

Schulische Langzeitentwicklung von Zwillingen nach intrauteriner Laserkoagulation bei Feto-Fetalem Transfusionssyndrom

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität
Bonn

Deborah Alexa Müller

aus Bonn

2020

Angefertigt mit der Genehmigung
der Medizinischen Fakultät der Universität Bonn

1. Gutachter: Prof. Dr. Dr. Peter Bartmann
2. Gutachter: PD Dr. Waltraut Merz

Tag der Mündlichen Prüfung: 17.02.2020

Aus dem Zentrum für Kinderheilkunde
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Johannes Breuer

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abkürzungsverzeichnis | 6 |
| 1. Einleitung | 8 |
| 1.1. Epidemiologie und Einteilung von Zwillingschwangerschaften | 8 |
| 1.2. Risiken von Zwillingschwangerschaften | 9 |
| 1.3. Epidemiologie der Frühgeburtlichkeit | 10 |
| 1.4. Komplikationen | 11 |
| 1.5. Langzeitentwicklung | 12 |
| 1.6. Epidemiologie und Pathophysiologie des FFTS | 15 |
| 1.7. Symptome des unbehandeltem FFTS | 16 |
| 1.8. Diagnostik | 17 |
| 1.9. Stadieneinteilung | 18 |
| 1.10. Therapie | 20 |
| 1.11. Fragestellungen | 25 |
| 2. Material und Methoden | 26 |
| 2.1. Patientenkollektiv | 26 |
| 2.2. Vergleichsdaten | 27 |
| 2.3. Statistische Auswertung | 28 |
| 3. Ergebnisse | 30 |
| 3.1. Einschulungsalter | 30 |
| 3.2. Einschulungsverhalten | 32 |
| 3.3. Schulform 4. Klasse | 34 |
| 3.4. Schulform 6. Klasse | 37 |

| | |
|--|-----------|
| 3.5. Notendurchschnitt 4. Klasse | 44 |
| 3.6. Notendurchschnitt 6. Klasse | 46 |
| 3.7. Fächernoten | 48 |
| 3.7.1. Deutsch 4. Klasse | 49 |
| 3.7.2. Mathematik 4. Klasse | 51 |
| 3.7.3. Sport 4. Klasse | 53 |
| 3.7.4. Deutsch 6. Klasse | 54 |
| 3.7.5. Englisch 6. Klasse | 57 |
| 3.7.6. Mathematik 6. Klasse | 59 |
| 3.7.7. Sport 6. Klasse | 60 |
| 3.8. Klassenwiederholung | 63 |
| 3.9. Klasse übersprungen | 65 |
| 3.10. Beeinträchtigungen | 65 |
| 3.11. Art der Beeinträchtigung | 69 |
| 3.12. Sprachliche Entwicklung | 72 |
| 3.14. Verhaltensauffälligkeiten nach Elterneinschätzung | 75 |
| 3.15. Verhaltensauffälligkeiten nach ärztlicher Diagnose | 76 |
| 4. Diskussion | 78 |
| 4.1. Notwendigkeit der Studie | 78 |
| 4.2. Patientenkollektiv | 78 |
| 4.3. Einflussfaktoren auf die schulische Laufbahn | 79 |
| 4.3.1. Regionale Disparität | 79 |
| 4.3.2. Sozioökonomischer Hintergrund | 80 |
| 4.3.3. Biologische Einflussfaktoren | 81 |
| 4.4. Ergebnisse im Vergleich | 83 |

| | |
|------------------------------------|------------|
| 4.4.1. Geschlecht | 83 |
| 4.4.2. Donor und Akzeptor | 84 |
| 4.4.3. Einling und Zwilling | 85 |
| 4.4.4. Grad der Frühgeburtlichkeit | 86 |
| 4.4.5. Allgemeinbevölkerung | 87 |
| 4.5. Probleme im Studienaufbau | 88 |
| 4.6. Interpretation der Ergebnisse | 89 |
| 4.7. Bedeutung der Ergebnisse | 90 |
| 5. Zusammenfassung | 91 |
| 6. Abbildungsverzeichnis | 93 |
| 7. Tabellenverzeichnis | 96 |
| 8. Literaturverzeichnis | 97 |
| 9. Anhang | 110 |
| 10. Danksagung | 113 |

Abkürzungsverzeichnis

| | |
|---------|--|
| A | Akzeptor |
| ADHS | Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung |
| ADS | Aufmerksamkeitsdefizitstörung |
| AOK | Allgemeine Ortskrankenkasse |
| CHOP | Children's Hospital of Philadelphia |
| cm | Centimeter |
| D | Donor |
| dl | Deziliter |
| E | Einling |
| EPIBEL | Extremely Preterm Infants in Belgium |
| ESCS | Economic, social, and cultural status |
| FFTS | Feto-Fetales Transfusionssyndrom |
| g | Gramm |
| IQ | Intelligenzquotient |
| KiGGS | Kinder- und Jugendgesundheitssurvey |
| m | Männlich |
| MCA-PSV | Middle cerebral artery peak systolic velocity |
| MoM | Multiples of the median |
| n | Anzahl der Merkmalsausprägungen |
| OECD | Organisation for Economic Co-operation and Development |

| | |
|-----------|--|
| p | Statistische Wahrscheinlichkeit |
| p.c. | post conceptionem |
| PISA | Programme for International Student Assessment |
| QQ-Plot | Quantile-Quantile-Plot |
| RAAS | Renin-Angiotensin-Aldosteron System |
| SSW | Schwangerschaftswoche |
| vs | Versus |
| w | Weiblich |
| WPW | Wolff-Parkinson-White |
| \bar{x} | Mittelwert |
| Z | Zwilling |

1. Einleitung

1.1. Epidemiologie und Einteilung von Zwillingsschwangerschaften

In Deutschland wurden im Jahr 2013 unter allen 682 069 Neugeborenen 12 119 Zwillingskinder (1,78 %) registriert (Statistisches Bundesamt, 2015). Dabei unterscheidet man zwischen mono- und dizygoten Zwillingsschwangerschaften, wobei letztere in etwa zwei Dritteln der Fälle vorliegen. Die Inzidenz spontaner dizygoter Schwangerschaften variiert in Abhängigkeit von der Ethnizität, dem maternalen Alter, der Parität und der genetischen Disposition (Grubinger und Scheier, 2011). Da dizygoter Zwillinge durch die Befruchtung zweier separater Oozyten entstehen, liegt bei ihnen nur eine 50-prozentige genetische Übereinstimmung vor, weshalb sie gleich- oder andersgeschlechtlich sein können und eine Ähnlichkeit wie Geschwister aufweisen. Zudem sind sie stets dichorial und infolgedessen auch diamnial.

Dagegen entstehen monozygote Zwillinge durch die Teilung derselben befruchteten Oozyte bis zum 14. Tag nach der Konzeption. Der Zeitpunkt der Teilung ist dabei ausschlaggebend für die Chorion- und Amnionverhältnisse. Liegt dieser innerhalb von 72 Stunden nach der Fertilisation, so werden die Gemini dichorial und diamnial, was bei ca. 25-30 % aller Monozygotien der Fall ist (Bebbington, 2010). Bei einer Teilung zwischen dem vierten und siebten Tag nach der Befruchtung entwickeln sich monochoriale, diamniale Zwillinge, die etwa zwei Drittel aller monozygoten Schwangerschaften ausmachen. Viel seltener (bei ca. 1 %) erfolgt die Teilung erst zwischen dem 8. und 14. Tag p.c., sodass monochoriale, monoamniotische Mehrlinge entstehen. Alle danach erfolgenden Teilungen können nicht mehr vollständig vollendet werden und resultieren in der Entwicklung von siamesischen Zwillingen (Grubinger und Scheier, 2011).

In den letzten Jahrzehnten ist die Inzidenz von Mehrlingsschwangerschaften auch aufgrund der vermehrten Anwendung von assistierten Reproduktionstechniken, Inseminationen und ovulationsinduzierenden Medikationen gestiegen (Eriksson und Fellman, 2007). Besonders der Transfer mehrerer Embryonen führt dazu, dass 15 % bis 29 % aller Mehrlingsgeburten auf assistierte Reproduktionstechniken zurückzuführen sind (Scholten et al., 2015).

1.2. Risiken von Zwillingsschwangerschaften

Zwillingsschwangerschaften bergen im Vergleich zu Einlingsgraviditäten ein erhöhtes maternales sowie fetales Komplikationsrisiko.

Frauen, die mit Mehrlingen schwanger sind, erkranken im Vergleich zu Einlingsmüttern etwa doppelt so häufig an hypertensiven Schwangerschaftserkrankungen und Gestationsdiabetes (Schlembach, 2010; Schwartz et al., 1999). Auch ein vorzeitiger Blasensprung tritt bei Zwillingsschwangerschaften vermehrt auf.

Zudem können sich diese Schwangerschaften dadurch verkomplizieren, dass sich eine Anomalie eines Feten häufig auch negativ auf den Geburtszeitpunkt, das Geburtsgewicht und die Sterblichkeit des anderen Feten auswirkt (Sun et al., 2009). Zu den Morbiditäten, die besonders bei monozygoten Zwillingen verstärkt in Erscheinung treten, gehören kongenitale Anomalien, intrauterine Wachstumsstörungen, Zerebralpareesen und der intrauterine Fruchttod.

Die fetalen Risiken sind außerdem abhängig von den Chorion- und Amnionverhältnissen: Je mehr Strukturen gemeinsam vorhanden sind, desto problematischer kann sich die Entwicklung der Feten gestalten (Lee, 2012).

In monochorialen Schwangerschaften ist die fetale Mortalität etwa sechsmal so hoch wie in dichorialen (Acosta-Rojas et al., 2007). Die Wahrscheinlichkeit der oben genannten Komplikationen ist im Vergleich zu dichorialen Schwangerschaften erhöht; so leiden monochoriale Zwillinge zum Beispiel drei- bis viermal häufiger an neurologischen Beeinträchtigungen (Adegbite et al., 2004). Auch anatomische Besonderheiten können sich nachteilig auswirken. In 12 % der monochorialen Zwillingsschwangerschaften inseriert die Nabelschnur nämlich nicht wie sonst überwiegend üblich in der Mitte der Plazenta, sondern direkt in den Eihäuten (Insertio velamentosa). Dabei entsteht häufig eine ungleiche Aufteilung der Plazenta mit daraus resultierenden diskordanten Geburtsgewichten der Zwillinge. Insgesamt ist eine Insertio velamentosa auch mit einer signifikant erhöhten perinatalen Mortalität assoziiert (Hack et al., 2008). Zudem kann die Verbindung beider fetaler Kreisläufe durch die geteilte Plazenta hämodynamische und hämatologische Auswirkungen auf die Zwillinge haben.

Es können spezielle Syndrome, wie das Feto-Fetale Transfusionssyndrom (FFTS) und die Anämie-Polyzythämie-Sequenz sowie die Twin Reversed Arterial Perfusion-

Sequenz, bei der ein fehlgebildeter Fetus von seinem Zwilling perfundiert wird, entstehen (Grubinger und Scheier, 2011). Außerdem kann es im Falle des intrauterinen Fruchttodes eines Feten zu einer Blutvolumenverschiebung in dessen Richtung kommen, sodass der primär nicht betroffene Fetus hypovoläm wird und häufig neurologische Läsionen davonträgt oder in 12 % der Ereignisse sogar ebenfalls stirbt (Ong et al., 2006). Zudem existiert eine leicht gesteigerte Tendenz zu bereits im Uterus entstehenden ischämischen Defekten der Extremitäten (Lopriore et al., 2008).

In monoamniotischen Schwangerschaften finden sich fast immer Nabelschnurumschlingungen und häufiger auch intermittierende Nabelschnurkompressionen, sodass eine intensive fetale Überwachung vonnöten ist (Lee, 2012).

Diese Komplikationen sind u.a. ursächlich dafür, dass 12 % der gesamten perinatalen Mortalität auf Zwillinge zurückzuführen ist (Norwitz et al., 2005). Viele entwicklungsbezogene, besonders respiratorische und neurologische Komplikationen bei Zwillingen lassen sich auf ein zu niedriges Gestationsalter und ein zu geringes Gewicht zum Geburtszeitpunkt zurückführen. Zwillinge kommen durchschnittlich in der 35. bis 36. Schwangerschaftswoche (SSW) zur Welt (Shinwell et al., 2009). Beinahe 60 % der Zwillinge sind Frühgeburten (Chauhan et al., 2010).

1.3. Epidemiologie der Frühgeburlichkeit

Als Frühgeburt bezeichnet man eine Entbindung vor der Vollendung der 37. Schwangerschaftswoche. Man unterscheidet nach dem Gestationsalter zwischen extrem frühen Frühgeburten (<26 SSW), sehr frühen Frühgeburten (27-29 SSW), frühen Frühgeburten (30-31 SSW) und späten Frühgeburten (32-<37 SSW). Daneben existiert eine Einteilung basierend auf dem Geburtsgewicht, wobei zwischen extrem niedrigem Geburtsgewicht (<1000 g), sehr niedrigem Geburtsgewicht (1000-1500 g) und niedrigem Geburtsgewicht (>1500-2500 g) differenziert wird (Herting, 2010). Die Frühgeborenenrate lag im Zeitraum 2007 bis 2011 in Deutschland im Schnitt bei ca. 7 % (Voigt et al., 2013). In den letzten beiden Jahrzehnten ist die Rate um beinahe 25 % gestiegen, wobei der Hauptanteil des Anstiegs auf moderate Frühgeburten zurückzuführen ist. Der weltweite Trend weist auf einen weiteren Anstieg hin (de Jong et al., 2012; Howson et al., 2013). Als ursächlich wird besonders die wachsende Inzidenz

an Mehrlingsgeburten durch die Reproduktionsmedizin und die Tendenz zu früherer Entbindung durch medizinische Indikation angesehen (Chyi et al., 2008).

1.4. Komplikationen

Die Mortalitätsrate bei moderaten Frühgeburten ist zehnfach höher als bei Reifgeborenen, wobei jede Woche in utero nach der 23. SSW die Überlebenschancen um 6 % bis 9 % steigert (Ward und Beachy, 2003; de Jong et al., 2012). In einer großen belgischen Studie (EPIBEL) lag die Überlebensrate der extrem früh geborenen Kinder bei 54 %, wobei Kriterien wie vaginale Entbindung, niedrigeres Gestationsalter, längere Beatmungsnotwendigkeit und höherer initialer Sauerstoffbedarf unabhängig voneinander mit gesteigerter Mortalität assoziiert waren (Vanhaesebrouck et al., 2004). Auch die Morbiditätsrate verdoppelt sich pro Woche, die der Fetus vor der 38. Schwangerschaftswoche auf die Welt kommt, sodass schon späte Frühgeborene eine wesentlich höhere Neugeborenenmorbidity aufweisen als Reifgeborene (Shapiro-Mendoza et al., 2008). In der oben erwähnten belgischen Studie waren nur <15 % der aus dem Krankenhaus entlassenen extremen Frühgeburten nicht von ernsthafter neonataler Morbidity betroffen (Vanhaesebrouck et al., 2004). Dabei ist zu beobachten, dass männliche Frühgeborene eine schlechtere Prognose haben als weibliche (Wood et al., 2005).

Frühgeburlichkeit führt auch in vielen Fällen zu einer nachgeburtlichen Wachstumsstörung. Noch im Alter von drei und fünf Jahren weichen die mittlere Größe und das mittlere Gewicht von Frühgeborenen im Vergleich zu dem von Reifgeborenen negativ ab (Boyle et al., 2012).

Durch bei der Geburt noch unreife Organsysteme und -funktionen entwickeln sich besonders bei sehr kleinen Frühgeborenen häufig spezifische Komplikationen. Mit am stärksten eingeschränkt durch die Frühgeburlichkeit ist die Entwicklung der Lunge, sodass bronchopulmonale Dysplasien, Apnoe, Atemnotsyndrome und chronische Lungenerkrankungen wie z.B. Asthma häufiger in Erscheinung treten können (Boyle et al., 2012; Speer, 2013). Weitere mögliche Komplikationen sind persistierender Ductus arteriosus, nekrotisierende Enterokolitis, Apnoe-Bradykardie-Syndrom, Hypothermie, Hypoglykämie und Infektionserkrankungen (Speer, 2013). Auch langfristige körperliche

Beeinträchtigungen wie Taubheit oder auf Frühgeborenen-Retinopathie zurückzuführende Sehstörungen oder Blindheit können entstehen (Saigal, 2014).

Ein weiteres stark gefährdetes Organ bei kleinen Frühgeborenen ist das Gehirn, das in der 34. Gestationswoche nur 65 % des Gewichtes von dem in der 40. Woche hat (Kinney, 2006). Besonders die Periode zwischen der 32. und 37. Gestationswoche ist essentiell für die Gehirnentwicklung. Frühgeborene können von einigen neurobiologischen Prozessen, die zum Beispiel von maternalen Thyreoidhormonen unterstützt werden, nicht profitieren (van Baar et al., 2009).

Durch eine gestörte zerebrale Hämodynamik kann es außerdem zu intrazerebralen Blutungen und periventrikulären Leukomalazien kommen und durch perinatal hypoxische Zustände, bedingt auch durch die zu unreifen Lungen und den dadurch beeinträchtigten Gasaustausch, können typischen Schäden der weißen Substanz entstehen (Ward und Beachy, 2003). Diese Komplikationen des zentralen Nervensystems können zu Zerebralparesen und anderen neurologischen Beeinträchtigungen führen, die die langfristige Entwicklung der Kinder beeinflussen (Anderson und Doyle, 2008).

1.5. Langzeitentwicklung

Extreme Frühgeburten haben in 30 % bis 40 % der Fälle signifikante motorische Entwicklungsverzögerungen und etwa ein Viertel der Kinder zeigt eine verzögerte Sprachentwicklung mit persistierenden Sprachschwierigkeiten während der gesamten Kindheit (Anderson und Doyle, 2008; Wolke et al., 2008). Im frühen Schulalter (ca. 6 Jahre) wiesen 41 % der extrem Frühgeborenen im Vergleich zu ihren Schulkameraden kognitive Schwächen auf (Marlow et al., 2005). Zwischen der Unreife zum Geburtszeitpunkt und der mittleren kognitiven Leistungsfähigkeit konnte eine direkte Proportionalität aufgezeigt werden (Bhutta et al., 2002).

Sehr frühe Frühgeburten haben einen signifikant niedrigeren IQ als die reifgeborenen Kinder ihrer Altersgruppe. Dabei scheint der IQ für jede Woche, die die Geburt vor der 33. SSW liegt, um durchschnittlich 1,5-2,5 Punkte zu fallen (Johnson, 2007). In vielen Studien wurde gezeigt, dass sehr früh geborene Kinder neben kognitiven Problemen und Aufmerksamkeitsstörungen daher auch Defizite in ihren akademischen Leistungen

aufweisen. Diese Benachteiligungen gegenüber Reifgeborenen persistieren bis ins junge Erwachsenenalter (Aarnoudse-Moens et al., 2009).

Selbst moderat Frühgeborene sind im Vergleich zu Reifgeborenen einem signifikant erhöhten Risiko für mentale Retardierungen und einem dreifach erhöhten Risiko für Zerebralpareesen ausgesetzt (Petrini et al., 2009).

Bei späten Frühgeborenen ist das Vorhandensein von neurologischen Entwicklungseinschränkungen und Verhaltensauffälligkeiten umstritten (Gurka et al., 2010; Harris et al., 2013; Talge et al., 2010).

Einen Erklärungsansatz für das Muster der Symptome liefert eine genauere Betrachtung der Gehirnentwicklung. Der Frontallappen, besonders der präfrontale Cortex, entwickelt sich eher spät. Die verzögerte Entwicklung dieses Bereiches wird mit Einschränkungen der so genannten exekutiven Funktionen in Verbindung gebracht. Entwicklungsabweichungen der exekutiven Funktionen, die zielgerichtetes Verhalten ermöglichen sollen, werden von manchen als ursächlich für Probleme in anderen kognitiven Funktionen angesehen, die besonders häufig bei Frühgeborenen beeinträchtigt sind. Dazu gehören zum Beispiel Lernschwierigkeiten und Aufmerksamkeitsdefizite (Sun und Buys, 2012; Shum et al., 2007). Einschränkungen in den exekutiven Funktionen können so einen wichtigen Einfluss sowohl auf den akademischen Erfolg als auch auf soziale und adaptive Fähigkeiten haben (Anderson und Doyle, 2008).

Sehr früh geborene Kinder entwickeln häufig subklinische Verhaltensauffälligkeiten wie Unaufmerksamkeit, Scheu und Zurückgezogenheit oder verfügen über eine eingeschränkte soziale Kompetenz. Auch klinisch diagnostizierte psychopathologische Probleme manifestieren sich bei Frühgeborenen, dabei liegt die Prävalenz bei 25 % bis 28 %. Das häufigste psychiatrische Krankheitsbild ist die Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (ADHS); sehr früh geborene Kinder haben gemittelt ein etwa 2,5fach erhöhtes Risiko betroffen zu sein. Auch Angststörungen, Depressionen, Schizophrenie und autistische Krankheitsbilder stehen in Verdacht, mit Frühgeburtlichkeit in Verbindung gebracht werden zu können (Johnson, 2007; Limperopoulos et al., 2008).

Die Ausprägung von Lernschwierigkeiten kann durch die Betrachtung der Schullaufbahn eruiert werden.

Frühgeborene haben im Vergleich zu Reifgeborenen einen etwa zweifach gesteigerten Bedarf an besonderer schulischer Förderung (Chyi et al., 2008; MacKay et al., 2010). Im Alter von 5 bis 10 Jahren wiederholen Frühgeborene beinahe doppelt so häufig eine Klasse wie Reifgeborene (Morse et al., 2009; van Baar et al., 2009).

Schulische Probleme zeigen Frühgeborene in vielen Bereichen; besonders ausgeprägt sind allerdings Einschränkungen in den mathematischen Disziplinen (Doyle und Anderson, 2008). Die Schwierigkeit von sehr früh geborenen Frühgeborenen, komplexe Informationen simultan zu verarbeiten, könnte die häufige Leistungseinschränkung in diesem Bereich erklären. In einer Studie von Jaekel et al. (2014) konnte gezeigt werden, dass mit verlängerter neonataler Behandlungsnotwendigkeit, im Besonderen mit längerer Beatmungszeit, eine eingeschränkte Leistungsfähigkeit im mathematischen Bereich verknüpft werden kann.

Eine Studie von Gross et al. aus dem Jahr 2001 ergab dagegen, dass medizinische Komplikationen von Frühgeburten geringen Einfluss auf den Schulerfolg hatten. Stattdessen war der Erfolg signifikant stärker als bei Reifgeborenen von familiären Faktoren abhängig zu machen: Die Stabilität der familiären Struktur und des Wohnortes über zehn Jahre, die Erziehung durch zwei Elternteile und ein höherer Bildungsstandard der Eltern wirkten sich positiv aus.

Warmes, sensibles, stimulierendes und angemessenes elterliches Verhalten kann außerdem besonders internalisierende und hyperkinetische Züge bei Risikokindern mäßigen (Landry et al., 2000; Laucht et al., 2001).

In einer nationalen schwedischen Studie wurde die Entwicklung von ehemaligen Frühgeborenen bis in deren junges Erwachsenenalter verfolgt. Aufgrund von Handikaps oder persistierenden Erkrankungen waren Personen, die vor der 32. SSW geboren wurden, viermal häufiger auf staatliche Unterstützung angewiesen als ehemalige Reifgeborene. Außerdem wurde Frühgeburtslichkeit in geringem Maße mit einer niedrigeren Chance auf einen Hochschulabschluss und mit einem niedrigeren Nettoeinkommen assoziiert (Lindström et al., 2007).

Auch bei Frühgeborenen ohne somatische Folgeerkrankungen wurden soziale Langzeitkomplikationen aufgedeckt. In einer norwegischen Kohorte zeigten sich ein geringfügig niedrigerer Stand des Bildungsniveaus, des Einkommens und eine verringerte Tendenz zur Familiengründung (Moster et al., 2008).

1.6. Epidemiologie und Pathophysiologie des FFTS

Das chronische FFTS ist die häufigste schwerwiegende Komplikation bei mono-chorialen Zwillingschwangerschaften (Lopriore et al., 2005).

Das Syndrom entwickelt sich in 9 % bis 15 % aller monochorialen, diamnialen Zwillingschwangerschaften (De Paepe et al., 2010).

In monoamnialen Zwillingschwangerschaften liegt die Inzidenz mit 6 % etwas niedriger, da unter anderem die standardisierten Diagnosekriterien nicht alle angewendet werden können und vermutlich eine als protektiver zu bewertende Gefäßanordnung ausgebildet ist (Hack et al., 2009). FFTS tritt in den meisten Fällen im mittleren Trimester auf, am ehesten um die 20. bis 21. Schwangerschaftswoche (Chalouhi et al., 2010).

Der Schweregrad der Krankheit, der anhand von Stadieneinteilungen (s. 1.9.) bestimmt wird, und das Gestationsalter zum Geburtszeitpunkt determinieren den perinatalen Ausgang (Duncombe et al., 2003).

Die Prognose bei einem unbehandelten Syndrom ist schlecht, die perinatale Mortalitätsrate liegt bei bis zu 90 % (Senat et al., 2004).

In mindestens 85 % aller monochorialen Plazenten sind Gefäßanastomosen vorhanden, wobei die Anzahl der Anastomosen bei FFTS signifikant höher ist als bei Plazenten ohne Syndrom. Dabei unterscheidet man zwischen tiefen arteriovenösen und oberflächlichen arterioarteriellen oder venovenösen Anastomosen. Die tiefen arteriovenösen Anastomosen schaffen einen unidirektionalen Blutfluss zwischen den Feten, wohingegen die oberflächlichen Anastomosen einen bidirektionalen Blutfluss ermöglichen. Letzteren wird eine protektive Funktion gegenüber dem FFTS zugeschrieben. Dies zeigt sich daran, dass sich bei Plazenten mit ausschließlich tiefen Anastomosen etwa 20 % häufiger ein FFTS entwickelt als bei Plazenten mit tiefen und oberflächlichen Anastomosen und auch deutlich häufiger als bei Plazenten mit ausschließlich oberflächlichen Anastomosen. Dem FFTS liegt ein unausgewogener Blutaustausch zwischen zwei monochorialen Zwillingen über diese Anastomosen zugrunde. Vermutlich begründet eine größere Anzahl und/oder ein größerer Durchmesser von arteriovenösen Anastomosen in eine Richtung den Nettoblutfluss vom so genannten Donor- zum Akzeptorzwilling (Bermúdez et al., 2002).

Eine andere Hypothese besagt, dass arteriovenöse Anastomosen an sich nicht zu einer hämodynamischen Imbalance führen, sondern möglicherweise nur als Übertragungsstruktur für vasoaktive und andere lösliche Faktoren fungieren (De Paepe et al., 2010). Bei der Entstehung des FFTS spielen nämlich wahrscheinlich auch hormonelle Komponenten eine Rolle (Mosquera et al., 2012). Durch die Hypervolämie und arterielle Relaxation schüttet der Akzeptor Atriales Natriuretisches Peptid aus, sodass in den Nieren die glomeruläre Filtrationsrate erhöht und die tubuläre Rückresorption zurückgefahren wird. Daraus resultiert eine Polyurie mit einem Polyhydramnion. Entgegen der zu erwartenden Konsequenz, die besagen würde, dass der Akzeptor reaktiv das Renin-Angiotensin-Aldosteron System (RAAS) supprimiert, wurden Hinweise gefunden, die auf eine hohe Rate an RAAS-Komponenten deuten. Es wird vermutet, dass diesen Gegebenheiten entweder eine direkte Hormontransfusion vom Donor zum Akzeptor oder eine plazentare Produktion der RAAS-Komponenten zugrunde liegt. Zu hohe Volumenbelastung und Hypertension beim Akzeptor können letztendlich zu einem Hydrops fetalis und zu einer Herzinsuffizienz führen.

Beim Donor wird durch die chronische Hypovolämie das Renin-Angiotensin-Aldosteron System angekurbelt, sodass es aufgrund der renalen Hypoperfusion zu Oligurie und Oligohydramnion und in späten Stadien auch zu tubulären Atrophien und renalen Unterentwicklungen mit daraus resultierendem Nierenversagen kommt (Mosquera et al., 2012).

1.7. Symptome des unbehandeltem FFTS

Beim FFTS kann es im unbehandeltem Zustand zu einer Reihe von typischen Symptomen kommen.

So werden zum Beispiel häufig Größenunterschiede zwischen den Zwillingen beobachtet. Aufgrund einer möglicherweise ungleichen Plazentaaufteilung sowie einer durch Hypertension und Hypovolämie ausgelösten Minderperfusion beim Donor finden sich bei ihm häufig Wachstumsstörungen (Mosquera et al., 2012).

Das unbehandelte FFTS ist von einer hohen Mortalitätsrate geprägt. Ein Großteil der Sterblichkeit ist dabei auf eine kongestive Herzinsuffizienz zurückzuführen (Lougheed et al., 2001).

Kardiovaskuläre Probleme lassen sich zumeist beim Akzeptor beobachten. Dazu zählen eine überwiegend rechtsseitige myokardiale Hypertrophie und daraus resultierend eine Kardiomegalie. Seltener entstehen Verengungen des rechtsventrikulären Ausflusstraktes und in extremen Fällen auch Stenosen der Arteria pulmonalis. Bei 30 % bis 40 % der Akzeptoren entwickeln sich Insuffizienzen der Trikuspidalklappen und seltener Mitralklappeninsuffizienzen (Herberg et al., 2006; Mosquera et al., 2012). Auch ein Perikarderguss ist vermehrt zu finden (Lougheed et al., 2001).

Unbehandelt sind die kardialen Problematiken mit steigendem Gestationsalter progredient (Herberg et al., 2006).

Neben der kardialen ist auch die renale Morbidität erhöht. Zu den besonders beim Donor ausgeprägten Komplikationen gehören kortikale Nekrosen und Fibrosen, passagere renale Insuffizienzen und Hämaturie, akutes Nierenversagen mit langfristiger Dialysenotwendigkeit und tubuläre Fehlentwicklungen, die bei bis zu 50 % der Donorzwillinge auftreten (Lopriore et al., 2011).

Zudem impliziert das FFTS auch ein erhöhtes Risiko an prä- oder postnatalen zerebralen Schädigungen. Pränatale Läsionen treten in 10 % bis 35 % der überlebenden Zwillinge auf, im Gegensatz zu 2 % bei unkomplizierten monochorialen Zwillingen. Zu den pränatalen Läsionen zählen zum Beispiel zystische periventrikuläre Leukomalazien, Zysten der weißen Substanz, schwere intraventrikuläre Blutungen, ventrikuläre Dilatationen und zerebrale Atrophien. Auch Schlaganfälle werden diagnostiziert. Postnatale zerebrale Schädigungen können auch mit einer vermehrten Frühgeburtlichkeit assoziiert sein (Lopriore et al., 2011).

Sogar noch im Alter von sechs Jahren fanden sich bei etwa 20 % der Kinder zerebrale Paresen und eine verzögerte mentale Entwicklung (Lopriore et al., 2003).

Eine defizitäre neurologische Entwicklung in der frühen Kindheit war besonders bei Kindern zu beobachten, deren Zwilling intrauterin verstorben war (Lopriore et al., 2003).

1.8. Diagnostik

Das FFTS wird meistens im zweiten Trimester (15.-26. SSW) diagnostiziert. Ausschlaggebend für eine Diagnose sind in wenigen Fällen akute klinische Symptome wie eine schnelle Uterusvergrößerung, vorzeitige Wehen und Dyspnoe der Mutter, die

auf ein Polyhydramnion zurückzuführen sind (Chalouhi et al., 2010). Stattdessen spielen andere, definitionsbasierte Aspekte bei der Diagnostik eine größere Rolle.

In der Vergangenheit wurde das FFTS durch eine Hämoglobindifferenz von >5 g/dl in Verbindung mit einem Geburtsgewichtsunterschied von >20 % definiert. Da sich diese Kriterien jedoch als inadäquat herausstellten, wurden neue sonographiebasierte Faktoren festgelegt (Lopriore et al., 2011).

Zu diesen Faktoren zählt das Vorhandensein eines Polyhydramnions beim Akzeptor mit einem größten vertikalen Depot von >8 cm vor der 20. Gestationswoche und von >10 cm danach in Verbindung mit dem Vorliegen eines Oligohydramnions beim Donor mit einem größten vertikalen Depot von <2 cm (Khalek et al., 2013).

Je früher die Diagnose gestellt wird, desto vorteilhafter kann der Verlauf gestaltet werden, weshalb zum Beispiel die Chorionverhältnisse schon im ersten Trimester geklärt werden sollten (Mosquera et al., 2012). Bei der Feststellung von Monochorionizität scheint sich eine zweiwöchentliche Ultraschallkontrolle kombiniert mit einer symptomorientierten Selbstkontrolle der Patienten vorteilhaft auf die Detektion eines FFTS auszuwirken (Thorson et al., 2011; Sueters et al., 2006).

Es existieren auch Diagnosekriterien, die schon im ersten Trimester wegweisend sein können. Als ein früher Marker kann eine vermehrte Nackentransparenz bzw. ein interfetaler Unterschied der Nackentransparenz in der 10. bis 14. Gestationswoche angesehen werden (Sebire et al., 2000; Mosquera et al., 2012).

Weitere frühe Hinweise sind eine zu geringe Scheitel-Steiß-Länge eines Feten, ungewöhnliche Nabelschnurinsertionen, Membranfaltung und ein mit dem Doppler erkennbares abnormales Wellenformmuster im Ductus venosus bei mindestens einem Feten (Mosquera et al., 2012).

1.9. Stadieneinteilung

1999 wurde von Quintero et al. eine Stadieneinteilung des Syndroms entwickelt.

Die Einteilung bezieht neben den Verhältnissen der Amnionflüssigkeit auch die sonographische Abbildbarkeit der Harnblase des Donors, Dopplerauffälligkeiten, das Vorliegen eines Hydrops und den intrauterinen Fruchttod mit ein (Quintero et al., 1999; Khalek et al., 2013).

Zu den typischen Dopplerauffälligkeiten zählen beim Donor ein fehlender oder umgekehrter enddiastolischer Fluss in der Umbilikalarterie und beim Akzeptor ein umgekehrter Fluss im Ductus venosus oder ein pulsatiler Fluss in der Umbilikalvene (Quintero et al., 1999).

Je nach Vorliegen der Faktoren wird zwischen fünf Stadien unterschieden:

Tab. 1: Stadieneinteilung nach Quintero (Quintero et al., 1999)

| Stadium | Poly-/ Oligohydramnion | Keine erkennbare Harnblase beim Donor | Doppler- abnormalitäten | Hydrops | Tod |
|---------|---------------------------|--|----------------------------|---------|-----|
| I | + | - | - | - | - |
| II | + | + | - | - | - |
| III | + | + | + | - | - |
| IV | + | + | + | + | - |
| V | + | + | + | + | + |

Viele Fälle im Stadium I, das eine recht große Heterogenität aufweist, verbleiben auf diesem Niveau oder regredieren sogar (O'Donoghue et al., 2007; Stirnemann et al., 2010).

Schwangerschaften, bei denen ein Progress zu einem höheren Stadium zu beobachten ist, zeigen auch eine erhöhte Mortalitätsrate (Taylor et al., 2002).

Da der prognostische Wert der Quintero-Einstufung umstritten ist, wurde 2007 im **Children's Hospital of Philadelphia (CHOP)** ein kardiovaskuläres Einteilungsschema entwickelt, das sich eher an der Pathophysiologie des Syndroms orientiert (Chalouhi et al., 2010; Rychik et al., 2007). Die dabei zu berücksichtigenden Parameter sind beim Donor die Art des Blutflusses in der Umbilikalarterie und beim Akzeptor das Vorliegen einer ventrikulären Hypertrophie, einer kardialen Dilatation, einer ventrikulären Dysfunktion, einer Trikuspidal- und Mitralklappeninsuffizienz und einer pulmonalen Regurgitation, die Art des Trikuspidal- und Mitralklappen-zuflusses, die Gestalt des Blutflusses im Ductus venosus und in der Umbilikalvene, sowie die Beschaffenheit des rechtsventrikulären Ausflusstraktes.

Jedem Parameter wird ein numerischer Wert zugeordnet, der auf dessen An- bzw. Abwesenheit oder Schweregrad basiert. Bei einem Maximum von 20 Punkten wird in Fünferschritten zwischen vier Stadien unterschieden.

Beim Vergleich der beiden Stadieneinteilungen zeigen sich in vielen Fällen Diskrepanzen in der Zuordnung, wobei nach der CHOP-Einteilung mehr Fälle einem höheren Schweregrad zugeordnet werden als nach dem Quintero-System (Rychik et al., 2007). Schon in frühen Quintero-Stufen können signifikante kardiovaskuläre Schweregrade ausgemacht werden (Khalek et al., 2013).

Doch auch bei der CHOP-Einteilung ist das prognostische Potential umstritten (Stirnemann et al., 2010).

1.10. Therapie

Verbesserungen der vorgeburtlichen Überwachung und der Therapieoptionen haben für eine auf bis zu 67 % gesteigerte Überlebenschance beider und auf eine bis zu 87 % gesteigerte Überlebenschance mindestens eines Feten gesorgt (Chmait et al., 2011; Diehl et al., 2017).

Da sich der Krankheitsverlauf nur in 30 % bis 45 % der Quintero-Stadium-1-Fälle verschlechtert, kann man in diesen Fällen unter Umständen auf ein invasives Eingreifen verzichten und stattdessen unter einer adäquaten Kontrolle den Verlauf abwarten (Chalouhi et al., 2010).

Die erste invasive Therapie des FFTS bestand in der Durchführung wiederholter Amniotrainagen. Auf diese Art kann die uterine Distension und damit auch das Risiko der Frühgeburtlichkeit reduziert werden (Mosquera et al., 2012). Das mittlere Gestationsalter bei der Geburt liegt nach diesem Eingriff bei 28 Wochen (Chalouhi et al., 2010).

Zudem existieren Hinweise darauf, dass durch die Punktion auch der Druck auf die Plazentaoberfläche verringert wird und dadurch die Zirkulation vor allem des Donorzwillings verbessert werden kann. Dabei kann man von einem „Amnionreduktions-Paradox“ sprechen, da der pathologische Mechanismus des

Syndroms zwar nicht durchbrochen wird, eine Regression jedoch bei etwa 20 % der Fälle zu beobachten ist (Mosquera et al., 2012).

Bei dem Eingriff wird unter sonographischer Kontrolle aus der Amnionhöhle des Akzeptors Amnionflüssigkeit entfernt. Über die während des Eingriffs maximal zu entfernende Fruchtwassermenge und die Größe des restlichen Fruchtwasserdepots besteht keine Einigkeit. Nach dem Eingriff sollte im wöchentlichen Abstand sonographisch die Menge der Amnionflüssigkeit kontrolliert und bei einer erneuten Verschlechterung des Zustandes die Prozedur wiederholt werden (Moise et al., 2005).

Durch den Eingriff kann es u.a. zu einer Ruptur des interfetalen Septums, zu intraamnialen Einblutungen, einer Chorioamnionitis oder einer Plazentalösung kommen (Chalouhi et al., 2010; O'Donoghue et al., 2007).

Die Überlebensrate variierte je nach Studie zwischen 40 % bis 80 % (Chalouhi et al., 2010).

Da die interfetalen Anastomosen aber bestehen bleiben und somit die Pathophysiologie nicht unterbrochen wird, finden sich langfristig ähnliche Komplikationen wie bei unbehandeltem FFTS. Es ließen sich Größenunterschiede der Feten feststellen und die Rate der neurologischen Komplikationen variiert zwischen 5 % und 50 % (Chalouhi et al., 2010). Wegen dieser vergleichsweise schlechten Prognose wird die Fruchtwasserentlastungspunktion nicht mehr als Hauptsäule der Therapie angesehen. Diese Technik kann aber noch in Fällen der Quintero-Stufe-1, zur Entlastung des Uterus vor einer Laserkoagulation, zur Zeitgewinnung vor anderen weitergehenden Eingriffen oder bei einem Ausschluss der Laserbehandlung Anwendung finden (Bebbington, 2010; Khalek et al., 2013).

Eine weitere Therapieoption ist die Septostomie, bei der unter sonographischer Kontrolle gezielt das interfetale Septum perforiert wird, sodass Amnionflüssigkeit von der Amnionhöhle des Akzeptors in die des Donors fließen kann. Nur gelegentlich muss der Eingriff wiederholt werden (Moise et al., 2005). Durch die künstliche Herstellung einer gemeinsamen Fruchthöhle treten teilweise die typischen Komplikationen einer monoamniotischen Schwangerschaft auf. Die Überlebensrate entspricht etwa der der Fruchtwasserentlastungspunktion, doch die Septostomie wird fast nicht mehr angewandt (Chalouhi et al., 2010).

Eine ursächliche Therapieform ist die Laserkoagulation, bei der die interfetalen Anastomosen unterbrochen und so das hämodynamische Missverhältnis unterbunden wird. Die Laserkoagulation kann ab der 16. SSW durchgeführt werden, da ab diesem Zeitpunkt Chorion und Amnion nicht mehr durch die Chorionhöhle voneinander getrennt sind (Lewi et al., 2008).

Aufgrund technischer Schwierigkeiten und iatrogenen Risiken wird der Eingriff in der Regel nur bis zur 26. SSW durchgeführt. Nach diesem Zeitpunkt werden eine Fruchtwasserentlastungspunktion, Steroidgabe und eine geplante vorzeitige Entbindung empfohlen (Chalouhi et al., 2010).

Zur Durchführung des Eingriffs wird unter Lokalanästhesie perkutan ein Fetoskop in die Amnionhöhle des Akzeptors eingeführt, sodass der Ursprung des interfetalen Septums auf der Plazenta unter kontinuierlicher sonographischer Kontrolle gesucht werden kann (Senat et al., 2004). Je größer der Durchmesser des Fetoskops ist, desto besser ist die Sicht, aber desto höher ist auch das Risiko einer vorzeitigen Geburt (Papanna et al., 2014).

Es existieren verschiedene Operationstechniken, die sich in der Auswahl und dem Ausmaß der zu koagulierenden Gefäße unterscheiden.

Bei der selektiven Technik werden Gefäße, die das Septum kreuzen, verfolgt und Anastomosen identifiziert. Mit einem Neodym Yttrium–Aluminium–Granat Laser werden diese Anastomosen dann gezielt koaguliert (Senat et al., 2004). Eine Modifikation der selektiven Technik ist die so genannte „Solomon“ Technik. Dabei wird nach einer selektiven Koagulation der Anastomosen zusätzlich die Oberfläche der Plazenta zwischen den Anastomosen verödet (Khalek et al., 2013). Unabhängig von der Technik kann man zum Abschluss des Eingriffs noch eine Fruchtwasserentlastungspunktion durchführen, um den intrauterinen Druck zu reduzieren (Chalouhi et al., 2010).

In einer großen randomisierten europäischen Multicenter-Studie wurde die Effizienz und Sicherheit von seriellen Fruchtwasserentlastungspunktionen mit der selektiven Laserkoagulation verglichen. Dabei konnte festgestellt werden, dass in der Gruppe, die einer Lasertherapie unterzogen wurde, die Überlebensrate mindestens eines Feten bis zum 28. Lebenstag mit 76 % über der Rate in der Punktionsgruppe lag (51 %) und dass auch das mittlere Gestationsalter zum Geburtszeitpunkt in der Lasergruppe (33 Wochen) signifikant höher als das in der Punktionsgruppe war (29 Wochen). Eine

ähnliche Tendenz konnte überdies bei der Analyse des neurologischen Zustands im Alter von sechs Monaten beobachtet werden, auch hier schnitt die Lasergruppe besser ab (Senat et al., 2004).

In den ersten sechs Tagen nach einem Lasereingriff liegt die intrauterine Mortalitätsrate eines Feten bei 13 % bis 33 % und die beider Zwillinge bei 3 % bis 22 % (Robyr et al., 2006). Das durchschnittliche Gestationsalter zum Geburtszeitpunkt variiert dabei in einem Bereich zwischen etwa 29 bis 33 Wochen (Papanna et al., 2014). Die Zervixlänge vor der Behandlung ist dabei signifikant mit dem Gestationsalter zum Geburtszeitpunkt assoziiert (Robyr et al., 2005).

Natürlich ist auch diese Therapiemethode nicht frei von Komplikationen. Ein Eingriff mit einem Fetoskop impliziert Risiken wie einen frühzeitigen Blasensprung, chorioamniotische Separation, vorzeitigen Wehen und Frühgeburtlichkeit (Khalek et al., 2013). Spezifische Komplikationen der Laserkoagulation sind z.B. das Amniotische-Band-Syndrom, iatrogene Monoamniozität, eine Anämie-Polyzythämie-Sequenz oder ein rezidivierendes FFTS (Khalek et al., 2013).

Die Anämie-Polyzythämie-Sequenz ist definiert als Anämie mit einer maximalen Flussgeschwindigkeit in der Arteria cerebri media (MCA-PSV) von $> 1,5$ MoM bei einem Fetus und Polyzytämie mit MCA-PSV $< 0,8$ MoM bei seinem Zwilling ohne signifikantes Ungleichgewicht der Amnionflüssigkeit (Chalouhi et al., 2010). Sie tritt spontan, nach einer Laserkoagulation und am häufigsten nach der 26. Schwangerschaftswoche auf (Grubinger und Scheier, 2011). Durch kleine persistierende Anastomosen findet ein langsamer Nettoblutfluss meistens vom ehemaligen Akzeptor zum ehemaligen Donor statt (Slaghekke et al., 2010). Therapiert werden kann die Anämie-Polyzythämie-Sequenz mit wiederholten Bluttransfusionen, einer erneuten Laserkoagulation oder ultimativ mit einem selektiven Fetozid. Insgesamt liegt die Überlebensrate bei etwa 80 % (Chalouhi et al., 2010).

Lopriore et al. (2007a) fanden bei der Untersuchung von Plazenten nach einer Laserkoagulation in 33 % der Fälle noch verbliebende Anastomosen, die oft mit neonatalen hämodynamischen Komplikationen assoziiert werden konnten.

Damit schwere hämodynamische Komplikationen frühzeitig erkannt werden können, wird eine routinemäßige Ultraschallkontrolle mit einer MCA-PSV Messung empfohlen (Lopriore et al., 2007a; Robyr et al., 2006).

Um den tatsächlichen Mehrwert der Laserkoagulationstechnik bewerten zu können, ist besonders die Betrachtung der längerfristigen Entwicklung der Betroffenen aufschlussreich. Nach einem erfolgreichen Eingriff lässt sich zum Beispiel eine Regression einiger bereits zuvor entwickelten Symptome ausmachen.

So scheint die Laserkoagulation Überlebende vor einem permanenten Nierenschaden zu bewahren (Lopriore et al., 2011). Auch die Größen- und Gewichtsunterschiede zwischen den Zwillingen verringern sich wieder (Maschke et al., 2010). Ebenso verhält es sich mit den kardiovaskulären Erkrankungen, sodass Herberg et al. (2006) bei 87 % der im Median 21 Monate alten Überlebenden einen normalen echokardiographischen Befund vorfanden.

Neurologisch zeigten sich in einer Studie von Lopriore et al. (2007b) bei 17 % der zweijährigen Kinder neurologische Beeinträchtigungen, zu denen Zerebralpareesen, mentale und psychomotorische Entwicklungsverzögerungen und Taubheit gezählt wurden. In anderen Studien bewegte sich die Rate der betroffenen Kinder zwischen 6 % und 17 % (Chalouhi et al., 2010). Bezüglich der neurologischen Entwicklung wurde kein Unterschied zwischen ehemaligen Donoren und Akzeptoren oder zwischen als Einling oder als Zwilling Geborenen festgestellt (Banek et al., 2003; Graef et al., 2006). Zwischen einem Geburtsalter von unter 32 Wochen und signifikanten neurologischen Beeinträchtigungen konnte jedoch ein Zusammenhang gefunden werden (Maschke et al., 2011).

Wenn der spontane intrauterine Fruchttod eines Zwillinges sehr wahrscheinlich ist, was z.B. bei schwersten Größenunterschieden oder diskordanten Anomalien der Fall ist, kann auch ein selektiver Fetozid in Betracht gezogen werden, damit von dem überlebenden Fetus nicht eine für ihn ebenfalls letale Blutvolumenverschiebung in den verstorbenen Zwilling entsteht. Um dies zu vermeiden und da eine Injektion aufgrund der interfetalen Anastomosen keine Option ist, stehen verschiedene Techniken zur Verfügung (Chalouhi et al., 2010; Lewi et al., 2008):

Die bipolare Koagulation der Nabelschnur ist ein kurzer Eingriff mit einem niedrigen Risiko für Rupturen des interfetalen Septums. Dabei kann es jedoch zu Blutungen aus der Nabelschnur kommen und die Technik ist ab einem bestimmten Durchmesser der Nabelschnur nicht mehr anwendbar (Rossi und D'Addario, 2009). Diese Methode wird

präferiert, wenn genügend Amnionflüssigkeit vorhanden ist (Bebbington et al., 2012). Alternativ gibt es die Radiofrequenzablation, bei der durch Wechselstrom ausgelöste hochfrequente Temperaturunterschiede die Nabelschnur verschließen, thermale Schäden und intrafetale Blutungen aber nicht auszuschließen sind (Rossi und D'Addario, 2009). Bei einer kurzen Nabelschnur oder Oligo-hydramnion wird diese Methode bevorzugt (Bebbington et al., 2012). Außerdem kann die Nabelschnur auch mit einem Laser koaguliert werden (Rossi und D'Addario, 2009). Eine häufige Komplikation bei allen Techniken ist ein iatrogen vorzeitiger Blasensprung (Spadola und Simpson, 2005).

Die Überlebensraten für den zweiten Zwilling liegen um 80 %, wobei die Ergebnisse bei Eingriffen nach der 18. Woche besser sind als davor (Chalouhi et al., 2010).

1.11. Fragestellungen

In dieser Studie wird eine Patientengruppe mit durch Laserkoagulation therapiertem FFTS hinsichtlich ihrer schulischen Entwicklung bis zur sechsten Schulklasse untersucht. Dabei gehen das Einschulungsalter und die Schulform bei der Einschulung und beim Übergang auf eine weiterführende Schule in die Analyse ein. Des Weiteren werden die Schulnoten in einigen Leitfächern sowie das Wiederholen und Überspringen einer oder mehrerer Klassenstufen verarbeitet. Mit den daraus gewonnenen Kenntnissen über den Schulerfolg werden Auffälligkeiten in der motorischen und sprachlichen Entwicklung, der Bedarf an entwicklungsbezogenen Fördermaßnahmen und die Prävalenz von Verhaltensauffälligkeiten korreliert.

Grundsätzlich werden alle Ergebnisse auch bezüglich des Donor- bzw. Akzeptorstatus, des Geschlechtes, des Überlebens als Einling oder Zwilling und der Ausprägung der Frühgeburtlichkeit analysiert.

Die zentrale Frage ist, ob die Patienten nach der durch Laserkoagulation therapierten Grunderkrankung langfristige Entwicklungsstörungen aufweisen und welche Einflussfaktoren vorliegen.

2. Material und Methoden

2.1. Patientenkollektiv

Das Patientenkollektiv entstammt 200 konsekutiven Zwillingschwangerschaften, bei denen vor der 25. SSW ein FETS diagnostiziert wurde. Zwischen Januar 1995 und September 1999 wurde bei ihnen im Klinikum Barmbek in Hamburg eine Laserkoagulation durchgeführt, wobei die Einschlusskriterien Monochorionizität sowie Polyhydramnion des einen und Oligohydramnion des anderen Zwillings waren. Diesen Eingriff überlebten 254 Kinder: 140 Akzeptoren und 112 Donatoren sowie 2 Kinder mit nicht sicher feststellbarem Status. Die 104 Mädchen und 150 Jungen wurden mit einem medianen Gestationsalter von 34+4 SSW geboren.

Von diesem ursprünglichen Patientenkollektiv verstarben 2 Kinder nach der Neonatalperiode und 4 Kinder traten aus dem Studienkollektiv aus. 43 Kinder aus dem Ausland (Österreich, Niederlande) wurden aufgrund der von Deutschland differenten Bildungssysteme von den weiteren Untersuchungen ausgenommen, sodass das zu untersuchende Kollektiv aus 205 Kindern bestand, was einem Anteil von 80,7 % des ursprünglichen Kollektivs entspricht. Für diese Studie konnten 192 Kinder erfolgreich kontaktiert werden.

Zur Beurteilung der Schulleistungen wurde den Eltern der Studienteilnehmer ein von Frau Dr. Pauline Volz entworfener Fragebogen (s. Anhang) mit der Bitte um die ergänzende Übermittlung von Zeugnissen der 4. und 6. Jahrgangsstufen zugesandt. 179 ausgefüllte Fragebögen konnten in die Auswertung eingehen. Das entspricht 87,3 % des zu kontaktierenden und 93,2 % des tatsächlich kontaktierten Kollektivs. Unter diesen Kindern sind 108 Jungen und 71 Mädchen, 81 Donatoren und 96 Akzeptoren sowie 2 Kinder mit unklarem Status. 142 dieser Patienten leben als Zwilling und 37 als Einling.

Außerdem wurden 150 Zeugnisse der 4. Jahrgangsstufe (77,7 % der kontaktierten Personen) und 149 Zeugnisse der 6. Jahrgangsstufe (77,2 % der kontaktierten Personen) übermittelt.

Um den Einfluss der Frühgeburtlichkeit auf die Ergebnisse der Studie herauszuarbeiten, wurde das Kollektiv anhand des Gestationsalters zum Geburtszeitpunkt in vier Gruppen eingeteilt. Zu den sehr frühen Frühgeborenen werden Kinder gezählt, die nach weniger als 30 SSW geboren wurden, zu den frühen Frühgeburten diejenigen mit einem Geburtszeitpunkt zwischen der 30 und 31 SSW, zu den späten Frühgeburten solche mit einem Geburtszeitpunkt zwischen 32 und <37 SSW und zu den Reifgeborenen jene, nach 37 SSW geboren wurden.

Unter den 179 Kindern mit ausgefülltem Fragebogen sind 10 sehr frühe Frühgeborene, 27 frühe Frühgeburten, 123 späte Frühgeburten und 19 Reifgeborene. Das mediane Gestationsalter zum Geburtszeitpunkt beträgt in diesem Kollektiv 33+5 SSW, wobei der früheste Termin bei 26+4 SSW und der späteste bei 39+0 SSW liegt.

2.2. Vergleichsdaten

In dieser retrospektiven Studie werden die erhobenen Daten sowohl innerhalb des Kollektivs zwischen Subgruppen mit unterschiedlichen Eigenschaften als auch mit entsprechenden Daten der Allgemeinbevölkerung verglichen.

Die Vergleichsdaten der Allgemeinbevölkerung bezüglich der gesundheitlichen Aspekte konnten aus den Erhebungen der KiGGS Studie (Kinder- und Jugendgesundheitssurvey) gewonnen werden. Diese seit dem Jahr 2003 vom Robert Koch-Institut durchgeführte Studie zur Gesundheit von Kindern und Jugendlichen in Deutschland erfasst in mehreren Erhebungswellen repräsentative Gesundheitsdaten für Kinder und Jugendliche im Alter von 0 bis 17 Jahren.

Weitere Daten der Allgemeinbevölkerung zu verschiedenen Schwerpunkten in der medizinischen Versorgung werden in den Reports der gesetzlichen Krankenkassen veröffentlicht. So bietet der Barmer Arztreport aus dem Jahr 2012 Informationen über die Sprachentwicklung ihrer sich im Kindesalter befindlichen Versicherten. Im AOK Heilmittelbericht aus dem Jahr 2015 finden sich Kennzahlen aller gesetzlich

Krankenversicherten bezüglich der Inanspruchnahme der verschiedenen Heilmittelbereiche.

Daten bezüglich bedeutsamer Übergänge im Schulwesen werden im zweijährlich erscheinenden nationalen Bildungsbericht „Bildung in Deutschland“ veröffentlicht. Die von Bund und Ländern in Auftrag gegebene empirisch fundierte Systembeobachtung wird von einer unabhängigen Gruppe von Wissenschaftlern unter der Federführung des Deutschen Instituts für Internationale Pädagogische Forschung erarbeitet, der so genannten „Autorengruppe Bildungsberichterstattung“.

Weitere schulische Vergleichsdaten konnten aus dem 2009 erschienenen Bericht des „Programme for International Student Assessment“ (PISA) gezogen werden. Bezug genommen wird in dieser Arbeit ausschließlich auf den in Deutschland unter der Federführung des „Deutschen Instituts für Internationale Pädagogische Forschung“ erhobenen Anteil dieser internationalen Studie. Er umfasst eine Stichprobe von 4979 durchschnittlich 15 Jahre alten Schülerinnen und Schülern an 226 Schulen in Deutschland.

Genauere Informationen über die Belegungszahlen der verschiedenen Schularten bietet die Schulstatistik des Statistischen Bundesamtes.

Bei der Auswahl aller Vergleichsdaten wurde besonderer Wert auf eine möglichst hohe zeitliche Entsprechung zu den Daten des vorliegenden Patientenkollektivs gelegt.

Informationen zu den Schulnoten der Allgemeinbevölkerung werden vom Statistischen Bundesamt nicht erhoben. Auch die genauen Ergebnisse der auf Länderebene durchgeführten Vergleichsarbeiten werden nur im Schulwesen beschäftigten Befugten zur Verfügung gestellt. Daher können die in dieser Studie erhobenen Daten bezüglich der Benotung nur innerhalb des Patientenkollektivs verglichen werden.

2.3. Statistische Auswertung

Die Datenverarbeitung wurde mit dem Tabellenkalkulationsprogramm „Microsoft Excel für Mac 2011“ in der Version 14.5.3 und mit dem Statistikprogramm „IBM SPSS Statistics“ in der Version 23.0 durchgeführt. Die Prüfung auf Normalverteilung erfolgte grafisch mithilfe von Wahrscheinlichkeitsnetz (QQ-Plot) und Boxplot. Daraufhin wurde

die statistische Analyse mit nicht parametrischen Tests fortgeführt. Verwendet wurden der Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test bei verbundenen Stichproben, der Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben, der Kruskal-Wallis-Test bei unabhängigen Stichproben und der Exakte Test nach Fisher.

Als Signifikanzniveau wurde bei allen Testverfahren $p=0,05$ festgelegt; von einem starken Trend wird bei einem p-Wert unter 0,1 gesprochen.

Zur Interpretation der Ergebnisse des Exakten Tests nach Fisher wurden bei mehreren unabhängigen Stichproben korrigierte Residuen berechnet.

Das korrigierte Residuum verschafft Aufschluss darüber, inwieweit die tatsächlich beobachtete Anzahl von der zu erwartenden statistisch relevant abweicht. Die Entscheidungsschranke liegt hier bei 2,0. Das heißt, dass in einem Feld mit einem korrigierten Residuum kleiner als -2,0 oder größer als 2,0 die beobachtete Anzahl geringer bzw. höher als erwartet ist.

Zu weiteren Schlussfolgerungen statistischer Signifikanzen wurden teilweise die 95 %-Konfidenzintervalle berechnet und auf Überschneidungen geprüft.

Um die Unabhängigkeit der Daten zu gewährleisten, wurden die Berechnungen jeweils für die Gruppe der Donatoren und die der Akzeptoren getrennt durchgeführt. So wird die Abhängigkeit der Zwillingsverwandtschaft umgangen.

Bei der Datenverarbeitung der Schulergebnisse konnten nur Zeugnisse mit Notenvergabe berücksichtigt werden. Zeugnisse mit anderweitigen Bewertungsformen, wie sie u.a. an Förderschulen und Freien Waldorfschulen üblich sind, wurden daher nicht berücksichtigt.

Die Statistische Auswertung erfolgte mithilfe der Beratung von Leonie Weinhold, einer Mitarbeiterin des Instituts für Medizinische Biometrie, Informatik und Epidemiologie der Universität Bonn. Alle angegebenen Zahlen wurden abgerundet, wenn auf die letzte beizubehaltende Ziffer eine 0 bis 4 folgte, und aufgerundet, wenn eine 5 bis 9 folgte.

3. Ergebnisse

Zur Ermittlung der Ergebnisse wurden insgesamt 179 ausgefüllte Fragebögen sowie 150 Zeugnisse der 4. Jahrgangsstufe und 149 Zeugnisse der 6. Jahrgangsstufe ausgewertet. Bei der Verarbeitung der Daten wurde das Kollektiv jeweils nach Geschlecht, Donor-/Akzeptorstatus, dem Überleben als Einling oder Zwilling sowie nach der Ausprägung der Frühgeburtlichkeit unterteilt.

3.1. Einschulungsalter

Um das Einschulungsverhalten beurteilen zu können, wurde das Einschulungsalter sowie die Frage nach der regelhaften Einschulung im Rahmen der Altersvorschriften des jeweiligen Bundeslandes herangezogen. Die Auswertung des Einschulungsalters des Gesamtkollektivs ergibt die in Abbildung 1 erkennbare Verteilung.

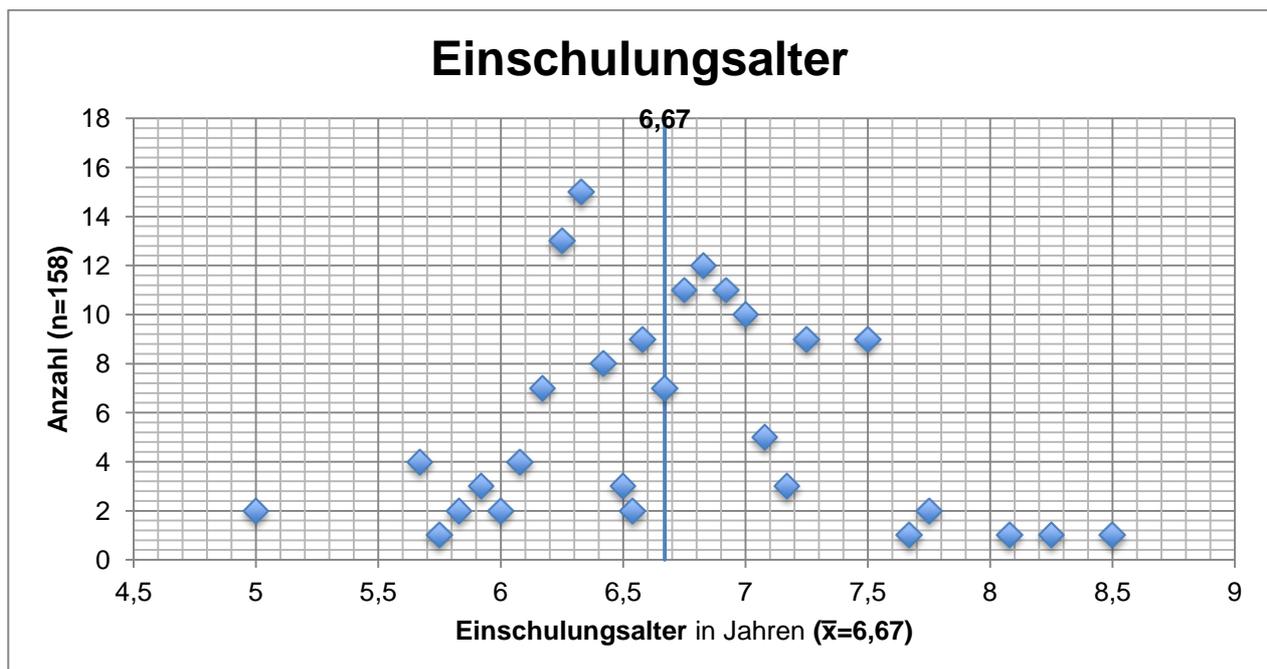


Abb. 1: Einschulungsalter des Gesamtkollektivs

Der Anteil der im Einschulungsjahr sechs Jahre alt gewordenen Kinder beträgt 50,6 % im Vergleich zu 56,8 % in Gesamtdeutschland im Jahr 2004 (Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2012). Im Jahr 2004 wurden durchschnittlich die meisten Studienteilnehmer eingeschult.

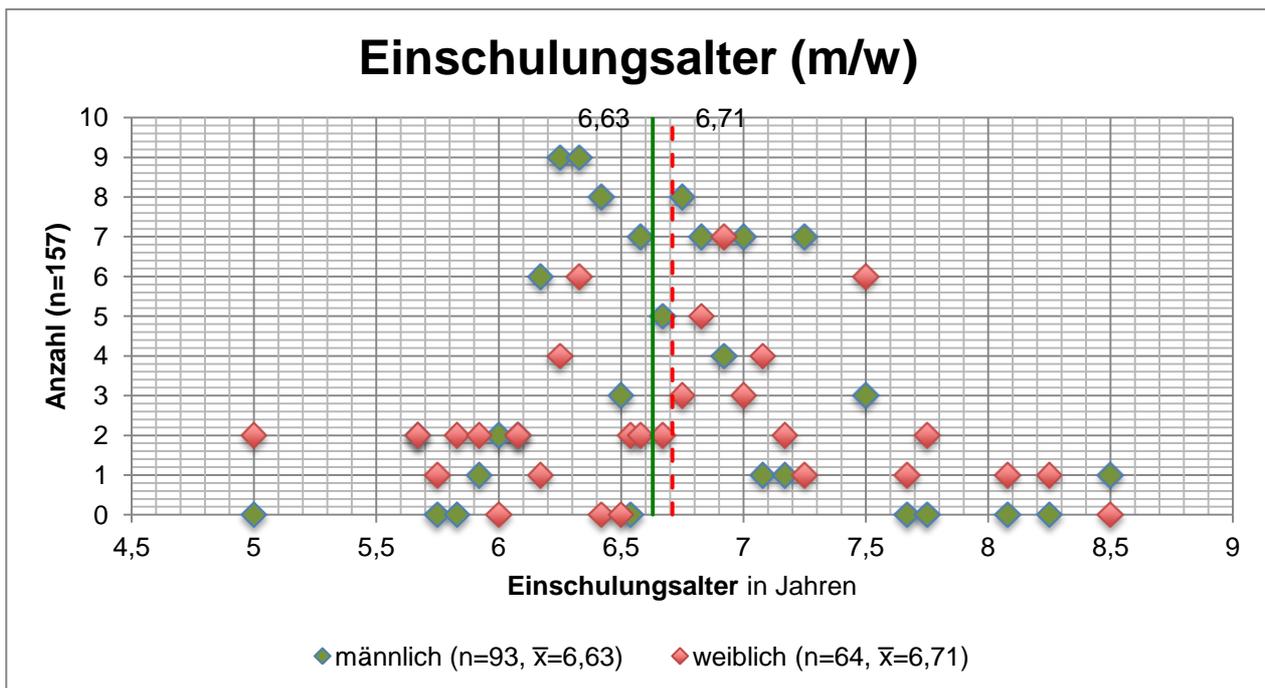


Abb. 2: Einschulungsalter nach Geschlecht differenziert

Beim Vergleich der Geschlechter (Abb. 2) zeigt sich, dass Mädchen mit 6,71 Jahren im Mittel 0,96 Monate später eingeschult wurden als Jungen mit 6,63 Jahren (In der Gruppe der Donatoren: $p=0,16$; In der Gruppe der Akzeptoren: $p=0,43$). Im Vergleich zu gesamtdeutschen Daten sind die Jungen der Studie häufiger (58 % zu 50 %) und die Mädchen seltener (41 % zu 57 %) im Einschulungsjahr sechs Jahre alt geworden (Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2012).

Weder zwischen dem durchschnittlichen Einschulungsalter der Donatoren und der Akzeptoren (6.66 und 6.65 Jahre) noch zwischen dem der Einlinge und Zwillinge (6,69 und 6,66 Jahre) gibt es signifikante Unterschiede.

Wenn jedoch wie in Abbildung 3 das Ausmaß der Frühgeburtlichkeit berücksichtigt wird, lassen sich Differenzen erkennen.

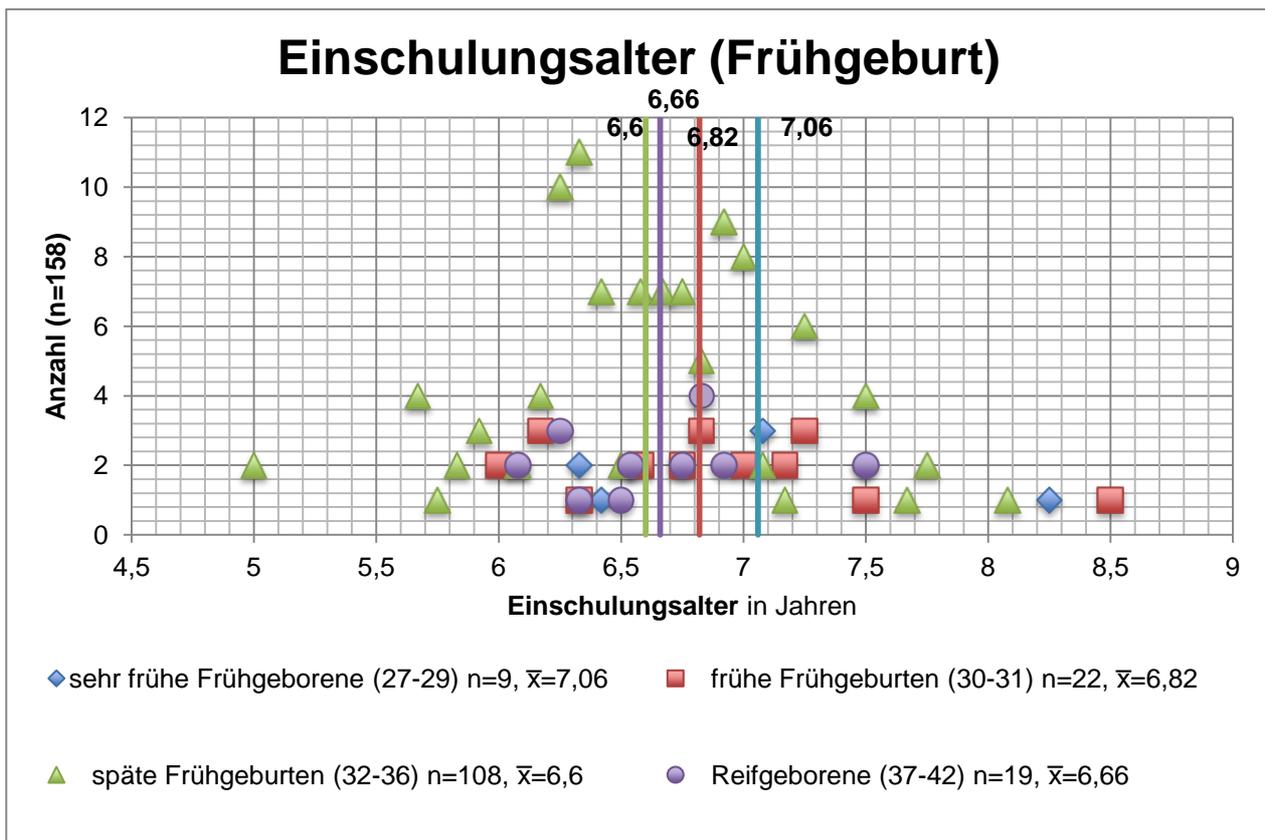


Abb. 3: Einschulungsalter nach Frühgeburtlichkeit differenziert

Sehr frühe Frühgeborene wurden durchschnittlich 2,9 Monate später eingeschult als frühe Frühgeborene, welche ihrerseits 2,6 Monate nach späten Frühgeborenen und 1,9 Monate nach Reifgeborenen mit dem Schulbesuch begannen. Diese Unterschiede finden sich auch in der statistischen Analyse wieder: Die Konfidenzintervalle des Mittelwertes der sehr frühen Frühgeborenen und der späten Frühgeborenen überschneiden sich (innerhalb der Gruppe der Donatoren) nicht.

3.2. Einschulungsverhalten

Bei der Frage nach der regelhaften Einschulung im Rahmen der Altersvorschriften des jeweiligen Bundeslandes zeigt sich, dass 17 % des Gesamtkollektivs verspätet eingeschult wurden (siehe Abb. 4).

Vergleicht man diese Daten mit der allgemeindeutschen Bevölkerung, aus der im Jahr 2004 ein Anteil von 5,7 % verspätet eingeschult worden ist, so fällt auf, dass dieser

Anteil unter den Studienkindern fast dreimal so groß ist (Autorengruppe Bildungsberichterstattung, 2012).

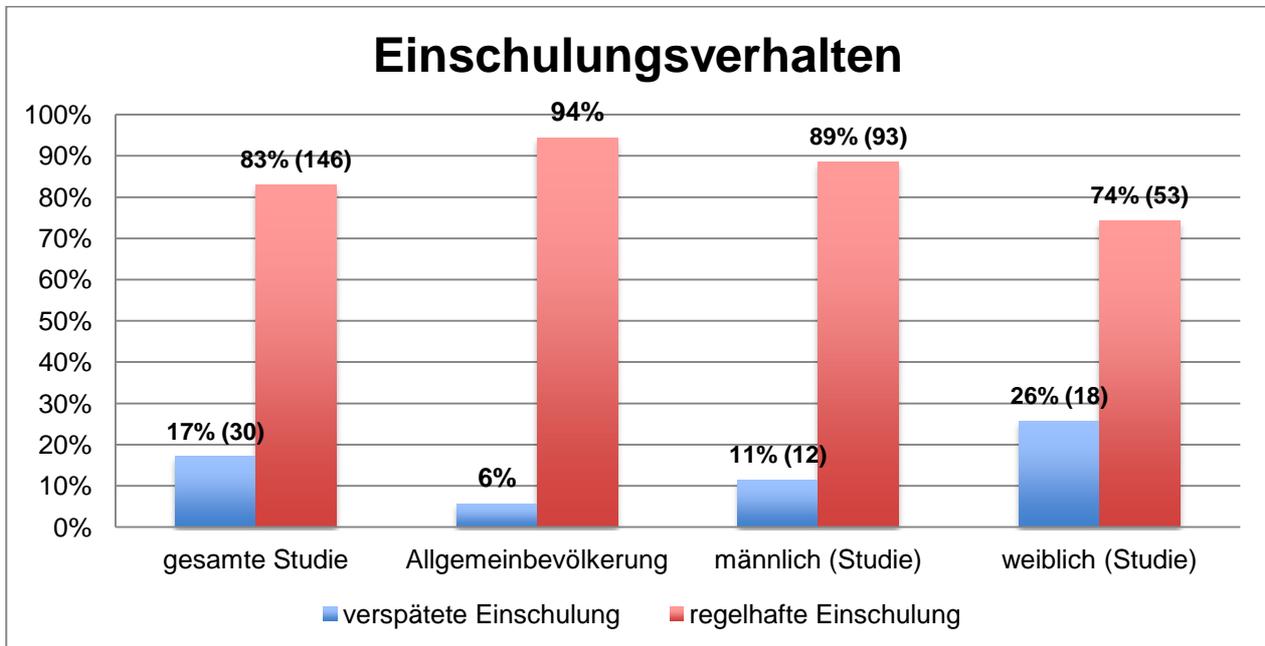


Abb. 4: Einschulungsverhalten im Vergleich mit der Allgemeinbevölkerung und im Geschlechtervergleich (Probandenzahl in Klammern)

Aus Abbildung 4 wird außerdem ersichtlich, dass Mädchen 2,4 mal so häufig verspätet eingeschult worden sind wie Jungen. Dies entspricht in der Gruppe der Donatoren statistisch gesehen einem starken Trend ($p=0,074$).

Zwischen Donor und Akzeptor (verspätete Einschulung bei 19 % vs 16 %) und Einling und Zwilling (verspätete Einschulung bei 19 % vs 16 %) finden sich keine statistisch signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Einschulungsverhaltens.

Abbildung 5 zeigt die Daten differenziert nach der Ausprägung der Frühgeburtlichkeit. Bei der Berechnung mit dem exakten Test nach Fisher erweisen sich diese Unterschiede unter den Akzeptoren als starker Trend ($p=0,054$) und in der Gruppe der Donatoren als statistisch signifikant ($p=0,008$).

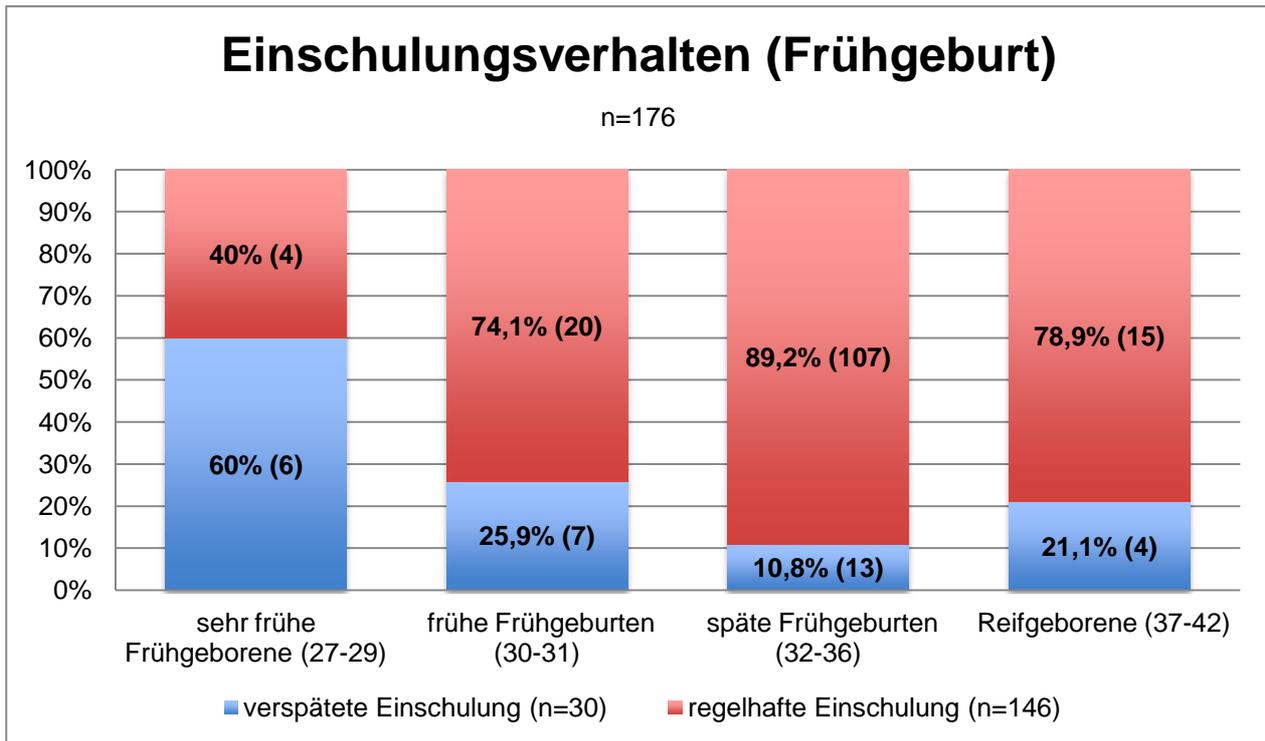


Abb. 5: Einschulungsverhalten nach Frühgeburtlichkeit differenziert (Probandenzahl in Klammern)

Anhand der korrigierten Residuen (Tab. 2) lässt sich konkret ablesen, dass sehr frühe Frühgeborene häufiger und späte Frühgeborene seltener verspätet eingeschult worden sind als der Durchschnitt der Donatoren.

Tab. 2: Korrigierte Residuen für das Einschulungsverhalten (Frühgeburtlichkeit)

| Donor | | | verspätete Einschulung | |
|------------|-------------|----------------------|------------------------|-------------|
| | | | ja | nein |
| Frühgeburt | sehr früh | korrigierte Residuen | 3,6 | -3,6 |
| | früh | korrigierte Residuen | 0,1 | -0,1 |
| | spät | korrigierte Residuen | -2,2 | 2,2 |
| | reifgeboren | korrigierte Residuen | 0,3 | -0,3 |
| | | Anzahl | 15 | 65 |

3.3. Schulform 4. Klasse

Um die Schullaufbahn der Kinder weiter zu verfolgen, konnte die Förderschulquote in der Grundschulzeit ermittelt werden.

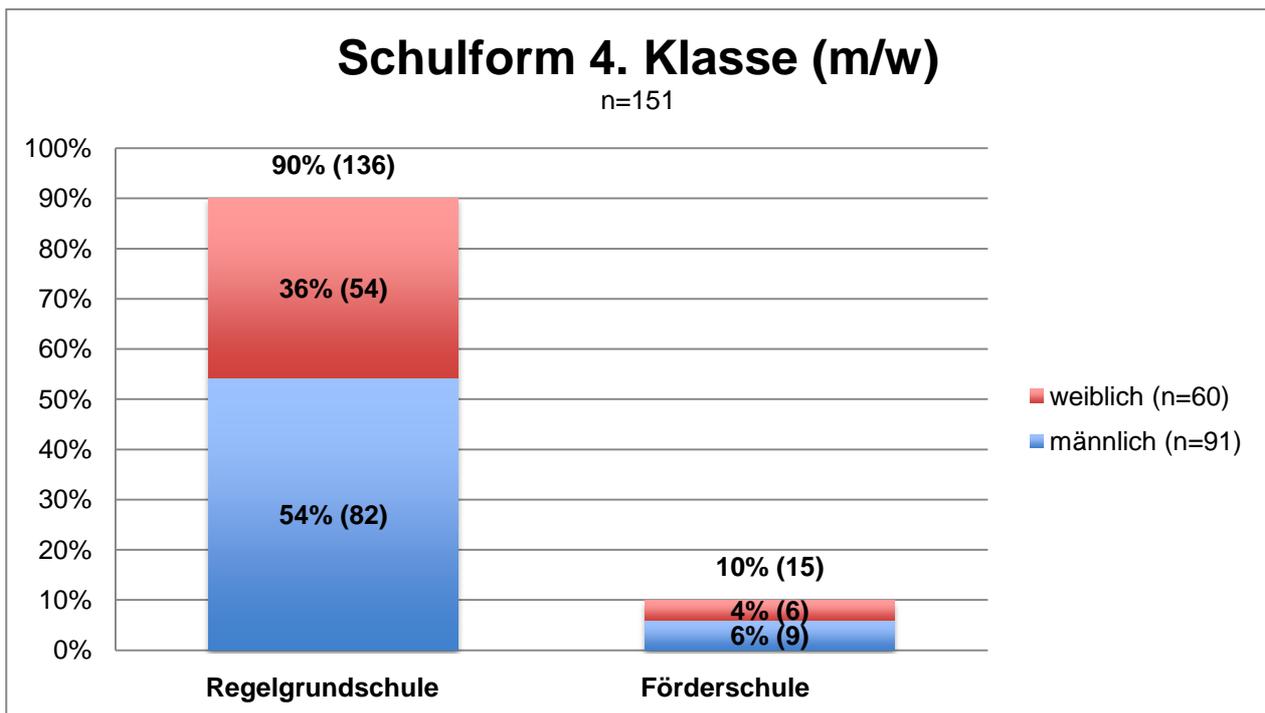


Abb. 6: Schulform in der 4. Klasse nach Geschlecht differenziert (Probandenzahl in Klammern)

Wie in Abbildung 6 ersichtlich wird, liegt sie in der 4. Klasse bei 10 %. Nach Daten des statistischen Bundesamtes, lag die Quote für Deutschland im Jahr 2007, dem Jahr, in dem gemittelt die meisten Kinder der Studie die 4. Klasse besuchten, bei nur 3,8 %. Demnach besuchen die Studienkinder 2,6 mal häufiger eine Förderschule als die deutsche Allgemeinbevölkerung.

Im Geschlechtervergleich zeigt sich in der Studie kein Unterschied. Die Förderschulquote liegt unter den Jungen bei 9,9 % und unter den Mädchen bei 10 % (In der Gruppe der Donatoren: $p=0,67$; In der Gruppe der Akzeptoren: $p=1$).

Dagegen findet sich in der gesamtdeutschen Bevölkerung ein Geschlechterunterschied hinsichtlich der Förderschulquote. Im Jahr 2007 besuchten Jungen in der 4. Klasse 1,7 mal so häufig wie Mädchen eine Förderschule (4,8 % zu 2,8 %, Statistisches Bundesamt).

Betrachtet man im Studienkollektiv wieder die Gruppen der Donatoren und Akzeptoren getrennt, so offenbart sich bei der Förderschulquote in der 4. Klasse keine ungleiche Verteilung. Sie liegt in beiden Gruppen bei 10 %.

Ein starker Trend zeigt sich in der Studie jedoch bei der Unterscheidung zwischen Einling und Zwilling. Einlinge wurden demnach 2,4 mal so häufig in Förderschulen unterrichtet wie Zwillinge (18,2 % zu 7,6 %). Das entspricht unter den Akzeptoren einem p-Wert von 0,09.

Bereitet man die Daten bezüglich der Frühgeburtslichkeit auf, so lassen sich folgende Verhältnisse erkennen:

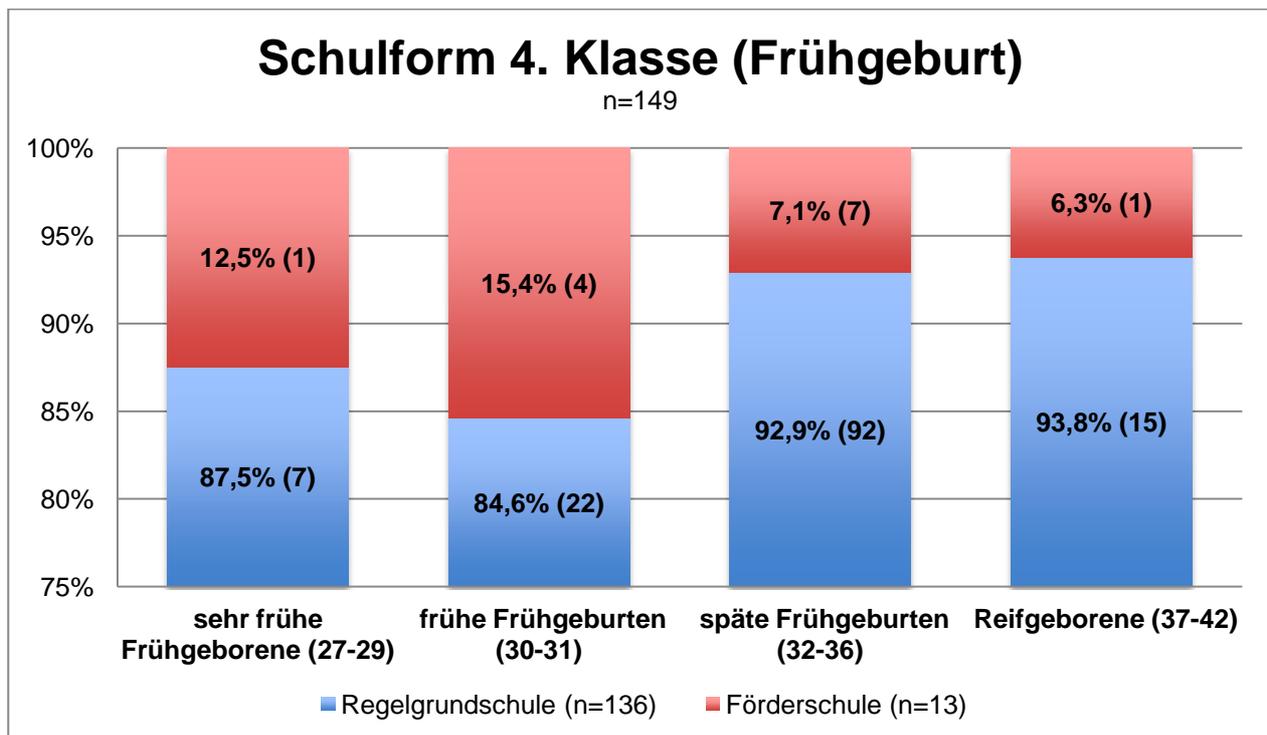


Abb. 7: Schulform in der 4. Klasse nach Frühgeburtslichkeit differenziert (Probandenzahl in Klammern)

Die in Abbildung 7 aufgezeigten Unterschiede sind jedoch statistisch nicht signifikant.

3.4. Schulform 6. Klasse

Neben der Art der Grundschulausbildung wurde auch die Verteilung auf die verschiedenen Schulformen in der 6. Klasse ausgewertet (Abb.8).

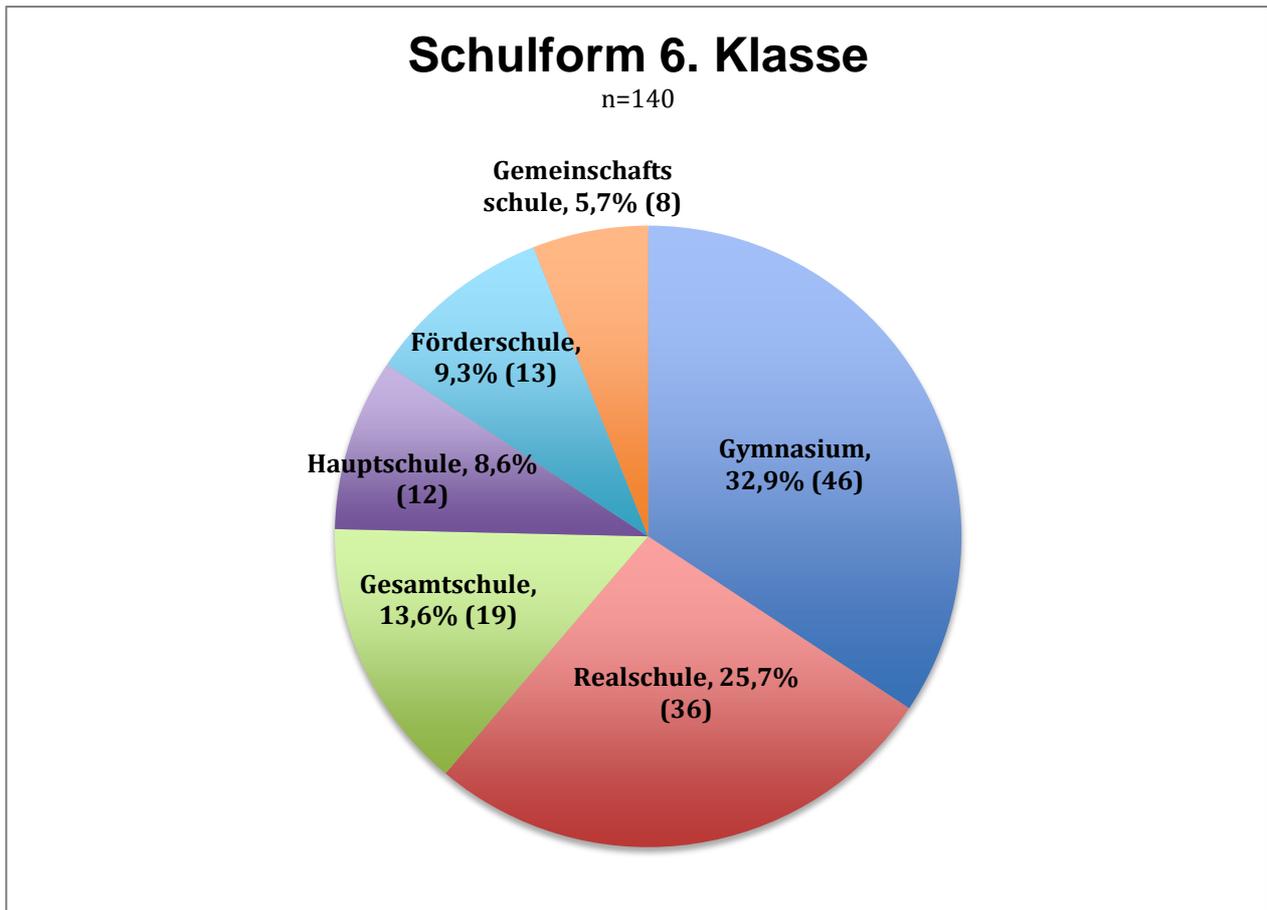


Abb. 8: Schulform in der 6. Klasse, Patientenkollektiv (Probandenzahl in Klammern)

Vergleichbare Daten des Statistischen Bundesamtes über die Schulformverteilung in der 6. Jahrgangsstufe aus dem Jahr 2009/10 zeigen folgendes Bild:

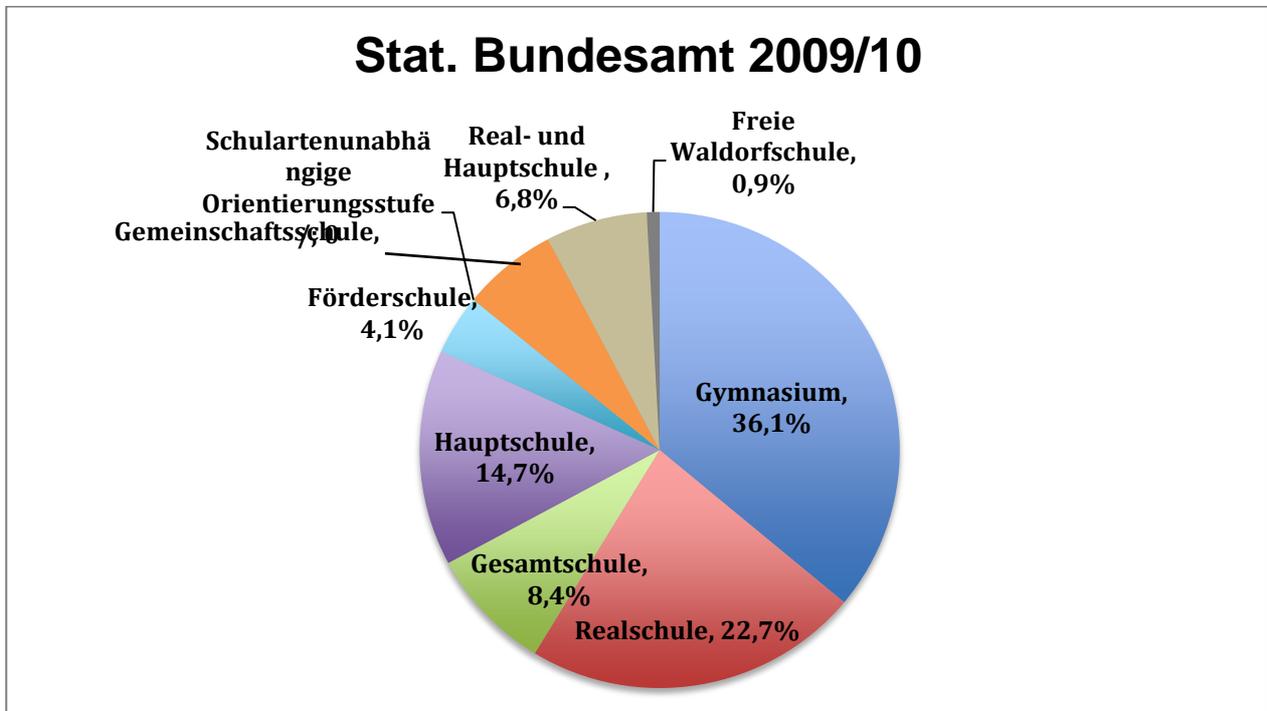


Abb. 9: Vergleichsdaten zur Schulform in der 6. Klasse, Allgemeinbevölkerung

Aus den Abbildungen 8 und 9 wird ersichtlich, dass auch in der 6. Jahrgangsstufe der Förderschulanteil in der Studiengruppe mit 9,3 % 2,3 mal so groß ist wie in der Allgemeinbevölkerung (4,1 %). Dagegen entspricht der Anteil der Studienkinder, die das Gymnasium oder die Realschule besuchen mit 58,6 % dem entsprechenden Anteil in der Vergleichsgruppe (58,8 %).

Der Geschlechtervergleich (Abbildungen 10 und 11) zeigt, dass die Förderschulquote unter den weiblichen Schülern 1,2 mal so groß ist wie unter den männlichen Schülern. Außerdem besuchen Mädchen in der Studie häufiger eine höhere Schulform als Jungen. Der Anteil der männlichen Schüler, die auf dem Gymnasium oder der Realschule unterrichtet werden, beträgt 50 % im Vergleich zu 70,7 % bei den weiblichen Schülern. Diese Unterschiede sind jedoch nicht statistisch signifikant.

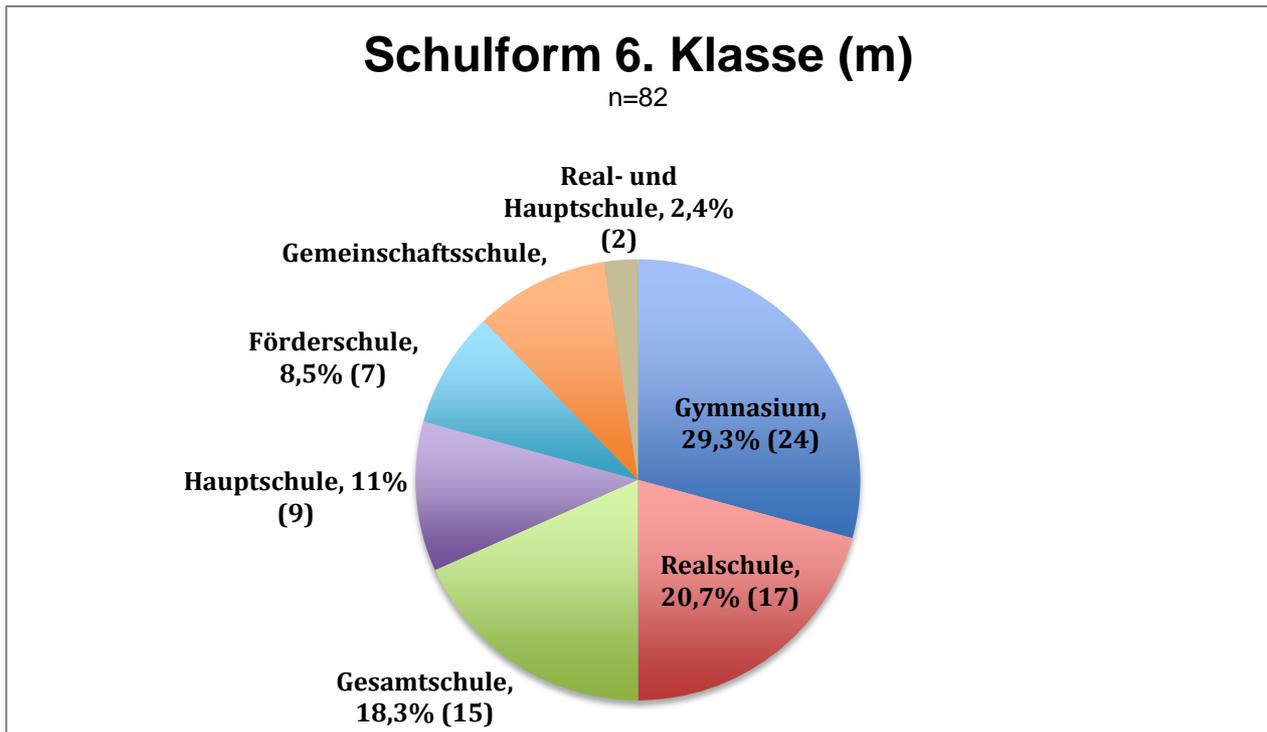


Abb. 10: Schulform in der 6. Klasse, männliche Studienteilnehmer (Probandenzahl in Klammern)

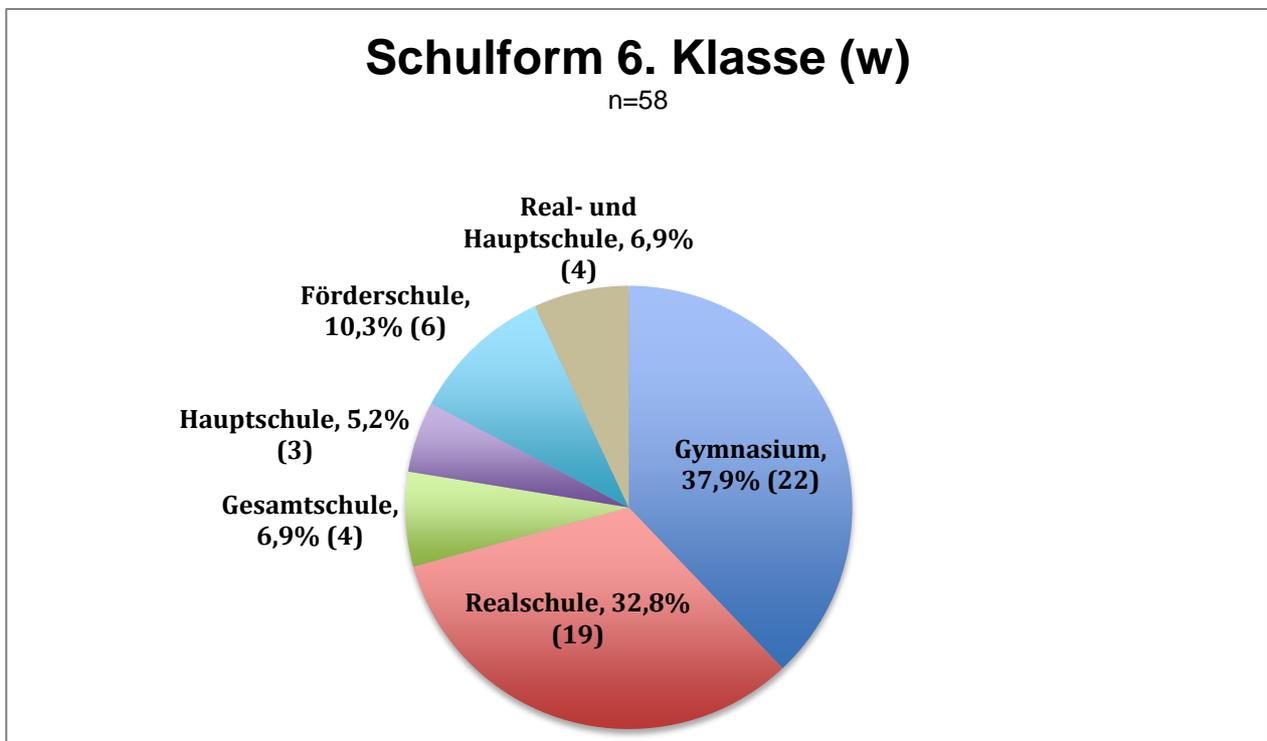


Abb. 11: Schulform in der 6. Klasse, weibliche Studienteilnehmer (Probandenzahl in Klammern)

Entsprechende Daten der Gesamtbevölkerung aus den Erhebungen des Statistischen Bundesamtes stellen Abbildung 12 und 13 dar.

Dabei wird deutlich, dass konträr zu den Studienergebnissen in der Allgemeinbevölkerung die Förderschulquote unter den Jungen höher ist als unter den Mädchen. Außerdem ist der Geschlechterunterschied bezogen auf den Besuch des Gymnasiums oder der Realschule in der Gesamtbevölkerung mit 56,5 % (m) zu 61 % (w) nicht so ausgeprägt.

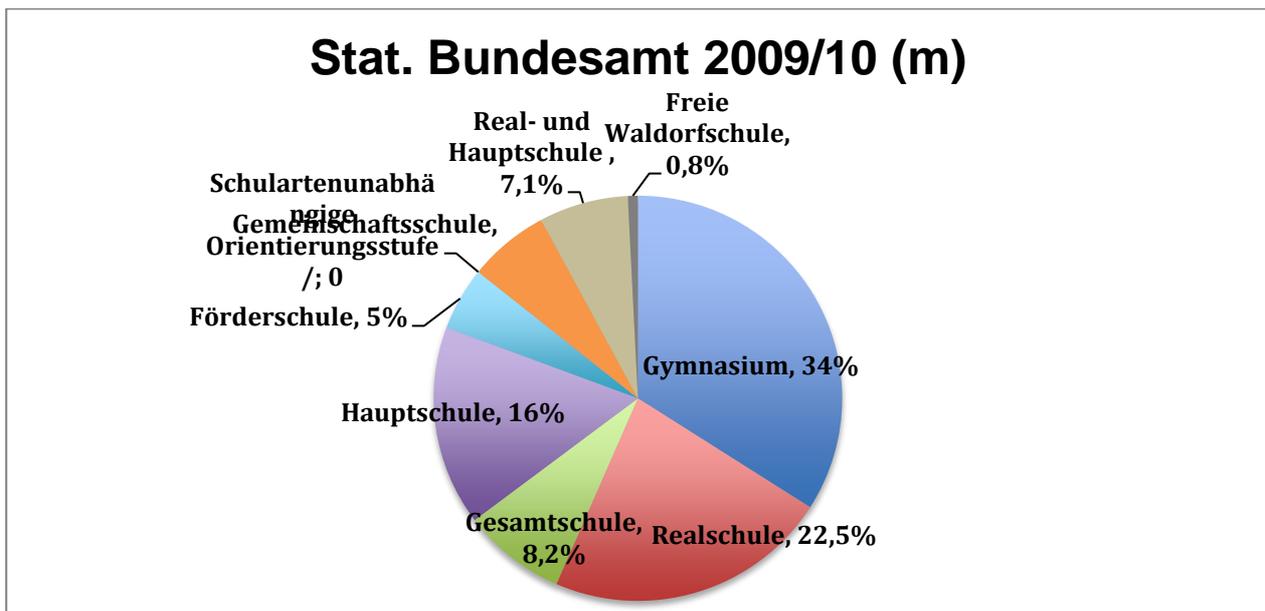


Abb. 12: Vergleichsdaten zur Schulform in der 6. Klasse, männliche Allgemeinbevölkerung

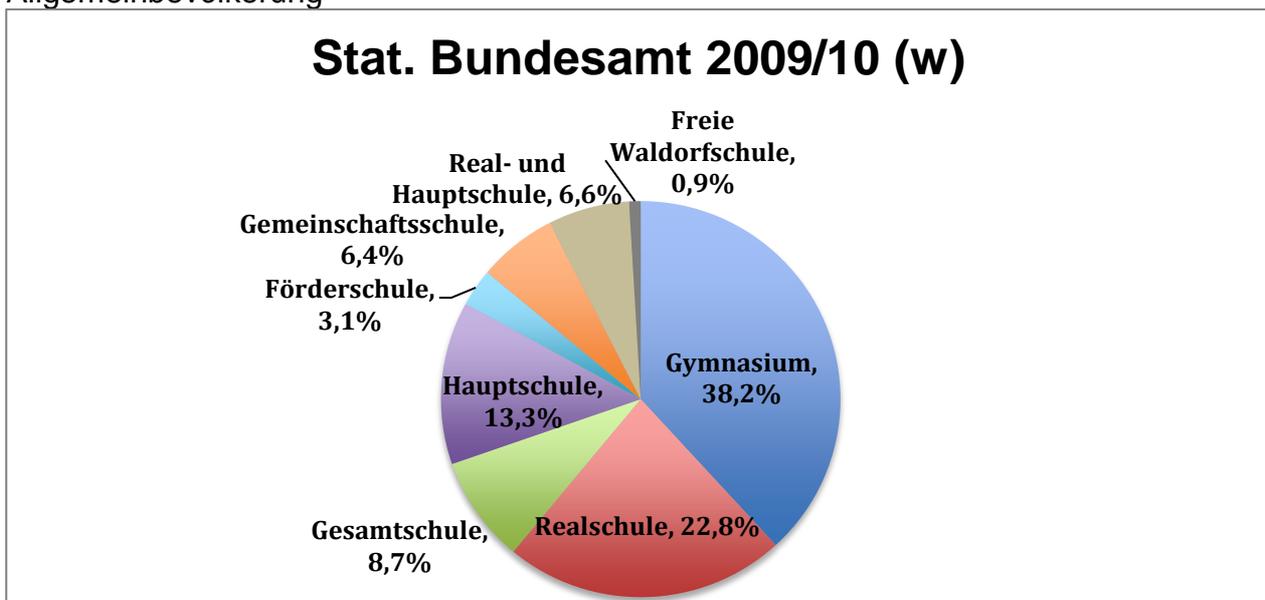


Abb. 13: Vergleichsdaten zur Schulform in der 6. Klasse, weibliche Allgemeinbevölkerung

Vergleicht man die beiden Kinder eines Zwillingspaares miteinander, so fällt auf, dass die Förderschulquoten mit 9,2 % (Akzeptor) zu 8,8 % (Donor) ähnlich sind. Allerdings besuchten in der Gesamtgruppe Akzeptoren 1,6 mal so häufig ein Gymnasium wie Donatoren (40,3 % zu 25 %). Tabelle 3 stellt die entsprechend korrigierten Residuen dar.

Tab. 3: Korrigierte Residuen für die Schulform 6. Klasse, Donor/Akzeptor

| | Akzeptor | Donor |
|---------------------|------------|-------------|
| Gymnasium | 2,3 | -2,3 |
| Realschule | -0,6 | 0,6 |
| Real-/Hauptschule | -1,0 | 1,0 |
| Gesamtschule | -1,0 | 1,0 |
| Hauptschule | -0,8 | 0,8 |
| Förderschule | 0,1 | -0,1 |
| Gemeinschaftsschule | -0,2 | 0,2 |

Eine abweichende Gymnasialquote kann auch bei der Betrachtung von Einlingen und Zwillingen ausgemacht werden. So besuchten Einlinge 7,5 Prozentpunkte häufiger ein Gymnasium als Zwillingskinder (40 % zu 32,5 %). Allerdings ist auch die Förderschulquote unter den Einlingen mit 13,3 % höher als unter den Zwillingen (7 %).

Eindrücklich, aber bei nur geringen Fallzahlen statistisch nicht signifikant, sind auch die Daten bei einer Einteilung nach dem Grad der Frühgeburtlichkeit. Insgesamt steigt mit höherem Reifegrad die Quote der Gymnasiasten, wohingegen die Förderschulquote sinkt, wie in den folgenden Abbildungen 14 bis 17 ablesbar ist.

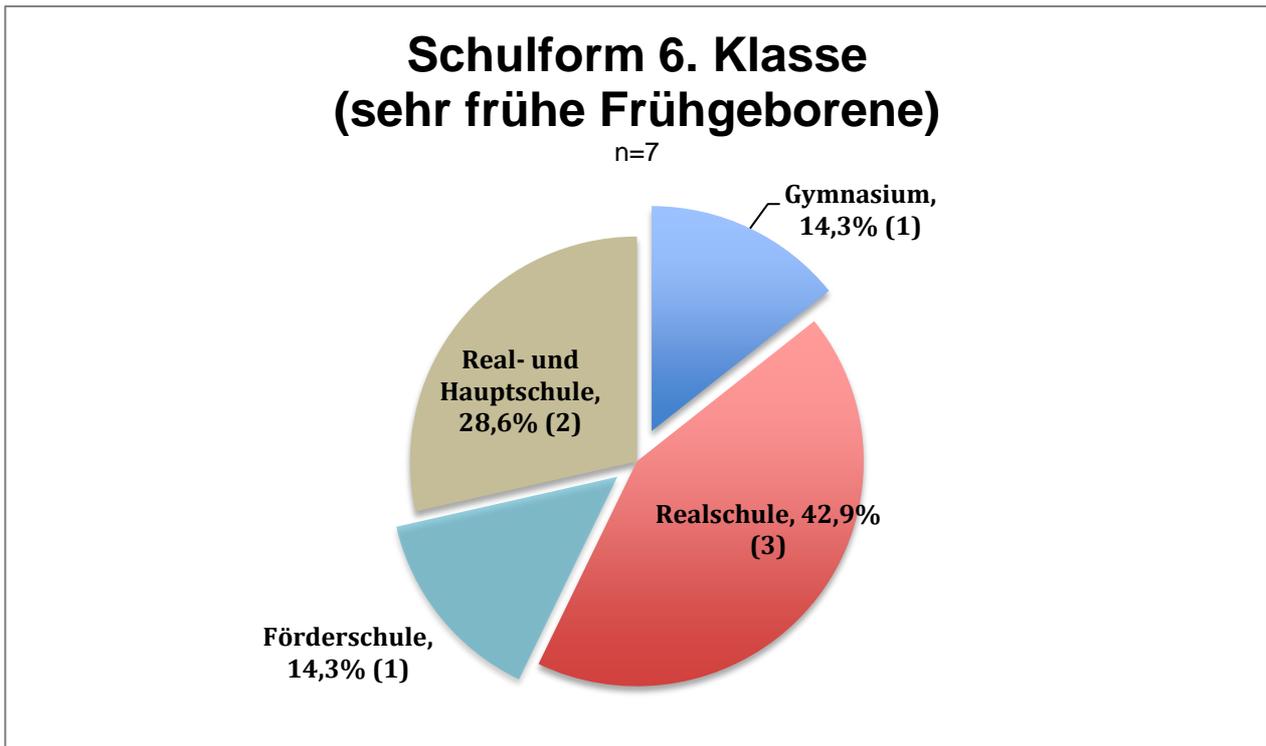


Abb. 14: Schulform in der 6. Klasse der sehr frühen Frühgeborenen (Probandenzahl in Klammern)

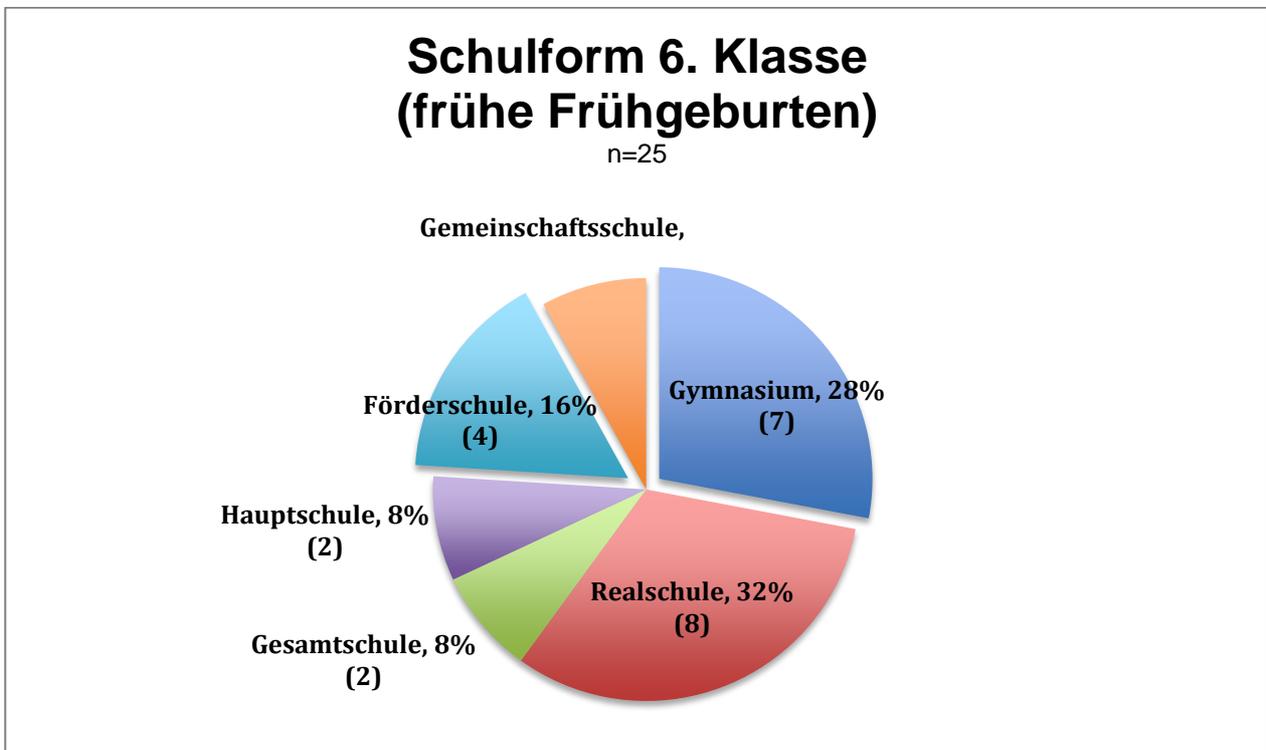


Abb. 15: Schulform in der 6. Klasse der frühen Frühgeburten (Probandenzahl in Klammern)

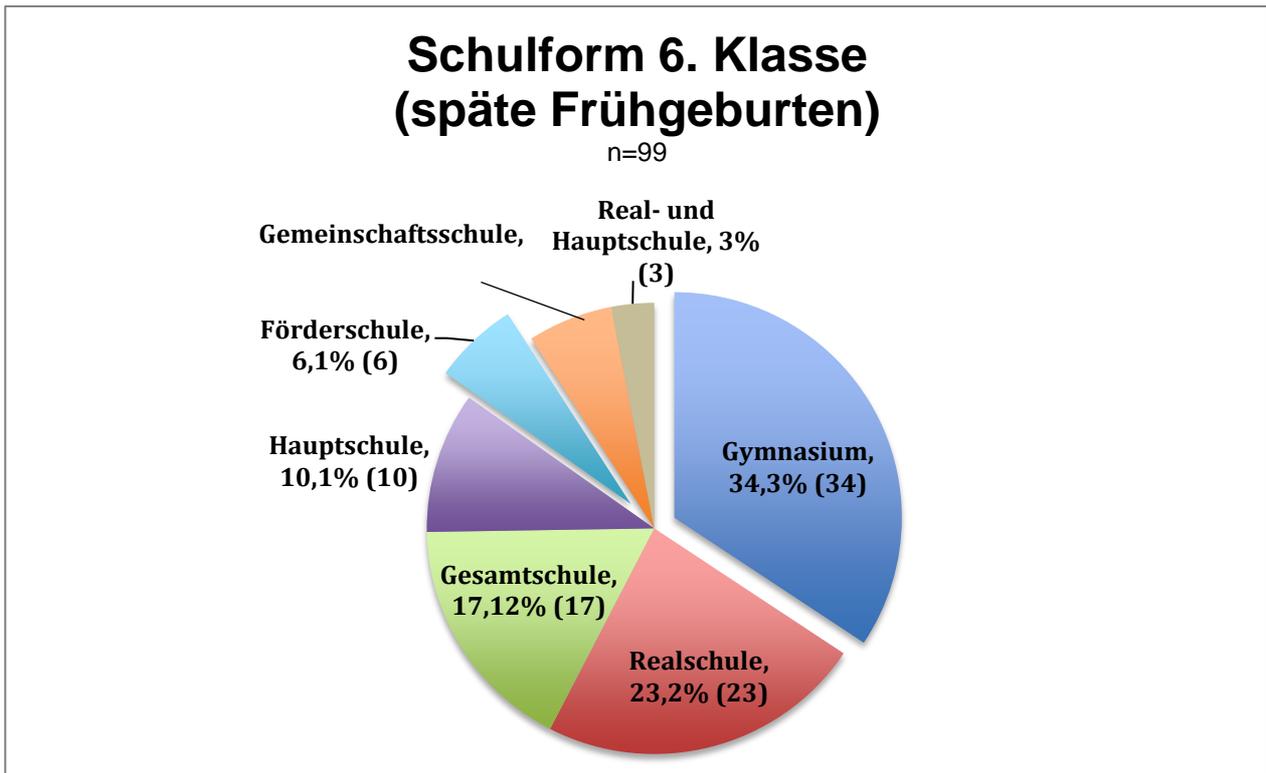


Abb. 16: Schulform in der 6. Klasse der späten Frühgeburten (Probandenzahl in Klammern)

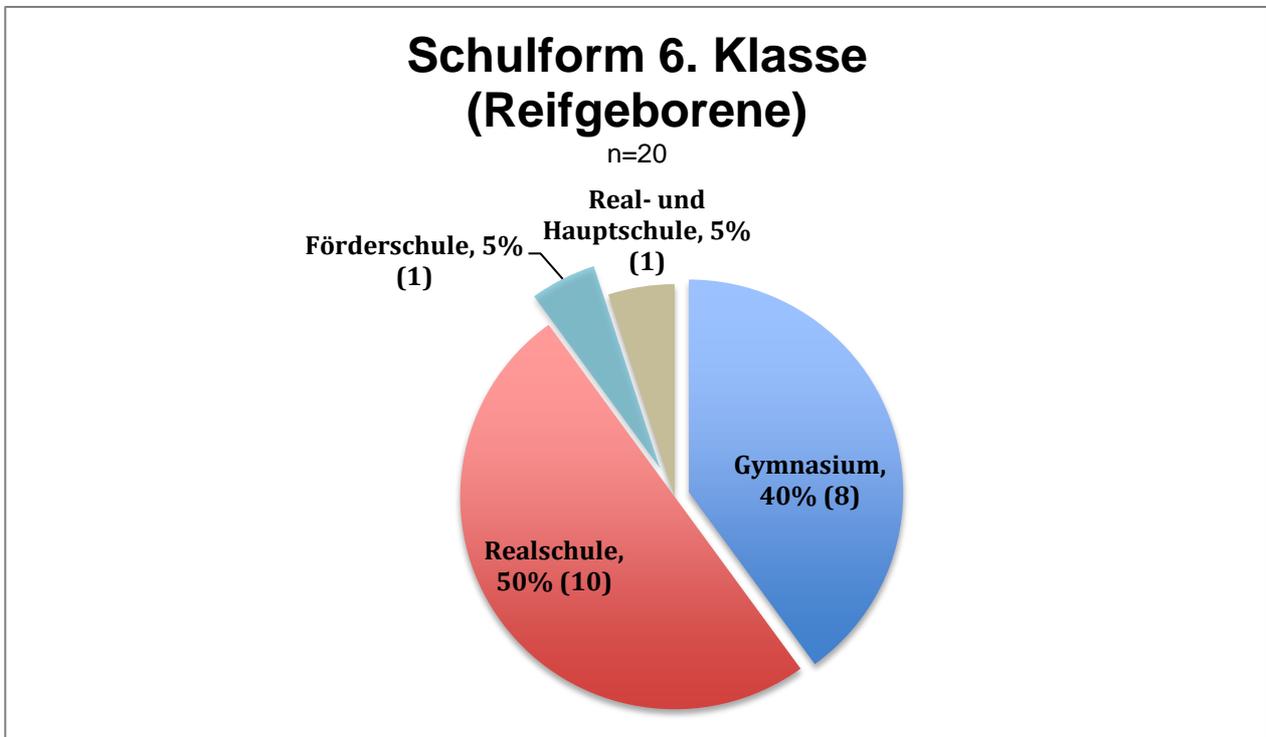


Abb. 17: Schulform in der 6. Klasse der Reifgeborenen (Probandenzahl in Klammern)

3.5. Notendurchschnitt 4. Klasse

Um das Abschneiden des Kollektivs in der jeweiligen Schulform zu beurteilen, werden Zeugnisnoten der 4. sowie der 6. Klasse herangezogen. Verglichen werden dabei zum einen der Notendurchschnitt der Zeugnisse und zum anderen die konkreten Noten der Fächer Deutsch, Mathematik, Englisch und Sport. Da Zeugnisnoten nicht staatlich gesammelt werden, können diese Daten nur innerhalb des Studienkollektivs ins Verhältnis gesetzt werden.

Die folgenden Diagramme zeigen die Daten der 4. Jahrgangsstufe sowohl im Geschlechtervergleich (Abbildung 18) als auch im Vergleich zwischen Donor und Akzeptor (Abbildung 19). Der mittlere Notendurchschnitt des gesamten Kollektivs liegt bei 2,19.

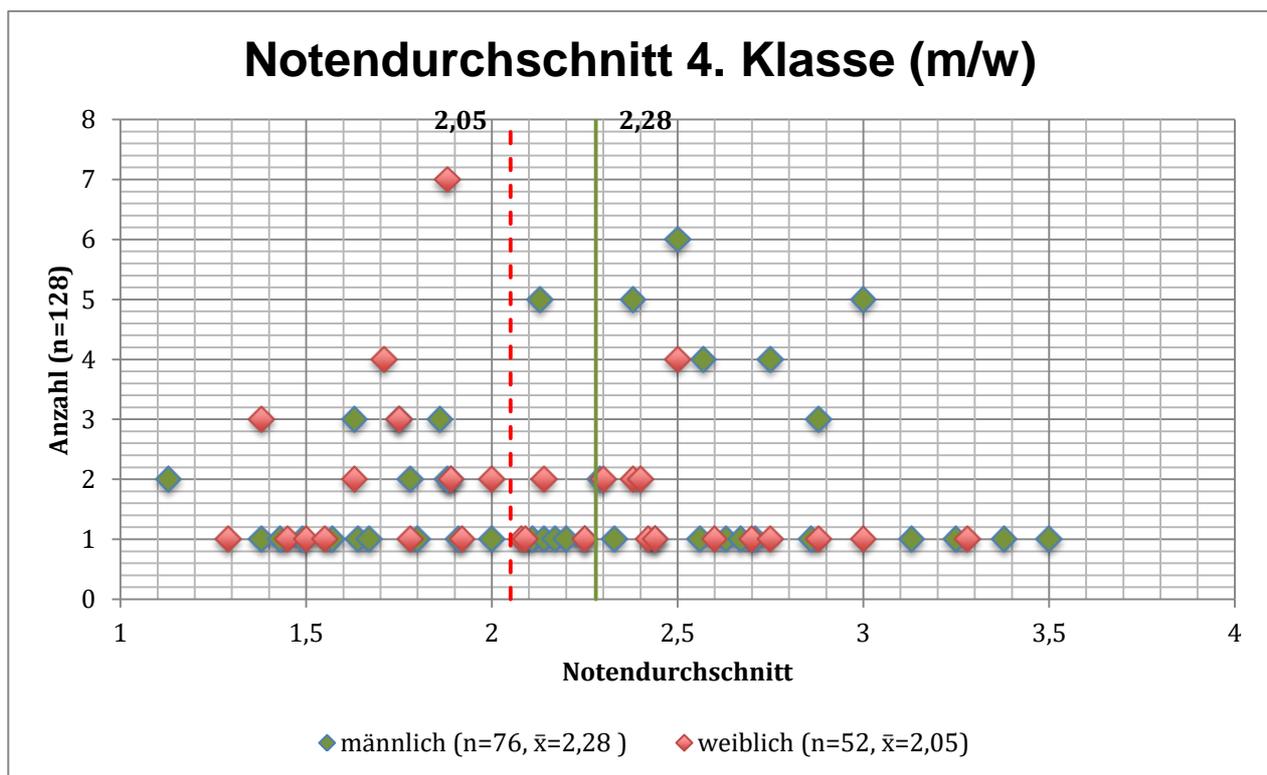


Abb. 18: Notendurchschnitt in der 4. Klasse nach Geschlecht differenziert

Der bessere Notendurchschnitt der weiblichen Schüler entspricht in der Gruppe der Akzeptoren einem starken Trend ($p=0,099$).

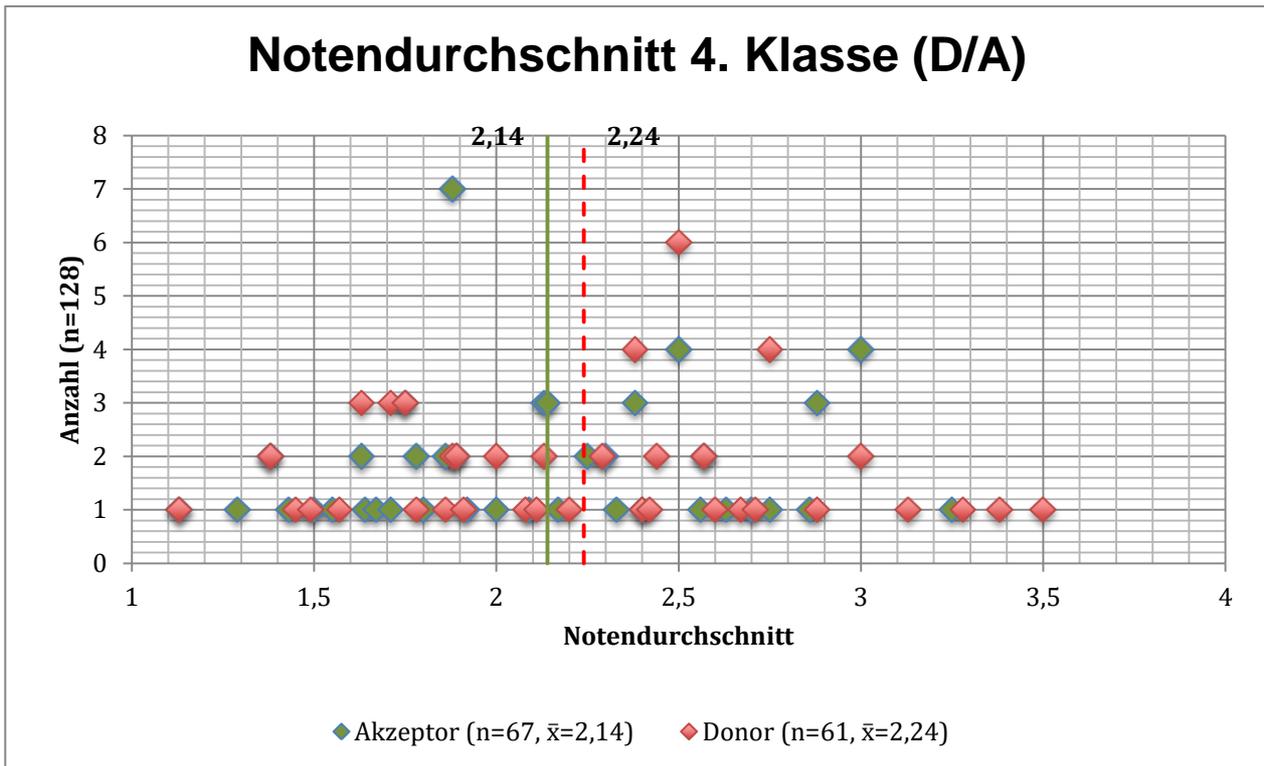


Abb. 19: Notendurchschnitt in der 4. Klasse nach Donor-/Akzeptorstatus differenziert

Einlinge weisen in der 4. Klasse mit einer gemittelten Note von 2,0 einen marginal besseren Notendurchschnitt auf als Zwillinge mit 2,17.

Zieht man nun wieder den Grad der Frühgeburtlichkeit in Betracht, so wird trotz fehlender statistischer Signifikanz erkennbar, dass reifgeborene Kinder durchschnittlich ein besseres Zeugnis in der 4. Klasse erreichen als frühgeborene (Abbildung 20).

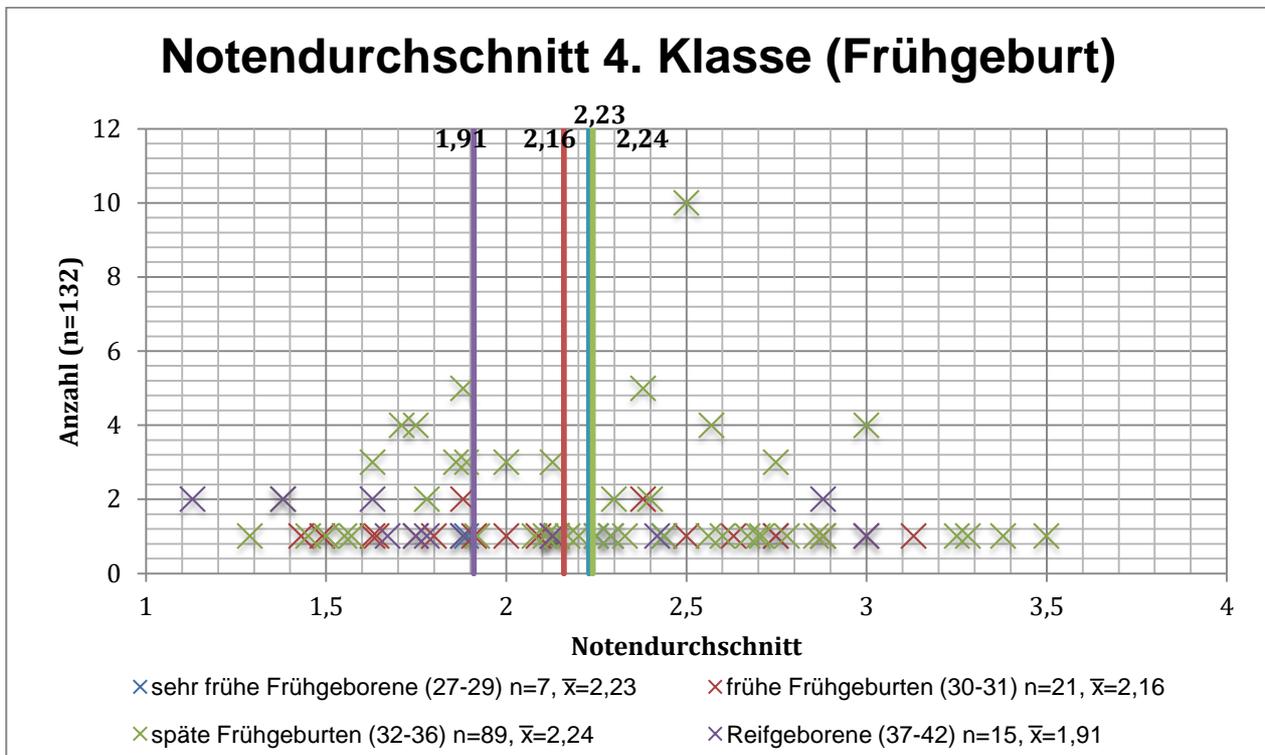


Abb. 20: Notendurchschnitt in der 4. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert

3.6. Notendurchschnitt 6. Klasse

In der 6. Klasse sind die gleichen Tendenzen erkennbar, die Differenzen sind jedoch etwas geringer geworden. Der mittlere Notendurchschnitt des Gesamtkollektivs liegt nun bei 2,48 und ist somit um 0,29 Notenpunkte schlechter als in der 4. Jahrgangsstufe. So schneidet auch jede Untergruppe für sich genommen in der höheren Jahrgangsstufe schlechter ab als in der Grundschule.

Abbildung 21 stellt den nicht signifikanten Geschlechterunterschied dar. Im Vergleich zur 4. Jahrgangsstufe hat sich dieser von 0,23 auf 0,16 Notenpunkte verringert, wobei die Mädchen immer noch besser abschneiden.

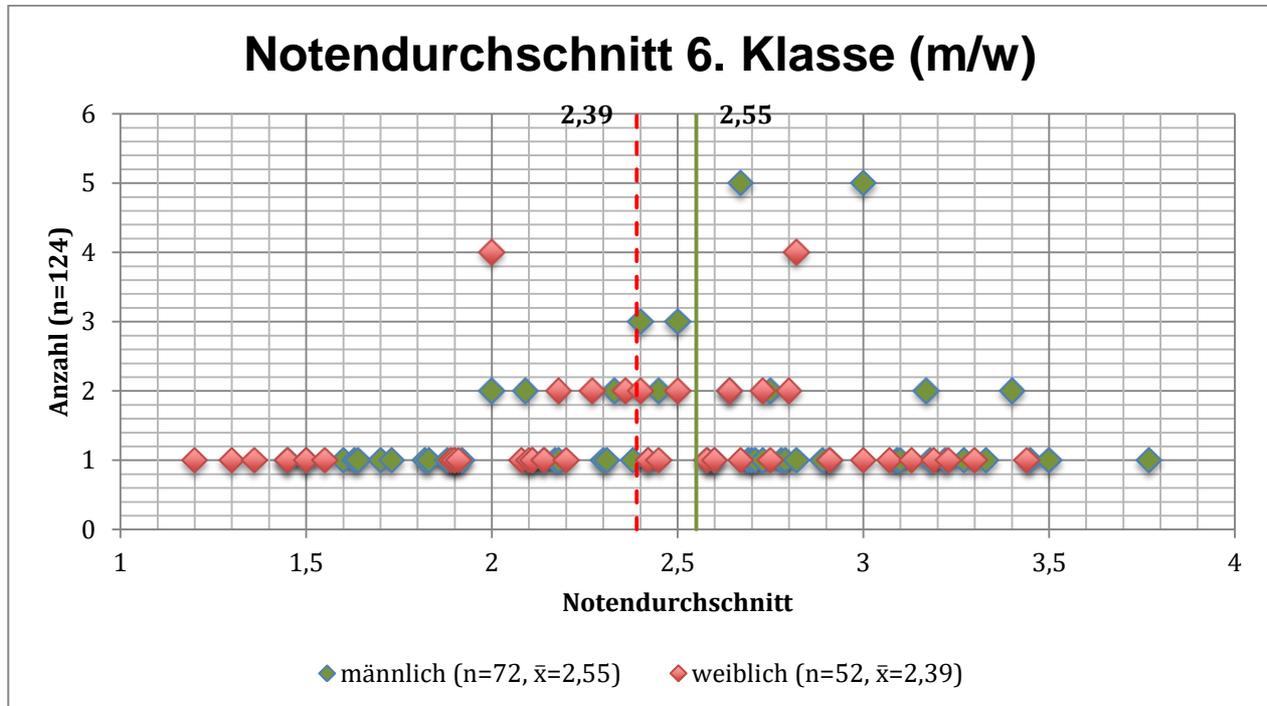


Abb. 21: Notendurchschnitt in der 6. Klasse nach Geschlecht differenziert

Bezüglich des Donor/Akzeptor Vergleichs finden sich kaum Differenzen. Der mittlere Notendurchschnitt der Donatoren liegt in der 6. Klasse bei 2,51 und der der Akzeptoren bei 2,46. Somit hat sich der Unterschied im Verlauf von der 4. bis zur 6. Klassenstufe von 0,1 auf 0,05 Notenpunkte halbiert.

Dagegen hat sich die Notendifferenz in der Gegenüberstellung von Einlingen und Zwillingen im zeitlichen Verlauf vergrößert. Betrug sie in der Grundschule noch 0,17 Notenpunkte, so erreicht sie in der 6. Jahrgangsstufe 0,23 Notenpunkte, wobei sich auch das Leistungsgefälle umkehrt. In der höheren Jahrgangsstufe schneiden die als Zwilling überlebenden Kinder mit einem gemittelten Notendurchschnitt von 2,44 besser ab als die als Einling überlebenden Kinder (2,67).

Zieht man nun wieder den Grad der Frühgeburlichkeit in Betracht, so ergibt sich das in Abbildung 22 dargestellte Verteilungsmuster.

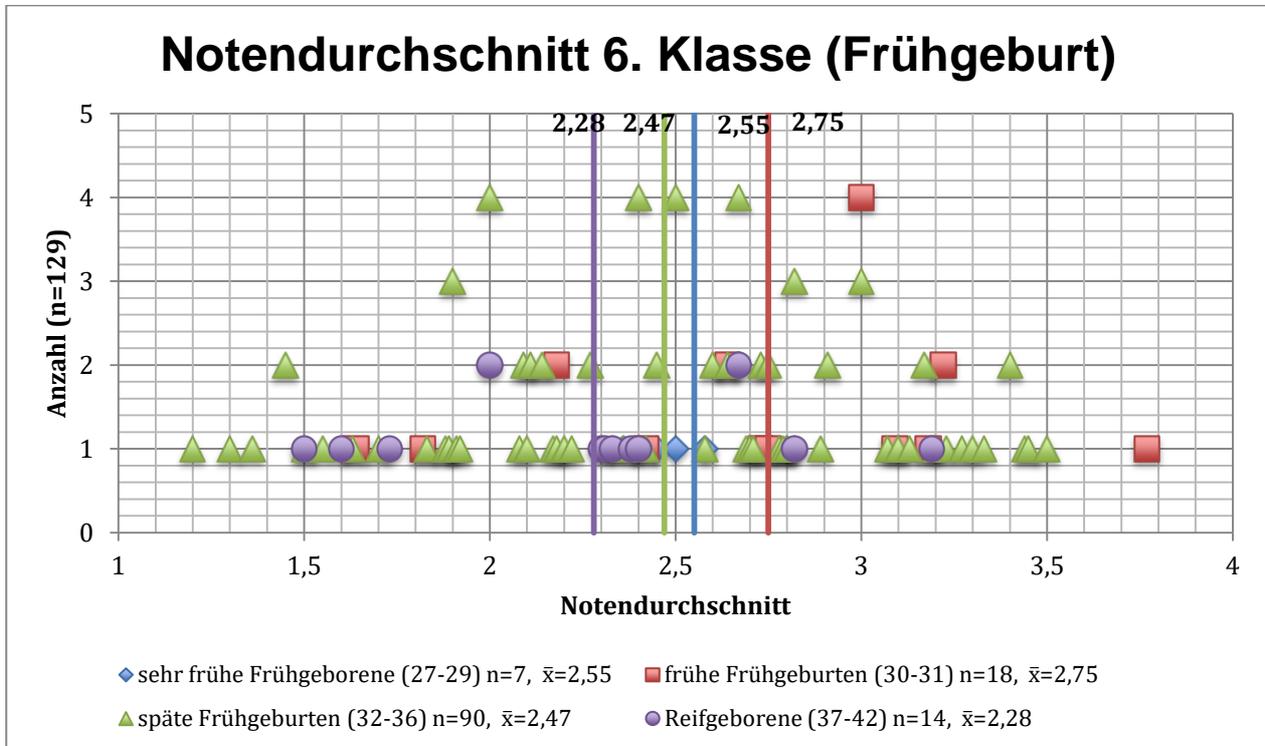


Abb. 22: Notendurchschnitt in der 6. Klasse nach Frühgeburlichkeit differenziert

Dabei fällt auf, dass sich die statistisch nicht signifikanten Abstände der gemittelten Notendurchschnitte im Vergleich zu den Daten aus der 4. Klasse vergrößert haben. Wenn man die kleine Gruppe der sehr frühen Frühgeburten einmal außer Acht lässt, so kann gesagt werden, dass mit steigendem Reifegrad ein besseres schulisches Abschneiden erkennbar ist.

3.7. Fächernoten

Um die schulischen Leistungen etwas besser differenzieren zu können, werden im folgenden Abschnitt die Zeugnisnoten in spezifischen Fächern verglichen. In der 4. Jahrgangsstufe betrifft das die Fächer Deutsch, Mathematik und Sport, in der 6. Jahrgangsstufe zusätzlich das Fach Englisch.

3.7.1. Deutsch 4. Klasse

Bei den Fächernoten der 4. Klasse fallen am ehesten Geschlechterunterschiede auf (Abbildung 23). Der Notendurchschnitt der Mädchen liegt in Deutsch bei 2,29 und der der Jungen bei 2,69.

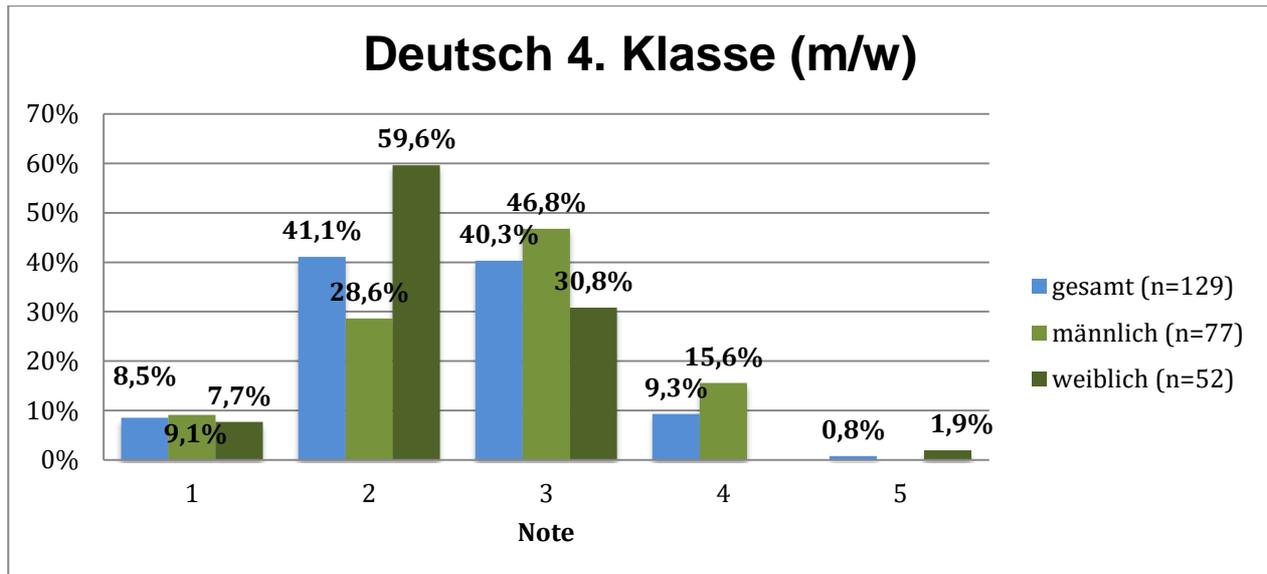


Abb. 23: Deutsch in der 4. Klasse nach Geschlecht differenziert

Innerhalb der Gruppe der Akzeptoren ist die Notenverteilung signifikant verschieden ($p=0,014$) und auch in der Gruppe der Donatoren lässt sich ein starker Trend erkennen ($p=0,065$).

Tabelle 4 zeigt zur Aufschlüsselung der Testergebnisse die korrigierten Residuen für die Gruppe der Akzeptoren. Daraus lässt sich ablesen, dass Jungen signifikant seltener eine 2 und signifikant häufiger eine 4 erhalten haben und Mädchen genau umgekehrt.

Tab. 4: Korrigierte Residuen für die Deutschnoten 4. Klasse (Geschlecht)

| Akzeptor | | | Deutsch 4. Klasse | | | |
|----------|----------|----------------------|-------------------|-------------|------|-------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| m/w | männlich | korrigierte Residuen | 0,4 | -2,9 | 1,5 | 2,1 |
| | weiblich | korrigierte Residuen | -0,4 | 2,9 | -1,5 | -2,1 |
| | | Anzahl | 6 | 32 | 27 | 6 |

Dagegen weist die Notenverteilung zwischen Donatoren und Akzeptoren kaum Differenzen auf (Abbildung 24). Donatoren schneiden in Deutsch durchschnittlich mit einer Note von 2,62 geringfügig schlechter ab als Akzeptoren mit einer gemittelten Note von 2,45.

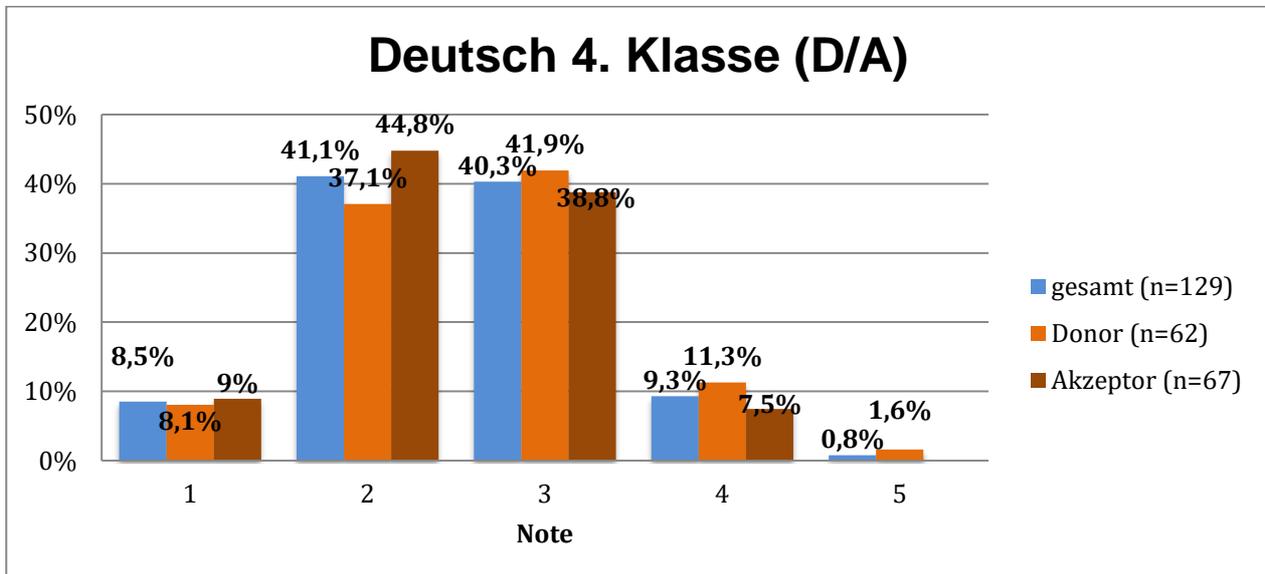


Abb. 24: Deutsch in der 4. Klasse nach Donor-/Akzeptorstatus differenziert

Unterteilt man die Studiengruppe wieder in Einlinge und Zwillinge, so zeigt sich ein ähnliches Bild (Abbildung 25). Hier wurden Zwillinge mit einer durchschnittlichen Note von 2,5 etwas besser bewertet als Einlinge, deren Durchschnitt bei 2,65 liegt.

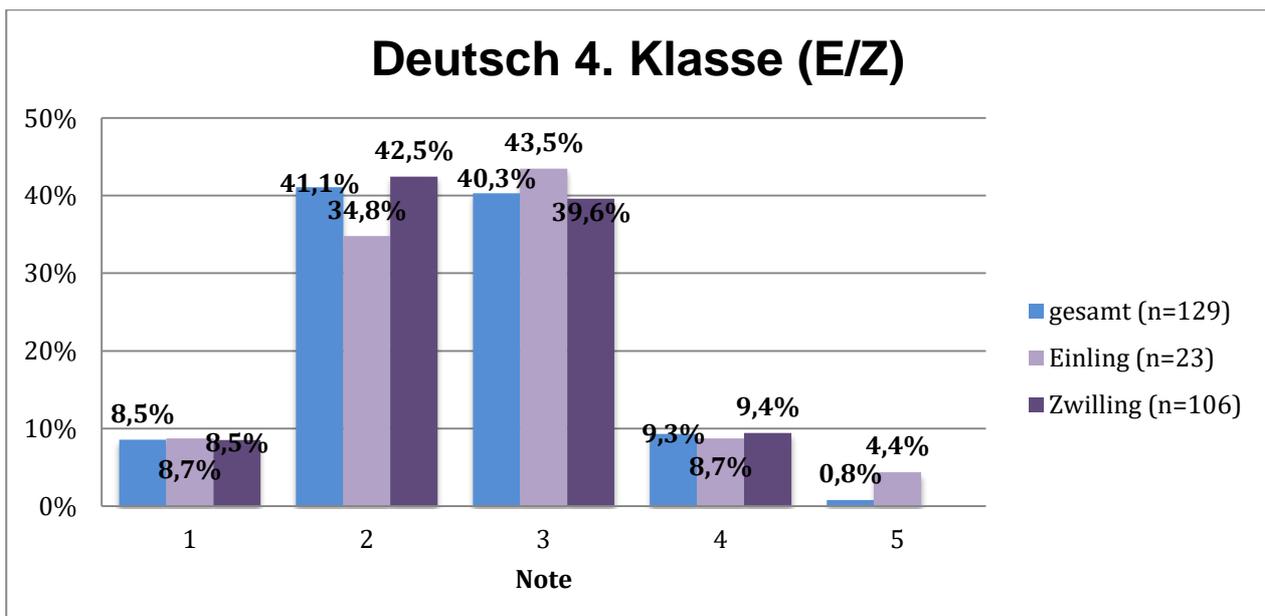


Abb. 25: Deutsch in der 4. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert

Bei der Berücksichtigung der Frühgeburtslichkeit ergibt sich ein etwas uneinheitliches Bild ohne klare Tendenzen, wobei Reifgeborene auch hier am besten abschneiden (Tabelle 5).

Tab. 5: Deutsch in der 4. Klasse nach Frühgeburtslichkeit differenziert

| | Anzahl | Deutsch 4. Klasse (durchschnittliche Note) |
|---------------------------------|--------|---|
| Sehr frühe Frühgeborene (27-29) | 7 | 2,43 |
| Frühe Frühgeburten (30-31) | 22 | 2,41 |
| Späte Frühgeburten (32-36) | 91 | 2,63 |
| Reifgeborene (37-42) | 15 | 2,2 |

3.7.2. Mathematik 4. Klasse

Im Fach Mathematik ergaben sich in der Notengebung kaum Abweichungen zwischen männlichen und weiblichen Schülern, wie Abbildung 26 darstellt. Jungen erlangen durchschnittlich eine Bewertung von 2,65 und Mädchen von 2,69.

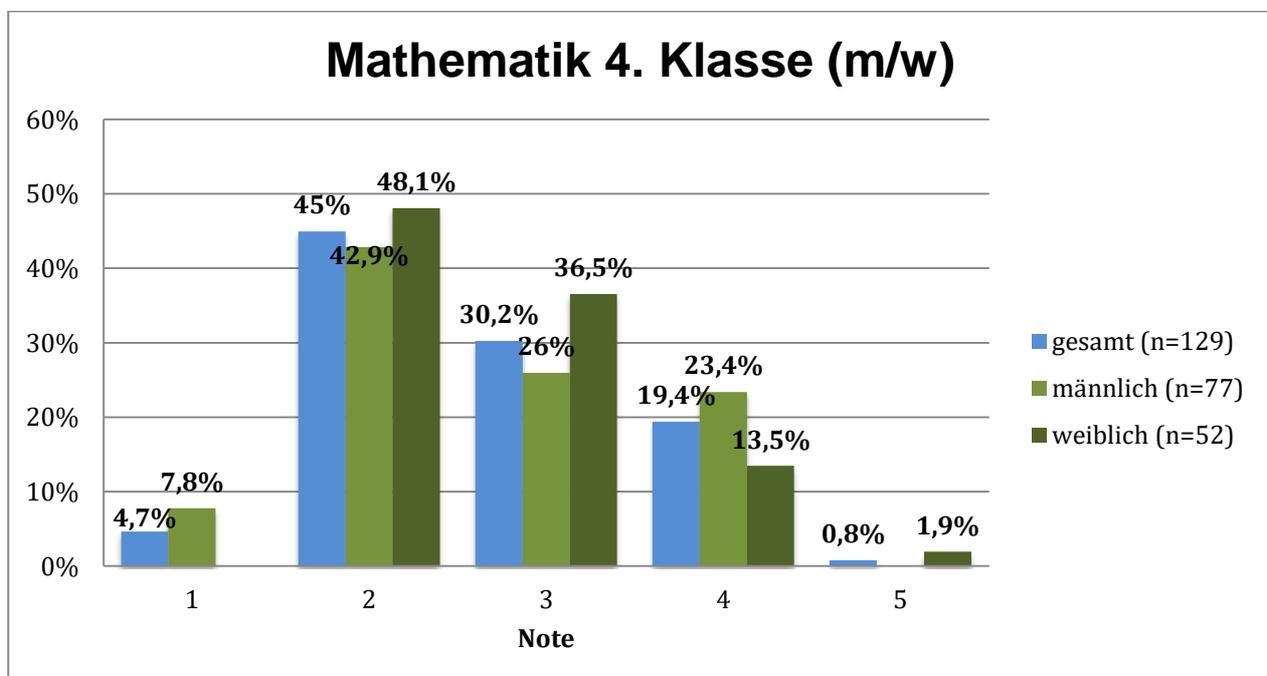


Abb. 26: Mathematik in der 4. Klasse nach Geschlecht differenziert

Auch zwischen Donor und Akzeptor divergieren die durchschnittlichen Bewertungen kaum. Es zeigte sich lediglich ein geringfügig besseres Abschneiden der Akzeptoren (2,63 vs. 2,71). Die genaue Notenverteilung verdeutlicht Abbildung 27.

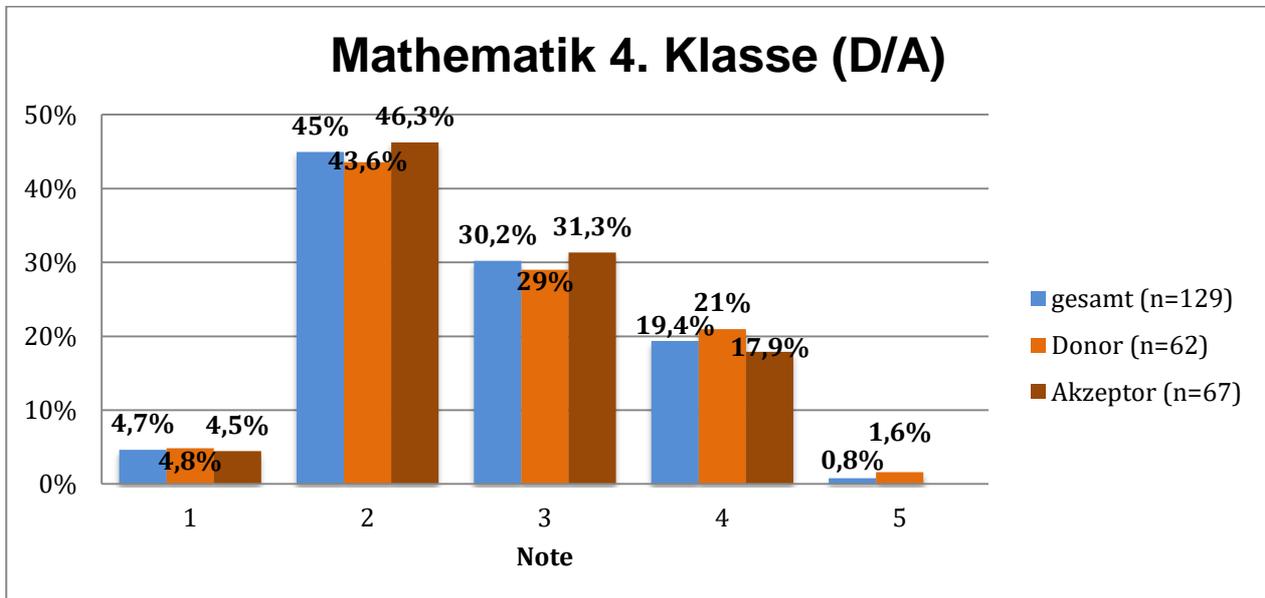


Abb. 27: Mathematik in der 4. Klasse nach Donor-/Akzeptorstatus differenziert

Wie in Abbildung 28 zu erkennen ist, erreichen die als Einling überlebenden Kinder in Mathematik mit einem Durchschnitt von 2,52 eine etwas bessere Bewertung als die als Zwilling überlebenden Kinder, die durchschnittlich eine Note von 2,7 erlangen.

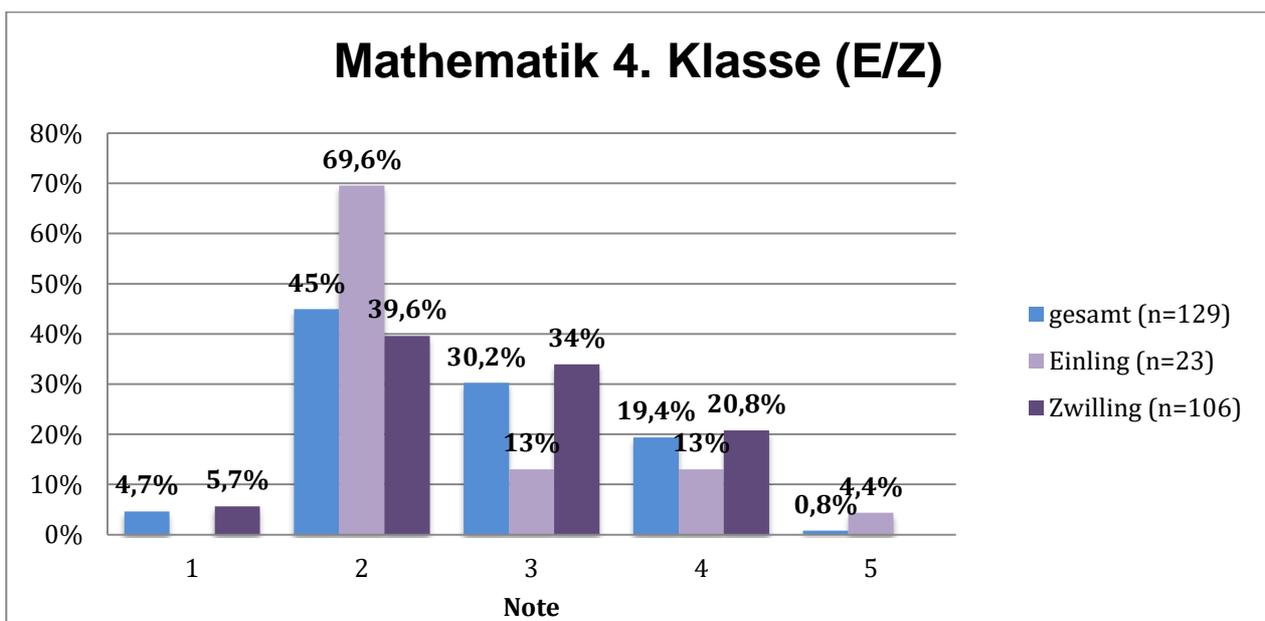


Abb. 28: Mathematik in der 4. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert

Nimmt man den Grad der Frühgeburtlichkeit als unterscheidenden Faktor, so ergibt sich das in Tabelle 6 beschriebene Bild. In der Gruppe der Akzeptoren wird ein starker Trend ($p=0,095$) deutlich.

Tab. 6: Mathematik in der 4. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert

| | Anzahl | Mathematik 4. Klasse (durchschnittliche Note) |
|---------------------------------|--------|--|
| Sehr frühe Frühgeborene (27-29) | 7 | 3,29 |
| Frühe Frühgeburten (30-31) | 22 | 2,59 |
| Späte Frühgeburten (32-36) | 91 | 2,77 |
| Reifgeborene (37-42) | 15 | 2,27 |

3.7.3. Sport 4. Klasse

Im sportlichen Bereich bilden sich kaum Geschlechterunterschiede aus. Der Notendurchschnitt ist unter den Mädchen mit 1,94 nur geringfügig besser als der unter den Jungen (2,05).

Ähnlich identisch sind die Bewertungen, wenn zwischen Donor und Akzeptor unterschieden wird. Hier schneiden die Akzeptoren mit einem Notendurchschnitt von 1,92 nur um 0,09 Notenpunkte besser ab als die Donatoren.

Auch die durchschnittlichen Bewertungen zwischen Einling (2,0) und Zwilling (2,01) divergieren kaum, wie sich in Abbildung 29 nachvollziehen lässt.

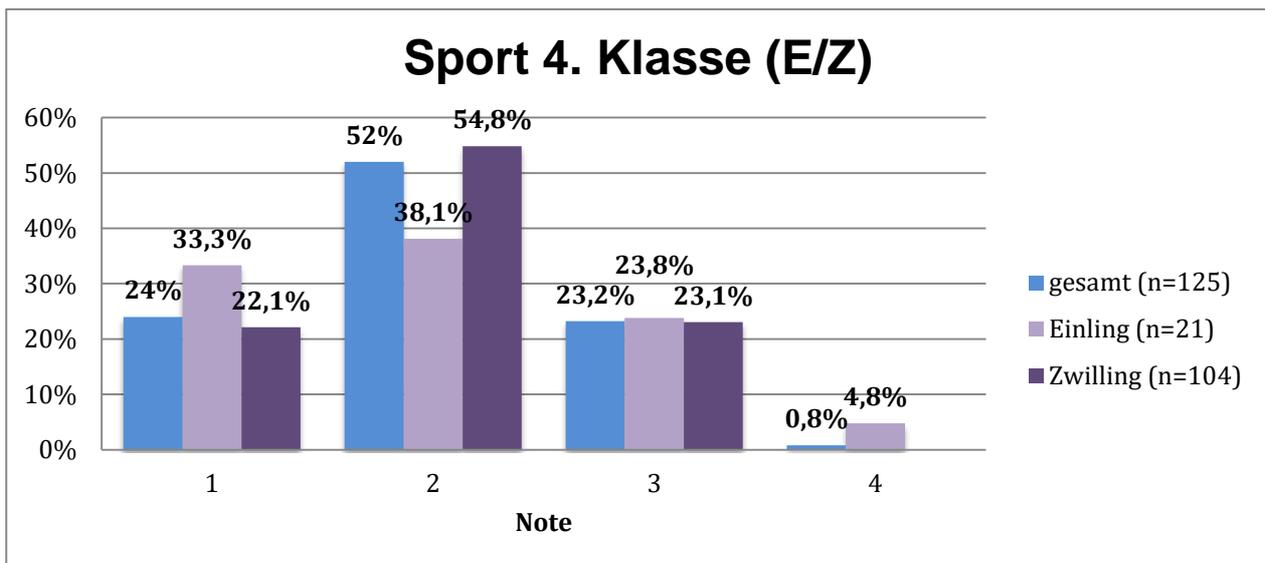


Abb. 29: Sport in der 4. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert

Wenn man jedoch nur die Gruppe der Akzeptoren betrachtet, so zeigt sich ein starker Trend ($p=0,073$) zugunsten der Einlinge.

Tabelle 7 bildet die Daten für die Gruppen der Frühgeburtlichkeit ab. Auch hier sind keine eindeutigen Tendenzen feststellbar.

Tab. 7: Sport in der 4. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert

| | Anzahl | Sport 4. Klasse (durchschnittliche Note) |
|---------------------------------|--------|---|
| Sehr frühe Frühgeborene (27-29) | 6 | 2,0 |
| Frühe Frühgeburten (30-31) | 21 | 2,24 |
| Späte Frühgeburten (32-36) | 89 | 2,01 |
| Reifgeborene (37-42) | 14 | 1,79 |

3.7.4. Deutsch 6. Klasse

Die Leistungen des Gesamtkollektivs haben sich in Deutsch im Verlauf von 2 Jahrgangsstufe von durchschnittlich 2,53 auf 2,7 verschlechtert.

Abbildung 30 verdeutlicht die Notenverteilung unter Einbeziehung des Geschlechts.

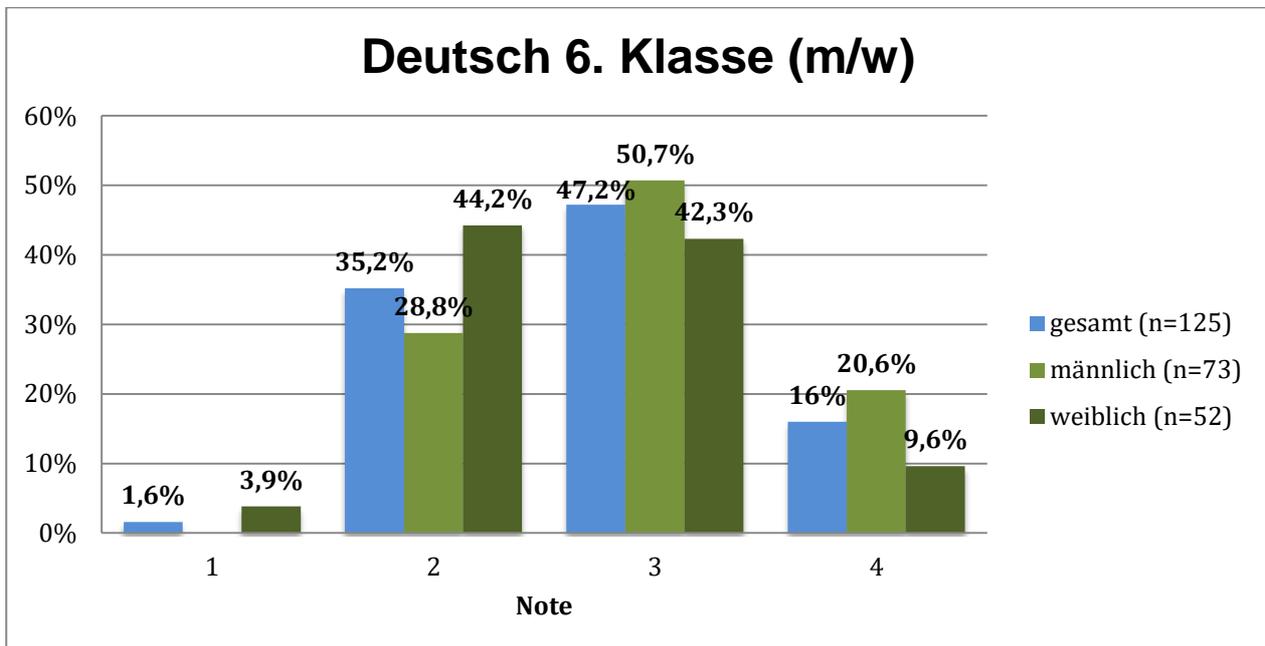


Abb. 30: Deutsch in der 6. Klasse nach Geschlecht differenziert

Der Geschlechterunterschied im Fach Deutsch ist im Vergleich zur 4. Jahrgangsstufe konstant geblieben. In der 6. Klasse schneiden Mädchen mit einer durchschnittlichen Note von 2,58 um 0,34 Notenpunkte besser ab als ihre männlichen Schulkameraden. In der 4. Klasse liegt dieser Unterschied bei 0,4 Notenpunkten.

Die Bewertungsdifferenz ist zwischen Donatoren und Akzeptoren in der 6. Jahrgangsstufe beinahe komplett aufgehoben. Donatoren erlangen eine Benotung von durchschnittlich 2,79, Akzeptoren von 2,77. Somit hat sich die Diskrepanz von 0,17 Notenpunkten in der 4. Jahrgangsstufe weiter annihiliert.

Das Überleben als Einling oder Zwilling wirkt sich dagegen in der 6. Klasse stärker auf die Deutschnote aus als in der 4. Klasse. Zwillinge haben zum späteren Zeitpunkt eine durchschnittliche Note von 2,72 und Einlinge von 3,05 (Abbildung 31). In der 4. Klasse liegt dieser Unterschied noch bei 0,15 Notenpunkten.

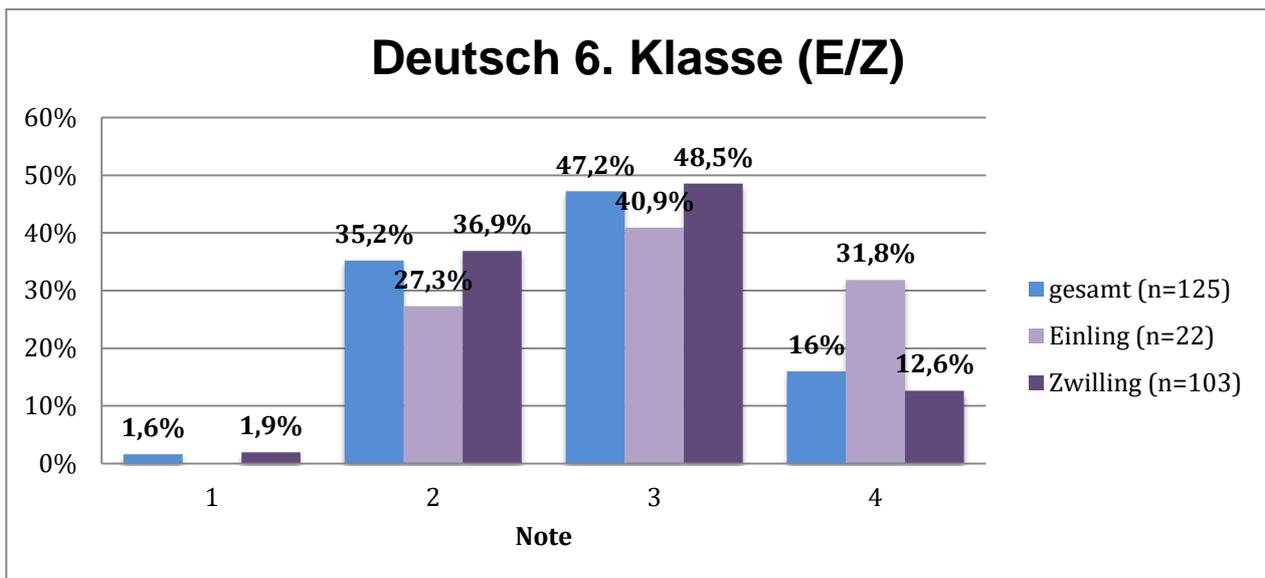


Abb. 31: Deutsch in der 6. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert

Wie Tabelle 8 erkennen lässt, wirkt sich der Grad der Frühgeburtlichkeit nicht als eindeutiges Gefälle auf die Deutschnote in der 6. Jahrgangsstufe aus. Reifgeborene erlangen hier jedoch ebenso wie in der Grundschule die besten Deutschnoten.

Tab. 8: Deutsch in der 6. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert

| | Anzahl | Deutsch 6. Klasse (durchschnittliche Note) |
|---------------------------------|--------|---|
| Sehr frühe Frühgeborene (27-29) | 7 | 2,71 |
| Frühe Frühgeburten (30-31) | 18 | 2,94 |
| Späte Frühgeburten (32-36) | 92 | 2,78 |
| Reifgeborene (37-42) | 14 | 2,5 |

3.7.5. Englisch 6. Klasse

Um den sprachlichen Bereich umfassender abzudecken, wird in der 6. Jahrgangsstufe das Fach Englisch miteinbezogen.

Ähnlich wie im Schulfach Deutsch fällt auch hier der Geschlechterunterschied ins Gewicht, wie in Abbildung 32 zu erkennen ist.

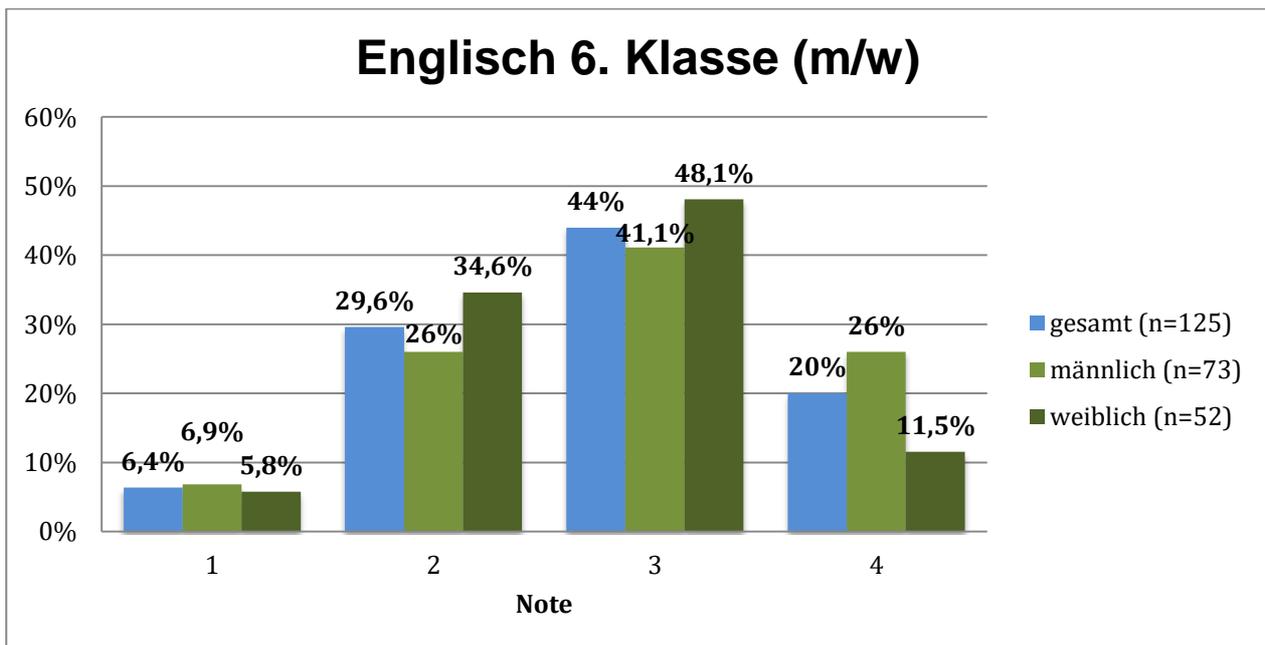


Abb. 32: Englisch in der 6. Klasse nach Geschlecht differenziert

Mädchen werden durchschnittlich mit einer Note von 2,65 bewertet, wohingegen Jungen um 0,21 Notenpunkte schlechter abschneiden. Das entspricht innerhalb der Gruppe der Donatoren einem starken Trend mit einem p-Wert von 0,087. Die Notendifferenz fällt jedoch etwas geringer aus als in dem entsprechenden Jahrgang im Fach Deutsch.

Zieht man den Donor- und Akzeptorstatus in Betracht, so sind Donatoren mit einer durchschnittlichen Note von 2,73 etwas besser als Akzeptoren mit einem Durchschnitt von 2,82.

Der Vergleich zwischen Einling und Zwilling erbringt die in Abbildung 33 dargestellte Verteilung.

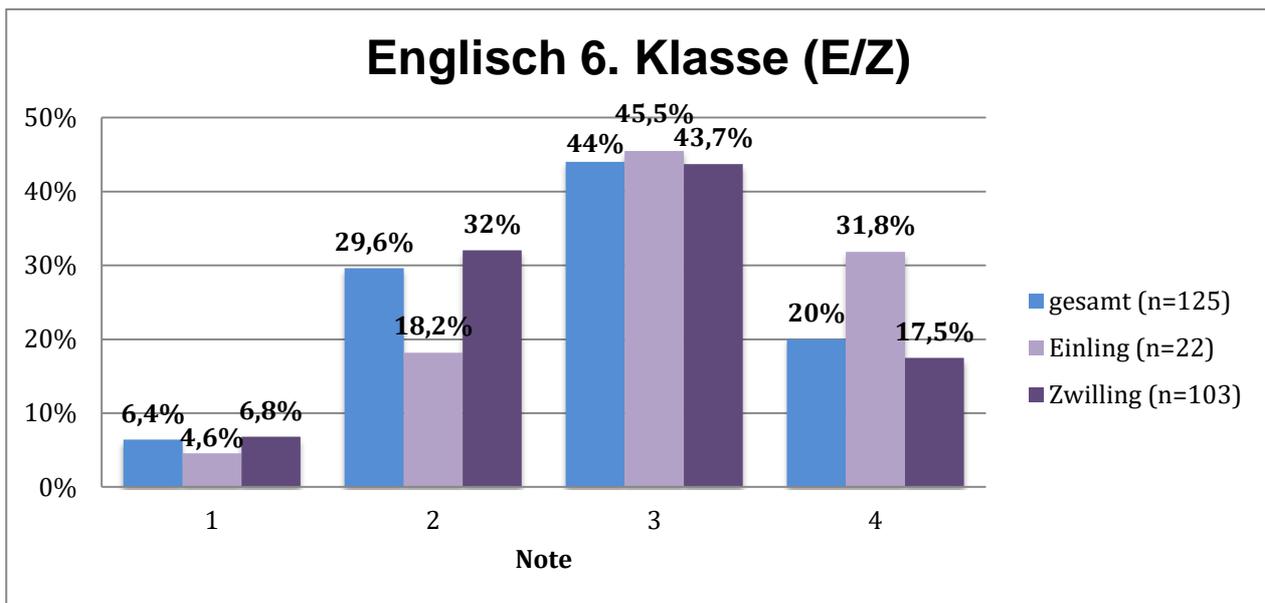


Abb. 33: Englisch in der 6. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert

Zwillinge erreichen durchschnittlich eine mit 2,72 um 0,33 Notenpunkte bessere Bewertung als Einlinge. Das wirkt sich jedoch weder unter den Akzeptoren noch unter den Donatoren als statistische Signifikanz aus.

Anders ist das unter Berücksichtigung der Frühgeburtlichkeit (Abbildung 34).

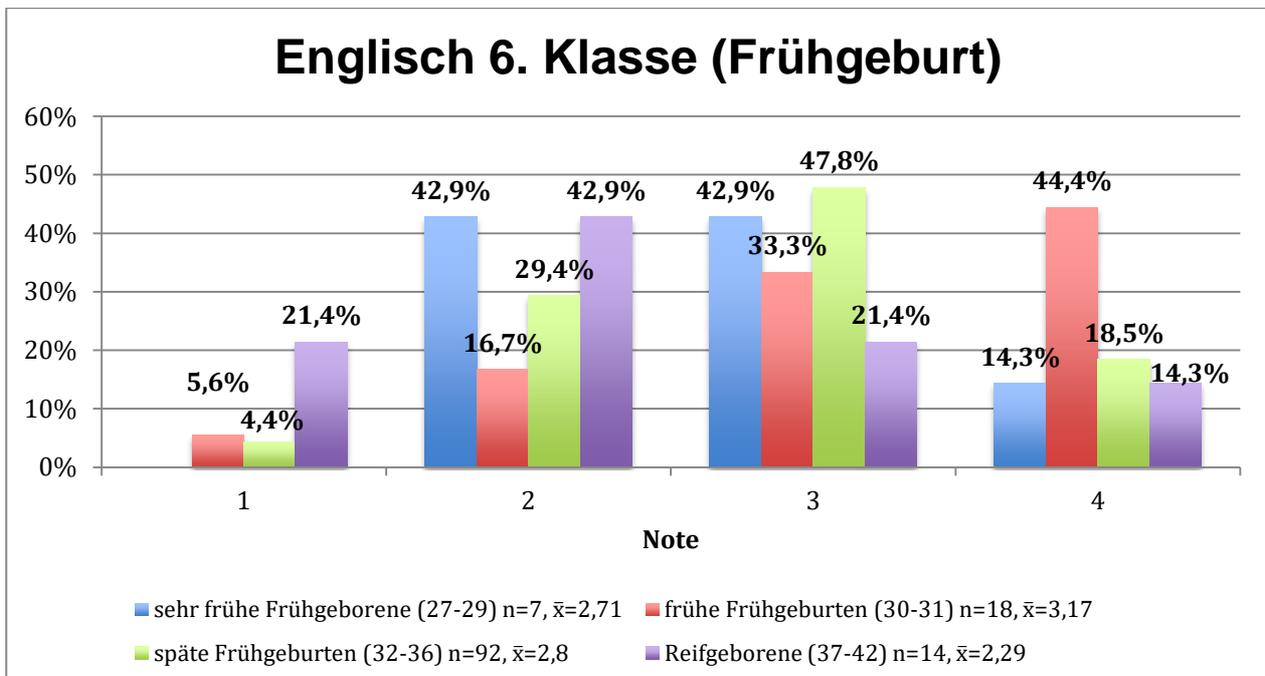


Abb. 34: Englisch in der 6. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert

In der Gruppe der Donatoren fallen statistisch signifikante Unterschiede auf ($p=0,023$), die in Tabelle 9 konkretisiert werden.

Tab. 9: Korrigierte Residuen für die Englischnote 6. Klasse (Frühgeburtlichkeit)

| Donor | | | Englisch 6. Klasse | | | |
|------------|-------------|----------------------|--------------------|------|------|------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Frühgeburt | sehr früh | korrigierte Residuen | -0,6 | 1,2 | -0,7 | 0,0 |
| | früh | korrigierte Residuen | 0,6 | -1,6 | -1,6 | 3,1 |
| | spät | korrigierte Residuen | -1,6 | 0,3 | 1,5 | -1,0 |
| | reifgeboren | korrigierte Residuen | 2,1 | 0,3 | 0,0 | -1,6 |
| | | Anzahl | 5 | 15 | 26 | 15 |

3.7.6. Mathematik 6. Klasse

Die Leistungen des Gesamtkollektivs haben sich in Mathematik von 2,67 in der 4. Jahrgangsstufe um 0,19 Notenpunkte verschlechtert.

Wie in der 4. Klasse, so zeigen auch in der 6. Jahrgangsstufe die Mathematiknoten keinen Geschlechterunterschied. Mädchen haben durchschnittlich eine Note von 2,87 und Jungen von 2,86.

Dieselben Durchschnittsnoten ergeben sich auch nach der Einteilung in Donor (2,87) und Akzeptor (2,86). Somit haben sich die ohnehin schon geringen Differenzen der 4. Jahrgangsstufe noch weiter annihiliert.

Wird das Überleben als Einling oder Zwilling in Betracht gezogen, so ergibt sich die in Abbildung 35 dargestellte Verteilung.

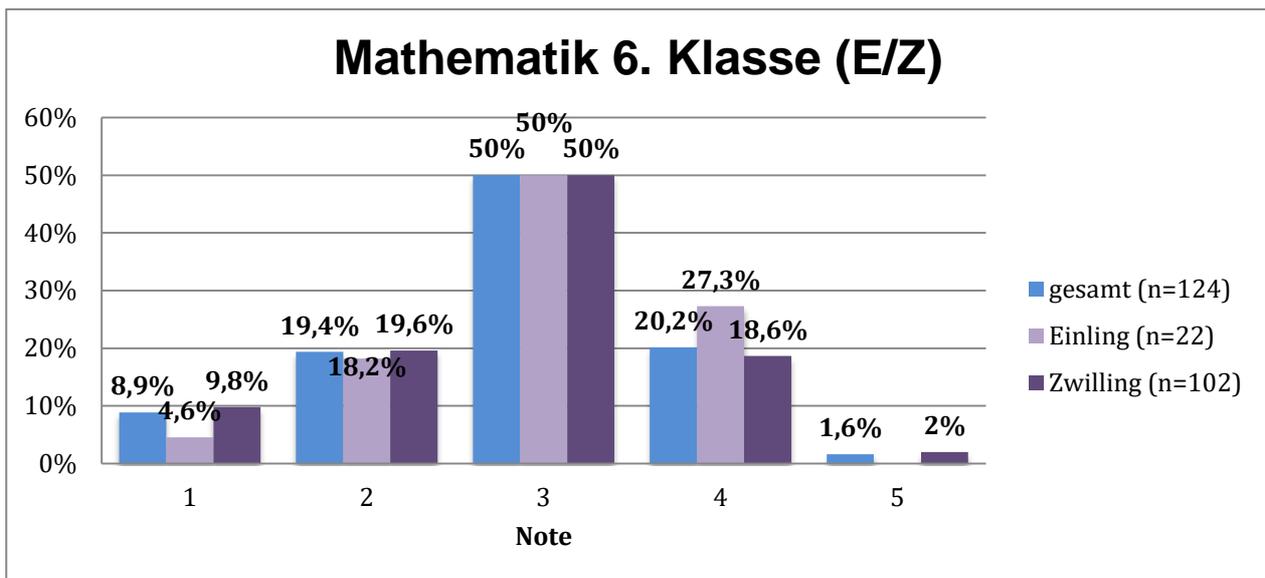


Abb. 35: Mathematik in der 6. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert

Durchschnittlich werden Zwillinge mit einer Note von 2,83 um 0,17 Notenpunkte besser bewertet als Einlinge. In der 4. Jahrgangsstufe sind die Verhältnisse noch umgekehrt.

Das Benotungsmuster basierend auf dem Grad der Frühgeburtlichkeit wird in Tabelle 10 dargestellt. Ein eindeutiges Leistungsgefälle ist nicht erkennbar.

Tab. 10: Mathematik in der 6. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert

| | Anzahl | Mathematik 6. Klasse (durchschnittliche Note) |
|---------------------------------|--------|--|
| Sehr frühe Frühgeborene (27-29) | 7 | 3,0 |
| Frühe Frühgeburten (30-31) | 18 | 3,44 |
| Späte Frühgeburten (32-36) | 91 | 2,76 |
| Reifgeborene (37-42) | 14 | 2,93 |

3.7.7. Sport 6. Klasse

Die durchschnittliche Bewertung des Gesamtkollektivs hat sich im Fach Sport geringfügig von 2,01 in der 4. Jahrgangsstufe auf 2,1 verschlechtert.

Abbildung 36 legt das Abschneiden der Jungen und Mädchen dar.

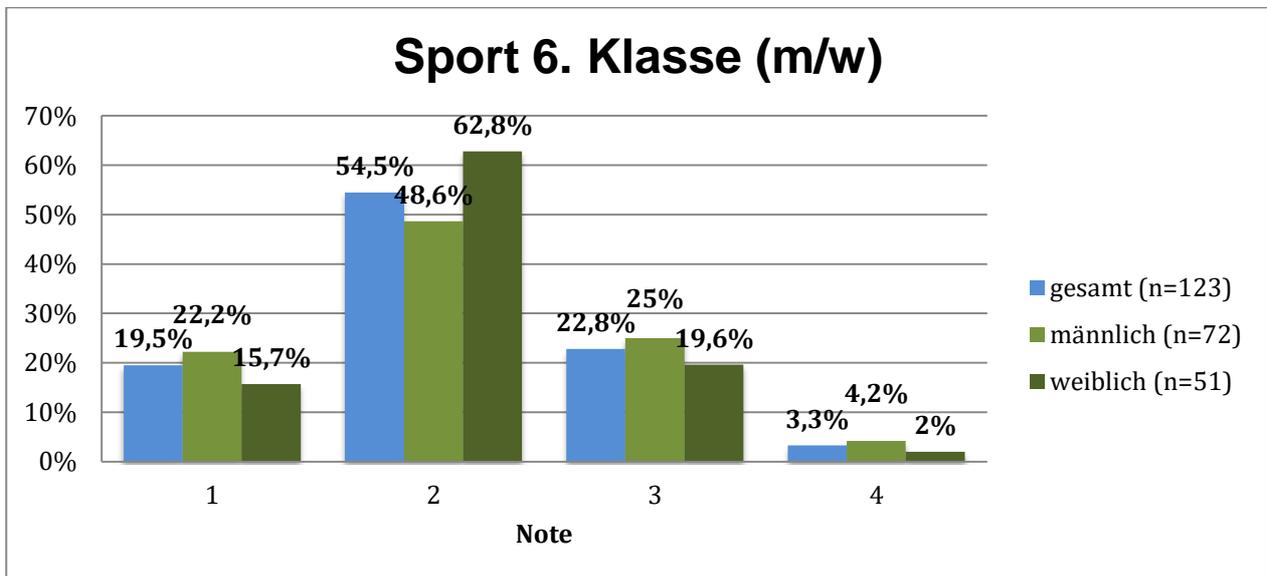


Abb. 36: Sport in der 6. Klasse nach Geschlecht differenziert

Es bestehen keine signifikanten Differenzen in den durchschnittlichen Noten der Jungen (2,11) und der Mädchen (2,08), was den Verhältnissen in der 4. Klasse entspricht.

Nach der Einteilung des Kollektivs bezugnehmend auf den Donor- und Akzeptorstatus stellt sich folgendes Bild dar (Abbildung 37).

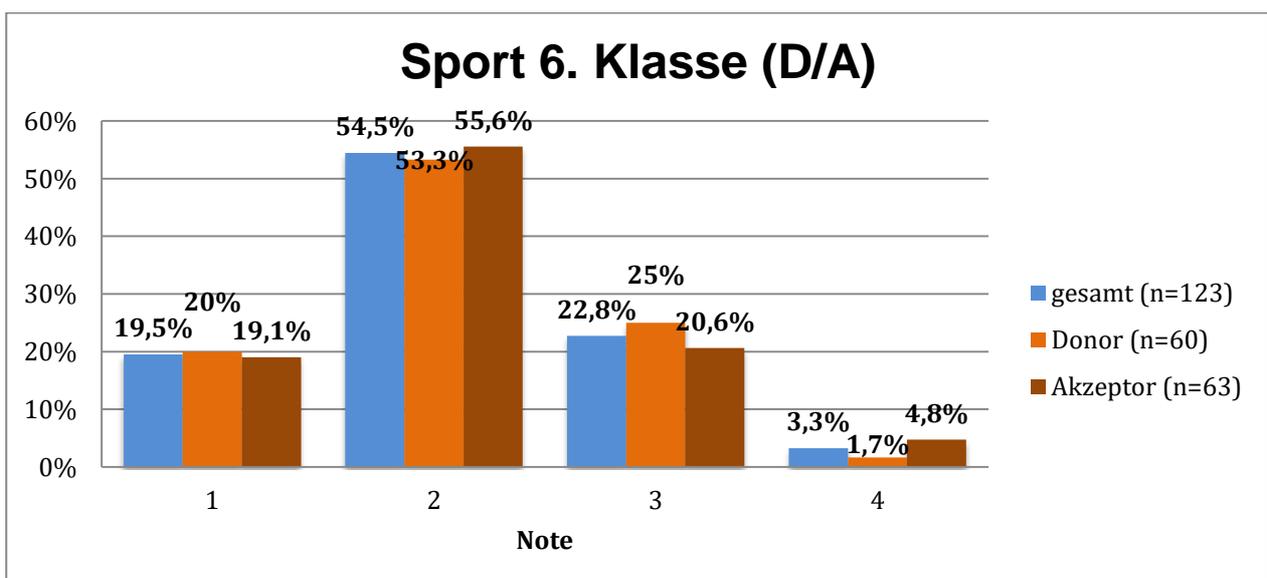


Abb. 37: Sport in der 6. Klasse nach Donor-/Akzeptorstatus differenziert

Die durchschnittliche Note der Donatoren liegt bei 2,08 und unterscheidet sich kaum von der der Akzeptoren (2,11). Ähnlich geringe Differenzen zeigten sich schon in der 4. Jahrgangsstufe.

Abbildung 38 visualisiert die Daten des Kollektivs nach der Einteilung in Einling und Zwilling. Dabei schneiden die als Zwilling lebenden Kinder durchschnittlich mit einer Note von 2,04 besser ab als die Einlinge (2,38). In der 4. Klasse gibt es bei entsprechender Einteilung noch keine Differenzen.

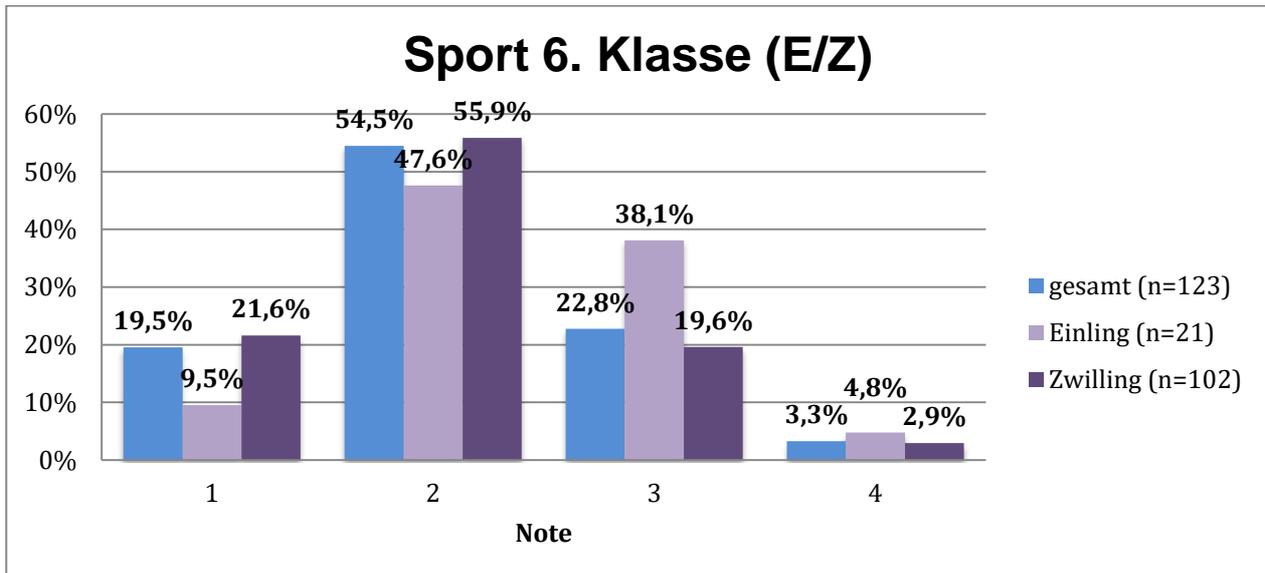


Abb. 38: Sport in der 6. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert

In Tabelle 11 werden die durchschnittlichen Bewertungen unterteilt nach dem Grad der Frühgeburtlichkeit gezeigt. Ein einheitliches Gefälle ist nicht erkennbar und auch die reifgeborenen Kinder schneiden in diesem Aspekt nicht am besten ab.

Tab. 11: Sport in der 6. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert

| | Anzahl | Sport 6. Klasse (durchschnittliche Note) |
|---------------------------------|--------|---|
| Sehr frühe Frühgeborene (27-29) | 6 | 2,5 |
| Frühe Frühgeburten (30-31) | 18 | 1,94 |
| Späte Frühgeburten (32-36) | 91 | 2,1 |
| Reifgeborene (37-42) | 14 | 2,14 |

3.8. Klassenwiederholung

Die Wiederholung einer Klasse ist ein weiteres Merkmal für den Erfolg einer Schullaufbahn. In dem hier vorliegenden Gesamtkollektiv beträgt diese Quote der Wiederholer 25,3 %. Das ist nur geringfügig höher als in den von der PISA-Studie herausgegebenen Ergebnisse für Deutschland mit 21 % für den im Jahr 2000 eingeschulerten Jahrgang.

Stellt man nun Vergleiche innerhalb des Kollektivs an, so macht sich nur ein sehr leichtes Geschlechtergefälle bemerkbar. Die Mädchen der Studie haben im Verlauf ihrer Schulkarriere in 23,2 % der Fälle eine Klasse wiederholt und die Jungen in 26,9 %.

Ähnlich gering sind die Abweichungen zwischen Donor und Akzeptor. Donatoren weisen hier mit 23,5 % die etwas geringere Quote auf als Akzeptoren mit 25,3 %.

Einen größeren Einfluss auf das Zustandekommen einer Klassenwiederholung hat der Überlebensstatus als Einling oder Zwilling wie in Abbildung 39 dargestellt ist.

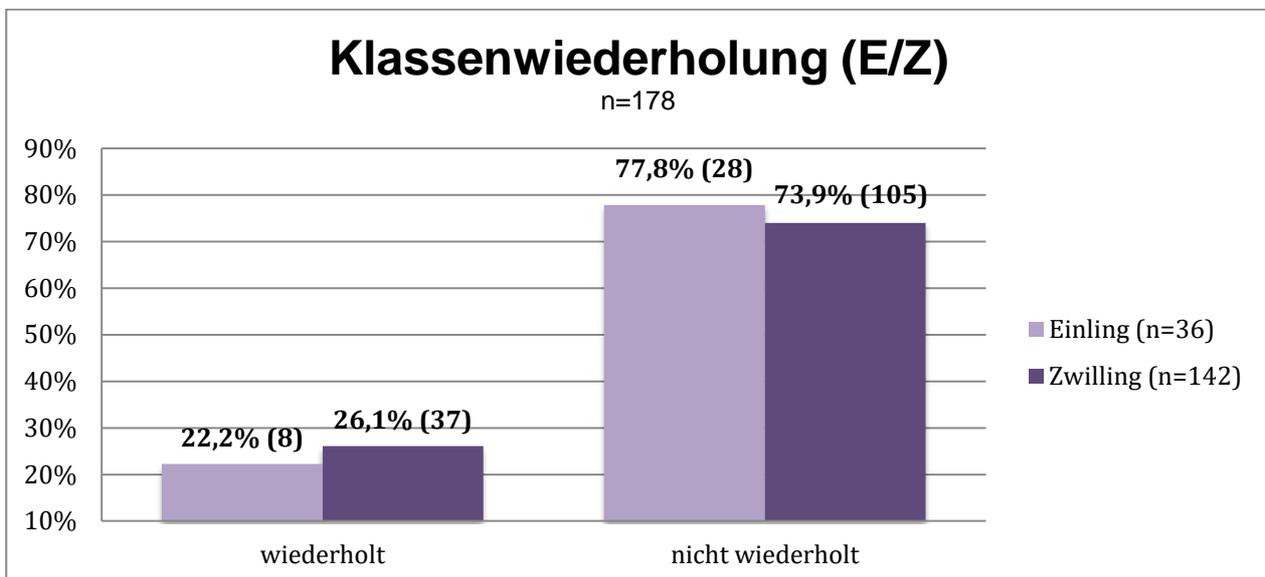


Abb. 39: Klassenwiederholung nach Einling/Zwilling differenziert (Probandenzahl in Klammern)

Betrachtet man wie in Abbildung 40 den Grad der Frühgeburlichkeit, so kann man mit steigendem Reifegrad zur Geburt einen Abwärtstrend in der Quote der Kinder mit einer Klassenwiederholung erkennen. Sehr frühe Frühgeborene wiederholen in ihrer Schullaufbahn 1,9 mal häufiger eine Klassenstufe als die Allgemeinbevölkerung. Unter den reifgeborenen Kindern der Studie ist die Quote dagegen nur halb so groß wie in der von PISA erfassten Gruppe.

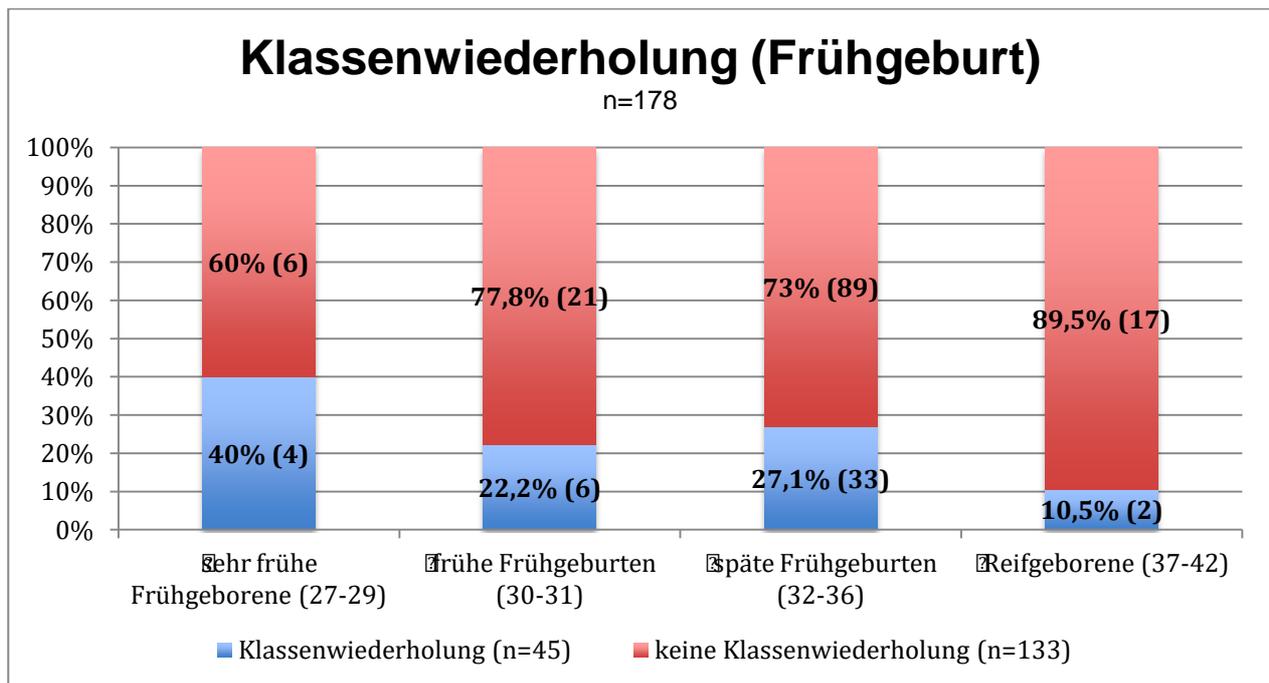


Abb. 40: Klassenwiederholung nach Frühgeburlichkeit differenziert (Probandenzahl in Klammern)

Der Zeitpunkt der Klassenwiederholung ist unter den Studienkindern, wie Abbildung 41 zeigt, ausgeglichen. Lediglich in der 3. und 5. Jahrgangsstufe ist ein etwas vermehrtes Auftreten feststellbar.

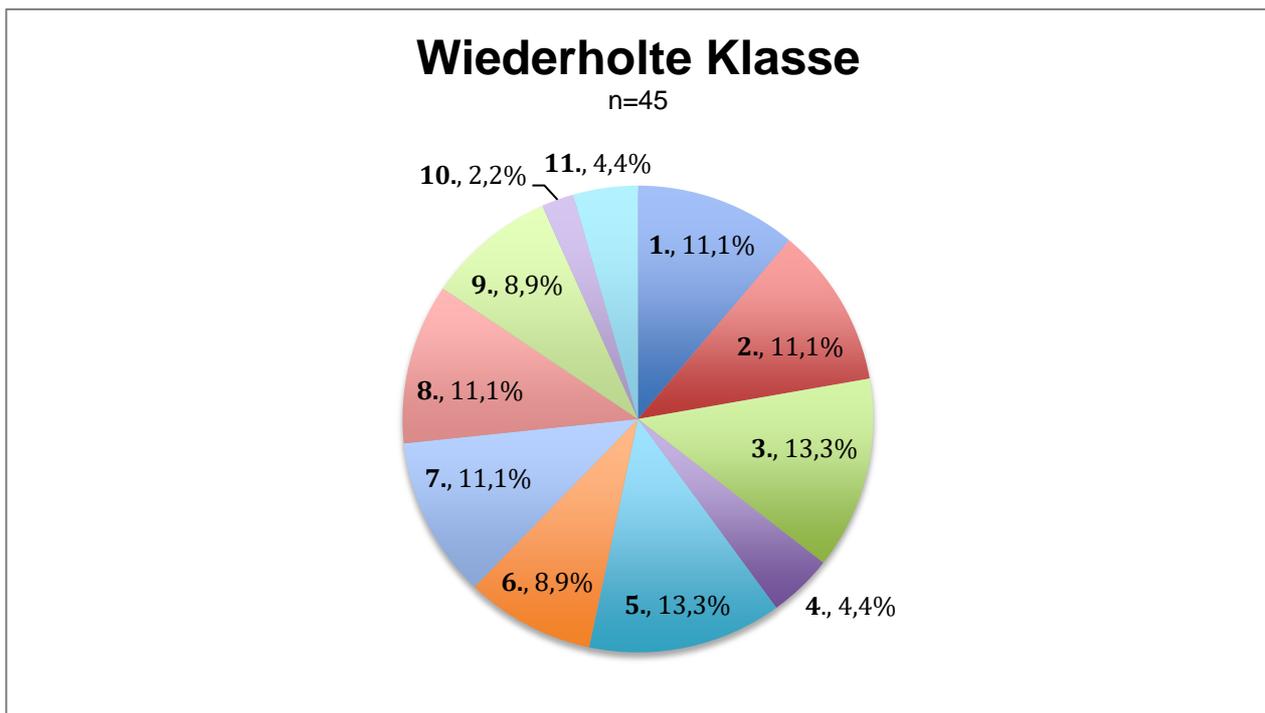


Abb. 41: Wiederholte Jahrgangsstufe (Jahrgangsstufe, Anteil)

3.9. Klasse übersprungen

Nur 2,3 % der Schüler des Kollektivs gaben an, einmal eine Klasse übersprungen zu haben. Vergleichbare Daten der Allgemeinbevölkerung werden nicht erhoben.

3.10. Beeinträchtigungen

Neben den Fragen über die schulische Laufbahn wurden auch allgemeine Fragen über die körperliche und geistige Gesundheit gestellt. Die sich nun anschließende Auswertung erfasst die Prävalenz jeglicher körperlicher oder geistiger Beeinträchtigung. Darunter fallen in dem vorliegenden Kollektiv die im folgenden aufgelisteten Pathologien:

- Spastische Zerebralparese (Hemi-, Tri- und Tetrasparese)
- Mikrozephalus
- Schizenzephalie

- Geistige Behinderung
- Psychomotorische Retardierung (Kombinierte umschriebene Entwicklungsstörungen)
- Gedächtnisstörungen
- Intelligenzminderung
- Lernbehinderung
- Legasthenie
- Dyskalkulie
- Sehbehinderung und andere ophthalmologischen Pathologien (z.B. Glaukom)
- Taubheit und andere Hörstörungen
- Gleichgewichtsstörung
- Allergien
- Asthma bronchiale
- Neurodermitis
- Schilddrüsenerkrankungen
- Herzklappenfehler
- WPW-Syndrom
- Herzinsuffizienz
- Muskuloskelettale Anomalien (u.a. Kamptodaktylie)
- Gehbehinderungen
- Somatische Entwicklungsverzögerungen mit persistierendem Minderwuchs
- Nephrologische und urologische Pathologien (u.a. Enuresis)

27,5 % des Gesamtkollektivs sind von mindestens einer dieser Beeinträchtigungen betroffen. Interessant ist der Vergleich mit der Allgemeinbevölkerung. In der KiGGS Studie wurden 0 bis 17 jährige Kinder und Jugendliche mit speziellem Versorgungsbedarf aufgrund körperlicher, seelischer oder verhaltensbedingter Störungen erfasst, wobei ein Anteil von 13,7 % eruiert wurde. Somit ist das Studienkollektiv doppelt so häufig von einer Beeinträchtigung betroffen wie die Allgemeinbevölkerung.

Eine geschlechterbedingte Diskrepanz ist innerhalb der Studiengruppe nicht zu erkennen. Männliche Teilnehmer leben zu 26,9 % und weibliche Teilnehmerinnen zu 29 % mit einem Defizit. In der KiGGS Studie ist diese Differenz mit 16 % zu 11,4 % geringfügig größer.

Im Donor/Akzeptor Vergleich finden sich ausgeprägtere Unterschiede. Akzeptoren leben zu 31,3 % und damit 1,3 mal häufiger mit einer Beeinträchtigung als Donatoren (23,7 %).

Eine statistisch signifikante Differenz zeigt sich, wenn das Kollektiv wie in Abbildung 42 nach Einling oder Zwilling eingeteilt wird.

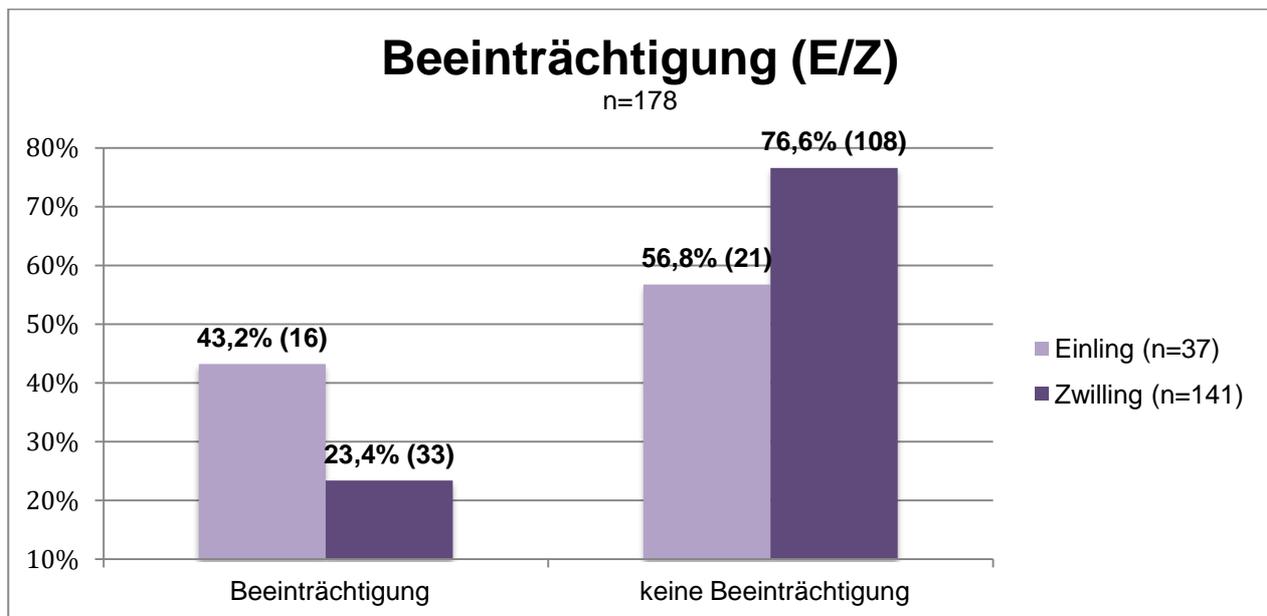


Abb. 42: Vorliegen einer Beeinträchtigung differenziert nach Einling/Zwilling (Probandenanzahl in Klammern)

Innerhalb der Gruppe der Akzeptoren liegt der p-Wert bei 0,025. Tabelle 12 konkretisiert diese Berechnungen.

Tab. 12: Korrigierte Residuen für das Vorliegen von Beeinträchtigungen

| Akzeptor | | | Beeinträchtigung | |
|----------|----------|----------------------|------------------|-------------|
| | | | ja | nein |
| E/Z | Einling | korrigierte Residuen | 2,4 | -2,4 |
| | Zwilling | korrigierte Residuen | -2,4 | 2,4 |
| Anzahl | | | 30 | 66 |

Auch unter Berücksichtigung der Frühgeburtslichkeit lässt sich unter den Akzeptoren ein starker Trend ablesen ($p=0,072$). Die Daten sind in Abbildung 43 dargestellt.

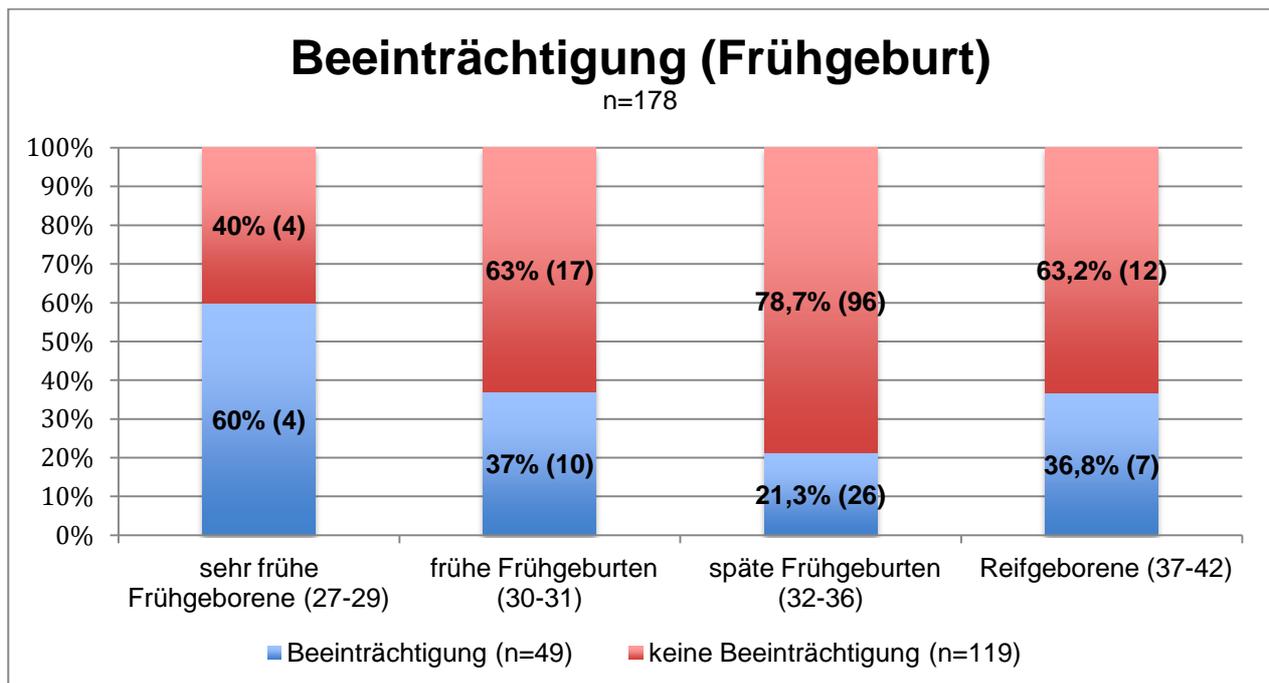


Abb. 43: Vorliegen einer Beeinträchtigung differenziert nach Frühgeburtslichkeit (Probandenzahl in Klammern)

3.11. Art der Beeinträchtigung

Um differenziertere Aussagen über das Vorliegen eines Defizits treffen zu können, wird die Art der Beeinträchtigung im Sinne von „körperlich“ oder „geistig“ berücksichtigt. Abbildung 44 verdeutlicht die auf dieser Einteilung beruhenden Ergebnisse.

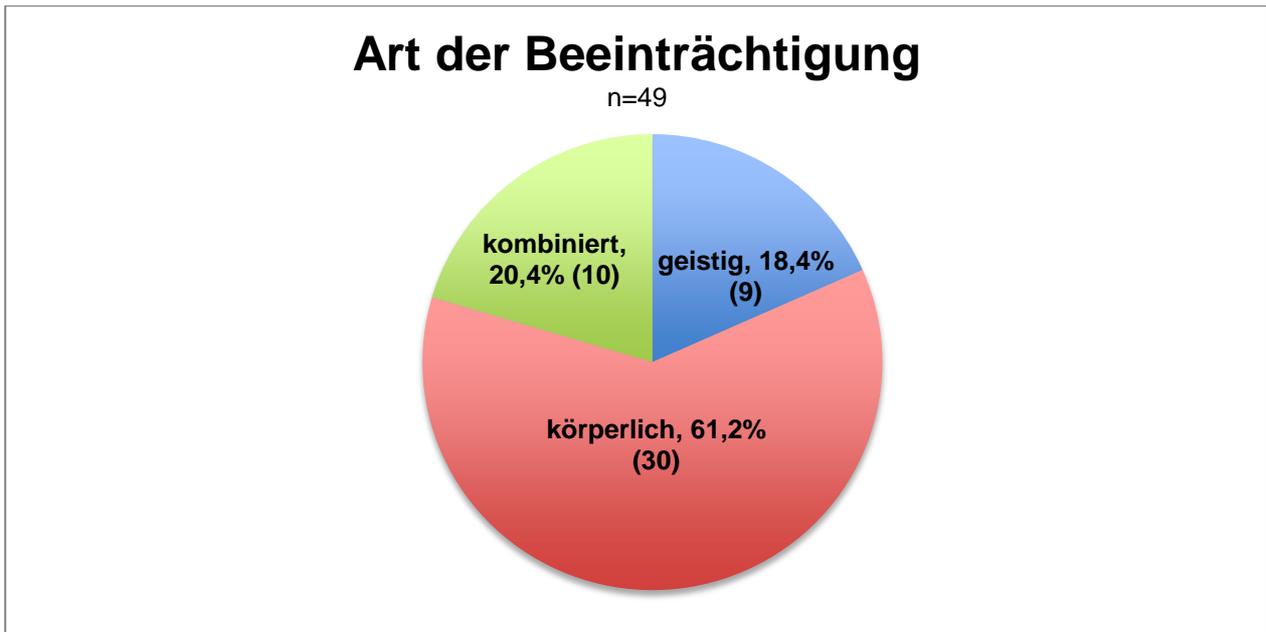


Abb. 44: Einteilung der vorliegenden Beeinträchtigungen (Probandenzahl in Klammern)

Tabelle 13 zeigt die Verhältnisse im Geschlechtervergleich. In dieser Verteilung zeichnet sich statistisch gesehen ein starker Trend ab ($p=0,067$).

Tab. 13: Einteilung der vorliegenden Beeinträchtigungen im Geschlechtervergleich

| Art der Beeinträchtigung | männlich | weiblich |
|--------------------------|----------|----------|
| geistig | 31 % | - |
| körperlich | 58,6 % | 65 % |
| kombiniert | 10,3 % | 35 % |
| Anzahl | 29 | 20 |

Abbildungen 45 und 46 verdeutlichen die Ergebnisse im Donor/Akzeptor Vergleich.

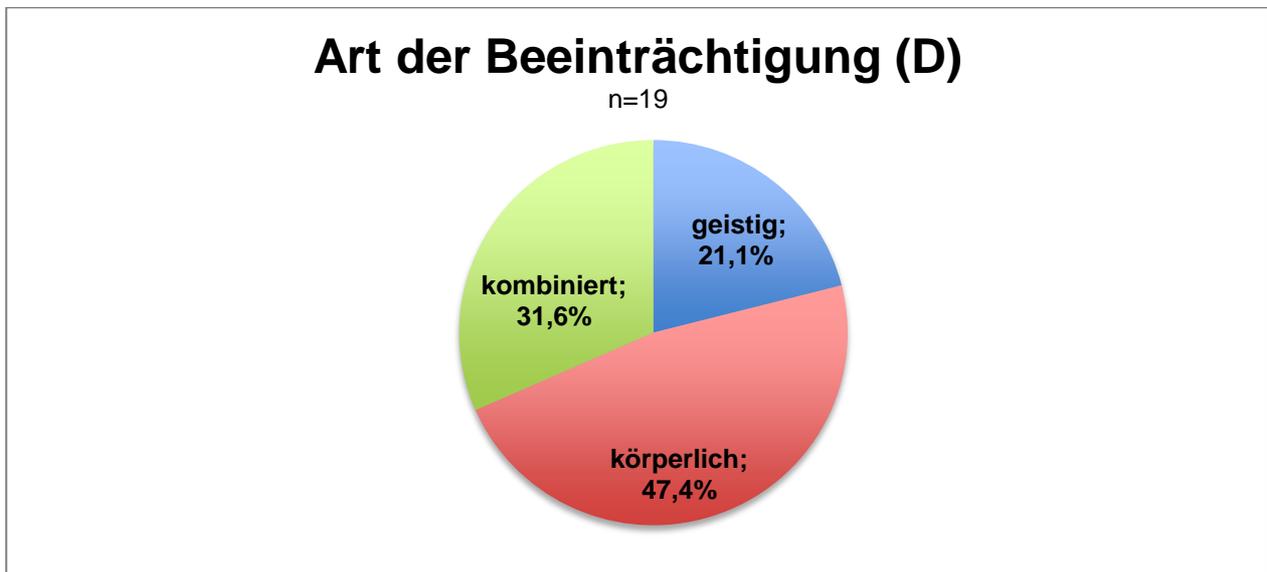


Abb. 45: Einteilung der vorliegenden Beeinträchtigungen (Donatoren)

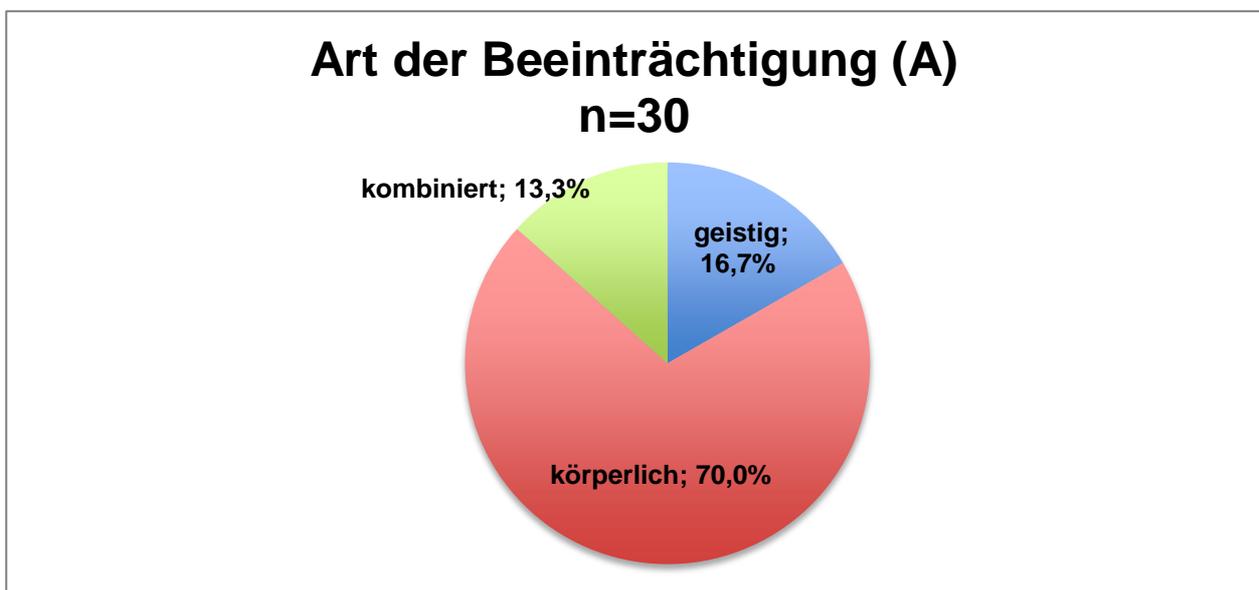


Abb. 46: Einteilung der vorliegenden Beeinträchtigungen (Akzeptoren)

Nach der Einteilung des Kollektivs hinsichtlich des Überlebens als Einling oder Zwilling werden nur geringe Unterschiede in der Art der Beeinträchtigung sichtbar (Tabelle 14).

Tab. 14: Einteilung der vorliegenden Beeinträchtigungen nach Einling/Zwilling differenziert

| Art der Beeinträchtigung | Einling | Zwilling |
|--------------------------|---------|----------|
| geistig | 18,8 % | 18,2 % |
| körperlich | 56,3 % | 63,6 % |
| kombiniert | 25,0 % | 18,2 % |
| Anzahl | 16 | 33 |

In den folgenden Abbildungen 47 bis 50 ist erkennbar, dass mit steigendem Reifegrad der Kinder der Anteil der rein körperlichen Beeinträchtigungen eher sinkt und der der geistigen und kombinierten eher steigt. Statistisch signifikant sind diese Verteilungsdifferenzen jedoch nicht.

**Art der
Beeinträchtigung
(sehr frühe Frühgeborene)**

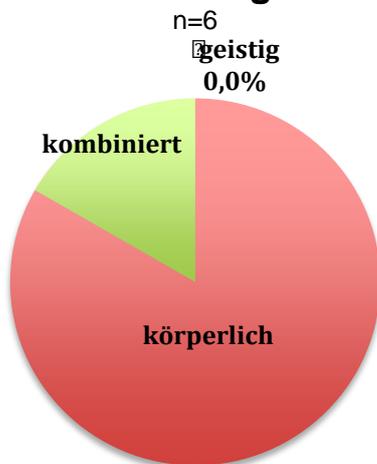


Abb. 47: Beeinträchtigung (sehr frühe Frühgeborene)

**Art der
Beeinträchtigung
(frühe Frühgeburt)**

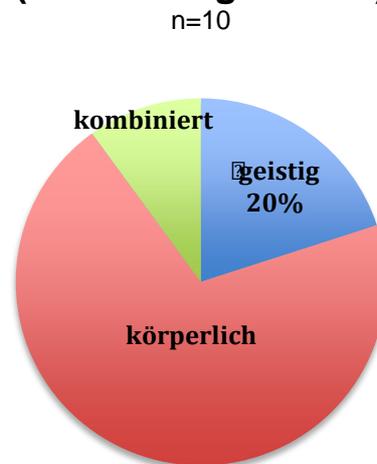


Abb. 48: Beeinträchtigung (frühe Frühgeburt)

Art der Beeinträchtigung (späte Frühgeburten)

n=26

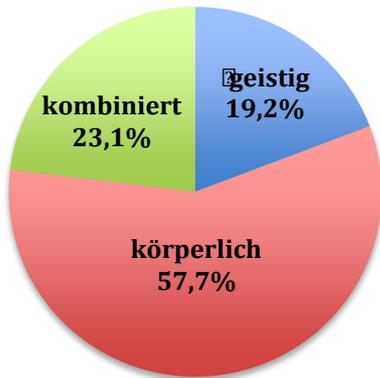


Abb. 49: Beeinträchtigung (späte Frühgeburten)

Art der Beeinträchtigung (Reifgeborene)

n=7

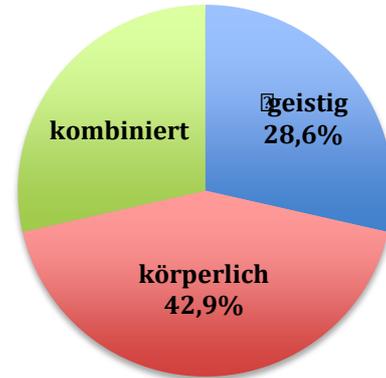


Abb. 50: Beeinträchtigung (Reifgeborene)

3.12. Sprachliche Entwicklung

10,1 % des Studienkollektivs haben eine Sprech- oder Sprachstörung. Darunter finden sich Störungen des Redeflusses, Artikulationsstörungen, expressive und rezeptive Sprachstörungen, Sprachentwicklungsverzögerungen und eine ausbleibende Sprachentwicklung mit einer entwicklungsbedingten Aphasie sowie Dysarthrien aufgrund von Tetraparesen.

Vergleichbare Daten aus der Allgemeinbevölkerung finden sich im Barmer Arztreport aus dem Jahr 2012. Demzufolge haben 11,2 % der Kinder und Jugendlichen von 0 bis 14 Jahren diagnostizierte Entwicklungsstörungen des Sprechens und der Sprache.

3.13. Fördermaßnahmen

66,9 % des analysierten Kollektivs haben im Verlauf ihres Lebens schon mindestens einmal Fördermaßnahmen in Anspruch genommen. In diese Kategorie fallen Logopädie, Ergotherapie, Krankengymnastik, Physiotherapie, Nachhilfeunterricht sowie sonstige Maßnahmen.

Laut des AOK Heilmittelberichtes aus dem Jahr 2015 betrug die Inanspruchnahme aller Heilmittel unter den 0- bis 20-Jährigen 10,3 %. In dem Studienkollektiv beträgt diese Quote (d.h. nur die Heilmittel, ohne Nachhilfe) 58,4 %. Somit ist dieser Anteil im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung um 467 % gesteigert.

Abbildung 51 zeigt die Studiendaten differenziert nach der Art der Fördermaßnahme.

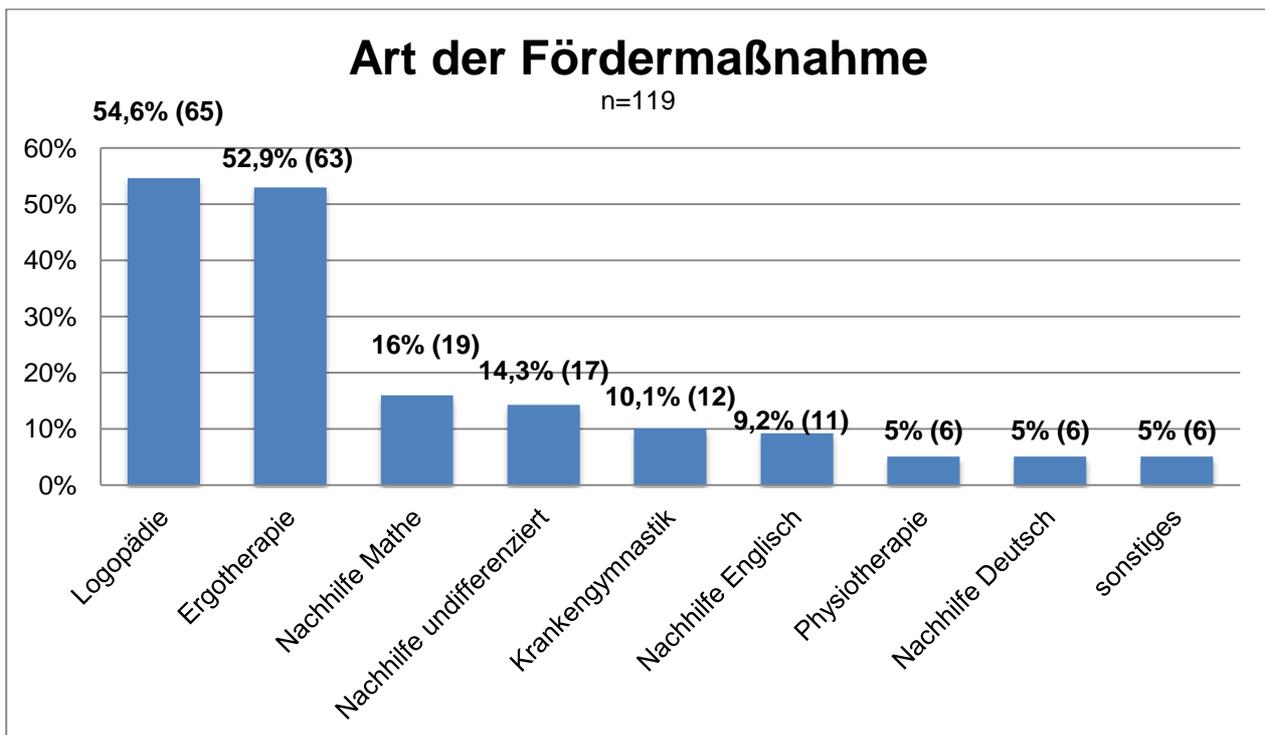


Abb. 51: Differenzierung der Fördermaßnahmen (Probandenzahl in Klammern)

Aus der gesamtdeutschen Bevölkerung liegen einige Vergleichsdaten vor. So zeigt z.B. die KiGGS Studie, dass 6,4 % der 0- bis 17-Jährigen eine Physiotherapie/ Krankengymnastik erhalten. In unserer Studie ist dieser Anteil 2,4 mal größer (15,1 %). Der AOK Heilmittelbericht aus dem Jahr 2013 besagt, dass 3 % der 0- bis 17-Jährigen eine Ergotherapie in Anspruch nehmen. Somit ist der Anteil in unserem Studienkollektiv

17,6 mal größer als in der Allgemeinbevölkerung. Ähnlich ist es bezüglich der Logopädie. Die Quote der Inanspruchnahme ist unter der hier analysierten Patientengruppe im Vergleich zu den AOK Daten (5 %) um den Faktor 10,9 gesteigert.

Auch hinsichtlich der Fördermaßnahmen wurden Vergleiche innerhalb des Studienkollektivs vorgenommen.

Zwischen den männlichen und weiblichen Teilnehmern ergibt sich keine Differenz. Erstere erhalten zu 65,7% mindestens eine Fördermaßnahme und letztere zu 68,1 %.

Ebensolche Verhältnisse zeigen sich beim Donor/Akzeptor Vergleich, wobei die Quote unter den Donatoren bei 67,5 % und unter den Akzeptoren bei 65,6 % liegt.

Zwischen Einling und Zwilling sind die Unterschiede schon etwas größer. Einlinge erhalten mit 73 % um 7,7 Prozentpunkte häufiger Fördermaßnahmen als Zwillinge (65,3 %).

Unter Berücksichtigung der Frühgeburtlichkeit ergeben sich die in Abbildung 52 dargestellten Verhältnisse. In der Gruppe der Donatoren ist die mit steigender Frühgeburtlichkeit zunehmende Inanspruchnahme von Fördermaßnahmen statistisch signifikant ($p=0,025$).

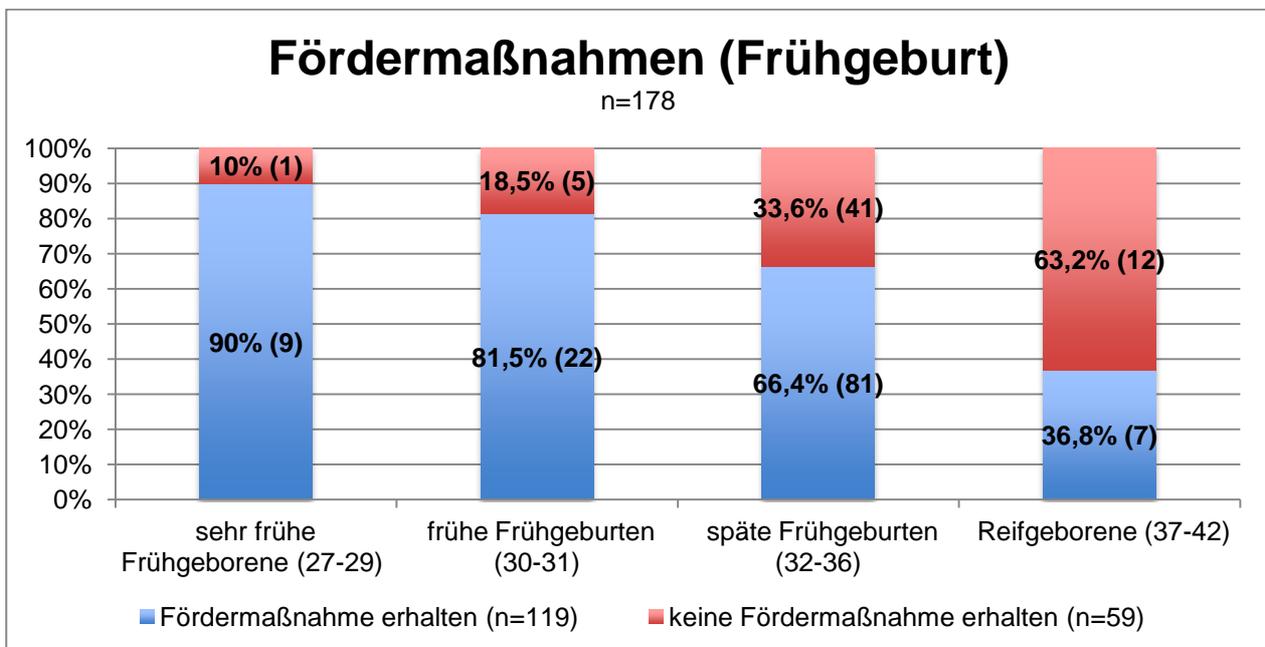


Abb. 52: Beanspruchung von Fördermaßnahmen differenziert nach Frühgeburtlichkeit (Probandenzahl in Klammern)

3.14. Verhaltensauffälligkeiten nach Elterneinschätzung

14,2 % der Eltern gaben an, dass sie bei ihrem Kind eigenen Einschätzungen nach mindestens eine Verhaltensauffälligkeit vermuten. Erwähnt wurden dabei AD(H)S, Lernbehinderungen, Schizophrenie, Autismus, das Aspergersyndrom und sonstige Auffälligkeiten. Die Häufigkeitsverteilung der Nennungen ist in Abbildung 53 ablesbar.

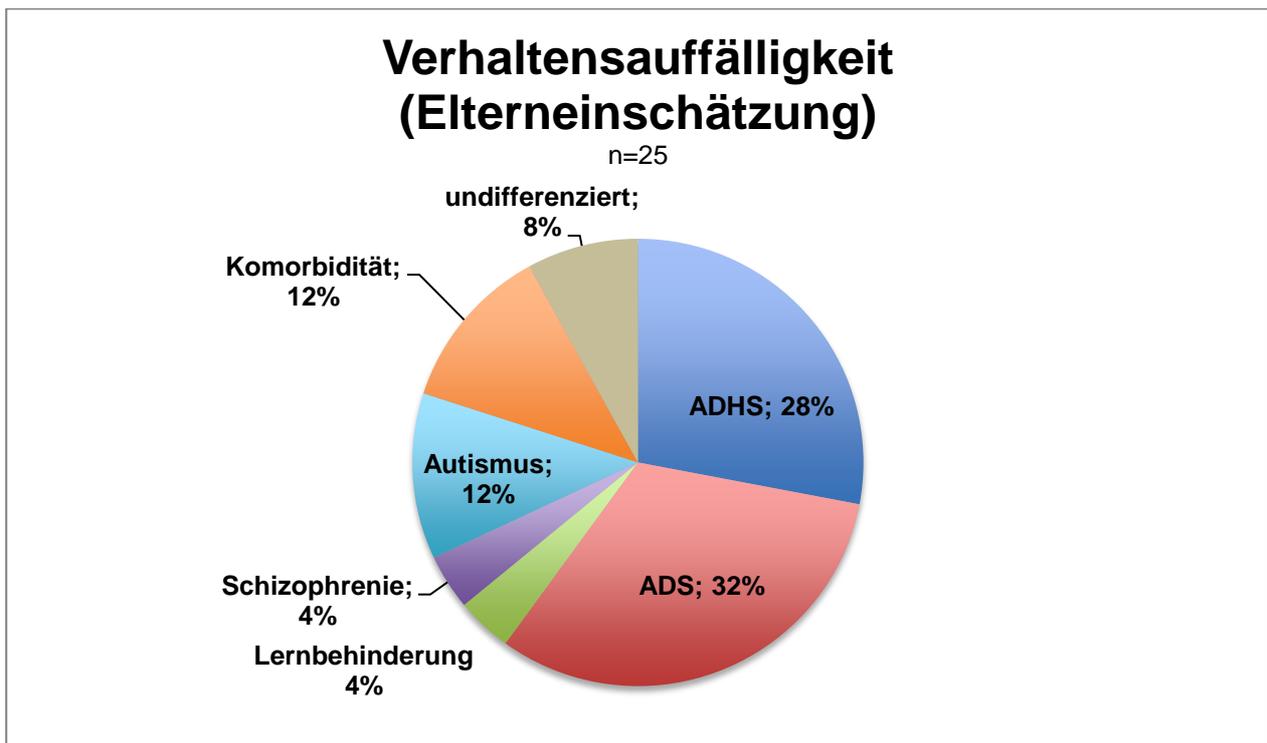


Abb. 53: Differenzierung der elterlich vermuteten Verhaltensauffälligkeiten

In der KiGGS Studie liegt der Anteil aller Verhaltensauffälligkeiten der elterlichen Einschätzung nach nur halb so hoch, nämlich bei 7,2 %.

Führt man innerhalb der Studie den Geschlechtervergleich durch, so zeigt sich ein starker Trend (Donatoren: $p=0,092$): Eltern vermuten bei ihren männlichen Kindern doppelt so häufig eine Verhaltensauffälligkeit wie bei den weiblichen (17,8 % vs 8,7 %).

Die Differenz ist zwischen Donor und Akzeptor viel geringer. Unter den Donatoren werden bei 15,2 % und unter den Akzeptoren bei 13,7 % Verhaltensauffälligkeiten vermutet.

Einlinge leiden der elterlichen Beurteilung zufolge zu 19,4 % und Zwillinge zu 12,9 % unter Verhaltensauffälligkeiten.

Betrachtet man die Frühgeburtlichkeit, so zeigen sich keine eindeutigen Tendenzen, wie Tabelle 15 verdeutlicht.

Tab. 15: Prävalenz von Verhaltensauffälligkeiten (Elterneinschätzung) differenziert nach Frühgeburtlichkeit

| | Verhaltensauffälligkeit vorliegend (Elterneinschätzung) |
|---------------------------------|--|
| Sehr frühe Frühgeborene (27-29) | 10 % |
| Frühe Frühgeburten (30-31) | 19 % |
| Späte Frühgeburten (32-36) | 13,9 % |
| Reifgeborene (37-42) | 11,1 % |

3.15. Verhaltensauffälligkeiten nach ärztlicher Diagnose

Bei 8,7 % der Studienkinder liegt eine ärztlich diagnostizierte Verhaltensauffälligkeit vor. Die Verteilung auf die verschiedenen Diagnosen innerhalb dieser Gruppe stellt Abbildung 54 dar.

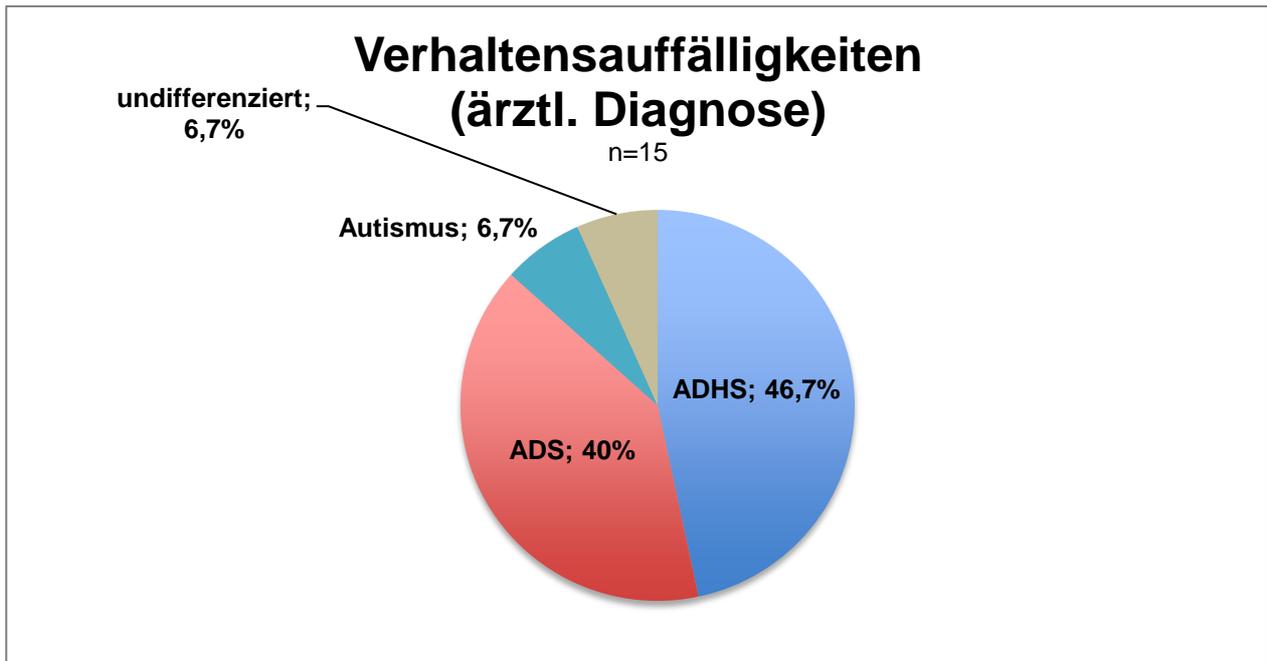


Abb. 54: Differenzierung der ärztlich diagnostizierten Verhaltensauffälligkeiten

Vergleichbare Daten der Allgemeinbevölkerung finden sich hauptsächlich in dem Bereich der ADHS Diagnostik. So liegt in der KiGGS Studie bei 4,8 % der Kinder und Jugendlichen eine ADHS Diagnose vor. In unserer Studie ist der Anteil auf das Gesamtkollektiv gerechnet mit 4,1 % etwas geringer.

Eine Analyse innerhalb des Studienkollektivs ist aufgrund der geringen Zahl der diagnostizierten Fälle nicht aussagekräftig.

4. Diskussion

4.1. Notwendigkeit der Studie

Die Laserkoagulation der placentaren Gefäßanastomosen ist eine kausale Therapie für das FFTS. In den Stadien II bis IV der Erkrankung wird diese Methode bis zur vollendeten 25. Schwangerschaftswoche als bevorzugtes Verfahren anerkannt (Society for Maternal-Fetal Medicine and Simpson, 2013). Dennoch sind Ergebnisse über die Langzeitentwicklung der Patienten über die rein körperliche Entwicklung hinaus rar. Um die tatsächliche Lebensentwicklung der Studienteilnehmer abzubilden, wurde bewusst auf die Verwendung standardisierter Testverfahren verzichtet und stattdessen auf Parameter der Schulentwicklung und die Einschätzungen der Eltern zurückgegriffen.

4.2. Patientenkollektiv

In die Studie wurden Patienten aufgenommen, die zwischen Januar 1995 und September 1999 im Klinikum Barmbek in Hamburg mit einer Laserkoagulation therapiert worden sind. Daher ergibt sich ein abgesehen von der Grunderkrankung sehr heterogenes Kollektiv. Das Geburtsjahr, die Wohnregion, die Ausprägung körperlicher und geistiger Beeinträchtigungen, die soziale Schicht und der soziokulturelle Hintergrund sind Aspekte, die sich auf die Ergebnisse der Studie (d.h. den schulischen Erfolg) auswirken können.

Aufgrund der Größe und Heterogenität des Patientenkollektivs haben wir jedoch auf diese kleinteilige soziale Untergliederung verzichtet und uns auf medizinische Aspekte konzentriert.

Bei dem Vergleich zwischen Donor und Akzeptor kann ohnehin vorausgesetzt werden, dass die Probanden während ihrer Entwicklung in der Regel den gleichen exogenen sozialen Faktoren ausgesetzt waren, da es sich um eine Gegenüberstellung von Patienten aus derselben Familie handelt.

4.3. Einflussfaktoren auf die schulische Laufbahn

4.3.1. Regionale Disparität

Da das Schulsystem in Deutschland föderal organisiert ist und die Patienten des Studienkollektivs in unterschiedlichen Bundesländern aufgewachsen sind, birgt die Vergleichbarkeit der Ergebnisse einige Schwierigkeiten. So existieren z.B. bestimmte Schulformen nur in jeweils einem Bundesland. Dazu zählen die Mittelschule (Sachsen, Bayern), die Sekundarschule (Sachsen-Anhalt, Bremen, Berlin, Nordrhein-Westfalen), die Regelschule (Thüringen), die Oberschule (Brandenburg, Niedersachsen), die erweiterte Realschule (Saarland), die Realschule plus und verbundene oder zusammengefasste Haupt- und Realschule (Rheinland-Pfalz), die Integrierte Haupt- und Realschule bzw. Stadtteilschule (Hamburg), die Regionalschule (Rheinland-Pfalz, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein) und die Werkrealschule. Diese sind in unserer Studie unter der Kategorie „Real- und Hauptschulen“ zusammengefasst worden.

Bei den Angaben der Zeugnisnoten wird in unserer Auswertung nicht danach differenziert auf welcher Schulform diese Leistungen erbracht worden sind. Auf diese Weise werden nivellierte Leistungserfolge, d.h. der subjektive Schulerfolg dargestellt und verarbeitet.

Neben den Unterschieden bei den Schulformen existieren auch Unterschiede bei den Einschulungsbestimmungen. Die alleinige Angabe des Einschulungsalters lässt demnach keine Rückschlüsse auf dessen Normhaftigkeit zu. Dieser Aspekt wird jedoch bei der Elternangabe zur verspäteten Einschulung nach lokalen Bestimmungen berücksichtigt.

Zudem wirkt sich der Wohnort auf die schulischen Verlaufsprozesse aus. Im föderalistisch organisierten deutschen Schulsystem differieren zum Beispiel sowohl die Übergangsquoten von der Grundschule auf ein Gymnasium als auch der Leistungsstand, ab dem ein Kind auf eine Förderschule überwiesen wird. Außerdem variiert die Klassenwiederholungsquote zwischen den Bundesländern. (Helbig, 2009)

Auch die Curricula sind deutschlandweit nicht die gleichen. In länderübergreifenden Leistungskontrollen wie dem „Programme for International Student Assessment“ (PISA)

zeigen sich immer wieder Diskrepanzen, sodass davon ausgegangen werden kann, dass denselben Leistungen je nach Bundesland eine andere Wertigkeit, d.h. Note, zugeschrieben wird (Prenzel et al., 2005).

4.3.2. Sozioökonomischer Hintergrund

Ein in Deutschland signifikanter Einflussfaktor auf die schulische Laufbahn ist nach wie vor die sozioökonomische Herkunft.

Je nach Studie werden Daten z.B. zur Familienstruktur, ethnischer Zugehörigkeit, unterschiedlicher Berufstätigkeit der Eltern, Anzahl der Umzüge während der Kindheit, Qualität der Nachbarschaft und zur Zusammensetzung des Einkommens als Einflussfaktoren eingestuft (Haveman und Wolfe, 1995, S. 1855ff.)

Im „Programme for International Student Assessment“ (PISA) wurde der Zusammenhang zwischen schulischen Leistungen und sozioökonomischem Hintergrund mithilfe des Index für „economic, social, and cultural status“ (ESCS) untersucht. Die berücksichtigten Parameter sind der Beruf und der Ausbildungsumfang der Eltern sowie deren Vermögen, gemessen an der Verfügbarkeit von relevanten Haushaltsgegenständen. Sowohl bei dieser Relation als auch bei einer additiven Einbeziehung des Beschäftigungsstatus des Vaters zeigten sich signifikante Zusammenhänge mit den erbrachten Leistungen der Schüler (OECD, 2004; Wößmann, 2007).

In einer Studie, dessen Patientenkollektiv aus adoptierten Kindern bestand, erzeugte sogar das Familieneinkommen als alleiniger Faktor ohne etwaige genetische Einflüsse einen positiven Einfluss auf die schulischen Leistungen (Plug und Vijverberg, 2005).

Die Gewichtung des Migrationshintergrundes auf den Schulerfolg wird in den Ergebnissen des Mikrozensus 2015 deutlich. Hier zeigte sich, dass von den zu diesem Zeitpunkt 17,1 Millionen Menschen mit Migrationshintergrund 64 % einen abgeschlossenen Schulabschluss vorweisen können. In der entsprechenden Bevölkerungsgruppe ohne Migrationshintergrund liegt diese Quote bei 85 % (Statistisches Bundesamt, 2015).

4.3.3. Biologische Einflussfaktoren

Ein maßgebender Faktor für die Schullaufbahn ist die individuelle Intelligenz. Anhand von zahlreichen Zwillingsstudien konnte verdeutlicht werden, dass die genetische Vererbung dabei eine wesentliche Rolle spielt (Polderman et al., 2015).

Neben den rein intellektuellen Fähigkeiten spielen aber auch Persönlichkeitszüge eine Rolle für den Erfolg im Schulsystem. Einem stabilen Kompetenzerwerb sind vor allem Neugier, Ausdauer, Fleiß und die Bereitschaft zum Belohnungsaufschub zuträglich (Tough, 2013). Derartige Charaktereigenschaften werden stark vom Sozialisationskontext modelliert. Frühe intellektuelle Stimulation und psychische Resilienz können sich positiv auswirken und hängen wiederum unter anderem mit dem sozioökonomischen Hintergrund zusammen.

In unserer Studie werden unter anderem Donor und Akzeptor, also zwei Individuen eines eineiigen Zwillingspaares mit identischem Kerngenom gegenübergestellt. Daher kann davon ausgegangen werden, dass, solange keine perinatal bedingten medizinischen Pathologien vorliegen, in diesem Fall biologische Unterschiede eine nachrangige Rolle spielen. Dennoch können auch bei eineiigen Zwillingen somatische Mutationen und epigenetische Unterschiede Diskordanzen hervorrufen. Es konnte gezeigt werden, dass besonders die intrauterine Situation einen großen Einfluss auf das Epigenom hat (Gordon et al., 2012). Dieser Aspekt ist besonders im Rahmen unserer Studie interessant, da die intrauterinen Voraussetzungen beim FFTS sehr ungleich sind. Ein weiterer biologischer Einflussfaktor auf die schulische Laufbahn ist das Geschlecht. In unserer Studie haben Mädchen sowohl in der 4. als auch in der 6. Jahrgangsstufe bessere Zeugnisnoten als Jungen. Besonders in den Sprachen (Deutsch, Englisch) zeigten sich ausgeprägte Diskordanzen zugunsten der Mädchen.

Auch die PISA Auswertungen zeigen, dass Mädchen in den sprachlichen Bereichen besser abschneiden als Jungen (OECD, 2016).

Außerdem besuchten in unserer Studie Mädchen häufiger ein Gymnasium oder eine Realschule. Ähnliche Ergebnisse bezüglich der Schulform lassen sich auch aus Daten des Statistischen Bundesamtes und aus dem „Bildungsbericht für Deutschland“ ziehen (Avenarius et al., 2003).

In unsere Studie wurde zudem die Frühgeburtlichkeit als Einflussfaktor auf die schulische Laufbahn einbezogen.

In einer 15 Studien umfassenden Metaanalyse konnte herausgestellt werden, dass die durchschnittlichen kognitiven Leistungen direkt proportional zum Geburtsalter sind. In derselben Analyse wurden bei Frühgeborenen auch vermehrt Verhaltensauffälligkeiten und insbesondere mehr als eine doppelt so hohe Prävalenz von ADHS beschrieben (Bhutta et al., 2002).

Sogar unter Bereinigung von soziodemografischen Faktoren und neurosensorischen Beeinträchtigungen zeigten sehr früh geborene Frühgeburten schlechtere Ergebnisse im Bildungssystem sowie bei der Ermittlung des IQs (Hutchinson et al., 2013).

In einer französischen Studie zeigte sich bei Kindern mit einem Geburtsalter von 29 bis 32 SSW, dass auch das Vorhandensein einer Wachstumsrestriktion bei Frühgeborenen einen zusätzlichen Risikofaktor für schulische Probleme im Grundschulalter darstellt. Außerdem fanden sich bei wachstumsrestriktierten Frühgeborenen im Vergleich zu Frühgeborenen ohne Wachstumseinschränkungen vermehrt ADS und geringfügige kognitive Defizite (Guellec et al., 2011).

Natürlich beeinflussen auch etwaige andere Pathologien die schulische Karriere. Sowohl die Frühgeburtlichkeit als auch das Vorliegen von FFTS können medizinische Nachwirkungen erzeugen. In unserem Kollektiv liegen bei 27,5 % der Studienteilnehmer körperliche und/oder geistige Beeinträchtigungen vor. Einige dieser Betroffenen besuchten daher eine Förderschule. In der 4. Jahrgangsstufe waren es 10 % und in der 6. Jahrgangsstufe 9,3 % der Kinder. Ihre schulische Laufbahn konnte aufgrund der fehlenden standardisierten Notengebung nicht näher nachvollzogen werden. Andere medizinische Beeinträchtigungen wie z.B. Sprach- oder Sprechstörungen (10,1 % des Kollektivs), Legasthenie oder Dyskalkulie sind jedoch Faktoren, die den Schulerfolg beeinflussen können, ohne den Besuch einer Förderschule zu implizieren.

4.4. Ergebnisse im Vergleich

4.4.1. Geschlecht

Wie schon erwähnt, sind bei der Betrachtung der Schullaufbahn Geschlechterdifferenzen erkennbar.

Zu Beginn der Schulkarriere, bei der Einschulung, zeigte sich in unserer Studie eine Tendenz dahingehend, dass Mädchen durchschnittlich in einem höheren Alter eingeschult wurden als Jungen und auch in Bezug zu den regionalen Einschulungsbestimmungen häufiger zurückgestellt wurden als ihre männlichen Mitschüler. In der deutschen Gesamtbevölkerung sind die Verhältnisse jedoch genau umgekehrt mit einer früheren Einschulung der Mädchen (Kampshoff, 2007). Ein Erklärungsansatz könnte das Zurückstellen von Kindern mit besonderem Förderbedarf sein. Die Verteilung auf die verschiedenen Schulformen in unserer Studie liefert dafür allerdings keine Bestätigung. Die Förderschulquote in der Grundschule zeigt keine geschlechterbezogenen Diskrepanzen. In der 6. Jahrgangsstufe besuchen Mädchen jedoch 1,2 mal häufiger eine Förderschule. Auch das ist konträr zu den Tendenzen in der Allgemeinbevölkerung. Eine mögliche Ursache könnte die Tatsache sein, dass 26,9 % der männlichen Teilnehmer der Studie und 29 % der weiblichen Teilnehmerinnen mit einer Beeinträchtigung leben. Darunter haben Jungen zudem eher geistige als körperliche Einschränkungen.

In der schulischen Laufbahn wiederholen Jungen sowohl in unserer Studie als auch in Analysen der Allgemeinbevölkerung häufiger eine Jahrgangsstufe (Kampshoff, 2007). Auch bei der Betrachtung der schulischen Leistungen schneiden Mädchen besser ab. Sowohl in der Grundschule als auch in der 6. Jahrgangsstufe haben Mädchen bessere Notendurchschnitte. Das entspricht u.a. den PISA Beobachtungen, wonach der Anteil an leistungsschwachen Schüler unter den männlichen Teilnehmern höher ist als unter den weiblichen (OECD, 2015).

In unserer Studie zeigen Mädchen in den Sprachen konstant bessere Leistungen. Auch diese Ergebnisse finden Äquivalente in den PISA Erhebungen (OECD, 2015).

Umgekehrt sieht es laut OECD im mathematischen Bereich aus: Jungen sind hier unter den leistungsstarken Schülern überdurchschnittlich vertreten. In unserer Studie konnte

diese Diskordanz jedoch nicht beobachtet werden. Weder in der 4. noch in der 6. Jahrgangsstufe weichen die Leistungen erwähnenswert voneinander ab. Im Fach Sport finden sich auch zu keiner Zeit geschlechterbezogene Leistungsunterschiede.

Einen Einflussfaktor auf die tendenziell schwächere Schullaufbahn der männlichen Studienteilnehmer kann die Betrachtung der Elterneinschätzungen bezüglich vorliegender Verhaltensauffälligkeiten liefern. Eltern vermuten bei ihren Söhnen doppelt so häufig eine Verhaltensauffälligkeit wie bei ihren Töchtern.

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass die Studienergebnisse hinsichtlich der Geschlechterunterschiede größtenteils mit den in der Allgemeinbevölkerung bekannten Tendenzen übereinstimmen.

4.4.2. Donor und Akzeptor

Essenziell bei der Beurteilung der Entwicklung der von einem FFTS betroffenen Kinder nach Laserkoagulation ist der Vergleich zwischen Donor und Akzeptor und die Bewertung von eventuell persistierenden Differenzen in der Schullaufbahn.

Das Einschulungsverhalten ist bei Donatoren und Akzeptoren sehr ähnlich. Auch die Förderschulquote ist in der 4. und 6. Jahrgangsstufe kaum different. Unter den Akzeptoren sind jedoch 1,6 mal mehr Gymnasiasten als unter den Donatoren, sodass die Gymnasialquote im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung unter den Akzeptoren 4 % höher und unter den Donatoren 11 % niedriger ist. Der Großteil der Donatoren besucht eine Realschule.

Ähnliche Tendenzen zeigten sich schon in Untersuchungen, die an demselben Patientenkollektiv im Alter von 9 bis 10 Jahren mithilfe des „Zahlen-Verbindungstests“ durchgeführt worden sind. Bei diesem sprachfreien Intelligenztest zur Messung der kognitiven Leistungsgeschwindigkeit zeichnete sich schon ein Trend zum besseren Abschneiden der Akzeptoren ab (Gräve, 2012).

Die durchschnittlichen Zeugnisnoten und die Noten in den untersuchten Fächern weisen jedoch in keiner Jahrgangsstufe relevante Diskordanzen auf. Auch die Rate der Klassenwiederholer unterscheidet sich kaum.

Diskordanzen, die sich jedoch nicht auf die Förderschulquote niedergeschlagen haben, finden sich bei der Berücksichtigung der Handikaps. Akzeptoren leben 1,3 mal häufiger

mit Beeinträchtigungen als Donatoren, wobei auffällig ist, dass Akzeptoren wesentlich öfter rein körperliche und Donatoren eher geistig und körperlich kombinierte Handikaps haben. Ein Erklärungsansatz aus den Studiendaten heraus könnte sein, dass 70 % der als Einling lebenden Kinder, die, wie im folgenden Absatz besprochen wird, häufiger mit Beeinträchtigungen leben, ehemalige Akzeptoren sind. Ob diese diskordante Prävalenz von Handikaps andere pathophysiologische Ursprünge hat, kann einen Ansatzpunkt für weitere Forschung bieten.

Aus den diskutierten Daten lässt sich ableiten, dass die schulische Karriere im Wesentlichen unabhängig vom Donor-/Akzeptorstatus ist und sich somit nach der Lasertherapie des FFTS die intrauterin ungleichen Voraussetzungen nicht mehr in der weiteren Entwicklung widerspiegeln.

4.4.3. Einling und Zwilling

Da einige Zwillingsschwangerschaften nicht zu einem Überleben beider Kinder geführt haben (Versterben eines Zwillings nach dem Lasereingriff), wird nun eruiert, inwiefern sich Diskordanzen in den Studienergebnissen zwischen den als Zwilling oder als Einling geborenen Kindern abzeichnen.

Obwohl der Zeitpunkt der Einschulung nicht differiert, zeigt die Förderschulquote einen starken Trend dahingehend, dass Einlinge in der Grundschule 2,4 mal so häufig in Förderschulen unterrichtet wurden wie Zwillinge. Auch im höheren Alter besuchten Einlinge beinahe doppelt so häufig wie Zwillinge eine Förderschule. Zudem erhalten Einlinge häufiger Fördermaßnahmen. Die wahrscheinlichste Ursache liegt darin, dass die Einlinge signifikant häufiger mit einer Beeinträchtigung leben als Zwillinge. Ein möglicher Erklärungsansatz dafür ist, dass bei komplizierten Verläufen des FFTS, welche zu einer Mortalität des einen Zwillings führen können, durch die Pathophysiologie des FFTS die Morbiditätsrate des anderen Zwillings erhöht sein kann. Wenn die besonders förderbedürftigen Kinder nicht berücksichtigt werden, differiert die Verteilung auf die übrigen Schulformen aber nicht mehr stark. Einlinge haben dann sogar einen etwas erhöhten Anteil an Gymnasiasten. Eine Schlussfolgerung daraus könnte sein, dass, wenn man es schafft die direkte Morbidität des überlebenden Zwillings zu reduzieren, keine Nachteile in der Schulentwicklung zu erwarten sind.

Einlinge wiederholen etwas seltener eine Klassenstufe, was jedoch auch eventuell darauf zurückgeführt werden kann, dass Einlinge vermehrt Förderschulen besuchen, auf denen das Wiederholen oder Prolongieren von Lerninhalten bei einem zieldifferenten Ansatz nicht immer konkret als „sitzen bleiben“ definiert ist.

Bei der Betrachtung der Fächernoten zeigt sich, dass die als Zwilling lebenden Kinder in den meisten Bereichen etwas besser bewertet wurden als die Einlinge. Eine eindeutige Tendenz bezüglich der Fachrichtungen zeichnet sich jedoch nicht ab.

4.4.4. Grad der Frühgeburtlichkeit

Wie oben schon dargestellt wurde, liegen Studien vor, die zeigen, dass die durchschnittlichen kognitiven Leistungen der Kinder mit steigendem Gestationsalter bei Geburt zunehmen (Bhutta et al., 2002). Auch in unserer Studie zeichnen sich ähnliche Tendenzen ab. Schon das Einschulungsalter steigt mit der Ausprägung der Frühgeburtlichkeit. Sehr frühe Frühgeborene wurden statistisch signifikant häufiger verspätet eingeschult. Zwischen späten Frühgeborenen und Reifgeborenen sind diese Diskrepanzen jedoch nicht mehr eindeutig ausgeprägt.

Ähnliche Ergebnisse zeigen sich bei der Verteilung auf die verschiedenen Schulformen. Studienteilnehmer, die vor der 32 SSW geboren worden sind, besuchten im Grundschulalter vermehrt eine Förderschule. Eine Entsprechung dieser Altersgrenze findet man auch in der Fachliteratur. Dort wurde dargestellt, dass der IQ für jede Woche, die die Geburt vor 33 SSW liegt, um durchschnittlich 1,5-2,5 Punkte fällt (Johnson, 2007).

In unserer Studie bleiben diese Tendenzen auch in höheren Jahrgangsstufen ersichtlich. In der 6. Jahrgangsstufe steigt mit höherem Reifegrad insgesamt die Quote der Gymnasiasten wohingegen die Förderschulquote sinkt.

Die Differenzen zwischen Frühgeborenen und Reifgeborenen bezüglich des Bedarfs an besonderer schulischer Förderung sind sogar etwas ausgeprägter als bei Kindern ohne FFTS (Chyi et al., 2008; MacKay et al., 2010).

Bei den Schulleistungen, gemessen an den Schulnoten, liegt nicht immer eine proportionale Staffelung nach Frühgeburtlichkeit vor. Dennoch schneiden Reifgeborene außer in Mathe und Sport in der 6. Jahrgangsstufe immer besser ab als Frühgeborene,

teilweise sogar mit einer Differenz von über einer Notenstufe (Mathe 4. Jahrgangsstufe) im Vergleich zu sehr frühen Frühgeborenen.

Die eingangs erwähnten zu erwartenden besonders ausgeprägten Probleme von Frühgeborenen in den mathematischen Disziplinen finden sich in unserer Studie also nur in der vierten Jahrgangsstufe (Doyle und Anderson, 2008).

Außerdem wiederholen sehr frühe Frühgeborene in unserer Studie etwa vier mal häufiger eine Klassenstufe als Reifgeborene. Das ist eine noch stärkere Diskordanz als bei Frühgeborenen ohne additive Morbidität. Morse et al. (2009) sowie van Baar et al. (2009) zeigten, dass Frühgeborene sonst beinahe doppelt so häufig eine Klasse wiederholen wie Reifgeborene.

Auch bei der langfristigen Morbidität zeigen sich in unserer Studie Benachteiligungen von Frühgeborenen. Allerdings ist erst bei sehr frühen Frühgeborenen eine deutliche Steigerung der Rate an Beeinträchtigungen im Vergleich zu Reifgeborenen erkennbar. Je früher die Kinder geboren wurden, desto dominanter sind rein körperliche Beeinträchtigungen.

Statistisch signifikant ist dementsprechend der Zusammenhang zwischen steigender Frühgeburtlichkeit und zunehmende Inanspruchnahme von Fördermaßnahmen.

Bezüglich der Diagnose ADHS wird in der Fachliteratur dargelegt, dass Frühgeborene ein 2,5fach erhöhtes Erkrankungsrisiko haben (Johnson, 2007; Limperopoulos et al., 2008). In unserer Studie haben 4 % aller Kinder eine derartige ärztliche Diagnose erhalten. In der KiGGS Studie sind es 4,8 %, sodass sich dieser Risikoanstieg in unseren Daten nicht widerspiegelt (Schlack et al., 2007).

4.4.5. Allgemeinbevölkerung

Bei dem Vergleich mit der Allgemeinbevölkerung konnten einige interessante Aspekte herausgearbeitet werden.

Schon das Einschulungsverhalten des Studienkollektivs weicht stark von dem der Allgemeinbevölkerung ab. Der Anteil der verspätet Einschulenden ist unter den Studienkindern fast dreimal so groß.

Ebenso auffällig ist die Förderschulquote: Studienkinder werden in der 4. Jahrgangsstufe 2,6 mal häufiger und in der 6. Jahrgangsstufe 2,3 mal häufiger an einer

Förderschule unterrichtet. Erklärend für diese beiden Aspekte ist, dass die Teilnehmer der Studie auch etwa doppelt so häufig mit Beeinträchtigungen leben. Sie erhalten dafür beinahe sechs mal so oft Heilmittel wie die Allgemeinbevölkerung. Ursächlich für diese besonders starke Förderung könnte die frühzeitige und intensivere Einbindung in das medizinische System sein.

Die Prävalenz von Sprach- und Sprechstörungen zeigt keine Diskordanzen.

Abgesehen von der diskrepanten Förderschulquote zeigt die Verteilung auf die verschiedenen Schulformen in der 6. Jahrgangsstufe keine signifikanten Unterschiede. Lediglich der Anteil an Hauptschülern ist in der Allgemeinbevölkerung etwas höher als in der Studie.

Auch hinsichtlich einer Verzögerung der weiteren Schullaufbahn ergeben sich keine Unterschiede.

Aus diesen Vergleichen kann geschlussfolgert werden, dass die Teilnehmer der Studie vermehrt mit langfristigen medizinischen Einschränkungen leben, die sich nachvollziehbarerweise auch auf die Schullaufbahn auswirken. Wenn diese Einflussfaktoren nicht vorliegen, scheint das FFTS jedoch keinen negativen Einfluss mehr auf den Schulerfolg zu haben.

4.5. Probleme im Studienaufbau

Da beim Studiendesign bewusst auf den Rückgriff auf standardisierte Testverfahren verzichtet wurde, beruhen die Daten unter anderem auf subjektiven Elternangaben. Außerdem wurden bei der Auswertung der schulischen Leistungen alle Schulformen gleichgesetzt. Das heißt, dass bei den Notendurchschnitten und den Fächernoten die Notenstufen unabhängig von der Schulform angegeben wurden. Da diese allerdings nur zwischen den Subgruppen der Studienteilnehmer ins Verhältnis gesetzt wurden und die Subgruppen vergleichbare Verteilungen aufweisen, können die Bewertungen dennoch verglichen werden. Außerdem mussten die Zeugnisse der Förderschulen von der Auswertung ausgenommen werden, da sie nicht auf dem Prinzip einer standardisierten Notenvergabe, sondern auf nicht vergleichbaren schriftlichen Bewertungstexten beruhen. Somit werden in den Ergebnissen des schulischen Erfolges die vom Krankheitsbild besonders betroffenen Patienten nicht berücksichtigt. Zudem wird die

Benotung in der Schule unvermeidbar auch von subjektiven Aspekten seitens der Lehrerschaft oder des vorherrschenden Schulniveaus beeinflusst und somit die Vergleichbarkeit herabgesetzt.

4.6. Interpretation der Ergebnisse

Auffällig bei der Interpretation der Ergebnisse ist das nicht durchgängige Bild bezüglich der Unterschiede zwischen Donor und Akzeptor. Daraus lässt sich schließen, dass Donatoren, obwohl körperlich und auch bezüglich der intellektuellen Fähigkeiten in den ersten Lebensjahren teilweise benachteiligt, keine längerfristigen Einbußen in ihrer schulischen Laufbahn haben (Gräve, 2012; Bektas, 2011).

Wenn allerdings bei einem Patienten schon früh neurologische Defizite diagnostiziert wurden, verbleiben auch in der Schulzeit vermehrt Probleme. Banek et al. sowie Graef et al. führten 2003 bzw. 2006 ebenfalls an unserem Patientenkollektiv standardisierte Tests durch, die die neurologische Entwicklung bis zum 3. Lebensjahr erfassten. Die Gruppe der Kinder, die damals als Patienten mit großen neurologischen Defiziten eingestuft worden sind, wurden in unserer Studie noch einmal gesondert ausgewertet. Hier zeigte sich, dass diese Gruppe zu 47 % verspätet eingeschult wurde. Zudem liegt die Förderschulquote bei 73 % in der 4. und bei 70 % in der 6. Jahrgangsstufe. 36 % der Patienten mit großen neurologischen Defiziten mussten außerdem mindestens eine Klassenstufe wiederholen. Aufgrund ihrer Beeinträchtigungen nahmen 93 % der Gruppe Heilmittel in Anspruch.

Betrachtet man einige Ergebnisse der Studie, so lassen sich eindeutige Trends erkennen, die trotz fehlender statistischer Signifikanz auf mögliche Unterschiede in der Praxis schließen lassen. Das kann, trotz des für dieses Krankheitsbild großen Patientenkollektivs, auf die immer noch begrenzte Teilnehmeranzahl zurückgeführt werden.

Wenn man die Einflussfaktoren auf die schulische Entwicklung unserer Studienteilnehmer betrachtet, so korrelieren die Ergebnisse am stärksten mit dem Grad der Frühgeburtlichkeit. Das Leben als Einling ist mit einer höheren Rate an Beeinträchtigungen und den damit einhergehenden Benachteiligungen assoziiert, darüber hinaus scheint sich dieser Aspekt aber nicht stark auf den Schulerfolg

auszuwirken. Auch der Donor-/Akzeptorstatus hat keine eindeutigen Einflüsse auf die schulische Entwicklung und die Geschlechterdifferenzen entsprechen am ehesten denen in der Allgemeinbevölkerung.

Dass das gesamte Kollektiv also im Vergleich zur deutschen Allgemeinbevölkerung einige Defizite aufweist, lässt sich also am ehesten auf das Vorliegen eines höheren Anteils frühgeborener Kinder zurückführen. Somit kann der Rückschluss auf eine bleibende Beeinflussung allein durch die spezielle Pathophysiologie des FFTS nicht gezogen werden.

4.7. Bedeutung der Ergebnisse

Daten über die Langzeitentwicklung von FFTS Patienten sind rar. Unsere Studie konnte anhand lebensnaher Parameter die Entwicklungschancen dieses Kollektivs aufzeichnen. Dennoch können Aussagen über den akademischen Erfolg allein natürlich keine Rückschlüsse auf ein erfolgreiches Leben zulassen.

Die Ergebnisse besonders bezüglich Donor und Akzeptor zeigen allerdings, dass die Laserkoagulation der plazentaren Anastomosen auch hinsichtlich der Langzeitentwicklung ein empfehlenswertes Verfahren ist. Um eine allgemeine Verbesserung der Entwicklung in der Schulzeit zu erzielen, sollte das Augenmerk bei dieser Therapie in der Zukunft besonders auf die Vermeidung der ausgeprägten Frühgeburtlichkeit gelegt werden.

Da kaum Vergleichsstudien bestehen, handelt es sich bei diesen Auswertungen also um einen Wegbereiter in der langfristigen Bewertung der Therapieverfahren des FFTS.

5. Zusammenfassung

Zwillingsschwangerschaften bergen im Vergleich zu Einlingsgraviditäten ein erhöhtes maternales sowie fetales Komplikationsrisiko. Das chronische FFTS ist mit einer Inzidenz von bis zu 15 % die häufigste schwerwiegende Komplikation bei monochorialen, diamnialen Zwillingsschwangerschaften. Ein unausgewogener Blutaustausch über plazentäre Gefäßanastomosen führt zu diskordanten Volumina an Amnionflüssigkeit mit Oligohydramnion beim Donor und Polyhydramnion beim Akzeptor sowie ungleichem Wachstum und eventuell Organdysfunktionen. Der Schweregrad der Krankheit und das Gestationsalter zum Geburtszeitpunkt determinieren den perinatalen Ausgang. Unbehandelt ist ein schweres FFTS mit einer perinatalen Mortalität von bis zu 90 % assoziiert. Die intrauterine Laserkoagulation der interfetalen Gefäßanastomosen ist eine kausale Therapieoption und wurde bei unserem Studienkollektiv durchgeführt. Mit der Frage nach der Langzeitentwicklung dieser Patienten wurden 179 Elternfragebögen und 150 bzw. 149 Schulzeugnisse der 4. und 6. Klasse bezüglich Diskordanzen sowohl zwischen Subgruppen innerhalb des Kollektivs als auch mit der deutschen Allgemeinbevölkerung ausgewertet.

Im Geschlechtervergleich zeigen Mädchen besonders in den Sprachen bessere schulische Leistungen. Sie leben jedoch häufiger mit Beeinträchtigungen und werden vermehrt vor der Einschulung zurückgestellt.

In der Gegenüberstellung von Donatoren und Akzeptoren ergeben sich keine signifikanten Unterschiede. Trends zeigen sich jedoch dahingehend, dass Akzeptoren zwar häufiger mit Beeinträchtigungen leben müssen, trotzdem aber häufiger als Donatoren ein Gymnasium besuchen.

Einige Zwillingsschwangerschaften konnten nicht zu einem Überleben beider Kinder führen. Die Einlinge in der Studie haben signifikant häufiger Beeinträchtigungen und erhalten daher vermehrt schulische sowie extraschulische Fördermaßnahmen.

Am stärksten korreliert der schulische Erfolg mit dem Grad der Frühgeburtlichkeit. Je früher die Patienten geboren werden, desto höher ist u.a. die Prävalenz von langfristiger Morbidität und damit einhergehend die Förderschulquote sowie die Rate an verspäteten Einschulungen.

Im Vergleich mit der Allgemeinbevölkerung zeigt sich, dass die Studienteilnehmer wesentlich häufiger mit langfristigen medizinischen Einschränkungen leben und daher ebenfalls vermehrt verspätet eingeschult wurden sowie verstärkt intra- und extraschulische Fördermittel in Anspruch nehmen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass insbesondere das weitest- gehende Ausbleiben von persistierenden Diskordanzen zwischen Donor und Akzeptor in der schulischen Entwicklung die Laserkoagulation der plazentaren Anastomosen als empfehlenswertes Verfahren darstellt. Um eine allgemeine Verbesserung der Entwicklung in der Schulzeit zu erzielen, sollte in Zukunft das Augenmerk bei dieser Therapie besonders auf die Vermeidung der ausgeprägten Frühgeburtlichkeit gelegt werden.

6. Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abb. 1: Einschulungsalter des Gesamtkollektivs | 28 |
| Abb. 2: Einschulungsalter nach Geschlecht differenziert | 29 |
| Abb. 3: Einschulungsalter nach Frühgeburtlichkeit differenziert | 30 |
| Abb. 4: Einschulungsverhalten im Vergleich mit der Allgemeinbevölkerung und im Geschlechtervergleich (Probandenzahl in Klammern) | 31 |
| Abb. 5: Einschulungsverhalten nach Frühgeburtlichkeit differenziert (Probandenzahl in Klammern) | 32 |
| Abb. 6: Schulform in der 4. Klasse nach Geschlecht differenziert (Probandenzahl in Klammern) | 33 |
| Abb. 7: Schulform in der 4. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert (Probandenzahl in Klammern) | 34 |
| Abb. 8: Schulform in der 6. Klasse, Patientenkollektiv (Probandenzahl in Klammern) | 35 |
| Abb. 9: Vergleichsdaten zur Schulform in der 6. Klasse, Allgemeinbevölkerung | 36 |
| Abb. 10: Schulform in der 6. Klasse, männliche Studienteilnehmer (Probandenzahl in Klammern) | 37 |
| Abb. 11: Schulform in der 6. Klasse, weibliche Studienteilnehmer (Probandenzahl in Klammern) | 37 |
| Abb. 12: Vergleichsdaten zur Schulform in der 6. Klasse, männliche Allgemeinbevölkerung | 38 |
| Abb. 13: Vergleichsdaten zur Schulform in der 6. Klasse, weibliche Allgemeinbevölkerung | 38 |
| Abb. 14: Schulform in der 6. Klasse der sehr frühen Frühgeborenen (Probandenzahl in Klammern) | 40 |
| Abb. 15: Schulform in der 6. Klasse der frühen Frühgeburten (Probandenzahl in Klammern) | 40 |
| Abb. 16: Schulform in der 6. Klasse der späten Frühgeburten (Probandenzahl in Klammern) | 41 |

| | |
|---|----|
| Abb. 17: Schulform in der 6. Klasse der Reifgeborenen (Probandenzahl in Klammern) | 41 |
| Abb. 18: Notendurchschnitt in der 4. Klasse nach Geschlecht differenziert | 42 |
| Abb. 19: Notendurchschnitt in der 4. Klasse nach Donor-/Akzeptorstatus differenziert | 43 |
| Abb. 20: Notendurchschnitt in der 4. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert | 43 |
| Abb. 21: Notendurchschnitt in der 6. Klasse nach Geschlecht differenziert | 44 |
| Abb. 22: Notendurchschnitt in der 6. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert | 45 |
| Abb. 23: Deutsch in der 4. Klasse nach Geschlecht differenziert | 46 |
| Abb. 24: Deutsch in der 4. Klasse nach Donor-/Akzeptorstatus differenziert | 47 |
| Abb. 25: Deutsch in der 4. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert | 47 |
| Abb. 26: Mathematik in der 4. Klasse nach Geschlecht differenziert | 48 |
| Abb. 27: Mathematik in der 4. Klasse nach Donor-/Akzeptorstatus differenziert | 49 |
| Abb. 28: Mathematik in der 4. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert | 49 |
| Abb. 29: Sport in der 4. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert | 51 |
| Abb. 30: Deutsch in der 6. Klasse nach Geschlecht differenziert | 52 |
| Abb. 31: Deutsch in der 6. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert | 53 |
| Abb. 32: Englisch in der 6. Klasse nach Geschlecht differenziert | 54 |
| Abb. 33: Englisch in der 6. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert | 55 |
| Abb. 34: Englisch in der 6. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert | 55 |
| Abb. 35: Mathematik in der 6. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert | 57 |
| Abb. 36: Sport in der 6. Klasse nach Geschlecht differenziert | 58 |
| Abb. 37: Sport in der 6. Klasse nach Donor-/Akzeptorstatus differenziert | 58 |
| Abb. 38: Sport in der 6. Klasse nach Einling/Zwilling differenziert | 59 |
| Abb. 39: Klassenwiederholung nach Einling/Zwilling differenziert (Probandenzahl in Klammern) | 60 |
| Abb. 40: Klassenwiederholung nach Frühgeburtlichkeit differenziert (Probandenzahl in Klammern) | 61 |
| Abb. 41: Wiederholte Jahrgangsstufe (Jahrgangsstufe, Anteil) | 62 |

| | |
|---|----|
| Abb. 42: Vorliegen einer Beeinträchtigung differenziert nach Einling/Zwilling (Probandenzahl in Klammern) | 64 |
| Abb. 43: Vorliegen einer Beeinträchtigung differenziert nach Frühgeburtlichkeit (Probandenzahl in Klammern) | 65 |
| Abb. 44: Einteilung der vorliegenden Beeinträchtigungen (Probandenzahl in Klammern) | 65 |
| Abb. 45: Einteilung der vorliegenden Beeinträchtigungen (Donatoren) | 66 |
| Abb. 46: Einteilung der vorliegenden Beeinträchtigungen (Akzeptoren) | 66 |
| Abb. 47: Beeinträchtigung (sehr frühe Frühgeborene) | 67 |
| Abb. 48: Beeinträchtigung (frühe Frühgeburten) | 67 |
| Abb. 49: Beeinträchtigung (späte Frühgeburten) | 68 |
| Abb. 50: Beeinträchtigung (Reifgeborene) | 68 |
| Abb. 51: Differenzierung der Fördermaßnahmen (Probandenzahl in Klammern) | 69 |
| Abb. 52: Beanspruchung von Fördermaßnahmen differenziert nach Frühgeburtlichkeit (Probandenzahl in Klammern) | 70 |
| Abb. 53: Differenzierung der elterlich vermuteten Verhaltensauffälligkeiten | 71 |
| Abb. 54: Differenzierung der ärztlich diagnostizierten Verhaltensauffälligkeiten | 72 |

7. Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tab. 1: Stadieneinteilung nach Quintero (Quintero et al., 1999) | 17 |
| Tab. 2: Korrigierte Residuen für das Einschulungsverhalten (Frühgeburtlichkeit) | 32 |
| Tab. 3: Korrigierte Residuen für die Schulform 6. Klasse, Donor/Akzeptor | 39 |
| Tab. 4: Korrigierte Residuen für die Deutschnoten 4. Klasse (Geschlecht) | 46 |
| Tab. 5: Deutsch in der 4. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert | 48 |
| Tab. 6: Mathematik in der 4. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert | 50 |
| Tab. 7: Sport in der 4. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert | 51 |
| Tab. 8: Deutsch in der 6. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert | 53 |
| Tab. 9: Korrigierte Residuen für die Englischnote 6. Klasse (Frühgeburtlichkeit) | 56 |
| Tab. 10: Mathematik in der 6. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert | 57 |
| Tab. 11: Sport in der 6. Klasse nach Frühgeburtlichkeit differenziert | 59 |
| Tab. 12: Korrigierte Residuen für das Vorliegen von Beeinträchtigungen | 64 |
| Tab. 13: Einteilung der vorliegenden Beeinträchtigungen im Geschlechtervergleich | 66 |
| Tab. 14: Einteilung der vorliegenden Beeinträchtigung nach Einling/Zwilling differenziert | 67 |
| Tab. 15: Prävalenz von Verhaltensauffälligkeiten (Elterneinschätzung) differenziert nach Frühgeburtlichkeit | 72 |

8. Literaturverzeichnis

Aarnoudse-Moens CSH, Weisglas-Kuperus N, van Goudoever JB, Oosterlaan J. Meta-analysis of neurobehavioral outcomes in very preterm and/or very low birth weight children. *Pediatrics* 2009; 124: 717-728

Acosta-Rojas R, Beckera J, Munoz-Abellana B, Ruiz C, Carreras E, Gratacos E. Twin chorionicity and the risk of adverse perinatal outcome. *Int J Gynecol Obstet* 2007; 96: 98-102

Adegbite AL, Castille S, Ward S, Bajoria R. Neuromorbidity in preterm twins in relation to chorionicity and discordant birth weight. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2004; 190: 156-163

Anderson PJ, Doyle LW. Cognitive and Educational Deficits in Children Born Extremely Preterm. *Semin Perinatol* 2008; 32: 51-58

Avenarius H, Ditton H, Döbert H, Klemm K, Klieme E, Rürup M, Tenorth HE, Weishaupt H, Weiß M. Bildungsbericht für Deutschland: Erste Befunde. Opladen: Leske + Budrich, 2003

Banek CS, Hecher K, Hackeloer BJ, Bartmann P. Long-term neurodevelopmental outcome after intrauterine laser treatment for severe twin-twin transfusion syndrome. *Am J Obstet Gynecol* 2003; 188: 876-880

Bebbington M. Twin-to-twin transfusion syndrome: current understanding of pathophysiology, in-utero therapy and impact for future development. *Semin Fetal Neonatal Med* 2010; 15: 15-20

Bebbington MW, Danzer E, Moldenhauer J, Khalek N, Johnson MP. Radiofrequency ablation vs bipolar umbilical cord coagulation in the management of complicated monochorionic pregnancies. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2012; 40: 319–324

Bektas S. Wachstumsentwicklung von Zwillingen in den ersten zwei Lebensjahren nach intrauteriner Laserablation bei fetofetalem Transfusionssyndrom. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn 2011

Bermúdez C, Becerra CH, Bornick PW, Allen MH, Arroyo J, Quintero RA. Placental types and twin-twin transfusion syndrome. *Am J Obstet Gynecol* 2002; 187: 489-494

Bhutta AT, Cleves MA, Casey PH, Cradock MM, Anand KJS. Cognitive and behavioral outcomes of school-aged children who were born preterm: a meta-analysis. *JAMA*. 2002; 288: 728-737

Boyle EM, Poulsen G, Field DJ, Kurinczuk JJ, Wolke D, Alfirevic Z, Quigley MA. Effects of gestational age at birth on health outcomes at 3 and 5 years of age : population based cohort study. *BMJ* 2012; 344: e896 doi: 10.1136/bmj.e896

Chalouhi GE, Stirnemann JJ, Salomon LJ, Essaoui M, Quibel T, Ville Y. Specific complications of monochorionic twin pregnancies: Twin-twin transfusion syndrome and twin reversed arterial perfusion sequence. *Semin Fetal Neonatal Med* 2010; 15: 349-356

Chauhan SP, Scardo JA, Hayes E, Abuhamad AZ, Berghella V. Twins: Prevalence, problems, and preterm births. *Am J Obstet Gynecol* 2010; 203: 305-315

Chamait RH, Kontopoulos EV, Korst LM, Llanes A, Petisco I, Quintero RA. Stage-based outcomes of 682 consecutive cases of twin–twin transfusion syndrome treated with laser surgery: the USFetus experience. *Am J Obstet Gynecol* 2011; 204: 393.e1–393.e6

Chyi LJ, Lee HC, Hintz SR, Gould JB, Sutcliffe TL. School outcome in late preterm infants:special eds and challenges for infants born at 32 to 36 weeks gestation. *J Pediatr* 2008; 153: 25-31

De Jong M, Verhoeven M, van Baar AL. School outcome, cognitive functioning, and behaviour problems in moderate and late preterm children and adults: A review. *Semin Fetal Neonatal Med* 2012; 17: 163-169

De Paepe ME, Shapiro S, Greco D, Luks VL, Abellar RG, Luks CH, Luks FI. Placental markers of twin-to-twin transfusion syndrome in diamniotic-monochorionic twins: A morphometric analysis of deep artery-to-vein anastomoses. *Plazenta* 2010; 31: 269–276

Diehl W, Diemert A, Grasso D, Sehner S, Wegscheider K, Hecher K. Fetoscopic laser coagulation in 1020 pregnancies with twin-twin transfusion syndrome demonstrates improvement in double-twin survival rate. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2017; 50: 728-735

Duncombe GJ, Dickinson JE, Evans SF. Perinatal characteristics and outcomes of pregnancies complicated by twin-twin transfusion syndrome. *Obstet Gynecol* 2003; 101: 1190–1196

Eriksson AW, Fellman J. Temporal trends in the rates of multiple maternities in England and Wales. *Twin Res Hum Genet* 2007; 10: 626-632

Gordon L, Joo JE, Powell JE, Ollikainen M, Novakovic B, Li X, Andronikos R, Cruickshank MN, Conneely KN, Smith AK, Alisch RS, Morley R, Visscher PM, Craig JM, Saffery R. Neonatal DNA methylation profile in human twins is specified by a complex interplay between intrauterine environmental and genetic factors, subject to tissue-specific influence. *Genome Res* 2012; 22: 1395-1406

Graef C, Ellenrieder B, Hecher K, Hackeloer BJ, Huber A, Bartmann P. Long-term neurodevelopmental outcome of 167 children after intrauterine laser treatment for severe twin-twin transfusion syndrome. *Am J Obstet Gynecol* 2006; 194: 303–308

Gräve PT. Neurologische Langzeitentwicklung von eineiigen Zwillingen im Alter von sechs und zehn Jahren nach intrauteriner Laser-Therapie bei Feto-Fetalem-Transfusionssyndrom. Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn 2012

Gross SJ, Mettelman BB, Dye TD, Slagle TA. Impact of family structure and stability on academic outcome in preterm children at 10 years of age. *J Pediatr* 2001; 138: 169-175

Grubinger E, Scheier M. Mehrlingsschwangerschaften – Epidemiologie, Entwicklung und Morbidität. *Journal für Gynäkologische Endokrinologie* 2011; 5: 14-19

Guellec I, Lapillonne A, Renolleau S, Charlaluk ML, Roze JC, Marret S, Vieux R, Monique K, Ancel PY. Neurologic Outcomes at School Age in Very Preterm Infants Born With Severe or Mild Growth Restriction. *Pediatrics* 2011; 127: e883–891

Gurka MJ, LoCasale-Crouch J, Blackman JA. Long-term cognition, achievement, socioemotional, and behavioral development of healthy late-preterm infants. *Arch Pediatr Adolesc Med* 2010; 164: 525-532

Hack KE, Derks JB, Schaap AH, Lopriore E, Elias SG, Arabin B, Eggink AJ, Sollie KM, Mol BWJ, Duvekot HJ, Willekes C, Go AT, Koopman-Esseboom C, Vandenbussche FP, Visser GH. Perinatal outcome of monoamniotic twin pregnancies. *Obstet Gynecol* 2009; 113: 353–360

Hack KEA, Nikkels PGJ, Koopman-Esseboom C, Derks JB, Elias SG, van Gemerte MJC, Visser GHA. Placental Characteristics of Monochorionic Diamniotic Twin Pregnancies in Relation to Perinatal Outcome. *Placenta* 2008; 29: 976-981

Harris MN, Voigt RG, Barbaresi WJ, Voge GA, Killian JM, Weaver AL, Colby CE, Carey WA, Katusic SK. ADHD and Learning Disabilities in Former Late Preterm Infants: A Population-Based Birth Cohort. *Pediatrics* 2013; 132: e630-e636

Haveman R, Wolfe B. The Determinants of Children's Attainments: A Review of Methods and Findings. *J Econ Lit* 1995; 33: 1829-1878

Helbig M. Andere Bundesländer, andere Aussichten: Der Wohnort ist mit entscheidend für Bildungschancen. *WZBrief Bildung* 2009; 8: 1-5

Herberg U, Gross W, Bartmann P, Banek CS, Hecher K, Breuer J. Long term cardiac follow up of severe twin to twin transfusion syndrome after intrauterine laser coagulation. *Heart* 2006; 92: 95–100

Howson CP, Kinney MV, McDougall L, Lawn JE. Born too soon: preterm birth matters. *Reprod Health*. 2013; 10(Suppl 1): S1. doi: 10.1186/1742-4755-10-S1-S1 www.reproductive-health-journal.com/content/10/S1/S1 (Zugriffsdatum: 09.06.2015)

Hutchinson EA, De Luca CR, Doyle LW, Roberts G, Anderson PJ. School-age Outcomes of Extremely Preterm or Extremely Low Birth Weight Children. *Pediatrics* 2013; 131: e1053- 1061.

Jaekel J, Bartmann P, Schneider W, Wolke D. Neurodevelopmental pathways to preterm children's specific and general mathematic abilities. *Early Hum Dev* 2014; 90: 639-644

Johnson S. Cognitive and behavioural outcomes following very preterm birth. *Semin Fetal Neonatal Med* 2007; 12: 363-373

Kampshoff M. Deskriptive Daten zu den Geschlechterdifferenzen. In: *Geschlechterdifferenz und Schulleistung*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 2007

Khalek N, Johnson MP, Bebbington MW. Fetoscopic laser therapy for twin-to-twin transfusion syndrome. *Semin Pediatr Surg* 2013; 22: 18-23

Kinney HC. The near-term (late preterm) human brain and risk for periventricular leukomalacia: a review. *Semin Perinatol* 2006; 30: 81-88

Landry SH, Smith KE, Swank PR, Miller-Loncar CL. Early maternal and child influences on children's later independent cognitive and social functioning. *Child Dev* 2000; 71: 358-375

Laucht M, Esser G, Schmidt MH. Differential development of infants at risk for psychopathology: the moderating role of early maternal responsivity. *Dev Med Child Neurol* 2001; 43: 292-300

Lee YM. Delivery of Twins. *Semin Perinatol* 2012; 36: 195-200

Lewi L, Jani J, Blickstein I, Huber A, Gucciardo L, Van Mieghem T, Doné E, Boes AS, Hecher K, Gratacós E, Lewi P, Deprest J. The outcome of monochorionic diamniotic twin gestations in the era of invasive fetal therapy: a prospective cohort study. *Am J Obstet Gynecol* 2008; 199: 514.e1-514.e8

Limperopoulos C, Bassan H, Sullivan NR, Soul JS, Robertson RL, Moore M, Ringer SA, Volpe JJ, du Plessis AJ. Positive Screening for Autism in Ex-preterm Infants: Prevalence and Risk Factors. *Pediatrics*. 2008; 121: 758–765

Lindström K, Windbladh B, Haglund B, Hjern A. Preterm Infants as Young Adults: A Swedish National Cohort Study. *Pediatrics* 2007; 120: 70-77

Lopriore E, Lewi L, Oepkes D, Debeer A, Vandenbussche FP, Deprest J, Walther FJ. In utero acquired limb ischemia in monochorionic twins with and without twin-to-twin transfusion syndrome. *Prenat Diagn* 2008; 28: 800–804

Lopriore E, Middeldorp JM, Oepkes D, Klumper FJ, Walther FJ, Vandenbussche FPHA. Residual Anastomoses After Fetoscopic Laser Surgery in Twin-to-Twin Transfusion Syndrome: Frequency, Associated Risks and Outcome. *Placenta* 2007a; 28: 204-208

Lopriore E, Middeldorp JM, Sueters M, Oepkes D, Vandenbussche FPHA, Walther FJ. Long-term neurodevelopmental outcome in twin-to-twin transfusion syndrome treated with fetoscopic laser surgery. *Am J Obstet Gynecol* 2007b; 196: 231.e1-231.e4

Lopriore E, Nagel HTC, Vandenbussche FPHA, Walther FJ. Long-term neurodevelopmental outcome in twin-to-twin transfusion syndrome. *Am J Obstet Gynecol* 2003; 189: 1314-1319

Lopriore E, Oepkes D, Walther FJ. Neonatal morbidity in twin-twin transfusion syndrome. *Early Hum Dev* 2011; 87: 595-599

Lopriore E, Sueters M, Middeldorp JM, Oepkes D, Vandenbussche FP, Walther FJ. Neonatal outcome in twin-to-twin transfusion syndrome treated with fetoscopic laser occlusion of vascular anastomoses. *J Pediatr* 2005; 147: 597-602

Lougheed J, Sinclair BG, Fung Kee Fung K, Bigras JL, Ryan G, Smallhorn JF, Hornberger LK. Acquired right ventricular outflow tract obstruction in the recipient twin in twin-twin transfusion syndrome. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38: 1533–1538

MacKay DF, Smith GCS, Dobbie R, Pell JP. Gestational age at delivery and special educational need: Retrospective cohort study of 407,503 schoolchildren. *PLoS Medicine* 2010; 7: 1-10

Marlow N, Wolke D, Bracewell MA, Samara M. Neurologic and Developmental Disability at Six Years of Age after Extremely Preterm Birth. *N Engl J Med* 2005; 352: 9-19

Maschke C, Diemert A, Hecher K, Bartmann P. Long-term outcome after intrauterine laser treatment for twin-twin transfusion syndrome. *Prenat Diagn* 2011; 31: 647-653

Maschke C, Franz AR, Ellenrieder B, Hecher K, Diemert A, Bartmann P. Growth after intrauterine laser coagulation for twin-twin transfusion syndrome. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2010; 95: 115-117

Moise KJ, Dorman K, Lamvu G, Saade GR, Fisk NM, Dickinson JE, Wilson RD, Gagnon A, Belfort MA, OShaughnessy RO, Chitkara U, Hassan SS, Johnson A, Sciscione A, Skupski D. A randomized trial of amnioreduction versus septostomy in the treatment of twin-twin transfusion syndrome. *Am J Obstet Gynecol* 2005; 193: 701–707

Morse SB, Zheng H, Tang Y, Roth J. Early school-age outcomes of late preterm infants. *Pediatrics* 2009; 123: e622–e629

Mosquera C, Miller RS, Simpson LL. Twin-twin transfusion syndrome. *Semin Perinatol* 2012; 36: 182-189

Moster D, Lie RT, Markestad T. Long-Term Medical and Social Consequences of Preterm Birth. *N Engl J Med* 2008; 359: 262-273

Norwitz ER, Edusa V, Park JS. Maternal physiology and complications of multiple pregnancy. *Semin Perinatol* 2005; 29: 338-348

O'Donoghue K, Cartwright E, Galea P, Fisk NM. Stage I twin-twin transfusion syndrome: rates of progression and regression in relation to outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2007; 30: 958–964

Ong SSC, Zamora J, Khan KS, Kilby MD. Prognosis for the co-twin following single-twin death: a systematic review. *BJOG* 2006; 113: 992-998

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). *Learning for Tomorrow's World: First Results from PISA 2003*. Paris: OECD, 2004

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. Paris: OECD, 2016

Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). *The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behaviour, Confidence*. Emerging gender gaps in education. Paris: OECD, 2015

Papanna R, Block-Abraham D, Mann LK, Buhimschi IA, Bebbington M, Garcia E, Kahlek N, Harman C, Johnson A, Baschat A, Moise KJ. Risk factors associated with preterm delivery after fetoscopic laser ablation for twin-twin transfusion syndrome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2014; 43: 48–53

Petrini JR, Dias T, McCormick MC, Massolo ML, Green NS, Escobar GJ. Increased Risk of Adverse Neurological Development for Late Preterm Infants. *J Pediatr* 2009; 154: 169-176

Plug E, Vijverberg W. Does Family Income Matter for Schooling Outcomes? Using Adoptees as a Natural Experiment. *Econ J* 2005; 115: 879-906

Polderman TJC, Benyamin B, de Leeuw CA, Sullivan PF, van Bochoven A, Visscher PM, Posthuma D. Meta-analysis of the heritability of human traits based on fifty years of twin studies. *Nat Genet* 2015; 47: 702-709

Prenzel M, Baumert J, Blum W, Lehmann R, Leutner D, Neubrand M, Pekrun R, Rost J, Schiefele U. PISA 2003: Der zweite Vergleich der Länder in Deutschland-Was wissen und können Jugendliche?. Münster: Waxmann Verlag, 2005

Quintero RA, Morales WJ, Allen MH, Bornick PW, Johnson PK, Kruger M. Staging of twin-twin transfusion syndrome. *J Perinatol* 1999; 19: 550-555

Roby R, Boulvain M, Lewi L, Huber A, Hecher K, Deprest J, Ville Y. Cervical length as a prognostic factor for preterm delivery in twin-to-twin transfusion syndrome treated by fetoscopic laser coagulation of chorionic plate anastomoses. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2005; 25: 37–41

Roby R, Lewi L, Salomon LJ, Yamamoto M, Bernard JP, Deprest J, Ville Y. Prevalence and management of late fetal complications following successful selective laser coagulation of chorionic plate anastomoses in twin-to-twin transfusion syndrome. *Am J Obstet Gynecol* 2006; 194: 796–803

Rossi AC, D'Addario V. Umbilical cord occlusion for selective feticide in complicated monozygotic twins: a systematic review of literature. *Am J Obstet Gynecol* 2009; 200: 123-129

Rychik J, Tian Z, Bebbington M, Xu F, McCann M, Mann S, Wilson RD, Johnson MP. The twin-twin transfusion syndrome: spectrum of cardiovascular abnormality and development of a cardiovascular score to assess severity of disease. *Am J Obstet Gynecol* 2007; 197: 392.e1-392.e8

Saigal S. Functional outcomes of very premature infants into adulthood. *Semin Fetal Neonatal Med* 2014; 19: 125-130

Schlack R, Hölling H, Kurth BM, Huss M. Die Prävalenz der Aufmerksamkeitsdefizit-/Hyperaktivitätsstörung (ADHS) bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland. *Bundesgesundheitsbl* 2007; 50: 827–835

Schlembach D. Risiken und Management der Mehrlingsgravidität: Hypertensive Schwangerschaftserkrankungen. *Journal für Gynäkologische Endokrinologie* 2010; 4: 10–12

Scholten I, Chambers GM, van Loendersloot L, van der Veen F, Repping S, Gianotten J, Hompes PGA, Ledger W, Mol BWJ. Impact of assisted reproductive technology on the incidence of multiple-gestation infants: a population perspective. *Fertil Steril* 2015; 103: 179-183

Schwartz DB, Daoud Y, Zazula P, Goyert G, Bronsteen R, Wright D, Copes J. Gestational diabetes mellitus: metabolic and blood glucose parameters in singleton versus twin pregnancies. *Am J Obstet Gynecol* 1999; 181: 912–914

Sebire NJ, Souka A, Skentou H, Geerts L, Nicolaides KH. Early prediction of severe twin-to-twin transfusion syndrome. *Hum Reprod* 2000; 15: 2008-2010

Senat MV, Deprest J, Boulvain M, Paupe A, Winer N, Ville Y. Endoscopic laser surgery versus serial amnioreduction for severe twin-to-twin transfusion syndrome. *N Engl J Med* 2004; 351: 136-144

Shapiro-Mendoza CK, Tomashek KM, MD, Kotelchuck M, Barfield W, MD, Nannini A, Weiss J, Declercq E. Effect of late-preterm birth and maternal medical conditions on newborn morbidity risk. *Pediatrics* 2008; 121: e223-e232

Shinwell ES, Haklai T, Eventov-Friedman S. Outcomes of Multiplets. *Neonatology* 2009; 95: 14-16

Shum D, Neulinger K, O`Callaghan M, Mohay H. Attentional problems in children born very preterm or with extremely low birth weight at 7-9 years. *Arch Clin Neuropsychol* 2007; 23: 103-112

Slaghekke F, Kist WJ, Oepkes D, Pasman SA, Middeldorp JM, Klumper FJ, Walther FJ, Vandebussche FPHA, Lopriore E. Twin anemia-polycythemia sequence: Diagnostic criteria, classification, perinatal management and outcome. *Fetal Diagn Ther* 2010; 27: 181–190

Society for Maternal-Fetal Medicine, Simpson LL. Twin-twin transfusion syndrome. *Am J Obstet Gynecol* 2013; 208: 3-18

Spadola AC, Simpson LL. Selective termination procedures in monochorionic pregnancies. *Semin Perinatol* 2005; 29: 330-337

Statistisches Bundesamt (Destatis). Bevölkerung und Erwerbstätigkeit: Bevölkerung mit Migrationshintergrund , Ergebnisse des Mikrozensus 2015. Statistisches Bundesamt 2015; Fachserie 1 Reihe 2.2

Stirnemann JJ, Mougeot M, Proulx F, Nasr B, Essaoui M, Fouron JC, Ville Y. Profiling fetal cardiac function in twin-twin transfusion syndrome. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2010; 35: 19–27

Stirnemann JJ, Nasr B, Quarello E, Ortqvist L, Nassar M, Bernard JP, Ville Y. A definition of selectivity in laser coagulation of chorionic plate anastomoses in twin-to-twin transfusion syndrome and its relationship to perinatal outcome. *Am J Obstet Gynecol* 2008; 198: 62.e1-62.e6

Sueters M, Middeldorp JM, Lopriore E, Oepkes D, Kanhai HHH, Vandenbussche FPHA. Timely diagnosis of twin-to-twin transfusion syndrome in monochorionic twin pregnancies by biweekly sonography combined with patient instruction to report onset of symptoms. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2006; 28: 659–664

Sun J, Buys N. Early executive function deficit in preterm children and its association with neurodevelopmental disorders in childhood: a literature review. *Int J Adolesc Med Health* 2012; 24: 291–299

Sun LM, Chen XK, Wen SW, Fung KFK, Yang Q, Walker MC. Perinatal outcomes of normal cotwins in twin pregnancies with one structurally anomalous fetus: a population-based retrospective study. *Am J Perinatol* 2009; 26: 51-56

Talge NM, Holzman C, Wang J, Lucia V, Gardiner J, Breslau N. Late-preterm birth and its association with cognitive and socioemotional outcomes at 6 years of age. *Pediatrics* 2010; 126; 1124-1131

Taylor MJO, Govender L, Jolly M, Wee L, Fisk NM. Validation of the Quintero staging system for twin-twin transfusion syndrome. *Obstet Gynecol* 2002; 100: 1257–1265

Thorson HL, Ramaeker DM, Emery SP. Optimal interval for ultrasound surveillance in monochorionic twin gestations. *Obstet Gynecol* 2011; 117: 131–135

Tough P. *Die Chancen unserer Kinder: Warum Charakter wichtiger ist als Intelligenz.* Stuttgart: Klett-Cotta, 2013

Van Baar AL, Vermaas J, Knots E, de Kleine MJK, Soons P. Functioning at school age of moderately preterm children born at 32 to 36 weeks' gestational age. *Pediatrics* 2009; 124: 251-257

Vanhaesebrouck P, Allegaert K, Bottu J, Debauche C, Devlieger H, MD, Docx M, François A, Haumont D, Lombet J, Rigo J, Smets K, MD, Vanherreweghe I, van Overmeire B, van Reempts P. The EPIBEL study: outcomes to discharge from hospital for extremely preterm infants in Belgium. *Pediatrics* 2004; 114: 663-675

Voigt M, Wittwer-Backofen U, Scholz R, Schneider KTM, Straube S, Olbertz D, Hesse V, Rochow N. Analysis of the German Perinatal Survey of the Years 2007 – 2011 and Comparison with Data from 1995 – 1997 : Neonatal Characteristics and Duration of Pregnancy. *Z Geburtsh Neonatol* 2013; 217: 211–214

Ward RM, Beachy JC. Neonatal complications following preterm birth. *BJOG* 2003; 110: 8-16

Wolke D, Samara M, Bracewell M, Marlow N. Specific Language Difficulties and School Achievement in Children Born at 25 Weeks of Gestation or Less. *J Pediatr* 2008; 152: 256-262

Wood NS, Costeloe K, Gibson AT, Hennessy EM, Marlow N, Wilkinson AR. The EPICure study: associations and antecedents of neurological and developmental disability at 30 months of age following extremely preterm birth. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2005; 90: F134–F140

Wößmann L. Fundamental Determinants of School Efficiency and Equity: German States as a Microcosm for OECD Countries. *IZA Discussion Paper* 2007; 2880: 1-26

9. Anhang

FFTS Elternfragebogen

Bitte kreuzen Sie die jeweils auf Ihr Kind zutreffende Antwort an bzw. füllen Sie bitte (falls zutreffend) die freien Felder aus!

Datum, an welchem die Fragebögen ausgefüllt wurden: _____

| | | | | | |
|-----|--|--------------------------|--------|--------------------------|-----------|
| 01. | Hat Ihr Kind die Schule bereits abgeschlossen? | <input type="checkbox"/> | ja | <input type="checkbox"/> | nein |
| | Falls „ja“ – mit welchem Abschluss? Falls „nein“ – bitte weiter mit Fragen 02. & 03. | | | | |
| 02. | Welche Schulklasse besucht Ihr Kind zurzeit? | | | | |
| 03. | Welche Schulform besucht Ihr Kind zurzeit? (z. B. Gymnasium, Realschule, Gesamtschule, Förderschule, Hauptschule etc.)? | | | | |
| 04. | Erfolgte die Einschulung verspätet? | <input type="checkbox"/> | ja | <input type="checkbox"/> | nein |
| | Bitte geben Sie das Jahr der Einschulung an! | | | | |
| 05. | Musste eine Schulklasse wiederholt werden? | <input type="checkbox"/> | ja | <input type="checkbox"/> | nein |
| | Wenn ja – welche? | | | | |
| 06. | Wurde eine Schulklasse übersprungen? | <input type="checkbox"/> | ja | <input type="checkbox"/> | nein |
| | Wenn ja – welche? | | | | |
| 07. | Wie beurteilen Sie die Entwicklung Ihres Kindes im Vergleich zu anderen Kindern? | <input type="checkbox"/> | gleich | <input type="checkbox"/> | langsamer |
| | | <input type="checkbox"/> | | <input type="checkbox"/> | schneller |
| 08. | Waren bisher Fördermaßnahmen nötig (z. B. Ergotherapie, Logopädie, Nachhilfeunterricht)? | <input type="checkbox"/> | ja | <input type="checkbox"/> | nein |
| | Wenn ja – welche? In welchem Alter haben diese stattgefunden? | | | | |

| | | | | | |
|-----|--|--------------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------|
| 09. | Liegt eine geistige Beeinträchtigung oder eine körperliche Erkrankung vor? | <input type="checkbox"/> | ja | <input type="checkbox"/> | nein |
| | Wenn ja - welche? | | | | |
| 10. | Hat Ihr Kind eine Sprachstörung? | <input type="checkbox"/> | ja | <input type="checkbox"/> | nein |
| | Wenn ja - welche? | | | | |
| 11. | Hat Ihr Kind eine Sehstörung? | <input type="checkbox"/> | ja | <input type="checkbox"/> | nein |
| | Wenn ja - welche? | | | | |
| 12. | Liegt bei Ihrem Kind eine Verhaltens-auffälligkeit vor wie zum Beispiel ADHS oder Autismus? | <input type="checkbox"/> | ja | <input type="checkbox"/> | nein |
| | Bitte beschreiben: | <input type="checkbox"/> | Eigene Einschätzung | <input type="checkbox"/> | Ärztliche Diagnose |
| | Bitte beschreiben: | <input type="checkbox"/> | Eigene Einschätzung | <input type="checkbox"/> | Ärztliche Diagnose |
| | Bitte beschreiben: | <input type="checkbox"/> | Eigene Einschätzung | <input type="checkbox"/> | Ärztliche Diagnose |

| | | | | | | | | | |
|-----|--|--------------------------|-------|--------------------------|---------------|--------------------------|---------------|--------------------------|-------|
| 13. | Falls eine Verhaltensauffälligkeit vorliegt, war bisher eine Therapie nötig? | <input type="checkbox"/> | ja | <input type="checkbox"/> | nein | | | | |
| | Wenn ja - welche (z.B. Psychotherapie, Medikamenteneinnahme oder anderes)? | | | | | | | | |
| 14. | Spielt Ihr Kind ein Instrument? | <input type="checkbox"/> | ja | <input type="checkbox"/> | nein | | | | |
| | Wenn ja - welche(s)? | | | | | | | | |
| 15. | Besucht Ihr Kind einen Sportverein? | <input type="checkbox"/> | ja | <input type="checkbox"/> | nein | | | | |
| | Wenn ja - welchen? | | | | | | | | |
| 16. | Haben Sie die J1 beim Kinderarzt durchführen lassen? | <input type="checkbox"/> | ja | <input type="checkbox"/> | nein | | | | |
| | <u>Wenn ja: Bitte legen Sie eine Kopie der Untersuchung bei!</u> | | | | | | | | |
| 17. | Besitzen Sie noch die Schulzeugnisse der 4. und 6. Klasse? | <input type="checkbox"/> | keine | <input type="checkbox"/> | nur 4. Klasse | <input type="checkbox"/> | nur 6. Klasse | <input type="checkbox"/> | beide |
| | <u>Falls Sie die Zeugnisse noch besitzen: Bitte legen Sie Kopien bei!</u> | | | | | | | | |

Freitextfeld für Ihre Anmerkungen:

10. Danksagung

Ich bedanke mich bei Prof. Dr. Dr. Bartmann für die stetige und allumfassende Betreuung sowie für die Möglichkeiten, die mir eröffnet wurden.

Des Weiteren bedanke ich mich bei den Teilnehmern der Studie und ihren Familien für die Kooperation, Offenheit und Bemühungen.

Außerdem gilt Frau Dr. Pauline Volz mein großer Dank für die ausführliche Vorarbeit.

Für Unterstützung bei der Statistik bedanke ich mich bei Leonie Weinhold und Guido Lüchters.

Meinen Eltern und Freunden danke ich für die Möglichkeit der Rücksprache sowie die stets motivierende Einstellung.