steigt während der SW an bis zu einem Maximum in den letzten Tagen vor der Geburt. Einige Stunden vor der Entbindung fällt es jedoch im Serum steil ab und zeigt bereits unter der Geburt und post partum wieder normale Spiegel. Es wäre möglich, dass es in Zukunft auch die Alternative gibt, durch medikamentöse Maßnahmen auf die Stabilität der Hüftgelenkkapsel einzuwirken. (Tönnis, 1984)

Der anfängliche Optimismus bzw. die Hoffnung, dass durch frühere Screenings und der konservativen Therapie die Notwendigkeit von Operationen ersetzt wird, konnte mit den bisherigen Ergebnissen leider noch nicht ganz bestätigt werden. (Harris, 1983)

Die Bemühungen eine Hüftdysplasie frühzeitig zu erkennen entspringt dem Verlangen jugendlichen bzw. erwachsenen Patienten spätere Leiden und Invalidität zu ersparen. Hierfür ist eine Vielzahl von Operationen erfunden, ausprobiert und empfohlen worden. Alle Maßnahmen haben letztendlich das Ziel „die anatomische Norm“ wiederherzustellen. Viele sind jedoch weitgehend spekulativ, da einwandfreie Langzeituntersuchungen teilweise noch fehlen. Andererseits möchte man den Kindern die teilweise technisch schwierigen Eingriffe mit nicht zu unterschätzendem Risiko als „rein prophylaktische Operation“ nach Möglichkeit ersparen. Indikationen können sich hiermit nur durch fundierte Langzeitergebnisse aus dem Vergleich der konservativ behandelten Langzeitprognose und Langzeitprognosen nach einer Operation ergeben. Längsschnittuntersuchungen bei denen der Zustand der Hüften über das ganze Leben radiologisch dokumentiert werden sollten, sind jedoch logischerweise schwierig durchführbar. Dem einzelnen Arzt stehen meist nur Momentaufnahmen des vorliegenden Patienten zur Verfügung. Zudem vergehen von einer radiologisch sichtbaren Veränderung bis zu einer späteren Arthrose meist Jahrzehnte und bis zur klinischen Manifestation meist nochmal so lange.

Es besteht die Möglichkeit, dass selbst nach gelungener Reposition eine gute Prognose keineswegs gesichert ist. Die weitere Hüftentwicklung ist oft unberechenbar. Häufig kommen Restdysplasien und Rezidive vor. Deswegen sind regelmäßige Kontrollen bis zum Wachstumsabschluss notwendig.

Zuletzt muss auch erwähnt werden, dass weder der Pfannendachwinkel, noch andere der oben erwähnten Messparameter ein absolutes Maß für das Vorhandensein oder der Abwesenheit anatomischer Normalität des Hüftgelenks darstellen können. Im Einzelfall ist eine zusätzliche Diagnostik, z.B. durch andere bildgebende Verfahren erforderlich. (Neidel, Tönnis, 1994)

## VI. ZUSAMMENFASSUNG

Anhand einer fast sechsjährigen retrospektiven Studie wurden dysplastische Hüften (IIc und schlechter) nach **sonographisch** gesteuerter Therapie (**nach Graf**) mit den Ergebnissen der **radiologischen** Untersuchung (**nach Tönnis**) im Laufalter verglichen. Einbezogen wurden folgende **Einflussfaktoren**: das Geschlecht, eine positive Familienanamnese, Geburten aus Beckenendlage, Fruchtwassermangel bei der Geburt sowie Alter und Hüfttypen (nach Graf) vor Beginn der Therapie. Ziel war die Evaluation eventueller Korrelationen zwischen der **Restdysplasierate** und den genannten Einflussfaktoren. Zudem sollte die sich daraus ergebende Effektivität des gegenwärtig praktizierten Diagnosezeitpunkts sowie Therapiedauer bzw. die hierfür verwendeten Klassifikationen nach Graf und Tönnis kritisch hinterfragt werden.

Es wurden 119 Kinder (101 weiblich und 18 männlich) mit Hüfttypen IIc bis IV nach Graf sonographisch untersucht. Das Durchschnittsalter bei Diagnosestellung bzw. Therapiebeginn lag in dem untersuchten Patientenkollektiv bei 2,2 Wochen. Von den 119 Kindern wiesen 34 beidseitige und 85 einseitige Hüftdysplasien auf. Insgesamt wurden 153 dysplastische Hüften beurteilt. Im Einzelnen wurden sie folgenden Hüfttypen (nach Graf) zugeordnet: **119 (77,8%) Typ IIc, 22 (14,4%) Typ IID, 4 (2,6%) Typ IIIa/IIIb und 8 (5,2%) Typ IV**. Nach sonographisch bestätigter „Ausheilung“ mit Alpha-Winkeln von  $>60^\circ$  wurden diese Kinder im Lauffernalter (ab dem 11ten Lebensmonat) klinisch und radiologisch nachuntersucht. Trotz der vorher sonographisch „ausgeheilten“ Hüften ergab die radiologische Beurteilung bzw. Bestimmung der **Restdysplasierate** folgende Werte:

- anhand des **AC-Winkels (nach Tönnis)**: 26 (17%) leichte Dysplasien und 17 (11,1%) schwere Dysplasien = **28,1%**
- anhand des **AC-Winkels** (nach dem Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der **DGOT**): 36 (23,5%) leichte Dysplasien und 19 (12,4%) schwere Dysplasien = **35,9%**
- anhand des **CE-Winkels**: 29 (19%) leichte Dysplasien und 48 (31,4%) schwere Dysplasien = **50,4%**

Statistisch gesehen waren mehrere weibliche Patienten betroffen als männliche. Insgesamt lag die Links-Rechtsverteilung bei 89:64 (=58,2% links). Es konnte kein Zusammenhang zwischen Familienanamnese, Beckenendlage, Fruchtwassermangel, Hüfttyp vor Beginn der Therapie oder Alpha-Winkel  $<64^\circ$  und Restdysplasierate nachgewiesen werden. 8 (18,2%) der Hüften mit positiver Familienanamnese wiesen eine Restdysplasie auf. Hierbei ist eine gewisse Tendenz erkennbar, die jedoch

statistisch (aufgrund geringer Fallzahlen) nicht als signifikant bezeichnet werden kann. Bei Therapiebeginn nach der 12. Woche weisen nach Berechnung durch AC Winkel (nach Tönnis) 75% eine Restdysplasie auf, nach Berechnung durch AC Winkel (nach Klassifizierungssystem der DGOT) sogar eine Restdysplasie von 100%. Statistisch gesehen, wären jedoch größere Fallzahlen nötig um dies signifikant zu belegen.

Es konnte gezeigt werden, dass die Diagnose um einiges früher stattfindet als noch vor einigen Jahren. Die Wichtigkeit einer frühestmöglichen Diagnostik und Therapie kann durch die Ergebnisse dieser Arbeit voll unterstützt werden.

Trotz vieler Veröffentlichungen über die letzten Jahre hinweg bezüglich des Themas „Hüftdysplasie“, Zeitpunkt des Screenings, Notwendigkeit eines Screenings und Zeitpunkt des Therapiebeginns werden sehr inhomogene Untersuchungskriterien herangezogen und ein Problem aus den Augen verloren: Die Notwendigkeit der sicheren Einteilung dieser Hüften nach möglichst standardisierten Kriterien mit hoher Reliabilität.

Es besteht ein erheblicher Widerspruch zwischen im sonographischen Befund als ausgereift bezeichneten Hüften, und im anschließend radiologisch erhobenen Befund als pathologisch vermessenen Hüften. Dies muss dazu führen, dass die sonographischen sowie radiologischen Normwertetabellen in den nächsten Jahren einer kritischen Überprüfung unterzogen werden.

Weitere längerfristige Evaluationen zur besseren Beurteilung dysplastischer Hüften wären daher wünschenswert.

## VII. LITERATUR

### Bücher

**Apley AG, Solomon L (1993):** System of orthopaedics and fractures, *Congenital Dislocation of the Hip*, 7. Ed., pp. 387-97.

**Archiv für Heilkunde (1864) 5:** 543-45

**Bohndorf K, Imhof H, Fischer W (2006):** Radiologische Diagnostik der Knochen und Gelenke. *Kongenitale Hüftdysplasie*, Thieme Verlag, 2. Aufl., S. 272-74.

**Braukmann K, Halbhübner K (1998):** Das ABC der konservativ ambulanten Therapie der Hüftgelenkdysplasie. In: Grifka, J. , Ludwig, J. (Hrsg.): *Kindliche Hüftdysplasie*. Thieme Verlag, Stuttgart.

**Breusch S, Abel R, Mau H, Sabo D (2006):** *Klinikleitfaden Orthopädie*. 5. Auflage, Urban & Fischer Verlag.

**Casser HR (1992):** Sonographiegesteuerte Behandlung der dysplastischen Säuglingshüfte. *Bücherei des Orthopäden*, Enke Stuttgart, Bd. 59.

**Chapman MW, Szabo RM, Marder RA (2000):** *Chapman's Orthopaedic Surgery*. 3. Auflage, Lippincott Williams & Wilkins.

**Debrunner AM (2005):** *Orthopädie. Orthopädische Chirurgie. Patientenorientierte Diagnostik und Therapie des Bewegungsapparates*, 4. Auflage, Hans Huber Verlag, Bern, S. 926-55.

**Duparc J, Kaelin A, Lemaire R (2005):** *Chirurgische Techniken in Orthopädie und Traumatologie*. Urban & Fischer Verlag.

**Engelhardt P (1988):** *Das Risiko der Sekundären Arthrose*, Thieme Verlag, Stuttgart.

**Exner GU (2003):** *Normalwerte in Wachstum und Entwicklung. Die Basis für Diagnostik und Therapie*. Thieme Verlag, Stuttgart New York, 2. Auflage.

**Ficklscherer A (2008):** *Orthopädie und Traumatologie*, Urban & Fischer Verlag, 2. Aufl.

**Frassica FJ, Sponseller PD, Wilckens JH (2007):** *5-Minute Orthopaedic Consult*. Lippincott Williams & Wilkins, 2. Ed.

**Graf R (1985):** *Sonografie der Säuglingshüfte*, Enke Verlag, Stuttgart

**Graf R (1989):** *Sonographie der Säuglingshüfte. Ein Kompendium*. Bd. 43, 3. Aufl., Enke, Stuttgart

**Graf R (1999):** *Therapieprinzipien in der Behandlung von Hüfteifungsstörungen. Die Hüftreifungsstörung: Diagnose und Therapie*. Steinkopff Verlag, Darmstadt, s. 321-50.

**Graf R (2000):** Sonographie der Säuglingshüfte und therapeutische Konsequenzen. Ein Kompendium. Thieme Verlag, Stuttgart, 5. Aufl.

**Graf R, Baumgartner F, Lercher K (2006):** Ultraschalldiagnostik der Säuglingshüfte. Ein Atlas. Springer Verlag, Heidelberg.

**Grossmann H (1968):** Die Röntgendiagnostik des Hüftgelenkes im frühen Säuglingsalter. Fortschr. Röntgenstr. 108. S. 654-58.

**Harris NH (1983):** Postgraduate Textbook of Clinical Orthopaedics. *Congenital Dislocation*, ed. Bristol Wright PSG, pp. 96-109.

**Hefti F, Brunner R, Morscher E (2006):** Kinderorthopädie in der Praxis, *Kongenitale Hüftdysplasie und -luxation*, Springer Verlag, 2. Aufl., S. 177-201.

**Hofmann V, Deeg KH, Hoyer PF (2005):** Ultraschalldiagnostik in Pädiatrie und Kinderchirurgie: Lehrbuch und Atlas. Thieme Verlag, 3 Aufl..

**Köhler, Zimmer (1989):** Grenzen des Normalen und Anfänge des Pathologischen im Röntgenbild des Skeletts, Thieme Verlag, 13. Aufl., S. 624-97.

**Krämer KL, Maichl FP (1993):** Scores, Bewertungsschemata und Klassifikationen in Orthopädie und Traumatologie, Thieme Verlag, Stuttgart New York, S. 223-68.

**Krämer J, Grifka J (2007):** Orthopädie, Unfallchirurgie. Springer Verlag Heidelberg.

**Lenz GP, Mourani M (1997):** Operative Therapie im Kindesalter. In: Tschauener, C.: Die Hüfte. Enke, Stuttgart, S. 79-91.

**Matzen P (2002):** *Luxationshüfte*. Praktische Orthopädie, Thieme Verlag, Stuttgart, 3. Aufl., S. 307-18.

**Matzen P (2007):** Kinderorthopädie. Urban & Fischer Verlag

**Muntau A (2004):** *Vorsorgeuntersuchungen im Kindesalter*. Intensivkurs Pädiatrie, Urban & Fischer Verlag, München Jena, S. 424-31.

**Niethard FU, Carstens C, Döderlein L, Peschgens T (1997):** Kinderorthopädie. Thieme Verlag, Stuttgart New York

**Niethard FU, Pfeil J (2005):** *Hüftgelenksdysplasie/ Hüftgelenksluxation*. Duale Reihe Orthopädie, 5. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S. 459-68.

**Niethard FU, Weber M, Heller KD (2005):** *Hüftgelenk und Oberschenkel*. Orthopädie compact, 1. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, S. 186-93.

**Pfeil J, Frank J, Gumpert NM, Laurer H (2008):** Hüftchirurgie. *Eingriffe bei Hüftdysplasie, Hüftluxation und Folgezuständen*. Springer Verlag, S. 89-108.

**Reichel H, Krauspe R (2002):** Langzeitergebnisse in der Kinderorthopädie. Steinkopff Verlag, Darmstadt.

**Rössler H, Rüther W (2005):** *Hüftgelenkdysplasie und Hüftgelenkluxation*. Orthopädie und Unfallchirurgie, 19. Aufl., Urban & Fischer Verlag, S. 269-83.

**Scharf HP, Rüter A, Pohlemann T, Marzi I, Kohn D, Günther KP (2008):** Orthopädie und Unfallchirurgie, Urban & Fischer Verlag.

**Skinner H (2003):** Current Diagnosis & Treatment in Orthopedics. McGraw-Hill, 3. Ed.

**Specht J, Schmitt M, Pfeil J (2007):** Technische Orthopädie: Orthesen und Schuhzurichtungen. Springer Verlag, S. 110-7.

**Stuhler T, Feige A (1987):** Ultraschalldiagnostik des Bewegungsapparats, Springer Verlag, S. 252-66.

**Tönnis D (1984):** Die angeborene Hüftdysplasie und Hüftluxation im Kindes- und Erwachsenenalter. Grundlagen, Diagnostik, konservative und operative Behandlung. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York Tokio

**Tschauner C, Wirth CJ, Aigner RM (2003):** Orthopädie und orthopädische Chirurgie. Becken, Hüfte. Thieme Verlag

**Wirth CJ, Mutschler W (2008):** Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie, Thieme Verlag, 2. Aufl.

## **Zeitschriften**

**Altenhofen L, Allhoff PG, Niethard FU (1998):** Hüftsonographie-Screening im Rahmen der U3 – Erste Erfahrungen. Z Orthop 136, S. 501-7.

**Andersson JE (2002):** Neonatal hip instability: results and experiences from ten years of screening with the anterior-dynamic ultrasound method. Acta Paediatr. 91, pp. 926-9.

**Aronson DD, Goldberg MJ, Kling TF, Roy DR (1994):** Development dysplasia of the hip. Pediatrics 94, pp. 201-8.

**Atalar H, Sayli U, Yavuz OY, Uras I, Dogruel H (2007):** Indicators of successful use of the Pavlik harness in infants with developmental dysplasia of the hip. J International Orthopaedics 31, pp. 145-150.

**Bai X, Ji S, Fan G, Yuan Y (2000):** Graf's ultrasound examination method in assessment of dysplasia and congenital dislocation of infant hip. J Zhonghua Wai Ke Za Zhi 38, pp. 921-4.

**Becker F (1969):** Die konservative Behandlung der Hüftdysplasie und Hüftverrenkung. Z Orthop. 106, S. 173-201.

**Bernau A, Matthiessen D (2002):** Zur Behandlung der Hüftdysplasie. 15 Jahre Tübinger Hüftbeugeschiene. Orthop Praxis 38.

**Bertrand P (1962):** Malformations luxantes de la hanche. G. Doin et Cie. Paris

**Boere-Boonekamp MM, Kerkhoff THM, Schuil PB, Zielhuis GA (1998):** Early Detection of Developmental Dysplasia of the Hip in the Netherlands: The Validity of a Standardized Assessment Protocol in Infants. *Public Health. J (Am)* 88, pp. 285-8.

**Brand RA (2008):** Etiology of Congenital Dislocation of the Hip. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 466 (1), pp. 90-103.

**Brückl R, Hepp WR, Tönnis D (1974):** Eine Abgrenzung normaler und dysplastischer jugendlicher Hüftgelenke durch den Hüftwert. *Z Arch Orthop. Unfallchir.* 74, S. 13-32.

**Busse J, Gasteiger W, Tönnis D (1972):** Eine neue Methode zur röntgenologischen Beurteilung eines Hüftgelenkes – Der Hüftwert. *Arch Orthop. Unfallchir.* 72, S. 1-9.

**Cashman JP, Round J, Taylor G, Clarke NMP (2002):** The natural history of developmental dysplasia of the hip after early supervised treatment in the Pavlik harness. *J Bone Joint Surg* 84, pp. 418-25.

**Castelein RM, Sauter AJM (1988):** Ultrasound screening for congenital dysplasia of the hip in newborns: its value. *J Pediatr. Orthop.* 8, pp. 666-70.

**Catterall A (1994):** The early diagnosis of congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg (Br)* 76, pp. 515-16.

**Chan A, Cundy PJ, Foster BK, Keane RJ, Byron-Scott R (1999):** Late diagnosis of congenital dislocation of the hip and presence of a screening programme: South Australian population-based study. *Lancet* 354, pp. 1514-17.

**Chatziandreou I, Katthagen BD (2008):** Langzeitergebnisse der erfolgreich abgeschlossenen konservativen Therapie mit Fettweis-Hockgips bei Hüftluxation Typ III und IV nach Graf. *Z Orthop* 44, S. 595-605.

**Chiari K (1955):** Ergebnisse mit der Beckenosteotomie als Pfannendachplastik. *Z Orthop.* 87, S. 14.

**Clarke NMP (1986):** Sonographic clarification of the problems of neonatal hip instability. *J Pediatr. Orthop.* 6, pp. 527-32.

**Clarke NMP, Cless J, Al-Chalabi AN (1989):** Ultrasound screening of hips at risk for CDH – failure to reduce the incidence of late cases. *J Bone Joint Surg* 71B, pp. 9-12.

**Dega W (1936):** Spontanheilung der angeborenen Hüftgelenksluxation, zugleich ein Beitrag zur Pfannendachplastik. *Z. Orthop. Bd.* 64, S. 145.

**Dias JJ, Thomas ICH, Lamont AC, Mody BS, Thompson JR (1993):** The reliability of ultrasonographic assessment of neonatal hips, *J Bone Joint Surg. (Br)* 75, pp. 479-82.

**Dörr WM (1966):** Erfahrungen mit dem Riemenbügel nach Pavlik in der Behandlung der sogenannten angeborenen Hüftgelenksluxation und ihrer Vorstufen. *Z. Orthop. Bd.* 101, S. 535.

**Dogruel H, Atalar H, Yavuz OY, Sayli U (2008):** Clinical examination versus ultrasonography in detecting developmental dysplasia of the hip. *Internat. Orthop. J (SICOT)* 32, pp. 415-9.

**Dorn U (1990):** Hüftscreening bei Neugeborenen. Klinische und sonographische Ergebnisse. *Z Wiener klinische Wochenschrift* 181, S. 3-22.

**Dornacher D, Cakir B, Reichel H, Nelitz M (2008):** Reliabilität der digitalen Messung des AC-Winkels bei der Hüfttreifungsstörung an Röntgenaufnahmen zum Gehbeginn. *Z Orthop Unfall* 146, S. 246-50.

**Dornacher D, Cakir B, Reichel H, Nelitz M (2009):** Early radiological outcome of ultrasound monitoring in infants with developmental dysplasia of the hips. *J Pediatric Orthopaedics B*, vol. 00, oct.

**Doyle SM, Bowen JR (1999):** Types of persistent dysplasia in congenital dislocation of the hip. *J Acta Orthop Belg* 65 (3), pp. 266-76.

**Dunn PM, Wilson B, Clarke NMP (1992):** Diagnosing congenital dislocation of the hip. *J BMJ* vol. 305, pp. 885-6.

**Exner GU (1988):** Ultrasound screening for hip dysplasia in neonates. *J Pediatr. Orthop.* 8, pp. 656-60.

**Exner GU, Frey E (1997):** Hüftdysplasie im Säuglingsalter. Kernspintomographie und Computertomographie. *Z Orthop* 26, S. 59-66.

**Exner GU, Schreiber A (1992):** Hip diseases in children. *Schweiz Rundsch Med Prax.* 28, pp. 586-91.

**Falliner A, Hassenpflug J (1994):** Der Einfluss der Sonographie auf Diagnose und Behandlung der sog. Angeborenen Hüftgelenksluxation. *Z Orthop* 132, S. 505-11.

**Falliner A, Hahne HJ a) (1998):** Sonographisches und klinisches Hüftgelenksscreening. Die sogenannte angeborene Hüftgelenkluxation – Entwicklung von Häufigkeit, Diagnose und Therapie in den letzten sieben Jahren. *Z Orthop* 136, S. 487-91.

**Falliner A, Hahne HJ, Hassenpflug J b) (1998):** Verlaufskontrollen und sonographisch gesteuerte Frühbehandlung der Hüftgelenkdysplasie. *Z Orthop* 136, S. 18-25.

**Farr S, Grill F, Müller D (2008):** Wann ist der optimale Zeitpunkt für ein sonographisches Hüftscreening? *Z Orthop* 37, S. 532-40.

**Fettweis E (1975):** Die Behandlung des kindlichen Hüftluxationsleidens in Hockstellung. Eine entwicklungsphysiologische Alternative zu den auf Spreizung beruhenden Methoden. *Z. Orthop. Prax.* 11. S. 113-26.

**Fettweis E (1968):** Sitz-Hock-Stellungsgips bei Hüftgelenkdysplasien. *Arch Orthop Unfallchir.* 63, S. 38-51.

**Fredensborg N (1976):** The CE angle of normal hips. *J Acta Orthop Scand* 47, pp. 403-5.

- Göb A (1967):** Therapie der angeborenen Hüftgelenkluxation. Sonderdruck. Urban & Schwarzenberg, München Berlin Wien, Z. Med. Klinik, Nr. 28, S. 1-15.
- Goker B, Sancak A, Haznedaroglu S (2005):** Radiographic hip osteoarthritis and acetabular dysplasia in Turkish men and women. *Rheumatol Int* 25, pp. 419-22.
- Graf R (1982):** Ultraschalldiagnostik bei Säuglingshüften. *Orthop Praxis* 8, S. 583-624
- Graf R (1984):** Fundamentals of sonographic diagnosis of infant hip dysplasia. *J Pediatr. Orthop.* 4, 735-40.
- Graf R a) (1997):** Die sonographiegesteuerte Therapie. Springer Verlag. *Z. Orthop.* 26, S. 33-42.
- Graf R b) (1997):** Hüftsonographie. *Z Orthop* 26, S. 14-24.
- Graf R a) (2002):** Hüftsonographie. Ein Update. *Z Orhop* 31, S. 181-9.
- Graf R b) (2002):** Radiologisch-orthopädische Anforderungsprofile bei der kindlichen Hüftdysplasie, der Koxitis und der Epihyseolysis capitis femoris. *Z Radiol* 42, S. 467-73.
- Graf R, Ivanic G (2001):** Sonographie der Säuglingshüfte, was kann sie – was kann sie nicht? *Med. Orth. Tech.* 121, S. 36-9.
- Gray A, Elbourne D, Dezateux C et al. (2005):** Economic evaluation of ultrasonography in the diagnosis and management of developmental hip dysplasia in the United Kingdom and Ireland. *J Bone Joint Surg (Am)* 87, pp. 2472-79.
- Graf R, Tschauner C (1994):** Sonography of the infant hip. Sources of error, progress and current clinical relevance. *Z Radiologe* 34 (1), S. 30-8.
- Graf R, Tschauner C, Steindl M (1987):** Ist die Ila-Hüfte behandlungsbedürftig? Ergebnisse einer Längsschnittuntersuchung sonographisch kontrollierter Säuglingshüften unter dem 3. Lebensmonat. *Monatsschr. Kinderheilkunde* 135, S. 832-7.
- Grill F, Müller D (1997):** Ergebnisse des Hüftultraschallscreenings in Österreich. *Z. Orthop.* 26, S. 25-32.
- Gross F, Haike H, Idelberger K (1969):** Die Antetorsion des coxalen Femurendes bei ausschließlich funktioneller Behandlung der Hüftdysplasie. *Z Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery* 65, Nr. 4, S. 293-312.
- Günther KP (2008):** Hüftdysplasie – Update 2008. *Z Orthop* 37, S. 513-14.
- Günther KP, Stoll S, Schmitz A, Niethard FU, Altenhofen L, Melzer C, von Kries R (1998):** Erste Ergebnisse aus der Evaluationsstudie des sonographischen Hüftscreenings in der Bundesrepublik Deutschland. *Z. Orthop. Ihre Grenzgeb.* 136, pp. 508-12.
- Gwynne Jones DP, Vane AGS, Coulter G, Herbison P, Dunbar JD (2006):** ultrasound measurements in the management of unstable hips treated with the Pavlik harness. *J Pediatr. Orthop.* 26, pp. 818-822.

**Hansson G, Jacobsen S (1997):** Ultrasonography screening for developmental dysplasia of the hip joint. *J Acta Paediatr* 86, pp. 913-5.

**Harding MG, Harcke HT, Boven JR, Guille JT, Glutting J (1997):** Management of dislocated hips with the Pavlik harness treatment and ultrasound monitoring. *J Pediatr Orthop* 17, pp. 189-98.

**Hattori T (1989):** A sonographic study of the hips in neonates and infants. *J Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi* 63, pp. 750-63.

**Heimkes B, Stotz S, Lutz R, Posel H (1989):** Der Wandel der konservativen Repositionsmethoden in der Therapie der kongenitalen Hüftluxation im Zeitraum von 1955 bis 1987. *Z. Orthop. Praxis* 6, S. 343-53.

**Henle P, Tannast M, Siebenrock KA (2008):** Bildgebende Diagnostik der Hüftdysplasie. *Z Orthop* 37, S. 525-31.

**Hernandez RJ, Cornell RG, Hensinger RN (1994):** Ultrasound diagnosis of neonatal congenital dislocation of the hip. A decision analysis assessment. *J Bone Joint Surg. (Br)* 76, pp. 539-43.

**Hilgenreiner H (1925):** Zur Frühdiagnose und Frühbehandlung der angeborenen Hüftgelenksverrenkung. *Z Med Klin* 21, S. 1385.

**Hisatome T, Yasunaga Y, Tanaka R et al. (2005):** Natural course of the minimally symptomatic nonoperated hip in patients with bilateral hip dysplasia treated with contralateral rotational acetabular osteotomy. *J orthop Sci* 10, pp. 574-80.

**Hoffmann-Daimler S (1964):** Vorläufige Mitteilung über eine funktionelle Methode zur Behandlung der sogenannten angeborenen Hüftluxation. *Z. Orthop. Bd.* 98, S. 447.

**Holen KJ, Tegnander A et. al. (2002):** Universal or selective screening of the neonatal hip using ultrasound? A prospective, randomized trial of 15,529 newborn infants. *J Bone Joint Surg* 84, pp. 886-90.

**Hopf A (1966):** Hüftverlagerung durch doppelte Beckenosteotomie zur Behandlung der Hüftgelenkdysplasie und Subluxation bei Jugendlichen und Erwachsenen. *Z Orthop.* 101, S. 559-86.

**Idelberger K, Frank A (1952):** Über eine neue Methode zur Bestimmung des Pfannendachwinkels bei Jugendlichen und Erwachsenen. *Z Orthop* 82, S. 571-8.

**Ihme N, Altenhofen L, von Kries R, Niethard FU (2008):** Sonographisches Hüftscreening in Deutschland. Ergebnisse und Vergleich mit anderen Screeningverfahren. *Z. Orthop.* 37, S. 541-49.

**Ihme N, Schmidt-Rohlfing B, Lorani A, Niethard FU (2003):** Die konservative Therapie der angeborenen Hüftdysplasie und -luxation. *Z Orthop* 32, S. 133-8.

**Jacobsen S, Sonne-Holm S, Soballe K et al. (2005):** Hip dysplasia and osteoarthritis: a survey of 4151 subjects from the Osteoarthritis Substudy of the Copenhagen City Hear Study. *J Acta Orthop* 76, pp. 149-58.

**Kapicioglu MIS, Korkusuz F (2008):** Diagnosis of Developmental Dislocation of the Hip by Sonospectrography. *J Clin Orthop Relat Res* 466, pp. 802-8.

**Katthagen BD, Mittelmeier H, Becker D (1988):** Häufigkeit und stationärer Behandlungsbeginn kindlicher Hüftgelenkluxationen in der BR Deutschland. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 126, S. 475-83.

**Kayser R, Witt HJ, Franke J, Pap G, Merk H, Mahlfeld K (2007):** Sonographische Diagnostik und sonographiegestützte Therapie der Hüftdysplasie im Säuglingsalter. *Z Manuelle Medizin* 45, S. 159-66.

**Kim HW, Morcuende JA, Dolan LA, Weinstein SL (2000):** Acetabular Development in Developmental Dysplasia of the Hip Complicated by Lateral Growth Disturbance of the Capital Femoral Epiphysis. *J Bone Joint Surg Am* 82, pp. 1692.

**Kitoh H, Kitakoji T, Katoh M, Ishiguro N (2006):** Prediction of acetabular development after closed reduction by overhead traction in developmental dysplasia of the hip. *J Orthop Sci* 11, pp. 473-77.

**Klapsch W, Tschauer C, Graf R (1992):** Sonographic screening of neonates' hips. Analysis of the years 1986-1988 and comparison with 1977-1979. *Z Orthop* 130, pp. 512-4.

**Kliscic PJ (1989):** Congenital dislocation of the hip- a misleading term. *J Bone Joint Surg (Br)* 71, pp. 136.

**Kochs A, Ihme N, Bergamo F, Niethard FU (2003):** Hüftdysplasie und –luxation. Genese, Diagnostik und Therapie. *Monatsschriften Kinderheilkunde* 151, S. 804-9.

**Komprda J (1984):** Beitrag zur Diagnostik der acetabulären Dysplasie im Säuglingsalter. *Z. Orthop.* 122. S. 743-59.

**Krepler P, Mazoch R, Schwägerl W, Schuster E (1982):** Diagnosis and Relevance of Suspected Dysplasia of the Hip Joint, Radiologic Investigation Starting with the Age of 3 Months. *J Arch Orthop Trauma Surg* 101, pp. 29-37.

**von Kries R, Ihme N, Oberle D, Lorani A, Stark R, Altenhofen L, Niethard FU (2003):** Effect of ultrasound screening on the rate of first operative procedures for developmental hip dysplasia in Germany. *Lancet* 362, pp. 1883-87.

**Kristen H, Dorda W, Zweymüller K (1976):** Gefahren der Statistik am Beispiel einer Dysplasieuntersuchung. *Z Arch Orthop Unfall Chir* 84, S. 169.

**Kristen H (1977):** Richtigstellung zur Arbeit: „Die angeborene Hüftdysplasie lässt sich in den ersten Lebensmonaten nicht statistisch abgrenzen!“ – von Tönnis, D. (1976), *Arch. Orthop. Unfall-Chir.* 85, S. 237-40. – *Arch. Orthop. Unfall-Chir.* 88, S. 127-8.

**Kusma M, Bachelier F, Schneider G, Dienst M (2006):** Radiologische Untersuchung des Hüftgelenks. Analyse der Röntgenstandardprojektionen. *Z Orthop* 35, S. 16-21.

**Lane NE, Lin P, Christiansen L. et al. (2000):** Association of mild acetabular dysplasia with an increased risk of incident hip osteoarthritis in elderly white women: the study of osteoporotic fractures. *Arthritis Rheum* 43, pp. 400-4.

**Lange F (1899):** Sammlung klin. Vorträge, N.F. Nr. 240.

**Lange M (1929):** Endresultate der Behandlung der angeborenen Hüftluxation. Verh. Tsch. Orthop. Ges. 24. Kongr., S. 119.

**Langer R (1987):** Ultrasonic investigation of the hip in newborns in the diagnosis of congenital hip dislocation: classification and results of a screening program. Skeletal Radiol. 16, pp. 275-79.

**Lau EM, Lin F, Lam D et al. (1995):** Hip osteoarthritis and dysplasia in Chinese men. Ann Rheum Dis 54, pp. 965-9.

**Lauen J, Hofem R (2006):** Die Sonografie im Kindesalter. Z Orthop 35, S. 596-9.

**Lempicki A (1989):** Radiologic dislocation value of the dysplastic hip joint in the child. Z Beitr Orthop Traumatol 36 (6), S. 263-7.

**Luther AZ, Clarke NMP (2008):** Developmental Dysplasia of the Hip and Occult Neurologic Disorders. J Clin Orthop Relat Res 466, pp. 871-7.

**Mahan ST, Kasser JR (2008):** Does Swaddling Influence Developmental Dysplasia of the Hip? Pediatrics 121, pp. 177-8.

**Matthiessen HD (1997):** Dysplasie- und Therapiefaktor bei der Hüftreifungsstörung. Z Orthop 135 (Oa), S. 10-12.

**Maxwell SL, Ruiz AL, Lappin KJ, Cosgrove AP (2002):** Clinical screening for developmental dysplasia of the hip in Northern Ireland. BMJ 324, pp. 1031-33.

**Mellon AF, Williams LHP, Paterson CR, Beal RJ, Dent JA (1992):** Osteogenesis imperfecta and congenital dislocation of the hip. J BMJ vol. 305, pp. 885.

**Melzer C, Refior HJ (1988):** Die Behandlung der instabilen Luxationshüfte im Säuglings- und Kleinkindesalter nach einer modifizierten Fettweis-Methode. Z Orthop 126, S. 195-9.

**Melzer C (1997):** Korrelation Sono und Röntgen. Z Orthop 26, S. 43-8.

**Minagawa Y, Sekiya M, Tsurumaki M, Sekikawa T, Iga T, Tsai DY (2005):** Ultrasonographic study of the hip joint in infants. Nippon Hoshasen Gijutsu Gakkai Zasshi 61, pp. 868-73.

**Mitchell PD, Redfern RC (2007):** The prevalence of dislocation in developmental dysplasia of the hip in Britain over the past thousand years. J Pediatr Orthop 27, pp. 890-2.

**Mittelmeier H, Deimel D, Beger B (1998):** Aus einem hüftsonographischen Screeningprogramm – Mittelfristige Ergebnisse nach Spreizhosen-therapie. Z Orthop 136, S. 513-8.

**Mladenov K, Dora C, Wicart P, Seringe R (2002):** Natural history of hips with borderline acetabular index and acetabular dysplasia in infants. J Pediatr Orthop 22, pp. 607-12.

**Mostert A, Tulp N, Castelein R (2000):** Results of Pavlik harness treatment for neonatal hip dislocation as related to Graf's sonographic classification. *J Pediatr. Orthop.* 20, pp. 306-10.

**Motta F (1989):** Ultrasonography in the diagnosis of congenital hip dysplasia in the newborn. *J Int Orthop* 13 (1), pp. 29-31.

**Murphy SB, Ganz R, Müller ME (1995):** The prognosis in untreated dysplasia of the hip. A study of radiographic factors that predict the outcome. *J Bone Joint Surg Am* 77, pp. 985-9.

**Nagura S (1968):** Vor Ätiologie und Therapie der angeborenen Hüftverrenkung. Monogr. *Z Ref. Arch. Orth. Chir.* Bd. 63, S. 288.

**Nakamura J, Kamegaya M, Saisu T, Someya M, Koizumi W, Moriya H (2007):** Treatment for developmental dysplasia of the hip using the Pavlik harness. Long-term results. *J Bone Joint Surg. Br* 89, pp. 230-235.

**Neidel J, Tönnis D (1994):** Perzentil-Graphiken für die Dokumentation des Pfannendachwinkels bei Kindern mit Hüftdysplasie. Ein Hilfsmittel für die Diagnostik und die Qualitätskontrolle der Behandlung. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 132, S. 512-5.

**Nelitz M, Reichel H (2008):** Konservative Behandlung der Hüftreifungsstörung. *Z Orthop* 37, S. 550-5.

**Niethard FU (1990):** Röntgenologische Untersuchung der Säuglings- und Kleinkinderhüfte. *Z Orthop* 128, S. 357-60.

**Niethard FU (1998):** Sonographisches und klinisches Hüftdysplasie-/Luxationsscreening. *Z Orthop* 136, S. 485-6.

**Niethard FU, Günther KP, von Kries R, Allhoff P, Altenhofen L (2000):** Klinisches und sonographisches Screening der Säuglingshüfte. *Dtsch Arztebl* 23.

**Özcelik A, Ömeroglu H (2003):** Two alternative methods for the measurement of MZ distance on a hip radiograph. *J Arch Orthop Trauma Surg* 123, pp. 215-8.

**Omeroglu H, Kaya A, Güclü B (2007):** Evidence-based current concepts in the radiological diagnosis and follow-up of developmental dysplasia of the hip. *J Acta Orthop Traumatol Turc.* 41, pp. 14-8.

**Palmén K (1984):** Prevention of congenital dislocation of the hip. The Swedish experience of neonatal treatment of hip joint instability. *J Acta Orthop Scand Suppl* 208, pp. 100-7.

**Papadimitriou NG, Papadimitriou A, Christophorides JE, Beslikas TA, Panagopoulos PK (2007):** Late-Presenting Developmental Dysplasia of the Hip Treated with the Modified Hoffmann-Daimler Functional Method. *J Bone Joint Surg Am* 89, pp. 1258-68.

**Parsch K (1997):** Die Klinische Untersuchung bei Verdacht auf Hüftdysplasie oder – luxation. *Z Orthop* 26, S. 7-13.

- Patel H, Canadian Task Force on Preventive Health Care (2001):** Preventive health care, 2001 update: screening and management of developmental dysplasia of the hip in newborns. *J CMAJ* 164, pp. 1669-77.
- Paton RW, Hopgood PJ, Eccles K (2004):** Instability of the neonatal hip: the role of early or late splintage. *J Int Orthop* 28 (5), pp. 270-3.
- Pauer M, Rossak K, Meilchen J (1988):** Hip screening of newborn infants. Type classification, therapy and follow-up. *Z Orthop* 126, S. 260-5.
- Peled E, Bialik V, Katzman A, Eidelman M, Norman D (2008):** Treatment of Graf's Ultrasound Class III and IV Hips Using Pavlik's Method. *J Clin Orthop Relat Res* 466, S. 825-9.
- Pemberton PA (1965):** Pericapsular osteotomy of the ilium for treatment of congenital subluxation and dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg. (Am)* 47, pp. 65-86.
- Pratt WB, Freiburger RH, Arnold WD (1982):** Untreated congenital hip dysplasia in the Navajo. *Clin Orthop* 162, pp. 69-77.
- Reiter R (1976):** Die stummen Fälle von Hüft dysplasie. *J Arch. Orthop. Unfall-Chir.* 86, pp. 29-35.
- Reither M, Tschauener C, Niethard FU (2000):** Klinisches und sonographisches Screening der Säuglingshüfte: Verunsicherung der Anwender. *Dtsch Arztebl Jg.* 97, Heft 44.
- Reijman M, Hazes JM, Pols HA et al. (2005):** Acetabular dysplasia predicts incident osteoarthritis of the hip: the Rotterdam study. *J Arthritis Rheum* 52, pp. 787-93.
- v. Roosen S (1964):** Diagnosis and treatment of congenital dislocation of the hip in the newborn. *Z. Orthop.* 98, pp. 392.
- Roovers EA, Boer-Boonekamp MM, Castelein RM, Zielhuis GA, Kerkhoff TH (2005):** Effectiveness of ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip. *J Arch Dis Child Fetal Neonatal* 90 (1), pp. 25-30.
- Roposch A, Graf R, Wright J (2006):** Determining the Reliability of the Graf Classification for Hip Dysplasia. *Clinical Orthop & Related Research* 447, pp. 119-24.
- Roposch A, Moreau NM, Uleryk E, Doria AS (2006):** Developmental dysplasia of the hip: quality of reporting of diagnostic accuracy for US. *J Radiology* 241, pp. 854-60.
- Rosendahl K, Aslaksen A, Lie RT, Markestad T (1995):** Reliability of ultrasound in the early diagnosis of developmental dysplasia of the hip. *Pediatr. Radiol.* 25, pp. 219-24.
- Rosendahl K, Markestad T et. al. (1994):** Ultrasound Screening for Developmental Dysplasia of the Hip in the Neonate: The Effect on Treatment Rate and Prevalence of Late Cases. *Pediatrics* 94, pp. 47-52.
- Rosendahl K, Markestad T, Lie RT (1992):** Congenital dislocation of the hip: a prospective study comparing ultrasound and clinical examination. *J Acta Paediatr* 81 (2), pp. 177-81.

**Rosendahl K, Markestad T, Lie RT (1996):** Developmental dysplasia of the hip. A population-based comparison of ultrasound and clinical findings. *Acta Paediatrica* 85, pp. 64-9.

**Rosendahl K, Toma P (2007):** Ultrasound in the diagnosis of developmental dysplasia of the hip in newborns. The European approach. A review of methods, accuracy and clinical validity. *Eur Radiol* 17, pp. 1960-7.

**Rühmann O, Konermann W, Lazovic D, Vitek L, Bouklas P (1998):** Sonographisches Neugeborenen-Screening: Der Einfluss anamnestischer Risikofaktoren auf die Hüftdysplasie. *Z Orthop* 136, S. 492-500.

**Salter RB (1960):** The effects of continuous compression on living articular cartilage: An experimental investigation. *J Bone Joint Surg.* 42, pp. 31-49

**Salter RB (1961):** Innominate osteotomy in the treatment of congenital dislocation and subluxation of the hip in the older child. *J Bone Joint Surg (Br)* 43; pp. 518-37.

**Salter RB (1968):** Etiology, pathogenesis and possible prevention of congenital dislocation of the hip. *Canad. Med. Ass. J.* 98, pp. 933-45.

**Sampath JS, Deakin S, Paton RW (2003):** Splintage in developmental dysplasia of the hip: how low can we go? *J Pediatr Orthop* 23, pp. 352-55.

**Schilt M (2001):** Optimaler Zeitpunkt des Hüftsonographie-Screenings. *Z. Ultraschall Med*, S. 39-47.

**Schilt M (2004):** Hüftsonographie-Screening bei Neugeborenen. *Z. Praxis* 15.

**Schultheiß H (1965):** Die Frühbehandlung der Hüftdysplasie durch atraumatische Spreizung. *Z. Orthop* 100, Beilagenheft.

**Schulze H, Haike HJ (1962):** Beitrag zur Differentialdiagnose „Hüftdysplasie“. *Archiv für orthopädische und Unfall-Chirurgie* 54, S. 286-90.

**Schuster W (1973):** Röntgenologische Beurteilung der dysplastischen Hüftpfanne. *Orthopäde* 2, S. 219-25.

**Scoles PV, Boyd A, Jones PK (1987):** Roentgenographic parameters of the normal infant hip. *J Pediatr Orthop* 7, pp. 656-63.

**Senaran H, Özdemir HM, Ögün TC, Kapicioglu MIS (2004):** Value of limited hip abduction in developmental dysplasia of the hip. *J Pediatrics International* 46, pp. 456-8.

**Shipman SA, Helfand M, Moyer VA, Yawn BP (2006):** Screening for developmental dysplasia of the hip: a systematic literature review for the US preventive Services Task Force. *J Pediatrics* 117, pp. 557-76.

**Sibinski M, Synder M (2004):** The value of selected factors in predicting hip joint development after overhead traction for developmental dysplasia. *J Ortop Traumatol Rehabil* 6 (6), pp. 793-9.

**Smergel E, Losik SB, Rosenberg HK (2004):** Sonography of hip dysplasia. *J Ultrasound Q* 20, pp. 201-16.

**Sochart DH, Paton RW (1996):** Role of ultrasound assessment and harness treatment in the management of developmental dysplasia of the hip. *J Ann R Coll Surg Engl* 78, pp. 505-8.

**Steel HH (1971):** Triple osteotomy of the innominate bone. *J Bone Joint Surg (Am)* 53, pp. 343-50.

**Sucato DJ, Johnston CE, Birch JG, Herring JA, Mack P (1999):** Outcome of ultrasonographic hip abnormalities in clinically stable hips. *J Pediatr Orthop* 19, pp. 754-9.

**Suzuki S, Awaya G, Wakita S, Maekawa M, Ikeda T (1987):** Diagnosis by ultrasound of congenital dislocation of the hip joint. *J Clin Orthop Relat Res.* 217, pp. 171-8.

**Terjesen T, Bredland T, Berg V (1989):** Ultrasound for hip assessment in the newborn. *J Bone Joint Surg Br.* 71 (5), pp. 767-73.

**Than P, Sillinger T, Kránicz J, Bellyei A (2004):** Radiographic parameters of the hip joint from birth to adolescence. *J Pediatr Radiol* 34, S. 237-44.

**Thompson VP, Epstein HC (1951):** Traumatic dislocation of the hip: A survey of 204 cases covering a period of 21 years. *J Bone Jt surg.* 33-A, pp. 746-78.

**Todorov S, Asparukhov A, Velkova A (2007):** Early diagnosis of hip joint dysplasia in neonatal age – clinical or ultrasound methods. *Akush Ginekol (Sofia)* 46, pp. 46-9.

**Tönnis D a) (1976):** Normal values of the hip joint for the evaluation of X-rays in children and adults. *J Clin Orthop* 119, pp. 39-47.

**Tönnis D b) (1976):** Die angeborene Hüftdysplasie lässt sich in den ersten Lebensmonaten nicht statistisch abgrenzen! *Z Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery.* Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Vol. 85, Nr. 2, S. 237-40.

**Tönnis D (1978):** Hüftluxation und Hüftkopfnekrose. Eine Sammelstatistik des Arbeitskreises Hüftdysplasie. Enke, Stuttgart, Bücherei des Orthopäden, Bd 21.

**Tönnis D (1997):** Röntgenuntersuchung und Arthrographie des Hüftgelenks im Kleinkindesalter. *Z Orthop* 26, S. 49-58.

**Tönnis D, Brunken D (1968):** Eine Abgrenzung normaler und pathologischer Hüftpfannendachwinkel zur Diagnose der Hüftdysplasie. Auswertungen von 2294 Pfannendachwinkeln kindlicher Hüftgelenke. *Z Arch Orthop Unfall Chir* 64, S. 197-228.

**Tönnis D, Heinecke A, Nienhaus R, Thiele J (1979):** Lässt sich das Auftreten von Arthrose, Schmerz und Bewegungseinschränkung des Hüftgelenkes bei Hüftdysplasie vorausberechnen? *Z Orthop.* 117, s. 808-15.

**Tönnis D, Storch K, Ulbrich H (1990):** Results of newborn screening for CDH with and without sonography and correlation of risk factors. *J Pediatr Orthop* 10, pp. 145-52.

**Tomà P, Valle M, Rossi U, Marré Brunenghi G (2001):** Paediatric hip – ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip: a review. *European Journal of Ultrasound* 14, pp. 45-55.

**Treiber M, Tomazic T, Tekauc-Golob A, Zolger J, Korpar B, Burja S, Takac I, Sikosek A (2008):** Ultrasound screening for developmental dysplasia of the hip in the newborn: a population-based study in the Maribor region, 1997-2005. *Z Wien Klin Wochenschr* 120/1-2, S. 31-6.

**Tschauner C (2007):** Die biomechanische Koxarthrose des jungen Erwachsenen – Prävention und gelenkerhaltende Therapieoptionen. *Z Orthop Unfallchir* 145, S. 369-90.

**Tschauner C, Graf R (2002):** Sonographie – etabliertes Werkzeug in der Hand des Orthopäden. *Z Orthop* 31, S. 123-4.

**Tschauner C, Hofmann S a) (1998):** Labrumläsion bei der Restdysplasie des Hüftgelenks. Biomechanische Überlegungen zur Pathogenese und Behandlung. *Z Orthop* 27, S. 725-32.

**Tschauner C, Hofmann S, Graf R, Engel A b) (1998):** Labrumläsion und Restdysplasie des Hüftgelenks. Standortbestimmung und Zukunftsperspektiven. *Z Orthop* 27, S. 772-8.

**Tschauner C, Hofmann S, Czerny C (1997):** Hüftdysplasie. Morphologie, Biomechanik und therapeutische Prinzipien unter Berücksichtigung des Labrum acetabulare. *Z Orthop* 26, S. 89-108.

**Tschauner C, Klapsch W, Baumgartner A, Graf R (1994):** „Reifungskurve“ des sonographischen Alpha-Winkels nach Graf unbehandelter Hüftgelenke im ersten Lebensjahr. *Z Orthop*. 132, S. 502-4.

**Viere RG, Birch JG, Herring JA, Roach JW, Johnston CE (1990):** Use of the Pavlik harness in congenital dislocation of the hip. An analysis of failures of treatment. *J Bone Joint Surg Am* 72, pp. 238-44.

**Vukasinovic Z, Spasovski D, Zivkovic Z (2006):** Graf's method in the ultrasound diagnostics of developmental dislocation of the hip. *J Srp Arh Celok Lek* 134, pp. 251-6.

**Wagner UA, Gembruch U, Schmitt O, Deimling Uv, Hansmann M (1994):** Sonographische Untersuchungen des fetalen Hüftgelenks. *Z Orthop* 132, S. 497-501.

**Wenger DR, Bomar JD (2003):** Human hip dysplasia: evolution of current treatment concepts. *J Orthop Sci* 8, pp. 264-71.

**Wiberg G (1939):** Studies on dysplastic acetabular and congenital subluxation of the hip joint. *J Acta Chir Scand Suppl* 58.

**Windhager R, Lack W, Schiller C, Kotz R (1990):** Die Beckenosteotomie nach Salter in der Behandlung der kongenitalen Hüftluxation und Hüftdysplasie unter besonderer Berücksichtigung der Beckenkipfung. *Z Orthop* 128, S. 575-83.

**Wirth T, Stratmann L, Hinrichs F (2001):** Verlaufsbeobachtung der Inzidenz der Hüftdysplasie bei einem über 14 Jahre durchgeführten sonographischen Neugeborenen-Screening. *Z. Orthop. Poster*.

**Wood MK, Conboy V, Benson MK (2000):** Does early treatment by abduction splintage improve the development of dysplastic but stable neonatal hips? *J Pediatr Orthop* 20, pp. 302-5.

**Woolacott NF, Puhan MA, Steurer J, Kleijnen J (2005):** Ultrasonography in screening for developmental dysplasia of the hip in newborns: systematic review. *J BMJ* 330, pp. 1413.

**Ziegler J, Thielemann F, Mayer-Athenstaedt C, Günther KP (2008):** Natürlicher Verlauf von Hüftreifungsstörungen und Hüft dysplasie. Eine Metaanalyse publizierter Literatur. *Z Orthop* 37, S. 515-24.

# Anhang

## 1. Ultraschalluntersuchungsbogen

Klinikum der Universität München  
Großhadern  
Orthopädische Klinik und Poliklinik  
Direktor: Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. V. Jansson

Klinikum Großhadern, Postfach 701260, 81312 München  
Orthopädische Klinik

81377 München, \_\_\_\_\_  
Marchioninstraße 15  
Durchwahl 7095-3920

Untersuchungsdatum: .....

Alter: .....Wo

### Ultraschalluntersuchung der Säuglingshüfte

**Anamnese:**

Beckenendlage:  ja  nein  
 Familienanamnese:  pos.  neg.  
 Voruntersuchung:  ja  nein

**Klinik:**

Instabilität:  re  li  o.B.  
 Luxierbar:  re  li  o.B.  
 Luxiert:  re  li  o.B.  
 Abspreizhemmung:  re  li  o.B.

Fehlbildungen, Anomalien ( z.B. Füße):  ja  nein  
 welche: .....

Hüftsonographischer Vorbefund:  ja  nein  
 Hüfttyp nach Graf (Vorbefund): links: ..... rechts: .....

Alter bei Voruntersuchung: ..... Wo.

**Hüftsonographischer Untersuchungsbefund: ( nach Graf)**

rechts	<input type="checkbox"/>										
links	<input type="checkbox"/>										
	$\alpha$ -W.	Ia/b	Ia+	Ia-	Iib	Iic stab	Iic inst.	D	IIa	IIb	IV

**Diagnose:**

rechts	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
links	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	physiolog. Hüftreife	physiolog. Unreife	Dysplasie	Luxation

Kontrollbedürftiger Befund:  ja  nein  
 Therapiebedürftiger Befund:  ja  nein

**Therapie:**

keine  breit wickeln  Spreizhose  Gips  Extension  stationäre Aufnahme

weitere Therapievorschlage: .....

Kontrolluntersuchung empfohlen in  keine  1 Wo.  2 Wo.  4 Wo.  6 Wo.  3 Mo.  Laufalter

Mit freundlichen Grusen

Wiss. Assistent der Klinik

ORTH-29

Postanschrift: D-81366 München  
 Fernsprecher (Vermittlung): (089) 7095-1  
 Telefax: (089) 7095-8881  
 Öffentliche Verkehrsmittel:  
 U-Bahn: Linie 6 Klinikum Großhadern  
 Bus: Linien 34 und 68




## 2. radiologischer Untersuchungsbogen

**Institut für Radiologische Diagnostik**  
Klinikum der Universität München

Name \_\_\_\_\_

Aufnahme-Nr. \_\_\_\_\_

Kostenstelle \_\_\_\_\_

nur mit Etiketten auf allen drei Durchschlägen

RÖ A     RÖ B     MRT     CT

Anfordernde Stelle (Datum, eigenhändige Unterschrift des Arztes, Name des Arztes in Druckschrift)

NUK    PERS    ORTH    HNO    NRO    URO

NCH    PHYS    H-CHIR    STR    RAD    FR

MED I    MED II    MED III    CHIR    ANA    \_\_\_\_\_

**Transport**     zu Fuß     sitzend     legend  
 legend imm.     Intensiv in Radiologie     Intensiv auf Station     OP-Saal

**Schwangerschaft**    1. Tag der letzten Periode  
 nein     ja

**Früher hier geröntgt?**     nein     ja, Datum

**Zwischenzeitlich andernorts geröntgt?**  
 nein     ja, Datum

Anamnese, Befund, Klinische Diagnose, Fragestellung

Gewünschte Untersuchung

1 \_\_\_\_\_

2 \_\_\_\_\_

3 \_\_\_\_\_

Zu allen radiologischen Untersuchungen müssen alle früheren Aufnahmen mitgegeben werden!

Kontrastmittel

Medikamente

UNTERSUCHUNG	1.	Digital?	Aufn.zahl	DI. Zeit	Flächendosisprodukt	Datum	Fehlaufl.	Journal-Nr.

Ausführender Arzt (Datum/Unterschrift)

Ausführende MTRA (Datum/Unterschrift)

**Befund**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

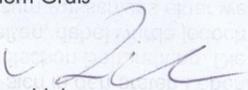
RAD 54-2 11/01

Assistent der Klinik

Oberarzt der Klinik

Klinikum Großhadern

### 3. Elterninformationsbrief betreffend Nachuntersuchung

<p><b>Klinikum der Universität München</b> Orthopädische Klinik und Poliklinik – Großhadern Direktor: Prof. Dr. med. Dipl. Ing. V. Jansson</p> <p>Schwerpunkt Kinderorthopädie Leiter: Prof. Dr. med. B. Heimkes</p>	 Ludwig Maximilians Universität München
<p><small>Klinikum der Universität München • Orthopädische Klinik und Poliklinik – Großhadern Marchionistraße 15 • D-81377 München</small></p>	<p>Patientenanmeldung Herr Werth fon (089) 7095 – 3920 fax (089) 7095 – 3923</p>
<p>Familie [REDACTED]</p>	<p>Sekretariat Frau Brückner fon (089) 7095 – 3931 fax (089) 7095 – 3934</p>
<p>München, 06.02.06 Dr. von Liebe/br Tel: 089/7095-3920</p>	
<p>Spezialsprechstunden für:</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kindliche Hüfterkrankungen (Prof. Dr. Heimkes)</li> <li>- neuroorthopädische Erkrankungen (Prof. Dr. Heimkes)</li> <li>- angeborene und erworbene Fußdeformitäten (Dr. von Liebe)</li> <li>- arthroskopische Operationen (Dr. von Liebe)</li> </ul>
<p>Sehr geehrte Familie [REDACTED]</p>	
<p>Sie befanden sich in den ersten Lebenswochen Ihres Kindes bzgl. einer Hüftdysplasie in unserer orthopädischen Behandlung. Die Therapie mittels einer Spreizhose konnten wir erfolgreich abschließen, dabei wurde jedoch darauf hingewiesen, dass eine Röntgenkontrolle im Laufalter zum Ausschluss einer weiteren Wachstumsstörung an der Hüfte notwendig ist. Bei weit über 100 behandelten Säuglingen erfolgte die Kontrolle. Allerdings mussten wir bei der Nachuntersuchung feststellen, dass Sie sich mit Ihrem Kind nicht nochmals bei uns vorstellten. Daher bitten wir Sie um eine ambulante Vorstellung zur abschließenden Beurteilung der Situation an der Hüfte Ihres Kindes. Da unsere Ambulanztermine für die nächsten 3 Monate voll terminiert sind, haben wir beschlossen, Ihnen eine gesonderte Einbestellung möglich zu machen. Die Termine hierfür wären der [REDACTED]. Wir bitten um eine telefonische Rückmeldung unter der Telefonnummer 089/70953931 oder per Fax 089/70953934. Sollten Sie auswärtig eine Kontrolluntersuchung und Röntgen der Hüfte durchgeführt haben, so bitten wir Sie auch, uns dies mitzuteilen.</p>	
<p>Mit freundlichem Gruß</p>  Dr. med. A. von Liebe Funktionsoberarzt der Klinik	
<p>Anschrift:</p>	<p>D-81377 München • Marchionistraße 15 • Telefon (0 89) 70 95-0 (Vermittlung)          Verkehrsverbindung: U6, 34, 67, 266, 268 oder 269 bis Haltestelle Klinikum Großhadern</p>
<p>VB049-02/09/09-11 (00-03-13)</p>	
<p><small>D:\Fr. Brückner\Favoriten\von Liebe Sonokontrolluntersuchung\Schejten Maake, 07.02.06.doc – 1/1 – 1750</small></p>	

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Tragen des Kindes bei Naturvölkern in Hockstellung (Tönnis, 1984, S. 68) .....	8
Abbildung 2: Anatomie des Hüftgelenks (Rössler, Rüter, 2005, S. 271).....	10
Abbildung 3: 18 Wochen alter Fötus aus: Lennart Nilsson: Ein Kind entsteht. Mosaik Verlag, München 1990. (Bernau, Matthiessen, 2002, S. 6) .....	14
Abbildung 4: Klinische Zeichen einer einseitigen Subluxation oder Luxation (Matzen, 2002, S. 309) .....	19
Abbildung 5: Instabilitätszeichen nach Ortolani (Krämer, 2007, S. 249) .....	20
Abbildung 6: Das Trendelenburgsche Zeichen. a) Trendelenburg links negativ. b) Trendelenburg links positiv. (Debrunner, 2005).....	22
Abbildung 7: Beidseitige Hüftluxation (Rössler, Rüter, 2005, S. 278) .....	22
Abbildung 8: sonographische Untersuchung beim Säugling (Klinikum Großhadern, München).....	24
Abbildung 9: Lagerungsschale nach Graf (Hofmann et. al., 2005) .....	26
Abbildung 10: Normales Ultraschallbild bei 4 Wochen altem Säugling. Winkelbestimmungen nach Graf. (Bohndorf, Imhof, Fischer, 2006, S. 272) .....	28
Abbildung 11: Anatomie der Säuglingshüfte im Sonogramm. (Debrunner, 2005).....	28
Abbildung 12: Normogramm der Alpha- und Beta-Winkel und die Abhängigkeit der Hüfttypen nach Graf von diesen Winkeln (Hefti, 2006, S. 183).....	30
Abbildung 13: die wichtigsten Hüfttypen bei der sonographischen Untersuchung der Säuglingshüfte (Hefti, 2006, S. 183) .....	30
Abbildung 14: Verkippung in dorsoventraler Richtung (li) vs. Normalbefund (re) (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003, S. 58) .....	31
Abbildung 15: Verkippung in kaudokranielar Richtung (li) vs. Normalbefund (re) (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003, S. 59) .....	31
Abbildung 16: Rotation als Fehlerquelle. Foramen-obturator-Quotient ist annähernd 2. (Dornacher et al., 2008, S. 248) .....	32
Abbildung 17: Beckendrehung und -kippung mit Normquotienten. (Z Graf b), 2002, S. 470) .....	33
Abbildung 18: Röntgendiagnostik (Köhler, Zimmer, 1989) .....	34
Abbildung 19: Links: homogene Ménard-Shenton-Linie bei unauffälligem Hüftgelenk. Rechts: Kontinuitätsunterbrechung der Ménard-Shenton-Linie bei dysplastischem, subluxiertem Hüftgelenk (Z Ziegler et al., 2008, S. 515).....	35
Abbildung 20: Röntgen-Einteilung der Luxationshüfte. (Matzen, 2007, S. 285).....	35

Abbildung 21: 3-D-CT bei ausgeprägter Hüftdysplasie (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003, S. 70) .....	36
Abbildung 22: Sicherheitszone des Hüftgelenkes (Niethard , Pfeil, 2005, S. 467) .....	38
Abbildung 23: Retentionsverfahren bei der Behandlung der Hüftgelenksluxation: Spreizhose & Pavlik-Bandage & Gips (Niethard, Pfeil, 2005, S. 466).....	40
Abbildung 24: Behandlungsschema. (Nelitz, Reichel, 2008, S. 550).....	40
Abbildung 25: Säugling mit Spreizhose (Klinikum Großhadern, München).....	42
Abbildung 26: Spreizbandage (Rössler, Rütter, 2005, S. 281) .....	42
Abbildung 27: Spreizkissen nach Becker-Frejka (Matzen S. 315) .....	43
Abbildung 28: Mittelmeier-Graf-Spreizhose als Beispiel für Nachreifungsothese. (Tschauner, Wirth, Aigner, 2003, S. 137) .....	44
Abbildung 29: Tübinger Schiene. (Matzen, 2007, S. 287) .....	44
Abbildung 30: Säuglinge mit Tübinger Schiene (Klinikum Großhadern, München).....	45
Abbildung 31: Hoffmann-Daimler-Bandage (a) und Schiene (b) (Tönnis, 1984, S. 185) .....	46
Abbildung 32: Pavlik-Bandage (Duparc et. al., 2005, S. 116).....	46
Abbildung 33: Riemenbügelbandage nach Pavlik. (Matzen, 2007, S. 286) .....	47
Abbildung 34: Modifikation der Pavlik-Bandage nach Fettweis. (Tönnis, 1984, S. 184).....	48
Abbildung 35: Beugung im Rahmen der Overheadextension (Tönnis, 1984, S. 187) ..	49
Abbildung 36: Abduktion im Rahmen der Overheadextension (Tönnis, 1984, S. 187) ..	49
Abbildung 37: Extensionsreposition: Längszug an den Beinen (Rössler, Rütter, 2005, S. 282) .....	50
Abbildung 38: Extensionsreposition: Abspreizung bis 60° (Rössler, Rütter, 2005, S. 282) .....	51
Abbildung 39: Hanausek-Apparat (Rössler, Rütter, 2005, S. 281) .....	51
Abbildung 40: Düsseldorfer Spreizschiene (Tönnis, 1984, S. 188).....	52
Abbildung 41: Gips nach Fettweis – in ca. 60° Abduktion und über 90° Flexion (Debrunner, 2005, S. 948) .....	53
Abbildung 42: Beckenosteotomien nach Salter – Chiari – Pemberton. (Breusch et. al., 2006, S. 629) .....	56
Abbildung 43: Tripleosteotomie nach Tönnis (Matzen, 2002, S. 317).....	57
Abbildung 44: Prinzip der intertrochantären Varisationsosteotomie und Fixation mit 90°-Winkelplatte prä- und postoperativ (Hefti, 2006, s. 192) .....	58
Abbildung 45: Prinzip der Azetabuloplastik (Hefti, 2006, S. 194).....	59
Abbildung 46: Mögliche Entwicklungen einer Hüftreifungsstörung. (Scharf et. al, 2008, S. 696) .....	61

---

Abbildung 47: An sonographischer Diagnostik orientiertes Therapieschema - Orthopädische Poliklinik München (Heimkes et. al., 1989).....	66
Abbildung 48: Sonographische Einteilung der Hüftgelenkstypen (modifiziert nach Graf) (Niethard, 2005, S. 463).....	67
Abbildung 49: Reifungskurve nach Graf. (Farr et al., 2008, S. 536) .....	67
Abbildung 50: Hüftsonographie (Klinikum Großhadern, München).....	68
Abbildung 51: Sonometer (Tschauner , Wirth , Aigner, 2003, S. 53) .....	68
Abbildung 52: Röntgenbild mit ca. 1 Jahr (Klinikum Grosshadern, München) .....	70
Abbildung 53: Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner (Tönis S. 122) .....	70
Abbildung 54: Pfannenneigungswinkel zur Horizontalebene nach Ullmann und Sharp sowie Stulberg u. Harris (Tönnis, 1984, S. 120) .....	73
Abbildung 55: Pfannendachwinkel nach Idelberger und Frank (Tönis, 1984, S. 125)..	74
Abbildung 56: CE-Winkel nach Wiberg (Tönnis, 1984, S. 126) .....	75
Abbildung 57: Strecke MZ (Dezentrierungsstrecke d) (Tönis S. 128).....	76
Abbildung 58: CCD-Winkel (Tönnis, 1984, S. 134) .....	77
Abbildung 59: Kopfeiphysen-Y-Fugen-Winkel (EY-Winkel) (Tönis, 1984, S. 141) .....	78
Abbildung 60: Kopfeiphysen-Femurschaft-Winkel (Tönnis, 1984, S. 141).....	79
Abbildung 61: Instabilitätsindex nach Reimers (Tönis S. 115).....	79

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grenzwerte normaler Pfannendachwinkel (Z Tönnis, 1997, S. 51) .....	71
Tabelle 2: Normalwerte des AC-Winkels und ihre Abweichungsgrade. Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT. (Z Tönnis, 1997, S. 54).....	72
Tabelle 3: Pfannenöffnungswinkel nach Ullmann und Sharp. Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT. (Tönnis, 1984, S. 175) .....	73
Tabelle 4: ACM-Winkel. Normalwerte des Hüftgelenks und ihre Abweichungsgrade (Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT) (Tönnis, 1984, S. 175) .....	74
Tabelle 5: CE-Winkel. Normalwerte des Hüftgelenks und ihre Abweichungsgrade (Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT) (Tönnis, 1984, S. 175) .....	76
Tabelle 6: Beurteilung des Instabilitätsindex nach Reimers. (Tönnis, 1984, s. 115) ....	77
Tabelle 7: EY-Winkel. Klassifizierungssystem des Arbeitskreises für Hüftdysplasie der DGOT. (Tönnis, 1984, S. 176) .....	78
Tabelle 8: Restdysplasierate nach AC-Winkel (Tönnis und DGOT) und CE-Winkel (DGOT).....	98
Tabelle 9: Hüften mit leichter und schwerer Restdysplasie: ursprüngliche Einteilung der Hüfttypen nach Graf vor Therapiebeginn .....	99

## Abkürzungsverzeichnis

A. =	Arteria
Abb. =	Abbildung
AC-Winkel =	Acetabulumwinkel oder Pfannendachwinkel nach Hilgenreiner
ACM-Winkel =	Pfannendachwinkel nach Idelberger und Frank
a.p. =	ante posterior
Aufl. =	Auflage
bds. =	beidseits
BEL =	Beckenendlage
CCD-Winkel =	Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel nach M.E. Müller
CE-Winkel =	Centrum-Ecken-Winkel nach Wiberg
dh. =	das heisst
ed. =	edition (englisch)
EU =	Erstuntersuchung
EY-Winkel =	Kopfepiphysen-Y-Fugen-Winkel nach Cramer und Haike
FA =	Familienanamnese
KEF-Winkel =	Kopfepiphysen-Femurschaft-Winkel nach Jones und Immenkamp
li. =	links
Lig. =	Ligamentum
M. =	musculus
Mb. =	Morbus
MP =	„migration percentage“ (Index nach Reimers)
MZ Strecke =	Dezentrierungsstrecke d
PF-Winkel =	Pfannenneigungswinkel nach Ullmann und Sharp
re. =	rechts
syn. =	synonym

## Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. Bernhard Heimkes danke ich für die Überlassung des Themas und den fachkompetenten Beistand. Dr. von Liebe danke ich für die gute Betreuung und die Unterstützung während der Durchführung des praktischen Teils der Arbeit. Außerdem danke ich all den Mitarbeitern der Orthopädischen Kinderambulanz des Klinikums Großhadern, die es ermöglicht haben, Einsicht in alle Akten zu bekommen und für die Koordinierung der Kontaktaufnahme zu den Eltern der Kinder, bei denen noch keine Nachuntersuchung stattgefunden hatte.

Bezüglich der statistischen Beratung bedanke ich mich ganz herzlich bei Herrn Udo König (Marburg) und Dr. med. Alexander Crispin (IBE, LMU-München).

Ein großer Dank an all denjenigen Patienten, die diese Studie erst möglich gemacht haben.

Besonderer Dank gilt meinen lieben Eltern für die finanzielle und moralische Unterstützung während des Studiums und darüber hinaus.

Nicht zu vergessen, danke ich all den Freunden, die mir während der Erstellung der Doktorarbeit, vor allem bei computertechnischen Problemen, mit viel Geduld und guten Ratschlägen zur Seite standen.