



Neue Ergebnisse zum **Humanbiomonitoring von perfluorierten Verbindungen**

ÖGD-Tagung, 20.05.2009



Perfluorierte Tenside im Trinkwasser



Perfluorierte Tenside im Trinkwasser

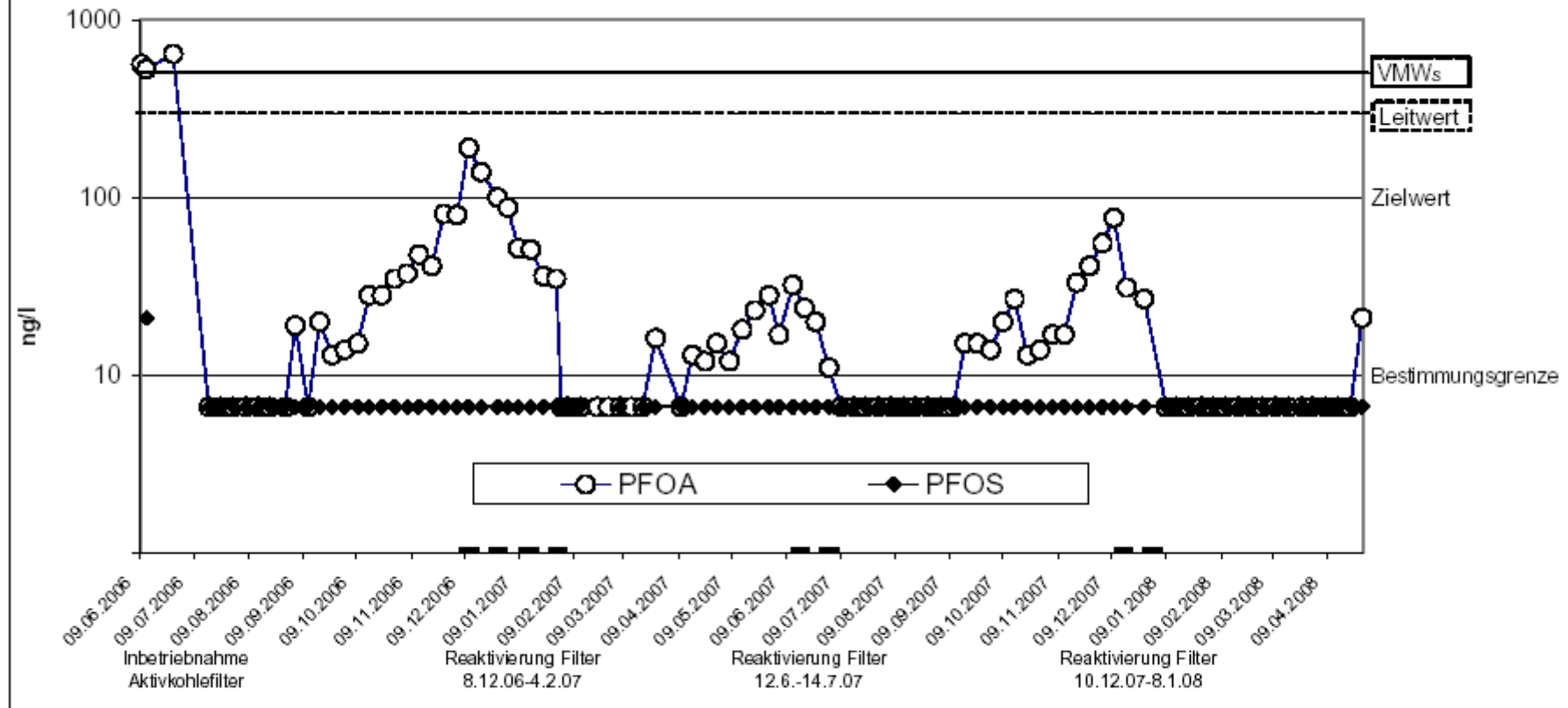


Abbildung 1: PFOS/PFOA-Trinkwasserkonzentrationen: Wasserwerk Möhnebogen zwischen Juni 2006 und April 2008.

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.



Humanbiomonitoring-Studien zu PFT in NRW

- **Belastungsuntersuchungen an EinwohnerInnen in**
 - ➔ Arnsberg (2006, 2007, 2008)
 - ➔ Brilon, Siegen (2006, 2008)
- **Wirkungsuntersuchungen an EinwohnerInnen in**
 - ➔ Arnsberg (2007)
 - ➔ Brilon, Siegen (2008)
- **Muttermilchuntersuchungen NRW (2007)**
- **Untersuchungen von Rückstellproben der Humanprobendatenbank (2007, 2008)**
- **Belastungsuntersuchungen an AnglerInnen am Möhnesee (2008, 2009)**



Belastungsuntersuchungen an EinwohnerInnen im Hochsauerlandkreis (HSK) 2006-2008

- Wie hoch sind die Konzentrationen perfluorierter Verbindungen im Blutplasma bei den untersuchten ProbandInnen?
- Sind die PFT-Plasmakonzentrationen in Arnsberg höher als in unbelasteten Kontrollregionen?
- Sind die PFT-Konzentrationen im Blutplasma mit dem Trinkwasserkonsum assoziiert?
- Wie verhalten sich die PFT-Plasmakonzentrationen im zeitlichen Verlauf?
- Gibt es geschlechtsspezifische Unterschiede?
- Lässt sich eine Halbwertszeit für PFOA bestimmen?



Belastungsuntersuchungen an EinwohnerInnen HSK

Studiendesign: zunächst Querschnittsstudie
 später Kohortenstudie

Auftragnehmer:

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

Feldphasen: September - November 2006, 2007, 2008

Untersuchungsinstrumente:

- Fragebögen
- Analysen der PFT-Konzentrationen im Blutplasma
- Trinkwasseranalysen bei ausgewählten ProbandInnen

Zielgebiet Arnsberg: - 90/69/63 Kinder
 - 164/139/129 Mütter
 - 101/84/81 Männer

Kontrollgebiete: Siegen / Brilon (80 Kinder, 153 Mütter, 103 Männer)



Humanbiomonitoring perfluorierter Verbindungen

PFOS = Perfluorooctansulfonsäure

PFOA = Perfluorooctansäure

PFBA = Perfluorbutansäure

PFPA = Perfluorpentansäure

PFBS = Perfluorbutansulfonsäure

PFHxA = Perfluorhexansäure

PFHxS = Perfluorhexansulfonsäure

PFHpA = Perfluorheptansäure

PFNA = Perfluornonansäure

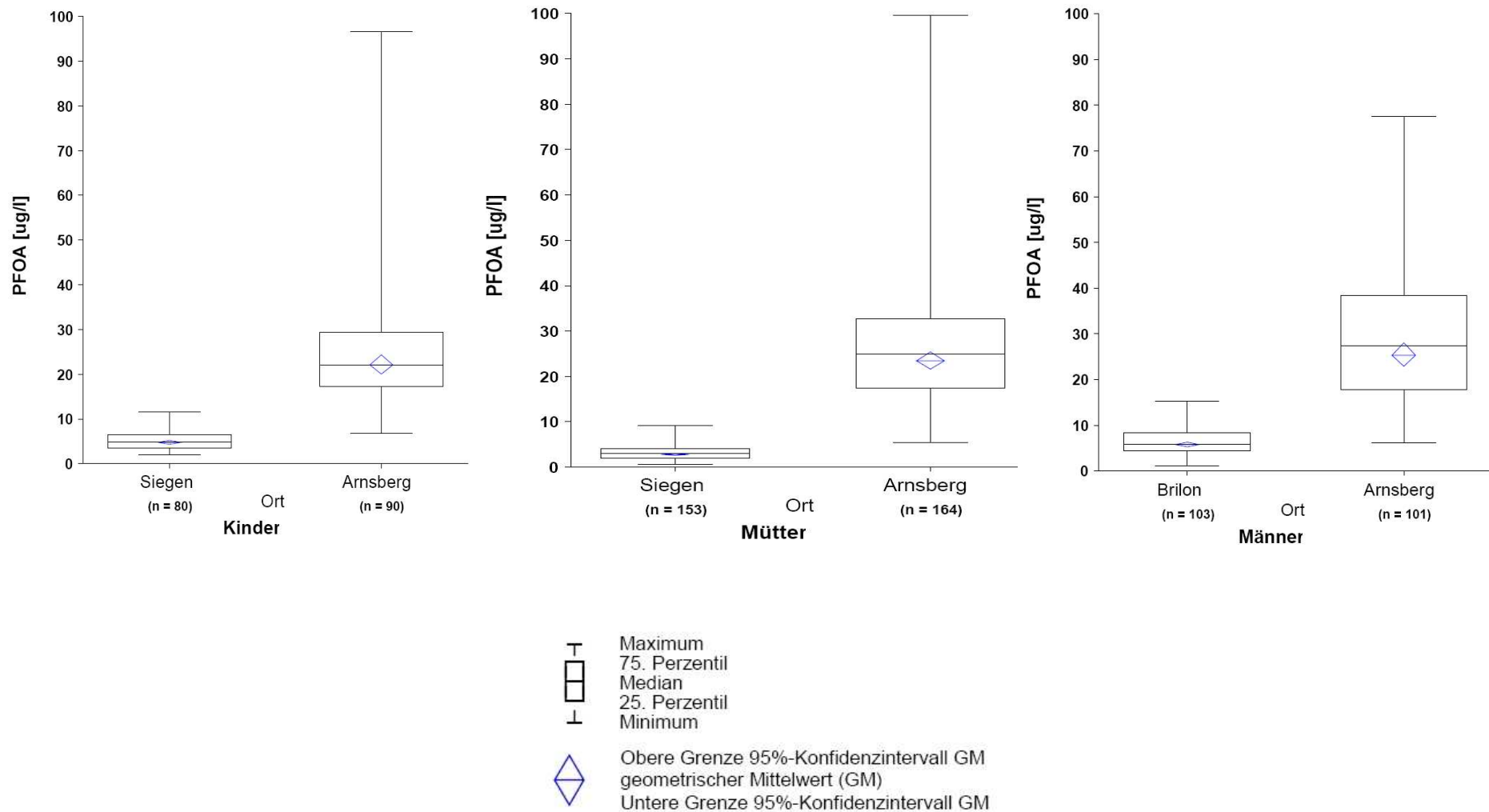
PFDA = Perfluordecansäure



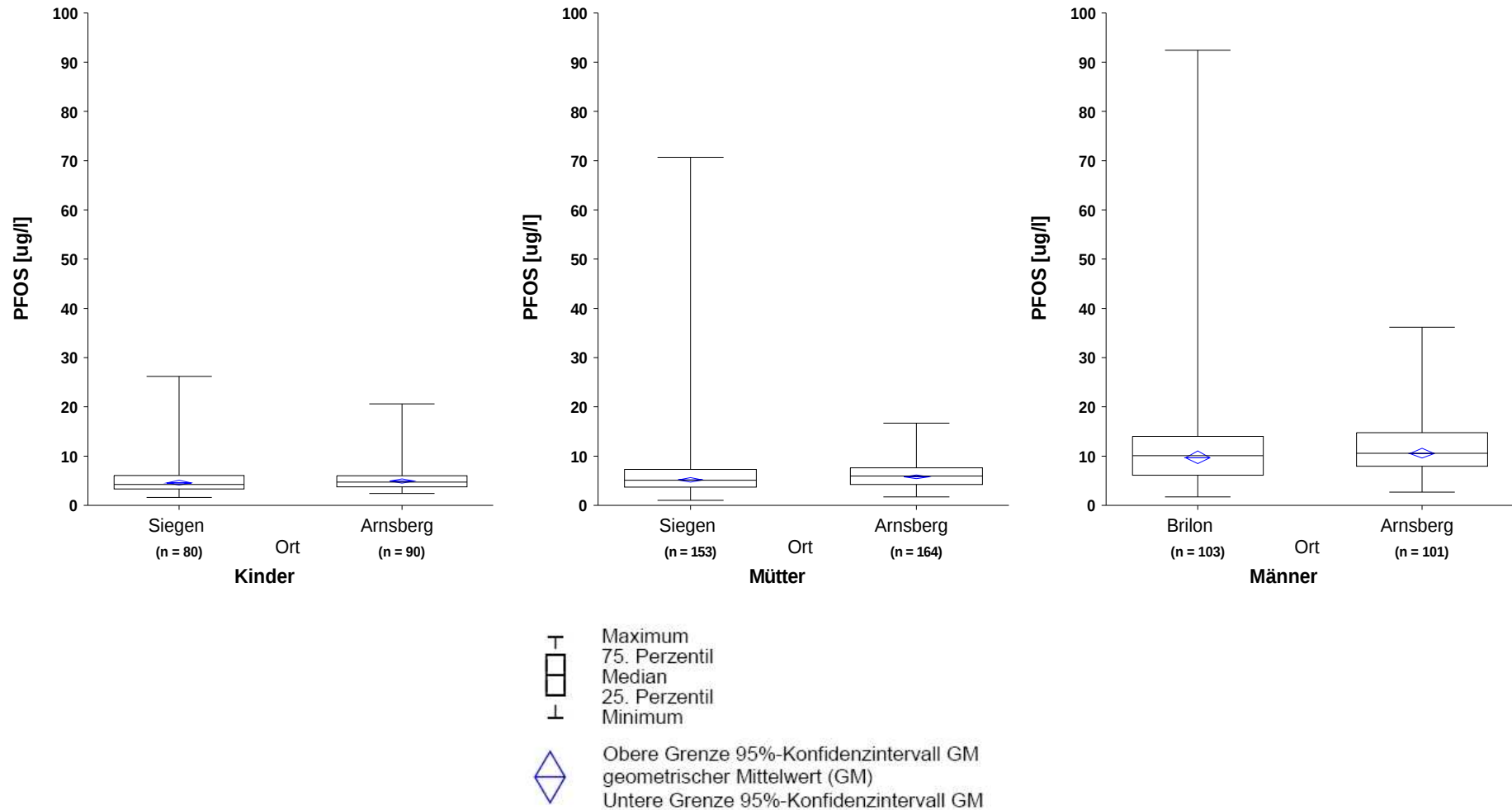
Zum allergrößten Teil unterhalb der Bestimmungsgrenze



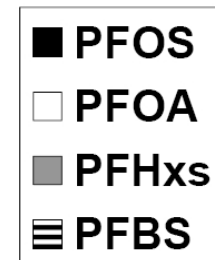
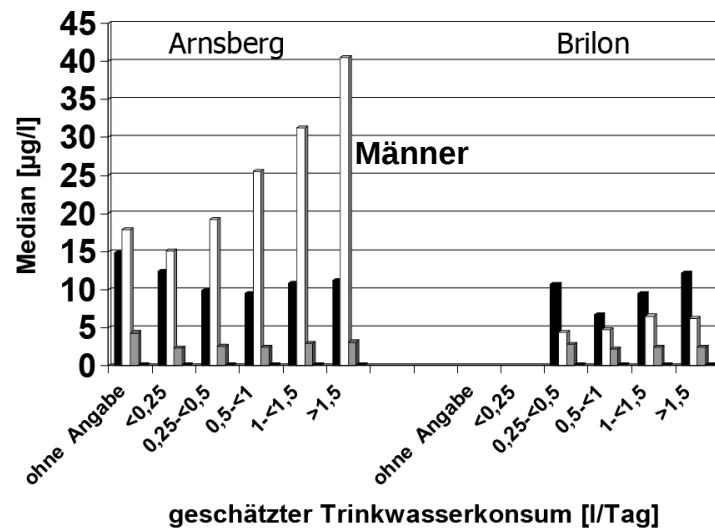
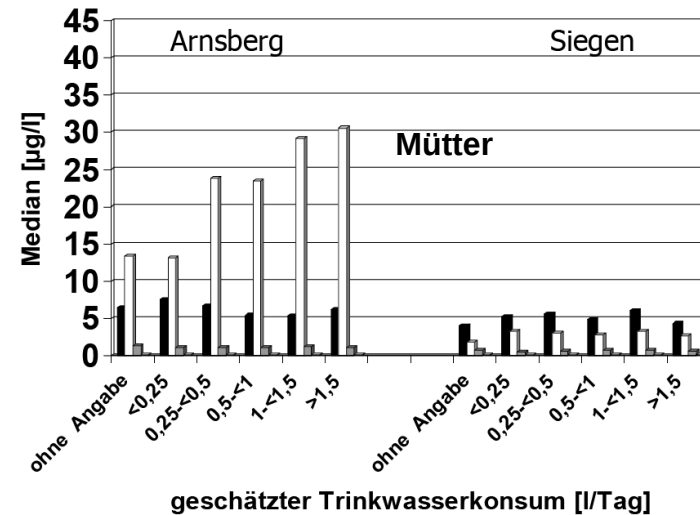
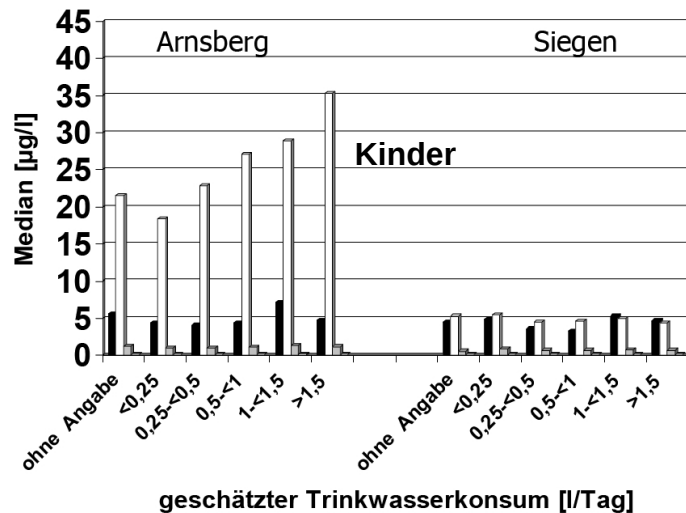
PFOA Konzentrationen im Blutplasma 2006



PFOS Konzentrationen im Blutplasma 2006

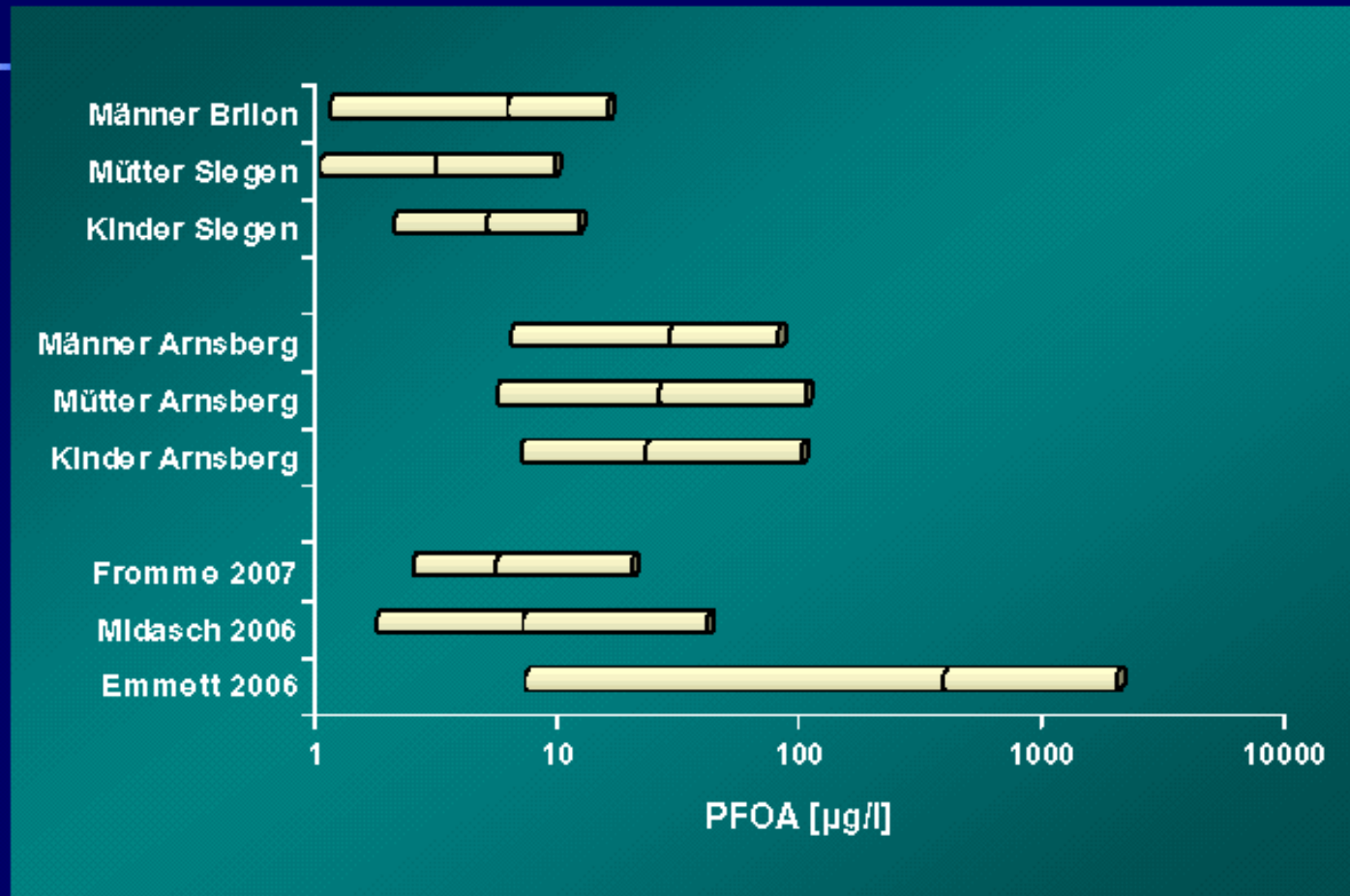


Trinkwasserkonsum und PFT Konzentrationen im Blutplasma 2006



Wie hoch sind die PFT-Konzentrationen im Serum bei den untersuchten Kindern, Frauen und Männern?

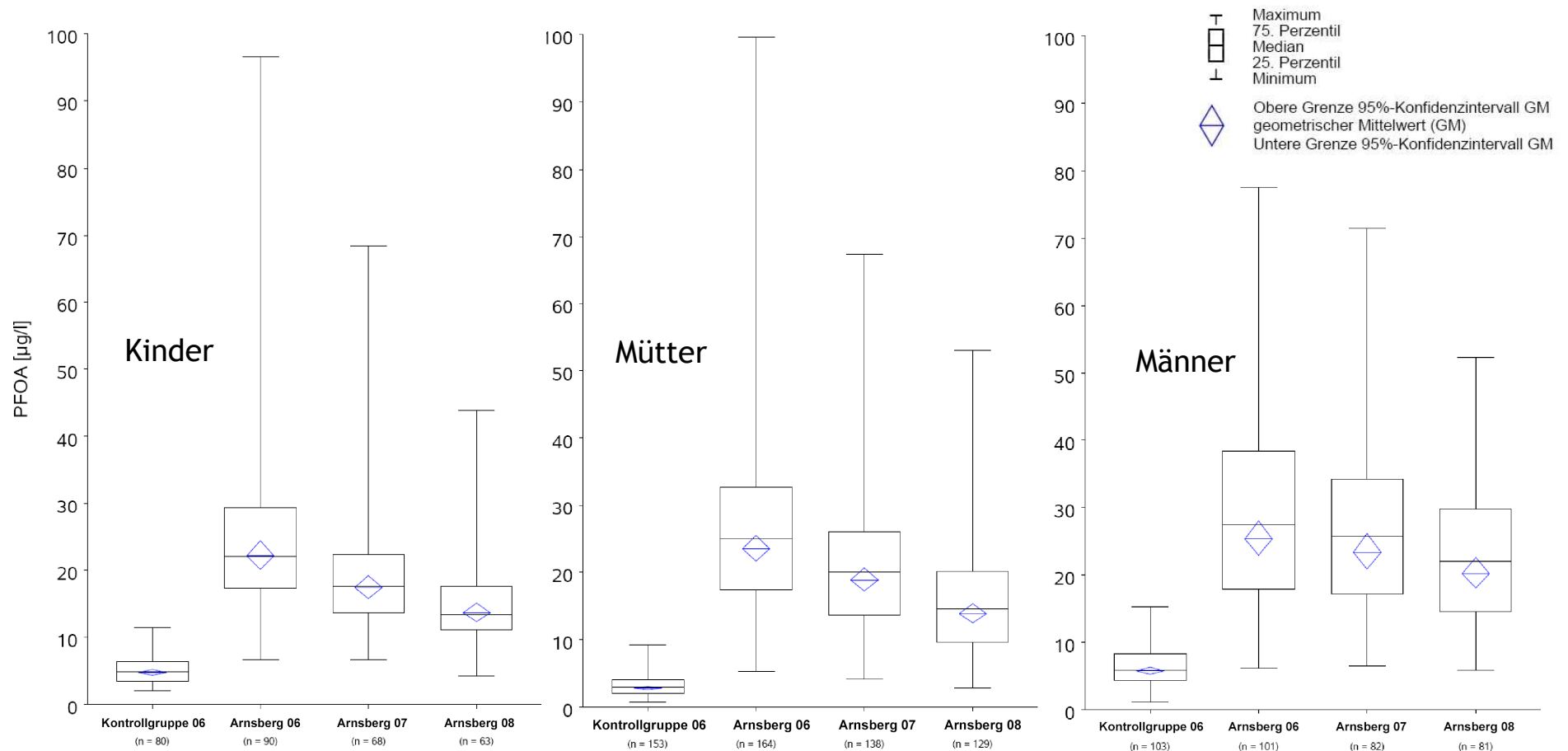
PFOA-Konzentrationen im Vergleich



Dargestellt sind Minimum-Median-Maximum



PFOA-Gehalte im Blutplasma 2006 - 2008



Rückgang 2008 ggü. 2006:

- bei Kindern und Müttern (Median) 38 - 40 %
- bei Männern (Median) 23 %



PFOA-Gehalte im Blutplasma 2006 - 2008 (Kinder)

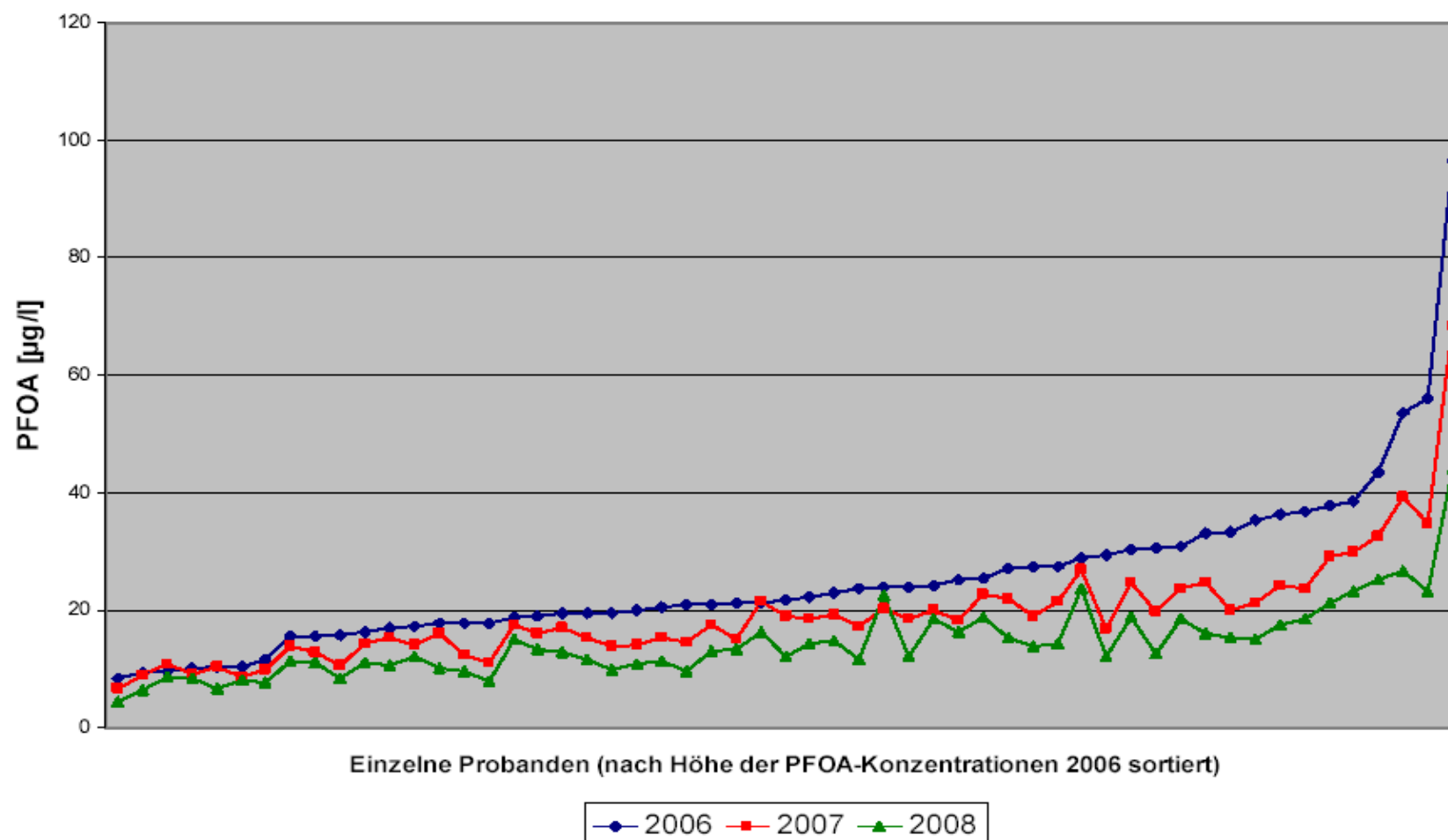


Abbildung 5: PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der 55 Arnsberger Kinder, die in den Jahren 2006, 2007 und 2008 untersucht wurden. Die Daten sind nach der Höhe der PFOA-Konzentrationen aus dem Jahre 2006 geordnet.

PFOA-Gehalte im Blutplasma 2006 - 2008 (Mütter)

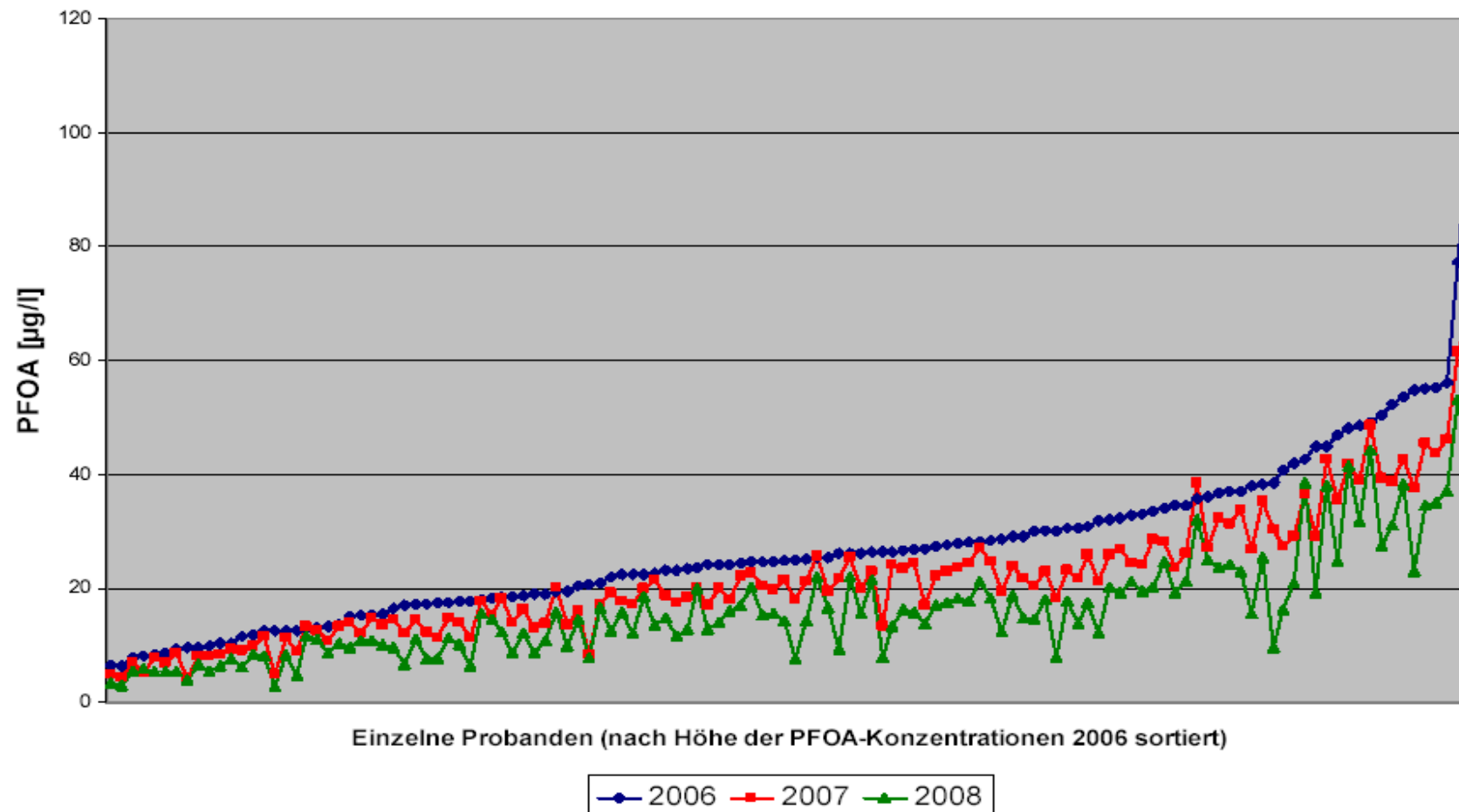


Abbildung 6: PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der 126 in den Jahren 2006, 2007 und 2008 untersuchten Arnsberger Mütter. Die Daten sind nach der Höhe der PFOA-Konzentrationen aus dem Jahre 2006 geordnet.

PFOA-Gehalte im Blutplasma 2006 - 2008 (Männer)

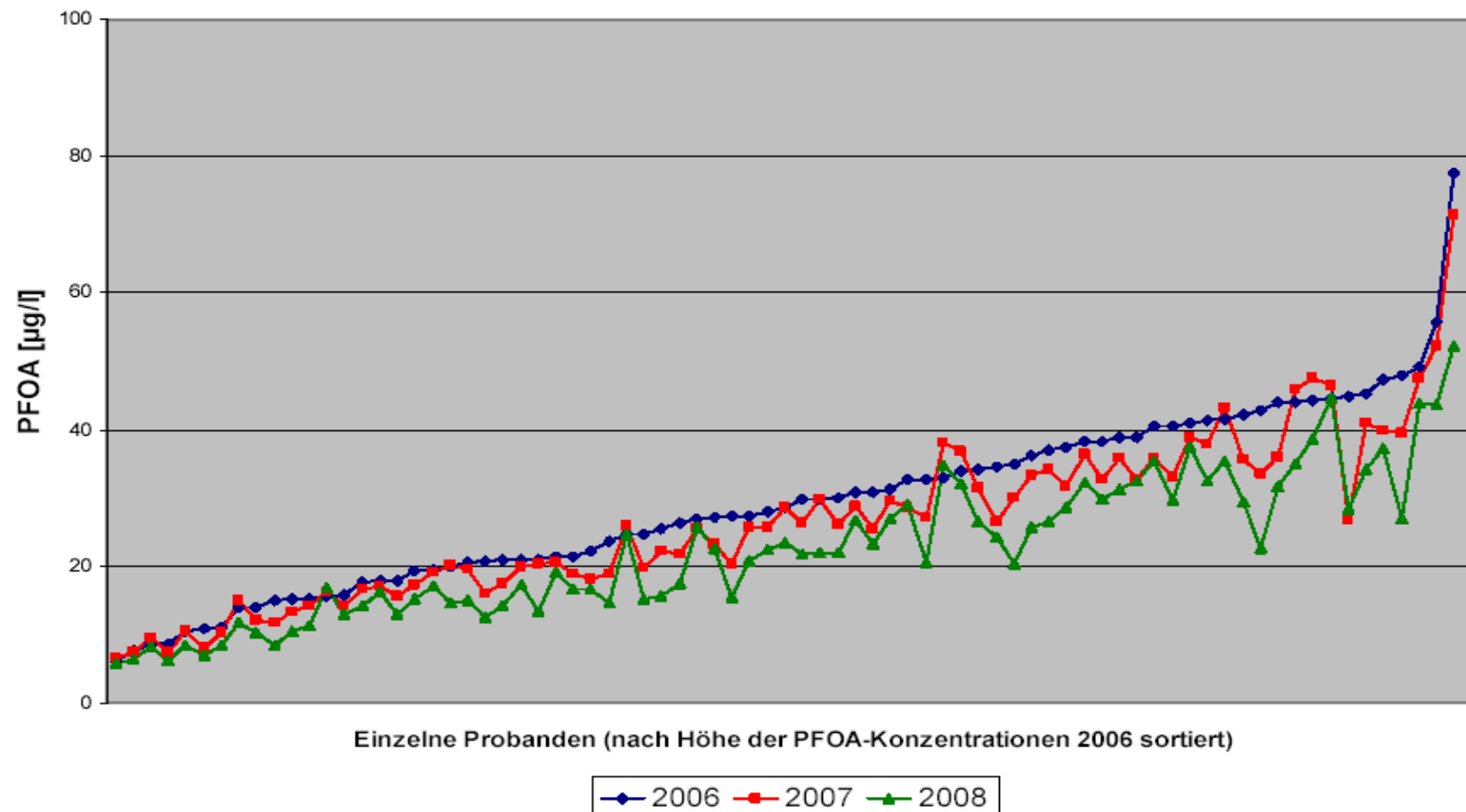


Abbildung 7: PFOA-Konzentrationen im Blutplasma der 77 Arnsberger Männer, die in den Jahren 2006, 2007 und 2008 untersucht wurden. Die Daten sind nach der Höhe der PFOA-Konzentrationen aus dem Jahre 2006 geordnet.



Zusammenfassung Belastungsuntersuchungen an EinwohnerInnen HSK (2006-2008)

- Die PFOA-Konzentrationen im Blutplasma waren 2006 in Arnsberg gegenüber den Kontrollgebieten um das 5-8fache erhöht
- Es ergab sich ein klarer Zusammenhang zum Trinkwasserkonsum
- PFOA/PFOS Verhältnis in Arnsberg > 1 (sonst üblicherweise < 1)
- Rückgang 2006-2008 bei Kindern und Müttern (Median): 38 - 40 %
- Rückgang 2006-2008 bei Männern (Median): 23 %
- Individuell lassen sich sowohl höhere als auch niedrigere Unterschiede beobachten
- In Einzelfällen wurden 2007 auch höhere PFOA-Blutkonzentrationen beobachtet
- Bestätigung langer Halbwertzeiten von PFT aus internationalen Studien
- Bei den vorliegenden Konzentrationen im Blutplasma sind keine nachteiligen gesundheitlichen Wirkungen zu erwarten
- Aufgrund des eingeschränkten Wissensstandes wurden unter Vorsorgeaspekten weitere Studien durchgeführt
- Indirekt bestätigt die Studie die regulatorischen Werte der Trinkwasserkommission



Humanbiomonitoring-Studien zu PFT in NRW

- Belastungsuntersuchungen an EinwohnerInnen in
 - ➔ Arnsberg (2006, 2007, 2008)
 - ➔ Brilon, Siegen (2006, 2008)
- **Wirkungsuntersuchungen an EinwohnerInnen in**
 - ➔ Arnsberg (2007)
 - ➔ Brilon, Siegen (2008)
- Muttermilchuntersuchungen NRW (2007)
- Untersuchungen von Rückstellproben der Humanprobendatenbank (2007, 2008)
- Belastungsuntersuchungen an AnglerInnen am Möhnesee (2008, 2009)



Wirkungsuntersuchungen an EinwohnerInnen im HSK

• Blutuntersuchungen auf

- ➔ Plasmaproteine: Albumin, α_1 , α_2 -, β -, γ -Globuline, C-reaktives Protein
- ➔ Gesamt-Cholesterin, HDL, LDL
- ➔ Leberwerte/-enzyme:
 - Alanin Aminotransferase (ALT = Glutamat-Pyruvat-Transaminase GPT)
 - Aspartat-Aminotransferase (AST = Glutamat-Pyruvat-Transaminase GOT)
 - Gamma-Glutamyl-Transferase (GGT)
 - Cholinesterase (CHE)
 - Gesamt-Bilirubin
- ➔ Blutbild: Hb, Hkt, MCV, Erys, Leukos, Trombos
- ➔ Diff-BB: notrophile, eosinophile, basophile Granulozyten, Monozyten
- ➔ TSH, Thyroxin (T3), Trijodthyronin (T4)

• Comet Assay (Einzelzell-Gel-Elektrophorese) → DNA-Strangbrüche

• Chromosomenaberrationstest in Fällen von Strangbrüchen



Untersuchungen dauern noch an



Humanbiomonitoring-Studien zu PFT in NRW

- Belastungsuntersuchungen an EinwohnerInnen in
 - ➔ Arnsberg (2006, 2007, 2008)
 - ➔ Brilon, Siegen (2006, 2008)
- Wirkungsuntersuchungen an EinwohnerInnen in
 - ➔ Arnsberg (2007)
 - ➔ Brilon, Siegen (2008)
- **Muttermilchuntersuchungen NRW (2007)**
- Untersuchungen von Rückstellproben der Humanprobendatenbank (2007, 2008)
- Belastungsuntersuchungen an AnglerInnen am Möhnesee (2008, 2009)



Muttermilchuntersuchungen NRW (2007/2008)

- bis Mai 2008 > 200 Muttermilchproben aus NRW beim CVUA Münster untersucht
- Darunter auch Proben aus dem Belastungsgebiet
- alle Ergebnisse über PFT-Gehalte waren *gesundheitlich unbedenklich*
- „Unbedenklichkeit“ hier:
 - ➔ TDI würde durch Aufnahme in keinem Fall überschritten

☞ Die PFT-Exposition über die Muttermilch ist unbedenklich



Humanbiomonitoring-Studien zu PFT in NRW

- **Belastungsuntersuchungen an EinwohnerInnen in**
 - ➔ Arnsberg (2006, 2007, 2008)
 - ➔ Brilon, Siegen (2006, 2008)
- **Wirkungsuntersuchungen an EinwohnerInnen in**
 - ➔ Arnsberg (2007)
 - ➔ Brilon, Siegen (2008)
- **Muttermilchuntersuchungen NRW (2007)**
- **Untersuchungen von Rückstellproben der Humanprobendatenbank (2007, 2008)**
- **Belastungsuntersuchungen an AnglerInnen am Möhnesee (2008, 2009)**



Untersuchungen von Rückstellproben der Humanprobenbank (2007)

• Ziele:

- ➔ Trendanalysen der PFT-Belastung vor 2006
- ➔ ggf. Eingrenzung des Beginns der Exposition in Arnsberg

• Studiendesign:

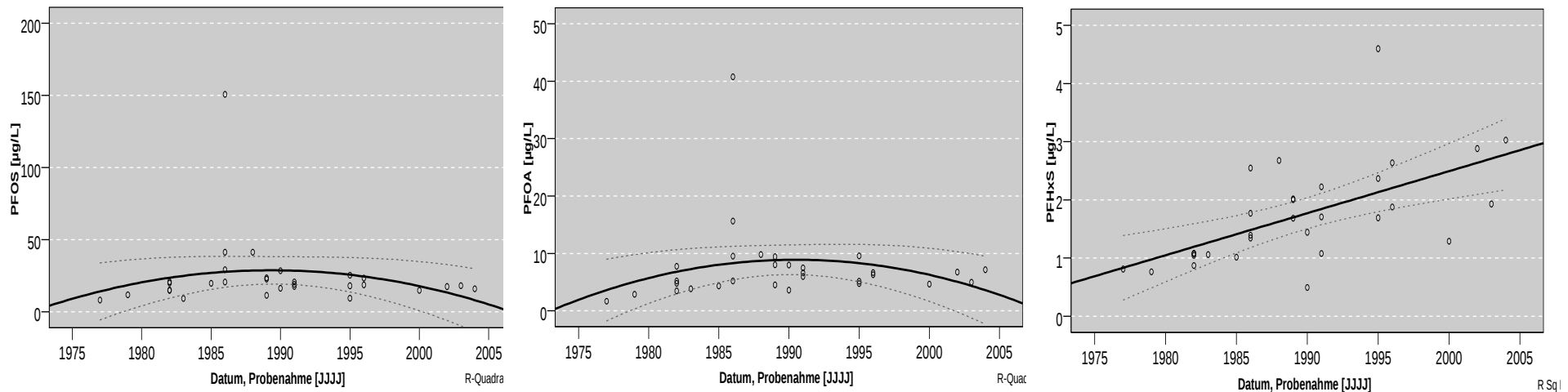
- ➔ 30 Blutproben junger Erwachsener (20-31 Jahre) die (jemals) in der Belastungsregion gelebt hatten
- ➔ Blutproben wurden zwischen 1977 und 2004 entnommen und in Humanprobenbank gelagert
- ➔ Jetzt: Analyse auf PFOA, PFOS, PFHxA, PFHxS, PFPA und PFBS



Untersuchungen von Rückstellproben der Humanprobendatenbank (2007)

Ergebnis

- Die Konzentrationen von PFHxA, PFPA und PFBS waren unterhalb der Bestimmungsgrenze.
- Trendanalyse: zwischen 1977 und 2004 weitgehend stabile PFOA und PFOS Konzentrationen in Höhe der derzeitigen Hintergrundbelastung



- Gipfel der Belastung: 1990
- PFHxS Plasmaspiegel sind seit 1977 stetig angestiegen
- Enge Assoziation zwischen PFOS und PFOA-Plasmaspiegeln
- Eine Eingrenzung des Beginns der Exposition in Arnsberg war durch Pilotstudie noch nicht möglich → Folgestudie ist derzeit in Arbeit



Humanbiomonitoring-Studien zu PFT in NRW

- **Belastungsuntersuchungen an EinwohnerInnen in**
 - ➔ Arnsberg (2006, 2007, 2008)
 - ➔ Brilon, Siegen (2006, 2008)
- **Wirkungsuntersuchungen an EinwohnerInnen in**
 - ➔ Arnsberg (2007)
 - ➔ Brilon, Siegen (2008)
- **Muttermilchuntersuchungen NRW (2007)**
- **Untersuchungen von Rückstellproben der Humanprobendatenbank (2007, 2008)**
- **Belastungsuntersuchungen an AnglerInnen am Möhnesee (2008, 2009)**



Assoziation der PFOS Belastung mit dem Fischkonsum

Interviewgesteuerter Zusatzfragebogen Erwachsene

25.1a Wie häufig im Durchschnitt verzehrten Sie selbst innerhalb der letzten 12 Monate folgende Lebensmittel? (Bitte mit Original FB vergleichen-vor allem Unterkategorien sind neu)

	Nie	1 x pro Monat oder seltener	2-3 x pro Monat	1-3 x pro Woche	4-6 x pro Woche	1 x pro Tag o. häufiger
Obst, davon:	☐	☐	☐	☐	☐	☐
aus eigenem Garten	☐	☐	☐	☐	☐	☐
vom Bauern/Markt	☐	☐	☐	☐	☐	☐
aus dem Supermarkt	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gemüse, davon:	☐	☐	☐	☐	☐	☐
aus eigenem Garten	☐	☐	☐	☐	☐	☐
nur bei Verzehr von Gemüse aus eigenem Garten: Welche Menge verzehren Sie pro Jahr von folgenden Gemüsesorten: Kopfsalat, Pflücksalat, Feldsalat, Eisblattsalat, Lollo rosso(u. ähnliche Arten), Endivie, Spinat, Mangold, Stielmus, Grünkohl, Markstammkohl ?						
..... Eimer/Jahr						
vom Bauern/Markt	☐	☐	☐	☐	☐	☐
aus dem Supermarkt	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Wurst, davon:	☐	☐	☐	☐	☐	☐
aus eigener Schlachtung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
vom hiesigen Metzger	☐	☐	☐	☐	☐	☐
aus dem Supermarkt	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fleisch, davon:	☐	☐	☐	☐	☐	☐
aus eigener Schlachtung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
vom hiesigen Metzger	☐	☐	☐	☐	☐	☐
aus dem Supermarkt	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Fisch, davon:	☐	☐	☐	☐	☐	☐
aus Gewässern der Umgebung	☐	☐	☐	☐	☐	☐
aus dem Supermarkt	☐	☐	☐	☐	☐	☐

- undeutliche Beziehung
- Abhängigkeit deutet sich an
- Überprüfung erforderlich



Anglerstudie



Belastungsuntersuchungen an AnglerInnen am Möhnesee (2008)



Bildquelle: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:83Angler.jpg>

- Wie hoch sind die Konzentrationen perfluorierter Verbindungen im Blutplasma bei den untersuchten AnglerInnen?
- Steht die PFOS-Belastung im Blut von AnglerInnen in Zusammenhang mit dem Verzehr von belasteten Fischen?
- Vergleich der PFOS-Konzentrationen mit anderen Studien



Belastungsuntersuchungen an AnglerInnen am Möhnesee (2008)

Studiendesign: Querschnittsstudie

Feldphase: Sommer 2008

Auftragnehmer:

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

Untersuchungsinstrumente:

Fragebögen,
Analysen der PFT-Konzentrationen im Blutplasma,
Analysen der PFT-Konzentrationen im Trinkwasser ausgewählter
Probanden

Teilnahme: 99 Angler, 6 Anglerinnen



Belastungsuntersuchungen an AnglerInnen am Möhnesee (2008)

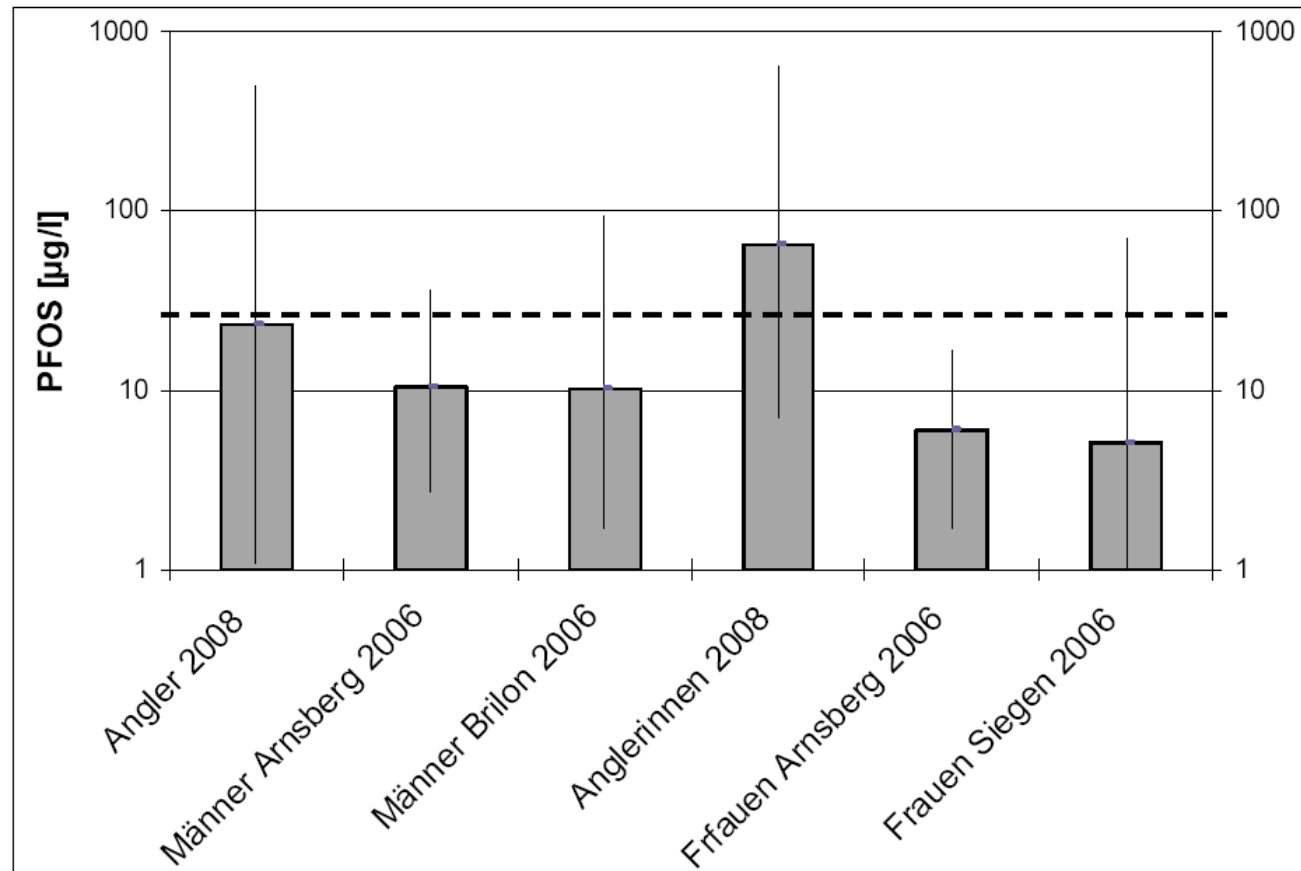


Abbildung 1: PFOS-Konzentrationen bei den untersuchten 105 AnglerInnen (99 Männer und 6 Frauen) im Vergleich zu den untersuchten Männern und Frauen in Arnsberg (n=101/164) und Brilon (n=103 Männer) bzw. Siegen (n=153 Frauen) aus dem Jahr 2006. Logarithmische Skala. Dargestellt sind Minimum, Maximum (senkrechte Linie) und Median (grauer Balken), außerdem der Referenzwert für Männer von 25 µg/l (gestrichelte Linie).



Belastungsuntersuchungen an AnglerInnen am Möhnesee (2008)

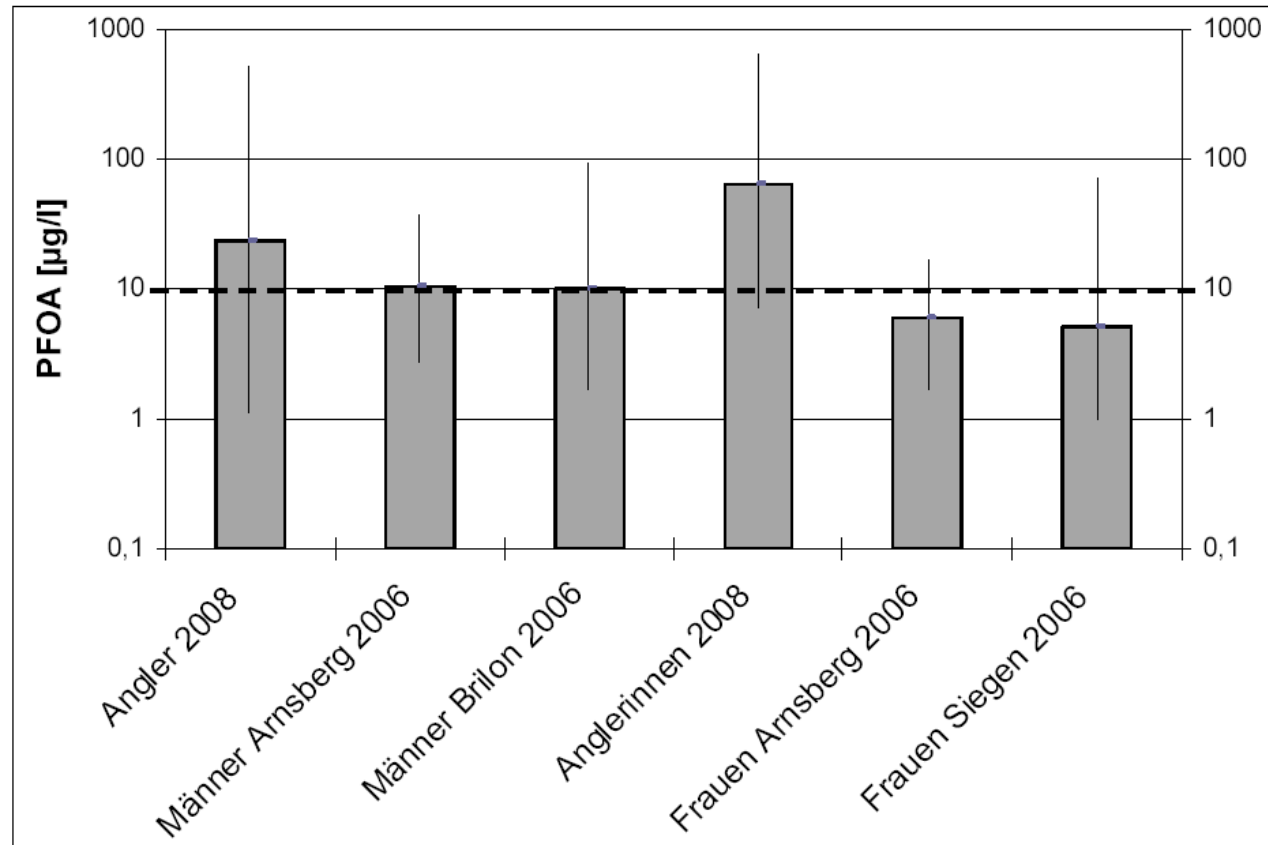


Abbildung 2: PFOA-Konzentrationen bei den untersuchten 105 AnglerInnen (99 Männer und 6 Frauen) im Vergleich zu den untersuchten Männern und Frauen in Arnsberg (n=101/164) und Brilon (n=103 Männer) bzw. Siegen (n=153 Frauen) aus dem Jahr 2006. Logarithmische Skala. Dargestellt sind Minimum, Maximum (senkrechte Linie) und Median (grauer Balken), außerdem der Referenzwert für PFOA von 10 µg/l (gestrichelte Linie).



PFT-Belastung und Fischkonsum

Im Interview angegebene Verzehrshäufigkeiten von Fisch aus dem Möhnesee in den Jahren 2000 bis 2007

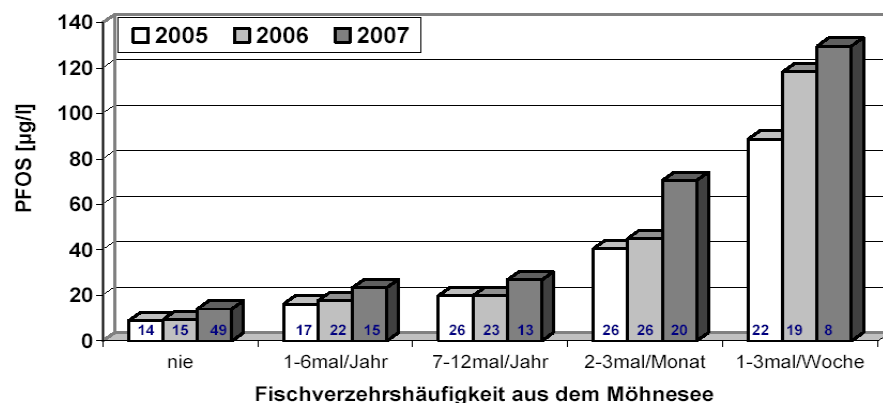
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
nie	35	35	31	27	24	14	15	49	61
1-6mal pro Jahr	9	9	11	11	14	17	22	15	12
1mal pro Monat (7-12mal pro Jahr)	23	23	23	24	25	26	23	13	9
2-3mal pro Monat	20	20	21	23	23	26	26	20	17
1-3mal pro Woche	18	18	19	20	19	22	19	8	6



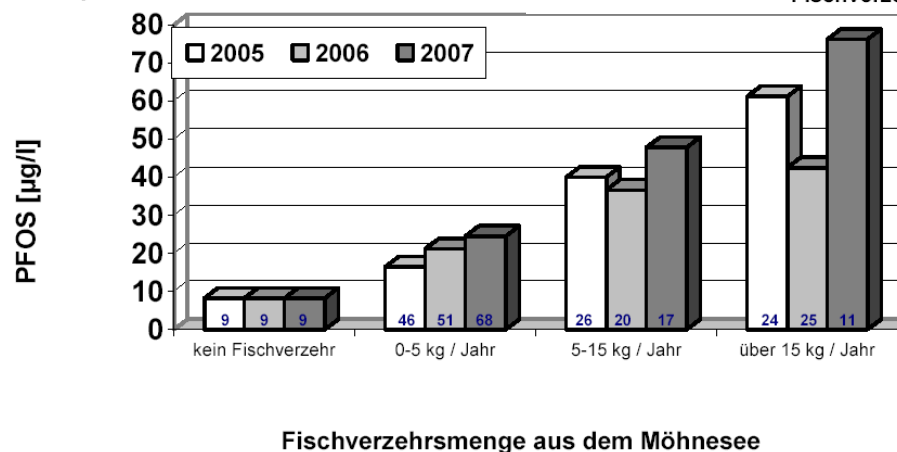
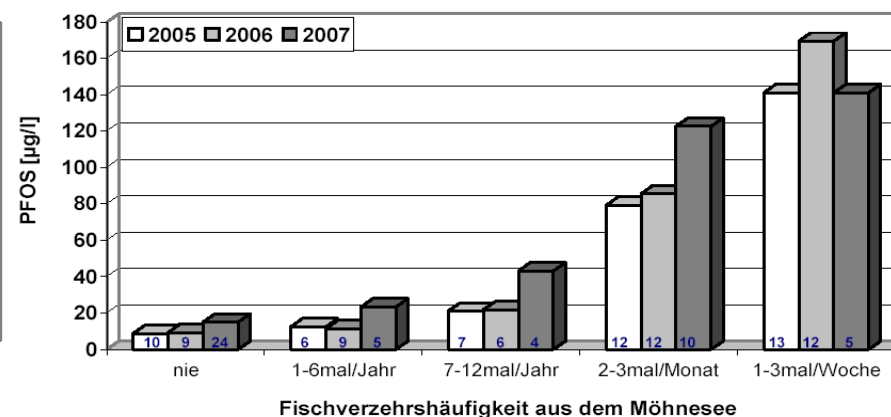
PFOS-Belastung und Fischkonsum

PFOS-Konzentrationen im Blutplasma (Mediane) und Fischverzehr 2005-2007:

a) Alle AnglerInnen

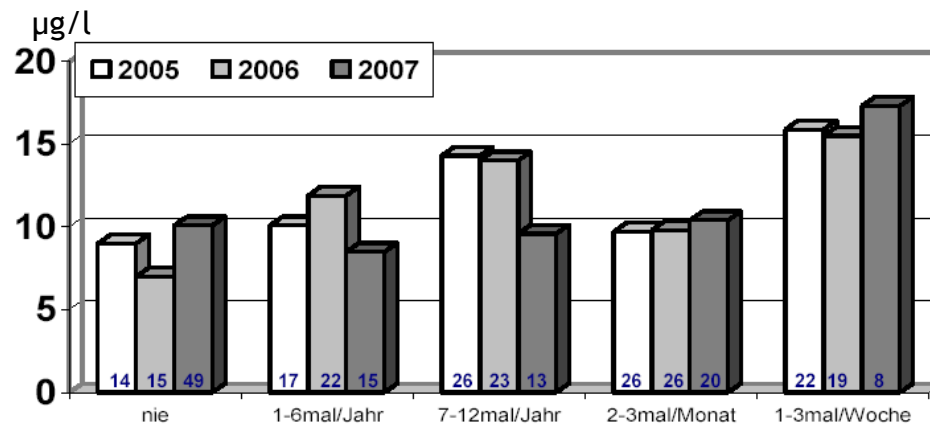


b) Nur AnglerInnen mit ausschließlichem Fang aus dem Möhnesee.

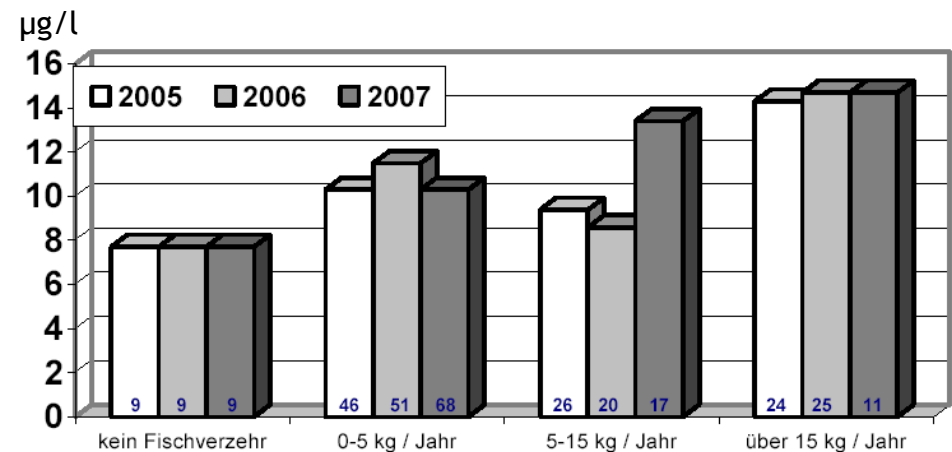


PFOA-Belastung und Fischkonsum

PFOA-Konzentrationen im Blutplasma (Mediane) und Fischverzehr 2005-2007:



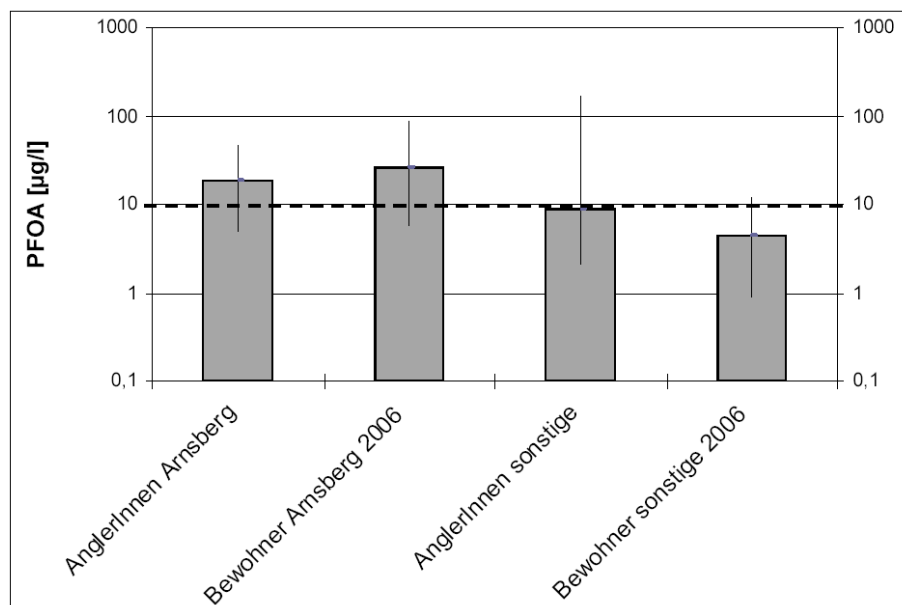
Fischverzehrshäufigkeit aus dem Möhnesee



Fischverzehrsmenge aus dem Möhnesee



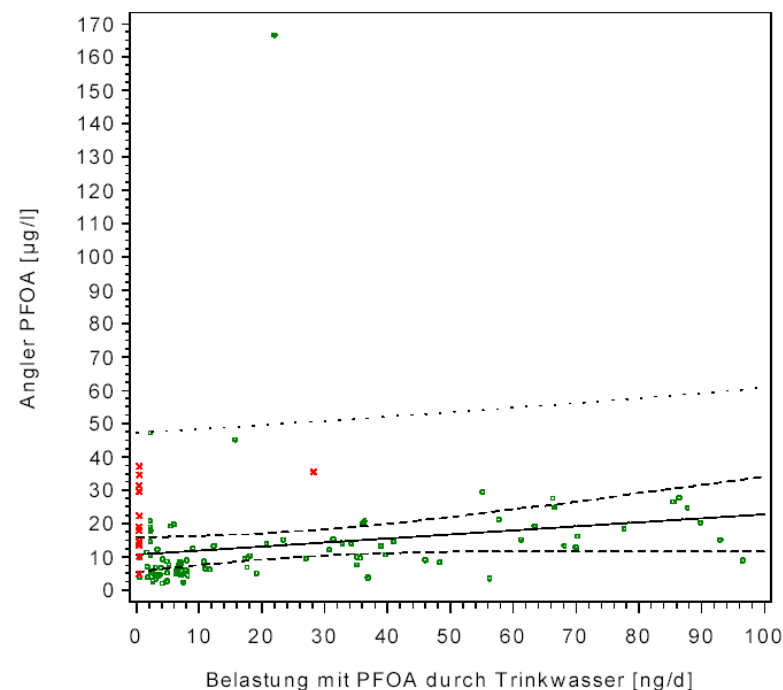
PFOA-Belastung und Trinkwasser



PFOA-Konzentrationen bei AnglerInnen aus Arnsberg: n = 22

aus anderen Städten: n = 83

Logarithmische Skala. Dargestellt sind Minimum, Maximum (senkrechte Linie) und Median (grauer Balken), außerdem der Referenzwert für PFOA von 10 µg/l (gestrichelte Linie).



Streudiagramm der PFOA-Konzentrationen (Blut AnglerInnen und tägliche PFOA Aufnahme mit dem TW)

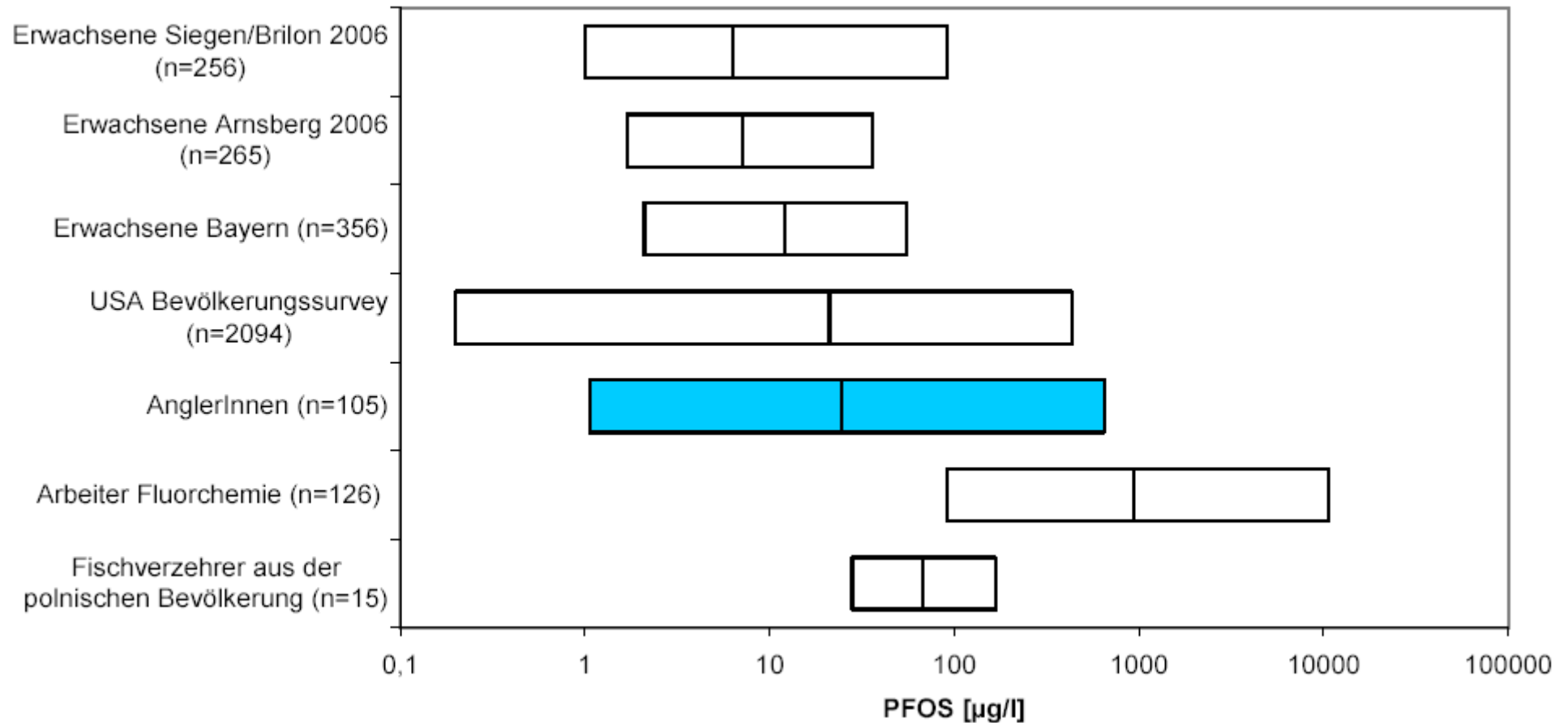
Eingezeichnet sind zusätzlich die lineare Regressionsgerade für alle Teilnehmer und die 95 % Vertrauensbereiche sowohl für die Regressionsgerade (gestrichelt) als auch für die individuellen Werte (gepunktet).

ProbandInnen aus Neheim, Hüsten, Bruchhausen, Herdringen oder Holzen wurden mit roten „x“ gekennzeichnet und gingen nicht in die Berechnung der Regressionsgeraden ein.

- Die PFOA-Kontamination des Haushaltswassers war mit der inneren PFOA Belastung der StudienteilnehmerInnen assoziiert (Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman r_s : 0,38; $P < 0,01$; $N=103$).
- Bei PFOS war dies nicht der Fall.



Vergleich der PFOS-Konzentrationen mit anderen Studien



Zusammenfassung Belastungsuntersuchungen an AnglerInnen am Möhnesee (2008)

- PFOS-Konzentrationen im Blutplasma bei den 105 untersuchten AnglerInnen liegen zwischen 1 und 649 µg/l
- Median: 25 µg PFOS/l (fischverzehrende Angler 31 µg PFOS/l)
- 2,5 bzw. 2,8fache des Medians der Arnsberg und Briloner Männer (2006)
- Referenzwert der HBM-Kommission für PFOS (Männer: 25 µg/l; Frauen: 20 µg/l) wird bei insgesamt 51 AnglerInnen überschritten
- Belastung von 18 AnglerInnen > Max. Brilon 2006
- PFOA-Belastung ebenfalls höher aber geringfügig ggüb. Arnsberg
- Verzehr von PFOS-belastetem Fisch ist als Ursache für die deutlich erhöhte PFOS-Belastung der AnglerInnen anzunehmen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dank auch an:

- die ProbandInnen für ihre Teilnahme an den Studien
- die Abteilung für Hygiene, Sozial- und Umweltmedizin der Ruhr-Universität Bochum für die Durchführung der Studie
- das Institut für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Universität Erlangen-Nürnberg für die PFT-Blutanalysen
- das Personal der beteiligten Gesundheitsämter für die Bereitstellung der Räumlichkeiten und die freundliche organisatorische Unterstützung sowie für die Versendung und Datentreuhänderschaft der Anschreiben und Befundmitteilungen
- die Mitarbeiter des Ruhrverbandes, für die Versendung und Datentreuhänderschaft der Anschreiben und Befundmitteilungen an die AnglerInnen

