

Aus der
Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin Tübingen
Abteilung Kinderheilkunde IV
Neonatologie, neonatologische Intensivmedizin

**Körperzusammensetzung bei frühgeborenen Zwillingen
mit konkordantem und diskordantem Geburtsgewicht
im Alter von 6-11 Jahren sowie Vergleich mit einer
Referenzkohorte frühgeborener Einlinge**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

der Medizinischen Fakultät
der Eberhard Karls Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Förster, Vadim
2026

Dekanin: Professorin Dr. S. Y. Brucker

1. Berichterstatter: Professor Dr. A. Franz

2. Berichterstatter: Privatdozentin Dr. S. Diekelmann

Tag der Disputation: 06.07.2026

Widmung

Für meine Eltern, Valentina Förster und Markus Alexander Förster

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	4
Tabellenverzeichnis.....	5
Abkürzungsverzeichnis	6
1. Einleitung.....	8
1.1 Allgemeines zu Mehrlingen.....	8
1.1.1 Relevanz und Anstieg von Mehrlingsgeburten	8
1.1.2 Gründe für den Anstieg an Mehrlingsgeburten.....	8
1.1.3 Morbidität und Mortalität von Mehrlingen.....	10
1.1.4 Frühgeburtlichkeit bei Mehrlingen.....	12
1.1.5 Einfluss der Chorionverhältnisse	13
1.1.6 Definitionen.....	14
1.2 Wachstum und Körperzusammensetzung.....	15
1.2.1 Wachstum von Zwillingen und Einlingen im Vergleich	15
1.2.2 Erklärungsmodelle für das Wachstum von Zwillingen	16
1.3 Wachstumsdiskordanz.....	18
1.3.1 Definition der Wachstumsdiskordanz	18
1.3.2 Gesundheitliche Risiken einer Wachstumsdiskordanz	19
1.3.3 Die DOHaD-Hypothese	19
1.3.4 Risikofaktoren für eine höhergradige Wachstumsdiskordanz.....	20
1.4 Aufholwachstum.....	22
1.4.1 Definition des Aufholwachstums.....	22
1.5 Körperzusammensetzung Frühgeborener Zwillinge und Einlinge	23
1.5.1 Modelle zur Körperzusammensetzung	23
1.5.2 Körperzusammensetzung Frühgeborener.....	25
1.6 Zielsetzung und klinische Relevanz.....	26
2 Material und Methoden.....	27
2.1 Ethikantrag und Studienregistrierung.....	27
2.2 Studienaufbau.....	28
2.3 Zielparameter und zusätzliche Datenquellen.....	28

2.4	Berechnung der Wachstumsdiskordanz	29
2.5	Studienpopulation und Rekrutierung.....	29
2.5.1	Studienpopulation und Einschlusskriterien	29
2.5.2	Ausschlusskriterien	30
2.5.3	Elternaufklärung und Kontaktaufnahme	30
2.6	Messtermin und Datenerhebung.....	31
2.6.1	Ablauf eines typischen Messtermins	31
2.6.2	ADP-Messung und Kalibrierung des Geräts.....	31
2.6.2.1	Kalibrierung des Geräts.....	31
2.6.2.2	Vorbereitung der Probanden	32
2.6.2.3	Einzelne Schritte der Messung.....	33
2.6.3	Meßprinzip der ADP-Messung.....	34
2.6.4	Hautfaltendickenmessung	35
2.6.5	Körpergröße und Kopfumfang	36
2.6.6	Blutdruckmessung	36
2.7	Auswertung der Daten aus dem Kinderuntersuchungsheft	36
2.8	Statistische Auswertung.....	37
3	Ergebnisse.....	38
3.1	Studienpopulation	38
3.2	Gesamtkohorte	40
3.2.1	Neonatale Komplikationen der FG.....	42
3.2.2	Geburtsdaten Gesamtkohorte	43
3.2.2.1	Anthropometrische Daten.....	43
3.2.2.2	SDS-Werte	43
3.2.3	Daten bei Messung Gesamtkohorte	44
3.2.3.1	Anthropometrische Daten (Messung).....	44
3.2.3.2	SDS-Werte (Messung)	45
3.2.3.3	BC.....	45
3.2.3.4	Hautfaltendicke.....	46
3.3	Vergleich Einlinge und Zwillinge	47
3.3.1	Gesamtergebnistabellen Einlinge und Zwillinge	47
3.3.2	Geburtsdaten der Einlinge und Zwillinge	49
3.3.2.1	Anthropometrische Daten.....	49

3.3.2.2	SDS-Werte	51
3.3.3	Daten bei Messung der Einlinge und Zwillinge	52
3.3.3.1	Anthropometrische Daten (Messung)	52
3.3.3.2	SDS-Werte (Messung)	55
3.3.3.3	BC der Einlinge und Zwillinge	58
3.3.3.4	Hautfaltendicke	64
3.4	Anthropometrie und Körperzusammensetzung nach Geschlecht	65
3.4.1	Vergleich der Jungen und Mädchen der Gesamtkohorte	66
3.4.2	Vergleich der männlichen Einlinge und Zwillinge	69
3.4.2.1	Anthropometrische Daten der Jungen	71
3.4.2.2	SDS-Werte	72
3.4.2.3	Anthropometrische Daten der Jungen (Messung)	72
3.4.2.4	SDS-Werte (Messung)	74
3.4.2.5	BC der Jungen	75
3.4.2.6	Hautfaltendicke	77
3.4.3	Vergleich der weiblichen Einlinge und Zwillinge	77
3.4.3.1	Anthropometrische Daten der Mädchen	77
3.4.3.2	SDS-Werte	78
3.4.3.3	Anthropometrische Daten der Mädchen (Messung)	79
3.4.3.4	SDS-Werte (Messung)	80
3.4.3.5	BC der Mädchen	82
3.4.3.6	Hautfaltendicke	86
3.5	Vergleich nach Gestationsalter	87
3.5.1	Vergleich der FG < 28 0/7 SSW vs. FG ≥ 28 0/7 SSW	87
3.5.2	Vergleich der Einlinge und Zwillinge (FG < 28 SSW)	90
3.5.2.1	Geburtsdaten FG < 28 SSW	90
3.5.2.2	SDS-Werte	91
3.5.2.3	Anthropometrische Daten (Messung)	93
3.5.2.4	SDS-Werte (Messung)	94
3.5.2.5	BC der FG < 28 SSW	95
3.5.3	Vergleich der Einlinge und Zwillinge (FG ≥ 28 SSW)	97
3.5.3.1	Geburtsdaten FG ≥ 28 SSW	98
3.5.3.2	SDS-Werte	99
3.5.3.3	Anthropometrische Daten (Messung)	100
3.5.3.4	SDS-Werte (Messung)	102

3.5.3.5	BC der FG $\geq$ 28 SSW	104
3.6	Wachstumsdiskordanz	108
3.6.1	Geschlechtsverteilung und Chorionizität	109
3.6.1.1	Vergleich konkordanter und diskordanter Zwillingspaare... ..	111
3.6.1.2	Konkordante Zwillingspaare	115
3.6.1.3	Diskordante Zwillingspaare	121
3.7	Messung des Blutdrucks.....	128
3.7.1	Blutdruckwerte der Einlinge und Zwillinge	128
3.7.2	Blutdruck konkordanter und diskordanter Zwillinge	130
3.7.3	Blutdruck konkordanter Zwillingspaare	131
3.7.4	Blutdruck diskordanter Zwillingspaare	133
3.7.5	Wachstumsdiskordanz und Blutdruckdifferenz.....	135
3.7.6	Korrelation Gestationsalter mit Blutdruck	136
3.8	Zusammenfassung der Ergebnisse	137
4	Diskussion	138
4.1	Studienkollektiv und Zielsetzung der Arbeit	138
4.2	Wachstum frühgeborener Einlinge und Zwillinge.....	139
4.3	Körperzusammensetzung frühgeborener Einlinge und Zwillinge.....	140
4.3.1	Geschlechtsunterschiede	142
4.3.2	Unterteilung nach Gestationsalter	144
4.4	Wachstumsdiskordanz	146
4.4.1	Aufholwachstum wachstumsdiskordanter Zwillinge.....	149
4.4.2	Auswirkungen des Aufholwachstums	151
4.5	Blutdruck innerhalb der Zwillingspaare	152
4.6	DOHaD- und thrifty phenotype Hypothese	156
4.7	Stärken und Schwächen der Arbeit	158
4.8	Ausblick.....	160
5	Zusammenfassung	162
6	Literaturverzeichnis.....	164
7	Erklärung zum Eigenanteil.....	176

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Kind während Messung im BodPod® Kinderklinik Tübingen.....	33
Abb. 2 Flowchart der Studienteilnehmer	39
Abb. 3 Gestationsalter bei Geburt (Wochen)	42
Abb. 4 Boxplot Geburtsgewicht der Einlinge und Zwillinge	49
Abb. 5 Verteilung Geburtsgewicht.....	50
Abb. 6 Boxplot Geburtsgewichts-SDS.....	51
Abb. 7 Körpergewicht bei Messung.....	53
Abb. 8 BMI bei Messung	55
Abb. 9 Gewichts-SDS bei Messung	56
Abb. 10 Veränderung Gewichts-SDS zwischen Geburt und Messzeitpunkt.....	56
Abb. 11 Körpergrößen-SDS bei Messung.....	57
Abb. 12 KU-SDS bei Messung	58
Abb. 13 Verteilung BF% der Einlinge	60
Abb. 14 Verteilung BF% der Zwillinge.....	60
Abb. 15 BF% der Einlinge und Zwillinge	61
Abb. 16 Korrelation BF% bei Messung und Gewichts-SDS bei Geburt	62
Abb. 17 BFM (kg) der Einlinge und Zwillinge	63
Abb. 18 LBM (kg) der Einlinge und Zwillinge	64
Abb. 19 Triceps Hautfaltendicke	65
Abb. 20 BF% nach Geschlecht	66
Abb. 21 Körpergewicht der männlichen Probanden bei Messung	73
Abb. 22 BF% der männlichen Probanden	76
Abb. 23 BMI der weiblichen Probanden	80
Abb. 24 Gewichts-SDS der weiblichen Probanden	81
Abb. 25 BMI-SDS der weiblichen Probanden	82
Abb. 26 BF% der weiblichen Probanden.....	84
Abb. 27 BFM (kg) der weiblichen Probanden.....	85
Abb. 28 LBM (kg) der weiblichen Probanden.....	86
Abb. 29 subskapulare Hautfaltendicke der weiblichen Probanden	87
Abb. 30 BF% der FG < 28 SSW.....	96
Abb. 31 BMI der FG ≥ 28 SSW	102

Abb. 32 Gewichts-SDS der FG $\geq$ 28 SSW	103
Abb. 33 BF% der FG $\geq$ 28 SSW	105
Abb. 34 BFM der FG $\geq$ 28 SSW	106
Abb. 35 Triceps-Hautfaltendicke der FG $\geq$ 28 SSW	107
Abb. 36 Häufigkeiten Wachstumsdiskordanz bei Geburt (%)	109
Abb. 37 Intra-Paar Differenz BMI (konkordante Zwillingspaare)	119
Abb. 38 Intra-Paar Differenz des Gewichts-SDS (Geburt vs. Messzeitpunkt)	125
Abb. 39 Intrapaar Differenz BF% und Wachstumsdiskordanz bei Geburt	127
Abb. 40 Blutdruck der Einlinge und Zwillinge	129
Abb. 41 Blutdruck der konkordanten Zwillinge	133
Abb. 42 Blutdruck der diskordanten Zwillinge	135
Abb. 43 Wachstumsdiskordanz bei Geburt und systolische Blutdruckdifferenz	136

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Definitionen	14
Tab. 2 Daten der Gesamtkohorte bei Geburt	40
Tab. 3 Daten der Gesamtkohorte zum Messzeitpunkt	41
Tab. 4 Vergleich Einlinge vs. Zwillinge bei Geburt	47
Tab. 5 Vergleich Einlinge vs. Zwillinge zum Messzeitpunkt	48
Tab. 6 Körperzusammensetzung der Einlinge und Zwillinge (N=219)	59
Tab. 7 Daten der Jungen und Mädchen bei Geburt	67
Tab. 8 Daten der Jungen und Mädchen zum Messzeitpunkt	68
Tab. 9 Daten der männlichen Einlinge und Zwillinge bei Geburt	69
Tab. 10 Daten der männlichen Einlinge und Zwillinge bei Messung	70
Tab. 11 ADP-Messwerte (männliche Probanden)	75
Tab. 12 ADP-Messergebnisse (weibliche Probanden)	83
Tab. 13 Gesamttabelle FG < 28 SSW vs. FG $\geq$ 28 SSW	89
Tab. 14 Daten der Einlinge vs. Zwillinge (FG < 28 SSW)	92
Tab. 15 ADP-Messergebnisse der FG < 28 SSW	95
Tab. 16 Daten bei Geburt der Einlinge vs. Zwillinge (FG $\geq$ 28 SSW)	97

Tab. 17 Daten bei Messung der Einlinge vs. Zwillinge (FG $\geq$ 28 SSW)	98
Tab. 18 ADP-Messergebnisse der FG $\geq$ 28 SSW	104
Tab. 19 Häufigkeiten nach Geschlecht und Chorionizität	111
Tab. 20 Konkordante vs. Diskordante Zwillingspaare	112
Tab. 21 schwere und leichte Co-Zwillinge (konkordante Paare).....	116
Tab. 22 Intra-Paar Differenz der konkordanten Zwillinge (N=48).....	117
Tab. 23 ADP-Messergebnisse der konkordanten Zwillinge (n=48).....	120
Tab. 24 schwere und leichte Co-Zwillinge (diskordante Paare).....	122
Tab. 25 Intra-Paar Differenzen der diskordanten Zwillinge (N=36).....	123
Tab. 26 ADP-Messergebnisse der diskordanten Zwillinge (n=36).....	126
Tab. 27 Messergebnisse Blutdruck	128
Tab. 28 Blutdruck der Einlinge und Zwillinge	130
Tab. 29 Blutdruck konkordanter und diskordanter Paare	130
Tab. 30 Blutdruck konkordanter Zwillingspaare	132
Tab. 31 Blutdruck diskordanter Zwillingspaare	134
Tab. 32 Blutdruck Intra-Paar Differenzen (diskordant).....	135

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Abk.	Abkürzung(en)
ADP	Air Displacement Plethysmography
AGA	Appropriate for gestational age
BF%	Body Fat % (Körperfettanteil)
BFM	Body Fat Mass (Körperfettmasse)
BMI	Body-Mass-Index
Dia	Diastolischer Blutdruck
FFTS	Fetofetales Transfusionssyndrom

FG	Frühgeborene
GA	Gestationsalter
GG	Geburtsgewicht
GKL	Geburtskörperlänge
GPU	Geburtskopfumfang
HF	Herzfrequenz
IUGR	Intrauterine growth restriction
KG	Körpergewicht
KU	Kopfumfang
LBM	absolute fettfreie Masse
PD	Pulsdruck
SD	Standard-Deviation
SDS	Standard-Deviation-Score
sFGR	Selective fetal growth restriction
SMA	Small for gestational age
SSW	Schwangerschaftswoche
Sys	Systolischer Blutdruck
UFK	Universitätsfrauenklinik
VLBW	Very low birth weight
ELBW	Extremely low birth weight

1. Einleitung

1.1 Allgemeines zu Mehrlingen

1.1.1 Relevanz und Anstieg von Mehrlingsgeburten

Die Rate an Mehrlingsgeburten in der Bundesrepublik Deutschland ist seit den 80er Jahren stark angestiegen. Betrachtet man die Zwillingsgeburten, welche den überwiegenden Anteil der Mehrlingsgeburten ausmachen, so kamen im Jahr 1980 auf 1000 gebärende Frauen, etwa 9,2 Kinder als Zwillinge auf die Welt (Statistisches Bundesamt, 2023a). Bereits im Jahr 2015 hat sich diese Rate verdoppelt, mit etwa 18,4 Zwillingsgeburten auf 1000 Mütter in Deutschland. Seitdem hält sich die Rate an Zwillingsgeburten auf einem ähnlich hohen Niveau, auch wenn mit 17,3 Mehrlingsgeburten auf 1000 Mütter für das Jahr 2021 ein leichter Rückgang zu verzeichnen ist (Statistisches Bundesamt, 2023a).

Betrachtet man aktuellere Zahlen für das Jahr 2021 genauer, so wurden laut statistischem Bundesamt 13.596 Mehrlingsgeburten verzeichnet (Statistisches Bundesamt, 2022b). Den überwiegenden Anteil machten dabei Zwillingsgeburten mit 98,5% aller Mehrlingsgeburten aus (insgesamt 13.390), mit einem deutlich geringeren Anteil an Drillingsgeburten von nur 1,5% und lediglich 4 Vierlingsgeburten im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland. Alles in allem kamen im Jahr 2021 damit 27.055 Mehrlingskinder auf die Welt (Statistisches Bundesamt, 2022b). Bei einer Gesamtzahl von 795.492 Lebendgeburten im selben Jahr, kann man also sagen, dass aktuell etwa 3% aller Kinder in Deutschland als Zwillinge oder höhergradige Mehrlinge auf die Welt kommen (Statistisches Bundesamt, 2023b).

1.1.2 Gründe für den Anstieg an Mehrlingsgeburten

Hellin-Regel

Die natürliche Rate an Mehrlingen durch Spontankonzeption lässt sich mithilfe der Hellin-Regel berechnen:

Ihr zufolge beträgt die natürliche Rate an Zwillingen 1:85¹ (1,18% aller Geburten), die Rate an Drillingen 1: 85² (0,014% aller Geburten) und die Rate an Vierlingen nur noch 1: 85³ (0,0000016% aller Geburten) (Merz, 2005).

In der Realität liegt diese Rate jedoch höher und ist, wie eingangs beschrieben, in den vergangenen Jahrzehnten deutlich gestiegen. Dieser Trend lässt sich auf verschiedene Entwicklungen zurückführen, wie etwa dem Anstieg des mütterlichen Durchschnittsalters, dem zunehmenden Einsatz künstlicher Befruchtung bzw. assistierter Reproduktion (Committee on Practice und Society for Maternal-Fetal, 2016) und nicht zuletzt der Verbesserung in der neonatologischen Versorgung (Dudenhausen und Maier, 2010).

Anstieg des mütterlichen Alters

Das mütterliche Durchschnittsalter in Deutschland ist in den vergangenen Jahrzehnten konstant angestiegen. Während das Durchschnittsalter bei der Geburt des ersten Kindes im Jahr 1980 noch bei 25,2 Jahren in Westdeutschland bzw. 22,1 Jahren in Ostdeutschland lag (Bundeszentrale für politische Bildung, 2020), bekamen Frauen in Deutschland im Jahr 2020 im Schnitt erst mit 30,2 Jahren ihr erstes Kind (Statistisches Bundesamt, 2022a).

Trotz der abnehmenden Fertilität mit steigendem Alter, ist die Rate an Zwillingsgeburten bei älteren Müttern erhöht (Beemsterboer et al., 2006). Es wird davon ausgegangen, dass bei älteren Frauen pro Zyklus mehr Follikel heranreifen als bei jüngeren Frauen, da die Hypophyse aufgrund fehlenden negativen Feedbacks in der Prämenopause höhere Mengen an FSH produziert, welches die Follikelreifung stimuliert (Beemsterboer et al., 2006).

Des Weiteren steigt auch die Inanspruchnahme reproduktionsassistierender Maßnahmen (Kocourkova et al., 2014).

Reproduktionsassistierende Maßnahmen

Eine weitere Entwicklung mit der sich die Zunahme an Mehrlingsschwangerschaften erklären lässt, ist die zunehmende Verfügbarkeit und Anwendung reproduktionsassistierender Techniken, wie der in-vitro-Fertilisation (IVF), intrazytoplasmatischer Spermieninjektion (ICSI) oder Formen der ovariellen

Stimulation, da es u.U. zum (gewollten) Transfer mehrerer Embryonen bzw. zur vermehrten Follikelreifung kommt (Jain und Singh, 2023).

Bei der Anwendung reproduktionsassistierender Techniken wird eine deutlich erhöhte Rate an Mehrlingsschwangerschaften von bis zu etwa 24% beschrieben (Murray und Norman, 2014).

Neonatologische Versorgung

Nicht zuletzt spielt auch die sich verbessernde neonatologische Versorgung eine entscheidende Rolle. Mehrlinge haben im Vergleich zu Einlingen eine erhöhte Morbidität und Mortalität, die nicht unwesentlich durch ihre vermehrte Frühgeburtlichkeit bedingt ist (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2021).

Als ein wesentliches Beispiel für den Fortschritt in der Versorgung Frühgeborener sei der Einsatz von Surfactant Factor genannt, dessen Erfolg in einer Studie bei der Therapie des Respiratory Distress Syndrome (RDS) zum ersten Mal im Jahr 1980 beschrieben wurde (Halliday, 2005, Fujiwara et al., 1980).

Spätere Studien zeigen z.B., dass Zwillinge und Drillinge signifikant häufiger Surfactant-Therapie benötigen, als vergleichbare Einlinge mit extrem niedrigen Geburtsgewicht (Wadhawan et al., 2011) und, dass ein RDS trotz vermehrter Gabe antenataler Steroide häufiger bei Mehrlingen auftritt (Shinwell et al., 2003). Eine verbesserte Detektionsrate von Mehrlingsschwangerschaften mit entsprechendem Risikomanagement konnte die perinatale Sterblichkeit von Mehrlingen weiterhin senken (Dudenhausen und Maier, 2010).

1.1.3 Morbidität und Mortalität von Mehrlingen

Generell lässt sich sagen, dass Mehrlingsschwangerschaften mit einer Reihe gesundheitlicher Risiken für Mutter und Kind einhergehen. Auf mütterlicher Seite ist z.B. das Risiko für Präeklampsie, Gestationsdiabetes oder peripartale Blutungen erhöht (Dudenhausen und Maier, 2010). Auf kindlicher Seite besteht u.a. ein erhöhtes Risiko für einen intrauterinen Fruchttod eines oder mehrerer Feten, welcher etwa in 1 bis 6% aller Mehrlingsschwangerschaften vorkommt

(Dudenhausen und Maier, 2010, Mackie et al., 2019, Stefanescu et al., 2021). Bei Einlingsschwangerschaften liegt die Rate im Vergleich bei ca. 0,3 bis 0,6% (Stefanescu et al., 2021).

Während das Versterben eines Zwillings im ersten Trimester oft keine negativen Konsequenzen für den überlebenden Zwilling hat (man spricht in diesem Zusammenhang auch vom „vanishing-twin syndrome“), kann der Tod eines Zwillings in der fortgeschrittenen Schwangerschaft durchaus negative Auswirkungen haben (Stefanescu et al., 2021, Jain und Purohit, 2014). Bei monochorialen Zwillingspaaren, von denen ein Zwilling intrauterin verstirbt, hat der überlebende Co-Zwilling z.B. ein erhöhtes Risiko für neurologische Folgeschäden, da es zur Verschleppung thrombembolischen Materials kommen kann (Dudenhausen und Maier, 2010). Auch das Risiko für Frühgeburtlichkeit ist durch das intrauterine Versterben eines Co-Zwillings erhöht (Ong et al., 2006). Neben der fetalen Sterblichkeit ist auch die frühe neonatale Sterblichkeit von Zwillingen im Vergleich zu Einlingen erhöht und beträgt etwa das 5-fache (Roman et al., 2022a).

Darüber hinaus tragen Mehrlinge ein erhöhtes Risiko zu klein für ihr Gestationsalter (small for gestational age, SGA) zu sein oder mit einem niedrigen Geburtsgewicht (low birth weight, LBW) auf die Welt zu kommen (Kalikkot Thekkevedu et al., 2021, Muhlhausler et al., 2011). Beides hat Auswirkungen auf das spätere körperliche Wachstum, die Körperzusammensetzung und Gesundheit, die in den Folgeabschnitten näher behandelt werden.

Neben einer höheren Rate von intrauteriner Wachstumsrestriktion, angeborenen Fehlbildungen oder zwillingsspezifischen hämodynamischen Komplikationen, wie etwa dem fetofetalen Transfusionssyndrom (FFTS) oder der Twin-Anaemia-Polycythaemia Sequence (TAPS), trägt vor allem die vermehrte Frühgeburtlichkeit zur erhöhten Mortalität und Morbidität von Mehrlingen bei (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2021).

1.1.4 Frühgeburtlichkeit bei Mehrlingen

Das Risiko vor Termin entbunden zu werden, ist bei Mehrlingsschwangerschaften gegenüber Einlingsschwangerschaften etwa um das 6-fache erhöht (Martin et al., 2011).

Erhebungen aus Europa und den USA zeigen eine Frühgeburtlichkeitsrate für Zwillinge auf, welche mit über 50% weit über der von Einlingen liegt, bei denen eine Frühgeburtlichkeitsrate von etwa 6-7% beschrieben wird (Heino et al., 2016, Kalikkot Thekkeveedu et al., 2021). Drillinge kommen mit einer Frühgeburtlichkeitsrate von etwa 95% sogar fast ausnahmslos als Frühgeborene auf die Welt (Heino et al., 2016, Kalikkot Thekkeveedu et al., 2021).

Dies spiegelt sich auch in der durchschnittlichen Schwangerschaftsdauer wider: Während die durchschnittliche Schwangerschaft bei Einlingen 38 bis 39 Wochen andauert, ist sie für Zwillinge mit ca. 35 bis 36 Wochen um einige Wochen verkürzt (Kalikkot Thekkeveedu et al., 2021). Bei Drillingen liegt die durchschnittliche Schwangerschaftsdauer nur noch bei ca. 33 Wochen (Kalikkot Thekkeveedu et al., 2021).

Nicht nur tragen Mehrlinge ein insgesamt erhöhtes Risiko für Frühgeburtlichkeit, auch das Risiko als sehr unreifes Frühgeborenes (engl. very preterm), d.h. vor der 32 0/7 Schwangerschaftswoche (SSW), auf die Welt zu kommen, ist bei Mehrlingsgraviditäten gegenüber Einlingsgraviditäten ca. 13-fach erhöht (Martin et al., 2011). So werden ca. 60% aller Zwillinge vor der 37 0/7 SSW und ca. 11% vor der 32 0/7 SSW geboren (Roman et al., 2022a).

Die Gründe für die erhöhte Rate an Frühgeburtlichkeit bei Mehrlingen sind noch nicht abschließend geklärt. Als mögliche Mechanismen werden u.a. eine erhöhte mechanische Belastung der Zervix bei Mehrlingsschwangerschaften oder auch eine unzureichende Durchblutung des Uterus bei einer erhöhten Masse an plazentarem und fetalem Gewebe diskutiert (Dudenhausen und Maier, 2010). Auch scheint die Bestimmung der Zervixlänge mittels transvaginalen Ultraschalls vor der 24. SSW, unabhängig von anderen Risikofaktoren, eine starke Vorhersagekraft für eine spontane Frühgeburt bei Zwillingen zu haben (Roman et al., 2022a).

1.1.5 Einfluss der Chorionverhältnisse

Die Chorionverhältnisse haben einen Einfluss auf die Mortalität und Morbidität von Zwillingen (Hack et al., 2008). So ist die perinatale Mortalität monochorialer Zwillinge mehr als doppelt so hoch, wie die dichorialer Zwillinge (11.6% vs. 5%) (Hack et al., 2008).

Auch das Risiko für eine spontane oder elektive Frühgeburt liegt bei monochorialen Zwillingen höher (Roman et al., 2022b), ebenso wie das Auftreten einer intrauteriner Wachstumsrestriktion (Townsend und Khalil, 2018).

In der Summe haben monochoriale Zwillinge schlechtere neonatale Outcomes als dichoriale Zwillinge (Rissanen et al., 2022). Hierfür werden v.a. ein im Vergleich zu dichorialen Zwillingen geringeres Gestationsalter bei Geburt und das Auftreten plazentarer Versorgungsungleichgewichte verantwortlich gemacht (Rissanen et al., 2022). Ein relevantes Beispiel für ein solches, mehrlingsspezifisches Versorgungsungleichgewicht, wäre das fetofetale Transfusionssyndrom (engl. Twin-to-twin transfusion syndrome, TTTS), welches ca. 10 bis 20% aller monochorialer Zwillingsschwangerschaften betrifft (Habli et al., 2009). Bei diesem Krankheitsbild kommt es aufgrund abnormer Gefäßverbindungen innerhalb der Plazenta zu einer ungleichen Blutversorgung beider Zwillinge, welche zu Komplikationen für beide Zwillinge, von Frühgeburtlichkeit bis hin zum Tod, führen kann (Simpson, 2013). Während der Empfänger-Zwilling (sog. Rezipient) ein vermehrtes Blutvolumen erhält, was beispielsweise eine erhöhte Belastung für das kindliche Herz darstellt, widerfährt dem Spender-Zwilling (sog. Donor) eine Unterversorgung mit Blut und Nährstoffen, sodass dieser im Verlauf meist hypotroph ist (Simpson, 2013).

Plazentare Versorgungsungleichgewichte nehmen auch Einfluss auf das besondere Wachstum von Zwillingen sowie den Unterschieden, die innerhalb eines Zwillingspaars auftreten können, wie im Falle einer Wachstumsdiskordanz (Miller et al., 2012). Zum besseren Verständnis dieser Zusammenhänge sollen zunächst einige Modelle und Definitionen umrissen werden.

1.1.6 Definitionen

Tab. 1 Definitionen

Low Birth Weight (LBW), niedriges Geburtsgewicht	Geburtsgewicht < 2.500g
Extremely Low Birth Weight (ELBW), extrem niedriges Geburtsgewicht	Geburtsgewicht < 1.000g
appropriate for gestational age (AGA)	Kinder, deren Gewicht zwischen der 10. und 90. Perzentile für ihr Gestationsalter liegt (Kehl et al., 2017)
small for gestational age (SGA)	Kinder, deren Gewicht unterhalb der 10. Perzentile für ihr Gestationsalter liegt (Kehl et al., 2017)
intrauterine growth restriction (IUGR), Intrauterine Wachstumsrestriktion	beschreibt das Nichterreichen des intrinsischen Wachstumspotentials aufgrund von ungünstigen intrauterinen Bedingungen (Finken et al., 2018)
selective fetal growth restriction (sFGR)	beschreibt eine intrauterine Wachstumsrestriktion, die einen beider Feten betrifft, bei der das Gewicht eines Feten unterhalb der 10. Perzentile für das Gestationsalter liegt bzw. bei gleichzeitigem Vorliegen einer Wachstumsdiskordanz (Miyadahira et al., 2018)
signifikante Wachstumsdiskordanz	Gewichtsdifferenz beider Zwillinge > 20% (siehe Kapitel 1.3.1)

Die genannten Begriffe werden uneinheitlich und teils synonym verwendet. Zudem treffen bei betroffenen Kindern oft mehrere Kriterien gleichzeitig zu

(Muhlhausler et al., 2011). Dennoch ist es wichtig zu beachten, dass diese Begriffe streng genommen nicht identisch sind.

Ein niedriges Geburtsgewicht, SGA geboren zu sein oder eine intrauterine Wachstumsrestriktion (IUGR) sind mit einem erhöhten Risiko für spätere gesundheitliche Komplikationen wie einer gestörten Insulinsensitivität oder erhöhtem kardiovaskulären Risiko vergesellschaftet (McMillen und Robinson, 2005, Barker, 1992, Barker, 2006).

1.2 Wachstum und Körperzusammensetzung

1.2.1 Wachstum von Zwillingen und Einlingen im Vergleich

Das Geburtsgewicht von Zwillingen ist im Allgemeinen niedriger als das von Einlingen und betrachtet man die Verteilung der Geburtsgewichte, zeigt sich, dass die Kurve für das Geburtsgewicht von Zwillingen im Vergleich zu Einlingen linksverschoben ist (Alexander et al., 1998, Joseph et al., 2003). Zusätzlich zu einem allgemein niedrigeren Geburtsgewicht sind Zwillinge ebenfalls häufiger als Einlinge zu klein für ihr entsprechendes Gestationsalter (SGA) (Muhlhausler et al., 2011).

Das unterschiedliche Wachstum von Zwillingen und Einlingen zeigt sich dabei bereits vor der Geburt: So konnte gezeigt werden, dass Zwillinge insbesondere im letzten Drittel der Schwangerschaft eine geringere Zunahme biometrischer Wachstumsparameter als Einlinge aufweisen (Hiersch et al., 2020). Die Wachstumskurven von untersuchten Zwillings- und Einlingskohorten beginnen dabei etwa ab der 30. SSW voneinander abzuweichen (Dollberg et al., 2005, Doom et al., 2012, Grantz et al., 2016, Min et al., 2000).

Damit übereinstimmend, konnten sonographische Untersuchungen bei Zwillings- und Einlingsschwangerschaften zeigen, dass das geschätzte Gewicht von Zwillingen etwa zwischen 26 und 32 SSW unter das von Einlingen fällt (Hiersch et al., 2020, Grantz et al., 2016). Diese Gewichtsdivergenz nimmt mit steigendem Gestationsalter weiter zu und zum Zeitpunkt der Entbindung, welcher für

Zwillinge im Durchschnitt bei ca. 35 Wochen liegt, sind fast 40% aller geborenen Zwillinge zu klein für ihr Gestationsalter (small for gestational age, SGA), bemessen an den Referenzkurven für Einlinge (Grantz et al., 2016, Hirsch et al., 2020).

Ebenfalls scheinen Zwillinge intrauterin im Vergleich zu Einlingen ein vermehrt asymmetrisches Wachstumsmuster aufzuweisen (Grantz et al., 2016). Zwar lassen sich für mehrere biometrische Messgrößen ein langsames Wachstum bei Zwillingen feststellen, jedoch ist vor allem die Zunahme des Abdomenumfangs im Vergleich zu Einlingen verringert (Hirsch et al., 2020). Der kleinere Abdomenumfang scheint dabei auch die größte Auswirkung auf das niedrigere Gewicht von Zwillingen im Vergleich zu Einlingen zu haben, wohingegen sich das Wachstum von Femurlänge, biparietalem Durchmesser oder Kopfumfang weniger stark unterscheidet (Grantz et al., 2016, Hirsch et al., 2020). Ein erhöhtes Verhältnis von Kopf- zu Abdomenumfang (engl. HC/AC ratio) bei Zwillingen im Vergleich zu Einlingen lässt sich demnach schon ab 22 SSW nachweisen (Hirsch et al., 2020).

Andere Literatur deutet darauf hin, dass die Wachstumsverläufe von Zwillingen und Einlingen sogar noch früher in der Schwangerschaft, und zwar bereits zwischen 8 und 16 SSW, voneinander abweichen (Iffy et al., 1983, Leveno et al., 1979) und es wird diskutiert, ob es wachstumsspezifische Unterschiede zwischen Zwillingen und Einlingen gibt, die möglicherweise bis in die Frühschwangerschaft zurückreichen (Muhlhausler et al., 2011). Im Zuge dessen besteht auch die Annahme, dass eine intrauterine Wachstumsrestriktion bei Zwillingen und Einlingen auf unterschiedlichen Ätiologien beruht (Muhlhausler et al., 2011).

1.2.2 Erklärungsmodelle für das Wachstum von Zwillingen

Für den unterschiedlichen Wachstumsverlauf von Zwillingen und Einlingen gibt es eine Reihe Erklärungsansätze, welche den Einfluss von Uterus, plazentarer Versorgung, Faktoren in der frühen Entwicklung und mögliche physiologische Unterschiede zwischen Zwillingen und Einlingen berücksichtigen (Muhlhausler et

al., 2011). Beispielsweise wurde die Größe des Uterus, v.a. in der Spätschwangerschaft, als eine physische Begrenzung für das Wachstum von Zwillingen diskutiert (Blickstein, 2004). Aufgrund der relativ hohen Compliance der Uteruswand, spiele dieser Faktor allerdings vermutlich eine eher untergeordnete Rolle (Muhlhausler et al., 2011).

Ein weiterer Ansatz geht von einer relativen placentaren Insuffizienz aus, d.h., dass die Plazenta bei Zwillingen weniger gut in der Lage sei, den Nährstoffbedarf beider heranwachsender Feten zu decken (Bleker et al., 1995). Da sich die Wachstumsverläufe von Zwillingen und Einlingen bereits zu einem Zeitpunkt in der Schwangerschaft unterscheiden, bei der eine unzureichende placentare Versorgung noch keine relevante Wachstumsbegrenzung darstellen sollte, wird argumentiert, dass noch andere Faktoren als die Plazenta für das geringere Wachstum von Zwillingen verantwortlich sein müssen (Muhlhausler et al., 2011). Dafür spricht auch, dass in einem Vergleich zwischen dichorialen SGA Zwillingen und SGA Einlingen gezeigt werden konnte, dass Pathologien der Plazenta oder eine geringe Plazentamasse (unterhalb der 10. Perzentile) bei Zwillingen weniger häufig vorkamen als bei Einlingen (Kibel et al., 2017).

Es wird daher vermutet, dass bei Zwillingen zusätzliche Mechanismen für eine intrauterine Wachstumsrestriktion als bei Einlingen verantwortlich seien, bei denen placentare bzw. placentavaskuläre Pathologien die häufigsten Ursachen für eine Wachstumsrestriktion darstellen (Muhlhausler et al., 2011).

So wird vermutet, dass zwischen Zwillingen und Einlingen grundlegende physiologische Unterschiede bestehen könnten. Dabei werden besonders Unterschiede in der Entwicklung hormoneller Achsen oder epigenetische Modifikationen diskutiert, die in den ersten Gestationswochen oder bereits rund um die Konzeption entstehen könnten (Muhlhausler et al., 2011, Rumball et al., 2008). Die genauen Mechanismen und ihre möglichen Auswirkungen auf die spätere Gesundheit im Erwachsenenalter sind immer noch Gegenstand der Forschung.

1.3 Wachstumsdiskordanz

1.3.1 Definition der Wachstumsdiskordanz

Der Begriff der Wachstumsdiskordanz beschreibt den Gewichtsunterschied zwischen Zwillingen oder höhergradigen Mehrlingen und kann sich auf das gemessene Geburtsgewicht oder das geschätzte Gewicht beziehen, welches i.d.R. auf sonographischen Messungen basiert (Miller et al., 2012).

Die Wachstumsdiskordanz von Zwillingen lässt sich mit nachfolgender Formel berechnen (Miller et al., 2012):

$$\frac{(\text{Gewicht des schwereren Zwillings} - \text{Gewicht des leichteren Zwillings})}{(\text{Gewicht des schwereren Zwillings})} \times 100\%$$

Ein gewisses Ausmaß an Wachstumsdiskordanz kommt natürlicherweise bei Zwillingen vor. Eine höhergradige Wachstumsdiskordanz, im Sinne einer selektiven intrauterinen Wachstumsretardierung (engl. selective fetal growth restriction, sFGR), kann jedoch Ausdruck einer zugrundeliegenden Pathologie sein und ist mit einem höheren Risiko für perinatale Morbidität und intrauterinem Fruchttod assoziiert (D'Antonio et al., 2018, Buca et al., 2017, Miller et al., 2012). Eine solche höhergradige Wachstumsdiskordanz betrifft etwa 10-20% aller Zwillingsschwangerschaften und sollte aufgrund des erhöhten Risikos ein besonderes Management und ein engeres Monitoring als Schwangerschaften ohne entsprechende Wachstumsdiskordanz nach sich ziehen (Miller et al., 2012). Schon im ersten Trimester kann eine abweichende Scheitel-Steißlänge beider Zwillinge ein erstes Anzeichen für eine Diskordanz sein (Memmo et al., 2012, Litwinska et al., 2020). Auch eine Fruchtwasservolumendifferenz kann auf das Vorliegen einer Wachstumsdiskordanz hindeuten (Dudenhausen und Maier, 2010). Meist wird sie jedoch im zweiten Trimester mittels fetaler Biometrie oder atypischer diastolischer Flussmuster im Dopplerultraschall der A. umbilicalis festgestellt (Gratacós et al., 2007, von Kaisenberg und Klaritsch, 2020).

Während verschiedene Cut-Off Werte für das Vorliegen einer höhergradigen Wachstumsdiskordanz verwendet werden, die im Bereich zwischen 10% und 30% liegen (Miller et al., 2012, Khalil et al., 2016, Breathnach et al., 2011),

empfiehlt die Internationale Gesellschaft für Ultraschall in der Geburtshilfe und Gynäkologie (ISUOG) eine Gewichts Differenz von 20% als Cut-Off Wert, um entsprechende Risikoschwangerschaften im klinischen Alltag zu identifizieren (Khalil et al., 2016).

Die kanadische Gesellschaft für Geburtshilfe und Gynäkologie (SOGC) empfiehlt darüber hinaus, neben einer geschätzten Gewichts Differenz von 20%, auch eine Differenz des Abdomenumfangs über 20 mm als Kriterium für eine Diskordanz bei Zwillingen in Betracht zu ziehen (Morin und Lim, 2017).

1.3.2 Gesundheitliche Risiken einer Wachstumsdiskordanz

Wie im vorherigen Abschnitt bemerkt, ist eine höhergradige Wachstumsdiskordanz mit einer erhöhten perinatalen Morbidität und Mortalität assoziiert (Buca et al., 2017, D'Antonio et al., 2018, Miller et al., 2012). Zu den möglichen perinatalen Komplikationen zählen u.a. eine erhöhte Wahrscheinlichkeit angeborener Fehlbildungen, intrauteriner Wachstumsrestriktion, vermehrte Frühgeburtlichkeit, Infektion eines der beiden Feten, ein arterieller Nabelschnur pH-Wert < 7.10, RDS und eine höhere Sterblichkeit innerhalb der ersten Woche (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2004).

Neben dieser Reihe an perinatalen Komplikationen ist eine sFGR auch mit einem schlechteren neurologischen Outcome im frühen Kindesalter assoziiert (Swamy et al., 2018, Groene et al., 2019).

Die längerfristigen Auswirkungen einer Wachstumsdiskordanz bzw. sFGR auf die spätere Gesundheit, beispielsweise auf die neurokognitive Entwicklung, den Metabolismus oder das weitere Wachstum, sind jedoch immer noch unzureichend untersucht (Swamy et al., 2018, Groene et al., 2019).

1.3.3 Die DOHaD-Hypothese

Durch epidemiologische Studien konnte ein Zusammenhang zwischen niedrigem Geburtsgewicht bzw. intrauteriner Wachstumsrestriktion bei neugeborenen Einlingen und dem Risiko für spätere kardiovaskuläre und metabolische

Erkrankungen im Erwachsenenalter festgestellt werden (Valdez et al., 1994, Barker et al., 1993, Barker und Fall, 1993).

Auf diesen Beobachtungen fußt, die von Barker postulierte „Developmental Origins of Health and Disease Hypothese“ (DOHaD-Hypothese):

Diese besagt, dass ungünstige Umweltbedingungen im intrauterinen Milieu, wie etwa durch eine inadäquate Nährstoffversorgung des Feten mit resultierender Wachstumsrestriktion, über Störungen des Hormonhaushalts und epigenetischen Veränderungen zu einer permanenten physiologischen Fehlanpassung führen (Wadhwa et al., 2009, Barker und Fall, 1993). Diese Fehlanpassung wird auch als „Programmierung“ bezeichnet. Viele Erkrankungen im Erwachsenenalter, wie Hypertonus, koronare Herzkrankheit, Adipositas oder eine gestörte Insulinsensitivität bzw. Diabetes mellitus lassen sich laut der DOHaD-Hypothese auf diese fetale Fehlprogrammierung zurückführen (Barker und Fall, 1993, Barker et al., 1993).

1.3.4 Risikofaktoren für eine höhergradige Wachstumsdiskordanz

Es gibt eine Reihe von Risikofaktoren, die das Auftreten einer Wachstumsdiskordanz bei monozygoten oder dizygoten Zwillingschwangerschaften begünstigen. Diese lassen sich grob in fetale, plazentare und mütterliche Faktoren unterteilen (Miller et al., 2012). Einige wesentliche Faktoren sollen hier kurz erläutert werden:

Fetale Faktoren

Die Chorionizität der Zwillinge spielt eine entscheidende Rolle, da bei monochorialen Zwillingen eine höhergradige Wachstumsdiskordanz nicht nur häufiger auftritt, sondern auch mit einer höheren Morbidität als bei dichorialen Zwillingen assoziiert ist (Victoria et al., 2001). Dies ist v.a. auf plazentare Faktoren zurückzuführen, welche im folgenden Abschnitt erläutert werden. Andere fetale Risikofaktoren für eine Wachstumsdiskordanz sind u.a. unterschiedliche Geschlechter beider Feten, das Vorhandensein mindestens eines Zwillings, welcher SGA ist, und seltener auch transplazentare

Virusinfektionen, wie durch das Cytomegalievirus, die nur einen der beiden Zwillinge betreffen (Lazzarotto et al., 2003, Miller et al., 2012).

Auch chromosomale Anomalien und Fehlbildungen sind denkbar, weshalb bei Feststellung einer Wachstumsdiskordanz ein Fehlbildungsschall und ggf. eine Amniozentese zum Ausschluss chromosomaler Anomalien der Feten empfohlen wird (von Kaisenberg und Klaritsch, 2020).

Plazentare Faktoren

Bei wachstumsdiskordanten Zwillingen lassen sich verschiedene Auffälligkeiten hinsichtlich der Plazenta feststellen. Diese betreffen die Masse der Plazenta, Versorgungsungleichgewichte durch plazentare Gefäßanastomosen und Anomalien der Nabelschnur (Miller et al., 2012):

So konnte gezeigt werden, dass die Plazenta bei Zwillingspaaren mit höhergradiger Wachstumsdiskordanz häufig ein geringeres Gewicht aufweist als bei Paaren mit nur geringer oder fehlender Wachstumsdiskordanz (Victoria et al., 2001). Bei wachstumsdiskordanten dichorialen Zwillingspaaren konnte beim leichteren Zwilling eine signifikant geringere Plazentamasse als beim schwereren Co-Zwilling festgestellt werden (Victoria et al., 2001). Bei monochorialen Zwillingen mit Wachstumsdiskordanz ist außerdem die Gesamtmasse der Plazenta im Vergleich zu monochorialen Zwillingen ohne Wachstumsdiskordanz signifikant verringert (Lewi et al., 2007, Victoria et al., 2001).

Spezifisch für monochoriale Zwillingsschwangerschaften ist, dass beide Zwillinge sich ein und dieselbe plazentare Versorgung teilen, was auch als „placental sharing“ bezeichnet wird (De Paepe et al., 2010). Dabei kann die funktionelle Aufteilung der Plazenta zwischen beiden Co-Zwillingen je nach Gefäßverlauf deutlich variieren (De Paepe et al., 2010).

Dieses Versorgungsungleichgewicht, besonders bei Vorliegen großer bidirektionaler Anastomosen, steigert das Risiko für eine Wachstumsdiskordanz und führt unter Umständen zu einer interfetalen Transfusion (Groene et al., 2022). Ein fetofetales Transfusionssyndrom (FFTS) oder eine Anämie-Polyzythämie Sequenz können die Folge sein. Ein FFTS kommt in ca. 10-15% aller monochorialen Zwillingsschwangerschaften vor und stellt gleichzeitig eine

der wichtigsten Todesursachen für monochoriale Zwillinge dar (Lewi, 2010, Bamberg und Hecher, 2019).

Der Zeitpunkt, ab dem eine Wachstumsdiskordanz zu Tage tritt, kann dabei je nach Gefäßarchitektur und Größenunterschied der beiden Zwillingen zur Verfügung stehenden Plazentaareale variieren (Lewi et al., 2008). Klinisch kann sich dieses Ungleichgewicht durch atypische Flussmuster im Dopplerultraschall äußern (Lewi et al., 2008).

Auch die Lage der Nabelschnur bzw. Umbilikalgefäße kann bei der Entwicklung einer Wachstumsdiskordanz eine Rolle spielen: Beispielsweise findet sich eine Insertio velamentosa beim leichteren Feten wachstumsdiskordanter Zwillinge deutlich häufiger als beim schweren Co-Zwilling (Victoria et al., 2001). Bei dieser Ansatzanomalie inseriert die Nabelschnur nicht mittig in die Plazenta, sondern direkt an den Eihäuten, wodurch die Umbilikalgefäße durch ihren atypischen Verlauf besonders exponiert sind, was zu einer Nabelschnurkompression, fetaler Hypoxie und starkem Blutverlust durch Gefäßruptur führen kann (Buchanan-Hughes et al., 2020). Diese Ansatzanomalie der Nabelschnur kommt bei monochorialen Zwillingsschwangerschaften nicht nur häufiger vor (18% vs. 6%), sondern hat auch einen stärkeren Einfluss auf die Wachstumsdiskordanz als bei dichorialen Zwillingen (Hanley et al., 2002).

Mütterliche Faktoren

Verschiedene mütterliche Faktoren, wie das mütterliche Alter, der Gebrauch assistierter Reproduktion oder Parität wurden in Bezug auf das Risiko für eine Wachstumsdiskordanz untersucht. Die entsprechenden Studien kommen jedoch zu unterschiedlichen Ergebnissen (Miller et al., 2012).

1.4 Aufholwachstum

1.4.1 Definition des Aufholwachstums

Für den Begriff des Aufholwachstums (engl. catch-up growth) gibt es unterschiedliche Definitionen. Es beschreibt im Allgemeinen eine

Wachstumsgeschwindigkeit, welche nach einer vorübergehenden Phase eingeschränkten Wachstums bzw. einer Wachstumsrestriktion, über die altersentsprechende Norm erhöht ist (Wit und Boersma, 2002). Das Aufholwachstum könne dabei unter Umständen schwer von einem pubertären Wachstumsschub zu differenzieren sein und kann vollständig oder unvollständig erfolgen (Wit und Boersma, 2002). Von einem kompletten Aufholwachstum wird ausgegangen, wenn die Körpergröße des Kindes im entsprechenden Zielgrößenbereich (engl. target height range) liegt (Wit und Boersma, 2002). Für eine bessere Quantifizierung des Aufholwachstums wird außerdem empfohlen dieses als Differenz im Standard Deviation Score (SDS) für die Körpergröße anzugeben (Wit und Boersma, 2002).

1.5 Körperzusammensetzung Frühgeborener Zwillinge und Einlinge

1.5.1 Modelle zur Körperzusammensetzung

In den letzten Jahren lag der Fokus vieler Studien zur Beurteilung des Wachstums vor allem auf allgemeinen anthropometrischen Parametern wie der Körpergröße, Gewicht oder dem Body-Mass-Index (BMI). Die Messung der Körperzusammensetzung gewinnt jedoch sowohl in der Forschung als auch klinischen Praxis an Bedeutung, da sie eine genauere Einschätzung des individuellen Gesundheitszustands ermöglicht und wertvolle Erkenntnisse über die Auswirkungen von Ernährungsinterventionen liefert. Zur Analyse der Körperzusammensetzung stehen unterschiedliche Messmethoden bzw. Modelle zur Verfügung, die spezifische Vor- und Nachteile aufweisen (Androutsos und Zampelas, 2022).

Im Zwei-Kompartimenten Modell wird zwischen Fettmasse und fettfreiem Gewebe im Körper unterschieden (Pirlich und Norman, 2010). Diese fettfreie Masse wird auch als „lean body mass“ (LBM) bezeichnet.

Im Drei-Kompartimenten Modell wird der Körper weiter aufgeteilt in Körperfett, LBM sowie Knochenmasse bzw. Körperfett, extrazelluläre Masse und Körperzellmasse (engl. body cell mass, BCM) (Pirlich und Norman, 2010).

Das Vier-Kompartimenten Modell differenziert zusätzlich zwischen Körperfett, Wasser-, Protein- und Mineralgehalt (Wells et al., 1999). Da zur genauen Bestimmung nach dem Vier-Kompartimenten Modell verschiedene Methoden benötigt werden, deren Einsatz u.U. kostspielig ist, werden in der klinischen Praxis je nach Fragestellung und Verfügbarkeit der Messmethoden meist die simpleren Zwei- und Drei-Kompartimenten Modelle verwendet (Pirlich und Norman, 2010). Auch die im Rahmen dieser Dissertation verwendete Luftverdrängungs-Plethysmographie (engl. air-displacement-plethysmography, ADP) bedient sich der Zweikompartimenten-Einteilung in Fettmasse und LBM (Hames et al., 2014).

Neben zusätzlichen anthropometrischen Methoden, wie der Messung von Größe und Gewicht, oder Bestimmung der Hautfaldendicke, lässt sich die Körperzusammensetzung mithilfe diverser Indizes, wie dem Body-Mass-Index (BMI) beschreiben: Da die Verwendung des BMI in der pädiatrischen Population jedoch nicht unumstritten ist (Vanderwall et al., 2017) und sich besonders bei jüngeren Kindern, nur sehr begrenzt dazu eignet Adipositas festzustellen (Vanderwall et al., 2017), gibt es andere Indizes, welche die Körperzusammensetzung und verbundene metabolische Risiken zuverlässiger bestimmen, wie den Fat-Mass-Index (FMI) oder Fat-Free-Mass-Index (FFMI) (Alpizar et al., 2020, Wright et al., 2022). An dieser Stelle ist der Körperfettanteil (BF%) als wichtiger Parameter mit Aussagekraft für die metabolische Gesundheit hervorzuheben. Beispielsweise konnte gezeigt werden, dass ein erhöhter BF% besser dazu geeignet ist ein ungünstiges Lipidprofil bei Kindern- und Jugendlichen vorherzusagen als der BMI (Oliosa et al., 2019). Passend dazu kamen He et al. in einer größeren Querschnittsstudie (n=3819) zu dem Schluss, dass der BF%, nicht aber der BMI, eine Assoziation zu diversen kardiometabolischen Risikofaktoren, wie einer Hypertonie, bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 6 bis 17 Jahren aufweist (He et al., 2023).

Die Untersuchung der Körperzusammensetzung ermöglicht demnach eine wesentlich differenziertere Betrachtung des Ernährungszustands als die reine

Gewichts- oder BMI-Messung. Beispielsweise kann der BF% bei gleichem BMI stark variieren, sodass der BMI insbesondere bei Kindern unter 9 Jahren nur eine sehr eingeschränkte Aussagefähigkeit über den BF% bzw. die Fettmasse hat (Vanderwall et al., 2017).

Die Körperzusammensetzung von Kindern hat also relevante Auswirkungen auf ihre Gesundheit und wird wiederum durch eine Vielzahl Faktoren, wie der genetischen Prädisposition, Alter, Geschlecht, perinatalen Faktoren, Ernährung oder physischer Aktivität beeinflusst (Androutsos und Zampelas, 2022).

1.5.2 Körperzusammensetzung Frühgeborener

Frühgeborene durchlaufen postnatal innerhalb der ersten zwei Lebensjahre oft eine Phase vermehrten Wachstums (Hokken-Koelega et al., 1995). Ihr Aufholwachstum ist dabei meistens unvollständig, besonders wenn die Frühgeborenen gleichzeitig SGA auf die Welt kamen (Raaijmakers et al., 2017, Raaijmakers et al., 2018).

Das Aufholwachstum und die Akkumulation von Körperfett bei Frühgeborenen sind dabei im zeitlichen Verlauf unterschiedlich stark ausgeprägt, was Konsequenzen für ihre Körperzusammensetzung hat (Embleton et al., 2016, Euser et al., 2005). Diese unterscheidet sich von der Körperzusammensetzung reifgeborenen Kinder (Johnson et al., 2012, Hamatschek et al., 2020). So haben unreife Frühgeborene zum errechneten Termin im Durchschnitt einen um 3% Punkte höheren Körperfettanteil als reifgeborene Kinder (Johnson et al., 2012). Weil Frühgeborene am errechneten Termin i.d.R. auch ein niedrigeres Körpergewicht haben, ergibt sich im Vergleich zu reifgeborenen Kindern v.a. ein Defizit an LBM (Johnson et al., 2012). Bei Termin beträgt dieses Defizit ca. 400g-500g (Johnson et al., 2012). Bis zum Alter von 60 Wochen hat sich dieses Defizit auf ca. 100g verringert und auch der Körperfettanteil hat sich dem der reifgeborenen Kinder weiter angepasst (Johnson et al., 2012, Hamatschek et al., 2020).

Nichtsdestotrotz haben Frühgeborene ein erhöhtes Risiko im späteren Leben Diabetes (Kajantie et al., 2010) oder kardiovaskuläre Erkrankungen (Mercuro et al., 2013) zu entwickeln. Auch bei ihnen scheint die Körperzusammensetzung für die Bewertung des metabolischen Risikos eine Rolle zu spielen. Beispielsweise ist die Verteilung des Körperfetts ein guter Prädiktor für eine Insulinresistenz (Alpízar et al., 2020)

Vor dem Hintergrund der DOHaD-Hypothese, der schon intrauterin beginnenden Unterschiede zwischen Zwillingen und Einlingen, sowie der Erkenntnisse über das besondere Wachstum und der Körperzusammensetzung frühgeborener Kinder mit ihren möglichen Folgen auf die spätere Gesundheit, ist es von besonderem Interesse, diese zwischen frühgeborenen Zwillingen und Einlingen zu vergleichen.

1.6 Zielsetzung und klinische Relevanz

Studien, welche die Körperzusammensetzung von frühgeborenen Zwillingen und Einlingen vergleichen, beziehen sich zumeist auf den Zeitraum zwischen der Geburt und den ersten paar Lebensmonaten (Liotto et al., 2020, Paviotti et al., 2013, Demarini et al., 2006). Für ehemalige Zwillings- und Einlingsfrühgeborene im Kindes- und Jugendalter ließen sich in der Literaturrecherche keine vergleichenden Studien zur Körperzusammensetzung finden, daher soll die folgende Arbeit dazu beitragen, mehr Daten für die Altersgruppe der 6- bis 11-Jährigen zu gewinnen.

Ein besseres Verständnis von Wachstum und Körperzusammensetzung bei frühgeborenen Zwillingen könnte in der klinischen Praxis dazu beitragen, ungünstige Wachstumsverläufe bzw. Körperzusammensetzungen frühzeitig zu identifizieren, um ggf. mit geeigneten Maßnahmen gegenzusteuern (z.B. Ernährung).

Primäres Ziel dieser Arbeit ist die Körperzusammensetzung und das Wachstum frühgeborener Zwillinge zu beschreiben und mit der von frühgeborenen Einlingen innerhalb derselben Kohorte zu vergleichen.

Dabei soll es um folgende Fragestellungen gehen:

1) Unterscheiden sich frühgeborene Zwillinge und Einlinge, welche jeweils vor der 32 0/7 SSW geboren wurden, hinsichtlich ihrer Anthropometrie und ihrer Körperzusammensetzung?

2) Welche Unterschiede lassen sich ferner beschreiben in Abhängigkeit vom:

2.1) Geschlecht, d.h. zwischen Jungen und Mädchen im Allgemeinen, aber insbesondere zwischen männlichen bzw. weiblichen Zwillingen im Vergleich zu Einlingen

2.2) Gestationsalter, bei Zwillingen und Einlingen, die vor bzw. nach der 28 0/7 SSW geboren wurden

3) Welche Unterschiede hinsichtlich der Anthropometrie und Körperzusammensetzung können zwischen wachstumskonkordanten und wachstumsdiskordanten Zwillingen festgestellt werden?

3.1) Welche Unterschiede (Intra-Paar Differenzen) lassen sich innerhalb der konkordanten und diskordanten Zwillingspaare beschreiben?

3.2) Gelingt es dem bei Geburt leichteren Zwilling im Vergleich zum bei Geburt schwereren Co-Zwilling Gewicht und Größe aufzuholen?

4) Welche Messwerte für den Blutdruck lassen sich für die konkordanten bzw. diskordanten Zwillinge beschreiben?

4.1) Wie stark ist die Blutdruckdifferenz innerhalb der konkordanten und diskordanten Zwillingspaare ausgeprägt und hängt diese mit dem Grad der Wachstumsdiskordanz bei Geburt zusammen?

2 Material und Methoden

2.1 Ethikantrag und Studienregistrierung

Der Ethikantrag zur Studie „Körperzusammensetzung, Bewegungs- und Schlafverhalten bei ehemaligen sehr unreifen Frühgeborenen im Alter von 6-10

Jahren - als Abschnitt einer geplanten longitudinalen Kohortenstudie“ (Projektnummer 103/2022BO2) wurde der Ethik-Kommission der Medizinischen Fakultät Tübingen im April 2022 vorgelegt und im Juni 2022 durch ein positives Votum der Ethik-Kommission genehmigt.

Des Weiteren wurde die Studie im Deutschen Register Klinischer Studien mit der Studiennummer DRKS00029386 registriert.

2.2 Studienaufbau

Die Datenerhebung zu dieser Arbeit wurde als Teilprojekt einer monozentrischen Querschnittsstudie zur „Körperzusammensetzung und Bewegungs- und Schlafverhalten bei ehemaligen Frühgeborenen im Alter von 6-10 Jahren“ geplant. Ziel des Teilprojektes war es, die frühgeborenen Zwillinge mit den frühgeborenen Einlingen der Kohorte in Hinblick auf ihre Körperzusammensetzung, Wachstum bzw. anthropometrischer Parameter zu vergleichen sowie Unterschiede zwischen wachstumskongruenten und -diskongruenten Zwillingspaaren zu beschreiben. Die Arbeit war explorativ ausgelegt, da noch keine deutschen Vergleichsdaten zu ehemaligen frühgeborenen Einlingen bzw. Zwillingen mittels ADP vorliegen. Der Zeitraum des Projekts wurde dabei etwa auf ein Jahr angesetzt.

2.3 Zielparameter und zusätzliche Datenquellen

Die erhobenen Zielparameter lassen sich im Wesentlichen in anthropometrische Messparameter und Messparameter zur Körperzusammensetzung unterteilen. Anthropometrische Daten zum Zeitpunkt der Geburt sowie der einzelnen Vorsorgeuntersuchungen wurden dem Kinderuntersuchungsheft („gelbes Heft“) entnommen. Daten zur Chorionizität der Zwillinge wurden nach den prä- bzw. postnatalen Angaben mithilfe des abteilungsinternen Datenmanagementsystems Neodat© (PaedSoft, Tübingen) ermittelt. Es folgt eine Auflistung der erhobenen Zielparameter der Frühgeborenen (FG):

Anthropometrische Messparameter

Geburtsgewicht (kg)

Geburtslänge (cm)
Geburtskopfumfang (cm)
Körpergröße bei Messung (cm)
Körpergewicht bei Messung (kg)
Kopfumfang bei Messung (cm)
BMI bei Messung (kg/m²)
Hautfaltendicke bei Messung (cm)

Messparameter für Körperzusammensetzung mittels ADP

Körperfettanteil, BF (%)
Körperfettmasse, BFM (kg)
fettfreie Masse, LBM (kg)

Weitere gemessene Parameter

systolischer Blutdruck (mmHg)
diastolischer Blutdruck (mmHg)

2.4 Berechnung der Wachstumsdiskordanz

Die Wachstumsdiskordanz bei Geburt wurde als Gewichtsdivergenz bezogen auf den schwereren Zwillings nach folgender Formel berechnet (vgl. Kapitel 1.3.1.):

$$\frac{(\text{Gewicht des schwereren Zwillings} - \text{Gewicht des leichteren Zwillings})}{(\text{Gewicht des schwereren Zwillings})} \times 100\%$$

2.5 Studienpopulation und Rekrutierung

2.5.1 Studienpopulation und Einschlusskriterien

Bei der Studienpopulation handelt es sich um alle ehemals sehr unreifen FG (Gestationsalter < 32 0/7 SSW), welche 1) zwischen dem 01.01.2012 und 31.10.2016 in der Universitätsfrauenklinik Tübingen geboren, postnatal betreut und im Anschluss lebend nach Hause entlassen wurden und, 2) deren Erziehungsberechtigten im Rahmen einer früheren Studie (Ethikkommission Tübingen Projekt Nr. 22 2022) ihr Einverständnis gegeben hatten, für zukünftige Studien kontaktiert werden zu dürfen.

Darüber hinaus wurden ausreichende Deutschkenntnisse zur Verständigung sowie die schriftliche Einwilligung der Erziehungsberechtigten vorausgesetzt.

2.5.2 Ausschlusskriterien

Ausschlusskriterien waren eine Geburt nach der 32 0/7 SSW sowie eine mangelnde schriftliche Einwilligungserklärung der Erziehungsberechtigten oder fehlende Deutschkenntnisse.

2.5.3 Elternaufklärung und Kontaktaufnahme

Vor telefonischer Kontaktaufnahme wurde den betreffenden Familien ein erster Umschlag mit einem Aufklärungsschreiben zugeschickt. Dieses beinhaltete neben allgemeinen Informationen zur Studie, ihrer Durchführung und Freiwilligkeit bei der Teilnahme auch die Ankündigung, dass innerhalb der nächsten Tage ein Mitglied des Studienteams der Neonatologie zur weiteren Aufklärung über die Studie anrufen würde.

Wie angekündigt wurden die Familien dann im zweiten Schritt telefonisch kontaktiert, um die Ziele und den genauen Ablauf der ADP-Messung zu erläutern, sowie um etwaige Fragen der Eltern zu klären. Das Telefongespräch erfolgte nach einem standardisierten Telefonprotokoll.

Bei Interesse an der Teilnahme wurde dann ein zweiter Umschlag mit einer detaillierten Aufklärung, Einverständniserklärung und Fragebögen an die Eltern versandt. Darüber hinaus wurden in Anbetracht der pandemischen Lage im Sommer und Herbst 2022 Covid-19 Schnelltests für die teilnehmenden Kinder sowie einer Begleitperson für den Messtermin zur Verfügung gestellt.

Die Kontaktaufnahme mit den Familien erfolgte parallel zur Datenerhebung in chronologischer Reihenfolge innerhalb mehrerer Kontakttrunden. Bei den Familien, bei denen die Kontaktaufnahme nicht möglich war, da hinterlegte Rufnummer oder Adresse nicht aktuell bzw. fehlerhaft war, wurde das zuständige Einwohnermeldeamt kontaktiert, um die aktuelle Adresse zu ermitteln.

2.6 Messtermin und Datenerhebung

2.6.1 Ablauf eines typischen Messtermins

Im Folgenden soll der Ablauf eines typischen Messtermins skizziert werden. Der Ablauf der einzelnen Schritte wurde dabei abhängig von der Kooperation der Kinder ggf. individuell angepasst.

Schritt 1: Ausfüllen eines Fragebogens vor dem Messtermin: Ermittlung soziodemographischer Daten, anthropometrischer Daten der Eltern, Ernährungs-, Bewegungs-, Schlaf- sowie Medienverhalten der Kinder

Schritt 2: Übertragung der Angaben aus dem Kinderuntersuchungsheft und Messung aktueller Körpergröße, Gewicht und Kopfumfang.

Schritt 3: Hautfaltendickenmessung

Schritt 4: Messung der Körperzusammensetzung mittels ADP

Schritt 5: Arterielle Blutdruckmessung

Schritt 6: Erläuterung zum Ausfüllen der Schlaftagebücher und Aktigraphie

Schritt 7: Geschenkübergabe an die Kinder, Klärung etwaiger Fragen

Da die Auswertung der Aktigraphie, Schlaftagebücher sowie der im Fragebogen erhobenen Angaben zu sozioökonomischen Daten, Medienverhalten etc. nicht Gegenstand dieser Arbeit sind, wird im Folgenden nicht näher auf diese eingegangen.

2.6.2 ADP-Messung und Kalibrierung des Geräts

Die ADP-Messung wurde mit dem Bodpod® der Firma Cosmed (COSMED USA, Concord, CA, USA) durchgeführt. Im Folgenden werden die einzelnen Schritte der ADP-Messung näher erläutert.

2.6.2.1 Kalibrierung des Geräts

Vor der Messung wurde das Gerät zu Beginn der Inbetriebnahme in mehreren Schritten kalibriert:

Schritt 1: Zunächst wurde das Gerät hochgefahren.

Schritt 2: Die zum BodPod® gehörende Präzisionswaage wurde alle 14 Tage kalibriert, indem zwei standardisierte Gewichte mehrmals auf die Messplattform der Waage platziert wurden.

Schritt 3: In einem Folgeschritt wurden innerhalb eines sogenannten Autoruns mehrere ca. einminütige Testsequenzen mit dem BodPod® gefahren. Für diese Testsequenzen wurden abwechselnd Messungen mit und ohne einem Testvolumen innerhalb der Messkammer durchgeführt. Als Testvolumen diente hierfür ein metallener Zylinder mit definiertem Volumen, welcher auf die Sitzfläche innerhalb des Geräts platziert wurde. Das Ergebnis dieses Autoruns wurde tabellarisch und graphisch auf dem Bildschirm angezeigt.

Schritt 4: Nach erfolgreichem Ablauf der Testsequenzen ohne größere Abweichung der gemessenen Volumina war die Kalibrierung abgeschlossen.

2.6.2.2 Vorbereitung der Probanden

Um das Körpervolumen des Kindes möglichst genau zu halten, wurde die Messung in eng am Körper anliegender Badebekleidung bzw. Unterwäsche durchgeführt. Zusätzlich wurde dem Kind eine Badekappe aufgesetzt, unter welche hervorstehende Haare gestülpt wurden.

Vor der eigentlichen Messung wurde dem Kind angeboten sich bereits probeweise allein oder mit einem Elternteil in den BodPod® zu setzen, um sich mit dem Gerät vertraut zu machen.



Abb. 1 Kind während Messung im BodPod® Kinderklinik Tübingen

Anmerkung: Mit freundlicher Genehmigung von PD Dr.med. Cornelia Wiechers

2.6.2.3 Einzelne Schritte der Messung

Wiegen des Kindes

In einem initialen Schritt wurde das Kind zunächst auf der zum BodPod® gehörenden Waage gewogen. Die zum BodPod®-Gerät gehörende Waage kann dabei auf 0,001 kg genau messen. Dafür musste sich das Kind etwa 10 Sekunden lang mittig auf die Messplattform der Waage stellen. Dieser Schritt musste bei zu viel Bewegung des Kindes ggf. wiederholt werden.

Eingabe der Daten des Kindes und Einstellungen

Anschließend wurden im Menü des BodPod®-Geräts Name, Geburtsdatum und Körpergröße des Kindes eingetragen. Die aktuelle Körpergröße wurde dabei zuvor am Tag der Messung ermittelt. Im nächsten Schritt des Menüs wurden unter den Einstellungen die Optionen „Lohmann“ und „Thoracic Gas Volume: Predicted“ ausgewählt.

ADP-Messung

Unmittelbar vor der Messung erfolgte dann ein Testdurchlauf des Geräts, für welchen erneut der metallene Zylinder als Testvolumen auf die Sitzfläche des BodPod® gestellt wurde.

Nachdem diese Vorbereitungen abgeschlossen waren, wurde der Testzylinder entfernt und das Kind gebeten sich auf die Sitzfläche des BodPod® zu setzen. Dem Kind wurde dann in altersgerechter Sprache vermittelt, dass wie beim Testdurchlauf eine kurze Messung mit dem BodPod® erfolgen würde, mit zwei und in Ausnahmefällen drei Durchläufen mit Ruhepausen dazwischen. Es wurde ebenfalls ein Handzeichen mit dem Kind vereinbart, um zu signalisieren, dass dieses bereit für die Messung ist (Daumen nach oben) oder für den Fall, dass sich das Kind während der Messung unwohl fühlen sollte und den BodPod® verlassen möchte (Daumen nach unten).

Sobald das Kind bereit war, wurde die Tür der Messkammer geschlossen und die erste 50-sekündige Messung gestartet. Während der gesamten Messung stand das Kind im Blickkontakt zu den Eltern und war in der Lage den Hergang der Messung anhand eines Fortschrittsbalkens auf dem Computerbildschirm zu verfolgen. Nach zwei Messdurchläufen wurde vom BodPod® angezeigt, ob die Messung erfolgreich war. War dies nicht der Fall, wurde das Kind nach einer Pause gebeten möglichst noch etwas ruhiger während der Messung zu sitzen und eine dritte Messung durchgeführt.

Nach abgeschlossener Messung wurde noch das tägliche Aktivitätslevel des Kindes abgefragt (in den Abstufungen „low“, „moderate“, „high“, „very high“) und in das BodPod® Menü gegeben. Die Ergebnisse wurden im Anschluss als PDF-Dokumente mit entsprechender Probandennummer gespeichert und den Eltern als Druckversion ausgehändigt, wonach eine Besprechung dieser erfolgte.

2.6.3 Meßprinzip der ADP-Messung

Die Luftverdrängungs-Plethysmographie (engl. air-displacement plethysmography, ADP) funktioniert in ihrem Prinzip ähnlich der Hydrodensitometrie mit dem Unterschied, dass Luft anstelle von Wasser

verdrängt wird (Fields und Goran, 2000). Bei der ADP wird ebenfalls zunächst die Körpermasse des Probanden ermittelt, wonach sich dieser in eine geschlossene, mit Luft gefüllte Kammer begibt. Das vom Probanden verdrängte Luftvolumen entspricht dabei etwa seinem Körpervolumen und kann berechnet werden, indem man das verbleibende Luftvolumen in der Kammer mit dem Probanden von dem Luftvolumen in der Kammer ohne Probanden subtrahiert. Um das Luftvolumen in der Kammer zu bestimmen, führt das Gerät während der Messung mehrere kleine Druckveränderungen durch, indem eine verschiebbliche Membran wiederholte Male ausgelenkt wird.

Hierbei kommt das Boyle'sche Gesetz zum Tragen, welches besagt, dass sich das Volumen eines idealen Gases (V) bei gleichbleibender Temperatur und Stoffmenge umgekehrt proportional zum Druck (p) verhält: **$pV = \text{const.}$**

Hieraus ergibt sich jedoch, dass die Messung mittels ADP trotz technischer Vorkehrungen eine nicht ganz zu eliminierende Störanfälligkeit für Schwankungen der Umgebungstemperatur mit sich führt.

Nachdem die Körpermasse (m) und das Körpervolumen (V) bestimmt wurden, kann die Körperdichte (D) des Probanden mit der Gleichung: **$D = m/V$** bestimmt werden. Etwaige Oberflächenartefakte werden dabei vom Gerät in der Berechnung berücksichtigt.

In einem Folgeschritt können relativer Anteil von LBM und Körperfett berechnet werden, wobei konstante Dichten für beide Körperkompartimente angenommen werden.

Die ADP stellt eine nicht-invasive, strahlungsfreie, akkurate und verhältnismäßig einfach durchführbare Methode zur Ermittlung der Körperzusammensetzung bei Kindern dar (Fields und Allison, 2012, Fields und Goran, 2000).

2.6.4 Hautfaltendickenmessung

Die Hautfaltendickenmessung der Kinder wurde zusätzlich zur ADP-Messung am Messtermin mit einem Kaliper (Modell Harpenden Skinfold Caliper®, Holtain Limited, Crymych, Wales) durchgeführt. Das Kind wurde dafür instruiert sich entspannt und aufrecht hinzustellen, wonach die Hautfaltendicke periumbilikal,

subskapulär sowie am Triceps bestimmt wurde. Für jeden Messpunkt wurden dabei drei Werte abgelesen und anschließend gemittelt. Eine näherungsweise Berechnung des Körperfettanteils (BF%) erfolgte nach den Formeln von Slaughter et. al. (Slaughter et al., 1988)

2.6.5 Körpergröße und Kopfumfang

Die aktuelle Körpergröße und Kopfumfang wurden zu Beginn eines Messtermins mithilfe eines im Raum befindlichen Stadiometers (Ulmer Stadiometer, Busse Design + Engineering, Elchingen, Deutschland) bzw. Maßbandes ermittelt und notiert.

2.6.6 Blutdruckmessung

Eine arterielle Blutdruckmessung wurde am sitzenden Kind in Ruhe mit einem für Kinder geeigneten Blutdruckmessgerät (BOSO carat professional, Bosch+Sohn GmbH u. Co. KG, Jungingen, Deutschland) durchgeführt. Waren die erhobenen Werte nicht plausibel, beispielsweise stark erhöht, so wurde die Blutdruckmessung am Ende eines Termins nach der ADP-Messung wiederholt, um z.B. eine durch Aufregung hervorgerufene Verzerrung der Messwerte zu vermeiden.

2.7 Auswertung der Daten aus dem Kinderuntersuchungsheft

Bei der Auswertung der anthropometrischen Daten aus den Kinderuntersuchungsheften (U-Heften) der Probanden wurde sich gegen die Nennung bzw. Verwertung der Daten der U2 und U3 Untersuchung entschieden, da die eingetragenen Werte im stationären Verlauf auf der neonatologischen Intensivstation i.d.R. nicht zu den entsprechenden Zeitpunkten vorgenommen werden. So erfolgen die Einträge zur U3 i.d.R. zum Zeitpunkt der Entlassung, welcher stark variabel sein kann.

2.8 Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung der Daten wurden die Programme Microsoft Excel (Version 16.54) sowie IBM SPSS Statistics (Version 29.0.0.0) verwendet.

In Abhängigkeit der Verteilung der Daten wurden diese bevorzugt als Median (erstes Quartil – drittes Quartil) bzw. als Mittelwert und Standardabweichung beschrieben. Die Normalverteilung der untersuchten Parameter wurde dabei anhand des Kolmogorov-Smirnov bzw. Shapiro-Wilk Tests interpretiert. Es erfolgte ebenfalls eine Ausreißeranalyse und Prüfung auf Plausibilität der Werte. Nach Prüfung der jeweiligen Voraussetzungen wurden im Falle nicht-normalverteilter Daten bzw. extremer Ausreißer nicht parametrische Tests, wie der Mann-Whitney Test verwendet. Im Falle normalverteilter Messwerte und gegebener Homoskedastizität wurden t-Tests für unabhängige bzw. im Falle der Zwillingspaare abhängige Stichproben durchgeführt. Bei Auswertung der Messwerte für die Zwillingspaare wurden zudem die Differenzen der paarigen Werte auf Normalverteilung getestet. Bei nicht vorhandener Normalverteilung oder starker Asymmetrie der Differenzen wurde ein Test nach Wilcoxon bzw. Vorzeichen-Rang zur Signifikanzprüfung verwendet. Nominale Parameter wurden entweder mithilfe des Chi-Quadrat Tests oder Tests nach Fisher analysiert. Für alle Tests wurde ein Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$ zu Grunde gelegt. Effektstärken wurden als r bei nichtparametrischen Tests bzw. bei t-Tests als d (nach Cohen) angegeben.

Altersentsprechendes Wachstum wurde anhand von Standard Deviation Scores (SDS) untersucht. Die zugrunde liegenden Referenzen beziehen sich dabei auf die britischen Wachstumsreferenzen von 1990 nach Cole et al. (Cole et al., 1998) bzw. Fenton 2013 (Fenton und Kim, 2013). Perzentilen beziehen sich, wenn nicht anders angegeben, auf die KiGGS Studie (Hölling et al., 2012).

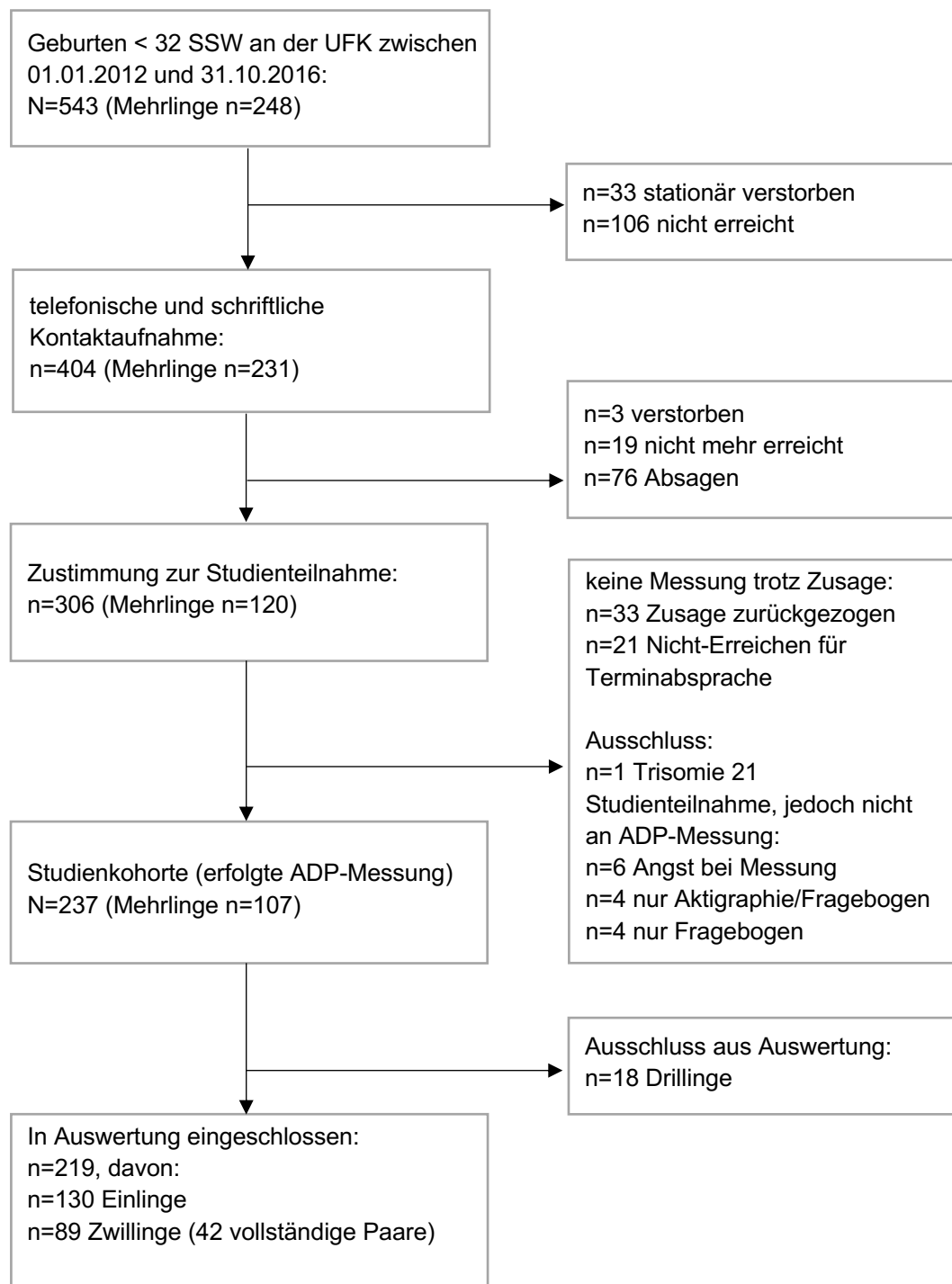
Intrapaarige Differenzen wurden als Differenz zwischen dem bei Geburt leichteren und dem bei Geburt schwereren Co-Zwilling berechnet ($\Delta = \text{leichterer Zwilling} - \text{schwererer Zwilling}$). Negative Werte zeigen somit niedrigere Messwerte des bei Geburt leichteren Zwillings an. Diese Definition wurde für alle Zeitpunkte und Variablen einheitlich beibehalten.

3 Ergebnisse

3.1 Studienpopulation

Bei der Studienpopulation handelt es sich um alle ehemals sehr unreifen FG (Gestationsalter < 32 0/7 SSW), die zwischen dem 01.01.2012 und 31.10.2016 in der Universitätsfrauenklinik Tübingen geboren, postnatal betreut und lebend nach Hause entlassen wurden. Bei 543 Geburten im betrachteten Zeitraum, handelte es sich um 248 Mehrlingskinder (46%). Eine schriftliche bzw. telefonische Kontaktaufnahme gelang in 404 Fällen und nach 76 Absagen, 3 Kindern, die nach der NICU Zeit verstorben sind, sowie 19 Fällen, bei denen keine klare Zustimmung oder Absage vorlag, da die Erziehungsberechtigten nicht erreicht werden konnten, bestand für 306 Kinder (davon 120 Mehrlinge) eine Zusage zur vollständigen oder partiellen Studienteilnahme. Bei 33 Kindern bzw. deren Erziehungsberechtigten erfolgte im weiteren Verlauf eine Absage nach initialer Zusage zur Studienteilnahme, in 21 Fällen konnten die Erziehungsberechtigten nicht mehr zwecks Terminabsprache erreicht werden und bei einem Kind erfolgte ein Ausschluss aufgrund einer Trisomie 21. Darüber hinaus konnte bei 6 Kindern die ADP-Messung aufgrund von zu großer Angst beim Messtermin nicht durchgeführt werden und bei jeweils 4 Kindern erfolgte lediglich eine Teilnahme an der Aktigraphie und dem Fragebogen bzw. nur am Fragebogen.

Eine erfolgreiche Teilnahme an der ADP-Messung mittels BodPod® gelang somit bei N=237 Kindern (davon 107 Mehrlinge). Da die 18 Drillingskinder aus den nachfolgenden Analysen ausgenommen sind, werden die Daten von insgesamt 219 Kindern in den Auswertungen der vorliegenden Arbeit berücksichtigt. Diese lassen sich wiederum in eine Einlingsgruppe von n=130 Kindern (59,4%) und eine Zwillingsgruppe von n=89 Kindern (40,6%) unterteilen. Bei den 89 Zwillingen handelt es sich um 42 vollständige Zwillingspaare, vier Zwillingen, deren Geschwister während der NICU Zeit verstorben sind, und einem Zwilling, bei dem die ADP-Messung des zugehörigen Co-Zwillings aufgrund von Angst bei der Messung nicht durchgeführt werden konnte. Die Analysen zur Wachstumsdiskordanz beziehen sich daher auf die 42 vollständigen Zwillingspaare (n=84 Kinder).



Abk.: UFK – Universitätsfrauenklinik, N – Anzahl (Gesamtheit), n – Anzahl (Stichprobe)

Abb. 2 Flowchart der Studienteilnehmer

3.2 Gesamtkohorte

Die Basischarakteristika bei Geburt sowie eine Übersichtsdarstellung der weiteren Messergebnisse der Gesamtkohorte (N=219) sind in Tab. 2 und 3 aufgeführt. Eine genauere Beschreibung der einzelnen Messergebnisse (anthropometrische Daten, Körperzusammensetzung etc.), erfolgt in den jeweiligen Abschnitten aufgeteilt nach Einlingen und Zwillingen.

Von den 219 Kindern waren insgesamt 101 weiblich (46,1%). Das mediane Alter zum Zeitpunkt der ADP-Messung lag bei 8,1 Jahren, wobei das jüngste teilnehmende Kind 6,0 Jahre und das älteste teilnehmende Kind 10,8 Jahre alt war. Das mediane Gestationsalter bei Geburt lag bei 29 3/7 SSW, mit einer Spannweite für das Gestationsalter von 24 0/7 Wochen bis 31 6/7 Wochen. Eine Übersicht über das Gestationsalter der Probanden findet sich in Abb. 3.

Tab. 2 Daten der Gesamtkohorte bei Geburt

N=219	Mdn	P10	P25	P75	P90	Min	Max
GA (Wochen)	29,4	25,7	27,0	31,0	31,6	24,0	31,9
GG (kg)	1,1	0,6	0,8	1,4	1,7	0,4	2,3
SDS_{GG}	-0,8	-2,3	-1,5	0,0	0,6	-4,1	1,9
GKL (cm)	37,0	31,0	34,0	40,0	42,5	27,5	48,0
SDS_{GKL}	-0,1	-1,5	-0,9	0,5	1,2	-4,2	3,2
GKU (cm)	26,3	22,5	24,0	28,0	29,5	20,0	31,5
SDS_{KU}	-0,8	-2,2	-1,7	-0,1	0,5	-4,5	5,9

Abk.: Mdn – Median, P10 – 10. Perzentile, P25 – 25. Perzentile, P75 – 75. Perzentile, P90 – 90. Perzentile, Min – Minimum, Max – Maximum, GA – Gestationsalter, GG – Geburtsgewicht, SDS – Standard Deviation Score, GKL – Geburtslänge, GKU – Geburtsskopfumfang

Tab. 3 Daten der Gesamtkohorte zum Messzeitpunkt

N=219	Mdn	P10	P25	P75	P90	Min	Max
Alter (Jahre)	8,1	6,4	7,0	9,3	10,2	6,0	10,8
Anthropometrische Daten							
KG (kg)	24,1	18,0	20,1	28,6	32,7	13,0	62,3
SDS _{KG}	-0,4	-2,2	-1,2	0,4	1,2	-4,0	2,9
KL (cm)	126,7	114,1	119,3	135	141,1	101,3	163,4
SDS _{KL}	0,0	-1,6	-0,7	0,8	1,5	-3,1	3,7
KU (cm)	51,0	49,0	50,0	52,5	53,5	46,0	55,0
SDS _{KU}	-1,6	-3,2	-2,5	-0,9	-0,1	-5,0	2,0
BMI (kg/m ²)	14,9	12,9	13,8	16,2	18,3	12,1	25,1
SDS _{BMI}	-0,6	-2,3	-1,6	0,1	1,0	-3,8	3,6
Körperzusammensetzung							
BF (%)	13,5	5,1	9,0	18,3	25,9	0,4	40,9
BFM (kg)	3,2	1,0	1,9	4,9	7,5	0,1	25,3
LBM (kg)	20,9	16,3	17,9	24,3	26,3	11,7	38,8
Hautfaltendicke							
Periumbilikal*(mm)	7,7	4,5	5,7	11,8	17,0	3,2	35,7
Triceps** (mm)	8,8	6,1	7,6	11,2	15,1	3,5	27,7
Subskapular**(mm)	5,4	4,1	4,7	6,6	10,1	3,4	25,0
Blutdruck***							
Systolisch (mmHg)	111	98	105	118	126	70	145
Diastolisch (mmHg)	75	64	70	82	89	44	98

Abk.: Mdn – Median, P10 – 10. Perzentile, P25 – 25. Perzentile, P75 – 75. Perzentile, P90 – 90. Perzentile, Min – Minimum, Max – Maximum, KG – Körpergewicht, SDS – Standard Deviation Score, KL – Körperlänge, KU – Kopfumfang, BF% - Körperfettanteil (%), BFM – Körperfettmasse (kg), LBM - absolute fettfreie Masse (kg), **Anzahl:** *(n=216), **(n=217), ***(n=218)

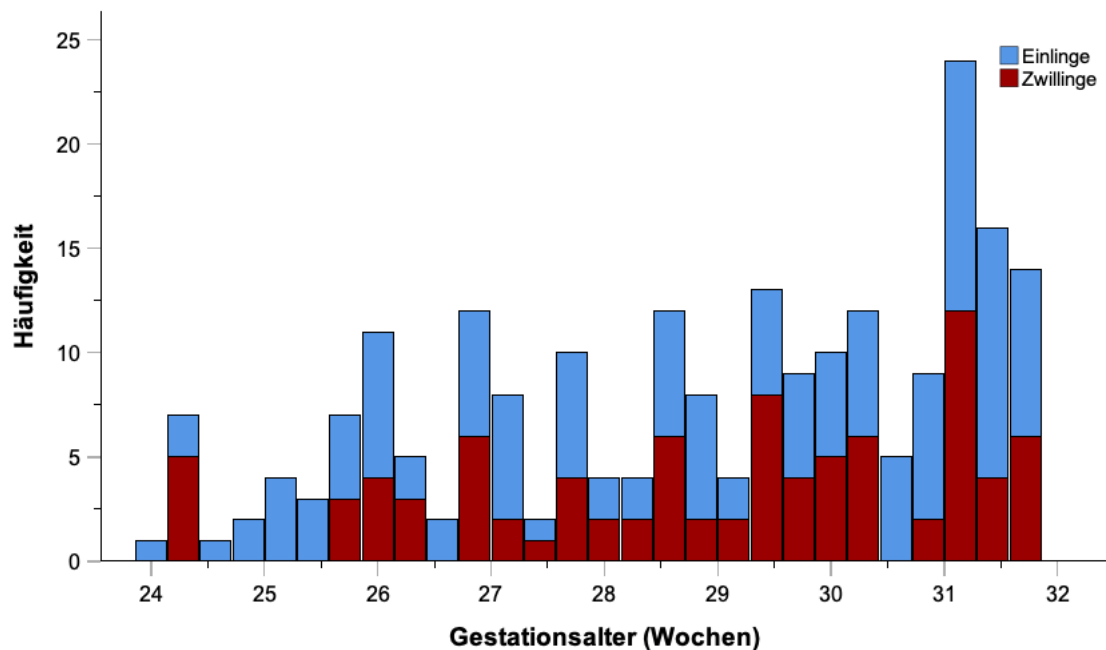


Abb. 3 Gestationsalter bei Geburt (Wochen)

3.2.1 Neonatale Komplikationen der FG

Eine Frühgeborenen-Retinopathie konnte bei $n=17$ (7,8 %) Kindern im Rahmen des stationären Aufenthalts festgestellt werden. Bei den Einlingen waren $n=9$ (6,7 %) Kinder und bei den Zwillingen $n=8$ (9,4 %) Kinder betroffen. Eine behandlungsbedürftige Retinopathie mit Anti-vaskulärem epithelalem Wachstumsfaktor (Anti-VEGF) oder Lasertherapie war jedoch bei keinem der Kinder notwendig. Insgesamt hatten 15 der 219 Kinder (6,8%) im postmenstruellen Alter von 36 Wochen eine moderate oder schwere bronchopulmonale Dysplasie. Bei den Einlingen waren hiervon $n=12$ (9%) Kinder und bei den Zwillingen $n=3$ (3,5%) Kinder betroffen. Ferner bestand bei $n=58$ (26,5%) Kindern am 28. Lebenstag noch ein Sauerstoffbedarf. Bei den Einlingen waren es $n=39$ (29,1%) Kinder und bei den Zwillingen $n=19$ (22,4%) Kinder. Eine nekrotisierende Enterokolitis (NEC) kam bei keinem der $N=219$ Kinder vor. Eine fokale intestinale Perforation (FIP) ließ sich hingegen bei 6 (2,7%) Kindern diagnostizieren. Es handelte sich jeweils um $n=2$ (1,5%) Einlinge sowie $n=4$ (4,7%) Zwillinge, welche alle operativ mit einem Anus praeter versorgt wurden.

Eine intraventrikuläre Hämorrhagie 3. oder 4. Grades kam bei $n=2$ (0,9%) Kindern vor. Beide Kinder waren Einlinge.

3.2.2 Geburtsdaten Gesamtkohorte

3.2.2.1 Anthropometrische Daten

Die anthropometrischen Daten der Gesamtkohorte bei Geburt sind Tab. 2 zu entnehmen. Für das Geburtsgewicht der Kinder ergab sich ein Median von 1,1 kg. Das geringste verzeichnete Geburtsgewicht lag bei 370g (bei einem männlichen Einling mit 25 0/7 Wochen bzw. einem weiblichen Zwilling mit 26 0/7 Wochen) und das höchste bei 2300 g. Bei letzterem handelte es sich um einen männlichen Einling mit einem Gestationsalter von 31 4/7 Wochen. Die mediane Körperlänge bei Geburt lag bei 37,0 cm, mit einem ersten Quartil von 34,0 cm einem dritten Quartil von 40,0 cm. Der mediane Kopfumfang bei Geburt betrug 26,4 cm mit einem ersten Quartil von 24,0 cm bzw. einem dritten Quartil von 28,0 cm.

3.2.2.2 SDS-Werte

Die standardisierten anthropometrischen Werte der Gesamtkohorte bei Geburt sind Tab. 2 zu entnehmen. Ein genauer Vergleich der standardisierten anthropometrischen Werte der Einlinge und Zwillingen findet sich ab Kapitel 3.3. Für die Gesamtkohorte ergibt sich im Median ein Geburtsgewichts-SDS von -0,8 mit einem ersten Quartil von -1,5 und einem dritten Quartil von 0,0. Ähnliche SDS-Werte bei Geburt ergeben sich für den Kopfumfang mit einem Median von -0,8 und einem ersten Quartil von -1,7 und einem dritten Quartil von -0,1. Für die Geburtslänge fallen die standardisierten Werte mit einem Median von 0,1 bzw. einem ersten Quartil von -0,9 und dritten Quartil von 0,5 höher aus.

3.2.3 Daten bei Messung Gesamtkohorte

3.2.3.1 Anthropometrische Daten (Messung)

3.2.3.1.1 Gewicht

Für die Gesamtkohorte ergibt sich zum Messzeitpunkt im Median ein Körpergewicht von 24,1 kg bei einem medianen Alter von 8,1 Jahren. Dies entspricht ca. der 16. Perzentile für Jungen bzw. 22. Perzentile für Mädchen. Der Interquartilsabstand liegt bei 8,5 kg mit einem ersten Quartil von 20,1 kg und einem dritten Quartil von 28,6 kg.

3.2.3.1.2 Größe

Die mediane Körpergröße der Gesamtkohorte lag zum Messzeitpunkt bei 126,7 cm. Dies entspricht ca. der 20. Perzentile für Jungen bzw. der 27. Perzentile für Mädchen. Das erste Quartil der Messdaten lag bei 119,3 cm und das dritte Quartil bei 135,0 cm.

3.2.3.1.3 KU

Für den Kopfumfang ergab sich ein Median von etwa 51 cm. Dies entspräche in etwa der 10. Perzentile für Jungen oder der 25. Perzentile für Mädchen. Das erste Quartil lag bei 50 cm und das dritte Quartil bei ca. 53 cm.

3.2.3.1.4 BMI

Der Median für den BMI der Gesamtkohorte lag zum Messzeitpunkt bei 14,9 kg/m², mit einem ersten Quartil von 13,8 kg/m² und einem dritten Quartil von 16,2 kg/m². Dieser Median für den BMI entspräche etwa der 21. Perzentile für Jungen bzw. der 23. Perzentile für Mädchen.

3.2.3.2 SDS-Werte (Messung)

3.2.3.2.1 Gewichts-SDS

Der Gewichts-SDS der Gesamtkohorte lag zum Messzeitpunkt im Median bei einem Wert von etwa -0,4. Erstes und drittes Quartil lagen entsprechend bei -1,2 und 0,4. Im Vergleich zur Geburt, bei welcher der mediane Gewichts-SDS für die Gesamtkohorte bei -0,8 lag ist damit ein Zuwachs für den Gewichts-SDS zu verzeichnen.

3.2.3.2.2 Körpergrößen-SDS

Für die Gesamtkohorte konnte zum Messzeitpunkt ein medianer SDS-Wert von 0,0 erhoben werden, welches für ein altersgerechtes Längenwachstum spricht. Das erste und dritte Quartil lag jeweils bei einem SDS-Wert von -0,7 und 0,8. Auch hier ließ sich ein Zuwachs im Vergleich zur Geburt feststellen.

3.2.3.2.3 KU-SDS

Der mediane KU-SDS für die Gesamtkohorte zum Messzeitpunkt lag bei -1,6 mit einem ersten Quartil von ca. -2,5 und einem dritten Quartil von -0,9. Somit lagen niedrigere Werte als bei der Geburt vor, bei welcher der Median -0,8 betrug.

3.2.3.3 BC

3.2.3.3.1 BF%

Im Median lag der BF% der Gesamtkohorte zum Messzeitpunkt bei 13,5%. Es ließ sich eine relativ große Spannweite der Messwerte mit einem maximalen BF% von 40,9% bei einem weiblichen Zwilling sowie einem minimalen BF% von lediglich 0,4% bei einem männlichen Einling. Der Interquartilsabstand betrug 9,3% mit einem ersten Quartil für den BF% von 9,0% und einem dritten Quartil von 18,3%. Die Messwerte für den BF% aufgeteilt nach Einlingen und Zwillingen sind als Streudiagramm in Abb. 16 zu finden.

3.2.3.3.2 BFM (kg)

Der Median der BFM (kg) für die Gesamtkohorte lag bei 3,2 kg. Analog zum BF% war eine hohe individuelle Streuung zu beobachten mit einem Minimum von 0,1 kg und einem Maximum von 25,3 kg BFM. Das erste und dritte Quartil lag jeweils bei 1,9 kg bzw. 4,9 kg.

3.2.3.3.3 LBM (kg)

Für die LBM (kg) ergab sich ein Median der Gesamtkohorte von 20,9 kg mit einem Minimum von 11,7 kg bzw. einem Maximum von 28,8 kg. Erstes und drittes Quartil lagen jeweils bei 17,9 kg bzw. 24,3 kg.

3.2.3.4 Hautfaltendicke

Die höchsten Messwerte wurden für die Triceps-Hautfaltendicke mit einem Median von 8,8 mm erhoben, mit einem ersten Quartil von 7,6 mm und einem dritten Quartil von 11,2 mm. Etwas niedrigere Messwerte ergaben sich für die periumbilikale Hautfaltendicke mit einem Median von 7,7 mm (Q1: 5,7 mm; Q3: 11,8 mm) sowie die subskapulare Hautfaltendicke mit einem Median von 5,4 mm (Q1: 4,7 mm und 6,6 mm).

3.3 Vergleich Einlinge und Zwillinge

3.3.1 Gesamtergebnistabellen Einlinge und Zwillinge

Tab. 4 und Tab. 5 geben eine Übersicht über die wichtigsten Parameter, die zwischen der Einlings- und Zwillingsgruppe verglichen wurden. Ein detaillierterer Vergleich der einzelnen Parameter erfolgt in den jeweiligen Unterkapiteln.

Das mediane Alter zum Zeitpunkt der Messung lag bei den Einlingen mit 8,3 Jahren etwas höher als bei den Zwillingen mit einem medianen Alter von 7,7 Jahren, allerdings war dieser Altersunterschied statistisch nicht signifikant ($p=0,371$). Tendenziell war der Anteil weiblicher Probanden in der Zwillingsgruppe mit 52,8% höher als in der Einlingsgruppe mit 41,5%. Dieser Unterschied in der Geschlechterverteilung war im Chi-Quadrat Test jedoch nicht signifikant ($X^2(1, N=219)=2,701$; $p=0,100$).

Tab. 4 Vergleich Einlinge vs. Zwillinge bei Geburt

N=219	Einlinge (n=130)			Zwillinge (n=89)			p-Wert	r/d
	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3		
GA (Wochen)	29,4	27,0	31,0	29,6	27,1	31,0	0,970	
GG (kg)	1,1	0,8	1,5	1,2	0,8	1,4	0,986	
SDS _{GG}	-0,8	-1,6	0,3	-0,7	-1,3	-0,2	0,995	
GKL (cm)	37,0	33,9	40,3	37,0	34,0	39,3	0,764	
SDS _{GKL}	-0,2	-1,0	0,5	0,0	-0,7	0,5	0,949	
GKU (cm)	26,0	23,7	28,0	26,9	24,3	28,0	0,523	
SDS _{GKU}	-1,0	-1,9	-0,1	-0,6	-1,3	-0,1	0,113	

Abk.: Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, r/d – Effektstärke r bzw. Cohen's d , GA – Gestationsalter, GG – Geburtsgewicht, SDS – Standard Deviation Score, GKL – Geburtslänge, GKU – Geburtskopfumfang

Tab. 5 Vergleich Einlinge vs. Zwillinge zum Messzeitpunkt

N=219	Einlinge (n=130)			Zwillinge (n=89)			p-Wert	r/d
	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3		
Alter (Jahre)	8,3	7,1	9,3	7,7	6,9	9,2	0,371	
Anthropometrische Daten								
KG (kg)	23,9	20,0	28,8	24,3	20,2	28,4	0,707	
SDS _{KG}	-0,4	-1,4	0,3	-0,4	-1,0	0,5	0,239	
KL (cm)	126,7	119,5	135,0	127,2	118,8	135,1	0,806	
SDS _{KL}	0,0	-1,0	0,7	0,1	-0,5	0,9	0,039	0,286
KU (cm)	51,0	50,0	52,0	51,1	50,0	52,5	0,225	
SDS _{KU}	-1,7	-2,6	-1,0	-1,4	-2,2	-0,5	0,097	
BMI (kg/m ²)	14,8	13,6	16,0	15,1	13,9	16,5	0,385	
SDS _{BMI}	-0,7	-1,7	0,0	-0,6	-1,4	0,2	0,346	
Körperzusammensetzung								
BF (%)	12,7	8,7	17,3	14,1	9,8	19,2	0,112	
BFM (kg)	3,1	1,8	4,8	3,5	2,1	5,3	0,182	
LBM (kg)	21,1	17,9	24,3	20,7	17,9	24,2	0,828	
Hautfaltendicke								
Periumbilikal*(mm)	7,5	5,7	10,7	8,0	5,8	13,5	0,224	
Triceps** (mm)	8,5	7,3	10,8	9,6	7,8	12,3	0,024	0,083
Subskapular**(mm)	5,2	4,6	6,4	5,8	4,8	7,3	0,053	

Abk.: Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, r/d – Effektstärke r bzw. Cohen's d, KG – Körpergewicht, SDS – Standard Deviation Score, KL – Körperlänge, KU – Kopfumfang, BF% – Körperfettanteil (%), BFM – Körperfettmasse (kg), LBM – absolute fettfreie Masse (kg), **Anzahl:** *(n=216), **(n=217)

3.3.2 Geburtsdaten der Einlinge und Zwillinge

3.3.2.1 Anthropometrische Daten

3.3.2.1.1 Geburtsgewicht

Hinsichtlich des Geburtsgewichts gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen der Zwillings- und Einlingsgruppe ($p=0,986$). Das mediane Geburtsgewicht der Zwillinge lag bei 1,2 kg (Q1: 0,8 kg; Q3: 1,4 kg), wohingegen das mediane Geburtsgewicht der Einlinge mit 1,1 kg (Q1: 0,8 kg; Q3: 1,5 kg) geringfügig niedriger lag. Die Verteilung der Geburtsgewichte für die Einlinge und Zwillinge ist in Abb. 5 visualisiert.

Das minimale Geburtsgewicht in der Einlingsgruppe lag bei 370g. Dabei handelte es sich um ein männliches Neugeborenes in der 25 0/7 SSW. Das minimale Geburtsgewicht in der Zwillingsgruppe lag ebenfalls bei 370g, bei einem weiblichen Neugeborenen in der 26 0/7 SSW. Es handelte sich hierbei um ein wachstumsdiskordantes Paar, wobei der entsprechende Co-Zwilling 780g wog.

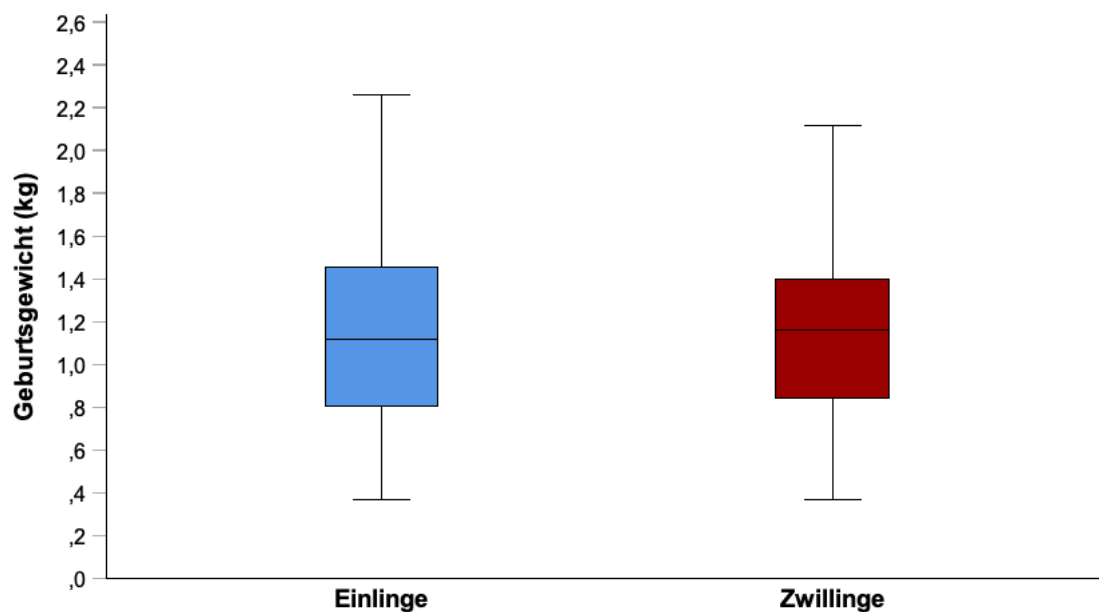


Abb. 4 Boxplot Geburtsgewicht der Einlinge und Zwillinge

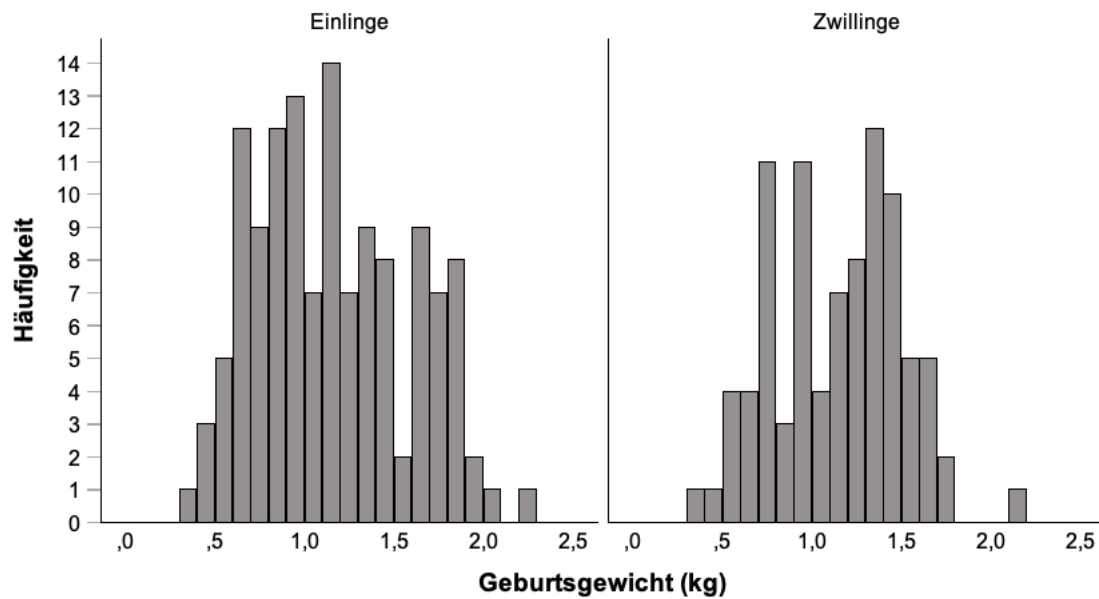


Abb. 5 Verteilung Geburtsgewicht

3.3.2.1.2 Geburtslänge

Bezüglich der Körperlänge bei Geburt ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen ($p=0,769$). Die mediane Körperlänge bei Geburt lag für beide Gruppen bei ca. 37 cm. Das erste Quartil lag für beide Gruppen bei ca. 34 cm und das dritte Quartil lag mit ca. 40 cm etwas höher als bei den Zwillingen mit 39 cm.

3.3.2.1.3 Kopfumfang

Auch hinsichtlich des Kopfumfanges bei Geburt ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen Einlingen und Zwillingen feststellen ($p=0,523$). Der mediane Kopfumfang der Zwillinge lag mit 26,9 cm etwas höher als bei den Einlingen mit einem medianen Kopfumfang von 26,0 cm. Ebenso lag das erste Quartil mit 24,3 cm geringfügig höher als bei den Einlingen mit 23,7 cm.

3.3.2.2 SDS-Werte

3.3.2.2.1 Geburtsgewicht-SDS

Der Geburtsgewicht-SDS lag mit einem Median von -0,8 für die Einlinge und -0,7 für die Zwillinge nahezu identisch. Es bestand kein signifikanter Unterschied ($p=0,995$). Im Boxplot (Abb. 6) ist ebenfalls erkennbar, dass die zentralen 50% der SDS-Werte in der Zwillingsgruppe weniger stark um den Median streuten. Demnach betrug der Interquartilsabstand für den SDS-Wert der Zwillinge 1,1 und war geringer als der Interquartilsabstand der Einlinge mit 1,9. Außerdem zeigte die Zwillingsgruppe eher Extremwerte in Form von moderaten Ausreißern für kleinere bzw. größere SDS-Werte, welche in Zusammenschau mit anderen Parametern jedoch plausibel waren.

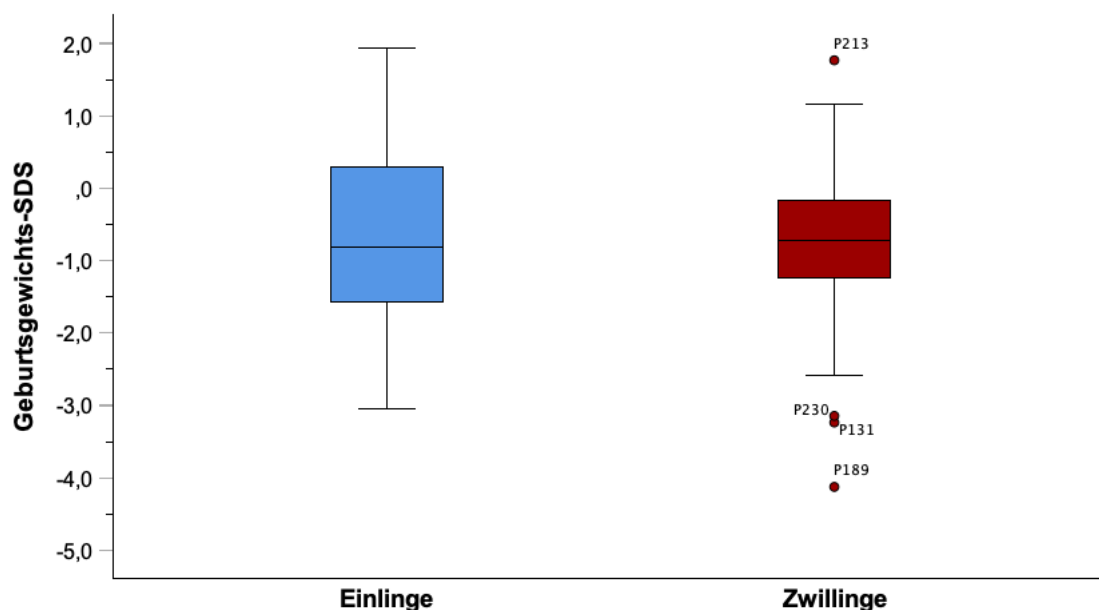


Abb. 6 Boxplot Geburtsgewichts-SDS

3.3.2.2.2 Geburtslängen-SDS

Es konnte kein signifikanter Unterschied im SDS für die Körperlänge bei Geburt zwischen der Einlings- und Zwillingsgruppe festgestellt werden ($p=0,949$). Für die Einlingsgruppe lag der Median bei einem Wert von -0,2 (Q1: -1,0; Q3: 0,5) und

war tendenziell etwas geringer als bei den Zwillingen, für welche der Median bei 0,0 (Q1: -0,7; Q3: 0,5) lag.

3.3.2.2.3 KU-SDS

Bezüglich des SDS-Wertes für den Kopfumfang bei Geburt konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,113$). Tendenziell ergab sich für die Einlingsgruppe ein niedrigerer SDS-Wert mit einem Median von -1,0 vs. -0,6 für die Zwillinggruppe. Das erste Quartil für den SDS-Wert der Einlinge und Zwillinge lag bei jeweils -1,9 bzw. -1,3 und das dritte Quartil beider Gruppen lag identisch bei einem Wert von -0,1.

3.3.3 Daten bei Messung der Einlinge und Zwillinge

3.3.3.1 Anthropometrische Daten (Messung)

3.3.3.1.1 Gewicht

Das mediane Körpergewicht der Zwillinggruppe zum Zeitpunkt der Studienmessung betrug 24,3 kg und war damit etwa um 0,4 kg höher als in der Einlingsgruppe mit einem Median von 23,9 kg. Diese Gewichts Differenz war jedoch nicht statistisch signifikant ($p=0,707$). Im Boxplot (Abb. 7) ist erkennbar, dass auch das erste und dritte Quartil für das Körpergewicht in beiden Gruppen auf einer vergleichbaren Höhe lagen. So lag das erste Quartil der Einlinge bei 20,0 kg vs. 20,2 kg für die Zwillinge und das dritte Quartil der Einlinge bei 28,8 kg vs. 28,4 kg bei den Zwillingen. Unterschiede gab es hinsichtlich der minimalen und maximalen Messwerte beider Gruppen. Diese lagen bei den Zwillingen mit einem Minimum 16,3 kg und Maximum von 62,3 kg oberhalb der Einlinge. Die entsprechenden Werte der Einlinge lagen bei 13,0 kg bzw. 41,8 kg.

Zudem hatte die Zwillinggruppe für das Körpergewicht vier Ausreißer nach oben, von denen die Messwerte eines Zwillingspaars (P174 und P175) extreme Ausreißer darstellen. Bei den Einlingen lag lediglich ein Proband als moderater Ausreißer knapp außerhalb des oberen Whiskers. Diese Ausreißer waren in

Zusammenschau mit den anderen Messwerten plausibel. Für die Messwerte des Körpergewichts bestand ebenfalls eine linkssteile Verteilung.

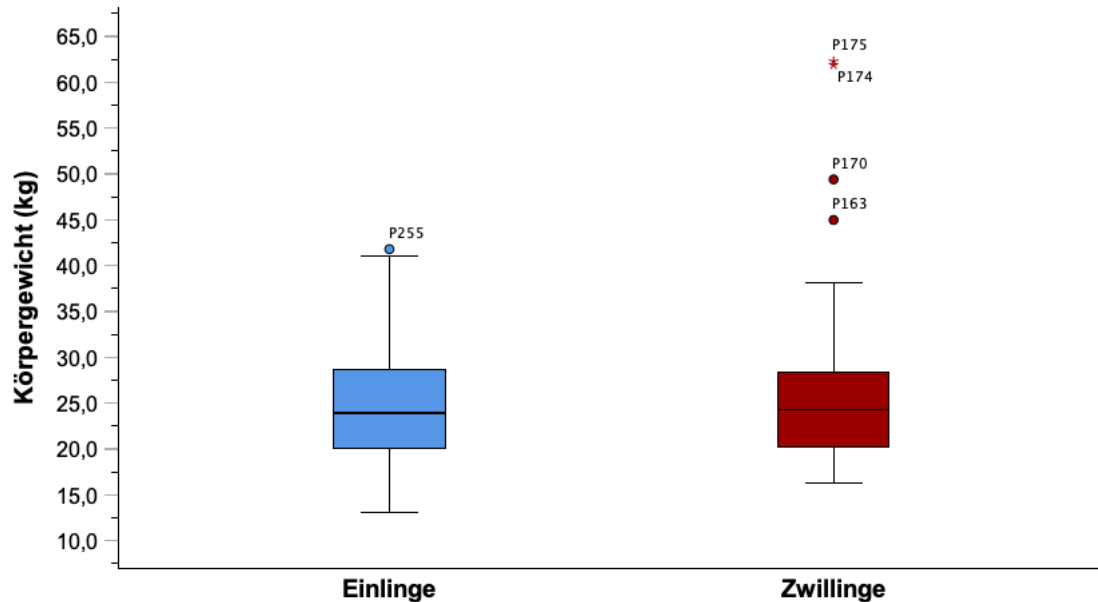


Abb. 7 Körpergewicht bei Messung

3.3.3.1.2 Körpergröße

Bezüglich der Körpergröße zum Zeitpunkt der Messung ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Einlingen und Zwillingen feststellen ($p=0,806$). Sowohl der Median mit 127 cm als auch das erste bzw. dritte Quartil lagen für beide Gruppen nahezu identisch. Das erste Quartil lag bei jeweils 120 cm für die Einlinge und 119 cm für die Zwillinge und das dritte Quartil beider Gruppen bei 135 cm. Für die Gruppe der Zwillinge finden sich zwei moderate Ausreißer nach oben, welche jedoch in Zusammenschau der anderen Parameter plausibel waren.

3.3.3.1.3 KU

Zum Zeitpunkt der Messung zeigten die Einlinge und Zwillinge vergleichbare Messwerte für den Kopfumfang. Der Median lag mit 51,0 cm für die Einlinge und 51,1 cm für die Zwillinge nahezu identisch. Bei näherungsweise normalverteilten

Messdaten konnte ein t-Test durchgeführt werden, welcher keinen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen zeigte ($p=0,225$). Der Mittelwert für den Kopfumfang der Einlinge betrug 51,0 cm ($SD=1,7$ cm) und für die Zwillinge 51,3 cm ($SD=1,9$ cm).

3.3.3.1.4 BMI

Für die erhobenen BMI-Werte zum Zeitpunkt der Studienmessung ließ sich eine linkssteile nicht-normale Verteilung (Shapiro-Wilk: $p<0,001$) für die Einlings- und Zwillinggruppe beobachten. Auffällig war das Vorhandensein von Ausreißern für höhere BMI-Werte, nicht aber für niedrigere BMI-Werte. Der maximale BMI der Einlinge (P200) lag beispielsweise bei 25,1 kg/m² und stellt gleichzeitig einen extremen Ausreißer dar. Dieser Messwert erschien im Kontext mit anderen Messwerten plausibel. Der maximale BMI der Zwillinge (P174) lag mit 23,9 kg/m² unterhalb dieses Wertes. Das Minimum für den BMI lag bei den Einlingen bei 12,2 kg/m² und bei den Zwillingen fast identisch bei 12,1 kg/m².

Im Vergleich war der Median für den BMI der Zwillinge mit 15,1 kg/m² (Q1: 13,9 kg/m²; Q3: 16,5 kg/m²) um 0,3 kg/m² höher als der Median der Einlinge von 14,8 kg/m² (Q1: 13,6 kg/m²; Q3: 16,0 kg/m²), dieser Unterschied war jedoch nicht signifikant ($p=0,385$).

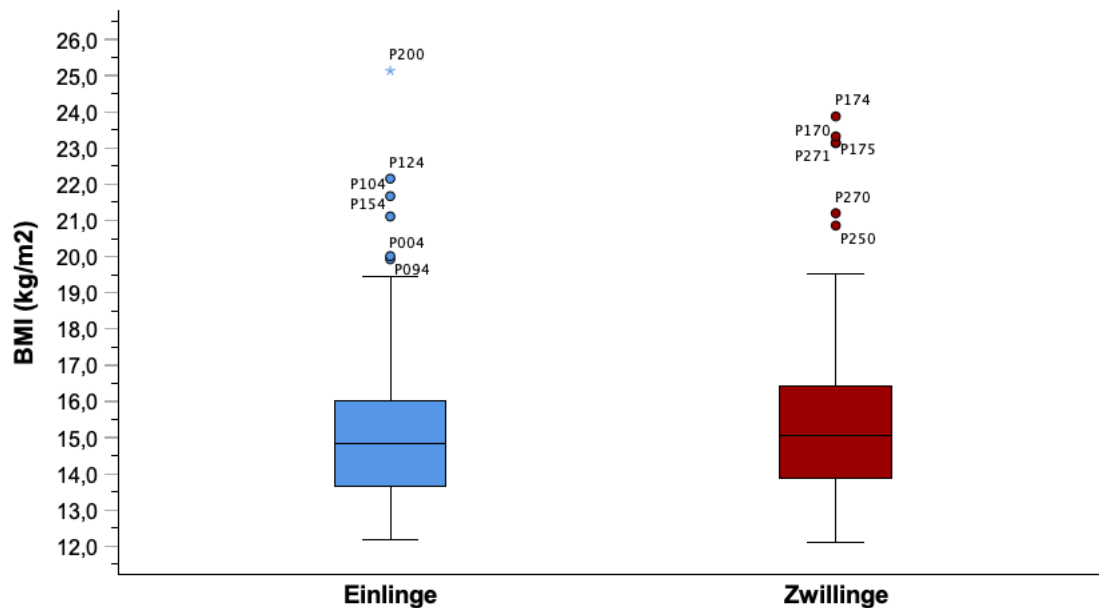


Abb. 8 BMI bei Messung

3.3.3.2 SDS-Werte (Messung)

3.3.3.2.1 Gewichts-SDS

Zum Zeitpunkt der Messung konnte kein signifikanter Unterschied im Gewichts-SDS der Einlinge und Zwillinge festgestellt werden ($p=0,239$). So lag der Median für den Gewichts-SDS beider Gruppen bei -0,4. Das erste und dritte Quartil für den Gewichts-SDS lag in der Zwillingsgruppe geringfügig höher als bei den Einlingen. So lag das erste Quartil der Zwillinge bei einem SDS-Wert von -1,0 vs. -1,4 bei den Einlingen und das dritte Quartil der Zwillinge bei einem SDS-Wert von 0,5 vs. 0,3 bei den Einlingen.

Vergleicht man den Gewichts-SDS zum Messzeitpunkt mit dem bei Geburt, zeigt sich, dass die Zwillinge im Median um 0,5 Standardabweichungen im Gewicht zugenommen haben, während die Einlinge im Vergleich zur Geburt im Median um 0,2 Standardabweichungen zugelegt haben. Einen signifikanten Unterschied in der Zunahme des Gewichts-SDS seit Geburt gab es nicht, allerdings liegt der p-Wert mit 0,092 verhältnismäßig nahe am Signifikanzniveau von 0,05.

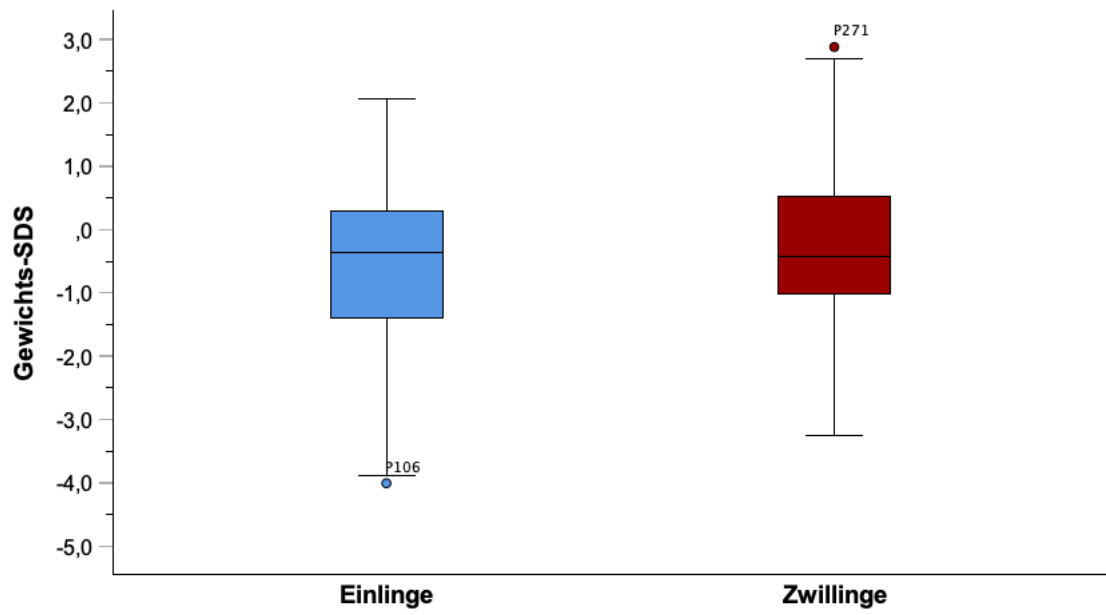


Abb. 9 Gewichts-SDS bei Messung

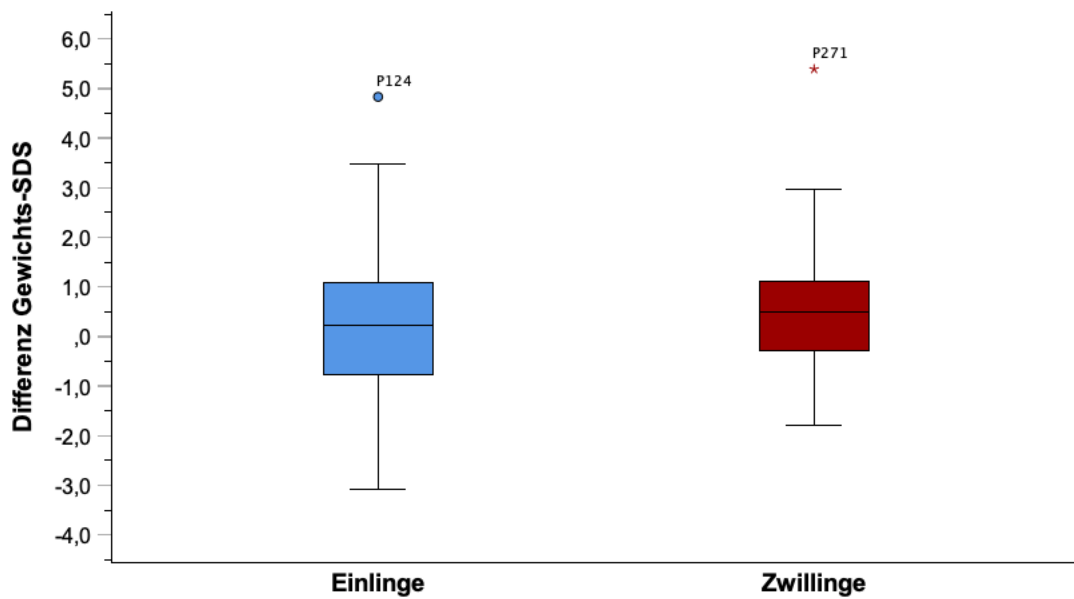


Abb. 10 Veränderung Gewichts-SDS zwischen Geburt und Messzeitpunkt

3.3.3.2.2 Körpergrößen-SDS

Für den SDS der Körpergröße zum Messzeitpunkt ergaben sich näherungsweise normalverteilte Daten. Der Mittelwert lag bei den Einlingen bei -0,1 (SD=1,2) und lag damit etwa eine Drittel Standardabweichung unterhalb der Zwillinge mit einem SDS-Wert von 0,2 (SD=1,2). Die Mediane lagen bei jeweils bei einem SDS-Wert von 0,0 für die Einlinge bzw. 0,1 für die Zwillinge.

Somit wies die Zwillingsgruppe höhere Messwerte auf, welche sich in einem statistisch signifikanten Unterschied ($p=0,039$) beider Gruppen widerspiegelte. Mit einer Effektstärke von ca. 0,3 ist dieser Unterschied allerdings als gering einzustufen.

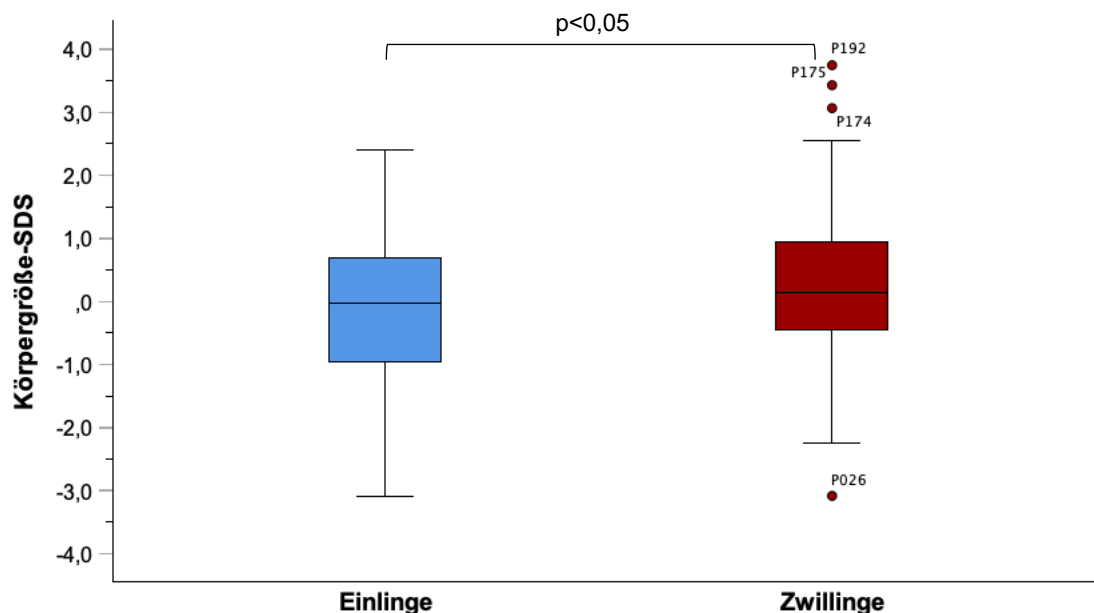


Abb. 11 Körpergrößen-SDS bei Messung

3.3.3.2.3 KU-SDS

Hinsichtlich des SDS für den Kopfumfang zeigten die Zwillinge tendenziell etwas höhere Messwerte als die Einlinge, allerdings bestand kein signifikanter Unterschied ($p=0,097$). Bei näherungsweise Normalverteilung ergab sich ein mittlerer SDS-Wert von -1,8 (SD=1,2) für die Einlinge und -1,5 (SD=1,3) für die Zwillinge.

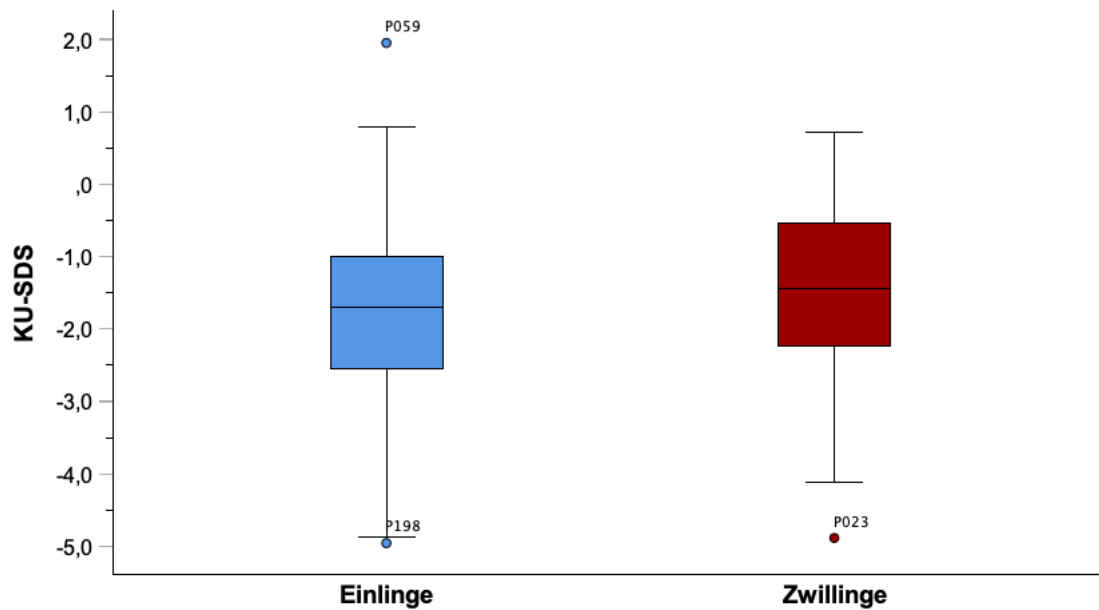


Abb. 12 KU-SDS bei Messung

3.3.3.2.4 BMI-SDS

Im BMI-SDS konnte zum Zeitpunkt der Messung kein signifikanter Unterschied zwischen Einlingen und Zwillingen festgestellt werden ($p=0,346$). Die Messwerte waren näherungsweise normalverteilt und ergaben einen etwas höheren Mittelwert für die Zwillinggruppe mit einem SDS-Wert von -0,6 (SD=1,3) verglichen mit den Einlingen, welche einen mittleren SDS-Wert von -0,7 (SD=1,3) aufwiesen. Auch die Streuung der Messdaten lag auf einem vergleichbaren Niveau.

3.3.3.3 BC der Einlinge und Zwillinge

3.3.3.3.1 Messergebnisse der Körperzusammensetzung

Da der Schwerpunkt dieser Arbeit auf der Körperzusammensetzung der Einlinge und Zwillinge liegt, sind die erhobenen Messwerte zur Körperzusammensetzung übersichtshalber in Tab. 6 als Perzentilen sowie Minimum und Maximum dargestellt.

Tab. 6 Körperzusammensetzung der Einlinge und Zwillinge (N=219)

		Mdn	P25	P75	P10	P90	P03	P97	Min	Max
KG (kg)	Gesamt	24,1	20,1	28,6	18,0	32,7	15,8	40,8	13,0	62,3
	Einlinge	23,9	20,0	28,8	17,1	32,7	15,4	37,9	13,0	41,8
	Zwillinge	24,3	20,2	28,4	18,3	33,1	17,0	53,1	16,3	62,3
BF%	Gesamt	13,5	9,0	18,3	5,1	25,9	2,1	33,1	0,4	40,9
	Einlinge	12,7	8,7	17,3	5,1	24,0	1,2	27,9	0,4	36,4
	Zwillinge	14,1	9,8	19,1	5,1	26,8	2,3	38,0	1,9	40,9
BFM (kg)	Gesamt	3,2	1,9	4,9	1,0	7,5	0,3	12,6	0,1	25,3
	Einlinge	3,1	1,8	4,8	1,1	7,1	0,2	10,1	0,1	14,9
	Zwillinge	3,5	2,1	5,3	1,0	8,4	0,4	20,4	0,3	25,3
LBM (kg)	Gesamt	20,9	17,9	24,3	16,3	26,3	14,6	30,3	11,7	38,8
	Einlinge	21,1	17,9	24,3	15,5	26,3	14,0	28,1	11,7	33,7
	Zwillinge	20,7	17,9	24,2	16,6	26,3	15,3	32,2	13,4	38,8

Anzahl: Gesamt (N=219), Einlinge (n=130), Zwillinge (n=89) **Abk.:** KG – Körpergewicht, BF% – Körperfettanteil (%), BFM (kg) – Körperfettmasse (kg), LBM (kg) – absolute fettfreie Masse (kg), Mdn – Median, P25 – 25. Perzentile, P75 – 75. Perzentile, P10 – 10. Perzentile, P90 – 90. Perzentile, P03 – 3. Perzentile, P97 – 97. Perzentile, Min – Minimum, Max – Maximum

3.3.3.3.2 BF%

Für beide Gruppen ließ sich eine schiefe bzw. linkssteile Verteilung der Messwerte für den Parameter BF% beobachten. Der Median für den BF% der Einlinge lag bei 12,7% und war damit um 1,4% niedriger als in der Zwillingsgruppe mit 14,1%. Auch das erste Quartil und dritte Quartil für die gemessenen BF% Werte lagen in der Zwillingsgruppe etwa ein bis zwei Prozentpunkte höher. So lag das erste Quartil für den BF% der Einlinge bei 8,7% BF% vs. 9,8% bei den Zwillingen bzw. 17,3% vs. 19,1% für das dritte Quartil. Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte jedoch nicht nachgewiesen werden (p=0,112).

Des Weiteren zeigten sowohl Einlinge als auch Zwillinge einige moderate Ausreißer für höhere BF% Werte. Diese zeigten sich in Zusammenschau mit anderen Messwerten als plausibel.

Die erhobenen Messwerte für den BF% der Einlinge und Zwillinge sind als Histogramme in Abb. 13 und 14 dargestellt. Die jeweiligen Mediane sind als schwarze Trennlinie gekennzeichnet.

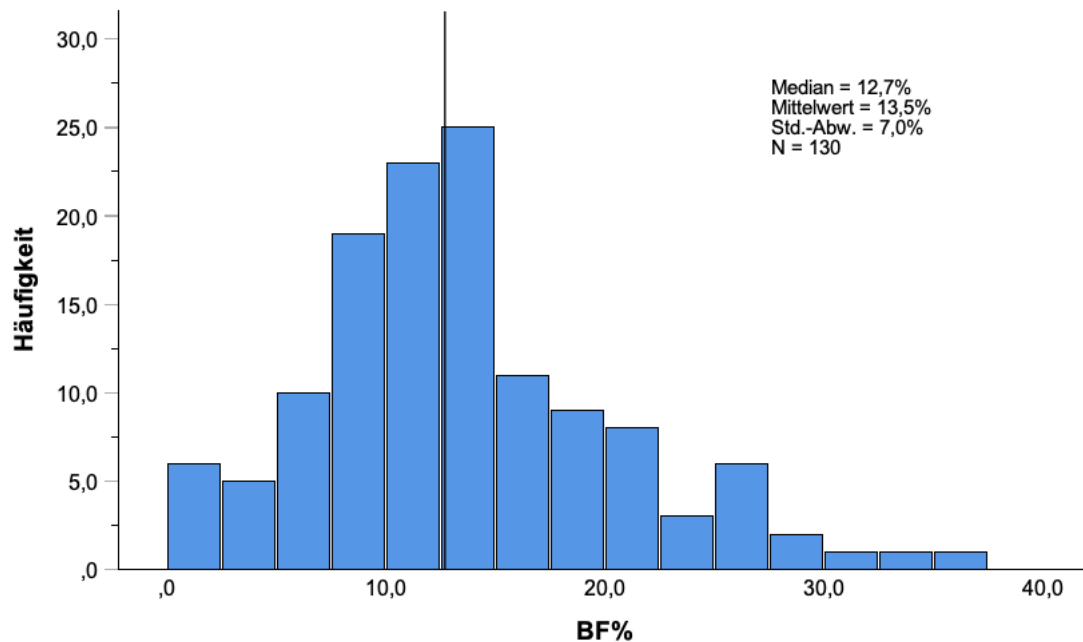


Abb. 13 Verteilung BF% der Einlinge

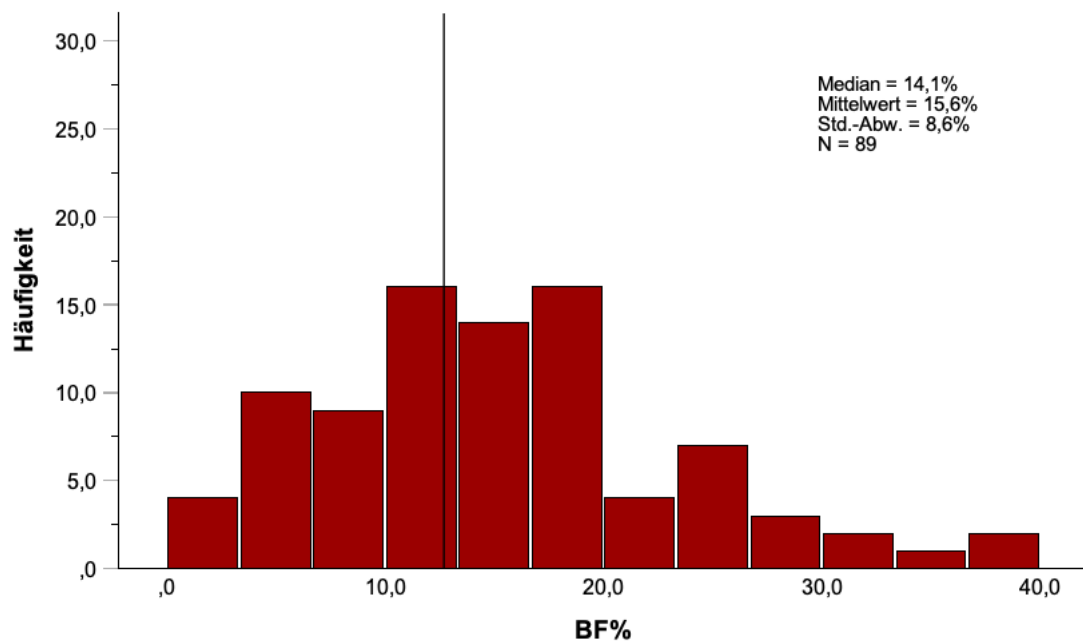


Abb. 14 Verteilung BF% der Zwillinge

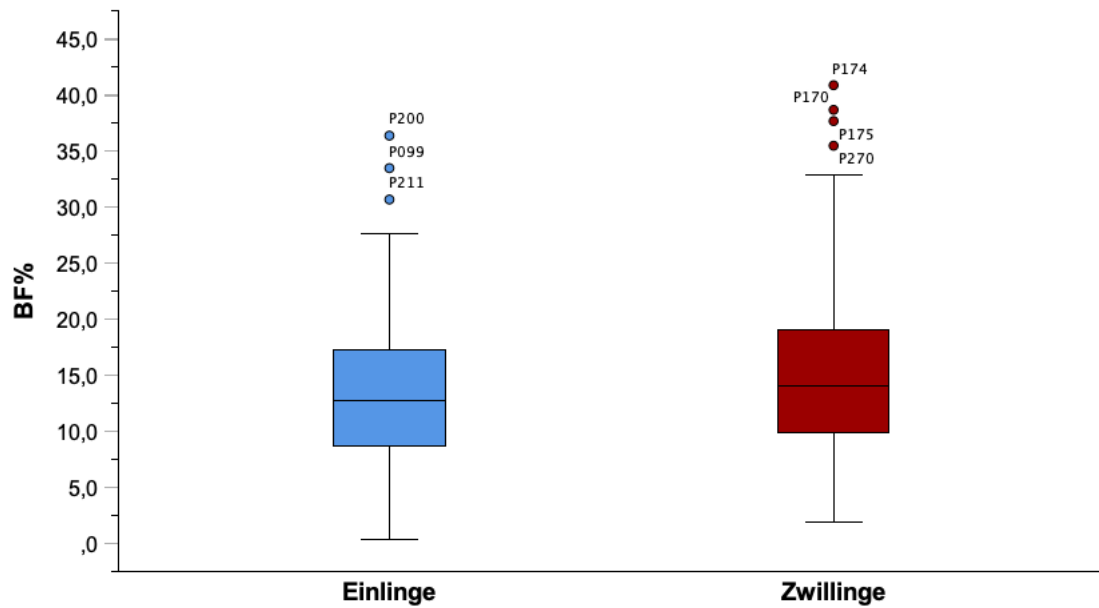


Abb. 15 BF% der Einlinge und Zwillinge

3.3.3.3.3 Korrelation BF% mit GG-SDS

Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem BF% zum Zeitpunkt der Messung und dem SDS-Wert des Geburtsgewichts festgestellt werden ($p < 0,001$). Der entsprechende Korrelationskoeffizient nach Spearman betrug 0,253 und ist als schwacher Zusammenhang einzustufen. Eine entsprechende signifikante Korrelation des BF% zum Messzeitpunkt mit der SSW bei Geburt ließ sich nicht feststellen ($p = 0,063$; $p = 0,354$).

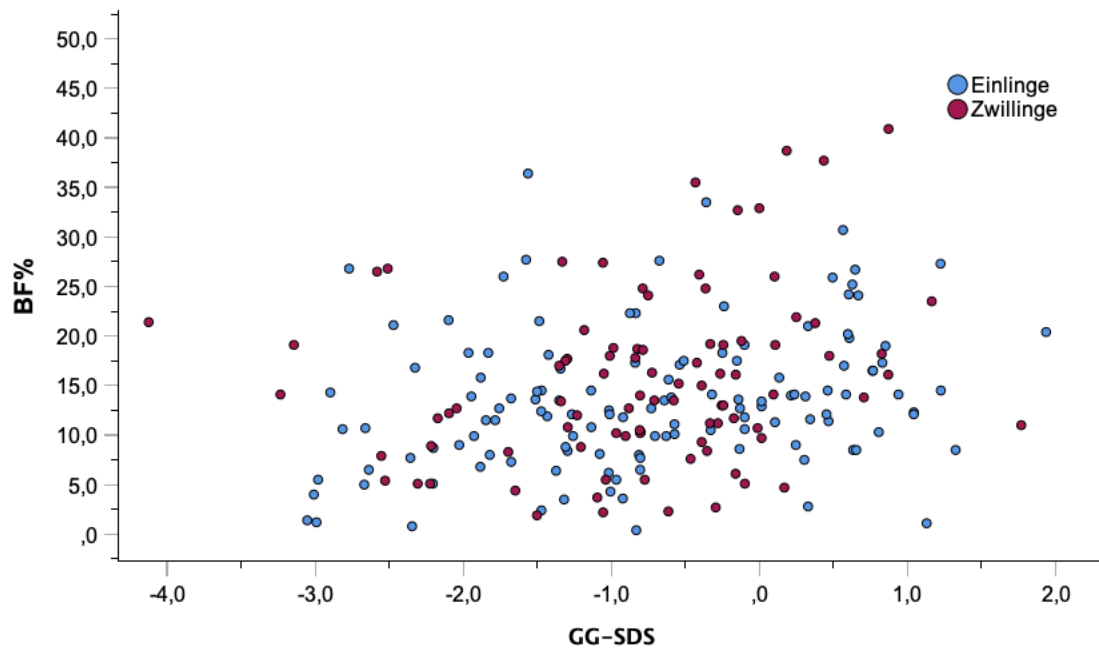


Abb. 16 Korrelation BF% bei Messung und Gewichts-SDS bei Geburt

3.3.3.3.4 BFM

Auch hinsichtlich der BFM ließ sich eine schiefe Verteilung der Messdaten für beide Gruppen beschreiben. Der Median für die BFM in der Einlingsgruppe betrug 3,1 kg und lag damit 0,4 kg unterhalb der Zwillingsgruppe, welche einen Median für die BFM von 3,5 kg hatte. Der aufgrund fehlender Normalverteilung verwendete Mann-Whitney Test zeigte keinen signifikanten Unterschied in der BFM der Einlinge und Zwillinge ($p=0,162$).

Ferner besaß die Zwillingsgruppe mit einem Minimum von 0,3 kg Körperfett und einem Maximum von 25,3 kg Körperfett eine größere Spannweite der Messwerte für den Parameter BFM. Diese lag bei 25,0 kg. Die Spannweite für die BFM der Einlinge betrug dagegen 14,9 kg. Innerhalb der Ausreißer der Zwillingsgruppe ließen sich zudem zwei zusammengehörige Zwillingspaare (P163, P164 bzw. P174, P175) identifizieren. Die Datenpunkte letzteren Paares stellten dabei bereits für den Parameter BF% Ausreißer dar und waren plausible Werte.

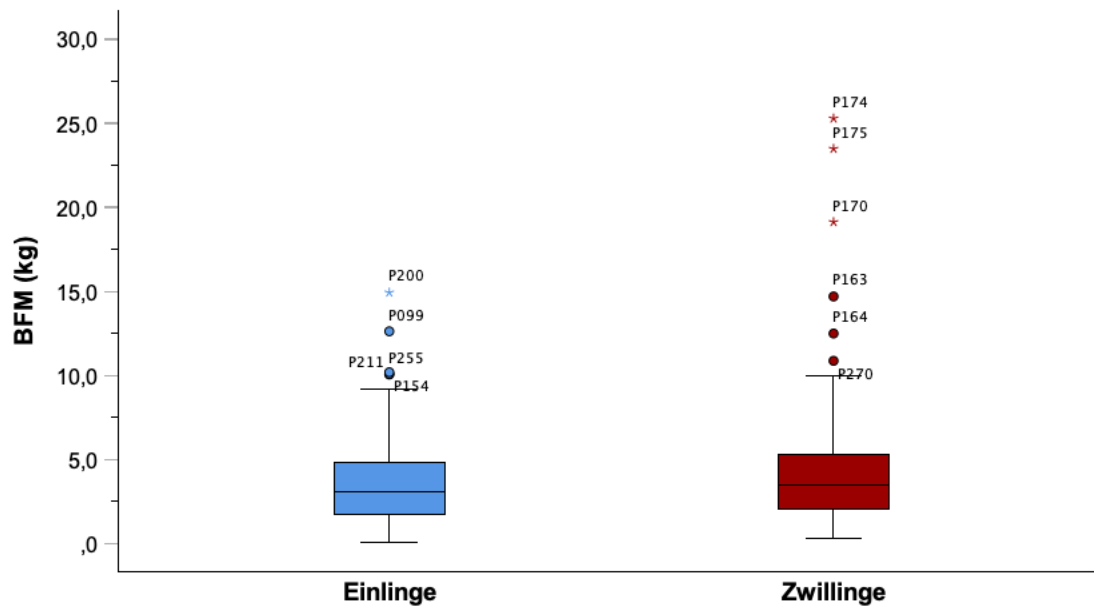


Abb. 17 BFM (kg) der Einlinge und Zwillinge

3.3.3.3.5 Korrelation BFM mit GG-SDS

Auch die BFM zum Zeitpunkt der Messung korrelierte signifikant mit dem SDS-Wert des Geburtsgewichts ($p < 0,001$). Der entsprechende Korrelationskoeffizient nach Spearman betrug 0,311 und ist als moderater Zusammenhang einzustufen. Eine entsprechende signifikante Korrelation des BFM zum Messzeitpunkt mit der SSW bei Geburt ließ sich nicht feststellen ($p = 0,104$; $p = 0,126$).

3.3.3.3.6 LBM

Im Boxplot (vgl. Abb. 18) für die LBM beider Gruppen lassen sich zunächst eine ähnlich hohe Lage sowie Größe der Boxen für Einlinge und Zwillinge erkennen. Auch der Median beider Gruppen liegt auf einer vergleichbaren Höhe. So lag der Median der Zwillinge mit 20,7 kg (Q1: 17,9 kg; Q3: 24,2 kg) LBM nur geringfügig unterhalb der Einlinge mit 21,1 kg (Q1: 17,9 kg; Q3: 24,3 kg) und auch in der statistischen Testung ließ sich kein signifikanter Unterschied ermitteln ($p = 0,828$).

Obwohl beide Gruppen einen identischen Interquartilsabstand von 6,3 kg aufwiesen, hatte die Zwillingsgruppe eine größere Spannweite von 25,4 kg für

die Messdaten der LBM (vs. 21,9 kg in der Einlingsgruppe). Die Zwillingsgruppe wies zudem zwei moderate Ausreißer nach oben auf, welche plausibel waren.

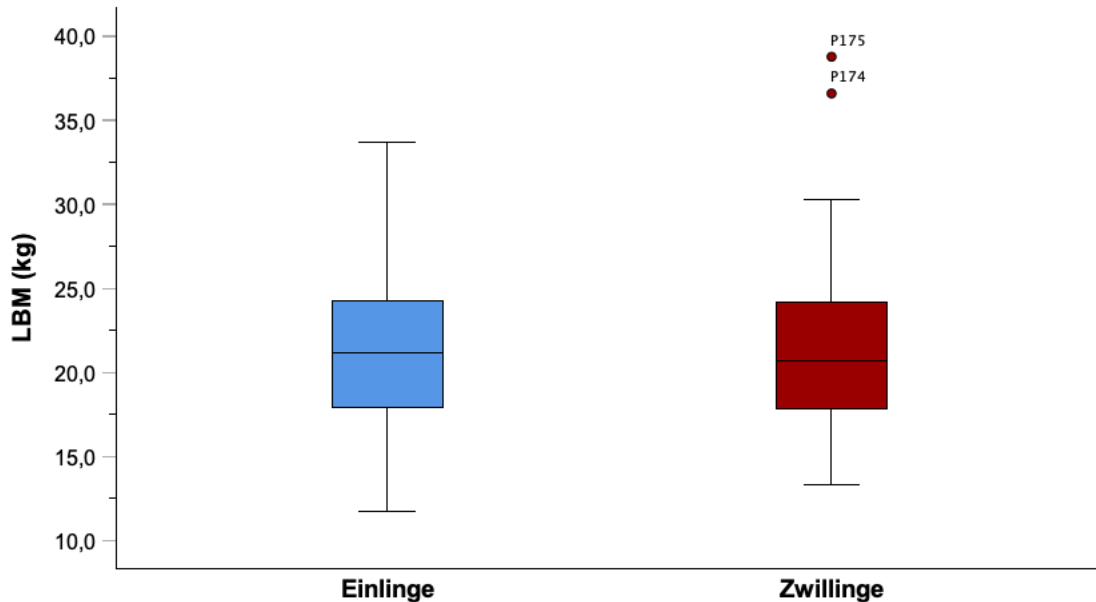


Abb. 18 LBM (kg) der Einlinge und Zwillinge

3.3.3.3.7 Korrelation LBM mit GG-SDS

Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der LBM zum Zeitpunkt der Messung und dem SDS-Wert des Geburtsgewichts festgestellt werden ($p < 0,001$). Der entsprechende Korrelationskoeffizient nach Spearman betrug 0,332 und ist als moderater Zusammenhang einzustufen. Der LBM zum Messzeitpunkt korrelierte schwach mit der SSW bei Geburt ($p = 0,158$; $p = 0,019$).

3.3.3.4 Hautfaltendicke

Zunächst fiel, wie schon bei den Messwerten der Körperzusammensetzung auf, dass die gemessenen Hautfaltendicken eine schiefe bzw. linkssteile Verteilung mit einer Tendenz zu Ausreißern für höhere Werte aufwiesen.

Lediglich für die Hautfaltendicke am Triceps ließ sich ein signifikanter Unterschied zwischen den Einlingen und Zwillingen feststellen ($p = 0,024$). Im Median lag Hautfaltendicke des Triceps bei den Zwillingen mit 9,6 mm um 1,1

mm höher als bei den Einlingen, welche eine Hautfaltendicke von 8,5 mm aufwiesen. Die Effektstärke dieses Unterschieds ist allerdings mit ca. 0,1 als gering einzustufen.

Auch für die periumbilikale (8,0 mm vs. 7,5 mm) und subskapulare (5,8 mm vs. 5,2 mm) Hautfaltendicke wiesen die Zwillinge tendenziell höhere Messwerte auf. Diese unterschieden sich allerdings nicht signifikant von den Einlingen.

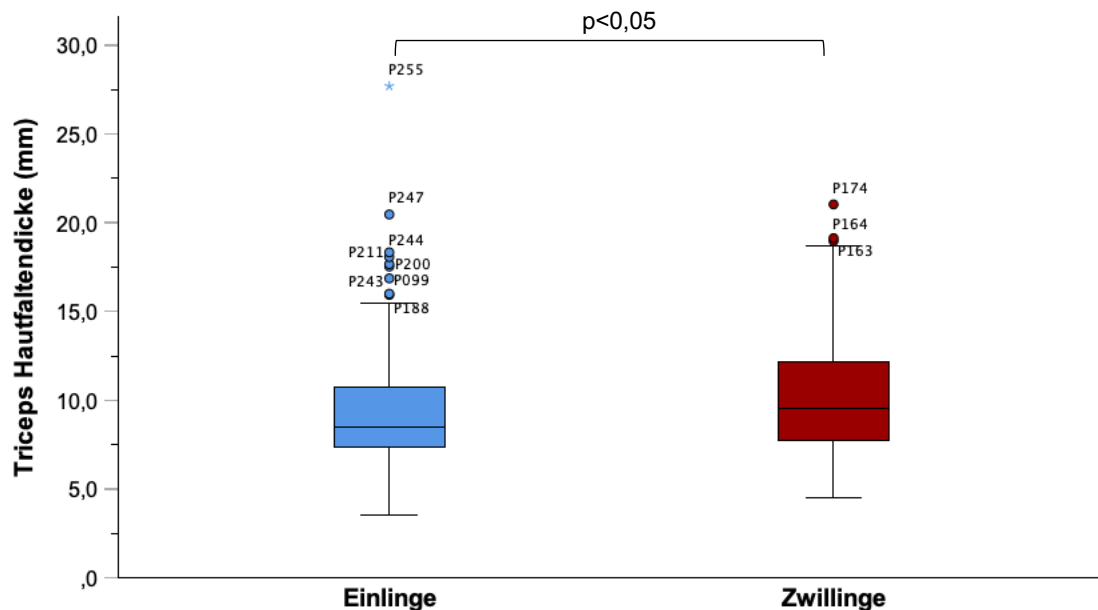


Abb. 19 Triceps Hautfaltendicke

3.4 Anthropometrie und Körperzusammensetzung nach Geschlecht

In den folgenden Kapiteln soll ein Vergleich der einzelnen anthropometrischen Parameter und der Körperzusammensetzung der Einlinge und Zwillinge aufgeteilt nach Geschlecht erfolgen. Zuvor soll in Kapitel 3.4.1 jedoch ein übergeordneter Vergleich aller Jungen und Mädchen der Gesamtkohorte erfolgen mit Fokus auf den Parametern, für welche sich signifikante Unterschiede ergaben. Die Messergebnisse und statistischen Testungen der nicht-signifikanten Parameter lassen sich ebenfalls den Übersichtstabellen (Tab. 7 und 8) entnehmen.

3.4.1 Vergleich der Jungen und Mädchen der Gesamtkohorte

Während die Mädchen bei Geburt noch einen signifikant höheren Gewichts-SDS als die Jungen aufwiesen ($p=0,037$; $r=-0,14$), ließ sich zum Zeitpunkt der ADP-Messung kein Unterschied mehr zwischen den Geschlechtern feststellen. Der mediane SDS für das Geburtsgewicht lag bei -0,5 für die Mädchen und -0,9 für die Jungen. Zum Messzeitpunkt (medianes Alter = 8 Jahre) lag der Gewichts-SDS bei -0,4 für die Mädchen und -0,3 für die Jungen. Sowohl die Mädchen als auch die Jungen zeigten eine Zunahme im Gewichts-SDS zwischen der Geburt und dem Zeitpunkt der Studienmessung. Die entsprechenden Werte waren näherungsweise normalverteilt. Während die Mädchen zum Messzeitpunkt einen Gewichts-SDS hatten, der im Durchschnitt um 0,2 (SD=1,3) über dem Gewichts-SDS bei Geburt lag, betrug die durchschnittliche Zunahme im Gewichts-SDS der Jungen 0,4 (SD=1,4). Diese unterschiedliche Zunahme im Gewichts-SDS beider Geschlechter war allerdings nicht signifikant ($p=0,212$).

Die weiblichen Probanden hatten in der ADP-Messung außerdem einen signifikant höheren BF% als die männlichen Probanden ($p=0,009$; $r=0,18$). Während der BF% der Jungen im Median bei 12,4% lag, hatten die Mädchen im Median einen BF% von 14,5%.

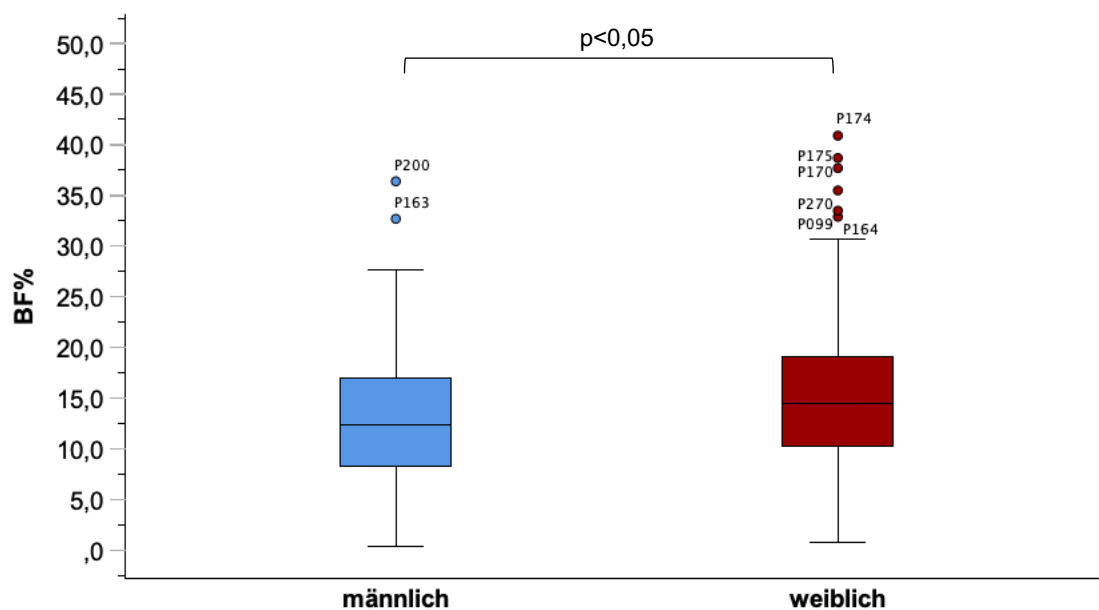


Abb. 20 BF% nach Geschlecht

Dieser Unterschied spiegelte sich auch in der BFM beider Geschlechter wider. Mit einer medianen BFM von 3,4 kg bei den Mädchen, lag diese 0,5 kg über den Jungen mit einer BFM von 2,9 kg. Der Unterschied zwischen Jungen und Mädchen war dabei beinahe signifikant ($p=0,054$).

Auch für die Hautfaltendicken der Mädchen ergaben sich signifikant höhere Messwerte als bei den Jungen (vgl. Tab. 8).

Tab. 7 Daten der Jungen und Mädchen bei Geburt

N=219	Jungen (n=118)			Mädchen (n=101)			p-Wert	r/d
	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3		
GA (Wochen)	29,6	27,0	31,1	29,0	27,1	30,4	0,478	
GG (kg)	1,1	0,8	1,5	1,2	0,8	1,4	0,738	
SDS_{GG}	-0,9	-1,7	-0,1	-0,5	-1,3	0,2	0,037	-0,141
GKL (cm)	37,0	34,0	40,3	37,0	33,5	39,3	0,402	
SDS_{GKL}	-0,2	-0,9	0,5	0,0	-0,7	0,6	0,308	
GKU (cm)	26,9	24,0	28,2	26,0	24,0	27,8	0,265	
SDS_{GKU}	-0,9	-1,8	-0,1	-0,7	-1,4	-0,1	0,265	

Abk.: Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, r/d – Effektstärke r bzw. Cohen's d , GA – Gestationsalter, GG – Geburtsgewicht, SDS – Standard Deviation Score, GKL – Geburtslänge, GKU – Geburtsskopfumfang

Tab. 8 Daten der Jungen und Mädchen zum Messzeitpunkt

N=219	Jungen (n=118)			Mädchen (n=101)			p-Wert	r/d
	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3		
Alter (Jahre)	8,0	6,8	9,2	8,1	7,2	9,4	0,747	
Erhobene Daten zum Messzeitpunkt:								
Anthropometrische Daten								
KG (kg)	24,2	20,1	28,6	23,7	20,1	28,7	0,969	
SDS _{KG}	-0,3	-1,3	0,3	-0,4	-1,2	0,5	0,791	
KL (cm)	127,0	119,8	134,3	125,8	118,9	135,1	0,904	
SDS _{KL}	0,1	-0,8	0,7	0,0	-0,7	1,0	0,852	
KU (cm)	51,1	50,0	52,5	51,0	50,0	52,5	0,448	
SDS _{KU}	-1,6	-2,4	-1,0	-1,7	-2,6	-0,5	0,729	
BMI (kg/m ²)	14,7	13,8	16,0	15,1	13,6	16,5	0,391	
SDS _{BMI}	-0,7	-1,6	0,1	-0,4	-1,6	0,2	0,327	
Körperzusammensetzung								
BF (%)	12,4	8,3	17,0	14,5	10,3	19,7	0,009	
BFM (kg)	2,9	1,7	4,6	3,4	2,1	5,8	0,054	
LBM (kg)	21,3	18,0	24,3	20,2	17,6	23,8	0,230	
Hautfalterdicke								
Periumbilikal*(mm)	7,4	5,0	10,5	8,0	6,3	14,6	0,020	-0,159
Triceps** (mm)	8,3	7,1	10,3	9,9	8,0	13,3	<0,001	-0,252
Subskapular** (mm)	5,1	4,5	6,3	5,7	4,9	7,8	0,003	-0,199

Abk.: Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, r/d – Effektstärke r bzw. Cohen's d, KG – Körpergewicht, SDS – Standard Deviation Score, KL – Körperlänge, KU – Kopfumfang BF% – Körperfettanteil (%), BFM – Körperfettmasse (kg), LBM – absolute fettfreie Masse (kg), *Jungen (n=116), Mädchen (n=100); **Jungen (n=116)

3.4.2 Vergleich der männlichen Einlinge und Zwillinge

In den folgenden Kapiteln erfolgt ein detaillierterer Vergleich der männlichen Einlinge und Zwillinge. Zum Zeitpunkt der Messung waren die männlichen Einlinge mit einem medianen Alter von 8,2 Jahren etwas älter als die männlichen Zwillinge mit einem medianen Alter von 7,9 Jahren, allerdings war diese Differenz statistisch nicht signifikant ($p=0,548$).

Tab. 9 Daten der männlichen Einlinge und Zwillinge bei Geburt

N=118	Einlinge (n=76)			Zwillinge (n=42)			p-Wert	r/d
	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3		
GA (Wochen)	29,6	26,9	31,1	29,7	27,0	31,1	0,798	
GG (kg)	1,1	0,8	1,5	1,1	0,8	1,4	0,755	
SDS _{GG}	-0,9	-1,7	0,1	-1,0	-1,7	-0,2	0,694	
GKL (cm)	37,0	34,0	40,8	37,5	34,0	40,3	0,993	
SDS _{GKL}	-0,2	-1,0	0,5	-0,1	-0,9	0,4	0,829	
GKU (cm)	26,5	24,1	28,0	27,0	24,0	28,6	0,535	
SDS _{GKU}	-1,1	-2,0	-0,3	-0,7	-1,7	0,0	0,163	

Abk.: Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, r/d – Effektstärke r bzw. Cohen's d , GA – Gestationsalter, GG – Geburtsgewicht, SDS – Standard Deviation Score, GKL – Geburtslänge, GKU – Geburtskopfumfang

Tab. 10 Daten der männlichen Einlinge und Zwillinge bei Messung

N=118	Einlinge (n=76)			Zwillinge (n=42)			p-Wert	r/d
	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3		
Alter (Jahre)	8,2	7,0	9,2	7,9	6,5	9,2	0,548	
Anthropometrische Daten								
KG (kg)	24,3	20,8	29,2	24,2	19,2	28,2	0,654	
SDS _{KG}	-0,1	-1,2	0,4	-0,6	-1,3	0,1	0,486	
KL (cm)	126,8	120,1	133,7	128,3	117,3	135,5	0,766	
SDS _{KL}	0,0	-0,9	0,7	0,1	-0,5	0,8	0,188	
KU (cm)	51,0	50,0	52,0	51,5	50,5	52,7	0,252	
SDS _{KU}	-1,7	-2,5	-1,1	-1,5	-2,1	-0,8	0,166	
BMI (kg/m ²)	15,0	13,9	16,1	14,4	13,7	15,7	0,208	
SDS _{BMI}	-0,6	-1,5	0,2	-1,1	-1,7	-0,1	0,308	
Körperzusammensetzung								
BF (%)	12,4	8,4	16,3	12,1	7,8	18,1	0,926	
BFM (kg)	3,0	1,8	4,5	2,7	1,7	4,8	0,848	
LBM (kg)	21,8	18,3	24,9	21,0	17,9	23,8	0,499	
Hautfaltendicke								
Periumbilikal*(mm)	7,4	5,1	10,4	7,6	4,6	10,5	0,869	
Triceps* (mm)	8,3	7,1	9,4	8,7	6,9	10,6	0,396	
Subskapular*(mm)	5,1	4,5	6,3	5,0	4,3	6,2	0,795	

Abk.: Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, r/d – Effektstärke r bzw. Cohen's d, KG – Körpergewicht, SDS – Standard Deviation Score, KL – Körperlänge, KU – Kopfumfang BF% – Körperfettanteil (%), BFM – Körperfettmasse (kg), LBM – absolute fettfreie Masse (kg), *Einlinge (n=75), Zwillinge (n=41)

3.4.2.1 Anthropometrische Daten der Jungen

3.4.2.1.1 Geburtsgewicht

Hinsichtlich des Geburtsgewichts konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den männlichen Einlingen und Zwillingen festgestellt werden ($p=0,755$). Die Werte waren mit einem medianen Geburtsgewicht von 1,1 kg sowie einem ersten Quartil von 0,8 kg bzw. dritten Quartil von 1,5 kg für die Einlinge und 1,4 kg für die Zwillinge nahezu identisch. Die Werte waren näherungsweise normalverteilt. Der Mittelwert für das Geburtsgewicht der Einlinge lag bei 1,2 kg ($SD=0,4\text{kg}$) und der Mittelwert der Zwillinge bei 1,1 kg ($SD=0,4\text{kg}$).

3.4.2.1.2 Geburtslänge

Ähnlich verhielt es sich mit der Geburtslänge. Auch für diesen Parameter konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den männlichen Einlingen und Zwillingen festgestellt werden ($p=0,993$). Der Median der männlichen Einlinge lag bei 37,0 cm ($Q1: 34,0\text{ cm}; Q3: 40,8\text{ cm}$) und der Median der männlichen Zwillinge bei 37,5 cm ($Q1: 34,0\text{ cm}; Q3: 40,3\text{ cm}$). Bei näherungsweise Normalverteilung lagen auch Mittelwert und Standardabweichung für die männlichen Einlinge ($MW=37,3\text{ cm}; SD=4,6\text{ cm}$) und Zwillinge ($MW=37,2\text{ cm}; SD=4,4\text{ cm}$) nahe beieinander.

3.4.2.1.3 Kopfumfang

Der Median für den Kopfumfang bei Geburt lag für die männlichen Einlinge mit 26,5 cm etwas niedriger als bei den männlichen Zwillingen mit 27,0 cm. Es zeigte sich jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied ($p=0,535$).

Es ergaben sich näherungsweise normalverteilte Daten. Der mittlere Kopfumfang lag für die männlichen Einlinge bei 26,2 cm ($SD=2,8\text{ cm}$) und für die männlichen Zwillinge bei 26,5 cm ($SD=2,7\text{ cm}$).

3.4.2.2 SDS-Werte

3.4.2.2.1 Geburtsgewicht-SDS

Die Mediane für den Geburtsgewicht-SDS lagen mit einem SDS-Wert von -0,9 für die männlichen Einlinge und -1,0 für die männlichen Zwillinge eng beieinander. Für beide Gruppen lag das erste Quartil identisch bei einem SDS-Wert von -1,7. Das dritte Quartil lag für die männlichen Einlinge mit einem SDS-Wert von 0,1 etwas höher als bei den männlichen Zwillingen mit -0,2. Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte nicht festgestellt werden ($p=0,694$).

3.4.2.2.2 Geburtslänge

Für die männlichen Einlinge lag der SDS für die Geburtslänge im Median bei -0,2 (Q1: -1,0; Q3: 0,5) und lag damit minimal unterhalb des Medians der männlichen Zwillinge mit einem Wert von -0,1 (Q1: -0,9; Q3: 0,4). Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,829$).

3.4.2.2.3 KU-SDS

Der mediane SDS-Wert für den Kopfumfang lag bei den männlichen Einlingen mit -1,1 (Q1: -2,0; Q3: -0,3) zwar unterhalb der männlichen Zwillinge mit einem SDS-Wert von -0,7 (Q1: -1,7; Q3: 0,0), allerdings war dieser Unterschied statistisch nicht signifikant ($p=0,163$).

3.4.2.3 Anthropometrische Daten der Jungen (Messung)

3.4.2.3.1 Gewicht

Zum Messzeitpunkt zeigten die männlichen Einlinge und Zwillinge ein vergleichbar hohes medianes Körpergewicht von 24,3 kg bzw. 24,2 kg. Allerdings lag das erste Quartil für das Körpergewicht der Zwillinge mit 19,2 kg um 1,6 kg unterhalb der Einlinge mit 20,8 kg. Auch das dritte Quartil für das Körpergewicht der Zwillinge lag mit 28,2 kg um ein Kilogramm niedriger als bei den Einlingen mit einem dritten Quartil von 29,2 kg. Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,654$).

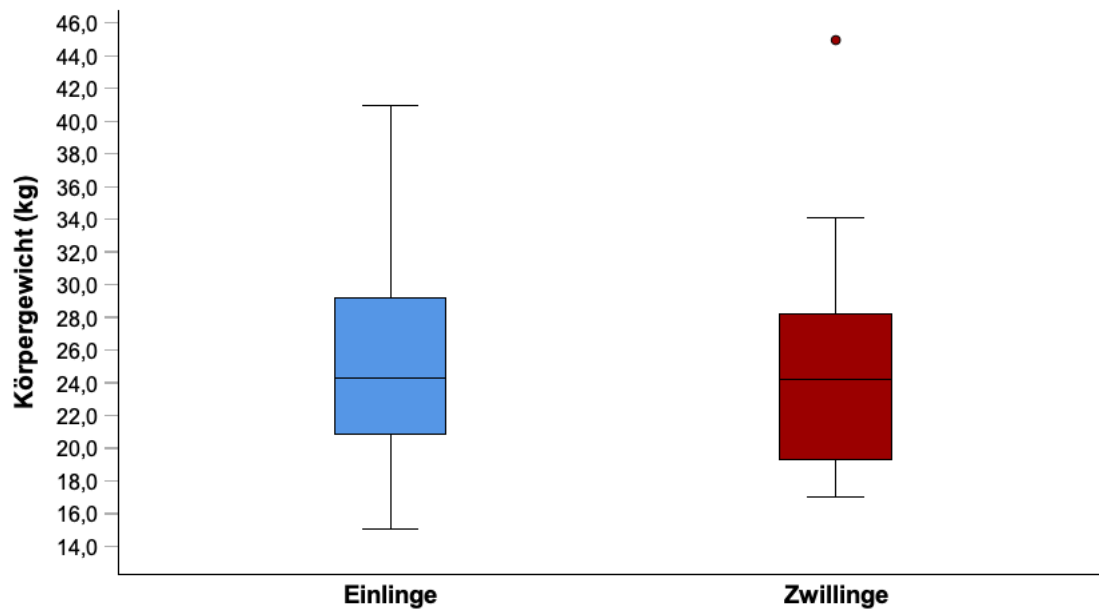


Abb. 21 Körpergewicht der männlichen Probanden bei Messung

3.4.2.3.2 Körpergröße

Auch hinsichtlich der Körpergröße zum Messzeitpunkt konnte kein signifikanter Unterschied zwischen männlichen Einlingen und Zwillingen festgestellt werden ($p=0,766$). Die mediane Körpergröße der männlichen Einlinge lag bei 126,8 cm (Q1: 120,1 cm; Q3: 133,7 cm). Die männlichen Zwillinge waren im Median mit 128,3 cm (Q1: 117,3; Q3: 135,5 cm) um 1,5 cm größer.

3.4.2.3.3 Kopfumfang

Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich des Kopfumfangs zum Messzeitpunkt zwischen männlichen Einlingen und Zwillingen festgestellt werden ($p=0,252$). Der mediane Kopfumfang der Einlinge lag mit 51,0 cm (Q1: 50,0 cm; Q3: 52,0 cm) minimal unterhalb der Zwillinge mit einem Median von 51,5 cm (Q1: 50,5; Q3: 52,7 cm).

3.4.2.3.4 BMI

Tendenziell lag der BMI zum Zeitpunkt der Messung bei den männlichen Einlingen etwas oberhalb der männlichen Zwillinge. Im Median lag der BMI der männlichen Einlinge bei $15,0 \text{ kg/m}^2$ (Q1: $13,9 \text{ kg/m}^2$; Q3: $16,1 \text{ kg/m}^2$). Dahingegen hatten die männlichen Zwillinge einen medianen BMI von $14,4 \text{ kg/m}^2$ (Q1: $13,7 \text{ kg/m}^2$; Q3: $15,7 \text{ kg/m}^2$). Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte jedoch nicht festgestellt werden ($p=0,208$).

3.4.2.4 SDS-Werte (Messung)

3.4.2.4.1 Gewichts-SDS

Tendenziell wiesen die männlichen Einlinge zum Messzeitpunkt einen höheren SDS-Wert für das Körpergewicht als die männlichen Zwillinge auf. So lag der Median für den Gewichts-SDS bei den männlichen Einlingen bei $-0,1$ (Q1: $-1,2$; Q3: $0,4$) und für die männlichen Zwillinge bei $-0,6$ (Q1: $-1,3$; Q3: $0,1$). Allerdings konnte in der statistischen Testung kein signifikanter Unterschied ermittelt werden ($p=0,486$).

3.4.2.4.2 Körpergrößen-SDS

Weniger ausgeprägt waren die Differenzen in Bezug auf die Körpergröße zum Messzeitpunkt. Die männlichen Einlinge hatten mit einem Median für den SDS der Körpergröße von $0,0$ (Q1: $-0,9$; Q3: $0,7$) ähnliche Werte zu den männlichen Zwillingen mit einem medianen SDS von $0,1$ (Q1: $-0,5$; Q3: $0,8$). Die Messwerte unterschieden sich nicht statistisch signifikant ($p=0,188$). Bei näherungsweise Normalverteilung lagen Mittelwerte bzw. Standardabweichungen für die männlichen Einlinge und Zwillinge bei jeweils einem SDS von $-0,1$ ($SD=1,1$) bzw. $0,2$ ($SD=1,0$).

3.4.2.4.3 KU-SDS

Für den SDS des Kopfumfangs bei Messung konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied ermittelt werden ($p=0,166$). Bei näherungsweise Normalverteilung

lagen Mittelwerte bzw. Standardabweichungen für die männlichen Einlinge und Zwillinge bei jeweils einem SDS von -1,8 (SD=1,0) bzw. -1,5 (SD=1,1).

3.4.2.4.4 BMI-SDS

Für den BMI-SDS ergab sich eine näherungsweise Normalverteilung. Tendenziell lag der BMI-SDS der männlichen Einlinge mit einem Mittelwert von -0,6 etwa eine Drittel Standardabweichung oberhalb der männlichen Zwillinge mit einem SDS-Wert von -0,9. Beide Gruppen zeigten eine vergleichbare Streuung der Messwerte mit einer Standardabweichung von 1,4. Es bestand kein statistisch signifikanter Unterschied ($p=0,308$)

3.4.2.5 BC der Jungen

Vor einem detaillierten Vergleich der Parameter der BC der Jungen ist in Tab. 11 zunächst eine Übersicht der erhobenen Messwerte für die männlichen Einlinge, Zwillinge sowie alle männlichen Probanden (Gesamt) dargestellt:

Tab. 11 ADP-Messwerte (männliche Probanden)

		Mdn	P25	P75	P10	P90
KG (kg)	Gesamt	24,2	20,1	28,6	17,3	32,1
	Einlinge	24,3	20,8	29,2	16,5	32,4
	Zwillinge	24,2	19,2	28,2	18,0	31,0
BF%	Gesamt	12,4	8,3	17,0	4,9	22,3
	Einlinge	12,5	8,4	16,3	4,8	22,3
	Zwillinge	12,1	7,8	18,1	4,6	24,8
BFM (kg)	Gesamt	2,9	1,7	4,6	0,9	6,8
	Einlinge	3,0	1,8	4,5	1,0	6,8
	Zwillinge	2,7	1,7	4,8	0,9	7,1
LBM (kg)	Gesamt	21,3	18,0	24,3	16,3	26,1
	Einlinge	21,8	18,3	24,9	15,3	26,3
	Zwillinge	21,0	17,9	23,8	16,8	25,1

Anzahl: Gesamt (N=118), Einlinge (n=76), Zwillinge (n=42) **Abk.:** KG – Körpergewicht, BF% – Körperfettanteil (%), BFM (kg) – Körperfettmasse (kg), LBM (kg) – absolute fettfreie Masse (kg), Mdn – Median, P25 – 25. Perzentile, P75 – 75. Perzentile, P10 – 10. Perzentile, P90 – 90. Perzentile

3.4.2.5.1 BF%

Mit einem medianen BF% von 12,4% (Q1: 8,4%; Q3: 16,3%) der männlichen Einlinge zeigten diese minimal höheren Messwerte als die männlichen Zwillinge mit einem Median für den BF% von 12,1% (Q1: 7,8%; Q3: 18,1%). Im Mann-Whitney-U Test konnte kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des BF% beider Gruppen ermittelt werden ($p=0,926$). Die Gruppe der männlichen Zwillinge zeigte einen etwas größeren Interquartilsabstand von 10,2% vs. 7,9%, was anhand der größeren Box in Abb. 22 erkenntlich ist. Die Gruppe der männlichen Einlinge weist hingegen zwei moderate, jedoch plausible Ausreißer für höhere BF% Werte auf.

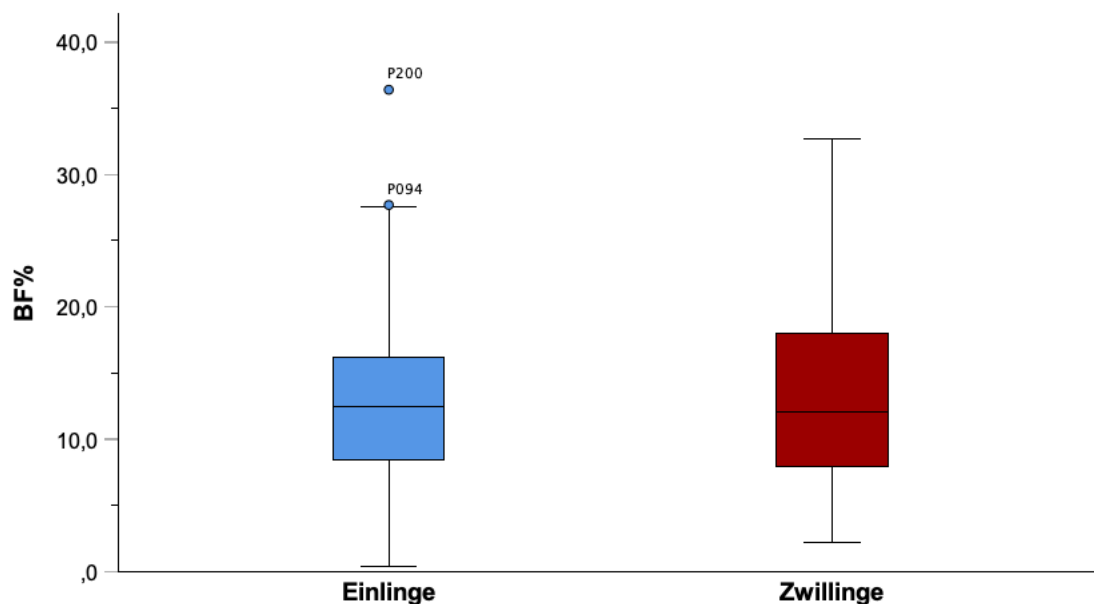


Abb. 22 BF% der männlichen Probanden

3.4.2.5.2 BFM

Für die BFM der männlichen Einlinge und Zwillinge zum Messzeitpunkt konnte kein statistisch signifikanter Unterschied ermittelt werden ($p=0,848$). Im Median lag diese für die männlichen Einlinge mit 3,0 kg (Q1: 1,8 kg; Q3: 4,5 kg) etwas höher als für die männlichen Zwillinge mit einer BFM von 2,7 kg (Q1: 1,7 kg; Q3: 4,8 kg).

3.4.2.5.3 LBM

Einzig für die LBM zum Messzeitpunkt ließen sich annähernd normalverteilte Daten feststellen. Auch hier zeigten sich nur geringe bzw. nicht signifikante Unterschiede ($p=0,499$). Im Mittel betrug der LBM für die männlichen Einlinge 21,5 kg (SD= 4,0 kg) und lag damit etwas höher als für die männlichen Zwillinge mit 21,0 kg (SD=3,5 kg).

3.4.2.6 Hautfaltendicke

Für keine der Hautfaltendicken zum Zeitpunkt der Messung ließen sich signifikante Unterschiede zwischen den männlichen Einlingen und Zwillingen feststellen. Für die gemessenen Hautfaltendicken (periumbilikal, Triceps, subskapular) zeigten die Messdaten für beide Gruppen schiefe Verteilungen. Die Mediane für die Hautfaltendicken der männlichen Einlinge unterschieden sich kaum von den männlichen Zwillingen. So lag der Median für die periumbilikale Hautfaltendicke der Einlinge bei 7,4 mm vs. 7,6 mm ($p=0,869$). Die entsprechenden Werte der männlichen Einlinge und Zwillinge für die Triceps Hautfaltendicke lagen bei 8,3 mm vs. 8,7 mm ($p=0,396$) und für die subskapulare Hautfaltendicke bei 5,1 mm vs. 5,0 mm ($p=0,795$).

3.4.3 Vergleich der weiblichen Einlinge und Zwillinge

3.4.3.1 Anthropometrische Daten der Mädchen

3.4.3.1.1 Geburtsgewicht

Hinsichtlich des Geburtsgewichts konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den weiblichen Einlingen und Zwillingen festgestellt werden ($p=0,698$). Die Werte waren mit einem medianen Geburtsgewicht der weiblichen Einlinge von 1,1 kg (Q1: 0,7 kg; Q3: 1,5 kg) und 1,2 kg (Q1: 0,9 kg; Q3: 1,4 kg) für die weiblichen Zwillinge auf einem ähnlichen Niveau.

3.4.3.1.2 Geburtslänge

Ähnlich verhielt es sich mit der Geburtslänge. Auch für diesen Parameter konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den weiblichen Einlingen und Zwillingen festgestellt werden ($p=0,842$). Dieser Parameter war näherungsweise normalverteilt. Die Mittelwerte für die Geburtslänge beider Gruppen lagen bei 36,8 cm (SD=4,4 cm) für die Einlinge und 36,7 cm (SD=3,4 cm) fast identisch.

3.4.3.1.3 Kopfumfang

Der Median für den Kopfumfang bei Geburt lag für die weiblichen Einlinge mit 26,0 cm (Q1: 23,0 cm; Q3: 28,0 cm) etwas niedriger als bei den weiblichen Zwillingen mit 26,6 cm (Q1: 24,4 cm; Q3: 27,5 cm). Es zeigte sich jedoch kein statistisch signifikanter Unterschied im Mann-Whitney-U Test ($p=0,562$).

3.4.3.2 SDS-Werte

3.4.3.2.1 Geburtsgewicht-SDS

Der Median für den Geburtsgewicht-SDS lag bei den weiblichen Einlingen mit einem Wert von -0,6 (Q1: -1,5; Q3: 0,6) in etwa 0,2 Standardabweichungen unterhalb der weiblichen Zwillinge mit einem SDS-Wert von -0,4 (Q1: -0,9; Q3: -0,1). Diese Differenz war statistisch jedoch nicht signifikant ($p=0,919$).

3.4.3.2.2 Geburtslängen-SDS

Für sowohl weibliche Einlinge, als auch Zwillinge ergab sich für die Geburtslänge ein identischer medianer SDS von 0,0. Das erste Quartil (-0,8 vs. -0,7) sowie das dritte Quartil (0,7 vs. -0,5) der weiblichen Einlinge und Zwillinge lagen auf einem vergleichbaren Niveau. Es wurde kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt ($p=0,646$).

3.4.3.2.3 KU-SDS

Der mediane SDS-Wert für den Kopfumfang lag bei den weiblichen Einlingen mit -0,9 (Q1: -1,7; Q3: 0,1) zwar unterhalb der weiblichen Zwillinge mit einem SDS-

Wert von -0,6 (Q1: -1,0; Q3: -0,2), allerdings war dieser Unterschied statistisch nicht signifikant ($p=0,591$).

3.4.3.3 Anthropometrische Daten der Mädchen (Messung)

3.4.3.3.1 Gewicht

Tendenziell wiesen die weiblichen Zwillinge zum Zeitpunkt der Messung ein höheres Körpergewicht als die weiblichen Einlinge auf. Mit einem medianen Körpergewicht von 24,4 kg (Q1: 20,7 kg; Q3: 29,7 kg), lag dieses in etwa 1 kg oberhalb der weiblichen Einlinge mit einem medianen Körpergewicht von 23,3 kg (Q1: 19,2 kg; Q3: 27,0 kg). Es konnte allerdings kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,244$).

3.4.3.3.2 Körpergröße

Hinsichtlich der Körpergröße zum Messzeitpunkt konnte kein signifikanter Unterschied zwischen weiblichen Einlingen und Zwillingen festgestellt werden ($p=0,859$). Die mediane Körpergröße der weiblichen Einlinge mit 125,9 cm (Q1: 118,6 cm; Q3: 135,6 cm) unterschied sich nur geringfügig von den weiblichen Zwillingen mit einer Körpergröße von 125,0 cm (Q1: 119,0 cm; Q3: 135,1 cm).

3.4.3.3.3 Kopfumfang

Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich des Kopfumfangs zum Messzeitpunkt zwischen weiblichen Einlingen und Zwillingen festgestellt werden ($p=0,476$). Der mediane Kopfumfang der Einlinge und Zwillinge lag identisch mit 51,0 cm. Auch erstes (49,5 cm vs. 50,0 cm) und drittes (52,5 cm vs. 52,5 cm) Quartil für den Kopfumfang der Einlinge und Zwillinge lagen eng beieinander.

3.4.3.3.4 BMI

Die Messwerte für den BMI zeigten eine linkssteile nicht normale Verteilung. Zum Zeitpunkt der Messung wiesen die weiblichen Zwillinge einen höheren BMI als die

weiblichen Einlinge auf. Mit einem medianen BMI von 15,5 kg/m² (Q1: 14,3 kg/m²; Q3: 17,0 kg/m²) lag dieser bei den weiblichen Zwillingen um fast einen BMI-Punkt höher als bei den weiblichen Einlingen mit einem BMI von 14,6 kg/m² (Q1: 13,3 kg/m²; Q3: 16,0 kg/m²).

Auch in der statistischen Testung zeigte sich dieser Unterschied als statistisch signifikant ($p=0,023$). Die Effektstärke dieses Unterschieds ist mit einem Wert von ca. 0,2 jedoch als gering einzustufen.

Ebenfalls konnten für die Gruppe der weiblichen Zwillinge einige moderate Ausreißer für höhere BMI-Werte festgestellt werden, welche in Zusammenschau anderer Parameter (z.B. Größe, Gewicht, BF%) plausibel waren.

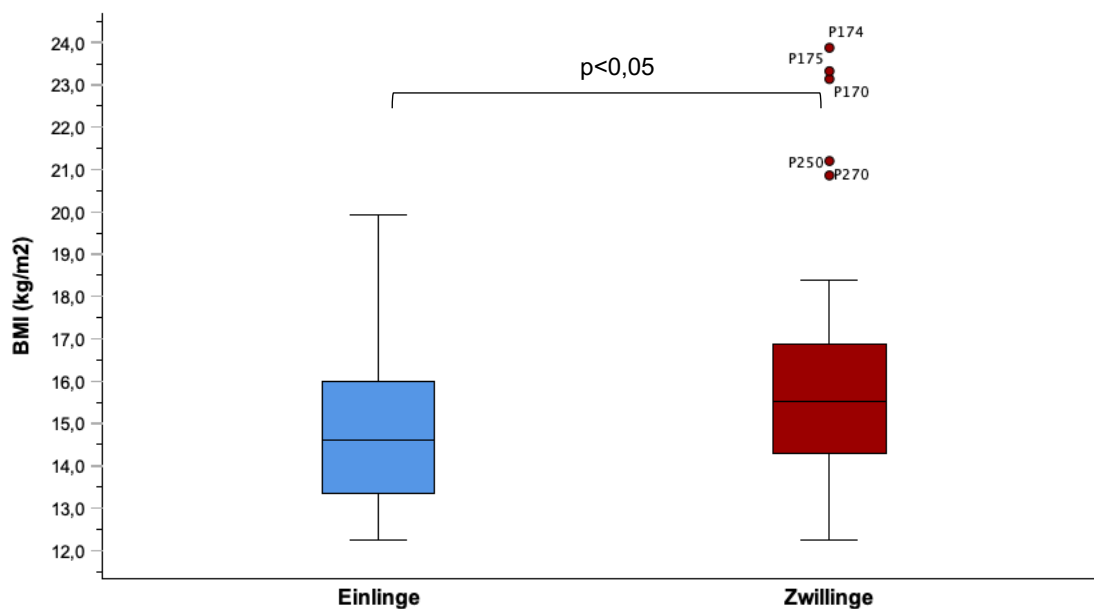


Abb. 23 BMI der weiblichen Probanden

3.4.3.4 SDS-Werte (Messung)

3.4.3.4.1 Gewichts-SDS

Die Daten für den Gewichts-SDS zum Messzeitpunkt waren näherungsweise normalverteilt. Während die weiblichen Einlinge im Mittel einen Gewichts-SDS von -0,7 (SD=1,3) hatten, lag dieser bei den weiblichen Zwillingen mit einem Wert von -0,1 (SD=1,2) ca. um 0,6 Standardabweichungen höher. Beide Gruppen

zeigten eine ähnliche Streuung der Werte. Auch in der statistischen Testung zeigte sich diese Differenz als signifikant ($p=0,011$). Die Effektstärke von ca. 0,5 als moderat einzuordnen. Zusätzlich lassen sich in der Gruppe der weiblichen Einlinge zwei moderate Ausreißer nach unten finden, welche in Zusammenschau der Werte jedoch plausibel waren.

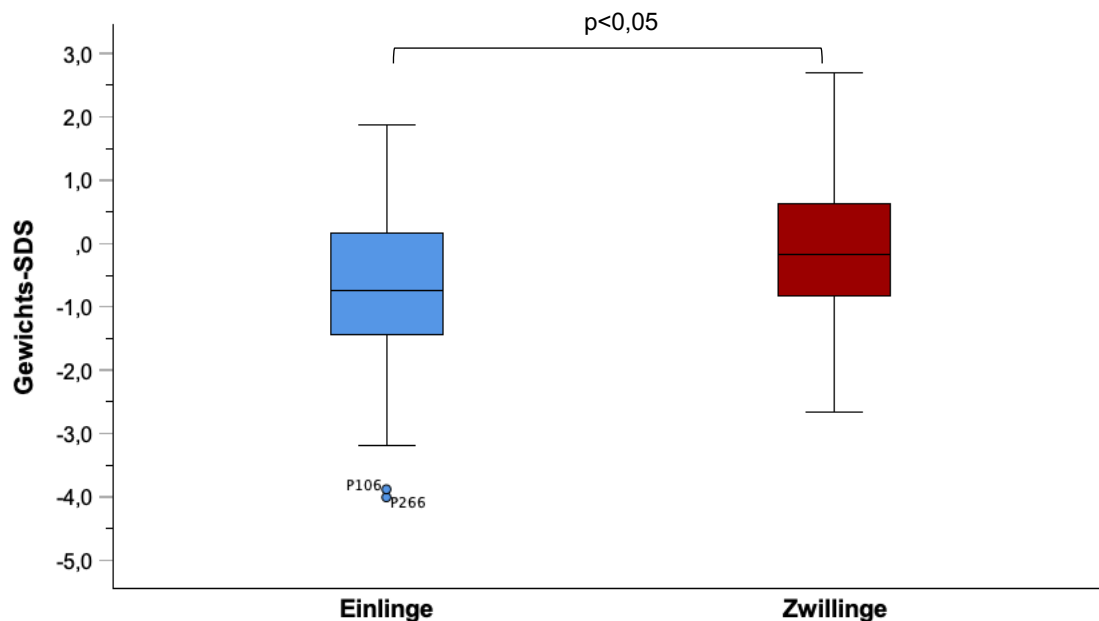


Abb. 24 Gewichts-SDS der weiblichen Probanden

3.4.3.4.2 Körpergrößen-SDS

Weniger ausgeprägt waren die Differenzen in Bezug auf die Körpergröße zum Messzeitpunkt. Die Daten für den Größen-SDS waren näherungsweise normalverteilt. Tendenziell hatten die weiblichen Einlinge einen geringeren Größen-SDS von -0,2 (SD=1,3) als die weiblichen Zwillinge mit einem mittleren SDS-Wert von 0,3 (SD=1,2). Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte nicht ermittelt werden ($p=0,119$).

3.4.3.4.3 KU-SDS

Für den SDS des Kopfumfangs bei Messung konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied ermittelt werden ($p=0,332$). Bei näherungsweise Normalverteilung

lagen Mittelwerte bzw. Standardabweichungen für die weiblichen Einlinge und Zwillinge bei jeweils einem SDS von -1,7 (SD=1,5) bzw. -1,5 (SD=1,4).

3.4.3.4.4 BMI-SDS

Für den BMI-SDS ergab sich eine näherungsweise Normalverteilung. Wie auch für die absoluten Messwerte für den BMI, konnte auch für den BMI-SDS ein signifikanter Unterschied zwischen weiblichen Einlingen und Zwillingen festgestellt werden ($p=0,010$). Die Effektstärke lag mit einem Wert von ca. 0,5 im moderaten Bereich. Mit einem mittleren SDS-Wert von -0,8 (SD=1,1) lag dieser etwa 0,6 Standardabweichungen unterhalb der weiblichen Zwillinge mit einem SDS-Wert von -0,2 (SD=1,2). Wie im folgenden Boxplot erkennbar lag die Streuung der Messwerte in beiden Gruppen auf einem ähnlichen Niveau.

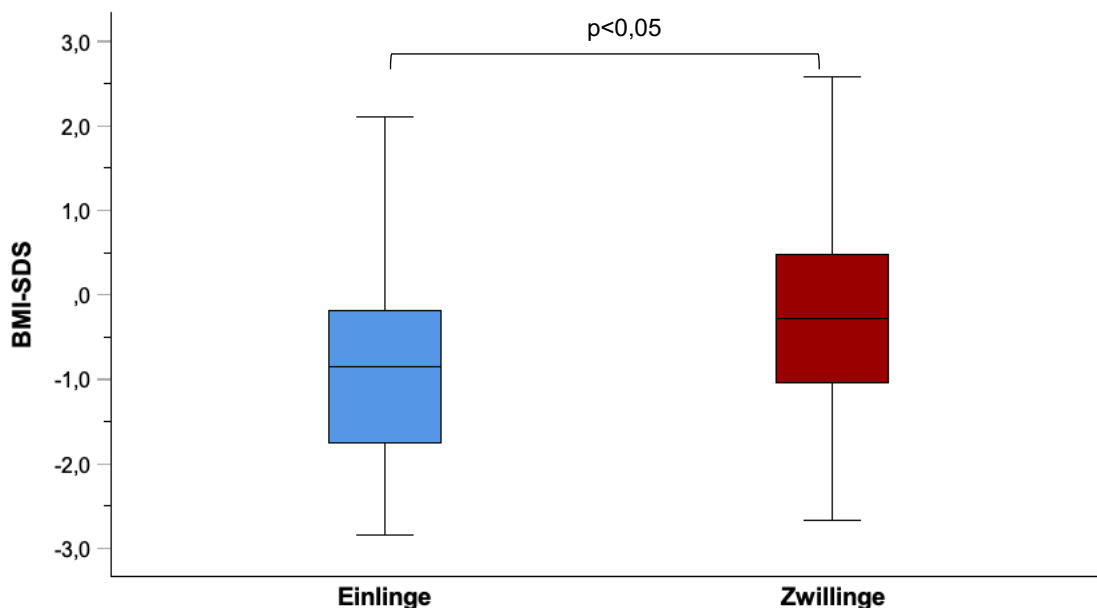


Abb. 25 BMI-SDS der weiblichen Probanden

3.4.3.5 BC der Mädchen

Vor einem detaillierten Vergleich der Parameter der BC der Mädchen wird in Tab. 12 zunächst eine Übersicht der erhobenen Messwerte für die weiblichen Einlinge, Zwillinge sowie alle weiblichen Probanden (Gesamt) dargestellt:

Tab. 12 ADP-Messergebnisse (weibliche Probanden)

		Mdn	P25	P75	P10	P90
KG (kg)	Gesamt	23,7	20,1	28,7	18,2	34,5
	Einlinge	23,3	19,2	27,0	17,5	33,1
	Zwillinge	24,4	20,7	29,7	18,8	38,0
BF%	Gesamt	14,5	10,3	19,7	5,5	27,2
	Einlinge	13,9	8,8	18,2	5,5	25,6
	Zwillinge	16,2	11,7	23,5	5,3	33,4
BFM (kg)	Gesamt	3,4	2,1	5,8	1,0	9,1
	Einlinge	3,2	1,8	4,9	1,1	8,2
	Zwillinge	3,9	2,6	6,5	1,0	11,2
LBM (kg)	Gesamt	20,2	17,6	23,8	16,1	26,9
	Einlinge	20,6	17,5	22,5	15,4	26,6
	Zwillinge	20,2	17,9	24,8	16,4	27,3

Anzahl: Gesamt (N=101), Einlinge (n=54), Zwillinge (n=47) **Abk.:** KG – Körpergewicht, BF% – Körperfettanteil (%), BFM (kg) – Körperfettmasse (kg), LBM (kg) – absolute fettfreie Masse (kg), Mdn – Median, P25 – 25. Perzentile, P75 – 75. Perzentile, P10 – 10. Perzentile, P90 – 90. Perzentile

3.4.3.5.1 BF%

Für die Messdaten der BF% zum Messzeitpunkt lag eine linkssteile, nichtnormale Verteilung vor. Im Median lag der BF% der weiblichen Zwillinge bei 16,2% (Q1: 11,7%; Q 3: 23,5%) und war damit höher als bei den weiblichen Einlingen mit einem medianen BF% von 13,9% (Q1: 8,8%; Q3: 18,1%). In der statistischen Testung zeigte sich dieser Unterschied zwischen den Gruppen zwar nicht als signifikant ($p=0,062$), lag aber verhältnismäßig nah am Signifikanzniveau von 0,05.

Auch das Maximum bzw. Minimum für den BF% lag in der Zwillingengruppe höher. Der maximal gemessene BF% lag bei 40,9% in der weiblichen Zwillingengruppe bzw. 33,5% in der weiblichen Einlingsgruppe. Die entsprechenden Minima lagen bei jeweils 1,9% und 0,9%.

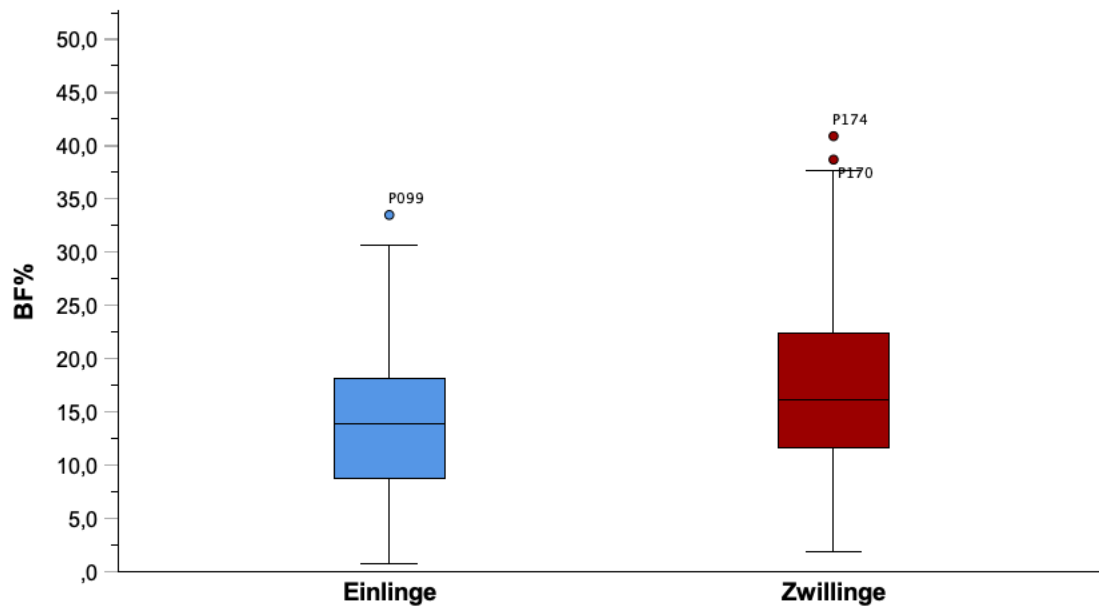


Abb. 26 BF% der weiblichen Probanden

3.4.3.5.2 BFM

Für die BFM ergab sich eine schiefe bzw. linkssteile Verteilung der Daten mit Tendenz zu Ausreißern für höhere Messwerte. Auch die BFM zum Messzeitpunkt lag bei den weiblichen Zwillingen tendenziell höher als bei den weiblichen Einlingen. Der Median für die BFM der weiblichen Einlinge lag bei 3,2 kg (Q1: 1,8 kg; Q3: 4,9 kg) und für die weiblichen Zwillinge bei 3,9 kg (Q1: 2,6 kg; Q3: 6,5 kg). Auch für diesen Parameter ließ sich kein statistisch signifikanter Unterschied ermitteln, jedoch lag der p-Wert mit 0,078 verhältnismäßig nahe am Signifikanzniveau.

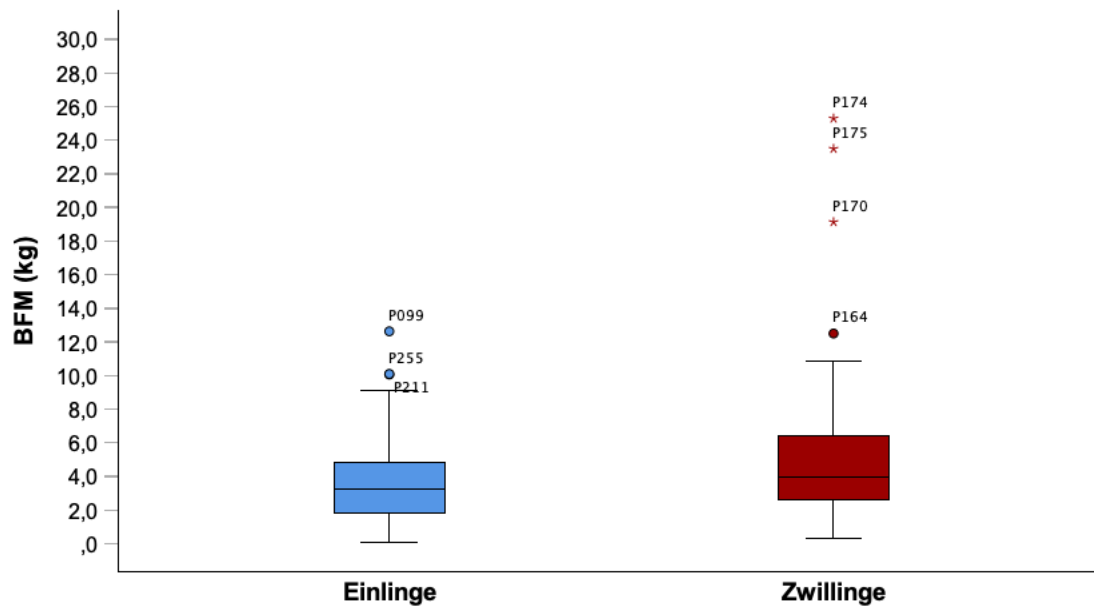


Abb. 27 BFM (kg) der weiblichen Probanden

3.4.3.5.3 LBM

Hinsichtlich der LBM zum Messzeitpunkt unterschieden sich die weiblichen Einlinge und Zwillinge weniger stark. Für diesen Parameter lag der Median bei den weiblichen Einlingen mit 20,6 kg (Q1: 17,5 kg; Q3: 22,5 kg) etwas höher als bei den weiblichen Zwillingen mit einer LBM von 20,2 kg (Q1: 17,9 kg; Q3: 14,8 kg). Die Messdaten zeigten eine schiefe bzw. linkssteile Verteilung und es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,593$).

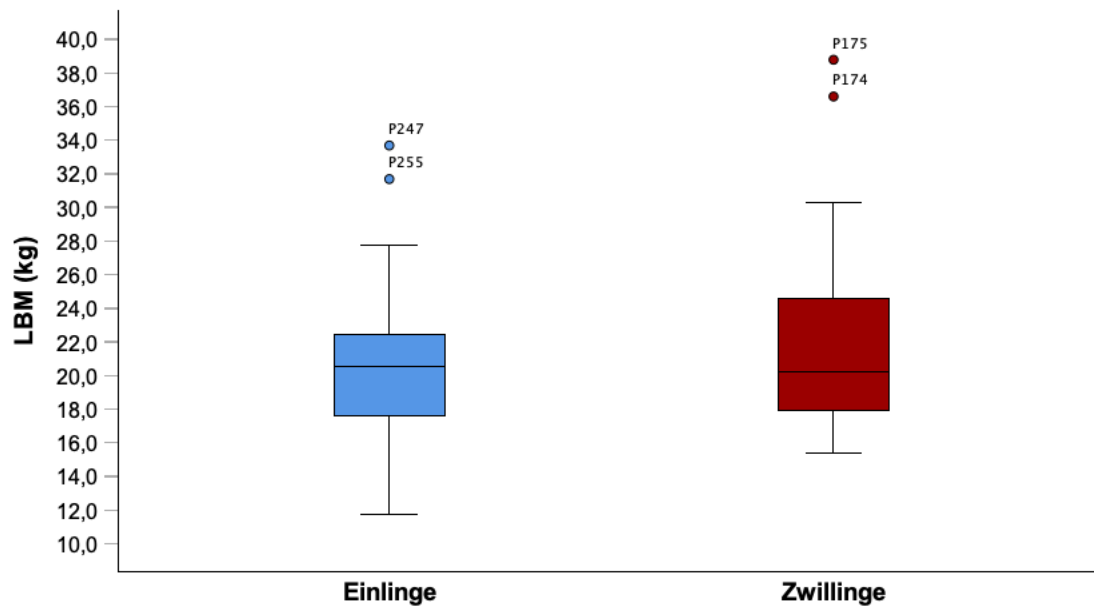


Abb. 28 LBM (kg) der weiblichen Probanden

3.4.3.6 Hautfaltendicke

Die Messwerte der Hautfaltendicken wiesen eine linkssteile bzw. schiefe Verteilung mit einigen Ausreißern für höhere Messwerte auf. Diese zeigten sich in der Prüfung mit anderen Parametern als plausibel. Zwischen den weiblichen Einlingen und Zwillingen ließ sich lediglich für die subskapulare Hautfaltendicke ein signifikanter Unterschied zwischen beiden Gruppen feststellen ($p=0,011$). So lag der Median für die subskapulare Hautfaltendicke der weiblichen Einlinge mit 5,3 mm (Q1: 4,7 mm; Q3: 6,8 mm) unterhalb der weiblichen Zwillinge mit 6,0 mm (Q1: 5,3 mm; Q3: 8,7 mm). Die Effektstärke dieses Unterschieds ist mit ca. 0,254 als gering einzustufen. Mit einem p-Wert von 0,081 für die Triceps Hautfaltendicke liegt dieser relativ nahe am Signifikanzniveau. Auch hier liegt der Median der weiblichen Einlinge mit 9,1 mm (Q1: 7,6 mm; Q3: 12,2 mm) unterhalb

der weiblichen Zwillinge mit 10,5 mm (Q1: 8,4 mm; Q3: 14,1 mm). Für die periumbilikale Hautfaltendicke fand sich kein signifikanter Unterschied ($p=0,222$).

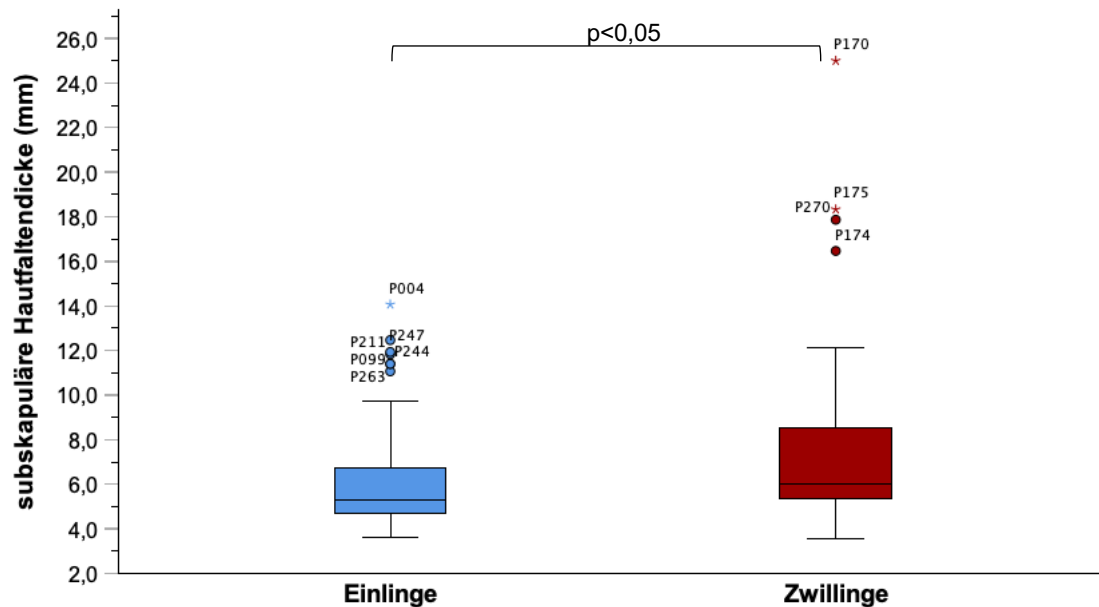


Abb. 29 subskapulare Hautfaltendicke der weiblichen Probanden

3.5 Vergleich nach Gestationsalter

3.5.1 Vergleich der $FG < 28$ 0/7 SSW vs. $FG \geq 28$ 0/7 SSW

Bevor im Folgenden ein detaillierter Vergleich zwischen Einlingen und Zwillingen anhand des Gestationsalters erfolgt, sollen hier zunächst die wesentlichen Unterschiede zwischen den $FG < 28$ SSW und $FG \geq 28$ SSW zusammengefasst werden. Eine Gesamtübersicht beider Gruppen findet sich in Tab. 13.

Die Gruppe der extrem FG kam im Median mit 26,3 SSW und damit ca. vier Wochen früher als die Gruppe der sehr FG zur Welt. Auch das mediane Alter der $FG < 28$ SSW lag zum Messzeitpunkt mit 7,6 Jahren unterhalb der Vergleichsgruppe mit 8,3 Jahren, jedoch war der Altersunterschied nicht signifikant ($p=0,198$).

Zum Zeitpunkt der Geburt hatten die $FG < 28$ SSW erwartungsgemäß ein signifikant niedrigeres Körpergewicht als die $FG \geq 28$ SSW ($p<0,001$). Mit einem

Median von 0,7 kg hatten die $FG < 28$ SSW ein extrem niedriges Geburtsgewicht, wohingegen die $FG \geq 28$ SSW mit einem medianen Geburtsgewicht von 1,3 kg ca. ein halbes Kilogramm mehr wogen und in die Kategorie für sehr niedriges Geburtsgewicht (VLBW) fielen. Auch bezogen auf ihr Gestationsalter lagen die $FG < 28$ SSW mit einem Geburtsgewichts-SDS von -1,0 eine halbe Standardabweichung unterhalb der $FG \geq 28$ SSW mit einem SDS von -0,5.

Zum Zeitpunkt der ADP-Messung lag das mediane Körpergewicht der $FG < 28$ SSW mit 23,1 kg ca. 2kg unterhalb der $FG \geq 28$ SSW mit 25,0 kg. Somit waren die $FG < 28$ SSW zum Messzeitpunkt signifikant leichter als die $FG \geq 28$ SSW ($p=0,016$; $r=0,162$). Mit einem medianen Gewichts-SDS von -0,6 bei den $FG < 28$ SSW lag dieser zum Messzeitpunkt zwar weiterhin unterhalb der $FG \geq 28$ SSW, allerdings war dieser Unterschied nicht signifikant ($p=0,090$). Ein signifikanter Unterschied ergab sich hingegen für den SDS der Körperlänge, welcher bei den $FG < 28$ SSW im Median um 0,4 Standardabweichungen unterhalb der $FG \geq 28$ SSW lag ($p=0,012$; $r=0,360$). Auch der SDS für den Kopfumfang lag bei den $FG < 28$ SSW signifikant niedriger ($p<0,001$; $r=0,536$). Für den BMI ($p=0,337$) bzw. BMI-SDS ($p=0,699$) konnte kein signifikanter Unterschied ermittelt werden.

Aus Tab. 13 geht weiterhin hervor, dass sich beide Gruppen nicht signifikant im BF% unterschieden ($p=0,248$). Der BF% beider Gruppen lag im Median bei ca. 13,5%. Das erste (9,9% vs. 8,3%) und dritte Quartil (19,0% vs. 17,5%) lag für die $FG \geq 28$ SSW minimal höher.

Ein signifikanter Unterschied konnte jedoch für die LBM ($p=0,016$) ermittelt werden. Die LBM der $FG < 28$ SSW lag im Median bei 20,2 kg, womit diese im Vergleich zu den $FG \geq 28$ SSW mit 21,3 kg LBM ein Defizit von ca. 1 Kilogramm aufwiesen. Die Effektstärken für die Parameter Gesamtkörpergewicht ($r=0,162$) und LBM ($r=0,048$) sind jedoch als gering einzustufen.

Tab. 13 Gesamttabelle FG < 28 SSW vs. FG ≥ 28 SSW

N=219	FG < 28 SSW (n=75)			FG > 28 SSW (n=144)			p-Wert	r/d
	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3		
Alter (Jahre)	7,6	6,9	8,9	8,3	7,0	9,4	0,198	
Daten bei Geburt:								
GA (Wochen)	26,3	25,7	27,1	30,4	29,5	31,3	<0,001	0,821
GG (kg)	0,7	0,6	0,9	1,3	1,1	1,6	<0,001	2,002
SDS _{GG}	-1,0	-1,6	-0,4	-0,5	-1,4	0,2	0,014	0,353
GKL (cm)	33,0	31,0	35,0	39,0	37,0	41,9	<0,001	1,904
z-Score _{GKL}	-0,1	-1,1	0,3	-0,1	-0,7	0,6	0,145	
GKU (cm)	23,5	22,0	24,5	27,5	26,1	29,0	<0,001	2,297
SDS _{GKU}	-1,0	-2,0	-0,5	-0,6	-1,5	0,1	0,010	0,174
Erhobene Daten zum Messzeitpunkt:								
Anthropometrische Daten								
KG (kg)	23,1	18,9	26,7	25,0	20,9	29,4	0,016	0,162
SDS _{KG}	-0,6	-1,4	0,3	-0,2	-1,1	0,5	0,090	
KL (cm)	122,8	117,3	129,6	128,9	120,2	136,0	0,003	0,198
SDS _{KL}	-0,2	-1,0	0,5	0,2	-0,5	1,0	0,012	0,360
KU (cm)	50,5	49,5	51,8	51,5	50,5	52,9	<0,001	0,579
SDS _{KU}	-1,9	-2,7	-1,2	-1,5	-2,2	-0,5	<0,001	0,536
BMI (kg/m ²)	14,7	13,7	16,0	15,0	13,9	16,3	0,337	
SDS _{BMI}	-0,8	-1,6	0,0	-0,6	-1,6	0,2	0,699	
Körperzusammensetzung								
BF (%)	13,5	8,3	17,5	13,5	9,9	19,0	0,248	
BFM (kg)	3,2	1,6	4,7	3,3	2,1	5,0	0,098	
LBM (kg)	20,2	17,3	22,8	21,3	18,6	24,8	0,016	0,048
Hautfaltendicke								
Periumbilikal*(mm)	7,5	5,6	12,0	7,8	5,8	11,6	0,900	
Triceps** (mm)	8,7	7,6	10,9	8,9	7,6	11,9	0,528	
Subskapular** (mm)	5,2	4,5	6,4	5,4	4,7	6,7	0,482	

Abk.: Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, r/d – Effektstärke *r* bzw. Cohen's *d*, GA – Gestationsalter, GG – Geburtsgewicht, SDS – Standard Deviation Score, GKL – Geburtslänge, GKU

*Geburtskopfumfang, KG – Körpergewicht, KL – Körperlänge, KU – Kopfumfang, BF% - Körperfettanteil (%), BFM – Körperfettmasse (kg), LBM - absolute fettfreie Masse (kg), Anzahl: *FG<28 SSW (n=74), FG≥28 SSW (n=142), ** FG<28 SSW (n=74), FG≥28 SSW (n=143)*

3.5.2 Vergleich der Einlinge und Zwillinge (FG < 28 SSW)

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die Einlinge und Zwillinge der FG < 28 SSW genauer verglichen. Zum Zeitpunkt der Messung betrug das mediane Alter der Einlinge 8,3 Jahre (Q1: 7,3 Jahre; Q3: 9,1 Jahre) und lag damit um ca. 1 Jahr höher als bei den entsprechenden Zwillingen mit einem medianen Alter von 7,3 Jahren (Q1: 6,8 Jahre; Q3: 8,3) Jahre. Dieser Altersunterschied zum Zeitpunkt der Messung war statistisch signifikant ($p=0,029$), die Effektstärke jedoch gering.

3.5.2.1 Geburtsdaten FG < 28 SSW

3.5.2.1.1 Geburtsgewicht

Hinsichtlich des Geburtsgewichts konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Einlingen und Zwillingen festgestellt werden ($p=0,887$). Die Werte waren mit einem medianen Geburtsgewicht von 0,7kg (Q1: 0,6 kg; Q3: 0,9 kg) für sowohl Einlinge als auch Zwillinge identisch. Die Daten für das Geburtsgewicht waren näherungsweise normalverteilt. Mittelwert und Standardabweichung lagen für beide Gruppen ebenfalls identisch bei 0,8 kg bzw. 0,2 kg.

3.5.2.1.2 Geburtslänge

Auch für die Geburtslänge konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Einlingen und Zwillingen der FG < 28 SSW festgestellt werden ($p=0,806$). Dieser Parameter war näherungsweise normalverteilt. Die Mittelwerte für die Geburtslänge beider Gruppen lagen bei 33,0 cm (SD=3,1 cm) für die Einlinge und 33,2 cm (SD=2,5 cm) für die Zwillinge auf einem vergleichbaren Niveau.

3.5.2.1.3 Kopfumfang

Für den Parameter Kopfumfang lag eine näherungsweise Normalverteilung vor. Der Mittelwert für den Kopfumfang der Zwillinge war mit 23,7 cm (SD=1,4 cm) um 0,4 cm höher als bei den Einlingen mit einem Mittelwert von 23,3 cm (SD=1,7 cm). Dieser Unterschied war statistisch jedoch nicht signifikant ($p=0,361$).

3.5.2.2 SDS-Werte

3.5.2.2.1 Geburtsgewicht-SDS

Der Geburtsgewicht-SDS der Einlinge und Zwillinge innerhalb der FG < 28 SSW war näherungsweise normalverteilt. Einlinge und Zwillinge hatten einen identischen Mittelwert für den Geburtsgewicht-SDS von -1,0. Die Streuung der Daten lag bei den Einlingen mit einer Standardabweichung für den SDS von 1,1 vs. 0,8 bei den Zwillingen etwas höher. In der statistischen Testung konnte kein signifikanter Unterschied ermittelt werden ($p=0,957$).

3.5.2.2.2 Geburtslängen-SDS

Es bestand kein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich des SDS für die Geburtslänge der Einlinge und Zwillinge der FG < 28 SSW ($p=0,852$). Die entsprechenden Mediane der Einlinge mit einem Wert von -0,1 (Q1: -1,2; Q3: 0,4) und der Zwillinge mit einem Wert von -0,2 (Q1: -0,7; Q3: 0,2) lagen auf einem ähnlichen Niveau.

3.5.2.2.3 KU-SDS

Der mediane SDS-Wert für den Kopfumfang lag bei den Einlingen der FG < 28 SSW mit -1,1 (Q1: -2,1; Q3: -0,5) zwar unterhalb der Zwillinge mit einem SDS-Wert von -0,8 (Q1: -1,6; Q3: -0,5), allerdings war dieser Unterschied statistisch nicht signifikant ($p=0,290$). Es zeigte sich zudem ein größerer Interquartilsabstand von 1,6 für die Einlinge verglichen mit 1,1 bei den Zwillingen.

Tab. 14 Daten der Einlinge vs. Zwillinge (FG < 28 SSW)

N=75	Einlinge (n=47)			Zwillinge (n=28)			p-Wert	r/d
	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3		
Alter (Jahre)	8,3	7,3	9,1	7,3	6,8	8,3	0,029	0,252
Daten bei Geburt:								
GA (Wochen)	26,1	25,6	27,1	26,4	25,8	27,1	0,738	
GG (kg)	0,7	0,6	0,9	0,7	0,6	0,9	0,887	
SDS _{GG}	-0,9	-1,8	-0,3	-1,0	-1,3	-0,4	0,957	
GKL (cm)	32,5	31,0	35,0	33,0	31,0	35,8	0,806	
z-Score _{GKL}	-0,1	-1,2	0,4	-0,2	-0,7	0,2	0,852	
GKU (cm)	23,0	22,0	24,5	24,0	22,3	24,4	0,361	
SDS _{GKU}	-1,1	-2,1	-0,5	-0,8	-1,6	-0,5	0,290	
Erhobene Daten zum Messzeitpunkt:								
Anthropometrische Daten								
KG (kg)	23,7	19,8	28,1	21,3	18,6	26,1	0,278	
SDS _{KG}	-0,6	-1,8	0,4	-0,7	-1,2	0,1	0,673	
KL (cm)	124,5	117,3	131,0	119,8	116,5	129,6	0,506	
SDS _{KL}	-0,3	-1,4	0,3	-0,1	-0,7	0,6	0,154	
KU (cm)	50,5	49,5	51,5	50,5	49,0	52,0	0,857	
SDS _{KU}	-1,9	-2,6	-1,2	-2,0	-2,9	-1,1	0,815	
BMI (kg/m ²)	14,8	13,7	16,2	14,3	13,7	15,6	0,358	
SDS _{BMI}	-0,7	-1,6	0,0	-1,1	-1,5	-0,5	0,531	
Körperzusammensetzung								
BF (%)	13,8	9,9	17,5	11,5	5,2	17,9	0,390	
BFM (kg)	3,2	1,8	4,7	2,4	0,9	4,8	0,375	
LBM (kg)	20,8	17,6	23,0	18,1	17,2	21,6	0,346	
Hautfaltendicke								
Periumbilikal*(mm)	7,8	5,8	12,2	7,2	5,0	11,9	0,413	
Triceps* (mm)	8,9	7,9	10,9	8,1	6,8	11,1	0,367	
Subskapular*(mm)	5,2	4,6	6,5	5,5	4,4	6,3	0,885	

Abk.: Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, r/d – Effektstärke r bzw. Cohen's d, GA – Gestationsalter, GG – Geburtsgewicht, SDS – Standard Deviation Score, GKL – Geburtslänge, GKU –

*Geburtskopfumfang, KG – Körpergewicht, KL – Körperlänge, KU - Kopfumfang BF% - Körperfettanteil (%), BFM – Körperfettmasse (kg), LBM - absolute fettfreie Masse (kg), *Einlinge (n=46)*

3.5.2.3 Anthropometrische Daten (Messung)

3.5.2.3.1 Gewicht

Tendenziell wiesen die Einlinge der FG < 28 SSW zum Zeitpunkt der Messung ein höheres Körpergewicht als die Zwillinge auf. Mit einem medianen Körpergewicht von 23,7 kg (Q1: 19,8 kg; Q3: 28,1 kg), lag dieses in etwa 2,4 kg oberhalb der Zwillinge mit einem medianen Körpergewicht von 21,3 kg (Q1: 18,6 kg; Q3: 26,1 kg). Es konnte allerdings kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,278$).

3.5.2.3.2 Körpergröße

Hinsichtlich der Körpergröße zum Messzeitpunkt konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Einlingen und Zwillingen festgestellt werden ($p=0,506$). Bei näherungsweise Normalverteilung lag die mittlere Körpergröße der Einlinge mit 125,1 cm (SD=10,1 cm) um 1,6 cm höher als bei den Zwillingen mit einer mittleren Körpergröße von 123,5 cm (SD=8,9 cm)

3.5.2.3.3 Kopfumfang

Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich des Kopfumfangs zum Messzeitpunkt zwischen den Einlingen und Zwillingen der FG < 28 SSW festgestellt werden ($p=0,857$). Bei näherungsweise Normalverteilung lagen die Daten für den Kopfumfang der Einlinge mit einem Mittelwert von 50,5 cm (SD=1,8 cm) bzw. 50,4 cm (SD=1,9 cm) für die Zwillinge fast identisch.

3.5.2.3.4 BMI

Für den BMI ließ sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Einlingen und Zwillingen der FG < 28 SSW ermitteln ($p=0,358$). Der mediane BMI der Einlinge zum Messzeitpunkt betrug 14,8 kg/m² (Q1: 13,7 kg/m²; Q3: 16,2

kg/m²) und lag damit um 0,5 BMI-Punkte höher als bei den Zwillingen mit einem medianen BMI von 14,3 kg/m² (Q1: 13,7 kg/m²; Q3: 15,6 kg/m²).

3.5.2.4 SDS-Werte (Messung)

3.5.2.4.1 Gewichts-SDS

Die Daten für den Gewichts-SDS zum Messzeitpunkt waren für die Einlinge und Zwillinge der FG < 28 SSW näherungsweise normalverteilt. Während die Einlinge im Mittel einen Gewichts-SDS von -0,7 hatten, lag dieser bei den Zwillingen mit einem Wert von -0,6 nur unwesentlich niedriger. Ein statistisch signifikanter Unterschied war nicht zu finden ($p=0,673$). Mit einer Standardabweichung für den Gewichts-SDS von 1,5 lag die Streuung der Daten in der Einlingsgruppe höher als bei den Zwillingen mit einer Standardabweichung von 1,1.

3.5.2.4.2 Körpergrößen-SDS

Die Daten für den Größen-SDS zum Messzeitpunkt waren näherungsweise normalverteilt. Tendenziell hatten die Einlinge der FG < 28 SSW einen geringeren Größen-SDS mit einem Mittelwert von -0,4 (SD=1,3) als die Zwillinge mit einem mittleren SDS-Wert von 0,0 (SD=0,8). Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte nicht ermittelt werden ($p=0,154$).

3.5.2.4.3 KU-SDS

Für den SDS des Kopfumfangs bei Messung konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied ermittelt werden ($p=0,815$). Bei näherungsweiser Normalverteilung lagen Mittelwerte bzw. Standardabweichungen für den KU-SDS der Einlinge und Zwillinge relativ nahe beieinander. So lag der Mittelwert für den KU-SDS der Einlinge bei einem Wert von -2,1 (SD=1,2) und für die Zwillinge bei -2,0 (SD=1,2).

3.5.2.4.4 BMI-SDS

Für den BMI-SDS ergab sich eine näherungsweise Normalverteilung. Wie auch für die absoluten Messwerte für den BMI, konnte auch für den BMI-SDS kein

signifikanter Unterschied zwischen den Einlingen und Zwillingen der FG < 28 SSW festgestellt werden ($p=0,531$). Mit einem mittleren SDS-Wert von -0,6 ($SD=1,1$) für die Einlinge lag dieser etwa 0,2 Standardabweichungen oberhalb der Zwillinge mit einem SDS-Wert von -0,8 ($SD=1,2$). Die Streuung der Messwerte in beiden Gruppen lag auf einem ähnlichen Niveau.

3.5.2.5 BC der FG < 28 SSW

Vor einem detaillierten Vergleich der Parameter der BC der FG < 28 SSW ist in Tab. 15 zunächst eine Übersicht der erhobenen Messwerte für die Einlinge und Zwillinge der FG < 28 SSW dargestellt:

Tab. 15 ADP-Messergebnisse der FG < 28 SSW

		Mdn	P25	P75	P10	P90
KG (kg)	Gesamt (FG<28 SSW)	23,1	18,9	26,7	17,0	33,0
	Einlinge	23,7	19,8	28,1	16,5	33,6
	Zwillinge	21,3	18,6	26,1	17,4	30,3
BF%	Gesamt (FG<28 SSW)	13,5	8,3	17,5	2,6	25,9
	Einlinge	13,8	9,9	17,5	3,4	26,1
	Zwillinge	11,5	5,2	17,9	2,3	26,2
BFM (kg)	Gesamt (FG<28 SSW)	3,2	1,6	4,7	0,5	7,2
	Einlinge	3,2	1,8	4,7	0,5	7,8
	Zwillinge	2,4	0,9	4,8	0,4	6,9
LBM (kg)	Gesamt (FG<28 SSW)	20,2	17,3	22,8	15,7	25,3
	Einlinge	20,8	17,6	23,0	15,2	26,3
	Zwillinge	18,1	17,2	21,6	16,4	24,7

Anzahl: Gesamt (N=75), Einlinge (n=47), Zwillinge (n=28) **Abk.:** KG – Körpergewicht, BF% – Körperfettanteil (%), BFM (kg) – Körperfettmasse (kg), LBM (kg) – absolute fettfreie Masse (kg), Mdn – Median, P25 – 25. Perzentile, P75 – 75. Perzentile, P10 – 10. Perzentile, P90 – 90. Perzentile

3.5.2.5.1 BF%

Für die Messdaten der BF% zum Messzeitpunkt lag eine linkssteile, nicht-normale Verteilung vor. Im Median lag der BF% der Einlinge bei 13,8% (Q1: 9,9%; Q3: 17,5%) und war damit höher als bei den Zwillingen mit einem

medianen BF% von 11,5% (Q1: 5,2%; Q3: 17,9%). In der statistischen Testung zeigte sich dieser Unterschied zwischen den Gruppen jedoch nicht als signifikant ($p=0,390$).

Trotz des höheren Medians sowie ersten und dritten Quartils in der Einlingsgruppe lagen das Maximum bzw. Minimum für den BF% in der Zwillingsgruppe höher. Der maximal gemessene BF% lag bei 33,5% in der Einlingsgruppe bzw. 38,7% in der Zwillingsgruppe. Die entsprechenden Minima lagen bei jeweils 0,4% und 1,9%.

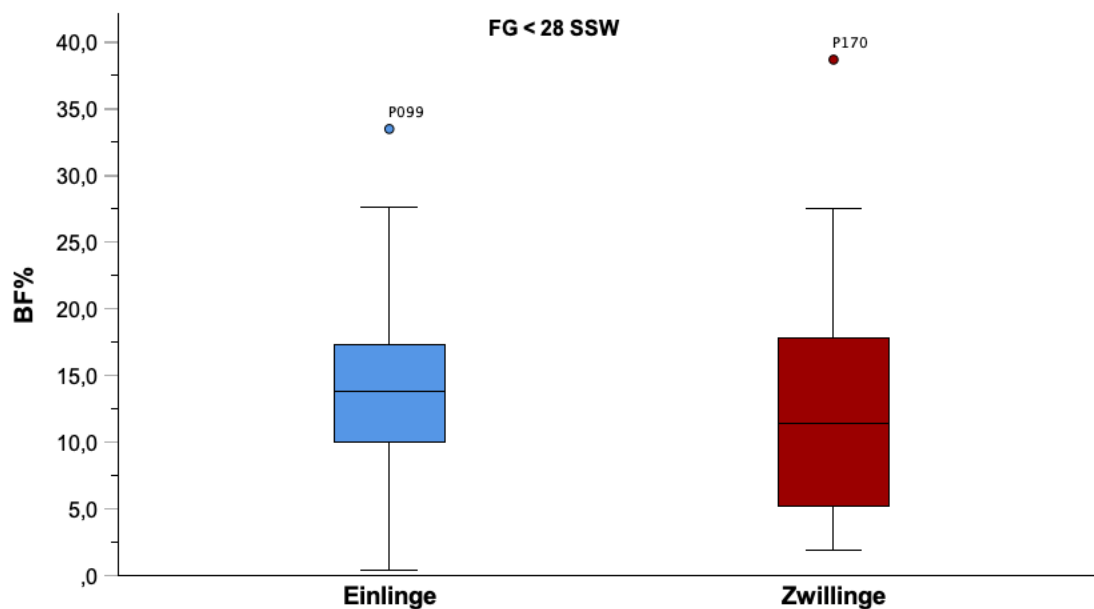


Abb. 30 BF% der FG < 28 SSW

3.5.2.5.2 BFM

Für die BFM ergab sich eine schiefe bzw. linkssteile Verteilung der Daten mit Tendenz zu Ausreißern für höhere Messwerte. Diese waren in Zusammenschau mit anderen Parametern plausibel. Der Median für den BFM der Einlinge lag bei 3,2 kg und war damit größer als bei den Zwillingen mit einem medianen BFM von 2,4 kg. Während das erste Quartil in der Einlingsgruppe mit 1,9 kg doppelt so hoch wie bei den Zwillingen mit 0,9 kg lag, war das dritte Quartil für die Einlinge

und Zwillinge mit jeweils 4,7 kg bzw. 4,8 kg nahezu identisch. Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte nicht festgestellt werden ($p=0,375$).

3.5.2.5.3 LBM

Die Messdaten der LBM zeigten eine schiefe bzw. linkssteile Verteilung. Hinsichtlich der LBM zum Messzeitpunkt unterschieden sich die Einlinge und Zwillinge der $FG < 28$ SSW nicht signifikant ($p=0,346$).

Für diesen Parameter lag der Median bei den Einlingen mit 20,8 kg (Q1: 17,6 kg; Q3: 23,0 kg) etwas höher als bei den Zwillingen mit einer LBM von 18,1 kg (Q1: 17,2 kg; Q3: 21,6 kg).

3.5.3 Vergleich der Einlinge und Zwillinge ($FG \geq 28$ SSW)

Tab. 16 und 17 geben eine Gesamtübersicht der anthropometrischen Daten bzw. Daten zur Körperzusammensetzung der Einlinge und Zwillinge der $FG \geq 28$ SSW. Ein genauerer Vergleich der einzelnen Parameter findet sich in den jeweiligen Unterkapiteln.

Tab. 16 Daten bei Geburt der Einlinge vs. Zwillinge ($FG \geq 28$ SSW)

N=144	Einlinge (n=83)			Zwillinge (n=61)			p-Wert	r/d
	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3		
Alter (Jahre)	8,3	7,0	9,3	8,4	6,9	9,8	0,832	
Daten bei Geburt:								
GA (Wochen)	30,7	29,6	31,3	30,0	29,4	31,1	0,738	
GG (kg)	1,3	1,1	1,7	1,3	1,1	1,5	0,202	
SDS _{GG}	-0,7	-1,5	0,6	-0,4	-1,1	-0,1	0,956	
GKL (cm)	39,0	37,0	42,0	38,5	37,0	41,0	0,203	
SDS _{GKL}	-0,2	-0,7	0,6	0,0	-0,8	0,5	0,852	
GKU (cm)	27,5	26,0	29,0	27,5	26,8	28,5	0,741	
SDS _{GKU}	-1,0	-1,7	0,2	-0,5	-1,1	0,1	0,290	

Abk.: Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, r/d – Effektstärke r bzw. Cohen's d , GA – Gestationsalter, GG – Geburtsgewicht, SDS – Standard Deviation Score, GKL – Geburtslänge, GKU – Geburtskopfumfang

Tab. 17 Daten bei Messung der Einlinge vs. Zwillinge (FG $\geq$ 28 SSW)

N=144	Einlinge (n=83)			Zwillinge (n=61)			p-Wert	r/d
	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3		
Alter (Jahre)	8,3	7,0	9,3	8,4	6,9	9,8	0,832	
Erhobene Daten zum Messzeitpunkt:								
Anthropometrische Daten								
KG (kg)	24,5	20,8	29,5	26,0	21,5	29,4	0,279	
SDS _{KG}	-0,3	-1,3	0,2	-0,1	-0,9	0,6	0,061	
KL (cm)	128,4	120,1	136,0	130,5	120,3	136,2	0,309	
SDS _{KL}	0,2	-0,6	0,8	0,3	-0,4	1,0	0,133	
KU (cm)	51,0	50,0	52,5	51,5	51,0	53,2	0,134	
SDS _{KU}	-1,6	-2,4	-0,8	-1,3	-2,1	-0,2	0,082	
BMI (kg/m ²)	14,8	13,6	16,0	15,4	14,0	16,6	0,087	
SDS _{BMI}	-0,7	-1,7	0,0	-0,3	-1,4	0,3	0,124	
Körperzusammensetzung								
BF (%)	12,1	8,5	17,3	16,1	11,1	21,0	0,009	0,218
BFM (kg)	2,9	1,8	4,8	3,9	2,5	5,8	0,022	0,191
LBM (kg)	21,4	18,3	24,8	21,3	18,7	24,8	0,748	
Hautfalterdicke								
Periumbilikal*(mm)	7,4	5,7	10,4	9,6	6,1	15,3	0,038	0,174
Triceps** (mm)	8,3	7,1	10,7	10,2	8,4	13,1	<0,001	0,281
Subskapular** (mm)	5,1	4,5	6,0	5,9	4,9	7,4	0,015	0,203

Abk.: Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, r/d – Effektstärke r bzw. Cohen's d , SDS – Standard Deviation Score, KG – Körpergewicht, KL – Körperlänge, KU – Kopfumfang BF% – Körperfettanteil (%), BFM – Körperfettmasse (kg), LBM – absolute fettfreie Masse (kg), *Zwillinge (n=59), **Zwillinge (n=60)

3.5.3.1 Geburtsdaten FG $\geq$ 28 SSW

3.5.3.1.1 Geburtsgewicht

Hinsichtlich des Geburtsgewichts konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Einlingen und Zwillingen der FG $\geq$ 28 SSW festgestellt werden ($p=0,202$). Die Daten für das Geburtsgewicht waren näherungsweise normalverteilt. Das

mittlere Geburtsgewicht der Einlinge lag bei 1,4 kg (SD=0,4), wohingegen das mittlere Geburtsgewicht der Zwillinge bei ca. 1,3 kg (SD=0,3) lag.

3.5.3.1.2 Geburtslänge

Für die Geburtslänge konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Einlingen und Zwillingen der FG ≥ 28 SSW festgestellt werden ($p=0,203$). Dieser Parameter war näherungsweise normalverteilt. Der Mittelwert für die Geburtslänge der Einlinge lag bei ca. 39,4 cm (SD=3,4 cm) und lag damit um 0,7 cm höher als bei den Zwillingen mit einer mittleren Geburtslänge von 38,7 cm (SD=3,0 cm).

3.5.3.1.3 Kopfumfang

Die Gruppe der Einlinge und Zwillinge der FG ≥ 28 SSW hatten für den Geburtskopfumfang vergleichbare Messwerte. Diese waren näherungsweise normalverteilt. So lag der Mittelwert für den Kopfumfang der Einlinge bei 27,5 cm (SD=1,9 cm) und der Mittelwert der Zwillinge mit 27,4 cm (SD=1,7 cm) nur minimal unterhalb dieses Wertes.

In der statistischen Testung konnte jedoch kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,741$).

3.5.3.2 SDS-Werte

3.5.3.2.1 Geburtsgewicht-SDS

Tendenziell hatten die Einlinge mit einem medianen SDS-Wert von -0,7 einen geringeren Geburtsgewicht-SDS als die Zwillinge mit einem SDS-Wert von -0,4. Während auch das erste Quartil der Einlingsgruppe unterhalb der Zwillingsgruppe lag (Q1: -1,5 vs. -1,1), war das dritte Quartil für den Geburtsgewicht-SDS in der Einlingsgruppe höher (Q3: 0,6 vs. -0,1). Es ließ sich allerdings kein statistisch signifikanter Unterschied feststellen ($p=0,956$).

3.5.3.2.2 Geburtslängen-SDS

Es bestand kein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich des SDS für die Geburtslänge der Einlinge und Zwillinge ($p=0,852$). Tendenziell lag der SDS der Einlinge mit einem Median von -0,2 (Q1: -0,7; Q3: 0,6) unterhalb der Zwillinge mit einem Median von 0,0 (Q1: -0,8; Q3: 0,5).

3.5.3.2.3 KU-SDS

Der mediane SDS-Wert für den Kopfumfang der Einlinge innerhalb der $FG \geq 28$ SSW lag mit einem Wert von -1,0 (Q1: -1,7; Q3: 0,2) unterhalb der Zwillinge mit einem medianen KU-SDS von -0,5 (Q1: -1,1; Q3: 0,1). In der statistischen Testung stellte sich dieser Unterschied jedoch nicht als signifikant dar ($p=0,290$).

3.5.3.3 Anthropometrische Daten (Messung)

3.5.3.3.1 Gewicht

Tendenziell wiesen die Einlinge der $FG \geq 28$ SSW zum Zeitpunkt der Messung ein niedrigeres Körpergewicht als die Zwillinge auf. Mit einem medianen Körpergewicht der Einlinge von 24,5 kg (Q1: 20,8 kg; Q3: 29,5 kg), lag dieses in etwa 1,5 kg unterhalb der Zwillinge mit einem medianen Körpergewicht von 26,0 kg (Q1: 21,5 kg; Q3: 29,4 kg). Es konnte allerdings kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,279$).

3.5.3.3.2 Körpergröße

Hinsichtlich der Körpergröße zum Messzeitpunkt konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Einlingen und Zwillingen festgestellt werden ($p=0,309$). Bei näherungsweise Normalverteilung lag die mittlere Körpergröße der Einlinge mit 127,9 cm (SD=10,6 cm) um 2,0 cm niedriger als bei den Zwillingen mit einem Mittelwert für die Körpergröße von 129,9 cm (SD=11,7 cm).

3.5.3.3.3 Kopfumfang

Es konnte kein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich des Kopfumfangs zum Messzeitpunkt zwischen den Einlingen und Zwillingen der $FG \geq 28$ SSW festgestellt werden ($p=0,134$). Bei näherungsweise Normalverteilung lagen die Daten für den Kopfumfang der Einlinge bei einem Mittelwert von 51,3 cm bzw. 51,7 cm für die Zwillinge. Beide Gruppen zeigten eine vergleichbare Streuung der Daten mit einer Standardabweichung für den Kopfumfang von jeweils 1,7 cm.

3.5.3.3.4 BMI

Tendenziell lag der BMI der Einlinge zum Messzeitpunkt niedriger als bei den Zwillingen. Die entsprechenden Daten zeigten eine schiefe, linkssteile Verteilung. Der Median für den BMI lag für die Einlinge bei $14,8 \text{ kg/m}^2$ und war somit um 0,6 BMI-Punkte niedriger als bei den Zwillingen mit einem BMI von $15,4 \text{ kg/m}^2$. Auch das erste ($Q1: 13,6 \text{ kg/m}^2$ vs. $14,0 \text{ kg/m}^2$) bzw. dritte Quartil ($16,0 \text{ kg/m}^2$ vs. $16,6 \text{ kg/m}^2$) lag in der Einlingsgruppe auf einem etwas niedrigeren Niveau. Für den BMI ließ sich kein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Einlingen und Zwillingen der $FG \geq 28$ SSW ermitteln. Der entsprechende p-Wert lag mit 0,087 jedoch verhältnismäßig nahe am Signifikanzniveau von 0,05.

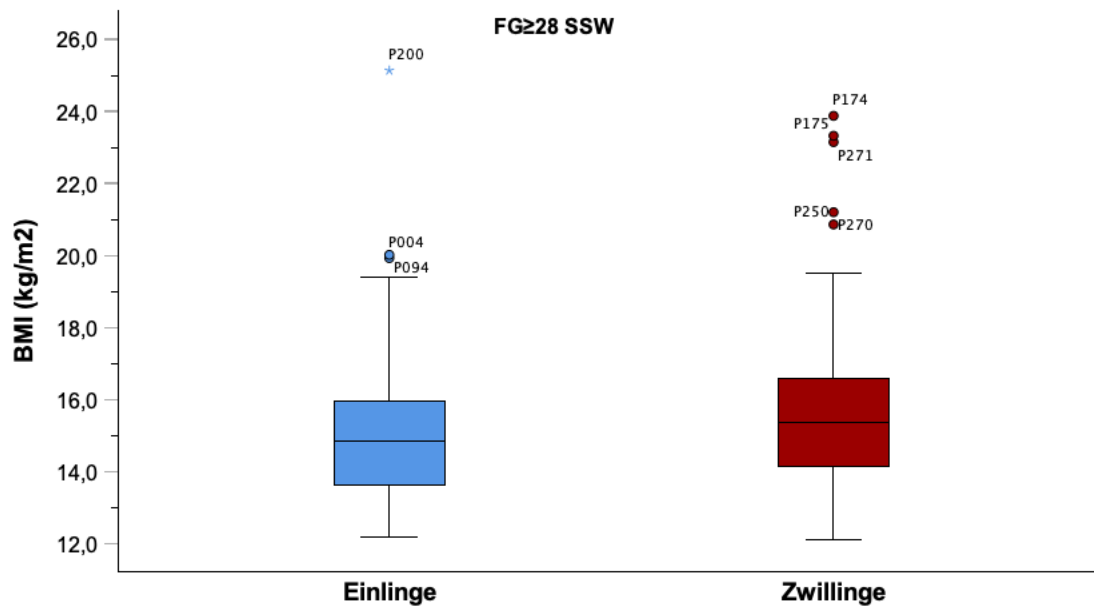


Abb. 31 BMI der FG ≥ 28 SSW

3.5.3.4 SDS-Werte (Messung)

3.5.3.4.1 Gewichts-SDS

Die Daten für den Gewichts-SDS zum Messzeitpunkt waren für die Einlinge und Zwillinge der FG ≥ 28 SSW näherungsweise normalverteilt. Tendenziell lag der Gewichts-SDS der Einlinge mit einem Mittelwert für den SDS von -0,5 unterhalb der Zwillinge mit einem SDS-Wert von -0,1. Beide Gruppen zeigten eine ähnliche Streuung der Daten mit einer Standardabweichung für den Gewichts-SDS von 1,3. Ein statistisch signifikanter Unterschied war nicht zu finden, jedoch lag der p-Wert mit 0,061 relativ nahe am Signifikanzniveau von 0,05.

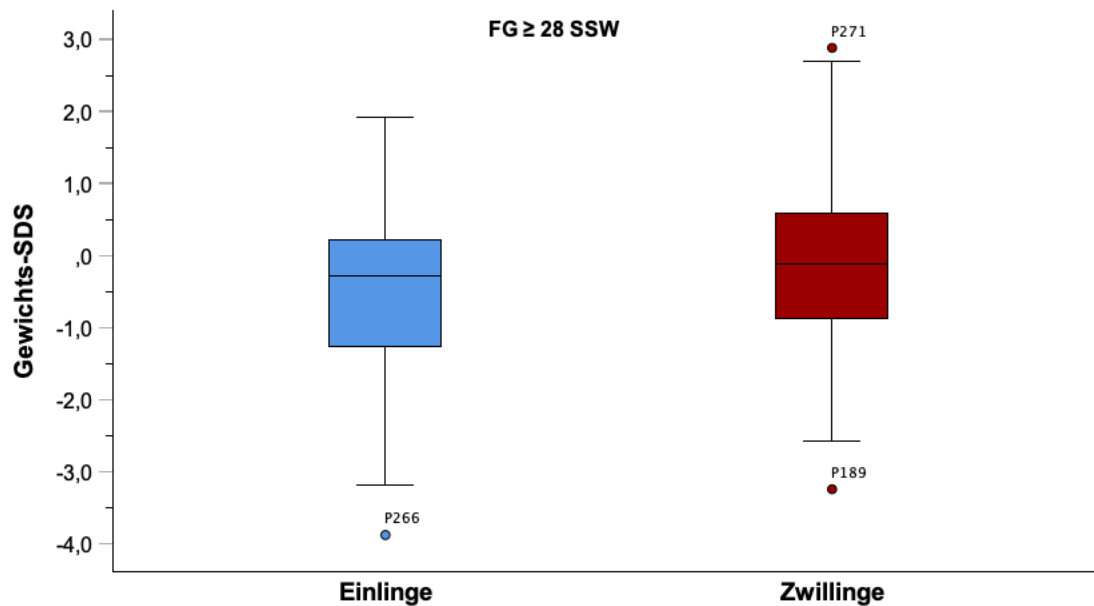


Abb. 32 Gewichts-SDS der $FG \geq 28$ SSW

3.5.3.4.2 Körpergröße-SDS

Die Daten für den Größen-SDS zum Messzeitpunkt waren näherungsweise normalverteilt. Tendenziell hatten die Einlinge der $FG \geq 28$ SSW einen geringeren Größen-SDS von 0,0 (SD=1,1) als die Zwillinge mit einem mittleren SDS-Wert von 0,3 (SD=1,3). Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte nicht ermittelt werden ($p=0,133$).

3.5.3.4.3 KU-SDS

Für den SDS des Kopfumfangs zum Messzeitpunkt konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied ermittelt werden ($p=0,082$). Bei näherungsweise Normalverteilung der Daten lag der Mittelwert für den KU-SDS der Einlinge bei einem Wert von -1,6 und war damit niedriger als bei den Zwillingen mit einem KU-SDS von -1,2. Mit einer Standardabweichung für den KU-SDS von jeweils 1,2, zeigten beide Gruppen eine ähnliche Streuung der Daten.

3.5.3.4.4 BMI-SDS

Für den BMI-SDS ergab sich eine näherungsweise Normalverteilung. Wie auch für die absoluten Messwerte für den BMI, konnte auch für den BMI-SDS kein signifikanter Unterschied zwischen den Einlingen und Zwillingen der FG ≥ 28 SSW festgestellt werden ($p=0,124$). Der Mittelwert für den BMI-SDS der Einlinge lag mit $-0,8$ ($SD=1,2$) unterhalb des Mittelwertes für die Zwillinggruppe mit einem SDS von $-0,4$ ($SD=1,4$).

3.5.3.5 BC der FG ≥ 28 SSW

Vor einem detaillierten Vergleich der Parameter der BC der FG ≥ 28 SSW ist in Tab. 18 zunächst eine Übersicht der erhobenen Messwerte für die Einlinge und Zwillinge der FG ≥ 28 SSW dargestellt:

Tab. 18 ADP-Messergebnisse der FG ≥ 28 SSW

		Mdn	P25	P75	P10	P90
KG (kg)	Gesamt (FG ≥ 28 SSW)	25,0	20,9	29,4	18,3	32,8
	Einlinge	24,5	20,8	29,5	17,8	32,4
	Zwillinge	26,0	21,5	29,4	19,3	34,5
BF%	Gesamt (FG ≥ 28 SSW)	13,5	9,9	19,0	6,3	25,6
	Einlinge	12,1	8,5	17,3	5,5	23,7
	Zwillinge	16,1	11,1	21,0	8,1	27,3
BFM (kg)	Gesamt (FG ≥ 28 SSW)	3,3	2,1	5,0	1,4	8,1
	Einlinge	2,9	1,8	4,8	1,1	7,1
	Zwillinge	3,9	2,5	5,8	1,7	9,7
LBM (kg)	Gesamt (FG ≥ 28 SSW)	21,3	18,6	24,8	16,4	26,4
	Einlinge	21,4	18,3	24,8	15,9	26,3
	Zwillinge	21,3	18,7	24,8	17,2	26,6

Anzahl: Gesamt (N=144), Einlinge (n=83), Zwillinge (n=61) **Abk.:** KG – Körpergewicht, BF% – Körperfettanteil (%), BFM (kg) – Körperfettmasse (kg), LBM (kg) – absolute fettfreie Masse (kg), Mdn – Median, P25 – 25. Perzentile, P75 – 75. Perzentile, P10 – 10. Perzentile, P90 – 90. Perzentile

3.5.3.5.1 BF%

Für die Messdaten der BF% zum Messzeitpunkt lag eine linkssteile, nichtnormale Verteilung vor. Im Median lag der BF% der Einlinge bei 12,1% (Q1: 8,5%; Q3: 17,3%) und lag damit unterhalb der Zwillinge mit einem medianen BF% von 16,1% (Q1: 11,1%; Q3: 21,0%). In der statistischen Testung zeigte sich dieser Unterschied zwischen den Gruppen als statistisch signifikant ($p=0,009$). Die Effektstärke dieses Unterschiedes ist mit 0,218 jedoch als niedrig einzustufen. Auch das Maximum bzw. Minimum für den BF% lagen in der Zwillingsgruppe höher. So lag der maximal gemessene BF% in der Einlingsgruppe bei 36,4% bzw. 40,9% in der Zwillingsgruppe. Die entsprechenden Minima lagen bei jeweils 0,8% und 4,7%.

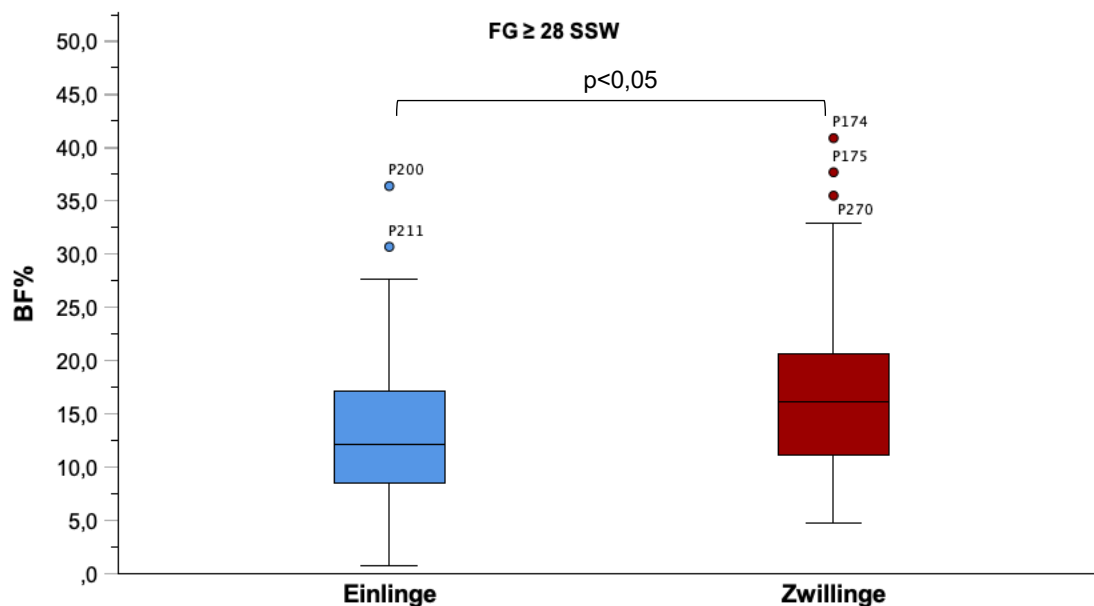


Abb. 33 BF% der $FG \geq 28$ SSW

3.5.3.5.2 BFM

Für die BFM ergab sich eine schiefe bzw. linkssteile Verteilung der Daten mit Tendenz zu einigen Ausreißern für höhere Messwerte. Diese waren in Zusammenschau mit anderen Parametern wie dem BF% plausibel. Der Median für die BFM der Einlinge lag bei 2,9 kg. Die mediane BFM der Zwillinge lag mit

3,9 kg um ein Kilogramm höher. Auch das erste und dritte Quartil für die BFM der Einlinge lag ähnlich weit unterhalb der entsprechenden Werte der Zwillinge. Das erste Quartil der Einlinge lag beispielsweise bei 1,8 kg (vs. 2,5 kg bei den Zwillingen) und das dritte Quartil bei 4,8 kg (vs. 5,8 kg). Auch für die BFM konnte sich ein signifikanter Unterschied zwischen Einlingen und Zwillingen zeigen lassen ($p=0,022$). Wie schon für den BF% ist die Effektstärke mit 0,191 jedoch als gering einzustufen.

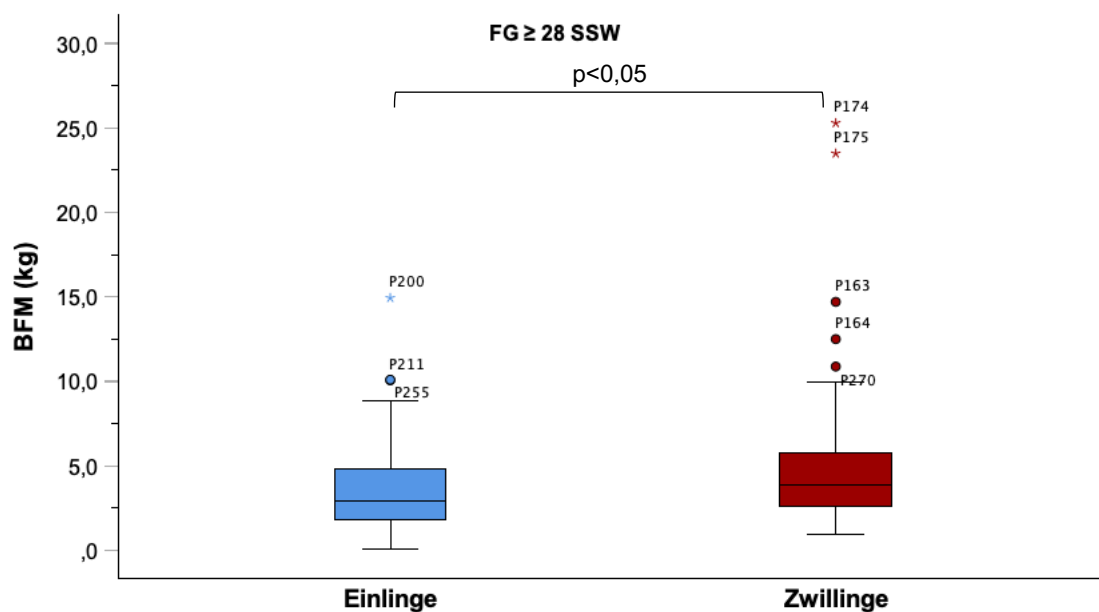


Abb. 34 BFM der $FG \geq 28$ SSW

3.5.3.5.3 LBM

Hinsichtlich der LBM zum Messzeitpunkt unterschieden sich die Einlinge und Zwillinge der $FG \geq 28$ SSW nicht signifikant ($p=0,748$). Für beide Gruppen lagen die entsprechenden Messwerte nahe beieinander. So lag der Median der LBM für die Einlinge bei 21,4 kg verglichen mit 21,3 kg für die Zwillinge. Das erste Quartil der LBM für die Einlinge lag mit 18,3 kg (vs. 18,7 kg) etwas unterhalb der Zwillinge und das dritte Quartil lag für beide Gruppen auf einem gleichen Niveau von 24,8 kg. Die Messdaten zeigten zudem eine schiefe bzw. linkssteile Verteilung.

3.5.3.5.4 Hautfaltendicke

Sowohl die periumbilikale als auch die Triceps- und subskapulare Hautfaltendicke zeigte signifikant höhere Messwerte für die Zwillingsgruppe. Allerdings war der Unterschied zur Einlingsgruppe nur von geringer Effektstärke im Bereich von 0,2 bis 0,3. Für alle erhobenen Hautfaltendicken zeigten die Daten eine schiefe, linkssteile Verteilung mit Tendenz zu Ausreißern für höhere Messwerte, welche sich in Zusammenschau mit anderen Parametern jedoch als plausibel erwiesen. Am stärksten war der Unterschied für die Triceps-Hautfaltendicke ausgeprägt. Hier lag der Median der Einlingsgruppe mit 8,3 mm (Q1: 7,1 mm; Q3: 10,7 mm) um 1,9 mm unterhalb der Zwillingsgruppe mit einer medianen Hautfaltendicke von 10,2 mm (Q1: 8,4 mm; Q3: 13,1 mm), ($p < 0,001$). Die entsprechende Effektstärke lag bei ca. 0,3. Der Median für die periumbilikale Hautfaltendicke lag bei den Einlingen bei 7,4 mm (Q1: 5,7 mm; Q3: 10,4 mm) vs. 9,6 mm (Q1: 6,1 mm; Q3: 15,3 mm) für die Zwillinge ($p = 0,038$). Für die subskapulare Hautfaltendicke lag der Median der Einlinge bei 5,1 mm (Q1: 4,5 mm; Q3: 6,0 mm) vs. 5,9 mm (Q1: 4,9 mm; Q3: 7,4 mm) für die Zwillinge ($p = 0,015$).

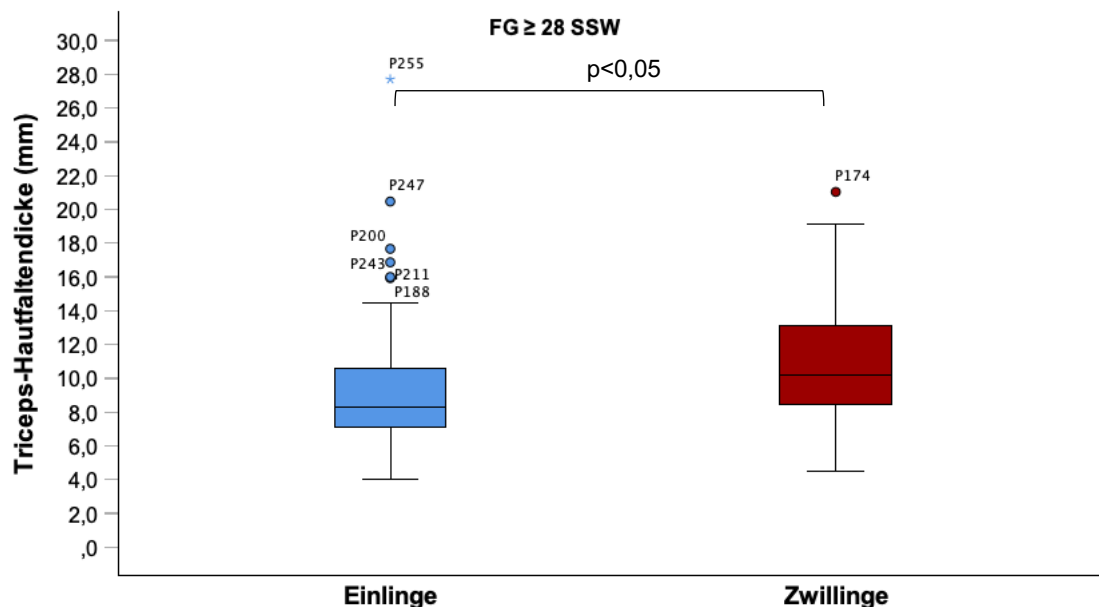


Abb. 35 Triceps-Hautfaltendicke der $FG \geq 28$ SSW

3.6 Wachstumsdiskordanz

Insgesamt wiesen 18 der insgesamt 42 untersuchten Zwillingspaare (42,9%) eine höhergradige Wachstumsdiskordanz, d.h. ein Geburtsgewichtsunterschied $\geq 20\%$ bei Geburt auf. Die restlichen 24 Zwillingspaare (57,1%) hatten bei Geburt eine Wachstumsdiskordanz $< 20\%$. Die 18 Zwillingspaare (36 Kinder) mit einer höhergradigen Wachstumsdiskordanz werden im Folgenden als diskordante Gruppe bezeichnet. Die 24 Zwillingspaare (48 Kinder) mit einer Wachstumsdiskordanz unter 20% bilden die konkordante Gruppe.

Die Häufigkeit bzw. Ausprägung der Wachstumsdiskordanz ist Abb. 36 zu entnehmen. Am häufigsten, d.h. bei genau einem Drittel der Zwillinge, kam eine geringgradige Wachstumsdiskordanz zwischen 0% und 10% vor. Höhere Wachstumsdiskordanzen traten in abnehmender Häufigkeit auf. So hatten 10 Zwillingspaare (23,8%) bei Geburt eine Wachstumsdiskordanz zwischen 10-20%, 8 Zwillingspaare (19,0%) eine Wachstumsdiskordanz zwischen 20-30% und 6 Zwillingspaare (14,3%) eine Wachstumsdiskordanz zwischen 30-40%. Wachstumsdiskordanzen von 40% und mehr waren nur bei 4 Zwillingspaaren (9,5%) gegeben. Das Maximum lag bei einem Zwillingspaar mit einer Wachstumsdiskordanz von 63,9%. Dabei handelte es sich um Gemini in der 29 6/7 SSW mit einem Geburtsgewicht von 480g für den leichteren Zwilling und 1330g für den schwereren Co-Zwilling. Für die Gesamtheit aller Zwillingspaare, lag die mediane Differenz für das Geburtsgewicht bei 17,8% und ist in Abb. 36 als roter Strich gekennzeichnet.

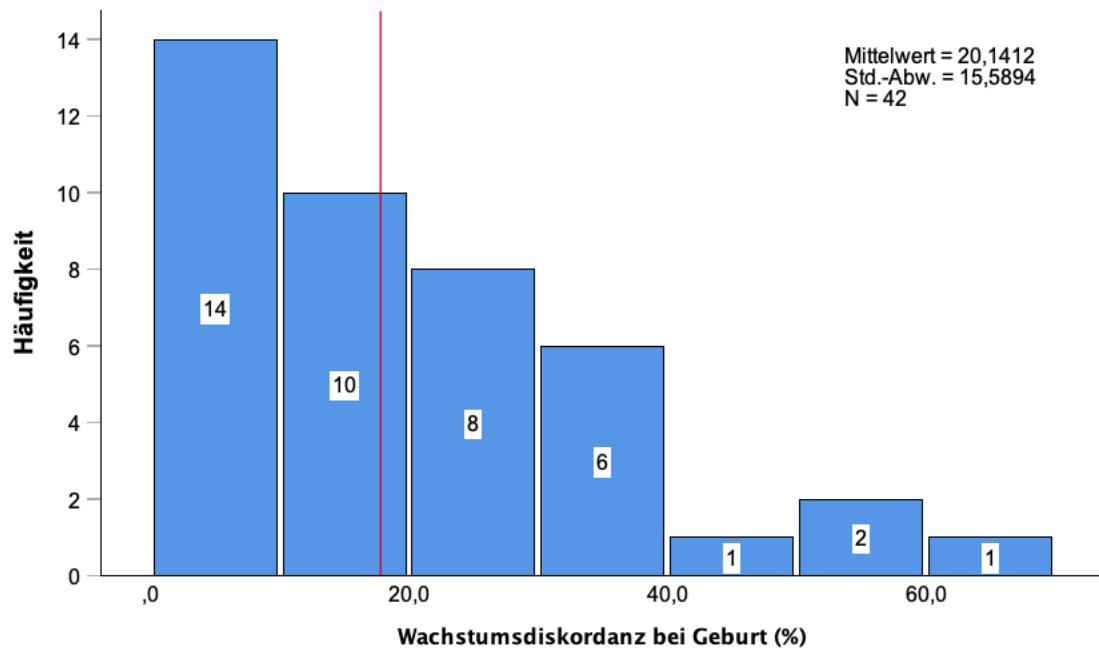


Abb. 36 Häufigkeiten Wachstumsdiskordanz bei Geburt (%)

3.6.1 Geschlechtsverteilung und Chorionizität

Der Anteil weiblicher Probanden in der konkordanten Gruppe lag bei 56,3% (n=27). In der diskordanten Gruppe lag dieser bei 52,8% (n=19). Im Chi-Quadrat Test konnte kein signifikanter Unterschied bezüglich der Geschlechterverteilung beider Gruppen festgestellt werden ($X^2(1; N=84)=0,100$; $p=0,752$).

Ferner wurde untersucht, inwiefern sich beide Gruppen aus gleichgeschlechtlichen Zwillingspaaren bzw. Paaren unterschiedlichen Geschlechts zusammensetzen, da eine Geschlechtsdifferenz als möglicher Risikofaktor für das Auftreten einer Wachstumsdiskordanz gilt (Miller et al., 2012).

Insgesamt hatten 16 der 42 Zwillingspaare (38,1%) ein unterschiedliches Geschlecht. Die anderen 26 Zwillingspaare (61,9%) sind gleichgeschlechtlich und lassen sich ferner in 11 (26,2%) rein männliche und 15 (35,7%) rein weibliche Paare unterteilen.

In der Gruppe der wachstumskonkordanten Zwillinge weisen 9 Zwillingspaare (37,5%) eine Geschlechtsdifferenz auf. Bei den wachstumsdiskordanten Zwillingen sind es 7 Zwillingspaare (38,9%). Damit liegt die Rate an Paaren mit einer Geschlechtsdifferenz bei den diskordanten Zwillingen nur unwesentlich höher und auch im Chi-Quadrat Test konnte kein signifikanter Unterschied bezüglich Paaren unterschiedlichen Geschlechts festgestellt werden ($\chi^2(1; N=42)=0,008$; $p=0,927$).

Die 42 Zwillingspaare ließen sich in 17 monochoriale und 25 dichoriale Paare unterteilen. Damit waren 40,5% der untersuchten Paare monochorial und 59,5% dichorial. Bei allen dichorialen Paaren handelte es sich dabei auch um diamniote Zwillingspaare. 16 der 17 monochorialen Zwillingspaaren waren monochorial-diamniot. Lediglich bei einem Paar handelte es sich um ein monochorial-monoamniotes Zwillingspaar. Insgesamt hatten 10 der 17 monochorialen Zwillingspaare ein bekanntes FFTS während der Schwangerschaft. Dies entspricht einem Anteil von 58,8%.

Im Chi-Quadrat Test ließ sich kein signifikanter Unterschied in der Verteilung von monochorialen und dichorialen Zwillingen zwischen der konkordanten und diskordanten Gruppe feststellen ($\chi^2(1; N=42)=0,206$; $p=0,650$). Ebenfalls ließ sich im exakten Test nach Fisher kein signifikanter Unterschied im Anteil der Zwillingspaare mit bekanntem FFTS während der Schwangerschaft feststellen ($p=0,281$). Mit 33,3% lag der Anteil an Paaren mit einer FFTS in der diskordanten Zwillinggruppe dennoch etwa doppelt so hoch, wie in der konkordanten Zwillinggruppe.

Tab. 19 Häufigkeiten nach Geschlecht und Chorionizität

	Konkordante Paare (n=24)	Diskordante Paare (n=18)
Geschlecht		
gleich	15 (62,5)	11 (61,1)
m-m	6 (25,0)	5 (27,8)
w-w	9 (37,5)	6 (33,3)
unterschiedlich	9 (37,5)	7 (38,9)
Chorionizität		
Monochorial	9 (37,5)	8 (44,4)
FFTS	4 (16,7)	6 (33,3)
Dichorial	15 (62,5)	10 (55,6)

Abk.: gleich – Paare gleichen Geschlechts, m-m – männlich-männliche Paare, w-w – weiblich-weibliche Paare, unterschiedlich – Paare unterschiedlichen Geschlechts, FFTS – fetofetales Transfusionssyndrom

3.6.1.1 Vergleich konkordanter und diskordanter Zwillingspaare

Im Vergleich beider Gruppen fiel zunächst auf, dass die konkordanten Zwillinge mit einem medianen Alter von 8,7 Jahren zum Messzeitpunkt um etwa 1,3 Jahre älter als die diskordanten Zwillinge waren, welche ein medianes Alter von 8,7 Jahren hatten. Dieser Altersunterschied der konkordanten und diskordanten Zwillinge zum Zeitpunkt der Messung war statistisch signifikant ($p < 0,001$; $r = 0,384$).

Der Schwerpunkt soll daher v.a. auf dem Vergleich innerhalb der Zwillingspaare, sprich zwischen bei Geburt leichteren bzw. schwereren Co-Zwilling liegen.

Tab. 20 Konkordante vs. Diskordante Zwillingspaare

N=42	konkordante Paare (n=24)			diskordante Paare (n=18)			p-Wert	r/d
	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3		
Alter (Jahre)	8,7	7,3	10,0	7,4	6,7	8,4	0,013	0,384
Daten bei Geburt:								
GA (Wochen)	29,4	27,2	30,3	29,9	27,8	31,1	0,333	
GG (kg)	1,2	0,9	1,4	1,1	0,9	1,4	0,780	
SDS _{GG}	-0,7	-1,0	-0,4	-1,3	-1,5	-0,6	0,066	
Diskordanz (%)	7,5	3,2	16,6	31,9	24,4	39,5	<0,001	0,847
GKL (cm)	37,1	35,6	39,4	37,5	34,3	39,9	0,809	
SDS _{GKL}	-0,2	-0,6	0,3	-0,4	-0,8	0,2	0,404	
GKU (cm)	26,6	24,6	28,0	26,0	24,6	28,0	0,722	
SDS _{GKU}	-0,6	-1,1	-0,2	-1,2	-1,6	-0,7	0,008	0,412
Erhobene Daten zum Messzeitpunkt:								
Anthropometrische Daten								
KG (kg)	26,2	21,9	30,4	22,0	19,4	25,7	0,025	0,345
SDS _{KG}	0,0	-0,9	0,2	-0,6	-1,2	0,4	0,418	
KL (cm)	132,9	120,5	138,0	121,0	118,8	129,1	0,017	0,774
SDS _{KL}	0,2	-0,4	0,8	0,0	-0,3	0,7	0,562	
KU (cm)	51,9	50,5	53,0	51,2	50,0	51,8	0,252	
SDS _{KU}	-1,2	-2,2	-0,5	-1,3	-2,4	-1,1	0,584	
BMI (kg/m ²)	15,5	14,8	16,3	14,7	13,7	15,7	0,109	
SDS _{BMI}	-0,4	-1,1	0,1	-0,8	-1,4	-0,1	0,434	
Körperzusammensetzung								
BF (%)	15,0	11,9	18,5	15,1	10,0	19,4	0,819	
BFM (kg)	4,1	2,7	5,2	3,5	2,1	4,7	0,297	
LBM (kg)	22,6	19,2	25,3	18,3	17,0	21,4	0,004	0,441
Hautfaltendicke								
Periumbilikal (mm)	10,2	7,1	14,7	7,8	5,4	12,2	0,109	
Triceps (mm)	10,5	8,3	12,5	9,3	8,3	11,5	0,517	
Subskapular(mm)	5,9	5,0	7,5	6,0	4,8	6,7	0,819	

Abk.: Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, r/d – Effektstärke *r* bzw. Cohen's *d*, GA – Gestationsalter, GG – Geburtsgewicht, SDS – Standard Deviation Score, GKL – Geburtslänge, GKU –

Geburtskopfumfang, KG – Körpergewicht, KL – Körperlänge, KU - Kopfumfang BF% - Körperfettanteil (%), BFM – Körperfettmasse (kg), LBM - absolute fettfreie Masse (kg)

3.6.1.1.1 Anthropometrie (Geburt)

Es bestand kein statistisch signifikanter Unterschied im Geburtsgewicht zwischen konkordanten und diskordanten Zwillingspaaren ($p=0,780$). Im Median lag das Geburtsgewicht der diskordanten Zwillinge um 100g unterhalb der konkordanten Zwillinge. Die Intra-Paar Unterschiede für das Geburtsgewicht waren jedoch insbesondere bei den diskordanten Paaren erheblich. Die mediane Wachstumsdiskordanz der diskordanten Zwillinge lag bei 31,9% (Q1: 24,4%; Q3: 39,5%). Auch die konkordanten Zwillingspaare zeigten ein gewisses Maß an Wachstumsdiskordanz bei Geburt. Im Median lag diese bei 7,5% (Q1: 3,2%; Q3: 16,6%) und fiel definitionsgemäß signifikant kleiner als bei den diskordanten Paaren aus ($p<0,001$).

Mit einem medianen Gewichts-SDS von -1,3 (Q1: -1,5; Q3: -0,6) lagen die diskordanten Zwillingspaare tendenziell unterhalb der konkordanten Paare.

Zwar war dieser Unterschied nicht signifikant, lag mit einem p-Wert von 0,066 jedoch relativ nahe am Signifikanzniveau. Weder für die Geburtslänge ($p=0,809$) noch für den absoluten Kopfumfang ($p=0,722$) ließen sich signifikante Differenzen feststellen. Allerdings fiel der SDS für den Kopfumfang bei den diskordanten Paaren mit einem medianen SDS-Wert von -1,2 (Q1: -1,6; Q3: -0,7) signifikant geringer als bei den konkordanten Paaren mit einem SDS-Wert von -0,6 (Q1: -1,1; Q3: -0,2) aus ($p=0,008$, $r=0,412$).

3.6.1.1.2 Anthropometrie (Messung)

Zum Zeitpunkt der Messung waren die diskordanten Zwillinge signifikant leichter ($p=0,025$; $r=0,345$) und kleiner ($p=0,017$; $r=0,774$) als die konkordanten Zwillinge, allerdings bestand, wie eingangs erwähnt, ein signifikanter Altersunterschied zum Messzeitpunkt. Hinsichtlich des Gewichts-SDS bestand kein signifikanter Unterschied ($p=0,418$). Tendenziell lag dieser bei den konkordanten Zwillingen mit einem medianen SDS-Wert von 0,0 (Q1: -0,9; Q3: 0,2) jedoch oberhalb der

diskordanten Zwillinge mit einem Median von -0,6 (Q1: -1,2; Q3: 0,4). Auch hinsichtlich der SDS-Werte für die Körperlänge ($p=0,562$) und des Kopfumfangs ($p=0,584$) konnten keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden.

Für den BMI lagen die Messwerte der konkordanten Zwillinge mit einem Median von $15,5 \text{ kg/m}^2$ (Q1: $14,9 \text{ kg/m}^2$; Q3: $16,3 \text{ kg/m}^2$) tendenziell etwas oberhalb der diskordanten Zwillinge mit einem BMI von $14,7 \text{ kg/m}^2$ (Q1: $13,7 \text{ kg/m}^2$; Q3: $15,7 \text{ kg/m}^2$). Dieser Unterschied war allerdings nicht signifikant ($p=0,109$). Ebenso wenig konnte für den BMI-SDS ein signifikanter Unterschied zwischen konkordanten und diskordanten Paaren festgestellt werden ($p=0,434$).

3.6.1.1.3 Körperzusammensetzung

Der BF% der konkordanten und diskordanten Zwillinge lag auf einem vergleichbaren Niveau. Der mediane BF% der konkordanten Zwillinge lag bei 15,0% (Q1: 11,9%; Q3: 18,5%) und der mediane BF% der diskordanten Zwillinge bei 15,1% (Q1: 10,0%; Q3: 19,4%). Entsprechend konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($p=0,819$).

Bezüglich der BFM lag diese mit einem Median von 4,1 kg (Q1: 2,7 kg; Q3: 5,2 kg) bei den konkordanten Zwillingen höher als bei den diskordanten Zwillingen mit einem Median von 3,5 kg (Q1: 2,1 kg; Q3: 4,7 kg), ($p=0,297$). Lediglich für die LBM konnten für die konkordanten Paare mit einem Median von 22,6 kg (Q1: 19,2 kg; Q3: 25,3 kg) signifikant höhere Messwerte als bei den diskordanten Zwillingen mit einem Median von 18,3 kg (Q1: 17,0 kg; Q3: 21,4 kg) festgestellt werden ($p=0,004$; $r=0,441$).

3.6.1.1.4 Hautfaldendicke

Es konnten weder für die periumbilikale Hautfaldendicke ($p=0,109$), noch für die Triceps- ($p=0,517$) bzw. subskapulare Hautfaldendicke ($p=0,819$) statistisch signifikante Unterschiede zwischen konkordanten und diskordanten Zwillingspaaren ermittelt werden.

3.6.1.2 Konkordante Zwillingspaare

In diesem Abschnitt werden die anthropometrischen Parameter und die Körperzusammensetzung innerhalb der 24 konkordanten Zwillingspaare (48 Zwillinge) untersucht, indem diese in bei Geburt schweren bzw. leichten Co-Zwilling aufgeteilt wurden.

In Tab. 21 sind die untersuchten Parameter aller schweren und leichten Co-Zwillinge als Median bzw. erstes und drittes Quartil gegenübergestellt. In Tab. 22 werden dann die Intra-Paar Differenzen innerhalb der konkordanten Zwillingspaare dargestellt und untersucht, ob signifikante Unterschiede zwischen dem bei Geburt leichten bzw. schweren Co-Zwilling eines Paares bestehen und, ob diese zum Zeitpunkt der Messung fortbestehen. Die Intra-Paar Differenzen werden dabei berechnet als: *Messwert (bei Geburt leichter Zwilling) – Messwert (bei Geburt schwerer Zwilling)*.

Das mediane Gestationsalter bei Geburt lag für die konkordanten Zwillinge bei 29,4 SSW (Q1: 27,2 SSW; Q3: 30,3 SSW). Zum Zeitpunkt der Messung betrug das mediane Alter der konkordanten Zwillinge 8,7 Jahre (Q1: 7,3 Jahre; Q3: 10,0 Jahre). Der Grad der Wachstumsdiskordanz bei Geburt lag im Median bei 7,5% (Q1: 3,2%; Q3: 16,6%).

Tab. 21 schwere und leichte Co-Zwillinge (konkordante Paare)

N=48	schwere Zwillinge (n=24)			leichte Zwillinge (n=24)		
	Mdn	Q1	Q3	Mdn	Q1	Q3
Alter (Jahre)	8,7	7,3	10,0	8,7	7,3	10,0
Daten bei Geburt:						
GA (Wochen)	29,4	27,2	30,3	29,4	27,2	30,3
GG (kg)	1,3	1,0	1,5	1,2	0,8	1,3
SDS _{GG}	-0,3	-0,8	0,0	-0,9	-1,3	-0,6
GKL (cm)	38,0	35,3	40,5	37,0	35,0	38,9
SDS _{GKL}	0,0	-0,5	0,3	-0,1	-0,7	0,2
GKU (cm)	27,0	24,8	28,5	26,5	24,4	27,9
SDS _{GKU}	-0,3	-0,8	0,1	-0,8	-1,2	-0,5
Erhobene Daten zum Messzeitpunkt:						
Anthropometrische Daten						
KG (kg)	27,2	22,2	32,3	26,4	22,0	28,2
SDS _{KG}	-0,1	-0,8	0,8	-0,5	-1,0	0,2
KL (cm)	132,1	121,3	138,2	132,4	119,5	140,6
SDS _{KL}	0,3	-0,4	1,0	0,0	-0,7	0,7
KU (cm)	52,2	51,0	53,2	51,0	50,0	53,5
SDS _{KU}	-1,0	-1,8	-0,2	-1,5	-2,8	-0,4
BMI (kg/m ²)	15,7	14,9	17,1	14,9	13,9	16,3
SDS _{BMI}	-0,1	-0,7	0,6	-0,7	-1,4	0,2
Körperzusammensetzung						
BF (%)	15,6	10,7	22,5	13,5	9,5	19,0
BFM (kg)	4,3	2,4	7,4	3,5	2,0	5,3
LBM (kg)	23,4	20,3	25,1	22,0	17,9	24,3
Hautfaldendicke						
Periumbilikal (mm)	10,7	6,4	15,6	9,9	6,7	13,6
Triceps (mm)	10,6	8,0	12,9	10,0	7,6	12,0
Subskapular (mm)	5,7	5,0	8,0	5,8	4,9	7,7

Abk.: Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, GA – Gestationsalter, GG – Geburtsgewicht, SDS – Standard Deviation Score, GKL – Geburtslänge, GKU – Geburtskopfumfang, KG – Körpergewicht, KL –

Körperlänge, KU - Kopfumfang BF% - Körperfettanteil (%), BFM – Körperfettmasse (kg), LBM - absolute fettfreie Masse (kg)

Tab. 22 Intra-Paar Differenz der konkordanten Zwillinge (N=48)

N=48	MW Δ	SD Δ	Mdn Δ	Q1 Δ	Q3 Δ	p-Wert	r/d
Daten bei Geburt:							
GG (kg)	-0,1	0,1	-0,1	-0,2	0,0	<,001	1,325
SDS_{GG}	-0,6	0,5	-0,4	-1,0	-0,2	<,001	1,162
GKL (cm)	-0,6	2,0	-1,0	-1,9	1,0	0,152	
SDS_{GKL}	-0,3	0,8	-0,4	-0,9	0,5	0,152	
GKU (cm)	-0,7	0,8	-0,9	-1,3	0,0	<,001	0,845
SDS_{GKU}	-0,5	0,6	-0,7	-1,0	-0,2	<,001	0,809
Erhobene Daten zum Messzeitpunkt:							
Anthropometrische Daten							
KG (kg)	-2,4	5,1	-1,1	-5,4	0,7	0,029	0,475
SDS_{KG}	-0,4	0,9	-0,3	-1,0	0,2	0,032	0,466
KL (cm)	-0,7	4,7	-1,2	-4,4	2,3	0,479	
SDS_{KL}	-0,1	0,8	-0,2	-0,8	0,4	0,541	
KU (cm)	-0,4	1,9	-0,5	-1,5	0,5	0,308	
SDS_{KU}	-0,3	1,4	-0,2	-1,2	0,4	0,355	
BMI (kg/m²)	-1,1	2,0	-0,7	-2,4	-0,2	0,015	0,537
SDS_{BMI}	-0,5	1,0	-0,4	-1,2	-0,1	0,016	0,530
Körperzusammensetzung							
BF (%)	-1,5	9,2	-2,0	-5,5	1,2	0,214	
BFM (kg)	-1,2	3,8	-0,9	-2,1	0,3	0,081	
LBM (kg)	-1,2	2,1	-0,9	-2,1	0,0	0,012	0,524
Hautfaltendicke							
Periumbilikal (mm)	-1,2	6,4	-0,4	-4,0	2,6	0,377	
Triceps (mm)	-0,5	3,7	-0,5	-2,2	0,8	0,542	
Subskapular (mm)	-0,9	4,4	-0,1	-1,3	0,7	0,386	

Abk.: MW – Mittelwert, SD – Standardabweichung, Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, r/d – Effektstärke r bzw. Cohen's d, GG – Geburtsgewicht, SDS – Standard Deviation Score, GKL – Geburtslänge, GKU - Geburtskopfumfang, KG – Körpergewicht, KL – Körperlänge, KU - Kopfumfang BF% - Körperfettanteil (%), BFM – Körperfettmasse (kg), LBM - absolute fettfreie Masse (kg)

Da im Folgenden die Differenzen innerhalb der Zwillingspaare betrachtet werden und diese bis auf nur sehr wenige Ausnahmen normalverteilt waren, werden entsprechend Mittelwerte bzw. Standardabweichungen berichtet. Die zugehörigen Mediane bzw. Quartile sind Tab. 22 zu entnehmen.

3.6.1.2.1 Anthropometrie (Geburt)

Die konkordanten Zwillingspaare zeigten bei Geburt einige Unterschiede zwischen den Co-Zwillingen. Das Geburtsgewicht unterschied sich im Mittel um 0,1 kg (SD=0,1 kg; $p<0,001$). Dies entsprach einer Intra-Paar Differenz für den Gewichts-SDS von ca. -0,6 (SD=0,5; $p<0,001$). Das Geburtsgewicht der schweren Co-Zwillinge lag im Median bei 1,3 kg und für die leichten Co-Zwillinge bei 1,2 kg. Der Gewichts-SDS der schweren Co-Zwillinge lag im Median bei -0,3 vs. -0,9 bei den leichten Co-Zwillingen. Auch die mittlere Intra-Paar Differenz des Kopfumfangs von ca. -0,7 cm (SD=0,8 cm; $p<0,001$) bei Geburt sowie die entsprechende Intra-Paar Differenz für den SDS des Kopfumfanges waren signifikant ($\Delta=-0,5$; SD=0,6; $p<0,001$). Lediglich für die Geburtslänge bestand kein signifikanter Unterschied. Im Mittel lag diese beim leichteren Zwilling um 0,6 cm (SD=2,0 cm; $p=0,152$) geringer als beim schweren Co-Zwilling. Die Intra-Paar Differenz des Geburtslängen SDS lag im Mittel bei einem Wert von -0,3 (SD=0,8; $p=0,152$).

3.6.1.2.2 Anthropometrie (Messung)

Zum Zeitpunkt der Messung mit einem Durchschnittsalter von 8,7 Jahren zeigten sich vereinzelt signifikante Intra-Paar Differenzen von moderater Effektstärke. Für die Intra-Paar Differenzen aller Parameter bis auf das Körpergewicht bzw. den BMI bestand eine näherungsweise Normalverteilung.

Im Median war der bei Geburt leichtere Zwilling auch zum Messzeitpunkt noch um 1,1 kg leichter als der bei Geburt schwerere Co-Zwilling ($p=0,029$, $r=0,475$). Auch für den Gewichts-SDS bestand zum Messzeitpunkt mit einer mittleren Intra-Paar Differenz von -0,4 (SD=0,9) noch ein signifikanter Unterschied innerhalb der konkordanten Paare ($p=0,032$, $d=0,466$).

Auch der BMI bei Messung lag für den bei Geburt leichten Zwilling signifikant niedriger als beim bei Geburt schweren Zwilling ($p=0,015$; $r=0,537$). Im Median lag der BMI des bei Geburt leichten Zwillings um $0,7 \text{ kg/m}^2$ niedriger als beim bei Geburt schweren Zwilling. Auch der BMI-SDS unterschied sich mit einer mittleren Intra-Paar Differenz von $-0,5$ ($SD=1,0$) signifikant ($p=0,016$; $d=0,530$).

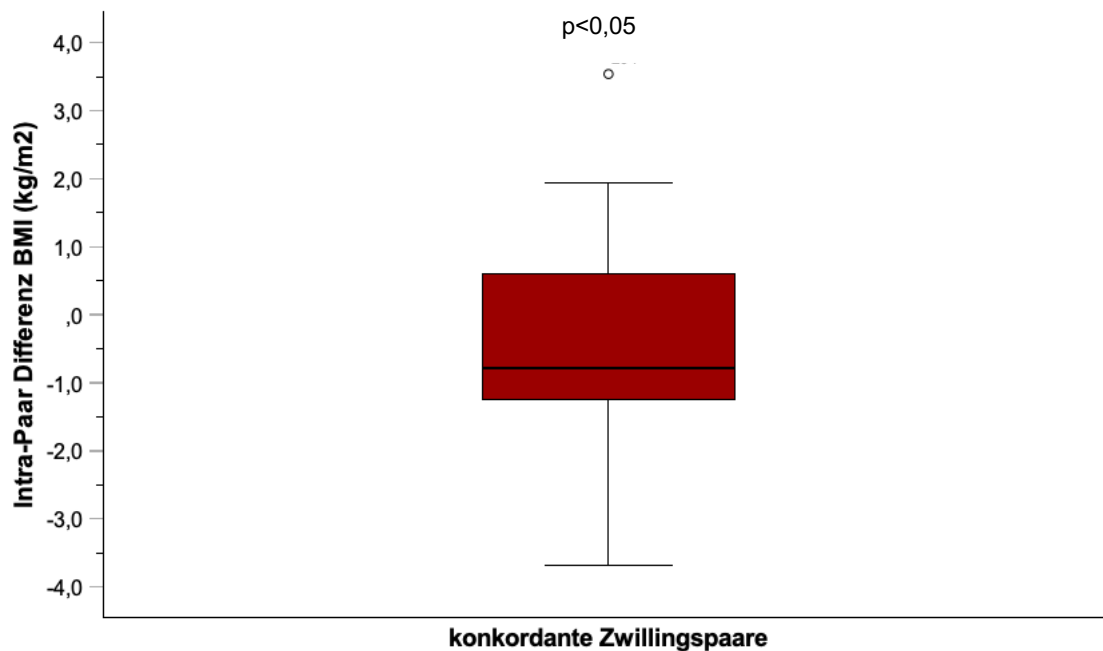


Abb. 37 Intra-Paar Differenz BMI (koncordante Zwillingspaare)

Zwar war der bei Geburt leichte Zwilling bei Messung im Mittel noch um $0,7 \text{ cm}$ kleiner, jedoch ergaben sich weder für die Körperlänge ($p=0,479$) noch für den Körperlängen-SDS ($\Delta=-0,1$; $p=0,541$) signifikante Intra-Paar Differenzen.

Auch für den Kopfumfang ($p=0,308$) bzw. Kopfumfangs-SDS ($p=0,355$) konnten keine signifikanten Intra-Paar Differenzen zum Zeitpunkt der Messung festgestellt werden. Zum Zeitpunkt der Messung war der Kopfumfang des bei Geburt leichten Zwillings im Mittel um ca. $0,4 \text{ cm}$ ($SD=1,9 \text{ cm}$) geringer als beim bei Geburt schweren Co-Zwilling. Die mittlere Intra-Paar Differenz für den Kopfumfangs-SDS lag bei $-0,3$ ($SD=1,4$).

3.6.1.2.3 ADP-Messergebnisse

Tab. 23 ADP-Messergebnisse der konkordanten Zwillinge (N=48)

		Mdn	P25	P75	P10	P90
KG (kg)	gesamt	26,4	22,2	29,5	18,9	38,8
	leichter	26,4	22,0	28,2	18,8	35,5
	schwerer	27,2	22,2	32,3	19,8	47,2
BF%	gesamt	14,6	10,0	19,4	5,4	32,7
	leichter	13,5	9,5	19,0	5,3	30,2
	schwerer	15,6	10,7	22,5	5,1	35,7
BFM (kg)	gesamt	3,8	2,1	5,5	1,0	12,7
	leichter	3,5	2,0	5,3	1,3	9,6
	schwerer	4,3	2,4	7,4	1,0	16,9
LBM (kg)	gesamt	22,5	19,7	24,9	17,5	28,3
	leichter	22,0	17,9	24,3	17,2	26,8
	schwerer	23,4	20,3	25,1	18,1	30,3

Anzahl: Gesamt (N=48), leichter Zwilling bei Geburt (n=24), schwerer Zwilling bei Geburt (n=24) **Abk.:** KG – Körpergewicht, BF% – Körperfettanteil (%), BFM (kg) – Körperfettmasse (kg), LBM (kg) – absolute fettfreie Masse (kg), Mdn – Median, P25 – 25. Perzentile, P75 – 75. Perzentile, P10 – 10. Perzentile, P90 – 90. Perzentile

3.6.1.2.4 Körperzusammensetzung

Bis auf die BFM zeigte sich für die Parameter der Körperzusammensetzung der konkordanten Zwillinge eine näherungsweise Normalverteilung.

In Bezug auf den BF% zeigten sich zum Zeitpunkt der Messung keine signifikanten Unterschiede innerhalb der konkordanten Zwillingspaare ($p=0,214$). Der BF% des bei Geburt leichteren Zwilling war bei Messung im Mittel um 1,5% (SD=9,2%) niedriger als beim bei Geburt schwereren Co-Zwilling.

Zudem wies der bei Geburt leichtere Zwilling zum Messzeitpunkt tendenziell auch eine geringere BFM als der bei Geburt schwerere Co-Zwilling auf ($p=0,081$). Die Intra-Paar Differenz für die BFM lag im Median bei -0,9 kg (Q1: -2,1 kg; Q3: 0,3 kg). Ein signifikanter Unterschied fand sich hingegen in der LBM ($p=0,012$). Die LBM des bei Geburt leichten Co-Zwilling lag im Mittel um 1,2 kg (SD=2,1 kg)

unterhalb des bei Geburt schwereren Co-Zwillings. Die Effektstärke dieses Unterschieds lag mit einem Wert von ca. 0,5 im moderaten Bereich.

3.6.1.2.5 Hautfaltendicke

Weder für die periumbilikale ($p=0,377$), noch für die Triceps- ($p=0,542$) bzw. subskapuläre ($p=0,386$) Hautfaltendicken konnten signifikante Unterschiede innerhalb der konkordanten Zwillingspaare gefunden werden. Die entsprechenden Kennzahlen lassen sich Tab. 22 entnehmen.

3.6.1.3 Diskordante Zwillingspaare

In diesem Abschnitt werden die anthropometrischen Parameter und die Körperzusammensetzung innerhalb der 18 diskordanten Zwillingspaare (36 Zwillinge) untersucht, indem diese ebenfalls in bei Geburt leichteren und schwereren Co-Zwilling aufgeteilt wurden. Das mediane Gestationsalter bei Geburt lag für die diskordanten Zwillinge bei 29,9 SSW (Q1: 27,8 SSW; Q3: 31,1 SSW). Zum Zeitpunkt der Messung betrug das mediane Alter der diskordanten Zwillinge 7,4 Jahre (Q1: 6,8 Jahre; Q3: 8,3 Jahre).

Der Grad der Wachstumsdiskordanz bei Geburt lag im Median bei 31,9% (Q1: 24,4%; Q3: 39,5%). Entsprechend lassen sich zum Zeitpunkt der Geburt signifikante Unterschiede für das Geburtsgewicht, sowie in weiteren anthropometrischen Parametern innerhalb der diskordanten Zwillingspaare finden.

Tab. 24 schwere und leichte Co-Zwillinge (diskordante Paare)

N=36	schwere Zwillinge (n=18)			leichte Zwillinge (n=18)		
	<i>Mdn</i>	<i>Q1</i>	<i>Q3</i>	<i>Mdn</i>	<i>Q1</i>	<i>Q3</i>
Alter (Jahre)	7,4	6,7	8,4	7,4	6,7	8,4
Daten bei Geburt:						
GA (Wochen)	29,9	27,8	31,1	29,9	27,8	31,1
GG (kg)	1,4	1,0	1,7	0,9	0,7	1,1
<i>SDS_{GG}</i>	-0,1	-0,4	0,4	-2,2	-2,6	-1,2
GKL (cm)	38,3	36,8	43,3	35,0	32,6	37,4
<i>SDS_{GKL}</i>	0,6	-0,1	1,2	-1,0	-2,2	-0,7
GKU (cm)	27,8	25,4	29,5	25,5	23,0	27,0
<i>SDS_{GKU}</i>	-0,2	-0,7	0,2	-2,0	-2,5	-1,4
Erhobene Daten zum Messzeitpunkt:						
Anthropometrische Daten						
KG (kg)	22,7	19,9	26,7	20,3	18,0	26,5
<i>SDS_{KG}</i>	-0,3	-1,0	0,7	-1,0	-1,8	0,3
KL (cm)	122,5	119,5	131,3	121,3	116,1	128,4
<i>SDS_{KL}</i>	0,2	-0,2	1,1	0,0	-0,8	0,6
KU (cm)	51,8	50,5	52,5	50,8	49,6	51,5
<i>SDS_{KU}</i>	-1,2	-1,9	-0,4	-2,0	-2,6	-1,2
BMI (kg/m ²)	14,9	14,1	16,0	14,1	13,1	16,2
<i>SDS_{BMI}</i>	-0,6	-1,1	0,3	-1,2	-2,0	0,1
Körperzusammensetzung						
BF (%)	15,7	10,9	19,1	13,2	7,3	22,3
BFM (kg)	3,6	2,4	4,9	2,9	1,5	5,2
LBM (kg)	19,6	17,8	21,5	18,4	16,2	20,9
Hautfaltendicke						
Periumbilikal (mm)	7,4	5,8	10,5	7,6	4,5	15,4
Triceps (mm)	9,6	8,6	13,7	8,2	7,6	12,5
Subskapular(mm)	5,9	4,8	7,4	5,7	4,6	6,7

Abk.: *Mdn* – Median, GA – Gestationsalter, GG – Geburtsgewicht, *SDS* – Standard Deviation Score, *GKL* – Geburtslänge, *GKU* – Geburtskopfumfang, KG – Körpergewicht, *KL* – Körperlänge, *KU* – Kopfumfang *BF%* – Körperfettanteil (%), *BFM* – Körperfettmasse (kg), *LBM* – absolute fettfreie Masse (kg)

Tab. 25 Intra-Paar Differenzen der diskordanten Zwillinge (N=36)

N=36	MW Δ	SD Δ	Mdn Δ	Q1 Δ	Q3 Δ	p-Wert	r/d
Daten bei Geburt:							
GG (kg)	-0,5	0,2	-0,4	-0,6	-0,4	<,001	2,646
SDS_{GG}	-2,1	0,8	-2,0	-2,6	-1,4	<,001	2,773
GKL (cm)	-4,5	2,7	-4,3	-6,6	-2,4	<,001	1,687
SDS_{GKL}	-1,8	1,1	-1,7	-2,8	-0,9	<,001	1,739
GKU (cm)	-2,2	1,5	-2,4	-2,6	-0,7	<,001	1,470
SDS_{GKU}	-1,7	1,2	-1,9	-2,0	-0,7	<,001	0,853
Erhobene Daten zum Messzeitpunkt:							
Anthropometrische Daten							
KG (kg)	-1,5	3,4	-1,6	-3,1	0,0	0,070	
SDS_{KG}	-0,6	1,2	-0,5	-1,0	0,0	0,052	
KL (cm)	-2,1	6,2	-1,4	-5,9	1,6	0,177	
SDS_{KL}	-0,4	1,2	-0,3	-1,1	0,3	0,184	
KU (cm)	-0,9	1,5	-1,0	-2,0	0,0	0,026	0,573
SDS_{KU}	-0,7	1,2	-0,6	-1,4	-0,2	0,036	0,538
BMI (kg/m²)	-0,6	1,8	-0,8	-1,3	0,7	0,201	
SDS_{BMI}	-0,5	1,2	-0,6	-1,1	0,4	0,106	
Körperzusammensetzung							
BF (%)	-0,8	7,5	-1,2	-6,3	3,7	0,654	
BFM (kg)	-0,4	2,1	-0,5	-2,0	0,5	0,429	
LBM (kg)	-1,1	2,7	-0,5	-3,0	1,0	0,096	
Hautfaltendicke							
Periumbilikal (mm)	0,4	4,2	-0,6	-2,5	2,5	0,668	
Triceps (mm)	-1,0	3,2	-0,9	-2,5	0,2	0,085	
Subskapular (mm)	-0,4	1,8	-0,2	-1,1	0,7	0,414	

Abk.: MW – Mittelwert, SD – Standardabweichung, Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, r/d – Effektstärke *r* bzw. Cohen's *d*, GG – Geburtsgewicht, SDS – Standard Deviation Score, GKL – Geburtslänge, GKU – Geburtskopfumfang, KG – Körpergewicht, KL – Körperlänge, KU – Kopfumfang BF% – Körperfettanteil (%), BFM – Körperfettmasse (kg), LBM – absolute fettfreie Masse (kg)

Da im Folgenden die Differenzen innerhalb der Paare betrachtet werden und diese bis auf nur sehr wenige Ausnahmen normalverteilt waren, werden entsprechend Mittelwerte bzw. Standardabweichungen berichtet. Die zugehörigen Mediane bzw. Quartile sind in Tab. 25 zu finden.

3.6.1.3.1 Anthropometrie (Geburt)

Bei den diskordanten Zwillingspaaren zeigten sich erwartungsgemäß bereits bei Geburt signifikante Unterschiede in den anthropometrischen Parametern. Das Geburtsgewicht unterschied sich im Mittel um ca. 0,5 kg (SD=0,2 kg; $p<0,001$). Dies entsprach einem mittleren Unterschied im SDS-Wert von 2,1 (SD=0,8; $p<0,001$).

Auch die Geburtslänge der leichteren Zwillinge fiel signifikant niedriger als bei den schwereren Co-Zwillingen aus ($p<0,001$). Im Mittel betrug die Intra-Paar Differenz für die Geburtslänge -4,5 cm (SD=2,7 cm). Die entsprechende Differenz für den Geburtslängen-SDS lag im Mittel bei einem Wert von -1,8 (SD=1,1). Zudem zeigten sich bei Geburt signifikante Differenzen für den Kopfumfang mit einer mittleren Intra-Paar Differenz von -2,2 cm (SD=1,5 cm; $p<0,001$) sowie im entsprechenden SDS des Kopfumfanges ($p<0,001$). Die Intra-Paar Differenz für den Kopfumfangs-SDS war als einziger Geburtsparameter nicht normalverteilt und lag im Median bei einem Wert von -1,9 (Q1: -2,0; Q3: -0,7).

3.6.1.3.2 Anthropometrie (Messung)

Zum Zeitpunkt der Untersuchung mit einem Durchschnittsalter von 7,4 Jahren zeigten sich innerhalb der diskordanten Zwillingspaare weiterhin tendenzielle Unterschiede im Körpergewicht und Gewichts-SDS. Der bei Geburt leichtere Zwilling war zum Messzeitpunkt im Mittel noch um 1,5 kg (SD=3,4 kg) leichter als sein bei Geburt schwererer Co-Zwilling ($p=0,070$).

Gleichzeitig nahm die intra-paarige Differenz des Gewichts-SDS zwischen Geburt und Messzeitpunkt signifikant ab ($p=0,030$; $r=0,335$). Während die Differenz bei Geburt im Mittel etwa -2,1 SDS-Punkte (SD=0,8) betrug, lag sie zum Messzeitpunkt nur noch bei -0,6 SDS (SD=1,2). Damit hat der bei Geburt

leichtere Zwilling zwar deutlich aufgeholt, wies jedoch weiterhin einen tendenziell niedrigeren Gewichts-SDS als sein Co-Zwilling auf ($p = 0,052$).

Betrachtet man die gemessenen Werte, lag der mediane Gewichts-SDS der leichteren Zwillinge bei einem Wert von $-1,0$, während der SDS-Wert bei den schwereren Zwillingen etwa $-0,3$ betrug.

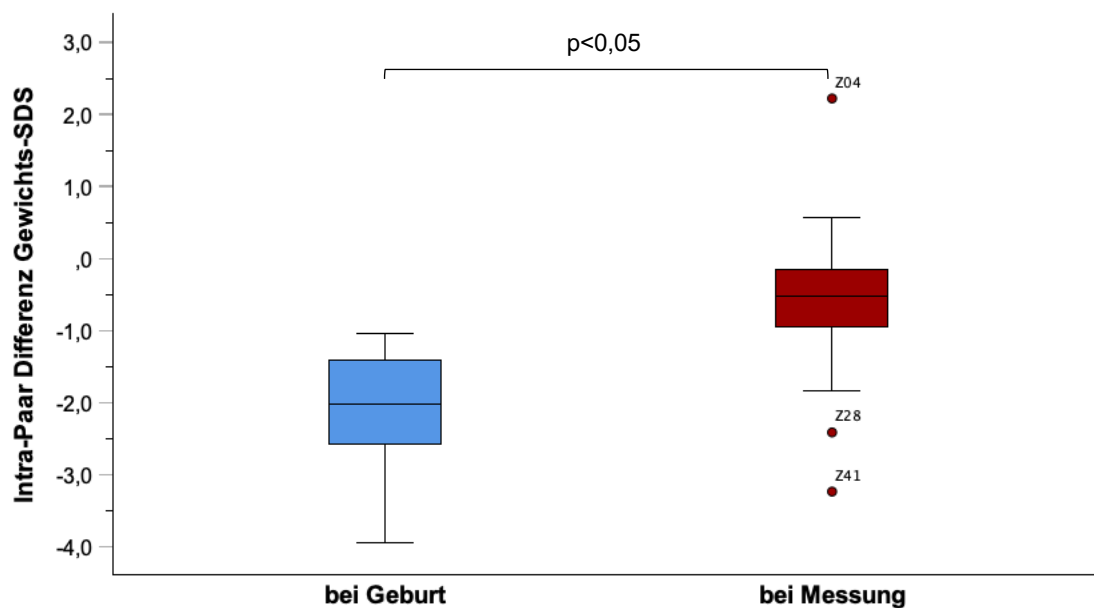


Abb. 38 Intra-Paar Differenz des Gewichts-SDS (Geburt vs. Messzeitpunkt)

Keine signifikanten Unterschiede fanden sich für die Körpergröße ($p=0,177$) bzw. den Körpergrößen-SDS ($p=0,184$) bei Messung. Tendenziell war der bei Geburt leichtere Zwilling zum Messzeitpunkt um 2,1 cm ($SD=6,2$ cm) kleiner als sein Co-Zwilling, was einer mittleren SDS-Differenz von etwa $-0,4$ ($SD=1,2$) entspricht. Diese ist somit deutlich geringer ausgeprägt als zum Zeitpunkt der Geburt.

Ein signifikanter Unterschied bestand weiterhin für den Kopfumfang ($p=0,026$; $d=0,57$) sowie für den Kopfumfang-SDS ($p=0,036$; $d=0,54$). Die mittlere Intra-Paar Differenz für den Kopfumfang betrug $-0,9$ cm ($SD=1,5$ cm) bzw. $-0,7$ ($SD=1,2$) für den Kopfumfangs-SDS. Die Ausprägung der Unterschiede war zum Messzeitpunkt deutlich geringer als bei Geburt.

Hinsichtlich des BMI ($p=0,201$) bzw. BMI-SDS ($p=0,106$) ließen sich keine signifikanten Unterschiede innerhalb der diskordanten Zwillingspaare ermitteln. Im Mittel lag der BMI des bei Geburt leichteren Zwillings lediglich um $0,6 \text{ kg/m}^2$ ($SD=1,8 \text{ kg/m}^2$) unterhalb des bei Geburt schwereren Zwillings.

3.6.1.3.3 ADP-Messergebnisse

Tab. 26 ADP-Messergebnisse der diskordanten Zwillinge ($N=36$)

		Mdn	P25	P75	P10	P90
KG (kg)	gesamt	22,0	19,0	26,2	17,3	30,4
	leichter	20,3	18,0	26,5	16,9	29,9
	schwerer	22,7	19,9	26,7	18,9	30,7
BF%	gesamt	14,7	9,1	19,2	5,1	26,6
	leichter	13,2	7,3	22,3	4,8	26,9
	schwerer	15,7	10,9	19,1	4,9	23,3
BFM (kg)	gesamt	3,3	2,1	4,8	0,9	7,3
	leichter	2,9	1,5	5,2	0,8	7,6
	schwerer	3,6	2,4	4,9	0,9	6,9
LBM (kg)	gesamt	19,1	17,2	21,2	15,8	24,2
	leichter	18,4	16,2	20,9	14,8	24,9
	schwerer	19,6	17,8	21,5	16,6	24,0

Anzahl: Gesamt ($N=36$), leichter Zwillings bei Geburt ($n=18$), schwerer Zwillings bei Geburt ($n=18$) **Abk.:** KG – Körpergewicht, BF% – Körperfettanteil (%), BFM (kg) – Körperfettmasse (kg), LBM (kg) – absolute fettfreie Masse (kg), Mdn – Median, P25 – 25. Perzentile, P75 – 75. Perzentile, P10 – 10. Perzentile, P90 – 90. Perzentile

3.6.1.3.4 Körperzusammensetzung

Hinsichtlich der Körperzusammensetzung zum Messzeitpunkt zeigten sich keine signifikanten Unterschiede innerhalb der diskordanten Zwillingspaare. Im Mittel lag der BF% des bei Geburt leichteren Zwillings lediglich um $0,8\%$ ($SD=7,5\%$; $p=0,654$) unterhalb des bei Geburt schwereren Co-Zwillings.

Die BFM zum Messzeitpunkt fiel beim leichteren Zwillings im Mittel um ca. $0,4 \text{ kg}$ ($SD=2,1 \text{ kg}$; $p=0,429$) niedriger aus. Am ausgeprägtesten war die Intra-Paar Differenz für die LBM, welche für den bei Geburt leichteren Zwillings im Mittel um

1,1 kg (SD=2,7 kg) niedriger ausfiel, sich jedoch nicht statistisch signifikant unterschied ($p=0,096$). Zwischen der Wachstumsdiskordanz bei Geburt und der Differenz des BF% zum Messzeitpunkt zeigte sich keine signifikante Korrelation ($\rho=0,011$; $p=0,964$).

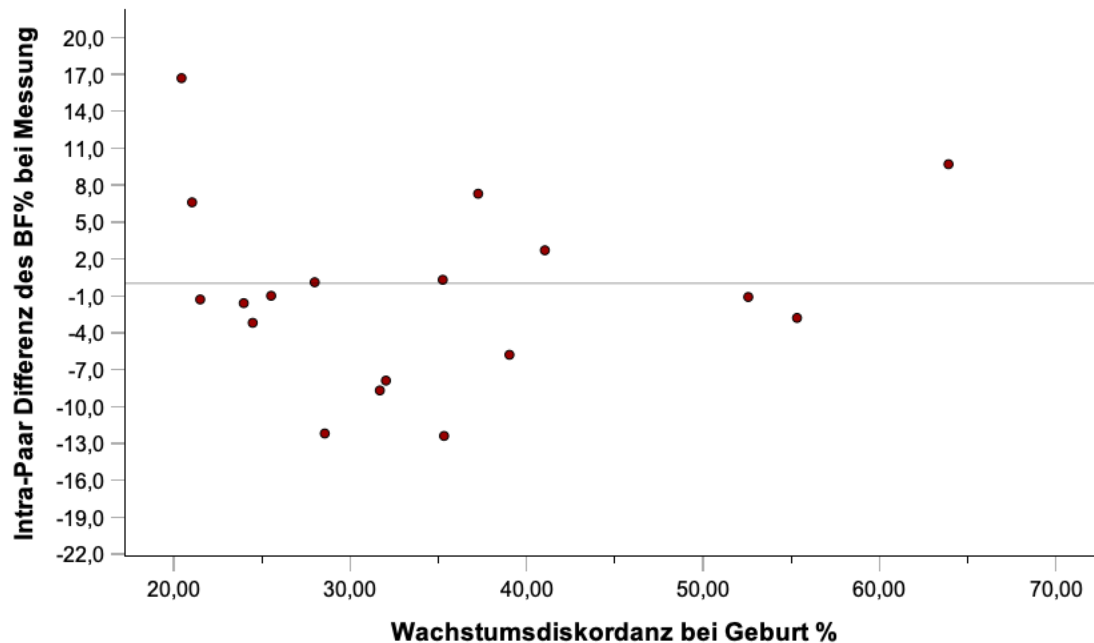


Abb. 39 Intrapaar Differenz BF% und Wachstumsdiskordanz bei Geburt

3.6.1.3.5 Hautfaltendicke

Für die Intra-Paar Differenzen der Hautfaltendicken lagen, bis auf die Triceps-Hautfalte, näherungsweise Normalverteilungen vor. Weder für die periumbilikale ($p=0,668$), noch für die Triceps- ($p=0,084$) bzw. subskapuläre ($p=0,414$) Hautfaltendicken konnten signifikante Unterschiede innerhalb der diskordanten Zwillingspaare gefunden werden. Mit einem p-Wert von 0,084 für die Triceps-Hautfaltendicke, lag dieser allerdings relativ nahe am Signifikanzniveau. Im Median lag die Triceps-Hautfaltendicke des bei Geburt leichteren Zwillings um ca. 1 mm niedriger als beim schwereren Co-Zwilling. Die entsprechenden Differenzen der anderen Hautfaltendicken lassen sich Tab. 25 entnehmen.

3.7 Messung des Blutdrucks

Als zusätzliche Analyse sollen im Folgenden die Werte der Blutdruckmessung der Einlinge und Zwillinge verglichen werden sowie für die Zwillinge untersucht werden, wie ausgeprägt die Blutdruckdifferenzen innerhalb der Zwillingspaare sind. Die Blutdruckdifferenz wird dabei analog zu den anderen Intra-Paar Differenzen berechnet:

Blutdruck (bei Geburt leichter Zwilling) – Blutdruck (bei Geburt schwerer Zwilling).

3.7.1 Blutdruckwerte der Einlinge und Zwillinge

Die erhobenen Messwerte für den Blutdruck der Einlinge und Zwillinge sind in Tabelle 27 aufgetragen. Zusätzlich zum systolischen und diastolischen Blutdruck sind der Pulsdruck (Differenz zwischen systolischen und diastolischen Blutdruck) und Herzfrequenz bei Messung aufgeführt. Die erhobenen Messwerte zeigten bis auf den Pulsdruck eine schiefe, nicht-normale Verteilung.

Tab. 27 Messergebnisse Blutdruck

		<i>Median</i>	<i>P25</i>	<i>P75</i>	<i>P10</i>	<i>P90</i>	<i>P03</i>	<i>P97</i>
Sys (mmHg)	Gesamt	111	105	118	98	126	93	132
	Einlinge	111	106	119	98	126	91	132
	Zwillinge	112	104	118	98	127	94	136
Dia (mmHg)	Gesamt	75	70	82	64	89	59	94
	Einlinge	75	70	79	64	87	55	93
	Zwillinge	78	70	84	63	91	59	97
PD (mmHg)	Gesamt	36	29	43	22	48	17	57
	Einlinge	37	30	44	21	50	17	60
	Zwillinge	35	29	43	23	48	17	55
HF* (min⁻¹)	Gesamt	87	78	99	72	112	68	128
	Einlinge	87	77	98	69	109	65	120
	Zwillinge	87	81	102	74	116	70	130

Anzahl: Gesamt (N=218), Einlinge (n=130), Zwillinge (n=88), *Zwillinge (n=86) **Abk.:** Sys – Systolischer Blutdruck, Dia – Diastolischer Blutdruck, PD – Pulsdruck, HF – Herzfrequenz, Mdn – Median, P25 – 25. Perzentile, P75 – 75. Perzentile, P10 – 10. Perzentile, P90 – 90. Perzentile, P03 – 3. Perzentile, P97 – 97. Perzentile

Es konnte kein signifikanter Unterschied im systolischen Blutdruck der Einlinge und Zwillinge ($p=0,903$) festgestellt werden. So lag der mediane systolische Blutdruck Einlinge mit 111,0 mmHg nahezu identisch zu den Zwillingen mit 111,5 mmHg. Auch das erste (105,8 mmHg vs. 104,3 mmHg) und dritte Quartil (119,0 mmHg vs. 118,0 mmHg) der Blutdruckwerte lagen für Einlinge und Zwillinge auf einem vergleichbaren Niveau.

Auch für den diastolischen Blutdruck konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Einlingen und Zwillingen ermittelt werden ($p=0,154$). Der mediane diastolische Blutdruck der Einlinge lag mit 74,5 mmHg (Q1: 70,0 mmHg; Q3: 79,3 mmHg) minimal unterhalb des diastolischen Blutdrucks der Zwillinge mit 77,5 mmHg (Q1: 70,0 mmHg; Q3: 83,8 mmHg).

Weder für den Pulsdruck ($p=0,392$) noch für die Herzfrequenz ($p=0,149$) ergaben sich signifikante Differenzen.

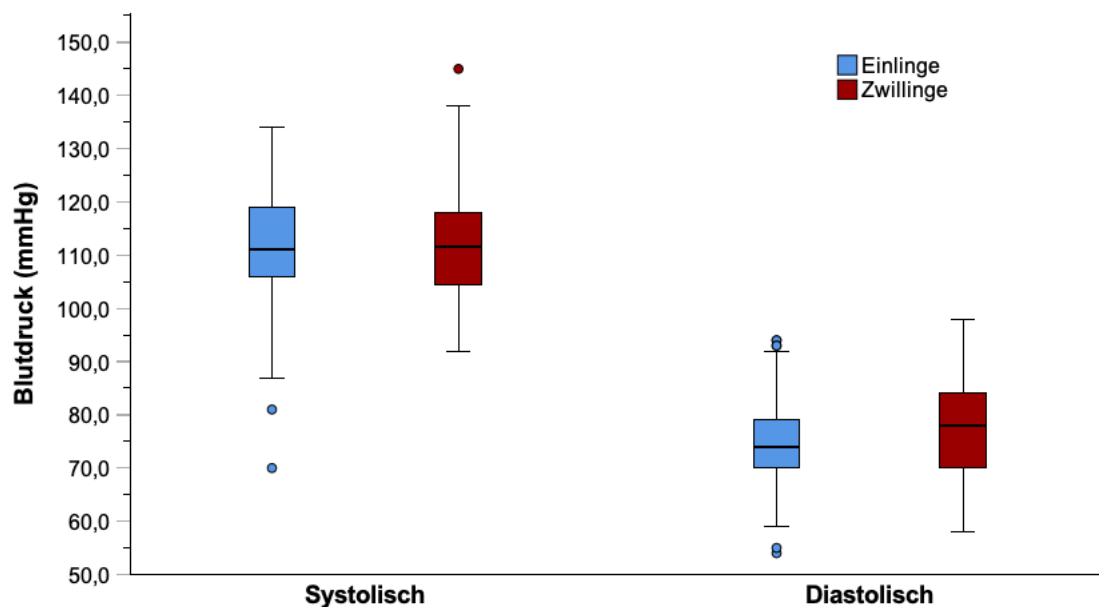


Abb. 40 Blutdruck der Einlinge und Zwillinge

Tab. 28 Blutdruck der Einlinge und Zwillinge

N=218	Einlinge (n=130)					Zwillinge (n=88)					p-Wert
	MW	SD	Mdn	Q1	Q3	MW	SD	Mdn	Q1	Q3	
Sys (mmHg)	111,5	10,9	111,0	105,8	119,0	112,7	11,0	111,5	104,3	118,0	0,903
Dia (mmHg)	74,6	8,9	74,5	70,0	79,3	77,3	10,5	77,5	70,0	83,8	0,154
PD (mmHg)	36,9	10,8	37,0	29,8	44,0	35,3	9,7	35,0	29,0	42,8	0,392
HF (min ⁻¹) *	88,2	15,1	86,5	77,0	98,0	92,5	16,0	87,0	80,8	102,0	0,149

Abk.: MW – Mittelwert, SD – Standardabweichung, Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, Sys – Systolischer Blutdruck, Dia – Diastolischer Blutdruck, PD – Pulsdruck, HF – Herzfrequenz; *Zwillinge (n=86)

3.7.2 Blutdruck konkordanter und diskordanter Zwillinge

Die gemessenen Blutdruckwerte der konkordanten und diskordanten Zwillingspaare sind in Tab. 29 als Perzentilen dargestellt. Neben dem systolischen und diastolischen Blutdruck ist der Pulsdruck, als Differenz des systolischen und diastolischen Blutdrucks sowie die Herzfrequenz aufgelistet.

Tab. 29 Blutdruck konkordanter und diskordanter Paare

		Mdn	P25	P75	P10	P90
Sys (mmHg)	Gesamt	111	105	116	103	128
	Konkordant	113	105	123	102	133
	Diskordant	110	105	114	103	119
Dia (mmHg)	Gesamt	77	73	82	65	90
	Konkordant	78	74	85	63	92
	Diskordant	76	70	80	65	90
PD (mmHg)	Gesamt	36	31	41	24	44
	Konkordant	37	30	42	25	46
	Diskordant	35	31	40	22	45
HF (min ⁻¹)	Gesamt	90	85	101	77	113
	Konkordant	88	83	99	76	117
	Diskordant	93	86	107	81	114

Anzahl: Gesamt Paare (N=42), konkordante Paare (n=24), diskordante Paare (n=18) Abk.: Sys – Systolischer Blutdruck, Dia – Diastolischer Blutdruck, PD – Pulsdruck, HF – Herzfrequenz, Mdn – Median, P25 – 25. Perzentile, P75 – 75. Perzentile, P10 – 10. Perzentile, P90 – 90. Perzentile, P03 – 3. Perzentile, P97 – 97. Perzentile

Der mediane systolische Blutdruck der konkordanten Zwillingspaare lag mit 113 mmHg (Q1: 105 mmHg; Q3: 123 mmHg) etwas oberhalb des Medians für die diskordanten Zwillingspaare mit 110 mmHg (Q1: 105 mmHg; Q3: 114 mmHg). Diese Differenz war statistisch jedoch nicht signifikant ($p=0,366$).

Auch für den diastolischen Blutdruck konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den konkordanten und diskordanten Zwillingen festgestellt werden ($p=0,385$). Der entsprechende Median für den diastolischen Blutdruck lag bei 78 mmHg (Q1: 74 mmHg; Q3: 85 mmHg) für die konkordanten Zwillinge und 76 mmHg (Q1: 70 mmHg; Q3: 80 mmHg) für die diskordanten Zwillinge.

Für den Pulsdruck ($p=0,553$) und die Herzfrequenz ($p=0,212$) ließen sich ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen konkordanten und diskordanten Zwillingen feststellen. Die Herzfrequenz der diskordanten Zwillinge lag mit einem Median von 93/min (Q1: 83/min; Q3: 99/min) geringfügig höher als bei den konkordanten Zwillingen mit 88/min (Q1: 86/min; Q3: 107/min).

3.7.3 Blutdruck konkordanter Zwillingspaare

Für die 23 konkordanten Zwillingspaare (46 Zwillinge) für welche Daten zum Blutdruck beider Co-Zwillinge zur Verfügung standen, konnten intrapaarig keine signifikanten Unterschiede für die Blutdruckparameter gefunden werden. Der systolische Blutdruck des bei Geburt leichteren Zwillings lag im Mittel um 2,4 mmHg (SD=11,9 mmHg) höher als beim schwereren Co-Zwilling ($p=0,339$). Der diastolische Blutdruck hingegen, lag mit einer mittleren Intra-Paar Differenz von 0,0 mmHg (SD=8,7 mmHg) auf einem identischen Niveau innerhalb der konkordanten Zwillingspaare ($p=0,987$).

Für den Pulsdruck ergab sich eine mittlere Intra-Paar Differenz von 2,4 mmHg (SD=13,6 mmHg), sodass diese beim leichteren Zwilling geringfügig höher lag. Diese Differenz war allerdings nicht signifikant ($p=0,400$). Die Herzfrequenz des bei Geburt leichteren Co-Zwillings war im Mittel um ca. 5 Schläge pro Minute höher (SD=19/min) als beim schwereren Co-Zwilling, allerdings war auch hier die Differenz statistisch nicht signifikant ($p=0,444$).

Die gemessenen Blutdruckwerte der konkordanten Zwillinge waren bis auf die Herzfrequenz näherungsweise normalverteilt. Die leichten Zwillinge zeigten im Mittel nur einen minimal höheren systolischen Blutdruck von 115 mmHg (SD=13,1 mmHg) vs. 113 mmHg (SD=10,5) bei den schweren Co-Zwillingen. Der mediane systolische Blutdruck lag identisch bei 112 mmHg. Auch der diastolische Blutdruck lag identisch bei einem Mittelwert von 78 mmHg.

Die leichteren Zwillinge zeigten tendenziell eine höhere Herzfrequenz, welche im Median bei 91/min (vs. 84/min) lag. Diese Unterschiede waren allerdings statistisch nicht signifikant.

Tab. 30 Blutdruck konkordanter Zwillingspaare

N=46	leichte Zwillinge (n=23)					schwere Zwillinge (n=23)				
	<i>MW</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Q1</i>	<i>Q3</i>	<i>MW</i>	<i>SD</i>	<i>Mdn</i>	<i>Q1</i>	<i>Q3</i>
Sys (mmHg)	115,0	13,1	112,0	106,0	126,0	113,4	10,5	112,0	104,5	121,5
Dia (mmHg)	78,0	10,5	77,0	70,0	82,0	78,3	10,0	79,0	74,3	85,5
PD (mmHg)	37,0	10,7	36,0	30,0	45,0	35,1	9,1	34,0	28,3	43,8
HF (min-1)	92,9	17,6	90,5	80,8	102,3	89,0	16,2	84,0	77,0	94,0

Abk.: *MW* – Mittelwert, *SD* – Standardabweichung, *Mdn* – Median, *Q1* – 1. Quartil, *Q3* – 3. Quartil, *Sys* – Systolischer Blutdruck, *Dia* – Diastolischer Blutdruck, *PD* – Pulsdruck, *HF* – Herzfrequenz

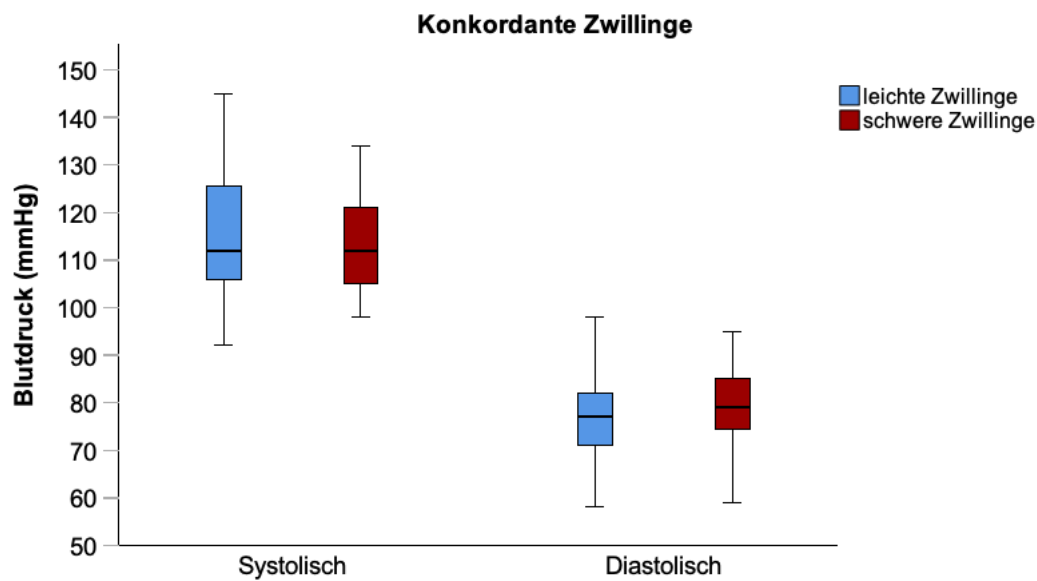


Abb. 41 Blutdruck der konkordanten Zwillinge

Tab. 26 Blutdruck Intra-Paar Differenz (konkordant)

N=23 Paare	MW	SD	Mdn	Q1	Q3	p-Wert
Δ Sys (mmHg)	2,4	11,9	1,0	-4,0	13,0	0,339
Δ Dia (mmHg)	0,0	8,7	0,0	-8,0	7,0	0,987
Δ PD (mmHg)	2,4	13,6	0,0	-10,0	13,0	0,400
Δ HF (min-1)	4,6	19,1	0,5	-10,5	17,0	0,444

Abk.: MW – Mittelwert, SD – Standardabweichung, Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, Sys – Systolischer Blutdruck, Dia – Diastolischer Blutdruck, PD – Pulsdruck, HF – Herzfrequenz

3.7.4 Blutdruck diskordanter Zwillingspaare

Innerhalb der 18 diskordanten Zwillingspaare konnten ebenfalls keine statistisch signifikanten Differenzen für die Blutdruckparameter festgestellt werden:

Der systolische Blutdruck des bei Geburt leichteren Zwillings lag im Mittel um 1,7 mmHg (SD=15,6 mmHg) oberhalb des schwereren Co-Zwilling (p=0,655). Für den diastolischen Blutdruck ergab sich für den leichteren Zwillings ein im Mittel um

2,1 mmHg (SD=15,9 mmHg) höherer Blutdruck als beim schwereren Zwilling, allerdings war auch diese Intra-Paar Differenz nicht signifikant ($p=0,580$).

Mit einer mittleren Differenz für den Pulsdruck von -0,4 (SD=11,0 mmHg) war dieser beim schweren Co-Zwilling minimal höher als beim leichten Co-Zwilling ($p=0,866$).

Für die Herzfrequenz zeigte wiederum der leichte Co-Zwilling einen im Mittel um 2 Schläge pro Minute (SD=17/min) höheren Messwert, ohne dass sich eine statistische Signifikanz ergab ($p=0,601$).

Die absoluten Messwerte der diskordanten Zwillinge verdeutlichen, dass die leichteren Zwillinge im Median mit 113,0 mmHg (Q1: 103,8 mmHg; Q3: 118,0 mmHg) einen leicht höheren systolischen Blutdruck als die schwereren Zwillinge aufwiesen. Diese zeigten im Median einen systolischen Blutdruck von 108,5 mmHg (Q1: 104,0 mmHg; Q3: 117,0 mmHg). Die entsprechenden Werte für den diastolischen Blutdruck lagen bei 76,5 mmHg (Q1: 67,5 mmHg; Q3: 85,0 mmHg) für die leichteren Zwillinge bzw. 74,0 mmHg (Q1: 69,3 mmHg; Q3: 82,5 mmHg) für die schwereren Zwillinge. Für den Pulsdruck ergab sich nur ein minimaler Unterschied, während die Herzfrequenz im Median für die leichten Zwillinge mit 95/min (vs. 87/min für die schweren Zwillinge) geringfügig höher lag. Trotz dieser tendenziellen Unterschiede waren keine dieser Parameter in der Testung statistisch signifikant.

Tab. 31 Blutdruck diskordanter Zwillingspaare

N=36	leichter Zwilling (n=18)					schwerer Zwilling (n=18)				
	MW	SD	Mdn	Q1	Q3	MW	SD	Mdn	Q1	Q3
Sys (mmHg)	111,7	10,0	113,0	103,8	118,0	110,0	10,3	108,5	104,0	117,0
Dia (mmHg)	77,0	10,6	76,5	67,5	85,0	74,9	11,3	74,0	69,3	82,5
PD (mmHg)	34,7	9,9	35,0	29,5	42,0	35,1	9,1	36,0	25,5	40,5
HF (min-1)	96,1	13,8	95,0	83,8	109,3	93,9	15,9	87,0	80,8	105,5

Abk.: MW – Mittelwert, SD – Standardabweichung, Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, Sys – Systolischer Blutdruck, Dia – Diastolischer Blutdruck, PD – Pulsdruck, HF – Herzfrequenz

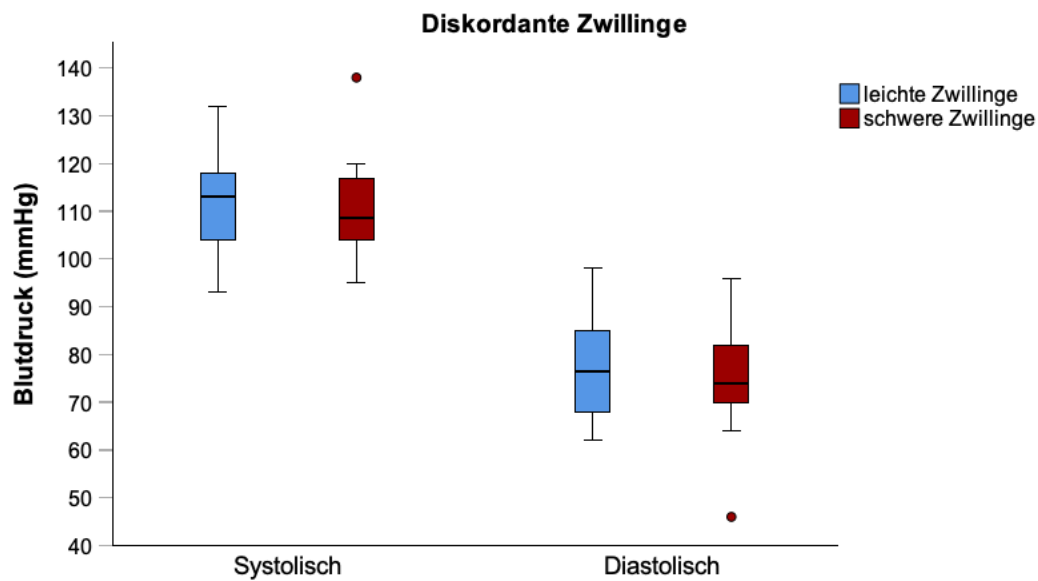


Abb. 42 Blutdruck der diskordanten Zwillinge

Tab. 32 Blutdruck Intra-Paar Differenzen (diskordant)

N=18 Paare	MW	SD	Mdn	Q1	Q3	p-Wert
Δ Sys (mmHg)	1,7	15,6	1,0	-13,3	12,5	0,655
Δ Dia (mmHg)	2,1	15,9	1,5	-8,3	16,0	0,580
Δ PD (mmHg)	-0,4	11,0	-2,0	-6,5	8,3	0,866
Δ HF (min-1)	2,2	17,3	1,0	-8,3	12,3	0,601

Abk.: MW – Mittelwert, SD – Standardabweichung, Mdn – Median, Q1 – 1. Quartil, Q3 – 3. Quartil, Sys – Systolischer Blutdruck, Dia – Diastolischer Blutdruck, PD – Pulsdruck, HF – Herzfrequenz

3.7.5 Wachstumsdiskordanz und Blutdruckdifferenz

Ferner wurde untersucht, ob eine Korrelation zwischen der Wachstumsdiskordanz bei Geburt und einer späteren Differenz für den systolischen bzw. diastolischen Blutdruck beider Co-Zwillinge festzustellen ist. Bei nicht gegebener Normalverteilung der Variablen wurde der Korrelationskoeffizient nach Spearman berechnet.

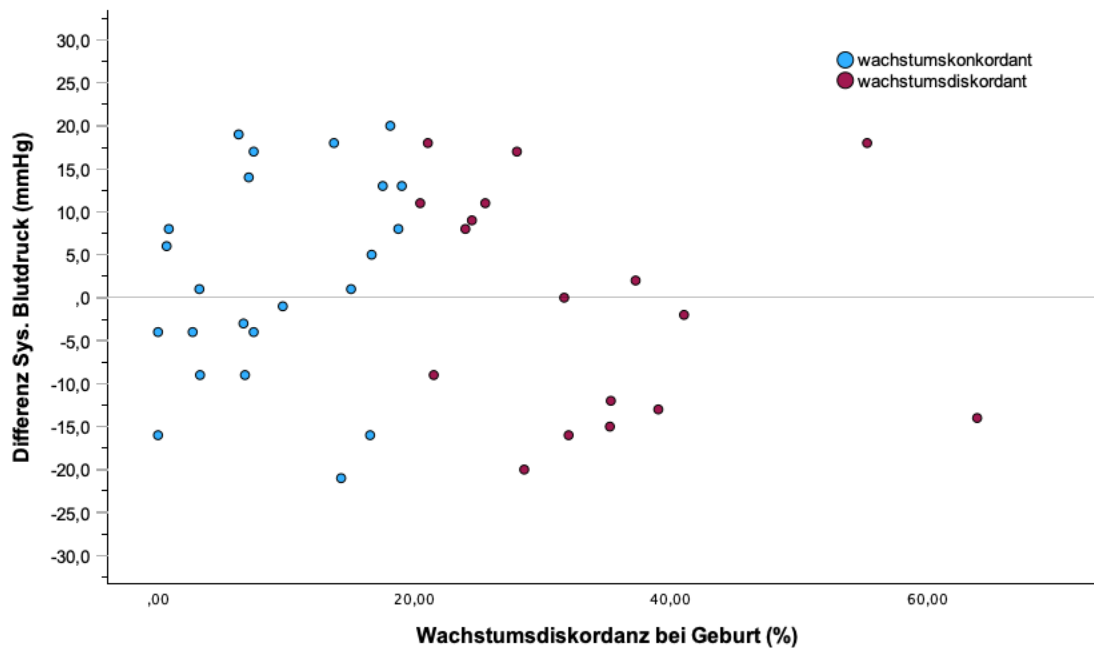


Abb. 43 Wachstumsdiskordanz bei Geburt und systolische Blutdruckdifferenz

Weder für die systolische ($p=0,016$; $p=0,922$) noch für die diastolische ($p=0,012$; $p=0,943$) Blutdruckdifferenz innerhalb der Zwillingspaare konnte eine statistisch signifikante Korrelation mit der Wachstumsdiskordanz nachgewiesen werden. Auch die Differenz des Pulsdrucks zwischen beiden Co-Zwillingen zeigte keine Korrelation zur Wachstumsdiskordanz ($p=0,009$; $p=0,956$).

3.7.6 Korrelation Gestationsalter mit Blutdruck

Schließlich wurde untersucht, inwiefern das Gestationsalter der Probanden mit den Messwerten für den systolischen bzw. diastolischen Blutdruck korreliert. Aufgrund fehlender Normalverteilung für den Parameter Gestationsalter wurde eine Korrelation nach Spearman durchgeführt:

Weder für den systolischen ($N=218$; $p=0,107$; $p=0,117$) noch für den diastolischen Blutdruck ($N=218$; $p=0,062$; $p=0,365$) konnte eine statistisch signifikante Korrelation mit dem Gestationsalter festgestellt werden.

3.8 Zusammenfassung der Ergebnisse

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass sich im Vergleich des Gesamtkollektivs der Einlinge und Zwillinge keine signifikanten Unterschiede in der Körperzusammensetzung feststellen ließen. Tendenziell hatten die Zwillinge jedoch einen höheren BF% (14,1% vs. 12,7%) sowie signifikant höhere Messwerte der Triceps-Hautfaldendicke. Weder anthropometrische Parameter noch Blutdruckwerte unterschieden sich nicht signifikant. Auffälliger hingegen waren die Analysen der Untergruppen nach Geschlecht und Gestationsalter. Während sich bei den Jungen keine signifikanten Unterschiede in der Körperzusammensetzung und Anthropometrie zeigten, hatten die weiblichen Zwillinge einen signifikant höheren BMI, BMI-SDS, Gewichts-SDS und einen tendenziell höheren BF% ($p=0,062$) als die weiblichen Einlinge. Im Vergleich der Einlinge und Zwillinge nach Gestationsalter zeigte sich in der Gruppe der $FG \geq 28 \text{ 0/7}$ SSW ein signifikant höherer Körperfettanteil bei den Zwillingen. In der Gruppe der $FG < 28 \text{ 0/7}$ SSW zeigten sich dagegen keine Unterschiede. Letztlich wurden die 42 Zwillingspaare genauer anhand ihrer Wachstumsdiskordanz bei Geburt untersucht. Die Gruppe der diskordanten Zwillinge (18 Zwillingspaare) wiesen bei Geburt zum Teil erhebliche Wachstumsdiskordanzen von bis zu über 40% auf. Umso bemerkenswerter ist es, dass sich zum Messzeitpunkt bis auf den Kopfumfang keine signifikanten Unterschiede feststellen ließen. Die diskordanten Zwillinge wiesen einen fast identischen Körperfettanteil auf, obgleich der bei Geburt leichtere Zwilling bei der Messung noch beinahe einen signifikant geringeren Gewichts-SDS hatte. Insgesamt haben die bei Geburt leichteren Kinder jedoch im Wachstum deutlich aufgeholt, was sich in einer signifikant niedrigeren Differenz des Gewichts-SDS bei der Messung vs. bei Geburt widerspiegelte. Auch die Blutdrücke innerhalb der konkordanten und diskordanten Paare unterschieden sich nicht signifikant. Außerdem zeigte sich keine signifikante Korrelation von Wachstumsdiskordanz bei Geburt und Blutdruckdifferenz bei Messung.

4 Diskussion

4.1 Studienkollektiv und Zielsetzung der Arbeit

Das Kollektiv dieser Arbeit bestand aus einer Gesamtheit von 219 Kindern, welche alle zwischen dem 01.01.2012 und 31.10.2016 vor der 32 0/7 SSW als sehr bzw. extrem unreife FG an der Universitätsfrauenklinik Tübingen auf die Welt kamen und postnatal in der Neonatologie betreut wurden. Es wurden anthropometrische Daten, die Körperzusammensetzung mittels ADP und Blutdruckwerte im Grundschulalter erhoben. Für die Analysen dieser Arbeit wurde dieses Kollektiv in eine Einlingsgruppe, bestehend aus 130 Kindern sowie eine Zwillingsgruppe mit 89 Kindern aufgeteilt. Die Zwillingsgruppe beinhaltete dabei 42 vollständige Zwillingspaare, ein Zwillingspaar, bei dem nur Messwerte für einen der beiden Co-Zwillinge vorlagen sowie vier Zwillinge, deren Geschwister verstorben waren. Das mediane Alter der untersuchten Kinder lag bei 8,1 Jahren mit einer Altersspanne von 6,0 bis 10,8 Jahren. 101 der untersuchten 219 Kinder (46,1%) waren weiblich.

Da in der vorangegangenen Literaturrecherche keine vergleichende und ADP basierte Beschreibung der Körperzusammensetzung frühgeborener Einlinge und Zwillinge in dieser Altersgruppe gefunden werden konnte, war es ein Ziel dieser Arbeit, Daten für diesen Altersbereich zu erheben und die Anthropometrie und die Körperzusammensetzung beider Gruppen zu charakterisieren und miteinander zu vergleichen. Darüber hinaus wurde untersucht, inwiefern sich die Unterschiede in der Körperzusammensetzung und dem Wachstum der frühgeborenen Einlinge und Zwillinge in Abhängigkeit von Geschlecht und Gestationsalter beschreiben lassen, da die Frühgeburtlichkeit bekanntermaßen einen relevanten Einfluss auf die Körperzusammensetzung und spätere Gesundheit hat (Hamatschek et al., 2020, Johnson et al., 2012, Barker, 1992). Letztlich wurde ein weiteres Augenmerk auf die Zwillingskinder dieser Kohorte gelegt, da diese, wie zu Beginn beschrieben, mit Blick auf die DOHaD-Hypothese und eines möglichen fetal programming eine besonders interessante Gruppe darstellen. In diesem Zusammenhang wurde die Frage aufgegriffen, ob sich bei Geburt konkordante und diskordante Zwillingspaare in ihrer

Körperzusammensetzung und ihrem Wachstum unterscheiden, wie ausgeprägt diese Unterschiede innerhalb der Paare sind (oder, ob diese etwa aufgeholt werden) und schließlich, ob sich relevante Unterschiede im Blutdruck der Zwillinge ergeben.

4.2 Wachstum frühgeborener Einlinge und Zwillinge

In der vorliegenden Arbeit ließ sich kein signifikanter Unterschied hinsichtlich des Gewichts und der Körpergröße der Einlinge und Zwillinge feststellen. Mit einem medianen Gewichts-SDS von -0,4 und Körpergrößen-SDS von 0,0 zeigten sowohl Einlinge als auch Zwillinge ein leicht unterdurchschnittliches Gewicht bei altersentsprechendem Längenwachstum. Das mediane Gewicht zum Zeitpunkt der Messung lag für beide Gruppen bei 24 kg und die mediane Körpergröße bei ca. 127 cm. Der BMI der Zwillinge lag mit einem Median von 15,1 kg/m² nur unwesentlich über dem der Einlinge mit 14,8 kg/m².

Ein Vergleich mit den Studienergebnissen von Aguado-Henche et al. erlaubt eine bessere Einordnung dieser Daten zu reifgeborenen Kindern (Aguado-Henche et al., 2011). In dieser Studie wurde die Körperzusammensetzung 45 reifgeborener Jungen und 36 Mädchen im Alter von 6-10 Jahren, anhand einer DXA-Messung untersucht. Mit einer Körperlänge von 134,6 ($\pm 12,2$) cm für die Jungen und 134,7 ($\pm 9,9$) cm für die Mädchen, einem Körpergewicht von 32,2 ($\pm 8,8$) kg bzw. 31,2 ($\pm 7,6$) kg und einem BMI von 17,5 ($\pm 2,7$) bzw. 16,9 ($\pm 2,4$) kg/m² (Aguado-Henche et al., 2011), waren die Jungen und Mädchen größer, schwerer und hatten einen höheren BMI als die Kinder in der vorliegenden Arbeit. Mehrere Studien haben beschrieben, dass frühgeborene Kinder trotz eines Aufholwachstums i.d.R. kleiner und leichter als reifgeborene Kinder bleiben (Euser et al., 2008, Gibson et al., 2006, Trebar et al., 2007).

Der Wachstumsverlauf von Einlingen und Zwillingen wurde ebenfalls in einer neueren Studie von Gleason et al. im Alter von 0-3 Jahren und 7-9 Jahren untersucht (Gleason et al., 2023). Hierzu wurde eine Gruppe von AGA bzw. SGA Zwillingen mit AGA Einlingen verglichen. Beide Zwillingsgruppen wiesen im Alter

zwischen 0-3 Jahren niedrigere Werte für Größen-, Gewichts- und BMI SDS als die Einlinge auf. Im Alter zwischen 7-9 Jahren hatten die AGA Zwillinge diese Unterschiede vollständig aufgeholt. Die SGA Zwillinge blieben dagegen weiterhin kleiner, leichter und hatten einen niedrigeren BMI als die AGA Einlinge, allerdings waren diese Unterschiede im Alter von 7-9 Jahren weniger stark ausgeprägt als in den ersten Lebensjahren (Gleason et al., 2023). Ebenfalls konnten Gleason et al. keinen Anhalt für ein erhöhtes Vorkommen von Adipositas bei Zwillingen im Alter von 2-3 Jahren bzw. 7-9 Jahren finden, auch wenn diese ein höheres Risiko für eine schnelle Gewichtszunahme innerhalb der ersten 12 Lebensmonate als die Einlinge aufwiesen (Gleason et al., 2023). Mit einem mittleren Gestationsalter von 36,7 SSW für die Zwillinge und 38,9 SSW für die Einlinge waren die Kinder in der Studie von Gleason et al. (Gleason et al., 2023) deutlich reifer geboren als in der vorliegenden Arbeit.

Die ehemals frühgeborenen Einlinge und Zwillinge der vorliegenden Arbeit hatten sowohl bei Geburt als auch zum Zeitpunkt der Datenerhebung einen vergleichbaren Gewichts-SDS. Zum Zeitpunkt der Messung mit einem medianen Alter von ca. 8 Jahren, war der Gewichts-SDS der Einlinge und Zwillinge mit einem Median von -0,4 identisch.

4.3 Körperzusammensetzung frühgeborener Einlinge und Zwillinge

Wie einleitend beschrieben, beschränken sich die in der Literaturrecherche gefundenen Studien, welche die Körperzusammensetzung frühgeborener Einlinge und Zwillinge miteinander vergleichen auf die Neonatalperiode oder ersten Lebensmonate. Eine Vergleichbarkeit der vorliegenden Ergebnisse wird neben dem unterschiedlichen Alter der Kinder (erster Lebensmonat vs. spätere Kindheit), auch durch die unterschiedliche Methodik und Studienpopulation erschwert. Obwohl in dieser Arbeit kein signifikanter Unterschied im Geburtsgewicht bzw. Gestationsalter der Einlinge und Zwillinge bestand, wurden diese anders als bei Demarini et al. (Demarini et al., 2006) nicht exakt miteinander gematcht. Auch wurden in dieser Arbeit ausschließlich sehr und

extrem frühgeborene Kinder untersucht, während sich etwa die nachfolgend genannte Studie zur Körperzusammensetzung von Paviotti et al. (Paviotti et al., 2013) nur auf reif- und spätfrühgeborene Kinder mit einem GA zwischen 35 und 40 SSW bezog.

Im Einklang zur Studie von Gleason et al. (Gleason et al., 2023), ließ sich auch in der vorliegenden Arbeit kein Anhalt für ein erhöhtes Adipositasrisiko bei den Zwillingen finden. Die Körperzusammensetzung der ehemals frühgeborenen Einlinge und Zwillinge in unserer Kohorte wies keine signifikanten Unterschiede auf. Tendenziell lag der BF% der Zwillinge mit einem Median von 14,1% jedoch oberhalb der Einlinge mit 12,7% ($p=0,112$) und auch der BMI lag mit einem Median von 15,1 kg/m² geringfügig höher als bei den Einlingen mit 14,8 kg/m². Statistisch signifikante Unterschiede ergaben sich lediglich für die Hautfaldendicken am Triceps, welche in der Zwillingsgruppe höhere Messwerte aufwiesen.

Demarini et al. verglichen die Körperzusammensetzung von Einlingen und Zwillingen innerhalb der ersten Lebenstage mittels DEXA-Scans, indem sie 96 Zwillinge mit Einlingen vergleichbaren Geburtsgewichts bzw. Gestationsalters matchten (Demarini et al., 2006). Das mittlere Gestationsalter der untersuchten Kinder betrug dabei 34,5 Wochen. In dieser Studie ließen sich keine signifikanten Unterschiede in der Körperzusammensetzung von Zwillingen und Einlingen finden, sofern beide Gruppen ein normales intrauterines Wachstum aufwiesen bzw. appropriate for gestational age (AGA) waren und ein vergleichbares Geburtsgewicht hatten (Demarini et al., 2006). Zwillinge und Einlinge hatten sowohl absolut als auch relativ, d.h. bezogen auf ihr Gesamtgewicht, eine ähnliche Zusammensetzung von Knochen-, Fett- und fettfreier Masse (Demarini et al., 2006). Intrauterin wachstumsretardierte bzw. small for gestational age (SGA) Zwillinge hatten ebenfalls eine vergleichbare Körperzusammensetzung zu AGA Einlingen mit gleichem Geburtsgewicht, nicht aber zu AGA Einlingen gleichen Gestationsalters (Demarini et al., 2006). Die SGA Zwillinge, welche per Definition zu leicht für ihr Gestationsalter sind, wiesen signifikant weniger LBM

und tendenziell auch weniger absolute Fett- und Knochenmasse als gleichaltrige AGA Einlinge auf. Relativ zum Körpergewicht waren die Unterschiede für diese Kompartimente jedoch nicht mehr signifikant (Demarini et al., 2006). Letztendlich ziehen Demarini et al. das Fazit, dass normalgewachsene Zwillinge und Einlinge bei vergleichbarem Geburtsgewicht auch eine vergleichbare Zusammensetzung von Knochen-, Fett- und fettfreier Masse haben (Demarini et al., 2006). Ein Vergleich von SGA Zwillingen mit SGA Einlingen, d.h. solchen, die ebenfalls wachstumsretardiert waren, war nicht Bestandteil der Studie.

In einer anderen Studie führten Paviotti et al. eine longitudinale Untersuchung der Körperzusammensetzung und des Wachstums von Einlingen und Zwillingen in der frühen Kindheit durch (Paviotti et al., 2013). Zu diesem Zweck untersuchten sie 36 Einlinge und 18 Zwillingspaare während des ersten Lebensmonats mittels ADP und matchten diese ebenfalls anhand ihres Gestationsalters und Geburtsgewichts. Da zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen gefunden wurden, schlussfolgerten die Autoren, dass sich die Körperzusammensetzung von Einlingen und Zwillingen innerhalb der ersten Lebenswochen nicht voneinander unterscheidet (Paviotti et al., 2013). Dies steht im Einklang mit der vorliegenden Arbeit, auch wenn die Studie von Paviotti et al. (Paviotti et al., 2013) nur eine geringe Anzahl von Einlingen und Zwillingen aufweist.

Im Rahmen unserer Studie fanden sich auch im Alter von etwa 8 Jahren keine signifikanten Unterschiede in der Körperzusammensetzung frühgeborener Einlinge vs. Zwillinge. Dem gegenüberliegend wurden in der vorliegenden Arbeit jedoch gewisse Unterschiede in den Untergruppen nach Geschlecht und Gestationsalter festgestellt. Diese werden in den nächsten Abschnitten näher eingeordnet.

4.3.1 Geschlechtsunterschiede

In unserer Studie zeigten Mädchen einen signifikant höheren Körperfettanteil als Jungen. Der mediane BF% der Mädchen lag bei 14,5%, wohingegen sich für die Jungen ein medianer BF% von 12,4% ergab. Dies war wenig überraschend, da

Mädchen bekanntermaßen schon vor der Pubertät einen höheren BF% als Jungen aufweisen (Taylor et al., 1997, Arfai et al., 2002). Zudem wiesen die untersuchten Mädchen auch signifikant dickere Hautfalten als die Jungen auf.

Im Vergleich der männlichen Einlinge und Zwillinge, ließen sich in unserer Studie keine signifikanten Unterschiede in der Körperzusammensetzung und Anthropometrie feststellen. Tendenziell hatten die männlichen Zwillinge jedoch einen geringeren Gewichts-SDS. Dieser lag im Median bei -0,6, während der Median der männlichen Einlinge bei -0,1 lag. Der BF% der männlichen Zwillinge lag mit einem medianen Wert von 12,1% nur minimal unter dem der männlichen Einlinge mit 12,4%.

Anders verhielt es sich bei den weiblichen Einlingen und Zwillingen. Diese zeigten einen ausgeprägteren Unterschied im BF%, welcher beinahe signifikant war ($p=0,062$). Im Median lag der BF% der weiblichen Zwillinge bei 16,2%. Der entsprechende Wert für die weiblichen Einlinge lag bei 13,9%. Der BMI der weiblichen Zwillinge hingegen lag mit einem Median von $15,5 \text{ kg/m}^2$ signifikant über dem der weiblichen Einlinge mit $14,6 \text{ kg/m}^2$. Die Effektstärke für diesen Unterschied zwischen beiden Gruppen war jedoch als gering einzustufen. Der Unterschied im Gewichts-SDS der weiblichen Einlinge und Zwillinge war mit einer Effektstärke von 0,5 hingegen stärker ausgeprägt. Mit einem medianen Gewichts-SDS von -0,2 zum Zeitpunkt der APD-Messung lagen die weiblichen Zwillinge eine halbe Standardabweichung oberhalb der weiblichen Einlinge mit einem SDS-Wert von -0,7. Die Körpergröße beider Gruppen unterschied sich dagegen nicht signifikant.

Der im Rahmen dieser Arbeit beschriebene Unterschied in der Körperzusammensetzung weiblicher Einlinge und Zwillinge mit einem GA < 32 0/7 SSW, im Alter von ca. 8 Jahren, konnte in der Literaturrecherche in dieser Form nicht gefunden werden, allerdings beschreiben Buckler und Green (Buckler und Green, 2008) in einer Studie zum Wachstum von Zwillingen im Alter zwischen 2-9 Jahren, dass männliche Zwillinge im Vergleich zu weiblichen

Zwillingen häufiger untergewichtig sind und, dass vor allem monozygote männliche Zwillinge im Vergleich zu weiblichen Zwillingen ein gewisses Wachstumsdefizit aufwiesen. Estourgie-van Burk et al. untersuchten Zwillinge im Alter von 5 Jahren und beschrieben, dass die weiblichen Zwillinge eine identische Körpergröße zu den Einlingen aufwiesen, wohingegen die männlichen Zwillinge kleiner als die Einlinge waren (Estourgie-van Burk et al., 2006). Anders als in der vorliegenden Arbeit lag der BMI aller Zwillinge jedoch unterhalb der Einlinge (Estourgie-van Burk et al., 2006). Auch scheint der Effekt eines ausgeprägten frühkindlichen Aufholwachstums auf die spätere Körperzusammensetzung bei weiblichen FG ausgeprägter als bei männlichen FG zu sein (Euser et al., 2008). Einer der möglichen Gründe, welcher diskutiert wird, besteht in einer im Vergleich zu weiblichen Neugeborenen höheren neonatalen Morbidität bei männlichen Neugeborenen, insbesondere bei VLBW Neonaten, welche sich negativ auf das weitere Wachstum bzw. die Gewichtszunahme auswirken könnte (Hack et al., 2003, Stevenson et al., 2000). Auch ein hormoneller Einfluss wäre als ein möglicher Mechanismus denkbar. Etwa weisen weibliche Neonaten einen höheren Leptin-Spiegel als männliche Neonaten auf (Pardo et al., 2004).

4.3.2 Unterteilung nach Gestationsalter

Ein weiterer Teil dieser Arbeit widmete sich dem Vergleich der Körperzusammensetzung von Einlingen und Zwillingen anhand des Gestationsalters bei Geburt. Hierzu wurden die Einlinge und Zwillinge in eine Gruppe mit GA < 28 0/7 SSW (extrem unreif) und eine Gruppe mit GA zwischen 28 0/7 und 32 0/7 SSW (sehr unreif) aufgeteilt.

Zum Zeitpunkt der ADP-Messung waren die FG < 28 SSW immer noch signifikant leichter und kleiner als die FG ≥ 28 SSW. Der Gewichts-SDS der FG < 28 SSW betrug im Median -0,6 und war damit niedriger als bei FG ≥ 28 SSW mit einem medianen SDS-Wert von -0,2. Bezüglich des BF% konnte allerdings kein signifikanter Unterschied zwischen den FG < 28 SSW und FG ≥ 28 SSW festgestellt werden. Der Median für den BF% beider Gruppen lag bei 13,5%. Die FG < 28 SSW hatten im Vergleich zu den FG ≥ 28 SSW jedoch ein signifikantes

Defizit an LBM, allerdings wurden die FG < 28 SSW auch tendenziell früher (im Median 0,7 Jahre früher) untersucht.

In einer Studie mit dem Titel „How does gestational age affect growth and body composition of preterm twins“ untersuchten Liotto et al. (Liotto et al., 2020) ebenfalls die Körperzusammensetzung und das Wachstum frühgeborener Einlinge und Zwillinge mittels ADP. Im Rahmen einer größeren Studie mit 576 frühgeborenen Kindern (davon 223 Zwillingen), wurde die Körperzusammensetzung der Einlinge und Zwillinge bei Geburt sowie im Alter von 3 Monaten miteinander verglichen. Dabei wurden die Einlinge und Zwillinge anhand des Gestationsalters in die Untergruppen extrem, sehr, moderat und spät FG unterteilt. Liotto et al. stellten fest, dass in der Gruppe der spät FG, d.h. mit einem GA zwischen 34 und 37 SSW, die Zwillinge ein signifikantes Defizit an LBM gegenüber den Einlingen aufwiesen (Liotto et al., 2020). Darüber hinaus waren die Zwillinge dieser Gruppe zu beiden Messzeitpunkten signifikant kleiner und leichter als die Einlinge (Liotto et al., 2020). Bei Einlingen und Zwillingen der übrigen Gruppen, d.h. solchen, die vor 34 SSW auf die Welt kamen, konnten keine signifikanten Unterschiede in der Körperzusammensetzung und Anthropometrie festgestellt werden (Liotto et al., 2020).

Da in unserer Studie die 219 ehemals frühgeborenen Einlinge und Zwillinge zu einem deutlich späteren Zeitpunkt mit einem medianen Alter von etwa 8 Jahren untersucht wurden, können für diese Altersgruppe ergänzende Aussagen getroffen werden: Im Gegensatz zu Liotto et al. (Liotto et al., 2020) konnten im Grundschulalter signifikante Unterschiede in der Körperzusammensetzung von Einlingen und Zwillingen mit einem Gestationsalter zwischen 28 und 32 SSW festgestellt werden. Nicht nur hatten die Zwillinge einen signifikant höheren BF% als die Einlinge, sondern auch eine signifikant höhere absolute Körperfettmasse. So lag der Median für den BF% der Zwillinge bei 16,1% und der BF% der Einlinge bei 12,1%. Die mediane Körperfettmasse der Zwillinge lag mit 3,9 kg um ein Kilogramm höher als bei den Einlingen mit 2,9 kg. Die Effektstärken dieser Gruppenunterschiede lagen jedoch im niedrigen Bereich. Für die Körpergröße

und das Körpergewicht konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. In der Gruppe der $FG \geq 28$ SSW lag der Gewichts-SDS der Zwillinge jedoch tendenziell oberhalb der Einlinge.

Für die Gruppe der $FG < 28$ SSW ließen sich keine signifikanten Unterschiede in der Körperzusammensetzung von Einlingen und Zwillingen finden. Tendenziell hatten die untersuchten Zwillinge einen geringeren BF%, welcher im Median bei 11,5% lag. Der Median der Einlinge lag mit 13,8% Körperfett zwar höher, allerdings waren die Einlinge zum Messzeitpunkt mit einem medianen Alter von 8,3 (vs. 7,3) Jahren signifikant älter als die Zwillinge, auch wenn die Effektstärke dieses Unterschieds gering war.

4.4 Wachstumsdiskordanz

Ebenfalls wurden im Rahmen dieser Arbeit 42 Zwillingspaare (84 Kinder) in Bezug auf ihre Körperzusammensetzung und Anthropometrie untersucht. Diese unterteilten sich in 24 konkordante und 18 diskordante Zwillingspaare. Die diskordanten Zwillinge waren zum Zeitpunkt der ADP-Messung signifikant leichter, kleiner und hatten eine geringere LBM, allerdings bestand auch ein signifikanter Altersunterschied zwischen beiden Gruppen. Das mediane Alter für die konkordanten Zwillinge lag bei 8,7 Jahren und das mediane Alter der diskordanten Zwillinge bei 7,4 Jahren. Der Schwerpunkt lag auf dem Vergleich innerhalb der Zwillingspaare.

In der konkordanten Zwillinggruppe war der bei Geburt leichtere Zwilling auch zum ADP-Messzeitpunkt noch signifikant leichter als sein jeweiliger Co-Zwilling. So lag der Gewichts-SDS des bei Geburt leichteren Zwillings zum Messzeitpunkt im Median noch um 0,3 Standardabweichungen unterhalb des bei Geburt schwereren Co-Zwillings. Auch der BMI des bei Geburt leichteren Zwillings lag im Median um $0,7 \text{ kg/m}^2$ unterhalb seines Co-Zwillings und war damit signifikant niedriger. Der BF% innerhalb der konkordanten Zwillingspaare unterschied sich jedoch nicht signifikant und war beim bei Geburt leichteren Zwilling im Median um 2% geringer als beim bei Geburt schwereren Co-Zwilling. Auch hinsichtlich

der Körperlänge gab es keine signifikanten Unterschiede innerhalb der konkordanten Zwillingspaare. Der bei Geburt leichtere Zwilling wies zum Messzeitpunkt jedoch ein signifikantes Defizit an LBM gegenüber dem bei Geburt schwereren Zwilling auf.

Auch innerhalb der diskordanten Zwillinggruppe (18 Zwillingspaare) hatte der bei Geburt leichtere Zwilling zum Messzeitpunkt mit 7,4 Jahren noch ein niedrigeres Körpergewicht, einen niedrigeren Gewichts-SDS sowie einen geringeren BMI, auch wenn die Ergebnisse knapp über dem Signifikanzniveau lagen. Mit einer medianen Intra-Paar Differenz des Gewichts-SDS von -0,5 Standardabweichungen ($p=0,052$), fiel diese zum ADP-Messzeitpunkt höher als bei den konkordanten Zwillingspaaren mit einer Intra-Paar Differenz des Gewichts-SDS von -0,3 aus.

Im Vergleich zur Ausgangssituation bei Geburt, bei der sich die Werte für den Gewichts-SDS der diskordanten Zwillinge um zwei Standardabweichungen unterschieden, lässt sich festhalten, dass die bei Geburt leichteren Zwillinge bis zum Alter von 7,4 Jahren mit dem Gewichts-SDS deutlich, aber unvollständig aufholen. Es bleibt ein gewisser Unterschied zum bei Geburt schweren Co-Zwilling bestehen, auch wenn dieser das Signifikanzniveau nur knapp verfehlt.

Trotz dieses deutlichen Gewichtsunterschiedes innerhalb der diskordanten Zwillingspaare, lag der mediane BF% des bei Geburt leichteren Zwillings zum Messzeitpunkt lediglich 1,2% unterhalb des bei Geburt schweren Co-Zwillings. Auch der BMI unterschied sich mit einer medianen Intra-Paar Differenz von -0,8 BMI-Punkten nur geringfügig.

Im Einklang mit der vorliegenden Arbeit konnten Grunewald et al. keine signifikanten Unterschiede im BF% oder der LBM diskordanter Zwillingspaare feststellen (Grunewald et al., 2019). In ihrer Studie, im Rahmen derer 22 diskordante und 21 konkordante monozygote Zwillingspaare in Bezug auf ihre Anthropometrie, Körperzusammensetzung und metabolischen Marker miteinander verglichen wurden, lag das mittlere Alter der Zwillinge bei 17,4

Jahren (Grunewald et al., 2019). Anders als in der vorliegenden Arbeit wurde die Diskordanz bei Geburt als eine SDS-Differenz > 1 für das Geburtsgewicht oder die Geburtslänge definiert. Außerdem wurde die Messung der Körperzusammensetzung mittels Bioimpedanz-Spektroskopie evaluiert. Auch nachdem die diskordante Gruppe in Paare mit und ohne frühkindliches Aufholwachstum des kleineren Zwillings aufgeteilt wurde, ließ sich kein signifikanter Unterschied in der Körperzusammensetzung beider Co-Zwillinge feststellen (Grunewald et al., 2019). Interessanterweise hatte der bei Geburt leichtere Zwilling in der sogenannten „Catch-Up“ Gruppe jedoch einen signifikant höheren Nüchtern-Insulinspiegel als sein schwererer Co-Zwilling (Grunewald et al., 2019). Mit Blick auf die Anthropometrie der diskordanten Zwillinge, fanden die Autoren, dass der bei Geburt leichtere Co-Zwilling auch postpubertär noch kleiner und leichter war bzw. einen niedrigeren BMI hatte (Grunewald et al., 2019). Dies deckt sich mit den anthropometrischen Messergebnissen in unserer Arbeit, bei denen der bei Geburt leichtere Zwilling ebenfalls nicht schafft vollständig zum schwereren Co-Zwilling aufzuholen. Mit einer mittleren Differenz des Gewichts-SDS von etwa 0,8 für die Catch-Up Gruppe bzw. 1,1 für die Non-Catch-Up Gruppe (Grunewald et al., 2019), lag diese oberhalb der Differenz für die diskordanten Zwillinge unserer Kohorte. In unserer Arbeit lag der Gewichts-SDS des bei Geburt leichteren Zwillings im Mittel noch 0,6 SDS-Punkte unterhalb des bei Geburt schwereren Co-Zwillings.

Ferner war es laut Autoren auffällig, dass fast die Hälfte aller ausgewachsenen diskordanten Paare noch eine signifikante Größendifferenz im SDS von über 0,5 Standardabweichungen hatten und selbst Paare mit frühkindlichem Aufholwachstum noch eine verbleibende Differenz im SDS von 0,4 Standardabweichungen bzw. 4 cm hatten (Grunewald et al., 2019). Auch bei den präpubertären diskordanten Zwillingen in unserer Arbeit, im Alter von ca. 7,4 Jahren bestand eine SDS-Differenz für die Körpergröße, welche im Median bei 0,3 Standardabweichungen bzw. 1,4 cm lag und somit kleiner als in der Studie von Grunewald et al. ausfiel (Grunewald et al., 2019). Allerdings ist das

Wachstum der Zwillinge unserer Arbeit noch nicht abgeschlossen, sodass eine Nachuntersuchung sinnvoll wäre.

Die Autoren schlussfolgern, dass sich in ihrer Zwillingsstudie nur begrenzt Anhaltspunkte dafür ergaben, dass intrauterine Umstände, welche zu einem niedrigen Geburtsgewicht führen, einen Einfluss auf die spätere postpubertäre Körperzusammensetzung haben (Grunewald et al., 2019). Passend dazu ließ sich im Rahmen der vorliegenden Arbeit keine signifikante Korrelation zwischen der Wachstumsdiskordanz bei Geburt und einer späteren Differenz des BF% innerhalb der Zwillingspaare feststellen.

In der zuvor bereits zitierten Studie zum Wachstum von Zwillingen im Alter zwischen 2-9 Jahren fanden Buckler und Green, dass der Grad der Wachstumsdiskordanz bei Geburt nur einen geringen Effekt auf das weitere präpubertäre Wachstum von Zwillingen hat (Buckler und Green, 2008). Zwar bestehe ein gewisser Effekt bei monozygoten Zwillingen mit einer ausgeprägten Wachstumsdiskordanz von über 20%, allerdings sei v.a. das Geburtsgewicht ausschlaggebend für das weitere Wachstum (Buckler und Green, 2008). Mit einer Differenz im Gewichts-SDS von ca. 0,8 Standardabweichungen für monozygote bzw. 0,7 Standardabweichungen für dizygote Zwillingspaare mit signifikanter Wachstumsdiskordanz, lag diese in der Kohorte von Buckler und Green (Buckler und Green, 2008) etwas höher als bei den diskordanten Zwillingen in dieser Arbeit, welche zum Messzeitpunkt noch eine mediane Gewichts-Differenz von ca. 0,5 Standardabweichung aufwiesen. Es ist ferner nicht auszuschließen, dass sich Unterschiede in der Körperzusammensetzung diskordanter Zwillinge erst im späteren Verlauf, sprich postpubertär bzw. im Erwachsenenalter, manifestieren (Buckler und Green, 2011a).

4.4.1 Aufholwachstum wachstumsdiskordanter Zwillinge

Aufholwachstum ist ein häufiges Phänomen. Kinder, die als SGA Neugeborene auf die Welt kommen, erreichen innerhalb der ersten beiden Lebensjahre i.d.R. ein vollständiges Aufholwachstum (Finken et al., 2018). Bis zum 8. Lebensjahr haben 90% dieser Kinder eine normale Körpergröße erreicht (d.h. einen SDS > -2) (de Ridder et al., 2008).

Auch nach einer selektiven intrauterinen Wachstumsrestriktion (sFGR) findet häufig ein Aufholwachstum statt (Groene et al., 2023). Dennoch gibt es wenige longitudinale Studien, die die langfristigen Auswirkungen einer sFGR auf das Wachstum von diskordanten Zwillingen untersuchen (Groene et al., 2023).

Dieser Fragestellung haben sich Groene et al. in einer aktuellen Studie gewidmet, deren Ergebnisse im Jahr 2023 unter dem Titel „Fetal growth restriction inhibits childhood growth despite catch-up in discordant identical twins: an observational cohort study“ im European Journal of Endocrinology erschienen sind (Groene et al., 2023):

Bei monochorialen wachstumsdiskordanten Zwillingen zwischen 3 und 17 Jahren konnten die Autoren zeigen, dass es dem kleineren Zwilling trotz des Aufholwachstums nicht vollständig gelingt zum größeren Zwilling aufzuschließen (Groene et al., 2023). Der bei Geburt kleinere Zwilling hatte weiterhin signifikant niedrigere SDS-Werte für Körpergröße, Gewicht und Kopfumfang. Auch der BMI war signifikant niedriger als beim größeren Zwilling. Im Vergleich zur Geburt waren diese Unterschiede jedoch weniger stark ausgeprägt (Groene et al., 2023).

Auch bei den diskordanten Zwillingen unserer Kohorte ließ sich ein unvollständiges Aufholwachstum beobachten, auch wenn bis auf den Kopfumfang keine signifikanten Intra-Paar Unterschiede festgestellt werden konnten. Dies könnte der geringen Anzahl an diskordanten Zwillingen unserer Kohorte geschuldet sein, da einige Testergebnisse das Signifikanzniveau nur knapp verfehlten.

In der Studie von Groene et al. nahm der Größenunterschied zwischen diskordanten Zwillingen kontinuierlich ab und betrug mit 17 Jahren nur noch 0,3 SDS-Punkte, was einer Differenz von 2-3 cm entspricht (Groene et al., 2023). Der Größenunterschied zwischen diskordanten Zwillingen nahm dabei v.a. in den ersten beiden Lebensjahren ab (Groene et al., 2023). In diesem Zeitraum durchliefen sowohl der größere wie auch der kleinere Zwilling das stärkste Aufholwachstum. Kopfumfang und BMI glichen sich im Wesentlichen bereits im ersten Lebensjahr an und pendelten sich auf einen verbleibenden Unterschied

von 0,7 SDS für den Kopfumfang bzw. 1 kg/m² für den BMI ein (Groene et al., 2023).

In unserer Kohorte zeigte sich im Alter von 7,4 Jahren eine vergleichbare Differenz für den Kopfumfang mit einem Median von 0,6 SDS-Punkten und einer medianen Differenz des BMI von 0,8 kg/m².

Ebenfalls fanden Groene et al. heraus, dass beide Zwillinge ihren altersentsprechenden Zielgrößenbereich erreichen (Groene et al., 2023). Der größere Zwilling hat diesen Zielbereich schon mit 6 Monaten erreicht, wonach das Aufholwachstum bis zum vollendeten 2. Lebensjahr weiter fortschreitet (Groene et al., 2023). Der kleinere Zwilling hat in diesem Alter zumeist noch kein vollständiges Aufholwachstum erreicht, kommt aber im Alter zwischen 8 und 11 Jahren auch in seinen entsprechenden Zielgrößenbereich (Groene et al., 2023). Zusammenfassend ziehen Groene et al. das Fazit, dass, obgleich beide Zwillinge bei diskordanten Zwillingspaaren ihre Zielgröße erreichen, weiterhin gewisse Auswirkungen der sFGR fortbestehen, auch wenn die Unterschiede im Vergleich zur Geburt abnehmen (Groene et al., 2023). Ebenfalls sehen sie Anhaltspunkte dafür, dass das Aufholwachstum anders als bisher angenommen über das 2. Lebensjahr hinaus fortschreitet und möglicherweise erst im Alter zwischen 8 und 11 Jahren abgeschlossen sei (Groene et al., 2023).

Auch andere Autoren beschreiben, dass der bei Geburt leichtere Zwilling im späteren Kindes- und Jugendalter weiterhin leichter bzw. kleiner bleibt (Schulte et al., 2016, Buckler und Green, 2011b). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit bestätigen diese Beobachtung.

4.4.2 Auswirkungen des Aufholwachstums

Es besteht die Befürchtung, dass ein ausgeprägtes Aufholwachstum sowie eine starke Gewichtszunahme in den ersten Lebensmonaten und Jahren nachteilige Auswirkungen auf die spätere Körperzusammensetzung von Kindern haben könnte (Ong, 2007). Ein starkes Aufholwachstum wurde dabei v.a. mit einem erhöhten Risiko für Adipositas im Kindes- und möglicherweise auch

Erwachsenenalter in Verbindung gebracht (Baird et al., 2005, Ong et al., 2000, Ekelund et al., 2007):

Eine britische Studie mit 848 reifgeborenen Einlingen fand z.B., dass Kinder, die bis zum 2. Lebensjahr ein vermehrtes Aufholwachstum gezeigt haben, im Alter von 5 Jahren schwerer und adipöser als gleichaltrige Kinder waren (Ong et al., 2000). Sowohl BMI, Körperfettanteil als auch Taillenumfang waren bei ihnen erhöht (Ong et al., 2000).

Eine prospektive schwedische Studie beschrieb eine Assoziation zwischen schnellem Gewichtszuwachs in den ersten 6 Lebensmonaten und metabolischen Risikofaktoren im Alter von 17 Jahren (Ekelund et al., 2007).

Ein schneller Gewichtszuwachs im Säuglingsalter ist bei reifgeborenen Kindern darüber hinaus mit einem erhöhten kardiovaskulären Risiko im späteren Leben in Verbindung gebracht worden, wohingegen die Auswirkungen für Frühgeborene weniger klar seien (Embleton et al., 2016).

Zwar bestehe die Vermutung, dass ein schneller Gewichtszuwachs auch bei Frühgeborenen negative Auswirkungen auf die spätere metabolische Gesundheit im Erwachsenenalter haben könnte, allerdings stehen diese einem besseren neurologischen Outcome gegenüber (Euser et al., 2008).

Auch der Zeitpunkt der Gewichtszunahme der Frühgeborenen könnte von entscheidender Bedeutung sein (Embleton et al., 2016). So fanden Embleton et al. bei Frühgeborenen keinen Zusammenhang zwischen einem schnellem Gewichtszuwachs im Säuglingsalter (nach einer vorherigen Periode eingeschränkten Wachstums) und einem erhöhten metabolischen Risiko im Jugendalter, wohl aber bei schnellem Gewichtszuwachs im Kindesalter (Embleton et al., 2016).

4.5 Blutdruck innerhalb der Zwillingspaare

Ein weiterer Bestandteil dieser Arbeit lag darin, den Blutdruck innerhalb der konkordanten und diskordanten Zwillingspaare mit der Fragestellung zu untersuchen, ob die bei Geburt leichteren Co-Zwillinge im weiteren Kindesalter bzw. zum Messzeitpunkt einen höheren Blutdruck als ihre bei Geburt schwereren

Co-Zwillinge aufweisen, da ein erhöhter Blutdruck mit einem erhöhten kardiovaskulären Risiko im späteren Leben assoziiert ist (Jacobs et al., 2022). Des Weiteren wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen der Wachstumsdiskordanz bei Geburt und einer späteren Blutdruckdifferenz innerhalb der Zwillingspaare besteht.

Sowohl in der konkordanten als auch in der diskordanten Gruppe hatte der bei Geburt leichtere Zwilling im Mittel einen etwas höheren systolischen Blutdruck als der bei Geburt schwerere Zwilling. Diese Blutdruckdifferenzen waren jedoch nicht signifikant:

Bei den konkordanten Paaren lag der mittlere systolische Blutdruck des leichteren Zwillings bei 115,0 ($\pm 13,1$) mmHg gegenüber 113,4 ($\pm 10,5$) mmHg beim schwereren Zwilling. Bei den diskordanten Paaren betrug der mittlere systolische Druck des leichteren Zwillings 111,7 ($\pm 10,0$) mmHg vs. 110,0 ($\pm 10,3$) mmHg beim schwereren Co-Zwilling. Die mittlere Intra-Paar Differenz für den systolischen Blutdruck lag bei den diskordanten Zwillingen bei 1,7 ($\pm 15,6$) mmHg und war damit sogar geringer ausgeprägt als bei den konkordanten Zwillingen, welche im Mittel eine systolische Blutdruckdifferenz von 2,4 mmHg ($\pm 11,9$) aufwiesen. In der Spearman-Analyse zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Grad der Wachstumsdiskordanz bei Geburt und der systolischen bzw. diastolischen Blutdruckdifferenz innerhalb der Zwillingspaare.

Dieses Ergebnis deckt sich mit den Erkenntnissen einer schwedischen Studie von Halvorsen et al. (Halvorsen et al., 2006), welche sich der Frage widmete, inwiefern sich ein potenzielles „fetal programming“ von wachstumsdiskordanten Zwillingen, wie es im Rahmen der DOHaD-Hypothese postuliert wird, in einer späteren Blutdruckdifferenz beider Zwillinge äußert. Der Titel dieser Arbeit lautet „Discordant twin growth in utero and differences in blood pressure and endothelial function at 8 years of age“ (Halvorsen et al., 2006) :

Im Rahmen der Studie von Halvorsen et al. wurden 31 diskordante Zwillingspaare (62 Kinder) mit einem Durchschnittsalter von 8 Jahren untersucht. Die

durchschnittliche Wachstumsdiskordanz bei Geburt dieser Kohorte lag bei 28% und das mittlere Gestationsalter bei 35 Wochen (Halvorsen et al., 2006). Für die diskordanten Zwillinge lag der mittlere systolische Blutdruck von 101 ($\pm 1,3$) mmHg systolisch und 59 ($\pm 0,7$) mmHg diastolisch (Halvorsen et al., 2006) und somit niedriger als in unserer Kohorte, für welche der mittlere systolische Blutdruck bei 111 ($\pm 10,0$) mmHg und der mittlere diastolische Blutdruck bei 76 ($\pm 10,8$) mmHg lag. Diese Werte liegen innerhalb entsprechender Referenzperzentilen (Neuhauser und Thamm, 2007) am oberen Ende, für den systolischen Blutdruck zwischen der 90. und 95. Perzentile und für den diastolischen Blutdruck im Bereich der 99. Perzentile.

Der Grund für diesen höheren Blutdruck könnte in einer vermehrten Aufregung der Kinder in Bezug auf die ADP-Messung liegen. Auch methodisch bestanden Unterschiede. So wurden die Blutdruckwerte in der Studie von Halvorsen et al. (Halvorsen et al., 2006) nach 20-minütiger Ruhepause als Durchschnitt von sechs aufeinanderfolgenden Messungen in Abständen von mindestens drei Minuten erhoben, was aus organisatorischen Gründen im Rahmen dieser Studie nicht möglich war, da der Schwerpunkt auf der ADP- und anthropometrischen Messung lag und die teilnehmenden Familien für die Messungen eine Termindauer von etwa einer Stunde hatten. Darüber hinaus könnten die höheren Blutdruckwerte in unserer Arbeit, zumindest teilweise, in einem geringeren Geburtsgewicht der Zwillinge begründet liegen, da Kinder mit niedrigem Geburtsgewicht ein höheres Risiko für eine verminderte Nierenfunktion und Hypertension haben (Brathwaite et al., 2023, Khalsa et al., 2016). Das mittlere Geburtsgewicht des schwereren Co-Zwillings in der schwedischen Kohorte betrug 2,6 kg und das Geburtsgewicht des leichteren Co-Zwillings ca. 1,9 kg (Halvorsen et al., 2006). Das Geburtsgewicht der in unserer Studie untersuchten diskordanten Zwillinge lag mit 1,4 kg für den schweren Co-Zwilling und 0,9 kg für den leichten Co-Zwilling deutlich niedriger.

Trotz ähnlich gelagerten Altersbereichen der 42 Zwillingspaare (84 Kinder) unserer Arbeit mit denen von Halvorsen et al., lag ein wesentlicher Unterschied

im Gestationsalter beider Gruppen. Während in unserer Studie nur Kinder mit einem GA < 32 0/7 SSW eingeschlossen wurden, wurden in der Kohorte von Halvorsen et al. (Halvorsen et al., 2006) alle sehr unreif geborenen Zwillinge mit einem GA < 32 0/7 SSW aus der Studie ausgeschlossen. Außerdem wurden in dieser Arbeit auch die Blutdruckdifferenzen von 23 konkordanten Paaren betrachtet, während in der Studie von Halvorsen et al. nur diskordante Paare untersucht wurden (Halvorsen et al., 2006). Auch die Wachstumsdiskordanz der diskordanten Zwillinge unserer Arbeit lag mit einem Median von ca. 32% etwas höher als in der schwedischen Kohorte.

Darüber hinaus fanden Halvorsen et al. in ihrer Studie (Halvorsen et al., 2006) ebenfalls einen tendenziell höheren systolischen Blutdruck und Pulsdruck beim bei Geburt leichteren Co-Zwilling. Auch in unserer Arbeit zeigte sich beim bei Geburt leichteren Co-Zwilling ein Trend zu einem höheren systolischen Blutdruck, nicht aber für einen höheren Pulsdruck. In der diskordanten Gruppe lag der mittlere Pulsdruck des leichteren Co-Zwillings mit 34,7 mmHg fast identisch zu dem Pulsdruck des schwereren Co-Zwillings mit 35,1 mmHg. Die Blutdruckdifferenz innerhalb der diskordanten Paare wurde in der Studie von Halvorsen et al. (Halvorsen et al., 2006) analog zur Wachstumsdiskordanz als Prozentwert bezogen auf den schwereren Zwilling berechnet und nach Untergruppen in Abhängigkeit von Zygotität und Vorliegen eines FFTS während der Schwangerschaft untersucht. In unserer Arbeit wurden hingegen die absoluten Blutdruckdifferenzen der konkordanten und diskordanten Paare verglichen. So lag der systolische Blutdruck des leichteren Zwillings bei den diskordanten Paaren im Mittel 1,7 mmHg über dem des schwereren Co-Zwillings. Der prozentuale Unterschied lag umgerechnet bei 1,5% und war damit vergleichbar mit den Werten von Halvorsen et al. (Halvorsen et al., 2006), welche je nach Untergruppe systolische Blutdruckdifferenzen zwischen -0,1% und 5,2% beschreiben.

Die Datenlage zum Zusammenhang zwischen Wachstumsdiskordanz bei Geburt und dem Blutdruck im späteren Leben bleibt uneindeutig. Beispielsweise lassen

Untersuchungen von Poulter et al. (Poulter et al., 1999) sowie Loos et al. (Loos et al., 2001) auf einen Einfluss der Wachstumsdiskordanz auf den Blutdruck im Erwachsenenalter schließen. Interessanterweise ließ sich in der Arbeit von Loos et al. (Loos et al., 2001) dieser Zusammenhang zwischen Wachstumsdiskordanz bei Geburt und Blutdruckdifferenz im jungen Erwachsenenalter nur bei den weiblichen Zwillingen feststellen.

Halvorsen et al. fanden keine signifikante Korrelation zwischen dem Grad der Wachstumsdiskordanz bei Geburt und einer späteren Blutdruckdifferenz innerhalb der diskordanten Zwillingspaare (Halvorsen et al., 2006). Auch bei älteren postpubertären Zwillingen im Alter von 17,4 Jahren konnten Grunewald et al. keine signifikanten Unterschiede im systolischen oder diastolischen Blutdruck innerhalb von konkordanten und diskordanten Zwillingspaaren nachweisen (Grunewald et al., 2019). Da im Rahmen unserer Arbeit ebenfalls keine signifikante Korrelation bei Zwillingen im Alter von 8 Jahren gefunden werden konnte, reihen sich diese Ergebnisse gut in die der vorgenannten Studien ein. Dennoch wäre eine longitudinale Verfolgung unserer Studienkohorte wünschenswert, um mögliche Unterschiede im Erwachsenenalter finden zu können.

4.6 DOHaD- und thrifty phenotype Hypothese

Analog zur DOHaD-Hypothese geht auch die „thrifty phenotype“ Hypothese (zu deutsch etwa: „Hypothese des sparsamen Phänotyps“) von einem fetalen Ursprung metabolischer Krankheiten im Erwachsenenalter aus (Wagh et al., 2022, Hales und Barker, 2001):

In mehreren, zumeist weniger entwickelten Ländern, wurde die Beobachtung gemacht, dass unterernährte Neugeborene mit einem niedrigen Geburtsgewicht im Säuglingsalter überraschenderweise adipöser - im Sinne eines höheren Fettgehalts bei gleichzeitig niedrigerem Körpergewicht - als Neugeborene mit gutem Ernährungszustand sind und, dass diese unterernährten Neugeborenen im späteren Leben häufiger an Diabetes Typ 2 erkranken (Wagh et al., 2022).

In diesem Zusammenhang spricht man auch von einem „thin-fat“ Phänotyp, welcher eine Körperzusammensetzung mit erhöhtem Fettgehalt bei geringerem Gesamtkörpergewicht beschreibt. Dieser Phänotyp ließe sich über die Kindheit hinaus beobachten und wurde mit diversen Stoffwechselerkrankungen, wie etwa einem Diabetes Typ 2, in Verbindung gebracht (van Steijn et al., 2009, Yajnik und Yudkin, 2004, D'Angelo et al., 2015).

Daraus schlussfolgernd, nimmt die thrifty phenotype Hypothese an, dass der heranwachsende Fetus bei einer intrauterinen Mangelversorgung „sparsam“ mit den limitierten Ressourcen haushalten muss (Wagh et al., 2022). Dies führe zu einer permanenten metabolischen Fehlanpassung des Organismus, welche wiederum die Entstehung von Stoffwechselerkrankungen begünstige (Wagh et al., 2022).

Die Erforschung der DOHaD-, wie auch der thrifty phenotype Hypothese, an Zwillingen ist dabei besonders interessant:

Da sich (monochoriale) Zwillinge während der Schwangerschaft dieselbe maternale Nährstoffversorgung teilen müssen und gehäuft mit einem geringeren Geburtsgewicht als Einlinge bzw. zu klein für ihr Gestationsalter (SGA) auf die Welt kommen, werden Zwillingsschwangerschaften oft als ein natürliches Modell für eine Wachstumsrestriktion betrachtet (Blickstein, 2005, Muhlhausler et al., 2011).

Dies bedeute jedoch nicht zwingend, dass das verringerte Wachstum von Zwillingen auch einen pathologischen Wert darstellt (Blickstein, 2005) und es gibt Anhaltspunkte dafür, dass sich die Ätiologie des verringerten Wachstums von Zwillingen von der intrauterin wachstumsverzögerter Einlinge unterscheidet (Muhlhausler et al., 2011). Daher ist es weiterhin kontrovers, ob Zwillinge dasselbe erhöhte Risiko für metabolische oder kardiovaskuläre Erkrankungen wie wachstumsverzögerte Einlinge tragen (Muhlhausler et al., 2011).

In einer Studie aus dem Jahr 2022, in der die Körperzusammensetzung von Zwillingen und Einlingen im Alter von 7 bis 34 Jahren in Guinea-Bissau in Westafrika verglichen wurde, konnten Wagh et al. beispielsweise zeigen, dass

die Zwillinge eben jenen „thin-fat“ Phänotyp aufwiesen (Wagh et al., 2022). Die Zwillinge waren über die Altersspanne hinweg kleiner und leichter als die gleichaltrigen Einlinge, hatten einen niedrigeren BMI, jedoch einen signifikant höheren Körperfettanteil, gemessen an der Hautfaltendicke (Wagh et al., 2022). Weiterhin konnte bei den Zwillingen ein höherer Nüchternblutzucker sowie Plasmaglukosewert im oralen Glukosetoleranztest (2h-oGTT) festgestellt werden, welcher ein erhöhtes Risiko für Diabetes Typ 2 in dieser Population suggeriert (Wagh et al., 2022). Dennoch lässt sich bemerken, dass die Datenlage über die Körperzusammensetzung von Zwillingen und deren Auswirkungen auf die Gesundheit spärlich ist und sich größtenteils auf westliche Länder beschränkt, in denen eine Mangelernährung seltener vorkommt (Wagh et al., 2022).

In einer großen dänischen Registerstudie mit 77.885 Zwillingen und 215.264 Einlingen konnte etwa kein erhöhtes Risiko für Diabetes bei Zwillingen festgestellt werden (Petersen et al., 2011).

4.7 Stärken und Schwächen der Arbeit

Im Rahmen unserer Arbeit wurde zur Bestimmung der Körperzusammensetzung der Einlinge und Zwillinge die ADP Methode mit dem BodPod® gewählt. Die Genauigkeit der ADP, insbesondere zur Ermittlung von Körperfett und LBM, wurde für Erwachsene und Kinder in unterschiedlichen Altersgruppen validiert (Fields et al., 2002). Beispielsweise konnten Fields und Allison die Reliabilität der ADP für die Bestimmung der Körperzusammensetzung, insbesondere des BF%, für Kinder in einem Alter zwischen 2 und 6 Jahren validieren (Fields und Allison, 2012). In einer vorherigen Arbeit, welche die Genauigkeit der ADP mit anderen Messmethoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung für Kinder zwischen 9 und 14 Jahren verglich, kamen Fields und Goran zu dem Schluss, dass die ADP eine valide Messmethode mit einem geringeren Bias in der Bestimmung der Körperfettmasse als bei anderen Messmethoden darstellt (Fields und Goran, 2000).

Darüber hinaus ergeben sich einige weitere Vorteile der ADP im Vergleich zu anderen Methoden. Im Gegensatz zur Dual-Energy-Röntgen-Absorptiometrie werden die Kinder bei der ADP-Messung keiner ionisierenden Strahlung ausgesetzt und anders als etwa bei der Hydrodensitometrie wird kein umständliches Untertauchen in Wasser oder Atemmanöver benötigt. Für die ADP-Messung mit dem BodPod® muss das Kind lediglich in der Lage sein für drei Messdurchgänge á 50 Sekunden ruhig in der Testkammer zu sitzen, sodass die gesamte Dauer der Messung nur wenige Minuten dauerte und somit gut mit Kindern durchführbar war. Bezüglich der Praktikabilität der Durchführung an Kindern konnte in einer schwedischen Studie eine gute Compliance bei Kindern in einem Alter von 4 Jahren gezeigt werden (Forsum et al., 2013).

Nachteile der Messung mittels ADP bestanden hingegen in einer Anfälligkeit für Schwankungen der Raumtemperatur, wie sie beispielsweise beim Lüften entstehen, da die Messung im Wesentlichen auf induzierten Volumen- und Druckschwankungen basiert, für die eine konstante Raumtemperatur wichtig ist (vgl. Kapitel 2.6.3). Weitere Faktoren, welche die Messung beeinträchtigen können, sind etwaige Erschütterungen oder übermäßige Bewegung der Probanden während der Messdurchgänge. Auch sind die Anschaffungskosten verhältnismäßig hoch.

Eine weitere Schwäche dieser Arbeit liegt in der relativ weiten Altersspanne der untersuchten Kinder zwischen 6,0 und 10,8 Jahren, welche eine Vergleichbarkeit der einzelnen Parameter der Körperzusammensetzung und anthropometrischer Parameter erschwert. Auf der anderen Seite bestanden mit Ausnahme der konkordanten und diskordanten Zwillinge, keine statistisch signifikanten Altersunterschiede zwischen den einzelnen Untergruppen und zumindest für die anthropometrischen Parameter konnte durch die Verwendung des SDS eine bessere Vergleichbarkeit trotz der hohen Altersspanne erzielt werden. Es wäre wünschenswert auch BFM und LBM entsprechend in SDS-Werte umrechnen zu können, um so trotz bestehender Altersunterschiede Vergleiche zwischen den Gruppen zu erleichtern.

Eine Stärke dieser Arbeit liegt in der hohen Anzahl von 219 untersuchten frühgeborenen Kinder < 32 SSW. Insbesondere die Anzahl der insgesamt 85 ehemals frühgeborenen Zwillinge, von denen 36 eine höhergradige Wachstumsdiskordanz von über 20% bei Geburt aufwiesen, ist hervorzuheben und liegt in einer ähnlichen Größenordnung, wie einige Publikationen in diesem Bereich (vgl. Kapitel 4.2 bis 4.4). Eine höhere Fallzahl hätte ggf. aktuell noch grenzwertige Effekte deutlicher zeigen können.

4.8 Ausblick

Wie eingangs beschrieben gibt es wenige Untersuchungen zur Körperzusammensetzung und zum Wachstum frühgeborener Einlinge und Zwillinge und die vorhandenen Studien, die einen Vergleich beider Gruppen vornehmen, unterscheiden sich in den Einschlusskriterien (z.B. nach Gestationsalter, Geburtsgewicht, AGA vs. SGA Status), der Messmethode sowie dem Alter bei Untersuchung. Die gefundenen Studien beziehen sich dabei zumeist auf die ersten Lebensmonate. Unsere Arbeit mit Kindern im Grundschulalter deutet darauf hin, dass es zumindest geringfügige Unterschiede in der Körperzusammensetzung von ehemals zu früh geborenen Einlingen und Zwillingen in Abhängigkeit von Geschlecht und Gestationsalter bei der Geburt gibt.

Weitere longitudinale Untersuchungen unserer Kohorte in Bezug auf das Wachstum und der Körperzusammensetzung frühgeborener Einlinge und Zwillinge sind wünschenswert, um ein besseres Verständnis für die Entwicklung dieser besonderen Gruppe von Kindern im Gesamtverlauf ihrer Kindheit zu gewinnen. Auch besteht die Vermutung, dass sich mögliche Folgeerscheinungen einer möglichen fetalen Programmierung frühgeborener Kinder, wie etwa Adipositas und Bluthochdruck, erst im Erwachsenenalter manifestieren (Pietiläinen et al., 2004). So könnten weitere Längsschnittstudien genauer untersuchen, inwiefern die Umstände in der frühen Kindheit sich auf das

Wachstum und die metabolische Gesundheit im späteren Leben auswirken und, wie sich diese durch geeignete Maßnahmen positiv beeinflussen lässt.

Für jüngere Kinder könnte z.B. die Ernährung ein geeigneter Ansatzpunkt hierfür sein, da man weiß, dass schon die frühkindliche Ernährung eine relevante Rolle für die Körperzusammensetzung spielt, beispielsweise, ob mit Muttermilch oder Formula ernährt wurde: So führt eine auf Muttermilch basierte Ernährung bei FG zwar zu einer langsameren Gewichtszunahme, jedoch auch zu einer günstigeren Entwicklung der Körperzusammensetzung mit besserer Zunahme an LBM und damit möglicherweise auch zu besseren metabolischen und neurologischen Outcomes (Cerasani et al., 2020).

Ebenfalls könnte die longitudinale Messung der Körperzusammensetzung im Kindesalter dazu dienen das Aufholwachstum frühgeborener Zwillinge, insbesondere bei Wachstumsdiskordanz, zu überwachen, da der optimale Zeitraum des Aufholwachstums mit den besten gesundheitlichen Outcomes immer noch unklar ist (Raaijmakers et al., 2017, Raaijmakers et al., 2018). Auch die Dosierung von Medikamenten könnte durch genauere Erkenntnisse über die Körperzusammensetzung besser gesteuert werden (Van de Pol und Allegaert, 2020). Nicht zuletzt helfen zusätzliche Daten zur Körperzusammensetzung und Wachstum auch ein besseres Verständnis für den normalen Entwicklungsverlauf frühgeborener Zwillinge zu gewinnen. Dies könnte Therapieentscheidungen unterstützen, etwa bei der Fragestellung, ob man eine Therapie mit Wachstumshormonen beginnt oder sich angesichts eines noch nicht abgeschlossenen Aufholwachstums eher abwartend verhält (Groene et al., 2023).

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurden ehemals frühgeborene Einlinge und Zwillinge mit einem GA < 32 0/7 SSW, welche im Zeitraum vom 01.01.2012 bis 31.10.2016 in der Universitätsfrauenklinik Tübingen geboren wurden, auf ihre Körperzusammensetzung und Anthropometrie untersucht. Zusätzlich wurde der Blutdruck der Einlinge und Zwillinge erhoben.

Die Körperzusammensetzung wurde durch eine ADP-Messung (air-displacement plethysmography) bestimmt und durch Messungen anthropometrischer Parameter, wie Körpergröße und Kopfumfang, ergänzt. Der Blutdruck wurde nicht-invasiv mit einem altersgerechten Blutdruckmessgerät bestimmt.

Beim Untersuchungszeitpunkt im Alter von etwa 8 Jahren ließen sich für die Gesamtkohorte keine wesentlichen Unterschiede für das Wachstum und die Körperzusammensetzung zwischen den frühgeborenen Einlingen und Zwillingen feststellen.

Beide Gruppen lagen zum Messzeitpunkt mit einem medianen Gewichts-SDS von -0,4 unterhalb der altersentsprechenden Norm, während die Körpergröße mit SDS-Werten von 0,0 bzw. 0,1 altersentsprechend ausfiel. Auch beim Blutdruck ergab sich kein Hinweis auf systematische Unterschiede zwischen den Einlingen und Zwillingen. In einigen Untergruppen, wie bei den weiblichen Probanden bzw. FG $\geq$ 28 SSW, wiesen die Zwillinge zwar tendenziell höhere BF% Werte auf, jedoch erreichten nur wenige Parameter eine statistische Signifikanz.

In der Analyse nach Geschlecht zeigte sich bei den Mädchen, dass die weiblichen Zwillinge höhere Werte für den Gewichts-SDS und den BMI, als die weiblichen Einlingen aufwiesen. Der mediane BF% betrug 16,2% für die weiblichen Zwillinge und lag damit etwas höher als bei den weiblichen Einlingen mit einem Median von 13,9%, jedoch war diese Differenz nicht signifikant. Bei den Jungen bestanden keine Unterschiede.

In den Untergruppen nach Gestationsalter wiesen Zwillinge der FG $\geq$ 28 SSW einen signifikant höheren BF% (16,2% vs. 12,1%) und Körperfettmasse (3,9 kg vs. 3,0 kg) als die entsprechenden Einlinge auf. In der Gruppe der FG < 28 SSW bestanden diese Unterschiede zwischen Einlingen und Zwillingen jedoch nicht.

Bei der Auswertung der Zwillingsdaten zeigte sich, sowohl bei den konkordanten als auch den diskordanten Paaren, dass der ursprünglich leichtere Zwilling auch zum Messzeitpunkt noch geringere Werte für Gewicht und Körpergröße als der bei Geburt schwerere Co-Zwilling aufwies. Die LBM unterschied sich signifikant innerhalb der konkordanten Paare bzw. tendenziell innerhalb der diskordanten Paare. Für den BF% traten innerhalb der Zwillingspaare keine statistisch signifikanten Unterschiede auf. Auch die erhobenen Blutdruckwerte des bei Geburt leichteren bzw. schwereren Zwillings unterschieden sich nicht signifikant, auch wenn der bei Geburt leichtere Zwilling in beiden Gruppen einen leicht höheren systolischen Blutdruck aufwies. Zudem zeigte sich kein Zusammenhang zwischen dem Ausmaß der Wachstumsdiskordanz bei Geburt und Unterschieden im Blutdruck der Zwillinge zum Zeitpunkt der Messung.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass ehemals frühgeborene Einlinge und Zwillinge im Grundschulalter weitestgehend in ihrem Wachstum und der Körperzusammensetzung vergleichbar sind.

Auch scheint der bei Geburt leichtere Zwilling eines Zwillingspaares trotz einer verbleibenden Größen- und Gewichtsdivergenz keine signifikanten Nachteile in seiner Körperzusammensetzung, z.B. in Form eines höheren Körperfettgehalts oder eines höheren Blutdrucks davonzutragen, sodass die intrauterine Wachstumsdiskordanz langfristig nur begrenzte Auswirkungen zu zeigen scheint. Allerdings wäre es von Vorteil noch größere Kohorten von frühgeborenen Einlingen und Zwillingen zu untersuchen, um etwa größere statistische Aussagekraft in der Analyse von Subgruppen zu ermöglichen. Zudem wären Metaanalysen sowie eine Nachuntersuchung der Kinder zu einem späteren Zeitpunkt sinnvoll, da sich Unterschiede zwischen den Gruppen unter Umständen erst postpubertär bzw. im Erwachsenenalter zeigen.

6 Literaturverzeichnis

- AGUADO-HENCHE, S., RODRÍGUEZ-TORRES, R., BOSCH-MARTÍN, A. & GÓMEZ-PELLICO, L. 2011. Body composition of healthy Spanish children. *Health*, Vol.03No.04, 7.
- ALEXANDER, G. R., KOGAN, M., MARTIN, J. & PAPIERNIK, E. 1998. What are the fetal growth patterns of singletons, twins, and triplets in the United States? *Clin Obstet Gynecol*, 41, 114-25.
- ALPÍZAR, M., FRYDMAN, T. D., RESÉNDIZ-ROJAS, J. J., TREJO-RANGEL, M. A. & ALDECOA-CASTILLO, J. M. 2020. Fat Mass Index (FMI) as a Trustworthy Overweight and Obesity Marker in Mexican Pediatric Population. *Children (Basel)*, 7.
- AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS AND GYNECOLOGISTS 2004. ACOG Practice Bulletin #56: Multiple gestation: complicated twin, triplet, and high-order multifetal pregnancy. *Obstet Gynecol*, 104, 869-83.
- AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS AND GYNECOLOGISTS 2021. ACOG Practice Bulletin #231: Multifetal Gestations: Twin, Triplet, and Higher-Order Multifetal Pregnancies. *Obstetrics & Gynecology*, 137, e145-e162.
- ANDROUTSOS, O. & ZAMPELAS, A. 2022. Body Composition in Children: What Does It Tell Us So Far? *Children (Basel)*, 9.
- ARFAI, K., PITUKCHEEWANONT, P. D., GORAN, M. I., TAVARE, C. J., HELLER, L. & GILSANZ, V. 2002. Bone, muscle, and fat: sex-related differences in prepubertal children. *Radiology*, 224, 338-44.
- BAIRD, J., FISHER, D., LUCAS, P., KLEIJNEN, J., ROBERTS, H. & LAW, C. 2005. Being big or growing fast: systematic review of size and growth in infancy and later obesity. *Bmj*, 331, 929.
- BAMBERG, C. & HECHER, K. 2019. Update on twin-to-twin transfusion syndrome. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*, 58, 55-65.
- BARKER, D. J. 1992. Fetal growth and adult disease. *Br J Obstet Gynaecol*, 99, 275-6.
- BARKER, D. J. 2006. Adult consequences of fetal growth restriction. *Clin Obstet Gynecol*, 49, 270-83.
- BARKER, D. J. & FALL, C. H. 1993. Fetal and infant origins of cardiovascular disease. *Arch Dis Child*, 68, 797-9.
- BARKER, D. J., GLUCKMAN, P. D., GODFREY, K. M., HARDING, J. E., OWENS, J. A. & ROBINSON, J. S. 1993. Fetal nutrition and cardiovascular disease in adult life. *Lancet*, 341, 938-41.
- BEEMSTERBOER, S. N., HOMBURG, R., GORTER, N. A., SCHATS, R., HOMPES, P. G. & LAMBALK, C. B. 2006. The paradox of declining fertility but increasing twinning rates with advancing maternal age. *Hum Reprod*, 21, 1531-2.
- BLEKER, O. P., WOLF, H. & OOSTING, J. 1995. The placental cause of fetal growth retardation in twin gestations. *Acta Genet Med Gemellol (Roma)*, 44, 103-6.

- BLICKSTEIN, I. 2004. Is it normal for multiples to be smaller than singletons? *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*, 18, 613-23.
- BLICKSTEIN, I. 2005. Growth aberration in multiple pregnancy. *Obstet Gynecol Clin North Am*, 32, 39-54, viii.
- BRATHWAITE, K. E., LEVY, R. V., SARATHY, H., AGALLIU, I., JOHNS, T. S., REIDY, K. J., FADROWSKI, J. J., SCHWARTZ, G. J., KASKEL, F. J. & MELAMED, M. L. 2023. Reduced kidney function and hypertension in adolescents with low birth weight, NHANES 1999-2016. *Pediatr Nephrol*, 38, 3071-3082.
- BREATHNACH, F. M., MCAULIFFE, F. M., GEARY, M., DALY, S., HIGGINS, J. R., DORNAN, J., MORRISON, J. J., BURKE, G., HIGGINS, S., DICKER, P., MANNING, F., MAHONY, R. & MALONE, F. D. 2011. Definition of intertwin birth weight discordance. *Obstet Gynecol*, 118, 94-103.
- BUCA, D., PAGANI, G., RIZZO, G., FAMILIARI, A., FLACCO, M. E., MANZOLI, L., LIBERATI, M., FANFANI, F., SCAMBIA, G. & D'ANTONIO, F. 2017. Outcome of monochorionic twin pregnancy with selective intrauterine growth restriction according to umbilical artery Doppler flow pattern of smaller twin: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 50, 559-568.
- BUCHANAN-HUGHES, A., BOBROWSKA, A., VISINTIN, C., ATILAKOS, G. & MARSHALL, J. 2020. Velamentous cord insertion: results from a rapid review of incidence, risk factors, adverse outcomes and screening. *Syst Rev*, 9, 147.
- BUCKLER, J. M. & GREEN, M. 2008. The growth of twins between the ages of 2 and 9 years. *Ann Hum Biol*, 35, 75-92.
- BUCKLER, J. M. & GREEN, M. 2011a. Birth weight discordance of twin pairs and their subsequent growth patterns. *Ann Hum Biol*, 38, 271-80.
- BUCKLER, J. M. H. & GREEN, M. 2011b. Birth weight discordance of twin pairs and their subsequent growth patterns. *Annals of Human Biology*, 38, 271-280.
- BUNDESZENTRALE FÜR POLITISCHE BILDUNG. 2020. *Alter der Mütter bei der Geburt ihrer Kinder* [Online]. Bundeszentrale für politische Bildung. Available: <https://www.bpb.de/kurz-knapp/zahlen-und-fakten/soziale-situation-in-deutschland/61556/alter-der-muetter-bei-der-geburt-ihrer-kinder/> [Accessed 22. August 2023].
- CERASANI, J., CERONI, F., DE COSMI, V., MAZZOCCHI, A., MORNIROLI, D., ROGGERO, P., MOSCA, F., AGOSTONI, C. & GIANNÌ, M. L. 2020. Human Milk Feeding and Preterm Infants' Growth and Body Composition: A Literature Review. *Nutrients*, 12.
- COLE, T. J., FREEMAN, J. V. & PREECE, M. A. 1998. British 1990 growth reference centiles for weight, height, body mass index and head circumference fitted by maximum penalized likelihood. *Stat Med*, 17, 407-29.
- COMMITTEE ON PRACTICE, B.-O. & SOCIETY FOR MATERNAL-FETAL, M. 2016. Practice Bulletin No. 169: Multifetal Gestations: Twin, Triplet, and Higher-Order Multifetal Pregnancies. *Obstet Gynecol*, 128, e131-46.
- D'ANGELO, S., YAJNIK, C. S., KUMARAN, K., JOGLEKAR, C., LUBREE, H., CROZIER, S. R., GODFREY, K. M., ROBINSON, S. M., FALL, C. H. &

- INSKIP, H. M. 2015. Body size and body composition: a comparison of children in India and the UK through infancy and early childhood. *J Epidemiol Community Health*, 69, 1147-53.
- D'ANTONIO, F., ODIBO, A. O., PREFUMO, F., KHALIL, A., BUCA, D., FLACCO, M. E., LIBERATI, M., MANZOLI, L. & ACHARYA, G. 2018. Weight discordance and perinatal mortality in twin pregnancy: systematic review and meta-analysis. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 52, 11-23.
- DE PAEPE, M. E., SHAPIRO, S., YOUNG, L. & LUKS, F. I. 2010. Placental characteristics of selective birth weight discordance in diamniotic-monochorionic twin gestations. *Placenta*, 31, 380-6.
- DE RIDDER, M. A., ENGELS, M. A., STIJNEN, T. & HOKKEN-KOELEGA, A. C. 2008. Small for gestational age children without early catch-up growth: spontaneous growth and prediction of height at 8 years. *Horm Res*, 70, 203-8.
- DEMARINI, S., KOO, W. W. & HOCKMAN, E. M. 2006. Bone, lean and fat mass of newborn twins versus singletons. *Acta Paediatr*, 95, 594-9.
- DOLLBERG, S., HAKLAI, Z., MIMOUNI, F. B., GORFEIN, I. & GORDON, E. S. 2005. Birth weight standards in the live-born population in Israel. *Isr Med Assoc J*, 7, 311-4.
- DOOM, E. C., DELBAERE, I., MARTENS, G. & TEMMERMAN, M. 2012. Birth weight for gestational age among Flemish twin population. *Facts Views Vis Obgyn*, 4, 42-9.
- DUDENHAUSEN, J. W. & MAIER, R. F. 2010. Perinatal problems in multiple births. *Dtsch Arztebl Int*, 107, 663-8.
- EKELUND, U., ONG, K. K., LINNÉ, Y., NEOVIUS, M., BRAGE, S., DUNGER, D. B., WAREHAM, N. J. & RÖSSNER, S. 2007. Association of weight gain in infancy and early childhood with metabolic risk in young adults. *J Clin Endocrinol Metab*, 92, 98-103.
- EMBLETON, N. D., KORADA, M., WOOD, C. L., PEARCE, M. S., SWAMY, R. & CHEETHAM, T. D. 2016. Catch-up growth and metabolic outcomes in adolescents born preterm. *Arch Dis Child*, 101, 1026-1031.
- ESTOURGIE-VAN BURK, G. F., BARTELS, M., VAN BEIJSTERVELDT, T. C., DELEMARRE-VAN DE WAAL, H. A. & BOOMSMA, D. I. 2006. Body size in five-year-old twins: heritability and comparison to singleton standards. *Twin Res Hum Genet*, 9, 646-55.
- EUSER, A. M., DE WIT, C. C., FINKEN, M. J., RIJKEN, M. & WIT, J. M. 2008. Growth of preterm born children. *Horm Res*, 70, 319-28.
- EUSER, A. M., FINKEN, M. J., KEIJZER-VEEN, M. G., HILLE, E. T., WIT, J. M. & DEKKER, F. W. 2005. Associations between prenatal and infancy weight gain and BMI, fat mass, and fat distribution in young adulthood: a prospective cohort study in males and females born very preterm. *Am J Clin Nutr*, 81, 480-7.
- FENTON, T. R. & KIM, J. H. 2013. A systematic review and meta-analysis to revise the Fenton growth chart for preterm infants. *BMC Pediatr*, 13, 59.
- FIELDS, D. A. & ALLISON, D. B. 2012. Air-displacement plethysmography pediatric option in 2-6 years old using the four-compartment model as a criterion method. *Obesity (Silver Spring)*, 20, 1732-7.

- FIELDS, D. A. & GORAN, M. I. 2000. Body composition techniques and the four-compartment model in children. *J Appl Physiol* (1985), 89, 613-20.
- FIELDS, D. A., GORAN, M. I. & MCCRORY, M. A. 2002. Body-composition assessment via air-displacement plethysmography in adults and children: a review. *Am J Clin Nutr*, 75, 453-67.
- FINKEN, M. J. J., VAN DER STEEN, M., SMEETS, C. C. J., WALENKAMP, M. J. E., DE BRUIN, C., HOKKEN-KOELEGA, A. C. S. & WIT, J. M. 2018. Children Born Small for Gestational Age: Differential Diagnosis, Molecular Genetic Evaluation, and Implications. *Endocr Rev*, 39, 851-894.
- FORSUM, E., FLINKE CARLSSON, E., HENRIKSSON, H., HENRIKSSON, P. & LOF, M. 2013. Total body fat content versus BMI in 4-year-old healthy Swedish children. *J Obes*, 2013, 206715.
- FUJIWARA, T., MAETA, H., CHIDA, S., MORITA, T., WATABE, Y. & ABE, T. 1980. Artificial surfactant therapy in hyaline-membrane disease. *Lancet*, 1, 55-9.
- GIBSON, A., CARNEY, S. & WALES, J. K. 2006. Growth and the premature baby. *Horm Res*, 65 Suppl 3, 75-81.
- GLEASON, J. L., YEUNG, E. H., SUNDARAM, R., PUTNICK, D. L., MENDOLA, P., BELL, E. M., POLINSKI, K. J., ROBINSON, S. L. & GRANTZ, K. L. 2023. Longitudinal Child Growth Patterns in Twins and Singletons in the Upstate KIDS Cohort. *J Pediatr*, 263, 113720.
- GRANTZ, K. L., GREWAL, J., ALBERT, P. S., WAPNER, R., D'ALTON, M. E., SCISCIONE, A., GROBMAN, W. A., WING, D. A., OWEN, J., NEWMAN, R. B., CHIEN, E. K., GORE-LANGTON, R. E., KIM, S., ZHANG, C., BUCK LOUIS, G. M. & HEDIGER, M. L. 2016. Dichorionic twin trajectories: the NICHD Fetal Growth Studies. *Am J Obstet Gynecol*, 215, 221.e1-221.e16.
- GRATACÓS, E., LEWI, L., MUÑOZ, B., ACOSTA-ROJAS, R., HERNANDEZ-ANDRADE, E., MARTINEZ, J. M., CARRERAS, E. & DEPREST, J. 2007. A classification system for selective intrauterine growth restriction in monochorionic pregnancies according to umbilical artery Doppler flow in the smaller twin. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 30, 28-34.
- GROENE, S. G., GREMMEN, I. J., VAN ZWET, E. W., ROEST, A. A. W., HAAK, M. C., VAN KLINK, J. M. M., LOPRIORE, E., HEIJMANS, B. T. & DE BRUIN, C. 2023. Fetal growth restriction inhibits childhood growth despite catch-up in discordant identical twins: an observational cohort study. *Eur J Endocrinol*, 189, 183-189.
- GROENE, S. G., OPENSHAW, K. M., JANSÉN-STORBACKA, L. R., SLAGHEKKE, F., HAAK, M. C., HEIJMANS, B. T., VAN KLINK, J. M. M., ROEST, A. A. W., VAN DER MEEREN, L. E. & LOPRIORE, E. 2022. Impact of placental sharing and large bidirectional anastomoses on birthweight discordance in monochorionic twins: a retrospective cohort study in 449 cases. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 227, 755.e1-755.e10.
- GROENE, S. G., TOLLENAAR, L. S. A., OEPKES, D., LOPRIORE, E. & VAN KLINK, J. M. M. 2019. The Impact of Selective Fetal Growth Restriction or Birth Weight Discordance on Long-Term Neurodevelopment in Monochorionic Twins: A Systematic Literature Review. *J Clin Med*, 8.

- GRUNEWALD, M., SCHULTE, S., BARTMANN, P., STOFFEL-WAGNER, B., FIMMERS, R., WOELFLE, J. & GOHLKE, B. 2019. Monozygotic Twins with Birth-Weight Differences: Metabolic Health Influenced more by Genetics or by Environment? *Horm Res Paediatr*, 91, 391-399.
- HABLI, M., LIM, F. Y. & CROMBLEHOLME, T. 2009. Twin-to-twin transfusion syndrome: a comprehensive update. *Clin Perinatol*, 36, 391-416, x.
- HACK, K. E., DERKS, J. B., ELIAS, S. G., FRANX, A., ROOS, E. J., VOERMAN, S. K., BODE, C. L., KOOPMAN-ESSEBOOM, C. & VISSER, G. H. 2008. Increased perinatal mortality and morbidity in monochorionic versus dichorionic twin pregnancies: clinical implications of a large Dutch cohort study. *BJOG*, 115, 58-67.
- HACK, M., SCHLUCHTER, M., CARTAR, L., RAHMAN, M., CUTTLER, L. & BORAWSKI, E. 2003. Growth of very low birth weight infants to age 20 years. *Pediatrics*, 112, e30-8.
- HALES, C. N. & BARKER, D. J. 2001. The thrifty phenotype hypothesis. *Br Med Bull*, 60, 5-20.
- HALLIDAY, H. L. 2005. History of surfactant from 1980. *Biol Neonate*, 87, 317-22.
- HALVORSEN, C. P., ANDOLF, E., HU, J., PILO, C., WINBLADH, B. & NORMAN, M. 2006. Discordant twin growth in utero and differences in blood pressure and endothelial function at 8 years of age. *J Intern Med*, 259, 155-63.
- HAMATSCHEK, C., YOUSUF, E. I., MÖLLERS, L. S., SO, H. Y., MORRISON, K. M., FUSCH, C. & ROCHOW, N. 2020. Fat and Fat-Free Mass of Preterm and Term Infants from Birth to Six Months: A Review of Current Evidence. *Nutrients*, 12.
- HAMES, K. C., ANTHONY, S. J., THORNTON, J. C., GALLAGHER, D. & GOODPASTER, B. H. 2014. Body composition analysis by air displacement plethysmography in normal weight to extremely obese adults. *Obesity (Silver Spring)*, 22, 1078-84.
- HANLEY, M. L., ANANTH, C. V., SHEN-SCHWARZ, S., SMULIAN, J. C., LAI, Y. L. & VINTZILEOS, A. M. 2002. Placental cord insertion and birth weight discordancy in twin gestations. *Obstet Gynecol*, 99, 477-82.
- HE, X., ZHU, Z., ZANG, J., WANG, Z., LIAO, P., WANG, W., SHI, Y. & FU, C. 2023. Percent body fat, but not body mass index, is associated with cardiometabolic risk factors in children and adolescents. *Chronic Dis Transl Med*, 9, 143-153.
- HEINO, A., GISSLER, M., HINDORI-MOHANGOO, A. D., BLONDEL, B., KLUNGSØYR, K., VERDENIK, I., MIERZEJEWSKA, E., VELEBIL, P., SÓL ÓLAFSDÓTTIR, H., MACFARLANE, A. & ZEITLIN, J. 2016. Variations in Multiple Birth Rates and Impact on Perinatal Outcomes in Europe. *PLoS One*, 11, e0149252.
- HIERSCH, L., OKBY, R., FREEMAN, H., ROSEN, H., NEVO, O., BARRETT, J. & MELAMED, N. 2020. Differences in fetal growth patterns between twins and singletons. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 33, 2546-2555.
- HOKKEN-KOELEGA, A. C., DE RIDDER, M. A., LEMMEN, R. J., DEN HARTOG, H., DE MUINCK KEIZER-SCHRAMA, S. M. & DROP, S. L. 1995. Children born small for gestational age: do they catch up? *Pediatr Res*, 38, 267-71.

- HÖLLING, H., SCHLACK, R., KAMTSIURIS, P., BUTSCHALOWSKY, H., SCHLAUD, M. & KURTH, B.-M. 2012. Die KiGGS-Studie. Robert Koch-Institut, Epidemiologie und Gesundheitsberichterstattung.
- IFFY, L., LAVENHAR, M. A., JAKOBOVITS, A. & KAMINETZKY, H. A. 1983. The rate of early intrauterine growth in twin gestation. *Am J Obstet Gynecol*, 146, 970-2.
- JACOBS, D. R., JR., WOO, J. G., SINAIKO, A. R., DANIELS, S. R., IKONEN, J., JUONALA, M., KARTIOSUO, N., LEHTIMÄKI, T., MAGNUSSEN, C. G., VIIKARI, J. S. A., ZHANG, N., BAZZANO, L. A., BURNS, T. L., PRINEAS, R. J., STEINBERGER, J., URBINA, E. M., VENN, A. J., RAITAKARI, O. T. & DWYER, T. 2022. Childhood Cardiovascular Risk Factors and Adult Cardiovascular Events. *N Engl J Med*, 386, 1877-1888.
- JAIN, D. & PUROHIT, R. C. 2014. Review of twin pregnancies with single fetal death: management, maternal and fetal outcome. *J Obstet Gynaecol India*, 64, 180-3.
- JAIN, M. & SINGH, M. 2023. *Assisted Reproductive Technology (ART) Techniques*. [Online]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK576409/> [Accessed 28. Dezember 2024].
- JOHNSON, M. J., WOOTTON, S. A., LEAF, A. A. & JACKSON, A. A. 2012. Preterm birth and body composition at term equivalent age: a systematic review and meta-analysis. *Pediatrics*, 130, e640-9.
- JOSEPH, K., LIU, S., DEMISSIE, K., WEN, S. W., PLATT, R. W., ANANTH, C. V., DZAKPASU, S., SAUVE, R., ALLEN, A. C. & KRAMER, M. S. 2003. A parsimonious explanation for intersecting perinatal mortality curves: understanding the effect of plurality and of parity. *BMC Pregnancy Childbirth*, 3, 3.
- KAJANTIE, E., OSMOND, C., BARKER, D. J. & ERIKSSON, J. G. 2010. Preterm birth--a risk factor for type 2 diabetes? The Helsinki birth cohort study. *Diabetes Care*, 33, 2623-5.
- KALIKKOT THEKKEVEEDU, R., DANKHARA, N., DESAI, J., KLAR, A. L. & PATEL, J. 2021. Outcomes of multiple gestation births compared to singleton: analysis of multicenter KID database. *Matern Health Neonatol Perinatol*, 7, 15.
- KEHL, S., DÖTSCH, J., HECHER, K., SCHLEMBACH, D., SCHMITZ, D., STEPAN, H. & GEMBRUCH, U. 2017. Intrauterine Growth Restriction. Guideline of the German Society of Gynecology and Obstetrics (S2k-Level, AWMF Registry No.015/080, October 2016). *Geburtshilfe Frauenheilkd*, 77, 1157-1173.
- KHALIL, A., RODGERS, M., BASCHAT, A., BHIDE, A., GRATACOS, E., HECHER, K., KILBY, M. D., LEWI, L., NICOLAIDES, K. H., OEPKES, D., RAINE-FENNING, N., REED, K., SALOMON, L. J., SOTIRIADIS, A., THILAGANATHAN, B. & VILLE, Y. 2016. ISUOG Practice Guidelines: role of ultrasound in twin pregnancy. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 47, 247-63.
- KHALSA, D. D., BEYDOUN, H. A. & CARMODY, J. B. 2016. Prevalence of chronic kidney disease risk factors among low birth weight adolescents. *Pediatr Nephrol*, 31, 1509-16.

- KIBEL, M., KAHN, M., SHERMAN, C., KINGDOM, J., ZALTZ, A., BARRETT, J. & MELAMED, N. 2017. Placental abnormalities differ between small for gestational age fetuses in dichorionic twin and singleton pregnancies. *Placenta*, 60, 28-35.
- KOCOURKOVA, J., BURCIN, B. & KUCERA, T. 2014. Demographic relevancy of increased use of assisted reproduction in European countries. *Reproductive Health*, 11, 37.
- LAZZAROTTO, T., GABRIELLI, L., FOSCHINI, M. P., LANARI, M., GUERRA, B., EUSEBI, V. & LANDINI, M. P. 2003. Congenital cytomegalovirus infection in twin pregnancies: viral load in the amniotic fluid and pregnancy outcome. *Pediatrics*, 112, e153-7.
- LEVENO, K. J., SANTOS-RAMOS, R., DUENHOELTER, J. H., REISCH, J. S. & WHALLEY, P. J. 1979. Sonar cephalometry in twins: a table of biparietal diameters for normal twin fetuses and a comparison with singletons. *Am J Obstet Gynecol*, 135, 727-30.
- LEWI, L. 2010. Monochorionic diamniotic twin pregnancies pregnancy outcome, risk stratification and lessons learnt from placental examination. *Verh K Acad Geneeskd Belg*, 72, 5-15.
- LEWI, L., CANNIE, M., BLICKSTEIN, I., JANI, J., HUBER, A., HECHER, K., DYMARKOWSKI, S., GRATACÓS, E., LEWI, P. & DEPREST, J. 2007. Placental sharing, birthweight discordance, and vascular anastomoses in monochorionic diamniotic twin placentas. *Am J Obstet Gynecol*, 197, 587.e1-8.
- LEWI, L., GUCCIARDO, L., HUBER, A., JANI, J., VAN MIEGHEM, T., DONÉ, E., CANNIE, M., GRATACÓS, E., DIEMERT, A., HECHER, K., LEWI, P. & DEPREST, J. 2008. Clinical outcome and placental characteristics of monochorionic diamniotic twin pairs with early- and late-onset discordant growth. *Am J Obstet Gynecol*, 199, 511.e1-7.
- LIOTTO, N., ROGGERO, P., GIULIANI, F., MORNIROLI, D., GIANNI, M. L., BRACCO, B., MENIS, C., ORSI, A., PIEMONTESE, P., AMATO, O. & MOSCA, F. 2020. How does gestational age affect growth and body composition of preterm twins? *Pediatr Res*, 87, 57-61.
- LITWINSKA, E., SYNGELAKI, A., CIMPOCA, B., SAPANTZOGLOU, I. & NICOLAIDES, K. H. 2020. Intertwin discordance in fetal size at 11-13 weeks' gestation and pregnancy outcome. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 55, 189-197.
- LOOS, R. J., FAGARD, R., BEUNEN, G., DEROM, C. & VLIETINCK, R. 2001. Birth weight and blood pressure in young adults: a prospective twin study. *Circulation*, 104, 1633-8.
- MACKIE, F. L., RIGBY, A., MORRIS, R. K. & KILBY, M. D. 2019. Prognosis of the co-twin following spontaneous single intrauterine fetal death in twin pregnancies: a systematic review and meta-analysis. *BJOG*, 126, 569-578.
- MARTIN, J. A., HAMILTON, B. E., VENTURA, S. J., OSTERMAN, M. J., KIRMEYER, S., MATHEWS, T. J. & WILSON, E. C. 2011. Births: final data for 2009. *Natl Vital Stat Rep*, 60, 1-70.

- MCMILLEN, I. C. & ROBINSON, J. S. 2005. Developmental origins of the metabolic syndrome: prediction, plasticity, and programming. *Physiol Rev*, 85, 571-633.
- MEMMO, A., DIAS, T., MAHSUD-DORNAN, S., PAPAGEORGHIU, A. T., BHIDE, A. & THILAGANATHAN, B. 2012. Prediction of selective fetal growth restriction and twin-to-twin transfusion syndrome in monochorionic twins. *Bjog*, 119, 417-21.
- MERCURO, G., BASSAREO, P. P., FLORE, G., FANOS, V., DENTAMARO, I., SCICCHITANO, P., LAFORGIA, N. & CICCONE, M. M. 2013. Prematurity and low weight at birth as new conditions predisposing to an increased cardiovascular risk. *Eur J Prev Cardiol*, 20, 357-67.
- MERZ, E. 2005. 37 Multiple Pregnancies. *Ultrasound in Obstetrics and Gynecology*. Second edition, fully revised ed. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG.
- MILLER, J., CHAUHAN, S. P. & ABUHAMAD, A. Z. 2012. Discordant twins: diagnosis, evaluation and management. *Am J Obstet Gynecol*, 206, 10-20.
- MIN, S. J., LUKE, B., GILLESPIE, B., MIN, L., NEWMAN, R. B., MAULDIN, J. G., WITTER, F. R., SALMAN, F. A. & O'SULLIVAN M, J. 2000. Birth weight references for twins. *Am J Obstet Gynecol*, 182, 1250-7.
- MIYADAHIRA, M. Y., BRIZOT, M. L., CARVALHO, M. H. B., BIANCOLIN, S. E., MACHADO, R. C. A., KREBS, V. L. J., FRANCISCO, R. P. V. & PERALTA, C. F. A. 2018. Type II and III Selective Fetal Growth Restriction: Perinatal Outcomes of Expectant Management and Laser Ablation of Placental Vessels. *Clinics (Sao Paulo)*, 73, e210.
- MORIN, L. & LIM, K. 2017. No. 260-Ultrasound in Twin Pregnancies. *Journal of Obstetrics and Gynaecology Canada*, 39, e398-e411.
- MUHLHAUSLER, B. S., HANCOCK, S. N., BLOOMFIELD, F. H. & HARDING, R. 2011. Are twins growth restricted? *Pediatr Res*, 70, 117-22.
- MURRAY, S. R. & NORMAN, J. E. 2014. Multiple pregnancies following assisted reproductive technologies--a happy consequence or double trouble? *Semin Fetal Neonatal Med*, 19, 222-7.
- NEUHAUSER, H. & THAMM, M. 2007. Blutdruckmessung im Kinder- und Jugendgesundheitsurvey (KiGGS). *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, 50, 728-735.
- OLIOSA, P. R., ZANIQUELI, D., ALVIM, R. O., BARBOSA, M. C. R. & MILL, J. G. 2019. Body fat percentage is better than indicators of weight status to identify children and adolescents with unfavorable lipid profile. *J Pediatr (Rio J)*, 95, 112-118.
- ONG, K. K. 2007. Catch-up growth in small for gestational age babies: good or bad? *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*, 14, 30-4.
- ONG, K. K., AHMED, M. L., EMMETT, P. M., PREECE, M. A. & DUNGER, D. B. 2000. Association between postnatal catch-up growth and obesity in childhood: prospective cohort study. *Bmj*, 320, 967-71.
- ONG, S. S., ZAMORA, J., KHAN, K. S. & KILBY, M. D. 2006. Prognosis for the co-twin following single-twin death: a systematic review. *Bjog*, 113, 992-8.

- PARDO, I. M., GELONEZE, B., TAMBASCIA, M. A., PEREIRA, J. L. & BARROS FILHO, A. A. 2004. [Leptin as a marker of sexual dimorphism in newborn infants]. *J Pediatr (Rio J)*, 80, 305-8.
- PAVIOTTI, G., DE CUNTO, A., TRAVAN, L., BUA, J., CONT, G. & DEMARINI, S. 2013. Longitudinal growth and body composition of twins versus singletons in the first month of life. *ScientificWorldJournal*, 2013, 108189.
- PETERSEN, I., NIELSEN, M. M., BECK-NIELSEN, H. & CHRISTENSEN, K. 2011. No evidence of a higher 10 year period prevalence of diabetes among 77,885 twins compared with 215,264 singletons from the Danish birth cohorts 1910-1989. *Diabetologia*, 54, 2016-24.
- PIETILÄINEN, K. H., RISSANEN, A., LAAMANEN, M., LINDHOLM, A. K., MARKKULA, H., YKI-JÄRVINEN, H. & KAPRIO, J. 2004. Growth patterns in young adult monozygotic twin pairs discordant and concordant for obesity. *Twin Res*, 7, 421-9.
- PIRLICH, M. & NORMAN, K. 2010. Bestimmung der Körperzusammensetzung. In: BIESALSKI, H., BISCHOFF, S. & PUCHSTEIN, C. (eds.) *Ernährungsmedizin - Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer und der DGE*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag KG. 4. Aufl., 20-31.
- POULTER, N. R., CHANG, C. L., MACGREGOR, A. J., SNIEDER, H. & SPECTOR, T. D. 1999. Association between birth weight and adult blood pressure in twins: historical cohort study. *Bmj*, 319, 1330-3.
- RAAIJMAKERS, A., JACOBS, L., RAYYAN, M., VAN TIENOVEN, T. P., ORTIBUS, E., LEVTCHENKO, E., STAESSEN, J. A. & ALLEGAERT, K. 2017. Catch-up growth in the first two years of life in Extremely Low Birth Weight (ELBW) infants is associated with lower body fat in young adolescence. *PLoS One*, 12, e0173349.
- RAAIJMAKERS, A., JACOBS, L., RAYYAN, M., VAN TIENOVEN, T. P., ORTIBUS, E., LEVTCHENKO, E., STAESSEN, J. A. & ALLEGAERT, K. 2018. Correction: Catch-up growth in the first two years of life in Extremely Low Birth Weight (ELBW) infants is associated with lower body fat in young adolescence. *PLoS One*, 13, e0196441.
- RISSANEN, A. S., GISSLER, M., NUPPONEN, I. K., NUUTILA, M. E. & JERNMAN, R. M. 2022. Perinatal outcome of dichorionic and monochorionic-diamniotic Finnish twins: a historical cohort study. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 101, 153-162.
- ROMAN, A., RAMIREZ, A. & FOX, N. S. 2022a. Prevention of preterm birth in twin pregnancies. *Am J Obstet Gynecol MFM*, 4, 100551.
- ROMAN, A., RAMIREZ, A. & FOX, N. S. 2022b. Screening for preterm birth in twin pregnancies. *Am J Obstet Gynecol MFM*, 4, 100531.
- RUMBALL, C. W., OLIVER, M. H., THORSTENSEN, E. B., JAQUIERY, A. L., HUSTED, S. M., HARDING, J. E. & BLOOMFIELD, F. H. 2008. Effects of twinning and periconceptional undernutrition on late-gestation hypothalamic-pituitary-adrenal axis function in ovine pregnancy. *Endocrinology*, 149, 1163-72.
- SCHULTE, S., WÖLFLE, J., SCHREINER, F., STOFFEL-WAGNER, B., PETER, M., BARTMANN, P. & GOHLKE, B. 2016. Birthweight Differences in

- Monozygotic Twins Influence Pubertal Maturation and Near Final Height. *The Journal of Pediatrics*, 170, 288-294.e2.
- SHINWELL, E. S., BLICKSTEIN, I., LUSKY, A. & REICHMAN, B. 2003. Excess risk of mortality in very low birthweight triplets: a national, population based study. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 88, F36-40.
- SIMPSON, L. L. 2013. Twin-twin transfusion syndrome. *Am J Obstet Gynecol*, 208, 3-18.
- SLAUGHTER, M. H., LOHMAN, T. G., BOILEAU, R. A., HORSWILL, C. A., STILLMAN, R. J., VAN LOAN, M. D. & BEMBEN, D. A. 1988. Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol*, 60, 709-23.
- STATISTISCHES BUNDESAMT. 2022a. *Bei der Geburt ihres ersten Kindes sind Frauen in Deutschland durchschnittlich 30,2 Jahre alt* [Online]. Available: https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Zahl-der-Woche/2022/PD22_18_p002.html#:~:text=WIESBADEN%20%E2%80%9393%20In%20Deutschland%20waren%20im,Mai%20mitteilt. [Accessed 23. August 2023].
- STATISTISCHES BUNDESAMT. 2022b. *Daten zu den Mehrlingsgeburten für die Jahre 2017 bis 2021* [Online]. Statistisches Bundesamt. Available: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Geburten/Tabellen/geburten-mehrlinge.html> [Accessed 22. August 2023].
- STATISTISCHES BUNDESAMT. 2023a. *Mehrlingsgeburten je 1000 Mütter: Deutschland, Jahre, Art der Mehrlingsgeburt* [Online]. Statistisches Bundesamt. Available: https://www.genesis.destatis.de/genesis//online?operation=table&code=126120017&bypass=true&levelindex=0&levelid=1692693761478#abreadc_rumb [Accessed 22. August 2023].
- STATISTISCHES BUNDESAMT. 2023b. *Statistischer Bericht, Geburten 2021, EVAS-Nummer 12612, Ergänzung zur Datenbank GENESIS-Online* [Online]. Statistisches Bundesamt. Available: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Geburten/inhalt.html#454846> [Accessed 22. August 2023].
- STEFANESCU, B. I., ADAM, A. M., CONSTANTIN, G. B. & TRUS, C. 2021. Single Fetal Demise in Twin Pregnancy-A Great Concern but Still a Favorable Outcome. *Diseases*, 9.
- STEVENSON, D. K., VERTER, J., FANAROFF, A. A., OH, W., EHRENKRANZ, R. A., SHANKARAN, S., DONOVAN, E. F., WRIGHT, L. L., LEMONS, J. A., TYSON, J. E., KORONES, S. B., BAUER, C. R., STOLL, B. J. & PAPILE, L. A. 2000. Sex differences in outcomes of very low birthweight infants: the newborn male disadvantage. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 83, F182-5.
- SWAMY, R. S., MCCONACHIE, H., NG, J., RANKIN, J., KORADA, M., STURGISS, S. & EMBLETON, N. D. 2018. Cognitive outcome in childhood of birth weight discordant monochorionic twins: the long-term effects of fetal growth restriction. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 103, F512-f516.

- TAYLOR, R. W., GOLD, E., MANNING, P. & GOULDING, A. 1997. Gender differences in body fat content are present well before puberty. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 21, 1082-4.
- TOWNSEND, R. & KHALIL, A. 2018. Fetal growth restriction in twins. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*, 49, 79-88.
- TREBAR, B., TRAUNECKER, R., SELBMANN, H. K. & RANKE, M. B. 2007. Growth during the first two years predicts pre-school height in children born with very low birth weight (VLBW): results of a study of 1,320 children in Germany. *Pediatr Res*, 62, 209-14.
- VALDEZ, R., ATHENS, M. A., THOMPSON, G. H., BRADSHAW, B. S. & STERN, M. P. 1994. Birthweight and adult health outcomes in a biethnic population in the USA. *Diabetologia*, 37, 624-31.
- VAN DE POL, C. & ALLEGAERT, K. 2020. Growth patterns and body composition in former extremely low birth weight (ELBW) neonates until adulthood: a systematic review. *Eur J Pediatr*, 179, 757-771.
- VAN STEIJN, L., KARAMALI, N. S., KANHAI, H. H., ARIËNS, G. A., FALL, C. H., YAJNIK, C. S., MIDDELKOOP, B. J. & TAMSMA, J. T. 2009. Neonatal anthropometry: thin-fat phenotype in fourth to fifth generation South Asian neonates in Surinam. *Int J Obes (Lond)*, 33, 1326-9.
- VANDERWALL, C., RANDALL CLARK, R., EICKHOFF, J. & CARREL, A. L. 2017. BMI is a poor predictor of adiposity in young overweight and obese children. *BMC Pediatr*, 17, 135.
- VICTORIA, A., MORA, G. & ARIAS, F. 2001. Perinatal outcome, placental pathology, and severity of discordance in monochorionic and dichorionic twins. *Obstet Gynecol*, 97, 310-5.
- VON KAISENBERG, C. S. & KLARITSCH, P. 2020. AWMF 015-087 S2e-Leitlinie Überwachung und Betreuung von Zwillingschwangerschaften. *Leitlinienprogramm: Pränatalmedizin und Geburtshilfe*.
- WADHAWAN, R., OH, W., VOHR, B. R., WRAGE, L., DAS, A., BELL, E. F., LAPTOOK, A. R., SHANKARAN, S., STOLL, B. J., WALSH, M. C. & HIGGINS, R. D. 2011. Neurodevelopmental outcomes of triplets or higher-order extremely low birth weight infants. *Pediatrics*, 127, e654-60.
- WADHWA, P. D., BUSS, C., ENTRINGER, S. & SWANSON, J. M. 2009. Developmental origins of health and disease: brief history of the approach and current focus on epigenetic mechanisms. *Semin Reprod Med*, 27, 358-68.
- WAGH, R., BJERREGAARD-ANDERSEN, M., BANDYOPADHYAY, S., YAJNIK, P., PRASAD, R. B., OTIV, S., BYBERG, S., HENNILD, D. E., GOMES, G. M., CHRISTENSEN, K., SODEMANN, M., JENSEN, D. M. & YAJNIK, C. S. 2022. Twins in Guinea-Bissau have a 'thin-fat' body composition compared to singletons. *J Dev Orig Health Dis*, 13, 787-793.
- WELLS, J. C., FULLER, N. J., DEWIT, O., FEWTRELL, M. S., ELIA, M. & COLE, T. J. 1999. Four-component model of body composition in children: density and hydration of fat-free mass and comparison with simpler models. *Am J Clin Nutr*, 69, 904-12.
- WIT, J. M. & BOERSMA, B. 2002. Catch-up growth: definition, mechanisms, and models. *J Pediatr Endocrinol Metab*, 15 Suppl 5, 1229-41.

- WRIGHT, C. M., COLE, T. J., FEWTRELL, M., WILLIAMS, J. E., EATON, S. & WELLS, J. C. 2022. Body composition data show that high BMI centiles overdiagnose obesity in children aged under 6 years. *Am J Clin Nutr*, 116, 122-131.
- YAJNIK, C. S. & YUDKIN, J. S. 2004. The Y-Y paradox. *Lancet*, 363, 163.

7 Erklärung zum Eigenanteil

Die Arbeit wurde in der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin Tübingen, Abteilung Kinderheilkunde IV, Neonatologie, unter Betreuung von Prof. Dr. med. Axel Franz durchgeführt.

Die Konzeption der Studie erfolgte durch Dr. med. Cornelia Wiechers, Dr. med. Mirja Quante und Prof. Dr. med. Axel Franz.

Die Aufklärung und Rekrutierung der teilnehmenden Familien sowie Durchführung der Messungen an den Probanden wurde von mir in Zusammenarbeit mit meinen Mitdoktorandinnen Ann-Kathrin Gieß, Saskia Koller und Catharina Brückner durchgeführt. Zuvor erfolgte eine Einarbeitung durch Prof. Dr. med. Axel Franz, Dr. med. Cornelia Wiechers und Dr. med. Mirja Quante.

Die statistische Auswertung erfolgte in Absprache mit Prof. Dr. Axel Franz sowie Dr. med. Cornelia Wiechers durch mich.

Ich versichere, das Manuskript selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Tübingen, den 16.11.2025

Vadim Förster