



Elektronischer Sonderdruck für

A.E. Buyken

Ein Service von Springer Medizin

Bundesgesundheitsbl 2012 · 55:875–884 · DOI 10.1007/s00103-012-1503-6

© Springer-Verlag 2012

zur nichtkommerziellen Nutzung auf der
privaten Homepage und Institutssite des Autors

A.E. Buyken · U. Alexy · M. Kersting · T. Remer

Die DONALD Kohorte

Ein aktueller Überblick zu 25 Jahren Forschung im Rahmen der Dortmund
Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Study

Die DONALD Kohorte

Ein aktueller Überblick zu 25 Jahren Forschung im Rahmen der Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Study

Die Bedeutung einer adäquaten Ernährung für die gesunde Entwicklung von Kindern ist unbestritten. Viele Fragen zur spezifischen Rolle von Ernährungsfaktoren in Wechselwirkung mit der Stoffwechselsituation bedürfen jedoch weiterhin der Klärung. Aufgrund der vielfältigen Veränderungen im Laufe der Entwicklung vom Säugling bis zum Jugendlichen sind hierfür prospektiv engmaschig erhobene detaillierte Daten zu Ernährung, Metabolismus und Wachstum wünschenswert. Die Beobachtung einer solchen Kohorte bis ins junge Erwachsenenalter erlaubt zudem die Beleuchtung der Relevanz von Ernährung und Stoffwechsel im Kindesalter für die spätere Gesundheit.

- Bereitstellung metabolischer Referenzdaten von gesunden Kindern und Jugendlichen,
- Bereitstellung von Ernährungsdaten für spezifische Expositionsabschätzungen.

rung, Wachstum, Entwicklung, Stoffwechsel und Gesundheitsstatus.

Untersuchungsprogramm

Studienteilnehmer

Die DONALD Studie ist als offene Langzeit-Kohorten-Studie konzipiert, das heißt, jährlich werden so viele Säuglinge neu rekrutiert, wie junge Erwachsene die Kernstudie (Alter drei Monate bis 19 Jahre (weiblich) beziehungsweise 22 Jahre (männlich)) abschließen. Vorgesehen sind engmaschige Untersuchungen vom Säuglings- bis ins Erwachsenenalter mit detaillierter Datenerhebung zu Ernäh-

Seit 1985 werden jährlich etwa 35 bis 40 gesunde Säuglinge im Alter von drei bis vier Monaten neu in die Studie aufgenommen. In die DONALD Studie eingeschlossen werden kaukasisch-stämmige Probanden aus dem Raum Dortmund, deren Mütter oder Väter interessiert und bereit sind, langfristig an einer Longitudinalstudie teilzunehmen; vorausgesetzt ein Elternteil verfügt über ausreichend deut-

Ziele

Vor diesem Hintergrund wurde 1985 am Forschungsinstitut für Kinderernährung (FKE) in Dortmund die DONALD Studie (DORTmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Study) initiiert (Leitung 1985: Professor Friedrich Manz). Die DONALD Studie dient folgenden übergeordneten Zielen [1]:

- Analyse von Wechselwirkungen zwischen Ernährung, Stoffwechsel, Entwicklung und Wachstum bei gesunden Kindern,
- Ermittlung intra- und interindividueller Trends in der Nährstoffaufnahme und im Ernährungsverhalten,

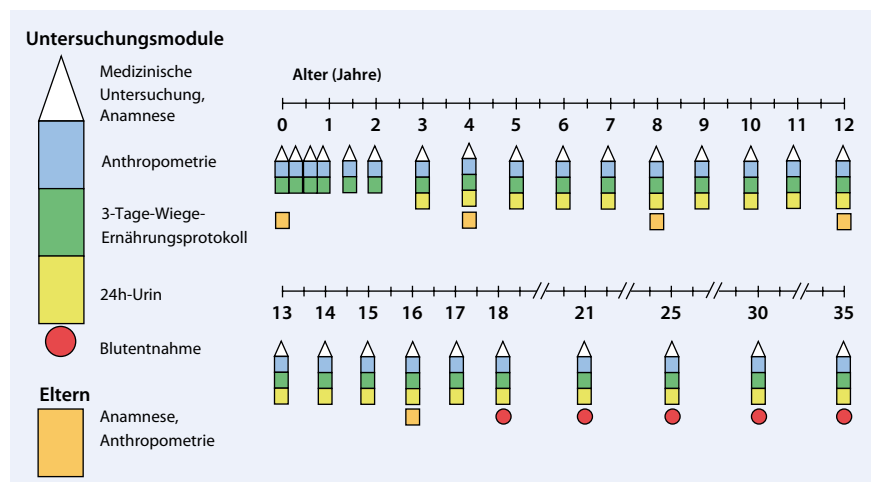


Abb. 1 ▲ Studienplan der DONALD Studie

Tab. 1 Charakteristika der DONALD Studienpopulation (Stand 2010)

	Mädchen		Jungen	
	n (gesamt) ^a	n (%)	n (gesamt) ^a	n (%)
Geburtskohorte	706		688	
Vor 1985		144 (20,4)		142 (20,6)
1985–1992		211 (29,9)		203 (29,5)
1993–1998		124 (17,6)		106 (15,4)
1999–2003		104 (14,7)		98 (14,2)
2004–2010		123 (17,4)		139 (20,2)
<i>Frühkindliche Parameter</i>				
Geburtsgewicht ≥ 3000 g	695	559 (80,4)	674	580 (86,1)
Schnelle Gewichtszunahme ^b	484	124 (25,6)	475	131 (27,6)
Vollstilldauer ^c	598		563	
Nie beziehungsweise < 2 Wochen voll gestillt		167 (27,9)		175 (31,1)
≥ 2 Wochen bis ≤ 4 Monate voll gestillt		202 (33,8)		173 (30,7)
> 4 Monate voll gestillt		229 (38,3)		215 (38,2)
Konsistent kurze Schlafdauer ^d	440	151 (34,3)	437	91 (20,8)
<i>Sozioökonomische Parameter</i>				
Höhere väterliche Bildung ^e	643	392 (61,0)	649	413 (63,6)
Höhere mütterliche Bildung ^e	680	388 (57,1)	663	386 (58,2)
Mütterliches Übergewicht ^f	550	141 (25,6)	511	149 (29,2)
Raucher im Haushalt (ja/nein)	688	195 (28,3)	673	193 (28,7)

^aAnzahl der Probanden für die Daten verfügbar sind. Da in den ersten Jahren circa 300 Probanden nach dem zweiten Lebensjahr in die Studie aufgenommen wurden, sind frühkindliche Daten nicht für alle Probanden verfügbar. ^bAnstieg im Gewichts-SDS $> 0,67$ zwischen Geburt und dem Alter von 24 Monaten [37]. ^cKeine Gabe von fester Nahrung oder Getränken außer Muttermilch, Wasser und Tee. ^dSchlafdauer < 50 . Perzentile der alters- und geschlechtsstandardisierten Schlafdauer jeweils im Alter von 18 und 24 Monaten [21]. ^eAbitur oder Fachhochschulreife. ^fBMI ≥ 25 kg/m².

sche Sprachkenntnisse. Die Rekrutierung erfolgt unsystematisch über Empfehlungen aktiver Studienteilnehmer beziehungsweise durch Hebammen, Kinderärzte und Eltern-Kind-Gruppen.

Die Studie ist bis zum 18. Lebensjahr nicht-invasiv. Seit 2005 werden Studienteilnehmer, die das 18. Lebensjahr vollendet haben, um eine Nüchtern-Blutprobe gebeten. Das Studienprotokoll wurde von der Ethik-Kommission der Universität Bonn genehmigt, und alle Untersuchungen und Messungen werden mit Einverständnis der Eltern und später unter Einwilligung der Teilnehmer selbst durchgeführt.

Die DONALD Studie basiert auf einer einfach verfügbaren Stichprobe (convenient sample), an die jedoch hohe Anforderungen hinsichtlich des Umfangs und der Dauer der Datenerhebung gestellt werden. Daher ist das Kollektiv der DONALD Studie nicht repräsentativ und durch einen überdurchschnittlichen So-

zialstatus gekennzeichnet (■ **Tab. 1**, [1]). Allerdings ist es auch in repräsentativ angelegten Studien schwierig, Personen mit niedrigerem Sozialstatus für eine Langzeitbeobachtung zu rekrutieren. In der DONALD Studie sind die Verzehrdaten beziehungsweise Stilldaten ähnlich zu den Daten der bundesweiten SuSe-Studie (Stillen und Säuglingsernährung), der VELS-Studie (Verzehrstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern; eine repräsentative Studie bei Säuglingen und Kleinkindern), und dem EsKiMo (Ernährungsstudie als KiGGS-Modul; Unterkollektiv des Kinder- und Jugendgesundheitsurveys (KiGGS) [2].

Studiendesign

Der DONALD Studienplan sieht für Säuglinge im ersten Lebensjahr vierteljährliche und für Kleinkinder halbjährliche Untersuchungen vor (■ **Abb. 1**). An-

schließend erfolgen die Untersuchungen in jährlichen Abständen. Seit 2005 werden die Teilnehmer im Anschluss an die Kernstudie (Geburt bis junges Erwachsenenalter) zu regelmäßigen Nachuntersuchungen alle fünf Jahre eingeladen.

Die Untersuchungen umfassen jeweils

- Drei-Tage-Wiege-Ernährungsprotokoll,
- 24-Stunden-Urin (ab drei Jahre),
- anthropometrische Messungen,
- medizinische Untersuchungen,
- Befragung und Anamnese,
- Blutabnahme (ab 18 Jahre).

Die Anzahl der bisher im Rahmen der DONALD Studie in den einzelnen Altersgruppen erhobenen anthropometrischen Daten, der Drei-Tage-Wiege-Ernährungsprotokolle und 24-Stunden-Urinsammlungen ist in ■ **Tab. 2** dargestellt. Da das Führen eines Ernährungsprotokolls und das Sammeln des 24-Stunden-Urins einen erheblichen Aufwand darstellen, liegen diese Daten nicht von allen Probanden zu jedem Untersuchungszeitpunkt vor, das heißt, die Zahl der Protokolle und Urine ist geringer als die der bislang erhobenen anthropometrischen Daten. Das ungünstigere Verhältnis zwischen anthropometrischen Messungen zu Drei-Tage-Wiegeprotokollen in den Altersgruppen acht bis zwölf und 13 bis 17 Jahre resultiert jedoch nur zum Teil aus einer sinkenden Bereitschaft, jährlich ein Protokoll zu führen; vielmehr wurden die Probanden bis 2004 während der Pubertät (Mädchen acht bis 14, Jungen zehn bis 16 Jahre) zu zusätzlichen Halbjahrestermine zur ausschließlichen anthropometrischen Vermessung gebeten.

Methoden

Neben der engmaschigen Erhebung der Daten zeichnet sich die DONALD Studie durch die Verwendung genauer Erhebungsmethoden aus. So dient das Wiegeprotokoll (drei, vier beziehungsweise sieben Tage) häufig als Quasi-Referenzmethode bei der Entwicklung anderer Ernährungserhebungsmethoden [3, 4]. Der 24-Stunden-Urin erlaubt die Bestimmung einer Reihe von Biomarkern, mit der die Nahrungszufuhr [5, 6] oder Stoffwechselsituation des ganzen Tages abgebildet wird.

Drei-Tage-Wiegeprotokolle

An drei aufeinanderfolgenden Tagen wiegen die Teilnehmer (im Kindesalter die Eltern) alle verzehrten Lebensmittel, Rezepte und Getränke mithilfe einer zur Verfügung gestellten digitalen Waage (Genauigkeit: 1 g). Datum, Ort und Uhrzeit des Verzehrs werden notiert. Stillende Mütter erhalten eine Babywaage, mit der das Kind vor und nach dem Stillen gewogen wird, das sogenannte „test weighing“. Beim Verzehr von Fertigprodukten wird die Marke des Produktes notiert, und die Verpackungen beziehungsweise Etiketten werden gesammelt und dem Protokoll beigelegt. Wird ein Lebensmittel beziehungsweise ein Snack „außer Haus“ verzehrt und ist die Benutzung einer Waage nicht möglich, können die verzehrten Mengen in haushaltsüblichen Maßen (Teelöffel, Esslöffel, Tasse, Stück usw.) unter Angabe der Art, des Markennamens beziehungsweise eines Rezeptes geschätzt werden.

Die Protokolle werden bei den Studienteilnehmern zu Hause von einer Diätassistentin abgeholt. Hierbei überprüft die Mitarbeiterin anhand eines Fragebogens die Plausibilität des Protokolls und erfragt fehlende Angaben sowie ungewöhnliche Ereignisse während der Protokolltage, die das Ernährungsverhalten verändert haben könnten.

Alle protokollierten Lebensmittel werden kodiert und mit der institutseigenen Lebensmitteldatenbank LEBTAB verknüpft, um je nach Fragestellung die Zufuhr von Nährstoffen und Energie zu berechnen. LEBTAB enthält detaillierte Daten (Energie und 47 Nährstoffe) über die in der DONALD Studie protokollierten Grundnahrungsmittel, Produkte für Säuglinge und Kleinkinder, Kinderlebensmittel und Fertigprodukte, Supplemente und diätetische Lebensmittel. Die Nährstoffdaten in LEBTAB basieren auf deutschen Lebensmitteltabellen (Souci, Fachmann, Kraut; Bundeslebensmittelschlüssel) ergänzt um Daten aus anderen nationalen Lebensmitteltabellen (vor allem aus Großbritannien, den USA und den Niederlanden). Nährwerte von Fertigprodukten werden anhand der deklarierten Nährstoffe und Zutatenlisten mit Berücksichtigung der gegebenenfalls durchgeführten Anreicherung geschätzt, die Rezeptur wird in LEBTAB

Bundesgesundheitsbl 2012 · 55:875–884 DOI 10.1007/s00103-012-1503-6
© Springer-Verlag 2012

A.E. Buyken · U. Alexy · M. Kersting · T. Remer

Die DONALD Kohorte. Ein aktueller Überblick zu 25 Jahren Forschung im Rahmen der Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Study

Zusammenfassung

Die DONALD Studie wird seit 1985 in Dortmund durchgeführt, um die komplexen Wechselwirkungen zwischen Ernährung, Stoffwechsel, Entwicklung und Wachstum bei gesunden Kindern zu analysieren. In die offene Kohorte werden jährlich etwa 40 Säuglinge neu eingeschlossen. Das engmaschige Studienprotokoll vom Säuglings- bis ins junge Erwachsenenalter umfasst anthropometrische Messungen, Drei-Tage-Wiege-Ernährungsprotokoll, 24-Stunden-Urinsammlung (ab dem dritten bis vierten Lebensjahr) und ärztliche Untersuchungen. Seit 2005 wird zu Nachuntersuchungen im Erwachsenenalter eingeladen (inklusive Nüchternblutprobe). Bis 2010 wurden etwa 1400 Probanden rekrutiert. Auswertungen aus den letzten Jahren zeigten unter anderem (i) die Bedeutung frühkindlicher Faktoren für die Entwicklung

der Körperzusammensetzung und den Eintritt in die Pubertät sowie (ii) die Relevanz des präpubertären Hormonstatus für den Zeitpunkt des Pubertätsbeginns. Ferner wurden (iii) Alters- und Zeittrends im Jodstatus und in modernen Ernährungsgewohnheiten beschrieben, ebenso wie (iv) mögliche Furan- oder Benzol-Expositionen durch kommerzielle Beikost. Zukünftige Analysen sollen insbesondere die Relevanz von Ernährung, Wachstumsmustern und Hormonstatus in möglichen „kritischen Phasen“ während der Kindheit für die Gesundheit im Erwachsenenalter beleuchten.

Schlüsselwörter

DONALD · Kohorte · Kinder · Jugendliche · Ernährung

The DONALD cohort. An updated overview on 25 years of research based on the Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed study

Abstract

The DONALD study has been conducted in Dortmund, Germany since 1985 to examine the complex relations between nutritional intake, metabolism and growth from infancy to adulthood. Every year, approximately 40 infants are newly recruited into the open cohort study. Examinations conducted at ages 3, 6, 9, 12, 18, 24 months and then annually until young adulthood, comprise anthropometry, a 3 day weighed dietary record, a 24 h urine sample (from age 3–4 years onwards), medical examinations and parental interviews. Since 2005, participants are invited for follow-up visits during adulthood (including fasting blood samples). Approximately 1,400 children have been recruited into the study up to 2010. Recent findings revealed

e.g. (i) the relevance of early life factors for subsequent development of body composition and puberty timing, (ii) the relation between pubertal hormonal status and puberty onset, (iii) age and time trends in iodine status and modern dietary habits and (iv) potential furan and benzol exposition by commercial weaning foods. Future analyses will provide insight into the extent to which health in young adulthood is receptive to diet, anthropometric pattern and hormonal status in distinct potentially critical periods during childhood.

Keywords

DONALD · Cohort studies · Children · Adolescents · Nutrition

hinterlegt. Zusatz- und Aromastoffe werden seit 2004 qualitativ erfasst. Jedes neue oder modifizierte von den DONALD Probanden protokollierte Produkt erhält einen neuen Eintrag (Lebensmittelcode) in LEBTAB. Die Nährstoffdatenbank ist daher ein Abbild des Lebensmittelmarktes für Kinder.

Im Rahmen spezifischer Projekte wird LEBTAB zudem regelmäßig um zusätzliche Angaben ergänzt (zum Beispiel Vollkornanteil, glykämischer Index, Isoflavone, Anthocyane). Die Nährstoffdaten beziehen sich auf rohe Lebensmittel, Vitaminverluste werden auf Basis von publizierten Durchschnittsangaben der Deut-

Tab. 2 Anzahl der zwischen 1985 und 2010 erhobenen anthropometrischen Daten, der Drei-Tage-Wiege-Ernährungsprotokolle und der 24-Stunden-Urinsammlungen nach Altersgruppen und Geschlecht

Alter (Jahre)	Mädchen				Jungen			
	Anthropometrische Daten (n)	3-Tage-Wiege-Ernährungsprotokolle (n)	24-Stunden-Sammelurine (n) ^a	Blutproben (n) ^b	Anthropometrische Daten (n)	3-Tage-Wiege-Ernährungsprotokolle (n)	24-Stunden-Sammelurine (n) ^a	Blutproben (n) ^b
≤2	2577	1216	–	–	2514	1207	–	–
3–7	2146	1828	1323	–	2185	1868	1276	–
8–12	2670	1373	1288	–	2104	1339	1305	–
13–17	1377	851	839	–	1661	901	914	–
≥18	411	270	267	202	324	204	211	182

^aDie Sammlung von 24-Stunden-Urinen beginnt ab dem dritten Lebensjahr. ^bDie Sammlung von Blutproben beginnt ab der Volljährigkeit der Probanden.

schen Gesellschaft für Ernährung berücksichtigt.

Zurzeit sind in LEHTAB etwa 13.200 Einträge gespeichert (davon 1200 Grundlebensmittel, 11.300 Produkte, 700 Medikamente und Supplemente; in den Produkten enthalten sind circa 3800 Produkte mit Nährstoffanreicherung und 3000 Produkte der Säuglings- und Kleinkinderernährung.

24-Stunden-Urin

Kann das Kind die Toilette benutzen (ab drei bis vier Jahre), wird nach einer standardisierten Vorgehensweise ein 24-Stunden-Urin am dritten Tag der Ernährungserhebung gesammelt: Die 24-Stunden-Urinsammlung beginnt morgens mit der vollständigen Entleerung der Blase. Diese Miktion wird verworfen und der genaue Zeitpunkt notiert (=Sammelstart). Alle nachfolgenden Urinfraktionen werden vollständig in Ein-Liter-Plastikbehältern (ohne Zusatz sonstiger Konservierungsmittel) gesammelt und die Behälter nach jeder Miktion sofort bei –18°C (mindestens jedoch bei –12°C) zu Hause tiefgefroren. Die genauen Miktionszeitpunkte und gegebenenfalls aufgetretene Besonderheiten werden auf einem Urinsammelprotokoll schriftlich festgehalten. Die 24-Stunden-Urinsammlung endet mit dem vollständigen Auffangen und Tieffrieren des Morgenurins am Folgetag, und der genaue Zeitpunkt wird notiert (=Sammelende).

Der 24-Stunden-Sammelurin wird zusammen mit dem Ernährungsprotokoll von einer Diätassistentin des Instituts abgeholt. Die Mitarbeiterin überprüft die

Plausibilität (unter anderem anhand einer Befragung zum Urinsammelprotokoll) und erfragt Informationen zu eventuellen Ausfallzeiten. Die Urinproben werden im Institut bei –22°C gelagert.

Nach dem Auftauen, Mischen und der genauen Bestimmung des 24-Stunden-Urinvolumens werden Aliquote der Proben für spätere Analysen und zukünftige Fragestellungen tiefgefroren (Urinbank, –22°C). In einem Teil der frisch aufgetauten Proben werden Parameter des Säure-Basen-Haushaltes, Kreatinin, Osmolalität und Harnstoff analysiert. Bei Verdacht auf einen Harnwegsinfekt werden die Urine mit handelsüblichen Teststreifen unter anderem auf Leukozyten, Eiweiß und Hämoglobin untersucht. Eine Reihe weiterer ernährungsrelevanter Analyte, Anionen und Kationen wird nachfolgend – zum Teil abhängig von konkreten Fragestellungen – aus wieder aufgetauten Aliquot-Reserven der Urinbank bestimmt. Bei ausgewählten Probanden und Sonderfragestellungen im Rahmen von Drittmittelprojekten werden zusätzlich projektspezifische Stoffwechselfparameter, Biomarker (zum Beispiel Hippursäure für den Obst- und Gemüseverzehr) und/oder ernährungs- und stoffwechselrelevante Hormonmetabolite gemessen (zum Beispiel adrenarchale Sexualhormone, Glukokortikoide) [7, 8].

Die parallel geführten Wiegeprotokolle und 24-Stunden-Urine wurden auch für Untersuchungen zur Validität der Wiegeprotokolle herangezogen. So wurde die protokollierte Proteinzufuhr mit dem anerkannten Biomarker für Proteinzufuhr, der Stickstoffausscheidung im Urin, ver-

glichen. Dabei zeigte sich eine akzeptable Übereinstimmung der von 439 DONALD Teilnehmern protokollierten Proteinaufnahme mit der aus parallel gesammelten 24-Stunden-Urinen geschätzten Proteinzufuhr [9]. Insgesamt war die Methodenübereinstimmung bei Kleinkindern (Drei- bis Vierjährige) und Schulkindern (Sieben- bis Achtjährige) höher als bei Jugendlichen (Elf- bis 13-Jährige) und jungen Erwachsenen (18- bis 23-Jährige). Ebenso war die protokollierte Energiezufuhr nur bei 1% beziehungsweise 2% der Kleinkinder und Schulkindern unplausibel niedrig, bei den Jugendlichen und jungen Erwachsenen waren 8% beziehungsweise 11% der Protokolle laut den alters- und geschlechtsspezifischen Grenzwerten als unplausibel einzustufen [9]. Die Genauigkeit der Wiegeprotokolle wird zudem durch die Tatsache gestützt, dass aus den Wiegeprotokollen geschätzte Beiträge von Lebensmittelgruppen (zum Beispiel Milch, Ei, Fleisch) zur 24-Stunden-Jodausscheidung den durchschnittlichen Jodgehalten dieser Lebensmittelgruppen (laut Nährwerttabellen) entsprechen [10].

Anthropometrische Messungen

Je nach Alter der Teilnehmer werden bei jedem Besuch verschiedene anthropometrische Messungen vorgenommen. Für die Messungen tragen die Kinder nur Unterwäsche und keine Schuhe. Größe beziehungsweise Länge (auf 0,1 cm), Gewicht (auf 100 g), Oberarmumfang (auf 0,1 cm) sowie vier Hautfettfalten (Bizeps, Trizeps, subskapulare und iliakale Hautfalte, auf 0,1 mm) werden bei jeder Untersuchung gemessen. Basierend auf den

Tab. 3 Anthropometrische Parameter (Stand 2010) und Alter bei Auftreten von Pubertätsmarkern (Stand 2008) in der DONALD Studienpopulation

	Mädchen		Jungen	
	n (gesamt) ^a	n (%) beziehungsweise Median (25.–75. Pztl.)	n (gesamt) ^a	n (%) beziehungsweise Median (25.–75. Pztl.)
Anthropometrische Parameter				
<i>Mit 7 Jahren</i>				
Übergewicht nach KH ^b	395	43 (10,9)	405	33 (8,2)
Übergewicht nach IOTF ^c	395	66 (16,7)	405	41 (10,1)
Höherer Körperfettanteil ^d	395	36 (9,1)	405	49 (12,1)
<i>Mit 18 Jahren</i>				
Übergewicht nach KH ^b	171	32 (18,7)	175	43 (24,6)
Übergewicht nach IOTF ^c	171	24 (14,0)	175	39 (22,3)
Höherer Körperfettanteil ^d	171	22 (12,9)	175	51 (29,1)
<i>Adiposity Rebound (AR)^e</i>				
Alter zum AR (Jahre)	435	5 (4–6)	448	6 (4–7)
Alter zum AR ≤5,5 Jahre	435	157 (36,1)	448	132 (29,5)
Alter bei Erreichen von Pubertätsmarkern^f				
Beginn Wachstumsschub – ATO (Jahre) ^g	155	8,8 (8,1–9,3)	143	10,3 (9,7–10,8)
Maximale Wachstumsgeschwindigkeit – APHV (Jahre) ^h	152	11,6 (10,9–12,2)	138	13,5 (12,8–14,0)
Menarche (Jahre)	128	12,8 (12,0–13,4)	–	–
Stimmbruch (Jahre)	–	–	115	13,5 (12,8/14,4)

^aAnzahl der Probanden für die Daten verfügbar sind. ^bLaut den Standards von Kromeyer-Hauschild et al., [14] auf denen auch die Prävalenzen aus KiGGs-Studie [13] beruhen. ^cLaut den Grenzwerten der International Obesity Task Force (IOTF), [38] die einem BMI im Erwachsenenalter von >25 kg/m² entsprechen. ^dLaut 85. Perzentile der alters- und geschlechtsstandardisierten Körperfettanteilperzentilen [39]. Der Körperfettanteil wurde mittels der Formeln von Slaughter et al. [12] berechnet. ^eAdiposity Rebound (AR): Umkehrpunkt in der BMI-Verlaufskurve von einem Abfall zu erneutem Anstieg. ^fStand 2008– Grundlage ist die Stichprobe mit qualitätsgesicherten Daten, die in Projekten zum Pubertätsbeginn verwendet wurde. ^gZeitpunkt des Anstiegs der Größen-Wachstumsgeschwindigkeit (Age-at-Take-Off, ATO). ^hZeitpunkt der maximalen Größen-Wachstumsgeschwindigkeit (Age-at-Peak-Height-Velocity, APHV).

Hautfettfalten kann der Körperfettanteil der Probanden zu bestimmten Alterszeitpunkten geschätzt werden [11, 12].

Ab einem Alter von drei Jahren werden zudem Hüft- und Taillenumfang (auf 0,1 cm) und Sitzhöhe (auf 0,1 cm) erfasst. Kopfumfang, Becken- und Schulterbreite sowie Oberschenkel- und Wadenumfang werden nur zu bestimmten Alterszeitpunkten gemessen. Auch die Eltern wer-

den in regelmäßigen Abständen vermessen (alle vier Jahre). Alle Messinstrumente werden regelmäßig kalibriert. Die Qualität der vom anthropometrischen Personal erhobenen Messungen (intra- und interindividuelle Variation) wird jährlich an einem Kollektiv von sechs bis acht jungen Erwachsenen überprüft.

Medizinische Untersuchung

Zunächst wird der gegenwärtige Gesundheitszustand erfasst. Diese Information ist für die Interpretation der anthropometrischen sowie der Ernährungs- und Urindaten von Bedeutung. Blutdruck wird ab einem Alter von vier Jahren gemessen. Auch der Blutdruck der Eltern wird mehrfach im Verlauf der Studie erhoben. Im Wachstumsalter werden Pubertätsstadien (Brust und Genitalentwicklung sowie Pubesbehaarung (nach Tanner)) bestimmt, der Zeitpunkt des Eintretens von Menarche und Stimmbruch wird erfragt. Zu bestimmten Altersanlässen werden zusätzliche medizinische Untersuchungen wie Lungenfunktionstests (Spirometrie), Muskelfunktionstests (Sprungplatte) und Gefäßwanddicke (Intima media) der Arteria carotis communis durchgeführt.

Blutabnahme

Seit Januar 2005 werden alle über 18-Jährigen zu einer Nüchternblutabnahme gebeten. In der Blutprobe werden routinemäßig das große Blutbild, Leber- und Nierenfunktionswerte, Blutzucker und Blutfettwerte sowie Eisen bestimmt. Serum wird durch Zentrifugation bei 3100 U/min gewonnen und in Fraktionen von 500 µl bei –80°C für weitergehende Analysen gelagert. Aus den Proben werden im Rahmen von Drittmittelprojekten spezifische Parameter bestimmt (zum Beispiel Insulin, Parameter der IGF-1-Achse, Entzündungsparameter).

Befragung und Anamnese

Bei jeder Untersuchung wird von den Studienärztinnen im persönlichen Interview mit den Eltern (ab dem zehnten Lebensjahr mit Proband und Elternteil) eine Reihe von Informationen erhoben: So werden alle seit dem letzten Besuch am Institut aufgetretenen Erkrankungen ebenso wie chronische Erkrankungen erfragt und mit ICD-Code notiert; zudem werden regelmäßig eingenommene Medikamente erhoben. Außerdem erfragt werden Schlafgewohnheiten, Stuhlgang, Ernährungsvorlieben und -abneigungen, Kinderbetreuung, sportliche Aktivitäten, Präventivmaßnahmen (Vitamin D und Fluorid) und die Nutzung präventivmedizinischer Dienste. Ab einem Alter von zwölf Jahren werden die Teilnehmer zudem re-

Tab. 4 Ausgewählte Analysen und exemplarische künftige Fragestellungen

Untersuchter Einfluss	Wesentliche Ergebnisse	Offene Fragen/weiter geplante Analysen
<i>Frühkindliche Faktoren</i>		
Schnelle Gewichtszunahme und Geburtsgewicht	Kinder, die in ihren ersten zwei Lebensjahren überproportional stark an Gewicht zulegten, kamen im Schnitt 4 Monate früher in die Pubertät. Zudem war ein Geburtsgewicht von 2500 bis <3000 g mit einem um 7 Monate früheren Pubertätsbeginn assoziiert [22]	Führt eine hohe Gewichtszunahme in den ersten beiden Lebensjahren zu Veränderungen des Sexualhormonspiegels und somit zu einem frühen Pubertätsbeginn?
Kurze Schlafdauer	Kinder, die im 2. Lebensjahr (18 und 24 Monate) konsistent kurz schlafen, entwickeln bis zum 7. Lebensjahr einen höheren Fettmasseindex (kg/m ²) als jene, die eine variable Schlafdauer aufweisen oder konsistent lang schlafen [21]	Welchen Einfluss haben Quantität und Qualität von Abendmahlzeiten auf die Körpergewichtsentwicklung und die Melatoninsekretion?
Stillen	Vollstillen hängt nicht mit verschiedenen Pubertätsmarkern zusammen [22]	Hat Stillen einen Einfluss auf die Intima-media-Dicke der Karotisarterie oder auf Knochenparameter im Kindes- und Jugendalter?
<i>Ernährungsfaktoren</i>		
Proteinzufuhr	Eine erhöhte Zufuhr von tierischem Protein im Alter von fünf bis sechs Jahren geht mit einem früheren Eintreten verschiedener Pubertätsmarker einher (ATO, APHV, Menarche/Stimmbruch) [40] Eine höhere Zufuhr an tierischem Protein ist mit einer höheren Sekretion von sogenannten adrenalen Androgenen, also mäßig stark wirksamen Sexualhormonen aus der Nebenniere assoziiert [41]. Die bereits viele Jahre vor Pubertätsbeginn bei Kindern einsetzende adrenale Androgensekretion wird als Adrenarche bezeichnet Eine höhere Proteinzufuhr wirkt bei Kindern, die ansonsten eine „übliche Mischkost“ verzehren ausgeprägt knochenanabol [6, 42]	Handelt es sich bei diesen Zusammenhängen um kurzfristig wirksame Umwelteinflüsse? Oder prägen diese Ernährungsfaktoren den Stoffwechsel bis ins Erwachsenenalter? Welche Bedeutung hat Protein für andere metabolische und funktionelle Einflussgrößen im Erwachsenenalter?
Säure-Basen-Status (nutritive Protonenbelastung)	Der knochenanabole Proteineffekt wird offenbar bei ungenügender Ingestion von (im Stoffwechsel) alkalisierend wirkenden Mineralstoffen (hauptsächlich aus Obst- und Gemüse) zumindest teilweise wieder aufgehoben [6, 42] Weibliche Jugendliche mit einer habituell hohen potenziellen renalen Säurelast (geringer Obst- und Gemüseverzehr) weisen als junge erwachsene Frauen erhöhte Werte für im Blut zirkulierende Indikatoren einer nichtalkoholischen Fettleber auf [43], die in Zusammenhang mit dem metabolischen Syndrom gebracht werden	Inwieweit hat die nutritive Protonenbelastung (und damit insbesondere ein hoher Obst- und Gemüseverzehr) in bestimmten Lebensphasen (Kindheit, Adoleszenz) Langzeitkonsequenzen für den Gesundheitsstatus, etwa für spezifische Symptome des metabolischen Syndroms, zum Beispiel den Blutdruck?
Phytoöstrogene	Bei Mädchen mit der höchsten Phytoöstrogenaufnahme (3. Tertile) begann die Brustentwicklung etwa 0,7 Jahre später und sie erreichten ihre max. Wachstumsgeschwindigkeit etwa 0,6 Jahre später als Mädchen mit dem niedrigsten Phytoöstrogenverzehr (1. Tertile) [44]	Beeinflussen Phytoöstrogene die endogene Östrogenproduktion?
Kohlenhydratqualität	Geringe Mengen an zugesetztem Zucker im 1. Lebensjahr scheinen nicht kritisch für den BMI beziehungsweise den Körperfettanteil mit 7 Jahren. Wird die Zuckerezufuhr im 2. Lebensjahr deutlich erhöht, könnte sich dies jedoch ungünstig auf den BMI mit 7 Jahren auswirken [26] Die Ballaststoffzufuhr und Vollkornzufuhr während der Pubertät war nicht mit der Entwicklung der Körperzusammensetzung in der Pubertät assoziiert. Eine Erhöhung des glykämischen Index der Kost könnte sich ungünstig auf die Körperzusammensetzung von Jugendlichen auswirken, die zu Pubertätsbeginn bereits übergewichtig sind [28] Bei Mädchen war eine Zunahme des Konsums an gezuckerten Erfrischungsgetränken mit einem Anstieg im BMI verbunden. Diese Assoziation war vor allem auf eine ungünstige Auswirkung durch eine Zunahme im Saftkonsum zurückzuführen. Für Jungen fanden sich keine Zusammenhänge zwischen dem Konsum an gezuckerten Erfrischungsgetränken und der Körperzusammensetzung [27]	Welche Bedeutung hat die Kohlenhydratqualität in Kindheit und Adoleszenz für die Körperzusammensetzung und andere Komponenten des metabolischen Syndroms im jungen Erwachsenenalter?

Tab. 4 Ausgewählte Analysen und exemplarische künftige Fragestellungen (Fortsetzung)

Untersuchter Einfluss	Wesentliche Ergebnisse	Offene Fragen/weiter geplante Analysen
„Convenience Foods“	Eine höhere Zufuhr an „convenience foods“ hängt bei Jungen prospektiv mit einer leichten Zunahme des Körperfettanteils zusammen [45]	Welchen Einfluss hat der Verzehr kommerzieller Beikostprodukte auf das spätere Ernährungsverhalten?
<i>Hormonelle Faktoren</i>		
Adrenarchehormone	Eine intensivere Adrenarche begünstigt eine kürzere Pubertätsdauer und einen früheren Beginn von Brust- und Genitalentwicklung (nach Tanner). Diese Zusammenhänge sind unabhängig von der Zufuhr an tierischem Protein. Damit wirken Ernährungseinflüsse wie eine erhöhte Proteinzufuhr gemeinsam mit hormonellen Faktoren wie der präpuberalen Sexualsteroidsekretion (Adrenarche) in Richtung auf ein verfrühtes Einsetzen der Pubertät [7]. Zudem interagieren Eiweißzufuhr und Androgensekretion im Sinne einer Verstärkung von adrenaler Sexualhormonsekretion [41]	Ist eine stärkere und/oder verfrühte Adrenarche ein „Forerunner“ des metabolischen Syndroms?
Östrogene	Höhere präpubertäre Östrogenspiegel hängen prospektiv mit einer kürzeren Pubertätsdauer zusammen. Bei Mädchen bedingen höhere präpubertäre Östrogenspiegel zudem eine frühere Brustentwicklung und eine frühere Menarche [24]	Ob nur genetisch intrinsische Einflussgrößen die präpuberalen Östrogenlevel von Kindern determinieren oder ob auch Ernährungseinflüsse eine Rolle spielen, ist noch weitgehend ungeklärt
Cortisol	Bei Mädchen geht ein individuell höheres präpubertäres Sekretionsniveau von Glukokortikoiden (Cortisol, Cortison) mit einem späteren Pubertätsbeginn einher, bei Jungen nicht [8]	Der Einfluss der Ernährung auf die Nebennierenrinden (Cortisolsekretions)-Stressachse sollte eines der künftigen Forschungsthemen gerade auch in der DONALD Studie sein

regelmäßig gebeten, Fragebögen zu eventuellen Rauchgewohnheiten, zum Konsum alkoholischer Getränke sowie zu restriktivem Ernährungsverhalten auszufüllen (ohne elterliche Beteiligung).

Während der Studie werden von den Eltern mehrfach Daten zum Lebensstil (Rauchen, Sport, besondere Ernährungsformen), Erkrankungen (ICD-Codes) sowie zum sozioökonomischen Status erhoben (zum Beispiel elterliche Schulbildung, Ausbildung, Beruf, und Wohnsituation). Da regelmäßige Befragungen zum Einkommen als zu starker Eingriff in die Privatsphäre der Familien empfunden werden könnten, wird auf die Erhebung dieser Information verzichtet.

Deskription der Kohorte

Bislang wurden circa 1400 Probanden rekrutiert (Stand Ende 2010: 1394), am Kern der DONALD Studie nehmen zurzeit etwa 700 Probanden aktiv teil (Besuch in 2009 und/oder 2010). In den ersten Jahren wurden auch circa 300 Teilnehmer eingeschlossen, die bei Studieneintritt bereits älter als zwei Jahre waren. Für diese Probanden liegen daher keine Daten aus der frühen Kindheit vor.

Jungen und Mädchen sind im DONALD Kollektiv zu gleichen Anteilen ver-

treten (■ **Tab. 1**). Da die DONALD Studie gesunde Säuglinge rekrutiert, hat der Großteil der Probanden ein Geburtsgewicht von über 3000 g. Trotzdem ist das Phänomen einer schnellen Gewichtszunahme in den ersten beiden Lebensjahren auch in dieser Kohorte bei circa 1/4 der Probanden zu beobachten. Der überwiegende Anteil der Säuglinge wird voll gestillt, zu einem Prozentsatz von 38% länger als vier Monate, circa 1/3 weist im zweiten Lebensjahr eine konsistent kurze Schlafdauer auf. Wie bereits erwähnt, zeichnet sich das DONALD Kollektiv durch eine hohe elterliche Bildung aus. Bei Eintritt in die Studie war circa 1/4 der Mütter übergewichtig, geraucht wurde in jedem vierten Haushalt der DONALD Teilnehmer.

Der Anteil der mit sieben Jahren übergewichtigen DONALD Probanden liegt unter den aus der KiGGS-Studie für diese Altersgruppe berichteten Prävalenzen ([13], ■ **Tab. 3**). Die KiGGS-Studie legte für ihre Prävalenzschätzungen die Standards von Kromeyer-Hauschild et al. [14] zugrunde. Bei Verwendung des internationalen Standards wird in der DONALD Kohorte ein höherer Prozentsatz der Siebenjährigen als übergewichtig identifiziert. Mit 18 Jahren sind je nach Referenz 22 bis 25% der männlichen DONALD

Teilnehmer übergewichtig; für Frauen liegt der Anteil bei 14 bis 19%.

Basierend auf den jährlichen anthropometrischen Messungen kann für die DONALD Probanden das Alter zum „Adiposity Rebound“ (AR) bestimmt werden [15]. Der AR beschreibt den Zeitpunkt zwischen dem dritten und achten Lebensjahr, zu dem die nach dem ersten Lebensjahr einsetzende kontinuierliche Abnahme des Body-Mass-Index (BMI) wieder in eine Zunahme umschlägt. Er wird als möglicherweise kritisch für das spätere Übergewichtsrisiko diskutiert [16]. Das in der DONALD Kohorte beobachtete mittlere Alter zum Zeitpunkt des AR entspricht für Mädchen dem Alter zu AR in der KIGGS-Studie (50. KIGGS-Perzentile); männliche DONALD Teilnehmer erfahren ihren AR später als in der KIGGS-Studie (vergleichbar der 25. KIGGS-Perzentile) [17]. Der Anteil der DONALD Probanden mit einem frühen AR (<5,5 Jahre) liegt bei etwa einem Drittel.

Darüber hinaus wurden die wiederholten Größenmessungen auch zur Abschätzung des Pubertätsbeginns genutzt. Aus dem Verlauf der Wachstumsgeschwindigkeit lässt sich das Alter zu frühen und späten Pubertätsmarkern ermitteln („Age-at-take-off“, ATO: früher Pubertätsmarker, bezeichnet den Beginn des Anstiegs

Tab. 5 Ausgewählte Analysen der letzten Jahre zum Ernährungsmonitoring

Untersuchter Ernährungsfaktor	Wesentliche Ergebnisse
<i>Moderne Ernährungsgewohnheiten</i>	
Frühstücksgewohnheiten	Zwischen 1986 und 2006 nahmen der Anteil der Kinder, die ein regelmäßiges Frühstück verzehrten, ab (3-mal in 3 Tagen) und der Anteil derer, die kein Frühstück verzehrten, zu. Dieser Trend hin zu ungünstigeren Frühstücksgewohnheiten war bei Jugendlichen ausgeprägter als bei Kindern und Kleinkindern [34]
Kohlenhydratqualität	Die Menge an verzehrten Kohlenhydraten nahm über einen Zeitraum von 20 Jahren zu (1988–2007), allerdings verschlechterte sich deren Qualität: Die Ballaststoffzufuhr sank, und der Anteil an zugesetztem Zucker nahm zu. Diese Trends waren vor allem für Jungen zu beobachten [46]
Vollkornverzehr	Der Anteil von Vollkorngetreideprodukten in der Ernährung von Kindern und Jugendlichen nahm in den letzten 10 Jahren ab [47]
Jodversorgung	Nach einem konstanten Niveau der 24-h-Jodurie in 2004–2006 wurde in der Folge ein signifikanter Rückgang bis 2009 beobachtet. Die mediane Jodkonzentration sank 2007–2009 unter die von der WHO empfohlene Referenz von 100 µg/l. Die wichtigsten Jodlieferanten waren Salz (jodiert) und Milch. Für die Beiträge von Salz und Seefisch an der Jodversorgung deutete sich zwischen 2004–2006 und 2007–2009 ein Rückgang an [5]
Anthocyane	Die Anthocyanidin-Dichte der Kost von Säuglingen und Kleinkindern ist in den letzten 20 Jahren zurückgegangen [48]
<i>Expositionsabschätzung</i>	
Benzenexposition	Die errechnete Benzenexposition durch kommerzielle Beikostprodukte für 3–12 Monate alte Säuglinge ist gering; ein gesundheitliches Risiko für Säuglinge durch Benzen erscheint unwahrscheinlich [49]
Furanexposition	Die geschätzte Furanexposition durch kommerzielle Beikostprodukte liegt über einem als unbedenklich geltenden Level und sollte reduziert werden [50]

der Wachstumsgeschwindigkeit; „Age-at-peak-height-velocity“, APHV: späterer Pubertätsmarker, bezeichnet das Alter zur maximalen Wachstumsgeschwindigkeit) [18]. Im Rahmen von zwei Drittmittelprojekten wurden diese wachstumsbezogenen Pubertätsmarker aus den Verläufen des Größenwachstums ermittelt und waren Grundlage von Analysen zu Einflussfaktoren auf den Pubertätsbeginn (■ Tab. 4). Mädchen erfuhren den Beginn des Wachstumsschubs mit 8,8 Jahren, bei den männlichen DONALD Teilnehmern trat er im Mittel im Alter von 10,3 Jahren auf (■ Tab. 3). Jungen erreichten die maximale Wachstumsgeschwindigkeit und den Stimmbruch mit etwa 13,5 Jahren. Bei Mädchen lag der Zeitpunkt der maximalen Wachstumsgeschwindigkeit bei 11,6 Jahren, das heißt wie in der Literatur berichtet etwa ein Jahr vor Erreichen der Menarche [19, 20].

Ergebnisse

Aus der DONALD Studie ist seit 1985 eine Vielzahl sehr unterschiedlicher ernährungs-, wachstums- und stoffwechselrelevanter Publikationen hervorgegangen. Wesentliche Schwerpunkte der Auswertung der DONALD Daten waren in den letzten Jahren unter anderem die Analyse von Einflussfaktoren auf die Entwicklung der Körperzusammensetzung und auf den Zeitpunkt des Pubertätsbeginns.

Analysen individueller Längsschnitte

Eine Vielzahl von Analysen der letzten Jahre hat die prospektiv erhobenen individuellen Verlaufsdaten genutzt und

- Einflussfaktoren auf den Verlauf einer Zielgröße untersucht (zum Beispiel Zusammenhang zwischen Schlafdauer

er in der frühen Kindheit und Entwicklung der Körperzusammensetzung zwischen dem zweiten und siebten Lebensjahr) [21],

- eine Zielgröße aus Verlaufsdaten ermittelt (zum Beispiel Alter zum „Adiposity rebound“ [15] oder zu Pubertätsbeginn) [22]
- eine Einflussgröße aus wiederholt erhobenen Parametern ermittelt (zum Beispiel „habituelle Ernährungsgewohnheiten“ [23] beziehungsweise metabolische Charakterisierung eines Individuums anhand von wiederholt bestimmten hormonellen Messgrößen im 24-Stunden-Urin) [24],
- wiederholt gemessene Einflussgrößen hinsichtlich der spezifischen Bedeutung für eine Zielgröße untersucht (Identifikation sogenannter kritischer Phasen) [25, 26],
- Veränderungen einer ernährungsrelevanten Einflussgröße über einen Zeitraum (zum Beispiel Kohlenhydratqualität in der Pubertät) auf gleichzeitige Veränderungen in einer Zielgröße bezogen (zum Beispiel Körperzusammensetzung) [27, 28].

Einige Ergebnisse solcher Analysen sind beispielhaft in ■ Tab. 4 aufgeführt.

Zeittrendanalysen

Aufgrund des offenen Kohorten-Designs der DONALD Studie (das heißt der jährlichen Neurekrutierung von Probanden seit 1985) und der Tatsache, dass die Studie inzwischen einen Zeitraum von 25 Jahren abdeckt, können die Daten zudem für die Analyse von Verläufen über die Zeit genutzt werden. Dabei werden zum Beispiel Ernährungsgewohnheiten heutiger Säuglinge mit denen von Säuglingen vor zehn beziehungsweise 20 Jahren verglichen [29]. Zwar handelt es sich beim DONALD Kollektiv nicht um eine repräsentative Stichprobe (siehe oben), die Genauigkeit der erhobenen Daten, zum Beispiel Zusammensetzung von kommerziellen Beikostprodukten und anderen Fertigprodukten, erlaubt jedoch Aussagen zu Aspekten, für die in Deutschland keine adäquaten Daten vorliegen. Ergebnisse solcher Analysen sind beispielhaft in ■ Tab. 5 aufgeführt.

Fazit

In Deutschland ist die DONALD Studie derzeit die einzige Kohorte, die die Lücke zwischen Kindheit und Erwachsenenalter schließt und Analysen zu (früh)kindlichen und adoleszenzspezifischen Einflüssen auf die Gesundheit im jungen Erwachsenenalter ermöglicht. Dabei erlaubt die DONALD Studie Aussagen zur Relevanz von Ernährung und Stoffwechsel für drei als möglicherweise „kritisch“ für das spätere Erkrankungsrisiko diskutierte Phasen: die frühe Kindheit, die Zeit um den AR und die Pubertät [30, 31]. So konnte die DONALD Studie bereits eine Reihe von Hinweisen auf die besondere Relevanz der ersten beiden Lebensjahre für die Entwicklung der Körperzusammensetzung in der Kindheit sowie für den Zeitpunkt des Pubertätsbeginns liefern. Derzeitige Analysen widmen sich darüber hinaus der möglichen besonderen Bedeutung von Ernährung und Stoffwechsel in der Pubertät für verschiedene Marker des metabolischen Syndroms im jungen Erwachsenenalter.

Auch mit Blick auf die Rolle von Ernährung und Stoffwechsel in der gesunden Entwicklung von Kindern und Jugendlichen hat die DONALD Studie in den letzten 25 Jahren eine Vielzahl wichtiger Erkenntnisse geliefert und wird auch zukünftig wichtige Beiträge zu aktuellen Fragenstellungen rund um die Gesundheit im Kindes- und Jugendalter leisten. So mehren sich zum Beispiel derzeit Hinweise, dass das Übergewichtsrisiko nach der Einschulung merklich ansteigt [13, 32, 33]. Zur Klärung der Frage, ob dies ernährungsmitbedingt ist, sind prospektive Daten zur Ernährung und ihrer Veränderung während der Kindheit und Adoleszenz unerlässlich. Die DONALD Studie ermöglicht diesbezüglich sowohl Aussagen zur Entwicklung und Festigung von Ernährungsgewohnheiten als auch zum Wechselspiel mit den umfangreichen hormonellen Veränderungen in dieser Wachstumsphase.

International zeichnet sich die DONALD Studie durch die vermutlich weltweit größte Biobank von 24-Stunden-Urinen einerseits und die umfangreichste Sammlung von Drei-Tage-Wiegeprotokollen andererseits aus. Mit Verwen-

dung dieser qualitativ hochwertigen Messmethoden an einem vergleichsweise eher kleinen Kollektiv leistet die DONALD Studie bedeutende Beiträge zu ernährungs- und stoffwechselbezogenen Forschungsfragen in Ergänzung zu in experimentellen oder großen epidemiologischen Studien aufgestellten Hypothesen. Hier bietet das phänotypisch genau charakterisierte Kollektiv von Kindern und Jugendlichen in ihrem natürlichen Lebensumfeld eine besondere Forschungsperspektive. Trotz der Tatsache, dass das DONALD Kollektiv nicht repräsentativ ist, kann die Studie wichtige Erkenntnisse zur prospektiven Bedeutung von Einflussfaktoren auf Stoffwechselparameter oder Wachstumsverläufe liefern. Aufgrund des höheren sozioökonomischen Niveaus der DONALD Teilnehmer sind ungünstigere Verhaltensweisen jedoch eventuell unterrepräsentiert, was die Unterschätzung diesbezüglich vorhandener Zusammenhänge begünstigt. Zudem kann die DONALD Studie Zusammenhänge, die vornehmlich für niedrige soziale Schichten beziehungsweise bei einer Häufung von Risikofaktoren relevant sind, nicht identifizieren. Als weitere Schwäche der DONALD Studie kann die Tatsache gelten, dass zur Sicherung einer langfristigen Compliance auf die Entnahme von Blutproben während der Kindheit und auf regelmäßige Befragungen zu den Einkommensverhältnissen verzichtet wird. Zudem erweist sich das offene Kohorten-Design zum Teil als nachteilig: Aufgrund der großen Altersspanne der aktiven Kohorte stehen erst mehrere Jahre nach Einführung neuer Studienelemente ausreichend Daten für bestimmte Altersgruppen zur Verfügung. Trotz der selektierten Studienpopulation stellen die Daten der DONALD Studie aufgrund ihrer Detailgenauigkeit auch auf der deskriptiven Ebene eine wertvolle Ergänzung zu großen repräsentativen Erhebungen zu Ernährung und Stoffwechsel (zum Beispiel KiGGS) bei Kindern in Deutschland dar. So liefert die DONALD Studie wichtige Daten zur Analyse und Bewertung moderner Ernährungsgewohnheiten im Kindes- und Jugendalter. Durch die detaillierten Zeitrendanalysen können Entwicklungen frühzeitig beschrieben werden (zum Bei-

spiel Trends in Frühstücksgewohnheiten [34] oder der ungünstige Lebensmittelverzehr beim Übergang auf die Familienernährung) [35]. Auch die Verwendung der DONALD Daten in nationalen und europaweiten Datenbanken zur Abschätzung von Expositionsrisiken dient diesem Ziel [36].

Insgesamt leistet die 1985 begonnene DONALD Studie auch aufgrund ihrer Fortführung ins Erwachsenenalter bis heute zahlreiche wichtige Beiträge zur Klärung aktueller Forschungsfragen und zum Monitoring der Ernährungsgewohnheiten von Kindern und Jugendlichen in Deutschland.

Korrespondenzadresse

Dr. A.E. Buyken

Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften, Universität Bonn
DONALD Studie am Forschungsinstitut für Kinderernährung
Heinstück 11, 44225 Dortmund
buyken@fke-do.de

Interessenkonflikt. Der korrespondierende Autor gibt für sich und seine Koautoren an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

1. Kroke A, Manz F, Kersting M et al (2004) The DONALD Study: history, current status and future perspectives. *Eur J Nutr* 43:45–54
2. Kersting M, Alexy U (2008) Die DONALD Studie. Forschung zur Verbesserung der Kinderernährung. *Ernährungs-Umschau* 1:16–19
3. Mensink GB, Haftenberger M, Thamm M (2001) Validity of DISHES 98, a computerised dietary history interview: energy and macronutrient intake. *Eur J Clin Nutr* 55:409–417
4. Bingham SA, Gill C, Welch A et al (1997) Validation of dietary assessment methods in the UK arm of EPIC using weighed records, and 24-hour urinary nitrogen and potassium and serum vitamin C and carotenoids as biomarkers. *Int J Epidemiol* 26(Suppl 1):137–151
5. Johnner SA, Gunther AL, Remer T (2011) Current trends of 24-h urinary iodine excretion in German schoolchildren and the importance of iodised salt in processed foods. *Br J Nutr* 106:1749–1756
6. Remer T, Manz F, Alexy U et al (2011) Long-term high urinary potential renal acid load and low nitrogen excretion predict reduced diaphyseal bone mass and bone size in children. *J Clin Endocrinol Metab* 96:2861–2888
7. Remer T, Shi L, Buyken AE et al (2010) Prepubertal adrenarchal androgens and animal protein intake independently and differentially influence pubertal timing. *J Clin Endocrinol Metab* 95:3002–3009
8. Shi L, Wudy SA, Buyken AE et al (2011) Prepubertal glucocorticoid status and pubertal timing. *J Clin Endocrinol Metab* 96:E891–898

9. Bokhof B, Gunther AL, Berg-Beckhoff G et al (2010) Validation of protein intake assessed from weighed dietary records against protein estimated from 24 h urine samples in children, adolescents and young adults participating in the Dortmund Nutritional and Longitudinally Designed (DONALD) Study. *Public Health Nutr* 13:826–834
10. Remer T, Fonteyn N, Alexy U, Berkemeyer S (2006) Longitudinal examination of 24-h urinary iodine excretion in schoolchildren as a sensitive, hydration status-independent research tool for studying iodine status. *Am J Clin Nutr* 83:639–646
11. Deurenberg P, Weststrate JA, Seidell JC (1991) Body mass index as a measure of body fatness: age- and sex-specific prediction formulas. *Br J Nutr* 65:105–114
12. Slaughter MH, Lohman TG, Boileau RA et al (1988) Skinfold equations for estimation of body fatness in children and youth. *Hum Biol* 60:709–723
13. Kurth BM, Schaffrath Rosario A (2007) Die Verbreitung von Übergewicht und Adipositas bei Kinder und Jugendlichen in Deutschland. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz* 50:736–743
14. Kromeyer-Hauschild K, Wabitsch M, Kunze D et al (2001) Perzentile für den Body-mass-Index für das Kindes- und Jugendalter unter Heranziehung verschiedener deutscher Stichproben. *Monatsschr Kinderheilkd* 149:807–818
15. Kroke A, Hahn S, Buyken AE, Liese AD (2006) A comparative evaluation of two different approaches to estimating age at adiposity rebound. *Int J Obes (Lond)* 30:261–266
16. Rolland-Cachera MF, Deheeger M, Maillot M, Bellisle F (2006) Early adiposity rebound: causes and consequences for obesity in children and adults. *Int J Obes (Lond)* 30(Suppl 4):11–17
17. Rosario AS, Kurth BM, Stolzenberg H et al (2010) Body mass index percentiles for children and adolescents in Germany based on a nationally representative sample (KiGGS2003–2006). *Eur J Clin Nutr* 64:341–349
18. Preece MA, Baines MJ (1978) A new family of mathematical models describing the human growth curve. *Ann Hum Biol* 5:1–24
19. Iuliano-Burns S, Mirwald RL, Bailey DA (2001) Timing and magnitude of peak height velocity and peak tissue velocities for early, average, and late maturing boys and girls. *Am J Hum Biol* 13:1–8
20. Karlberg J (2002) Secular trends in pubertal development. *Horm Res* 57(Suppl 2):19–30
21. Diethelm K, Bolzenius K, Cheng G et al (2011) Longitudinal associations between reported sleep duration in early childhood and the development of body mass index, fat mass index and fat free mass index until age 7. *Int J Pediatr Obes* 6:e114–123
22. Karaolis-Danckert N, Buyken AE, Sonntag A, Kroke A (2009) Birth and early life influences on the timing of puberty onset: results from the DONALD (Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed) Study. *Am J Clin Nutr* 90:1559–1565
23. Gunther AL, Buyken AE, Kroke A (2006) The influence of habitual protein intake in early childhood on BMI and age at adiposity rebound: results from the DONALD Study. *Int J Obes (Lond)* 30:1072–1079
24. Shi L, Remer T, Buyken AE et al (2010) Prepubertal urinary estrogen excretion and its relationship with pubertal timing. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 299:E990–997
25. Gunther AL, Remer T, Kroke A, Buyken AE (2007) Early protein intake and later obesity risk: which protein sources at which time points throughout infancy and childhood are important for body mass index and body fat percentage at 7 years of age? *Am J Clin Nutr* 86:1765–1772
26. Herbst A, Diethelm K, Cheng G et al (2011) Direction of associations between added sugar intake in early childhood and body mass index at age 7 years may depend on intake levels. *J Nutr* 141:1348–1354
27. Libuda L, Alexy U, Sichert-Hellert W et al (2008) Pattern of beverage consumption and long-term association with body-weight status in German adolescents – results from the DONALD study. *Br J Nutr* 99:1370–1379
28. Cheng G, Karaolis-Danckert N, Libuda L et al (2009) Relation of dietary glycemic index, glycemic load, and fiber and whole-grain intakes during puberty to the concurrent development of percent body fat and body mass index. *Am J Epidemiol* 169:667–677
29. Hilbig A, Kersting M (2006) Effects of age and time on energy and macronutrient intake in German infants and young children: results of the DONALD study. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 43:518–524
30. Lucas A, Fewtrell MS, Cole TJ (1999) Fetal origins of adult disease—the hypothesis revisited. *Bmj* 319:245–249
31. Lanigan J, Singhal A (2009) Early nutrition and long-term health: a practical approach. *Proc Nutr Soc* 68:422–429
32. Datar A, Shier V, Sturm R (2011) Changes in body mass during elementary and middle school in a national cohort of kindergarteners. *Pediatrics* 128:e1411–1417
33. Kries R von, Beyerlein A, Muller M J et al (2012) Different age-specific incidence and remission rates in pre-school and primary school suggest need for targeted obesity prevention in childhood. *Int J Obes (Lond)* 36:505–510
34. Alexy U, Wicher M, Kersting M (2010) Breakfast trends in children and adolescents: frequency and quality. *Public Health Nutr* 13:1795–1802
35. Kersting M, Alexy U (2011) Ernährung bei Vorschulkindern: Empfehlungen und Wirklichkeit. *J Klin Endokrinol Stoffw* 4:11–15
36. Huybrechts I, Sioen I, Boon P et al (2011) Dietary exposure assessments for children in Europe (the EXPOCHI project): rationale, methods and design. *Arch Public Health* 69:4
37. Monteiro PO, Victora CG (2005) Rapid growth in infancy and childhood and obesity in later life – a systematic review. *Obes Rev* 6:143–154
38. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH (2000) Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 320:1240–1243
39. McCarthy HD, Cole TJ, Fry T et al (2006) Body fat reference curves for children. *Int J Obes (Lond)* 30:598–602
40. Gunther AL, Karaolis-Danckert N, Kroke A et al (2010) Dietary protein intake throughout childhood is associated with the timing of puberty. *J Nutr* 140:565–571
41. Shi L, Wudy SA, Buyken AE et al (2009) Body fat and animal protein intakes are associated with adrenal androgen secretion in children. *Am J Clin Nutr* 90:1321–1328
42. Alexy U, Remer T, Manz F et al (2005) Long-term protein intake and dietary potential renal acid load are associated with bone modeling and remodeling at the proximal radius in healthy children. *Am J Clin Nutr* 82:1107–1114
43. Krupp D, Johnner SA, Kalhoff H et al (2012) Long-term dietary potential renal acid load during adolescence is prospectively associated with indices of nonalcoholic fatty liver disease in young women. *J Nutr* 142:313–319
44. Cheng G, Remer T, Prinz-Langenohl R et al (2010) Relation of isoflavones and fiber intake in childhood to the timing of puberty. *Am J Clin Nutr* 92:556–564
45. Alexy U, Libuda L, Mersmann S, Kersting M (2011) Convenience foods in children's diet and association with dietary quality and body weight status. *Eur J Clin Nutr* 65:160–166
46. Cheng G, Libuda L, Karaolis-Danckert N et al (2010) Trends in dietary carbohydrate quality during puberty from 1988 to 2007: a cause for concern? *Br J Nutr* 104:1375–1383
47. Alexy U, Zorn C, Kersting M (2010) Whole grain in children's diet: intake, food sources and trends. *Eur J Clin Nutr* 64:745–751
48. Drossard C, Alexy U, Bolzenius K et al (2011) Anthocyanins in the diet of infants and toddlers: intake, sources and trends. *Eur J Nutr* 50:705–711
49. Lachenmeier DW, Kuballa T, Reusch H et al (2010) Benzene in infant carrot juice: further insight into formation mechanism and risk assessment including consumption data from the DONALD study. *Food Chem Toxicol* 48:291–297
50. Lachenmeier DW, Maser E, Kuballa T et al (2010) Detailed exposure assessment of dietary furan for infants consuming commercially jarred complementary food based on data from the DONALD study. *Matern Child Nutr* (doi:10.1111/j.1740-8709.2010.00288)