

# **Folge-Studie zur PFT-Belastung des Blutes von Personen aus Arnsberg**

## **Darstellung erster Ergebnisse**

**16. Juni 2008**

Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin, Ruhr-Universität Bochum  
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW  
Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universität Erlangen-Nürnberg  
Mit Unterstützung durch das  
Gesundheitsamt des Hochsauerlandkreises

### **Auftraggeber**

Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des  
Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf (MUNLV)



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

### **Vorbemerkung (Was steht in diesem Bericht, was nicht?)**

Der vorliegende Bericht enthält eine Darstellung erster Ergebnisse der Folgeuntersuchungen im Rahmen der humanepidemiologischen Studie zur PFT - Belastung im Blut in Arnsberg. Er soll zur Information der StudienteilnehmerInnen, betroffener Bürgerinnen und Bürger und der interessierten Öffentlichkeit dienen.

Dieser Kurzbericht beschränkt sich auf die Darstellung der wiederholten PFT-Analysen im Blut der Arnsberger Bevölkerung, die bereits in 2006 untersucht worden war.

Ein ausführlicher wissenschaftlicher Abschlussbericht, der die analysierten PFT-Konzentrationen in Bezug etwa zum Trinkwasserkonsum der Studienteilnehmer und anderer Einflussgrößen auswertet, wird zurzeit erstellt und voraussichtlich Ende Juni 2008 vorliegen. Auch die übrigen Daten, wie die den Studienteilnehmern bereits individuell schriftlich mitgeteilten Laborwerte, werden zurzeit ausgewertet und voraussichtlich Anfang 2009 in einem eigenen Bericht mitgeteilt werden.

### **Danksagung**

Für die Bereitschaft zur Studienteilnahme, Fragebögen auszufüllen und Blutentnahmen vornehmen zu lassen, bedanken wir uns besonders bei den Bürgerinnen und Bürgern Arnsbergs, ohne deren freiwilliges Engagement diese Studie nicht möglich gewesen wäre.

Ebenso danken wir dem Personal des Gesundheitsamtes des Hochsauerlandkreises, dessen organisatorische Unterstützung einen reibungslosen Studienablauf ermöglichte.

## Inhaltsverzeichnis

Vorbemerkung (Was steht in diesem Bericht, was nicht?) .....	II
Inhaltsverzeichnis .....	III
1 Warum wurde die Folgeuntersuchung durchgeführt? .....	1
1.1 Rückblick: Ergebnisse der ersten Studie (2006).....	1
1.2 Begründung für die Folgestudie.....	2
1.3 Welche Frage soll mit der Nachuntersuchung beantwortet werden?.....	2
2 Wie wurde die Folgeuntersuchung durchgeführt (Methoden)?.....	3
2.1 Wer wurde untersucht? .....	3
2.2 Wann fand die Folgeuntersuchung statt? .....	3
2.3 Was wurde gemessen? .....	3
2.4 Was wurde erfragt? .....	4
2.5 Einverständnis, Datenschutz, Versicherung, Ethikkommission .....	4
2.6 Befundmitteilungen .....	5
3 Ergebnisse .....	6
3.1 Teilnahmerate.....	6
3.2 Veränderungen der PFOA–Gehalte im Vergleich zum Vorjahr.....	6
4 Diskussion.....	10
5 Bewertung.....	10
6 Gelten die in Abschlussbericht der Studie 2006 geäußerten Einschätzungen zur gesundheitlichen Bewertung weiterhin? .....	11
7 Weitere Informationsquellen.....	12



# 1 Warum wurde die Folgeuntersuchung durchgeführt?

## 1.1 Rückblick: Ergebnisse der ersten Studie (2006)

Anlässlich des Nachweises erhöhter PFOA-Konzentrationen im Trinkwasser des Wasserwerks Möhnebogen im Mai 2006 wurden zwischen September und Oktober 2006 die Blutentnahmen der ersten Humanbiomonitoring (HBM)-Untersuchung im Hochsauerlandkreis durchgeführt. Eine detaillierte Beschreibung der Ergebnisse dieser Blutuntersuchung erfolgte im Abschlussbericht "Querschnittsstudie zur Untersuchung der inneren Belastung von Mutter-Kind-Paaren und Männern in Gebieten erhöhter Trinkwasserbelastung mit perfluorierten Verbindungen („PFT“), der seit Mai 2007 im Internet verfügbar ist<sup>1</sup>.

Die Studie aus dem Jahre 2006 zeigte, dass Personen aus Arnsberg, deren Trinkwasser über das Wasserwerk Möhnebogen verteilt wurde, eine deutlich erhöhte innere Belastung mit der perfluorierten Verbindung PFOA aufweisen. Die gemessenen PFOA-Konzentrationen lagen um den Faktor 4-8 höher als in den Vergleichsregionen Brilon bzw. Siegen (Abbildung 1).

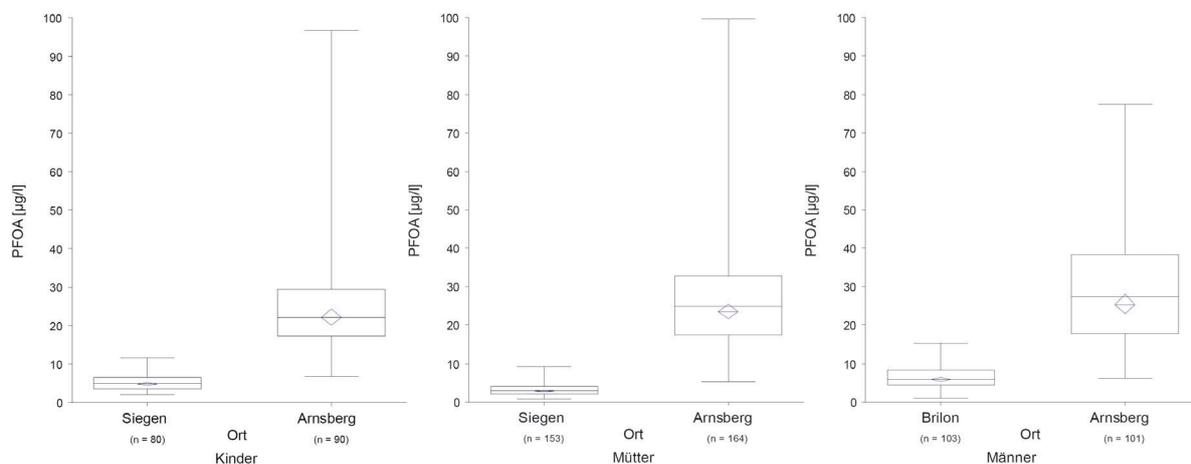


Abbildung 1: Ergebnisse der im Jahre 2006 durchgeführten Blutentnahmen: PFOA-Konzentrationen im Blutplasma bei den Studienteilnehmern. In diesen so genannten Boxplots sind dargestellt: Minimum, 25. Perzentil, Median (und geometrischer Mittelwert), 75. Perzentil und Maximum.

<sup>1</sup> [http://www.munlv.nrw.de/ministerium/presse/presse\\_extra/pdf/pft\\_abschlussbericht.pdf](http://www.munlv.nrw.de/ministerium/presse/presse_extra/pdf/pft_abschlussbericht.pdf)

## 1.2 Begründung für die Folgestudie

Weil es sich bei den perfluorierten Verbindungen um Stoffe mit langer Verweildauer im menschlichen Organismus handelt, und da deren gesundheitliche Bedeutung zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abschließend geklärt ist, sollte unter Vorsorgegesichtspunkten die erhöhte Belastung der Bevölkerung in Arnsberg weiter beobachtet werden.

Die PFOA-Belastung des Trinkwassers aus dem Wasserwerk Möhnebogen wurde durch den Einbau von Aktivkohlefiltern in der Zwischenzeit deutlich, zeitweise unter die analytische Bestimmungsgrenze, gesenkt (Abbildung 2).

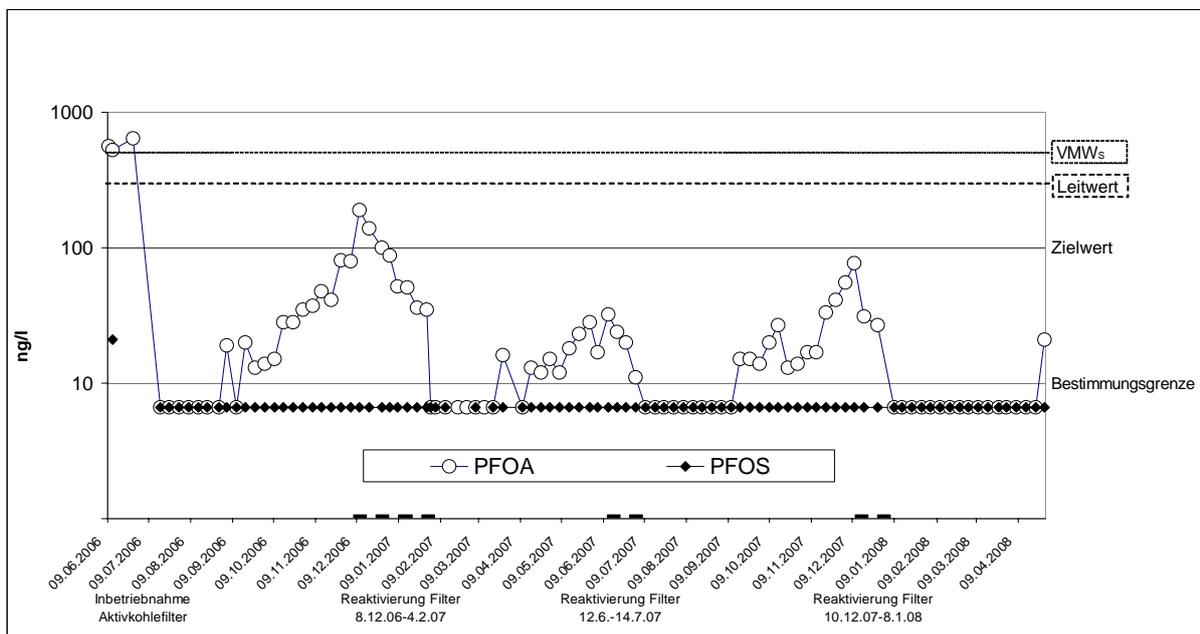


Abbildung 2: PFOS/PFOA-Trinkwasserkonzentrationen: Wasserwerk Möhnebogen zwischen Juni 2006 und April 2008.

Zielwert: Gesundheitlicher Orientierungswert des Umweltbundesamtes.

Leitwert: Lebenslang gesundheitlich duldbarer Leitwert des Umweltbundesamtes für alle Bevölkerungsgruppen.

VMWs: Vorsorglicher Maßnahmewert für Säuglinge.

Messwerte, die unterhalb der Bestimmungsgrenze (10 ng/l) liegen, bedeuten, dass die entsprechende Substanz zu diesem Zeitpunkt nicht nachweisbar war.

## 1.3 Welche Frage soll mit der Nachuntersuchung beantwortet werden?

Mit den "Nachuntersuchungen im Rahmen der humanepidemiologischen Studie zur PFT-Belastung im Blut und Trinkwasser im Hochsauerlandkreis" soll überprüft werden, **ob und in welchem Ausmaß die innere PFOA-Belastung der untersuchten Personen nach einem Jahr gesunken ist.**

## 2 Wie wurde die Folgeuntersuchung durchgeführt (Methoden)?

### 2.1 Wer wurde untersucht?

Es wurden sämtliche Bürgerinnen und Bürger des Arnsberger Untersuchungsgebietes (Stadtteile Herdringen, Neheim, Bruchhausen, Hüsten), welche bereits im Jahr 2006 an der PFT-Studie teilgenommen hatten, zur Teilnahme eingeladen. Es handelt sich dabei um 355 Arnsberger TeilnehmerInnen der HBM-Studie 2006 (164 Mütter, 90 Kinder, 101 Männer).

Die ausgewählten Mutter-Kind-Paare und Männer erhielten ein persönliches Anschreiben, ein Informationsblatt über die Hintergründe und die geplante Durchführung der Studie, sowie einen Fragebogen per Post zugesendet.

### 2.2 Wann fand die Folgeuntersuchung statt?

Nach telefonischer Terminabsprache fanden die allermeisten Blutentnahmen im Oktober 2007 statt. Personen, denen die Teilnahme an der ersten Untersuchung nicht möglich war, wurden bis in das Jahr 2008 hinein verschiedene Nachholtermine angeboten (Tabelle 1).

Tabelle 1: Überblick Studienablauf. Nur Arnsberger StudienteilnehmerInnen.

Datum		Tätigkeit	Personenzahl
24. September	2007	Erste Einladung der ProbandInnen	356
Ab 17. Oktober	2007	Terminvereinbarungen	
09. – 11. Oktober	2007	Blutentnahmetermine	131
16. - 18. Oktober	2007	Blutentnahmetermine	90
23. / 24. Oktober	2007	Blutentnahmetermine	62
Ab 26. Oktober	2007	Terminvereinbarungen	
06. November	2007	1. Nachholtermin Blutentnahme	12
November	2007	Wiederholtes Anschreiben, Terminvereinbarungen	
14. Februar	2008	2. Nachholtermin Blutentnahme	2
28. April	2008	3. Nachholtermin Blutentnahme	1

### 2.3 Was wurde gemessen?

Wie bei der ersten Untersuchung im Jahre 2006 wurden im Blut jedes Studienteilnehmers die Konzentrationen der Verbindungen PFOA (Perfluoroktansäure) und PFOS (Perfluoroktansulfonsäure) bestimmt. Darüber hinaus wurden die Blutproben auf den Gehalt weiterer perfluorierter Verbindungen überprüft, die in zumeist deutlich geringeren Konzentrationen als PFOA oder PFOS vorkommen: PFBS (Perfluorbutansulfonsäure), PFHxS (Perfluorhexansulfonsäure), PFHxA (Perfluorhexansäure), PFPA (Perfluorpentansäure).

Die Analysen im Blutplasma wurden durch das Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin, Universität Erlangen-Nürnberg, durchgeführt. Die Messmethode<sup>2</sup> weist die Konzentrationen der perfluorierten Verbindungen im Blutplasma im Mikrogramm (1 Millionstel Gramm = 0,000001 g)-Bereich pro Liter nach.

Zudem wurden auch in der Folgeuntersuchung alle ProbandInnen aufgefordert, eine Trinkwasserprobe aus dem Haushaltswasser zu entnehmen. Hier wurden stichprobenartig Messungen durchgeführt. Trinkwasserproben aus dem Haushalt der ProbandInnen wurden durch das Labor "Organische Analytik" des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW mit einer prinzipiell der Blutanalytik ähnlichen Methode untersucht.

Wenn die Studienteilnehmer es wünschten, wurden die Blutproben auf eine Reihe üblicher Laborwerte überprüft (Blutbild, Leberwerte u.a.). Die Ergebnisse dieser Analysen einschließlich einer individuellen Bewertung durch die Abteilung für Klinische Chemie und Laboratoriumsmedizin der Universitätsklinik Bergmannsheil, Bochum, wurden allen Studienteilnehmern bereits in einem persönlichen Schreiben mitgeteilt.

## **2.4 Was wurde erfragt?**

Die ProbandInnen bzw. die Eltern der eingeladenen Kinder erhielten jeweils einen Fragebogen zum Selbstausfüllen vorab per Post.

Neben Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht wurden darin Angaben zum Rauchen oder Passivrauchen, zum Alkoholkonsum, zu etwaigen Erkrankungen und Medikamenteneinnahmen, sowie zu Röntgenuntersuchungen erfragt.

Darüber hinaus wurde am Untersuchungstag ein weiterer Fragebogen in Interviewform erhoben. Dieser diente vor allem der detaillierten Erfassung des Trinkwasserkonsums, sowie der Verzehrshäufigkeiten bestimmter Lebensmittel und des aktuellen Gesundheitszustandes am Untersuchungstag.

## **2.5 Einverständnis, Datenschutz, Versicherung, Ethikkommission**

Für die Einwilligung in die geplanten Untersuchungen wurden die Unterschriften beider Elternteile bzw. der untersuchten Person mittels einer **schriftlichen Einverständniserklärung** erfragt.

---

<sup>2</sup> Chemisch basiert die Methode auf einer sogenannten "Festphasenextraktion mit anschließender flüssigkeitschromatographischer Trennung und tandem-massenspektrometrischer Detektion". Die Qualität der Analysen wurde durch Teilnahme an externen Ringversuchen gesichert. Es sei darauf hingewiesen, dass die Bestimmung von perfluorierten Verbindungen im Blut auch zurzeit nur von wenigen Analysenlaboren durchgeführt werden kann.

**Datenschutz:** Name und Anschrift der ProbandInnen werden durch einen Datentreuhänder verwaltet, die ProbandInnendaten (Fragebogen, Blut- und Trinkwasseranalysen) werden im auswertenden Institut unter Bezug auf eine Studiennummer gespeichert (Pseudonymisierung). Die Funktion des Datentreuhänders übernehmen Mitarbeiter des Gesundheitsamtes des Hochsauerlandkreises. Diese verwalten die Verknüpfung zwischen Namen und Adresse der TeilnehmerInnen und Studiennummer, z.Bsp. zum Zwecke der Befundmitteilung.

Für die ProbandInnen wurde eine **Gruppen-Unfallversicherung** abgeschlossen, die die direkten Wege zwischen Wohnung und Gesundheitsamt am Tag der Blutentnahme umfasste. Für die Teilnahme an der Blutentnahme wurde eine **Aufwandsentschädigung** von 20 € ausgezahlt.

Die **Ethikkommission** der Ruhr-Universität Bochum stimmte dem Studienkonzept zu (Antrag vom 05.07.07, Zustimmung am 18.07.07, Registrier-Nr.2808).

## **2.6 Befundmitteilungen**

Die mit der Studien-Nummer versehenen individuellen Befundmitteilungen der PFT-Messergebnisse wurden dem Datentreuhänder (Gesundheitsamt des Hochsauerlandkreises) übergeben, dort mit den Adressen ergänzt und an alle Studienteilnehmer versendet.

Ursprünglich war die Befundmitteilung für den März 2008 vorgesehen. Leider jedoch hat sich die Analyse der Proben um ca. 2 Monate verzögert. Die Gründe lagen in einem nicht vorhersehbaren Engpass bei der PFT-Analytik, der durch den Ausfall eines Analysengerätes verstärkt wurde. Alle TeilnehmerInnen wurden im März angeschrieben und über die bedauerliche Verzögerung informiert.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Teilnehmerate

82 Prozent aller Eingeladenen gaben eine Blutprobe zur PFT-Bestimmung ab. Die Teilnehmeraten der PFT-Folgeuntersuchungen (PFT-Follow-Up) sind in Tabelle 2 dargestellt. Die Abbildungen auf den folgenden Seiten beschränken sich auf die PFOA-Konzentrationen von Personen, deren Blutentnahmen im Rahmen der Folgeuntersuchung noch im Jahr 2007 erfolgte (bei insgesamt 3 Personen konnte erst 2008 eine Blutprobe entnommen werden).

Tabelle 2: Auswahl und Studienteilnahme in Arnsberg. Folgeuntersuchung 2007.

	Männer		Mütter		Kinder		Gesamt	
	N	Anteil	N	Anteil	N	Anteil	N	Anteil
Angeschrieben	101		164		90		355	
keine Rückmeldung	2	2,0 %	7	4,3 %	3	3,3 %	12	3,4 %
Ablehnung der Teilnahme	9	8,9 %	13	7,9 %	7	7,8 %	29	8,2 %
teilnahmebereit	90	89,1 %	144	87,8 %	80	88,9 %	314	88,5 %
nicht erschienen / keine Blutentnahme*	6	5,9 %	5	3,0 %	10	11,1 %	21	5,9 %
<b>Blutproben zur PFT-Bestimmung</b>	<b>84</b>	<b>83,2 %</b>	<b>139</b>	<b>84,8 %</b>	<b>69</b>	<b>76,7 %</b>	<b>292</b>	<b>82,3 %</b>
Einverständniserklärungen	84	83,2 %	139	84,8 %	75	83,3 %	298	84,0 %

\* z.B. von Kindern vor Ort abgelehnt

#### 3.2 Veränderungen der PFOA-Gehalte im Vergleich zum Vorjahr

Die PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der Arnsberger Studiengruppen sind bei der Untersuchung im Jahre 2007 im Vergleich zu 2006 insgesamt gesunken (Abbildung 3).

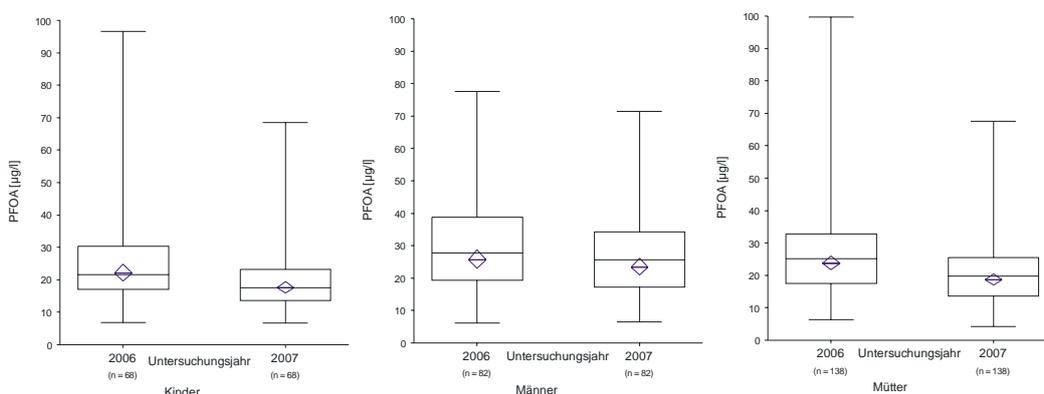


Abbildung 3: PFOA-Konzentrationen im Blut der Arnsberger Studiengruppen. Vergleich zwischen 2006 und 2007. In den Boxplots sind dargestellt: Minimum, 25. Perzentil, Median (und geometrischer Mittelwert), 75. Perzentil und Maximum.

Der Rückgang liegt bei den untersuchten Kindern und Müttern durchschnittlich (Median) bei ca. 5 µg/l und bei den untersuchten Männern bei ca. 3 µg/l. Dies entspricht einem prozentualen Rückgang von ca. 20 % (Kinder, Mütter) bzw. 10 % (Männer) im Vergleich zu den im Jahre 2006 gemessenen Konzentrationen. Individuell lassen sich sowohl höhere als auch niedrigere Unterschiede beobachten, in Einzelfällen werden im Jahre 2007 auch höhere PFOA-Blutkonzentrationen beobachtet im Vergleich zu 2006 (Abbildung 4-6).

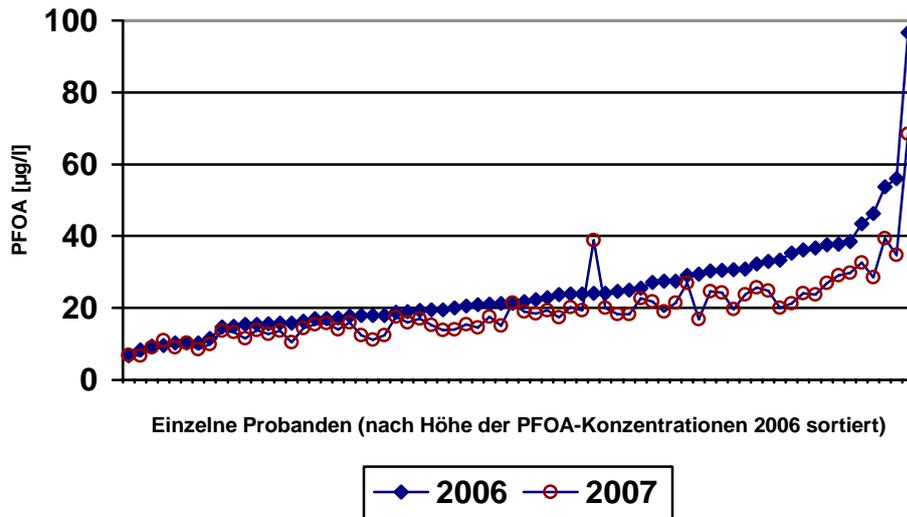


Abbildung 4: PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der 68 untersuchten Arnsberger Kinder in den Jahren 2006 und 2007. Die Daten sind nach der Höhe der PFOA-Konzentrationen aus dem Jahre 2006 geordnet.

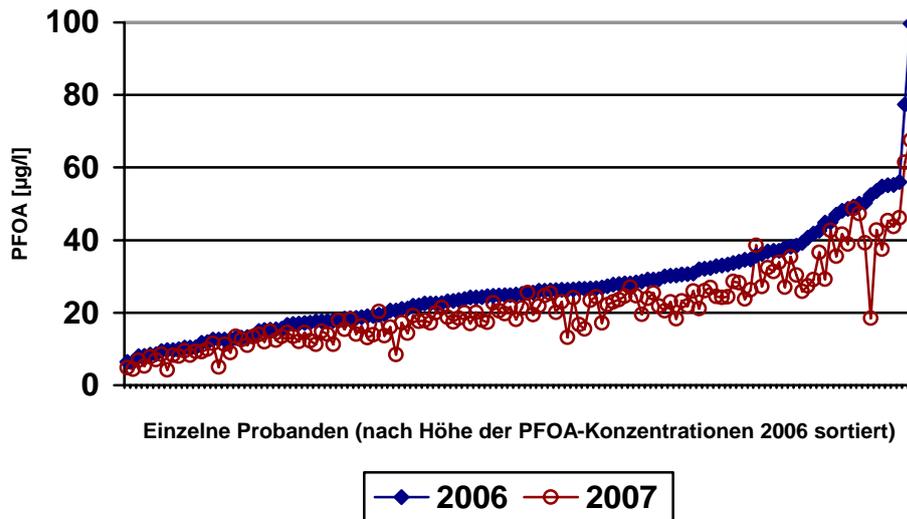


Abbildung 5: PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der 138 untersuchten Arnsberger Mütter in den Jahren 2006 und 2007. Die Daten sind nach der Höhe der PFOA-Konzentrationen aus dem Jahre 2006 geordnet.

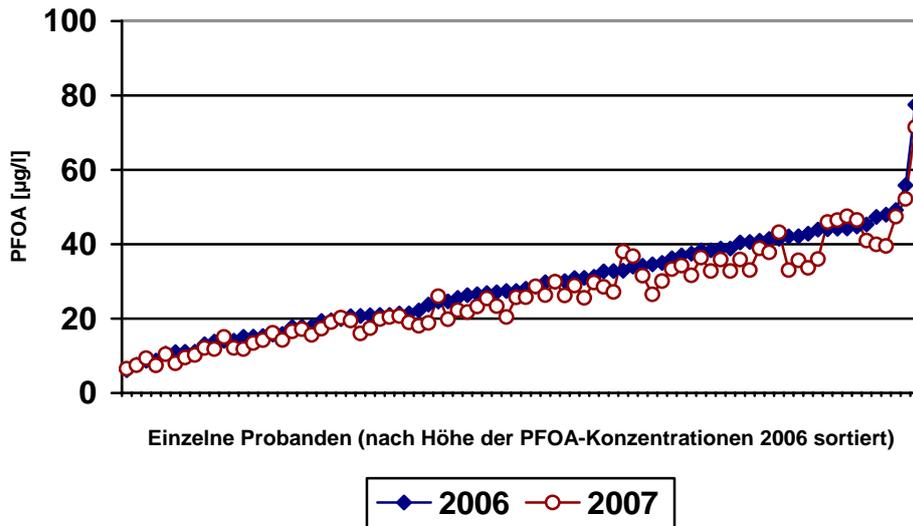


Abbildung 6: PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der 82 untersuchten Arnsberger Männer in den Jahren 2006 und 2007. Die Daten sind nach der Höhe der PFOA-Konzentrationen aus dem Jahre 2006 geordnet.

Bei den übrigen gemessenen perfluorierten Verbindungen sind ebenfalls Verminderungen der inneren Belastung zu beobachten.

PFOS ist durchschnittlich (Median) um ca. 9 % (Kinder, Mütter) bzw. 4 % (Männer) verringert, PFHxS um 9 % (Kinder), 10 % (Mütter) und 12 % (Männer), jeweils bezogen auf die Konzentrationen aus dem Jahre 2006. PFBS war 2007 in keiner der Mütterproben mehr nachweisbar (2006: 7 von 164), in 4 von 82 bei den Männern (2006: 13 von 101) und in 8 von 68 bei den Kindern (2006: 30 von 90). Diese Daten werden ausführlich im Abschlussbericht dargestellt werden.

## **4 Diskussion**

Bekanntermaßen handelt es sich bei den perfluorierten Verbindungen um Stoffe mit einer langen Verweildauer im menschlichen Körper. Allerdings gibt es hierzu nur wenige mehrjährige Untersuchungen, aus denen die genaue Verweildauer berechnet werden könnte. Auf die bekannten deutlichen Unterschiede zwischen Mensch und Tier (teilweise erheblich kürzere Verweildauer, je nach Tierart) wird an dieser Stelle nicht eingegangen.

Aus einer Untersuchung bei 26 hoch belasteten ehemaligen Arbeitnehmern der fluorchemischen Industrie wurde eine Zeitspanne von ca. 3,5 Jahren berechnet, in der die innere PFOA-Belastung auf die Hälfte fiel (so genannte Halbwertszeit, [Olsen et al. 2007]). Für niedriger belastete Bevölkerungsgruppen gibt es vergleichbare Daten bisher nicht. Auch wenn die vorliegenden Daten keine exakte Bestimmung der Halbwertszeiten bei der Arnsberger Bevölkerung erlauben, so scheint nach vorläufiger, grober Abschätzung in Arnsberg ein Rückgang vorzuliegen, der in der Größenordnung zu dem der oben berichteten Arbeitnehmerstudie passt.

Inwieweit die vereinzelt beobachteten Anstiege der PFOA-Belastung mit besonderen Quellen oder Verhaltensweisen zu erklären sind, wird die weitere Auswertung zeigen. Auch werden Erklärungen für den geringeren Rückgang der PFOA-Konzentrationen im Kollektiv der Männer im Vergleich zu den Kindern und Müttern geprüft.

## **5 Bewertung**

Die PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der untersuchten Personengruppen in Arnsberg sind nach einem Jahr gesunken. Der Unterschied zur Untersuchung im Jahr 2006 beträgt im Durchschnitt (Median) ca. 5 µg/l bei den Kindern und Müttern und 3 µg/l bei den Männern.

Dies bedeutet einen Rückgang zwischen 10 (Männer) und 20 (Kinder, Mütter) Prozent.

Auch die übrigen gemessenen perfluorierten Verbindungen PFOS, PFHxS und PFBS weisen im Vergleich zum Vorjahr durchschnittlich niedrigere Konzentrationen auf als im Vorjahr. Weder 2006 noch 2007 waren PFPA und PFHxA nachweisbar.

Der beobachtete Rückgang liegt nach vorläufiger, grober Abschätzung im Bereich dessen, was aus wenigen internationalen Untersuchungen für ehemals hoch belastete Arbeitnehmer abgeleitet wurde, und bestätigt die lange Verweildauer der perfluorierten Verbindungen im menschlichen Körper.

Die untersuchten Arnsberger Bevölkerungsgruppen weisen damit weiterhin deutlich höhere PFOA-Konzentrationen im Blutplasma auf als die Vergleichskollektive aus dem Jahre 2006.

## **6 Gelten die in Abschlussbericht der Studie 2006 geäußerten Einschätzungen zur gesundheitlichen Bewertung weiterhin?**

Bereits im Bericht zur ersten Humanbiomonitoring-(HBM)-studie wurde im März 2007 zur gesundheitlichen Bewertung der erhöhten PFT-Konzentrationen Stellung genommen:

*Die zurzeit vorliegenden weltweiten Human-Untersuchungen geben keinen Anhaltspunkt, dass die bei der Bevölkerung in Arnsberg festgestellten PFOA-Gehalte im Plasma gesundheitlich bedenklich wären. ...*

*Aufgrund des insgesamt jedoch noch eingeschränkten Wissensstandes über die genauen Wirkungen von PFOA und da es sich bei den perfluorierten Verbindungen um Stoffe mit wahrscheinlich langer Verweildauer im menschlichen Organismus handelt, deren gesundheitliche Bedeutung zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht abschließend geklärt ist, wird unter Vorsorgegesichtspunkten die erhöhte Belastung der Bevölkerung in Arnsberg weiter beobachtet werden.*

**Diese Stellungnahme**, die auch von den Experten eines PFT-Symposiums im Rahmen der Frühjahrstagung der Deutschen Gesellschaft für experimentelle und klinische Pharmakologie und Toxikologie (DGPT) am 15.03.07 in Mainz geteilt wurde, **gilt weiterhin**. Die Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit äußerte sich im gleichen Sinne zu den Studienergebnissen am 7. August 2007. Demnach konnte mit der Studie gezeigt werden, dass die per HBM ermittelten PFT-Werte im Blut zwar signifikant erhöht sind, nach aktueller Expertenmeinung jedoch keinerlei Anlass bieten, die PFT-Belastung des Trinkwassers im Sauerland mit einer gesundheitlichen Besorgnis für die betroffene Bevölkerung in Verbindung zu bringen.

## 7 Weitere Informationsquellen

Zitierte Studie zur Halbwertszeit bei Arbeitnehmern:

Olsen, G. W., Burris, J. M., Ehresman, D. J., Froehlich, J. W., Seacat, A. M., Butenhoff, J. L. and 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.

Zitierte Stellungnahme der Trinkwasserkommission:

Trinkwasserkommission des Bundesministeriums für Gesundheit. Stellungnahme vom 07.08.07. Aktuelle gesundheitliche und gewässerhygienische Bewertung perfluorierter Verbindungen (PFC). Internetadresse: <http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/trinkwasserkommission/fazit-hbm-studie-pft.pdf>