

Kohlenhydrate in der Ernährungsmedizin unter besonderer Berücksichtigung des Zuckers

Die Bedeutung der Kohlenhydrate, insbesondere des Zuckers, in unserer Ernährung wird häufig im Zusammenhang mit der Zunahme ernährungsbedingter Erkrankungen kontrovers diskutiert. Mitteilungen über die „Dickmacher Kohlenhydrate“ führen immer wieder zur Verunsicherung. Die Deutsche Akademie für Ernährungsmedizin nahm dies zum Anlaß, unter der wissenschaftlichen Leitung von Prof. Dr. R. Kluthe, Freiburg, und Prof. Dr. H. Kasper, Würzburg, auf einer zweitägigen Konferenz vom 8. bis 10. Februar dieses Jahres in Freiburg-Munzingen derzeit gesicherte, ernährungsmedizinische Fakten dieses wichtigen Teilgebietes der Ernährung zusammenzutragen, zu diskutieren und praxisrelevante Fragen im Sinne eines Konsensus zu beantworten.

Der Verzehr von Zucker läßt sich, wie Kluthe einleitend ausführte, auf die Verwendung eines grobkörnigen Reibeprodukts aus Zuckerrohr bis in die altindische Geschichte zurückverfolgen. Im Vergleich zu dem Produkt, das damals ehrfürchtig als „Honig ohne Bienen“ bezeichnet wurde, findet in unserem Zeitalter dagegen die prosaische Bezeichnung „Industriezucker“ Verwendung. Die hierin enthaltene, meist ideologisch ausgerichtete Kritik richte sich, so Kluthe, vornehmlich gegen die industrielle Verarbeitung beziehungsweise Reinigung eines Naturprodukts, die damit gegen den von Kollath geprägten Lehrsatz, die Nahrung so natürlich wie möglich zu belassen, verstoße.

Evolutionsbiologische Präferenzen für Zucker

Zucker erfreut sich bis heute sowohl als Zusatz im Haushalt als auch in verarbeiteter Form in Süßigkeiten, Backwaren oder Getränken großer

Beliebtheit. Wie Pudel, Göttingen, in seinem Vortrag „Zur Psychologie des Süßens“ referierte, unterliegt die Geschmacksrichtung „süß“ bei zahlreichen Tierarten einer offenbar genetisch bedingten Präferenz. Evolutionsbiologisch wird dies mit der Bevorzugung konzentrierter Energiequellen zu erklären versucht. Beim Menschen jedoch wird diese Geschmackspräferenz zusätzlich durch eine ständige kognitive Kontrolle beeinflusst. Die Ernährungspsychologen zählen demzufolge süße Speisen zu den konfliktreichsten Lebensmitteln des täglichen Lebens. Befragungen ergaben, daß die als Süßhunger bezeichnete negative Verhaltensbilanz sowohl bei den 33,7 Prozent Frauen als auch bei den 22,1 Prozent Männern an erster Stelle aller Eßprobleme steht. An diesem Phänomen nicht unwesentlich beteiligt seien die jahrzehntelangen Informationen der Presse. Eine permanente Kontrolle des Eßverhaltens und Begrenzung von Süßem sind beim Verbraucher die Folge und – so Pudel – fördern das Bedürfnis nach Süßem um so mehr. Die gerade hierdurch gewonnene Attraktivitätssteigerung mache ein Umdenken der Gesellschaft erforderlich.

Durchschnittlicher Zuckerverzehr

Interessante Daten zur Höhe des Zuckerverzehrs in westlichen Industrieländern, insbesondere der BRD, lieferte Hesecker, Paderborn. Ergebnissen der Agrarstatistik 1994 zufolge nahm Deutschland mit einem Verbrauch von 33,6 kg Zucker/Kopf/Jahr im internationalen Vergleich in Europa eine mittlere Stellung ein, während der höchste Pro-Kopf-Verbrauch an Zucker in Österreich, den Niederlanden und Dänemark zu beobachten war. Hesecker wies darauf hin, daß Daten aus Agrarstatistiken vielfach die

tatsächlich verzehrten Lebensmittelmengen überschätzten, für den internationalen Vergleich jedoch durchaus geeignet seien.

Detailliertere Aussagen zum Zuckerkonsum einzelner Bevölkerungsgruppen lieferten darüber hinaus epidemiologische Studien anhand von retrospektiv oder prospektiv durchgeführten Ernährungserhebungen. Während hier eher mit einer Unterschätzung der tatsächlichen Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme zu rechnen ist, konnten dennoch zahlreiche Faktoren, die den Kohlenhydrat- und Zuckerkonsum beeinflussen, identifiziert werden. In der Nationalen Verzehrsstudie wurde die Lebensmittelaufnahme von etwa 25 000 Personen aller Altersgruppen mit Hilfe eines Sieben-Tage-Verzehrprotokolls untersucht und anhand des Bundeslebensmittelschlüssels ausgewertet. Im Ergebnis zeigte sich, daß in Deutschland bei einem durchschnittlichen Kohlenhydratanteil von 41,1 Prozent (42 Prozent bei Frauen) der Nahrungsenergie insgesamt 6 Prozent (7,2 Prozent) auf Monosaccharide, 8,6 Prozent (10,1 Prozent) auf Disaccharide und 26,1 Prozent (24,0 Prozent) auf Polysaccharide entfallen. Der in vielen Lebensmitteln verarbeitete Haushaltszucker konnte indirekt aus der Differenz der Disaccharid- und Laktoseaufnahme berechnet werden. Der so ermittelte Zuckerkonsum betrug 40 bis 62 g/Tag (40 bis 50 g/Tag), wobei der Anteil von „reinem“ Haushaltszucker relativ gering ist. Hesecker stellte signifikante Einflußfaktoren des Zuckerkonsums anhand der Studie heraus und erläuterte, daß in allen Altersgruppen beiderlei Geschlechts der Zuckerkonsum mit zunehmendem Alter sinkt, innerhalb der verschiedenen Altersgruppen jedoch mit zunehmendem Bildungsgrad steigt.

Darüber hinaus konnte in allen Altersgruppen bei Personen mit höherem „body mass index“ ein ge-

ringerer Kohlenhydrat- und Zuckerkonsum und damit anteilig ein höherer Fettkonsum beobachtet werden. Die Verzehrgeohnheiten verschiedener Altersgruppen ergaben einen mit 45 Prozent vergleichsweise höheren Kohlenhydratanteil der Nahrung bei Kindern und Jugendlichen. Hier stellen Mono- und Disaccharide – vor allem in Form von Süßwaren, aber auch alkoholfreien Erfrischungsgetränken – etwa 50 Prozent der Gesamtkohlenhydrataufnahme dar.

Bedeutung der Kariesentstehung

Vor diesem besonderen Hintergrund wurde auf die Bedeutung der Kariesentstehung und -prophylaxe sowie andere Erkrankungen des Zahnhalteapparates von *W. Wiedemann*, Würzburg, hingewiesen. Als hauptsächlicher ätiologischer Faktor für die Erkrankungen des Zahnes beziehungsweise Zahnhalteapparates ist seit langem die Plaque – eine aus Bakterien der Mundhöhle bestehende Masse in einer Mukopolysaccharidmatrix – bekannt, die den Zähnen fest anhaftet. Bei der Bildung von Plaques und kariogenen Säuren spielen neben dem Milieu der Mundhöhle vor allem niedermolekulare Kohlenhydrate wie Saccharose, aber auch andere Nahrungsbestandteile, zum Beispiel gekochte Stärke, eine entscheidende Rolle. Trotz des unverändert hohen Zuckerverbrauchs wird seit annähernd zwei Jahrzehnten weltweit über einen starken Rückgang des Kariesbefalls bei Jugendlichen berichtet. Der Zusammenhang zwischen Kohlenhydratverzehr, der Bildung von Plaques und kariogenen Säuren sei zwar unumstritten, dürfe jedoch, so *Wiedemann*, nicht isoliert betrachtet werden. Kompensatorisch wirkende Faktoren wie eine verbesserte Mundhygiene und vor allem Fluoride sind die Ursachen für den Rückgang der Kariesinzidenz und der Parodontopathien. In der anschließenden Diskussion kam die Überlegung auf, im Sinne einer Ernährungslenkung als Prophylaxe der Karies auch über eine erhöhte Fluoridzufuhr mit der Nahrung wie zum Beispiel über das Trinkwasser nachzudenken.

Glukosemetabolismus

Bevor im weiteren Tagungsverlauf auf die mögliche Bedeutung der Kohlenhydrate bei der Entstehung beziehungsweise Prävention sogenannter Zivilisationskrankheiten eingegangen wurde, brachte *Müller*, Kiel, einen umfassenden Überblick über den Stoffwechsel der Kohlenhydrate. Demnach besteht im Nüchternzustand und in Ruhe gemessen ein Gleichgewicht zwischen Glukoseproduktion (Glykogenolyse und Glukoneogenese) und dem Glukoseverbrauch (oxidativ und nicht-oxidativ) von 1,8 bis 2,3 mg Glukose/kg Körpergewicht und Minute. Bei kohlenhydratreicher Nahrung wird Glukose nahezu vollständig resorbiert und zu 29 Prozent von der Leber, 26 Prozent vom Muskelgewebe, 23 Prozent vom Gehirn, 7 Prozent von den Nieren, 4 Prozent vom Herzmuskel, 3 Prozent vom Fettgewebe und den restlichen Organen aufgenommen. Lediglich 37 Prozent der resorbierten Glukose werden oxidiert und zwar vornehmlich im Gehirn, während 63 Prozent der Glukose hauptsächlich in der Leber in Form von Glykogen gespeichert wird. Bei länger andauernder Nahrungskarenz sinkt die hepatische Glukoseproduktion und verschiebt sich zugunsten der Glukoneogenese. Die entscheidenden regulatorischen Mechanismen gehen von der Glukose selbst beziehungsweise Insulin aus. Insulin hemmt die hepatische Glukoseproduktion und stimuliert den Glukoseverbrauch. Die Glukose selbst greift in Abhängigkeit vom Blutglukose- und Insulinspiegel nur begrenzt in den Mechanismus ein. Die genauen Kenntnisse der Stoffwechselflüsse der Glukose setzt *Müller* als eine entscheidende Grundlage für die Berechnung und Ermittlung des Kohlenhydratbedarfes voraus. Hierbei ist von metabolischer Seite keine Unterscheidung in Mono-, Di- oder Polysaccharide notwendig. Er ermittelt eine Kohlenhydratmenge von 50 bis 100 g/Tag zur Hemmung des Proteinkatabolismus, 300 g Glukose/Tag zur Deckung der maximalen Glukoseoxidationsrate, 100 bis 200 g/Tag zur Prävention einer Hypoglykämie und bei schwer fehlernährten Patienten

maximal 700 g/Glukose oberhalb der Oxidationsrate zum Wiederauffüllen der Glykogenspeicher.

Kohlenhydrate und Übergewicht

Ein besonderes Augenmerk galt sowohl den Ausführungen von *Bässler*, Mainz, als auch *Hauner*, Düsseldorf, zum Kohlenhydratstoffwechsel und dessen Bedeutung für die Entstehung und Behandlung von Übergewicht und Fettsucht. *Bässler* gab in seinem Vortrag „Kohlenhydrate und Lipacidogenese“ einen Überblick über epidemiologische Studien, aus denen eine inverse Korrelation zwischen Kohlenhydratzufuhr und Übergewicht ersichtlich ist. In zahlreichen Stoffwechseluntersuchungen konnte gezeigt werden, daß die mit der Nahrung aufgenommenen Kohlenhydrate primär zur Deckung des Energiebedarfes dienen, während Fette unter hyperkalorischer Ernährung als Depotfett gespeichert werden. *Bässler* vertrat die Ansicht, daß bereits die energetische Neutralität der Einlagerung von Fett ins Fettgewebe gegenüber der energieverbrauchenden Umwandlung von Kohlenhydraten in Fett einen wesentlichen Hinweis dafür gäben. Er verwies unter anderem auf eine Studie von *Acheson et al.* (1991), in der die Lipacidogenese aus Kohlenhydraten gemessen wurde. Sie zeigte, daß es bei positiver Energiebilanz unter extrem hoher Kohlenhydratzufuhr, das heißt nach Auffüllen der Glykogenspeicher auf mindestens 500 g und Erreichen der maximalen Glukoseoxidationsrate, zu einer deutlichen Lipacidogenese kommt. Solch eine hohe Kohlenhydratzufuhr hat jedoch für die praktische, orale Ernährung keine Relevanz. Bei langfristiger hyperkalorischer, kohlenhydratreicher Ernährung ist zwar mit einem vermehrten Fettansatz zu rechnen, dieser ist jedoch auf die Hemmung der Lipolyse und Schonung der Fettvorräte zurückzuführen. In diesem Zusammenhang wies *Hauner* weiterhin auf Unterschiede der Oxidation von Kohlenhydraten und Fetten hin. Während die Regulation der Glukoseoxidation vom Körper ent-

sprechend des Kohlenhydratangebots gesteuert werden kann, bleibt die Fettoxidation von der Fettzufuhr selbst im wesentlichen unberührt. Neben den Unterschieden bezüglich des Metabolismus von Kohlenhydraten und Fett mißt *Hauner* ebenfalls den unterschiedlichen Sättigungseffekten beider Makronährstoffe in bezug auf die Energiebilanz große Bedeutung zu. Aus Experimenten ist die schnellere Sättigung durch Kohlenhydrate im Vergleich zu Fett bekannt. Neuere Hinweise auf eine mögliche appetitsteigernde Wirkung von Zucker (Disaccharide) und der damit häufig verbundenen hyperkalorischen Ernährung seien derzeit nicht hinreichend bewiesen. Der mit einigen zuckerreichen Lebensmitteln vielfach gekoppelte hohe Fettkonsum müsse jedoch in diesem Zusammenhang weiterhin kritisch bewertet werden.

Komplexe Kohlenhydrate

Die ernährungsmedizinische Bedeutung komplexer Kohlenhydrate, vor allem die der Ballaststoffe und resistenten Stärke, stellte *Scheppach*, Würzburg, umfassend dar. Bereits seit Anfang der 70er Jahre wird die Bedeutung der komplexen Kohlenhydrate, das heißt der Nahrungsbestandteile, die vom menschlichen Enzymsystem des Pankreas und Dünndarms nicht abgebaut werden können, untersucht. Die Wirkung der Ballaststoffe für die Entstehung von Funktionsstörungen des Kolons wie Obstipation, Divertikulose und Karzinome wird seit längerem diskutiert. Hier stehen in erster Linie ihre Auswirkung auf das Stuhlgewicht, das Kolonmilieu und insbesondere die Bildung kurzkettiger Fettsäuren wie Acetat, Propionat und n-Butyrat als Stoffwechselprodukte des anaeroben, bakteriellen Kohlenhydratabbaus im Kolon (Fermentation) im Vordergrund. *Scheppach* machte ebenfalls auf die ernährungsmedizinische Bedeutung nicht vollständig hydrolysiertes Stärke aufmerksam. Aus der Mischkost sind der Fermentation im Kolon neben 70 Prozent der Nicht-Stärke-Po-

lysaccharide weitere 10 Prozent aus resistenter Stärke zugänglich. Es konnte gezeigt werden, daß besonders bei der Fermentation resistenter Stärke große Mengen Butyrat gebildet werden. Aufgrund wissenschaftlicher Untersuchungen scheint offensichtlich vor allem n-Butyrat im Zusammenhang mit der protektiven Wirkung der komplexen Kohlenhydrate bei der Karzinogenese eine wesentliche Rolle zu spielen.

Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes

Auf die Entstehung und Behandlung weiterer Erkrankungen des Gastrointestinaltraktes ging *Kasper*, Würzburg, ein. Er stellte die kontrovers diskutierten Meinungen zur möglichen Wirkung eines erhöhten Zuckerkonsums bei Erkrankungen wie Cholelithiasis, Morbus Crohn, Colitis ulcerosa sowie auf die Candidabesiedlung des Gastrointestinaltraktes kritisch dar. Anfängliche Vermutungen über eine Lithogenitätsänderung der Gallenflüssigkeit bei Cholelithiasis infolge eines hohen Zuckerkonsums konnten durch gezielte Untersuchungen ausgeräumt werden. Vielmehr ist heute Stand der Wissenschaft, daß der mit einem hohen Zuckerkonsum häufig assoziierte niedrige Verzehr an Ballaststoffen einen negativen Einfluß auf die Zusammensetzung der Gallenflüssigkeit nimmt und im Sinne einer Cholesterinanreicherung die Bildung von Cholesteinen in der Gallenblase begünstigt. Bei seinen Erläuterungen zu chronisch entzündlichen Darmprozessen wie M. Crohn und Colitis ulcerosa vertritt *Kasper* die Ansicht, daß die derzeit vorliegenden Studien zur Analyse des Einflusses des Zuckerkonsums keine hinreichend gesicherten Belege liefern. Ähnlich kritisch steht er den bisherigen Untersuchungen zur Pathogenese und Behandlung der Candidiasis gegenüber, die weder einen eindeutigen Beweis für den Einfluß des Zuckerkonsums auf die Candidabesiedlung im Darm noch für die Bedeutung einer Besiedlung mit *Candida albicans* für die Entstehung zahlreicher Erkrankungen liefern.

Ernährungsempfehlungen für Diabetiker

Im Hinblick auf die aktuellen Empfehlungänderungen der internationalen Diabetesgesellschaften bezüglich der Verwendung von Haushaltszucker war die besondere Stoffwechsellage des Diabetikers ein wesentlicher Bestandteil der Diskussion. Grundsätzlich ziehen Stärke und ballaststoffreiche Nahrungsmittel geringere glykämische Antworten als Glukose nach sich. Dies gilt aufgrund des Fruktoseanteils auch für die Saccharose. So führt selbst bei Typ-I-Diabetikern die Verwendung von Haushaltszucker zum Süßen zu keiner Verschlechterung der Stoffwechsellage. *Schrezenmeir*, Kiel, hält demnach eine Begrenzung des Zuckerkonsums (Haushaltszucker), die über die für die Allgemeinbevölkerung geltende Empfehlung von < 10 Prozent der Energiezufuhr hinausgeht, und die Verwendung von speziellen diätetischen Lebensmitteln in der Diabeteskost von wissenschaftlicher Seite nicht länger für notwendig. Eine entsprechende gesetzliche Änderung (vergleiche § 12 DiätVO) sei in Vorbereitung. Nach wie vor als nachteilig zu bewerten ist jedoch – besonders bei Typ-II-Diabetikern beziehungsweise beim metabolischen Syndrom – die langfristig negative Auswirkung des Zuckers beziehungsweise der Zuckeraustauschstoffe auf den Fettstoffwechsel im Sinne einer Triglyzeriderhöhung.

In einem Statement erläuterte *Sailer*, Bad Neustadt/S., das gegenwärtige Procedere bei der Diabetesberatung und die weitreichenden Complianceschwierigkeiten. Unter diesen Aspekten gibt er zu bedenken, daß eine wesentlich großzügigere Handhabung der Verwendung von Haushaltszucker zu erheblicher Verunsicherung bei Patient und Therapeut beitragen dürfte.

Kohlenhydrate in der Sportlerernährung

Im Anschluß an die ernährungsbedingten Erkrankungen lieferte *Berg*, Freiburg, einen umfassenden Überblick über den Zusammenhang von

Kohlenhydraten und körperlicher Leistungsfähigkeit. Wegen der raschen Metabolik der Kohlenhydrate, ihrer Speicherkapazität in Form von Muskelglykogen, der Möglichkeit auch kurzfristig anaerob Energie bereitzustellen, und ihres günstigen energetischen Wirkungsgrades wird den Kohlenhydraten in der Sportlernahrung seit langem besondere Beachtung geschenkt. Die genauen Kenntnisse des Glykogenstoffwechsels anhand muskelbiopischer Untersuchungen machten eine Analyse des individuellen Trainingszustandes und die Ermittlung des Kohlenhydratbedarfs von Sportlern möglich. Insbesondere bei Sportarten mit intensiver, lang andauernder Belastung gilt es, über die Empfehlungen der normalen Mischkost hinaus durch gezielte, kohlenhydratreiche Ernährung einen entsprechend hohen Glykogengehalt der Arbeitsmuskulatur zu erreichen und somit ihre mögliche Arbeitszeit zu verlängern.

Fettarme, kohlenhydratreiche Ernährung erwünscht

In einer vergleichenden Betrachtung aktueller nationaler und internationaler Empfehlungen und Richtlinien zur Kohlenhydratzufuhr für die Normalbevölkerung stellte *Großklaus*, Berlin, eine gute Übereinstimmung im Hinblick auf eine allgemeine Fettreduktion bei gleichzeitiger Zunahme der Kohlenhydratzufuhr fest. Insgesamt liegt der Anteil der Kohlenhydrate an der Gesamtenergiemenge zwischen 45 und 65 Prozent. Als unzureichend sind seiner Meinung nach jedoch in jedem Falle die Aussagen zu Art und Umfang der verschiedenen Kohlenhydrate zu bewerten und differenziertere praktische Regeln zur Lebensmittelauswahl unerlässlich. In der anschließenden Diskussion wurde darauf hingewiesen, daß die Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) zur gesunden und damit fettarmen, kohlenhydratreichen Ernährung in der Bevölkerung häufig nicht erreicht werden und insbesondere der Konsum von komplexen Kohlenhydraten gesteigert werden müsse. Bei dem derzeitigen Zuckerkonsum und der

meist hyperkalorischen Ernährung sei nicht mit einem vielfach diskutierten Bedarfsdefizit an essentiellen Nährstoffen sowie Ballaststoffen und sekundären Pflanzenstoffen zu rechnen.

Alternative Ernährungsformen

Im Hinblick auf die Empfehlungen der DGE wurde der Stellenwert der Kohlenhydrate in alternativen Kostformen von *Leitzmann*, Gießen, vergleichend dargestellt. Exakte Empfehlungen zur Kohlenhydratzufuhr finden sich hier eher selten und beschränken sich fast ausschließlich auf die Bedeutung komplexer Kohlenhydrate beziehungsweise Ballaststoffe. *Leitzmann* weist auf Studien zur Nährstoffversorgung hin, in denen gezeigt werden konnte, daß die Kohlenhydratzufuhr im Vergleich zur Durchschnittskost bei alternativen Kostformen zwar grundsätzlich höher liegt, die Empfehlungen der DGE jedoch lediglich bei veganen oder rohköstlichen alternativen Ernährungsformen erreicht beziehungsweise überschritten werden. Während im natürlichen Verbund vorkommende Zucker in der Mehrzahl der alternativen Kostformen eine eher untergeordnete Rolle spielen, wird die Ver-

wendung von Haushaltszucker meist aus ideologischen – lediglich in der Vollwertkost aus Lahnstein aus „gesundheitlichen“ – Gründen abgelehnt. Von einigen Vertretern alternativer Ernährungsformen wird Zucker zwar als überflüssig betrachtet, sparsam und als „Gewürz“ verwendet jedoch häufig akzeptiert.

In einer Abschlußdiskussion wurde festgehalten, daß, gesamthaft betrachtet, heute aus ernährungsmedizinischer Sicht weniger Argumente gegen den Zuckerverzehr vorliegen, als im Jahre 1990, als eine Expertengruppe der WHO die Empfehlung einer Beschränkung auf weniger als 10 Prozent der Energiezufuhr formuliert hat. Mehrheitlich wurde in der Diskussion dennoch das Beibehalten eines Richtwertes für sinnvoll erachtet.

Prof. Dr. med. Reinhold Kluthe,
Dipl.-Oecotroph.
Stefanie Rosenbaum-Fabian
Deutsche Akademie für
Ernährungsmedizin
Reichsgrafenstraße 11
79102 Freiburg

Prof. Dr. med. Heinrich Kasper
Medizinische Universitätsklinik
Luidpoldkrankenhaus
Josef-Schneider-Straße 2
97080 Würzburg

Kontroverse über Spermienqualität

In zwei unabhängig voneinander publizierten Studien aus Schottland und Frankreich kommen die Untersucher bezüglich der Spermienqualität gesunder Europäer in dem Zeitraum von 1977 bis 1995 zu völlig unterschiedlichen Ergebnissen.

Während die Studie aus Schottland bei 577 Spendern eine nachlassende Spermienkonzentration, eine Verringerung der absoluten Spermienzahl sowie eine Abnahme der Spermienmotilität in Abhängigkeit vom Geburtsjahrgang feststellte, konnte dies bei der französischen Studie an 302 Spendern nicht nachgewiesen werden.

Die Autoren der britischen Studie vermuten in erster Linie Umweltfaktoren, vor allem sogenannte Xe-

no-Östrogene in der Ernährung als ursächlich für ihre Beobachtung; die französischen Untersucher machen dagegen das zunehmende höhere Spenderalter für die gefundene verringerte Spermienkonzentration verantwortlich. acc

Bujan, L et al.: Time series analysis of sperm concentration in fertile men in Toulouse, France, between 1977 and 1992. *BMJ* 1996; 312: 471-2.

Dr. Bujan, Centre de Stérilité Masculine, Centre Hospitalier Universitaire LaGrave, 31052 Toulouse, Frankreich

Irvine S et al.: Evidence of deteriorating semen quality in the United Kingdom: birth cohort study in 577 men in Scotland over 11 years. *BMJ* 1996; 312: 467-71

Dr. Irvine, Medical Research Council, Reproductive Biology Unit, Centre for Reproductive Biology, Edinburgh, EH3 9EW, Großbritannien