

Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)

O. Mosbach-Schulz, I. Seiffert, C. Sommerfeld

**Abschätzung der Acrylamid-Aufnahme
durch hochbelastete Nahrungsmittel
in Deutschland**

2003

BfR-Hefte

O. Mosbach-Schulz, I. Seiffert, C. Sommerfeld

Abschätzung der Acrylamid-Aufnahme
durch hochbelastete Lebensmittel in Deutschland

Bundesinstitut für Risikobewertung
– Pressestelle – Thielallee 88-92, 14195 Berlin
Berlin 2003 (BfR-Hefte xx/2003)
90 Seiten, 25 Abbildungen, 74 Tabellen
€

Druck: Umschlag
Inhalt und buchbinderische Verarbeitung

ISSN • ISBN

O. Mosbach-Schulz, I. Seiffert, C. Sommerfeld

**Abschätzung der Acrylamid-Aufnahme
durch hochbelastete Nahrungsmittel in Deutschland**

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Fragestellung	7
2	Vorhandene Datengrundlagen	9
2.1	Daten der Nationalen Verzehrsstudie	10
2.2	Daten des Bundesgesundheits surveys	15
2.3	Diskussion	17
3	Befragung Berliner Jugendlicher	19
3.1	Beschreibung der Stichprobe	19
3.1.1	Soziodemographische Daten	19
3.1.2	Körpergewicht	25
3.1.3	Wochentag der Erhebung	28
3.2	Verzehrsverhalten Jugendlicher	30
3.2.1	Verzehrhäufigkeiten	31
3.2.2	Verzehrmengen	35
3.2.3	Zusammenfassung	43
4	Belastung von Lebensmitteln mit Acrylamid	45
4.1	Acrylamidgehalte ausgewählter Lebensmittel	47
4.1.1	Haferflocken, Müsli, Cornflakes	47
4.1.2	Müsli-Riegel	48
4.1.3	Knäckebrot	48
4.1.4	Toastbrot	49
4.1.5	Kekse, Waffeln	50
4.1.6	Kräcker, Salzstangen	51
4.1.7	Erdnussflips, Taccos	52
4.1.8	Erdnüsse	53
4.1.9	Kartoffelchips	53
4.1.10	Pommes frites	54
4.1.11	Bratkartoffeln, Rösti	55
4.1.12	Kaffee	56
4.1.13	Popcorn	58
4.2	Zusammenfassung	59
5	Expositionsabschätzung	61
6	Schlussfolgerungen	71
7	Literatur	78
8	Verzeichnis der Abkürzungen	80
9	Anhänge	82
	Anhang 1: Angepasste Verteilungen	82
	Anhang 2: Fragebogen	84
10	Zusammenfassung	90

1 Ausgangslage und Fragestellung

Acrylamid ist der monomere Ausgangsstoff bei der Produktion von Polyacrylamid. Bei seiner Bildung entstehen Makromoleküle mit nur noch geringen Anteilen des Restmonomers Acrylamid. Die toxikologischen Eigenschaften des Makromoleküls Polyacrylamid unterscheiden sich deutlich von denen des Monomers, welches eine Reihe unerwünschter, toxikologischer Effekte auslöst. Aus diesem Grund konzentrierte sich die Expositionsabschätzung bezüglich Acrylamid bislang auf den Restmonomergehalt und die Anwendungsgebiete von Polyacrylamid. Diese liegen z.B. in der Trinkwasseraufbereitung (Flockungsmittel), in der Mineralaufbereitung, in der Papierindustrie (Bindemittel), in Lebensmittelverpackungen, sowie kosmetischen Mitteln (Bindemittel).

Untersuchungen zur neurotoxischen, krebserzeugenden und mutagenen Wirkung von Acrylamid sind schon längere Zeit bekannt. Acrylamid wurde daraufhin vom Internationalen Krebsforschungszentrum (IARC) als „wahrscheinlich krebserzeugend beim Menschen“ und im Rahmen der EU-Altstoffbewertung in Kategorie 2 der krebserzeugenden und erbgutverändernden Stoffe eingestuft [siehe als Zusammenfassung: Madle et al. 2003]. Die Aufnahme ist daher nach dem ALARA-Prinzip (As low as reasonable achievable) zu vermeiden.

Während eines Unfalls beim Bau des Hallandsås-Tunnels in Schweden kam es 1997 zu einer größeren Freisetzung von Acrylamid in die Umwelt. Ein daraufhin durchgeführtes Biomonitoring erbrachte auch bei nicht betroffenen Kontrollpersonen einen erhöhten Gehalt von Acrylamid-Addukten im Blut, die nicht über die bisher betrachteten Expositionsquellen erklärt werden konnten.

Auf der Suche nach weiteren Eintragungspfadern zeigte sich, dass auch im gefilterten Hauptstrom des Zigarettenrauchs Acrylamid nachweisbar ist. Schließlich präsentierte im April 2002 die schwedische Lebensmittelbehörde erstmals den Nachweis von Acrylamid in weiteren Lebensmitteln, wie z.B. Kartoffelchips, Knäckebrot, Frühstückscerealien und Pommes frites.

In nachfolgenden weltweiten Untersuchungen wurde Acrylamid in unterschiedlichen Nahrungsmitteln nachgewiesen. Dabei zeigte sich, dass insbesondere stärkehaltige Lebensmittel betroffen sind, die „trocken“ stark erhitzt werden. Acrylamid entsteht dabei vermutlich im Zuge der Maillard-Reaktion, die ebenso an der Bräunung und an der Entstehung von Geschmacksstoffen beteiligt ist. Allerdings sind die genauen Voraussetzungen, die zur Entstehung von Acrylamid in Lebensmitteln führen, noch ungeklärt. Sicher ist jedoch, dass alle Menschen seit Jahrhunderten Acrylamid über die Nahrung aufgenommen haben und zur Zeit aufnehmen. Damit kommt einer verlässlichen Expositionsabschätzung eine besondere Bedeutung zu.

2 Vorhandene Datengrundlagen

In Deutschland konzentrierte sich die Aufmerksamkeit auf die Suche nach Produktgruppen, die Acrylamid enthalten können. Im September 2002 veröffentlichte die Bundesanstalt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) eine Liste mit sechs hochbelasteten Produktgruppen. Mit dem Signalwertkonzept wurden innerhalb dieser Produktgruppen besonders hohe Messwerte identifiziert: „Der Signalwert soll als Markierung den Herstellern und den Überwachungsbehörden eine Orientierungshilfe geben, bei welchen Erzeugnissen vorrangig Maßnahmen zur Minimierung der Acrylamid-Gehalte ansetzen müssen“ [BVL 2002]. Als Signalwert wird das 90%-Quantil der Messwerte der Acrylamid-Gehalte der deutschen Lebensmittelüberwachung in der jeweiligen Produktgruppe bezeichnet.

Tabelle 2.1: Signalwerte für Acrylamid in verschiedenen Produktgruppen

Produktgruppe	Signalwert [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	
	Stand: September 2002 [BVL 2002]	Stand: März 2003 [BVL 2003a]
Pommes frites	767	570
Kartoffelchips	1000 (1514) ¹	1000 (1200) ¹
Kekse aus Mürbeteig	797	660
Frühstückscerealien	257	260
Knäckebrot	612	610
Kaffeepulver	366	370
Kartoffelpuffer	–	1000 (1300) ¹
Lebkuchen /-gebäck	–	1000 (1370) ¹
Spekulatius	–	710

¹= Signalwert maximal 1000 $\mu\text{g}/\text{kg}$, in Klammern das 90%-Quantil

Damit bot sich ein erster Ansatz, die Acrylamid-Aufnahme in der deutschen Bevölkerung durch hochbelastete Lebensmittel abzuschätzen.

Eine Expositionsabschätzung verknüpft dabei die Belastungen in bestimmten Lebensmitteln mit dem Verzehr in der Bevölkerung. Zum letzteren liegen Daten aus verschiedenen Studien in Deutschland vor.

Tabelle 2.2: Verzehrsstudien nach ihren Grundgesamtheiten (modifiziert und ergänzt nach Gedrich, Karg [2000])

Persönlich	Räumlich Gesamtes Bundesgebiet	Teile des Bundesgebiets
Alle Alters- und Geschlechtsgruppen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nationale Verzehrsstudie (NVS) 1985-89 ▪ Ernährungsbericht 1996, 2000 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bayerische Verzehrsstudie (BVS) 1995 ▪ 1. Sächsische Verzehrsstudie (SVS) 2001
Ausgewählte Alters- und Geschlechtsgruppen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bundesgesundheitsurvey, Ernährungssurvey 1998 ▪ Kinder-Jugend-Gesundheit21.de Pretest 2001-2002, Hauptstudie 2003-2006 ▪ Deutsche Herz-Kreislauf-Präventionsstudie (DHP) ▪ Umweltsurvey 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Regionale Gesundheits-, Ernährungssurveys ▪ Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Study (DONALD-Studie) ▪ Kiel Obesity Prevention Study (KOPS) ▪ Gießener Senioren- Langzeitstudie (GISELA) ▪ European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) ▪ Monitoring Trends and Determinants in Cardiovascular Disease (MONICA) ▪ Prävention-Erziehungs-Programm (PEP) Nürnberg

Allerdings bieten diese Studien sehr unterschiedliche Informationen, da sie zu verschiedenen Zeitpunkten und in verschiedenen Regionen, teilweise nur für ausgewählte Teile der Bevölkerung und mit unterschiedlichen methodischen Konzepten erhoben wurden. Hinzu kommt, dass das primäre Ziel der bislang durchgeführten Verzehrsstudien die Ermittlung der Nährstoffaufnahme und nicht die Abschätzung der Exposition gegenüber einem neu entdeckten Schadstoff war. Damit wurden bei der Erfassung häufig für den Acrylamid-Gehalt wichtige Unterscheidungen insbesondere in Zusammensetzung und Zubereitung der Lebensmittel nicht berücksichtigt. Zukünftige Studien sollten insbesondere Fragen zur häuslichen Zubereitung der Speisen mit aufnehmen.

Vier vorliegende Studien sind für die Expositionsabschätzung gegenüber Acrylamid von besonderem Interesse:

1. **Nationale Verzehrsstudie (NVS)**
 Erhebungszeitraum: 10.1985 – 01.1989
 Teilnehmer: ca. 25000 Teilnehmer über 4 Jahre, repräsentativ für die BRD
 Erhebungsmethode: Wiege-Protokolle der verzehrten Rohwaren für 7 Tage
 Zugänglichkeit: Public Use File über die Justus-Liebig-Universität Gießen
2. **Bundesgesundheitsurvey 1998 (BGS 98)**
 Erhebungszeitraum: 1998
 Teilnehmer: 7124 Teilnehmer im Alter von 18-79 Jahren, repräsentativ für Deutschland
 Erhebungsmethode: u.a. Häufigkeitsfragebogen für 47 Produktgruppen
 Zugänglichkeit: Public Use File über das Robert-Koch-Institut, Berlin
3. **Ernährungssurvey 1998**
 Erhebungszeitraum: 1998
 Teilnehmer: 4030 Teilnehmer im Alter von 18-79 Jahren, repräsentativ für Deutschland
 Erhebungsmethode: Computerunterstütztes Erinnerungsprotokoll zu typischen Speisen
 Zugänglichkeit: nicht frei verfügbar
 Datenhalter: Robert-Koch-Institut, Berlin
4. **Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Study (DONALD)**
 Erhebungszeitraum: seit 1985
 Teilnehmer: 466 Teilnehmer im Alter von 0-18 Jahren, interessierte Familien und Jugendliche
 Erhebungsmethode: Regelmäßige Wiege-Protokolle, teilweise mit Zubereitung für 3 Tage
 Zugänglichkeit: nicht frei verfügbar
 Datenhalter: Forschungsinstitut für Kinderernährung, Dortmund

2.1 Daten der Nationalen Verzehrsstudie

Als ein wertvolles Instrument zur groben Abschätzung der Problematik hat sich die Nationale Verzehrsstudie erwiesen. Die detaillierten Angaben der Wiegeprotokolle zum Verzehr verschiedenster Lebensmittel, verbunden mit dem großen Stichprobenumfang von ca. 25000 Teilnehmern in ca. 11000 Haushalten erlauben es, auch für selten verzehrte Speisen passende Angaben für die Bevölkerung in Deutschland zu finden.

Für die Expositionsabschätzung mit Acrylamid wurden Verzehrer betrachtet, die alle sechs hochbelasteten Produktgruppen mindestens einmal in der Woche zu sich nahmen. Die Nationale Verzehrsstudie liefert dazu die mittleren Verzehrsmengen pro Tag (Wochendurchschnitt). Verknüpft mit dem jeweiligen durchschnittlichen Gehalt an Acrylamid und summiert über die sechs Produktgruppen ergibt sich die mittlere Aufnahme von Acrylamid durch hochbelastete Lebensmittel bei Verzehrern.

$$\text{Acrylamidaufnahme / Tag} = \sum_{\text{Produktgruppe}} \text{Acrylamidgehalt} * \text{Verzehrsmenge / Tag}$$

Tabelle 2.3: Mittlere und extreme Acrylamid-Aufnahme von Verzhern durch hochbelastete Lebensmittel

Lebensmittel	Durchschnittlicher Verzehr			Extremer Verzehr		
	Mittlerer Acrylamid-Gehalt ² [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Mittlere Verzehrsmenge ¹ [g/Tag]	Mittlere Acrylamid-Aufnahme [$\mu\text{g}/\text{Tag}$]	90%-Quantil Acrylamid-Gehalt ² [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	90%-Quantil Verzehrsmenge ¹ [g/Tag]	Extreme Acrylamid-Aufnahme [$\mu\text{g}/\text{Tag}$]
Pommes frites	361	30.06	10.85	808	49.27	39.81
Kartoffelchips	822	15.22	12.51	1573	28.57	44.94
Kekse, Waffeln	303	14.43	4.37	774	32.14	24.88
Müsli, Cornflakes	92	22.76	2.09	235	54.29	12.76
Knäckebrot	429	8.18	3.51	1113	17.76	19.77
Kaffee /-ersatz	18 ⁽³⁾	378.64	6.72	31 ⁽³⁾	680.00	21.11
Summe			40,06			163.27

¹= basierend auf dem Wochendurchschnitt von Verzhern in der Nationalen Verzehrsstudie (NVS)

²= eigene Auswertung basierend auf den an das BVL bis Januar 2003 übermittelten Acrylamid-Messungen

³= Umrechnung: 6g Pulver = 120g Getränk bei 100% Auslösung (vgl. Abschnitt 4.1.12)

Anteile an der Acrylamid-Aufnahme

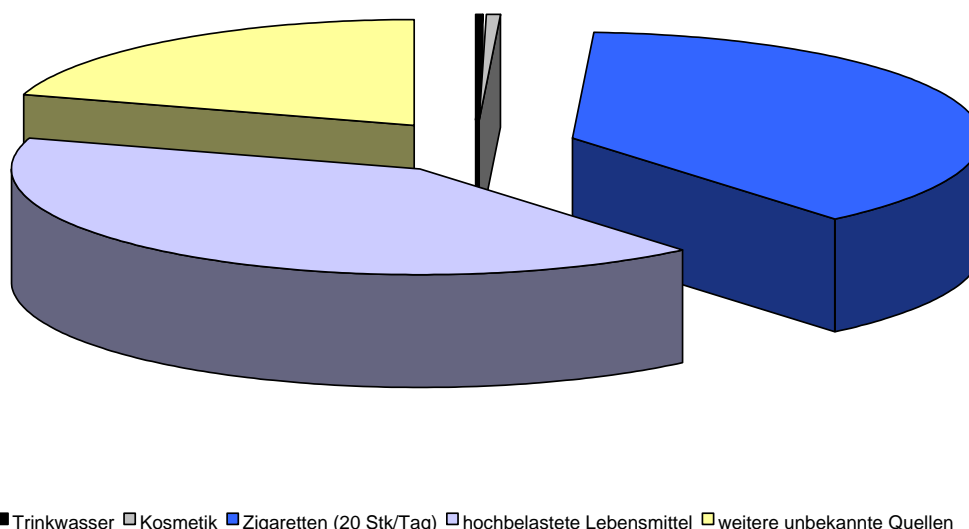


Abbildung 2.4: Grobe Schätzung der Anteile an der Gesamtaufnahme von Acrylamid

Auch wenn diese Abschätzung sehr grob ist, zeigt sie doch, dass hochbelasteten Lebensmitteln ein wesentlicher Anteil an der Acrylamid-Aufnahme zukommt [Madle et al. 2003]. Aussagen über den Anteil weiterer Lebensmittel oder unerkannter Eintragspfade können aber nicht gemacht werden.

Im Folgenden wird deshalb die Acrylamid-Aufnahme über Lebensmittel weiter dargestellt. Zunächst zeigt eine Aufteilung der Expositionsabschätzung nach Geschlecht und typischen Altersgruppen, dass junge Männer im Alter zwischen 19 und 24 Jahren die höchste durchschnittliche Acrylamid-Aufnahme aufweisen. Sie beträgt ca. 50 $\mu\text{g}/\text{Tag}$ durch die betrachteten 6 Produktgruppen. Während bei den männlichen Verzhern die Belastung zunächst ansteigt, im Alter aber wieder abfällt, bleiben weibliche Verzhern nach dem Anstieg bis zum Erwachsenenalter auf einem nicht so hohen aber gleichbleibenden Niveau.

Das Bild kehrt sich aber völlig um, wenn an Stelle der absoluten Aufnahme, die auf das Körpergewicht bezogene Belastung betrachtet wird. Auf Grund des verminderten Körpergewichts in der Jugend zeigt sich ein Maximum der auf das Körpergewicht bezogenen Belastung in der Kindheit mit stetigem Abfall.

Viele der betroffenen, hochbelasteten Lebensmittel begleiten uns ein Leben lang mit nur gering verändertem Konsum. Als Ausnahme fällt hier der Genuss von Kaffee auf, dem mit wachsendem Alter ein stärkerer Anteil an der Acrylamid-Aufnahme zukommt. Allerdings sind gerade die im Kindesalter konsumierten Ersatzkaffees auf Getreide- oder Malzbasis stärker als Bohnenkaffee mit Acrylamid belastet [BVL 2003a].

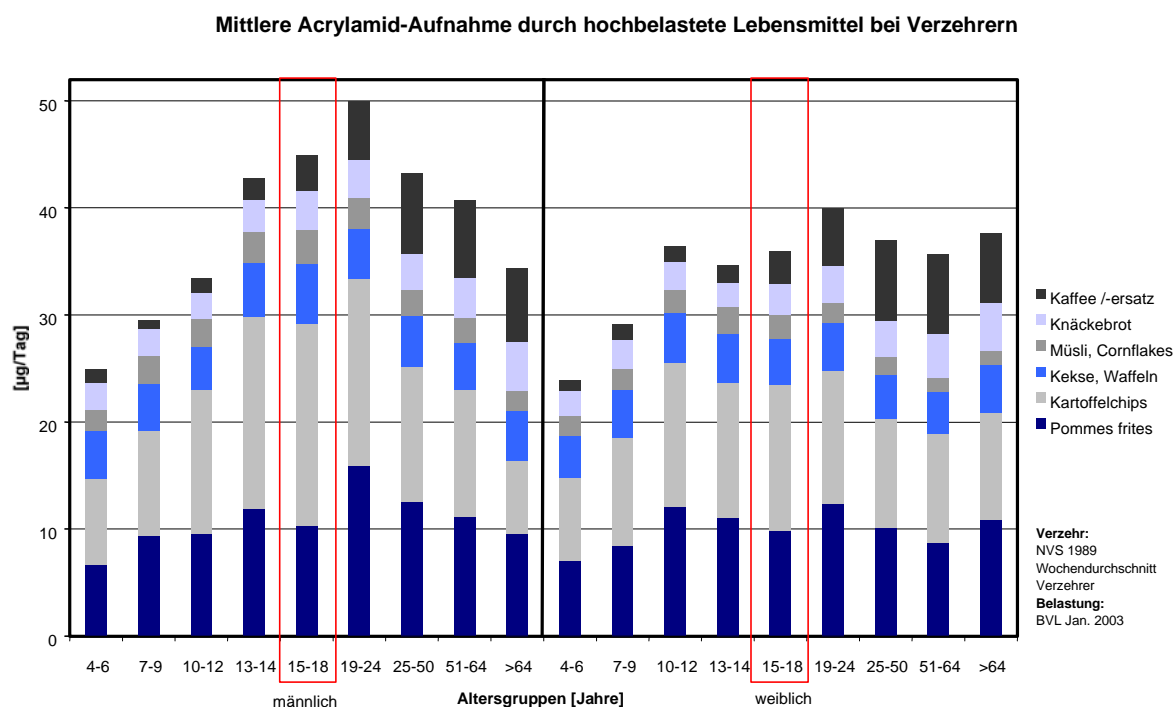


Abbildung 2.5: Mittlere Acrylamid-Aufnahme bei Verzehrnern durch hochbelastete Lebensmittel

Tabelle 2.6: Mittlere Acrylamid-Aufnahme bei männlichen Verzhern durch hochbelastete Lebensmittel

Mittlere Acrylamid-Aufnahme von männlichen Verzhern¹ durch hochbelastete Lebensmittel [$\mu\text{g}/\text{Tag}$]										
Mittlerer Acrylamid-Gehalt ²	Altersgruppe [Jahre]									
Lebensmittel	[$\mu\text{g}/\text{kg}$]	4-6	7-9	10-12	13-14	15-18	19-24	25-50	51-64	>64
Pommes frites	361	6.66	9.40	9.58	11.90	10.31	15.98	12.60	11.14	9.53
Kartoffelchips	822	8.06	9.83	13.43	17.91	18.91	17.39	12.57	11.87	6.83
Kekse, Waffeln	303	4.45	4.37	4.01	5.07	5.58	4.67	4.75	4.44	4.70
Müsli, Cornflakes	92	2.02	2.59	2.68	2.89	3.12	2.96	2.46	2.25	1.86
Knäckebrot	429	2.45	2.48	2.38	3.02	3.71	3.47	3.36	3.77	4.55
Kaffee /-ersatz	18 ⁽³⁾	1.29	0.83	1.32	1.96	3.34	5.44	7.55	7.20	6.86
Gesamt-aufnahme	[$\mu\text{g}/\text{Tag}$]	24.94	29.51	33.41	42.75	44.97	49.92	43.27	40.66	34.32
Mittleres Körpergewicht (KG)	[kg]	19	26	35	49	62	70	75	75	75
Mittlere auf das KG bezogene Belastung	[$\mu\text{g}/(\text{kgKG Tag})$]	1.312	1.135	0.954	0.873	0.725	0.713	0.577	0.542	0.458

¹ = basierend auf dem Wochendurchschnitt von Verzhern in der Nationalen Verzhersstudie (NVS) [Sommerfeld 2003]

² = eigene Auswertung der an das BVL bis Januar 2003 übermittelten Acrylamid-Messungen der dt. Lebensmittelüberwachung

³ = Belastung im Pulver: 355 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Umrechnung: 6g Pulver = 120g Getränk bei 100% Auslösung

Tabelle 2.7: Mittlere Acrylamid-Aufnahme bei weiblichen Verzhern durch hochbelastete Lebensmittel

Mittlere Acrylamid-Aufnahme von weiblichen Verzhern¹ durch hochbelastete Lebensmittel [$\mu\text{g}/\text{Tag}$]										
Mittlerer Acrylamid-Gehalt ²	Altersgruppe [Jahre]									
Lebensmittel	[$\mu\text{g}/\text{kg}$]	4-6	7-9	10-12	13-14	15-18	19-24	25-50	51-64	>64
Pommes frites	361	7.01	8.45	12.14	11.12	9.88	12.36	10.14	8.75	10.88
Kartoffelchips	822	7.81	10.08	13.40	12.62	13.59	12.44	10.16	10.18	10.08
Kekse, Waffeln	303	3.87	4.43	4.70	4.48	4.31	4.49	4.06	3.90	4.38
Müsli, Cornflakes	92	1.94	2.03	2.13	2.52	2.20	1.85	1.77	1.29	1.34
Knäckebrot	429	2.29	2.67	2.64	2.25	2.95	3.41	3.35	4.15	4.47
Kaffee /-ersatz	18 ⁽³⁾	0.95	1.45	1.41	1.68	3.06	5.36	7.52	7.38	6.49
Gesamt-aufnahme	[$\mu\text{g}/\text{Tag}$]	23.86	29.12	36.41	34.67	35.99	39.92	36.99	35.65	37.64
Mittleres Körpergewicht (KG)	[kg]	19	26	35	49	56	58	60	60	60
Mittlere auf das KG bezogene Belastung	[$\mu\text{g}/(\text{kgKG Tag})$]	1.256	1.120	1.040	0.708	0.643	0.688	0.617	0.594	0.627

¹ = basierend auf dem Wochendurchschnitt von Verzhern in der Nationalen Verzhersstudie (NVS) [Sommerfeld 2003]

² = eigene Auswertung der an das BVL bis Januar 2003 übermittelten Acrylamid-Messungen der dt. Lebensmittelüberwachung

³ = Belastung im Pulver: 355 $\mu\text{g}/\text{kg}$, Umrechnung: 6g Pulver = 120g Getränk bei 100% Auslösung

Mittlere interne Acrylamid-Belastung von Verzhern (bezogen auf das K6rpergewicht(KG))

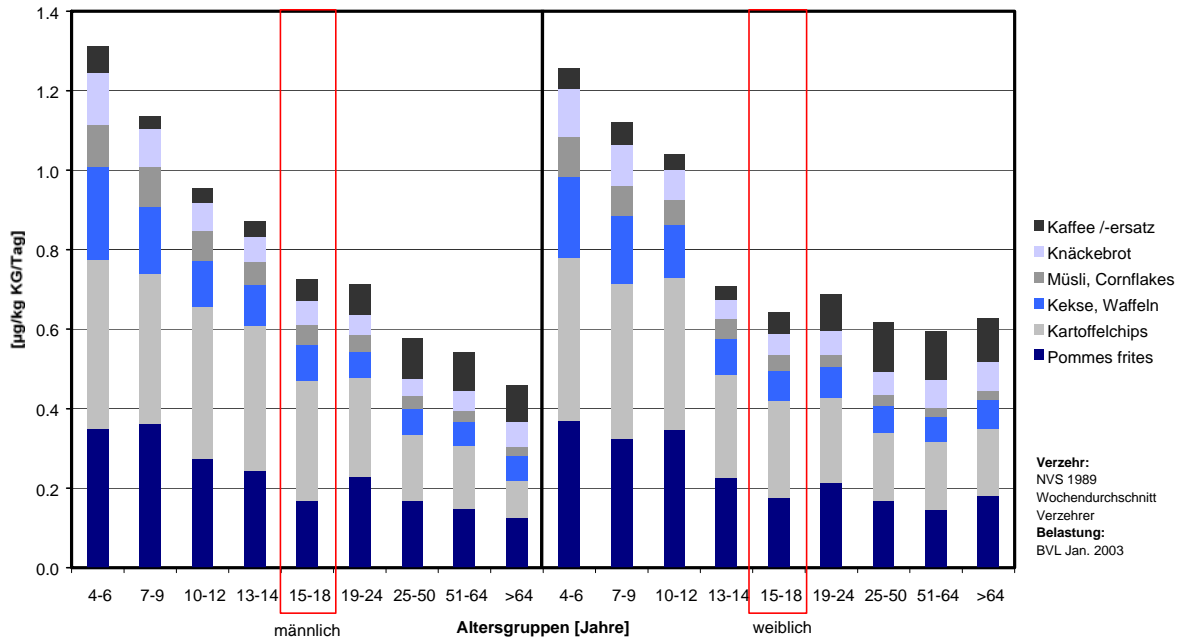


Abbildung 2.8: Mittlere interne Acrylamid-Belastung bei Verzhern

Anteile der hochbelasteten Lebensmittel an der Acrylamid-Aufnahme bei Verzhern

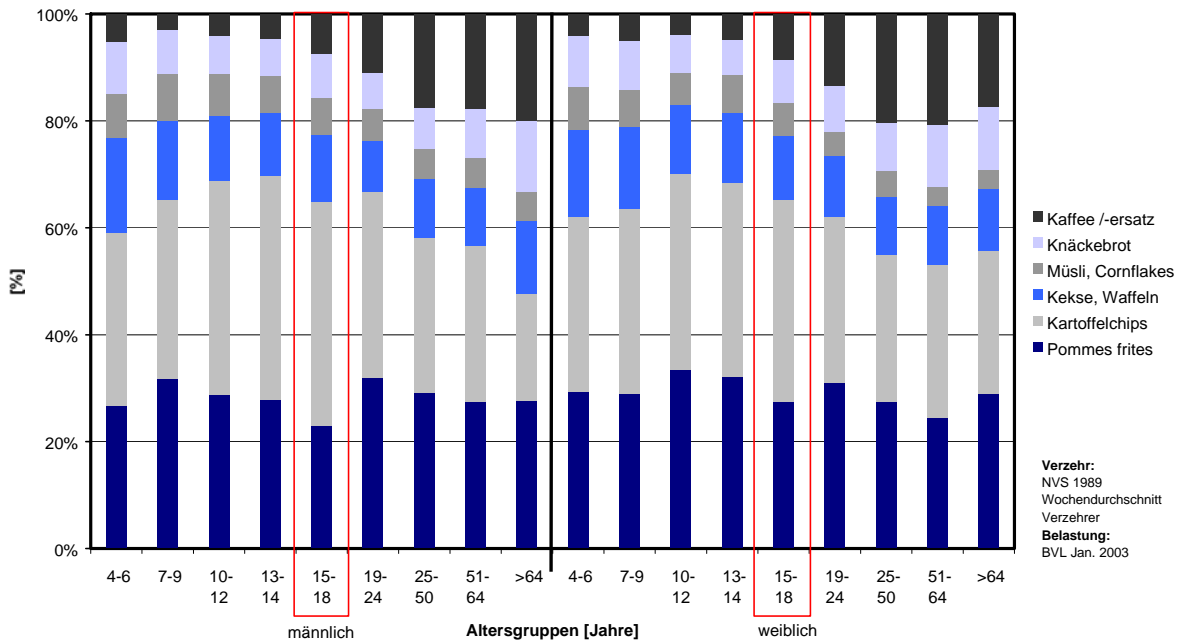


Abbildung 2.9: Anteile der hochbelasteten Lebensmittel an der Acrylamid-Aufnahme von Verzhern

Am Beispiel des Konsums von Kaffee bzw. Kaffeeersatz lässt sich aber nochmals besonders gut die Wirkungsweise der Expositionsabschätzung verdeutlichen. Während Kaffeepulver zu den mit durchschnittlich 355 µg/kg hochbelasteten Produkten gehört, findet sich im Kaffeegetränk auf Grund der Verdünnung mit Wasser nur noch ein Gehalt von 1/20 dieses Wertes, also 18 µg/kg. Damit ist der Acrylamid-Gehalt im Kaffeegetränk nur noch mit erhöhtem Aufwand messbar, d.h. dass das Getränk nicht mehr zu den hochbelasteten Lebensmitteln zählen würde.

Der große Anteil von Kaffee an der Acrylamid-Aufnahme resultiert also nicht aus der hohen Belastung, sondern aus der großen durchschnittlichen Verzehrsmenge von ca. 0.4 l/Tag = 400 g/Tag (täglich 3-4 Tassen) im Erwachsenenalter bei Kaffee-Trinkern. Dies liefert eine vergleichbare Zufuhr wie durchschnittlich 9 g/Tag Kartoffelchips (eine kleine Packung pro Woche) mit einem Acrylamid-Gehalt von 822 µg/kg bei Chipsessern.

Es ist deshalb nicht auszuschließen, dass auch weiterhin noch einzelne niedrigbelastete Lebensmittel, die jedoch in großer Menge verzehrt werden, einen nicht unerheblichen Anteil an der Acrylamid-Aufnahme der Konsumenten darstellen können. Hier ist insbesondere an Bier (z.B. Schwarzbier, Malzgetränke) und spezielle Brotsorten (z.B. Toastbrot) zu denken.

Die bisherigen Abschätzungen gingen immer von Verzehrem aller sechs Produktgruppen aus und betrachteten die Verzehrsmenge, die bei Verzehr innerhalb der protokollierten Woche durchschnittlich (Wochenmittel) zu sich genommen wurde. Die Nationale Verzehrsstudie gibt jedoch nur eingeschränkt Aussagen zum Anteil der Verzehrer in Deutschland, da seltene Lebensmittel im Protokoll eventuell nicht erfasst wurden.

2.2 Daten des Bundesgesundheitsveys

Die Verzehrhäufigkeit variiert aber wie die Verzehrsmenge mit Geschlecht und Alter. Frühstückscerealien, Kekse und Kartoffelchips werden häufiger von jungen, Kaffee häufiger von alten Menschen zu sich genommen. Bis auf den Kaffeekonsum scheinen die Produktgruppen alle eine besondere Jugendrelevanz zu besitzen. Genauere Daten liegen hierzu aber nicht vor. Im Bundesgesundheitsurvey 1998 finden sich nur Angaben zu wenigen Oberkategorien für Erwachsene im Alter von 18 bis 79 Jahren, die dies bestätigen.

Tabelle 2.10: Anteil wöchentlicher Verzehrer von hochbelasteten Lebensmitteln

Anteil wöchentlicher Verzehrer von hochbelasteten Lebensmitteln [%]								
Geschlecht	Altersgruppe [Jahre]							
	männlich				weiblich			
Lebensmittel	19-24	25-50	51-64	>64	19-24	25-50	51-64	>64
Knabberartikel	63.3	47.0	27.4	22.2	49.2	35.6	14.8	12.7
Gebratene / frittierte Kartoffeln	67.5	58.5	43.0	44.5	47.4	38.8	27.4	30.1
Müsli, Cornflakes	47.5	29.4	24.7	20.4	49.8	42.4	34.5	34.5
Kuchen, Kekse, Gebäck	78.4	72.5	69.2	69.4	81.6	74.9	70.1	69.1
Kaffee (mit Koffein)	64.6	88.0	87.4	80.6	61.9	85.0	85.1	80.3

¹ = basierend auf Angaben des Bundesgesundheitsveys [Sommerfeld 2003]

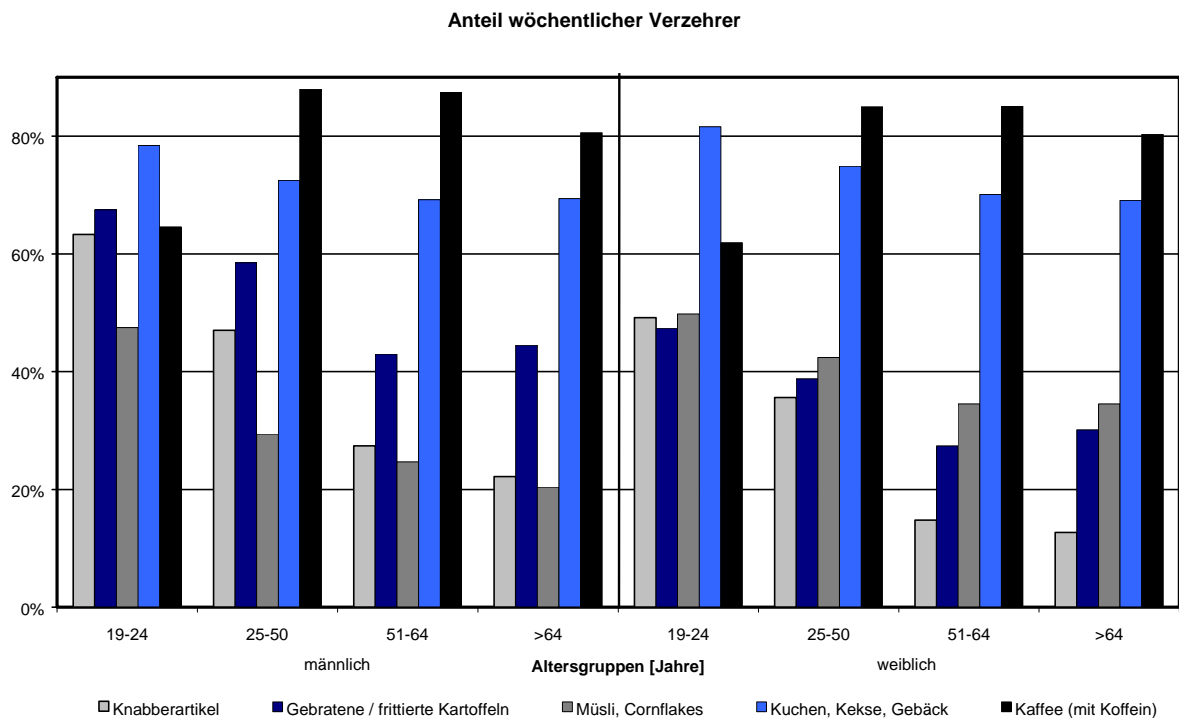


Abbildung 2.11: Anteil wöchentlicher Verzehrer von hochbelasteten Lebensmitteln

Etwas genauer wird die Verzehrshäufigkeit durch die Wahrscheinlichkeit ausgedrückt, dass eine Person an einem beliebigen Tag das entsprechende Lebensmittel zu sich nimmt. Hier zeigen sich die Unterschiede zwischen den Produktgruppen noch deutlicher.

Tabelle 2.12: Mittlere Verzehrswahrscheinlichkeit von hochbelasteten Lebensmitteln

Mittlere Verzehrswahrscheinlichkeit von hochbelasteten Lebensmitteln [%]									
Lebensmittel	Altersgruppe [Jahre]								
	männlich				weiblich				
	19-24	25-50	51-64	>64	19-24	25-50	51-64	>64	
Knabberartikel	31	21	13	11	22	17	8	7	
Gebratene / frittierte Kartoffeln	28	24	18	18	21	17	13	14	
Müsli, Cornflakes	28	17	15	15	32	24	22	20	
Kuchen, Kekse, Gebäck	38	33	31	33	37	35	31	31	
Kaffee (mit Koffein)	47	71	71	66	45	69	71	67	

¹ = basierend auf Angaben des Bundesgesundheitsveys

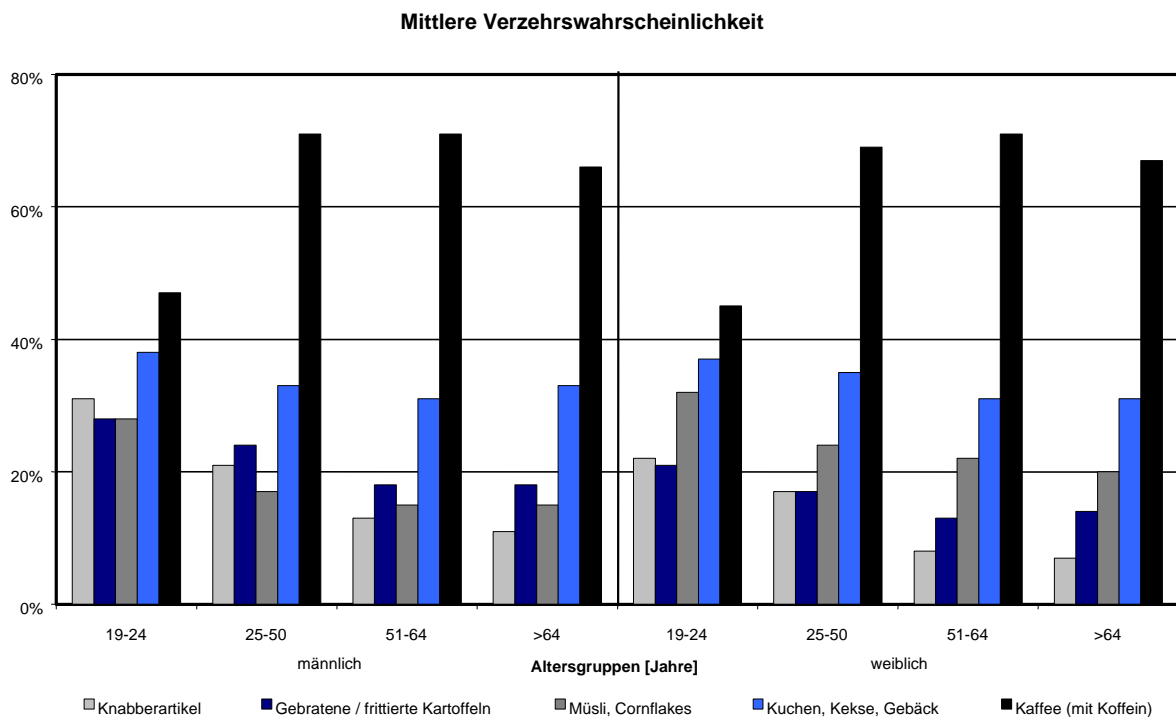


Abbildung 2.13: Mittlere Verzehrswahrscheinlichkeit von hochbelasteten Lebensmitteln

2.3 Diskussion

Die detaillierten Ernährungsdaten des Ernährungssurveys 1998 für Erwachsene und der DONALD-Studie für Kinder- und Jugendliche sind für eine Auswertung bzgl. Acrylamid nicht frei zugänglich. Kooperationen mit den entsprechenden Datenhaltern sind angedacht.

Zur Beurteilung der Relevanz des Problems für die Bevölkerung sind aber Angaben zur Verzehrshäufigkeit der belasteten Lebensmittel in Deutschland ebenso notwendig, wie zur Belastung selbst oder zur Verzehrsmenge.

Zudem ist insbesondere bei Kindern und Jugendlichen fraglich, ob die Angaben der Nationalen Verzehrsstudie, die vor über 13 Jahren erhoben wurden, heute noch gültig sind.

Mit Hilfe einer Fragebogen-Erhebung bei Berliner Jugendlichen sollte deshalb die aktuelle Exposition gegenüber Acrylamid in hochbelasteten Lebensmitteln erhoben werden.

Da vom Aufwand her eine repräsentative Studie nicht möglich war, dienen die Ergebnisse im Wesentlichen der Exploration des Problemfeldes. Beim Vorliegen starker Abweichungen zu den bisherigen Abschätzungen wären weitere Schritte notwendig.

3. Befragung Berliner Jugendlicher

3.1 Beschreibung der Stichprobe

Für die vorliegende Studie wurden zwischen Ende Oktober und Mitte Dezember 2003 Berliner Schülerinnen und Schülern der 10. Klassenstufe von allgemeinbildenden Schulen zu ihrem Ernährungsverhalten befragt.

Die Erhebung fand in Zusammenarbeit mit den Kinder- und Jugendgesundheitsdiensten von 7 Berliner Bezirken (zusätzlich: alte Bezirksnamen, die bis 2000 gültig waren):

- Charlottenburg-Wilmersdorf (Charlottenburg, Wilmersdorf)
- Friedrichshain-Kreuzberg (Friedrichshain, Kreuzberg)
- Marzahn-Hellersdorf (Marzahn, Hellersdorf)
- Mitte (Wedding, Tiergarten, Mitte)
- Neukölln (Neukölln)
- Spandau (Spandau)
- Treptow-Köpenick (Treptow, Köpenick)

im Rahmen ihrer Routineaufgaben statt. Dies sind 7 von 12 Berliner Bezirken. Zur Schulentlassung (10. Klassen der Haupt- und Realschulen) werden alle Schülerinnen und Schüler zur Feststellung ihrer Berufseignung (Erstuntersuchung) nach dem Jugendarbeitsschutzgesetz (§32 JArbSchG) einbestellt. Diese Untersuchung wird je nach Arbeitskapazität auch auf andere weiterführende Schularten ausgeweitet.

Die Fragebögen wurden an beliebigen Werktagen (Montag bis Freitag) jeweils in der Wartezeit vor der Untersuchung mit einer knappen Erläuterung des Zwecks der Erhebung an die Jugendlichen ausgehändigt. Die Teilnahme war freiwillig, so dass die Auswahl durch Selbstrekrutierung erfolgte. Angaben über den Umfang und die Zusammensetzung der Schülerinnen und Schüler, die eine Teilnahme ablehnten, liegen nicht vor. Allerdings deutet der starke Rücklauf auf eine sehr hohe Beteiligungsrate hin.

3.1.1 Soziodemographische Daten

Zur soziodemographischen Beschreibung fragten wir nach Alter und Geschlecht. Die ethnische Herkunft wurde über die Sprache zu Hause (Welche Sprache wird bei Ihnen zu Hause überwiegend gesprochen? deutsch / andere) ermittelt.

Wie alt sind Sie?	<input type="text"/>	Jahre
Welches Geschlecht haben Sie? (Bitte ankreuzen!)	<input type="radio"/> männlich	<input type="radio"/> weiblich
Welche Sprache wird bei Ihnen zu Hause überwiegend gesprochen? (Bitte ankreuzen!)	<input type="radio"/> deutsch	<input type="radio"/> andere

Abbildung 3.1: Fragen 4-6: Soziodemografische Daten

Zusätzlich wurde nach der Lage der Schule (alte Berliner Bezirke) und der Schulform (Hauptschule / Realschule / Gymnasium / Gesamtschule / sonstige) gefragt.

In welchem Stadtbezirk (alte Teilung) liegt Ihre Schule? (Bitte ankreuzen bzw. ergänzen!)

Charlottenburg
 Friedrichshain
 Hellersdorf
 Köpenick
 Kreuzberg
 Marzahn
 Mitte
 Neukölln
 Spandau
 Tiergarten
 Treptow
 Wedding
 Wilmersdorf
 anderer, welcher?

Welche Schule besuchen Sie? (Bitte ankreuzen!)

Hauptschule
 Realschule
 Gymnasium
 Gesamtschule
 sonstige

Abbildung 3.2: Fragen 11+12: Schulort und -typ

An der Erhebung beteiligten sich insgesamt 1137 Probanden. Um mit anderen ähnlichen Verzehrerhebungen vergleichbar zu bleiben, beschränkten wir das Alter für die Teilnahme auf den Bereich von 15 bis 18 Jahre. Dabei erfüllten 20 (1,8 %) Fragebögen nicht das Einschlusskriterium.

Auf weiteren 30 (2,6 %) Bögen fehlten Angaben zu Geschlecht, Alter oder Schulform, die für die Standardisierung benötigt wurden. Schließlich wurden 2 (0,2 %) Fragebögen wegen offensichtlich unplausibler Verzehrsmengen von der Auswertung ausgeschlossen. Damit standen abschließend N=1085 Bögen, entsprechend 95,4 %, zur Auswertung zur Verfügung. Die Stichprobe erfasst somit 3,3 % (1085 von 33137) der Gesamtpopulation der Berliner Schülerinnen und Schülern der 10. Jahrgangsstufe des Schuljahres 2002/03.

Im Vergleich zeigen sich nur geringe Unterschiede im Alter. Die mittlere Altersklasse (16 Jahre) ist etwas unterbesetzt.

Tabelle 3.3: Altersverteilung

Alter [Jahre]	Stichprobe (Erhebungszeitpunkt)		Referenz ¹ (in 2002 erreicht)	
	absolut	relativ [%]	absolut	relativ [%]
15	409	37,7	11.250	34,0
16	467	43,0	16.265	49,1
17-18	209	19,3	5.622	16,7
gesamt	1085	100	33.137	100,0

¹ = Altersklassen 15 Jahre und jünger, 16 Jahre, 17 Jahre und älter
Referenz: Berliner Schüler der allgemeinbildenden Schulen
der 10. Klassen des Schuljahres 2002/2003
Quelle: Statistisches Landesamt Berlin [StaLaB 2003a]

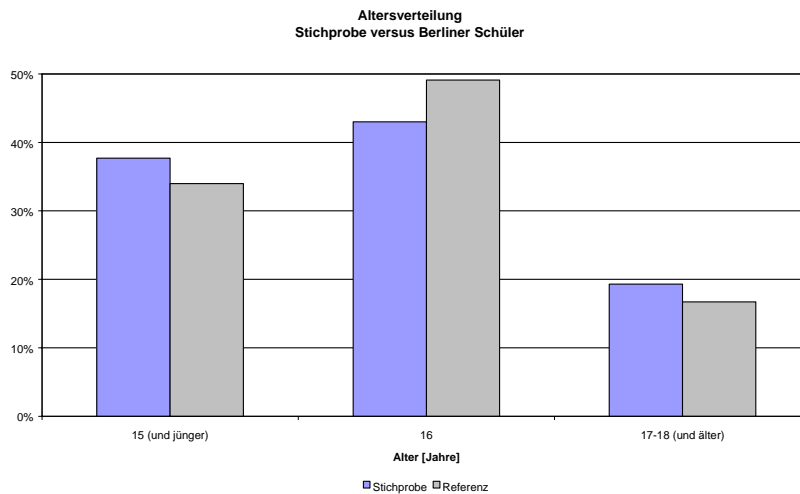


Abbildung 3.4: Altersverteilung

Ebenso überwiegen in der Stichprobe die männlichen Schüler leicht.

Tabelle 3.5: Geschlechterverteilung

Geschlecht	Stichprobe		Referenz	
	absolut	relativ [%]	absolut	relativ [%]
männlich	565	52,1	16.537	49,9
weiblich	520	47,9	16.600	50,1
gesamt	1085	100	33.137	100,0

Referenz: Berliner Schüler der allgemeinbildenden Schulen
der 10. Klassen des Schuljahres 2002/2003
Quelle: Statistisches Landesamt Berlin [StaLaB 2003a]

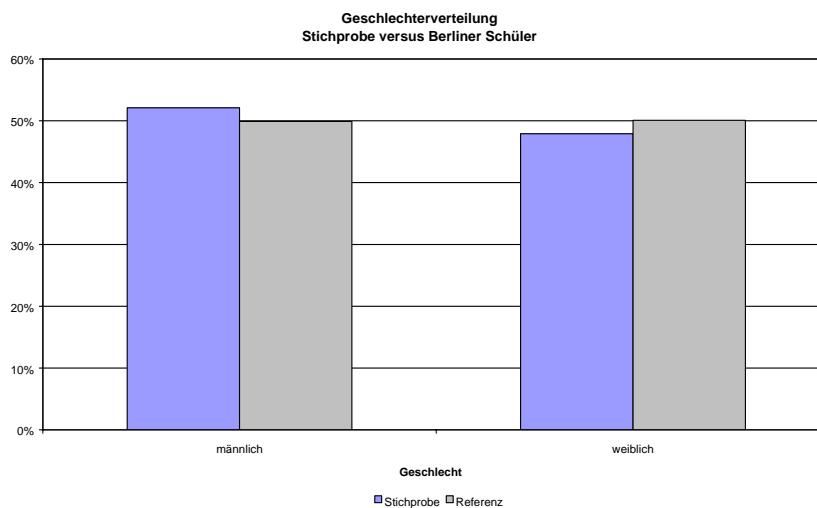


Abbildung 3.6: Geschlechterverteilung

Erhebliche Unterschiede ergeben sich im Vergleich des besuchten Schultyps zwischen Stichprobe und der Grundgesamtheit. In der Studie sind Gymnasiasten deutlich unterrepräsentiert. Dieses Ergebnis begründet sich durch die besondere Form der Rekrutierung parallel zur Untersuchung nach dem Jugendarbeitsschutzgesetz, die nur für Schulabgänger obligatorisch ist. Zwar weiten einige Kinder- und Jugendgesundheitsämter das Untersuchungsangebot auch auf Gymnasiasten aus, erfassen aber nur einen kleineren Anteil.

Tabelle 3.7: Verteilung Schultyp

Schultyp	Stichprobe		Referenz	
	absolut	relativ [%]	absolut	relativ [%]
Hauptschule	120	11,1	3.438	10,4
Realschule	406	37,4	7.364	22,2
Gymnasium	81	7,5	11.606	35,0
Gesamtschule	455	41,9	9.929	30,0
Sonstige	23	2,1	800	2,4
gesamt	1085	100	33.137	100

Referenz: Berliner Schüler der allgemeinbildenden Schulen
der 10. Klassen des Schuljahres 2002/2003
Quelle: Statistisches Landesamt Berlin [StaLaB 2003a]

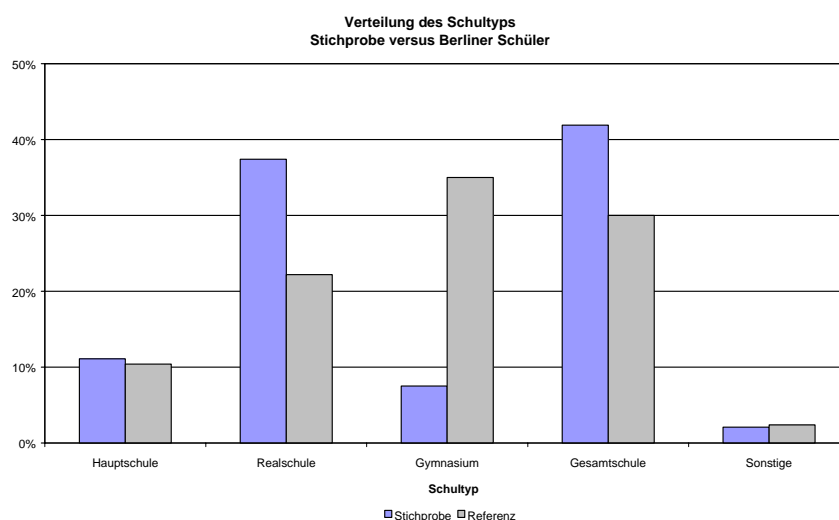


Abbildung 3.8: Verteilung Schultyp

Um dennoch allgemeine Aussagen über die Berliner Schülerinnen und Schüler der 10. Jahrgangsstufe treffen zu können, wurde die Stichprobe nach Alter, Geschlecht und Schulform standardisiert. Hierbei ergaben sich Gewichte zwischen 0,45 und 7,17. Alle weiteren Auswertungen wurden entsprechend gewichtet berechnet.

Tabelle 3.9: Standardisierung der Stichprobe nach Schultyp, Geschlecht und Alter

Schultyp	Geschlecht	Alter	Stichprobe		Referenz relativ [%]	Gewicht
			absolut	relativ [%]		
Hauptschule	männlich	15	14	1,29	0,89	0,69
		16	47	4,33	2,79	0,64
		17-18	22	2,03	2,29	1,13
	weiblich	15	9	0,83	0,70	0,85
		16	19	1,75	2,17	1,24
		17-18	9	0,83	1,53	1,85
Realschule	männlich	15	70	6,45	3,36	0,52
		16	100	9,22	5,96	0,65
		17-18	36	3,32	2,20	0,66
	weiblich	15	79	7,28	4,05	0,56
		16	85	7,83	5,16	0,66
		17-18	36	3,32	1,49	0,45
Gymnasium	männlich	15	17	1,57	6,15	3,93
		16	13	1,20	7,85	6,57
		17-18	8	0,74	1,45	1,97
	weiblich	15	22	2,03	9,00	4,45
		16	19	1,75	9,27	5,31
		17-18	2	0,18	1,32	7,17
Gesamt- schule	männlich	15	85	7,83	4,36	0,56
		16	94	8,66	7,75	0,90
		17-18	40	3,69	3,49	0,95
	weiblich	15	106	9,77	4,92	0,50
		16	83	7,65	6,96	0,91
		17-18	47	4,33	2,48	0,57
Sonstige	männlich	15	7	0,65	0,28	0,43
		16	6	0,55	0,66	1,19
		17-18	6	0,55	0,43	0,77
	weiblich	15	0	0,00	0,24	
		16	1	0,09	0,52	5,65
		17-18	3	0,28	0,29	1,06
gesamt			1085	100,00	100,00	

Referenz: Berliner Schüler der allgemeinbildenden Schulen der 10. Klassen des Schuljahres 2002/2003
Quelle: Statistisches Landesamt Berlin [StaLaB 2003a]

Ein Vergleich der Schulstandorte zeigt, dass auch nach Gewichtung überproportional viele Schülerinnen und Schüler von Schulen im Westteil von Berlin in der Stichprobe einbezogen wurden.

Tabelle 3.10: Verteilung der Schulorte

Schulort (G=1074)	Stichprobe relativ [%]	Referenz	
		absolut	relativ [%]
Ost-Berlin	34,3	15.144	45,7
West-Berlin	65,7	17.993	54,3
gesamt	100,0	33.137	100,0

Referenz: Berliner Schüler der allgemeinbildenden Schulen
der 10. Klassen des Schuljahres 2002/2003
Quelle: Statistisches Landesamt Berlin [StaLaB 2003a]

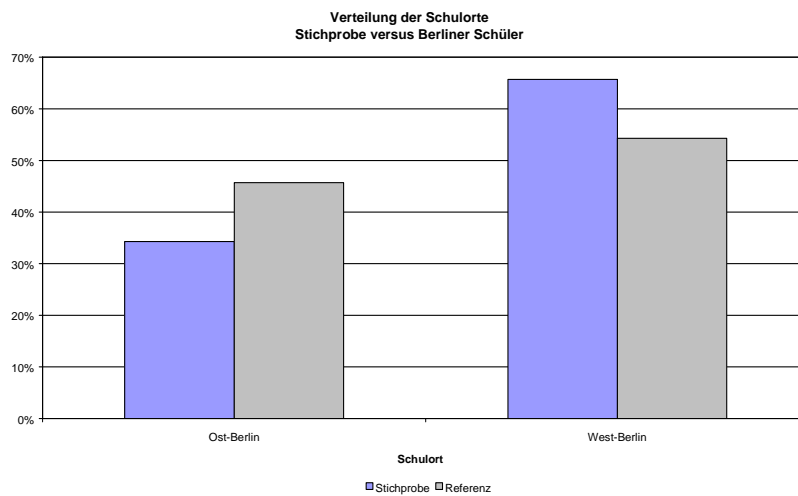


Abbildung 3.11: Verteilung der Schulorte

Ein gleiches Bild zeigt sich auch bei der Herkunft. Allerdings bezieht sich dabei die Referenz sowohl auf ein anderes Erhebungsmerkmal, „Nationalität“ anstatt „Sprache im Haushalt“, als auch auf alle Klassenstufen in Berlin. Es ist nicht zu ersehen, ob der Unterschied von 8 %-Punkten im Ausländeranteil zwischen Stichprobe und Referenz durch die Erhebungsmethodik oder die unterschiedliche Bevölkerungsstruktur von Ost- und West-Berlin entstanden ist.

Tabelle 3.12: Ausländerverteilung

Herkunft (G=1078)	Stichprobe (Sprache im Haushalt) relativ [%]	Referenz (Nationalität)	
		absolut	relativ [%]
deutsch	76,6	309.633	84,7
nicht deutsch	23,4	55.980	15,3
gesamt	100,0	365.613	100,0

Referenz: Alle Berliner Schüler der allgemeinbildenden Schulen
zu Beginn des Schuljahres 2001/02
Quelle: Statistisches Landesamt Berlin [StaLaB 2003b]

Es besteht jedoch eine starke Korrelation zwischen dem Schulstandort und der Herkunft der Schüler. So ist der Ausländeranteil in der Stichprobe im Ostteil Berlins deutlich unterhalb dem im Westteil (9,1 % zu 31,1 %). Dieses Bild ergibt sich auch im Gesamtausländeranteil Berlins von 6,0 % im Ostteil zu 16,9 % im Westteil (Anfang 2000, Quelle Statistisches Landesamt Berlin [StaLaB 2003b]).

Tabelle 3.13: Schulort- und Herkunftsverteilung

Schulort (G=1074)	gesamt relativ [%]	Herkunft (G=1068)	
		deutsch relativ [%]	nicht deutsch relativ [%]
Ost-Berlin	34,3	90,9	9,1
West-Berlin	65,7	68,9	31,1
gesamt	100,0	76,6	24,4

Cramer's V=0,25

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Stichprobe mit der berechneten Gewichtung ein gutes Abbild der Berliner Schülerinnen und Schüler der 10. Jahrgangsstufe des Schuljahres 2002/03 wiedergibt. Allerdings liegt der Ausländeranteil allgemein und bei den Gymnasiasten höher als in der Referenzpopulation. Dies dürfte durch eine verstärkte Datenerhebung im Westteil, insbesondere unter Gymnasiasten, verursacht sein. Eine Gewichtung nach den Bevölkerungsanteilen von Ost- und West-Berlin erschien uns 13 Jahre nach der Wiedervereinigung nicht mehr geboten. Eine Standardisierung nach Herkunft scheiterte an der fehlenden Datengrundlage für das erhobene Merkmal „Herkunft = Sprache im Haushalt“.

3.1.2 Körpergewicht

Neben den Daten zur Abschichtung wurden auch die Körpermaße (Körpergewicht in kg, Körpergröße in m) der Jugendlichen abgefragt.

Wie viel wiegen Sie?	<input type="text"/> kg
Wie groß sind Sie?	<input type="text"/> m

Abbildung 3.14: Fragen 8+9: Körpergewicht und -größe

Bei den fehlenden Einträgen zeigte sich ein typisches Antwortmuster für das Gewicht.

Tabelle 3.15: Körpergewichte in der Stichprobe

Geschlecht	Alter	Mittleres Gewicht ¹	Anzahl Antworten ¹	Anteil fehlender Angaben [%]
männlich	15	67,0	184	4,7
	16	69,1	247	5,0
	17-18	71,1	106	5,4
weiblich	15	57,9	187	13,4
	16	59,6	180	13,0
	17-18	58,4	80	17,5

¹ = nicht standardisiert

Demnach fehlte bei jungen Frauen die Gewichtsangabe 2,5-3,5-mal häufiger als bei jungen Männern. Junge Frauen gaben in anderen Verzehrsstudien im erheblichen Umfang unplausible Daten zum Verzehrverhalten ab. Die Autoren berichten von geringem Interesse und geringer Motivation unter den Teilnehmerinnen [Kersting et al. 1998].

Tabelle 3.16: Body-Mass-Index in der nicht-standardisierten Stichprobe

Geschlecht	Alter	Body-Mass-Index [kg m ⁻²]					
		Median		75%-Quantil		Mittelwert	Stdabw
		Stichprobe ¹	Referenz	Stichprobe ¹	Referenz	Stichprobe ¹	
männlich	15	21,1	19,34	23,1	20,94	21,4	3,0
	16	21,0	20,14	23,2	21,72	21,8	3,8
	17	21,7	20,60	23,7	22,19	22,5	4,4
	18		20,80		22,36		
weiblich	15	20,3	19,58	22,7	21,10	21,0	3,2
	16	21,0	19,95	23,5	21,43	21,9	4,4
	17	20,1	20,20	22,2	21,64	21,1	3,3
	18		20,50		21,90		

¹ = nicht standardisiert

Referenz: Hesse et al.: Körper-Masse-Index: Perzentilen Deutscher Kinder im Alter von 0-18 Jahren, 1999 [Hesse et al. 1999]

Ein Vergleich der Body-Mass-Indizes unserer Stichprobe mit den Referenzwerten Deutscher Jugendlicher [Hesse et al. 1999] zeigt, dass die befragten Schülerinnen und Schüler schwerer als der Deutsche Standard sind. Dabei berechnet sich der Body-Mass-Index aus:

$$\text{BMI [kg/m}^2\text{]} = \text{Körpergewicht [kg]} / (\text{Körpergröße [m]})^2$$

Der Unterschied fällt bei den älteren Mädchen mit dem höchsten Anteil an fehlenden Antworten (17,5 %) am geringsten aus. Dies deutet darauf hin, dass gerade Mädchen mit erhöhtem Gewicht die Antwort verweigerten.

Um für alle Datensätze neben der Acrylamid-Aufnahme auch die auf das Körpergewicht bezogene Belastung bezogen auf das Körpergewicht berechnen zu können, wurden in der Auswertung fehlende Gewichtsangaben durch die (ungewichteten) Stichprobenmittel aufgefüllt. Lagen Angaben zur Körpergröße vor, wurde das Gewicht über den mittleren Body-Mass-Index der entsprechenden Geschlechts- und Altersgruppe und die individuelle Größe berechnet. Fehlten Angaben zu Gewicht und Größe, wurde das mittlere Gewicht der Gruppe benutzt.

Tabelle 3.17: Body-Mass-Index bei Berliner Schülerinnen und Schülern der 10. Jahrgangsstufe

Geschlecht	Alter	Body-Mass-Index [kg m ⁻²]					
		Median		75 %-Quantil		90 %-Quantil	
		Stichprobe ¹	Referenz	Stichprobe ¹	Referenz	Stichprobe ¹	Referenz (Grenze Übergewicht)
männlich	15	20,2	19,34	22,3	20,94	24,7	22,91
	16	21,2	20,14	23,5	21,72	27,4	23,60
	17	22,0	20,60	24,0	22,19	29,4	23,91
	18		20,80		22,36		23,97
weiblich	15	19,3	19,58	22,0	21,10	23,4	22,76
	16	20,8	19,95	23,0	21,43	26,5	22,93
	17	19,9	20,20	21,7	21,64	25,5	22,95
	18		20,50		21,90		22,93

¹ = Auswertung nach Standardisierung

Referenz: Hesse et al.: Körper-Masse-Index: Perzentilen Deutscher Kinder im Alter von 0-18 Jahren, 1999 [Hesse et al. 1999]

Auch bei der gewichteten Auswertung zeigen sich erhöhte Werte für den Body-Mass-Index im Vergleich zur Referenz. Junge Erwachsene mit Body-Mass-Index oberhalb des 90 %-Quantils der Referenz gelten dabei als übergewichtig [Hesse et al. 1999].

Dieses Resultat stimmt mit der Gesundheitsberichterstattung des Landes Berlin überein, wonach Übergewicht bei Berliner Schülerinnen und Schülern verbreitet ist.

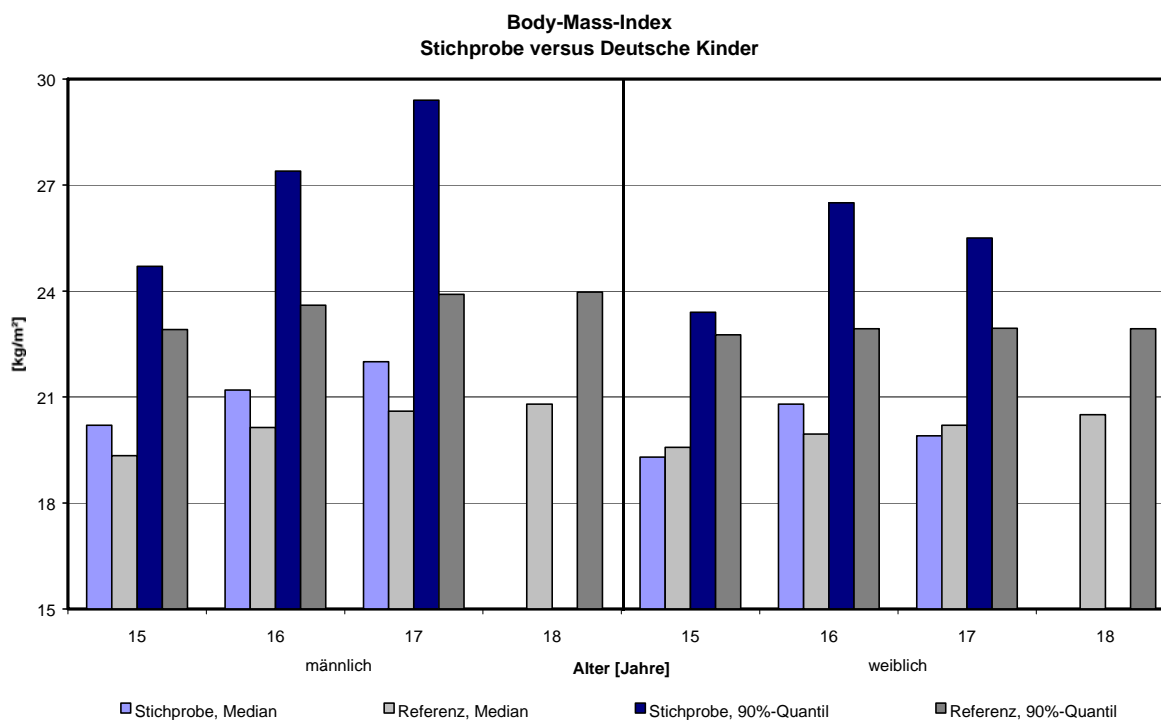


Abbildung 3.18: Body-Mass-Index bei Berliner Schülerinnen und Schüler der 10. Jahrgangsstufe

Folgende Gewichtsverteilungen sind in die Modellierung eingegangen:

Tabelle 3.19: Verteilung des Körpergewichts bei Berliner Schülerinnen und Schülern der 10. Jahrgangsstufe

Geschlecht	Körpergewicht ¹ [kg]					
	männlich			weiblich		
Alter [Jahre]	15	16	17-18	15	16	17-18
Median	65,0	68,0	69,0	56,0	58,0	54,1
Mittelwert	65,5	69,9	71,8	57,0	59,0	57,5
Quartil-Spanne	11,0	15,3	18,0	8,0	11,0	10,0
Standardabweichung	11,0	13,3	16,0	7,7	10,6	10,6
Variationskoeffizient	0,17	0,19	0,22	0,13	0,18	0,18
1%-Quantil	48	50	49	45	43	42
5%-Quantil	48	54	53	46	45	45
10%-Quantil	52	55	55	49	48	48
25%-Quantil	60	60	60	52	52	51
50%-Quantil	65	68	69	56	58	54
75%-Quantil	71	75	78	60	63	61
90%-Quantil	80	89	90	65	73	70
95%-Quantil	83	95	108	70	82	80
99%-Quantil	95	114	122	87	102	93

¹ = Auswertung nach Standardisierung und Auffüllen

3.1.3 Wochentag der Erhebung

Der Wochentag der Erhebung wurde ebenfalls abgefragt.

Welcher Wochentag ist HEUTE ? (Bitte ankreuzen!)

Montag
 Dienstag
 Mittwoch
 Donnerstag
 Freitag

Abbildung 3.20: Frage 10: Wochentag der Erhebung

Da die Verzehrerhebung zwei Erinnerungsprotokolle für gestern und vorgestern enthielt, beziehen sich die Verzehrangaben nicht nur auf Werktage. Allerdings liegen keine Angaben über den Freitag vor. Die Erinnerungsprotokolle auf drei Tage auszudehnen, erschien uns nicht sinnvoll.

Tabelle 3.21: Verteilung über die Wochentage

Wochentag Erhebung	Gestern	Vorgestern	Stichprobe (G = 1063) relativ [%]	
			ungewichtet	gewichtet
Montag	<i>Sonntag</i>	<i>Samstag</i>	22,4	28,6
Dienstag	Montag	<i>Sonntag</i>	22,4	21,7
Mittwoch	Dienstag	Montag	18,2	22,5
Donnerstag	Mittwoch	Dienstag	21,3	16,2
Freitag	Donnerstag	Mittwoch	15,7	10,9
			100	100

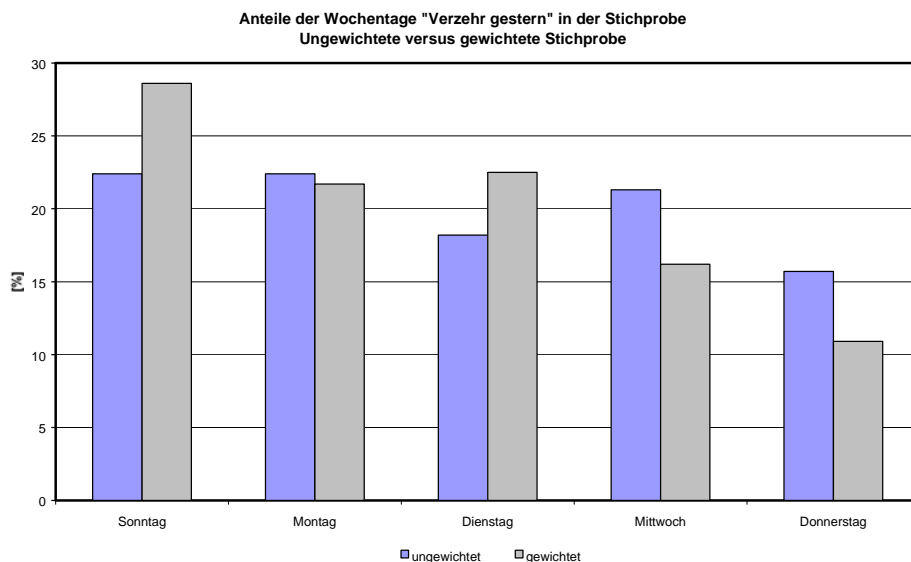


Abbildung 3.22: Anteile der Wochentage „Verzehr gestern“

Allerdings gibt es eine mittlere Abhängigkeit zwischen dem Wochentag der Erhebung und dem Schultyp. So wurden Gymnasiasten fast nur am Anfang und Hauptschüler am Ende der Woche befragt.

Tabelle 3.23: Verteilung der Schultypen über die Wochentage

Schultyp (G = 1063)	Wochentag der Erhebung					
	gesamt relativ [%]	Montag relativ [%]	Dienstag relativ [%]	Mittwoch relativ [%]	Donnerstag relativ [%]	Freitag relativ [%]
Hauptschule	10,4	12,5	15,0	34,5	29,0	9,0
Realschule	22,3	20,2	21,4	12,3	24,3	21,8
Gymnasium	35,1	44,7	20,2	29,0	3,5	2,5
Gesamtschule	30,0	23,5	26,9	16,3	20,2	13,2
sonstige	2,2	6,9	7,8	54,2	21,2	10,0
gesamt	100	28,6	21,7	22,5	16,2	10,9

Cramer's V=0,23

Durch diese Korrelation können keine Angaben zu Unterschieden im Verzehrverhalten zwischen Werk- und Wochenendtagen aus dem Datensatz berechnet werden, da bei der Verzehrerhebung von gestern, z.B. die Gymnasiasten bei „Sonntag“ dominieren.

Tabelle 3.24: Verteilung der Wochentage bei den einzelnen Schultypen

Wochentag der Erhebung (G = 1085)	Schultyp (G = 1063)					
	gesamt relativ [%]	Haupt- schule relativ [%]	Real- schule relativ [%]	Gym- nasium relativ [%]	Gesamt- schule relativ [%]	sonstige relativ [%]
Montag	28,6	4,5	15,9	54,4	24,7	0,5
Dienstag	21,7	7,1	22,2	32,5	37,4	0,8
Mittwoch	22,5	15,8	12,2	44,9	21,7	5,4
Donnerstag	16,2	18,4	33,7	7,6	37,4	2,9
Freitag	10,9	8,5	44,97	8,0	36,5	2,0
gesamt	100	10,4	22,3	35,1	30,0	2,2

In der gewichteten Stichprobe für gestern fallen gerade 28,6 % der Beobachtungen auf den Sonntag. Damit stimmt hier der Anteil mit dem Anteil des Wochenendes an der gesamten Woche, $2/7 = 28,6 \%$, überein.

Damit spricht sowohl die bessere Erinnerungsmöglichkeit als auch das passende Verhältnis von Werktagen zu Wochenende dafür, dass wir uns in der Basisauswertung auf die Angaben von gestern beschränken und die Angaben von vorgestern nur zur internen Validierung benutzen.

3.2 Verzehrverhalten Jugendlicher

Zur Erhebung des Verzehrverhaltens wurden eine Häufigkeitsabfrage mit Monatsbezug (fast täglich / mehrmals in der Woche / etwa einmal in der Woche / mehrmals im Monat / einmal im Monat oder seltener / nie), sowie zwei strukturierte 24h-Erinnerungsprotokolle (Verzehr: ja / nein; Anzahl von typischen Portions- / Packungsgrößen; Produktnamen im Klartext) zum Verzehr von gestern und vorgestern für 11 Lebensmittelgruppen eingesetzt.

Die Lebensmittelgruppen wurden so definiert, dass die darin zusammengefassten Vertreter hohe Acrylamid-Belastungen aufweisen. Den Ausgangspunkt bei der Auswahl der Produktgruppen bildeten die Einträge der Datenbank mit Acrylamid-Messwerten der deutschen Lebensmittelüberwachung [BVL 2002], sowie die daraus abgeleiteten Signalwerte des Bundesamts für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit [BVL 2002].

Allerdings zeigte sich, dass die Produktgruppen des Kodiersystems 01: „Warencode für die amtliche Lebensmittel- und Veterinärüberwachung Verzehrserhebungen und Fremdstoffberechnungen“ [ZEBS-Kode 2002] nicht für eine Abfrage per Fragebogen geeignet sind, da sie sich im Wesentlichen an Hand der Inhaltsstoffe der Lebensmittel und nicht an Hand von Darreichungsform (z.B. Müsli bzw. Müsli-Riegel) und allgemein üblicher Produktbezeichnung (z.B. Butterkekse an Stelle von Keksen aus Mürbeteig) orientieren.

Für den Fragebogen wurden die einzelnen Lebensmittel neu gruppiert und zur Erklärung mit umgangssprachlichen Bezeichnungen und Produktnamen versehen. Folgende 11 Lebensmittelkategorien wurden abgefragt:

Tabelle 3.25: Abgefragte Lebensmittelgruppen mit genannten Beispielen

Lebensmittelgruppen, umgangssprachlich, Produktbeispiele	ZEBS-Kodes ¹
Haferflocken, Müsli, Cornflakes , wie z.B. Früchte-/ Schoko-Müsli, Chocos, Crunchy, Frosties, Smacks, Toppas	1606xx, 1611xx ohne 161103, 161104, 161113, 161116, 161117
Müsli-Riegel , wie z.B. Balisto, Corny	161113, 161116, 161117
Knäckebrot , wie z.B. Vollkornknäcke, Sesamknäcke, Finn Crips, Knusperbrot	170702 – 170705, 1708xx
Getoastetes Toastbrot	1704xx
Kekse, Waffeln , wie z.B. Butterkekse, Vollkornkekse, Mürbekekse, Russisch Brot, Spekulatius, Prinzenrolle	1806xx, 1808xx, 1810xx
Kräcker, Salzstangen , wie z.B. TUC	1817xx, 1818xx
Erdnussflips, Taccos , wie z.B. Nachos, Tortillas	1815xx
Geröstete Erdnüsse , wie z.B. Nic Nacs	2307xx
Kartoffelchips, -sticks , wie z.B. Pringles, Crunchips, Pombär, Jumpies	2407xx
Pommes frites	240312, 240313 240404, 240405, 240410, 240411
Bratkartoffeln, Rösti	240314, 240315, 240406, 240407, 240412

¹= xx steht für 00-99

Die Verständlichkeit des Fragebogens wurde mittels eines Pretests an Studierenden der FU Berlin Anfang Oktober 2002 erprobt.

Über die Klartextabfrage der Produktnamen in den zwei Erinnerungsprotokollen erfolgte zusätzlich eine Kontrolle der Zusammensetzung der einzelnen Produktgruppen.

Bei der genauen Definition der Produktgruppen waren die Verzehrangaben der Schülerinnen und Schüler maßgeblich. Dabei mussten einige Gruppen erweitert werden. Die nähere Beschreibung der Produktgruppen findet in Zusammenhang mit der Auswertung der Acrylamid-Belastung in Abschnitt 4.1 statt.

3.2.1 Verzehrshäufigkeiten

In der Studie wurde die Verzehrshäufigkeit der Lebensmittel mit Hilfe eines Food-Frequency-Fragebogens mit Monatsbezug und sechs Antwortkategorien erhoben.

Frage 1: Verzehrshäufigkeiten

Wie häufig nehmen Sie die folgenden Nahrungsmittel zu sich?
(Bitte kreuzen Sie in jeder Zeile eine Häufigkeit an!)

	Fast täglich	Mehrmals in der Woche	Etwa einmal in der Woche	Mehrmals im Monat	Einmal im Monat oder seltener	Nie
Haferflocken, Müsli, Cornflakes, wie z.B. Früchte-/ Schoko-Müsli, Chocos, Crunchy, Frosties, Smacks, Toppas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Müsli-Riegel, wie z.B. Balisto, Corny	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(Auszug)

Abbildung 3.26: Frage 1: Verzehrshäufigkeit

Durch Zuordnung einer mittleren Anzahl von Tagen je Kategorie wurde die mittlere Wahrscheinlichkeit, dass ein Lebensmittel an einem beliebigen Tag des Monats verzehrt berechnet.

Tabelle 3.27: Interpretation der verbalen Häufigkeitskategorien mit Monatsbezug

Tage/ Monat	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Kategorie	N	S		M	Etwa einmal in der Woche							Mehrmals in der Woche							Fast täglich												
Mittelwert Tage/ Monat	0	1	3	7							16							26													

N = „Nie“, S = „Einmal im Monat oder seltener“, M = „Mehrmals im Monat“

Diese Wahrscheinlichkeit kann mit der Häufigkeit des Verzehrs der abgefragten Lebensmittel aus den Erinnerungsprotokollen für gestern und vorgestern verglichen werden.

Tabelle 3.28: Mittlere Verzehrshäufigkeiten

Lebensmittel	Relative Häufigkeit mit Monatsbezug [%]						Wahrscheinlichkeit des Verzehrs [%]		
	Fast täglich	Mehrmals in der Woche	Etwa einmal in der Woche	Mehrmals im Monat	Einmal im Monat oder seltener	Nie	Monatsmittel	Gestern	Vorgestern
Anzahl Tage / 30	26 / 30 = 87 %	16 / 30 = 53 %	7 / 30 = 23 %	3 / 30 = 10 %	1 / 30 = 3 %	0 / 30 = 0 %			
Spanne	[22;30]	[10;22[[4;10[[2,4[]0;2[{0}			
Cornflakes, Müsli	17,5	20,1	17,3	13,3	23,9	8,0	31,9	27,8	27,0
Müsli-Riegel	2,5	10,5	10,3	17,1	39,2	20,4	13,0	9,6	9,5
Knäckebrot	4,4	6,7	7,4	14,7	37,5	29,3	11,7	7,1	7,6
Toastbrot	28,7	27,9	14,8	12,8	8,8	7,0	44,7	41,4	40,9
Kekse, Waffeln	7,4	21,1	23,0	21,6	21,7	5,2	25,7	22,6	23,2
Kräcker	2,6	11,4	13,2	25,5	33,6	13,7	14,9	9,1	7,9
Flips	2,4	7,7	12,9	19,8	36,5	20,8	12,2	4,2	3,9
Erdnüsse	1,4	4,4	8,7	13,9	37,9	33,8	8,1	3,7	4,3
Chips	5,5	14,3	13,8	20,7	32,6	13,2	18,5	14,0	12,9
Pommes frites	2,1	9,4	11,4	22,5	47,8	6,8	13,1	9,1	10,8
Bratkartoffeln	1,7	8,5	11,6	26,2	36,4	15,6	12,3	9,3	6,8

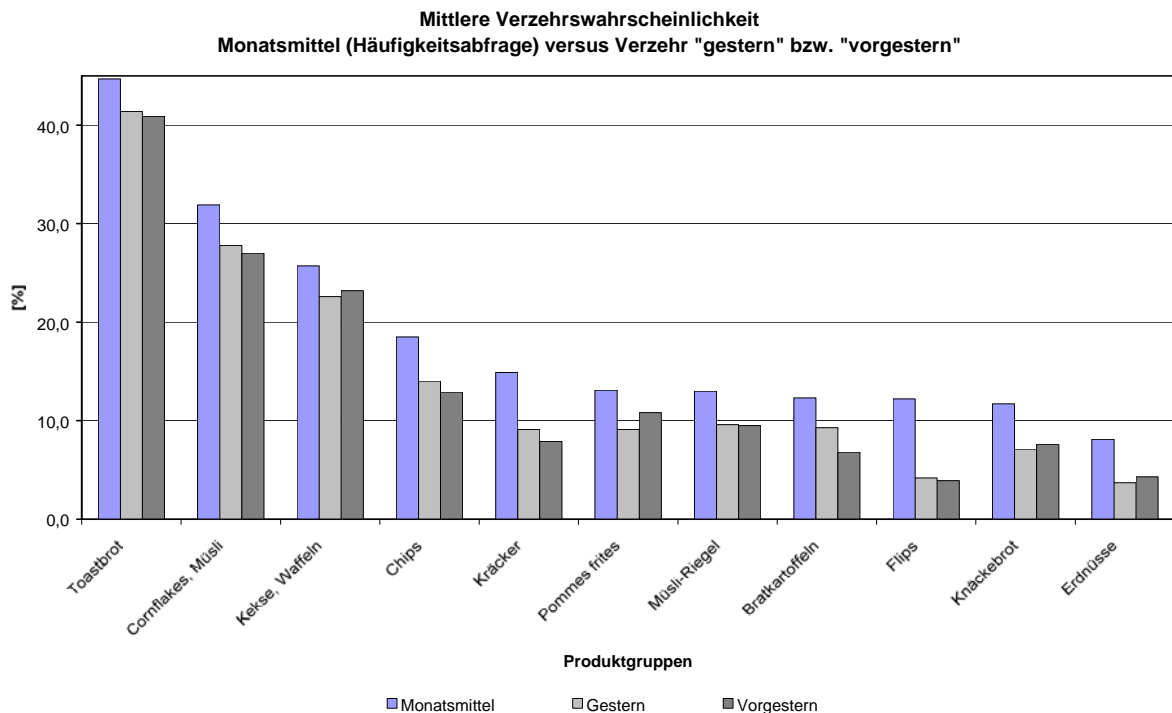


Abbildung 3.29: Mittlere Verzehrswahrscheinlichkeiten

Die Rangfolge der Verzehrshäufigkeiten bildet sich in allen drei Abfragen im Wesentlichen gleich ab. Allerdings neigt der Food-Frequency-Fragebogen eher zu höheren Schätzungen. Deutliche Differenzen zeigen sich bei den eher selten verzehrten Lebensmitteln „Knäckebrot“, „Krackern“, „Flips“ und „Erdnüssen“.

Diese Unterschiede passen zu den Resultaten anderer Studien. Die Validierung eines Food-Frequency-Fragebogens zum Verzehrverhalten des letzten Jahres (gegen monatliche 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle) an 104 Teilnehmern im Alter von 35-64 Jahren in der EPIC-Studie ergab die Angabe von im allgemeinen höheren Häufigkeiten im Fragebogen im Vergleich zu den Protokollen. Die Variation innerhalb der Grundpopulation des Food-Frequency-Fragebogens war in der Validierung geringer als die mittlere individuelle Variation in den monatlichen 24-Stunden-Erinnerungsprotokollen [Bohlscheid-Thomas et al. 1997].

Allgemein scheinen Lebensmittelgruppen in Häufigkeitsabfragen weiter gefasst zu werden, als in konkreten Protokollabfragen, die auf einzelne konkrete Lebensmittel abzielen. Allgemein gibt es die Tendenz, häufige Lebensmittel geringer und seltene Lebensmittel höher einzuschätzen, also eine Tendenz zur Mitte wiederzugeben. Für selten konsumierte Lebensmittel scheinen 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle kein geeignetes Erhebungsinstrument zu sein bzw. bedürfen einer sehr großen Stichprobe.

Ein wichtiger Aspekt dabei, ist die Möglichkeit, sich an den konkreten Konsum eines Lebensmittels zu erinnern. Regelmäßig zu sich genommene Speisen sind gut erinnerbar. Zwischenmahlzeiten haben bei Erinnerungs-Protokollen den Vorteil, als „einzelnes“ Ereignis ebenfalls gut erinnerbar zu sein, während Bestandteile von größeren Gerichten (Beilagen) leichter „vergessen“ werden können. Insofern sind die betrachteten Lebensmittelgruppen schon für die Abfrage durch Erinnerungsprotokolle geeignet.

Allerdings bilden Snacks ein problematisches Lebensmittel mit den unsichersten Angaben bei Verzehrstudien bei Kindern und jungen Erwachsenen [Kersting et al., 1998], da hier Faktoren der „sozialen Erwünschtheit (Gesunde Ernährung)“ einfließen.

Zur externen Validierung wurden die erhobenen Daten mit eigenen Auswertungen des Bundesgesundheits surveys 1998 [BGS 2000] verglichen. Dabei wurden die unterschiedlichen Rahmenbedingungen berücksichtigt. Insbesondere erfasst der Bundesgesundheits survey (BGS 98) nur das Altersspektrum ab 18 Jahren.

Tabelle 3.30: Vergleich der Abfrage der Verzehrshäufigkeiten

	Stichprobe	Referenz
		Bundesgesundheits survey 1998
Grundgesamtheit	Berliner Schülerinnen und Schüler der 10. Klasse	Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland
Altersgruppe in der Auswertung	15-18 Jahre	18-24 Jahre
Frage	Frage 1: Wie häufig nehmen Sie die folgenden Nahrungsmittel zu sich?	Frage 56: Wie häufig nehmen Sie die einzelnen Nahrungsmittel bzw. Fertigprodukte zu sich? Bitte denken Sie an die letzten 12 Monate
Antwortkategorien	- Fast täglich Mehr als in der Woche Etwa einmal in der Woche Mehr als im Monat Einmal im Monat oder seltener Nie	Mehr als täglich Täglich bzw. fast täglich Mehr als in der Woche Etwa einmal in der Woche Zwei bis dreimal im Monat Einmal im Monat oder seltener (Fast) nie
Ausgewählte Lebensmittelgruppen	Haferflocken, Müsli, Cornflakes Kekse, Waffeln Kräcker, Salzstangen Erdnussflips, Taccos Geröstete Erdnüsse Kartoffelchips, -sticks Pommes frites Bratkartoffeln, Rösti	Haferflocken, Müsli, Cornflakes Kuchen, Kekse, Gebäck Knabberartikel (z.B. Chips, Erdnüsse) Gebratene oder frittierte Kartoffeln (Bratkartoffeln, Kroketten, Pommes frites)

Referenz: Eigene Auswertung des Bundesgesundheits surveys 1998 [BGS 2000]

Trotzdem zeigen sich weitgehende Übereinstimmungen in den Verzehrshäufigkeiten und den daraus berechneten mittleren Verzehrswahrscheinlichkeiten.

Tabelle 3.31: Vergleich der Verzehrshäufigkeiten mit externer Referenz (BGS 98)

Daten- quelle	Lebensmittel	Relative Häufigkeit mit Monatsbezug [%]					Wahr- schein- lichkeit [%]	Monatsmittel
		Antwortkategorien	Mehrmals täglich, täglich bzw. fast täglich	Mehrmals in der Woche	Etwa einmal in der Woche	Zwei- bis dreimal im Monat bzw. mehrmals im Monat		
BGS 98	Haferflocken, Müsli, Cornflakes		18,8	16,0	13,9	12,1	39,2	30
Stich- probe	Haferflocken, Müsli, Cornflakes		17,5	20,1	17,3	13,3	31,9	32
BGS 98	Gebratene oder frittierte Kartoffeln		3,1	20,5	34,0	25,7	16,7	25
Stich- probe	Pommes frites		2,1	9,4	11,4	22,5	54,5	13
	Bratkartoffeln, Rösti		1,7	8,5	11,6	26,2	52,0	13
BGS 98	Kuchen, Kekse, Gebäck		11,8	33,0	35,3	11,9	8,1	37
Stich- probe	Kekse, Waffeln		7,3	21,1	23,0	21,6	26,9	26
BGS 98	Knabberartikel		6,8	21,0	28,5	20,4	23,2	26
Stich- probe	Kräcker, Salzstan- gen		2,6	11,4	13,2	25,5	47,3	15
	Erdnussflips, Taccos		2,4	7,6	12,9	19,8	57,3	12
	Geröstete Erdnüsse		1,4	4,4	8,7	13,9	71,6	8
	Kartoffelchips, -sticks		5,5	14,3	13,8	20,7	45,8	19

Referenz: Eigene Auswertung des Bundesgesundheits surveys 1998 [BGS 2000]
Die Kategorie „fast nie“ wurde mit 0,5 Tage / Monat bewertet.

Für die weiteren Berechnungen benutzen wir die folgenden Verteilungen

Tabelle 3.32: Verteilung der Verzehrshäufigkeiten

Lebensmittel	Verteilung der Verzehrshäufigkeiten [%] (G ≥ 1062)								
	Kenngrößen					Quantile ¹			
	Median ¹	Mittel	Standard- abweichg.	Quartil- spanne ¹	Variations- Koeffizient	25%-Q	75%-Q	90%-Q	95%-Q
Cornflakes, Müsli	23	31,9	31,3	50	0,98	3	53	87	87
Müsli-Riegel	3	13,0	19,8	7	1,52	3	10	53	53
Knäckebrot	3	11,7	21,1	10	1,80	0	10	53	53
Toastbrot	53	44,7	32,4	77	0,73	10	87	87	87
Kekse, Waffeln	23	25,7	25,2	50	0,98	3	53	53	87
Kräcker	10	14,9	19,9	20	1,33	3	23	53	53
Flips	3	12,2	18,4	7	1,51	3	10	53	53
Erdnüsse	3	8,1	15,1	10	1,87	0	10	23	53
Chips	10	18,5	23,8	20	1,29	3	23	53	87
Pommes frites	3	13,1	18,3	7	1,40	3	10	53	53
Bratkartoffeln	3	12,3	17,4	7	1,41	3	10	53	53

¹= Die Verteilungen sind diskret auf den Werten: 87 %, 53 %, 23 %, 10 %, 3 %, 0 %, vgl. Tabelle 3.4

Häufig ist es hilfreich, die Betrachtungen nur auf die „Verzehrter“ zu beschränken und die „Nie-Verzehrter“ aus der Auswertung auszuschließen. Gerade bei selten verspeisten Nahrungsmitteln kann die große Gruppe der „Nie-Verzehrter“ sonst das Bild verzerren.

Tabelle 3.33: Verzehrswahrscheinlichkeit von Verzehrer

Lebensmittel	Wahrscheinlichkeit des Verzehr Monatsmittel über alle Befragten [%]	Anteil der „Nie-Verzehr“ [%]	Anteil der „Verzehr“ [%]	Wahrscheinlichkeit des Verzehr Monatsmittel über alle Verzehrer [%]
Cornflakes, Müsli	31,9	8,0	92,0	34,8
Müsli-Riegel	13,0	20,4	79,6	16,6
Knäckebrot	11,7	29,3	71,7	16,8
Toastbrot	44,7	7,0	93,0	48,1
Kekse, Waffeln	25,7	5,2	94,8	27,3
Kräcker	14,9	13,7	86,3	17,5
Flips	12,2	20,8	79,2	15,6
Erdnüsse	8,1	33,8	66,2	12,4
Chips	18,5	13,2	86,8	21,6
Pommes frites	13,1	6,8	93,2	14,3
Bratkartoffeln	12,3	15,6	84,4	14,8

Die unterschiedliche Betrachtungsweise ist insbesondere bei Lebensmitteln, die nicht allgemein üblich sind, wie Knäckebrot und Erdnüsse, relevant.

3.2.2 Verzehrsmengen

Die Verzehrsmengen wurden für Gestern und Vorgestern mit zwei strukturierten 24h-Stunden-Erinnerungsprotokollen abgefragt.

Frage 2: Verzehrsmengen Gestern
Bitte erinnern Sie sich jetzt an den Verlauf des gestrigen Tages und was Sie GESTERN gegessen haben.
Wir fragen Sie zusätzlich zu den Nahrungsmitteln auch nach der Menge und den genauen Produkten.

Haben Sie <u>GESTERN</u> folgende Nahrungsmittel gegessen? <small>(Bitte ankreuzen! Beispielprodukte auf Seite 1)</small>	Falls ja, beschreiben Sie bitte die <u>Größe und Anzahl</u> der Portionen	Bitte beschreiben Sie die <u>Produkte</u> genauer. Vielleicht erinnern Sie sich an <u>Produkt</u>namen.
Haferflocken, Müsli, Cornflakes <input type="checkbox"/> Nein <input type="radio"/> Ja →	Falls ja, wie viel? (Bitte Anzahl ergänzen!) <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <input type="text"/> Kleine Portion/-en </div> <div style="text-align: center;"> <input type="text"/> Mittelgroße Portion/-en </div> <div style="text-align: center;"> <input type="text"/> Große Portion/-en </div> </div>	Was genau? <small>(Bitte ergänzen!)</small> <input style="width: 100%;" type="text"/>
Müsli-Riegel <input type="checkbox"/> Nein <input type="radio"/> Ja →	Falls ja, wie viel? (Bitte Anzahl ergänzen!) <div style="text-align: center;"> <input type="text"/> Stück </div>	Was genau? <small>(Bitte ergänzen!)</small> <input style="width: 100%;" type="text"/>

(Auszug)

Abbildung 3.34: Fragen 2+3: Verzehrsmengen (Frage 3 entsprechend für vorgestern)

Die Abfrage erfolgte dreistufig. Zunächst wurde nach dem Verzehr von Lebensmitteln der jeweiligen Gruppen gefragt.

Im Falle eines Verzehr wurde weiter nach der Menge in standardisierten Portionsgrößen gefragt. Eine Auswertung der Nationalen Verzehrstudie zeigte, dass die 17 %, 50 % und 83 %-Perzentile der Portionsmengen häufig dem Schema ½, 1, 2 folgen [Bohlscheid-Thomas et al. 1997]. Es wurde deshalb eine dreiteilige Abstufung gewählt und an die betreffenden Lebensmittel angepasst.

Tabelle 3.35: Abgefragte Portionsgrößen der Lebensmittelgruppen

Lebensmittelgruppen	Abgefragte Portionsgrößen:			
	Anzahl			
Haferflocken, Müsli, Cornflakes	kleine	mittelgroße	große	Portionen
Müsli-Riegel				Stück
Knäckebrötchen				Scheiben
Getoastetes Toastbrot				Scheiben
Kekse, Waffeln	kleine oder halbe	mittelgroße	große	Packungen
Kräcker, Salzstangen	kleine oder halbe	mittelgroße	große	Packungen
Erdnussflips, Taccos	kleine oder halbe	mittelgroße	große	Packungen
Geröstete Erdnüsse	kleine oder halbe	mittelgroße	große	Packungen
Kartoffelchips, -sticks	kleine oder halbe	mittelgroße	große	Packungen
Pommes frites	kleine	mittelgroße	große	Portionen
Bratkartoffeln, Rösti	kleine	mittelgroße	große	Portionen

Aus Gründen der einfacheren Handhabung wurde auf die Vorgabe von Musterpackungen, Schablonen für Scheibengrößen oder Fotos mit Beispielportionen verzichtet.

An Stelle dessen führten die Angaben der Produktabfrage, dem dritten Teil des Erinnerungsprotokolls, zur gezielten Erhebung von typischen Portions- und Packungsgrößen.

Dies Verfahren erwies sich bei standardisierten Lebensmitteln mit wenigen Anbietern: Müsli-Riegel, Knäckebrötchen [BurKnä 2003, WASA 2003], Toastbrot; als recht genau. Bei größeren Lebensmittelgruppen, wie Kekse, Waffeln, Kräcker, Erdnüsse, Flips und Chips, wurden Packungsgrößen von häufig genannten Vertretern der Gruppen herangezogen. Schließlich erfolgte eine Bestimmung von Portionsgrößen an Hand von Packungs- und Herstellerangaben [BurKing 2003, McDon 2002], sowie Kalorientabellen (s. Tabelle 3.12) bestimmt. Zur Plausibilitätsprüfung wurden schließlich einzelne Portionen nachgestellt und gewogen.

Tabelle 3.36: Packungs-/Portionsgrößen und Vergleichsangaben

Lebensmittel	Packungs-/Portionsgrößen [g]			Vergleichsangaben [g]				
	klein bzw. Stück	Spanne mittel-groß	groß	Monica Mengenliste ¹⁾	Kalorien mund-gerecht ²⁾	Sächs. Verzehr - studie ³⁾	Kalorien nach Plan ⁴⁾	andere
Müsli, Cornflakes	30-50	45-75	60-100	90 , 100	25-100	50	20, 40	60 ⁵⁾
Müsliriegel	20-40			-	20, 25, 36	25	-	-
Knäckebrot	7-15			7 klein 10 mittel 15 groß	8, 10	10	10	-
Toastbrot	25-35			20	30	30	20	
Kekse, Waffeln	80-120	140-220	240-360	-	-	-	-	-
Kräcker	80-100	110-150	160-240	-	-	-	-	-
Flips	75-100	125-175	200-250	-	-	-	150	-
Erdnüsse	90-130	140-200	210-290	100	50	-	-	-
Chips	70-110	120-180	190-270	150	-	-	-	-
Pommes frites	70-80	100-130	120-160	-	105,150	70,100	150	105 mittel ⁶⁾ 150 ⁷⁾ 74 klein 116 mittel 142 groß ⁸⁾ 110 mittel ⁹⁾
Bratkartoffeln	135-165	210-250	275-325	100	ca. 200	100	150 klein 200 mittel 300 groß	250 ⁶⁾

¹⁾[AID 1991], ²⁾[Nestle 1999], ³⁾[SVS 2001], ⁴⁾[Praxmayer 1999],

⁵⁾[Elmadfa, Fritzsche 2001], ⁶⁾[MedWorld 2003], ⁷⁾[DAK 2000], ⁸⁾[BurKing 2003], ⁹⁾[McDon 2002]

Wesentliche Unterschiede in der Beurteilung über die zutreffende Portionsgröße bestehen nur bei Bratkartoffeln. Hier ergab eine eigene Kontrollwägung einer mittelgroßen Portion aus einer Kantine ein im Vergleich zu Pommes frites relativ hohes Portionsgewicht von 235 g. Literaturvergleiche bestätigen in der Regel diese eigene Feststellung. Die Festsetzung der Portionsgröße mit 100 g in der MONICA-Mengenliste [AID 1991] und der Sächsischen Verzehrstudie [SVS 2001], die die MONICA-Mengenliste zu Grunde legt, erscheinen unter diesem Blickwinkel als zu niedrig.

Für die Berechnung der verzehrten Mengen in Gramm wurde jeweils der mittlere Wert der angegebenen Spanne benutzt.

Tabelle 3.37: Mittlere Packungs-/Portionsgrößen und Verzehrsmengen von Verzehrnern

Lebensmittel	Packungs-/Portionsgrößen [g]						Mittlere Verzehrsmengen bei Verzehr [g/Tag]	
	Klein bzw. Mittelwert	Stück Spanne	Mittelgroß Mittelwert	Spanne	Groß Mittelwert	Spanne	Gestern	Vor-gestern
Cornflakes, Müsli	40	30-50	60	45-75	80	60-100	62,3	62,6
Müsli-Riegel	30	20-40					46,0	49,2
Knäckebrot	11	7-15					30,3	33,4
Toastbrot	30	25-35					97,3	94,0
Kekse, Waffeln	100	80-120	180	140-220	300	240-360	129,5	140,7
Kräcker	90	80-100	130	110-150	200	160-240	86,8	96,4
Flips	87,5	75-100	150	125-175	225	200-250	133,1	128,1
Erdnüsse	110	90-130	170	140-200	250	210-290	137,8	138,8
Chips	90	70-110	150	120-180	230	190-270	121,7	122,5
Pommes frites	75	70-80	115	100-130	140	120-160	108,2	118,5
Bratkartoffeln	150	135-165	230	210-250	300	275-325	228,4	236,7

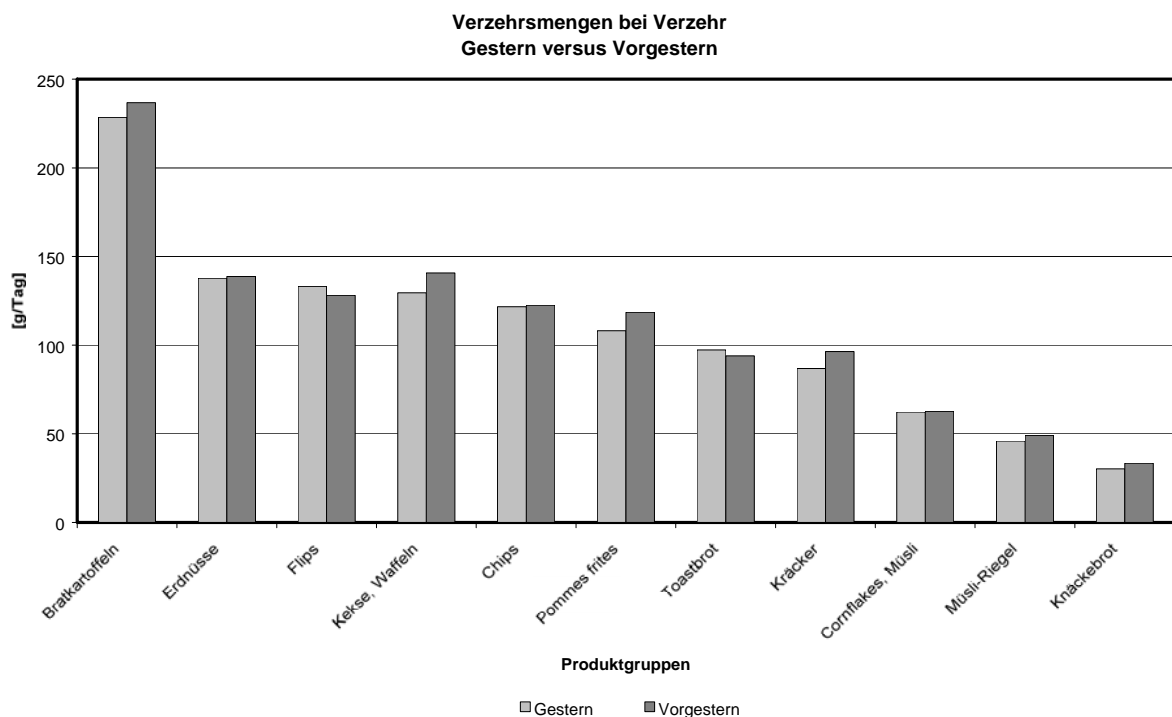


Abbildung 3.38: Verzehrsmengen von Verzehrnern

Wieder zeigen sich nur geringe Unterschiede zwischen den mittleren Mengen der Verzehrer von gestern und vorgestern.

Zur Prüfung der Plausibilität der Angaben, werden die Verzehrsmengen mit einer Auswertung der Nationalen Verzehrsstudie [NVS 1989] aus den Jahren 1985-89 verglichen.

Tabelle 3.39: Vergleich der Abfrage der Verzehrsmengen

	Stichprobe	Referenz
		Nationale Verzehrsstudie 1985-89
Grundgesamtheit	Berliner Schülerinnen und Schüler der 10. Klasse	Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland
Altersgruppe in der Auswertung	15-18 Jahre	15-18 Jahre
Erhebungsmethode	Häufigkeitsabfrage mit Monatsbezug, zwei strukturierte 24h-Erinnerungsprotokolle für gestern und vorgestern für 11 Lebensmittelgruppen	Mittlere Tagesmengen aus Wiegeprotokollen von 7 Tagen für Lebensmittelkategorien des Bundes-Lebensmittelschlüssels
Ausgewählte Lebensmittelgruppen	Haferflocken, Müsli, Cornflakes	Haferflocken, Getreideerzeugnisse, Müsli, Grits aus Getreide Cereals, Honig-Smacks, Haferfleks
	Müsli-Riegel	Keksriegel (Balisto), Müsliriegel
	Knäckebrötchen	Knäckebrötchen mit diversen Zusätzen
	Getoastetes Toastbrot	Toastbrot
	Kekse, Waffeln	Plätzchen, Kekse, Russisch Brot, Baiser, Waffeln, Spekulatius, Mandelgebäck, Buttergebäck
	Kräcker, Salzstangen	Kräcker, Salzgebäck
	Erdnussflips, Taccos	Erdnussflips
	Geröstete Erdnüsse	Geröstete Erdnüsse und -kerne
	Kartoffelchips, -sticks	Kartoffelchips
	Pommes frites	Ofen-Frites
	Bratkartoffeln, Rösti	Bratkartoffeln (Fertiggericht), Rösti

Referenz: Eigene Auswertung der Nationalen Verzehrsstudie 1985-89 [NVS 1989]

Für selbstzubereitete Speisen, wie Pommes frites und Bratkartoffeln, stellt die Nationale Verzehrsstudie keine validen Angaben der Verzehrshäufigkeit zur Verfügung, so dass wir uns auf einen Vergleich der Verzehrsmengen bei Verzehrer beschränken. In der nachfolgenden Tabelle wird die mittlere Tagesmenge der Studie als Produkt von mittlerer Verzehrswahrscheinlichkeit und mittlerer Verzehrsmenge von Verzehrer, dem mittleren Wochendurchschnitt der Nationalen Verzehrsstudie bei Verzehr gegenübergestellt.

Tabelle 3.40: Vergleich der Verzehrsmengen von Verzehrer mit externer Referenz

Lebensmittel	Stichprobe			Referenz	Veränderung
	Mittelwerte für Verzehrer				
	Wahrscheinlichkeit (Monatsmittel)	Verzehrsmenge bei Verzehr (pro Tag)	Monatsdurchschnitt		
	[%]	[g/Tag]	[g/Tag]	[g/Tag]	[% der Ref.]
Cornflakes, Müsli	34,8	62,3	21,8	28,5	-24
Müsli-Riegel	16,6	46,0	7,6	9,6	-21
Knäckebrötchen	16,8	30,3	5,2	7,3	-29
Toastbrot	48,1	97,3	46,7	22,2	+110
Kekse, Waffeln	27,3	129,5	35,0	15,8	+122
Kräcker	17,5	86,8	14,8	11,5	+29
Flips	15,6	133,1	21,3	12,5	+70
Erdnüsse	12,4	137,8	16,5	14,8	+11
Chips	21,6	121,7	26,8	19,6	+37
Pommes frites	14,3	108,2	15,2	27,9	-46
Bratkartoffeln	14,8	228,4	34,3	35,0	-2

Referenz: Eigene Auswertung des Nat. Verzehrsstudie 1985-89 [NVS 1989]

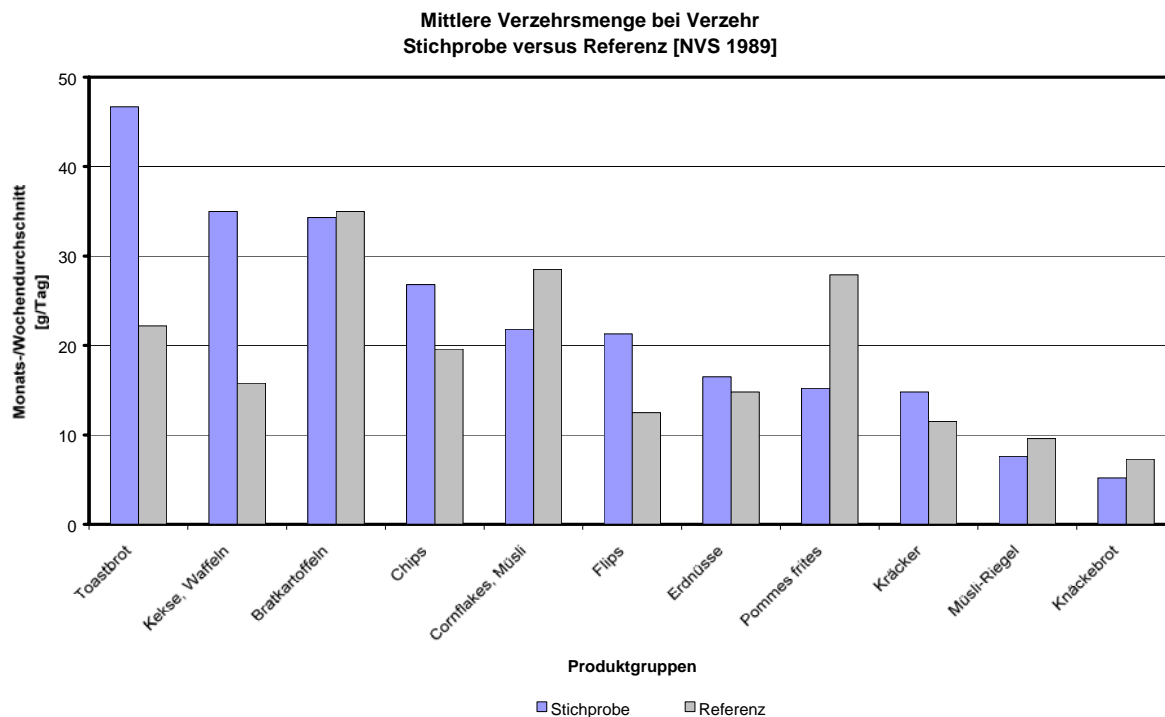


Abbildung 3.41: Mittlere Verzehrsmenge von Verzehrn

Hier zeigen sich deutliche Veränderungen: Bei „Toastbrot“, „Keksen“ und „Flips“ hat die Verzehrsmenge zugenommen, während sie bei „Pommes frites“ abgenommen hat. Dies könnte bei „Flips“ durch neue Lebensmittel, wie „Taccos, Nachos etc.“ hervorgerufen sein. Allerdings verzeichnen auch alle anderen Knabberprodukte Zuwächse. Es ist nicht auszuschließen, dass hier jahreszeitliche Effekte die Stichprobe beeinflusst haben. Hierdurch könnte insbesondere auch der Anstieg bei „Keksen“ begründet liegen. Gerade im Winterhalbjahr werden vermehrt Kekse und Knabberartikel verzehrt.

Auch der Rückgang bei „Pommes frites“ mag verwundern. Doch gibt es ähnliche Feststellungen in der Literatur. Die DONALD-Studie (Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed-Study) kommt zu dem Schluss: „Zwar zählten Pommes frites bei Befragungen zu den Lieblings Speisen, sie wurden aber keineswegs so häufig verzehrt wie üblich zubereitete Kartoffeln“. [DONALD-News 2001].

Da im Fragebogen überwiegend als ungesund geltende Nahrungsmittel abgefragt wurden, ist ein verzerrtes Antwortverhalten in Richtung sozialer Erwünschtheit eher auszuschließen. Dies hätte ähnliche Abweichungen auch bei den Knabberprodukten zeigen müssen.

So schreibt Kersting et al. [1998], dass Snacks zu den ungenauesten und problematischsten Lebensmittelgruppen bei Verzehrstudien unter Kindern und Heranwachsenden zählen.

Das Forschungsinstitut für Ernährung hat unter dem Namen „optimiX“ Empfehlungen für die Ernährung von Kindern und Jugendlichen herausgegeben und eine optimierte Mischkost [Kersting, Alexy 2001] vorgeschlagen. Der Ernährungsplan für 13-14-jährige Jungen bevorzugt natürlich vollwertige Nahrungsmittel (Cornflakes 11,4g / Müsli 48,6g) und meidet Knabberprodukte. Allerdings wird auch hier die Verzehrsmenge von „Pommes frites“ deutlich höher als in der Stichprobe angesetzt.

Tabelle 3.42: Vergleich der Verzehrsmengen (bei Verzehr) mit externer Referenz

Lebensmittel	Stichprobe Mittelwerte für Verzehrer 15-18 Jährige	Referenz optimiX- Verzehrmengen für 13-14-jährige Jungen	Nationale Verzehrsstudie 1985-89
	Monatsdurchschnitt	Wochendurchschnitt	Mittlerer Wochendurchschnitt
	[g/Tag]	[g/Tag]	[g/Tag]
Cornflakes, Müsli	21,8	60,0	28,5
Müsli-Riegel	7,6	kein Verzehr	9,6
Knäckebröt	5,2	kein Verzehr	7,3
Toastbrot	46,7	31,4	22,2
Kekse, Waffeln	35,0	15,0	15,8
Kräcker	14,8	4,3	11,5
Flips	21,3	kein Verzehr	12,5
Erdnüsse	16,5	kein Verzehr	14,8
Chips	26,8	kein Verzehr	19,6
Pommes frites	15,2	31,4	27,9
Bratkartoffeln	34,3	31,4	35,0

Referenz: Eigene Auswertung des optimiX-Ernährungsplans [Kersting, Alexy 2001]

Folgende Verteilungen ergaben sich in der gesamten Stichprobe bzw. unter den Verzehrer gefunden. Kennzeichen dieser Verteilungen ist eine ausgeprägte Wahrscheinlichkeit P(0) für keinen Verzehr und ihre Rechtsschiefe.

Tabelle 3.43: Verteilung der Verzehrsmengen von gestern (gesamte Stichprobe)

Lebensmittel	Verteilung der Verzehrsmengen von gestern [g/Tag] (G ≥ 1052)							
	Kenngrößen				Quantile			
	Median	Mittelwert	Standard- abweichg.	Variations- Koeffizient	P(0)	75%-Q	90%-Q	95%-Q
Cornflakes, Müsli	0	17,3	31,3	1,81	72,2	40	60	60
Müsli-Riegel	0	4,4	17,8	4,05	90,4	0	0	30
Knäckebröt	0	2,1	8,6	3,99	92,9	0	0	22
Toastbrot	0	40,2	60,4	1,50	58,6	60	120	180
Kekse, Waffeln	0	29,2	68,4	2,34	77,4	0	100	180
Kräcker	0	7,9	27,9	3,54	90,9	0	0	90
Flips	0	5,6	31,4	5,59	95,8	0	0	0
Erdnüsse	0	5,1	28,1	5,50	96,3	0	0	0
Chips	0	17,0	48,7	2,87	86,0	0	90	90
Pommes frites	0	9,9	33,3	3,38	90,9	0	0	115
Bratkartoffeln	0	21,2	70,3	3,31	90,7	0	0	230

Bei der Verteilung der Verzehrer bleiben die Teilnehmer ohne Verzehr unberücksichtigt.

Tabelle 3.44: Verteilung der Verzehrsmengen von gestern bei Verzehrnern

Lebensmittel	Verteilung der Verzehrsmengen von gestern bei Verzehrnern [g/Tag]								
	Kenngrößen						Quantile		
	G	Median	Mittelwert	Standardabweichg.	Quartilspanne	Variationskoeffizient	75%-Q	90%-Q	95%-Q
Cornflakes, Müsli	293	60	62,3	27,0	20	0,43	60	80	120
Müsli-Riegel	107	30	46,0	37,7	30	0,82	60	60	90
Knäckebrot	78	22	30,3	13,6	11	0,45	33	44	
Toastbrot	458	75	97,3	57,3	60	0,59	120	180	180
Kekse, Waffeln	239	100	129,5	88,3	0	0,68	100	200	300
Kräcker	92	90	86,8	41,7	23	0,48	90	130	
Flips	60	88	133,1	80,7	63	0,61	150	225	
Erdnüsse	45	110	137,8	55,3	60	0,40	170	250	
Chips	144	90	121,7	65,3	60	0,54	150	230	230
Pommes frites	117	115	108,2	38,8	40	0,36	115	140	140
Bratkartoffeln	104	230	228,4	76,4	80	0,33	230	300	300

Angepasst wird jeweils eine Log-Normalverteilung mit der Momenten-Schätzmethode, so dass Mittelwert und Standardabweichung der empirischen Daten erhalten bleiben.

Tabelle 3.45: Angepasste Verteilungen der Verzehrsmengen von gestern bei Verzehrnern

Lebensmittel	Angepasste Verteilung der Verzehrsmengen von gestern bei Verzehrnern [g/Tag]							
	Kenngrößen Parameter	Median	Mittelwert	Standardabweichg.	Quartilspanne	75%-Q	90%-Q	95%-Q
Cornflakes, Müsli	Lognormal (4,0459 / 0,4149)	57,2	62,3	27,0	32	76	97	113
Müsli-Riegel	Lognormal (3,5717 / 0,7168)	35,6	46,0	37,7	36	58	89	116
Knäckebrot	Lognormal (3,3194 / 0,4284)	27,6	30,3	13,6	16	37	48	56
Toastbrot	Lognormal (4,4289 / 0,5457)	83,8	97,3	57,3	63	121	169	206
Kekse, Waffeln	Lognormal (4,6728 / 0,6179)	107,0	129,5	88,3	92	162	236	296
Kräcker	Lognormal (4,3598 / 0,4557)	78,2	86,8	41,7	49	106	140	166
Flips	Lognormal (4,7346 / 0,5595)	113,8	133,1	80,7	88	166	233	286
Erdnüsse	Lognormal (4,8511 / 0,3864)	127,9	137,8	55,3	67	166	210	241
Chips	Lognormal (4,6751 / 0,5030)	107,2	121,7	65,3	74	151	204	245
Pommes frites	Lognormal (4,6235 / 0,3478)	101,8	108,2	38,8	48	129	159	180
Bratkartoffeln	Lognormal (5,3781 / 0,3257)	216,6	228,4	76,4	96	270	329	370

3.2.3 Zusammenfassung

Damit zeigten sich folgende durchschnittliche Verzehrsgewohnheiten bei den Berliner 10.-Klässlern:

Tabelle 3.46: Durchschnittliche Verzehrsgewohnheiten

Mittlere Häufigkeit / mittlere verzehrte Portion	
Jeden 3. Tag	1 mittelgroße Portion Cornflakes oder Müsli
Jeden 8. Tag	1,5 Müsli-Riegel
Jeden 9. Tag	3 Scheiben Knäckebrot
Jeden 2. Tag	3 Scheiben Toastbrot
Jeden 4. Tag	1 kleine oder halbe Packung Kekse oder Waffeln
Jeden 7. Tag	1 kleine oder halbe Packung Kracker
Jeden 8. Tag	1 mittelgroße Packung Flips
Jeden 12. Tag	1 mittelgroße Packung Erdnüsse
Jeden 5. Tag	1 mittelgroße Packung Chips
Jeden 8. Tag	1 mittelgroße Portion Pommes frites
Jeden 8. Tag	1 mittelgroße Portion Bratkartoffeln

4 Belastung von Lebensmitteln mit Acrylamid

Zur Bestimmung des Acrylamid-Gehalts in den abgefragten Lebensmittelkategorien liegen die Daten der Deutschen Lebensmittelüberwachung vor, die von der Bundesanstalt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit zentral erfasst werden. In diesem Bericht werden die Daten mit Stand Januar 2003 [BVL 2003a] ausgewertet werden. Zusätzliche Daten liegen für den Zeitraum von Januar bis März 2003 [BVL 2003b] ohne anonymisierte Produktbezeichnung vor.

Die Zuordnung der Messwerte auf die Lebensmittelkategorien erfolgte über den 6-stelligen ZEBS-Kode (ADV-Kodierkataloge für die Übermittlung von Daten aus der amtlichen Lebensmittel- und Veterinärüberwachung sowie dem Lebensmittel-Monitoring, hier dem Kodiersystem 01: „Warencode für die amtliche Lebensmittelüberwachung. Verzehrserhebungen und Fremdstoffberechnungen [ZEBS-Kode 2002]) und die anonymisierten Bezeichnungen der Lebensmittel. Die Lebensmittelkategorien wurden jeweils um Produkte erweitert, die in den Klartext-Antworten (Teil 3 von Frage 2 bzw. 3) von den Studienteilnehmern genannt wurden. So wurden von den Studienteilnehmern unter der Kategorie „Kekse“ häufig auch „Lebkuchen“ genannt. Entsprechend wurden bei der Auswertung der Messwerte auch Acrylamid-Bestimmungen in Lebkuchen mit berücksichtigt. Hierzu erfolgte ein Abgleich der Klartextantworten im Fragebogen mit den anonymisierten Produktbezeichnungen der Acrylamid-Messwerte. Da die neuesten Daten eine gleiche Klassifikation nicht erlauben, blieben sie in dieser Auswertung zunächst ausgeschlossen.

An Hand der Probennummer wurden Messwerte mit dem Zusatz „keine amtliche Probe“ ausgeschlossen. Ebenso wurden Proben ausgeschlossen, bei denen Messergebnis und Bestimmungsgrenzen im Widerspruch zueinander standen (unklare Zensierung, n=4).

Die Werte der Lebensmittelüberwachung beziehen sich auf Produkte im Verkauf. Da Acrylamid aber nicht nur im Produktionsprozess, sondern auch in der häuslichen Verarbeitung der Lebensmittel entsteht, bilden diese Werte nicht die gesamten Acrylamid-Gehalte der verzehrten Lebensmittel ab. Insbesondere bei Produkten, die bei der häuslichen Zubereitung noch weiter stark erhitzt werden, ist mit einer zusätzlichen Erhöhung der Acrylamid-Gehalte zu rechnen. Zu diesen Produkten zählen: Toastbrot (1704xx) und die Kartoffelvorprodukte (240403-240407, 240409-240412).

Da Kartoffelvorprodukte teilweise vorfrittiert bzw. vorgebraten sind, wurde hier Acrylamid gemessen. Da unter den ZEBS-Kode 2404xx aber sowohl rohe als auch vorgegarte Produkte zusammen gefasst werden und mit einer Erhöhung der Acrylamid-Gehalte bei der weiteren Zubereitung zu rechnen ist, bilden diese Messungen nur eine untere Grenze für den Acrylamid-Gehalt in den verzehrten Lebensmitteln. In den folgenden Auswertungen wurden diese Werte nicht berücksichtigt.

Weiter beziehen sich die aufgeführten Daten nur auf ungetoastetes Toastbrot und können für die weitere Expositionsabschätzung nicht verwandt werden. Zur Abschätzung der Acrylamid-Belastung von getoastetem Toastbrot wurde auf Werte aus der Literatur zurückgegriffen.

Ebenso gibt es im Datensatz des BVL keine Messungen von Müsli-Riegeln. Als Ersatz wurden die Angaben von Müsli und Cornflakes benutzt.

Als weitere Diskussionsgrundlage und außerhalb der Auswertung der Verzehrserhebung bei jungen Erwachsenen wurden ebenfalls die Messwerte für Kaffee und Popcorn betrachtet.

Von den 1691 Messwerten konnten 1137 entsprechend 67,2 % über die ZEBS-Kodierungen und anonymisierten Produktbezeichnungen auf die genannten Lebensmittelgruppen zugeordnet werden.

Die Daten verteilen sich allerdings sehr ungleichmäßig auf die Kategorien.

Tabelle 4.1: Anzahl der Messwerte und ihre Bestimmbarkeit

Lebensmittel	Messwerte insgesamt		Messwerte quantifiziert		Messwerte unter der Nachweis- (NG) und Bestimmungsgrenze (BG)			
	absolut	relativ [%]	absolut	relativ [%]	nn ¹	nb ²	mittl. NG ³ [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	mittl. BG ⁴ [$\mu\text{g}/\text{kg}$]
Cornflakes	96	8,4	45	46,9	45	6	50,4	113,5
Müsli-Riegel	0	0,0	0					
Knäckebrot	149	13,1	125	83,9	20	4	28,3	51,8
Toastbrot	0	0,0	0					
Kekse	295	26,0	234	79,3	38	23	20,5	42,7
Kräcker	85	7,5	80	94,1	5	0	19,7	41,7
Flips	35	3,1	31	88,6	3	1	20,6	46,4
Erdnüsse	27	2,4	20	74,1	1	6	11,1	32,3
Chips	274	24,1	269	98,2	5	0	20,3	45,6
Pommes frites	64	5,6	60	93,8	2	2	29,6	55,5
Bratkartoffeln	39	3,4	37	94,9	2	0	36,2	52,6
Kaffee	58	5,1	58	100,0	0	0	26,7	54,8
Popcorn	15	1,3	13	86,7	2	0	26,7	60,7
Summe	1137	100%						
Ausgeschlossen	554							

¹= nicht nachweisbar, ²= nicht bestimmbar, ³= Nachweisgrenze, ⁴= Bestimmungsgrenze

Im Datensatz wurde die Nachweis (NG)- und Bestimmungsgrenze(BG) nicht immer genannt. Ist eine Angabe vorhanden, wird die fehlende ergänzt, indem ein Verhältnis von NG:BG = 1:3 angenommen wurde. In einem Fall mit einem Messwert unter der Nachweisgrenze fehlten beide Grenzen. Hier wurde die mittlere Bestimmungsgrenze der Lebensmittelgruppe ersatzweise angenommen.

Tabelle 4.2: Information bei Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze/Zensierungsregel

Nicht nachweisbar: $0 \leq x \leq \text{NG}$
Nicht bestimmbar: $\text{NG} \leq x \leq \text{BG}$

Zur Datenbeschreibung wurde an Stelle der fehlenden Quantifizierung ein Wert aus den oberen Bereichen zufällig (nach Gleichverteilung) simuliert und eingefügt. Bei der Verteilungsanpassung wurden die oben genannten Bereiche hingegen als zweiseitige Zensur betrachtet und entsprechend die Parameter der Verteilungen geschätzt.

4.1 Acrylamidgehalte ausgewählter Lebensmittel

In den folgenden Tabellen werden die jeweiligen empirischen Verteilungen und angepassten theoretischen Verteilungen für die einzelnen Lebensmittelgruppen beschrieben.

Zur Verteilungsanpassung wurde (mit Ausnahme von Toastbrot und Bratkartoffeln) jeweils eine generalisierte Gamma-Verteilung mit Hilfe des Maximum-Likelihood-Schätzers für zensierte Daten bestimmt. Mit Hilfe der Likelihood-Quotienten-Teststatistik wurde eine Komplexitätsreduktion durchgeführt und entsprechend eine zweiparametrische Weibull- oder Lognormal-Verteilung ausgewählt. Die Auswahl wurde im Wesentlichen durch Betrachtung der Anpassungsstatistiken von Kolmogoroff-Smirnov bzw. Andersen-Darling bestätigt.

4.1.1 Haferflocken, Müsli, Cornflakes

Unter diese Kategorie fallen alle Arten von Frühstückscerealien, die lose gestreut zum Frühstück verzehrt werden. Dies sind Getreideflocken, Getreidegrits und Getreideflakes mit und ohne Zusatz von Zucker und Früchten, also insbesondere auch Müsli in verschiedenen Variationen. Typische umgangssprachliche Bezeichnungen sind: Früchte-, Schokomüsli, Chocos, Crunchy, Frosties, Smacks, Toppas etc. Ausgeschlossen ist einzig Popcorn in verschiedenen Geschmacksrichtungen.

Eine Trennung der Produkte nach speziellen Bestandteilen und unterschiedlichen Herstellungsmethoden (geröstet, überzogen etc.) erscheint angesichts der Austauschbarkeit im täglichen Leben nicht angebracht. Zwar weisen gequetschte Getreideflocken keine und Müsli eher niedrigere Acrylamid-Belastungen auf, doch finden sich im Handel auch geröstete und damit höher belastete Varianten.

Tabelle 4.3: Verteilung der Acrylamid-Messwerte in Cornflakes

Kenngröße	Empirische Daten			Verteilungsanpassung Weibull-Verteilung (76,04 / 0,7387) [µg/kg]
	Messwerte [µg/kg]	95%-Konfidenzintervall (nicht-parametrisch) [µg/kg]		
Anzahl Messwerte	96			
Median	55			46
Mittelwert ¹	101			92
Standardabweichung ¹	130			126
Quartil-Spanne ¹	87			104
Variationskoeffizient ¹	1,30			1,38
Schiefe ¹	3,06			
25%-Quantil ¹	30	14	40	14
50%-Quantil	55	45	77	46
75%-Quantil	117	86	184	118
90%-Quantil	227	184	337	235
95%-Quantil	337	227	821	336
99%-Quantil	821			600
Maximum	821			

¹= basierend auf der vervollständigten Stichprobe

Tabelle 4.4: Vergleich der Auswertungen der Acrylamid-Messwerte in Cornflakes

Auswertung	Lebensmittel	Anzahl Messwerte	Acrylamidgehalte			
			Minimum [µg/kg]	Median [µg/kg]	Signalwert [µg/kg]	Maximum [µg/kg]
BVL [2003a]	Cornflakes	25	nn	70		640
	Müsli	8	nn	nn		30
	Frühstückscerealien gesamt	104	nn	<30	260	820
eigene Auswertung	Haferflocken, Müsli Cornflakes	96	nn	55		821

4.1.2 Müsli-Riegel

Unter diese Kategorie fallen fertig portionierte Riegel aus Getreide mit Zusätzen, wie z.B. Balisto oder Corny-Riegel.

Die Trennung der Lebensmittelkategorien in Frühstückscerealien und Müsli-Riegel erfolgte auf Grund der unterschiedlichen Portionierungen in der Abfrage. Zur Modellierung der Acrylamid-Gehalte wurden aber die Angaben für „Haferflocken, Müsli, Cornflakes“ verwandt, da gesonderte Messungen für „Müsli-Riegel“ nicht vorliegen. Im Acrylamid-Gehalt können Müsli-Riegel mit gezuckerten und gerösteten Frühstückscerealien als vergleichbar angesehen werden.

4.1.3 Knäckebrötchen

Diese Kategorie enthält Knäcke-, Knusper- und Waffelbrote aus unterschiedlichen Getreidesorten und mit Zusätzen, allerdings keine Brotchips. Typische Bezeichnungen sind Vollkornknäcke, Sesamknäcke oder auch Finn Crisp.

Tabelle 4.5: Verteilung der Acrylamid-Messwerte in Knäckebrötchen

Kenngröße	Empirische Daten			Verteilungsanpassung Weibull-Verteilung (344,11 / 0,7107) [µg/kg]
	Messwerte [µg/kg]	95%-Konfidenzintervall (nicht-parametrisch) [µg/kg]		
Anzahl Messwerte	149			
Median	186			205
Mittelwert ¹	427			429
Standardabweichung ¹	543			617
Quartil-Spanne ¹	461			485
Variationskoeffizient ¹	1,27			1,44
Schiefe ¹	1,85			
25%-Quantil	67	41	87	60
50%-Quantil	186	136	279	205
75%-Quantil	528	426	747	545
90%-Quantil	1341	989	1627	1113
95%-Quantil	1627	1357	2115	1611
99%-Quantil	2150			2951
Maximum	2838			

¹ = basierend auf der vervollständigten Stichprobe

Tabelle 4.6: Vergleich der Auswertungen der Acrylamid-Messwerte in Knäckebrot

Auswertung	Lebensmittel	Anzahl Messwerte	Acrylamidgehalte			
			Minimum [µg/kg]	Median [µg/kg]	Signalwert [µg/kg]	Maximum [µg/kg]
BVL [2003a]	Knäckebrot	102	nn	190	610	2840
eigene Auswertung	Knäckebrot	149	nn	186		2838

4.1.4 Toastbrot

Unter Toastbrot fassten die Teilnehmer jede Form von getoasteten Broten, also Toastbrot, Sandwichbrot und getoastete Grau- und Schwarzbrote.

Die 19 gemessenen Messwerte des BVL beziehen sich auf ungetoastetes Toastbrot. Hier konnte nur eine Probe quantitativ bestimmt werden und ergab einen Acrylamidgehalt von 47,2 µg/kg bei einer mittleren Nachweisgrenze von 33,2 µg/kg über alle Proben.

Insgesamt sind nur wenige Messwerte zu getoastetem Brot bekannt. Die schwedische Lebensmittelbehörde [NFA 2002] hat zwei Sorten Toastbrot in den drei Stufen: „ungetoastet“, „leicht“ und „normal“ („Well done“) getoastet (siehe Tabelle 6), gemessen.

Eine niederländische Studie [Konings 2002] fasst unter der Bezeichnung „Toast Naturel“ 9 Proben zusammen, die einen Mittelwert von 160 µg/kg, Median 120 µg/kg und Spanne 90-420 µg/kg aufweisen. Im Vergleich zu den oberen Messungen müssen sich diese Proben auf getoastet Brot beziehen.

Schließlich gibt das Schweizer Bundesamt für Gesundheit [BAG 2002] Werte an, die sich auf „weniger“ und „stärker“ getoastetes Brot beziehen.

Tabelle 4.7: Acrylamid-Messwerte in Toastbrot aus verschiedenen Quellen

Quelle	Acrylamid-Gehalt in Toastbrot [µg/kg]	
	„leicht“ getoastet	„normal“ getoastet
Schweden [NFA 2002]	<30 / 30	60 / 69
Niederlande [Konings 2002]		9 Proben: 90-420
Schweiz [BAG 2002]	50	100 / 380

Als Annäherung wird eine Log-Normalverteilung angepasst werden, die als 5 %- bzw. 95 %-Quantil-Spanne die Werte 30-420 µg/kg wiedergibt. Diese Verteilung hat einen Median von 112 µg/kg und einen Mittelwert von 155 µg/kg.

Tabelle 4.8: Verteilung der Acrylamid-Messwerte in Knäckebrötchen

Kenngröße	Verteilungsanpassung	
	Lognormal-Verteilung (4,721 / 0,8022) [µg/kg]	
Median		112
Mittelwert		155
Standardabweichung		147
Quartil-Spanne		127
Variationskoeffizient		0,95
Schiefe		3,71
25%-Quantil		65
50%-Quantil		112
75%-Quantil		193
90%-Quantil		314
95%-Quantil		420
99%-Quantil		726

4.1.5 Kekse, Waffeln

Die Deutsche Lebensmittelüberwachung unterscheidet feine Backwaren nach ihrer Teigmasse (aus Eiweiß und Schaummasse, aus Ölsamenmasse, aus Waffelmasse, aus Mürbe-teig etc.). Diese Unterteilung war für den Fragebogen zu detailliert, so dass generell nach Keksen und Waffeln gefragt wurde. Als Beispiele wurden im Fragebogen: Butterkekse, Vollkornkekse, Mürbekekse, Russisch Brot, Spekulatius, Prinzenrolle genannt. Die Teilnehmer fassten insbesondere auch Lebkuchen und Biskuit unter diese Kategorie. Für die Bestimmung der Verteilung der Acrylamid-Gehalte wurden entsprechend alle Kleingebäcke und Waffeln zusammengeführt. Darunter fallen auch Diabetiker- und Kinderkekse.

Tabelle 4.9: Verteilung der Acrylamid-Messwerte in Keksen

Kenngröße	Empirische Daten			Verteilungsanpassung Weibull-Verteilung (254,60 / 0,7499) [µg/kg]
	Messwerte [µg/kg]	95%-Konfidenzintervall (nicht-parametrisch) [µg/kg]		
Anzahl Messwerte	295			
Median	156			156
Mittelwert ¹	305			303
Standardabweichung ¹	419			410
Quartil-Spanne ¹	341			345
Variationskoeffizient ¹	1,37			1,35
Schiefe ¹	2,95			
25%-Quantil	43	30	60	48
50%-Quantil	156	131	188	156
75%-Quantil	384	317	480	394
90%-Quantil	791	659	943	774
95%-Quantil	1110	891	1394	1110
99%-Quantil	2273			1951
Maximum	3193			

¹ = basierend auf der vervollständigten Stichprobe

Tabelle 4.10: Vergleich der Auswertungen der Acrylamid-Messwerte in Keksen

Auswertung	Lebensmittel	Anzahl Messwerte	Acrylamidgehalte			
			Minimum [µg/kg]	Median [µg/kg]	Signalwert [µg/kg]	Maximum [µg/kg]
BVL [2003a]	Feine Backwaren aus Mürbeteig (ohne Spekulatius)	52	nn	90	660	1090
	Butterkeks	13	50	300		
	Lebkuchen und lebkuchenhaltige Gebäcke	56	<30	315	1370	3190
	Löffelbiskuit	8	nn	<30		
	Russisch Brot	12	70	201		
	Spekulatius	64	nn	190	710	1690
	Backwaren für Diabetiker	12	120	770		
	Kekse für Säuglinge und Kleinkinder	29	15	110		370
	Löffelbiskuit für Kinder	4	nn	15		15
eigene Auswertung		295	nn	156		3193

4.1.6 Kräcker, Salzstangen

Diese Lebensmittelgruppe enthält alle Formen von Kräckern mit verschiedenen Zusätzen, wie TUC und Pizzakräcker, sowie Laugendauergebäcke, wie z.B. Laugenzweckbrot, Salzstangen etc.

Tabelle 4.11: Verteilung der Acrylamid-Messwerte in Kräckern, Salzstangen

Kenngröße	Empirische Daten		Verteilungsanpassung	
	Messwerte [µg/kg]	95%-Konfidenzintervall (nicht-parametrisch) [µg/kg]	Lognormal-Verteilung (5,2127 / 0,9829) [µg/kg]	
Anzahl Messwerte	85			
Median	186			184
Mittelwert ¹	287			298
Standardabweichung ¹	301			380
Quartil-Spanne ¹	275			262
Variationskoeffizient ¹	1,05			1,28
Schiefte ¹	2,40			5,90
25%-Quantil ¹	94	67	116	95
50%-Quantil	186	127	251	184
75%-Quantil	369	305	522	356
90%-Quantil	623	469	993	647
95%-Quantil	777	623	1597	925
99%-Quantil				1807
Maximum	1597			

¹ = basierend auf der vervollständigten Stichprobe

Tabelle 4.12: Vergleich der Auswertungen der Acrylamid-Messwerte in Kräckern, Salzstangen

Auswertung	Lebensmittel	Anzahl Messwerte	Acrylamidgehalte			
			Minimum [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Median [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Signalwert [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Maximum [$\mu\text{g}/\text{kg}$]
BVL	Cracker	28	30	410		1600
	Laugendauerbrezel	16	30	120		460
	Laugenkleingebäck	18	nn	<30		60
	Salzstangen	39	40	190		990
eigene Auswertung	Kräcker	85	nn	186		1597

4.1.7 Erdnussflips, Taccos

Diese Lebensmittelgruppe umfasst alle Knabbererzeugnisse aus verschiedenen Getreidesorten und Getreideextruderprodukte, wie Getreide-Curls, Getreide-Chips, Erdnussflips, Maisgebäck, wie Taccos, Nachos, Tortillas sowie Reisgebäck. Ausgenommen sind ganze Nüsse und Knabberprodukte aus Kartoffeln. Auch hier erschien eine weitere Aufteilung der Produkte nach Inhaltstoffen im Fragebogen nicht handhabbar zu sein.

Tabelle 4.13: Verteilung der Acrylamid-Messwerte in Erdnussflips, Taccos

Kenngröße	Empirische Daten		Verteilungsanpassung	
	Messwerte [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	95%-Konfidenzintervall (nicht-parametrisch) [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Lognormal-Verteilung (4,7667 / 1,240) [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	
Anzahl Messwerte	35			
Median	123			118
Mittelwert ¹	242			254
Standardabweichung ¹	332			485
Quartil-Spanne ¹	180			220
Variationskoeffizient ¹	1,37			1,91
Schiefe ¹	2,34			12,7
25%-Quantil ¹	50	44	75	51
50%-Quantil	123	66	168	118
75%-Quantil	230	157	633	271
90%-Quantil	633	284	1410	576
95%-Quantil	1170			904
99%-Quantil				2104
Maximum	1410			

¹ = basierend auf der vervollständigten Stichprobe

Tabelle 4.14: Vergleich der Auswertungen der Acrylamid-Messwerte in Erdnussflips, Taccos

Auswertung	Lebensmittel	Anzahl Messwerte	Acrylamidgehalte			
			Minimum [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Median [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Signalwert [$\mu\text{g}/\text{kg}$]	Maximum [$\mu\text{g}/\text{kg}$]
BVL [2003a]	Erdnuss Flips	5	80	150		170
	Tortilla Chips	8	nn	50		160
eigene Auswertung	Erdnussflips, Taccos	35	nn	123		1410

4.1.8 Erdnüsse

Unter Erdnüsse fassten die Teilnehmer alle Arten von gerösteten, gebrannten und überzogenen Nüssen und Kernen, egal ob süß oder salzig, allerdings keine Maronen.

Tabelle 4.15: Verteilung der Acrylamid-Messwerte in Erdnüssen

Kenngröße	Empirische Daten		Verteilungsanpassung	
	Messwerte [µg/kg]	95%-Konfidenzintervall (nicht-parametrisch) [µg/kg]	Weibull-Verteilung (88,14 / 1,3387) [µg/kg]	
Anzahl Messwerte	27			
Median	81			67
Mittelwert ¹	80			81
Standardabweichung ¹	65			61
Quartil-Spanne ¹	80			78
Variationskoeffizient ¹	0,81			0,75
Schiefe ¹	1,90			
25%-Quantil ¹	26	13	71	35
50%-Quantil	81	49	94	67
75%-Quantil	106	85	159	113
90%-Quantil	159			164
95%-Quantil	175			200
99%-Quantil				276
Maximum	316			

¹= basierend auf der vervollständigten Stichprobe

Tabelle 4.16: Vergleich der Auswertungen der Acrylamid-Messwerte in Erdnüssen

Auswertung	Lebensmittel	Anzahl Messwerte	Acrylamidgehalte			
			Minimum [µg/kg]	Median [µg/kg]	Signalwert [µg/kg]	Maximum [µg/kg]
BVL [2003a]	Geröstete Nüsse	7	<30	80		180
	Gebrannte Mandeln	13	<30	90		320
eigene Auswertung	Erdnüsse	27	nn	81		316

4.1.9 Kartoffelchips

Unter Kartoffelchips fallen alle Knabberprodukte aus Kartoffeln oder Kartoffelpulver, wie Kartoffelchips, Kartoffelsticks, Chipsletten, Pringles, Crunchips, Pombär oder Jumpies.

Tabelle 4.17: Verteilung der Acrylamid-Messwerte in Kartoffelchips

Kenngröße	Empirische Daten			Verteilungsanpassung Weibull-Verteilung (913,02 / 1,5339) [µg/kg]
	Messwerte [µg/kg]	95%-Konfidenzintervall (nicht-parametrisch) [µg/kg]		
Anzahl Messwerte	274			
Median	702			719
Mittelwert ¹	821			822
Standardabweichung ¹	557			545
Quartil-Spanne ¹	700			724
Variationskoeffizient ¹	0,68			0,67
Schiefe ¹	1,37			
25%-Quantil	410	370	451	405
50%-Quantil	702	620	780	719
75%-Quantil	1110	1008	1190	1130
90%-Quantil	1557	1404	1800	1573
95%-Quantil	1923	1690	2203	1867
99%-Quantil	2523			2471
Maximum	3680			

¹ = basierend auf der vervollständigten Stichprobe

Tabelle 4.18: Vergleich der Auswertungen der Acrylamid-Messwerte in Kartoffelchips

Auswertung	Lebensmittel	Anzahl Messwerte	Acrylamidgehalte			
			Minimum [µg/kg]	Median [µg/kg]	Signalwert [µg/kg]	Maximum [µg/kg]
BVL [2003a]	Kartoffelchips	260	<150	670	1200	3680
	Kartoffelchips mit gültigem MHD ¹	29	<150	560		2520
	Kartoffelsticks	27	630	1280		2870
eigene Auswertung	Kartoffelchips	274	nn	702		3680

¹ = Mindesthaltbarkeitsdatum (MHD)

4.1.10 Pommes frites

Unter Pommes frites fallen sowohl frittierte als auch Backofen-Pommes frites, allerdings wurden nur Messwerte von verzehrfertigen Produkten berücksichtigt.

Tabelle 4.19: Verteilung der Acrylamid-Messwerte in Cornflakes

Kenngröße	Empirische Daten			Verteilungsanpassung Lognormal-Verteilung (5,2664 / 1,1148) [µg/kg]
	Messwerte [µg/kg]	95%-Konfidenzintervall (nicht-parametrisch) [µg/kg]		
Anzahl Messwerte	64			
Median	217			194
Mittelwert ¹	354			361
Standardabweichung ¹	555			566
Quartil-Spanne ¹	203			320
Variationskoeffizient ¹	1,57			1,57
Schiefe ¹	4,77			8,58
25%-Quantil ¹	106	77	158	91
50%-Quantil	217	164	272	194
75%-Quantil	309	280	626	411
90%-Quantil	655	425	1213	808
95%-Quantil	1107	626	3920	1212
99%-Quantil				2591
Maximum	3920			

¹ = basierend auf der vervollständigten Stichprobe

Tabelle 4.20: Vergleich der Auswertungen der Acrylamid-Messwerte in Cornflakes

Auswertung	Lebensmittel	Anzahl Messwerte	Acrylamidgehalte			
			Minimum [µg/kg]	Median [µg/kg]	Signalwert [µg/kg]	Maximum [µg/kg]
BVL	Pommes frites, zubereitet	137	nn	140	570	3920
eigene Auswertung	Pommes frites	64	nn	217		3920

4.1.11 Bratkartoffeln, Rösti

Unter die Lebensmittelgruppe der Bratkartoffeln fallen alle Formen von in der Pfanne gebratenen Kartoffeln, wie Röstkartoffeln, Rösti und Reibekuchen. Die Messwerte der Deutschen Lebensmittelüberwachung bestehen zum überwiegenden Anteil (28 von 37) aus Messwerten von Reibekuchen. Diese sind zudem in der Regel höher als bei klassischen Bratkartoffeln. Der Grund liegt wahrscheinlich im unterschiedlichen Bratfett: Öl bei Reibekuchen und Margarine oder Butter bei Bratkartoffeln.

Über die Zubereitungsgewohnheiten in den Haushalten ist sehr wenig bekannt, so dass bei der Auswahl der repräsentativen Messwerte Unsicherheit besteht. Im folgenden Text werden deshalb zwei Szenarien betrachtet:

Szenario 1: Verteilung der Messwerte von Bratkartoffeln, Rösti und Reibekuchen

Szenario 2: Verteilung der Messwerte nur von Bratkartoffeln

Während die Verteilung im Szenario 1 sich auf die empirischen Daten stützt, wird für Szenario 2 eine theoretische Verteilung zu Grunde gelegt. Es wird eine Log-Normalverteilung mit dem 5 %-Quantil 10 µg/kg (minimale beobachtete Nachweisgrenze) und dem 95 %-Quantil 474 µg/kg (maximaler beobachteter Wert) angenommen.

Tabelle 4.21: Verteilung der Acrylamid-Messwerte in Bratkartoffeln, Rösti

Kenngröße	Empirische Daten			Verteilungsanpassung	
	Messwerte [µg/kg]	95%-Konfidenzintervall (nicht-parametrisch) [µg/kg]		Szenario 1 Bratkartoffeln, Reibekuchen Weibull- Verteilung (690,6 / 1,2709) [µg/kg]	Szenario 2: Nur Bratkartoffeln Lognormal- Verteilung (4,231 / 1,173) [µg/kg]
Anzahl Messwerte	39				
Median	587			518	69
Mittelwert ¹	648			641	137
Standardabweichung ¹	459			508	236
Quartil-Spanne ¹	728			634	121
Variationskoeffizient ¹	0,71			0,79	1,72
Schiefte ¹	0,77				10,2
25%-Quantil	225	148	492	259	31
50%-Quantil	587	430	810	518	69
75%- Quantil	953	709	1240	893	152
90%-Quantil	1263	976	1910	1331	310
95%-Quantil	1697			1637	474
99%-Quantil				2297	1054
Maximum	1910				

¹= basierend auf der vervollständigten Stichprobe

Tabelle 4.22: Vergleich der Auswertungen der Acrylamid-Messwerte in Bratkartoffeln, Rösti

Auswertung	Lebensmittel	Anzahl Messwerte	Acrylamidgehalte			
			Minimum [µg/kg]	Median [µg/kg]	Signalwert [µg/kg]	Maximum [µg/kg]
BVL [2003a]	Bratkartoffeln, zubereitet	13	nn	33		280
	Kartoffelpuffer, zubereitet	34	210	700	1300	1900
eigene Auswertung	Bratkartoffeln	39	nn	587		1910

Die Szenarien 1 und 2 können als realistische obere bzw. untere Abschätzungen der wirklichen Verteilung betrachtet werden. Da in der Befragung die unterschiedlichen Zubereitungsformen von gebratenen Kartoffeln nicht unterschieden werden, beziehen sich die Verzehrsmengen sowohl auf traditionelle Bratkartoffeln als auch auf Rösti und Reibekuchen. In Szenario 1 werden die wahrscheinlich überwiegend verzehrten Bratkartoffeln mit den höheren Acrylamidgehalten von Reibekuchen verknüpft, was zu einer Überschätzung der Acrylamid-Aufnahme führt. In Szenario 2 werden hingegen die verzehrten Rösti und Reibekuchen mit den niedrigeren Acrylamid-Messungen von traditionellen Bratkartoffeln verknüpft, was zu einer Unterschätzung führt.

4.1.12 Kaffee

Obwohl Kaffee und das noch folgende Popcorn im Fragebogen nicht abgefragt wurden, werden sie an dieser Stelle mit ausgewertet werden, da entsprechende Angaben an anderer Stelle notwendig waren und auf der gleichen Auswertung der BVL-Daten basieren.

Unter Kaffee wird jede Form von „trockenem“ gerösteten Kaffee, Kaffeeextrakt, Kaffeeersatz, Kaffeeersatzmischungen oder Kaffeeersatzextrakte verstanden. Nicht unter diese Gruppe fallen pflanzliche Rohstoffe für Kaffeeersatz und Kaffee-Getränke („flüssiger“ Kaffee).

Zur Umrechnung der Acrylamid-Gehalte von Kaffeepulver auf das Kaffeegetränk kann grob ein Verhältnis von 20:1 angesetzt werden. Dies entspricht einer vollständigen Auslösung von 6 g Pulver in 120 ml Wasser. Auf Grund der sehr guten Wasserlöslichkeit von Acrylamid ist von einem 100 %-igen Übergang des Acrylamids in das Getränk auszugehen.

Kaffeeersatz weist in der Regel höhere Acrylamid-Gehalte auf als normaler Bohnenkaffee. Allerdings beziehen sich hier nur wenige Messwerte auf Kaffeeersatz. Eine grobe einzelne Modellierung von ausschließlich Kaffeeersatz wäre eine Lognormalverteilung (7,0360/0,4415) mit Median 1137 µg/kg und Mittelwert 1253 µg/kg Pulver.

Tabelle 4.23: Verteilung der Acrylamid-Messwerte in Kaffeepulver

Kenngröße	Empirische Daten			Verteilungsanpassung Lognormal-Verteilung (5,7153 / 0,5590) [µg/kg]
	Messwerte [µg/kg]	95%-Konfidenzintervall (nicht-parametrisch) [µg/kg]		
Anzahl Messwerte	58			
Median	291			303
Mittelwert ¹	369			355
Standardabweichung ¹	329			215
Quartil-Spanne ¹	194			234
Variationskoeffizient ¹	0,89			0,61
Schiefte ¹	4,29			2,04
25%-Quantil ¹	196	178	250	208
50%-Quantil	291	250	326	303
75%-Quantil	390	326	505	442
90%-Quantil	672	440	1112	621
95%-Quantil	955			761
99%-Quantil				1114
Maximum	2355			

¹= basierend auf der vervollständigten Stichprobe

Tabelle 4.24: Vergleich der Auswertungen der Acrylamid-Messwerte in Kaffeepulver

Auswertung	Lebensmittel	Anzahl Messwerte	Acrylamidgehalte			
			Minimum [µg/kg]	Median [µg/kg]	Signalwert [µg/kg]	Maximum [µg/kg]
BVL	Kaffee, gerösteter und gemahlener	50	100	280	370	700
	Kaffee, löslicher	4	440	700		1100
	Kaffeeersatzextrakt	9	420	1500		2350
eigene Auswertung	Kaffee, Kaffeeersatz	58	103	291		2355

4.1.13 Popcorn

Unter Popcorn fallen Puffmais, Puffreis und gepufftes Getreide, gesalzen, gezuckert, überzogen oder geröstet.

Tabelle 4.25: Verteilung der Acrylamid-Messwerte in Popcorn

Kenngröße	Empirische Daten		Verteilungsanpassung	
	Messwerte [µg/kg]	95%-Konfidenzintervall (nicht-parametrisch) [µg/kg]	Weibull-Verteilung (238,57 / 2,1659) [µg/kg]	
Anzahl Messwerte	13			
Median	213			201
Mittelwert ¹	209			211
Standardabweichung ¹	111			103
Quartil-Spanne ¹	167			143
Variationskoeffizient ¹	0,53			0,49
Schiefe ¹	-0,20			
25%-Quantil ¹	121	30	213	134
50%-Quantil	213	121	288	201
75%-Quantil	288	213	400	277
90%-Quantil	345			351
95%-Quantil				396
99%-Quantil				483
Maximum	400			

¹= basierend auf der vervollständigten Stichprobe

Tabelle 4.26: Vergleich der Auswertungen der Acrylamid-Messwerte in Popcorn

Auswertung	Lebensmittel	Anzahl Messwerte	Acrylamidgehalte			
			Minimum [µg/kg]	Median [µg/kg]	Signalwert [µg/kg]	Maximum [µg/kg]
BVL [2003a]	Popcorn	11	120	250		350
eigene Auswertung	Popcorn	13	nn	213		400

4.2 Zusammenfassung

Damit konnten für 13 wichtige Lebensmittelgruppen die Acrylamid-Gehalte als empirische oder theoretisch abgeleitete Verteilung bestimmt werden.

Allerdings sind diese Verteilungen weder repräsentativ aus dem Deutschen Markt gezogen, noch geben sie repräsentativ die Gehalte verbrauchter Produkte wieder. Zum jetzigen Zeitpunkt liegen keine repräsentativen Erhebungspläne und Daten vor. Die Verteilungen im Überblick:

Tabelle 4.27: Empirische Verteilungen der Acrylamid-Gehalte in hochbelasteten Lebensmitteln

Lebensmittel	Empirische Verteilung der Acrylamid-Gehalte [$\mu\text{g}/\text{kg}$]								
	Kenngrößen						Quantile		
	N	Median	Mittel	Standard-abweichg.	Quartil-spanne	Variations-Koeffizient	75%-Q	90%-Q	95%-Q
Cornflakes, Müsli	96	55	101	130	87	1,30	117	227	337
Müsli-Riegel	0								
Knäckebrot	149	186	427	543	461	1,27	528	1341	1627
Toastbrot	0								
Kekse, Waffeln	295	156	305	419	341	1,37	384	791	1110
Kräcker	85	186	287	301	275	1,05	369	623	777
Flips	35	123	242	332	180	1,37	230	633	1170
Erdnüsse	27	81	80	65	80	0,81	106	159	175
Chips	274	702	821	557	700	0,68	1110	1557	1923
Pommes frites	64	217	354	555	203	1,57	309	655	1107
Bratkartoffeln (1)	39	587	648	459	728	0,71	953	1263	1697
Kaffee	58	291	369	329	194	0,89	390	672	955
Popcorn	13	213	209	111	167	0,53	288	345	

Tabelle 4.28: Angepasste Verteilungen der Acrylamid-Gehalte in hochbelasteten Lebensmitteln

Lebensmittel	Angepasste Verteilung der Acrylamid-Gehalte [$\mu\text{g}/\text{kg}$]								
	Kenngrößen						Quantile		
		Median	Mittel	Standard-abweichg.	Quartil-spanne	Variations-Koeffizient	75%-Q	90%-Q	95%-Q
Cornflakes, Müsli	Weibull	46	92	126	104	1,38	118	235	336
Müsli-Riegel	Weibull	46	92	126	104	1,38	118	235	336
Knäckebrot	Weibull	205	429	617	485	1,44	545	1113	1611
Toastbrot	Lognormal	112	155	147	127	0,95	193	314	420
Kekse, Waffeln	Weibull	156	303	410	345	1,35	394	774	1110
Kräcker	Lognormal	184	298	380	262	1,28	356	647	925
Flips	Lognormal	118	254	485	220	1,91	118	271	576
Erdnüsse	Weibull	67	81	61	78	0,75	113	164	200
Chips	Weibull	719	822	545	724	0,67	1130	1573	1867
Pommes frites	Lognormal	194	361	566	320	1,57	411	808	1212
Bratkartoffeln (1)	Weibull	518	641	508	634	0,79	893	1331	1637
Bratkartoffeln (2)	Lognormal	69	137	236	121	1,72	152	310	474
Kaffee	Lognormal	303	355	215	234	0,61	442	621	761
Popcorn	Weibull	201	211	103	143	0,49	277	351	396

Mittlerer Acrylamid-Gehalt in Lebensmitteln

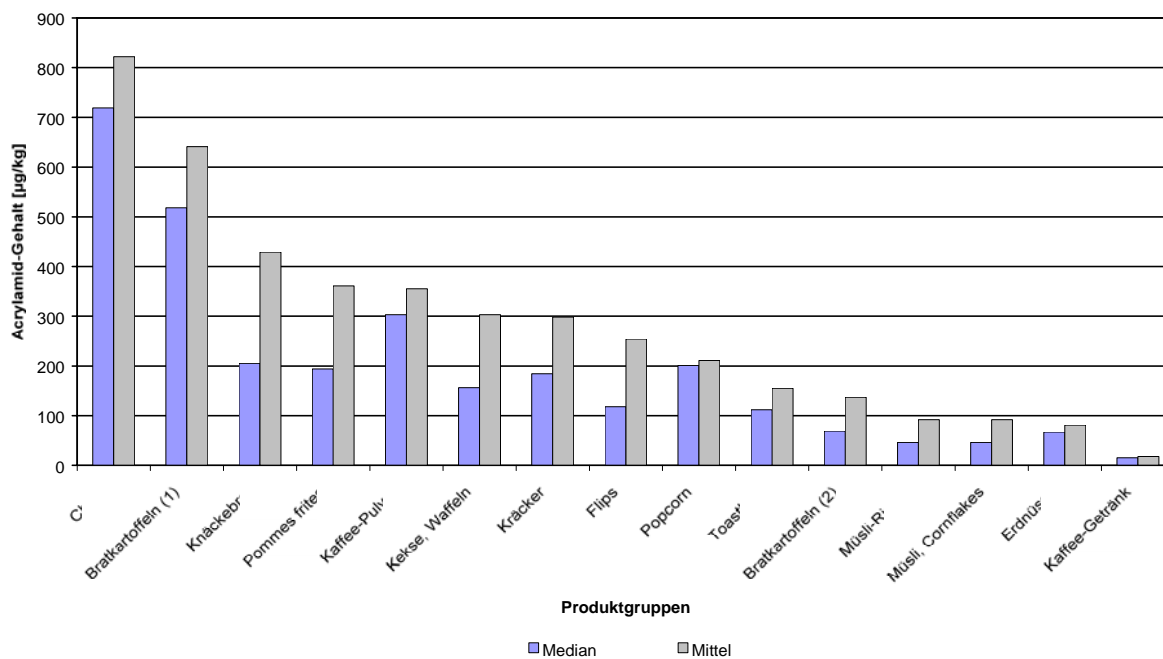


Abbildung 4.29: Mittlerer Acrylamid-Gehalt in hochbelasteten Lebensmitteln

5 Expositionsabschätzung

Der Datensatz bietet mehrere Möglichkeiten, die Exposition bezüglich Acrylamid zu beschreiben. Die Unterschiede ergeben sich durch Differenzierung der betrachteten Population (Verzehrer, alle Jugendlichen) und der zeitlichen Aggregation.

Zum Vergleich mit der zu Beginn erfolgten Abschätzung wird hier eine Abschätzung für Verzehrer der betrachteten Lebensmittel vorgenommen. Da die Verzehrsmengen nicht als Wochenmittel vorliegen, wird das Expositionsmodell aus Abschnitt 1 um die Verzehrswahrscheinlichkeit erweitert und auf die durchschnittlichen Angaben für Verzehrer (alle ohne Nie-Esser) angewendet.

$$\text{Aufnahme / Tag} = \sum_{\text{Produktgruppe}} \text{Gehalt} * \text{Verzehrmenge / Tag} * \text{Verzehrswahrscheinlichkeit}$$

Tabelle 5.1: Mittlere Acrylamid-Aufnahme bei Verzellern unter den Berliner Schülern

Lebensmittel	Durchschnittlicher Verzehr bei Verzellern unter den Berliner Schülern					
	Mittlerer Acrylamid-Gehalt [µg/kg]	Mittlere Verzehrsmenge bei Verzehr (Tagesmittel) [g/Tag]	Mittlere Verzehrswahrscheinlichkeit für Verzehrer [%]	Mittlere Acrylamid-Aufnahme [µg/Tag]	Mittlere interne Acrylamid-Belastung ¹ [µg/(kgKG Tag)]	Anteile [%]
Kartoffelchips	822	121.7	21.6	21.61	0.340	31.3
Kekse, Waffeln	303	129.5	27.3	10.71	0.168	15.5
Toastbrot	155	97.3	48.1	7.25	0.114	10.5
Pommes frites	361	108.2	14.3	5.59	0.088	8.1
Flips	254	133.1	15.6	5.27	0.083	7.6
Bratkartoffeln ²	137	228.4	14.8	4.63	0.073	6.7
Kräcker	298	86.8	17.5	4.53	0.071	6.6
Kaffee ³	18	179.5		3.19	0.050	4.6
Knäckebrot	429	30.3	16.8	2.18	0.034	3.2
Müsli, Cornflakes	92	62.3	34.8	1.99	0.031	2.9
Erdnüsse	81	137.8	12.4	1.38	0.022	2.0
Müsli-Riegel	92	46	16.6	0.70	0.011	1.0
				69.04	1.086	100.0

¹ = Bezogen auf das durchschnittliche Körpergewicht der standardisierten Stichprobe von 63.6 kg

² = Belastungs-Szenario 2: Acrylamid-Messwerte nur für Bratkartoffeln

³ = Mittlere Verzehrsmenge bei Verzehr aus der NVS 1989, Wochenmittel

Ein Vergleich mit der Abschätzung aus der Nationalen Verzehrsstudie zeigt eine Erhöhung der Aufnahme von Acrylamid durch Kartoffelchips und Kekse, Waffeln, sowie einen Rückgang bei Pommes frites. Die in der Berliner Befragung zusätzlich mit aufgenommenen Produktgruppen: Toastbrot, Flips, Bratkartoffeln und Kräcker erhöhen die Abschätzung der Gesamtaufnahme.

Allerdings ist gerade die Datenlage bei der Belastung der selbst zubereiteten Speisen, wie Toastbrot und Bratkartoffeln sehr beschränkt, so dass hier eine Unsicherheit in der Abschätzung bleibt.

Tabelle 5.2: Vergleich der mittleren Acrylamid-Aufnahme

Lebensmittel	Durchschnittlicher Verzehr bei Verzehrnern					
	Berliner Schülerinnen und Schüler			Nationale Verzehrsstudie [NVS 1989]		
	Mittlere Acrylamid-Aufnahme	Mittlere interne Acrylamid-Belastung ¹	Anteile	Mittlere Acrylamid-Aufnahme	Mittlere interne Acrylamid-Belastung ¹	Anteile
	[µg/Tag]	[µg/(kg KG Tag)]	[%]	[µg/Tag]	[µg/(kg KG Tag)]	[%]
Kartoffelchips	21.61	0.340	31.3	16.11	0.253	28.3
Kekse, Waffeln	10.71	0.168	15.5	4.79	0.075	8.4
Toastbrot	7.25	0.114	10.5	3.44	0.054	6.1
Pommes frites	5.59	0.088	8.1	10.07	0.158	17.7
Flips	5.27	0.083	7.6	3.18	0.050	5.6
Bratkartoffeln ²	4.63	0.073	6.7	4.80	0.075	8.4
Kräcker	4.53	0.071	6.6	3.43	0.054	6.0
Kaffee ³	3.19	0.050	4.6	3.19	0.050	5.6
Knäckebrot	2.18	0.034	3.2	3.13	0.049	5.5
Müsli, Cornflakes	1.99	0.031	2.9	2.62	0.041	4.6
Erdnüsse	1.38	0.022	2.0	1.20	0.019	2.1
Müsli-Riegel	0.70	0.011	1.0	0.88	0.014	1.6
	69.04	1.086	100.0	56.83	0.894	100.0

¹= Bezogen auf das durchschnittliche Körpergewicht der standardisierten Stichprobe von 63.6 kg

²= Belastungs-Szenario 2: Acrylamid-Messwerte nur für Bratkartoffeln

³= Mittlere Verzehrsmenge bei Verzehr aus der NVS 1989, Wochenmittel, in der Stichprobe nicht erhoben

Mittlere, innere Belastung mit Acrylamid
Vergleich der Studie an Berliner Schülern mit der Nationalen Verzehrsstudie

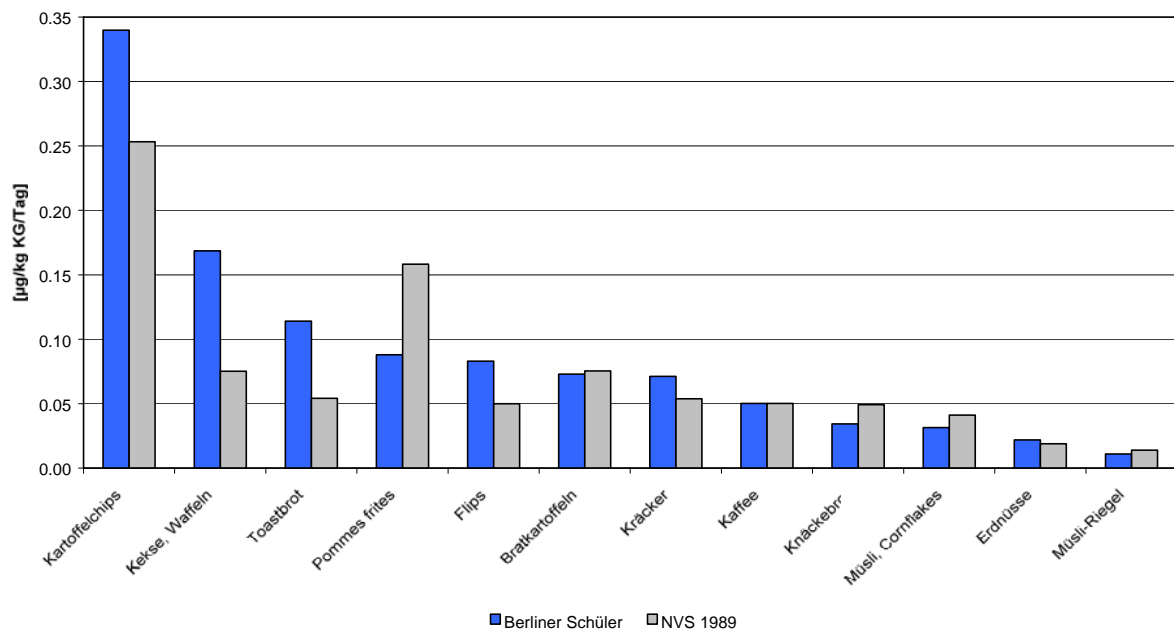


Abbildung 5.3: Vergleich der mittleren, internen Acrylamid-Belastung

In der Erhebung der Daten der Berliner Schüler liegen auch valide Häufigkeitsangaben vor, so dass auch eine Abschätzung der mittleren Acrylamid-Aufnahme bei allen Berliner Schülern möglich ist.

Die mittlere, interne Acrylamid-Belastung ist dabei nach unten korrigiert, da nicht mehr angenommen wird, dass die Schüler alle betrachteten Lebensmittel auch verzehren. Allerdings ist der Unterschied eher klein, da die betrachteten Lebensmittel von den Jugendlichen auch überwiegend verzehrt werden (Maximal 94.8 % bei Keksen, minimal 66.2 % bei Erdnüssen). Um die Abhängigkeit der Daten von den vorliegenden Belastungsdaten aufzuzeigen, wird die mittlere Acrylamid-Belastung nochmals mit den höheren Belastungswerten des Szenarios 1: „Bratkartoffeln, Rösti, Reibekuchen“ beschrieben.

Tabelle 5.4: Mittlere Acrylamid-Aufnahme bei Berliner Schülern durch hochbelastete Lebensmittel (Szenario 2: nur Bratkartoffeln)

Lebensmittel	Durchschnittlicher Verzehr					
	Mittlerer Acrylamid-Gehalt [µg/kg]	Mittlere Verzehrsmenge bei Verzehr (Tagesmittel) [g/Tag]	Mittlere Verzehrswahrscheinlichkeit [%]	Mittlere Acrylamid-Aufnahme [µg/Tag]	Mittlere interne Acrylamid-Belastung ¹ [µg/(kg KG Tag)]	Anteile [%]
Kartoffelchips	822	121.7	18.5	18.51	0.291	32.4
Kekse, Waffeln	303	129.5	25.7	10.08	0.159	17.7
Toastbrot	155	97.3	44.7	6.74	0.106	11.8
Pommes frites	361	108.2	13.1	5.12	0.080	9.0
Flips	254	133.1	12.2	4.12	0.065	7.2
Kräcker	298	86.8	14.9	3.85	0.061	6.8
Bratkartoffeln ²	137	228.4	12.3	3.85	0.061	6.7
Müsli, Cornflakes	92	62.3	31.8	1.82	0.029	3.2
Knäckebrot	429	30.3	11.7	1.52	0.024	2.7
Erdnüsse	81	137.8	8.1	0.90	0.014	1.6
Müsli-Riegel	92	46	13.0	0.55	0.009	1.0
Summe				57.07	0.897	100.0

¹ = Bezogen auf das durchschnittliche Körpergewicht von 63.6 kg

² = Belastungs-Szenario 2: Acrylamid-Messwerte nur für Bratkartoffeln

Anteile an der Acrylamid-Aufnahme bei Berliner Schülerinnen und Schülern

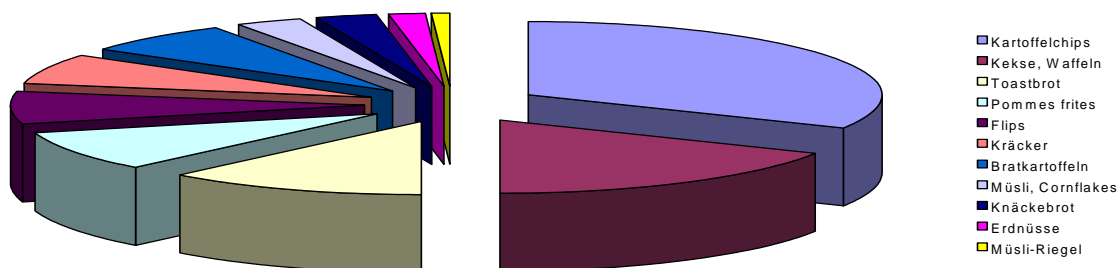


Abbildung 5.5: Anteile an der Acrylamid-Aufnahme (Szenario 2: nur Bratkartoffeln)

Die zwei Szenarien stellen Pole der möglichen Belastung von Bratkartoffeln mit Acrylamid dar (vgl. Abschnitt 4.1.11).

Zu den selbstzubereiteten Speisen: „Toastbrot“ und „Bratkartoffeln“ liegen zur Zeit nur sehr wenige Belastungs-Messungen vor. Beim Toastbrot wird ein starker Zusammenhang zwischen Röstgrad sowie Brotsorte und Acrylamid-Gehalt vermutet. Bei Bratkartoffeln bestehen Zusammenhänge zwischen Bratfett, Bratzeit, sowie Zubereitungsform der Kartoffeln. Um ein genaues Abbild der Variation des Acrylamidgehaltes zu bekommen, müssten Stichproben unter normalen Haushaltsbedingungen gezogen werden. Für Toastbrot wird eine Studie mit verschiedenen Bräunungsgraden und Brotsorten im BfR zur Zeit ausgewertet, die hierfür verbesserte Angaben liefern wird.

Für eine Expositionsabschätzung wären aber auch genauere Angaben zur Zubereitungsform notwendig, die von bisherigen Verzehrsstudien nur unzureichend abgefragt bzw. ausgewertet wurden.

Tabelle 5.6: Mittlere Acrylamid-Aufnahme bei Berliner Schülern durch hochbelastete Lebensmittel (Szenario 1: Bratkartoffeln, Reibekuchen)

Lebensmittel	Durchschnittlicher Verzehr					
	Mittlerer Acrylamid-Gehalt [µg/kg]	Mittlere Verzehrsmenge bei Verzehr (Tagesmittel) [g/Tag]	Mittlere Verzehrswahrscheinlichkeit [%]	Mittlere Acrylamid-Aufnahme [µg/Tag]	Mittlere interne Acrylamid-Belastung ¹ [µg/(kg KG Tag)]	Anteile [%]
Kartoffelchips	822	121.7	18.5	18.51	0.291	26.0
Bratkartoffeln, Reibekuchen	641	228.4	12.3	18.01	0.283	25.3
Kekse, Waffeln	303	129.5	25.7	10.08	0.159	14.2
Toastbrot	155	97.3	44.7	6.74	0.106	9.5
Pommes frites	361	108.2	13.1	5.12	0.080	7.2
Flips	254	133.1	12.2	4.12	0.065	5.8
Kräcker	298	86.8	14.9	3.85	0.061	5.4
Müsli, Cornflakes	92	62.3	31.8	1.82	0.029	2.6
Knäckebrot	429	30.3	11.7	1.52	0.024	2.1
Erdnüsse	81	137.8	8.1	0.90	0.014	1.3
Müsli-Riegel	92	46	13.0	0.55	0.009	0.8
Summe				71.23	1.120	100.0

¹= Bezogen auf das durchschnittliche Körpergewicht von 63.6 kg

²= Belastungs-Szenario 1: Acrylamid-Messwerte für Bratkartoffeln, Röst und Reibekuchen

Mittlere, innere Belastung mit Acrylamid
bei Berliner Schülerinnen und Schülern

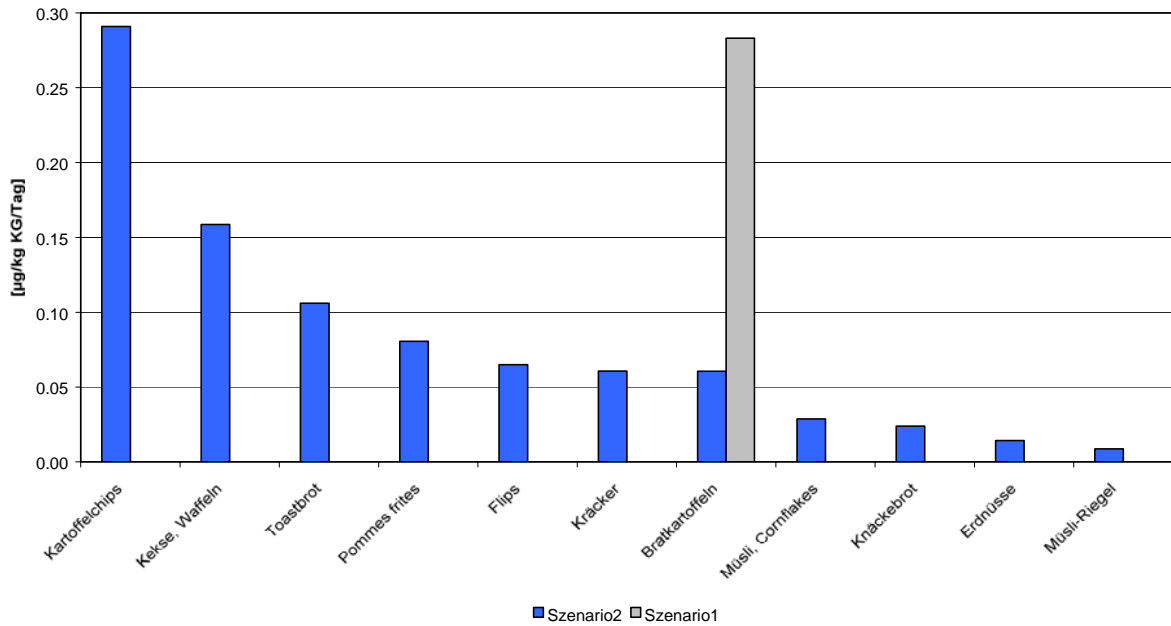


Abbildung 5.7: Vergleich der mittleren, internen der Acrylamid-Belastung von Szenario 1: nur Bratkartoffeln und Szenario 2: Bratkartoffeln, Reibekuchen

Anteile an der Acrylamid-Aufnahme
bei Berliner Schülerinnen und Schülern

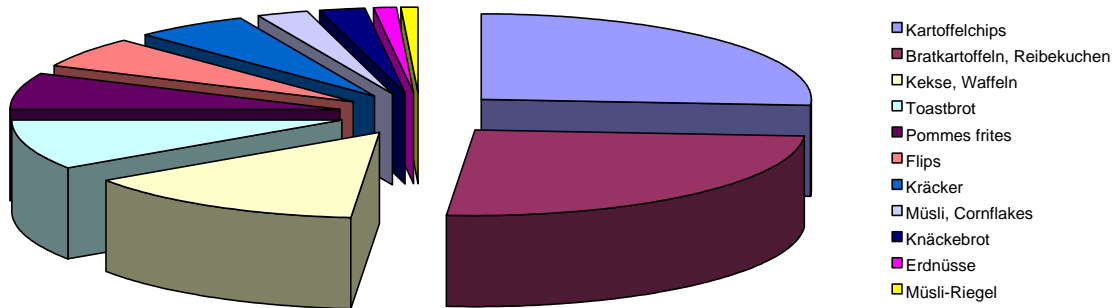


Abbildung 5.8: Anteile an der Acrylamid-Aufnahme durch hochbelastete Lebensmittel (Szenario 1: Bratkartoffeln, Reibekuchen)

Die erhobenen Daten erlauben aber noch eine weitere Art der Abschätzung der mittleren Acrylamid-Aufnahme. Im bisherigen Ansatz wurde über die Verzehrshäufigkeit die zeitliche Korrelation berücksichtigt, d.h. Teilnehmer, die regelmäßig ein Lebensmittel verzehren, sind stärker in die Abschätzung eingeflossen. Allerdings werden Korrelationen zwischen den Produktgruppen außer Acht gelassen.

Im Folgenden wird nun die Acrylamid-Aufnahme der Jugendlichen am Tag vor ihrer jeweiligen Befragung („Gestern“) betrachtet werden. Hier fließt die Korrelation der Mengen ein, da die Acrylamid-Aufnahme auf individueller Ebene berechnet werden kann. Die zeitliche Korrelation bleibt unbeachtet. Im Mittel sollten sich aber vergleichbare Ergebnisse ergeben.

Ein Vergleich zeigt den Effekt, dass die Protokollmethode in der Regel höhere Abschätzungen liefert, als eine Häufigkeitsabfrage. Grundsätzlich scheinen in Häufigkeitsabfragen die Produktgruppen umfassender wahrgenommen zu werden und seltener Konsum überschätzt zu werden. Die Rangfolge der Produktgruppen wird im Wesentlichen aber gleich abgebildet.

Tabelle 5.9: Mittlere Acrylamid-Aufnahme bei Berliner Schülern am Vortag der Erhebung („Gestern“) durch hochbelastete Lebensmittel

Lebensmittel	Durchschnittlicher Verzehr von „Gestern“				
	Mittlerer Acrylamid-Gehalt [µg/kg]	Mittlere Verzehrsmenge am Vortag („Gestern“) [g/Tag]	Mittlere Acrylamid-Aufnahme [µg/Tag]	Mittlere interne Acrylamid-Belastung ¹ [µg/(kg KG Tag)]	Anteile [%]
Kartoffelchips	822	17	13.97	0.220	32.8
Kekse, Waffeln	303	29.2	8.85	0.139	20.8
Toastbrot	155	40.2	6.23	0.098	14.6
Pommes frites	361	9.9	3.57	0.056	8.4
Bratkartoffeln	137	21.2	2.90	0.046	6.8
Kräcker	298	7.9	2.35	0.037	5.5
Müsli, Cornflakes	92	17.3	1.59	0.025	3.7
Flips	254	5.6	1.42	0.022	3.3
Knäckebrot	429	2.1	0.90	0.014	2.1
Erdnüsse	81	5.1	0.41	0.006	1.0
Müsli-Riegel	92	4.4	0.40	0.006	0.9
Summe			42.62	0.670	

¹ = Bezogen auf das durchschnittliche Körpergewicht von 63.6 kg

² = Belastungs-Szenario 2: Acrylamid-Messwerte nur für Bratkartoffeln

Mittlere, interne Belastung mit Acrylamid
Vergleich der Angaben "Gestern" mit den Häufigkeitsantworten

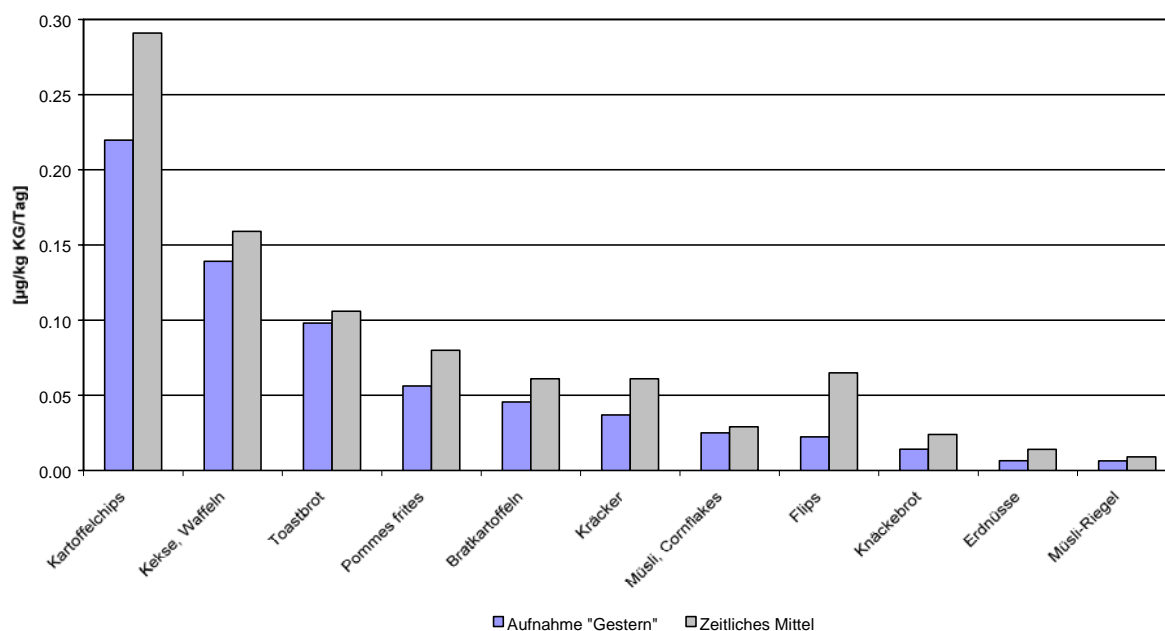


Abbildung 5.10: Mittlere, interne Acrylamid-Belastung im Vergleich der Angaben „Gestern“ mit den Häufigkeitsangaben

Anteile an der Acrylamid-Aufnahme bei Berliner Schülerinnen und Schülern

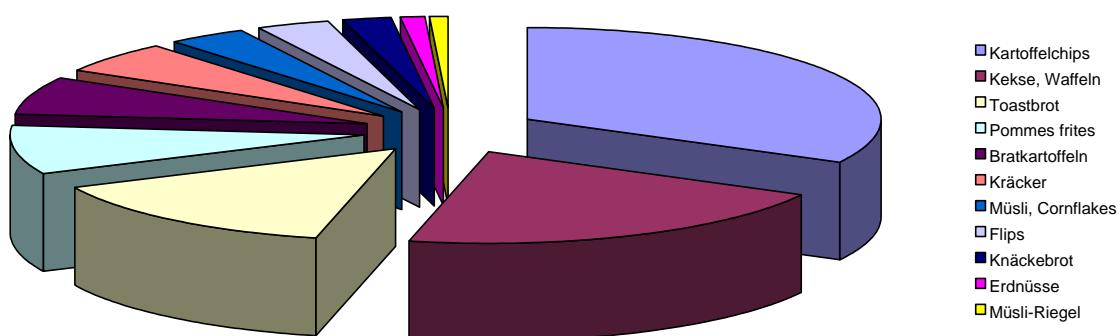


Abbildung 5.11: Anteile an der Acrylamid-Aufnahme am Vortag der Erhebung („Gestern“) durch hochbelastete Lebensmittel

Dieser Ansatz erlaubt jedoch die Variation des Verzehrverhaltens einfach zu beschreiben. Dazu wird die Verteilung der individuellen Acrylamid-Aufnahme und die Verteilung der individuellen, internen Belastung betrachtet.

Tabelle 5.12: Verteilung der Acrylamid-Aufnahme am Vortag der Erhebung („Gestern“)

Kenngröße	Szenario 2: nur Bratkartoffeln		Szenario 1: Bratkartoffeln, Reibekuchen	
	Individuelle Acrylamid- Aufnahme ¹ [µg/Tag]	Individuelle, interne Acrylamid- Belastung ^{1,2} [µg/ (kg KG Tag)]	Individuelle Acrylamid- Aufnahme ¹ [µg/Tag]	Individuelle, interne Acrylamid- Belastung ^{1,2} [µg/ (kg KG Tag)]
Median	20.34	0.337	20.34	0.341
Mittelwert	40.59	0.673	50.96	0.835
Standardabweichung	61.73	1.004	83.33	1.335
Quartil-Spanne	48.90	0.750	61.30	1.035
Variationskoeffizient	1.52	1.49	1.64	1.60
Schiefe	3.40	3.02	3.63	3.25
25%-Quantil	3.68	0.047	3.68	0.047
50%-Quantil	20.34	0.337	20.34	0.341
75%-Quantil	52.58	0.797	64.98	1.082
90%-Quantil	99.72	1.831	147.43	2.281
95%-Quantil	157.86	2.796	195.61	3.436
99%-Quantil	306.78	4.718	405.65	6.903

¹= basierend auf den mittleren Acrylamid-Gehalten der Lebensmittel

²= basierend auf den individuellen Körpergewichten

Damit haben 5 % der befragten Berliner Schüler am Vortag der Erhebung unter Annahme einer durchschnittlichen Acrylamid-Belastung ihrer Nahrung (bei Szenario 2) mehr als 157 µg Acrylamid entsprechend einer internen Belastung von über 2.79 µg/kg KG über die betrachteten Lebensmittel aufgenommen. Für 50 % lag die Acrylamid-Aufnahme bei unter 21 µg entsprechend einer internen Belastung von unter 0.34 µg/kg KG.

Die Verteilung zeigt einen für Schadstoff-Aufnahme typischen rechtsschiefen Verlauf. Entsprechend haben viele Schüler eine moderate Aufnahme, während einige wenige sehr hohe Werte erreichen. 5 % entsprechen dabei rund 1650 Berliner Schülerinnen und Schüler.

Diese Betrachtung berücksichtigt nicht das Langzeitverhalten der Schüler, sondern zeigt das Schlaglicht eines „einzigsten“ Tages. Um auf die Variation der längerfristigen Acrylamid-Aufnahme bei den Schülerinnen und Schülern zu schließen, wird im Folgenden die individuelle Abschätzung mit Hilfe der individuellen Verzehrshäufigkeit und der mittleren Verzehrsmenge und dem mittleren Acrylamid-Gehalt berechnet. Dies entspricht dem individuellen Monatsdurchschnitt und nur der Variation zwischen den Schülern.

Tabelle 5.13: Verteilung der Acrylamid-Aufnahme im Monatsdurchschnitt

Kenngröße	Szenario 2: nur Bratkartoffeln		Szenario 1: Bratkartoffeln, Reibekuchen	
	Individuelle Acrylamid- Aufnahme ¹ [µg/Tag]	Individuelle, interne Acrylamid- Belastung ^{1,2} [µg/ (kg KG Tag)]	Individuelle Acrylamid- Aufnahme ¹ [µg/Tag]	Individuelle, interne Acrylamid- Belastung ^{1,2} [µg/ (kg KG Tag)]
Median	42.21	0.675	51.64	0.834
Mittelwert	56.54	0.940	70.27	1.164
Standardabweichung	44.83	0.805	56.43	1.008
Quartil-Spanne	49.07	0.792	63.28	1.029
Variationskoeffizient	0.79	0.86	0.80	0.87
Schiefe	1.71	2.41	1.96	2.79
25%-Quantil	24.81	0.396	31.13	0.469
50%-Quantil	42.21	0.675	51.64	0.834
75%-Quantil	73.88	1.187	94.42	1.498
90%-Quantil	123.07	2.079	146.59	2.396
95%-Quantil	152.32	2.739	182.64	3.241
99%-Quantil	205.20	3.934	258.14	5.163

¹ = basierend auf den mittleren Verzehrsmengen
und den mittleren Acrylamid-Gehalten der Lebensmittel

² = basierend auf den individuellen Körpergewichten

6 Schlussfolgerungen

Die Risikobewertung von Acrylamid umfasst vier Stufen eines Prozesses: 1) die Aufdeckung einer möglichen Gefährdung, 2) die Charakterisierung des Gefährdungspotentials, 3) die Abschätzung der Exposition der Bevölkerung und 4) die zusammenfassende, quantitative Charakterisierung des Risikos, einschließlich der Empfehlung von Handlungsoptionen.

Mit der Entdeckung von unerwartet hohen Gehalten an Acrylamid in erhitzten, stärkehaltigen Lebensmitteln, wie z.B. Kartoffelchips, Knäckebrot, Frühstückscerealien und Pommes frites, machte die schwedische Lebensmittelbehörde im April 2002 auf ein bisher unbekanntes Risiko aufmerksam.

Dabei war das Gefährdungspotential von Acrylamid durch Untersuchungen zur neurotoxischen, krebserzeugenden und mutagenen Wirkung schon längere Zeit bekannt. Allerdings wurde bisher davon ausgegangen, dass Acrylamid nur in vernachlässigbar kleinen Mengen über das Trinkwasser und die Anwendung von Kosmetika vom Menschen aufgenommen wird.

Mit der Veröffentlichung neuer bedeutender Aufnahmepfade, nämlich über verschiedene Nahrungsmittel, ergab sich die Notwendigkeit, eine Neubewertung der Exposition der Bevölkerung vorzunehmen.

Die Abschätzung der Acrylamid-Aufnahme in der Deutschen Bevölkerung bedarf im erstem Schritt der Identifikation betroffener Lebensmittel und der Bestimmung der Acrylamid-Gehalte in diesen Produktgruppen.

Mit dem breit angelegten Messprogramm der Deutschen Lebensmittelüberwachung und der Festlegung von Signalwerten für sechs hochbelastete Produktgruppen durch das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit im September 2002 [BVL 2002] wurden wesentliche Aufnahmepfade für Acrylamid identifiziert. Sie bilden zusammen mit Angaben zum Verzehr der Produkte die Basis zur Abschätzung der durchschnittlichen Aufnahme von Acrylamid durch hochbelastete Lebensmittel.

Zur Beurteilung des Verzehrs stehen in Deutschland verschiedene Datenquellen zur Verfügung. Zu unterscheiden sind grob Daten zur Verzehrsmenge und zur Verzehrshäufigkeit. Zwei repräsentative Studien, die Nationale Verzehrsstudie [NVS 1989] und der Bundesgesundheitsurvey [BGS 1998], stehen allgemein als Public Use Files zur Auswertung zur Verfügung. Aktuellere und umfassendere Daten, wie der Ernährungssurvey 1998 und die DONALD-Studie, sind dagegen nicht frei zugänglich und können nur in Kooperation mit den Datenhaltern für eine Abschätzung der Acrylamid-Aufnahme erschlossen werden. Bei zukünftigen Erhebungen, wie der Neuauflage der Nationalen Verzehrsstudie oder der Kinder-Jugend-Gesundheit21.de-Studie sollte deshalb eine frühzeitige Veröffentlichung der Daten in Form eines Public Use Files mit eingeplant werden.

Die Nationale Verzehrsstudie mit 7-Tage-Wiegeprotokollen von ca. 25.000 Teilnehmern aus den Jahren 1985-89 erlaubt durch die Berechnung der durchschnittlichen Verzehrsmenge eine Abschätzung der Acrylamid-Aufnahme bei Personen, die die betreffenden Lebensmittel mindestens einmal pro Woche verzehrt haben. Die Abschätzung der Acrylamid-Aufnahme erfolgte über den Wochendurchschnitt abgeschichtet nach Geschlecht und Altersgruppen ab 4 Jahren.

Laut den Daten der Nationalen Verzehrsstudie erreicht die Acrylamid-Aufnahme im jungen Erwachsenen-Alter von 19 bis 24 Jahren ihr absolutes Maximum bei den Verzehrern der

hochbelasteten Lebensmittel. Die mittlere Aufnahme beträgt dabei 50 µg/Tag im Wochendurchschnitt bei männlichen Verzehrern. Dies entspricht 0,7 µg je kg Körpergewicht.

Da Kinder und Jugendliche im Verhältnis zu ihrem Körpergewicht mehr Nahrung zu sich nehmen, zeigt eine relative Betrachtung der Acrylamid-Aufnahme bezogen auf das Körpergewicht ein anderes Bild. Hier fällt die relative Belastung mit dem Alter und wachsender Körpermasse zunehmend ab. Kinder von 4 bis 6 Jahren gehören zu der am höchsten mit Acrylamid belasteten Gruppe. Sie nehmen täglich durchschnittlich über 1,2 µg je kg Körpergewicht (1,2 µg/kg KG Tag) Acrylamid durch die betrachteten hochbelasteten Lebensmittel auf, bei Jugendlichen sind es im Durchschnitt täglich 0,9 µg je kg Körpergewicht (0,9 µg/kg KG Tag). Bei Erwachsenen beträgt die tägliche Aufnahme hingegen nur 0,6 µg/ je Kilogramm Körpergewicht (0,6 µg/kg Kg Tag).

Für eine Betrachtung der Acrylamid-Aufnahme über das ganze Leben hinweg und damit des daraus resultierenden langfristigen gesundheitlichen Risikos ist allerdings zu beachten, dass die Kindheit nur ca. 25 % der Lebenszeit ausmacht. Die Aufnahmemengen von Acrylamid in der Kindheit und im Erwachsenenleben müssen daher bei der Abschätzung des Risikos über ein ganzes Leben hinweg entsprechend gewichtet werden.

Die relative auf das Körpergewicht bezogene Belastung stellt ein grobes Maß für die Organbelastung dar. Zur korrekten Abschätzung der Resorption und Metabolisierung von Acrylamid im menschlichen Körper sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig, bei denen sich zusätzliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern und Altersgruppen ergeben könnten. Weiterhin ist ungeklärt, welche Organe sensitive Zielorgane für eine Abschätzung sein können.

Eine nähere Betrachtung der einzelnen Lebensmittel zeigt, dass im Laufe des Lebens bestimmte belastete Produktgruppen unterschiedlich verzehrt werden. Zu unterscheiden sind Produkte mit nahezu konstanten Verzehrsmengen über das gesamte Leben wie Kekse und Waffeln, Produkte mit starkem Konsum in der Jugend wie Kartoffelchips und Pommes frites und Produkte mit steigendem Konsum im Alter wie Kaffee.

Dies wird deutlicher, wenn die Verzehrshäufigkeiten des Bundesgesundheits surveys mit in die Abschätzungen einbezogen werden. Zwar liegen nur für fünf gröbere Produktgruppen und nur für Erwachsene im Alter von 18 bis 79 Informationen zum Verzehr vor. Dabei zeigt sich der Einfluss des Alters darauf, welches hochbelastete Lebensmittel wie häufig verzehrt wird. Während Knabberartikel mit zunehmendem Alter immer seltener verzehrt werden, erreicht der Kaffeekonsum ab 25 Jahren seine maximale Verbreitung mit einer täglichen Verzehrswahrscheinlichkeit von 70 %. Der Kaffeekonsum stellt also eine für erwachsene Deutsche wesentliche Aufnahmequelle für Acrylamid dar.

Das Kaffeegetränk weist aber auch hinsichtlich seines Acrylamid-Gehalts eine Besonderheit auf. Im fertigen Getränk ist Acrylamid in verhältnismäßig kleinen Mengen enthalten und nur mit aufwendiger Analytik nachzuweisen, so dass hier im strikten Sinn nicht von einem hochbelasteten Lebensmittel gesprochen werden kann. Die Acrylamid-Gehalte für die Abschätzung entstammen einer Extrapolation des Acrylamid-Gehalts von Kaffeepulver auf das Getränk: 6g Kaffeepulver auf 120ml Getränk bei 100 % Übergang des Acrylamids vom Pulver in den flüssigen Kaffee. Die mittlere Belastung von 355 µg Acrylamid im kg Pulver ergibt somit im Getränk 18µg/l. Die vollständige Auslösung folgt aus der hohen Löslichkeit von Acrylamid in Wasser. Unterschiede bei der Zubereitung wurden aber nicht berücksichtigt.

Die große Bedeutung erlangt der Kaffee durch seine hohe durchschnittliche Verzehrsmenge von ca. 0.4 l/Tag (3-4 Tassen/Tag) und die starke Verbreitung. Ähnliche hohe Verzehrsmengen und -häufigkeiten werden bei Bier und Brot erreicht. Unter diesem Blickwinkel sind auch Acrylamid-Messungen unterhalb der Bestimmungsgrenze – in der Regel 30µg/kg – von Be-

deutung. Um hier jedoch eine Expositionsabschätzung für die Deutsche Bevölkerung vorlegen zu können, bedarf es weiterer und genauerer Messungen von Acrylamid in diesen hochverzehrteten Lebensmitteln.

Die Verwendung von Daten aus den vorliegenden Verzehrsstudien zur Abschätzung der Acrylamidexposition der Bevölkerung über Lebensmittel weist mehrere Schwächen auf. Zum einen sind die Produktgruppen der Studien untereinander nicht kompatibel, die Auswahl ist teilweise für das Problem nicht sachgerecht. Alle bisherigen Verzehrsstudien wurden zur Abschätzung der Nährstoffaufnahme und nicht zur Abschätzung der Aufnahme von Schadstoffen konzipiert. Daraus ergibt sich, dass die Nationale Verzehrsstudie im Wesentlichen Rohwaren und sogenannte "convenience" Produkte (z. B. vorgeschnittene und tiefgefrorene Pommes Frites, industriell gefertigte Kekse) erfasst und nicht von den Probanden vollständig selbst zubereitete Lebensmittel (selbst gefertigte Bratkartoffeln, selbst geschnittene Pommes Frites, selbstgebackene Plätzchen und Kekse etc.). Die Ergebnisse beschreiben also streng genommen nur Verzehrer, die die entsprechenden vorgefertigten Speisen zu sich nehmen. Gerade für eine Abschätzung der Acrylamidaufnahme über Lebensmittel sind aber detaillierte Informationen zur Zubereitung von besonderer Bedeutung, da die Zubereitungsart wesentlichen Einfluss auf den Acrylamid-Gehalt hat. Die Erfassung von Zubereitungsdaten bei kommenden Verzehrsstudien mit Wiege-Protokollen ist deshalb eine wichtige Forderung von Seiten der Expositionsabschätzung.

Die hochbelasteten Lebensmittel sind aber besonders bei Jugendlichen beliebt. Es ist weiter fraglich, ob die über 13 Jahre alten Daten der Nationalen Verzehrsstudie zum Verzehr solcher Lebensmittel noch ein korrektes Abbild des Verzehrverhaltens der heutigen Jugendlichen wiedergeben.

Schließlich ist eine Zusammenführung von Daten über Verzehrsmengen der Nationalen Verzehrsstudie und den Daten zu Verzehrshäufigkeiten des Bundesgesundheits surveys 1998 wegen der groben und unterschiedlichen Produktgruppen nicht möglich. Eine bevölkerungsbezogene Expositionsabschätzung benötigt aber beide Arten von Daten für ihre Modellierung.

Um die Möglichkeiten einer Expositionsabschätzung für Acrylamid durch hochbelastete Lebensmittel demonstrieren zu können, wurden im begrenzten Umfang einer Feasibility-Studie neue Daten von Berliner Jugendlichen der 10. Klassenstufe in Zusammenarbeit mit den Kinder- und Jugendgesundheitsämtern in 7 Berliner Bezirken selbst erhoben.

Die Studiendaten sind nicht repräsentativ und stets im Vergleich mit den Resultaten der nationalen Erhebungen zu interpretieren. Das Ziel war hierbei, für eine aktuelle Fragestellung zeitnah spezifische Daten zu gewinnen und passende Erhebungsinstrumente zu erproben. Zusammenfassend kann als Ergebnis der Studie festgestellt werden, dass für eine konkrete, aktuelle Fragestellung, wie Acrylamid, über einen selbsterklärenden Fragebogen im Umfang von ca. 20 Minuten Ausfüllzeit valide Daten für eine Expositionsabschätzung gewonnen werden können.

Für zukünftige Problemstellungen ist zu erwägen, ob angepasste Versionen des Bogens in repräsentativen Telefoninterviews eingesetzt werden sollen, um schnell Datenlücken zu schließen. Langfristig bleiben aber frei zugängliche, repräsentative und aktuelle Verzehrsstudien das Mittel der Wahl.

Die Erhebung erfasste mit 1085 auswertbaren Fragebögen ca. 3 % der Zielpopulation „Berliner Schülerinnen und Schüler der 10. Jahrgangsstufe in allgemeinbildenden Schulen“. Bei Geschlecht und Alter ergaben sich nur kleine Abweichungen zwischen Stichprobe und Grundgesamtheit. Allerdings bewirkte die Anbindung der Erhebung an die Erstuntersuchung nach Jugendarbeitsschutzgesetz einen zu geringen Anteil an Gymnasiasten in der Stichpro-

be. Zum Ausgleich wurde eine Standardisierung nach Geschlecht, Alter und Schultyp vorgenommen.

Abweichungen der standardisierten Stichprobe zur Zielpopulation bestehen weiterhin beim Schulort und der sprachlichen Herkunft der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Die Stichprobe enthält zu viele Teilnehmer aus westlichen Stadtbezirken und einen zu hohen Ausländeranteil. Beide Angaben sind in Berlin hoch korreliert.

Die Stichprobe weist ebenfalls einen zu großen Anteil an übergewichtigen Teilnehmerinnen und Teilnehmern im Vergleich zur bundesdeutschen Referenz auf. Diese Abweichung zeigt sich allerdings allgemein und scheint kein Problem der Erhebung zu sein. Die wachsende Zahl übergewichtiger Jugendlicher wird derzeit als ein zentrales Problem in der Gesundheitspolitik diskutiert.

Durch den bewusst kurz gehaltenen Erhebungszeitraum von Oktober bis Dezember 2002 erreicht die Studie keine zeitliche Repräsentativität für ein Jahr, sondern gibt vielmehr die Situation im Herbst 2002 mit den jahreszeitlichen Besonderheiten, wie z.B. der Vorweihnachtszeit, wieder. Ein Großteil der Messungen zu Acrylamidgehalten in Lebensmitteln entstammt aber dem gleichen Zeitfenster.

Die abgefragten Angaben zum Vortag der jeweiligen Erhebung entsprechen dem korrekten Verhältnis von Werktagen zu Wochenenden in einer Woche. Zwischen den Werktagen und Wochenendtagen gibt es hingegen auf Grund der Erhebungsform strukturelle Unterschiede. So liegen keine Verzehrsmengen von Freitagen vor.

Trotz dieser Schwächen zeigt die Erhebung eine große innere und äußere Konsistenz in den Ergebnissen. So zeigen sich kaum Unterschiede im Vergleich der Häufigkeitsangaben zu den Protokoll-Häufigkeiten für „gestern“ und „vorgestern“. Ebenso führen die Auswertungen der Verzehrsmengen der zwei Protokolltage zu gleichen Ergebnissen.

Es gibt nur wenige große Abweichungen zu den Auswertungen der repräsentativen Verzehrsstudien. Ein Vergleich der Verzehrshäufigkeiten der Erhebung mit dem Bundesgesundheitsurvey 1998 zeigt eine weitgehende Übereinstimmung. Damit scheinen auch systematische Fehler durch sozial erwünschtes Antwortverhalten unwahrscheinlich. Im Einführungstext zum Fragebogen wurde die Acrylamid-Problematik angesprochen, um die Teilnahmebereitschaft durch eigene Betroffenheit zu erhöhen.

Vergleicht man die Verzehrsmengen der Erhebung mit denen der Nationalen Verzehrsstudie, so offenbaren sich einige Differenzen. Die höheren Mengen beim Verzehr von Keksen, Waffeln und Knabberartikeln in der Erhebung können über saisonale Schwankungen innerhalb eines Jahres und den höheren Konsum im Winterhalbjahr erklärt werden. Der Rückgang beim Konsum von Pommes frites in der Erhebung im Vergleich zur nationalen Verzehrsstudie könnte als Effekt der Acrylamid-Debatte, als ein besonderes Verhalten der Berliner Jugendlichen oder aber als langfristiger Trend gedeutet werden. Nähere Angaben liegen hierzu nicht vor.

Der enorme Anstieg beim Verzehr von Toastbrot gibt einen zusätzlichen Aspekt in die Diskussion um die Acrylamid-Exposition. Toastbrot und Bratkartoffeln werden bisher nicht von dem Messprogramm der Lebensmittelüberwachung erfasst, da die Acrylamid-Belastung erst beim Zubereiten durch den Verbraucher entsteht. Für solche Lebensmittelgruppen liegen kaum Messwerte vor.

Bei Toastbrot basiert die vorliegende Auswertung auf wenigen Messwerten, die in entsprechender Literatur publiziert wurden. Das Bundesinstitut für Risikobewertung wertet aber derzeit ein Messprogramm für Toastbrot aus, indem verschiedene Brote bei unterschiedlicher

Temperatur und Röstdauer zubereitet wurden. Die Ergebnisse werden die bislang fehlende Genauigkeit erbringen.

Bei Bratkartoffeln basiert die Auswertung auf zwei Szenarien, die als realistische untere und obere Abschätzungen der Belastung dienen. Im Szenario mit klassischen Bratkartoffeln liegen die mittleren Werte viermal niedriger als im Szenario mit in Öl gebratenen Reibekuchen.

Sowohl Toastbrot als auch Bratkartoffeln stellen im Hinblick auf die Verzehrsmenge und Verzehrshäufigkeit (Toastbrot) einen wichtigen Zufuhrpfad für Acrylamid bei Jugendlichen dar. Die noch vorhandene Unsicherheit bei den Acrylamid-Gehalten überträgt sich deshalb auf die derzeitige Expositionsabschätzung.

Im Ergebnis gibt die Erhebung den aktuellen, mittleren Verzehr von 15-18-jährigen Berliner Schülerinnen und Schülern in der Winterzeit wieder. Starke Korrelationen zwischen den Produktgruppen wurden weder bei den Verzehrshäufigkeiten noch bei den Verzehrsmengen beobachtet. Allerdings weisen die Verteilungen der Verzehrshäufigkeiten und Verzehrsmengen starke Variationen auf. Die Variation innerhalb der Geschlechts- und Altersgruppen übersteigt die Variation zwischen den Gruppen.

Die mittlere Acrylamid-Aufnahme beträgt 69 µg/Tag (1,1 µg/(kg KG Tag)) bei jugendlichen Verzehrnern. Der Anstieg im Vergleich zur Aufnahme-Abschätzung zu Beginn der Studie ist im Wesentlichen auf die Erweiterung der betrachteten Lebensmittel von 6 auf 11(+1) Produktgruppen zurückzuführen. Ein wesentlicher Anteil entfällt auf selbstzubereitete Speisen, d.h. Toastbrot (7 µg/Tag) und Bratkartoffeln (5 µg/Tag, niedriges Szenario).

Wird der Durchschnitt über alle Berliner Schülerinnen und Schüler der 10. Jahrgangsstufe gebildet, ergibt sich eine mittlere Aufnahme von 57 µg/Tag bzw. 0.9 µg/(kg KG Tag).

Kartoffelchips und Kekse, Waffeln führen zumindest im Winterhalbjahr die Rangfolge der Eintragspfade an. Als praktisch ebenso bedeutend könnten sich aber auch Bratkartoffeln und Toastbrot erweisen, falls die Überprüfung der Acrylamid-Gehalte die verwandten Angaben bestätigt.

Die Auswertung erlaubt auch Angaben zur Variation innerhalb der Berliner Schülerinnen und Schüler. Dazu wurden alle Parameter der Expositionsabschätzung als Verteilung spezifiziert. Die genaue Diskussion der Modellierungsmöglichkeiten und Ergebnisse soll an dieser Stelle nicht geführt werden. Zwei Schlaglichter zeigen beispielhaft die Variation zwischen den Teilnehmern auf.

Für Fragen zur akuten gesundheitlichen Auswirkung ist die kurzfristige Aufnahme von Acrylamid an einem Tag von Bedeutung. Unter der Annahme einer mittleren Belastung der Lebensmittel nehmen jeweils 5 %, das entspricht ca. 1650 Berliner Schüler der 10. Jahrgangsstufe, an einem beliebigen Tag mehr als 190 µg/Tag bzw. 3,4 µg/(kg KG Tag) an Acrylamid auf. Bei 330 Schülern (entspricht 1%) sind es mehr als 400 µg/Tag bzw. 6,9 µg/(kg KG Tag). Allerdings ist diese Belastung in der Regel nicht dauerhaft.

Für Fragen zur langfristigen gesundheitlichen Wirkung, wie z.B. die Gefahr einer Krebsentstehung, ist auch auf individueller Ebene die zeitlich gemittelte Aufnahme zu betrachten. Unter der Annahme einer mittleren Belastung der Lebensmittel und durchschnittlicher Portionsgrößen nehmen jeweils 5 %, das entspricht ca. 1650 Berliner Schüler der 10. Jahrgangsstufe, im Monatsdurchschnitt mehr als 180 µg/Tag bzw. 3,2 µg/(kg KG Tag) an Acrylamid auf. Bei 1 % oder 330 Schülern sind es mehr als 250 µg/Tag bzw. 5,1 µg/(kg KG Tag). Diese Zahlen geben die Acrylamidbelastung von Jugendlichen im Winter wieder. Die in die Rechnung einfließenden Verzehrshäufigkeiten dieser Produkte bzw. Produktgruppen sind aber weniger stark von saisonalen Schwankungen beeinflusst, so dass die Ergebnisse der Erhe-

bung insgesamt ein realistisches Bild der Acrylamidaufnahme bei Jugendlichen über das ganze Jahr verteilt wiedergeben.

Zusammenfassend konnte die Erhebung an Berliner Schülerinnen und Schülern die Praxistauglichkeit eines einfachen Erhebungsinstruments für eine konkrete Fragestellung aufzeigen und weitere Aspekte in die Diskussion um die Gefahren durch Acrylamid in Lebensmitteln einbringen.

7 Literatur

- [aid 1991] Auswertungs- und Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (aid) (Hrsg.): Monica-Mengenliste. Bonn :AID-Special, 1991
- [BAG 2002] Bundesamt für Gesundheit (Schweiz, BAG): Gemessener Acrylamidgehalt in verschiedenen Lebensmittel. Internet: www.bag.ch, Oktober 2002.
- [Bellach et al. 1998] B.M. Bellach / H. Knopf / W. Thefeld: Der Bundes-Gesundheitssurvey 1997/98. Gesundheitswesen 60 (1998), Sonderheft 2, S.59-68.
- [BGS 1998] Bundes-Gesundheitssurvey 1998: Public Use File BGS 98, Berlin: Robert Koch-Institut, 2000.
- [Bohlscheid-Thomas et al. 1997] Stefanie Bohlscheid-Thomas / Ina Hoting / Heiner Boeing / Jürgen Wahrendorf: Reproducibility and Relative Validity of Food Group Intake in a Food frequency Questionnaire Developed for the German Part of the EPIC Project. International Journal of Epidemiology 26 (1997) Supplement 1, p.S59-S70.
- [BurKing 2003] Burger King. Internet: www.burgerking.de/pages/a0205/naehrwertinformation.pdf, Januar 2003.
- [BurKnä 2003] Burger Knäckebrot GmbH & Co. KG. Internet: www.burgerknaecke.de, Januar 2003.
- [BVL 2002] Bundesanstalt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL): Signalwerte für Acrylamid nach dem Minimierungskonzept. Schreiben vom 19.09.2002 mit Auswertungen zum Minimierungskonzept, 8 Seiten.
- [BVL 2003a] Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL): Minimierungskonzept und Acrylamidgehalte in Lebensmitteln – Eine Übersicht. Internet: www.bvl.bund.de, März 2003.
- [BVL 2003b] Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL): Acrylamidgehalte in Lebensmitteln – Eine Übersicht der Meldungen vom 15.01 bis 25.03.2003. Internet: www.bvl.bund.de, Juni 2003.
- [DAK 2000] Deutsche Angestellten-Krankenkasse (Hrsg.): DAK-Nährwerttabelle. Hamburg, 2000, S.22
- [DONALD-News 2001] DONALD-News: Welche Lebensmittel pflanzlicher Herkunft verzehren Kinder und Jugendliche. Ernährungs-Umschau 48(2001), S.165-166.
- [Elmadfa, Fritzsche 2001] I Elmadfa D Fritzsche: Die große GU Vitamin und Mineralstoff Tabelle. München: Gräfe und Unzer Verlag GmbH, 2001.
- [EU 2002] European Commission, Joint Research Centre (JRC): Risk Assessment Report, Acrylamide. 1st Priority List, Volume 24 (2002). Internet: ecb.jrc.it/documents/existing-chemicals/riskassessmen/report.
- [Gedrich, Karg 2000] K Gedrich, G Karg :Nationale Verzehrstudien als Datengrundlage einer zukunftsfähigen Ernährungsberichterstattung in B M Köhler, U. Oltersdorf, G. Papastefanou (Hrsg): Ernährungsberichterstattung in der Bundesrepublik Deutschland, 2000, S. 94-98.
- [Gottwald 2000] Wolfgang Gottwald: Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenze (nach DIN 32 645). In: W. Gottwald: Statistik für Anwender. Weinheim: Wiley-VCH 2000, Kap. 8.
- [Hädrich / Vogelsang 1996] J. Hädrich, J. Vogelsang: Konzept '96 zur Ermittlung von Nachweis-, Erfassungs- und Bestimmungsgrenzen. Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 92,11(1996), S. 341-353. [Hesse et al. 1999] V Hesse, R Bartzky, U Jaeger, K Kromeyer-Hauschild, K Zellner, H Vogel, I Bernhardt, A Hofmann: Körper-Masse-Index: Perzentilen deutscher Kinder im Alter von 0-18 Jahren. Kinderärztliche Praxis 8 (1999), 542-553.
- [Kersting, Alexy 2001] Kersting, M. / Alexy, U.: optimiX Empfehlungen für die Ernährung von Kindern und Jugendlichen. Bonn, 2001.
- [Kersting et al. 1998] Kersting, M. / Sichert-Hellert, W. / Lausen, B. / Alexy, U. / Manz, F. / Schöch, G.: Energy intake of 1 to 18 year old German children and adolescents. Zeitschrift Ernährungswissenschaften 37 (1998), S. 47-55

- [Konings 2002] E.J.M. Konings: Resultaten van de Analyse op Acrylamide in Producten op de Nederlandse Markt. Internet, Juni 2002.
- [McDon 2002] McDonalds (Hsg.): McDonaldsNährwerte. München 2002, S.18
- [Madle et al. 2003] S. Madle, L. Broschinski, O. Mosbach-Schulz, G. Schöning, A. Schulte: Zur aktuellen Risikobewertung von Acrylamid in Lebensmitteln. Bundesgesundheitsblatt 46 (2003), S. 405-415.
- [MedWorld 2003] A Med World AG: Kalorienzähler&Co. Internet: www.medicine-worldwide.de, Februar 2003.
- [Nestle 1999] Nestlé Deutschland GmbH (Hrsg.): Kalorien mundgerecht. 10. überarb. und erw. Auflage, Heidelberg: Umschau/Baus, 1999.
- [NFA 2002] National Food Administration (Sweden): Individual results for all tested samples. Internet, April 2002.
- [NVS 1989] Nationale Verzehrsstudie (NVS) und Verbundstudie Ernährungserhebung und Risikofaktorenanalytik (VERA): Public Use File. Universität Gießen, Institut für Ernährungswissenschaften, 1989.
- [NVS 1991] Nationale Verzehrsstudie (NVS): Ergebnisse der Basisauswertung. Forschung im Dienste der Gesundheit (Projekträger). Bonn: Materialien zur Gesundheitsforschung, 1991.
- [Praxmayer 1999] C Praxmayer : Kalorien nach Plan. Augsburg: Midena Verlag, 1999
- [Sommerfeld 2003] Christine Sommerfeld: Auswertung des „Public Use Files“ der Nationalen Verzehrsstudie und des „Public Use Files“ zum Bundesgesundheitssurvey 1998 bzgl. Acrylamid. Interner Arbeitsbericht.
- [StaLaB 2003a] Statistisches Landesamt Berlin: Anzahlen Berliner Schülerinnen und Schüler der 10. Klassenstufe an allgemein bildenden Schulen im Schuljahr 2002/03 nach Bezirken und Geburtsjahren. Persönliche Mitteilung.
- [StaLaB 2003b] Statistisches Landesamt Berlin: Statistische Angaben zur Bevölkerung Berlins. Internet: www.statistik-berlin.de, März 2003.
- [SVS 2001] 1.Sächsische Verzehrsstudie, persönliche Mitteilung.
- [WASA 2003] Barilla Wasa Deutschland GmbH. Internet: www.wasa.de/produkte/produkte_uebersicht_1.html, Januar 2003.
- [ZEBS-Kode 2002] Bund/Länder-Arbeitsgruppe „ADV in der amtlichen Lebensmittel- und Veterinärüberwachung“: ADV-Kodierkataloge für die Übermittlung von Daten aus der amtlichen Lebensmittel- und Veterinärüberwachung sowie dem Lebensmittelmonitoring. Katalog Nr. 3 (Version 1.05): Matrixkodes. Berlin, 2002

8 Verzeichnis der Abkürzungen

ALARA-Prinzip	„As low as reasonable archivable“-Prinzip
BG	Bestimmungsgrenze
BGS	Bundesgesundheitsurvey
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
EPIC	European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition
DONALD	Dortmund Nutritional and Anthropometric Longitudinally Designed Study
G	Summe der Gewichte bei standardisierter Auswertung
IARC	International Agency for Research on Cancer
N	Stichprobengröße
nb	nicht bestimmbar
NG	Nachweisgrenze
nn	nicht nachweisbar
NVS	Nationale Verzehrsstudie
P(0)	Wahrscheinlichkeit des Wertes 0
ZEBS	Zentrale Erfassungs- und Bewertungsstelle für Umweltchemikalien

9 Anhänge

Anhang 1: Angepasste Verteilungen für alle Modellvariablen

Tabelle A.1: Angepasste Verteilungen für alle Modellvariablen

Bezeichnung		Verteilung	Parameter	Mittel	Streuung
Müsli, Cornflakes	Verzehrhäufigkeit 26 / 16 / 7 / 3 / 1 / 0 x 1/30	Diskret	17,5 / 20,1 / 17,3 / 13,3 / 23,9 / 8,0	0,319	0,313
	Verzehrsmenge (Verzehrer)	Lognormal	4,0459 / 0,4149	62,3	27,0
	Acrylamid-Gehalt	Weibull	76,04 / 0,7387	92	126
Müsli-Riegel	Verzehrhäufigkeit 26 / 16 / 7 / 3 / 1 / 0 x 1/30	Diskret	2,5 / 10,5 / 10,3 / 17,1 / 39,2 / 20,4	0,130	0,198
	Verzehrsmenge (Verzehrer)	Lognormal	3,5717 / 0,7168	46,0	37,7
	Acrylamid-Gehalt	Weibull	76,04 / 0,7387	92	126
Knäckebrot	Verzehrhäufigkeit 26 / 16 / 7 / 3 / 1 / 0 x 1/30	Diskret	4,4 / 6,7 / 7,4 / 14,7 / 37,5 / 29,3	0,117	0,211
	Verzehrsmenge (Verzehrer)	Lognormal	3,3194 / 0,4284	30,3	13,6
	Acrylamid-Gehalt	Weibull	344,11 / 0,7107	429	617
Toastbrot	Verzehrhäufigkeit 26 / 16 / 7 / 3 / 1 / 0 x 1/30	Diskret	28,7 / 27,9 / 14,8 / 12,8 / 8,8 / 7,0	0,447	0,324
	Verzehrsmenge (Verzehrer)	Lognormal	4,4289 / 0,5457	97,3	57,3
	Acrylamid-Gehalt	Lognormal	4,721 / 0,8022	155	147
Kekse, Waffeln	Verzehrhäufigkeit 26 / 16 / 7 / 3 / 1 / 0 x 1/30	Diskret	7,4 / 21,1 / 23,0 / 21,6 / 21,7 / 5,2	0,257	0,252
	Verzehrsmenge (Verzehrer)	Lognormal	4,6728 / 0,6179	129,5	88,3
	Acrylamid-Gehalt	Weibull	254,60 / 0,7499	303	410
Kräcker	Verzehrhäufigkeit 26 / 16 / 7 / 3 / 1 / 0 x 1/30	Diskret	2,6 / 11,4 / 13,2 / 25,5 / 33,6 / 13,7	0,149	0,199
	Verzehrsmenge (Verzehrer)	Lognormal	4,3598 / 0,4557	86,8	41,7
	Acrylamid-Gehalt	Lognormal	5,2127 / 0,9829	298	380
Flips	Verzehrhäufigkeit 26 / 16 / 7 / 3 / 1 / 0 x 1/30	Diskret	2,4 / 7,7 / 12,9 / 19,8 / 36,5 / 20,8	0,122	0,184
	Verzehrsmenge (Verzehrer)	Lognormal	4,7346 / 0,5595	133,1	80,7
	Acrylamid-Gehalt	Lognormal	4,7667 / 1,240	254	485
Erdnüsse	Verzehrhäufigkeit 26 / 16 / 7 / 3 / 1 / 0 x 1/30	Diskret	1,4 / 4,4 / 8,7 / 13,9 / 37,9 / 33,8	0,081	0,151
	Verzehrsmenge (Verzehrer)	Lognormal	4,8511 / 0,3864	137,8	55,3
	Acrylamid-Gehalt	Weibull	88,14 / 1,3387	81	61
Chips	Verzehrhäufigkeit 26 / 16 / 7 / 3 / 1 / 0 x 1/30	Diskret	5,5 / 14,3 / 13,8 / 20,7 / 32,6 / 13,2	0,185	0,238
	Verzehrsmenge (Verzehrer)	Lognormal	4,6751 / 0,5030	121,7	65,3
	Acrylamid-Gehalt	Weibull	913,02 / 1,5339	822	545
Pommes frites	Verzehrhäufigkeit 26 / 16 / 7 / 3 / 1 / 0 x 1/30	Diskret	2,1 / 9,4 / 11,4 / 22,5 / 47,8 / 6,8	0,131	0,183
	Verzehrsmenge (Verzehrer)	Lognormal	4,6235 / 0,3478	108,2	38,8
	Acrylamid-Gehalt	Lognormal	5,2664 / 1,1148	361	566
Bratkartoffeln	Verzehrhäufigkeit 26 / 16 / 7 / 3 / 1 / 0 x 1/30	Diskret	1,7 / 8,5 / 11,6 / 26,2 / 36,4 / 15,6	0,123	0,174
	Verzehrsmenge (Verzehrer)	Lognormal	5,3781 / 0,3257	228,4	76,4
	Acrylamid-Gehalt, Szenario 1	Weibull	690,6 / 1,2709	641	508
	Acrylamid-Gehalt, Szenario 2	Lognormal	4,231 / 1,173	137	236
Kaffee (Pulver)	Acrylamid-Gehalt	Lognormal	5,7153 / 0,5590	355	215
Kaffee Scaling (Getränk:Pulver)	Acrylamid-Gehalt	Konstante	0,05	0,05	0
Popcorn	Acrylamid-Gehalt	Weibull	238,57 / 2,1659	211	103

(wird fortgesetzt)

Bezeichnung		Verteilung	Parameter	Mittel	Streuung
Anzahl der Tage/Monat	„Fast täglich“	Stet.Gleichvtlg.	22 / 30	26	2,31
	„Mehrere Male in der Woche“	Stet.Gleichvtlg.	10 / 22	16	3,46
	„Etwa einmal in der Woche“	Stet.Gleichvtlg.	4 / 10	7	1,73
	„Mehrere Male im Monat“	Stet.Gleichvtlg.	2 / 4	3	0,58
	„Einmal im Monat o. seltener“	Stet.Gleichvtlg.	0 / 2	1	0,58
Portionsgröße Müsli, Cornflakes	klein	Stet.Gleichvtlg.	30 / 50	40	5,77
	mittelgroß	Stet.Gleichvtlg.	45 / 75	60	8,66
	groß	Stet.Gleichvtlg.	60 / 100	80	11,55
Größe Müsli-Riegel	Stück	Stet.Gleichvtlg.	20 / 40	30	5,77
Größe Knäckebrötchen	Stück	Stet.Gleichvtlg.	7 / 15	11	2,31
Größe Toastbrötchen	Stück	Stet.Gleichvtlg.	25 / 35	30	2,89
Packungsgröße Kekse, Waffeln	klein oder halb	Stet.Gleichvtlg.	80 / 120	100	11,55
	mittelgroß	Stet.Gleichvtlg.	140 / 220	180	23,09
	groß	Stet.Gleichvtlg.	240 / 360	300	34,64
Packungsgröße Kracker	klein oder halb	Stet.Gleichvtlg.	80 / 100	90	5,77
	mittelgroß	Stet.Gleichvtlg.	110 / 150	130	11,55
	groß	Stet.Gleichvtlg.	160 / 240	200	23,09
Packungsgröße Flips	klein oder halb	Stet.Gleichvtlg.	75 / 100	87,5	7,22
	mittelgroß	Stet.Gleichvtlg.	125 / 175	150	14,43
	groß	Stet.Gleichvtlg.	200 / 250	225	14,43
Packungsgröße Erdnüsse	klein oder halb	Stet.Gleichvtlg.	90 / 130	110	11,55
	mittelgroß	Stet.Gleichvtlg.	140 / 200	170	17,32
	groß	Stet.Gleichvtlg.	210 / 290	250	23,09
Packungsgröße Chips	klein oder halb	Stet.Gleichvtlg.	70 / 110	90	11,55
	mittelgroß	Stet.Gleichvtlg.	120 / 180	150	17,32
	groß	Stet.Gleichvtlg.	190 / 270	230	23,09
Portionsgröße Pommes frites	klein	Stet.Gleichvtlg.	70 / 80	75	2,89
	mittelgroß	Stet.Gleichvtlg.	100 / 130	115	8,66
	groß	Stet.Gleichvtlg.	120 / 160	140	11,55
Portionsgröße Bratkartoffeln	klein	Stet.Gleichvtlg.	135 / 165	150	8,66
	mittelgroß	Stet.Gleichvtlg.	210 / 250	230	11,55
	groß	Stet.Gleichvtlg.	275 / 325	300	14,43
Gewicht männliche Teilnehmer	15 Jahre	Lognormal	4.1690 / 0.1632	65.5	10.8
	16 Jahre	Lognormal	4.2305 / 0.1773	69.8	12.5
	17-18 Jahre	Lognormal	4.2520 / 0.2045	71.7	14.8
Gewicht weibliche Teilnehmer	15 Jahre	Lognormal	4.0349 / 0.1267	57.0	7.3
	16 Jahre	Lognormal	4.0622 / 0.1668	58.9	9.9
	17-18 Jahre	Lognormal	4.0373 / 0.1659	57.5	9.6

Anhang 2: Fragebogen

Frage 2: Verzehrsmengen Gestern

Bitte erinnern Sie sich jetzt an den Verlauf des gestrigen Tages und was Sie GESTERN gegessen haben.

Wir fragen Sie zusätzlich zu den Nahrungsmitteln auch nach der Menge und den genauen Produkten.

Haben Sie GESTERN folgende Nahrungsmittel gegessen? (Bitte ankreuzen! Beispielprodukte auf Seite 1)	Falls ja, beschreiben Sie bitte die <u>Größe</u> und <u>Anzahl</u> der Portionen	Bitte beschreiben Sie die Produkte genauer. Vielleicht erinnern Sie sich an Produktnamen.
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Haferflocken, Müsli, Cornflakes Kleine <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Portion/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Müsli-Riegel Kleine <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Portion/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Knäckebrot Kleine <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Portion/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Getoastetes Toastbrot Kleine <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Portion/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Kekse, Waffeln Kleine oder halbe <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Packung/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Kräcker, Salzstangen Kleine oder halbe <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Packung/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Erdnussflips, Taccos Kleine oder halbe <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Packung/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Geröstete Erdnüsse Kleine oder halbe <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Packung/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Kartoffelchips, -sticks Kleine oder halbe <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Packung/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Pommes frites Kleine <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Portion/-en	Was genau? (Bitte ankreuzen!) <input type="radio"/> Selbstgemacht <input type="radio"/> vom Imbiss / im Restaurant
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Bratkartoffeln, Rösti Kleine <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Portion/-en	Was genau? (Bitte ankreuzen!) <input type="radio"/> Selbstgemacht <input type="radio"/> vom Imbiss / im Restaurant

Frage 3: Verzehrsmengen Vorgestern

Bitte erinnern Sie sich jetzt an den Verlauf des vorgestrigen Tages und was Sie VORGESTERN gegessen haben.

Wir fragen Sie wieder zu den Nahrungsmitteln, nach der Menge und den genauen Produkten.

Haben Sie <u>VORGESTERN</u> folgende Nahrungsmittel gegessen? <small>(Bitte ankreuzen! Beispielprodukte auf Seite 1)</small>		Falls ja, beschreiben Sie bitte die <u>Größe</u> und <u>Anzahl</u> der Portionen	Bitte beschreiben Sie die <u>Produkte</u> genauer. Vielleicht erinnern Sie sich an Produktnamen.
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Haferflocken, Müsli, Cornflakes	Falls ja, wie viel? (Bitte Anzahl ergänzen!) Kleine <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Portion/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Müsli-Riegel	Falls ja, wie viel? (Bitte Anzahl ergänzen!) <input type="checkbox"/> Stück	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Knäckebrötchen	Falls ja, wie viel? (Bitte Anzahl ergänzen!) <input type="checkbox"/> Scheibe/-n	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Getoastetes Toastbrot	Falls ja, wie viel? (Bitte Anzahl ergänzen!) <input type="checkbox"/> Scheibe/-n	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Kekse, Waffeln	Falls ja, wie viel? (Bitte Anzahl ergänzen!) Kleine oder halbe <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Packung/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Kräcker, Salzstangen	Falls ja, wie viel? (Bitte Anzahl ergänzen!) Kleine oder halbe <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Packung/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Erdnussflips, Taccos	Falls ja, wie viel? (Bitte Anzahl ergänzen!) Kleine oder halbe <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Packung/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Geröstete Erdnüsse	Falls ja, wie viel? (Bitte Anzahl ergänzen!) Kleine oder halbe <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Packung/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Kartoffelchips, -sticks	Falls ja, wie viel? (Bitte Anzahl ergänzen!) Kleine oder halbe <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Packung/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Packung/-en	Was genau? (Bitte ergänzen!)
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Pommes frites	Falls ja, wie viel? (Bitte Anzahl ergänzen!) Kleine <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Portion/-en	Was genau? (Bitte ankreuzen!) <input type="checkbox"/> Selbstgemacht <input type="checkbox"/> vom Imbiss / im Restaurant
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/> Ja →	Bratkartoffeln, Röstli	Falls ja, wie viel? (Bitte Anzahl ergänzen!) Kleine <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Mittelgroße <input type="checkbox"/> Portion/-en <input type="checkbox"/> Große <input type="checkbox"/> Portion/-en	Was genau? (Bitte ankreuzen!) <input type="checkbox"/> Selbstgemacht <input type="checkbox"/> vom Imbiss / im Restaurant

Frage 4-12:

Zum Abschluss fragen wir Sie noch zu Ihrer Person.

Wir fragen Sie weiter nach dem Erhebungstag, Bezirk und Art Ihrer Schule.
Namen, Anschriften etc. werden von uns nicht abgefragt.

Die Auswertungen erfolgen bezogen auf die individuelle Körpergröße/-gewicht
gruppiert nach Geschlecht, Wochentag, Schulbezirk und -art.

Wie alt sind Sie? Jahre

Welches Geschlecht haben Sie? (Bitte ankreuzen!) männlich weiblich

Welche Sprache wird bei Ihnen zu Hause überwiegend gesprochen? (Bitte ankreuzen!) deutsch andere

Nennen Sie bitte drei Speisen, die bei Ihnen zu Hause häufig ZUBEREITET werden?
(Bitte ergänzen!)

Wie viel wiegen Sie? kg

Wie groß sind Sie? m

Welcher Wochentag ist HEUTE? (Bitte ankreuzen!)

Montag Dienstag Mittwoch Donnerstag Freitag

In welchem Stadtbezirk (alte Teilung) liegt Ihre Schule? (Bitte ankreuzen bzw. ergänzen!)

Charlottenburg Friedrichshain Hellersdorf Köpenick Kreuzberg
 Marzahn Mitte Neukölln Spandau Tiergarten
 Treptow Wedding Wilmersdorf anderer, welcher?

Welche Schule besuchen Sie? (Bitte ankreuzen!)

Hauptschule Realschule Gymnasium Gesamtschule sonstige

Hier ist Platz für weitere Anmerkungen

Bitte geben Sie den ausgefüllten Fragebogen an eine Arzthelferin, einen Arzthelfer, die Ärztin oder den Arzt des Schuluntersuchungsteams zurück.

Haben Sie herzlichen Dank für Ihre Mithilfe!

Wenn Sie Fragen oder Anregungen zur Auswertung haben, wenden Sie sich gerne an uns (lassen Sie sich dann dazu einen leeren Fragebogen mitgeben).



10 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschreibt eine Expositionsabschätzung für Acrylamid durch hochbelastete Lebensmittel für die Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland. Ausgewertet wurden die Daten der Nationalen Verzehrsstudie [NVS 1989] und des Bundesgesundheits surveys 1998 [BGS 1998] für sechs hochbelastete Produktgruppen (Pommes frites, Kartoffelchips, Kekse aus Mürbeteig, Frühstückscerealien, Knäckebrot, Kaffeepulver). Die Acrylamid-Gehalte der einzelnen Produktgruppen stammen aus Messungen der Lebensmittelüberwachungsbehörden der Bundesländer, die im Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit gesammelt wurden.

Nach den Daten der Nationalen Verzehrsstudie von 1989 nehmen junge männliche Erwachsene im Alter von 19-24 Jahren über hochbelastete Lebensmittel im Wochendurchschnitt 50 µg Acrylamid pro Tag auf.

Das BfR hat zusätzlich in einer Feasibility-Studie Daten zum Verzehr kritischer Lebensmittel in der Altersgruppe der 15-18 Jährigen erhoben. 1085 Berliner Schülerinnen und Schülern der 10. Jahrgangsstufe an allgemeinbildenden Schulen wurden hinsichtlich ihres Konsums von 11 Produktgruppen, darunter zusätzlich Toastbrot, Bratkartoffeln und weitere Knabberartikel, befragt. Die Erhebung gibt den aktuellen, mittleren Verzehr solcher Produkte von 15-18-jährigen Berliner Schülerinnen und Schüler in der Winterzeit wieder.

Nach den Ergebnissen der BfR -Erhebung beträgt die mittlere Acrylamid-Aufnahme in dieser Altersgruppe 69 µg/Tag oder 1,1 µg je kg Körpergewicht täglich (1.1 µg/kg KG Tag) beim Verzehr aller betrachteten Produktgruppen. Ein wesentlicher Anteil davon wird über selbstzubereitete Speisen, d.h. Toastbrot (7µg/Tag) und Bratkartoffeln (5 µg/Tag, niedriges Szenario) aufgenommen.

Wird der Durchschnitt über alle Berliner Schülerinnen und Schüler der 10. Jahrgangsstufe gebildet, ergibt sich eine mittlere Aufnahme von 57 µg/Tag bzw. 0.9 µg/(kg KG ·Tag). Kartoffelchips und Kekse, Waffeln führen die Rangfolge der Eintragspfade an. Die Auswertung erlaubt auch Angaben zur Variation innerhalb der Berliner Schülerinnen und Schüler.

- Für Fragen zur akuten gesundheitlichen Auswirkung ist die kurzfristige Aufnahme von Acrylamid an einem Tag von Bedeutung. Unter der Annahme einer mittleren Belastung der Lebensmittel nehmen jeweils 5 %, das entspricht ca. 1650 Berliner Schüler der 10. Jahrgangsstufe, an einem beliebigen Tag mehr als 190 µg/Tag bzw. 3,4 µg/(kg KG Tag) an Acrylamid auf. Bei 330 Schülern (entspricht 1%) sind es mehr als 400 µg/Tag bzw. 6,9 µg/(kg KG Tag). Allerdings ist diese Belastung in der Regel nicht dauerhaft.
- Für Fragen zur langfristigen gesundheitlichen Wirkung, wie z.B. die Gefahr einer Krebsentstehung, ist auch auf individueller Ebene die zeitlich gemittelte Aufnahme zu betrachten. Unter der Annahme einer mittleren Belastung der Lebensmittel und durchschnittlicher Portionsgrößen nehmen jeweils 5 %, das entspricht ca. 1650 Berliner Schüler der 10. Jahrgangsstufe, im Monatsdurchschnitt mehr als 180 µg/Tag bzw. 3,2 µg/(kg KG Tag) an Acrylamid auf. Bei 1 % oder 330 Schülern sind es mehr als 250 µg/Tag bzw. 5,1 µg/(kg KG Tag). Diese Zahlen geben die Acrylamidbelastung von Jugendlichen im Winter wieder. Die in die Rechnung einfließenden Verzehrshäufigkeiten dieser Produkte bzw. Produktgruppen sind aber weniger stark von saisonalen Schwankungen beeinflusst, so dass die Ergebnisse der Erhebung insgesamt ein realistisches Bild der Acrylamidaufnahme bei Jugendlichen über das ganze Jahr verteilt wiedergeben.