

**Weiterführung (3. Follow-Up) der Kohortenstudie zur
PFT-Belastung in Blut und Trinkwasser
im Hochsauerlandkreis
(Werkvertrag Nr. 34/10)**

Abschlussbericht

31. März 2015

überarbeitet am: 30. Juni 2015

Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin, Ruhr-Universität Bochum

Danksagung

Wir bedanken uns insbesondere bei den Bürgern Arnsbergs, Brilons und Siegens für die Bereitschaft, die Fragebögen auszufüllen und Blutentnahmen vornehmen zu lassen. Erst mit der Teilnahme so zahlreicher Freiwilliger wird die Studie ermöglicht.

Unser Dank gilt ebenso dem Personal der Gesundheitsämter Hochsauerlandkreis und Siegen, welches für die Bereitstellung der Räumlichkeiten und die organisatorische Unterstützung sorgten und damit den reibungslosen Studienablauf unterstützten.

I. Projektbeteiligte

Durchführung und Auswertung

Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin, Ruhr-Universität Bochum

Universitätsstraße 150, 44801 Bochum, Tel.: 0234 32 22365, Fax: 0234 3214 199

Internet: <http://www.hygiene.ruhr-uni-bochum.de>

Projektleitung: Prof. Dr. Michael Wilhelm und Dr. Jürgen Hölzer

Planung, Koordination, Auswertung: Dr. Jürgen Hölzer

Studiendurchführung:

Peter Grünh, Arzt

Joachim Ehrhardt, Dipl.-Biol.

Matthias Joswig, stud. Hilfskraft

Stefan Scholz, BTA

Probenbearbeitung und Labor: Sonja Schaub, BTA

Berichterstellung: Nils Goeken, Matthias Joswig, Dr. Monika Kasper-Sonnenberg, Dr. Jürgen Hölzer

Nils Goeken

Frau Dr. Hammerschmidt, Ärztin

Christian Opitz, stud. Hilfskraft

Sonja Schaub, BTA

Johanna Roßmanith, cand. Biol.

Sekretariat: Ulrike Hofmann, Verw.-Angestellte

PFT-Analysen im Blutplasma

Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universität Erlangen-Nürnberg

Analytisch-toxikologische Laboratorien, Universitätsstraße 42, D-91054 Erlangen

Laborleitung

PD Dr. Thomas Göen

Leitender CTA

Johannes Müller, chemisch technischer Angestellter

Klinisch-chemische und hämatologische Parameter

Institut für klinische Chemie, Transfusions- und Laboratoriumsmedizin der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannsheil

Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum

Ärztlicher Leiter: Dr. med. Hugo Stiegler

Trinkwasserproben aus dem Haushalt der Probanden

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW

Leibnitzstr. 10, 45610 Recklinghausen, Internet: www.lanuv.nrw.de

Dienststelle Düsseldorf, Auf dem Draap 25, Fachbereich 62–Tel.: 021115902344/Fax: 021115902425

Organische Analytik

Dr. Rolf Reupert, Regina Respondek

Unterstützung der Feldphase vor Ort

Gesundheitsamt des Hochsauerlandkreises

Steinstr. 27, 59872 Meschede

Dr. Peter Kleeschulte, Leiter

Ulrich Ochsenfeld, Verwaltungsleiter

Sibylle Behringer, Leiterin des Kinder- und

Jugendärztlichen Dienstes

Gudrun Befeld-Elkemann, Koordinatorin des Kinder- und Jugendärztlichen Dienstes

Marco Wanke, Mitarbeiter Infektionsschutz

Thomas Blume, Hausmeister

Gesundheitsamt Siegen

Koblenzer Straße 73, 57072 Siegen

Dr. Christoph Grabe, Leiter

Frau Dr. Heike Hill, Fachservice Gesundheit und Verbraucherschutz

Auftraggeber

Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf (MKULNV)

Schwannstr. 3, 40476 Düsseldorf, Internet: www.umwelt.nrw.de

Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen (LANUV)

Leibnitzstr. 10, 45610 Recklinghausen, Internet: www.lanuv.nrw.de

Abteilungsleiter: Dr. Martin Kraft

Konzeption, fachliche Betreuung: Knut Rauchfuss

II. Verwendete Abkürzungen

BG	Bestimmungsgrenze (Limit of quantification)
HBM	Humanbiomonitoring
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW
MKULNV	Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW
PFBS	Perfluorbutansulfonsäure
PFHxA	Perfluorhexansäure
PFHxS	Perfluorhexansulfonsäure
PFNA	Perfluornonansäure
PFOA	Perfluoroctansäure
PFOS	Perfluoroctansulfonsäure
PFPA	Perfluorpentansäure
PFT	Perfluorierte Tenside; wird in diesem Bericht synonym zur Begrifflichkeit PFASs (Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen) verwendet.
RUB	Ruhr- Universität Bochum
TWK	Trinkwasserkommission
VMW	vorsorglicher Maßnahmewert
VMW _s	vorsorglicher Maßnahmewert für Säuglinge

III. Inhaltsverzeichnis

I.	Projektbeteiligte	III
II.	Verwendete Abkürzungen	IV
III.	Inhaltsverzeichnis	V
IV.	Tabellenverzeichnis	VIII
V.	Abbildungsverzeichnis	XIII
1	Hintergrund	1
1.1	Vorgeschichte	1
1.2	Beschreibung der geplanten dritten Nachuntersuchung	2
1.3	Planung	2
1.4	Fragestellung	3
2	Methodik/Kollektiv	4
2.1	Kurzbeschreibung der Studie	4
2.2	Fragebögen	4
2.3	Analytik der perfluorierten Verbindungen	5
2.3.1	PFT-Bestimmung im Plasma	5
2.3.2	PFT-Bestimmung im Trinkwasser	5
2.3.3	Rückstellproben	5
2.4	Auswahl- und Rekrutierungsverfahren der Studienteilnehmer	6
2.5	Ablauf der Studie	6
3	Ergebnisse	9
3.1	Studienteilnahme und anthropometrische Merkmale	9
3.2	Perfluorierte Verbindungen im Blutplasma	15
3.2.1	PFOA	15
3.2.2	PFOS	18
3.2.3	PFHxS	21
3.2.4	PFBS	22
3.2.5	PFPA und PFHxA	23
3.2.6	PFNA	23

3.3	Prozentuale Veränderungen der PFT-Konzentrationen	25
3.3.1	PFOA.....	25
3.3.2	PFOS.....	27
3.3.3	PFHxS	29
3.3.4	PFBS	31
3.3.5	PFPA, PFHxA, PFNA	32
3.4	Konzentrationen perfluorierter Verbindungen im Trinkwasser.....	32
3.5	Mögliche Einflussfaktoren auf eine PFT-Reduktion.....	32
3.5.1	Ernährung.....	41
4	Beantwortung der studienleitenden Fragestellungen und Diskussion.....	43
4.1	Haben sich die Gehalte von PFOA, PFOS, PFHxS und PFBS bei den ProbandInnen aus Arnsberg im Verhältnis zu den Voruntersuchungen aus den Jahren 2006-2008 verändert? Wenn ja, in welche Richtung und um welchen Betrag?43	
4.2	Welche Rückschlüsse lassen diese Veränderungen auf die Halbwertszeiten der jeweiligen Stoffe zu?	44
4.3	Gibt es spezifische Subpopulationen (Männer, Frauen, Kinder, Altersgruppen, Menschen mit spez. Ernährungsgewohnheiten), bei denen die absolute oder die relative Veränderung stärker ausgeprägt war als bei anderen?	45
4.4	Unterscheidet sich das Ausmaß der absoluten und der relativen Veränderungen bei Hochbelasteten und Niedrigbelasteten?	45
5	Zusammenfassung und Bewertung	47
5.1	Studienteilnahme, Ablauf	47
5.2	Ergebnisse	47
5.3	Bewertung.....	50
6	Literatur.....	52
7	Anhang	54
7.1	QQ-Plots der PFT-Konzentrationen	54
7.2	Boxplots	56
7.3	Streudiagramme.....	67
7.4	Relative PFOA Unterschiede nach Alter	72

7.5	PFT-Gehalte im Trinkwasser	73
7.6	Häufigkeitstabellen Fragebögen	74
7.6.1	Häufigkeitstabellen der Interviewfragen Erwachsene.....	74
7.6.2	Häufigkeitstabellen der Interviewfragen Kinder	80
7.6.3	Häufigkeitstabellen des Erwachsenenfragebogens.....	85
7.6.4	Häufigkeitstabellen des Fragebogens für das Kind	87
7.7	PFT-Konzentrationen im Jahr 2006	89
7.8	Dokumentation: Fragebögen, Einverständniserklärungen, Anschreiben	93
7.8.1	Einverständniserklärung Kind.....	93
7.8.2	Einverständniserklärung Erwachsene	94
7.8.3	Fragebogen Erwachsene	95
7.8.4	Fragebogen Kind.....	97
7.8.5	Anschreiben/Einladung zu Studie	99
7.8.6	Anschreiben Terminmitteilung.....	100
7.8.7	Informationen zur Probennahme (Trinkwasser/Urin).....	101
7.8.8	Aufklärung Blutentnahme	102
7.8.9	Interviewfragebogen Erwachsene	103
7.8.10	Interviewfragebogen Eltern	109

IV. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Studienteilnahme in Arnsberg.	10
Tabelle 2: Studienteilnahme in Siegen und Brilon.....	10
Tabelle 3: Selbst (Mütter, Männer) bzw. von den Eltern (Kinder) eingeschätzte Besorgnis aufgrund der PFT-Kontamination des Trinkwassers bei den Arnsberger Studienteilnehmern.	11
Tabelle 4: Anthropometrische Daten der StudienteilnehmerInnen (Erwachsene) aus Arnsberg, Siegen und Brilon im Jahr 2010.	12
Tabelle 5: Anthropometrische Daten der StudienteilnehmerInnen (Kinder) aus Arnsberg und Siegen im Jahr 2010.	13
Tabelle 6: Anamnestische Angaben zum Alter der StudienteilnehmerInnen aus Arnsberg, Siegen und Brilon im Jahr 2010.	14
Tabelle 7: PFOA-Konzentrationen (2010) im Blutplasma der Männer aus Brilon und Arnsberg (Referenzwert der HBM-Kommission 10 µg/l).	15
Tabelle 8: PFOA-Konzentrationen (2010) im Blutplasma der Frauen aus Siegen und Arnsberg (Referenzwert der HBM-Kommission 10 µg/l).	16
Tabelle 9: PFOA-Konzentrationen (2010) im Blutplasma der Kinder aus Siegen und Arnsberg (Referenzwert der HBM-Kommission 10 µg/l).	16
Tabelle 10: PFOS-Konzentrationen im Blutplasma der Männer aus Brilon und Arnsberg (Referenzwert der HBM-Kommission 25 µg/l, Männer).....	19
Tabelle 11: PFOS-Konzentrationen im Blutplasma der Frauen aus Siegen und Arnsberg (Referenzwert der HBM-Kommission 20 µg/l, Frauen).....	20
Tabelle 12: PFOS-Konzentrationen im Blutplasma der Kinder aus Siegen und Arnsberg (Referenzwert der HBM-Kommission 10 µg/l, Kinder < 10 Jahre).....	20
Tabelle 13: PFHxS-Konzentrationen im Blutplasma der Männer aus Brilon und Arnsberg	21
Tabelle 14: PFHxS-Konzentrationen im Blutplasma der Frauen aus Siegen und Arnsberg	21
Tabelle 15: PFHxS-Konzentrationen im Blutplasma der Kinder aus Siegen und Arnsberg	22
Tabelle 16: PFNA-Konzentrationen der Männer aus Brilon und Arnsberg.....	23
Tabelle 17: PFNA-Konzentrationen der Frauen aus Siegen und Arnsberg.....	24

Tabelle 18: PFNA-Konzentrationen der Kinder aus Siegen und Arnsberg	24
Tabelle 19: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFOA-Konzentrationen der Männer aus Brilon und Arnsberg	25
Tabelle 20: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFOA-Konzentrationen der Frauen aus Siegen und Arnsberg	26
Tabelle 21: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFOA-Konzentrationen der Kinder aus Siegen und Arnsberg.	26
Tabelle 22: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFOS-Konzentrationen der Männer aus Brilon und Arnsberg	28
Tabelle 23: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFOS-Konzentrationen der Frauen aus Siegen und Arnsberg	28
Tabelle 24: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFOS-Konzentrationen der Kinder aus Siegen und Arnsberg	29
Tabelle 25: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFHxS-Konzentrationen der Männer aus Brilon und Arnsberg	30
Tabelle 26: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFHxS-Konzentrationen der Frauen aus Siegen und Arnsberg	30
Tabelle 27: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFHxS-Konzentrationen der Kinder aus Siegen und Arnsberg	31
Tabelle 28: Anzahl der PFBS-Konzentrationen der Männer zwischen 2006 und 2010.	31
Tabelle 29: Anzahl der PFBS-Konzentrationen der Frauen und Kinder zwischen 2006 und 2010.....	31
Tabelle 30: Korrelationen zwischen Alter, Körpergewicht, Körpergröße, Body-Mass-Index und absoluten PFT-Konzentrationen von 2006 und den relativen Veränderung der PFOA-, PFOS- und PFHxS-Konzentrationen bei Erwachsenen in Arnsberg, Siegen und Brilon.....	33
Tabelle 31: Korrelationen zwischen Alter, Körpergewicht, Körpergröße, Body-Mass-Index und absoluten PFT-Konzentrationen von 2006 und den relativen Veränderung der PFOA-, PFOS- und PFHxS-Konzentrationen bei Kindern in Arnsberg und Siegen.....	35
Tabelle 32: Geschlecht und Veränderungen der PFOA-, PFOS- und PFHxS- Konzentrationen bei Erwachsenen.	36

Tabelle 33: Geschlecht und Veränderungen der PFOA-, PFOS- und PFHxS-Konzentrationen bei Kindern.	36
Tabelle 34: Mittlere relative Veränderung der PFOA-, PFOS- und PFHxS-Konzentrationen der Erwachsenen aufgeteilt nach den Konzentrationen im Jahr 2006 (Quartile).	38
Tabelle 35: Mittlere relative Veränderung der PFOA-, PFOS- und PFHxS-Konzentrationen der Kinder aufgeteilt nach den Konzentrationen im Jahr 2006 (Quartile)	39
Tabelle 36: Relative PFOA-Veränderung 2006-10 bei Erwachsenen, Ergebnisse der multiplen linearen Regression.	41
Tabelle 37: Relative PFOA-Veränderung 2006-10 bei Kindern, Ergebnisse der multiplen linearen Regression	41
Tabelle 38: Aus den PFOA-Konzentrationen 2006 und 2010 errechnete Halbwertszeiten (Einkompartimentmodell, Kinetik erster Ordnung). Nur Arnsberger Kollektive.	45
Tabelle 39: Vergleich der PFT-Konzentrationen von Frauen und Männern aus Arnsberg, Siegen und Brilon mit Konzentrationen aus NHANES (dargestellt sind geometrische Mittelwerte).	50
Tabelle 40: Trinkwasserkonsumänderung der Arnsberger Männer und Frauen aufgeteilt nach Altersgruppen.	72
Tabelle 41: PFT-Konzentration in Trinkwasserproben, die von den Probanden am Untersuchungstag im eigenen Haushalt genommen wurden. Analysen durch LANUV NRW.	73
Tabelle 42: 4.4 Wie häufig im Durchschnitt verzehrten Sie selbst innerhalb der letzten 12 Monate Fleisch?	74
Tabelle 43: 4.4 Fleischverzehr: Aus eigener Schlachtung.	74
Tabelle 44: 4.4 Fleischverzehr: Vom hiesigen Metzger.	74
Tabelle 45: 4.4 Fleischverzehr: Aus dem Supermarkt.	75
Tabelle 46: 4.4 Wie häufig im Durchschnitt verzehrten Sie selbst innerhalb der letzten 12 Monate Fisch?	76
Tabelle 47: 4.4 Fischverzehr: Aus Gewässern der Umgebung.	77
Tabelle 48: 4.4 Fischverzehr: Aus dem Supermarkt.	77

Tabelle 49: 4.4 Wie häufig im Durchschnitt verzehrten Sie selbst innerhalb der letzten 12 Monate Milch/Käse/Milchprodukte?	78
Tabelle 50: 4.4 Milch/Käse/Milchprodukte: Von eigenen Kühen.....	78
Tabelle 51: 4.4 Milch/Käse/Milchprodukte: Vom hiesigen Bauern.....	78
Tabelle 52: 4.4 Milch/Käse/Milchprodukte: Aus dem Supermarkt.....	79
Tabelle 53: 4.4 Fleischverzehr Kind: Wie häufig im Durchschnitt verzehrte ihr Kind innerhalb der letzten 12 Monate Fleisch?	80
Tabelle 54: 4.4 Fleischverzehr Kind: Aus eigener Schlachtung.....	80
Tabelle 55: 4.4 Fleischverzehr Kind: Vom hiesigen Metzger	80
Tabelle 56: 4.4 Fleischverzehr Kind: Aus dem Supermarkt.....	81
Tabelle 57: 4.4 Wie häufig im Durchschnitt verzehrte ihr Kind innerhalb der letzten 12 Monate Fisch? Bitte geben sie den Verzehr in Prozent an.	82
Tabelle 58: 4.4 Fischverzehr Kind: Aus Gewässern der Umgebung.	82
Tabelle 59: 4.4 Fischverzehr Kind: Aus dem Supermarkt.....	83
Tabelle 60: 4.4 Wie häufig im Durchschnitt verzehrte ihr Kind innerhalb der letzten 12 Monate Milch/Käse/Milchprodukte?	83
Tabelle 61: 4.4 Verzehr von Milch/Käse/Milchprodukte Kind: Von eigenen Kühen.	83
Tabelle 62: 4.4 Verzehr von Milch/Käse/Milchprodukte Kind: Vom hiesigen Bauern.....	83
Tabelle 63: 4.4 Verzehr von Milch/Käse/Milchprodukte Kind: Aus dem Supermarkt.	84
Tabelle 64: Frage 1.0: Wie hoch ist ihr aktuelles Gewicht?	85
Tabelle 65: 6.0 Wie stark fühlen Sie sich durch den Nachweis von PFT im Trinkwasser beunruhigt?	85
Tabelle 66: Schulabschluss der Männer und Frauen	86
Tabelle 67: 1.0 Wie groß ist Ihr Kind?	87
Tabelle 68: 1.1 Wie hoch ist das aktuelle Gewicht Ihres Kindes?.....	87
Tabelle 69: 4.0 Wie stark ist Ihre Besorgnis um die Gesundheit Ihres Kindes aufgrund des Nachweises von PFT im Trinkwasser?	88
Tabelle 70: Schulabschluss der Eltern der 74 Kinder.....	88
Tabelle 71: PFOA-Konzentrationen der Erwachsenen (Teilnahme 2010) im Jahr 2006, aufgeteilt nach Geschlecht und Wohnort.	89

Tabelle 72: PFOS-Konzentrationen der Erwachsenen (Teilnahme 2010) im Jahr 2006, aufgeteilt nach Geschlecht und Wohnort.....	89
Tabelle 73: PFHxS-Konzentrationen der Erwachsenen (Teilnahme 2010) im Jahr 2006, aufgeteilt nach Geschlecht und Wohnort.....	90
Tabelle 74: PFOA-Konzentrationen der Kinder (Teilnahme 2010) im Jahr 2006, aufgeteilt nach Geschlecht und Wohnort.	90
Tabelle 75: PFOS-Konzentrationen der Kinder (Teilnahme 2010) im Jahr 2006, aufgeteilt nach Geschlecht und Wohnort.	91
Tabelle 76: PFHxS-Konzentrationen der Kinder (Teilnahme 2010) im Jahr 2006 (Teilnahme 2010), aufgeteilt nach Geschlecht und Wohnort.....	91

V. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der Arnsberger Männer (N = 70), die in den Jahren 2006, 2007, 2008 und 2010 untersucht wurden.....	17
Abbildung 2: PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der Arnsberger Frauen (N = 105), die in den Jahren 2006, 2007, 2008 und 2010 untersucht wurden.....	18
Abbildung 3: PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der Arnsberger Kinder (N = 47), die in den Jahren 2006, 2007, 2008 und 2010 untersucht wurden.....	18
Abbildung 4: PFOA-Konzentrationen im Blut der Studienteilnehmer (Männer, Frauen, Kinder) aus Arnsberg von 2006, 2007, 2008 und 2010.....	43
Abbildung 5: QQ-Plots der PFOA-,PFOS-, PFHxS- und PFNA-Konzentrationen der Erwachsenen.....	54
Abbildung 6: QQ-Plots der PFOA-,PFOS-, PFHxS- und PFNA-Konzentrationen der Kinder.	55
Abbildung 7: PFOA-Konzentrationen im Blut der Studienteilnehmer (Männer) aus Arnsberg von 2006, 2007, 2008 und 2010.....	56
Abbildung 8: PFOA-Konzentrationen im Blut der Studienteilnehmer (Frauen) aus Arnsberg von 2006, 2007, 2008 und 2010.....	56
Abbildung 9: PFOA-Konzentrationen im Blut der Studienteilnehmer (Kinder) aus Arnsberg von 2006, 2007, 2008 und 2010.....	57
Abbildung 10: Relative Differenzen der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Fischkonsum.....	57
Abbildung 11: Relative Differenzen der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Fischkonsum.....	58
Abbildung 12: Relative Differenzen der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Fischkonsum.....	58
Abbildung 13: Relative Differenzen der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Fischkonsum.	59
Abbildung 14: Relative Differenzen der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Fischkonsum.	59
Abbildung 15: Relative Differenzen der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Fischkonsum.	60

Abbildung 16: Relative Differenzen der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Konsum von Milch, Käse und Milchprodukten.....	60
Abbildung 17: Relative Differenzen der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Konsum von Milch, Käse und Milchprodukten.....	61
Abbildung 18: Relative Differenzen der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Konsum von Milch, Käse und Milchprodukten.....	61
Abbildung 19: Relative Differenzen der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Konsum von Milch, Käse und Milchprodukten.....	62
Abbildung 20: Relative Differenzen der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Konsum von Milch, Käse und Milchprodukten.....	62
Abbildung 21: Relative Differenzen der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Konsum von Milch, Käse und Milchprodukten.....	63
Abbildung 22: Relative Differenzen der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Konsum von Fleisch...	63
Abbildung 23: Relative Differenzen der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Konsum von Fleisch...	64
Abbildung 24: Relative Differenzen der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Konsum von Fleisch...	64
Abbildung 25: Relative Differenzen der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Konsum von Fleisch.	65
Abbildung 26: Relative Differenzen der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Konsum von Fleisch.	65
Abbildung 27: Relative Differenzen der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Konsum von Fleisch.	66
Abbildung 28: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Männern.....	67

Abbildung 29: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Frauen.	67
Abbildung 30: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Männern.	68
Abbildung 31: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Frauen.	68
Abbildung 32: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Männern.	69
Abbildung 33: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Frauen.	69
Abbildung 34: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Kindern.	70
Abbildung 35: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Kindern.	70
Abbildung 36: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Kindern.	71

1 Hintergrund

1.1 Vorgeschichte

Anlass der ersten Humanbiomonitoringstudie in Arnsberg waren erhöhte Konzentrationen perfluorierter Tenside (PFT) im Trinkwasser von Wasserwerken, die Rohwasser aus Ruhr und Möhne entnehmen. In Oberflächenwasser und Trinkwasser des Hochsauerlandkreises wurden in der ersten Mai-Hälfte 2006 im Rahmen wissenschaftlicher Studien des Institutes für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn zum Vorkommen langlebiger Substanzen in Gewässern erhöhte Konzentrationen von Perfluorierten Tensiden (PFT) festgestellt [Skutlarek et al. 2006]. Hauptkomponente in Anteilen von 50 – 80 % war die Perfluorooctansäure (PFOA). Im Trinkwasser des Hochsauerlandkreises fanden sich bis zu 0,56 µg/l PFOA, daneben deutlich niedrigere Werte von Perfluorooctansulfonsäure (PFOS).

Die Trinkwasserkommission (TWK) beim Umweltbundesamt in Berlin hatte sich am 21. Juni 2006 mit den Befunden aus Möhne und Ruhr beschäftigt und eine Risikobewertung abgegeben. Grundlage war ein sog. VMWs (Vorsorgemaßnahmewert für Säuglinge) von 0,5 µg/l (Summe aus PFOA, PFOS). Die TWK empfahl in den betroffenen Gebieten (Arnsbergs Stadtteile Neheim, Hüsten, Herdringen, Bruchhausen und Holzen), das Trinkwasser nicht zur Zubereitung von Säuglingsnahrung zu verwenden. Schwangere Frauen sollten ein solches Trinkwasser (oder mit ihm zubereitete Getränke) nicht regelmäßig trinken. Aus Vorsorgegründen gab die Trinkwasserkommission außerdem eine Empfehlung zur Durchführung einer Humanbiomonitoring-Studie zur Abschätzung der inneren Belastung mit PFT bei über das Trinkwasser exponierten Personen.

Diese Studie wurde im Herbst 2006 durchgeführt und hatte als ein wesentliches Ergebnis, dass die Personen im Zielgebiet 4-8fach höhere PFOA-Konzentrationen im Blutplasma aufwiesen im Vergleich zu unbelasteten Kontrollkollektiven. Allen StudienteilnehmerInnen wurden die Ergebnisse schriftlich mitgeteilt; es wurden mehrere Möglichkeiten zur weiteren Information (Bürgerversammlung, telefonische Beratung) organisiert. Dasselbe Kollektive wurde im Auftrag des LANUV und MKULNV NRW von der Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin der Ruhr-Universität Bochum in den Jahren 2007 und 2008 erneut untersucht. Schwerpunkt dieser Kohortenstudien war die Beobachtung des Rückgangs der inneren Belastung gegenüber PFOA, da die Trinkwasserbelastung im Wesentlichen durch Aktivkohlefilterung und Verminderung des weiteren Eintrags in Oberflächengewässer deutlich, zeitweilig unter die analytische Nachweisgrenze, gesenkt wurde. Auch die erste und zweite Nachfolgeuntersuchung sind 2007 und 2008 mit jeweils

ca. 80 % Teilnahmerate wie geplant durchgeführt worden, die Ergebnisse wurden jedem Probanden individuell schriftlich mitgeteilt und die Gesamtergebnisse der Öffentlichkeit in Berichten bekannt gemacht (<http://www.lanuv.nrw.de/gesundheit/epi-studien/pft.htm>). Die Studien sind auch wissenschaftlich publiziert [Holzer et al. 2008; Hölzer et al. 2009; Brede et al. 2010].

1.2 Beschreibung der geplanten dritten Nachuntersuchung

Die Folgeuntersuchungen in den Jahren 2007 und 2008 ergaben Hinweise auf einen moderaten Rückgang der PFOA-Blutkonzentrationen. Die Reduktion lag im Mittel bei 18-37 Prozent und war bei Kindern und Müttern stärker ausgeprägt als bei den untersuchten Männern. Die PFOA-Blutkonzentrationen waren jedoch in Arnsberg weiterhin gegenüber den Kontrollkollektiven von 2006 (um das 3-5fache) erhöht. Die für umweltepidemiologische Untersuchungen ungewöhnlich hohe Teilnahmerate von 80 Prozent zeigte das Interesse der Arnsberger Studienteilnehmer an der Studie.

Nach Ablauf zwei weiterer Jahre sollte im Herbst 2010 die Kohorte des Zielgebietes erneut untersucht werden. Die betroffenen Bürger sollten damit über den Verlauf ihrer inneren Exposition gegenüber PFOA informiert werden. Weltweit existieren hierzu bisher nur wenige Daten hoch exponierter Arbeitnehmer und einer hoch belasteten Gemeinde in den USA, die aus mehreren Gründen (Exposition, Kollektiv) nicht ohne Weiteres auf die Arnsberger Bevölkerung oder die Allgemeinbevölkerung übertragen werden können. Mit den Ergebnissen der dritten Nachuntersuchung sollte daher außerdem eine geeignete Datengrundlage für eine Abschätzung der Elimination perfluorierter Verbindungen gelegt werden.

1.3 Planung

Es sollten alle 350 Probanden des Zielgebietes (Arnsberg) zur Follow-up-Untersuchung eingeladen werden. Zusätzlich wurden je 20 Teilnehmer der ersten Studienphase aus den Kontrollgebieten (20 Mutter-Kind-Paare aus Siegen, 20 Männer aus Brilon) eingeladen, um den Verlauf der inneren Exposition in der unbelasteten Normalbevölkerung beurteilen zu können.

Alle Teilnehmer wurden zunächst schriftlich über die Nachuntersuchung informiert. Da die Daten pseudonymisiert sind, übernahm der Datentreuhänder (Gesundheitsamt des Hochsauerlandkreises) die Verknüpfung zwischen Studiennummer und Adressdaten.

1.4 Fragestellung

Im Wesentlichen sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Haben sich die Gehalte von PFOA, PFOS, PFHxS und PFBS bei den ProbandInnen aus Arnsberg im Verhältnis zu den Voruntersuchungen aus den Jahren 2006-2008 verändert?
- Wenn ja, in welche Richtung und um welchen Betrag?
- Welche Rückschlüsse lassen diese Veränderungen auf die Halbwertszeiten der jeweiligen Stoffe zu?
- Gibt es spezifische Subpopulationen (Männer, Frauen, Kinder, Altersgruppen, Menschen mit spez. Ernährungsgewohnheiten), bei denen die absolute oder die relative Veränderung stärker ausgeprägt war als bei anderen?
- Unterscheidet sich das Ausmaß der absoluten und der relativen Veränderungen bei Hochbelasteten und Niedrigbelasteten?

2 Methodik/Kollektiv

2.1 Kurzbeschreibung der Studie

Es handelt sich um die dritte Nachuntersuchung im Rahmen der Kohortenstudie über das Trinkwasser PFT-belasteter Bürger Arnshergs.

Kollektive

StudienteilnehmerInnen der ersten Studie aus 2006 (Auswahlkriterien der Stichprobe s. Studienprotokoll der ersten Studie).

Zielgrößen

1. PFT-Konzentrationen im Plasma

Einflussgrößen/Exposition

1. PFT-Trinkwasserkonzentrationen
2. Trinkwasserkonsum

Confounder

1. Sozialstatus
2. Fischverzehr

Fallzahlberechnung

s. Protokoll der Erstuntersuchung

Untersuchungsinstrumente

1. Fragebogen
2. PFT-Bestimmung im Plasma
3. PFT-Bestimmung im Trinkwasser

2.2 Fragebögen

Es wurden dieselben Fragebögen wie zur Folgeuntersuchung im Jahr 2008 verwendet. Die Fragebögen beinhalteten Fragen international standardisierter Fragebögen (Kinderumweltsurvey) und vergleichbarer Erhebungen aus den Vorjahren.

Die ProbandInnen bzw. die Eltern der eingeladenen Kinder erhielten jeweils einen Fragebogen zum Selbstauffüllen vorab per Post (Kinderfragebogen vgl. Abschnitt 7.8.4, S. 97; Fragebogen für Erwachsene vgl. Abschnitt 7.8.3, S. 95).

2.2.1.1 Interview-Fragebögen

Bei den StudienteilnehmerInnen wurde am Untersuchungstag ein weiterer Fragebogen in Interviewform erhoben (Interviewfragebogen Eltern vgl. Abschnitt 7.8.10; S. 109;

Interviewfragebogen für Erwachsene siehe Abschnitt 7.8.9, S. 103). Dieser wurde bereits in der Untersuchung aus dem Jahr 2008 verwendet.

Die Durchführung der Trinkwasserinterviews wurde von den betreffenden StudienmitarbeiterInnen vor Studienbeginn trainiert.

2.3 Analytik der perfluorierten Verbindungen

2.3.1 PFT-Bestimmung im Plasma

Die Blutproben wurden mittels handelsüblicher Blutentnahmesysteme entnommen. Abnahme- und Verarbeitungsprozeduren wurden ebenso wie die verwendeten Materialien in Absprache mit dem analysierenden Labor festgelegt. Die Proben wurden bis zur Zentrifugation am Abend des Abnahmetages bei 4-8°C gelagert. Die Plasmaproben wurden dann eingefroren und bei -20 °C bis zur Analyse gelagert. Die Analysen wurden, wie in den ersten Untersuchungen in 2006, 2007 und 2008, im Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg durchgeführt. Für Details zur Methodik sei auf den Abschlussbericht der ersten Studie verwiesen, der auf der Homepage des LANUV NRW veröffentlicht ist (<http://www.lanuv.nrw.de/gesundheit/epi-studien/pft.htm>).

2.3.2 PFT-Bestimmung im Trinkwasser

Die Trinkwasser-Proben wurden in vom analysierenden Labor genau bezeichneten und als geeignet freigegebenen Gefäßen (250 ml Volumen pro Gefäß) gesammelt. Ebenso richteten sich die Entnahmevorschriften nach den Vorgaben des Labors (LANUV NRW; Entnahmehinweise siehe 7.8.7, S. 101 im Anhang). Die Proben wurden bis zur Analyse bei 4-8°C gelagert. Die Trinkwasseranalysen wurden wie bei den vorherigen Studien im Labor des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz durchgeführt. Die Methodik ist ebenfalls im Abschlussbericht der ersten Studie beschrieben. Zur Analyse wurde pro Tag und Wohnort je eine Wasserprobe ausgewählt.

2.3.3 Rückstellproben

Für einige perfluorierte Verbindungen werden Verfahren zur Bestimmung im Urin entwickelt. Um die Belastung der TeilnehmerInnen ggfs. auch mit perfluorierten Verbindungen abschätzen zu können, für die erst in Zukunft Methoden bereitstehen, wurden die ProbandInnen in Absprache mit dem Auftraggeber um die Abgabe einer Urinprobe als Rückstellprobe gebeten. Die TeilnehmerInnen wurden über die Hintergründe der Abgabe im Terminanschreiben informiert (siehe 7.8.6, S. 100 im Anhang). Die

Sammlung der Morgenurinproben erfolgte in 100 ml Probengefäßen (Entnahmehinweise siehe 7.8.7, S. 101 im Anhang).

2.4 Auswahl- und Rekrutierungsverfahren der Studienteilnehmer

Es wurden die StudienteilnehmerInnen aus dem Jahre 2006 angeschrieben und um Teilnahme gebeten.

Ansprache und Information

Die ProbandInnen erhielten eine Einladung per Post zugeschickt (s. Abschnitt 7.8.5, Seite 99). Aufgrund der telefonischen Rückmeldungen wurden Termine vergeben. Die Termine wurden schriftlich bestätigt (s. Abschnitt 7.8.6, Seite 100).

Im Gesundheitsamt standen am Untersuchungstag MitarbeiterInnen der Abteilung für Hygiene für die persönliche Ansprache und Aufklärung der Eltern zur Verfügung.

Einverständniserklärung

Für die Einwilligung in die geplanten Untersuchungen wurden die Unterschriften beider Elternteile bzw. der untersuchten Person erfragt (Kind: s. Abschnitt 7.8.1, Seite 93, Erwachsene s. Abschnitt 7.8.2, Seite 94).

Datenschutzkonzept

Namen und Anschrift der Probanden wurden durch einen Datentreuhänder verwaltet, die Probandendaten (Fragebogen, Biomonitoring und Trinkwasseranalysen) wurden im auswertenden Institut unter Bezug auf eine Studiennummer gespeichert (Pseudonymisierung). Die Funktion des Datentreuhänders übernahmen Mitarbeiter der örtlichen Gesundheitsämter. Diese verwalten die Verknüpfung zwischen Namen und Adresse der Teilnehmer und Studiennummer:

- zum Zwecke einer späteren Befundmitteilung oder Benachrichtigung
- für den Fall eines nachträglichen Widerrufs der Einwilligung

2.5 Ablauf der Studie

Die Studie gliederte sich in eine Vorbereitungsphase, eine Feldphase und eine Auswertephase. Die durchgeführten Tätigkeiten sind in der Liste unten detailliert aufgeführt.

Vorbereitungsphase

- Fragebogenentwicklung, Anschreiben, Einverständniserklärungen etc.
- Planung der Feldphasen in Zusammenarbeit mit den beteiligten Gesundheitsämtern
- Qualitätssicherung: Mitarbeiterschulung

- Antrag an die Ethikkommission
- Abschluss einer Wege-Unfallversicherung für die Probanden
- Versand der Einladungen, Fragebögen und Probengefäße (2-3 Wochen vor dem Untersuchungstermin)
- Einrichten eines Laborarbeitsplatzes
- Einrichten der Untersuchungsräume

Feldphase allgemein

- Geplante Dauer und Beginn der Feldphase:
4 Wochen, Oktober-November 2010
- Aufgabenverteilung vor Ort:
 - Studienmitarbeiter: Organisation vor Ort, Aufklärung und Hilfestellungen (beim Ausfüllen der Fragebögen, bei Fragen zum Datenschutz, zu den Untersuchungen etc.)
 - Arzt/Ärztin: Blutentnahme, Beantwortung spezifischer Fragen
 - BTA/MTA: Aufbereitung, Aliquotierung und Protokollierung der Blut- und Wasserproben, sachgerechte Lagerung der Proben
 - Hilfskraft: Transporte
- Räumlichkeiten: 2-3 Untersuchungsräume, ergänzt um eine Wartezone

Feldphase: Ablaufplanung aus Sicht der Probanden

An den Untersuchungstagen wurden die Fragebögen, Trinkwasser- und Urinprobengefäße entgegengenommen, und Blut entnommen. Es wurde ein kurzes Interview geführt.

- Empfang der Probanden durch StudienmitarbeiterIn:
- Begrüßung
- Erläuterung des weiteren Ablaufs
- Durchsicht der Fragebögen und Einverständniserklärungen, Klärung von Unstimmigkeiten, eventuell Ergänzen fehlender Angaben
- Protokollieren der Teilnahmebereitschaft, ggfs. Aushändigen der Aufklärung über die Blutentnahme beim Kind
- MitarbeiterIn der Abteilung für Hygiene u. Umweltmedizin:
- Blutentnahme
- Verabschiedung durch StudienmitarbeiterIn
- Prüfung des Laufzettels
- Auszahlung einer Aufwandsentschädigung (20 €) gegen Unterschrift

Analysen- und Auswertephase

- Versand der erhaltenen Blut- und Trinkwasserproben
- Analysen der Blut-, Trinkwasserproben
- Dateneingabe (Doppelteingabe), automatische Inkonsistenz- und manuelle Plausibilitätsprüfung, Erstellung einer SAS-Datenbank
- Deskriptive Statistik (Darstellung der absoluten und relativen Häufigkeiten nominal und ordinal skalierten Daten sowie bei intervallskalierten Daten der üblichen Lage- und Streuungsmaße (Minimum, unteres und oberes Quartil, Median, Maximum, arithmetischer und geometrischer Mittelwert (mit 95%-Konfidenzintervall), Standardabweichung))
- Prüfung der PFT-Plasma und Trinkwasserdaten auf Normalverteilung, ggfs. (logarithmische) Transformation, Gruppenvergleich (Ziel-/Kontrollgebiet) mittels t-Test
- Multivariate (multiple lineare Regression) Analyse; abhängige Variable: PFT-Plasmakonzentrationen; unabhängige Variablen: Fischkonsum (Fragebogenangaben), Sozialstatus (hilfsweise als höchster Schulabschluss¹). Explorative Prüfung auf weitere Einflussfaktoren und Confounder; Berechnung der Plasmahalbwertszeiten.
- Den Eltern der untersuchten Kinder und den erwachsenen Probanden wurde eine schriftliche Befundmitteilung nach der Analyse und Auswertung aller Proben zugestellt werden. Zusätzlich erhielten sie das Angebot einer umweltmedizinischen Beratung.
- Berichterstellung

¹ Details zur Erhebung des Sozialstatus sind dem Abschlussbericht zur Phase I zu entnehmen.
Abrufbar unter: www.lanuv.nrw.de/gesundheit/pdf/pft_abschlussbericht.pdf

3 Ergebnisse

3.1 Studienteilnahme und anthropometrische Merkmale

In der dritten Folgestudie zur PFT-Belastung des Blutes von Personen aus Arnsberg, Siegen und Brilon nahmen insgesamt 313 Personen teil, davon 99 Männer, 135 Frauen sowie 79 Kinder (Tabelle 1; Tabelle 2). Von den 99 Männern kamen 79 aus Arnsberg, 20 aus Brilon. Bei den Frauen stammen 117 aus Arnsberg und 18 aus Siegen.

Die unter „teilnahmebereit“ aufgeführten Personen hatten telefonisch ihre Bereitschaft zu einer erneuten Untersuchung erklärt, einige von ihnen waren dann aber am vereinbarten Termin und am Nachholtermin nicht erschienen oder hatten vor Ort die Blutentnahme abgelehnt. Durch die Verweigerung der Blutentnahme vor Ort konnte nur von 58 der 61 erschienenen Arnsberger Kindern Blutproben gewonnen werden, ein Interview wurde bei 60 Kindern durchgeführt. Für weitere Analysen wurden somit nur Kinder, die eine Blutprobe abgaben, weiter betrachtet.

Diese insgesamt 77 Kinder verteilen sich auf die Stadt Arnsberg (58: 32 ♀, 26 ♂) und auf das Kontrollkollektiv aus Siegen (19: 8 ♀, 11 ♂).

Die Blutentnahmetermine wurden auch 2010 in mit den Voruntersuchungen vergleichbaren Zeiträumen organisiert. So wurden die Blutentnahmen 2010 zwischen dem 27. Oktober und 25. November durchgeführt. 2006 fanden sie zwischen dem 11. Oktober und 8. November statt, 2007 zwischen dem 9. Oktober und 6. November (3 Probanden wurden erst bei Nachholterminen im Februar und April 2008 untersucht) und 2008 zwischen dem 14. Oktober und 11. November.

Im Jahr 2010 konnte eine Teilnahmerate von 73 Prozent (254 Blutproben zur PFT-Analyse) unter den Arnsberger StudienteilnehmerInnen erreicht werden (2008: 77 %). Diese im Vergleich zu anderen umweltmedizinischen Studien hohe Beteiligung zeigt das anhaltend große Interesse der Bevölkerung an der Humanbiomonitoring-Untersuchung (Tabelle 3).

Tabelle 1: Studienteilnahme in Arnsberg.

	Männer		Mütter		Kinder		Gesamt	
	N	Anteil	N	Anteil	N	Anteil	N	Anteil
Angeschrieben	101		164		85		350	
keine Rückmeldung	2	2%	2	1%	0	0%	4	1%
Ablehnung der Teilnahme	8	8%	27	16%	17	20%	52	15%
verzogen	3	3%	5	3%	2	2%	10	3%
verstorben	1	1%	1	1%	0	0%	2	1%
telefonisch nicht zu erreichen	4	4%	9	5%	4	5%	17	5%
teilnahmebereit	83	82%	120	73%	62	73%	265	76%
nicht erschienen bzw. keine Blutentnahme	4	4%	3	2%	4	5%	11	3%
Blutproben	79	78%	117	71%	58	68%	254	73%
zur PFT-Bestimmung	79	78%	117	71%	58	68%	254	73%
für Routinelabor I	79	78%	116	71%	57	67%	252	72%
für Routinelabor II	79	78%	116	71%	57	67%	252	72%
für weitere Unters.	78	77%	114	70%	56	66%	248	71%
Trinkwasserproben	73	72%	113	69%			186	53%
Urinprobe	73	72%	109	66%	55	65%	237	68%
Fragebögen	79	78%	117	71%	60	71%	256	73%
Einverständniserklärungen	79	78%	117	71%	60	71%	256	73%
Trinkwasserinterview	79	78%	117	71%	60	71%	256	73%

Tabelle 2: Studienteilnahme in Siegen und Brilon.

	Brilon		Siegen			
	Männer		Mütter		Kinder	
	N	Anteil	N	Anteil	N	Anteil
Angeschrieben	24		25		26	
keine Rückmeldung/telefonisch nicht erreichbar	2	8%	3	12%	3	12%
Ablehnung der Teilnahme	1	4%	2	8%	2	8%
verzogen	1	4%	0	0%	0	0%
teilnahmebereit	20	83%	20	80%	21	81%
nicht erschienen / keine Blutentnahme	0	0%	2	8%	2	8%
Blutproben	20	83%	18	72%	19	73%
zur PFT-Bestimmung, Routinelabor I und II und weitere Untersuchungen	20	83%	18	72%	19	73%
Trinkwasserproben	20	83%	18	72%		
Urinprobe	20	83%	18	72%	19	73%
Fragebögen/TW-Interview	20	83%	18	72%	19	73%
Einverständniserklärungen	20	83%	18	72%	19	73%

Tabelle 3: Selbst (Mütter, Männer) bzw. von den Eltern (Kinder) eingeschätzte Besorgnis aufgrund der PFT-Kontamination des Trinkwassers bei den Arnsberger Studienteilnehmern.

Wie stark fühlen Sie sich durch den Nachweis von PFT im Trinkwasser beunruhigt?						
	Mütter		Kinder		Männer	
	Häufigkeit	%	Häufigkeit	%	Häufigkeit	%
2010						
Überhaupt nicht	8	6,84	4	7,02	11	13,92
etwas	37	31,62	12	21,05	26	32,91
mittelmäßig	40	34,19	18	31,58	25	31,65
stark	24	20,51	12	21,05	13	16,46
äußerst stark	8	6,84	11	19,3	4	5,06
2008						
Überhaupt nicht	4	3,33	2	3,33	8	10,39
etwas	31	25,83	13	21,67	30	38,96
mittelmäßig	39	32,5	14	23,33	27	35,06
stark	28	23,33	16	26,67	8	10,39
äußerst stark	18	15	15	25	4	5,19
2007						
Überhaupt nicht	6	4,38	1	1,39	6	7,14
etwas	29	21,17	9	12,5	29	34,52
mittelmäßig	40	29,2	16	20,83	29	34,52
stark	35	25,55	26	36,11	18	21,43
äußerst stark	27	19,71	21	29,17	2	2,38

Die betrachteten Männer waren in Arnsberg und Brilon in etwa gleich groß (arithm. Mittel Arnsberg: 179,1 cm; Brilon: 179,4 cm), die Arnsberger jedoch tendenziell schwerer (arithm. Mittel Arnsberg: 86,1 kg; Brilon: 81,2 kg). Neben dem höheren Körpergewicht waren die Arnsberger Frauen im Vergleich mit dem Kontrollkollektiv etwas schwerer (arithm. Mittel Arnsberg: 168,3 cm; Siegen: 165,7 cm vgl. Tabelle 4). Dieser Trend war auch bei den Arnsberger Mädchen und Jungen auszumachen (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 4: Anthropometrische Daten der StudienteilnehmerInnen (Erwachsene) aus Arnsberg, Siegen und Brilon im Jahr 2010.

Körpergröße [cm]	Männer			Frauen		
	Arnsberg	Brilon	Gesamt	Arnsberg	Siegen	Gesamt
Anzahl (N)	79	20	99	116	18	134
arithm. Mittelwert	179,7	179,4	179,7	168,3	165,7	167,9
Minimum	164,0	170,0	164,0	145,0	150,0	145,0
50. Perzentil	180,0	179,0	180,0	168,0	165,5	168,0
Maximum	195,0	193,0	195,0	185,0	180,0	185,0
Körpergewicht [kg]	Männer			Frauen		
	Arnsberg	Brilon	Gesamt	Arnsberg	Siegen	Gesamt
Anzahl (N)	78	20	98	115	17	132
arithm. Mittelwert	86,1	81,2	85,1	71,9	64,5	71,0
Minimum	56,0	67,0	56,0	48,0	55,0	48,0
50. Perzentil	84,0	79,5	83,0	69,0	60,0	68,3
Maximum	120,0	104,0	120,0	135,0	89,0	135,0
Body-Mass-Index [kg/m²]	Männer			Frauen		
	Arnsberg	Brilon	Gesamt	Arnsberg	Siegen	Gesamt
Anzahl (N)	78	20	98	114	17	131
arithm. Mittelwert	26,6	25,2	26,3	25,4	23,5	25,2
Minimum	18,0	19,9	18,0	16,6	20,0	16,6
50. Perzentil	25,9	24,9	25,6	28,3	22,3	23,7
Maximum	35,8	31,2	35,8	44,1	31,1	44,1

Tabelle 5: Anthropometrische Daten der StudienteilnehmerInnen (Kinder) aus Arnsberg und Siegen im Jahr 2010.

Körpergröße [cm]	Jungen			Mädchen		
	Arnsberg	Siegen	Gesamt	Arnsberg	Siegen	Gesamt
Anzahl (N)	26	11	37	29	7	36
arithm. Mittelwert	144,7	140,7	143,5	144,0	141,6	143,5
Minimum	130,0	126,0	126,0	132,0	129,0	129,0
50. Perzentil	145,5	140,0	144,0	145,0	141,0	144,8
Maximum	160,	157,0	160,0	160,0	156,0	160,0
Körpergewicht [kg]	Jungen			Mädchen		
	Arnsberg	Siegen	Gesamt	Arnsberg	Siegen	Gesamt
Anzahl (N)	26	11	37	29	8	37
arithm. Mittelwert	39,9	33,7	38,0	36,0	35,7	35,9
Minimum	25,0	25,0	25,0	25,0	23,0	23,0
50. Perzentil	39,5	34,5	36,5	35,1	34,6	35,0
Maximum	55,0	44,5	55,0	56,0	50,0	56,0
Body-Mass- Index [kg/m²]	Jungen			Mädchen		
	Arnsberg	Siegen	Gesamt	Arnsberg	Siegen	Gesamt
Anzahl (N)	26	11	37	28	7	35
arithm. Mittelwert	18,9	16,9	18,3	17,4	16,6	17,2
Minimum	13,9	12,8	12,8	13,9	13,8	13,8
50. Perzentil	18,7	16,4	18,1	16,8	17,2	16,9
Maximum	23,4	22,7	23,4	26,6	19,7	26,6

Der Altersdurchschnitt (arithm. Mittelwert) lag bei den untersuchten männlichen Probanden aus Arnsberg mit 53,9 Jahren leicht unter dem der Briloner (55,8 Jahre, vgl. Tabelle 6). Ebenso waren die Arnsberger Frauen tendenziell jünger als die Frauen aus dem Vergleichskollektiv. Da die Kinder im Rahmen der Einschulungsuntersuchung im Jahr 2006 ausgewählt wurden, befanden sie sich im Jahr 2010 in etwa in einem Alter (Min.: 9,2 Jahre; Max.: 10,3 Jahre).

Tabelle 6: Anamnestiche Angaben zum Alter der StudienteilnehmerInnen aus Arnsberg, Siegen und Brilon im Jahr 2010.

Alter [Jahre]		Anzahl (N)	arithm. Mittelwert	Minimum	Maximum
Männer	Arnsberg	79	53,9	25,2	73,5
	Brilon	20	55,8	25,2	73,4
	Gesamt	99	54,3	25,2	73,5
Frauen	Arnsberg	117	40,1	28,4	50,8
	Siegen	17	42,7	37,5	49,1
	Gesamt	134	40,4	28,4	50,8
Jungen	Arnsberg	26	9,8	9,4	10,2
	Siegen	11	9,7	9,2	10,2
	Gesamt	37	9,8	9,2	10,2
Mädchen	Arnsberg	32	9,8	9,3	10,3
	Siegen	8	9,6	9,2	10,3
	Gesamt	40	9,8	9,2	10,3

3.2 Perfluorierte Verbindungen im Blutplasma

3.2.1 PFOA

3.2.1.1 Statistische Lage- und Streuungsmaße 2010

Tabelle 7 gibt die statistischen Kennzahlen der PFOA-Konzentrationen der Männer aus Arnsberg und Brilon wieder. Bei den Arnsbergern liegt der geometrische Mittelwert mit 14,1 µg/l weiterhin oberhalb des Referenzwertes der HBM-Kommission (10 µg/l). Auch das 95 %-Konfidenzintervall des geometrischen Mittelwerts sowie alle Konzentrationen ab dem 25. Perzentil befinden sich über dem Referenzwert. Die Briloner Männer weisen deutlich geringere PFOA-Konzentrationen als die Arnsberger auf. Der geometrische Mittelwert liegt hier bei 4,6 µg/l. Auch sonst befinden sich fast alle statistischen Lagemaße unter dem Referenzwert (Tabelle 7). Die Frauen weisen eine deutlich geringere Belastung als die Männer auf (Tabelle 8). Geometrischer Mittelwert und Konfidenzintervall der Arnsberger Frauen befinden sich unter dem Referenzwert. Noch geringere Konzentrationen werden in Siegen beobachtet (geometrischer Mittelwert: 1,9 µg/l). Bei den Kindern liegt die PFOA-Belastung in Arnsberg im geometrischen Mittel bei 8,9 µg/l (Siegen: 3,7 µg/l; Tabelle 9)

Tabelle 7: PFOA-Konzentrationen (2010) im Blutplasma der Männer aus Brilon und Arnsberg (Referenzwert der HBM-Kommission 10 µg/l).

PFOA [µg/l]	Männer Brilon	Männer Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	20	79	99
N<BG (0,1 µg/l)	0	0	0
N>HBM-Referenzwert (10 µg/l)	1	61	62
arithm. Mittelwert	5,3	15,9	13,8
Standardabweichung	2,5	7,3	7,9
Minimum	1,8	2,3	1,8
10. Perzentil	1,8	6,2	4,3
25. Perzentil	3,2	10,0	7,3
50. Perzentil	5,5	15,7	13,7
75. Perzentil	7,1	20,0	19,0
90. Perzentil	8,4	26,9	24,1
95. Perzentil	9,5	29,1	28,0
Maximum	10,4	37,9	37,9
geom. Mittelwert (GM)	4,6	14,1	11,2
untere Grenze Konfidenzintervall GM	3,6	12,4	9,8
obere Grenze Konfidenzintervall GM	6,0	15,9	12,9

Tabelle 8: PFOA-Konzentrationen (2010) im Blutplasma der Frauen aus Siegen und Arnsberg (Referenzwert der HBM-Kommission 10 µg/l).

PFOA [µg/l]	Frauen Siegen	Frauen Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	18	117	135
N<BG (0,1 µg/l)	0	0	0
N>HBM-Referenzwert (10 µg/l)	0	51	51
arithm. Mittelwert	2,4	10,3	9,2
Standardabweichung	1,4	6,6	6,7
Minimum	0,5	1,9	0,5
10. Perzentil	0,6	4,0	2,3
25. Perzentil	1,1	5,6	4,1
50. Perzentil	2,1	8,3	7,3
75. Perzentil	3,4	12,9	12,3
90. Perzentil	4,2	19,9	19,6
95. Perzentil	6,1	23,3	22,4
Maximum	6,1	38,7	38,7
geom. Mittelwert (GM)	1,9	8,5	7,0
untere Grenze Konfidenzintervall GM	1,4	7,6	6,1
obere Grenze Konfidenzintervall GM	2,7	9,6	8,0

Tabelle 9: PFOA-Konzentrationen (2010) im Blutplasma der Kinder aus Siegen und Arnsberg (Referenzwert der HBM-Kommission 10 µg/l).

PFOA [µg/l]	Kinder Siegen	Kinder Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	19	58	77
N<BG (0,1 µg/l)	0	0	0
N>HBM-Referenzwert (10 µg/l)	0	22	22
arithm. Mittelwert	3,9	9,5	8,2
Standardabweichung	1,5	3,7	4,1
Minimum	1,6	2,7	1,6
10. Perzentil	1,7	5,7	3,2
25. Perzentil	2,8	7,1	5,6
50. Perzentil	4,1	8,5	7,7
75. Perzentil	5,3	11,0	10,1
90. Perzentil	5,7	15,2	13,9
95. Perzentil	6,2	16,3	15,8
Maximum	6,2	23,7	23,7
geom. Mittelwert (GM)	3,6	8,9	7,1
untere Grenze Konfidenzintervall GM	2,9	8,0	6,3
Obere Grenze Konfidenzintervall GM	4,5	9,8	8,1

Vor der Anwendung des Mittelwertvergleiches durch den t-Test wurde die Normalverteilungsannahme grafisch geprüft (Quantil-Quantil(QQ)-Plots siehe 7.1, S. 54 im Anhang). Die QQ-Plots sprechen für das Logarithmieren der PFOA-Konzentrationen.

Die PFOA-Konzentrationen im Zielgebiet Arnsberg sind in allen drei untersuchten Kollektiven statistisch signifikant gegenüber den Vergleichsregionen erhöht (t-Test der logarithmierten PFOA-Konzentrationen $P < 0,001$).

3.2.1.2 Individuelle PFOA Konzentrationen 2006, 2007, 2008 und 2010

Die gemessenen PFOA-Konzentrationen jeder/s einzelnen Studienteilnehmerin/s aus Arnsberg, der/die an allen vier Untersuchungsterminen teilnahm, sind für Männer (Abbildung 1), Frauen (Abbildung 2) und Kinder (Abbildung 3) getrennt dargestellt.

Schon im Jahr 2008 war ein deutlicher Rückgang der PFOA-Konzentrationen im Vergleich zu 2006 zu beobachten. Dies wird auch in der vorliegenden dritten Folgeuntersuchung 2010 bestätigt. In Abbildung 1 ist zu erkennen, dass im Jahr 2010 sämtliche PFOA-Messwerte unterhalb der bei derselben Person in den Jahren 2006, 2007 und 2008 gemessenen Konzentrationen liegen. Des Weiteren sind teilweise gleiche lokale Extrema zu finden, was rein deskriptiv für einen ähnlichen Trend in den vier Messreihen spricht. Ähnliche Ergebnisse treffen auch für die Arnsberger Mütter und Kinder zu (Abbildung 2, Abbildung 3). Es ist darüber hinaus zu vermuten, dass die absolute Reduktion umso größer wird, je größer die PFOA-Konzentration im Jahr 2006 war.

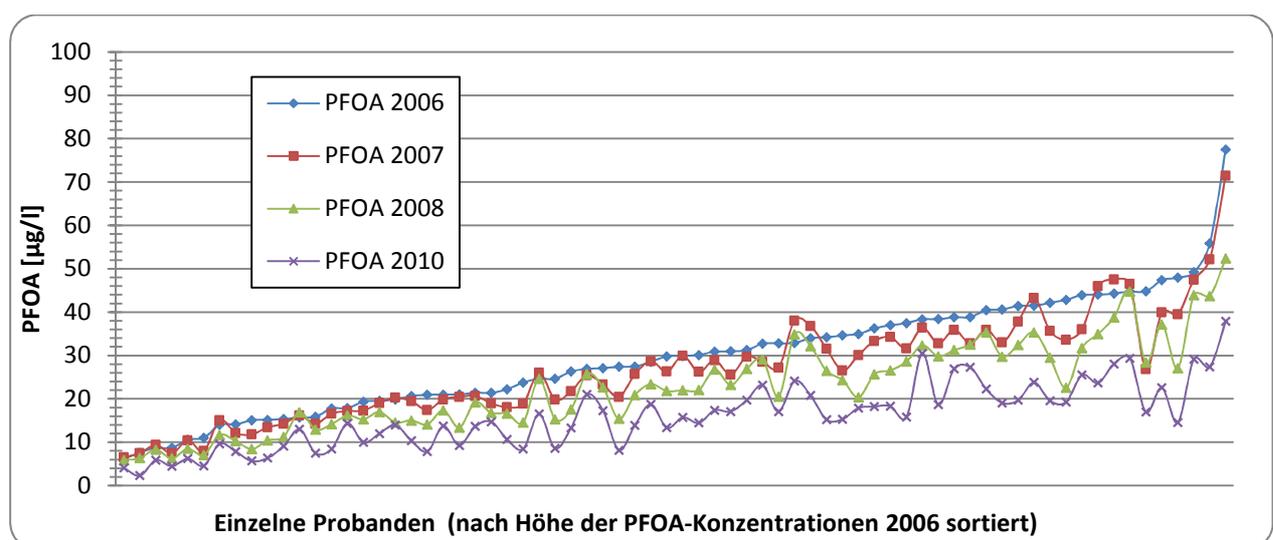


Abbildung 1: PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der Arnsberger **Männer** (N = 70), die in den Jahren 2006, 2007, 2008 und 2010 untersucht wurden. Die Daten sind nach der Höhe der PFOA-Konzentrationen aus dem Jahre 2006 sortiert.

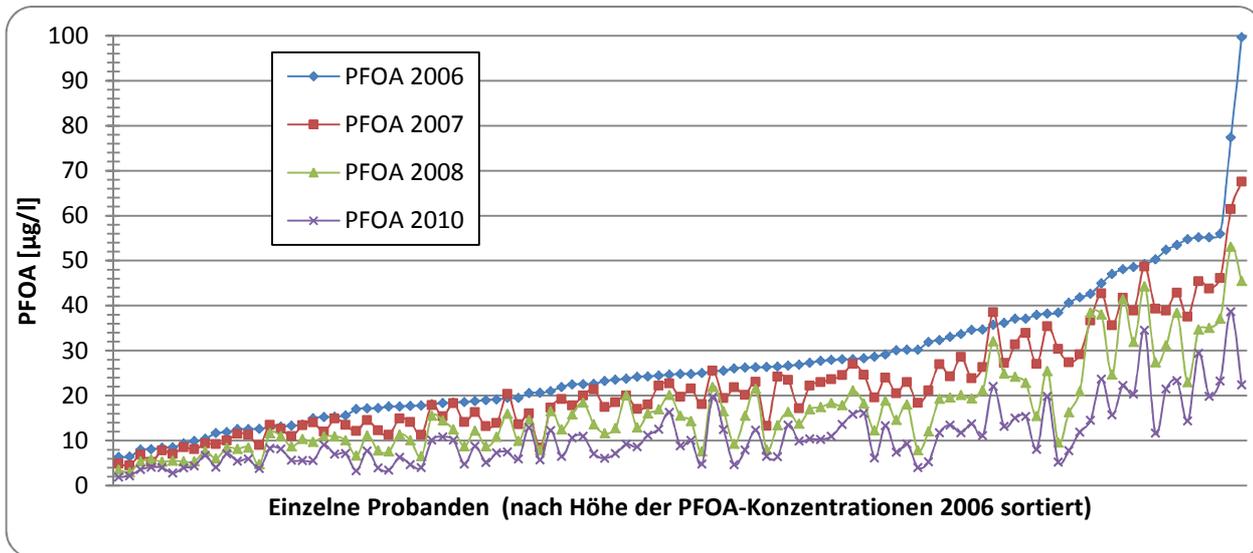


Abbildung 2: PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der Arnstberger **Frauen** (N = 105), die in den Jahren 2006, 2007, 2008 und 2010 untersucht wurden. Die Daten sind nach der Höhe der PFOA-Konzentrationen aus dem Jahre 2006 sortiert.

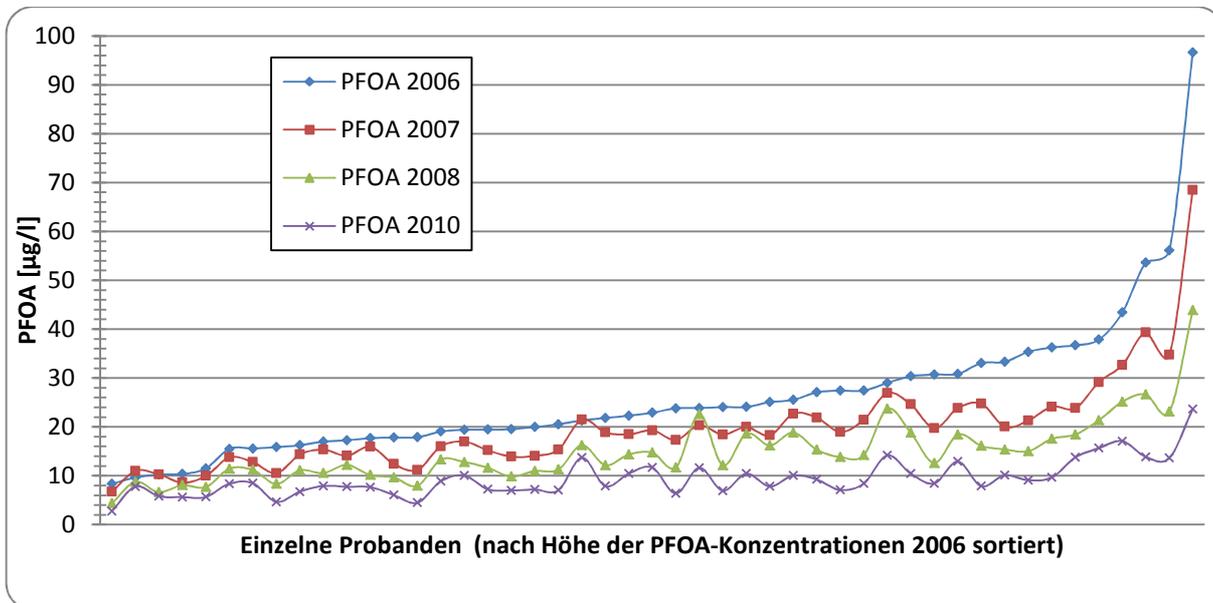


Abbildung 3: PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der Arnstberger **Kinder** (N = 47), die in den Jahren 2006, 2007, 2008 und 2010 untersucht wurden. Die Daten sind nach der Höhe der PFOA-Konzentrationen aus dem Jahre 2006 sortiert.

3.2.2 PFOS

Bei den Männern sind in Arnstberg und Brilon vergleichbare PFOS-Konzentrationen zu beobachten (Tabelle 10). Die mittlere Belastung liegt, gemessen am geometrischen Mittelwert, in beiden Orten bei 6,3 µg/l. Die einzige Ausnahme stellt das Maximum dar, welches in Arnstberg mit 42 µg/l den Referenzwert der HBM-Kommission (25 µg/l, Männer) überschreitet, in Brilon mit 16 µg/l darunter liegt. Die übrigen ausgewählten Lagemaße bis einschließlich des 95. Perzentils sind niedriger als der Referenzwert.

Bei den Müttern sind im Vergleich zu den Männern niedrigere PFOS-Konzentrationen zu beobachten (geometrischer Mittelwert Arnsberg: 6,3 µg/l, Siegen: 3,5 µg/l). Außerdem liegen die Maxima mit 10,1 µg/l (Arnsberg) bzw. 12,1 µg/l (Brilon) deutlich unterhalb des Referenzwertes (20 µg/l, Frauen). Bei den Siegener Frauen sind etwas höhere Konzentrationen im Vergleich zu Arnsberg festzustellen. Die Arnsberger Kinder weisen mit den Siegener Kindern vergleichbare PFOS-Konzentrationen auf (geometrische Mittelwerte Arnsberg: 3,2 µg/l, Siegen: 3,1 µg/l; Tabelle 12). In Siegen liegt auch die höchste gemessene Konzentration mit 9,5 µg/l unterhalb des Referenzwertes der HBM-Kommission (für Kinder jünger als 10 Jahre, 10 µg/l). In Arnsberg überschreitet das Maximum mit 15 µg/l den Referenzwert.

Sowohl die Mittelwerte der Männer ($P = 0,90$) als auch die Mittelwerte der Frauen ($P = 0,70$) und Kinder ($P = 0,76$) aus Arnsberg unterscheiden sich nicht signifikant von den mittleren PFOS-Konzentrationen aus den Referenzkollektiven.

Tabelle 10: PFOS-Konzentrationen im Blutplasma der Männer aus Brilon und Arnsberg (Referenzwert der HBM-Kommission 25 µg/l, Männer).

PFOS [µg/l]	Männer Brilon	Männer Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	20	79	99
N<BG (0,1 µg/l)	0	0	0
N>HBM-Referenzwert (25 µg/l)	0	1	1
arithm. Mittelwert	7,5	7,5	7,5
Standardabweichung	4,3	5,5	5,2
Minimum	2,1	2,0	2,0
10. Perzentil	3,2	3,2	3,2
25. Perzentil	3,5	3,9	3,9
50. Perzentil	6,2	6,3	6,3
75. Perzentil	10,3	9,9	9,9
90. Perzentil	14,3	12,5	13,1
95. Perzentil	15,4	14,9	15,0
Maximum	15,8	42,1	42,1
geom. Mittelwert (GM)	6,3	6,3	6,3
untere Grenze Konfidenzintervall GM	4,8	5,5	5,6
obere Grenze Konfidenzintervall GM	8,4	7,2	7,1

Tabelle 11: PFOS-Konzentrationen im Blutplasma der Frauen aus Siegen und Arnsberg (Referenzwert der HBM-Kommission 20 µg/l, Frauen).

PFOS [µg/l]	Frauen Siegen	Frauen Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	18	117	135
N<BG (0,1 µg/l)	0	0	0
N>HBM-Referenzwert (20 µg/l)	0	0	0
arithm. Mittelwert	4,2	3,7	3,8
Standardabweichung	2,7	1,9	2,0
Minimum	1,2	1,0	1,0
10. Perzentil	1,6	1,8	1,8
25. Perzentil	2,3	2,3	2,3
50. Perzentil	3,8	3,4	3,5
75. Perzentil	4,6	4,5	4,6
90. Perzentil	7,8	6,3	6,3
95. Perzentil	12,1	7,9	7,9
Maximum	12,1	10,1	12,1
geom. Mittelwert (GM)	3,5	3,3	3,3
untere Grenze Konfidenzintervall GM	2,6	3,0	3,1
obere Grenze Konfidenzintervall GM	4,7	3,6	3,6

Tabelle 12: PFOS-Konzentrationen im Blutplasma der Kinder aus Siegen und Arnsberg (Referenzwert der HBM-Kommission 10 µg/l, Kinder < 10 Jahre).

PFOS [µg/l]	Kinder Siegen	Kinder Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	19	58	77
N<BG (0,1 µg/l)	0	0	0
N>HBM-Referenzwert (10 µg/l)	0	1	1
arithm. Mittelwert	3,4	3,5	3,5
Standardabweichung	1,8	2,0	1,9
Minimum	1,4	1,6	1,4
10. Perzentil	1,7	1,9	1,9
25. Perzentil	2,3	2,6	2,5
50. Perzentil	2,9	3,0	3,0
75. Perzentil	4,2	3,7	3,7
90. Perzentil	5,7	5,5	5,5
95. Perzentil	9,5	7,3	7,3
Maximum	9,5	15,0	15,0
geom. Mittelwert (GM)	3,1	3,2	3,1
untere Grenze Konfidenzintervall GM	2,5	2,8	2,9
obere Grenze Konfidenzintervall GM	3,8	3,5	3,5

3.2.3 PFHxS

In Arnsberg sind im Vergleich zu den Referenzkollektiven etwas höhere PFHxS-Konzentrationen zu beobachten. Arnsberger Männer wiesen im geometrischen Mittel 1,9 µg/l auf, Briloner Männer 1,4 µg/l (Tabelle 13). Die PFHxS-Konzentrationen der Frauen (Arnsberg: 0,6 µg/l, Brilon: 0,4 µg/l) und Kinder (Arnsberg: 0,7 µg/l, Brilon: 0,6 µg/l; Tabelle 14) waren niedriger (Arnsberg: 0,6 µg/l, Brilon: 0,4 µg/l, Tabelle 15).

Beim Vergleich der PFHxS-Konzentrationen können signifikante Unterschiede² (Männer: $P = 0,01$; Frauen: $P = <0,01$) zwischen Arnsberger und Siegener bzw. Briloner Studienteilnehmern gefunden werden. Bei Kindern ist dieser Unterschied weniger deutlich ausgeprägt ($P = 0,06$)

Tabelle 13: PFHxS-Konzentrationen im Blutplasma der Männer aus Brilon und Arnsberg

PFHxS [µg/l]	Männer Brilon	Männer Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	20	79	99
N<BG (0,1 µg/l)	0	0	0
arithm. Mittelwert	1,6	2,1	2,0
Standardabweichung	0,8	1,0	1,0
Minimum	0,4	0,7	0,4
10. Perzentil	0,8	1,1	1,0
25. Perzentil	1,1	1,4	1,3
50. Perzentil	1,6	1,9	1,9
75. Perzentil	1,8	2,8	2,6
90. Perzentil	2,8	3,2	3,1
95. Perzentil	3,4	3,8	3,8
Maximum	3,8	6,2	6,2
geom. Mittelwert (GM)	1,4	1,9	1,8
untere Grenze Konfidenzintervall GM	1,1	1,8	1,7
obere Grenze Konfidenzintervall GM	1,8	2,1	2,0

Tabelle 14: PFHxS-Konzentrationen im Blutplasma der Frauen aus Siegen und Arnsberg

PFHxS [µg/l]	Frauen Siegen	Frauen Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	18	117	135
N<BG (0,1 µg/l)	0	0	0
arithm. Mittelwert	0,4	0,7	0,7

² Getestet mittels t-Test. Zur Erfüllung der Annahme einer Normalverteilung wurden die logarithmierten Konzentrationen verwendet

PFHxS [$\mu\text{g/l}$]	Frauen Siegen	Frauen Arnsberg	Gesamt
Standardabweichung	0,3	0,5	0,5
Minimum	0,1	0,1	0,1
10. Perzentil	0,2	0,3	0,3
25. Perzentil	0,2	0,4	0,4
50. Perzentil	0,4	0,7	0,6
75. Perzentil	0,5	0,9	0,9
90. Perzentil	0,9	1,1	1,1
95. Perzentil	1,2	1,6	1,6
Maximum	1,2	3,7	3,7
geom. Mittelwert (GM)	0,4	0,6	0,6
untere Grenze Konfidenzintervall GM	0,3	0,6	0,5
obere Grenze Konfidenzintervall GM	0,5	0,7	0,7

Tabelle 15: PFHxS-Konzentrationen im Blutplasma der Kinder aus Siegen und Arnsberg

PFHxS [$\mu\text{g/l}$]	Kinder Siegen	Kinder Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	19	58	77
N<BG (0,1 $\mu\text{g/l}$)	0	0	0
arithm. Mittelwert	0,7	0,8	0,8
Standardabweichung	0,7	0,6	0,6
Minimum	0,2	0,3	0,2
10. Perzentil	0,3	0,4	0,4
25. Perzentil	0,4	0,5	0,5
50. Perzentil	0,5	0,7	0,6
75. Perzentil	0,8	0,9	0,9
90. Perzentil	1,1	1,1	1,1
95. Perzentil	3,2	1,6	1,6
Maximum	3,2	4,1	4,1
geom. Mittelwert (GM)	0,5	0,7	0,7
untere Grenze Konfidenzintervall GM	0,4	0,6	0,6
obere Grenze Konfidenzintervall GM	0,7	0,8	0,7

3.2.4 PFBS

12 der 79 untersuchten Arnsberger Männer (1 der 20 Männer aus Brilon) weisen eine PFBS-Konzentration oberhalb der Bestimmungsgrenze (0,1 $\mu\text{g/l}$) auf. Bis auf das 90. (0,12 $\mu\text{g/l}$) und 95. Perzentil (0,17 $\mu\text{g/l}$) sowie das Maximum (0,24 $\mu\text{g/l}$) befinden sich sämtliche Werte unterhalb der Bestimmungsgrenze. Weiterhin überschreiten die PFBS-

Konzentrationen von 5 Frauen (davon 4 aus Arnsberg, eine aus Siegen) und 6 Arnsberger Kindern (keines aus Siegen) die Bestimmungsgrenze.

3.2.5 PFPA und PFHxA

Hier liegen sämtliche Konzentrationen in Ziel- und Kontrollkollektiv unter der Bestimmungsgrenze, sowohl bei Männern, als auch bei Frauen und Kindern (BG: 1 µg/l).

3.2.6 PFNA

PFNA wurde im Rahmen der Untersuchungen der Arnsberger Kohorte in dieser Studie zum ersten Mal gemessen. Tabelle 16, Tabelle 17 und Tabelle 18 stellen die Konzentrationen der Männer, Frauen bzw. der Kinder dar. Die jeweiligen geometrischen Mittelwerte liegen bei 1 µg/l (Männer), 0,6 µg/l (Frauen) und 0,8 µg/l (Kinder).

Die PFNA-Konzentrationen der Frauen aus Arnsberg (GM: 0,6 µg/l) unterscheiden sich signifikant von den Konzentrationen der Probandinnen aus Siegen (GM: 0,9 µg/l; $P = 0,02$). Auch bei Kindern ist dieser signifikante Unterschied (GM Arnsberg: 0,8 µg/l; Siegen: 1,1 µg/l) festzustellen ($P = 0,0062$). Im Kollektiv der Männer kann kein Unterschied (GM: 1,0 µg/l) zwischen den Kohorten erkannt werden ($P = 0,72$).

Tabelle 16: PFNA-Konzentrationen der Männer aus Brilon und Arnsberg

PFNA [µg/l]	Männer Brilon	Männer Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	20	55	75
N<BG (0,3 µg/l)	0	1	1
arithm. Mittelwert	1,2	1,1	1,1
Standardabweichung	0,6	0,6	0,6
Minimum	0,4	< BG	< BG
10. Perzentil	0,6	0,5	0,5
25. Perzentil	0,7	0,7	0,7
50. Perzentil	1,0	1,0	1,0
75. Perzentil	1,5	1,4	1,4
90. Perzentil	2,0	1,7	1,7
95. Perzentil	2,3	2,2	2,2
Maximum	2,5	3,4	3,4
geom. Mittelwert (GM)	1,0	1,0	1,0
untere Grenze Konfidenzintervall GM	0,8	0,8	0,9
obere Grenze Konfidenzintervall GM	1,3	1,1	1,1

Tabelle 17: PFNA-Konzentrationen der Frauen aus Siegen und Arnsberg

PFNA [$\mu\text{g/l}$]	Frauen Siegen	Frauen Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	18	117	135
N<BG (0,3 $\mu\text{g/l}$)	0	7	7
arithm. Mittelwert	1,0	0,7	0,7
Standardabweichung	0,5	0,3	0,3
Minimum	0,3	<BG	<BG
10. Perzentil	0,4	0,4	0,4
25. Perzentil	0,6	0,5	0,5
50. Perzentil	0,9	0,7	0,7
75. Perzentil	1,4	0,9	0,9
90. Perzentil	1,7	1,1	1,1
95. Perzentil	1,9	1,3	1,4
Maximum	1,9	2,1	2,1
geom. Mittelwert (GM)	0,9	0,6	0,6
untere Grenze Konfidenzintervall GM	0,7	0,6	0,6
obere Grenze Konfidenzintervall GM	1,1	0,7	0,7

Tabelle 18: PFNA-Konzentrationen der Kinder aus Siegen und Arnsberg

PFNA [$\mu\text{g/l}$]	Kinder Siegen	Kinder Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	19	58	77
N<BG (0,3 $\mu\text{g/l}$)	0	0	0
arithm. Mittelwert	1,1	0,9	0,9
Standardabweichung	0,4	0,3	0,3
Minimum	0,5	0,5	0,5
10. Perzentil	0,6	0,6	0,6
25. Perzentil	0,7	0,7	0,7
50. Perzentil	1,2	0,8	0,9
75. Perzentil	1,4	1,0	1,2
90. Perzentil	1,6	1,3	1,4
95. Perzentil	1,7	1,4	1,6
Maximum	1,7	2,0	2,0
geom. Mittelwert (GM)	1,1	0,8	0,9
untere Grenze Konfidenzintervall GM	0,9	0,8	0,8
obere Grenze Konfidenzintervall GM	1,3	0,9	1,0

3.3 Prozentuale Veränderungen der PFT-Konzentrationen

Dieser Abschnitt betrachtet die prozentuale Veränderung der PFT-Konzentrationen des Jahres 2010 zum Jahr 2006.

3.3.1 PFOA

Tabelle 19 stellt Lage- und Streuungsmaße der relativen Differenzen der PFOA-Konzentrationen der Männer zum Vergleichsjahr 2006 dar. Die Männer aus Arnsberg verzeichnen einen durchschnittlichen Rückgang von 43 %. Weiterhin ist zu erkennen, dass bei keinem Mann eine Erhöhung der Konzentration von PFOA im Blut stattgefunden hat, das Minimum des Rückgangs beträgt 15 %. Bei den meisten Männern ist jedoch ein deutlicherer Rückgang festzustellen; schon das 10. Perzentil beträgt 30 %. Dieser prozentuale Wert ist mit dem geometrischen Mittel der prozentualen Veränderung der Briloner Kontrollgruppe vergleichbar. Auch in Brilon kam es in keinem Fall zu einem Anstieg der Konzentration.

Tabelle 20 beschreibt die Veränderungen bei den Arnsberger und Siegener Frauen. Die PFOA-Konzentrationen sinken zwischen 2006 und 2010 im geometrischen Mittel um 60 % (Arnsberg) bzw. 39 % (Siegen). Das 10. Perzentil des Arnsberger Kollektivs liegt bei 41 % und ist damit höher als der geometrische Mittelwert in der Kontrollgruppe (39 %).

Bei den Kindern aus Siegen ist zu bemerken, dass bei einigen Kindern (N = 2) ein Anstieg der Konzentration zu beobachten ist. Sowohl das 10. Perzentil (-2 %; Anstieg von 5,4 µg/l auf 5,5 µg/l) als auch das Minimum (-26 %; Anstieg von 4,9 µg/l auf 6,2 µg/l) befinden sich im negativen Wertebereich. Der geometrische Mittelwert der Kinder aus Arnsberg ist mit 59 % ähnlich hoch wie bei den Frauen und auch die Perzentile belegen, dass in der Arnsberger Zielgruppe eine deutlicherer Rückgang als in der Kontrollgruppe stattgefunden hat (Tabelle 21).

Tabelle 19: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFOA-Konzentrationen der Männer aus Brilon und Arnsberg

rel. Diff. PFOA [%]	Männer Brilon	Männer Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	20	79	99
arithm. Mittelwert	34,9	45,2	43,1
Standardabweichung	14,0	12,4	13,3
Minimum	2,9	15,3	2,9
10. Perzentil	15,1	29,8	26,7
25. Perzentil	31,0	36,1	33,7
50. Perzentil	34,5	48,1	44,8

rel. Diff. PFOA [%]	Männer Brilon	Männer Arnsberg	Gesamt
75. Perzentil	43,6	53,0	52,5
90. Perzentil	52,6	62,1	58,6
95. Perzentil	57,5	65,1	64,5
Maximum	59,8	70,2	70,2
geom. Mittelwert (GM)	30,4	43,3	40,3
untere Grenze Konfidenzintervall GM	22,2	40,3	37,0
obere Grenze Konfidenzintervall GM	41,5	46,5	43,9

Tabelle 20: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFOA-Konzentrationen der Frauen aus Siegen und Arnsberg

rel. Diff. PFOA [%]	Frauen Siegen	Frauen Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	18	117	135
arithm. Mittelwert	40,4	61,2	58,8
Standardabweichung	12,7	13,8	15,3
Minimum	25,0	22,9	22,9
10. Perzentil	26,0	41,6	37,4
25. Perzentil	29,9	52,7	47,8
50. Perzentil	38,7	61,6	59,2
75. Perzentil	46,6	71,5	69,7
90. Perzentil	63,2	79,9	78,4
95. Perzentil	70,5	81,9	81,0
Maximum	70,5	88,7	88,7
geom. Mittelwert (GM)	38,7	59,5	56,2
untere Grenze Konfidenzintervall GM	33,4	56,9	53,5
obere Grenze Konfidenzintervall GM	45,0	62,3	59,1

Tabelle 21: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFOA-Konzentrationen der Kinder aus Siegen und Arnsberg.

rel. Diff. PFOA [%]	Kinder Siegen	Kinder Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	19	55	74
arithm. Mittelwert	33,4	60,5	53,5
Standardabweichung	18,7	11,8	18,2
Minimum	-25,9	19,1	-25,9
10. Perzentil	-1,9	45,7	33,7
25. Perzentil	31,8	53,2	44,4
50. Perzentil	36,4	61,8	55,6
75. Perzentil	43,1	70,6	66,1

rel. Diff. PFOA [%]	Kinder Siegen	Kinder Arnsberg	Gesamt
90. Perzentil	51,1	74,3	74,2
95. Perzentil	54,9	75,7	75,5
Maximum	54,9	76,8	76,8
geom. Mittelwert (GM)	38,2	59,1	53,3
untere Grenze Konfidenzintervall GM	34,5	55,4	49,8
obere Grenze Konfidenzintervall GM	42,4	63,0	57,1

3.3.2 PFOS

Die relativen Differenzen der PFOS-Konzentrationen der Männer zum Vergleichsjahr 2006 sind in Tabelle 22 dargestellt. In Arnsberg ist bei den Männern (Arnsberg und Brilon 37 %) und bei den Frauen (Arnsberg und Siegen 38 %) ein ähnlich hoher Rückgang der PFOS-Belastung zu beobachten wie in den Vergleichsregionen (Tabelle 22 und Tabelle 23). Die geometrischen Mittelwerte liegen bei den Männern in Arnsberg (36,8 %) und Brilon (37 %) nahe beieinander. Auch die PFOS-Veränderungen der Kinder, Tabelle 24, befinden sich einem ähnlichen Wertebereich (Siegen: 40 %, Arnsberg: 37 %).

In Einzelfällen wurden 2010 auch höhere PFOS-Konzentrationen gemessen als 2006.

Im dem Kollektiv der Männer wiesen 2 Probanden im Jahr 2010 höhere PFOS-Blutkonzentrationen gegenüber dem Jahr 2006 auf. Folgende Konzentrationsverläufe wurden ermittelt:

- Proband A: 2006: 18 µg/l, 2007: 19 µg/l, 2008: 33 µg/l, 2010: 22 µg/l
- Proband B: 2006: 36 µg/l, 2007: 50 µg/l, 2008: keine Teilnahme, 2010: 42 µg/l

Rein rechnerisch ergibt sich für Proband A zwischen 2006 und 2010 ein Anstieg von 22 %, für Proband B ein Anstieg von 16 %. Beide Männer gaben an 2-3 mal pro Woche Fisch aus dem Supermarkt zu verzehren. In den Angaben von Proband B konnte zusätzlich ein 10 prozentiger Verzehr von Fisch aus der Umgebung verzeichnet werden. Darüber hinaus zeigen beide Probanden einen Anteil von Verzehr von regionalen Produkten bzw. von Produkten aus eigenem Anbau (z.B. Obst und Gemüse).

Bei einer Frau waren 2010 und 2006 mit 8.1 und 8,2 µg/l praktisch identische PFOS-Konzentrationen zu beobachten (rechnerisch ein Anstieg um 1 %), alle anderen zeigten 2010 eine Reduktion. Bei den Kindern waren die Anstiege nur gering (1-15 %; N=5) und die Konzentrationen lagen mit maximal 3,7 µg/l allesamt deutlich unterhalb des Referenzwertes der HBM-Kommission (20 µg/l für Frauen, 10 µg/l für Kinder < 10 Jahre).

Tabelle 22: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFOS-Konzentrationen der Männer aus Brilon und Arnsberg

rel. Diff. PFOS [%]	Männer Brilon	Männer Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	20	79	99
arithm. Mittelwert	42,6	37,9	38,9
Standardabweichung	12,2	15,7	15,1
Minimum	1,3	-21,5	-21,5
10. Perzentil	30,5	19,4	20,5
25. Perzentil	41,1	30,6	32,8
50. Perzentil	43,2	40,1	41,3
75. Perzentil	49,1	47,6	47,9
90. Perzentil	55,1	55,1	55,1
95. Perzentil	55,9	61,1	60,8
Maximum	56,1	66,8	66,8
geom. Mittelwert (GM)	37,0	36,8	36,9
untere Grenze Konfidenzintervall GM	25,4	33,6	33,3
obere Grenze Konfidenzintervall GM	53,8	40,4	40,8

Tabelle 23: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFOS-Konzentrationen der Frauen aus Siegen und Arnsberg

rel. Diff. PFOS [%]	Frauen Siegen	Frauen Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	18	117	135
arithm. Mittelwert	39,7	41,5	41,3
Standardabweichung	11,9	15,8	15,4
Minimum	13,5	-1,3	-1,3
10. Perzentil	26,1	18,1	19,6
25. Perzentil	31,7	32,7	32,7
50. Perzentil	39,9	43,8	43,4
75. Perzentil	43,7	52,7	51,8
90. Perzentil	56,8	60,8	59,7
95. Perzentil	66,5	64,3	64,3
Maximum	66,5	75,3	75,3
geom. Mittelwert (GM)	37,7	37,7	37,7
untere Grenze Konfidenzintervall GM	31,7	34,2	34,6
obere Grenze Konfidenzintervall GM	44,8	41,7	41,2

Tabelle 24: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFOS-Konzentrationen der Kinder aus Siegen und Arnsberg

rel. Diff. PFOS [%]	Kinder Siegen	Kinder Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	19	55	74
arithm. Mittelwert	42,9	34,6	36,7
Standardabweichung	17,0	17,6	17,7
Minimum	16,7	-15,3	-15,3
10. Perzentil	23,9	8,9	16,7
25. Perzentil	25,6	26,6	26,6
50. Perzentil	41,2	38,9	39,2
75. Perzentil	55,8	46,4	49,0
90. Perzentil	65,0	54,3	55,3
95. Perzentil	81,2	55,5	60,3
Maximum	81,2	61,9	81,2
geom. Mittelwert (GM)	39,6	36,5	37,4
untere Grenze Konfidenzintervall GM	32,4	32,8	34,0
obere Grenze Konfidenzintervall GM	48,5	40,7	41,0

3.3.3 PFHxS

Tabelle 25 stellt Lage- und Streuungsmaße der relativen Differenzen der PFHxS-Konzentrationen der Männer zum Vergleichsjahr 2006 dar. Das Arnsberger Zielkollektiv weist mit einem geometrischen Mittelwert von 23 % eine geringere durchschnittliche Minderung der PFHxS-Konzentrationen als die Briloner Kontrollgruppe (34 %) auf. Bei zehn Männern sind absolute PFHxS-Konzentrationen zu beobachten, die zwar höher als die jeweilige Konzentration im Jahr 2006 sind (maximale absolute Differenz: 0,57 µg/l), jedoch nicht als Anstieg zu interpretieren sind.

Bei den Frauen sind die Rückgänge höher (Siegen: 43 %, Arnsberg: 39 %, Tabelle 26). Drei Frauen weisen eine prozentual höhere Veränderung der PFHxS-Plasmakonzentration auf, wobei die Konzentrationen 2006 unterhalb und 2010 oberhalb (0,21 µg/l, 0,3 µg/l und 0,95 µg/l) der Bestimmungsgrenze (0,1 µg/l) lagen. Bei vier weiteren Frauen ist eine Veränderung von maximal 0,14 µg/l zu erkennen. Auch bei den Kindern (Tabelle 27) zeigt sich ein durchschnittlich stärkerer Rückgang in der Kontrollgruppe (geometrischer Mittelwert Siegen: 42 %; geometrischer Mittelwert Arnsberg: 37 %). Ein Kind weist eine Differenz der 2006er und 2010er Plasmakonzentration von 0,7 µg/l auf 0,8 µg/l (11 %) auf.

Tabelle 25: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFHxS-Konzentrationen der Männer aus Brilon und Arnsberg

rel. Diff. PFHxS [%]	Männer Brilon	Männer Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	20	79	99
arithm. Mittelwert	36,6	22,4	25,3
Standardabweichung	13,2	18,3	18,3
Minimum	7,6	-26,0	-26,0
10. Perzentil	21,8	-3,2	-1,1
25. Perzentil	28,6	11,1	16,5
50. Perzentil	35,7	24,9	27,7
75. Perzentil	45,3	36,4	37,6
90. Perzentil	54,4	44,1	48,2
95. Perzentil	60,4	49,2	53,5
Maximum	62,3	55,9	62,3
geom. Mittelwert (GM)	33,7	23,2	25,2
untere Grenze Konfidenzintervall GM	27,1	19,7	22,0
obere Grenze Konfidenzintervall GM	41,9	27,2	28,9

Tabelle 26: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFHxS-Konzentrationen der Frauen aus Siegen und Arnsberg

rel. Diff. PFHxS [%]	Frauen Siegen	Frauen Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	18	117	135
arithm. Mittelwert	24,6	21,0	21,5
Standardabweichung	86,5	178,9	169,3
Minimum	-318,6	-1809,3	-1809,3
10. Perzentil	18,7	16,4	16,7
25. Perzentil	32,1	28,2	29,1
50. Perzentil	45,7	41,5	41,8
75. Perzentil	54,8	56,7	56,2
90. Perzentil	61,1	66,2	65,0
95. Perzentil	65,0	74,1	74,0
Maximum	65,0	86,6	86,6
geom. Mittelwert (GM)	42,8	38,8	39,3
untere Grenze Konfidenzintervall GM	36,3	35,2	36,0
obere Grenze Konfidenzintervall GM	50,5	42,7	42,8

Tabelle 27: Relative Differenzen zum Vergleichsjahr 2006 der PFHxS-Konzentrationen der Kinder aus Siegen und Arnsberg

rel. Diff. PFHxS [%]	Kinder Siegen	Kinder Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	19	55	74
arithm. Mittelwert	42,2	40,4	40,9
Standardabweichung	18,7	14,7	15,7
Minimum	-10,7	6,7	-10,7
10. Perzentil	11,3	22,6	22,6
25. Perzentil	36,6	29,5	31,4
50. Perzentil	44,5	39,9	41,8
75. Perzentil	54,7	50,7	50,7
90. Perzentil	64,7	59,9	61,7
95. Perzentil	65,5	68,9	67,1
Maximum	65,5	73,5	73,5
geom. Mittelwert (GM)	42,3	37,3	38,5
untere Grenze Konfidenzintervall GM	34,4	33,0	34,7
obere Grenze Konfidenzintervall GM	52,1	42,0	42,6

3.3.4 PFBS

PFBS lag in der überwiegenden Zahl der Fälle unterhalb der Nachweisgrenze. Die Messwerte sind klassifiziert nach Ergebnissen oberhalb und unterhalb der Bestimmungsgrenze dargestellt (Tabelle 28, Tabelle 29).

Tabelle 28: Anzahl der PFBS-Konzentrationen der Männer zwischen 2006 und 2010.

	Arnsberg				Brilon			
	2006	2007	2008	2010	2006	2007	2008	2010
Anzahl (N)	79	71	74	79	20	-	20	20
N<BG (0,1 µg/l)	67	67	69	67	18	-	20	19
%	84,8	94,4	93,2	84,8	90,0		100,0	95,0
N>BG (0,1 µg/l)	12	4	5	12	2	-	0	1
%	15,2	5,6	6,8	15,2	10,0		0,0	5,0

Tabelle 29: Anzahl der PFBS-Konzentrationen der Frauen und Kinder zwischen 2006 und 2010.

	Arnsberg				Siegen			
	2006	2007	2008	2010	2006	2007	2008	2010
Mütter								
Anzahl (N)	117	109	107	117	18	-	18	18
N<BG (0,1 µg/l)	111	109	105	113	18	-	18	17
%	94,9	100,0	98,1	96,6	100,0		100,0	94,4

	Arnsberg				Siegen			
	2006	2007	2008	2010	2006	2007	2008	2010
N>BG (0,1 µg/l)	6	0	2	4	0	-	0	1
%	5,1	0,0	1,9	3,4	0,0		0,0	5,6
Kinder								
Anzahl (N)	66	58	55	58	19	-	19	19
N<BG (0,1 µg/l)	44	52	49	52	18	-	18	19
%	66,7	89,7	89,1	89,7	94,7		94,7	100,0
N>BG (0,1 µg/l)	22	6	6	6	1	-	1	0
%	33,3	10,3	10,9	10,3	5,3		5,3	0,0

3.3.5 PFPA, PFHxA, PFNA

PFPA und PFHxA waren bei keiner der HBM-Untersuchungen von 2006 bis 2010 nachweisbar. PFNA wurde 2010 das erste Mal in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. Aus diesen Gründen wurden keine vergleichenden Darstellungen für PFPA, PFHxA und PFNA aufgenommen.

3.4 Konzentrationen perfluorierter Verbindungen im Trinkwasser

An allen Untersuchungstagen der Feldphase wurden je Wohnort der ProbandInnen Wasserproben auf ihren PFT-Gehalt geprüft. Im Einzelnen wurden PFPA, PFBS, PFHxA, PFHpA, PFHxS, PFOA, PFNA, PFOS und PFDA gemessen. Die Proben wurden von den Studienteilnehmerinnen und Studienteilnehmern am Morgen der Blutentnahme im eigenen Haushalt (vorzugsweise Küche) aus dem Wasserhahn entnommen. Nur PFOA lag an insgesamt 4 von 17 Untersuchungstagen mit Konzentrationen von 12-17 ng/l geringfügig oberhalb der Bestimmungsgrenze von 10 ng/l. An den anderen Tagen konnte PFOA nicht nachgewiesen werden. Die Verbindungen PFBS (13 ng/l) und PFPA (10 ng/l) wurden an je einem Tag mit Werten leicht oberhalb der Bestimmungsgrenze erfasst. PFHxA, PFHpA, PFHxS, PFNA, PFOS und PFDA wurde bei keiner Messung nachgewiesen (siehe Tabelle 41 S. 73 im Anhang).

3.5 Mögliche Einflussfaktoren auf eine PFT-Reduktion

Als mögliche Einflussfaktoren auf die Veränderungen der PFOA-Plasmakonzentrationen wurden Alter, Geschlecht, Größe, Gewicht, BMI und die Höhe der PFOA-Belastung im Jahr 2006 untersucht. Die Ergebnisse der bivariaten Auswertungen sind in Tabelle 30 bis Tabelle 33 dargestellt. Bei den nachfolgenden Betrachtungen wurden die Kollektive Arnsberg, Siegen und Brilon zusammengefasst und hinsichtlich der möglichen Einflussgrößen analysiert. Dabei wurde zwischen Erwachsenen und Kindern

unterschieden. Bei einem Mädchen wurde das angegebene Gewicht von 4 kg nicht weiter betrachtet.

Mit Hilfe des Rangkorrelationskoeffizienten von Spearman wurde auf einen monotonen Zusammenhang geprüft. Monotone Zusammenhänge, die sich bei einem vorgegebenen Signifikanzniveau von 5 % signifikant von 0 unterscheiden, sind in Tabelle 30 und Tabelle 31 fett hervorgehoben. Das Vorzeichen des Korrelationskoeffizienten gibt dabei die Richtung des Zusammenhanges an. Je dichter der Korrelationskoeffizient bei 0 liegt, desto schwächer ist der Zusammenhang, je näher er bei -1 oder +1 liegt, desto stärker ist der Zusammenhang.

Demnach wird der relative Rückgang der PFOA-Konzentrationen mit zunehmendem Alter geringer (Korrelationskoeffizient: -0,43). Auch Körpergröße und Körpergewicht sind negativ mit der Veränderung der PFOA-Konzentrationen assoziiert, nicht jedoch der aus diesen beiden Größen berechnete Body-Mass-Index (BMI). Die absoluten PFOA-Konzentrationen von 2006 sind positiv (+0,23), die PFOS- und PFHxS-Konzentrationen negativ mit der relativen Veränderung von PFOA korreliert (beide Korrelationskoeffizienten: -0,38). Die Veränderungen der PFHxS-Konzentrationen verhalten sich ähnlich, wohingegen die relativen PFOS-Konzentrationsveränderungen nicht signifikant mit Körpergröße, -gewicht, BMI oder Alter assoziiert sind (Tabelle 30).

Tabelle 30: Korrelationen zwischen Alter, Körpergewicht, Körpergröße, Body-Mass-Index und absoluten PFT-Konzentrationen von 2006 und den relativen Veränderung der PFOA-, PFOS- und PFHxS-Konzentrationen bei **Erwachsenen** in Arnsberg, Siegen und Brilon. Dargestellt sind die Spearman'schen Korrelationskoeffizienten, die zugehörigen p-Werte und die Anzahlen. Signifikante Korrelationen sind hervorgehoben.

	Relative Veränderung von PFOA zwischen 2006 und 2010	Relative Veränderung von PFOS zwischen 2006 und 2010	Relative Veränderung von PFHxS zwischen 2006 und 2010
PFOA-Konzentration von 2006	0,23405 0,0003 234	0,07833 0,2326 234	-0,07761 0,2369 234
PFOS-Konzentration von 2006	-0,37899 <,0001 234	0,00317 0,9615 234	-0,15113 0,0207 234
PFHxS-Konzentration von 2006	-0,38423 <,0001 234	0,02956 0,6528 234	-0,23724 0,0003 234
Körpergewicht 2010	-0,18065 0,0060 230	0,02800 0,6727 230	-0,17791 0,0068 230
Körpergröße 2006	-0,32258 <,0001 233	-0,01302 0,8433 233	-0,20404 0,0017 233

	Relative Veränderung von PFOA zwischen 2006 und 2010	Relative Veränderung von PFOS zwischen 2006 und 2010	Relative Veränderung von PFHxS zwischen 2006 und 2010
Body-Mass-Index	-0,01088 0,8699 229	0,03708 0,5767 229	-0,05635 0,3961 229
Alter	-0,42952 <,0001 233	-0,04830 0,4631 233	-0,21320 0,0011 233

Je höher die PFOA-Ausgangskonzentrationen, also die Messdaten bei der ersten HBM-Studie 2006, desto höher auch die absoluten und relativen Unterschiede zwischen 2006 und 2010. Dies bestätigt den Hinweis der sich aus der Darstellung der Plasmakonzentrationen für die verschiedenen Untersuchungsjahre in Abbildung 1 und 2 ergeben hat. Je höher die PFHxS-Ausgangskonzentration, desto geringer ist die prozentuale Veränderung (Rangkorrelationskoeffizient: -0,24). Bei PFOS ist kein signifikanter monotoner Zusammenhang der Ausgangskonzentration mit der prozentualen Veränderung erkennbar ($P= 0,9615$).

Darüber hinaus ist das Alter und der relative Rückgang von PFOA, PFOS und PFHxS bivariat für Frauen, Männer und Kinder getrennt dargestellt (Abbildung 28 bis Abbildung 33 im Anhang). Eine negative Korrelation zwischen Alter und der relativen Differenz der PFOA-Konzentration ist sowohl für Männer als auch für Frauen zu erkennen. In Abbildung 28, die den Zusammenhang zwischen der relativen Veränderung von PFOA und dem Alter bei Männern beschreibt, ist die Steigung größer als im weiblichen Pendant (Abbildung 29). Jedoch liegt bei den Männern auch eine größere Streuung im Alter vor. Bezüglich der relativen Reduktionen der PFHxS-Konzentrationen ist eine negative Steigung der Regressionsgeraden lediglich bei Frauen auszumachen, während im männlichen Kollektiv eine positive Assoziation vorliegt. Die Regressionsgerade der relativen PFOS-Veränderungen zeigt hingegen nur bei Männern eine negative Assoziation zum Alter, bei Frauen kann eine positive Steigung identifiziert werden.

Insgesamt weist das Alter der Männer mit einer Standardabweichung von 13,5 eine größere Streuung als das der Frauen auf (Standardabweichung: 4,5).

Tabelle 31: Korrelationen zwischen Alter, Körpergewicht, Körpergröße, Body-Mass-Index und absoluten PFT-Konzentrationen von 2006 und den relativen Veränderung der PFOA-, PFOS- und PFHxS-Konzentrationen bei **Kindern** in Arnsberg und Siegen. Dargestellt sind die Spearman'schen Korrelationskoeffizienten, die zugehörigen p-Werte und die Anzahlen. Signifikante Korrelationen sind hervorgehoben.

	Relative Veränderung von PFOA zwischen 2006 und 2010	Relative Veränderung von PFOS zwischen 2006 und 2010	Relative Veränderung von PFHxS zwischen 2006 und 2010
PFOA-Konzentration von 2006	0,75722 <,0001 74	0,00505 0,9659 74	0,05739 0,6272 74
PFOS-Konzentration von 2006	-0,07936 0,5015 74	0,37010 0,0012 74	0,15486 0,1877 74
PFHxS-Konzentration von 2006	0,32274 0,0050 74	0,07744 0,5120 74	0,28589 0,0135 74
Körpergewicht 2010	0,27523 0,0193 72	0,17536 0,1407 72	-0,03091 0,7966 72
Körpergröße 2010	0,31028 0,0089 70	0,07433 0,5408 70	-0,03266 0,7884 70
Body-Mass-Index	0,28433 0,0179 69	0,15517 0,2030 69	-0,08239 0,5009 69
Alter	0,16753 0,1537 74	-0,01776 0,8806 74	0,07214 0,5413 74

Bei Kindern sind die Veränderungen der PFOA-Konzentrationen, nicht aber der PFOS- und der PFHxS-Konzentrationen, zwischen 2006 und 2010 positiv mit Körpergröße, -gewicht und BMI assoziiert. Der Zusammenhang zwischen dem Alter und der relativen Veränderungen der PFOA-, PFOS- und PFHxS-Konzentrationen ist nicht signifikant, jedoch ist in Abbildung 34 eine positive Assoziation zwischen dem Alter und dem relativen Rückgang der PFOA-Konzentration zu sehen. Bei höheren Belastungen im Jahr 2006 ist auch ein zunehmender relativer Rückgang der jeweiligen PFT-Konzentrationen (PFOA, PFOS, PFHxS) zu beobachten. Der absolut größte Korrelationskoeffizient liegt zwischen der PFOA-Konzentration von 2006 und der relativen Veränderung zum Jahr 2010 vor (0,76).

Geschlechtsspezifische relative Veränderungen der PFT-Konzentrationen sind in Tabelle 32 für Erwachsene und in Tabelle 33 für Kinder dargestellt.

Bei Frauen ist der Rückgang der PFT-Konzentrationen stärker ausgeprägt als bei Männern. Dies trifft insbesondere für PFOA und PFHxS zu ($P < 0,01$), bei PFOS ist der

Unterschied zwischen den Geschlechtern nur gering und nicht statistisch signifikant ($P=0,22$; Tabelle 32).

Tabelle 32: Geschlecht und Veränderungen der PFOA-, PFOS- und PFHxS-Konzentrationen bei Erwachsenen.

Relative Unterschiede [%] 2006-2010 $((C_{06}-C_{10})/C_{06})$	PFOA		PFOS		PFHxS	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Anzahl (N)	99	135	99	135	99	135
arithm. Mittelwert	43,1	58,5	38,9	41,3	25,3	21,5
Standardabweichung	13,3	15,3	15,1	15,4	18,3	169,3
Minimum	2,9	22,9	-21,5	-1,3	-26,0	-1809,3
10. Perzentil	26,7	37,4	20,5	19,6	-1,1	16,7
25. Perzentil	33,7	47,8	32,8	32,2	16,5	29,1
50. Perzentil	44,8	59,2	41,3	43,3	27,7	41,8
75. Perzentil	52,5	69,7	47,9	51,8	37,6	56,2
90. Perzentil	58,6	78,4	55,1	59,7	48,2	65,0
95. Perzentil	64,5	81,0	60,8	64,3	53,5	74,0
Maximum	70,2	88,7	66,8	75,3	62,3	86,6
geom. Mittelwert (GM)	40,3	56,2	36,9	37,7	25,2	39,3
untere Grenze Konfidenzintervall GM	37,0	53,5	33,3	34,6	22,0	36,0
obere Grenze Konfidenzintervall GM	43,9	59,1	40,8	41,2	28,9	42,8

Bei den untersuchten Kindern sind gleichsinnige Unterschiede zu beobachten; allerdings erreichen sie keine statistische Signifikanz (PFOA: $P=0,13$, PFOS: $P=0,57$, PFHxS: $P=0,43$), Tabelle 33).

Tabelle 33: Geschlecht und Veränderungen der PFOA-, PFOS- und PFHxS-Konzentrationen bei Kindern.

Relative Unterschiede [%] 2006-2010 $((C_{06}-C_{10})/C_{06})$	PFOA		PFOS		PFHxS	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Anzahl (N)	37	37	37	37	37	37
arithm. Mittelwert	50,3	56,7	35,5	37,9	39,4	42,4
Standardabweichung	17,1	18,9	18,2	17,3	14,4	17,0
Minimum	-1,9	-25,9	-15,3	-8,7	12,4	-10,7
10. Perzentil	28,5	36,1	8,9	22,4	23,6	18,9
25. Perzentil	39,5	49,0	28,6	26,4	28,3	36,9

Relative Unterschiede [%] 2006-2010 $((C_{06}-C_{10})/C_{06})$	PFOA		PFOS		PFHxS	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
50. Perzentil	51,1	58,1	38,9	39,8	38,6	42,8
75. Perzentil	62,5	70,6	48,3	49,0	48,9	53,6
90. Perzentil	74,2	74,2	55,8	55,5	60,3	62,4
95. Perzentil	75,5	76,2	57,9	65,0	68,9	67,1
Maximum	75,7	76,8	60,3	81,2	73,5	69,2
geom. Mittelwert (GM)	49,4	57,5	36,6	38,1	36,7	40,3
untere Grenze Konfidenzintervall GM	44,3	53,0	31,6	33,8	32,1	34,3
obere Grenze Konfidenzintervall GM	55,2	62,4	42,5	43,0	41,9	47,4

Es wurde die Abhängigkeit der mittleren relativen Veränderung zur Ausgangskonzentration mittels Darstellung der relativen Differenzen in vier gleiche Bereiche (Quartileinteilung) der Ausgangskonzentration 2006 untersucht. Statistische Signifikanz wurde mittels T-Test geprüft. Weiter wird folgende Nomenklatur verwendet: 1. Quartil: Konzentrationen (K) \leq 25. Perzentil; 2. Quartil: $K > 25.$ und $\leq 50.$ Perzentil; 3. Quartil: $K > 50.$ und $\leq 75.$ Perzentil; 4. Quartil: $K > 75.$ Perzentil.

Erwachsene mit einer höheren PFOA-Konzentration im Jahr 2006 weisen im Durchschnitt höhere Rückgänge auf (Tabelle 34). Der Unterschied zwischen dem ersten Quartil (43,40 %) und dem vierten Quartil (53,99 %) ist signifikant ($P=0,0001$). Auch zwischen dem ersten und zweiten Quartil besteht ein signifikanter Unterschied, wobei der Anstieg von 53,66 % auf 56,95 % nicht signifikant ist ($P=0,2956$). Bei geschlechts- und wohnortspezifischer Betrachtung zeigen Männer und Frauen aus Arnsberg die höchsten prozentualen PFOA-Veränderungen, wobei sich auch ein Unterschied zwischen den Veränderungen der Arnsberger Männer und Frauen vermuten lässt.

Bezüglich der Exposition mit PFOS können keine signifikanten Rückgänge zwischen Niedrig- und Hochbelasteten Probanden festgestellt werden ($P=0,3678$). Auch beim Vergleich der übrigen Quartile sind bei einem vorgegebenen Signifikanzniveau von 5 % keine statistisch signifikanten Unterschiede auszumachen.

Erwachsene mit geringen PFHxS-Konzentrationen 2006 (1. Quartil) zeigen im arithmetischen Mittel im Jahr 2010 höhere Konzentrationen, wobei ab dem zweiten Quartil ein Rückgang festzustellen ist. Der Rückgang zwischen dem zweiten Belastungsquartil (41,79 %) und dem vierten Quartil (25,30 %) ist signifikant ($P=<0,0001$), genauso wie die Differenz zwischen dem 3. und 4. Quartil ($P=0,0016$). Werden die Werte dreier

Probandinnen mit einem Anstieg zwischen 2006 und 2010 von 1809%, 497% und 319% aus der Betrachtung ausgeschlossen, verändert sich die mittlere relative Veränderung im ersten Quartil von -10,07% auf 36,58%. Die Abweichung zur mittleren relativen Veränderung im 4. Quartil ist signifikant ($P=0,0032$). Alle drei nicht betrachteten Frauen weisen 2006 eine Konzentration unterhalb der Nachweisgrenze auf.

Bei den Kindern ist sowohl bei PFOA als auch bei PFOS und PFHxS ein durchschnittlicher Rückgang zu beobachten, welcher zwischen dem jeweiligen ersten und vierten Quartil signifikant ist (PFOA: $P<0,0001$, PFOS: $P=0,0076$, PFHxS: $P=0,0172$), Tabelle 35).

Bezüglich PFOA ist der prozentuale Anstieg der mittleren relativen Veränderung benachbarter Quartile ebenfalls signifikant (1. und 2. Quartil: $P=0,0011$, 2. und 3. Quartil: $P=0,0447$, 3. und 4. Quartil: $P=0,0410$), was bei PFOS nur für den Unterschied im 2. und 3. Quartil gilt ($P=0,0281$) und bei PFHxS nicht zu beobachten ist.

Tabelle 34: Mittlere relative Veränderung der PFOA-, PFOS- und PFHxS-Konzentrationen der Erwachsenen aufgeteilt nach den Konzentrationen im Jahr 2006 (Quartile³).

Erwachsene		Konzentration 2006			
Mittlere relative Veränderung [%]		PFOA			
		1. Quartil	2. Quartil	3. Quartil	4. Quartil
Gesamt	(N=234)	43,40	53,66	56,95	53,99
Männer	Arnsberg (N=79)	43,17	45,56	44,20	48,09
	Brilon (N=20)	42,88	27,96	38,92	29,89
Frauen	Arnsberg (N=117)	58,44	61,95	63,34	61,28
	Siegen (N=18)	52,45	37,23	37,11	32,79
Mittlere relative Veränderung [%]		PFOS			
		1. Quartil	2. Quartil	3. Quartil	4. Quartil
Gesamt	(N=234)	40,72	38,93	43,28	38,15
Männer	Arnsberg (N=79)	37,01	41,52	37,56	35,28
	Brilon (N=20)	39,35	48,25	39,23	43,38
Frauen	Arnsberg (N=117)	40,78	41,82	39,94	43,61

³ Die Quartile unterscheiden sich für jede Subpopulation. Die exakten Konzentrationen lassen sich in Tabelle 71 bis Tabelle 73 auf Seite 89 bis 90 nachlesen.

Erwachsene		Konzentration 2006			
	Siegen (N=18)	35,27	37,89	46,56	39,94
Mittlere relative Veränderung [%]		PFHxS			
		1. Quartil	2. Quartil	3. Quartil	4. Quartil
Gesamt	(N=234)	-10,07	41,79	35,78	25,30
Männer	Arnsberg (N=79)	19,25	25,55	22,39	22,19
	Brilon (N=20)	42,61	28,78	38,53	36,47
Frauen	Arnsberg (N=117)	-41,21	42,39	39,08	45,59
	Siegen (N=18)	-52,98	47,49	40,93	50,63

Tabelle 35: Mittlere relative Veränderung der PFOA-, PFOS- und PFHxS-Konzentrationen der Kinder aufgeteilt nach den Konzentrationen im Jahr 2006 (Quartile⁴)

Kinder		Konzentration 2006			
Mittlere relative Veränderung [%]		PFOA			
		1. Quartil	2. Quartil	3. Quartil	4. Quartil
Gesamt	(N=74)	33,47	52,66	60,36	66,96
Jungen	Arnsberg (N=26)	48,31	59,39	52,63	67,70
	Siegen (N=11)	23,53	41,86	38,61	31,36
Mädchen	Arnsberg (N=29)	54,70	58,55	69,53	69,48
	Siegen (N=8)	37,31	12,63	33,96	49,77
Mittlere relative Veränderung [%]		PFOS			
		1. Quartil	2. Quartil	3. Quartil	4. Quartil
Gesamt	(N=74)	33,47	52,66	60,36	66,96
Jungen	Arnsberg (N=26)	15,58	35,16	37,66	44,04
	Siegen (N=11)	31,16	40,51	48,45	40,44

⁴ Die Quartile unterscheiden sich für jede Subpopulation. Die exakten Konzentrationen lassen sich in Tabelle 74 bis Tabelle 76 auf Seite 90 bis 91 nachlesen.

Kinder		Konzentration 2006			
Mädchen	Arnsberg (N=29)	23,47	33,72	45,71	41,29
	Siegen (N=8)	35,56	46,23	51,87	53,40
Mittlere relative Veränderung [%]		PFHxS			
		1. Quartil	2. Quartil	3. Quartil	4. Quartil
Gesamt	(N=74)	35,02	38,58	40,69	49,46
Jungen	Arnsberg (N=26)	30,39	32,43	38,01	48,14
	Siegen (N=11)	44,95	37,62	39,12	56,27
Mädchen	Arnsberg (N=29)	40,62	38,07	45,56	50,26
	Siegen (N=8)	28,52	19,76	52,90	52,79

Für die Untersuchung der Einflüsse der Confounder auf die relative PFOA-Veränderung wurde eine multiple lineare Regression verwendet.

Die bisher nur in bivariaten Analysen untersuchten Messgrößen gingen als Regressoren in Regressionsanalysen ein (multiple lineare Regression). Bei der möglichen Einflussgröße „Schulbildung“ wurde bei den Eltern der Kinder der höchste Schulabschluss eines Elternteils betrachtet. Die Klassifizierung „Mittlere Schulbildung“ umfasst den Abschluss nach der 10. Klasse (Realschulabschluss/Mittlere Reife/Polytechnische Oberschule) die „Höhere Schulbildung“ > der 10. Klasse (Fachhochschulreife/Fachgebundene Hochschulreife/Abitur).

Alter, Ort und Geschlecht stellen sich als signifikante Einflussfaktoren auf den Rückgang der PFOA-Konzentrationen Erwachsener heraus. Männer weisen im Vergleich zu Frauen und ältere Menschen im Vergleich zu Jüngeren geringere prozentuale Abnahmen der PFOA-Plasmakonzentrationen im Vergleich zu 2006 auf. Probanden in Arnsberg weisen höhere prozentuale Veränderungen der PFOA-Plasmakonzentrationen im Vergleich zu 2006 als im Siegener und Briloner Vergleichskollektiv (Tabelle 36). Die Regressionsmodelle für die relativen Veränderungen der PFOS- und PFHxS-Konzentrationen waren nicht signifikant. Durch die verwendeten Kovariablen konnte kein funktionaler Zusammenhang ermittelt werden.

Tabelle 36: Relative PFOA-Veränderung 2006-10 bei Erwachsenen, Ergebnisse der multiplen linearen Regression.

Adjustiertes R ² : 0,347	DF	Parameter-schätzer	Standard-fehler	t-Wert	Pr > t	Standardisierter Schätzer	Varianz Inflation
Intercept	1	84,23896	25,93662	3,25	0,0014	0	0
Geschlecht (Frau=0 Mann=1)	1	-8,64855	2,98125	-2,90	0,0042	-0,26156	2,41398
Ort (Arnsberg=0 Rest=1)	1	-15,63832	2,54083	-6,15	<,0001	-0,36700	1,05582
Mittlere Schulbildung (nein=0 ja=1)	1	0,85404	2,59800	0,33	0,7427	0,02312	1,46835
Höhere Schulbildung (nein=0 ja=1)	1	-2,28223	2,28651	-1,00	0,3195	-0,06662	1,32289
Gewicht 2010	1	-0,00335	0,07689	-0,04	0,9653	-0,00307	1,47675
Größe 2006	1	-0,06288	0,15954	-0,39	0,6939	-0,03285	2,06330
Alter 2010	1	-0,32297	0,10020	-3,22	0,0015	-0,23013	1,51358

Kinder aus Arnsberg weisen höhere PFOA-Reduktionen als Kinder aus der Kontrollregion auf. Auch die Körpergröße (positiv) und die mittlere Schulbildung (negativ) gehen signifikant in das Regressionsmodell ein.

Tabelle 37: Relative PFOA-Veränderung 2006-10 bei Kindern, Ergebnisse der multiplen linearen Regression

Adjustiertes R ² : 0,5880	DF	Parameter-schätzer	Standard-fehler	t-Wert	Pr > t	Standardisierter Schätzer	Varianz Inflation
Intercept	1	-151,25513	60,17576	-2,51	0,0147	0	0
Geschlecht (Frau=0 Mann=1)	1	-5,28869	3,06838	-1,72	0,0899	-0,14261	1,11319
Ort (Arnsberg=0 Rest=1)	1	-25,09247	3,78789	-6,62	<,0001	-0,58698	1,27677
Mittlere Schulbildung (nein=0 ja=1)	1	-12,45556	5,70684	-2,18	0,0330	-0,21680	1,60447
Höhere Schulbildung (nein=0 ja=1)	1	-4,61539	3,64357	-1,27	0,2102	-0,12271	1,52606
Gewicht 2010	1	0,05257	0,36872	0,14	0,8871	0,02112	3,56789
Größe 2006	1	0,97314	0,37844	2,57	0,0126	0,38122	3,57397
Alter 2010	1	8,79076	5,29612	1,66	0,1022	0,14101	1,17360

3.5.1 Ernährung

Erhoben wurden der Verzehr von Fisch, der Verzehr von Milch, Käse und Milchprodukten sowie der Konsum von Fleisch. Als klassierte Variable weisen die Merkmale die Ausprägungen „nie“, „1mal pro Monat oder seltener“, „2-3mal pro Monat“, „1-3mal pro Woche“, „4-6mal pro Woche“ und „1mal pro Tag oder häufiger“ auf.

Weder bei Erwachsenen noch bei Kindern lassen sich Unterschiede zwischen den prozentualen PFOA-Rückgängen zum Jahr 2006 in Abhängigkeit von den untersuchten Ernährungsgewohnheiten erkennen (Abbildung 10 [S. 57] und Abbildung 13 [S. 59]). Die im Mittel geringeren Konzentrationen in der Klasse „4-6mal pro Woche“ bei den Erwachsenen, können gegebenenfalls auf die Stichprobengröße (n=4) zurückgeführt

werden (Tabelle 46, S. 76). Die Differenz zur Ernährungsgruppe „nie“ zeigt zum Signifikanzniveau von 5 % keinen Einfluss ($P=0,11$).

Diese Unterschiede sind ebenfalls bei den prozentualen PFHxS-Konzentrationen in der Gruppe der Erwachsenen zu erkennen, wobei auch hier die Stichprobengröße zu gering für weitere Rückschlüssen ist (Abbildung 12 [S. 58]).

Bei den PFOA-, PFOS- und PFHxS-Rückgänge der Kinder sowie bei den relativen PFOS-Differenzen der Erwachsenen fallen keine Assoziationen zum Fischkonsum auf (Abbildung 11, Abbildung 13, Abbildung 14, Abbildung 15 [S. 58- 60]).

Auch bei Betrachtung des Verzehrs von Milch, Käse und Milchprodukten und bei Betrachtung des Verzehrs von Fleisch sind in Abbildung 16 bis Abbildung 27 (S. 60- 66) keine deutlichen Assoziationen zu beobachten.

4 Beantwortung der studienleitenden Fragestellungen und Diskussion

4.1 Haben sich die Gehalte von PFOA, PFOS, PFHxS und PFBS bei den ProbandInnen aus Arnsberg im Verhältnis zu den Voruntersuchungen aus den Jahren 2006-2008 verändert? Wenn ja, in welche Richtung und um welchen Betrag?

Veränderungen der PFT-Konzentrationen der Arnsberger Studienteilnehmer werden im Folgenden mit dem geometrischen Mittelwert bzw. dem geometrischen Mittelwert der relativen Veränderung der Konzentrationen (in %) für die jeweiligen Gruppen beschrieben. Die PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der Arnsberger Studiengruppen sind bei der Untersuchung im Jahre 2010 im Vergleich zu 2006, 2007 und 2008 insgesamt gesunken (Abbildung 4). Im Vergleich zu 2006 gab es 2010 keine Erhöhung der individuellen inneren PFOA-Belastung. Dies trifft für die untersuchten Kollektive der Männer, Frauen und Kindern zu (Abbildung 7 bis Abbildung 9). Der PFOA-Rückgang beträgt bei den untersuchten Kindern durchschnittlich (geometrisches Mittel) 13 µg/l, bei den Müttern 15 µg/l und bei den Männern 11 µg/l im Vergleich zu den im Jahre 2006 gemessenen Konzentrationen. Dies entspricht einem prozentualen Rückgang von ungefähr 59 % (Kinder), 60 % (Mütter) und 43 % (Männer).

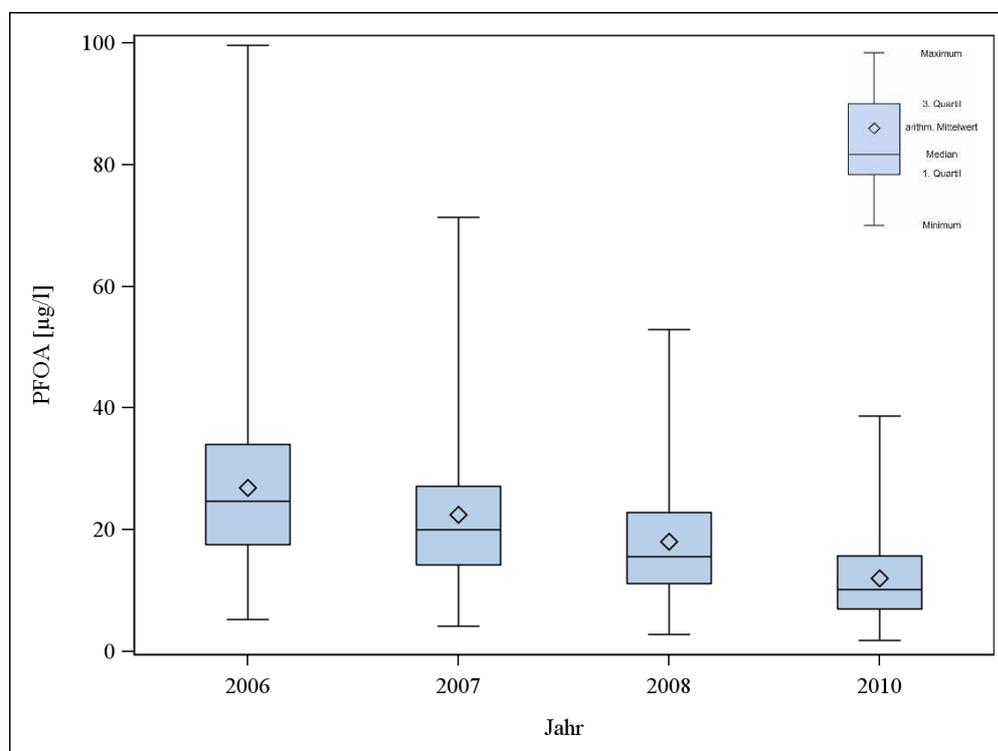


Abbildung 4: PFOA-Konzentrationen im Blut der Studienteilnehmer (Männer, Frauen, Kinder) aus Arnsberg von 2006, 2007, 2008 und 2010.

Die PFOS-Konzentrationen haben sich im Vergleich zu den gemessenen Konzentrationen im Jahr 2006 ebenfalls weiter verringert. Sie sind durchschnittlich um 37 % (Kinder, Männer) bzw. 38 % (Frauen) niedriger ausgefallen als im Jahr 2006. Im Jahr 2008 betrug der Rückgang 21 % (Kinder), 22 % (Mütter) und 16 % (Männer).

Auch die PFHxS-Konzentrationen sind im Vergleich zum Jahr 2006 zurückgegangen. Die Reduktion lag bei 37 % (Kinder), 39 % (Frauen) und 23 % (Männer). Im Jahr 2008 betrug der Rückgang 16 % (Kinder), 20 % (Frauen) und 10 % (Männer) im Vergleich zum Jahr 2006.

PFBS war 2010 in 3 bis 15 % der Arnsberger Proben und in 0-6 % der Proben aus den Vergleichsregionen nachweisbar. Die Anteile bei den Männern waren genauso hoch wie 2006 und höher als 2008. Bei den Frauen liegt der Anteil 2010 unterhalb dessen aus 2006 und oberhalb dessen aus 2008. Bei den Kindern lag er etwa auf dem gleichen Niveau wie im Jahr 2008 und deutlich unter den Ergebnissen von 2006.

Weder 2006 noch in den Folgeuntersuchungen bis 2010 waren PFPA und PFHxA nachweisbar.

4.2 Welche Rückschlüsse lassen diese Veränderungen auf die Halbwertszeiten der jeweiligen Stoffe zu?

Grundlage der Berechnung ist die Annahme eines Ein-Kompartiment-Modells und einer Ausscheidungskinetik erster Ordnung. Die Berechnung erfolgt nach der Formel

$$\text{Halbwertszeit [Jahre]} = \frac{-\ln 2 * \text{Abstand der Blutentnahmetermine [Tage]}}{\ln \left(\frac{\text{PFOA - Konzentration 2010}}{\text{PFOA - Konzentration 2006}} \right)} / 365,25$$

Tatsächlich sind die Prozesse der Aufnahme und Ausscheidung perfluorierter Verbindungen beim Menschen nicht im Detail bekannt. Die Ergebnisse sind daher – unter Berücksichtigung der Tatsache, dass es sich um die vereinfachte mathematische Modellierung eines komplexen biologischen Vorganges handelt und dabei die Messergebnisse im Abstand von 4 Jahren Verwendung finden – mit Zurückhaltung zu interpretieren.

Die geometrischen Mittelwerte der aus den vorliegenden Daten berechneten Halbwertszeiten für PFOA liegen bei 3,0 (Kinder), 3,0 (Frauen) und 4,8 (Männer) Jahren (Tabelle 38).

Tabelle 38: Aus den PFOA-Konzentrationen 2006 und 2010 errechnete Halbwertszeiten (Einkompartimentmodell, Kinetik erster Ordnung). Nur Arnsberger Kollektive.

[Jahre]	N	Geometrischer Mittelwert		Minimum	Maximum
			95 %-Konfidenzintervall		
Männer	81	4,8	4,3 – 5,2	2,3	16,7
Mütter	117	3,0	2,8 – 3,2	1,3	10,8
Kinder	48	3,0	2,7 – 3,4	1,9	13,3

Prinzipiell bestätigen diese Zahlen die aus internationalen Studien bekannten langen Halbwertszeiten im menschlichen Körper.

4.3 Gibt es spezifische Subpopulationen (Männer, Frauen, Kinder, Altersgruppen, Menschen mit spez. Ernährungsgewohnheiten), bei denen die absolute oder die relative Veränderung stärker ausgeprägt war als bei anderen?

Männer weisen einen geringeren relativen PFOA-Rückgang auf als Frauen. Der relative Rückgang der PFOA-Konzentrationen ist mit zunehmendem Alter geringer ausgeprägt. Darüber hinaus sind in Arnsberg höhere Reduktionen zu beobachten als in den Vergleichsregionen (Tabelle 36, Tabelle 37).

Es konnte keine Assoziation der Veränderungen der PFOA-Konzentrationen mit den erhobenen Ernährungsvariablen (Verzehr von Fisch, Fleisch, Milch, Milchprodukten) beobachtet werden.

4.4 Unterscheidet sich das Ausmaß der absoluten und der relativen Veränderungen bei Hochbelasteten und Niedrigbelasteten?

Die absoluten Veränderungen (Differenzen zwischen den PFOA-Konzentrationen 2006 und 2010) sind bei den höher belasteten Personen stärker ausgeprägt als bei niedriger Belasteten.

Werden die Unterschiede als relative Anteile der Differenzen an den Ausgangskonzentrationen 2006 ausgedrückt, so tritt der Einfluss der Ausgangskonzentration weniger deutlich zutage. Bei niedrig belasteten Erwachsenen (1. Quartil, < 13,1 µg PFOA/l) werden mit 42 % geringere Minderungen der inneren PFOA-Belastung beobachtet als bei den höheren Quartilen (54-56 %). Allerdings ist bei zunehmender Belastung (2., 3. und 4. Quartil) keine weitere Zunahme der Minderung festzustellen (Tabelle 34, Seite 38).

Bei Kindern steigt die relative Minderung mit zunehmender PFOA-Belastung zwischen den 4 Quartilen an (Tabelle 35, Seite 39). Der deutlichste Unterschied ist auch hier zwischen 1. und 2. Quartil zu beobachten.

Im Kollektiv der Kinder sind sowohl die PFOS-, als auch die PFHxS-Ausgangskonzentrationen (Konzentration 2006) mit den jeweiligen relativen Differenzen assoziiert. Je höher die Belastung im Jahr 2006 war, desto höher ist der relative Rückgang.

Bei den Erwachsenen sind für PFOS und PFHxS keine eindeutigen, d.h. mit zunehmender Belastung durchgängig steigende oder fallende relative Veränderungen zu beobachten (zwischen 2006 und 2010).

5 Zusammenfassung und Bewertung

5.1 Studienteilnahme, Ablauf

73 Prozent der Arnsberger StudienteilnehmerInnen aus dem Jahr 2006 waren bei der dritten Folgeuntersuchung bereit, eine Blutabnahme zur Bestimmung der Gehalte perfluorierter Verbindungen im Blutplasma durchführen zu lassen. Diese in umweltmedizinischen Studien hohe Beteiligung zeigt das anhaltend große Interesse der Bevölkerung an der Humanbiomonitoring-Untersuchung. Dabei spielt die Beunruhigung der Bevölkerung durch die Nachweise perfluorierter Verbindungen im Trinkwasser weiterhin eine wichtige Rolle. Dies zeigt auch die Auswertung des Fragebogens, in dem 62 Prozent aller Mütter (2008: 70 %) und 72 Prozent aller Eltern (2008: 75 %) ihre „mittelmäßige“, „starke“ oder „äußerst starke“ Beunruhigung zum Ausdruck brachten. Bei den Männern traf dies für etwa 53 (2008: 50 %) Prozent der Befragten zu (Tabelle 3, Seite 11). Die Untersuchungen vor Ort verliefen reibungslos, längere Wartezeiten für die ProbandInnen konnten vermieden werden. Das Gesundheitsamt des Hochsauerlandkreises unterstützte die Studie erneut nicht nur durch die Bereitstellung geeigneter Räumlichkeiten zu verlängerten Öffnungszeiten, sondern auch durch die gute Organisation etwa der Anschreiben und half engagiert, das Auftreten von Problemen (etwa bei plötzlichen Terminverschiebungen durch die Studienteilnehmer) zu vermeiden. Mehrfache, zeitlich flexible Angebote von Nachuntersuchungsterminen gaben all jenen Personen eine Chance zur Teilnahme, die an den ersten Untersuchungstagen keine Zeit hatten.

5.2 Ergebnisse

Die PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der untersuchten Personengruppen in Arnsberg sind weiter gesunken. Männer (GM 14,1 µg/l) weisen auch im Jahr 2010 höhere absolute mittlere PFOA-Konzentrationen auf als Frauen (GM 8,5 µg/l). Eine Studie zur PFT-Belastung der amerikanischen Bevölkerung (National Health and Nutrition Examination Survey, NHANES) zeigte ebenfalls höhere mittlere PFOA-Konzentrationen bei Männern als bei Frauen [Kato et al. 2011].

Der Unterschied der aktuellen PFOA-Konzentrationen der Arnsberger ProbandInnen zur Untersuchung im Jahr 2006 beträgt im Durchschnitt (geometrisches Mittel) ca. 13 µg/l bei den Kindern, 15 µg/l bei den Müttern und 11 µg/l bei den Männern. Dies entspricht einem relativen Rückgang von ca. 43 (Männer), 59 (Kinder) bzw. 60 % (Mütter).

Auch in den Kontrollkollektiven ist ein Rückgang der PFOA-Konzentrationen zu beobachten. Dieser betrug im Mittel 30 (Männer), 39 (Frauen) bzw. 36 %. (Kinder) und war damit geringer als in Arnsberg.

Der Rückgang in Arnsberg setzt sich damit – wie schon in den vergangenen Folgeuntersuchungen – aus der rückläufigen Hintergrundbelastung und der Reduktion der Aufnahme über das Trinkwasser Arnsbergs durch die im Jahr 2006 eingeleiteten Sanierungsmaßnahmen zusammen.

In dieser Studie weisen jüngere Menschen im Vergleich zu Älteren höhere relative Abnahmen der PFOA-Plasmakonzentrationen zwischen 2006 und 2010 auf.

Der Einfluss des Lebensalters auf die Veränderung der PFOA-Konzentrationen wird in der Literatur divergierend beschrieben. Bei ehemaligen Arbeitern einer Fluorchemiefabrik in den USA konnte ein Einfluss des Alters nicht beobachtet werden [Olsen et al. 2007]. Eine Longitudinalstudie mit einer afroamerikanischen Bevölkerungsgruppe (6 - 78-jährige Gullah) beschreibt hingegen Hinweise auf eine mit dem Alter abnehmende PFOA-Reduktion [Gribble et al. 2015]. Es ist bisher keine schlüssige Erklärung für diese Beobachtungen bekannt.

In dieser Studie weisen Frauen höhere relative Minderungen der PFOA-Plasmakonzentrationen zwischen 2006 und 2010 auf als Männer (GM Frauen 56,2 %, GM Männer 40,3 %). Neben Unterschieden beim Trinkwasserkonsum (50 % der Arnsberger Mütter (Teilnehmerinnen im Jahr 2006 und 2010) gaben 2006 an, den Konsum von Koch- und Trinkwasser nach dem Bekanntwerden der PFT-Trinkwasserkontamination geändert zu haben; bei den Arnsberger Männern waren es 29 %) kommen andere Erklärungsansätze hierfür in Frage. So sind die erhöhte Elimination von PFOA durch die Menstruation [Harada et al. 2005; Lorber et al. 2015] und ggfs. durch das Stillen und/oder die Geburt von weiteren Kindern [Fei et al. 2007; Kim et al. 2011; Brantsaeter et al. 2013; Mondal et al. 2014] beschrieben.

Aus dem Tiermodell ist darüber hinaus bekannt, dass PFOA von weiblichen Ratten schneller aus dem Plasma eliminiert wird als von männlichen [Ohmori et al. 2003]. Bei weiblichen Ratten ist die Halbwertszeit etwa 70-mal kürzer als bei männlichen Tieren [Kudo et al. 2002]. Dies wurde auf die von Sexualsteroiden abhängige, geschlechterspezifische Ausprägung vor allem der organischen Anionentransporter 2 (OAT2) und OAT 3 zurückgeführt.

In Arnsberg sind die PFOA-Konzentrationen in den drei untersuchten Arnsberger Kollektiven im Vergleich zu den Referenzregionen weiterhin statistisch signifikant erhöht.

Die mittels eines vereinfachenden Modells errechnete mittlere Plasmahalbwertszeit des PFOA liegt bei 3 Jahren (Kinder, Mütter) bzw. 4,8 Jahren (Männer) und damit im Bereich der aus internationalen Studien bekannten Größenordnungen.

Auch PFOS und PFHxS waren im Blutplasma der Probanden im Vergleich zu den Vorjahren in durchschnittlich niedrigeren Konzentrationen nachweisbar. Bei PFOS lagen die Konzentrationen um 35-40 % niedriger als 2006. PFHxS war 2010 um 23-38 % in Arnsberg vermindert, und um 34 bis 45 % in den Vergleichsregionen.

Halbwertszeitenberechnungen für PFOS und PFHxS wurden nicht durchgeführt, weil nur für PFOA die zusätzliche Aufnahme über Trinkwasser deutlich oberhalb der vermuteten Hintergrundbelastung lag. Bei PFOS und PFHxS hingegen ist eine fortdauernde Aufnahme (z. Bsp. über Ernährung) anzunehmen.

PFBS war in einigen wenigen Proben nachweisbar, der Anteil bei den Männern und Frauen war aber im Vergleich zum Jahr 2008 etwas höher. Insgesamt lagen die Konzentrationen nahe der analytischen Bestimmungsgrenze (maximale PFBS-Konzentration der Männer 0,24 µg/l, maximale Konzentration der Frauen 0,15 µg/l). Ob der Grund in der zunehmenden Produktion kürzerkettiger PFT liegt, kann mit den vorliegenden Daten nicht beantwortet werden. Bei den Kindern lag der Anteil der Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze etwa auf dem gleichen Niveau wie im Jahr 2008. Weder 2006 noch in den Folgeuntersuchungen bis 2010 waren PFPA und PFHxA nachweisbar.

PFNA war in 97 % der Proben mit Konzentrationen bis zu 3,4 µg/l nachweisbar. Die PFNA-Konzentrationen sind deutlich niedriger als die gleichzeitig gemessenen PFOA- und PFOS-Gehalte im Blutplasma. Sie wurden im Verlauf der epidemiologischen Untersuchungen der Arnsberger Bürger in der vorliegenden Studie zum ersten Mal gemessen. Es kann daher keine Aussage getroffen werden, ob die Konzentrationen im Blutplasma einem zeitlichen Trend unterworfen sind. Aus den NHANES-Studien in den USA wurde eine Verdopplung der mittleren PFNA-Konzentrationen im Blutserum der amerikanischen Bevölkerung zwischen den 1999/2000 und 2003/4 beobachtet [Calafat et al. 2007]. Die absoluten Konzentrationen der neueren NHANES-Studie sind mit den hier gemessenen PFNA-Gehalten vergleichbar [Jain 2014].

Eine unmittelbare Erklärung für die bei den Müttern und Kindern der Referenzgebiete gegenüber Arnsberg erhöhten Konzentrationen kann aus der vorliegenden Studie nicht abgeleitet werden. PFNA wurde in keiner der analysierten Trinkwasserproben beobachtet (BG: 0,1 µg/l). Auch in einer regelmäßigen Untersuchung von Wasserwerken im

Ruhreinzugsgebiet⁵ lagen bei den meisten Wasserwerken die PFNA-Konzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze. Nur 4 der 27 Wasserwerke zeigten bei Betrachtung von Messwerten zwischen 2006 und 2013 Konzentrationen knapp oberhalb der Bestimmungsgrenze (Maximum 0,02 µg PFNA/l).

Tabelle 39: Vergleich der PFT-Konzentrationen von Frauen und Männern aus Arnsberg, Siegen und Brilon mit Konzentrationen aus NHANES (dargestellt sind geometrische Mittelwerte).

PFT [µg/l]		PFOA	PFOS	PFHxS	PFNA
Arnsberg 2010	♂	14,1	6,3	1,9	1,0
	♀	8,5	3,3	0,6	0,6
Brilon/Siegen 2010	♂	4,6	6,3	1,4	1,0
	♀	1,9	3,5	0,4	0,9
NHANES ⁶ 2003-2008	♂	4,7	19,8	2,3	1,3
	♀	3,5	14,3	1,5	1,1

5.3 Bewertung

Nach den bisher vorliegenden internationalen Daten zur Belastung von Menschen mit perfluorierten Verbindungen gibt es keine Hinweise auf *akute* Gesundheitsgefahren durch die Konzentrationen perfluorierter Verbindungen, die im Blut von Anwohnern im Raum Arnsberg gemessen wurden. Diese Einschätzung wurde bereits nach Vorliegen der ersten Befunde im Jahre 2006 geäußert. Diese Aussage gilt weiterhin, insbesondere, da die im Jahr 2006 deutlich erhöhten Konzentrationen seitdem deutlich rückläufig sind und inzwischen über die Hälfte der untersuchten Arnsberger Mütter und Kinder und ca. ein Viertel der Arnsberger Männer Konzentrationen unterhalb des Referenzwertes der HBM-Kommission aufweisen.

Die gesundheitliche Bewertung einer chronischen Belastung mit perfluorierten Verbindungen ist allerdings in den letzten Monaten und Jahren verstärkt in der wissenschaftlichen Diskussion. Aktuelle Untersuchungen deuten auf mögliche Effekte einer Belastung mit perfluorierten Verbindungen auf unterschiedliche Messgrößen (z.Bsp. den Cholesteringehalt des Blutes oder die Höhe der Immunantwort auf Impfungen) oder

⁵ Nachzulesen auf http://www.lanuv.nrw.de/wasser/pft_im_wasser.htm (zuletzt abgerufen am 25.06.2015)

⁶ Aus Jain [2014]

die körperliche Entwicklung (z.Bsp. das Geburtsgewicht oder der Zeitpunkt des Eintritts der Pubertät) hin.

So beobachten Fitz-Simon et al. eine Assoziation erhöhter Cholesterinkonzentrationen mit zunehmender PFOA- bzw. PFOS-Belastung in einer Longitudinalstudie [2013]. Geiger et al. schlussfolgern aus ihrer Untersuchung 18jähriger US-Bürger, dass die innere Belastung mit PFOA und PFOS bereits im Bereich der US-amerikanischen Hintergrundbelastung signifikant mit den Gesamt- und LDL-Cholesterin-Konzentrationen assoziiert ist [2013].

Grandjean und Budtz-Jørgensen finden in ihren „benchmark-dose“ Modellierungen Assoziationen verminderter Immunantwort bei Kindern auf Tetanus und Diphtherie-Impfungen bis in niedrige PFOS- und PFOA-Serumkonzentrationsbereiche [2013].

Diese exemplarisch aufgeführten Studien berichten Veränderungen medizinisch relevanter Messgrößen im Bereich der PFOA- und PFOS-Hintergrundbelastung. Die epidemiologischen Untersuchungen erlauben jedoch derzeit noch keine abschließende Bewertung potenzieller gesundheitlicher Auswirkungen auf den Menschen.

Aus Vorsorgegründen wird die weitere Beobachtung der untersuchten Kollektive empfohlen.

6 Literatur

- Brantsaeter, A. L., Whitworth, K. W., Ydersbond, T. A., Haug, L. S., Haugen, M., Knutsen, H. K., Thomsen, C., Meltzer, H. M., Becher, G., Sabaredzovic, A., Hoppin, J. A., Eggesbo, M., Longnecker, M. P. (2013). Determinants of plasma concentrations of perfluoroalkyl substances in pregnant Norwegian women. *Environ Int* 54: 74-84.
- Brede, E., Wilhelm, M., Göen, T., Müller, J., Rauchfuss, K., Kraft, M., Hölzer, J. (2010). Two-year follow-up biomonitoring pilot study of residents' and controls' PFC plasma levels after PFOA reduction in public water system in Arnsberg, Germany. *International journal of hygiene and environmental health* 213(3): 217-23.
- Calafat, A. M., Wong, L. Y., Kuklennyik, Z., Reidy, J. A., Needham, L. L. (2007). Polyfluoroalkyl chemicals in the U.S. population: data from the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2003-2004 and comparisons with NHANES 1999-2000. *Environ Health Perspect* 115(11): 1596-602.
- Fei, C., McLaughlin, J. K., Tarone, R. E., Olsen, J. (2007). Perfluorinated chemicals and fetal growth: a study within the Danish National Birth Cohort. *Environ Health Perspect* 115(11): 1677-82.
- Fitz-Simon, N., Fletcher, T., Luster, M. I., Steenland, K., Calafat, A. M., Kato, K., Armstrong, B. (2013). Reductions in serum lipids with a 4-year decline in serum perfluorooctanoic acid and perfluorooctanesulfonic acid. *Epidemiology* 24(4): 569-76.
- Geiger, S. D., Xiao, J., Ducatman, A., Frisbee, S., Innes, K., Shankar, A. (2013). The association between PFOA, PFOS and serum lipid levels in adolescents. *Chemosphere*.
- Grandjean, P., Budtz-Jorgensen, E. (2013). Immunotoxicity of perfluorinated alkylates: calculation of benchmark doses based on serum concentrations in children. *Environ Health* 12(1): 35.
- Gribble, M. O., Bartell, S. M., Kannan, K., Wu, Q., Fair, P. A., Kamen, D. L. (2015). Longitudinal measures of perfluoroalkyl substances (PFAS) in serum of Gullah African Americans in South Carolina: 2003-2013. *Environ Res*.
- Harada, K., Inoue, K., Morikawa, A., Yoshinaga, T., Saito, N., Koizumi, A. (2005). Renal clearance of perfluorooctane sulfonate and perfluorooctanoate in humans and their species-specific excretion. *Environ Res* 99(2): 253-61.
- Hölzer, J., Göen, T., Rauchfuss, K., Kraft, M., Angerer, J., Kleeschulte, P., Wilhelm, M. (2009). One-year follow-up of perfluorinated compounds in plasma of German residents from Arnsberg formerly exposed to PFOA-contaminated drinking water. *Int J Hyg Environ Health* 212(5): 499-504.
- Holzer, J., Midasch, O., Rauchfuss, K., Kraft, M., Reupert, R., Angerer, J., Kleeschulte, P., Marschall, N., Wilhelm, M. (2008). Biomonitoring of perfluorinated compounds in children and adults exposed to perfluorooctanoate-contaminated drinking water. *Environ Health Perspect* 116(5): 651-7.
- Jain, R. B. (2014). Contribution of diet and other factors to the levels of selected polyfluorinated compounds: data from NHANES 2003-2008. *Int J Hyg Environ Health* 217(1): 52-61.
- Kato, K., Wong, L. Y., Jia, L. T., Kuklennyik, Z., Calafat, A. M. (2011). Trends in exposure to polyfluoroalkyl chemicals in the U.S. Population: 1999-2008. *Environ Sci Technol* 45(19): 8037-45.
- Kim, S. K., Lee, K. T., Kang, C. S., Tao, L., Kannan, K., Kim, K. R., Kim, C. K., Lee, J. S., Park, P. S., Yoo, Y. W., Ha, J. Y., Shin, Y. S., Lee, J. H. (2011). Distribution of perfluorochemicals between sera and milk from the same mothers and implications for prenatal and postnatal exposures. *Environ Pollut* 159(1): 169-74.

- Kudo, N., Katakura, M., Sato, Y., Kawashima, Y. (2002). Sex hormone-regulated renal transport of perfluorooctanoic acid. *Chem Biol Interact* 139(3): 301-16.
- Lorber, M., Eaglesham, G. E., Hobson, P., Toms, L. M., Mueller, J. F., Thompson, J. S. (2015). The effect of ongoing blood loss on human serum concentrations of perfluorinated acids. *Chemosphere* 118: 170-7.
- Mondal, D., Weldon, R. H., Armstrong, B. G., Gibson, L. J., Lopez-Espinosa, M. J., Shin, H. M., Fletcher, T. (2014). Breastfeeding: a potential excretion route for mothers and implications for infant exposure to perfluoroalkyl acids. *Environ Health Perspect* 122(2): 187-92.
- Ohmori, K., Kudo, N., Katayama, K., Kawashima, Y. (2003). Comparison of the toxicokinetics between perfluorocarboxylic acids with different carbon chain length. *Toxicology* 184(2-3): 135-40.
- Olsen, G. W., Burris, J. M., Ehresman, D. J., Froehlich, J. W., Seacat, A. M., Butenhoff, J. L., Zobel, L. R. (2007). Half-life of serum elimination of perfluorooctanesulfonate, perfluorohexanesulfonate, and perfluorooctanoate in retired fluorochemical production workers. *Environ Health Perspect* 115(9): 1298-305.
- Skutlarek, D., Exner, M., Färber, H. (2006). Perfluorierte Tenside (PFT) in der aquatischen Umwelt und im Trinkwasser. *UWSF - Z Umweltchem Ökotox* 18 (3) 151-154.

7 Anhang

7.1 QQ-Plots der PFT-Konzentrationen

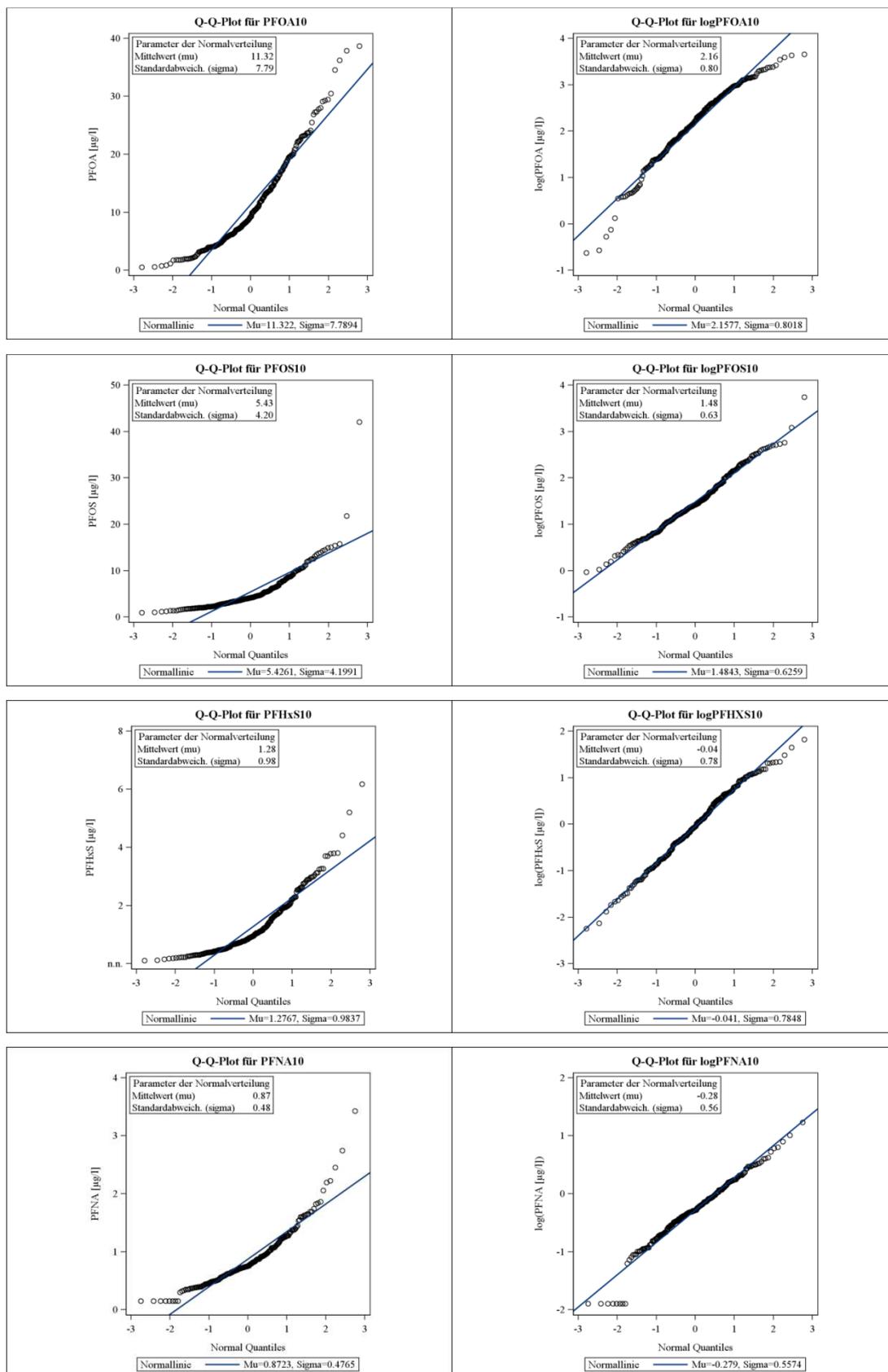


Abbildung 5: QQ-Plots der PFOA-, PFOS-, PFHxS- und PFNA-Konzentrationen der Erwachsenen.

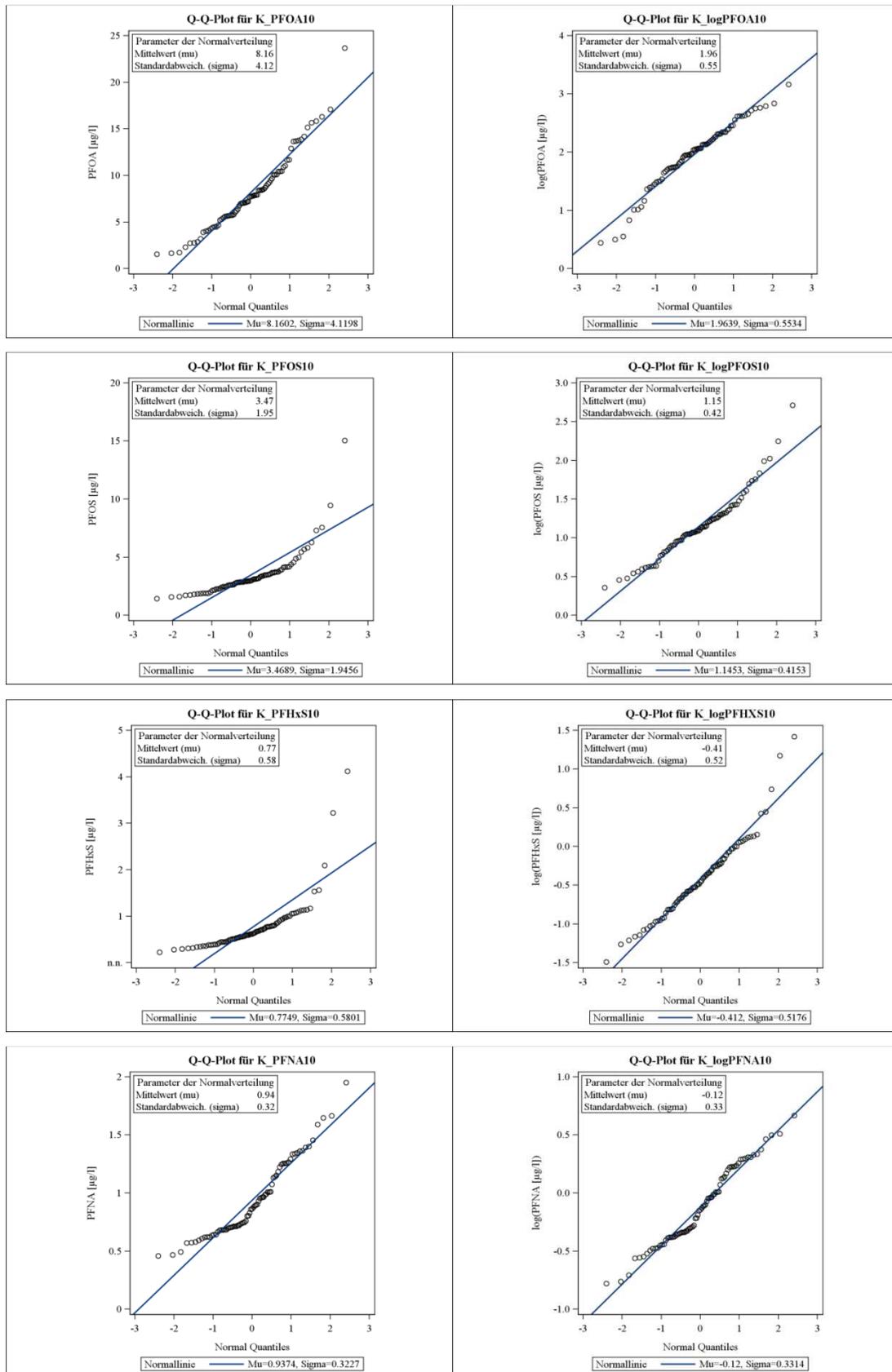


Abbildung 6: QQ-Plots der PFOA-,PFOS-, PFHxS- und PFNA-Konzentrationen der Kinder.

7.2 Boxplots

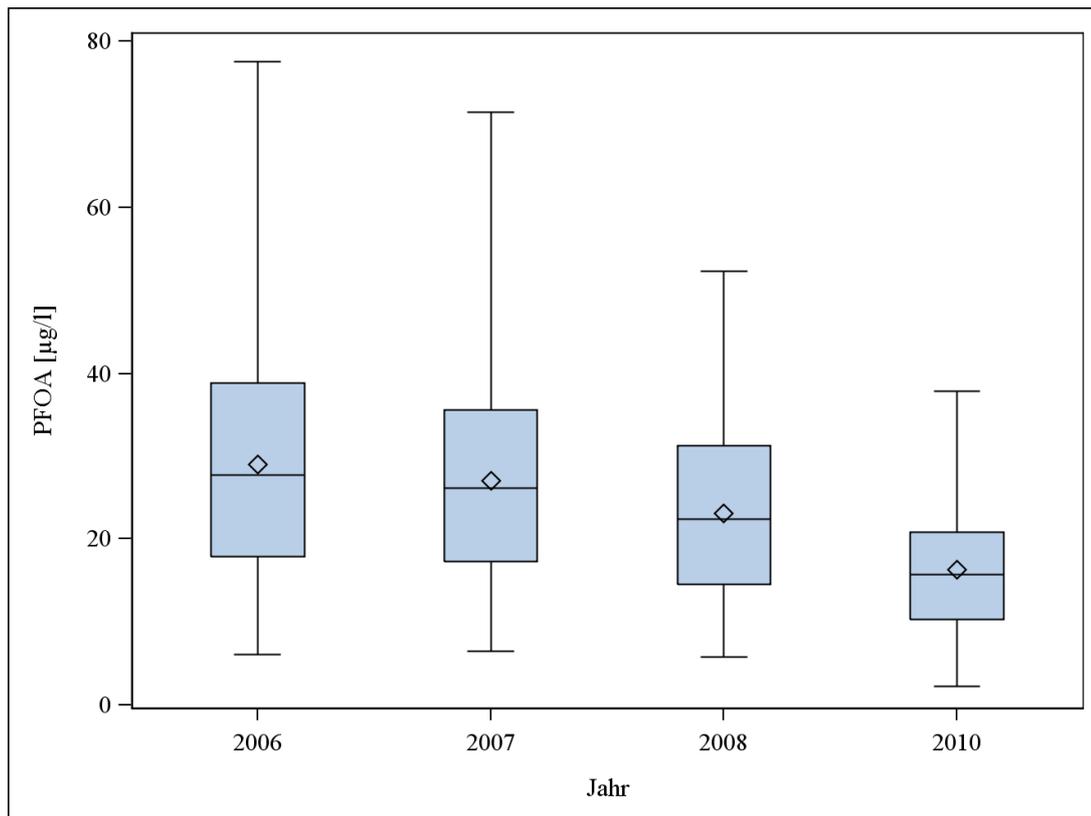


Abbildung 7: PFOA-Konzentrationen im Blut der Studienteilnehmer (Männer) aus Arnstberg von 2006, 2007, 2008 und 2010. Eingezeichnet sind die arithmetischen Mittelwerte der verschiedenen Jahre.

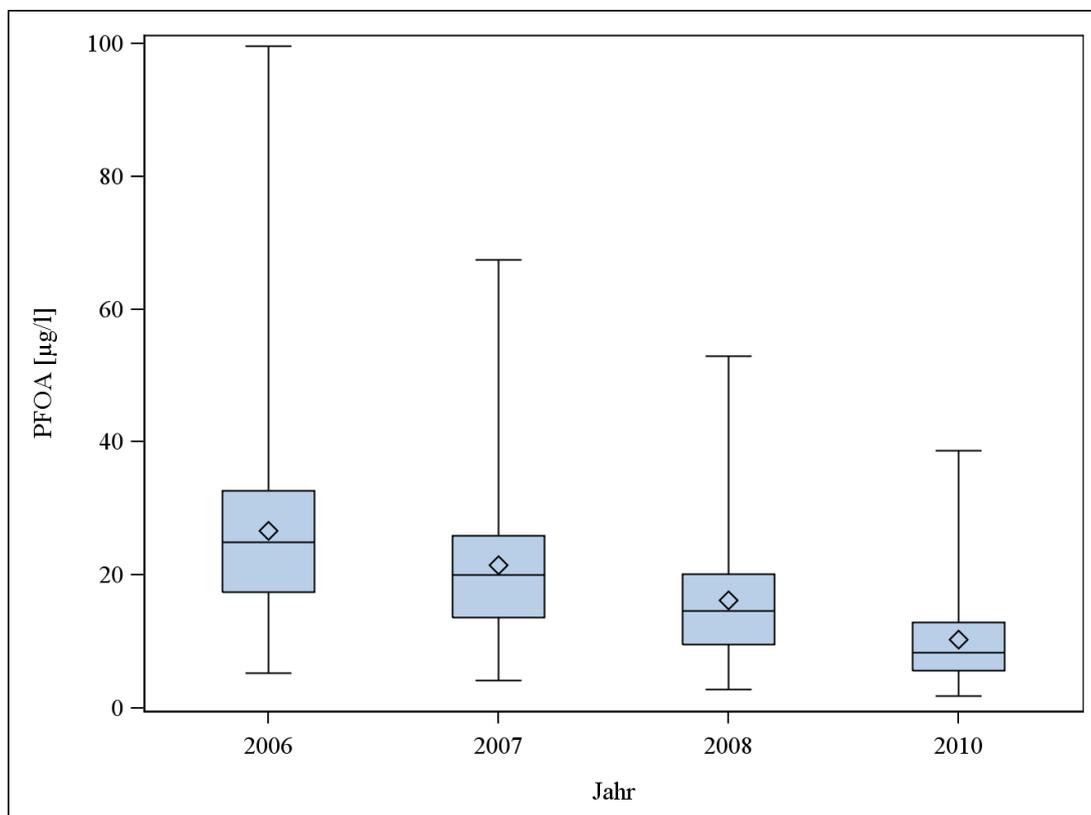


Abbildung 8: PFOA-Konzentrationen im Blut der Studienteilnehmer (Frauen) aus Arnstberg von 2006, 2007, 2008 und 2010. Eingezeichnet sind die arithmetischen Mittelwerte der verschiedenen Jahre.

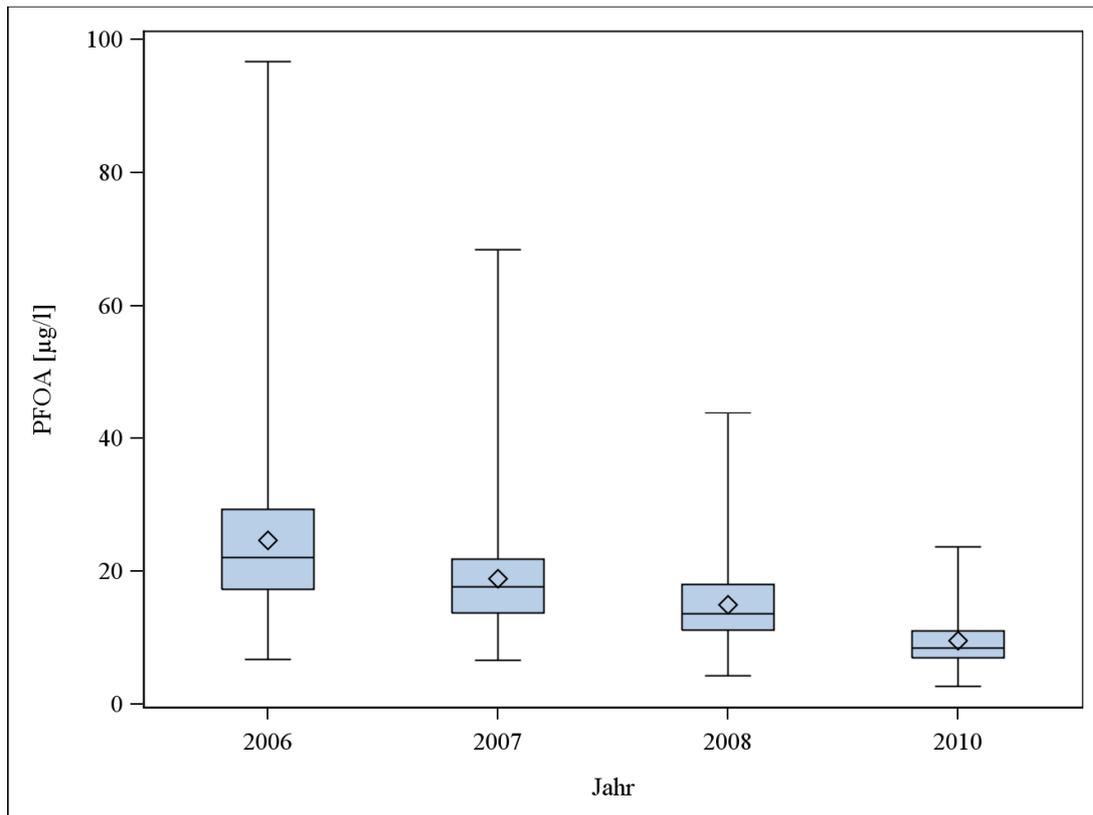


Abbildung 9: PFOA-Konzentrationen im Blut der Studienteilnehmer (Kinder) aus Arnberg von 2006, 2007, 2008 und 2010. Eingezeichnet sind die arithmetischen Mittelwerte der verschiedenen Jahre.

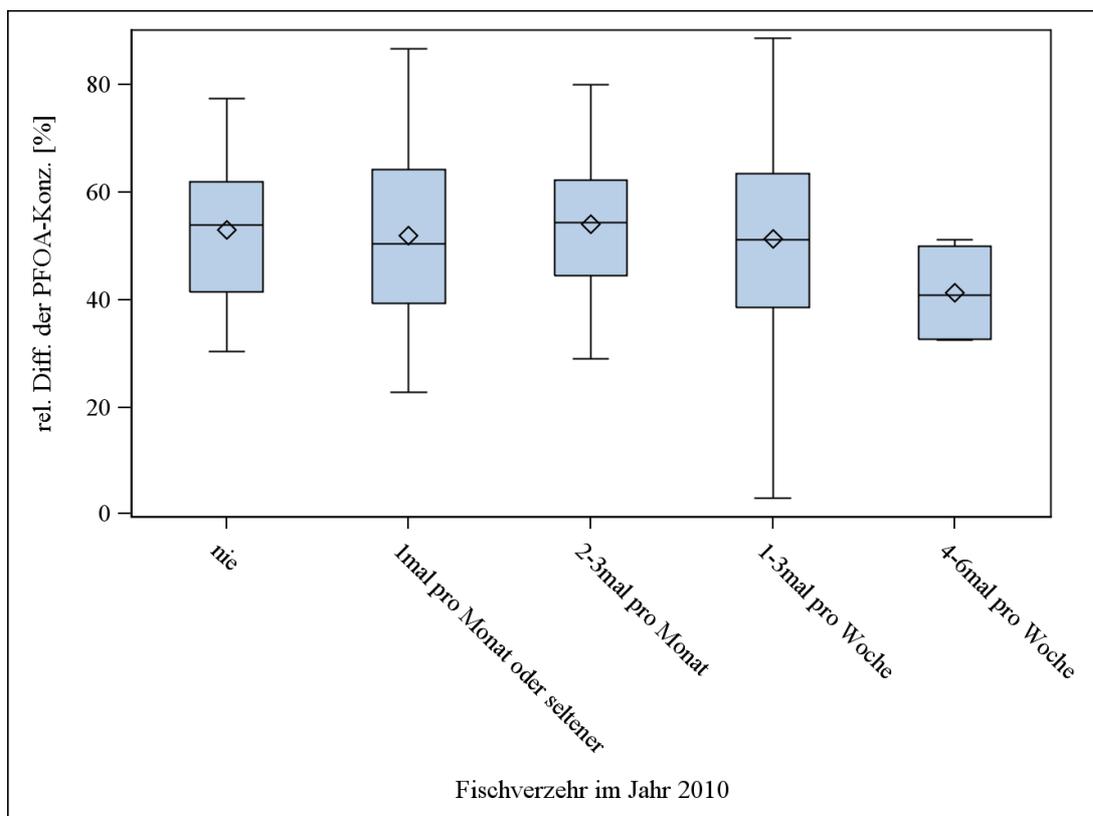


Abbildung 10: Relative Differenzen der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Fischkonsum.

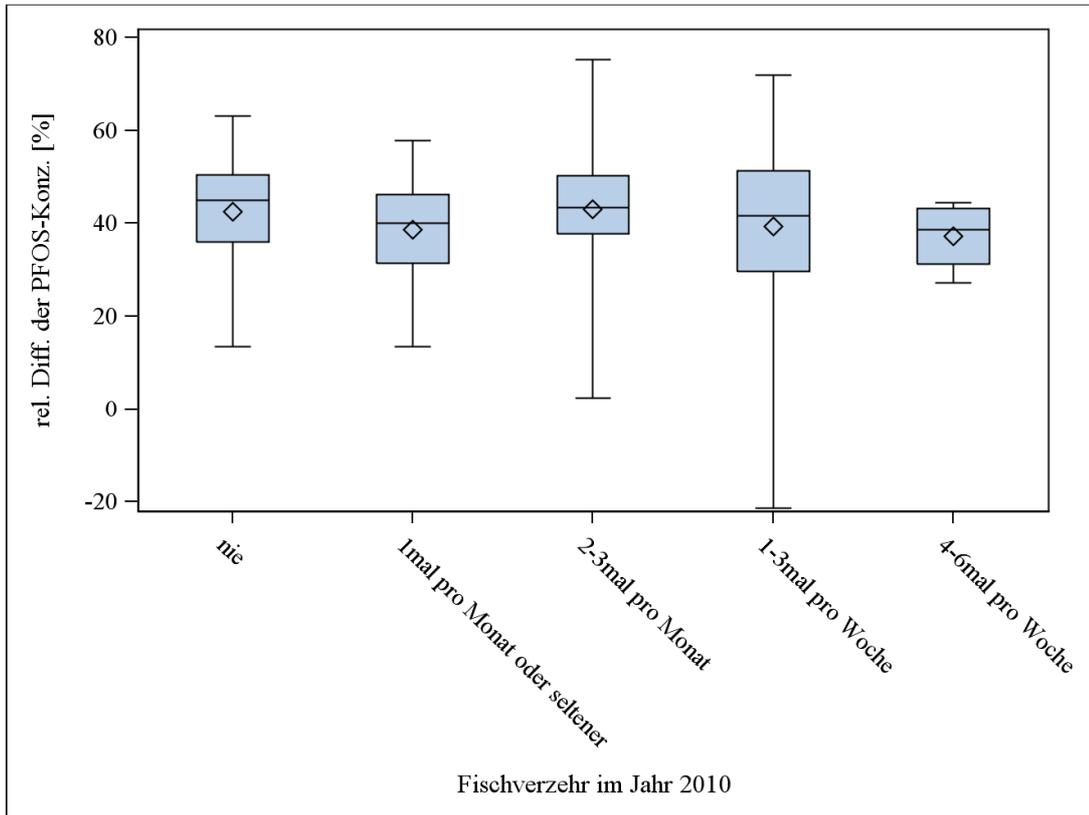


Abbildung 11: Relative Differenzen der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Fischkonsum.

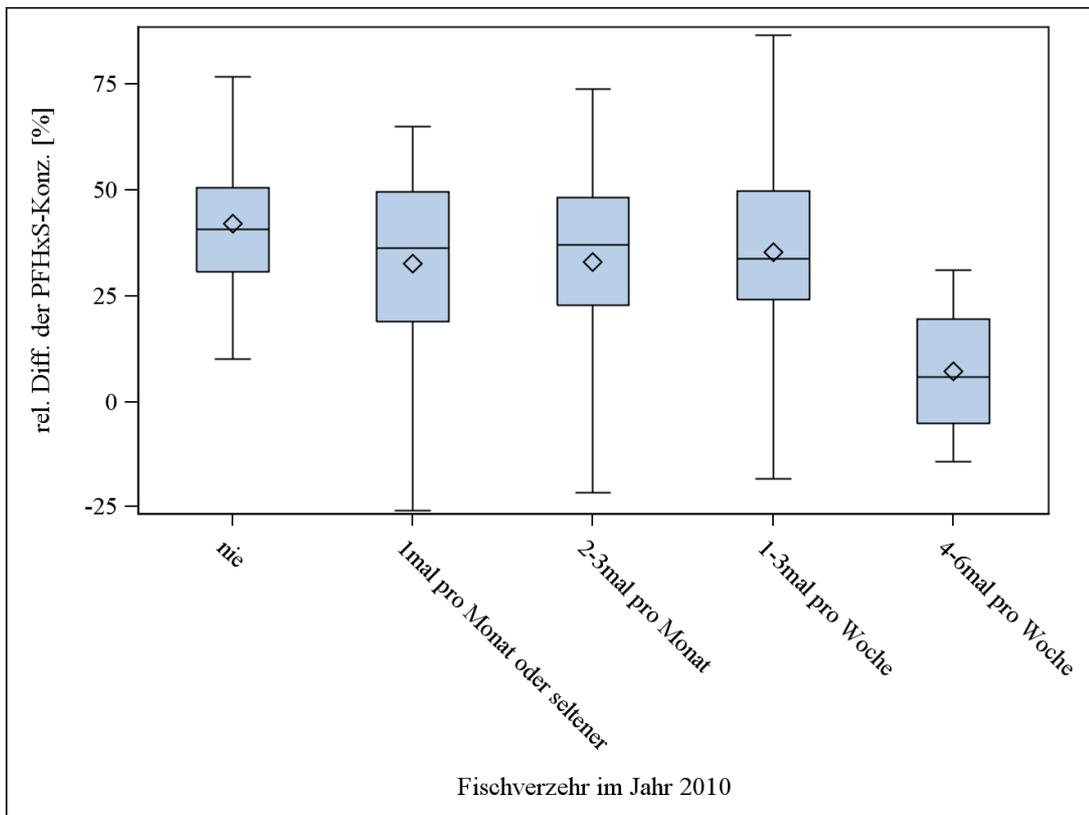


Abbildung 12: Relative Differenzen der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Fischkonsum. Zur Darstellung wurden drei Ausreißer mit relativen Differenzen kleiner -300 % gelöscht.

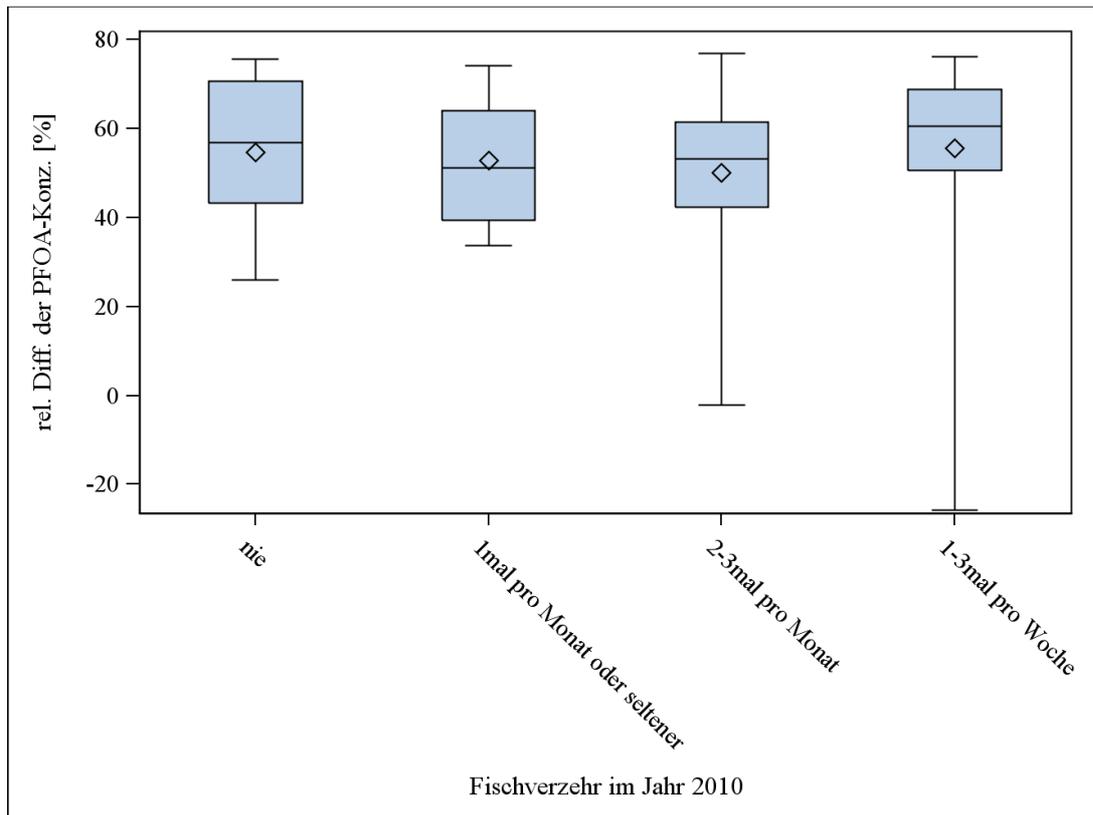


Abbildung 13: Relative Differenzen der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Fischkonsum.

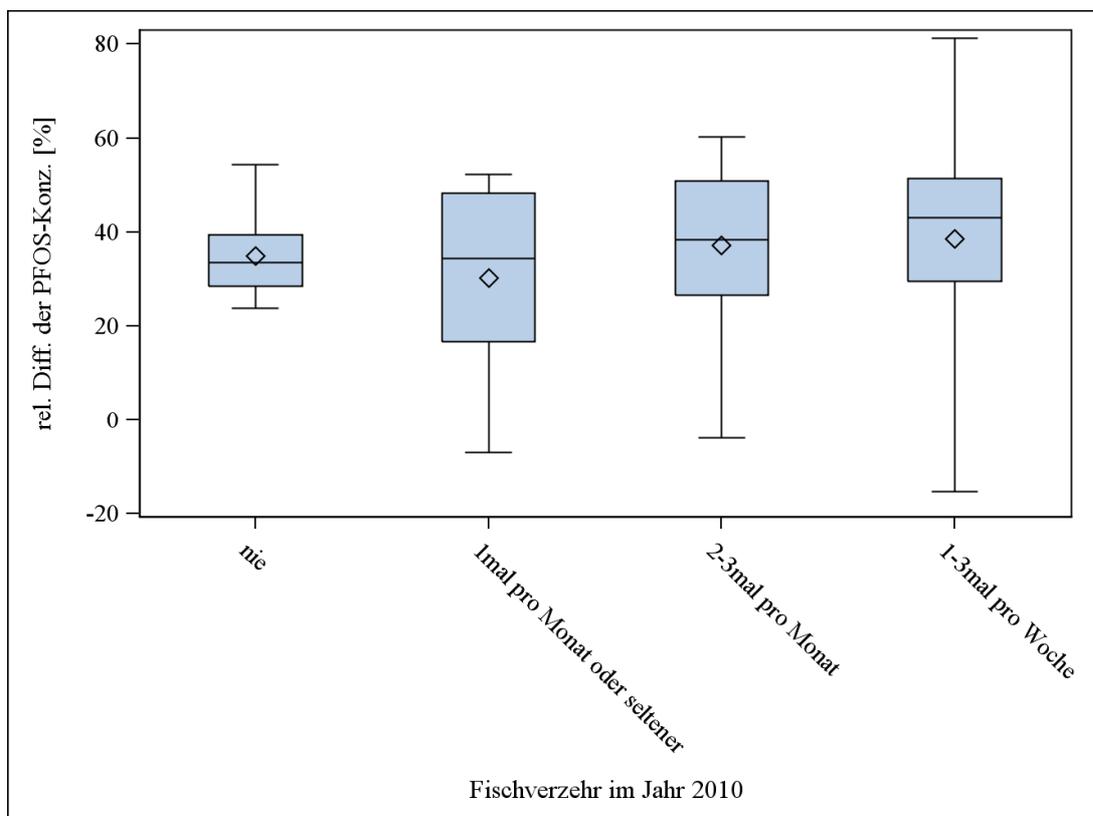


Abbildung 14: Relative Differenzen der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Fischkonsum.

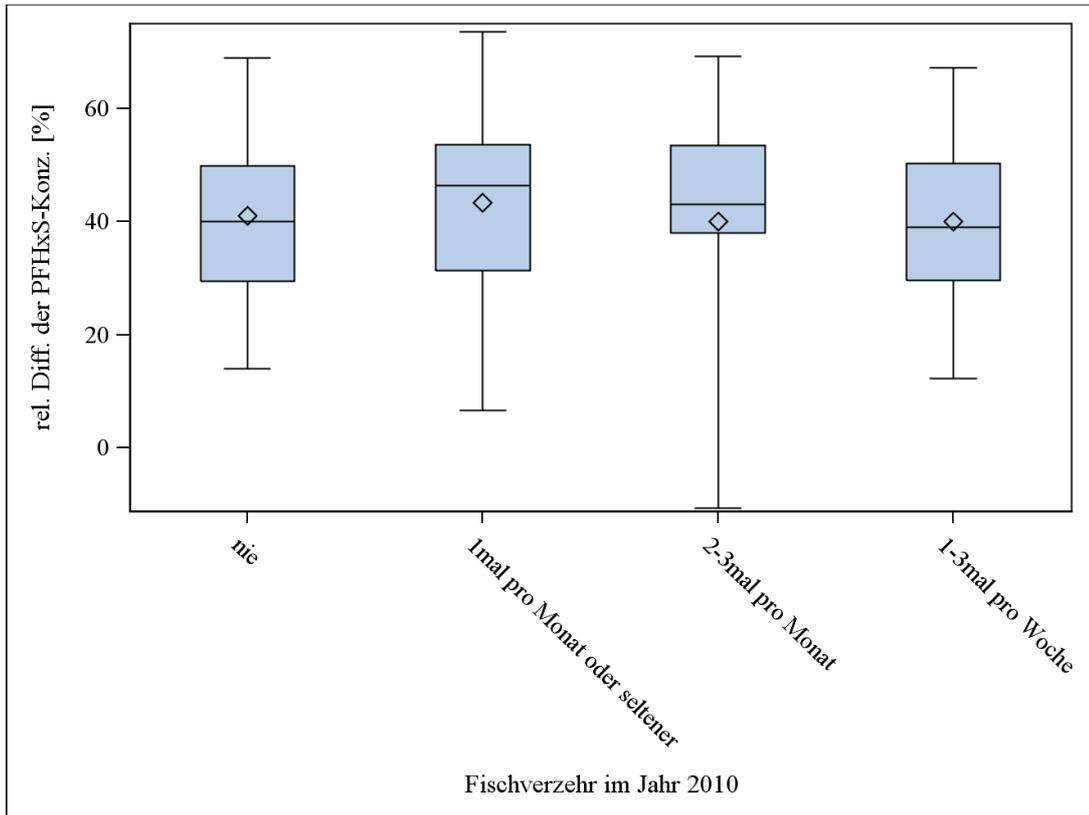


Abbildung 15: Relative Differenzen der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Fischkonsum.

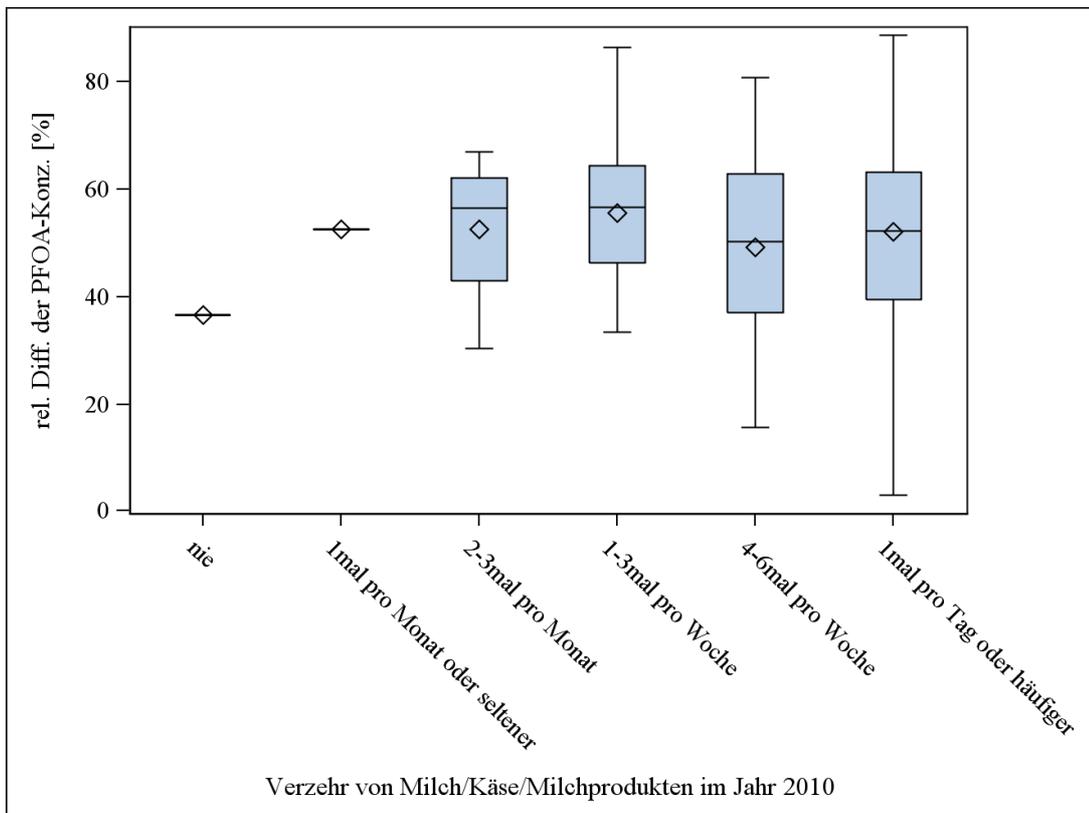


Abbildung 16: Relative Differenzen der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Konsum von Milch, Käse und Milchprodukten.

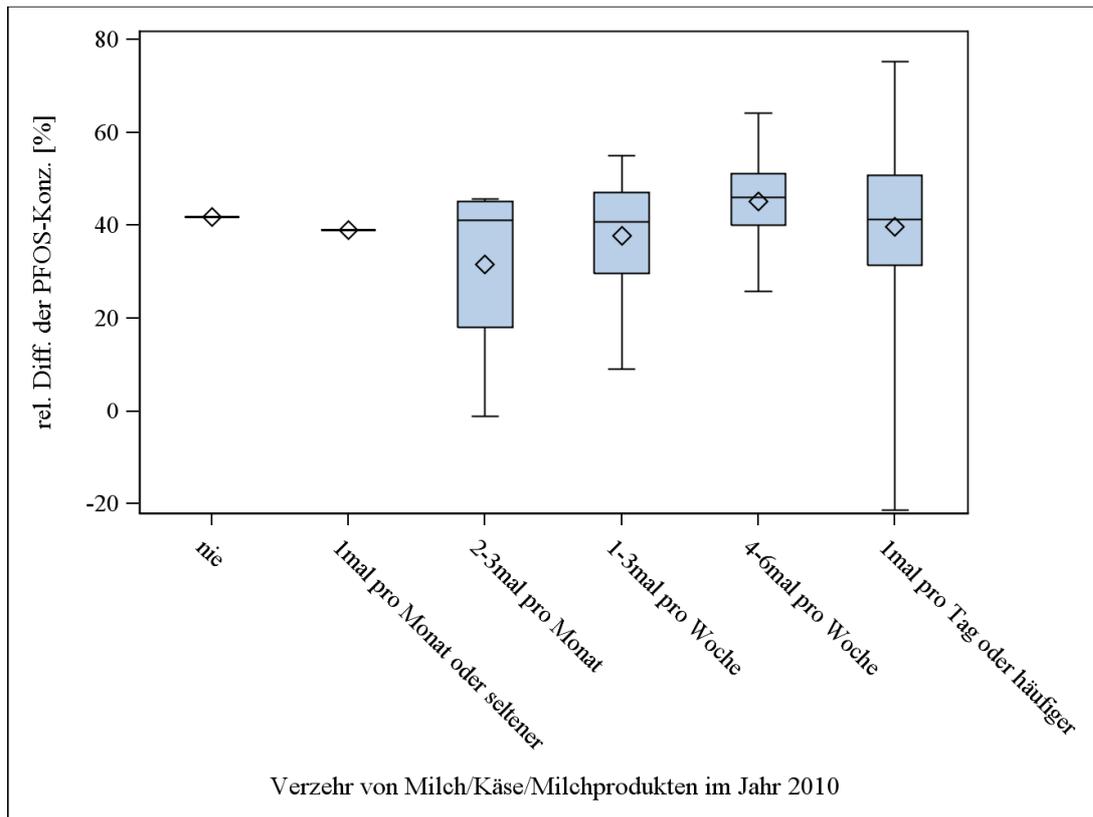


Abbildung 17: Relative Differenzen der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Konsum von Milch, Käse und Milchprodukten.

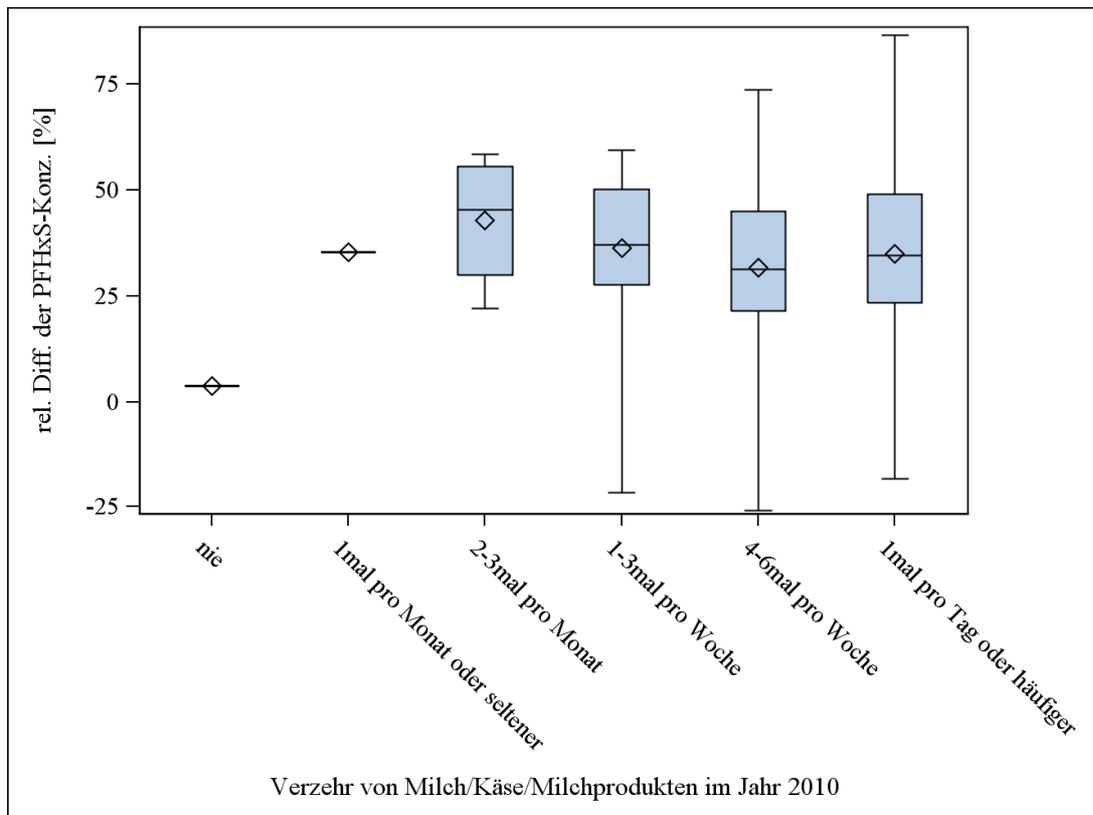


Abbildung 18: Relative Differenzen der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Konsum von Milch, Käse und Milchprodukten. Zur Darstellung wurden drei Ausreißer mit relativen Differenzen kleiner -300 % gelöscht.

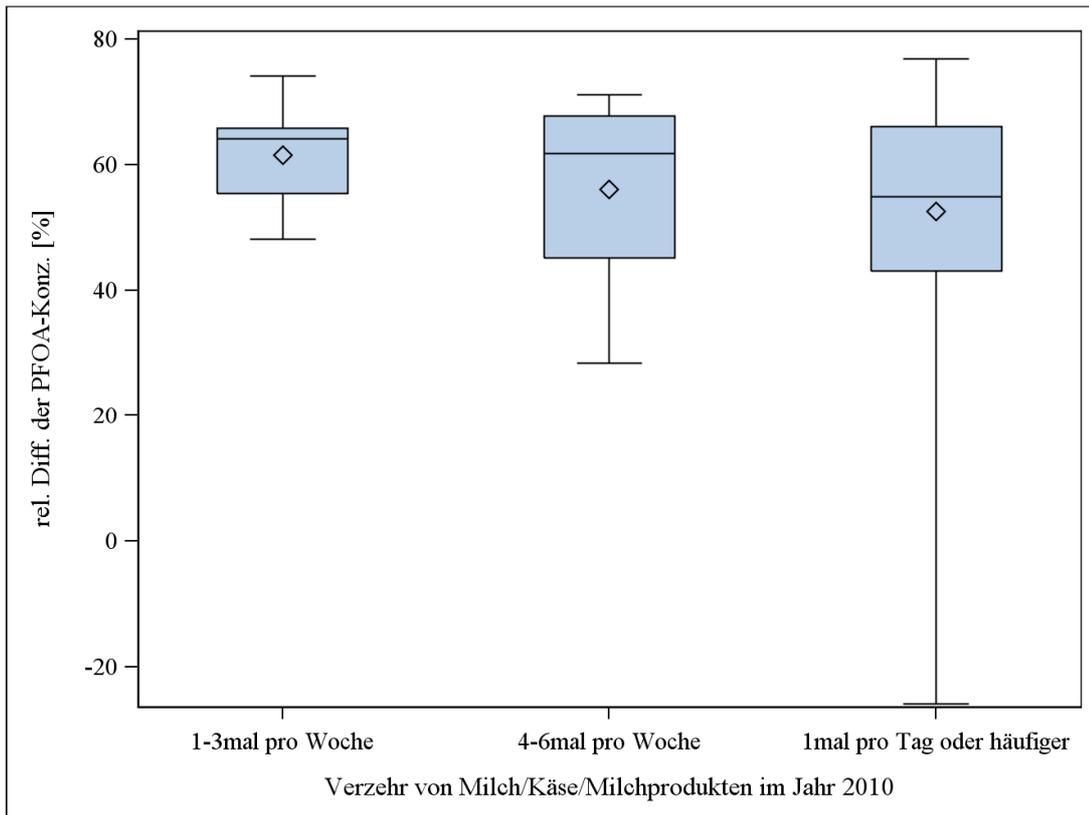


Abbildung 19: Relative Differenzen der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Konsum von Milch, Käse und Milchprodukten.

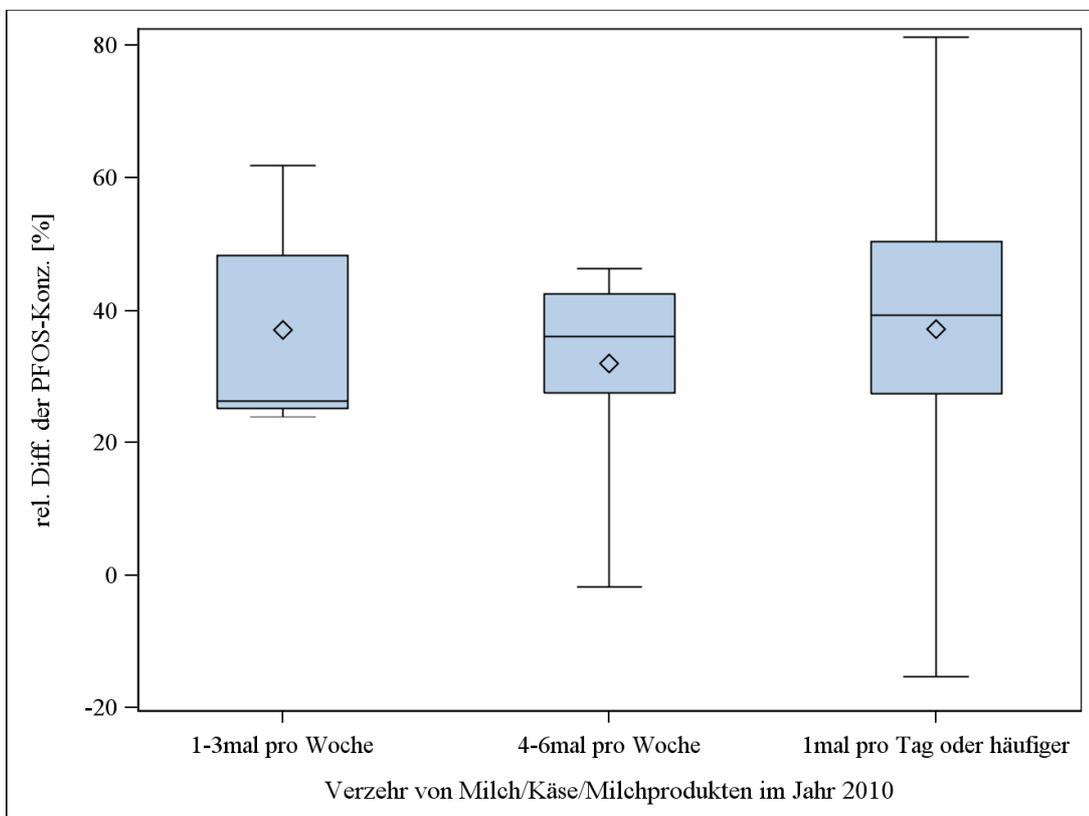


Abbildung 20: Relative Differenzen der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Konsum von Milch, Käse und Milchprodukten.

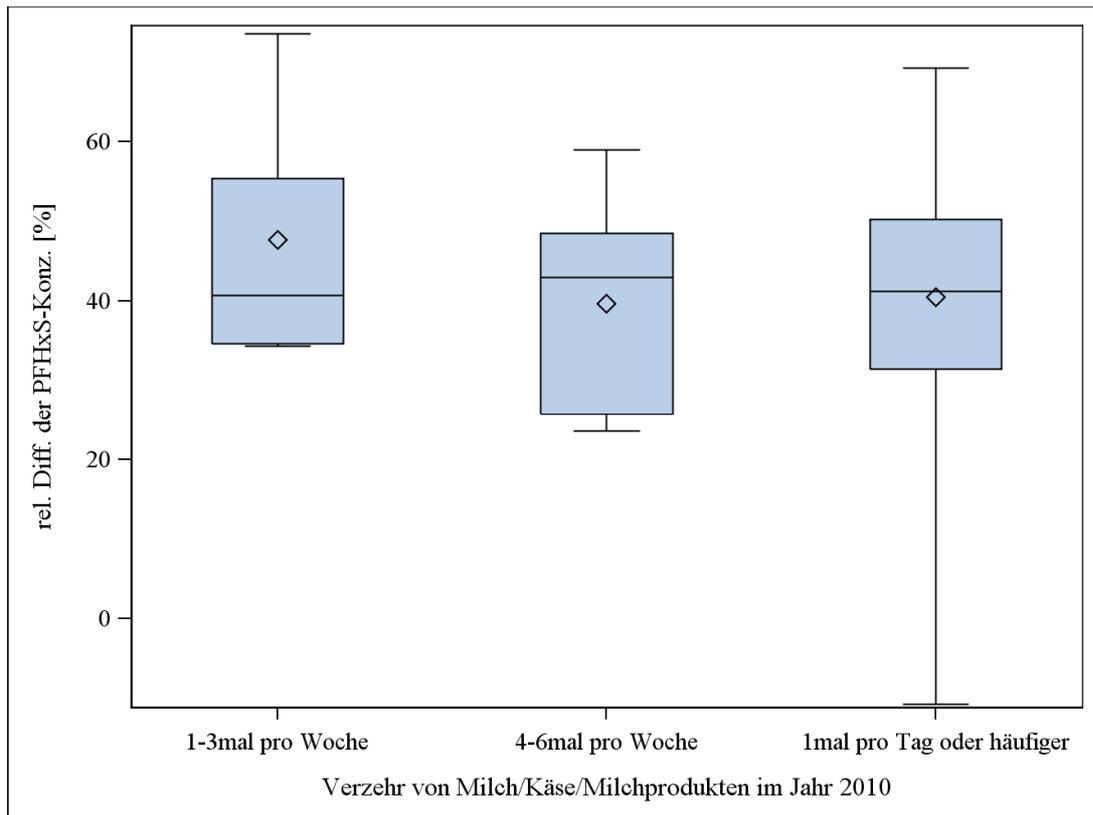


Abbildung 21: Relative Differenzen der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Konsum von Milch, Käse und Milchprodukten.

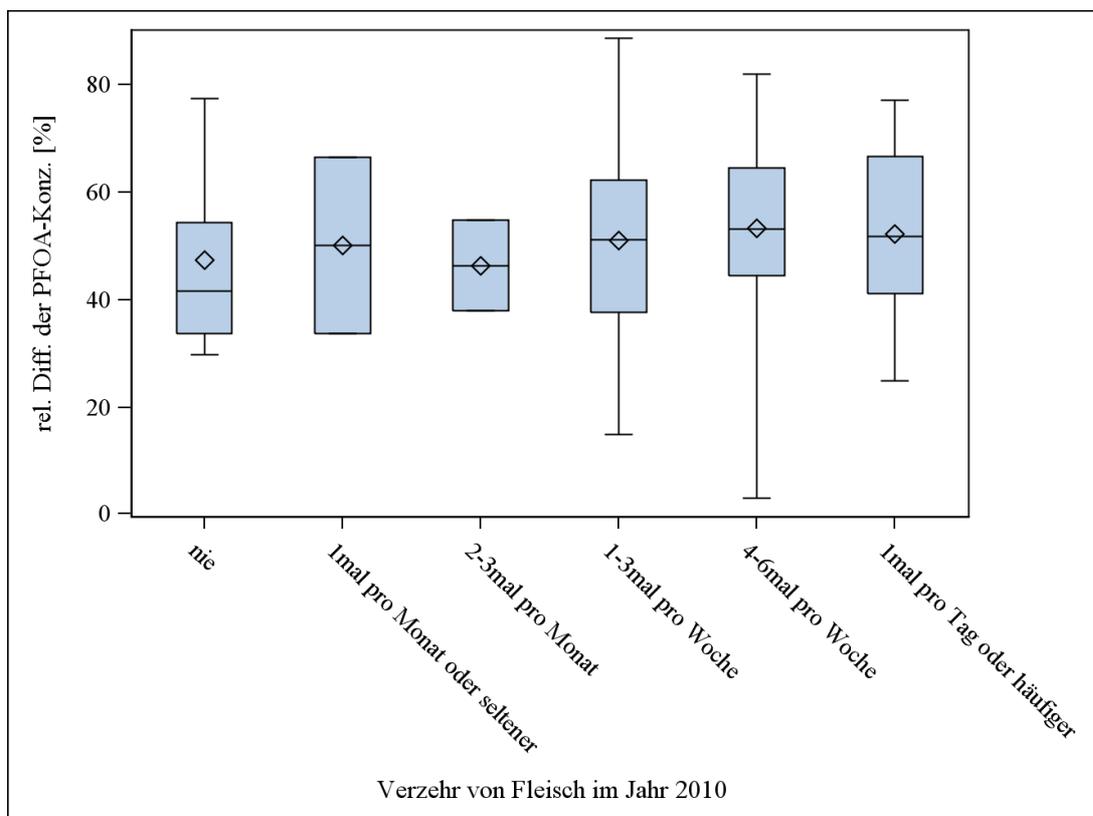


Abbildung 22: Relative Differenzen der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Konsum von Fleisch.

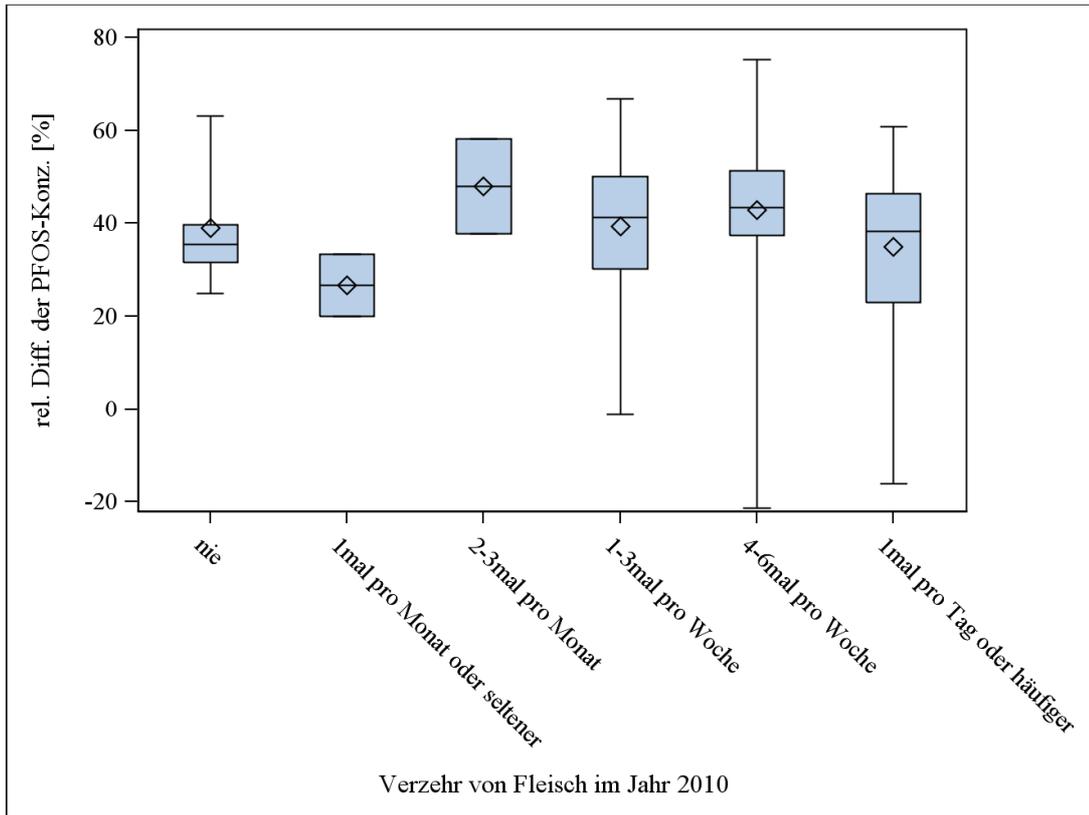


Abbildung 23: Relative Differenzen der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Konsum von Fleisch.

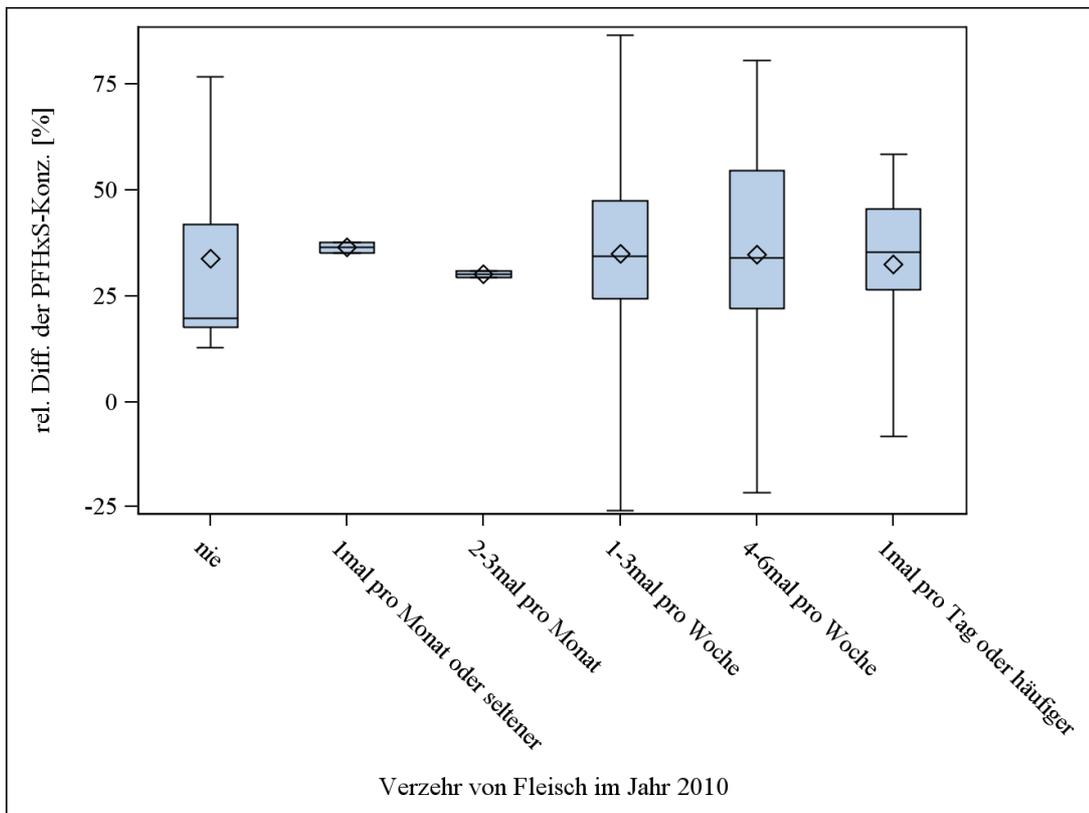


Abbildung 24: Relative Differenzen der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Erwachsene) aufgeteilt nach dem Konsum von Fleisch. Zur Darstellung wurden drei Ausreißer mit relativen Differenzen kleiner -300 % gelöscht.

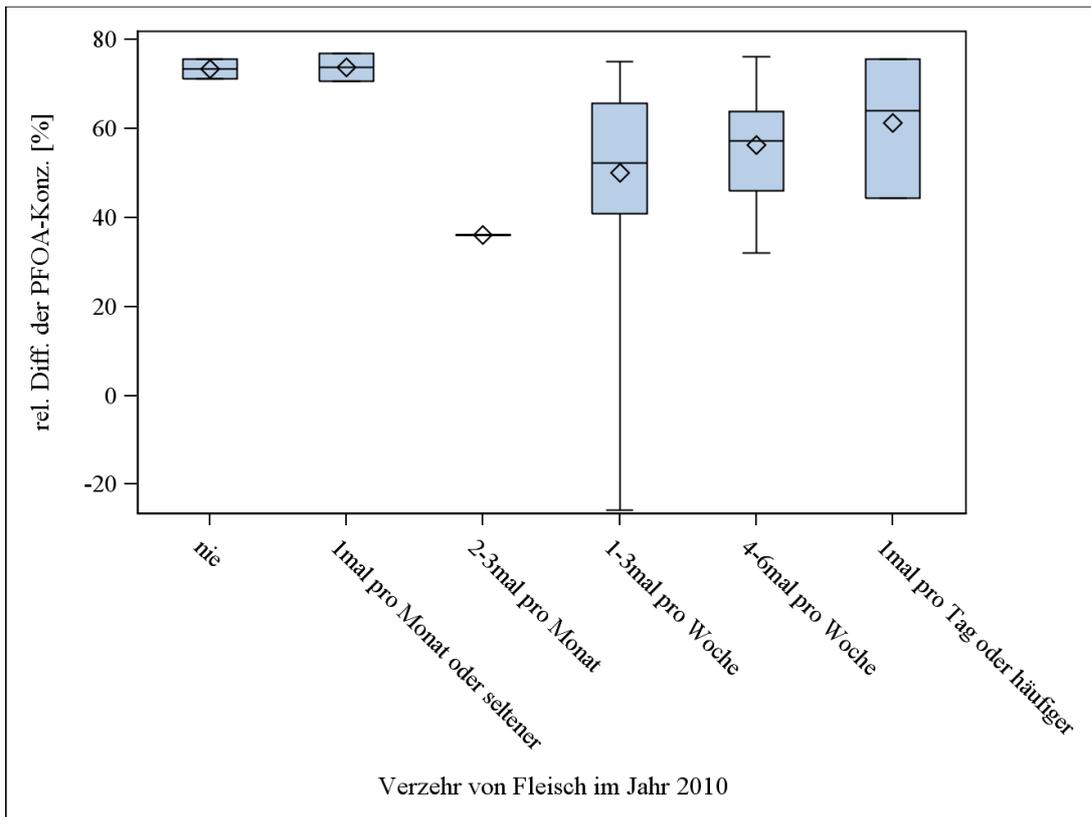


Abbildung 25: Relative Differenzen der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Konsum von Fleisch.

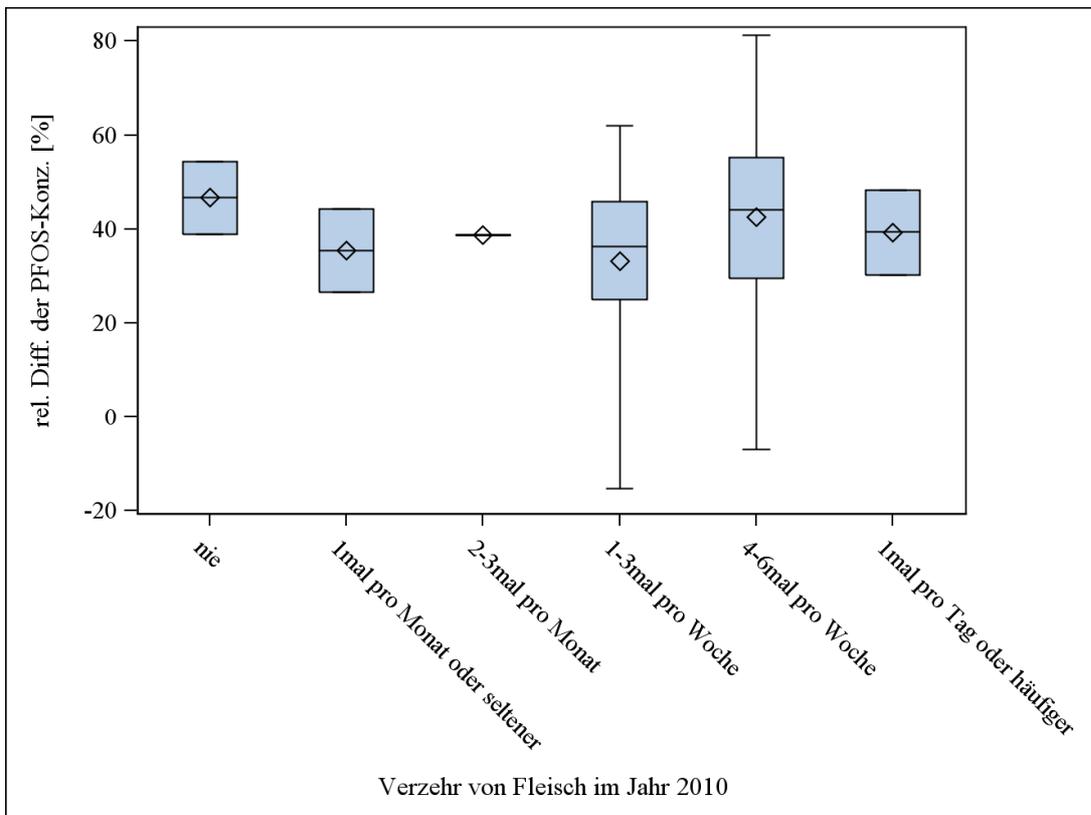


Abbildung 26: Relative Differenzen der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Konsum von Fleisch.

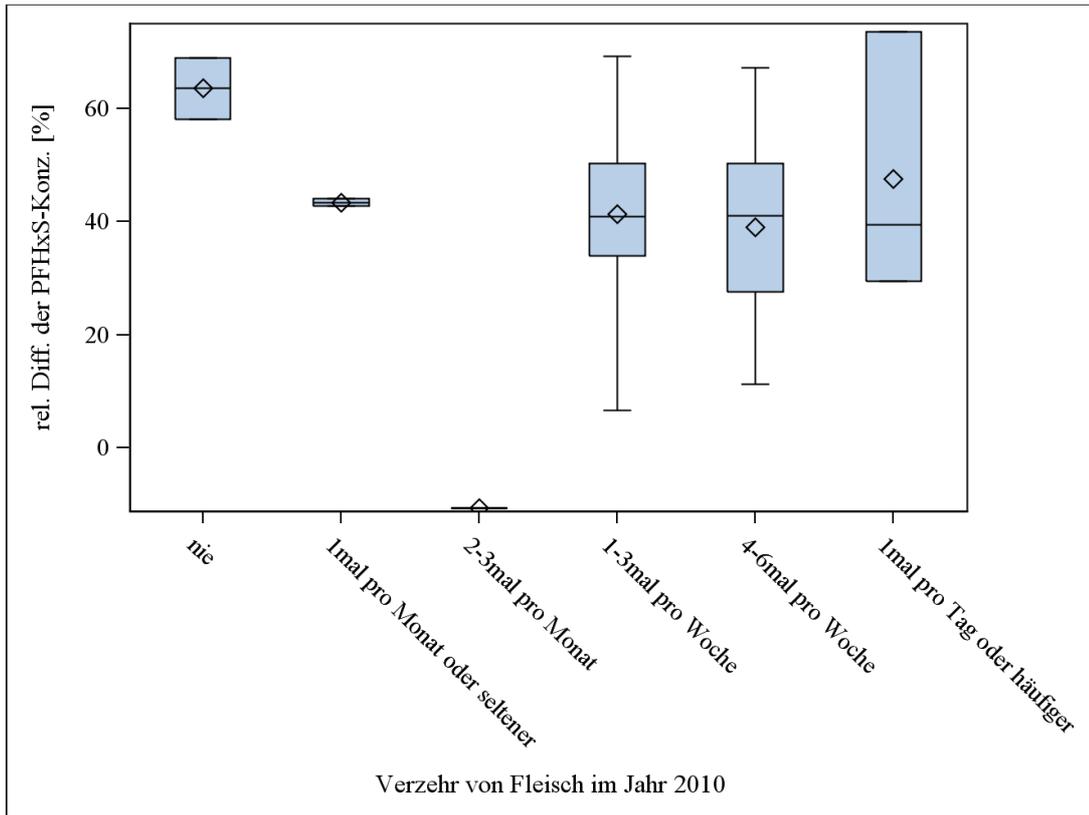


Abbildung 27: Relative Differenzen der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 der Studienteilnehmer (Kinder) aufgeteilt nach dem Konsum von Fleisch.

7.3 Streudiagramme

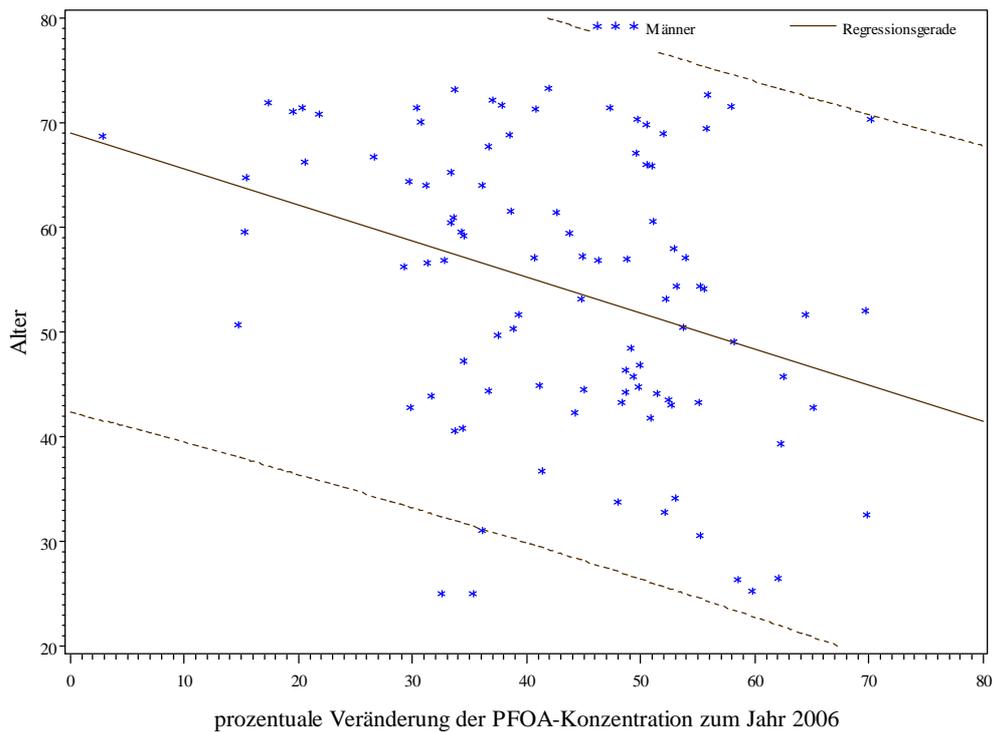


Abbildung 28: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Männern. Eingezeichnet ist die Regressionsgerade sowie das 95 % Konfidenzintervall für die individuellen Vorhersagewerte.

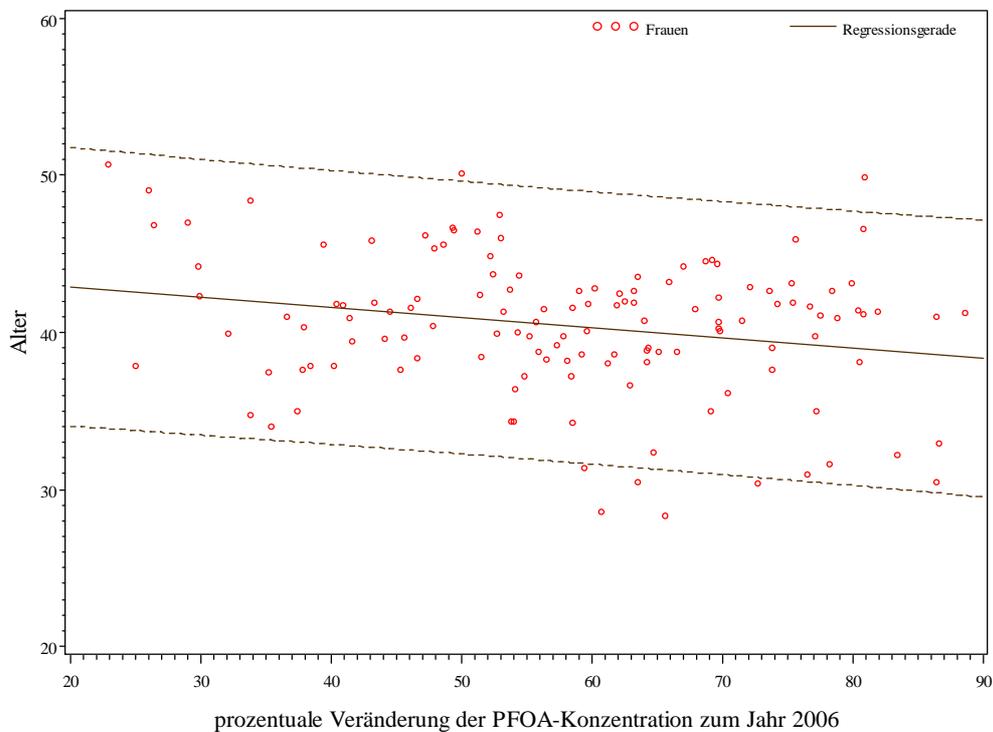


Abbildung 29: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Frauen. Eingezeichnet ist die Regressionsgerade sowie das 95 % Konfidenzintervall für die individuellen Vorhersagewerte.

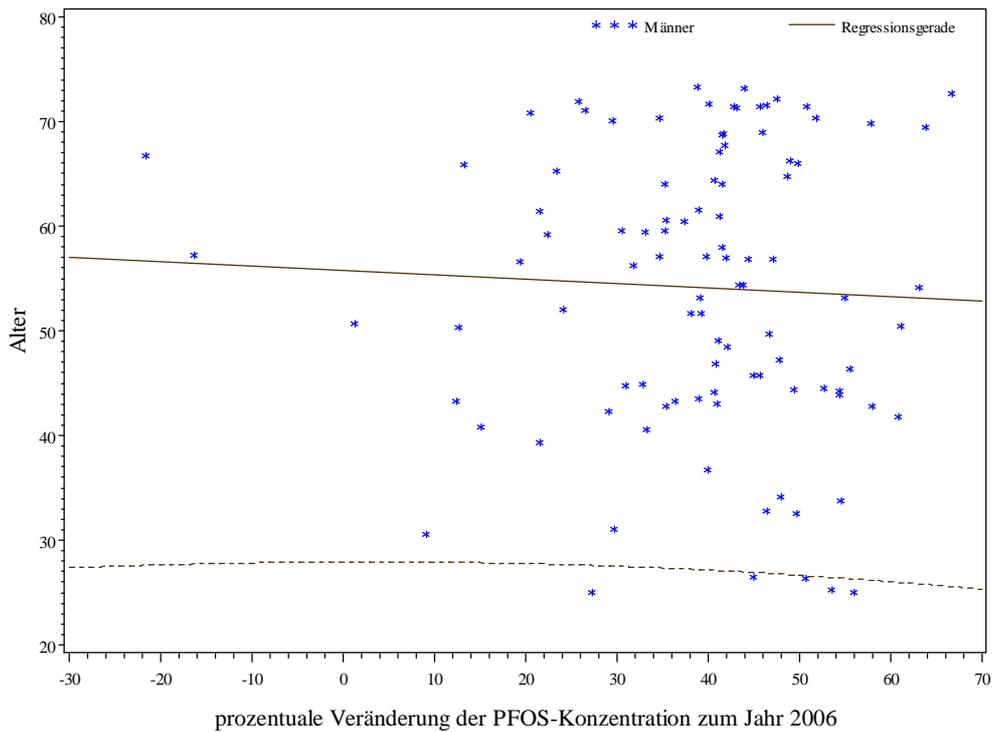


Abbildung 30: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Männern. Eingezeichnet ist die Regressionsgerade sowie das 95 % Konfidenzintervall für die individuellen Vorhersagewerte.

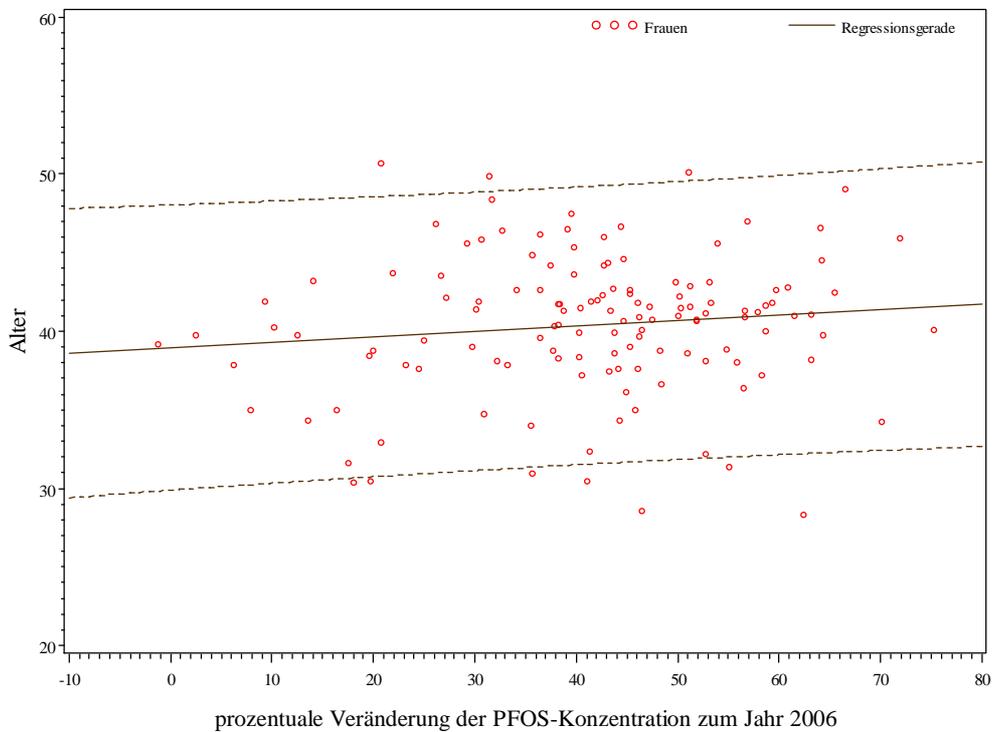


Abbildung 31: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Frauen. Eingezeichnet ist die Regressionsgerade sowie das 95 % Konfidenzintervall für die individuellen Vorhersagewerte.

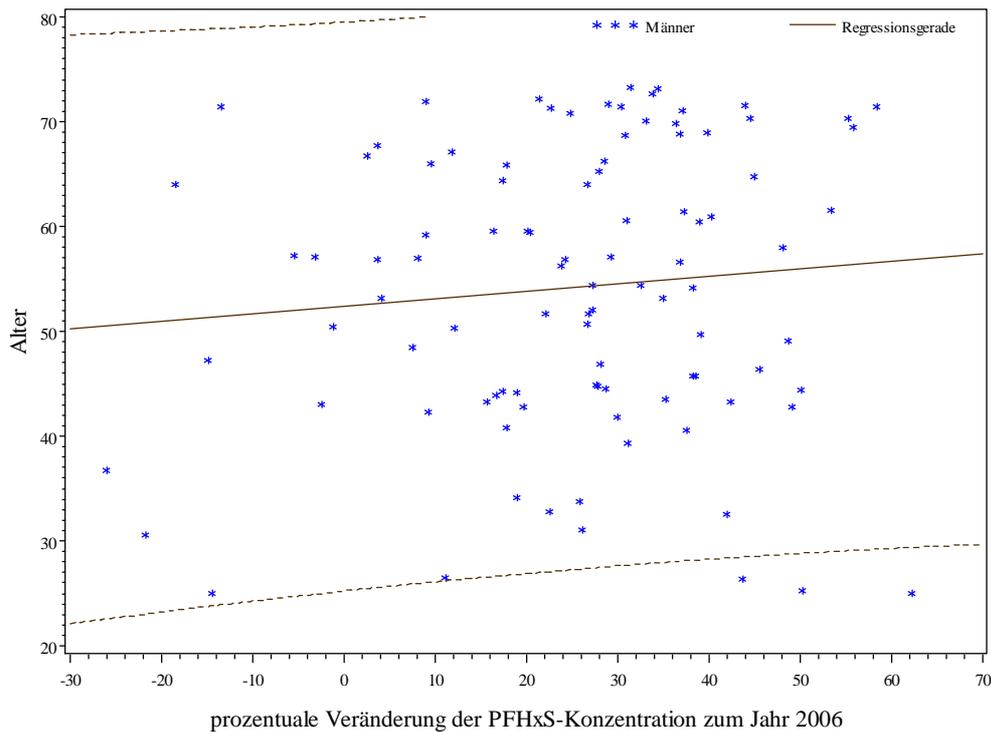


Abbildung 32: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Männern. Eingezeichnet ist die Regressionsgerade sowie das 95 % Konfidenzintervall für die individuellen Vorhersagewerte.

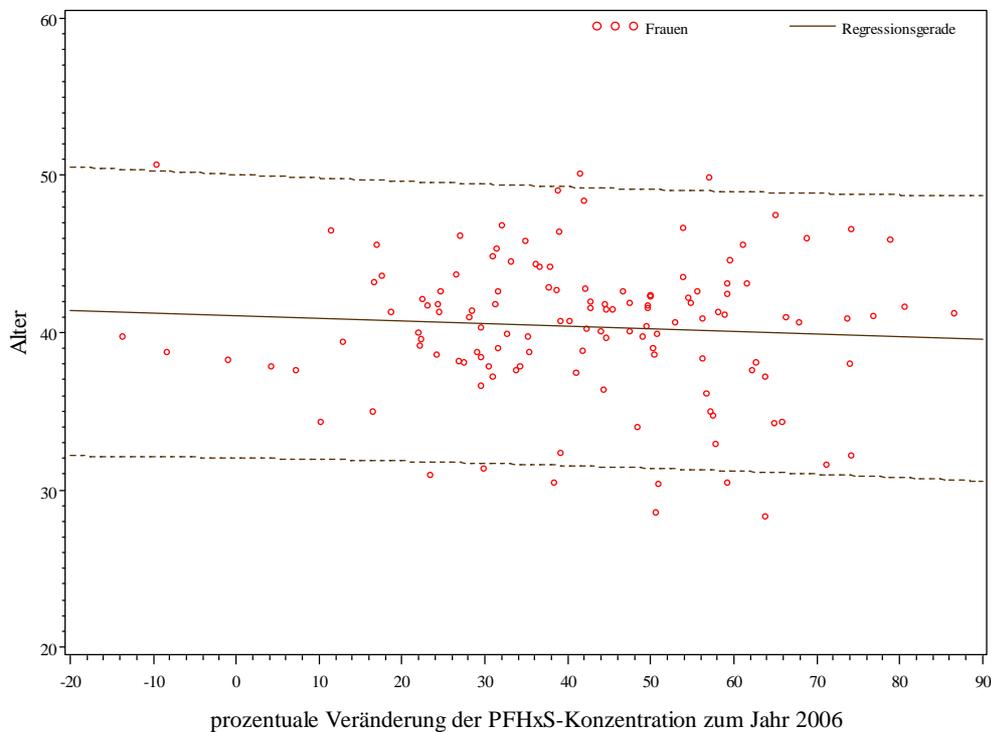


Abbildung 33: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Frauen. Eingezeichnet ist die Regressionsgerade sowie das 95 % Konfidenzintervall für die individuellen Vorhersagewerte. Drei Ausreißer mit Anstiegen größer als 100 % wurden zur Darstellung gelöscht.

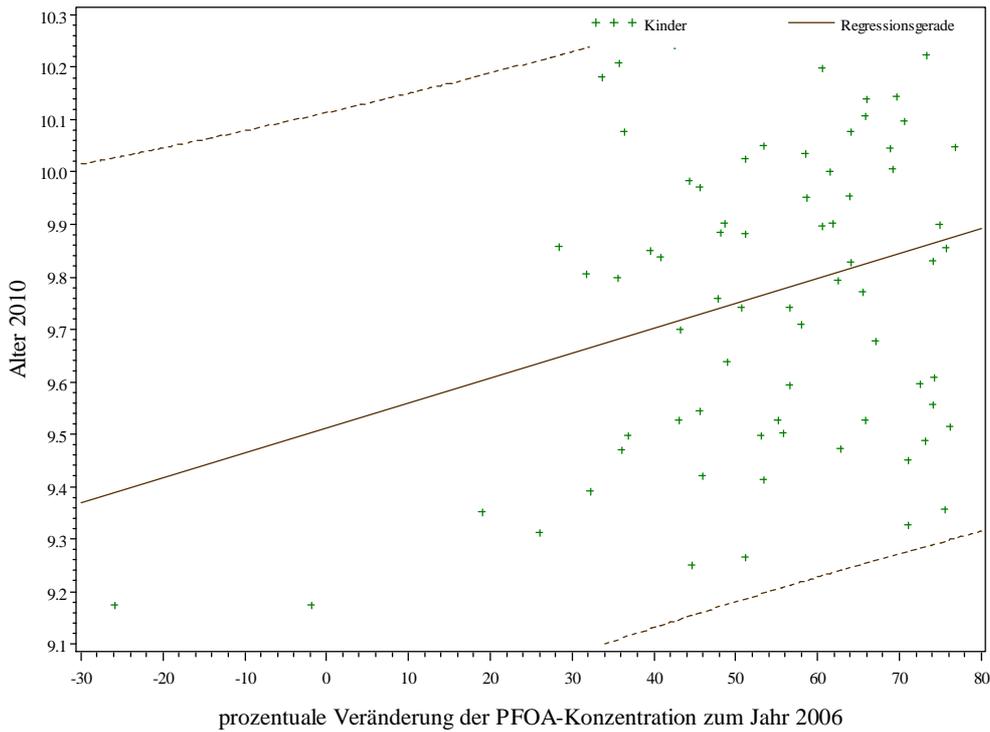


Abbildung 34: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFOA-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Kindern. Eingezeichnet ist die Regressionsgerade sowie das 95 % Konfidenzintervall für die individuellen Vorhersagewerte.

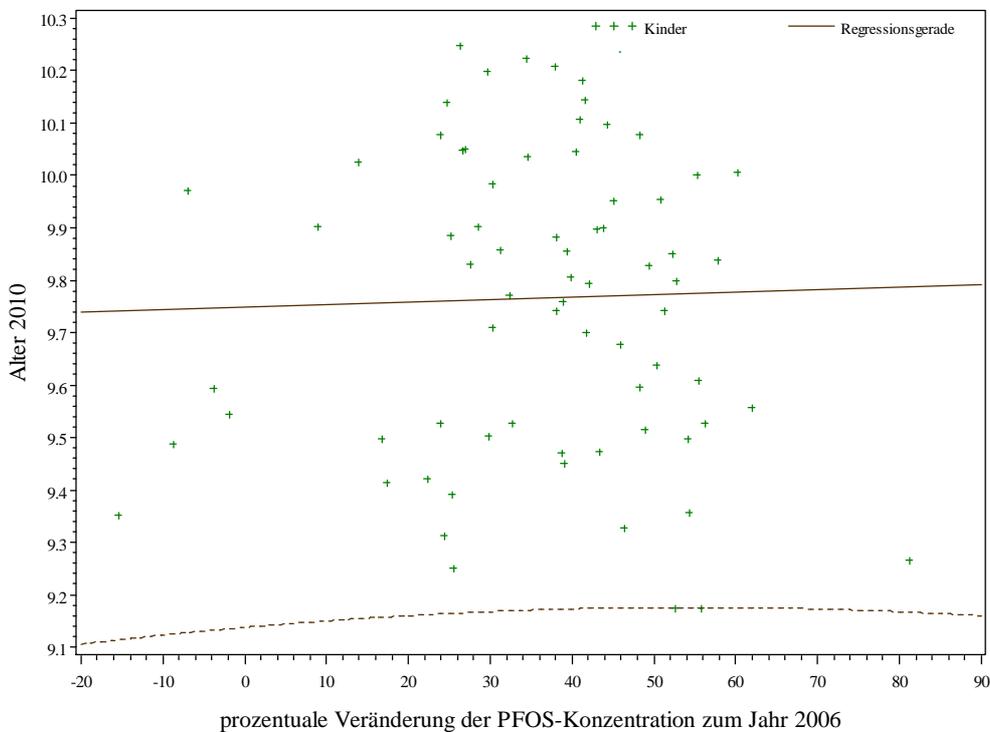


Abbildung 35: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFOS-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Kindern. Eingezeichnet ist die Regressionsgerade sowie das 95 % Konfidenzintervall für die individuellen Vorhersagewerte.

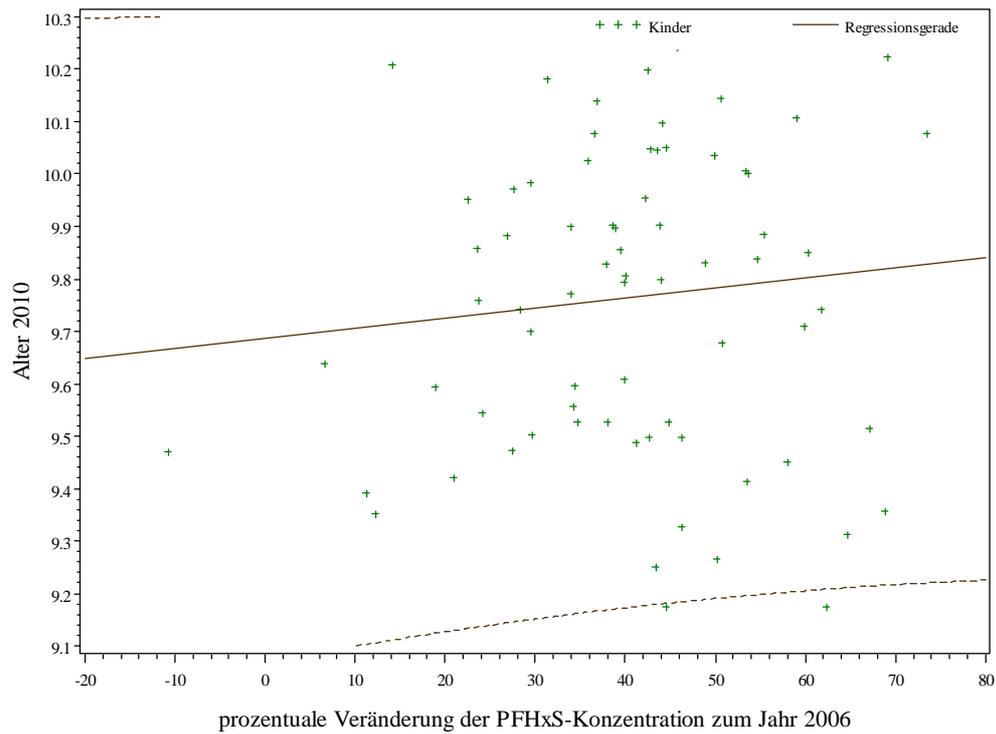


Abbildung 36: Streudiagramm des Alters und der prozentualen Veränderung der PFHxS-Konzentrationen zum Jahr 2006 bei Kindern. Eingezeichnet ist die Regressionsgerade sowie das 95 % Konfidenzintervall für die individuellen Vorhersagewerte.

7.4 Relative PFOA Unterschiede nach Alter

Tabelle 40: Trinkwasserkonsumänderung der Arnsberger Männer und Frauen aufgeteilt nach Altersgruppen. Dargestellt ist die Änderung des Trinkwasserkonsums nach Bekanntwerden der PFT-Trinkwasserkontamination der Probanden mit Teilnahme im Jahr 2006 und 2010.

Alter 2006 [Jahre]		<= 25		26 - 35		36 - 45		46 - 55		56 - 65		>= 66	
Geschlecht		♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Anzahl (N)		3	2	8	48	19	64	22	3	14	0	13	0
Änderung des Trinkwasserkonsums	Ja [%]	33	0	50	48	21	53	27	67	21	/	38	/
	Nein [%]	67	100	50	52	79	47	73	33	79	/	62	/
Mittlere rel. Unterschiede der PFOA-Konzentration 2006 - 2010 (GM) [%]		49	63	51	59	47	61	43	45	40	/	39	/
		54		58		57		43		40		39	

7.5 PFT-Gehalte im Trinkwasser

Tabelle 41: PFT-Konzentration in Trinkwasserproben, die von den Probanden am Untersuchungstag im eigenen Haushalt genommen wurden. Analysen durch LANUV NRW.

Probenahme	Gehalt [ng/L]									Ort (PLZ)
	PFPA	PFBS	PFHxA	PFHpA	PFHxS	PFOA	PFNA	PFOS	PFDA	
25.10.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	Arnsberg (59759)
27.10.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	Arnsberg (59759)
28.10.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	Arnsberg (59755)
03.11.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	Arnsberg (59755)
04.11.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	Arnsberg (59755)
09.11.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	Arnsberg (59759)
10.11.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	17	<BG	<BG	<BG	Arnsberg (59821)
10.11.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	16	<BG	<BG	<BG	Arnsberg (59823)
10.11.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	Arnsberg (59757)
11.11.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	Arnsberg (59755)
11.11.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	Arnsberg (Aktivkohlefilter im Haushalt)
11.11.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	16	<BG	<BG	<BG	Arnsberg (59823)
16.11.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	Brilon (59929)
17.11.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	Siegen (57076)
18.11.10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	Siegen (57076)
25.11.10	10	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	<BG	Arnsberg (59755)
25.11.10	<BG	13	<BG	<BG	<BG	12	<BG	<BG	<BG	Bochum (44797)

<BG= unter Bestimmungsgrenze (10 ng/l)

7.6 Häufigkeitstabellen Fragebögen

7.6.1 Häufigkeitstabellen der Interviewfragen Erwachsene

Tabelle 42: 4.4 Wie häufig im Durchschnitt verzehrten Sie selbst innerhalb der letzten 12 Monate Fleisch?
Bitte geben sie den Verzehr in Prozent an.

Häufigkeit Spaltenprozent	Männer			Frauen		
	Arnsberg	Brilon	Summe	Arnsberg	Siegen	Summe
Keine Angabe	0	0	0	2 1,71	1 5,26	3
nie	1 1,27	0 0,00	1	3 2,56	1 5,26	4
1mal pro Monat oder seltener	1 1,27	0 0,00	1	1 0,85	0 0,00	1
2-3mal pro Monat	0	0	0	1 0,85	1 5,26	2
1-3mal pro Woche	39 49,37	11 55,00	50	62 52,99	11 57,89	73
4-6mal pro Woche	30 37,97	5 25,00	35	41 35,04	4 21,05	45
1mal pro Tag oder häufiger	8 10,13	4 20,00	12	7 5,98	1 5,26	8
Summe	79	20	99	117	19	136

Tabelle 43: 4.4 Fleischverzehr: Aus eigener Schlachtung.

Häufigkeit Spaltenprozent	Männer			Frauen			
	Arnsberg	Brilon	Summe	Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
0	77 98,72	20 100,00	97	0	111 100,00	17 100,00	128
100	1 1,28	0 0,00	1				
Summe	78	20	98	Summe	111	17	128

Tabelle 44: 4.4 Fleischverzehr: Vom hiesigen Metzger.

Häufigkeit Spaltenprozent	Männer			Frauen			
	Arnsberg	Brilon	Summe	Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe

	Männer			Frauen			
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Brilon	Summe	Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
0	22 28,21	8 40,00	30	0	37 33,04	5 29,41	42
5	1 1,28	0 0,00	1	10	2 1,79	2 11,76	4
10	2 2,56	2 10,00	4	20	4 3,57	0 0,00	4
15	1 1,28	0 0,00	1	25	2 1,79	0 0,00	2
20	3 3,85	0 0,00	3	30	2 1,79	1 5,88	3
30	3 3,85	1 5,00	4	40	2 1,79	0 0,00	2
40	1 1,28	1 5,00	2	50	24 21,43	1 5,88	25
50	15 19,23	1 5,00	16	60	1 0,89	3 17,65	4
70	4 5,13	0 0,00	4	66,66	1 0,89	0 0,00	1
80	4 5,13	0 0,00	4	70	4 3,57	0 0,00	4
100	22 28,21	7 35,00	29	80	7 6,25	0 0,00	7
Summe	78	20	98	90	4 3,57	1 5,88	5
				100	22 19,64	4 23,53	26
				Summe	112	17	129

Tabelle 45: 4.4 Fleischverzehr: Aus dem Supermarkt.

	Männer			Frauen			
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Brilon	Summe	Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
0	23 29,49	7 35,00	30	0	22 19,64	4 23,53	26
20	4 5,13	0 0,00	4	10	4 3,57	1 5,88	5
30	4 5,13	0 0,00	4	20	7 6,25	0 0,00	7
50	15 19,23	1 5,00	16	30	4 3,57	0 0,00	4

	Männer			Frauen			
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Brilon	Summe	Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
60	1 1,28	1 5,00	2	33,33	1 0,89	0 0,00	1
70	3 3,85	1 5,00	4	40	1 0,89	3 17,65	4
80	3 3,85	0 0,00	3	50	24 21,43	1 5,88	25
85	1 1,28	0 0,00	1	60	2 1,79	0 0,00	2
90	2 2,56	2 10,00	4	70	2 1,79	1 5,88	3
95	1 1,28	0 0,00	1	75	2 1,79	0 0,00	2
100	21 26,92	8 40,00	29	80	4 3,57	0 0,00	4
Summe	78	20	98	90	2 1,79	2 11,76	4
				100	37 33,04	5 29,41	42
				Summe	112	17	129

Tabelle 46: 4.4 Wie häufig im Durchschnitt verzehrten Sie selbst innerhalb der letzten 12 Monate Fisch?
Bitte geben sie den Verzehr in Prozent an.

	Männer			Frauen		
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Brilon	Summe	Arnsberg	Siegen	Summe
Keine Angabe	0	0	00	1 0,85	1 5,26	2
nie	3 3,80	2 10,00	5	12 10,26	2 10,53	14
1mal pro Monat oder seltener	12 15,19	3 15,00	15	12 10,26	2 10,53	14
2-3mal pro Monat	11 13,92	2 10,00	13	23 19,66	5 26,32	28
1-3mal pro Woche	49 62,03	13 65,00	62	69 58,97	9 47,37	78
4-6mal pro Woche	4 5,06	0 0,00	4	0	0	0
1mal pro Tag oder häufiger	0	0	0	0	0	0
Summe	79	20	99	117	19	136

Tabelle 47: 4.4 Fischverzehr: Aus Gewässern der Umgebung.

	Männer			Frauen			
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Brilon	Summe	Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
0	68 89,47	16 88,89	84	0	101 97,12	15 93,75	116
1	1 1,32	0 0,00	1	5	1 0,96	0 0,00	1
5	2 2,63	0 0,00	2	40	0 0,00	1 6,25	1
10	3 3,95	0 0,00	3	50	2 1,92	0 0,00	2
15	0 0,00	1 5,56	1	Summe	104	16	120
20	1 1,32	0 0,00	1				
30	1 1,32	0 0,00	1				
100	0 0,00	1 5,56	1				
Summe	76	18	94				

Tabelle 48: 4.4 Fischverzehr: Aus dem Supermarkt.

	Männer			Frauen			
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Brilon	Summe	Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
0	0 0,00	1 5,56	1	50	2 1,92	0 0,00	2
70	1 1,32	0 0,00	1	60	0 0,00	1 6,25	1
80	1 1,32	0 0,00	1	95	1 0,96	0 0,00	1
85	0 0,00	1 5,56	1	100	101 97,12	15 93,75	116
90	3 3,95	0 0,00	3	Summe	104	16	120
95	2 2,63	0 0,00	2				
99	1 1,32	0 0,00	1				
100	68 89,47	16 88,89	84				
Summe	76	18	94				

Tabelle 49: 4.4 Wie häufig im Durchschnitt verzehrten Sie selbst innerhalb der letzten 12 Monate Milch/Käse/Milchprodukte? Bitte geben sie den Verzehr in Prozent an.

Häufigkeit Spaltenprozent	Männer			Frauen		
	Arnsberg	Brilon	Summe	Arnsberg	Siegen	Summe
Keine Angabe	0	0		1 0,85	1 5,26	2
nie	1 1,27	0 0,00	1	0	0	0
1mal pro Monat oder seltener	1 1,27	0 0,00	1	0	0	0
2-3mal pro Monat	0 0,00	1 5,00	1	3 2,56	0 0,00	3
1-3mal pro Woche	5 6,33	3 15,00	8	5 4,27	1 5,26	6
4-6mal pro Woche	13 16,46	4 20,00	17	13 11,11	0 0,00	13
1mal pro Tag oder häufiger	59 74,68	12 60,00	71	95 81,20	17 89,47	112
Summe	79	20	99	117	19	136

Tabelle 50: 4.4 Milch/Käse/Milchprodukte: Von eigenen Kühen.

Häufigkeit Spaltenprozent	Männer		
	Arnsberg	Brilon	Summe
0	78 100,00	19 95,00	97
10	0 0,00	1 5,00	1
Summe	78	20	98

Tabelle 51: 4.4 Milch/Käse/Milchprodukte: Vom hiesigen Bauern.

Häufigkeit Spaltenprozent	Männer			Häufigkeit Spaltenprozent	Frauen		
	Arnsberg	Brilon	Summe		Arnsberg	Siegen	Summe
0	76 97,44	18 90,00	94	0	112 96,55	17 94,44	129
20	1 1,28	0 0,00	1	10	1 0,86	0 0,00	1
80	0 0,00	1 5,00	1	20	1 0,86	0 0,00	1

	Männer			Frauen			
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Brilon	Summe	Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
100	1 1,28	1 5,00	2	50	1 0,86	0 0,00	1
Summe	78	20	98	70	1 0,86	0 0,00	1
				100	0 0,00	1 5,56	1
				Summe	116	18	134

Tabelle 52: 4.4 Milch/Käse/Milchprodukte: Aus dem Supermarkt.

	Männer			Frauen			
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Brilon	Summe	Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
0	1 1,28	1 5,00	2	0	0 0,00	1 5,56	1
20	0 0,00	1 5,00	1	30	1 0,86	0 0,00	1
80	1 1,28	0 0,00	1	50	1 0,86	0 0,00	1
90	0 0,00	1 5,00	1	80	1 0,86	0 0,00	1
100	76 97,44	17 85,00	93	90	1 0,86	0 0,00	1
Summe	78	20	98	100	112 96,55	17 94,44	129
				Summe	116	18	134

7.6.2 Häufigkeitstabellen der Interviewfragen Kinder

Tabelle 53: 4.4 Fleischverzehr Kind: Wie häufig im Durchschnitt verzehrte ihr Kind innerhalb der letzten 12 Monate Fleisch? Bitte geben sie den Verzehr in Prozent an.

Häufigkeit Spaltenprozent	Kinder		
	Arnsberg	Siegen	Summe
nie	2 3,51	0 0,00	2
1mal pro Monat oder seltener	2 3,51	0 0,00	2
2-3mal pro Monat	0 0,00	1 5,26	1
1-3mal pro Woche	31 54,39	13 68,42	44
4-6mal pro Woche	18 31,58	5 26,32	23
1mal pro Tag oder häufiger	4 7,02	0 0,00	4
Summe	57	19	76

Tabelle 54: 4.4 Fleischverzehr Kind: Aus eigener Schlachtung.

Häufigkeit Spaltenprozent	Kinder		
	Arnsberg	Siegen	Summe
0	54 100,00	19 100,00	73
Summe	54	19	73

Tabelle 55: 4.4 Fleischverzehr Kind: Vom hiesigen Metzger.

Häufigkeit Spaltenprozent	Kinder		
	Arnsberg	Siegen	Summe
0	17 31,48	7 36,84	24
10	0 0,00	2 10,53	2
20	2 3,70	0 0,00	2
25	1 1,85	0 0,00	1

	Kinder		
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
30	1 1,85	1 5,26	2
50	14 25,93	1 5,26	15
60	1 1,85	3 15,79	4
70	2 3,70	0 0,00	2
80	4 7,41	0 0,00	4
85	1 1,85	0 0,00	1
90	1 1,85	1 5,26	2
100	10 18,52	4 21,05	14
Summe	54	19	73

Tabelle 56: 4.4 Fleischverzehr Kind: Aus dem Supermarkt.

	Kinder		
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
0	10 18,52	4 21,05	14
10	1 1,85	1 5,26	2
15	1 1,85	0 0,00	1
20	4 7,41	0 0,00	4
30	2 3,70	0 0,00	2
40	1 1,85	3 15,79	4
50	14 25,93	1 5,26	15
70	1 1,85	1 5,26	2
75	1 1,85	0 0,00	1
80	2 3,70	0 0,00	2

	Kinder		
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
90	0 0,00	2 10,53	2
100	17 31,48	7 36,84	24
Summe	54	19	73

Tabelle 57: 4.4 Wie häufig im Durchschnitt verzehrte ihr Kind innerhalb der letzten 12 Monate Fisch? Bitte geben sie den Verzehr in Prozent an.

	Kinder		
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
Keine Angabe	0 0,00	1 5,26	1
nie	11 19,30	3 15,79	14
1mal pro Monat oder seltener	7 12,28	3 15,79	10
2-3mal pro Monat	12 21,05	6 31,58	18
1-3mal pro Woche	27 47,37	6 31,58	33
Summe	57	19	76

Tabelle 58: 4.4 Fischverzehr Kind: Aus Gewässern der Umgebung.

	Kinder		
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
0	41 95,35	16 94,12	57
5	1 2,33	0 0,00	1
40	0 0,00	1 5,88	1
50	1 2,33	0 0,00	1
Summe	43	17	60

Tabelle 59: 4.4 Fischverzehr Kind: Aus dem Supermarkt.

	Kinder		
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
50	1 2,33	0 0,00	1
60	0 0,00	1 5,88	1
95	1 2,33	0 0,00	1
100	41 95,35	16 94,12	57
Summe	43	17	60

Tabelle 60: 4.4 Wie häufig im Durchschnitt verzehrte ihr Kind innerhalb der letzten 12 Monate Milch/Käse/Milchprodukte? Bitte geben sie den Verzehr in Prozent an.

	Kinder		
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
1-3mal pro Woche	5 8,77	0 0,00	5
4-6mal pro Woche	6 10,53	2 10,53	8
1mal pro Tag oder häufiger	46 80,70	17 89,47	63
Summe	57	19	76

Tabelle 61: 4.4 Verzehr von Milch/Käse/Milchprodukte Kind: Von eigenen Kühen.

	Kinder		
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
0	57 100,00	18 100,00	75
Summe	57	18	75

Tabelle 62: 4.4 Verzehr von Milch/Käse/Milchprodukte Kind: Vom hiesigen Bauern.

	Kinder		
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
0	54 94,74	17 94,44	71

	Kinder		
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
10	1 1,75	0 0,00	1
20	1 1,75	0 0,00	1
70	1 1,75	0 0,00	1
100	0 0,00	1 5,56	1
Summe	57	18	75

Tabelle 63: 4.4 Verzehr von Milch/Käse/Milchprodukte Kind: Aus dem Supermarkt.

	Kinder		
Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
0	0 0,00	1 5,56	1
30	1 1,75	0 0,00	1
80	1 1,75	0 0,00	1
90	1 1,75	0 0,00	1
100	54 94,74	17 94,44	71
Summe	57	18	75

7.6.3 Häufigkeitstabellen des Erwachsenenfragebogens

Tabelle 64: Frage 1.0: Wie hoch ist ihr aktuelles Gewicht?

Gewicht [kg]	Männer			Frauen		
	Arnsberg	Brilon	Gesamt	Arnsberg	Siegen	Gesamt
N	78	20	98	115	17	132
fehlende Werte	1	0	1	2	2	4
arithm. Mittelwert	86,1	81,2	85,1	71,9	64,5	71,0
Standardabweichung	12,6	10,2	12,2	15,5	9,4	15,1
Minimum	56,0	67,0	56,0	48,0	55,0	48,0
10. Perzentil	73,0	70,8	73,0	56,0	55,0	56,0
25. Perzentil	78,0	74,5	77,0	62,5	58,0	60,0
50. Perzentil	84,0	79,5	83,0	69,0	60,0	68,3
75. Perzentil	93,0	86,5	91,0	78,0	70,0	75,5
90. Perzentil	104,0	98,5	104,0	90,0	79,0	89,0
95. Perzentil	108,0	101,5	105,0	103,0	89,0	100,0
Maximum	120,0	104,0	120,0	135,0	89,0	135,0
geom. Mittelwert	85,2	80,6	84,2	70,5	63,9	69,6
untere Grenze 95%- Konfidenzintervall	82,5	76,2	81,9	67,9	59,6	67,3
obere Grenze 95%- Konfidenzintervall	88,0	85,3	86,7	73,1	68,6	71,9

Tabelle 65: 6.0 Wie stark fühlen Sie sich durch den Nachweis von PFT im Trinkwasser beunruhigt?

Häufigkeit Spaltenprozent	Männer			Frauen		
	Arnsberg	Brilon	Summe	Arnsberg	Siegen	Summe
fehlende Angaben	0 0,00	1 5,00	1	0 0,00	2 10,53	2
überhaupt nicht	11 13,92	8 40,00	19	8 6,84	3 15,79	11
etwas	26 32,91	7 35,00	33	37 31,62	7 36,84	44
mittelmäßig	25 31,65	2 10,00	27	40 34,19	6 31,58	46
stark	13 16,46	1 5,00	14	24 20,51	1 5,26	25
äußerst stark	4 5,06	1 5,00	5	8 6,84	0 0,00	8
Summe	79	20	99	117	19	136

Tabelle 66: Schulabschluss der Männer und Frauen

Häufigkeit Spaltenprozent	Männer	Frauen
Keine Angabe	1 1,01	2 1,94
Volkschul-/Hauptschulabschluss	35 35,35	15 14,56
Realschulabschluss/Mittlere Reife	26 26,26	40 38,83
Polytechn. Oberschule 10. Klasse	2 2,02	2 1,94
Fachhochschulreife	17 17,17	10 9,71
Fachgebundene Hochschulreife/Abitur (Gymnasium/EOS)	16 16,16	30 29,13
Anderer Schulabschluss	2 2,02	3 2,91
Keinen Abschluss	0 0,00	1 0,97
Summe	99 100	103 100
Fehlende Angaben	0	32

7.6.4 Häufigkeitstabellen des Fragebogens für das Kind

Tabelle 67: 1.0 Wie groß ist Ihr Kind?

Größe des Kindes [cm]	Siegen	Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	18	54	72
Fehlende Werte	1	1	2
arithm. Mittelwert	141,06	143,97	143,24
Standardabweichung	8,78	6,89	7,45
Minimum	126	130	126
10. Perzentil	129	134	133
25. Perzentil	138	139	139
50. Perzentil	140,5	145	143,5
75. Perzentil	144	148	148
90. Perzentil	156	152	153
95. Perzentil	157	155	156
Maximum	157	160	160
geom. Mittelwert (GM)	140,8	143,81	143,05
untere Grenze Konfidenzintervall GM	136,53	141,93	141,31
obere Grenze Konfidenzintervall GM	145,2	145,71	144,82

Tabelle 68:: 1.1 Wie hoch ist das aktuelle Gewicht Ihres Kindes?

Gewicht des Kindes [kg]	Siegen	Arnsberg	Gesamt
Anzahl (N)	19	55	74
Fehlende Werte	0	0	0
arithm. Mittelwert	34,49	37,59	36,79
Standardabweichung	8,02	7,2	7,48
Minimum	23	25	23
10. Perzentil	25	29,5	28
25. Perzentil	28	32	32
50. Perzentil	34,5	36	36
75. Perzentil	40	42	42
90. Perzentil	48	47,5	47,5
95. Perzentil	50	53	52
Maximum	50	56	56
geom. Mittelwert (GM)	33,64	36,94	36,06
untere Grenze Konfidenzintervall GM	30,11	35,12	34,42
obere Grenze Konfidenzintervall GM	37,58	38,85	37,78

Tabelle 69: 4.0 Wie stark ist Ihre Besorgnis um die Gesundheit Ihres Kindes aufgrund des Nachweises von PFT im Trinkwasser?

Häufigkeit Spaltenprozent	Arnsberg	Siegen	Summe
fehlende Angaben	0 0,00	1 5,26	1
überhaupt nicht	4 7,02	3 15,79	7
etwas	12 21,05	6 31,58	18
mittelmäßig	18 31,58	6 31,58	24
stark	12 21,05	2 10,53	14
äußerst stark	11 19,30	1 5,26	12
Summe	57	19	76

Tabelle 70: Schulabschluss der Eltern der 74 Kinder.

Häufigkeit Spaltenprozent	Vater	Mutter
Keine Angabe	1 1,35	2 2,70
Volksschul-/Hauptschulabschluss	16 21,62	10 13,51
Realschulabschluss/Mittlere Reife	19 25,68	25 33,78
Polytechn. Oberschule 10. Klasse	2 2,70	1 1,35
Fachhochschulreife	8 10,81	8 10,81
Fachgebundene Hochschulreife/Abitur (Gymnasium/EOS)	26 35,14	25 33,78
Anderer Schulabschluss	2 2,70	2 2,70
Keinen Abschluss	0 0,00	1 1,35
Summe	74 100	74 100

7.7 PFT-Konzentrationen im Jahr 2006

Tabelle 71: PFOA-Konzentrationen der Erwachsenen (Teilnahme 2010) im Jahr 2006, aufgeteilt nach Geschlecht und Wohnort.

	♂		♀		Gesamt
	Arnsberg	Brilon	Arnsberg	Siegen	
PFOA [$\mu\text{g/l}$]					
Anzahl (N)	79	20	117	18	234
N<BG (0,1 $\mu\text{g/l}$)	0	0	0	0	0
arithm. Mittelwert	29,5	8,0	26,9	3,8	24,4
Standardabweichung	13,0	3,4	14,5	1,9	15,2
Minimum	6,1	2,8	6,4	1,0	1,0
10. Perzentil	14,0	3,8	12,5	1,6	6,1
25. Perzentil	19,5	4,5	17,6	2,4	13,1
50. Perzentil	29,9	8,8	24,7	3,8	22,8
75. Perzentil	38,8	10,1	32,3	5,1	33,7
90. Perzentil	44,7	11,7	48,1	5,9	44,0
95. Perzentil	47,9	13,8	54,8	8,3	49,2
Maximum	77,5	15,3	99,7	8,3	99,7
geom. Mittelwert (GM)	26,3	7,3	23,7	3,3	19,1
untere Grenze Konfidenzintervall GM	23,5	5,8	21,5	2,5	17,2
obere Grenze Konfidenzintervall GM	29,5	9,1	26,0	4,4	21,1

Tabelle 72: PFOS-Konzentrationen der Erwachsenen (Teilnahme 2010) im Jahr 2006, aufgeteilt nach Geschlecht und Wohnort.

	♂		♀		Gesamt
	Arnsberg	Brilon	Arnsberg	Siegen	
PFOS [$\mu\text{g/l}$]					
Anzahl (N)	79	20	117	18	234
N<BG (0,1 $\mu\text{g/l}$)	0	0	0	0	0
arithm. Mittelwert	11,9	13,0	6,4	7,1	8,9
Standardabweichung	6,2	7,3	2,7	4,8	5,5
Minimum	2,7	4,6	2,1	1,8	1,8
10. Perzentil	5,2	5,9	3,3	2,6	3,7
25. Perzentil	7,8	7,2	4,4	4,0	5,2
50. Perzentil	10,5	10,7	6,1	6,2	7,4
75. Perzentil	15,1	18,1	7,6	8,5	10,9
90. Perzentil	19,5	25,5	10,3	13,5	16,3
95. Perzentil	23,5	26,0	11,5	21,5	20,6
Maximum	36,2	26,4	16,4	21,5	36,2

	♂		♀		Gesamt
	Arnsberg	Brilon	Arnsberg	Siegen	
PFOS [$\mu\text{g/l}$]					
geom. Mittelwert (GM)	10,4	11,2	5,9	5,9	7,5
untere Grenze Konfidenzintervall GM	9,3	8,6	5,5	4,3	7,0
obere Grenze Konfidenzintervall GM	11,7	14,5	6,4	8,0	8,1

Tabelle 73: PFHxS-Konzentrationen der Erwachsenen (Teilnahme 2010) im Jahr 2006, aufgeteilt nach Geschlecht und Wohnort.

	♂		♀		Gesamt
	Arnsberg	Brilon	Arnsberg	Siegen	
PFHxS [$\mu\text{g/l}$]					
Anzahl (N)	79	20	117	18	234
N<BG (0,1 $\mu\text{g/l}$)	0	0	2	1	3
arithm. Mittelwert	2,8	2,5	1,3	0,8	1,8
Standardabweichung	1,1	1,1	0,7	0,6	1,2
Minimum	0,7	1,0	<BG	<BG	<BG
10. Perzentil	1,5	1,3	0,7	0,3	0,7
25. Perzentil	2,1	1,8	0,8	0,4	1,0
50. Perzentil	2,6	2,2	1,1	0,7	1,5
75. Perzentil	3,2	2,9	1,5	1,0	2,5
90. Perzentil	4,0	4,1	1,9	1,8	3,3
95. Perzentil	4,5	4,9	2,2	2,1	4,0
Maximum	8,7	5,4	5,7	2,1	8,7
geom. Mittelwert (GM)	2,6	2,3	1,1	0,6	1,5
untere Grenze Konfidenzintervall GM	2,3	1,9	1,0	0,4	1,4
obere Grenze Konfidenzintervall GM	2,8	2,8	1,2	0,9	1,6

Tabelle 74: PFOA-Konzentrationen der Kinder (Teilnahme 2010) im Jahr 2006, aufgeteilt nach Geschlecht und Wohnort.

	♂		♀		Gesamt
	Arnsberg	Siegen	Arnsberg	Siegen	
PFOA [$\mu\text{g/l}$]					
Anzahl (N)	26	11	29	8	74
N<BG (0,1 $\mu\text{g/l}$)	0	0	0	0	0
arithm. Mittelwert	27,1	6,0	24,7	6,0	20,7
Standardabweichung	19,0	1,3	7,7	3,3	15,0
Minimum	8,4	3,7	10,3	2,6	2,6
10. Perzentil	10,4	4,5	15,9	2,6	5,4
25. Perzentil	16,0	5,4	19,4	3,0	9,6

	♂		♀		Gesamt
	Arnsberg	Siegen	Arnsberg	Siegen	
PFOA [$\mu\text{g/l}$]					
50. Perzentil	20,4	5,9	23,8	5,6	19,2
75. Perzentil	30,4	7,0	30,7	8,3	27,4
90. Perzentil	53,6	7,2	36,2	11,5	36,7
95. Perzentil	56,1	8,0	37,7	11,5	43,4
Maximum	96,6	8,0	43,4	11,5	96,6
geom. Mittelwert (GM)	22,7	5,9	23,5	5,2	16,1
untere Grenze Konfidenzintervall GM	17,9	5,0	20,9	3,2	13,5
obere Grenze Konfidenzintervall GM	28,7	6,9	26,6	8,4	19,2

Tabelle 75: PFOS-Konzentrationen der Kinder (Teilnahme 2010) im Jahr 2006, aufgeteilt nach Geschlecht und Wohnort.

	♂		♀		Gesamt
	Arnsberg	Siegen	Arnsberg	Siegen	
PFOS [$\mu\text{g/l}$]					
Anzahl (N)	26	11	29	8	74
N<BG (0,1 $\mu\text{g/l}$)	0	0	0	0	0
arithm. Mittelwert	5,1	5,9	5,7	6,5	5,6
Standardabweichung	2,0	2,0	3,6	3,8	2,9
Minimum	2,4	3,6	2,6	2,6	2,4
10. Perzentil	3,1	4,2	2,8	2,6	3,1
25. Perzentil	3,5	4,6	3,8	4,0	3,8
50. Perzentil	4,8	5,6	4,5	5,3	5,0
75. Perzentil	5,3	6,9	6,3	9,0	6,1
90. Perzentil	8,7	8,0	10,5	12,7	9,5
95. Perzentil	9,5	10,5	10,8	12,7	10,8
Maximum	10,2	10,5	20,6	12,7	20,6
geom. Mittelwert (GM)	4,7	5,7	5,0	5,7	5,1
untere Grenze Konfidenzintervall GM	4,1	4,6	4,2	3,6	4,6
obere Grenze Konfidenzintervall GM	5,5	6,9	6,0	9,0	5,6

Tabelle 76: PFHxS-Konzentrationen der Kinder (Teilnahme 2010) im Jahr 2006 (Teilnahme 2010), aufgeteilt nach Geschlecht und Wohnort.

	♂		♀		Gesamt
	Arnsberg	Siegen	Arnsberg	Siegen	
PFHxS [$\mu\text{g/l}$]					
Anzahl (N)	26	11	29	8	74
N<BG (0,1 $\mu\text{g/l}$)	0	0	0	0	0

PFHxS [$\mu\text{g/l}$]	♂		♀		Gesamt
	Arnsberg	Siegen	Arnsberg	Siegen	
arithm. Mittelwert	1,2	1,6	1,8	1,2	1,5
Standardabweichung	0,5	2,5	2,4	0,8	1,8
Minimum	0,5	0,5	0,6	0,4	0,4
10. Perzentil	0,6	0,7	0,8	0,4	0,6
25. Perzentil	0,9	0,7	1,0	0,5	0,8
50. Perzentil	1,1	0,9	1,1	0,8	1,1
75. Perzentil	1,5	1,1	1,4	1,8	1,4
90. Perzentil	1,8	1,3	2,1	2,7	1,9
95. Perzentil	2,0	9,1	5,5	2,7	2,7
Maximum	2,4	9,1	13,4	2,7	13,4
geom. Mittelwert (GM)	1,1	1,0	1,3	0,9	1,1
untere Grenze Konfidenzintervall GM	0,9	0,6	1,0	0,5	1,0
obere Grenze Konfidenzintervall GM	1,3	1,7	1,6	1,7	1,3

7.8 Dokumentation: Fragebögen, Einverständniserklärungen, Anschreiben

7.8.1 Einverständniserklärung Kind

	<p>Querschnittsstudie zur Untersuchung der inneren Belastung von Mutter-Kind-Paaren und Männern in Gebieten erhöhter Trinkwasserbelastung mit Perfluorierten Tensiden (PFT)</p> <p>Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin der Ruhr-Universität Bochum Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW und des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW</p>
---	--

Einverständniserklärung für das Kind

Bitte Druckbuchstaben verwenden!

Name, Vorname des Kindes _____

Straße, Haus-Nr. _____

Postleitzahl, Ort _____

Hinweise zum Datenschutz

Dieser Fragebogen wird ausschließlich für die PFT-Studie 2010 erhoben.

Ihre Teilnahme ist freiwillig, aus einer etwaigen Nichtteilnahme entstehen Ihnen oder Ihrem Kind keinerlei Nachteile.

Das Deckblatt mit Ihren persönlichen Angaben wird am Tag der Abgabe vom Fragebogen abgetrennt und im Gesundheitsamt verschlossen aufbewahrt.

Bei Zustimmung bitte ankreuzen:

- Wir stimmen der Teilnahme unseres Kindes an der Fragebogenuntersuchung zu.
- Wir stimmen der Blutentnahme und der Bestimmung der PFT-Konzentrationen im Blut bei unserem Kind zu.
- Wir stimmen der Durchführung der Routinelaboruntersuchungen (Leber- und Schilddrüsenwerte, Blutfette, Eiweiß, Blutbild) der Blutprobe unseres Kindes zu.
- Wir stimmen der Untersuchung einer Trinkwasserprobe zu.
- Wir stimmen der Lagerung und Untersuchung einer Urinprobe unseres Kindes zu.
- Wir sind damit einverstanden, dass die gesammelten biologischen Proben (Blut und Urin) des Kindes für weitere wissenschaftliche Untersuchungen vollständig anonymisiert verwendet werden können.

Ort, Datum _____

Unterschrift der Mutter

Unterschrift des Vaters

7.8.2 Einverständniserklärung Erwachsene

	<p>Querschnittsstudie zur Untersuchung der inneren Belastung von Mutter-Kind-Paaren und Männern in Gebieten erhöhter Trinkwasserbelastung mit Perfluorierten Tensiden (PFT)</p> <p>Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin der Ruhr-Universität Bochum Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW und des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW</p>
---	--

Einverständniserklärung

Bitte Druckbuchstaben verwenden!

Name, Vorname _____

Straße, Haus-Nr. _____

Postleitzahl, Ort _____

Hinweise zum Datenschutz

Dieser Fragebogen wird ausschließlich für die PFT-Studie 2010 erhoben.

Ihre Teilnahme ist freiwillig, aus einer etwaigen Nichtteilnahme entstehen Ihnen keinerlei Nachteile.

Das Deckblatt mit Ihren persönlichen Angaben wird am Tag der Abgabe vom Fragebogen abgetrennt und im Gesundheitsamt verschlossen aufbewahrt.

Bei Zustimmung bitte ankreuzen:

- Ich stimme der Teilnahme an der Fragebogenuntersuchung zu.
- Ich stimme der Blutentnahme und der Bestimmung der PFT-Konzentrationen im Blut zu.
- Ich stimme der Durchführung der Routinelaboruntersuchungen (Leber- und Schilddrüsenwerte, Blutfette, Eiweiß, Blutbild) der Blutprobe zu.
- Ich stimme der Untersuchung meiner Trinkwasserprobe zu.
- Ich stimme der Lagerung und Untersuchung meiner Urinprobe zu.
- Ich bin damit einverstanden, dass die gesammelten biologischen Proben (Blut und Urin) für weitere wissenschaftliche Untersuchungen vollständig anonymisiert verwendet werden können.

Ort, Datum _____

Unterschrift _____

7.8.3 Fragebogen Erwachsene

Bitte beantworten Sie die Fragen dieses Bogens zu Hause möglichst genau und vollständig, indem Sie das Zutreffende ankreuzen bzw. eintragen. Ihre Angaben unterliegen der ärztlichen Schweigepflicht. Die datenschutzrechtlichen Bestimmungen werden beachtet. Bitte bringen Sie den ausgefüllten Fragebogen zur Untersuchung mit in das Gesundheitsamt!

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

Ausfülldatum:

Tag

Monat

Jahr

1.0 Wie hoch ist Ihr aktuelles Gewicht? _____ kg

2.0 Haben Sie seit Herbst 2008 Ihr Rauchverhalten geändert?

Ja

Nein

2.1 Inwiefern haben Sie Ihr Verhalten geändert?

Ich rauche nicht mehr Ich rauche mehr als zuvor

Ich habe (wieder) angefangen zu rauchen Ich rauche weniger als zuvor

2.2 Wann haben Sie Ihr Verhalten geändert?

Ich habe mein Rauchverhalten im _____ geändert.
(Monat / Jahr)

2.3 Wie viele Zigaretten rauchen Sie am Tag?

Ich rauche _____ Zigaretten am Tag.

3.0 Trinken Sie Alkohol?

Ja

Gelegentlich

Nein

Wenn ja: Bier: _____ Flaschen (0,5 l) pro Woche

Wein: _____ Gläser (0,2 l) pro Woche

Spirituosen _____ Gläser (0,02 l) pro Woche

4.0 Nehmen Sie zurzeit Medikamente ein? Ja Nein

4.1 Hustenmittel? Ja Nein

Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag

4.2 Asthmamittel (einschl. Bronchialsprays)? Ja Nein

Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag

4.3 Bluthochdruckmittel? Ja Nein

Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag

4.4 Diabetesmittel ? Ja Nein

Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag

4.5 Mittel zur Senkung der Blutfette („Lipidsenker“)? Ja Nein

Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag

4.6 Schilddrüsenmittel? Ja Nein

Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag

4.7 Hormone? Ja Nein

Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag

4.8 Vitaminpräparate? Ja Nein

Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag

4.9 Medikamente zur Behandlung von Tumoren? Ja Nein

Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag

4.10 Andere Medikamente? Ja Nein

Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag

5.0 Wie stark fühlen Sie sich durch den Nachweis von PFT im Trinkwasser beunruhigt?

Überhaupt nicht	etwas	mittelmäßig	stark	äußerst stark
<input type="checkbox"/>				

7.8.4 Fragebogen Kind

Bitte beantworten Sie die Fragen dieses Bogens zu Hause möglichst genau und vollständig, indem Sie das Zutreffende ankreuzen bzw. eintragen. Ihre Angaben unterliegen der ärztlichen Schweigepflicht. Die datenschutzrechtlichen Bestimmungen werden beachtet. Bitte bringen Sie den ausgefüllten Fragebogen zur Untersuchung mit in das Gesundheitsamt!

Ausfülldatum:

Tag

Monat

Jahr

1.0 Wie groß ist Ihr Kind? _____ cm

1.1 Wie hoch ist das aktuelle Gewicht Ihres Kindes? _____ kg

Rauchen

2.0 Wird in der Wohnung, in der Ihr Kind jetzt lebt, geraucht?

Ja

Nein

Wenn **ja**, wie viel pro Tag? Zigaretten Zigarren Pfeife

Wenn **ja**, wer raucht in dieser Wohnung: Vater Mutter

Wie viele sonstige Personen rauchen in der Wohnung? _____ Person(en)

- 3.0** Nimmt Ihr Kind zurzeit Medikamente ein? Ja Nein
- 3.1** Hustenmittel? Ja Nein
Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag
- 3.2** Asthmamittel (einschl. Bronchialsprays)? Ja Nein
Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag
- 3.3** Bluthochdruckmittel? Ja Nein
Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag
- 3.4** Diabetesmittel ? Ja Nein
Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag
- 3.5** Mittel zur Senkung der Blutfette („Lipidsenker“)? Ja Nein
Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag
- 3.6** Schilddrüsenmittel? Ja Nein
Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag
- 3.7** Hormone? Ja Nein
Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag
- 3.8** Vitaminpräparate? Ja Nein
Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag
- 3.9** Medikamente zur Behandlung von Tumoren? Ja Nein
Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag
- 3.10** Andere Medikamente? Ja Nein
Name des Medikamentes / Häufigkeit pro Tag

4.0 Wie stark ist Ihre Besorgnis um die Gesundheit Ihres Kindes aufgrund des Nachweises von PFT im Trinkwasser?

Überhaupt nicht etwas mittelmäßig stark äußerst stark

Danke für Ihre Mitarbeit

7.8.5 Anschreiben/Einladung zu Studie



Querschnittsstudie zur Untersuchung der inneren Belastung von Mutter-Kind-Paaren und Männern in Gebieten erhöhter Trinkwasserbelastung mit Perfluorierten Tensiden (PFT)
Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin der Ruhr-Universität Bochum
Im Auftrag des
Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW
und des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW

Probanden
Nr.:
«Probandennummer»

Telefon-Nr.: 0234 32 29333
oder Email: pft@hygiene.rub.de

Sehr geehrte Damen und Herren,
im Jahr 2006 haben Sie sich dankenswerterweise an einer Studie zur Belastung der Arnsberger Bevölkerung durch **perfluorierte Verbindungen (PFT)** beteiligt.

Wir möchten Sie hiermit zur Teilnahme an der Folgeuntersuchung einladen, die im Oktober und November 2010 durchgeführt werden wird. Eingeladen werden alle Kinder, Mütter und Männer Arnsbergs, die bereits an mindestens einer PFT-Studie mitgewirkt haben.

Ziel der Studie ist es festzustellen, inwiefern Ihre **PFT-Blutkonzentrationen** im Vergleich zu den vergangenen Untersuchungen abgenommen haben. Wir bieten Ihnen zusätzlich an, kostenlos andere Routine-Blutwerte (z. Bsp. Blutfettwerte, Schilddrüsenhormone, Blutbild) zu untersuchen.

Die Untersuchungen werden **zwischen dem 25. Oktober und dem 11. November 2010** an gewohnter Stelle im Gesundheitsamt stattfinden. Wir möchten Sie bitten, für diesen Zeitraum einen persönlichen Untersuchungstermin zu vereinbaren.

- Bitte rufen Sie zur Terminvereinbarung möglichst bald, spätestens jedoch **bis zum 20. Oktober** diese Telefonnummer an:

02 34 / 32 29 33 3

Wir sind montags bis donnerstags üblicherweise von 8-16 Uhr und freitags von 8-14 Uhr erreichbar. Sollte der Anschluss besetzt sein, können Sie auch auf die Nummer 02 34 / 32 28 13 4 zurückgreifen. Außerhalb dieser Zeiten besteht die Möglichkeit, auf dem Anrufbeantworter Ihre Telefonnummer zu hinterlassen – wir rufen Sie dann gerne zurück.

Falls Sie im Untersuchungszeitraum verhindert sein sollten, bzw. aus anderen Gründen nicht an der PFT-Studie mitwirken können oder möchten, bitten wir Sie ebenfalls um eine telefonische Rückmeldung.

Auch in diesem Jahr erhalten Sie bei Teilnahme an den genannten Untersuchungen eine Aufwandsentschädigung von 20 €.

Für die direkten Wege zur Untersuchungsstelle im Gesundheitsamt und zurück sind Sie über die Unfallkasse NRW versichert, bitte setzen Sie sich im Falle eines Wegeunfalles direkt mit der Versicherung in Verbindung (Unfallkasse NRW, Unfallkasse NRW, Sankt-Franziskus-Straße 146, 40470 Düsseldorf).

Für weitere Fragen stehen wir Ihnen selbstverständlich gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

Leiter der Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin, Ruhr-Universität Bochum

7.8.6 Anschreiben Terminmitteilung

	<p>Querschnittsstudie zur Untersuchung der inneren Belastung von Mutter-Kind-Paaren und Männern in Gebieten erhöhter Trinkwasserbelastung mit Perfluorierten Tensiden (PFT)</p> <p>Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin der Ruhr-Universität Bochum Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW und des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW</p> <p>Arnsberg, 20.10.2010</p>
---	--

Probandenr.: «Probandenr»

Bei Fragen zu diesem Schreiben:
Telefon-Nr.: 0234/ 32 29333
0234/ 32 28134
oder Email: pft@hygiene.rub.de

Sehr geehrte Studienteilnehmerin, sehr geehrter Studienteilnehmer,

wir freuen uns, dass Sie sich bereit erklärt haben, an der PFT-Studie mitzuwirken und bestätigen Ihnen hiermit den telefonisch vereinbarten Termin:

am «Termin_2010_Datum» um «Termin_2010_Uhrzeit» Uhr

Bitte kommen Sie an diesem Tag in das Gesundheitsamt, Eichholzstr. 9, Arnsberg. Die Untersuchungen finden im Erdgeschoss statt.

Anbei senden wir Ihnen die Einverständniserklärung, den Fragebogen und Probengefäße. Bitte füllen Sie die Unterlagen zuhause aus und bringen Sie sie am vereinbarten Termin mit in das Gesundheitsamt.

Bitte beachten Sie für die Probennahme das beigelegte Informationsblatt.

Wir bitten Sie diesmal zusätzlich zur Blutentnahme und der Abgabe einer Trinkwasserprobe um eine Urinprobe. Für einige perfluorierte Verbindungen werden derzeit Verfahren zur Bestimmung in Urin entwickelt, um die Belastung des Menschen auch mit weiteren PFT abschätzen zu können. Es erscheint uns deshalb sinnvoll, Sie bei der jetzigen Untersuchung um eine Urinprobe zu bitten und diese, ebenso wie einen Teil Ihrer Blutprobe, aufzubewahren, um sie dann mit aktuellen Methoden untersuchen zu können, sobald diese verfügbar und ausreichend erprobt sind. Die Abgabe einer Urinprobe ist natürlich freiwillig und unabhängig von der Teilnahme an der Blutentnahme. Es sei darauf hingewiesen, dass die in Arnsberg wichtigsten Verbindungen PFOA, PFOS und PFHxS seit 2006 mit einer zuverlässigen Methode im Blut analysiert wurden, die auch im Rahmen dieser Studie erneut eingesetzt wird. Für diese letztgenannten Verbindungen ist ein Nachweis im Urin nicht sinnvoll möglich.

Für die direkten Wege zur Untersuchungsstelle im Gesundheitsamt und zurück sind Sie über die Unfallkasse NRW versichert, bitte setzen Sie sich im Falle eines Wegeunfalles direkt mit der Versicherung in Verbindung (Unfallkasse NRW, Unfallkasse NRW, Sankt-Franziskus-Straße 146, 40470 Düsseldorf).

Für Rückfragen stehen wir Ihnen gerne jederzeit zur Verfügung. Sollten Sie kurzfristig (am Tag Ihres Untersuchungstermins) mit uns Kontakt aufnehmen wollen, können Sie uns unter der Mobilfunknummer **0176 990 447 38** erreichen.

Mit freundlichem Gruß

Leiter der Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin, Ruhr-Universität Bochum

7.8.7 Informationen zur Probennahme (Trinkwasser/Urin)



Querschnittsstudie zur Untersuchung der inneren Belastung von Mutter-Kind-Paaren und Männern in Gebieten erhöhter Trinkwasserbelastung mit Perfluorierten Tensiden (PFT)
2010

Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin der Ruhr-Universität Bochum
Im Auftrag des

Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW
und des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz (LANUV) NRW

Informationen zur Probennahme

Trinkwasser: Mit dieser Post erhalten Sie ein Röhrchen mit **blauem** Deckel für eine Trinkwasserprobe. Füllen Sie das Röhrchen bitte am Morgen des Termins mit Trinkwasser aus Ihrem Küchenwasserhahn und verschließen Sie es mit dem **blauen** Schraubdeckel. Notieren Sie sich Datum und Uhrzeit der Entnahme entweder direkt auf dem Gefäß oder auf diesem Infoblatt. Bitte bringen Sie das gefüllte Gefäß und gegebenenfalls das ausgefüllte Infoblatt mit in das Gesundheitsamt. Die Trinkwasserprobe sollte gekühlt (im Kühlschrank) gelagert werden; ein Berühren der Gefäß- oder Deckelinnenseite ist zu vermeiden.

Urin: Gleichzeitig haben wir Ihnen für die Urinprobe ein weiteres Gefäß, oder wenn Ihr Kind teilnimmt, zwei weitere Gefäße beigelegt. Das Probengefäß für Männer hat einen **grünen** Deckel, das für Frauen einen **roten** Deckel. Falls auch Ihr Kind an der Untersuchung teilnimmt, finden Sie ein Gefäß mit einem **gelben** Deckel. Bitte füllen Sie das Röhrchen am Tag der Untersuchung mit Morgenurin, d. h. mit dem ersten Urin, den Sie (und Ihr Kind) morgens nach dem Aufstehen abgeben, und verschließen es mit dem entsprechenden Deckel.

Notieren Sie Datum und Uhrzeit der Urinprobe(n) und bringen Sie sie mit zum Termin im Gesundheitsamt. Vermeiden Sie die Berührung der Gefäß- und Deckelinnenseite. Es ist wichtig, dass Sie die Deckel der Gefäße nicht vertauschen.

Für Rückfragen sind wir unter 02 34 / 32 29 33 3 oder, am Tag der Untersuchung, unter 01 76 / 99 04 47 38 zu erreichen.

Probandennummer: _____

Trinkwasserprobe: Genommen am _____ um _____ Uhr

Urinprobe Erwachsener: Genommen am _____ um _____ Uhr

Urinprobe Kind: Genommen am _____ um _____ Uhr

7.8.8 Aufklärung Blutentnahme

A. Eltern (schriftlich)

Die Blutentnahme wird von in der Blutentnahme bei Kindern erfahrenen Ärztinnen und Ärzten durchgeführt. Nach allen Erfahrungen ist die Blutentnahme von bis zu 20 ml für ihr Kind ungefährlich und unbedenklich. Es kann allerdings sein, dass ihr Kind die Blutentnahme als unangenehm, vielleicht sogar schmerzhaft empfindet. Wenn Sie wünschen, kann zunächst eine örtlich betäubende Creme aufgetragen werden, sodass die Abnahme nahezu schmerzlos erfolgen kann. Die Einwirkzeit dieser Creme beträgt 1 Stunde. Selbstverständlich wird keine Blutabnahme bei Ihrem Kind durchgeführt, wenn es damit nicht einverstanden ist.

In sehr seltenen Fällen kann sich nach der Blutentnahme ein kleines Hämatom, also ein Bluterguss, bilden, der sich aber ohne Zutun wieder zurückbilden wird.

B. Kinder (mündlich)

Wenn Du einverstanden bist, nimmt der Doktor Dir Blut ab. Dazu muss er Dich mit einer dünnen Nadel einmal kurz pieksen. Wenn Du möchtest, kannst Du ein Pflaster bekommen, wartest 1 Stunde, und dann spürst Du fast nichts von dem Pieks. Ganz selten mal kannst Du einen kleinen blauen Fleck an der Stelle bekommen, wo der Doktor das Blut abgenommen hat. Es wird nur so viel Blut abgenommen, wie es für die Untersuchungen notwendig ist. Die Abnahme dieser Menge ist ungefährlich für Dich.

Den Begleitpersonen wird angeboten, einen Ausdruck der Kinderinformation mit nach Hause zu nehmen; die Aufklärung der Eltern erfolgt in Schriftform.

7.8.9 Interviewfragebogen Erwachsene

1. Teilnahme an PFT-Studien

1.1. PFT-Studie 2007 PFT-Studie 2008

2. Fragen zum aktuellen Gesundheitszustand

2.1 Besteht bei Ihnen eine Schwangerschaft? Ja Nein k. A.

2.2 Haben Sie heute (am Tag der Blutentnahme) gesundheitliche Beschwerden?

Erkältung / Schnupfen? Ja Nein k. A.

Sonstiges? _____

Hatten Sie in den letzten 8 Tagen:

2.3 Eine Erkältung? Ja Nein k. A.

2.4 Fieber (über 38,5 °C)? Ja Nein k. A.

2.5 Einen Blasen- / Harnwegsinfekt? Ja Nein k. A.

2.6 Sonstige Erkrankungen? Ja Nein k. A.

Wenn ja, welche? _____

Haben Sie in den letzten 8 Tagen Medikamente eingenommen:

2.7 Vitaminpräparate? Ja Nein k. A.

2.8 Hormonpräparate (z. B. „Pille“)? Ja Nein k. A.

2.9 Kopfschmerzmedikamente? Ja Nein k. A.

2.10 Sonstige Medikamente? Ja Nein k. A.

Wenn ja, welche? _____

2.11 Haben Sie sich in den letzten 8 Tagen stärksten körperlichen Belastungen ausgesetzt (deutlich über das übliche Maß hinaus, z. B. ein Wettkampf oder ein besonders langer Dauerlauf)?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wann? Vor _____ Tagen.

2.12 Haben Sie in den letzten 8 Tagen ein Schwimmbad besucht?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wann? Vor _____ Tagen.

2.13 Sind Sie Raucher/ -in?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wann haben Sie am Untersuchungstag zuletzt geraucht? Um _____ Uhr

3. Fragen zum Wohnort und zur Trinkwassernutzung

3.1 Sind Sie seit der letzten PFT-Studie, an der Sie teilgenommen haben, umgezogen?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wann? _____ Monat / Jahr

Wohin? Arnsberg Bruchhausen, Herdringen, Neheim, Hüsten

sonstiger Ort: _____

3.2 Beziehen Sie Ihr Trink- / Kochwasser aus einer öffentlichen Wasserversorgung?

Ja Nein k. A.

3.3 Beziehen Sie gegebenenfalls zusätzliches Trink- / Kochwasser aus einem eigenen Brunnen?

Ja Nein k. A.

3.4 Haben Sie Ihren Konsum von Trink- / Kochwasser seit der letzten PFT-Studie, an der Sie teilgenommen haben, geändert?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wann? _____ Monat / Jahr

3.5 Liegt Ihr Arbeitsplatz in einem anderen Stadtteil/Ort als ihr Wohnort?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wo? _____

3.6 Welche Menge Leitungswasser nehmen Sie im Durchschnitt an einem Tag in den folgenden Formen zu sich?

Bitte geben Sie die Anzahl der Tassen mit ca. 150 ml (0,15 l) und der Gläser mit ca. 200 ml (0,2 l) an.

	Zu Hause		Arbeitsplatz	
	Vor der Änderung des Wasserkonsums	Nach der Änderung des Wasserkonsums	Vor der Änderung des Wasserkonsums	Nach der Änderung des Wasserkonsums
Anzahl Tassen Früchte-, Kräutertee, schwarzer Tee, Kaffee	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht
Anzahl Gläser Leitungswasser „pur“	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht
Anzahl Gläser Saft aus Konzentrat oder ähnliche Zubereitungen	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht

3.7 Wie viele Tassen oder Teller Suppe nehmen Sie im Durchschnitt in der Woche zu sich?

Bitte geben Sie die Anzahl der Teller/Tassen mit ca. 150 ml an.

	Zu Hause		Arbeitsplatz	
	Vor der Änderung des Wasserkonsums	Nach der Änderung des Wasserkonsums	Vor der Änderung des Wasserkonsums	Nach der Änderung des Wasserkonsums
Anzahl Tassen oder Teller Suppe	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht

4. Fragen zu Ernährungsgewohnheiten

4.1 Haben Sie Ihre Ernährungsgewohnheiten seit der letzten PFT-Studie, an der Sie teilgenommen haben, umgestellt?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, inwiefern? _____

4.2 Haben Sie seit der letzten PFT-Studie, an der Sie teilgenommen haben, Nahrungsergänzungsmittel eingenommen (Vitamine, Antioxidantien, etc.)?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, welche? _____

4.3 Haben Sie seit der letzten PFT-Studie, an der Sie teilgenommen haben, eine Gewichtsreduktion erfahren?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wie viel abgenommen? _____kg

4.4 Wie häufig verzehrten Sie im Durchschnitt innerhalb der letzten 12 Monate folgende Lebensmittel (Angabe in Prozent)?

	Nie	Pro Monat		Pro Woche		Tag min. 1x
		max. 1x	2-3 x	1-3 x	4-6 x	
Obst, davon:	<input type="checkbox"/>					
aus eigenem Garten	_____%					
vom Bauern/Markt	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Wurst, davon:	<input type="checkbox"/>					
aus eigener Schlachtung	_____%					
vom hiesigen Metzger	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Fleisch, davon:	<input type="checkbox"/>					
aus eigener Schlachtung	_____%					
vom hiesigen Metzger	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Fisch, davon:	<input type="checkbox"/>					
aus Gewässern der Umgebung	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Wild, davon:	<input type="checkbox"/>					
aus der Umgebung	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Milch/Käse/Milchprodukte	<input type="checkbox"/>					
von eigenen Kühen	_____%					
vom hiesigen Bauern	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Eier, davon	<input type="checkbox"/>					
von eigenen Hühnern	_____%					
vom hiesigen Bauern	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Gemüse, davon	<input type="checkbox"/>					
aus eigenem Garten	_____%					
vom Bauern/Markt	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					

4.5 Haben Sie Wildschweinleber gegessen?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wie viel? _____g

5. Fragen zu Erkrankungen und Behandlungsmethoden

5.1 Sind bei Ihnen in den letzten 5 Jahren Erkrankungen diagnostiziert worden, die eine regelmäßige Beobachtung oder Medikamenteneinnahme notwendig machen?

Ja Nein k. A.

Wenn ja,

5.2 Erkrankungen des Herz-/Kreislaufsystems
z. B. erhöhte Blutfettwerte) Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.3 Magen-Darm-Trakt Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.4 Niere Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.5 Schilddrüse Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.6 Haut Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.7 Nervensystem Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.8 Allergien Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.9 Andere Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

Ergänzungen:

5.10 Wurden Sie seit Herbst 2009 geröntgt oder wurde ein CT durchgeführt?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.11 Haben Sie seit der letzten PFT-Studie an der Sie teilgenommen haben,

besondere Behandlungsmethoden in Anspruch genommen? (Homöopathie, Akupunktur, etc.)?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann ? _____ Monat/Jahr
was? _____ und wann ? _____ Monat/Jahr

Ergänzungen:

7.8.10 Interviewfragebogen Eltern

1. Teilnahme an PFT-Studien

1.1. PFT-Studie 2007 PFT-Studie 2008

2. Fragen zum aktuellen Gesundheitszustand

2.14 Hat Ihr Kind heute (am Tag der Blutentnahme) gesundheitliche Beschwerden?

Erkältung / Schnupfen? Ja Nein k. A.

Sonstiges? _____

Hatte Ihr Kind Sie in den letzten 8 Tagen:

2.15 Eine Erkältung? Ja Nein k. A.

2.16 Fieber (über 38,5 °C)? Ja Nein k. A.

2.17 Einen Blasen- / Harnwegsinfekt? Ja Nein k. A.

2.18 Sonstige Erkrankungen? Ja Nein k. A.

Wenn ja, welche? _____

Hat Ihr Kind in den letzten 8 Tagen Medikamente eingenommen:

2.19 Vitaminpräparate? Ja Nein k. A.

2.20 Hormonpräparate (z. B. „Pille“)? Ja Nein k. A.

2.21 Kopfschmerzmedikamente? Ja Nein k. A.

2.22 Sonstige Medikamente? Ja Nein k. A.

Wenn ja, welche? _____

2.23 Hat Ihr Kind sich in den letzten 8 Tagen stärksten körperlichen Belastungen ausgesetzt (deutlich über das übliche Maß hinaus, z. B. ein Wettkampf oder ein besonders langer Dauerlauf)?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wann? Vor _____ Tagen.

2.24 Hat Ihr Kind in den letzten 8 Tagen ein Schwimmbad besucht?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wann? Vor _____ Tagen.

3. Fragen zum Wohnort und zur Trinkwassernutzung

3.1 Ist Ihr Kind seit der letzten PFT-Studie, an der es teilgenommen haben, umgezogen?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wann? _____ Monat / Jahr

Wohin? Arnsberg Bruchhausen, Herdiringen, Neheim, Hüsten

sonstiger Ort: _____

3.2 Bezieht Ihr Kind sein Trink- / Kochwasser aus einer öffentlichen Wasserversorgung?

Ja Nein k. A.

3.3 Bezieht Ihr Kind gegebenenfalls zusätzliches Trink- / Kochwasser aus einem eigenen Brunnen?

Ja Nein k. A.

3.4 Hat Ihr Kind seinen Konsum von Trink- / Kochwasser seit der letzten PFT-Studie, an der es teilgenommen hat, geändert?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wann? _____ Monat / Jahr

3.5 Liegt die Schule / der Hort in einem anderen Stadtteil/Ort als der Wohnort des Kindes?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wo? _____

3.6 Welche Menge Leitungswasser nimmt Ihr Kind im Durchschnitt an einem Tag in den folgenden Formen zu sich?

Bitte geben Sie die Anzahl der Tassen mit ca. 150 ml (0,15 l) und der Gläser mit ca. 200 ml (0,2 l) an.

	Zu Hause		Schule /Hort	
	Vor der Änderung des Wasserkonsums	Nach der Änderung des Wasserkonsums	Vor der Änderung des Wasserkonsums	Nach der Änderung des Wasserkonsums
Anzahl Tassen Früchte-, Kräutertee, schwarzer Tee, Kaffee	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht
Anzahl Gläser Leitungswasser „pur“	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht
Anzahl Gläser Saft aus Konzentrat oder ähnliche Zubereitungen	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht

3.7 Wie viele Tassen oder Teller Suppe nimmt Ihr Kind im Durchschnitt in der Woche zu sich?

Bitte geben Sie die Anzahl der Teller/Tassen mit ca. 150 ml an.

	Zu Hause		Schule / Hort	
	Vor der Änderung des Wasserkonsums	Nach der Änderung des Wasserkonsums	Vor der Änderung des Wasserkonsums	Nach der Änderung des Wasserkonsums
Anzahl Tassen oder Teller Suppe	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht	____,____ O weiß nicht

4. Fragen zu Ernährungsgewohnheiten

4.1 Hat Ihr Kind seine Ernährungsgewohnheiten seit der letzten PFT-Studie, an der es teilgenommen hat, umgestellt?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, inwiefern? _____

4.2 Hat Ihr Kind seit der letzten PFT-Studie, an der es teilgenommen hat, Nahrungsergänzungsmittel eingenommen (Vitamine, Antioxidantien, etc.)?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, welche? _____

4.3 Hat Ihr Kind seit der letzten PFT-Studie, an der es teilgenommen hat, eine Gewichtsreduktion erfahren?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, wie viel abgenommen? _____kg

4.4 Wie häufig verzehrt Ihr Kind im Durchschnitt innerhalb der letzten 12 Monate folgende Lebensmittel (Angabe in Prozent)?

	Nie	Pro Monat		Pro Woche		Tag min. 1x
		max. 1x	2-3 x	1-3 x	4-6 x	
Obst, davon:	<input type="checkbox"/>					
aus eigenem Garten	_____%					
vom Bauern/Markt	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Wurst, davon:	<input type="checkbox"/>					
aus eigener Schlachtung	_____%					
vom hiesigen Metzger	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Fleisch, davon:	<input type="checkbox"/>					
aus eigener Schlachtung	_____%					
vom hiesigen Metzger	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Fisch, davon:	<input type="checkbox"/>					
aus Gewässern der Umgebung	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Wild, davon:	<input type="checkbox"/>					
aus der Umgebung	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Milch/Käse/Milchprodukte	<input type="checkbox"/>					
von eigenen Kühen	_____%					
vom hiesigen Bauern	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Eier, davon	<input type="checkbox"/>					
von eigenen Hühnern	_____%					
vom hiesigen Bauern	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					
Gemüse, davon	<input type="checkbox"/>	(
aus eigenem Garten	_____%					
vom Bauern/Markt	_____%					
aus dem Supermarkt	_____%					

4.5 Hat Ihr Kind Wildschweinleber gegessen? Ja () Nein () k. A. ()
 Wenn ja, wie viel? _____g

5. Fragen zu Erkrankungen und Behandlungsmethoden

5.1 Ist bei Ihrem Kind in den letzten 5 Jahren Erkrankungen diagnostiziert worden, die eine regelmäßige Beobachtung oder Medikamenteneinnahme notwendig machen?

Ja Nein k. A.

Wenn ja,

5.2 Erkrankungen des Herz-/Kreislaufsystems
z. B. erhöhte Blutfettwerte)

Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.3 Magen-Darm-Trakt

Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.4 Niere

Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.5 Schilddrüse

Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.6 Haut

Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.7 Nervensystem

Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.8 Allergien

Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.9 Andere

Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

Ergänzungen:

5.10 Wurde Ihr Kind seit Herbst 2009 geröntgt oder wurde ein CT durchgeführt?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

was? _____ und wann? _____ Monat/Jahr

5.11 Hat Ihr Kind seit der letzten PFT-Studie an der es teilgenommen hat, besondere Behandlungsmethoden in Anspruch genommen? (Homöopathie, Akupunktur, etc.)?

Ja Nein k. A.

Wenn ja, was? _____ und wann ? _____ Monat/Jahr
was? _____ und wann ? _____ Monat/Jahr

Ergänzungen:
