



**INTERNATIONALE KOMMISSION ZUM SCHUTZE DES RHEINS
COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DU RHIN**

Schadstoffgehalte in Rheinfischen 1995

1. Einleitung

Als Beitrag zur Ermittlung der Gewässerqualität des Rheins werden - neben den Kompartimenten Wasser, Schwebstoffe und Sedimente - Rheinfische in 5-jährigem Abstand als Bioindikatoren untersucht, da sie den Verunreinigungsstand dieses Gewässers über einen längeren Zeitraum widerspiegeln. Da Rheinfische vermarktet werden, müssen sie darüberhinaus den lebensmittelrechtlichen Bestimmungen entsprechen.

Nachdem 1985 eine Inventarisierung von Rheinfisch-Untersuchungsergebnissen bezüglich persistenten Organochlorverbindungen und Schwermetallen durchgeführt wurde, gab es 1990 ein erstes internationales Rheinfisch-Untersuchungsprogramm mit Vorgaben zu Probenahmestellen, Probenzahl, Fischauswahl und analytischem Untersuchungsumfang.

Dieses Programm wurde 1995 mit der Absicht fortgesetzt, außer einer aktuellen Bestandsaufnahme rückblickend Aussagen über die zeitliche Entwicklung der Schadstoff-Belastung von Rheinfischen zu machen sowie möglichst statistisch gut verwertbare Daten für Vergleiche mit zukünftigen Meßprogrammen zu erhalten (Trendmonitoring).

Als Untersuchungsmaterial wurden Fische ausgewählt, die sich von ihrer Nahrungsaufnahme und ihrem Lebensraum unterscheiden. So sollten stellvertretend für pflanzenfressende Fische Rotaugen, für Raubfische Barsch, Hecht oder Zander sowie für am Grund lebende Fische Aal und Barbe untersucht werden.

2. Durchführung der Untersuchung zur Kontamination von Rheinfischen, 1995

2.1 Probenahme

Die Probenahme der Rheinfische erfolgte im Jahr 1995 bei den in der Tabelle 1 aufgelisteten 42 Entnahmestellen. Die für die Probenahme verantwortlichen Behörden sind unter 2.4 aufgeführt.

2.2 Art und Zahl der untersuchten Fische

Insgesamt wurden 321 Fischproben untersucht (1990 : 324 Fischproben). Diese wurden zur Auswertung in 5 Gruppen aufgeteilt: Aal (133 Proben), Rotaugen / Rotfeder (66 Proben), Barsch / Hecht / Zander (55 Proben), Barbe (21 Proben) sowie sonstige Fischarten (46 Proben).

Die Probenzahlen aller untersuchten Fischarten sowie die statistischen Auswertungen der Fischgrößen bzw. Fischlängen sind in Tabelle 2 aufgeführt. Die Mindest-Soll-Länge wurde lediglich von den Rotaugen / Rotfedern zu 100 % erfüllt. Die Fischlängen der anderen vorgegebenen Fischarten lagen zwischen 11 - 38 % unter den Soll-Längen. In den Niederlanden wurden entsprechend dem langjährigen nationalen Untersuchungsprogramm Aale mit nur 30 - 40 cm entgegen der Vorgabe von 50 - 70 cm analysiert.

Während im Vergleich bei Aal, Barbe und Zander prozentual mehr Proben unter der Sollgröße lagen, wiesen mehr Barsche und Rotaugen Fischlängen über der Soll-Länge auf.

Der Probenumfang pro Entnahmestelle schwankte zwischen 2 Proben in den Niederlanden von Rhein-km 862 - 1055 bis zu 20 Proben bei Rhein-km 440,5 (Hessen).

In den Niederlanden wurde je Entnahmestelle nur jeweils eine Mischprobe von Aalen (25 Einzelfische) und Rotaugen (15 Einzelfische) analysiert, während andere Fischarten zur Untersuchung nicht vorgesehen waren.

In den anderen Rheinanliegerländern wurden Fische als Mischproben lediglich vereinzelt untersucht, so daß in der Hauptsache Daten von Einzelfischen ausgewertet wurden. Für den gesamten Rhein beträgt das Verhältnis 281 Einzelfische : 40 Mischproben (7:1).

Die Stammdaten der 321 untersuchten Fische sind im Anhang aufgelistet.

2.3 Meßgrößen

Die zu messenden prioritären Stoffe wurden nach folgenden Kriterien ausgewählt:

- Der Stoff hat ein hohes Bioakkumulationsvermögen.
- Es sind auch im unteren Spurenbereich zuverlässige Analysenmethoden verfügbar.
- Der Stoff wurde auch in früheren Fischuntersuchungen gefunden.

Substanz	Substanz
Schwermetalle Blei* Cadmium* Quecksilber*	Tetrachlorbenzole 1,2,4,5-Tetrachlorbenzol 1,2,3,4-Tetrachlorbenzol 1,2,3,5-Tetrachlorbenzol Pentachlorbenzol Hexachlorbenzol* Pentachloranisol Octachlorstyrol Hexachlor-1,3-butadien
Organische Mikroverunreinigungen	
Pestizide p,p'-DDT* o,p'-DDT* p,p'-DDE o,p'-DDE p,p'-DDD o,p'-DDD (Gesamt DDT= Summe der 6 Isomeren) Hexachlorcyclohexane α-HCH* β-HCH* γ-HCH*	Polychlorierte Biphenyle (PCB) PCB 28* PCB 52* PCB 101* PCB 138* PCB 153* PCB 180*
Schwerflüchtige Kohlenwasserstoffe Trichlorbenzole* 1,3,5-Trichlorbenzol 1,2,4-Trichlorbenzol 1,2,3-Trichlorbenzol	

* prioritärer Stoff / Stoffgruppe

Es wurde empfohlen, zusätzlich folgende Wirkstoffe zu untersuchen:

Substanz
PCB 118
PCB 156
Moschusxylool
Bromocyclen
Ugilec 141
Triphenylzinn*
Tributylzinn*

Die gegenüber 1990 neu ins Programm aufgenommenen Wirkstoffe Moschusxylool und Bromocyclen wurden von der Mehrzahl der Laboratorien analysiert (Moschusxylool: 246 Daten von 321 Fischen; Bromocyclen: 243 Daten)

Ebenso wurden PCB 118 (258 Daten) und PCB 156 (236 Daten) in den meisten Fischen gemessen.

Ugilec 141 wurde in keiner Probe untersucht. Diese Substanz ist lediglich für den Niederrhein und die Rhein Nebenflüsse Mosel und Saar relevant.

Für Triphenyl- und Tributylzinn kamen mangels einer geeigneten Analysenmethode ebenfalls keine Daten zur Auswertung. Lediglich bei 1 Hecht und 1 Rotaugen von Rhein-km 309 wurde eine Untersuchung mit Angabe auf den Zinn-Gehalt durchgeführt.

2.4 Staatliche Institutionen

Laboratorien und Behörden, die sich am Meßprogramm (Rhein) beteiligt haben.

Rheinanliegerstaat oder Bundesland	Staatliche Institutionen
Schweiz	Bundesamt f. Umwelt, Wald und Landschaft (Probenahme)
Baden-Württemberg (D) (inkl. Fischproben vom schweizer Ufer)	Chemische Landesuntersuchungsanstalt Freiburg (Analytik, Organisation, Auswertung) Chemische Landesuntersuchungsanstalt Karlsruhe (Analytik und Probenahme) Landwirtschaftsamt Stockach (Herr Glönkler) (Probenahme) Landwirtschaftsamt Waldshut (Herr Weisser) (Probenahme) Landwirtschaftsamt Offenburg (Herr Pilger) (Probenahme)
Frankreich	Université Louis Pasteur Strasbourg, Laboratoire d'Hydrologie, Illkirch-Graffenstaden (Analytik) Conseil Supérieur de la Pêche (Probenahme)
Rheinland-Pfalz (D)	Chemisches Untersuchungsamt Speyer (Analytik) Bezirksregierung Rheinhessen-Pfalz und Koblenz (Probenahme)
Hessen (D)	Hessische Landwirtschaftliche Versuchsanstalten Darmstadt und Kassel-Harleshausen (Analytik) Bezirksregierung Rhein-Hessen (Probenahme)
Nordrhein-Westfalen (D)	Institut für Umwelthygiene und Umweltmedizin Gelsenkirchen (Analytik), im Auftrag von: Landesanstalt f. Ökologie, Bodenordnung und Forsten, Landesamt für Agrarordnung NRW (Prof. Dr. Lehmann/Steinberg) (Probenahme)
Niederlande	Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, Ijmuiden (Analytik, Probenahme)

2.5 Analytik

Die Prüfverfahren, die in den 8 Laboratorien angewandt wurden, sind in der Tabelle 3 zusammen mit den geschätzten Bestimmungsgrenzen (BG) für die untersuchten Meßgrößen dargestellt.

Als Probe wurde das Fischfleisch, d.h. der verzehrsfähige Anteil des Fisches ohne Haut, Gräten und Innereien analysiert. Eine Einzelprobe bestand danach aus dem Fischfleisch eines einzelnen Fisches, eine Mischprobe aus dem homogenen Gemisch des Fischfleisches mehrerer Fische, wobei die Anzahl der Einzelfische pro Mischprobe von 2 - 25 variierte.

Die Rückstandsgehalte wurden von den Laboratorien in mg/kg Fett - bei Schwermetallen in mg/kg Frischgewicht (FG) - angegeben. Die Umrechnung aller Gehalte von organischen Wirkstoffen in mg/kg FG - was gleichbedeutend ist mit verzehrsfähigem Anteil des Fisches - erfolgte über den Fettgehalt, wobei für Meßwerte unter der Bestimmungsgrenze (BG) bei der Umrechnung die Hälfte der BG eingesetzt wurde.

Zur Qualitätssicherung der Ergebnisse wurde im Hinblick auf das Meßprogramm 1995 eine Laborvergleichsuntersuchung (LVU) unter Beteiligung aller unter 2.4 genannten analytischen Institute von der Chemischen Landesuntersuchungsanstalt Freiburg organisiert und durchgeführt.

In der LVU von 1994 waren 27 Organochlorverbindungen und 1 Nitromoschusverbindung in „natürlich kontaminiertem“ Aalfett sowie 3 Schwermetalle in getrocknetem, pulverisiertem Zanderfilet unter Angabe von je 3 einzeln bestimmten Werten zu analysieren

Aus der statistischen Auswertung ergaben sich Hinweise für einzelne Laboratorien, ihre Analytik für bestimmte Wirkstoffe zu überprüfen.

3. Auswertung der Meßergebnisse

Die Daten wurden mit Microsoft Excel 5.0 für Windows bearbeitet.

Für die Gehalte von Organischen Mikroverunreinigungen wurde jeweils eine Tabelle mit Bezug auf Fettgehalt und Frischgewicht, bei den Schwermetallen nur mit Bezug auf Frischgewicht erstellt.

Da zwischen den Fischarten große Unterschiede in der Höhe der Rückstandsgehalte vorlagen und um Null-Werte zu vermeiden, wurden die Dezimalstellen in den Tabellen nicht einheitlich, sondern den Werten entsprechend angepaßt, nach dem Motto „so wenig Nachkomma-Stellen wie möglich, aber so viel wie nötig“.

Für Meßwerte kleiner Bestimmungsgrenze wurde bei Berechnungen von Mittelwert und Median die Hälfte der Bestimmungsgrenze eingesetzt. Wenn mehr als 50 % der Meßwerte unter der Bestimmungsgrenze lagen, wurde keine statistische Auswertung durchgeführt, sondern lediglich die Bestimmungsgrenzen angegeben.

In den Graphiken wurden Gehalte unter der Bestimmungsgrenze - aus Programm-technischen Gründen - auf Null gesetzt. Die großen Unterschiede der Rückstandsgehalte zwischen den Fischarten wirken sich in den Graphiken auf den Maßstab der y-Achse aus, so daß die Skala von Fischart zu Fischart einen unterschiedlichen Meßbereich aufweist. Da es in erster Linie nicht um absolute sondern relative Werte geht, wurde dieser Darstellung wegen besserer Auflösung und Übersichtlichkeit gegenüber einem einheitlichen Maßstab der Vorzug gegeben.

Zur weiteren Bewertung der Rheinfisch-Daten wurden für einige wichtige Parameter Mittelwert und Median über 6 Rheinabschnitte, die nach ökologischen Gesichtspunkten ausgewählt wurden (siehe Tabelle 1), berechnet.

3.1 Organische Mikroverunreinigungen

- Allgemeine Anmerkungen

Aus den Graphiken ist ersichtlich, daß zur Bewertung besonders hoher Rückstandsgehalte außer dem Fettbezug auch der Bezug auf Frischgewicht von großer Bedeutung ist.

Da in der Entwicklung der jährlichen zyklischen Laichreife der Fische Fettvorräte aufgebraucht werden, kann der Fettgehalt in dieser Zeit abnehmen, während der Schadstoffgehalt mehr oder weniger konstant bleibt, so daß es zu hohen Konzentrationen an Rückständen im verbliebenen Fett kommen kann. Bezieht man dagegen die Gehalte auf das Frischgewicht, fällt der Fettgehalt nicht so gravierend ins Gewicht und die Gehalte nivellieren sich mehr.

3.1.1 Chlorbenzole

Von großer Bedeutung in dieser Stoffgruppe ist nach wie vor das Hexachlorbenzol (HCB).

Aus den graphischen Darstellungen der HCB-Gehalte im Längsprofil des Rheins sowie der statistischen Auswertungen über die ökologischen Rheinabschnitte (Tabelle 4) ergeben sich für die 4 Gruppen von Fischarten folgende Interpretationen:

- *HCB: Aale*

Nach niedrigen Gehalten bis Rhein-km 139 nehmen die Gehalte ab km 160 sprunghaft zu, wobei dort der höchste HCB-Gehalt mit 2,72 mg/kg Fett gemessen wurde. Da der km 160 in den Rheinabschnitt 1 eingeht, ist der Mittelwert gegenüber dem Median deutlich erhöht.

Die höchsten Median und Mittelwerte finden sich im Rheinabschnitt 3 zwischen km 377 bis 523 - besonders ausgeprägt bei Bezug auf Fett ($x = 0,559$, $M = 0,600$ mg/kg Fett). Dies veranschaulicht ebenfalls die Graphik.

Im 5. Rheinabschnitt ist der Median mit Bezug auf Frischgewicht (FG) auffällig. In diesem vorwiegend von NRW zu bearbeitenden Flußabschnitt liegt der mittlere Fettgehalt der Aale mit ca. 27 % deutlich über dem der Aale anderer Flußabschnitte. Die niederländischen Aale haben z.B. mit nur ca. 19 % Fett den niedrigsten Durchschnittsgehalt. Das könnte den erhöhten HCB-Median FG erklären.

- *HCB: Rotaugen*

Der höchste Median bzw. Mittelwert (Bezug FG) wurde ebenfalls für den 3. Rheinabschnitt bestimmt. Dazu weist die Graphik für FG, die eine recht homogene Verteilung für den gesamten Rhein aufzeigt, 4 erhöhte Gehalte zwischen km 464,5 - 491,5 von 0,031 mg/kg - 0,055 mg/kg FG auf.

- *HCB: Barsch / Hecht / Zander*

Diese Fische kamen nur bis zum 5. Rheinabschnitt zur Untersuchung.

Außer einem leicht erhöhten Median im Rheinabschnitt 3, zeigt die Graphik einen „biologischen Ausreißer-Wert“ bei km 180, der von einem 7,5 kg schweren Hecht verursacht wurde.

- *HCB: Barbe*

Barben wurden im wesentlichen nur bis Rhein-km 498 gefangen.

Ein einzelner Fisch bei km 160 weist einen nicht erklärbaren erhöhten Gehalt mit 0,111 mg/kg FG auf.

Für die *Penta-, Tetra- und Trichlorbenzole* (PeCB, TeCB, TCB) können aus den Graphiken folgende Aussagen gemacht werden:

- *Aale*

Ebenso wie beim HCB zeigt sich beim PeCB ein sprunghafter Anstieg der Gehalte ab Rhein-km 160. Ferner sind ebenfalls Gehalte auf erhöhtem Niveau für PeCB und TeCB zwischen Rhein-km 464,5 - 523 (3. Rheinabschnitt) zu erkennen.

- *Rotaugen*

Die beiden höchsten HCB-Gehalte - mit Bezug auf FG - korrelieren mit den höchsten PeCB- und TeCB-Gehalten. Auffällige TCB-Gehalte zeigen sich bei km 848.

- *Barsch / Zander / Hecht*

Ein Zander (< Soll-Länge) von km 321 weist- nicht erklärbar - jeweils den höchsten PeCB, TeCB und TCB-Gehalt auf.

- *Barbe*

Ebenfalls bei km 321 fällt eine Barbe mit einem hohen TeCB-Wert auf. Der zugehörige TCB-Wert wurde als analytischer Ausreißer (844 mg/kg Fett) aus der Berechnung eliminiert.

3.1.2 Organochlorpestizide

Bei der Bestimmung von Gesamt-DDT wurde als überwiegender Anteil der Metabolit DDE und nur zu einem geringen Teil das weitere Stoffwechselprodukt DDD und der Ausgangsstoff DDT nachgewiesen.

In Tabelle 5 sind die Median- und Mittelwerte für die Fischgruppen entsprechend der Rheinabschnitte dargestellt.

Im Gegensatz zu den Chlorbenzolen ergibt sich bei Gesamt-DDT kein einheitlicher Trend weder im Längsprofil des Rheins noch beim Vergleich der Fischgruppen. Einzelne auffällige Gehalte finden sich für eine Barbe bei km 440,5 mit einem sehr niedrigen Fettgehalt von 0,6 % sowie für einen großen Hecht (100 cm) bei km 525.

Bei den HCH-Isomeren zeigt sich in den Graphiken ein Trend zu höheren Gehalten zwischen km 450 und 530 sowie um km 800. Mit einzelnen erhöhten Gehalten sind ein Gelbaal bei km 394 mit Überlänge von 75 cm, ein Zander bei km 792 (62 cm Länge) sowie 2 Barben bei km 321 - wobei die eine auch erhöhte Tri- und Tetrachlorbenzol-Gehalte aufweist - zu nennen.

Die Lindan-Gehalte zeigen ebenso wie die Gesamt-DDT-Gehalte eine Streuung an.

3.1.3 Polychlorierte Biphenyle

Niederchlorierte PCB

Stellvertretend für die niederchlorierten PCB wurde mit dem Leitkongener PCB 28 eine statistische Auswertung für die ökologischen Rheinabschnitte durchgeführt (Tabelle 6).

Während bei Aalen der höchste Median für den Niederrhein berechnet wurde, war es bei Rotauge, Barsch, Hecht, Zander und Barbe der Nördliche Oberrhein - jeweils bei Bezug auf Fett und FG.

Auffällige Einzelbefunde finden sich bei einem Aal von km 705, einem großen Hecht, 75 cm lang, von km 306 und einer Barbe von km 464,5.

Die Graphiken von PCB 52 und 101 zeigen für Aale ebenfalls höhere Gehalte im 5. Rheinabschnitt (ab km 700), wobei sich das höhere Niveau in den Delta-Rhein fortsetzt.

Bei km 995 und 1030 weisen 2 Rotaugen-Mischproben die höchsten gemessenen PCB 52- und PCB 101-Gehalte (ebenfalls hohe PCB 28-Gehalte) bezogen auf FG auf. Da es sich hierbei um große Durchschnittsproben handelt (jeweils 15 Einzelfische), zeigen diese Werte schon deutlich eine erhöhte Belastung mit niederchloriertem PCB an.

- Höherchlorierte PCB

Stellvertretend für die höherchlorierten PCB wurde mit dem Leitkongener PCB 153 eine Auswertung von Median und Mittelwerten für die ökologischen Rheinabschnitte durchgeführt (Tabelle 7).

Für die Aale ergeben sich die höchsten Mediane (Fett und FG) im 5. und 6. Rheinabschnitt, wogegen die Maxima für die anderen Fischarten uneinheitlich verteilt sind, d.h. für Rotaugen im Niederrhein, für Barsch/Zander/Hecht im Mittelrhein und für Barben im Nördlichen Oberrhein (FG).

Die beiden Rotaugen-Mischproben von km 995 und 1030, die mit hohen niederchlorierten PCB-Werten auffielen, weisen auch hohe PCB 153, 138 und 180-Gehalte auf.

Aus den Graphiken läßt sich ferner folgender auffälliger Einzelbefund entnehmen: eine Barbe von km 440,5 mit erhöhten PCB 153, 138 und 180-Gehalten (auch auffälliger Gesamt-DDT-Gehalt).

Die Graphiken für PCB 118 und 156 ergeben keine anderen Aussagen als für die o.g. PCB.

3.1.4 Sonstige Organische Mikroverunreinigungen

- Octachlorstyrol

Bei den Aalen gibt es, außer den 3 höchsten Einzelgehalten bei km 160, ein erhöhtes Niveau ab km 440 bis zur Mündung des Rheins. Für die anderen Fischarten ist ein Trend nicht erkennbar.

- Pentachloranisol

Für die Aale zeichnen sich 3 ansteigende Niveaus an: km 3 - 250 (bis auf 1 Probe alle Gehalte kleiner Bestimmungsgrenze), km 300 - 590 und km 640 - 850. Danach fallen die Gehalte wieder ab. Bei den anderen Fischarten überwiegt der Streueffekt.

- *Hexachlorbutadien*

Bei der Bestimmung von Hexachlorbutadien liegt ein Großteil der Werte unter der Bestimmungsgrenze; bei Rotaugen und Barsch/Zander/Hecht sind es deutlich über 50 %, so daß hierfür eine statistische Auswertung nicht sinnvoll ist.

Einige erhöhte Gehalte finden sich für Aale und Rotaugen bei km 862 - 1030. Auffällige Einzelbefunde gibt es bei einem Rotauge von km 91 und einem Hecht von km 309.

- *Bromocyclen*

Dieser Wirkstoff, der neu ins Meßprogramm aufgenommen wurde, wurde lediglich in den Fischen bis km 600 bestimmt. Die Werte streuen stark, so daß kein Belastungsschwerpunkt zu erkennen ist. Da es sich bei Bromocyclen in der Anwendung um ein Tierarzneimittel handelt, ist der Eintrag in den Rhein noch nicht erklärbar.

- *Moschusxylo*

Moschusxylo ist wie andere Nitromoschusverbindungen insbesondere Bestandteil von Parfümölen, die einer großen Palette von Kosmetika zugesetzt werden.

Hierfür liegen ebenfalls nur Gehalte bis km 600 vor.

Die Gehalte bei Aalen liegen - bis auf 3 Ausnahmen bei km 160 und 590 - in einem sehr engen Wertebereich, was auch für die anderen Fischarten zutrifft.

3.2 Schwermetalle

Da die meisten Schwermetall-Gehalte von den Laboratorien mit einheitlich 3 Nachkommastellen angegeben wurden, sind diese Dezimalstellen in der Tabelle beibehalten worden.

- *Quecksilber*

Die höchsten Median und Mittelwerte lagen bei den Fischarten Aal, Barsch/Hecht/Zander im Mittelrhein, dagegen bei Rotauge im Nördlichen Oberrhein bzw. Delta-Rhein je nach Berechnung als Mittelwert oder Median (Tabelle 8).

Maximalwerte wiesen ein Hecht bei km 525 mit 1,55 mg/kg FG, ein Aal bei km 309 mit 1,34 mg/kg FG sowie eine Barbe bei km 440,5 mit 0,730 mg/kg FG auf. Die 4 Raubfische (1 Barsch, 3 Hechte) mit den höchsten Quecksilber-Gehalten lagen alle über der Sollgröße.

- *Blei*

Bei den Blei-Gehalten lag ein Großteil der Werte unter den Bestimmungsgrenzen (bei Aalen: 43 %, Rotaugen: 37 %, Barsch/Zander/Hecht: 49 %, Barbe: 38 %). Dazu kam, daß ein Labor seine Werte nicht als qualitätskontrolliert angeben konnte.

Aus den Graphiken läßt sich ein höheres Niveau an Bleigehalten für alle Fischarten ca. ab km 700 ablesen. Zwischen km 320 - 700 liegen die meisten Gehalte unter der BG, zumal hier ein Labor mit einer hohen BG, die etwa eine Zehnerpotenz über dem niedrigsten gemessenen Bleiwert liegt, arbeitet. Insofern ist bei der Beurteilung der Bleigehalte eine große analytische Schwankungsbreite zu berücksichtigen

- *Cadmium*

Da für Rotaugen, Barsch/Zander/Hecht und Barben mehr als 50 % der Werte unter der BG lagen, wurde hierzu keine Median und Mittelwert-Auswertung durchgeführt. Für Aale und Rotaugen läßt sich zwischen km 590 - 1055 eine annähernde Normalverteilung ablesen mit einem Maximum etwa bei km 800.

Der höchste Wert bei Aalen liegt für eine Mischprobe im Wolderwijd (NL).

4. Rechtliche Beurteilung

Die Rechtsnormen und ADI-Werte aller Rheinanliegerstaaten sind für Organochlorverbindungen und Schwermetalle in der Tabelle 9 aufgeführt.

In den Einzelwert-Tabellen wurde die Beurteilung der Daten nach den im deutschen Lebensmittelrecht festgelegten Höchstmengen bzw. Richtwerten vorgenommen. Danach werden für Fische mit einem Fettgehalt größer 10 % die Gehalte an Organochlorpestiziden auf Fett, dagegen mit einem Fettgehalt kleiner 10 % auf Frischgewicht bezogen. Für 6 PCB-Kongenere sowie die Schwermetalle ist der Bezug ausschließlich das Frischgewicht. Gehalte, die über der Höchstmenge liegen, sind gekennzeichnet (unterstrichen).

Weisen Fische Gehalte über der gesetzlichen Höchstmenge bzw. über dem doppelten Richtwert auf, sind sie nicht verkehrsfähig, d.h. sie dürfen nicht als Lebensmittel in den Handel kommen.

- *HCB*

Höchstmengen-Überschreitungen an HCB traten bei 47 von 133 untersuchten Aalen auf (35 %) und zwar gehäuft in 2 Rheinabschnitten zwischen km 160 - 255 und km 440,5 - 523.

Bei den anderen Fischarten gab es lediglich einzelne Überschreitungen der Höchstmenge: 1 Rotfeder, 1 Barbe, 1 Brachse.

- *HCH-Isomere*

Bei den Organochlorpestiziden überschritt lediglich noch ein β -HCH-Gehalt bei einem Gelbaal von km 394 die Höchstmenge.

- *PCB*

Außer bei einem Wildkarpfen von km 432 gab es nur Höchstmengen-Überschreitungen bei den Aalen und zwar 1 für PCB 52, 9 für PCB 101 (7 %), 31 für PCB 138 (23 %), 36 für PCB 153 (27 %) und 13 für PCB 180 (10 %).

Die meisten Überschreitungen traten zwischen km 705 - 1030 auf.

- *Quecksilber*

Die Höchstmenge für Quecksilber überschritten 2 Aale, 3 Hechte, 1 Barsch, 4 Barben, 1 Brachse und 1 Nase von unterschiedlichen Rhein-km. Bei den Hechten und dem Barsch handelt es sich um Fischgrößen über dem Sollwert.

5. Vergleich mit der IKSR-Bestandsaufnahme von Rheinfischen, 1990

1990 wurden in einem ersten internationalen Rheinfisch-Untersuchungsprogramm nach Vorgaben zu Probenahmestellen, Probenzahlen, Fischauswahl und analytischem Untersuchungsumfang 324 Rheinfische untersucht. Bis auf wenige Proben (9) wurden alle Fische als Einzelproben untersucht.

Da die zeitliche Entwicklung der Schadstoffbelastung von Rheinfischen von großem Interesse ist, wurde versucht, am Beispiel einiger relevanter Mikroverunreinigungen einen Trend zu erkennen.

Dazu wurden in den Tabellen 10 - 14 für die 6 definierten ökologischen Rheinabschnitte die Mediane und Mittelwerte von 1990 und 1995, aufgegliedert nach Fischarten und mit Bezug auf Fett und Frischgewicht, gegenübergestellt. Als problematisch für einen Vergleich erwies sich dabei die unterschiedliche Stichprobenzahl sowohl zwischen den Rheinabschnitten als auch zwischen den beiden Jahren. Da sowohl 1990 wie 1995 die Vorgaben zur Probenahme nicht so umgesetzt werden konnten, wie es wünschenswert gewesen wäre, sind die gepoolten Proben außerdem recht inhomogen, was die Fischgröße betrifft. Somit können nur grobe Aussagen zum Trend gemacht werden.

5.1 HCB

Trotz der nur annähernd vergleichbaren Daten, zeigt sich durchgehend ein deutlicher Rückgang der HCB-Gehalte bei allen Fischarten seit 1990 (siehe Tabelle 10 sowie die Graphik für Aal und Rotauge - Vergleich der Mediane von 1995 mit 1990).

Für einige Rheinabschnitte sind folgende einschränkende Bemerkungen zu machen: Im 3. Rheinabschnitt ergeben sich 1995 für Aale bei gleichgebliebenen Mittelwerten leicht höhere Mediane als 1990 und im 5. Abschnitt kann wegen der zu kleinen Stichprobenzahl von 3 Proben 1990 kein Vergleich gezogen werden.

Für die Rotaugen im 1. Rheinabschnitt von 1990 zeigen sich aufgrund asymmetrischer Streuung der Werte große Unterschiede zwischen Median und Mittelwerten.

5.2 Gesamt-DDT

Als Trend beim Gesamt-DDT ist ein Rückgang der Belastung im ersten, zweiten, vierten (außer bei Barsch / Hecht / Zander) und sechsten Rheinabschnitt für alle Fischarten zu verzeichnen (siehe Tabelle 11 sowie die Graphik für Aal und Rotauge - Vergleich der Mediane von 1995 und 1990). Im 3. Rheinabschnitt wurden 1990 bei Rotaugen sowie Barsch / Hecht / Zander weniger Daten mit Bezug auf Fett als auf Frischgewicht mitgeteilt. Hier zeigt sich 1995 bei allen Fischarten eher eine unveränderte oder etwas höhere Belastung. Im 5. Rheinabschnitt ist wiederum die Stichprobenzahl von 1990 zu gering für einen Vergleich.

5.3 PCB 52

Als Leitverbindung für die niederchlorierten PCB wurde das PCB 52 ausgewählt, da hierzu von 1990 zuverlässigere Daten vorlagen als für PCB 28. PCB 52 zeigt bei allen Fischarten eine abnehmende Tendenz in den ersten beiden, im dritten (bei Aalen), im vierten (bei Rotaugen) sowie im 6. Rheinabschnitt.

In den übrigen Rheinabschnitten sind aufgrund sehr großer Streubreiten der Daten oder zu kleiner Stichprobenzahlen keine eindeutigen Aussagen möglich (siehe Tabelle 12). Da zwischen Mittelwerten und Medianen z.T. größere Unterschiede erkennbar sind, wurden am Beispiel von Aalen und Rotaugen beide Auswertungen graphisch gegenübergestellt (siehe Graphiken zum Vergleich der Mediane/ Mittelwerte von 1995 mit 1990).

5.4 PCB 153

Beim PCB 153 - als Leitkongener für die höherchlorierten PCB - ergeben sich unterschiedliche Aussagen für die zeitliche Entwicklung der Schadstoffbelastung je nach Fischart.

Für Barben in den ersten beiden sowie Aale und Rotaugen im 6. Rheinabschnitt sind die Gehalte deutlich geringer geworden. Ein abnehmender Trend ist bei Rotaugen ebenfalls im 1. und 2. Rheinabschnitt zu verzeichnen. Zunehmende Tendenz weisen Aale und Rotaugen im 3. und 5. Rheinabschnitt auf. Unterschiedliche Tendenz zwischen Medianen und Mittelwerten zeigen sich bei Aalen im 1., 2. und 4. Rheinabschnitt (siehe Graphik zum Vergleich der Mediane und Mittelwerte von 1995 und 1990). Bei Barsch, Hecht und Zander sind im 2. Rheinabschnitt seit 1990 niedrigere PCB-Gehalte zu verzeichnen, dagegen im 3. Abschnitt mit verschiedener Anzahl Daten unterschiedliche Tendenzen bei Bezug auf Fett und Frischgewicht (siehe Tabelle 13).

5.5 Quecksilber

Außer für Rotaugen vom 3. sowie Barsch / Hecht / Zander vom 3. und 4. Rheinabschnitt, wo ein Anstieg der Gehalte zu erkennen ist, wurden nach 5 Jahren durchgehend geringere oder gleich hohe Quecksilber-Gehalte gemessen (siehe Tabelle 14 und vergleichende Graphiken für Aal und Rotauge).

6. Vergleich mit Untersuchungsergebnissen von Fischen aus relativ unbelasteten Gebieten

Um den Grad der Schadstoffbelastung mit chlororganischen Mikroverunreinigungen bei Rheinfischen beurteilen zu können, werden ihnen Gehalte von Fischen aus relativ unbelasteten Gebieten, d.h. hier aus Markermeer und Wolderwijd (NL), gegenübergestellt.

Am Beispiel der Aale ergeben sich beim Vergleich der Mediane von Rheinaalen (siehe Rheinfisch-Einzelwert-Tabellen) mit Medianen (1992 - 1994) von Aalen aus Wolderwijd (siehe Tabelle 15) für PCB und Organochlorpestizide (OCP) folgende Aussagen:

6.1 PCB

Beim Vergleich der Mediane weisen die Rheinaale deutlich höhere Gehalte auf. Für die einzelnen PCB-Kongenere ergibt sich folgende höhere Belastung ausgedrückt als Faktor - jeweils mit Bezug auf Fett und Frischgewicht:

PCB 28 (7 / 6), PCB 52 (19 / 20), PCB 101 (25 / 23), PCB 118 (11 / 12), PCB 138 (18 / 15), PCB 153 (13 / 14), PCB 180 (13 / 12).

Zusammengefaßt läßt sich sagen, daß die Rheinaale eine 6 - 25-fach höhere PCB-Belastung aufweisen als die Aale aus dem Wolderwijd.

6.2 Organochlorpestizide

Am Beispiel von 2 OCP ergeben sich für Rheinaale bei Bezug auf Fett und Frischgewicht folgende Faktoren:

HCB (40 / 36), Gesamt DDT (10 / 9).

Im Vergleich zu Aalen aus dem Wolderwijd sind Rheinaale etwa 9 - 40-fach höher mit OCP belastet.

7. Anthropogene und geogene Hintergrundgehalte von Fischen

Um die Schwermetallgehalte von Rheinfischen im Hinblick auf anthropogene und geogene Hintergrundgehalte bei Fischen beurteilen zu können, wurden in einer Literaturstudie der Agence de l'Eau Rhin-Meuse entsprechende Hintergrundgehalte zusammengestellt (siehe Tabelle).

Ziel der Studie war, die Hintergrundgehalte verschiedener Mikroverunreinigungen in den Geweben von Süßwasserfischen zu bestimmen: Blei, Quecksilber, Cadmium sowie polychlorierte Biphenyle. Als Hintergrunddokumente wurden hauptsächlich die Datenbasen, EAUDOC (Office International de l'Eau auf ESA-server), PASCAL (Centre National de la Recherche Scientifique) und CURRENT CONTENTS verwendet.

Der Begriff „Hintergrundgehalt“ (oder Hintergrundrauschen) wurde mit unterschiedlichen Bedeutungen verwendet, die kurz im Bericht erläutert werden. Die letztendlich festgelegte Definition schließt aus praktischen Gründen den geogenen Ursprung wie auch diffuse Kontaminationsquellen ein.

Daher sind die in der Literatur erwähnten Hintergrundgehalte für jede Gegend recht spezifisch; unter diesen Umständen ist es schwierig, sie für andere Gegenden anzuwenden. Diese Anwendung ist desto schwieriger, als daß die Autoren nicht immer erwähnen, was sie bei den vorgelegten Ergebnissen für den Hintergrundgehalt erachten.

Trotz dieser Schwierigkeiten ist es aufgrund der Studie möglich, die Tabelle 16 für die Werte der Hintergrundgehalte (Schwankungsbereiche) für folgende Arten und Stoffe vorzuschlagen: Hecht, Zander, Barsch, Brachse, Aal und Plötze für Blei, Cadmium, Quecksilber und PCB (insgesamt). Die Werte wurden aufgrund der Anwendung von Qualitätskriterien und Kriterien zur Einheitlichkeit der Darlegung ausgewählt, manche wurden auch erneut berechnet.

Diese Werte sind folglich mit Vorsicht zu verwenden, können jedoch zur Schätzung des Belastungsgrades in mehr oder weniger industrialisierten Gebieten Westeuropas nützlich sein.

7.1 Quecksilber

Ein Vergleich der mittleren Quecksilber-Gehalte für die einzelnen Rheinabschnitte von 1995 mit den Hintergrundgehalten aus der Literaturstudie (siehe Tabellen 8 und 16) ergibt für die einzelnen Fischarten folgende Aussagen:

- Aale

Der Mittelwert und Median im 1. Rheinabschnitt liegt noch innerhalb des Hintergrundgehaltes von 0,04 - 0,12 mg/kg FG. Ab dem 2. Rheinabschnitt sind die mittleren Gehalte 2 - 11-fach höher als die Hintergrundgehalte.

- *Barsch / Hecht / Zander*

Auch bei diesen Fischarten zeigen sich die Median und Mittelwerte im 1. Rheinabschnitt in der Größenordnung der Hintergrundgehalte, insbesondere im unteren Bereich von 0,06 - 0,08 mg/kg FG. Nimmt man diesen Wertebereich als Maßstab, liegen die mittleren Gehalte in den nachfolgenden Rheinabschnitten 4 - 13-fach über den Hintergrundgehalten.

7.2 Blei

Aus den Rheinfisch-Einzelwert-Tabellen ergeben sich im Vergleich zu den Hintergrundgehalten folgende Aussagen:

- *Aale*

Wenn man die Bleigehalte für Aale aus NRW (Qualitätssicherungsprobleme) unberücksichtigt läßt, liegen bis auf 2 Proben alle Gehalte innerhalb der Hintergrundbelastung von 0,05 - 0,07 mg/kg FG.

- *Barsch / Hecht / Zander*

Bei diesen Fischarten sind es auch nur 2 Hechte (ohne Berücksichtigung der Fische aus NRW, da Qualitätssicherungsprobleme), die Bleigehalte über dem Hintergrundgehalt von 0,05 mg/kg FG aufweisen.

7.3 Cadmium

Aus den Rheinfisch-Einzelwert-Tabellen lassen sich im Vergleich zu den Hintergrundgehalten folgende Aussagen machen:

- *Aale*

Bei allen untersuchten Rheinaalen wurden Cadmiumgehalte innerhalb der Hintergrundbelastung von 0,03 - 0,07 mg/kg FG gemessen. Es scheint, daß diese Hintergrundbelastung aus der Literatur zu hoch angesetzt ist, zumal der Maximalwert bei den Rheinaalen lediglich 0,052 mg/kg FG beträgt.

- *Barsch / Hecht / Zander*

Auch für die Barsche erscheint die Hintergrundbelastung von 0,03 - 0,04 mg Cd/kg FG zu hoch angesetzt im Vergleich zu dem gemessenen Maximalwert von 0,011 mg Cd/kg FG bei den Rheinbarschen. Der Maximalwert für die Rheinhechte liegt bei

0,01 mg/kg FG. Da die Hintergrundbelastung für Hechte einen Wertebereich von 2 Zehnerpotenzen umfaßt, ist hierzu eine vergleichende Aussage kaum möglich.

8. Zusammenfassung

Im Rahmen des Aktionsprogrammes „Rhein 1995“ wurden 321 Rheinfische von 8 Laboratorien aus den 4 Rheinanliegerstaaten auf umweltrelevante Kontaminanten untersucht. Das Ziel des Untersuchungsprogrammes war, eine Bestandsaufnahme für Rheinfische für das Jahr 1995 unter ökologischen Gesichtspunkten durchzuführen. Zusätzlich wurden die lebensmittelrechtlichen Grenzwerte (beispielhaft anhand der deutschen Höchstmengen und Richtwerte) zur Bewertung der Rückstandsgehalte herangezogen. Darüberhinaus sind im vorliegenden Bericht mit der Bestandsaufnahme von 1995 vergleichende Auswertungen durchgeführt worden. Diese behandeln den Vergleich mit der Bestandsaufnahme von 1990, mit Untersuchungsergebnissen von Fischen aus relativ unbelasteten Gebieten (Wolderwijd, NL) und mit anthropogenen und geogenen Hintergrundgehalten von Fischen (Literaturstudie). In einem extra gefaßten Anhang wird die langjährige Entwicklung von relevanten Schadstoffgehalten in Rheinfischen für die Ökologischen Rheinabschnitte abgehandelt.

Die Vorgaben zu Fischarten (Aal, Rotauge, Barsch / Hecht / Zander oder Barbe), Anzahl Fische pro Entnahmestelle, Soll-Fischgröße, Probenahmestellen (Rhein-Kilometer) und Wirkstoffen konnten nicht immer eingehalten werden. So kamen noch 46 Proben sonstige Fischarten zur Untersuchung, die dann statistisch getrennt ausgewertet wurden. Der Probenumfang pro Entnahmestelle umfaßte 2 bis 20 Proben. Das Verhältnis von Einzel-fisch- zu Mischproben betrug 7 zu 1. Die vorgegebenen Mindest-Soll-Längen wurden je nach Fischart zu einem nicht unerheblichen Anteil unter- oder überschritten. Von den empfohlenen, im Vergleich zu 1990 zusätzlich zu untersuchenden Wirkstoffen, wurden alle (PCB 118, PCB 156, Moschusxylool, Bromocyclen) bis auf Ugilec 141 und 2 Organozinnverbindungen in der Mehrzahl der Proben analysiert. Im „Pflichtprogramm“ wurden neben chlororganischen Pflanzenschutzmitteln wie Lindan, HCH-Isomere und Gesamt-DDT chlororganische Umweltkontaminanten wie Chlorbenzole einschließlich Hexachlorbenzol, Pentachloranisol, Octachlorstyrol, Hexachlorbutadien, Polychlorierte Biphenyle sowie die Schwermetalle Blei, Cadmium und Quecksilber in den allermeisten Proben komplett erfaßt.

Die insgesamt 42 Probenahmestellen im Rhein wurden nach 6 ökologischen Rheinabschnitten ausgewertet. Dabei ergaben sich je nach Fischart und Wirkstoff unterschiedliche Aussagen, von denen die wichtigsten wie folgt zusammengefaßt sind:

Hexachlorbenzol (HCB)

Hohe HCB-Gehalte mit Höchstmengenüberschreitungen von 35 % traten bei zahlreichen Aalen gehäuft in 2 Rheinabschnitten zwischen km 160 - 255 und km 440,5 - 523 auf. Bei den anderen Fischarten gab es lediglich einzelne Überschreitungen der Höchstmenge.

Im Vergleich zu den Untersuchungsergebnissen von 1990 zeigte sich durchgehend ein deutlicher Rückgang der HCB-Gehalte bei allen Fischarten. In einem weiteren Vergleich mit Aalen aus dem relativ unbelasteten Wolderwijd (NL) erwiesen sich die Rheinaale 40-fach höher belastet.

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Bei den niederchlorierten PCB wurde für Aale aus dem Niederrhein der höchste Median berechnet, dagegen war es bei Rotaugen, Barsch / Hecht / Zander und Barbe der Nördliche Oberrhein. Höchstmengen-Überschreitungen traten nur bei wenigen Aalen auf. Im Vergleich zu 1990 zeigte sich bei allen Fischarten eine abnehmende Tendenz in den ersten beiden, im dritten (bei Aalen), im vierten (bei Rotaugen) sowie im 6. Rheinabschnitt. Die Rheinaale weisen im Vergleich zu Aalen aus dem Wolderwijd etwa eine 20-fach höhere Belastung auf.

Bei den höherchlorierten PCB traten außer bei einem Wildkarpfen nur Höchstmengen-Überschreitungen bei Aalen (ca. 25 %) auf und zwar hauptsächlich von km 705 - 1030. Während sich für Aale in diesem 5. und 6. Rheinabschnitt die höchsten Mediane ergaben, waren die Maxima für die anderen Fischarten uneinheitlich über die Rheinabschnitte verteilt. Gegenüber 1990 ergeben sich unterschiedliche Aussagen über die Schadstoffbelastung der Rheinabschnitte je nach Fischart. Im Vergleich der Rheinaale mit den Aalen aus dem Wolderwijd erweisen erstere sich als 11 - 18-fach höher belastet.

Quecksilber

Die höchsten Median und Mittelwerte lagen bei den Fischarten Aal, Barsch / Hecht / Zander im Mittelrhein, dagegen bei Rotaugen im Nördlichen Oberrhein bzw. Deltarhein (je nach Berechnung als Mittelwert oder Median). Die Höchstmenge für Quecksilber überschritten 2 Aale, 3 Hechte, 1 Barsch, 4 Barben, 1 Brachse und 1 Nase von unterschiedli-

chen Rhein-km. Außer für Rotaugen vom 3. sowie Barsch / Hecht / Zander vom 3. und 4. Rheinabschnitt, wo ein Anstieg der Gehalte zu erkennen ist, wurden im Vergleich zu 1990 durchgehend geringere Gehalte nachgewiesen.

Ein Vergleich der mittleren Gehalte für die einzelnen Rheinabschnitte mit anthropogenen und geogenen Hintergrundgehalten aus einer Literaturstudie gibt für Aale folgende Aussage: Der Mittelwert und Median im 1. Rheinabschnitt liegt noch innerhalb des Hintergrundgehaltenes, wogegen die mittleren Gehalte ab dem 2. Rheinabschnitt 2 - 11-fach höher als die Hintergrundgehalten sind. Auch bei Barsch / Hecht / Zander zeigen sich Median und Mittelwerte im 1. Rheinabschnitt in der Größenordnung der Hintergrundgehalten, während die mittleren Gehalte in den nachfolgenden Rheinabschnitten 4 - 13-fach über den Hintergrundgehalten liegen.

Zeichen und sonstige Erklärungen zu den Tabellen

- bzw. Leerstelle	⊖	keine Bestimmung
Meßwert unterstrichen	⊖	Meßwert überschreitet die Höchstmenge nach deutschem Lebensmittelrecht
Daten	⊖	Meßergebnisse zu allen durchgeführten Untersuchungen
Werte	⊖	nur Meßergebnisse größer / gleich Bestimmungsgrenze
BG	⊖	Bestimmungsgrenze

Tabelle 1

Rhein- km	Rhein- Entnahmestelle	Rhein- Anliegerstaat (Bundesland)	ökologische Rheinabschnitte
3 34 91 139 160	Konstanz Dissenhofen Rekingen Schwörstadt Grenzach	D (BW) D (BW) CH D (BW) D (BW)	Hochrhein (1)
174 180 210 240 255 306 309 321 355	Kembs Istein Grüßheim Sasbach Taubergießen Diersheim Gamsheim Greffern Neuburgweier	CH D (BW) D (BW) D (BW) D (BW) D (BW) F D (BW) D (BW)	Südlicher Oberrhein (2)
377 394 432 440,5 464,5 474 478 491,5 498 514 520 523 525 527	Insel Rott Berghausen Mannheim-Sandhofen Lampertheimer Alt- rhein, Fretterloch Biebesheim Rhein Stockstadt Erfelder Altrhein km 1,5 Schusterwörther Altrhein Ginsheimer Altrhein Mainz-Kastel Erbach Grup-Klärwerk Oestrich-Winkel Geisenheim Rüdesheim Hafenmündung Rüdesheim Autofähre	D (BW) D (RPF) D (BW) D (H) D (H) D (H) D (H) D (H) D (RPF) D (H) D (H) D (H) D (H) D (H)	Nördlicher Oberrhein (3)
590 642	Koblenz Bad Honnef	D (RPF) D (NRW)	Mittelrhein (4)
705 755 792 848 862	Leverkusen-Hitdorf Düsseldorf-Kaiserswerth Duisburg-Walsum Emmerich Rijn (Lobith)	D (NRW) D (NRW) D (NRW) D (NRW) NL	Niederrhein (5)
914 940 976 995 1010 1030 1055	Waal (Tiel) Lek (Culemborg) Nieuwe Merwede Hollandsch Diep Ketelmeer Haringvliet Ijsselmeer Markermeer Wolderwijd	NL NL NL NL NL NL NL NL NL	Delta-Rhein (6)

Tabelle 2

Probenzahl und Fischlänge von Rheinfischen, 1995

Fischlängen in cm

Fischart	Anzahl Fische	Minimum	Maximum	Mittelwert	Median	Soll- Länge
Aal	133	31	75,0	53,1	52	50 - 70
Barbe	21	28	58,0	43,5	45	40 - 50
Barsch	18	15	40,0	26,4	24,5	20 - 30
Brachse	19	25	45,0	36,7	38	
Döbel	3	42	46,0	44,0	44	
Felchen	4	24	30,0	28,0	29	
Hecht	17	36	100,0	56,6	51	50 - 70
Karausche	3	25	32,0	29,3	31	
Lachs	1	63	63	63	63	
Nase	12	25	51,0	40,7	42	
Rotauge	66	16	40,0	25,3	25	15 - 30
Karpfen	3	32	74,0	48,0	38	
Wels	1	50	50	50	50	
Zander	20	36	62,0	47,8	46,5	40 - 60
Summe	321					

Fischart	Soll- Länge	Anzahl Fische (%) < Soll - Länge	Anzahl Fische (%) > Soll - Länge
Aal	50 - 70	51 (38 %)	6 (4,5 %)
Barbe	40 - 50	5 (24 %)	4 (19 %)
Barsch	20 - 30	2 (11 %)	6 (33 %)
Brachse			
Döbel			
Felchen			
Hecht	50 - 70	6 (35 %)	6 (35 %)
Karausche			
Lachs			
Nase			
Rotauge	15 - 30	0	9 (14 %)
Karpfen			
Wels			
Zander	40 - 60	5 (25 %)	3 (15 %)

Prüfverfahren der Laboratorien mit geschätzten Bestimmungsgrenzen (BG)

Stand: 1/95

Laboratorium	Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, AB IJMUJIDEN, NL	Université Louis Pasteur Strasbourg, Laboratoire d'Hydrologie, Illkirch- Graffenstaden, F	Chemische Landes- untersuchungsanstalt Karlsruhe	Chemische Landes- untersuchungsanstalt Freiburg
Analysemethoden: Organochlorverbindungen Moschusylol	Soxhlet-Fettextraktion mit 50 % Dichlormethan Pentan, Al ₂ O ₃ -Säule SiO ₂ -Säule Kapillar-GC mit ECD	Soxhlet-Fettextraktion, mit n-Hexan, Celite-H ₂ SO ₄ -Säule, Gelchromatographie an Bio-Beads S-X3, Kapillar-GC mit ECD	Fettextraktion nach Twisselmann mit CH ₂ Cl ₂ , Gelchromatographie an Bio-Beads S-X3, Celite-H ₂ SO ₄ -Säule, Kapillar-GC mit ECD	Soxhlet-Fettextraktion mit Petrolether, Celite-H ₂ SO ₄ -Säule, Gelchromatographie an Bio-Beads S-X3, Kapillar-GC mit ECD
Verbindung	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett
1,2,3-Trichlorbenzol	0,001	0,016	0,01	0,02
1,2,4-Trichlorbenzol	-	0,024	0,01	0,02
1,3,5-Trichlorbenzol	-	0,02	0,01	0,02
1,2,3,4-Tetrachlorbenzol	0,001	0,009	0,01	0,01
1,2,3,5-Tetrachlorbenzol	0,001	0,009	0,01	0,01
1,2,4,5-Tetrachlorbenzol	0,001	0,009	0,01	0,01
Pentachlorbenzol	0,001	0,009	0,005	0,01
Hexachlorbenzol	0,002	0,004	0,005	0,01

Laboratorium	Rijksinstituut voor Vissersijonderzoek, AB IJMUJDEN, NL	Universit� Louis Pasteur Strasbourg, Laboratoire d'Hydrologie, Ilkirch- Graffenstaden, F	Chemische Landes- untersuchungsanstalt Karlsruhe	Chemische Landes- untersuchungsanstalt Freiburg
Verbindung	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett
Pentachloranisol	0,001	0,003	0,005	0,005
Lindan	0,001	0,004	0,005	0,01
alpha-HCH	0,001	0,004	0,005	0,01
beta-HCH	-	0,01	0,005	0,03
Octachlorstyrol	0,001	0,004	0,005	0,01
Hexachlor-1,3-butadien	0,001	0,003	0,01	0,01
o,p'-DDE	0,004	0,009	0,01	0,02
p,p'-DDE	0,004	0,005	0,01	0,01
o,p'-DDD	0,002	0,01	0,01	0,02
p,p'-DDD	0,001	0,01	0,01	0,02
o,p'-DDT	0,008	0,016	0,01	0,02
p,p'-DDT	0,002	0,022	0,01	0,02
PCB 28	0,001	0,01	0,01	0,02

- 30 -

Laboratorium	Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, AB JIJMUJEN, NL	Université Louis Pasteur Strasbourg, Laboratoire d'Hydrologie, Ilkirch- Graffenstaden, F	Chemische Landes- untersuchungsanstalt Karlsruhe	Chemische Landes- untersuchungsanstalt Freiburg
Verbindung	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett
PCB 52	0,001	0,014	0,008	0,02
PCB 101	0,001	0,009	0,005	0,02
PCB 138	0,001	0,007	0,005	0,01
PCB 153	0,001	0,007	0,005	0,01
PCB 180	0,001	0,006	0,005	0,01
Moschusylol	-	-	0,005	0,01
Bromocyclen	-	-	0,005	0,01
Analysemmethode: Blei, Cadmium	Naßveraschung mit H ₂ SO ₄ /H ₂ O ₂ , Inversvoltammetri- sche Bestimmung	Aufschluß mit konz. HNO ₃ im Heizblock 2 Std. bei 60 °C 12 Std. bei 110 °C Graphitrohr-AAS	Druckaufschluß, Graphitrohr-AAS	Naßveraschung mit H ₂ SO ₄ / H ₂ O ₂ Inversvoltammetri- sche Bestimmung
Element	BG mg/kg Fischmatrix	BG mg/kg Fischmatrix	BG mg/kg Fischmatrix	BG mg/kg Fischmatrix
Blei	-	0,50	0,05	0,008
Cadmium	-	0,05	0,01	0,005

Laboratorium	Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, AB IJMUJDEN, NL	Université Louis Pasteur Strasbourg, Laboratoire d'Hydrologie, Illkirch- Graffenstaden, F	Chemische Landes- untersuchungsanstalt Karlsruhe	Chemische Landes- untersuchungsanstalt Freiburg
Analysemmethode: Quecksilber	Aufschluß mit 65%-iger HNO ₃ bei 160 °C in der Hochdruckbombe, Kaldampf-AAS nach Reduktion mit SnCl ₂	Aufschluß mit 65%-iger HNO ₃ /50%-iger H ₂ SO ₄ unter Zugabe von KMnO ₄ , 48 Std. bei 70 °C, Kaldampf AAS nach Reduktion mit SnCl ₂	Aufschluß mit Schwefel-/Salpeter- säure unter Rück- fluß, Kaldampf-AAS nach Reduktion mit SnCl ₂	Aufschluß mit H ₂ SO ₄ /HNO ₃ /V ₂ O ₅ , Kaldampf-AAS mit Amalgam-Anreicherung nach Reduktion mit SnCl ₂
Element	BG mg/kg Fischmatrix	BG mg/kg Fischmatrix	BG mg/kg Fischmatrix	BG mg/kg Fischmatrix
Quecksilber	0,01	0,05	0,02	0,01

Laboratorium	Chemisches Untersuchungsamt Speyer	Hessische Landwirtschaftliche Versuchsanstalten Darmstadt, Kassel, Hofjeshausen	Institut für Umwelthygiene und Umweltmedizin Gelsenkirchen, im Auftrag von: Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten, Landesamt für Agrarordnung NRW
Analysemethoden: Organochlorverbindungen Moschusxylo	Kaltextraktion nach Ernst, Gleichromatographie an Bio-Beads S-X3, Celite-H ₂ SO ₄ -Säule, Kapillar-GC mit ECD	Soxhlet-Fettextraktion, mit Petrolether, Kieselsäule, Kapillar-GC mit ECD	Probe gefriertrocknen, Fettextraktion an Säule mit Hexan/Aceton (2:1), Al ₂ O ₃ -Säule (10g) mit 1 Fraktion, Kieselgel-Säule (10 g) mit 2 Fraktionen, Kapillar-GC mit ECD
Verbindung	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett
1,2,3-Trichlorbenzol	0,01	0,005	0,01
1,2,4-Trichlorbenzol	0,01	0,01	0,01
1,3,5-Trichlorbenzol	0,01	0,006	0,01
1,2,3,4-Tetrachlorbenzol	0,01	0,004	0,01
1,2,3,5-Tetrachlorbenzol	0,01	0,01	0,01
1,2,4,5-Tetrachlorbenzol	0,01	0,01	0,01
Pentachlorbenzol	0,01	0,01	0,01
Hexachlorbenzol	0,01	0,004	0,01
Pentachloranisol	0,01	0,005	0,01

Laboratorium	Chemisches Untersuchungsamt Speyer	Hessische Landwirtschaftliche Versuchsanstalten Darmstadt, Kassel-Harleshausen	Institut für Umwelthygiene und Umweltmedizin Gelsenkirchen, im Auftrag von: Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten, Landesamt für Agrarordnung NRW
Verbindung	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett
Lindan	0,01	0,005	0,01
alpha-HCH	0,01	0,01	0,01
beta-HCH	0,01	0,01	0,01
Octachlorstyrol	0,01	0,004	0,01
Hexachlor-1,3-butadien	0,01	0,005	0,01
o.p'-DDE	0,01	0,02	0,01
p.p'-DDE	0,01	0,008	0,01
p.p'-DDD	0,01	0,02	0,01
o.p'-DDD	0,01	0,04	0,01
o.p'-DDT	0,01	0,02	0,01
p.p'-DDT	0,01	0,02	0,01
PCB 28	0,01	0,02	0,01
PCB 52	0,01	0,02	0,01
PCB 101	0,01	0,02	0,01

Laboratorium	Chemisches Untersuchungsamt Speyer	Hessische Landwirtschaftliche Versuchsanstalten Darmstadt, Kassel, Hanfshausen	Institut für Umwelthygiene und Umweltmedizin Gelsenkirchen, im Auftrag von: Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten, Landesamt für Agrarordnung NRW
Verbindung	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett	BG mg/kg Fett
PCB 138	0,01	0,02	0,01
PCB 153	0,01	0,02	0,01
PCB 180	0,01	0,01	0,01
Moschusxylo	0,01	0,02	0,01
Bromocyclen	0,01	0,01	0,01
Analysemethoden: Blei, Cadmium	Aufschluß mit 65 %iger HNO ₃ bei 300 °C im Hochdruckverascher, Zugabe von Ammoniumdihydrogenphosphat/Mg-Nitrat, Graphitrohr AAS mit Zeemann-Untergrundkompensation	Aufschluß mit HClO ₄ /HNO ₃ im Aufschlußblock über Nacht Graphitrohr-AAS	Probe gefriertrocknen, Druckmikrowellenaufschluß mit HNO ₃ (10 min bei 1120 Watt, 10 min abkühlen) Graphitrohr-AAS mit D ₂ -Untergrundkompensation
Element	BG mg/kg Fischmatrix	BG mg/kg Fischmatrix	BG mg/kg Fischmatrix
Blei	0,02	0,005	0,010
Cadmium	0,002	0,001	0,001

Laboratorium	Chemisches Untersuchungsamt Speyer	Hessische Landwirtschaftliche Versuchsanstalten Darmstadt, Kassel-Harleshausen	Institut für Umwelthygiene und Umweltmedizin Gelsenkirchen, im Auftrag von Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten, Landesamt für Agrarordnung NRW
Analysemethoden Quecksilber	Aufschluß mit 65%-iger HNO ₃ bei 300 °C im Hochdruckverascher, Kaltdampf-AAS mit Amalgam-Zusatz	Druckaufschluß mit HNO ₃ /Perhydrol bei 160 °C oder Aufschluß mit H ₂ SO ₄ /HNO ₃ 1 Std. unter Rückfluß, Kaltdampf AAS nach Reduktion mit SnCl ₂	Probe gefriertrocknen, Druckmikrowellenaufschluß mit HNO ₃ (10 min bei 1120 Watt 10 min abkühlen) Kaltdampf-AAS
Element	BG mg/kg Fischmatrix	BG mg/kg Fischmatrix	BG mg/kg Fischmatrix
Quecksilber	0,004	0,002	0,002

Tabelle 4

Hexachlorbenzol in Rheinischen, 1955

- 36 -

Fischart	Ökologischer Rheinab- schnitt	Anzahl Daten	mg/kg Fischgewicht		Hexachlorbenzol	
			Mittelwert	Median	Mittelwert	Median
Aal	1	13	0,122	0,012	0,469	0,042
	2	34	0,121	0,049	0,483	0,390
	3	47	0,118	0,121	0,559	0,600
	4	10	0,053	0,024	0,265	0,211
	5	20	0,095	0,095	0,321	0,360
	6	9	0,040	0,024	0,196	0,125
Rotauge	1	6	0,006	0,004	0,460	0,380
	2	15	0,004	0,004	0,450	0,427
	3	13	0,015	0,007	0,481	0,434
	4	3	0,004	0,005	0,268	0,246
	5	19	0,003	0,003	0,209	0,182
	6	9	0,003	0,002	0,220	0,204
Barsch Hecht Zander	1	9	0,002	0,002	0,229	0,208
	2	16	0,004	0,002	0,649	0,500
	3	17	0,003	0,003	0,901	0,708
	4	3	0,002	0,002	0,313	0,291
	5	10	0,001	0,0003	0,129	0,062
	6	-	-	-	-	-
Barbe	1	9	0,018	0,004	0,591	0,144
	2	5	0,013	0,012	0,452	0,390
	3	6	0,024	0,025	0,634	0,576
	4	1	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-
Sonstige Fische	1	4	0,001	0,001	0,030	0,026
	2	11	0,013	0,012	0,517	0,470
	3	31	0,013	0,008	0,690	0,623
	4	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-

Tabelle 5

Gesamt-DDT in Rheinischen, 1995

- 34 -

Fischart	Ökologischer Rheinab- schnitt	Anzahl Baren	mg/kg Frischgewicht		Gesamt DDT	
			Mittelwert	Median	Mittelwert	Median
Aal	1	13	0,155	0,077	0,737	0,261
	2	34	0,158	0,098	0,730	0,465
	3	47	0,156	0,156	0,856	0,742
	4	10	0,128	0,103	0,921	0,364
	5	20	0,245	0,246	0,967	0,782
	6	9	0,112	0,148	0,571	0,738
Rotaugen	1	6	0,007	0,006	0,760	0,441
	2	15	0,007	0,005	0,795	0,441
	3	13	0,029	0,010	0,869	0,742
	4	3	0,011	0,010	0,989	0,690
	5	19	0,016	0,010	1,34	0,623
	6	9	0,009	0,007	0,684	0,500
Barsch Hecht Zander	1	9	0,004	0,002	1,06	0,453
	2	16	0,007	0,005	1,83	1,39
	3	17	0,011	0,006	2,58	1,79
	4	3	0,013	0,013	2,37	2,33
	5	10	0,006	0,002	0,883	0,735
	6	-	-	-	-	-
Barbe	1	9	0,025	0,021	0,828	0,707
	2	5	0,030	0,029	1,06	1,06
	3	6	0,065	0,064	4,11	1,65
	4	1	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-
Sonstige Fische	1	4	0,005	0,005	0,118	0,104
	2	11	0,015	0,014	1,09	0,550
	3	31	0,025	0,019	1,68	1,14
	4	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-

Tabelle 6

PCB 28 in Rheinischen, 1995

- 38 -

Fischart	Ökologischer Rheinab- schnitt	Anzahl Daten	mg/kg Fischgewicht		PCB 28	
			Mittelwert	Median	Mittelwert	Median
			mg/kg Fett		mg/kg Fett	
			Mittelwert	Median	Mittelwert	Median
Aal	1	13	0,012	0,003	0,045	0,010
	2	34	0,003	0,003	0,012	0,010
	3	47	0,008	0,007	0,042	0,038
	4	10	0,008	0,002	0,032	0,012
	5	20	0,033	0,027	0,123	0,086
	6	9	0,006	0,008	0,030	0,035
Rotauge	1	6	0,0012	0,0011	0,132	0,106
	2	15	0,0014	0,0012	0,169	0,134
	3	13	0,0045	0,0020	0,176	0,193
	4	3	0,0012	0,0008	0,078	0,087
	5	19	0,0017	0,0013	0,145	0,142
	6	8	0,0030	0,0012	0,220	0,104
Barsch Hecht Zander	1	9	0,0006	0,0004	0,150	0,086
	2	16	0,0020	0,0011	0,586	0,251
	3	16	0,0019	0,0015	0,472	0,400
	4	3	0,0012	0,0012	0,213	0,228
	5	10	0,0011	0,0011	0,218	0,194
	6	-	-	-	-	-
Barbe	1	9	0,002	0,002	0,054	0,060
	2	5	0,004	0,003	0,124	0,108
	3	6	0,006	0,005	0,183	0,133
	4	1	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-
Sonstige Fische	1	4	0,001	0,001	0,019	0,018
	2	11	0,003	0,003	0,165	0,150
	3	31	0,005	0,002	0,227	0,160
	4	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-

Tabelle 7

PCB 153 in Rheinischen, 1995

- 39 -

Fischart	Ökologischer Rheinab- schnitt	Anzahl Daten	mg/kg Frischgewicht		mg/kg Fett	
			Mittelwert	Median	Mittelwert	Median
Aal	1	13	0,280	0,251	1,44	0,859
	2	34	0,192	0,183	0,986	0,780
	3	47	0,184	0,171	1,04	0,806
	4	10	0,248	0,204	1,68	1,07
	5	20	0,516	0,484	2,03	1,93
	6	9	0,316	0,382	1,63	1,60
Rotauge	1	6	0,017	0,013	1,68	1,27
	2	15	0,010	0,008	1,13	0,986
	3	13	0,037	0,011	1,09	1,12
	4	3	0,015	0,016	1,45	0,959
	5	19	0,031	0,024	2,51	2,02
	6	9	0,037	0,012	2,65	0,930
Barsch Hecht Zander	1	9	0,011	0,005	2,86	1,14
	2	16	0,013	0,010	3,28	2,37
	3	17	0,013	0,007	3,14	1,75
	4	3	0,020	0,020	3,62	3,46
	5	10	0,017	0,013	3,29	2,63
	6	-	-	-	-	-
Barbe	1	9	0,064	0,052	2,12	1,67
	2	5	0,059	0,062	2,06	2,30
	3	6	0,116	0,099	9,64	2,18
	4	1	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-
Sonstige Fische	1	4	0,009	0,008	0,187	0,165
	2	11	0,028	0,028	2,59	0,670
	3	31	0,037	0,024	2,36	1,40
	4	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-

Tabelle 8

Quecksilber in Rheinischen, 1995

- 40 -

Fischart	Ökologischer Rheinab- schnitt	Anzahl Daten	Quecksilber	
			Mittelwert	Median
		mg/kg. Fischgewicht		
Aal	1	13	0,081	0,013
	2	34	0,296	0,218
	3	47	0,289	0,260
	4	10	0,448	0,404
	5	20	0,215	0,215
	6	9	0,220	0,230
Rotauge	1	6	0,118	0,112
	2	15	0,121	0,119
	3	13	0,197	0,160
	4	3	0,153	0,140
	5	19	0,113	0,110
	6	9	0,173	0,180
Barsch Hecht Zander	1	9	0,067	0,036
	2	16	0,403	0,375
	3	17	0,483	0,360
	4	3	0,767	0,660
	5	10	0,353	0,322
	6	-	-	-
Barbe	1	9	0,220	0,221
	2	5	0,300	0,200
	3	6	0,393	0,365
	4	1	-	-
	5	-	-	-
	6	-	-	-
Sonstige Fische	1	4	0,016	0,011
	2	11	0,219	0,160
	3	31	0,308	0,310
	4	-	-	-
	5	-	-	-
	6	-	-	-

Tabelle 9:

Rechtsnormen und ADI-Werte

Substanz	Rechtsnormen					ADI-Werte ²⁾
	CH	D ¹⁾	F	NL		
				Aal	Sonstige	
Schwermetalle						
Blei Cadmium Quecksilber	0,5 ⁴⁾	0,5 ³⁾ 0,1 ³⁾ 1 ⁵⁾ 0,5 ⁶⁾		0,05 1	0,5 0,05 1	0,5 0,075 0,05
Organische Mikroverunreinigungen						
Hexachlorbenzol		0,5 ⁸⁾ 0,05 ⁷⁾				0,04
Polychlorierte Biphenyle						
PCB 28 PCB 52 PCB 101 PCB 118 PCB 138 PCB 153 PCB 180 PCB-Gesamt	1 ⁹⁾	0,2 0,2 0,2 0,3 0,3 0,2	2 ⁹⁾	0,5 0,2 0,4 0,4 0,5 0,5 0,6	0,1 0,04 0,08 0,08 0,1 0,1 0,12	0,35
Gesamt-DDT		5,0 ⁸⁾ 0,5 ⁷⁾				0,35
-HCH		0,5 ⁸⁾ 0,05 ⁷⁾				0,07

Die Werte beziehen sich, falls nicht anders angegeben, auf die erlaubten Höchstmengen in mg/kg Frischgewicht (Stand 1995).

- 1) Bei Fischen mit einem Fettgehalt > 10 % ist die ermittelte Stoffmenge auf Fett (F), bei einem Fettgehalt < 10 % auf das Frischgewicht bezogen (FG)
- 2) **ADI-Werte** mit Sicherheitsfaktor 100 und bezogen auf 70 kg Körpergewicht
- 3) **Richtwerte:**
Bei Überschreitung der Richtwerte sollen durch Ursachenforschung überhöhte Gehalte vermindert werden. Bei Überschreitung des doppelten Richtwertes wird der Fisch im allgemeinen als zum Verzehr nicht geeignet beurteilt.
- 4) Höchstkonzentration, bei deren Überschreitung das Lebensmittel beanstandet wird
- 5) Höchstmenge für Aal, Hecht, Barsch
- 6) Höchstmenge für sonstige Fische
- 7) Höchstmenge bezogen auf Frischgewicht
- 8) Höchstmenge bezogen auf Fett
- 9) Höchstkonzentration, bei deren Überschreitung das Lebensmittel für die menschliche Ernährung als ungeeignet gilt

Tabelle 10

Hexachlorbenzol in Rheinfischen: Vergleich von 1995 mit 1990

- 42 -

Fischart	Ökologischer Reinheits- schritt	Anzahl Daten 1995 / 1990	mg/kg Frischgewicht		mg/kg Fett	
			Mittelwert 1995 / 1990	Median 1995 / 1990	Mittelwert 1995 / 1990	Median 1995 / 1990
Aal	1	13 / 21	0,122 / 0,425	0,012 / 0,030	0,469 / 1,29	0,042 / 0,130
	2	34 / 45	0,121 / 0,266	0,049 / 0,211	0,483 / 1,10	0,390 / 0,890
	3	47 / 19	0,118 / 0,111	0,121 / 0,096	0,559 / 0,600	0,600 / 0,421
	4	10 / 7	0,053 / 0,248	0,024 / 0,308	0,265 / 1,30	0,211 / 1,45
	5	20 / 3	0,095 / 0,050	0,095 / 0,006	0,321 / 0,364	0,360 / 0,04
	6	9 / 8	0,040 / 0,140	0,024 / 0,140	0,196 / 0,674	0,125 / 0,725
Rotauge	1	6 / 19	0,006 / 0,017	0,004 / 0,002	0,460 / 2,56	0,380 / 0,120
	2	15 / 43	0,004 / 0,022	0,004 / 0,014	0,450 / 2,31	0,427 / 1,82
	3	13 / 26	0,015 / 0,016	0,007 / 0,013	0,481 / 0,911	0,434 / 0,801
	4	3 / 6	0,004 / 0,048	0,005 / 0,049	0,268 / 1,34	0,246 / 1,29
	5	19 / 2	0,003 / 0,002	0,003 / 0,002	0,209 / 0,235	0,182 / 0,235
	6	9 / 8	0,003 / 0,008	0,002 / 0,004	0,220 / 0,568	0,204 / 0,645
Barsch Hecht Zander	1	9 / 0	0,002 / -	0,002 / -	0,229 / -	0,208 / -
	2	16 / 37	0,004 / 0,011	0,002 / 0,009	0,649 / 2,86	0,500 / 2,39
	3	17 / 15	0,003 / 0,010	0,003 / 0,009	0,901 / 1,54	0,708 / 1,11
	4	3 / 9	0,002 / 0,011	0,002 / 0,012	0,313 / 1,61	0,291 / 1,68
	5	10 / 3	0,001 / < BG	0,0003 / < BG	0,129 / 0,026	0,062 / < BG
	6	-	-	-	-	-
Barbe	1	9 / 22	0,018 / 0,022	0,004 / 0,002	0,591 / 1,13	0,144 / 0,160
	2	5 / 3	0,013 / 0,087	0,012 / 0,064	0,452 / 2,74	0,390 / 2,77
	3	6 / 0	0,024 / -	0,025 / -	0,634 / -	0,576 / -
	4	1 / 2	- / 0,065	- / 0,065	- / 0,640	- / 0,640
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-

< BG : kleiner Bestimmungsgrenze

Gesamt-DDT in Rheinischen: Vergleich von 1995 mit 1990

- 43 -

Fischart	Ökologischer Rheinab- schnitt	Anzahl Fishe 1995 / 1990	mg/kg-Frischgewicht		Gesamt DDT	
			Mittelwert 1995 / 1990	Median 1995 / 1990	Mittelwert 1995 / 1990	Median 1995 / 1990
Aal	1	13 / 21	0,155 / 0,212	0,077 / 0,153	0,737 / 0,713	0,261 / 0,520
	2	34 / 45	0,158 / 0,380	0,098 / 0,139	0,730 / 2,44	0,465 / 0,590
	3	47 / 19	0,156 / 0,155	0,156 / 0,124	0,856 / 0,783	0,742 / 0,617
	4	10 / 7	0,128 / 0,169	0,103 / 0,143	0,921 / 1,17	0,364 / 0,673
	5	20 / 3	0,245 / 0,072	0,246 / 0,041	0,967 / 0,547	0,782 / 0,397
	6	9 / 8	0,112 / 0,160	0,148 / 0,177	0,571 / 0,842	0,738 / 0,850
Rotaugen	1	6 / 19	0,007 / 0,009	0,006 / 0,009	0,760 / 0,868	0,441 / 0,640
	2	15 / 43	0,007 / 0,023	0,005 / 0,006	0,795 / 2,81	0,441 / 0,630
	3	13 / 26 / 10	0,029 / 0,008	0,010 / 0,006	0,869 / 0,418	0,742 / 0,356
	4	3 / 6	0,011 / 0,031	0,010 / 0,030	0,989 / 0,903	0,690 / 0,827
	5	19 / 2	0,016 / 0,006	0,010 / 0,006	1,34 / 0,474	0,623 / 0,474
	6	9 / 8	0,009 / 0,028	0,007 / 0,006	0,684 / 2,21	0,500 / 0,835
Barsch	1	9 / 0	0,004 / -	0,002 / -	1,06 / -	0,453 / -
	2	16 / 37	0,007 / 0,037	0,005 / 0,006	1,83 / 9,52	1,39 / 1,96
	3	17 / 20 / 7	0,011 / 0,012	0,006 / 0,006	2,58 / 1,51	1,79 / 1,15
	4	3 / 9	0,013 / 0,010	0,013 / 0,009	2,37 / 1,35	2,33 / 1,14
	5	10 / 3	0,006 / 0,003	0,002 / < BG	0,883 / 0,233	0,735 / < BG
	6	-	-	-	-	-
Hecht	1	9 / 22	0,025 / 0,073	0,021 / 0,064	0,828 / 6,83	0,707 / 5,20
	2	5 / 3	0,030 / 0,059	0,029 / 0,051	1,06 / 2,20	1,06 / 1,09
	3	6 / 0	0,065 / -	0,064 / -	4,11 / -	1,65 / -
	4	1 / 2	- / 0,020	- / 0,020	- / 0,162	- / 0,162
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-
Zander	1	9 / 22	0,025 / 0,073	0,021 / 0,064	0,828 / 6,83	0,707 / 5,20
	2	5 / 3	0,030 / 0,059	0,029 / 0,051	1,06 / 2,20	1,06 / 1,09
	3	6 / 0	0,065 / -	0,064 / -	4,11 / -	1,65 / -
	4	1 / 2	- / 0,020	- / 0,020	- / 0,162	- / 0,162
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-

< BG : kleiner Bestimmungsgrenze

Tabelle 12

PCB 52 in Rheinfischen: Vergleich von 1995 mit 1990

Fischart	Ökologischer Rheinabschnitt	Anzahl Daten 1995 / 1990	mg/kg Fischgewicht		mg/kg Fett	
			Mittelwert 1995 / 1990	Mediant 1995 / 1990	Mittelwert 1995 / 1990	Mediant 1995 / 1990
Aal	1	13 / 21	0,033 / 0,050	0,016 / 0,029	0,130 / 0,163	0,059 / 0,110
	2	34 / 45	0,029 / 0,032	0,024 / 0,026	0,122 / 0,205	0,105 / 0,127
	3	47 / 19	0,029 / 0,035	0,030 / 0,035	0,155 / 0,185	0,138 / 0,181
	4	10 / 7	0,030 / 0,028	0,013 / 0,022	0,163 / 0,147	0,162 / 0,126
	5	20 / 3	0,119 / 0,055	0,118 / 0,034	0,430 / 0,366	0,407 / 0,138
	6	9 / 8	0,063 / 0,109	0,050 / 0,145	0,324 / 0,544	0,240 / 0,630
Rotauge	1	6 / 19	0,003 / 0,003	0,002 / 0,003	0,232 / 0,307	0,209 / 0,210
	2	15 / 43	0,003 / 0,004	0,002 / 0,003	0,353 / 0,490	0,224 / 0,390
	3	13 / 26 / 10	0,007 / 0,005	0,003 / 0,003	0,232 / 0,322	0,236 / 0,212
	4	3 / 6	0,003 / 0,008	0,002 / 0,008	0,179 / 0,244	0,179 / 0,211
	5	19 / 2	0,006 / 0,003	0,005 / 0,003	0,538 / 0,420	0,342 / 0,420
	6	8 / 8	0,012 / 0,012	0,005 / 0,006	0,885 / 0,894	0,400 / 0,865
Barsch Hecht Zander	1	9 / 0	0,002 / -	0,001 / -	0,369 / -	0,148 / -
	2	16 / 37	0,004 / 0,004	0,002 / 0,003	1,01 / 1,12	0,538 / 0,870
	3	16 / 20 / 7	0,003 / 0,006	0,002 / 0,003	0,710 / 0,349	0,435 / 0,250
	4	3 / 9	0,003 / 0,003	0,004 / 0,003	0,567 / 0,409	0,688 / 0,309
	5	10 / 3	0,003 / < BG	0,002 / < BG	0,556 / < BG	0,520 / < BG
	6	-	-	-	-	-
Barbe	1	9 / 22	0,005 / 0,008	0,005 / 0,006	0,154 / 0,648	0,129 / 0,490
	2	5 / 3	0,009 / 0,010	0,007 / 0,011	0,299 / 0,323	0,238 / 0,300
	3	6 / 0	0,018 / -	0,013 / -	0,578 / -	0,439 / -
	4	1 / 2	0,005 / < BG	0,005 / < BG	- / < BG	- / < BG
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-

< BG : kleiner Bestimmungsgrenze

PCB 153 in Rheinischen: Vergleich von 1995 mit 1990

Fischart	Ökologischer Rheinabschnitt	Anzahl Daten 1995 / 1990	mg/kg Frischgewicht		mg/kg Fett	
			Mittelwert 1995 / 1990	Median 1995 / 1990	Mittelwert 1995 / 1990	Median 1995 / 1990
Aal	1	13 / 21	0,280 / 0,348	0,251 / 0,252	1,44 / 1,18	0,859 / 0,930
	2	34 / 45	0,192 / 0,190	0,183 / 0,151	0,986 / 2,16	0,780 / 0,660
	3	47 / 19	0,184 / 0,163	0,171 / 0,139	1,04 / 0,868	0,806 / 0,727
	4	10 / 7	0,248 / 0,262	0,204 / 0,241	1,68 / 1,97	1,07 / 0,882
	5	20 / 3	0,516 / 0,148	0,484 / 0,024	2,03 / 1,14	1,93 / 0,320
	6	9 / 8	0,316 / 0,574	0,382 / 0,520	1,63 / 3,08	1,60 / 2,30
Rotauge	1	6 / 19	0,017 / 0,018	0,013 / 0,018	1,68 / 1,79	1,27 / 1,46
	2	15 / 43	0,010 / 0,019	0,008 / 0,012	1,13 / 2,26	0,986 / 1,32
	3	13 / 26 / 10	0,037 / 0,012	0,011 / 0,011	1,09 / 0,628	1,12 / 0,646
	4	3 / 6	0,015 / 0,048	0,016 / 0,049	1,45 / 1,42	0,959 / 1,32
	5	19 / 2	0,031 / 0,008	0,024 / 0,008	2,51 / 0,950	2,02 / 0,950
	6	9 / 8	0,037 / 0,041	0,012 / 0,017	2,65 / 2,91	0,930 / 2,40
Barsch Hecht Zander	1	9 / 0	0,011 / -	0,005 / -	2,86 / -	1,14 / -
	2	16 / 37	0,013 / 0,021	0,010 / 0,013	3,28 / 5,53	2,37 / 3,89
	3	17 / 20 / 7	0,013 / 0,014	0,007 / 0,011	3,14 / 1,67	1,75 / 1,32
	4	3 / 9	0,020 / 0,014	0,020 / 0,013	3,62 / 1,88	3,46 / 1,74
	5	10 / 3	0,017 / 0,002	0,013 / < BG	3,29 / 0,131	2,63 / < BG
	6	-	-	-	-	-
Barbe	1	9 / 22	0,064 / 0,221	0,052 / 0,141	2,12 / 20,7	1,67 / 10,2
	2	5 / 3	0,059 / 0,129	0,062 / 0,149	2,06 / 4,55	2,30 / 3,18
	3	6 / 0	0,116 / -	0,099 / -	9,64 / -	2,18 / -
	4	1 / 2	- / < BG	- / < BG	- / < BG	- / < BG
	5	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-

< BG : kleiner Bestimmungsgrenze

Tabelle 14

Quecksilber in Rheinfischen: Vergleich von 1995 mit 1990

- 46 -

Fischart	Ökologischer Rheinab- schnitt	Anzahl Daten 1995 / 1990	Quecksilber	
			Mittelwert 1995 / 1990	Median 1995 / 1990
			mg/kg Fischgewicht	
Aal	1	13 / 21	0,081 / 0,155	0,013 / 0,140
	2	34 / 45	0,296 / 0,373	0,218 / 0,370
	3	47 / 19	0,289 / 0,309	0,260 / 0,260
	4	10 / 7	0,448 / 0,600	0,404 / 0,543
	5	20 / 3	0,215 / 0,300	0,215 / 0,210
	6	9 / 8	0,220 / 0,314	0,230 / 0,290
Rotaugen	1	6 / 19	0,118 / 0,176	0,112 / 0,180
	2	15 / 43	0,121 / 0,263	0,119 / 0,260
	3	13 / 26	0,197 / 0,127	0,160 / 0,130
	4	3 / 6	0,153 / 0,320	0,140 / 0,306
	5	19 / 2	0,113 / 0,290	0,110 / 0,290
	6	9 / 8	0,173 / 0,243	0,180 / 0,250
Barsch Hecht Zander	1	9 / 0	0,067 / -	0,036 / -
	2	16 / 36	0,403 / 0,611	0,375 / 0,576
	3	17 / 20	0,483 / 0,350	0,360 / 0,295
	4	3 / 9	0,767 / 0,357	0,660 / 0,359
	5	10 / 3	0,353 / 0,326	0,322 / 0,339
	6	-	-	-
Barbe	1	9 / 22	0,220 / 0,586	0,221 / 0,595
	2	5 / 3	0,300 / 0,750	0,200 / 0,680
	3	6 / 0	0,393 / -	0,365 / -
	4	1 / 2	- / 0,194	- / 0,194
	5	-	-	-
	6	-	-	-

Tabelle 15: Schadstoffgehalte von Aalen aus Markermeer und Wolderwijd (Fett)

Konzentration in (µg/kg) Fett								
	Markermeer				Wolderwijd			
	1990	1991	1992	1994	1992	1993	1994	Median
PCB								
28	7	1,5	17	1,1	5,3	4,4	3,0	4,4
52	16	43	58	54	12	5,9	7,4	7,4
101	4,6	56	83	63	9,4	14	1,9	9,4
118	39	120	140	12	29	24	20	24
138	93	240	230	29	71	44	45	45
153	160	390	370	340	93	55	69	69
180	5,2	110	110	12	43	24	27	27
OCP								
γ-HCH	85	170	170	180	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
HCBD	< 0,39	2,9	1,2	5,6	n.b.	8,1	< 3,5	< 3,5
HCB	19	3,7	30	< 1,9	9,9	12	1,4	9,9
QCB	n.b.	n.b.	15	6,1	5,5	3,4	3,4	3,4
Dieldrin	46	72	98	6,2	n.b.	25	9,5	9,5
p.p'DDE	58	120	130	18	66	4,6	43	
p.p'DDD	62	78	73	63	29	24	27	
p.p'DDT	n.b.	14	< 9,8	< 6,3	< 5,5	< 3,7	< 5,0	Σ 70
Fettgehalt (g/kg)	259	153	206	158	182	271	202	

Tabelle 15: Schadstoffgehalte von Aalen aus Markermeer und Wolderwijd (Frischgewicht)

Konzentration in (µg/kg) Frischgewicht								
	Markermeer				Wolderwijd			
	1990	1991	1992	1994	1992	1993	1994	Median
PCB								
28	1,8	1,6	3,5	1,6	0,97	1,2	0,6	0,97
52	3,9	6,6	12	8,6	2,1	1,6	1,5	1,6
101	1,2	8,6	17	10	1,7	3,7	2,2	2,2
118	10	19	28	19	5,3	6,4	4	5,3
138	24	37	47	33	13	12	9	12
153	43	60	76	53	17	15	14	15
180	13	17	23	16	7,8	6,4	5,4	6,4
OCP								
γ-HCH	22	26	36	28	33	33	34	33
HCBD	< 0,10	0,32	0,25	< 0,80	n.b.	2,2	< 0,7	< 0,7
HCB	4,9	4,6	6,1	0,3	1,8	3,3	2,1	2,1
QCB	n.b.	n.b.	2,9	0,95	0,92	0,91	0,68	0,91
Dieldrin	12	11	20	0,98	n.b.	6,7	1,9	1,9
p.p'DDE	15	18	270	17	12	11	8,5	
p.p'DDD	16	12	15	10	5,3	6,6	5,5	
p.p'DDT	n.b.	2	< 2,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	Σ 16,5
Fettgehalt (g/kg)	259	153	206	158	182	271	202	

Tabelle 16: Ergebnisse der Literaturstudie zu anthropogenen und geogenen Hintergrundgehalten von Fischen

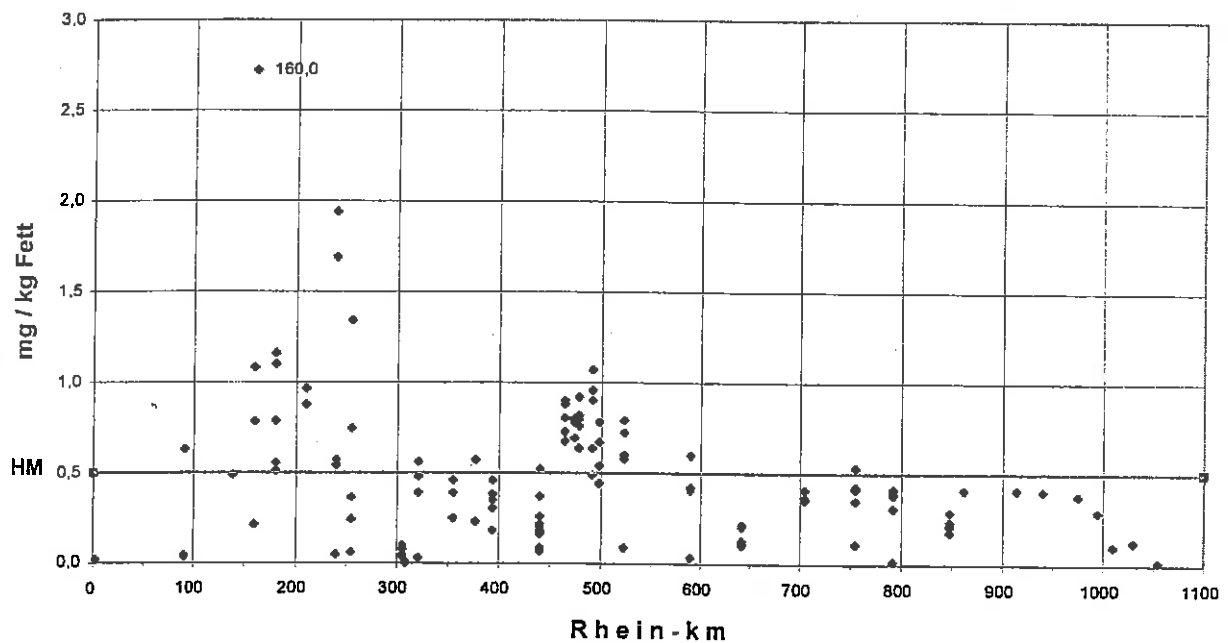
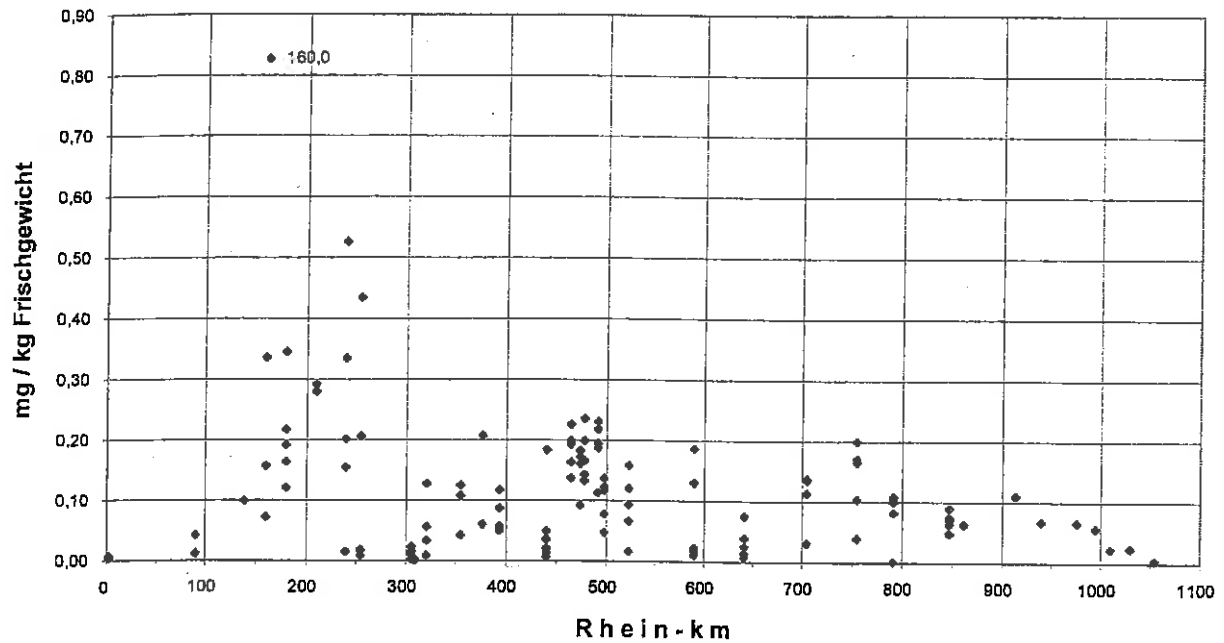
Art	Quecksilber in mg/kg LG	Blei in mg/kg LG	Cadmium in mg/kg LG	PCB in mg/kg LG
Hecht <i>Esox lucius</i>	0,06 - 0,14	0,05	0,0004 - 0,03	n.d.* - 0,05
Zander <i>Lucioperca lucioperca</i>	0,06 - 0,07			
Barsch <i>Perca fluviatilis</i>	0,08	0,05	0,03 - 0,04	0,01 - 0,02
Brachse <i>Abramis brama</i>	0,014 - 0,024	0,024	0,002	0,0889**
Aal <i>Anguilla anguilla</i>	0,04 - 0,12	0,05 - 0,07	0,03 - 0,07	0,097
Plötze <i>Rutilus rutilus</i>	0,06 - 0,10	0,05 - 0,06	0,001 - 0,03	

LG: Lebendgewicht

nd*: es liegen nur Werte im Trockengewicht vor; unvollständige Angaben, um in Lebendgewicht umzurechnen

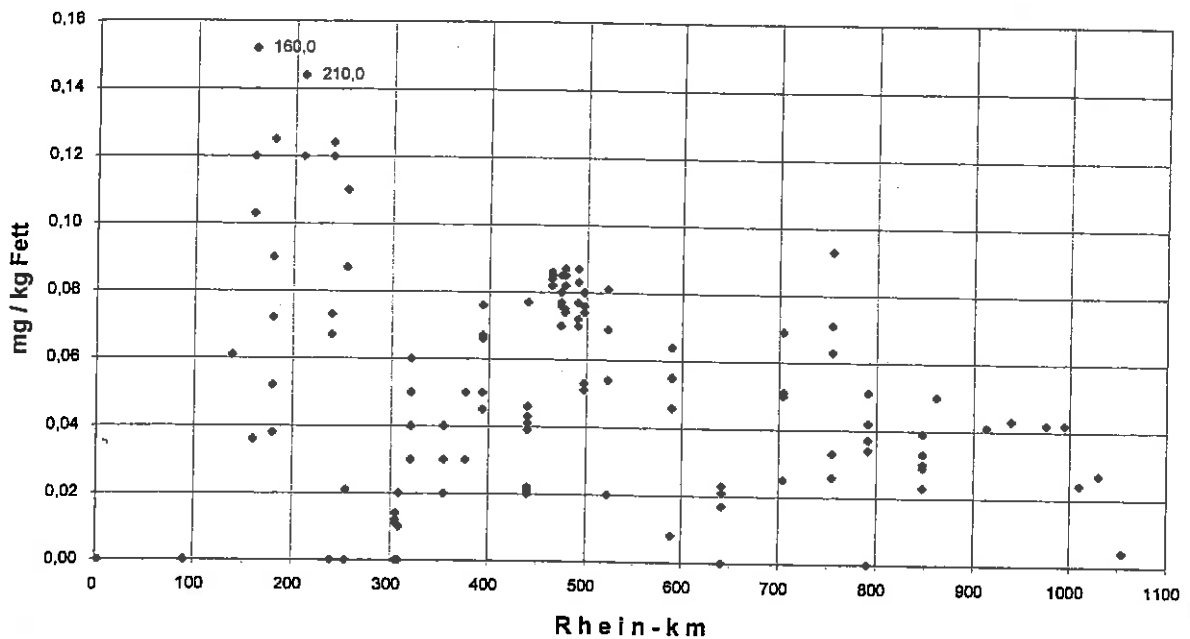
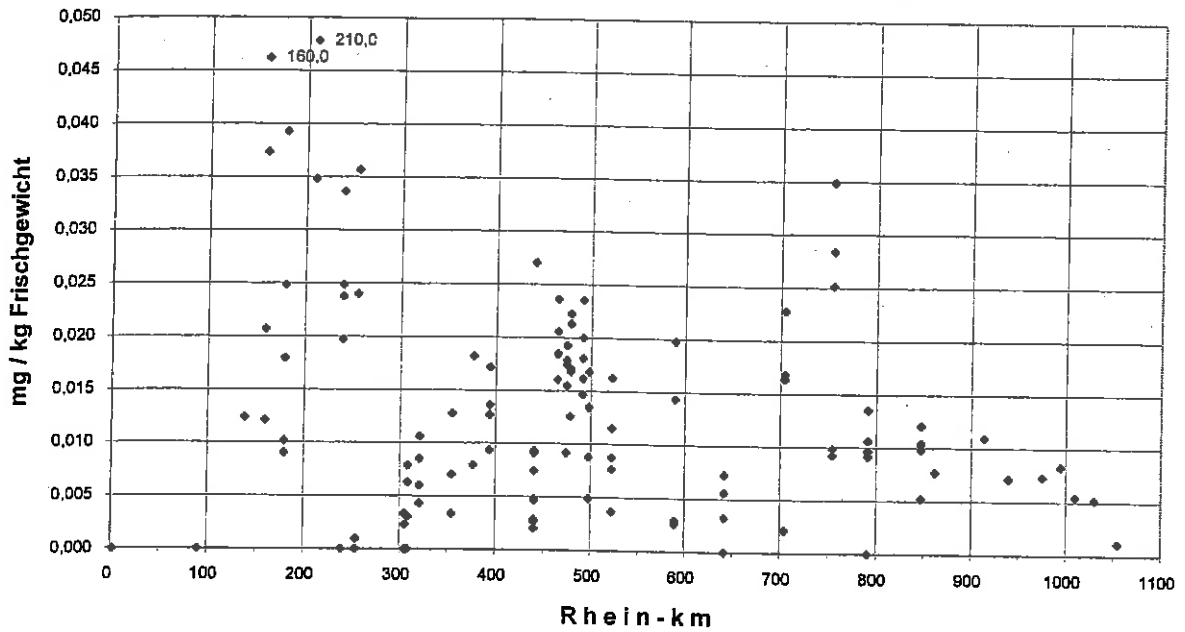
** Summe von 6 der 7 Bezugskongeneren: 28, 52, 101, 138, 153, 180

Hexachlorbenzol in Rhein - Aal, 1995



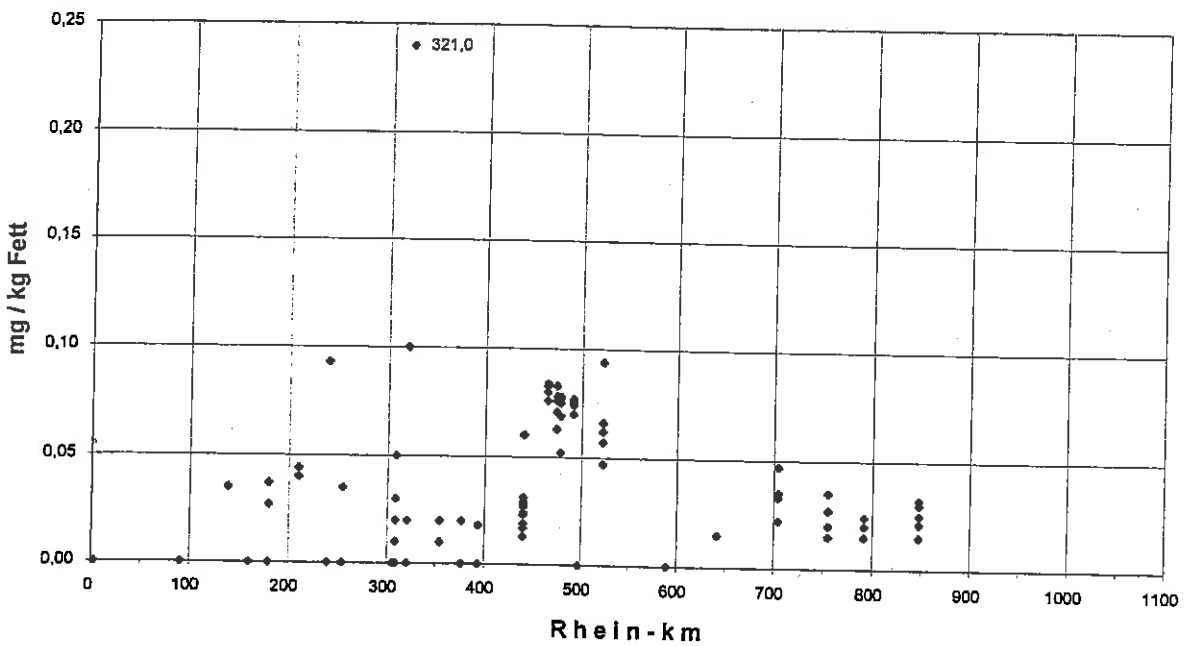
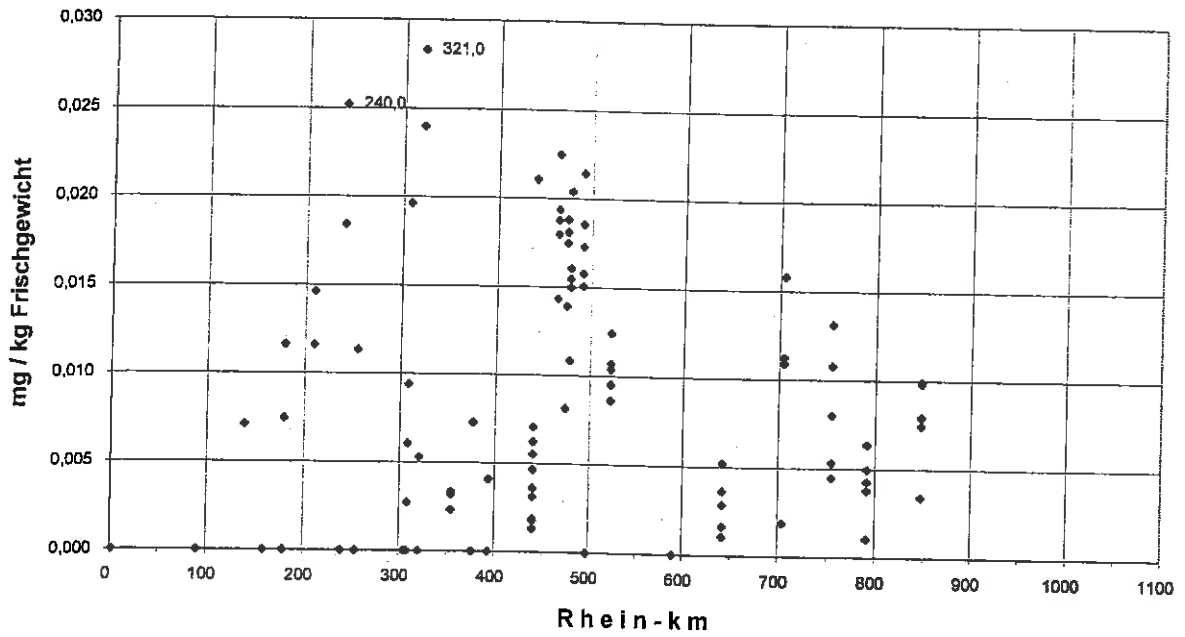
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

Pentachlorbenzol in Rhein - Aal, 1995



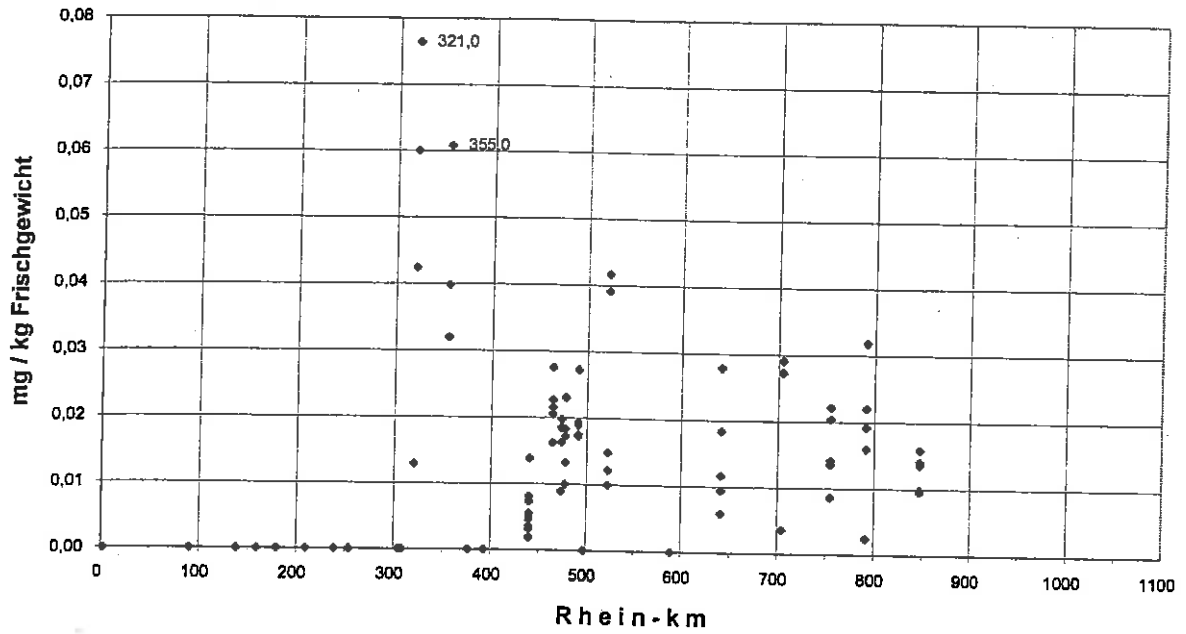
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Tetrachlorbenzole in Rhein - Aal, 1995

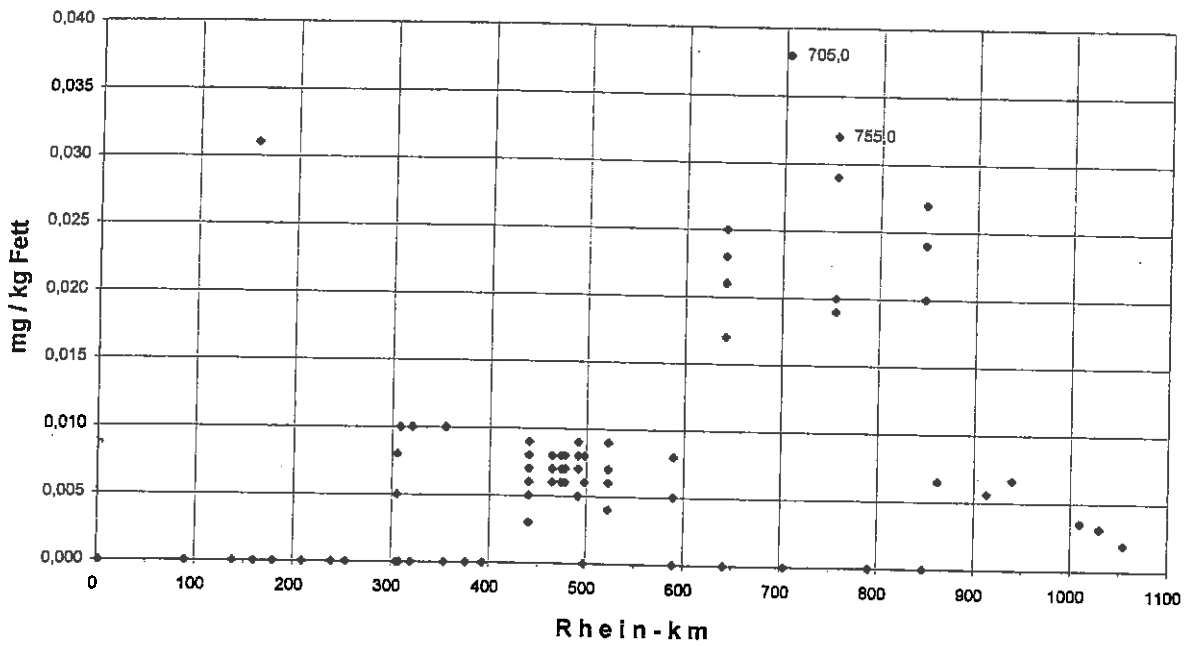
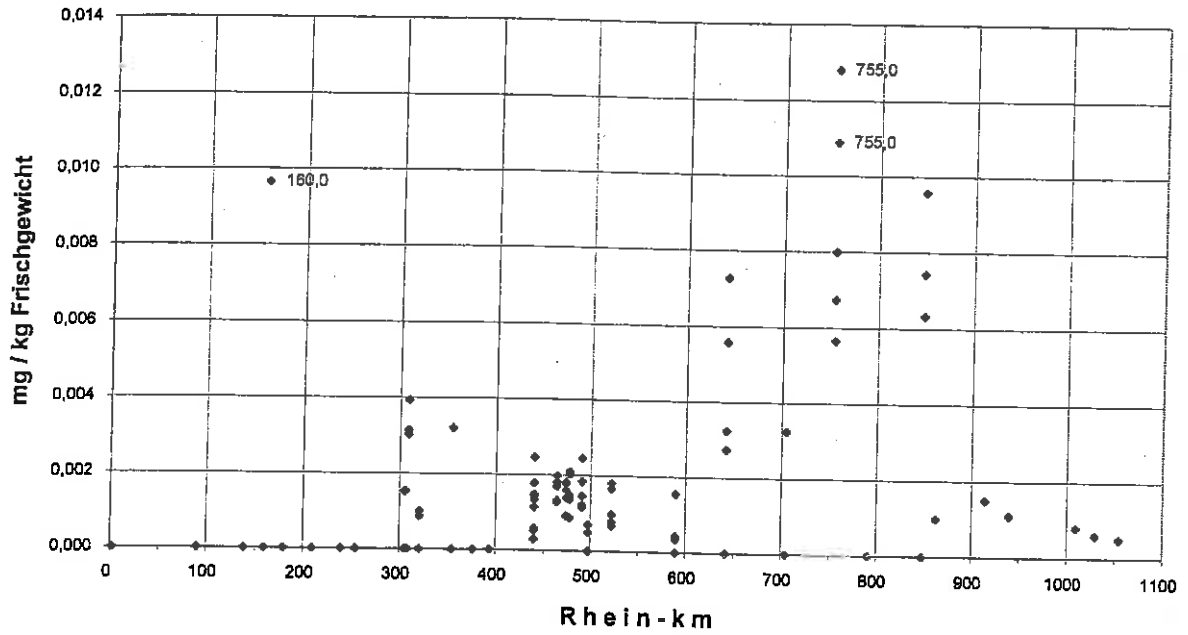


Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Trichlorbenzole in Rhein - Aal, 1995

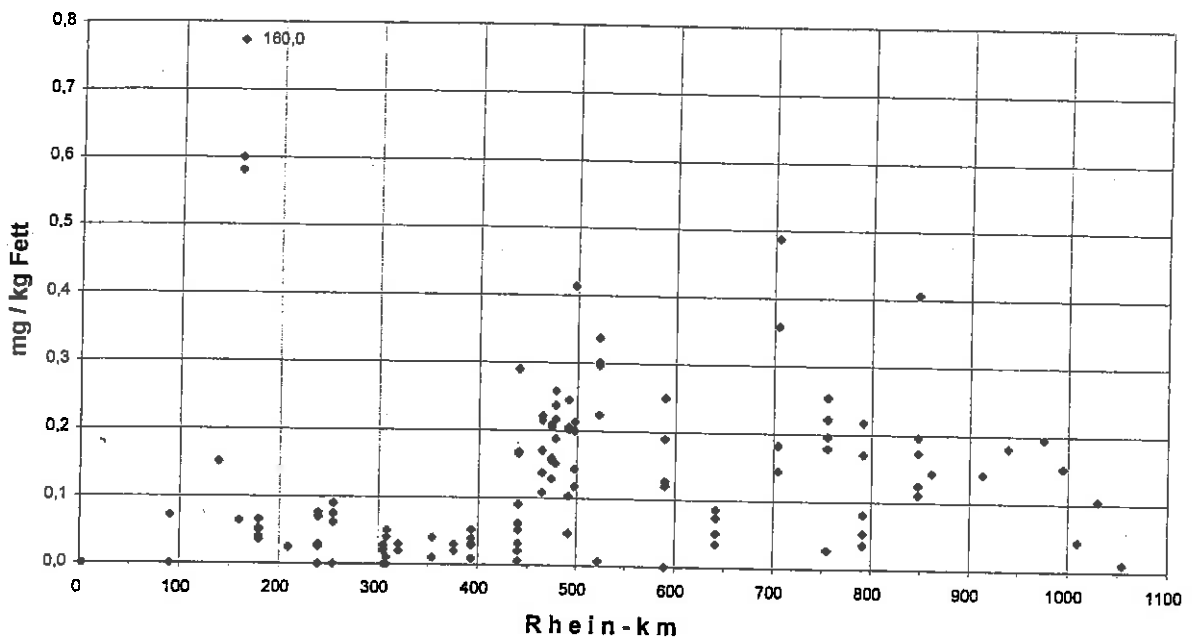
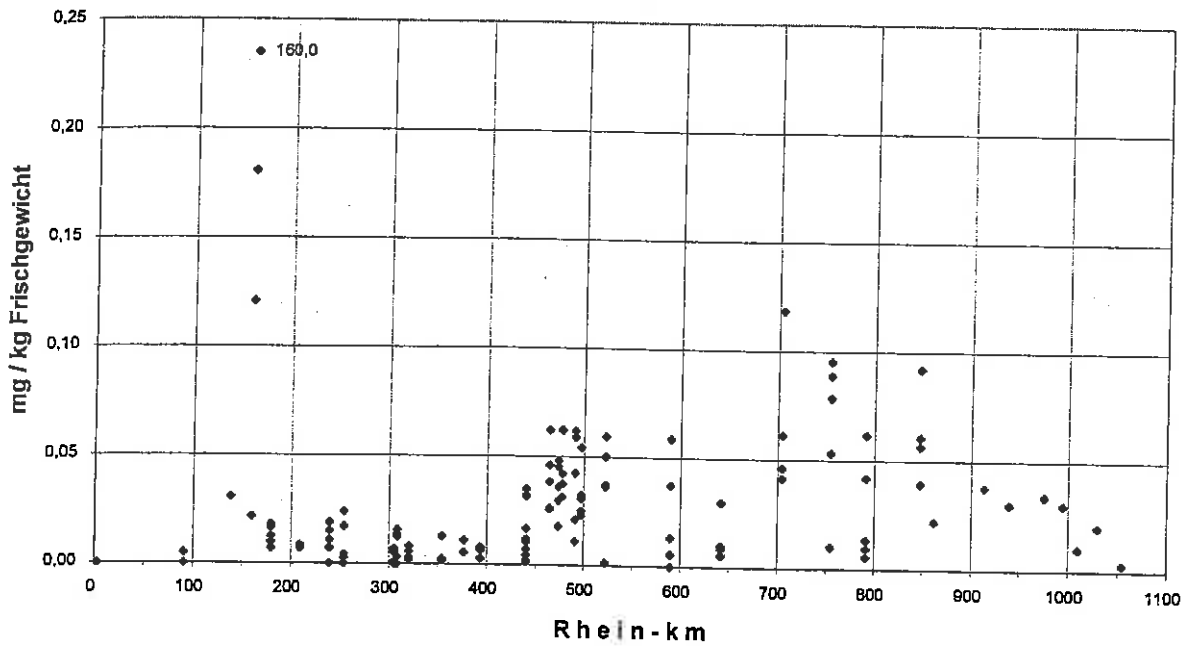


Pentachloranisol in Rhein - Aal, 1995



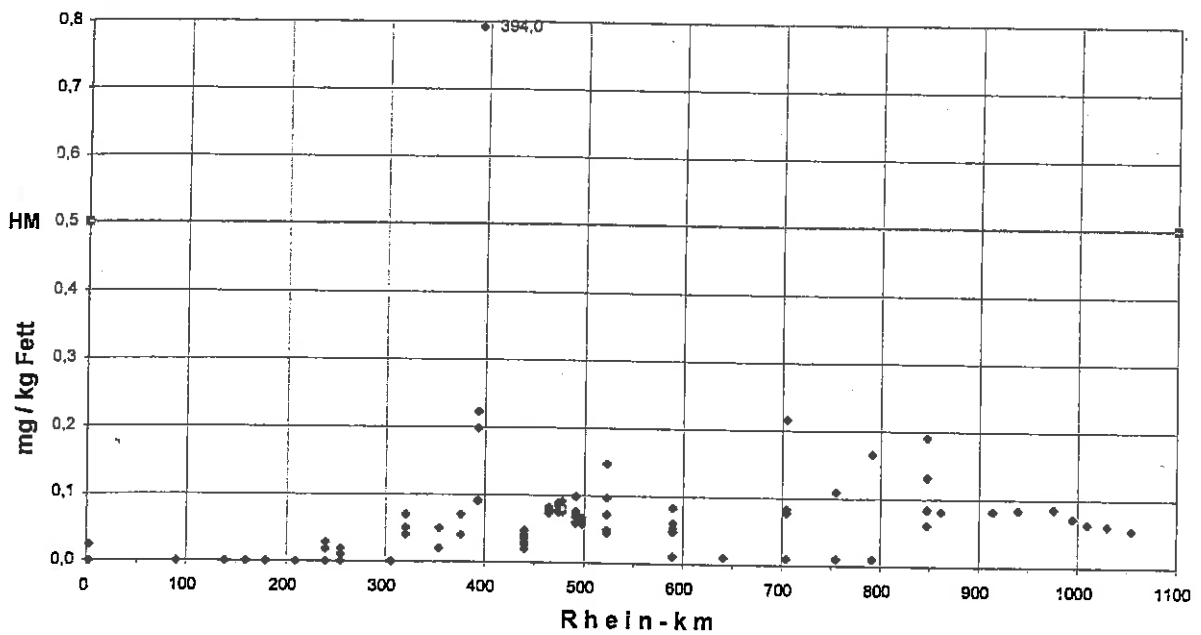
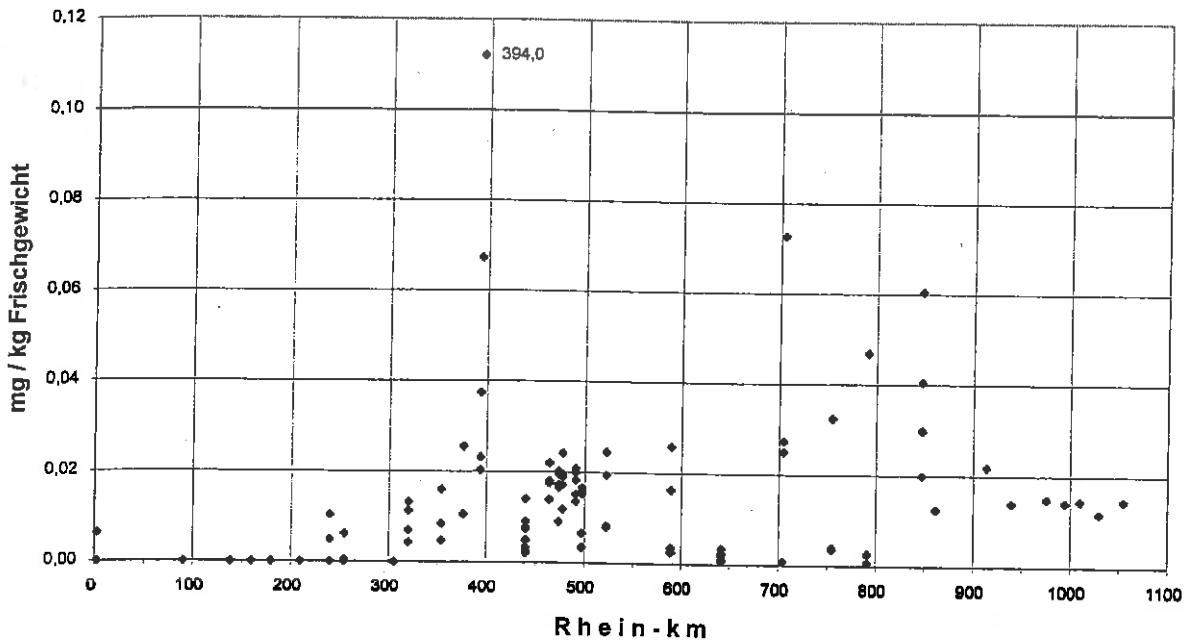
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Octachlorstyrol in Rhein - Aal, 1995



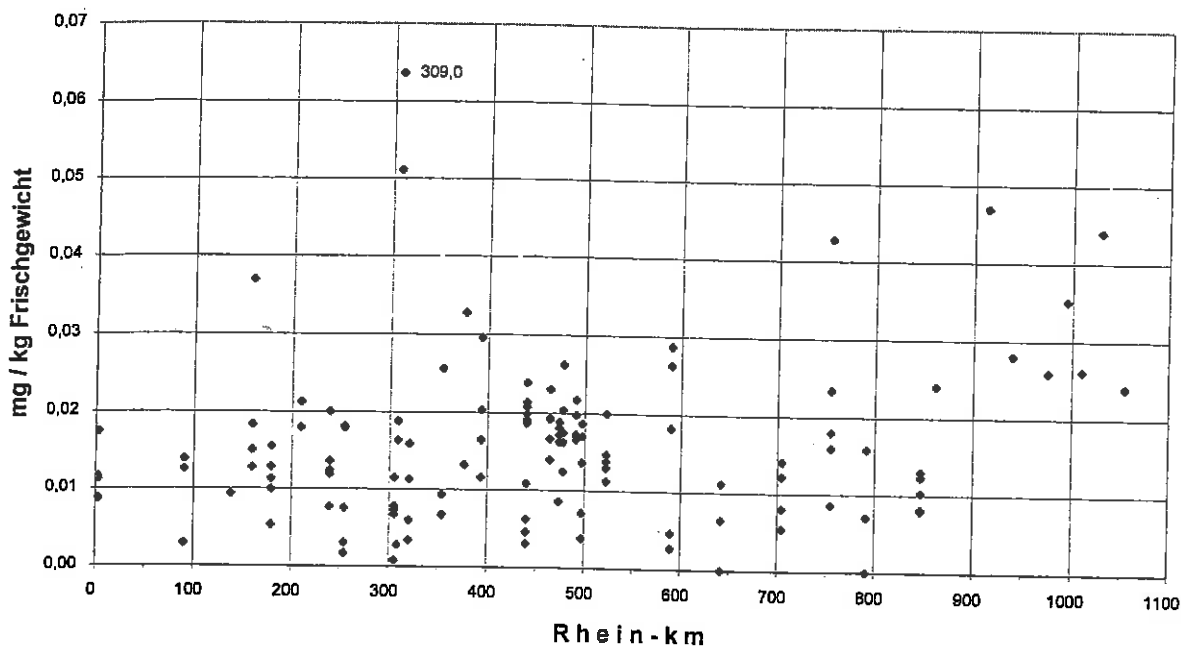
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

alpha- + beta-HCH in Rhein - Aal, 1995

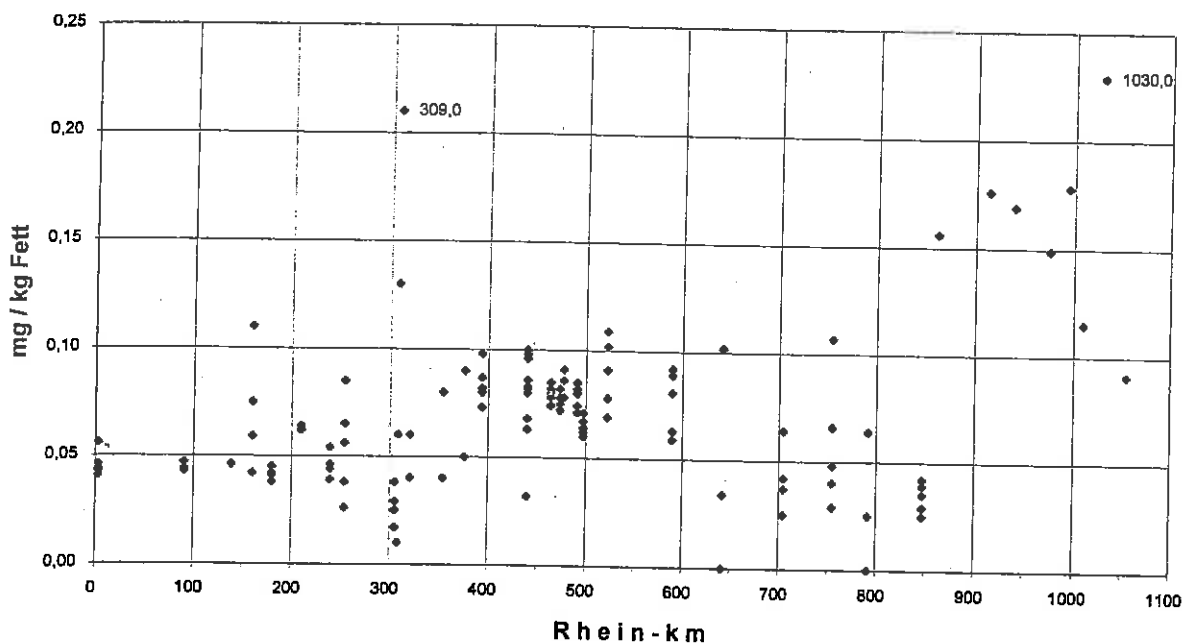


Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

Lindan in Rhein - Aal, 1995

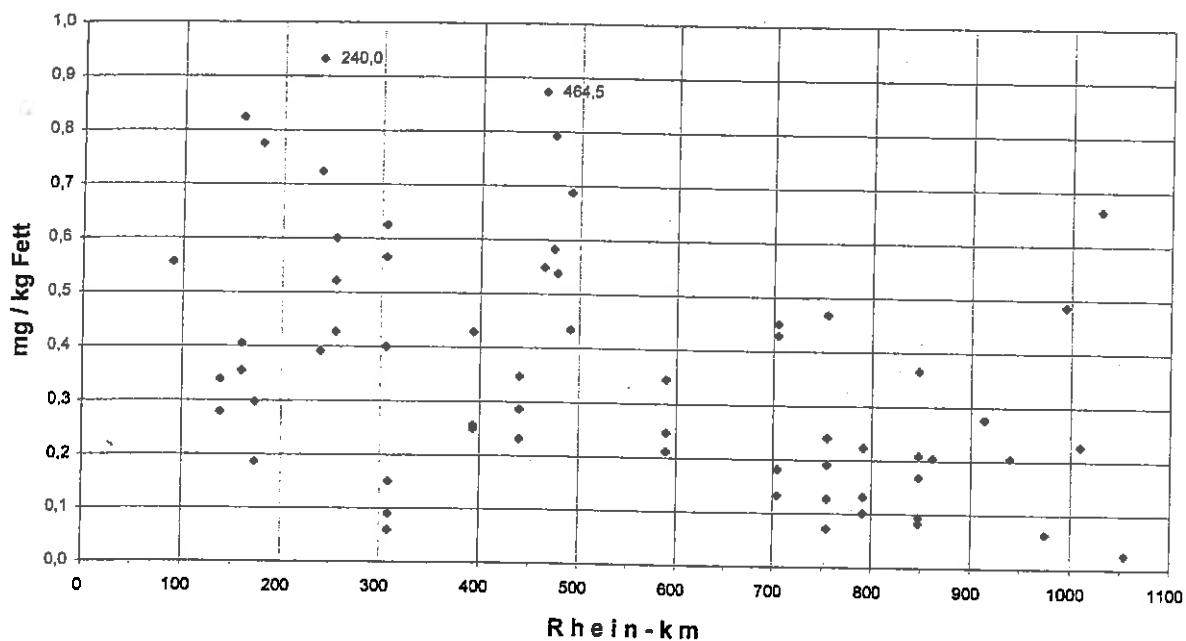
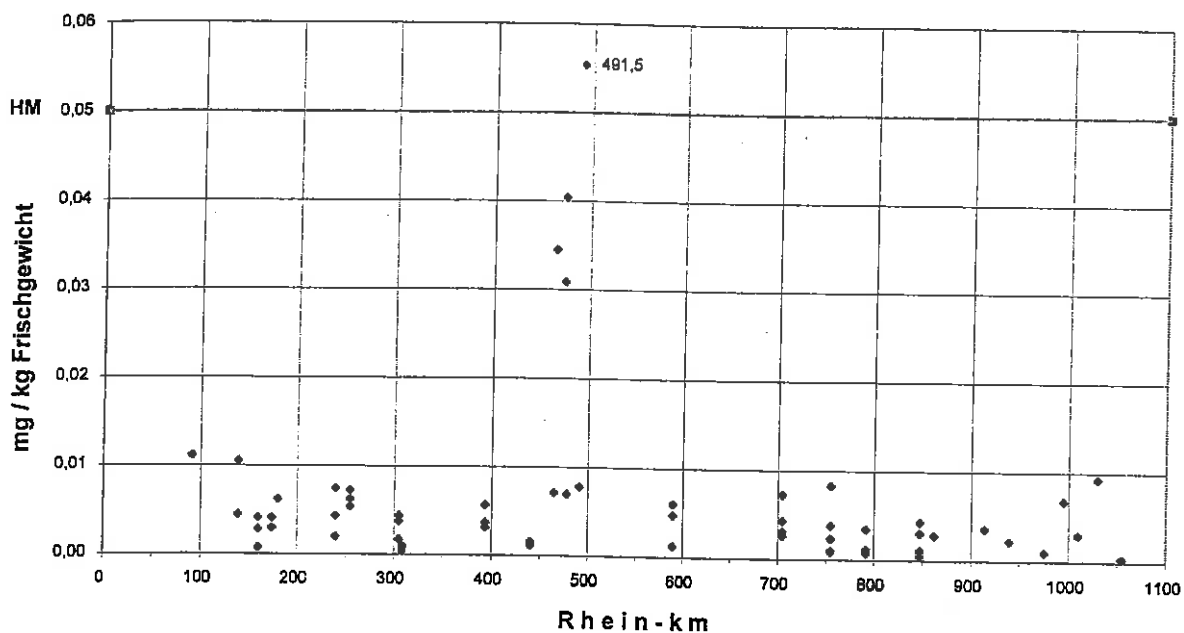


HM : 0,50



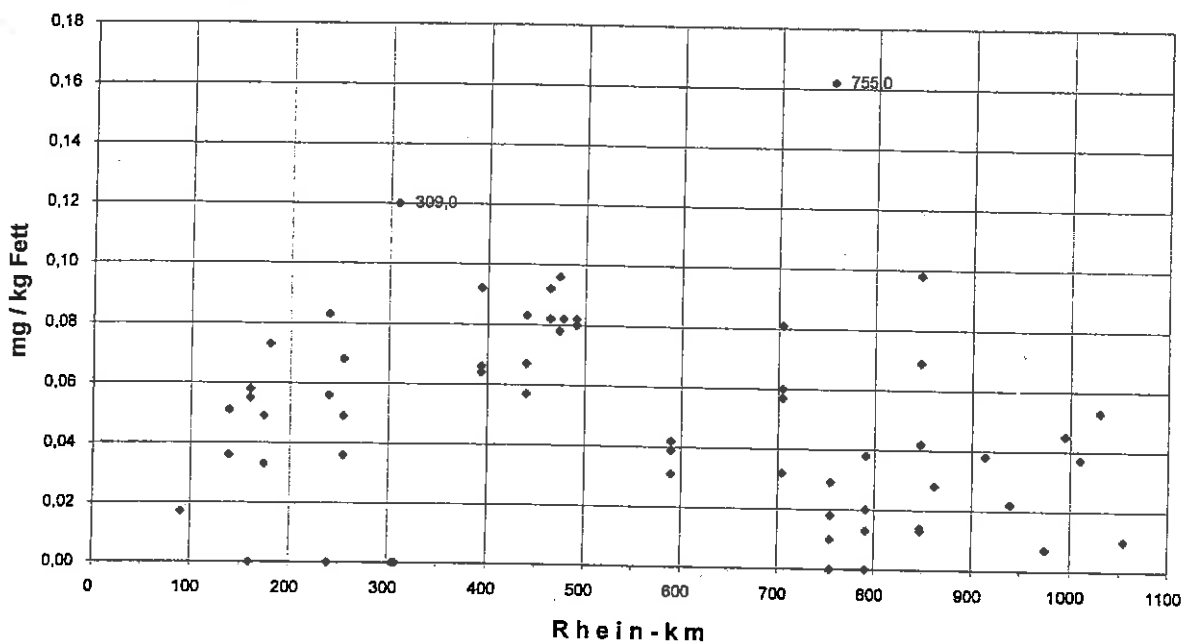
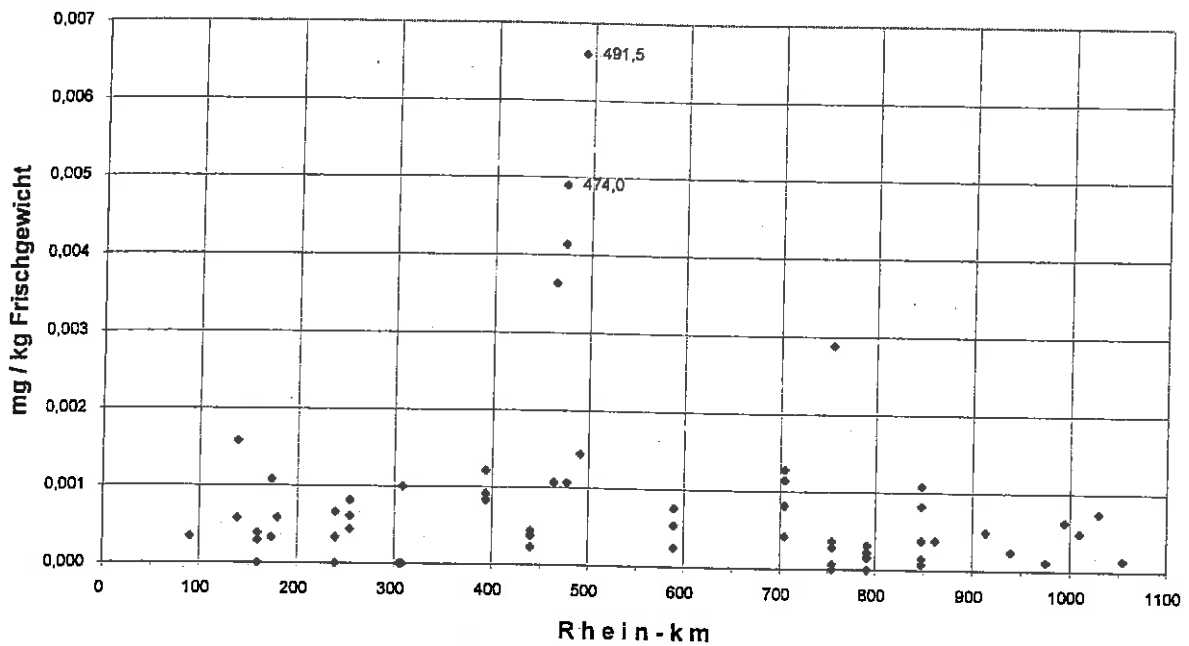
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

Hexachlorbenzol in Rhein - Rotaugen, 1995



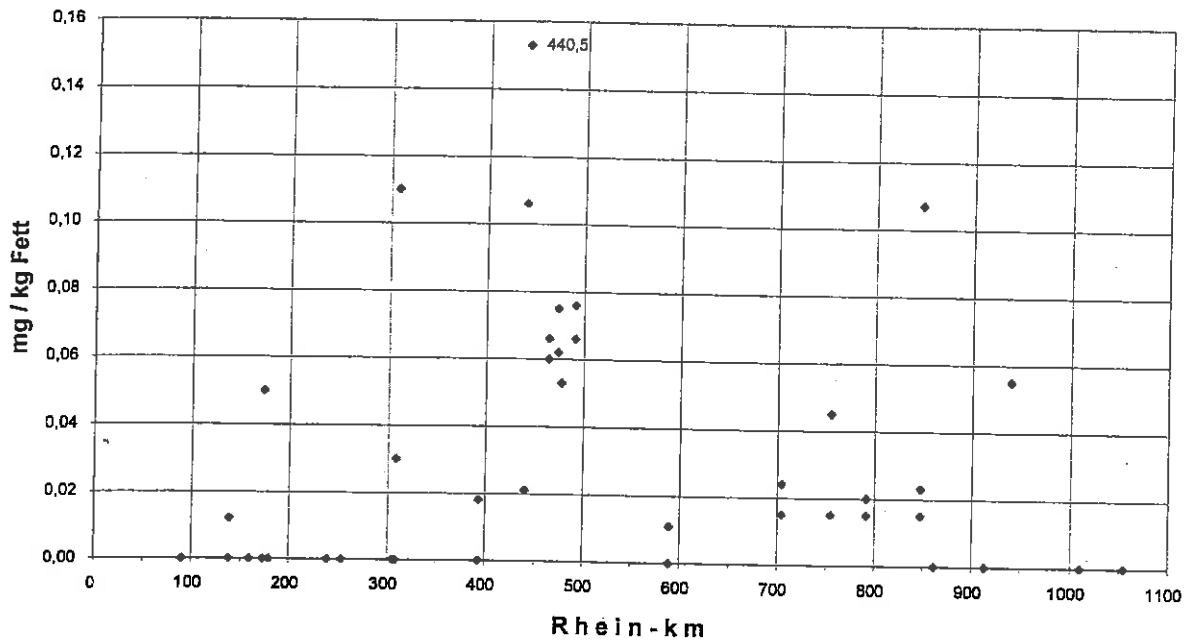
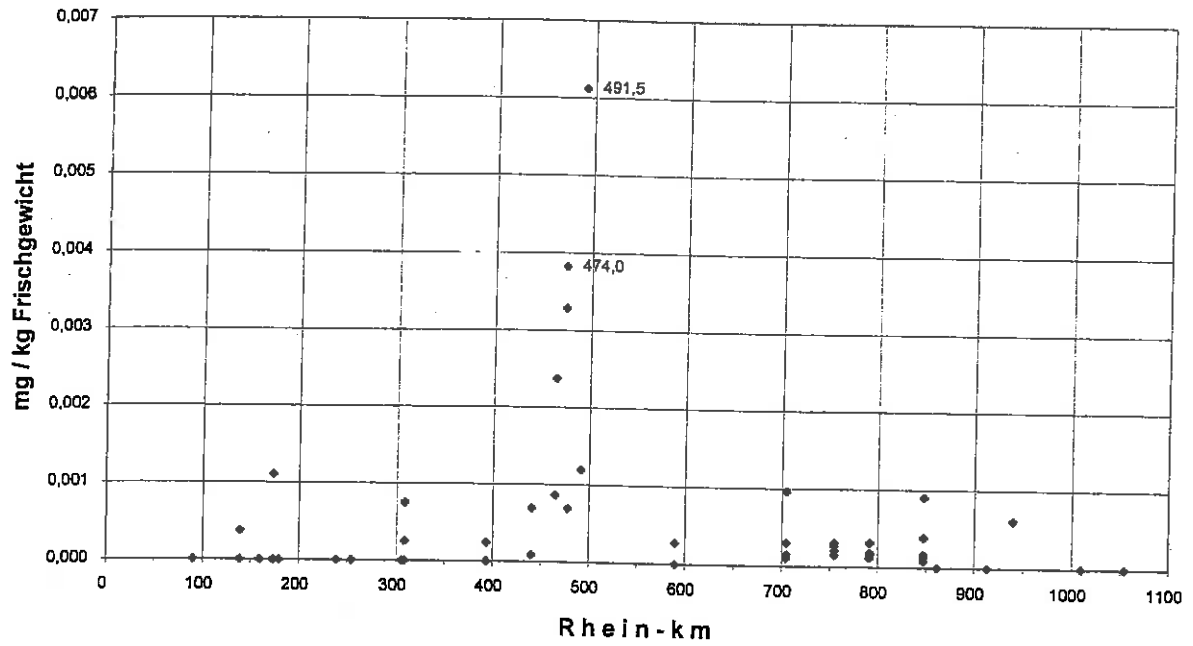
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

Pentachlorbenzol in Rhein - Rotaugen, 1995



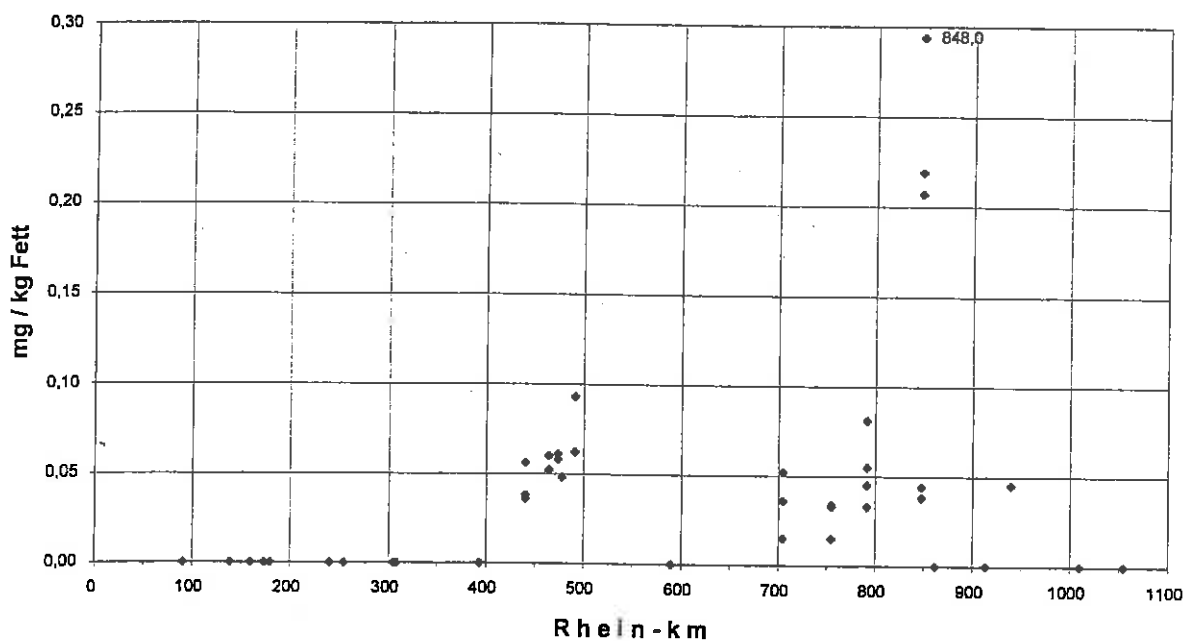
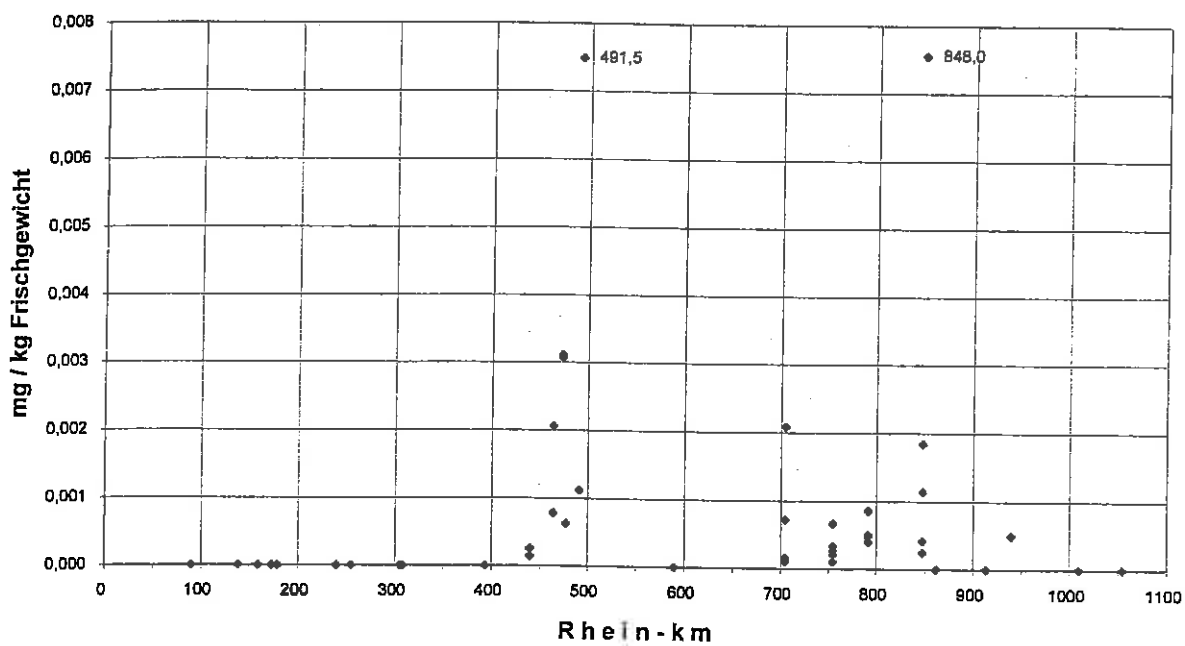
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Tetrachlorbenzole in Rhein - Rotaugen, 1995



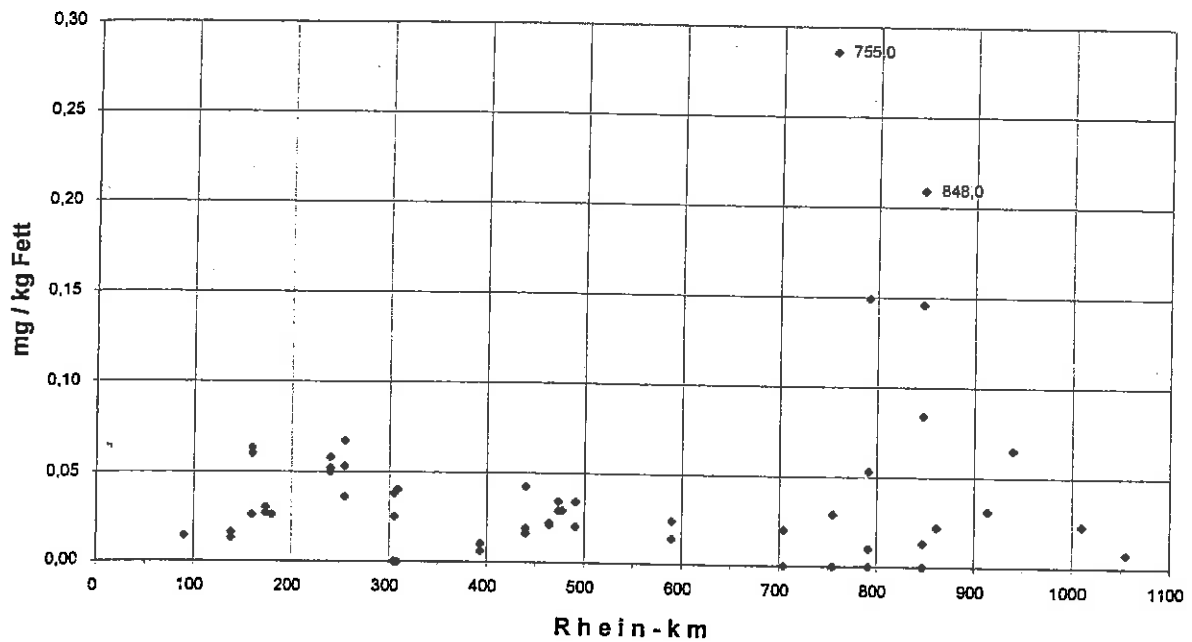
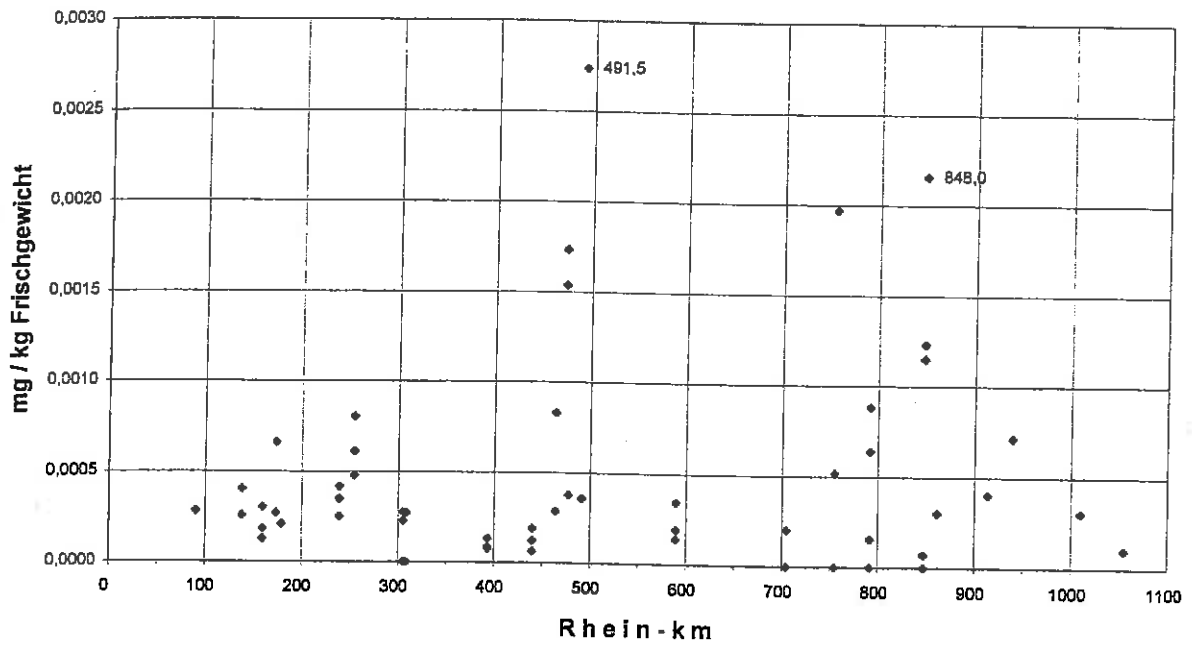
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Trichlorbenzole in Rhein - Rotaugen, 1995



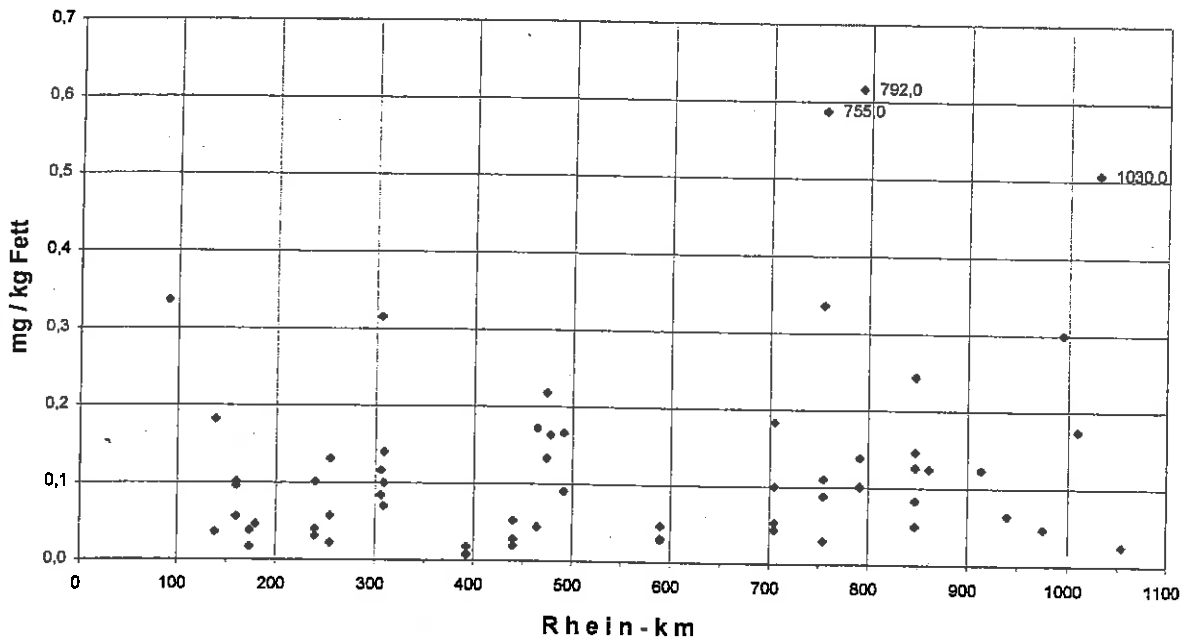
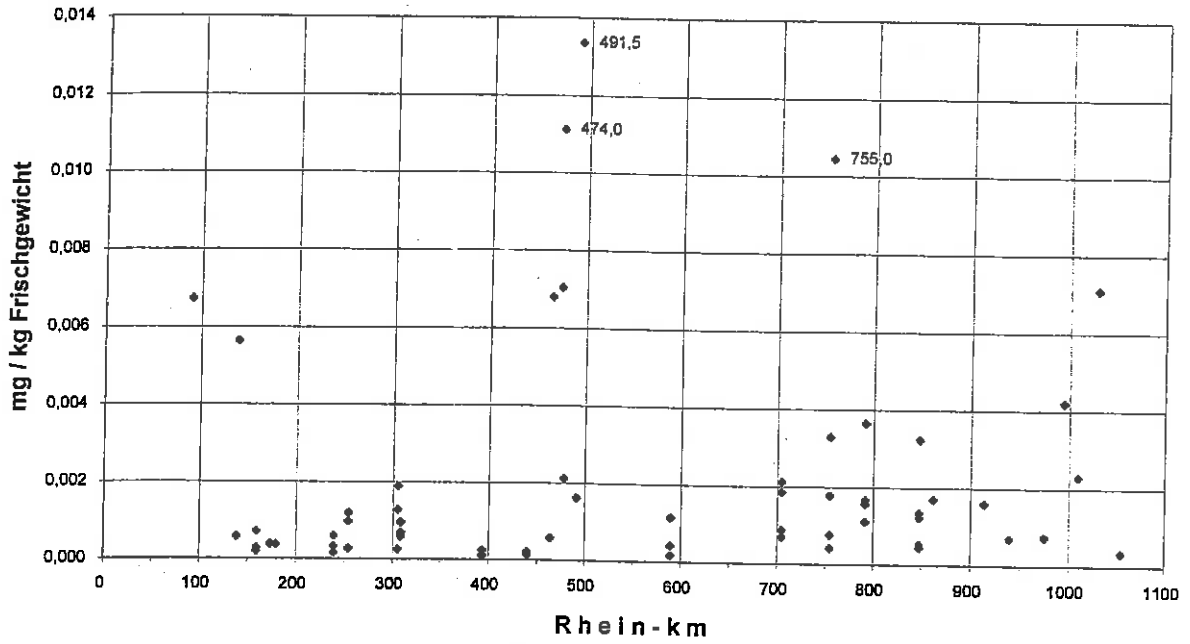
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Pentachloranisol in Rhein - Rotaugen, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

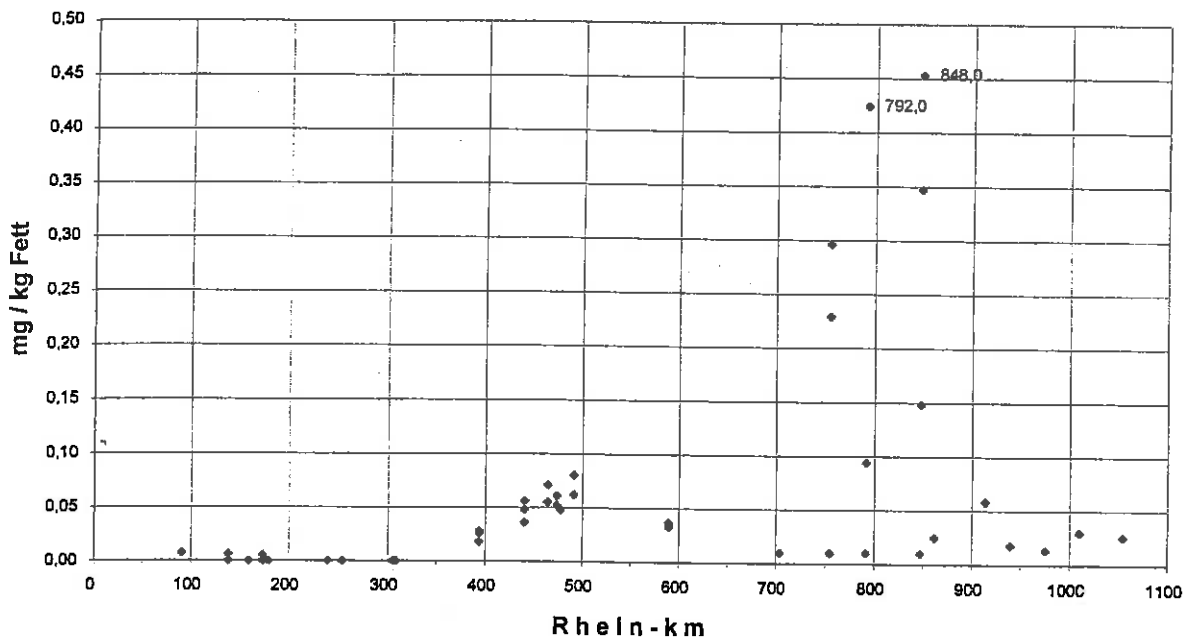
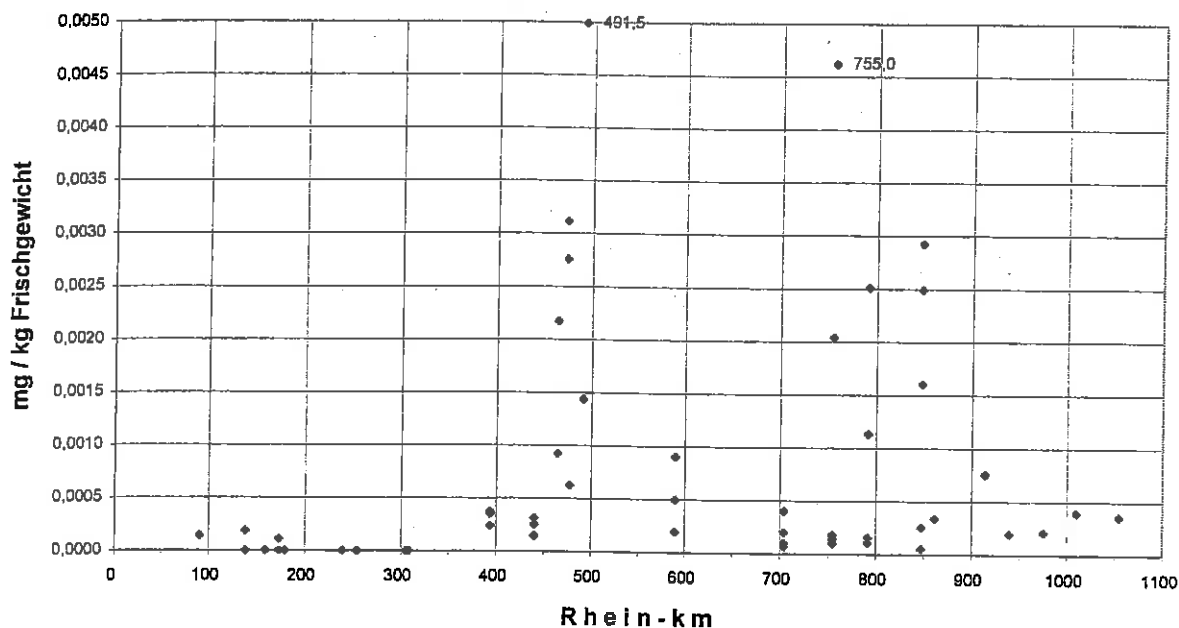
Octachlorstyrol in Rhein - Rotaugen, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

alpha- + beta- HCH in Rhein - Rotaugen, 1995

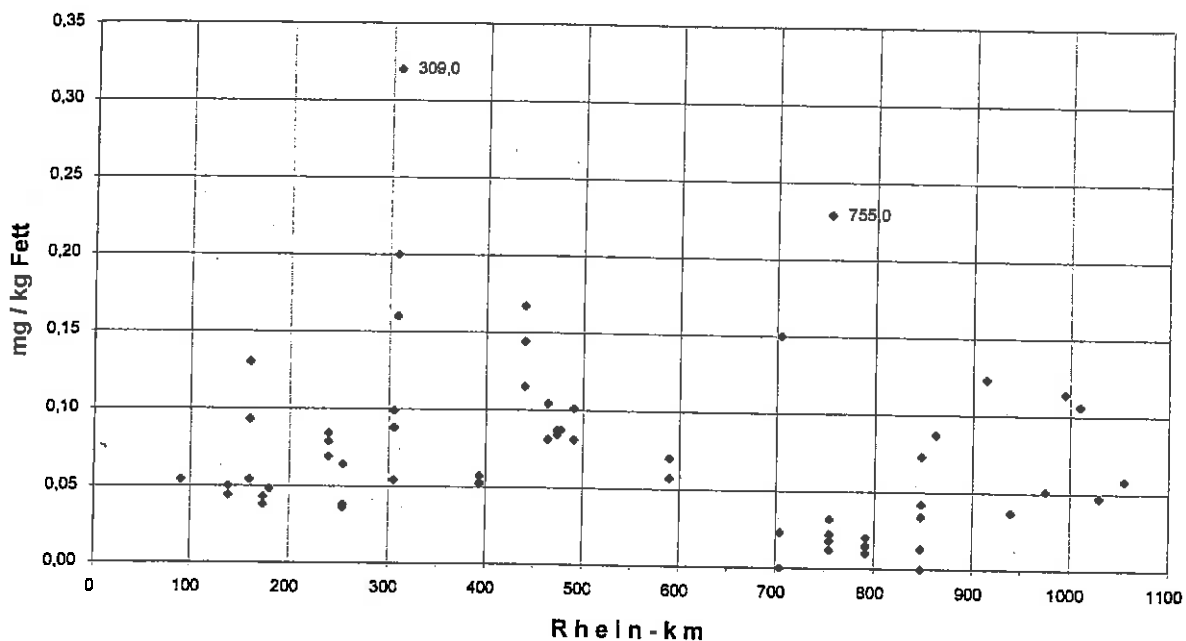
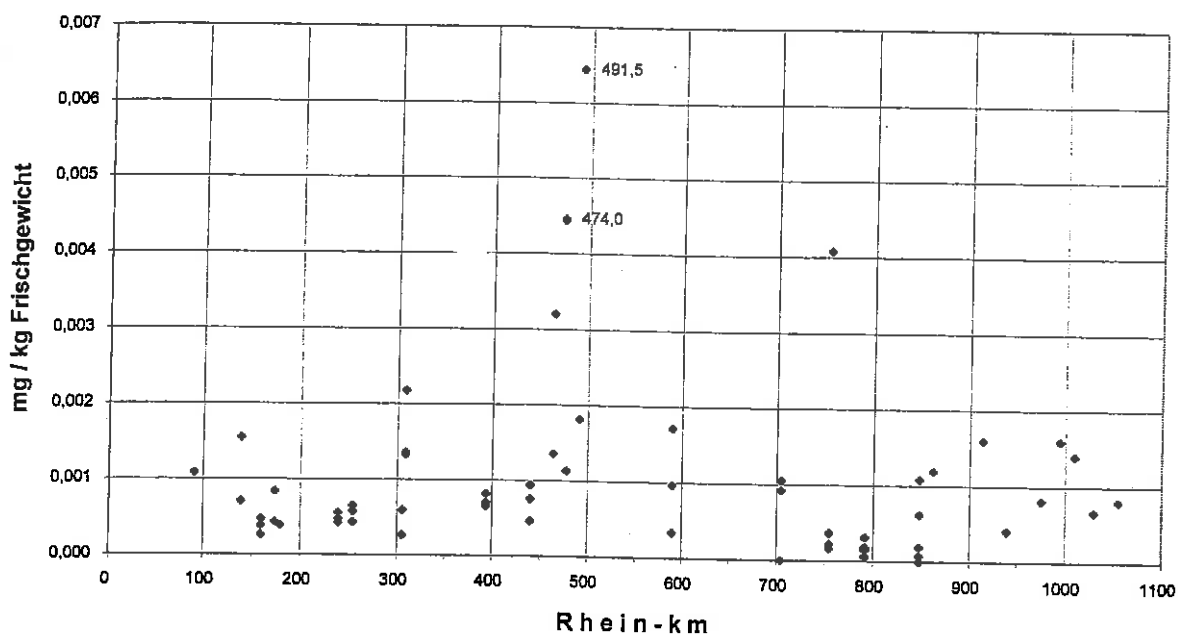
HM :
0,02/0,01



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

Lindan in Rhein - Rotaugen, 1995

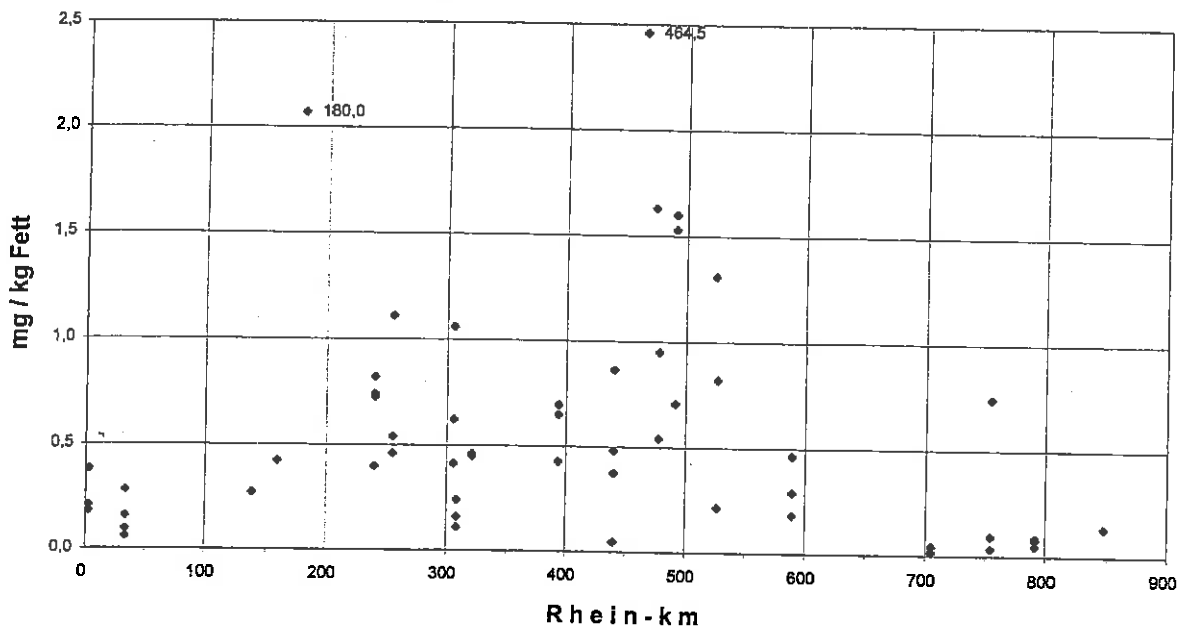
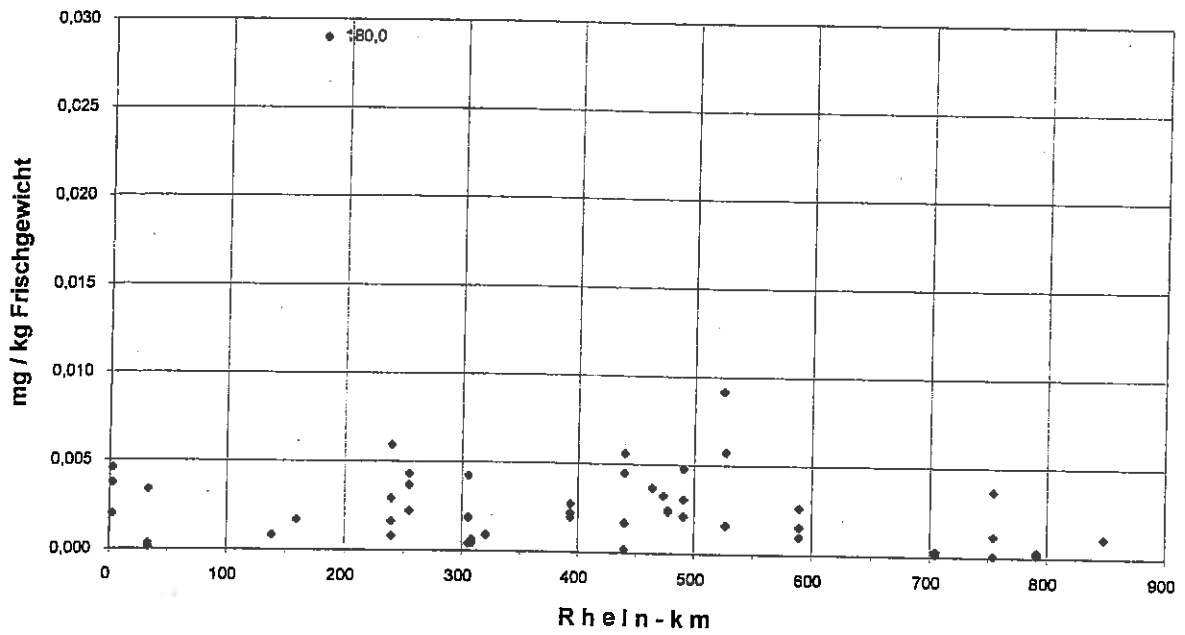
HM : 0,05



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

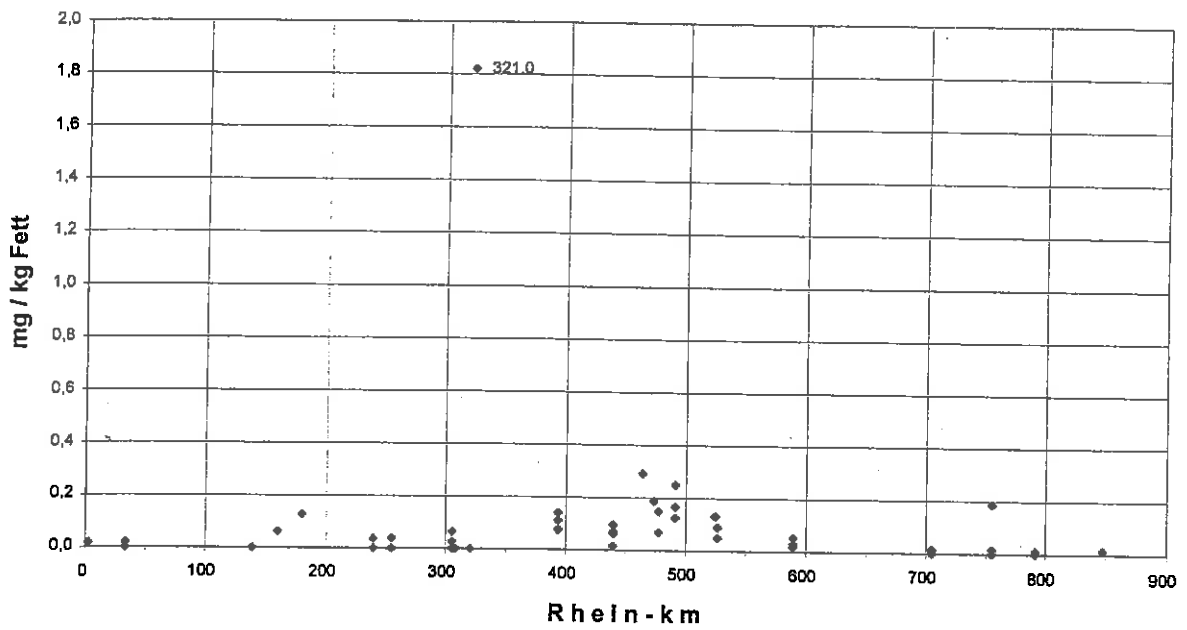
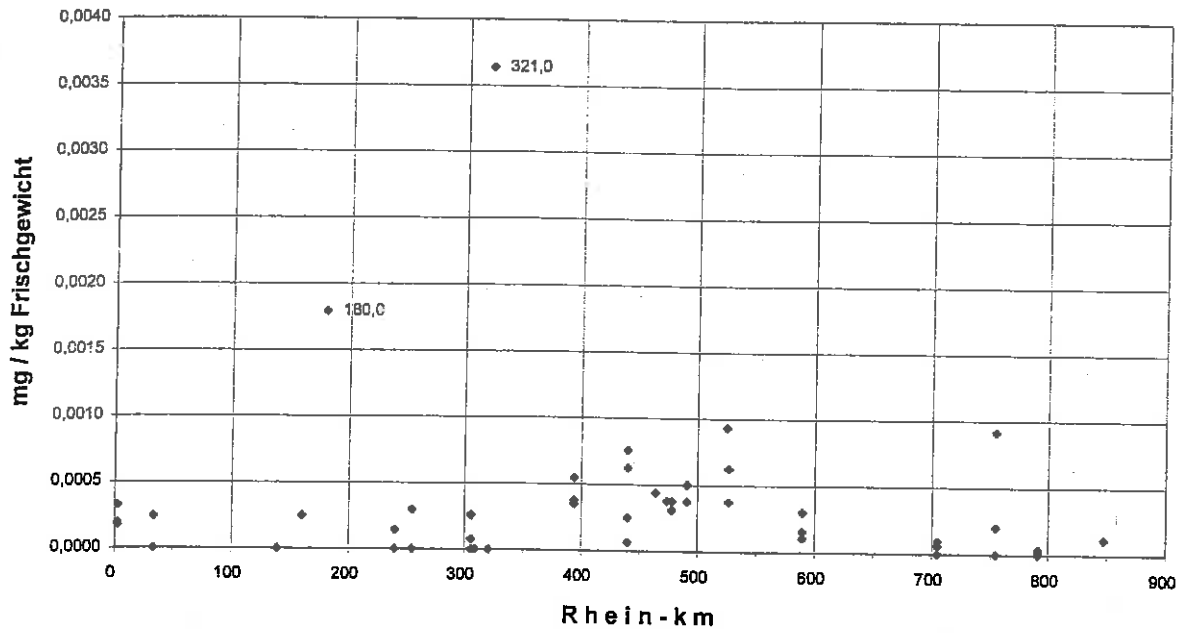
Hexachlorbenzol in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995

HM : 0,05



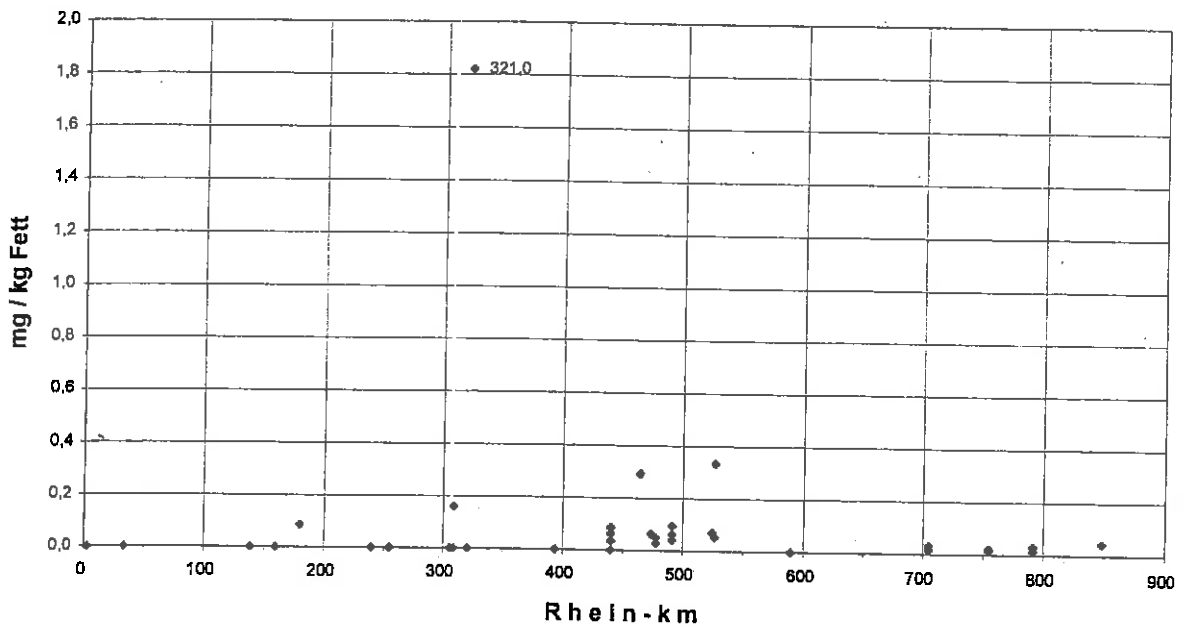
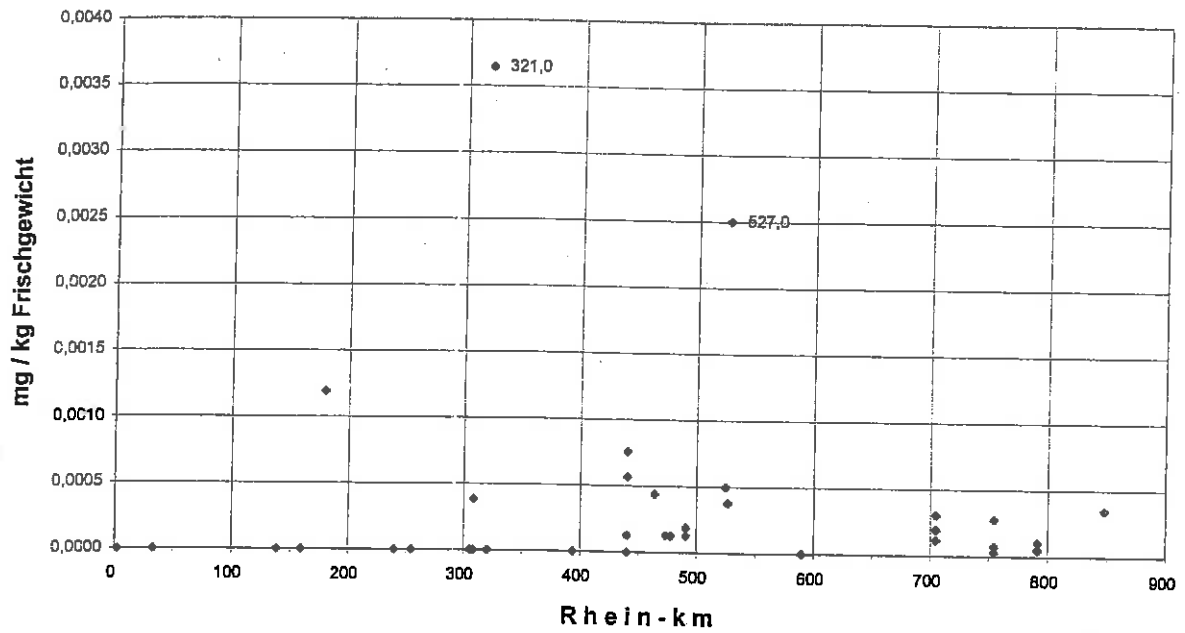
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

Pentachlorbenzol in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



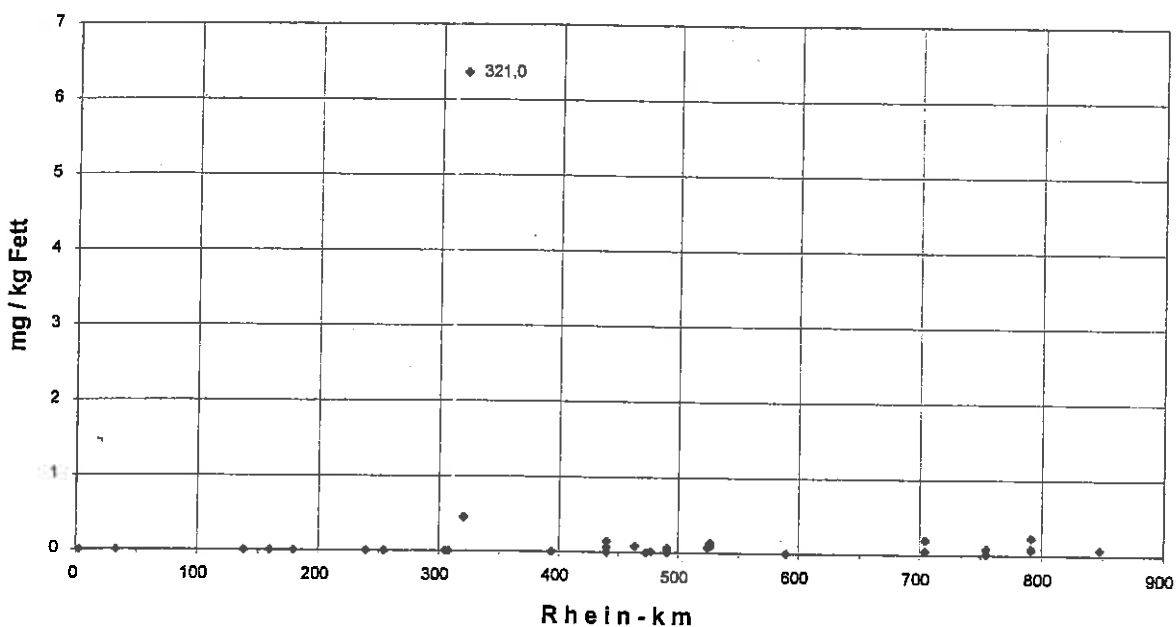
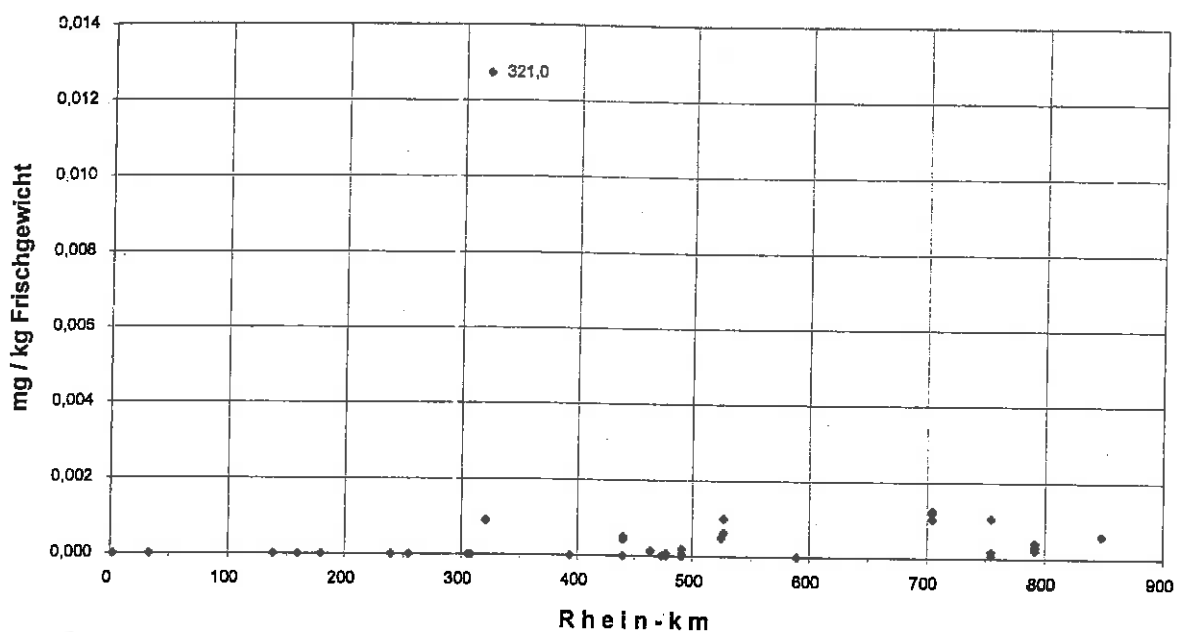
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Tetrachlorbenzole in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



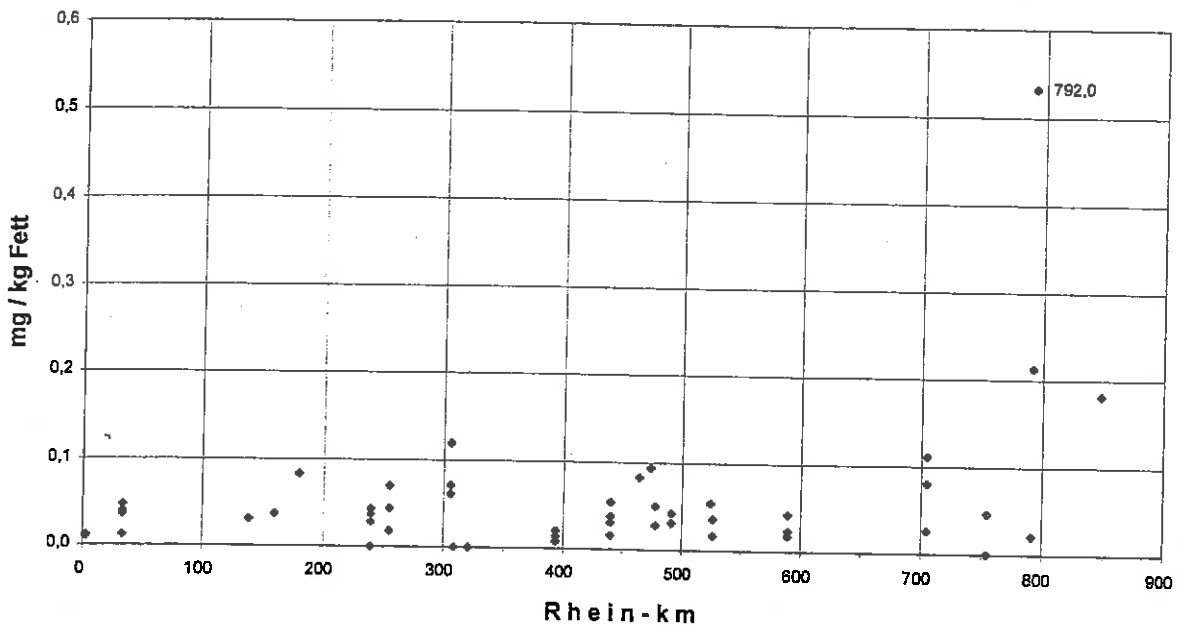
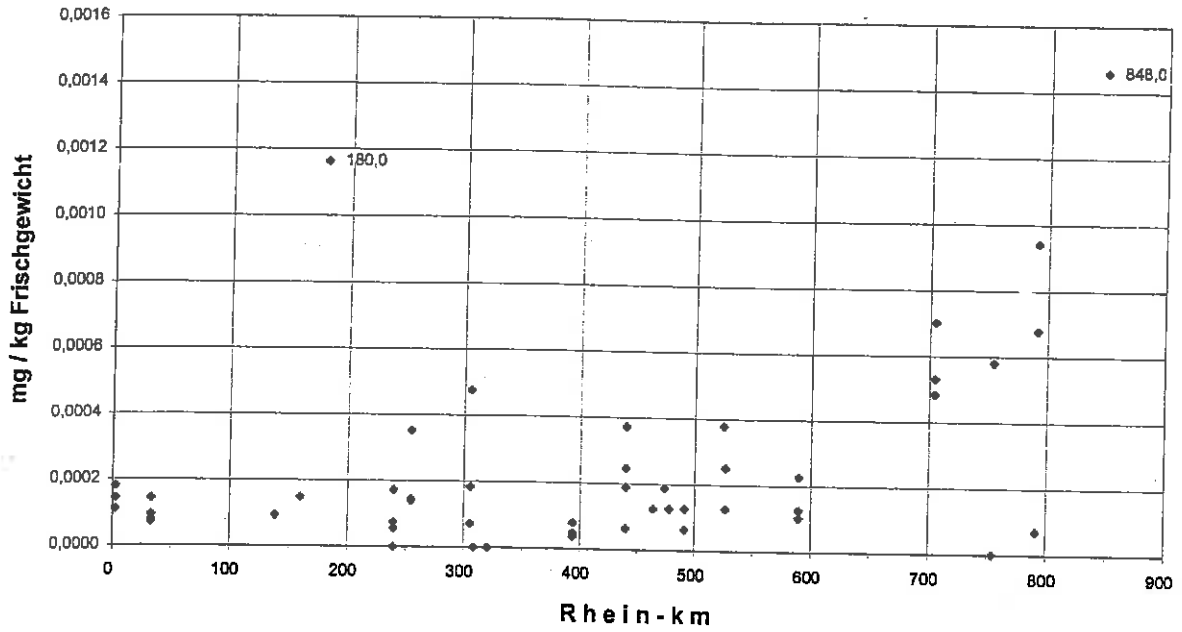
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Trichlorbenzole in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



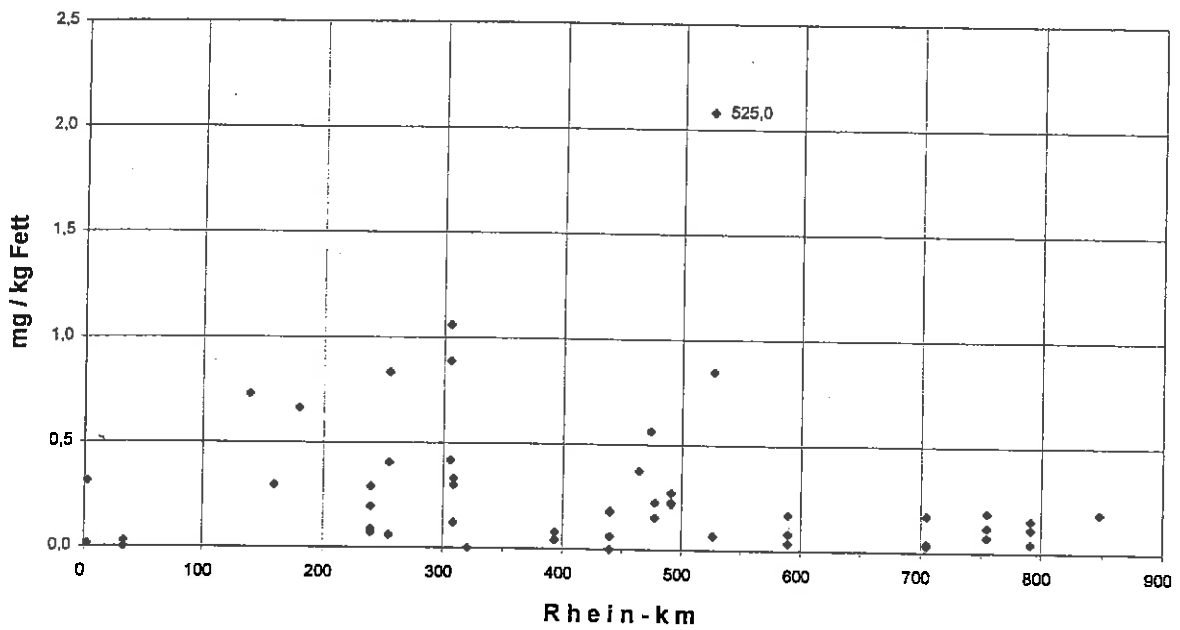
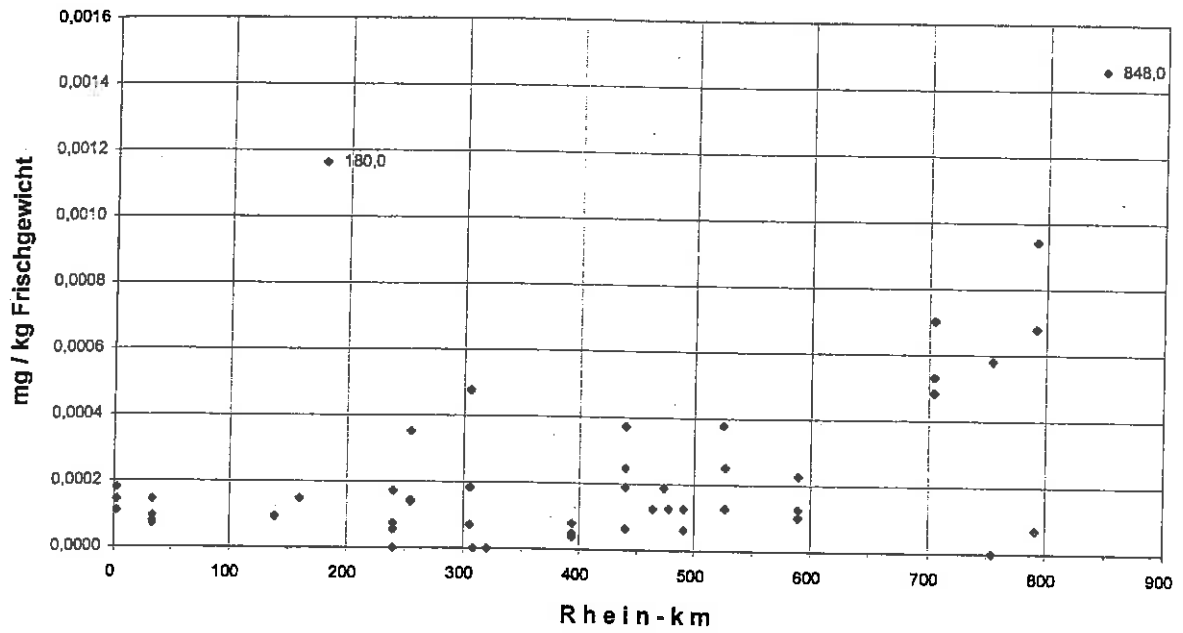
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Pentachloranisol in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

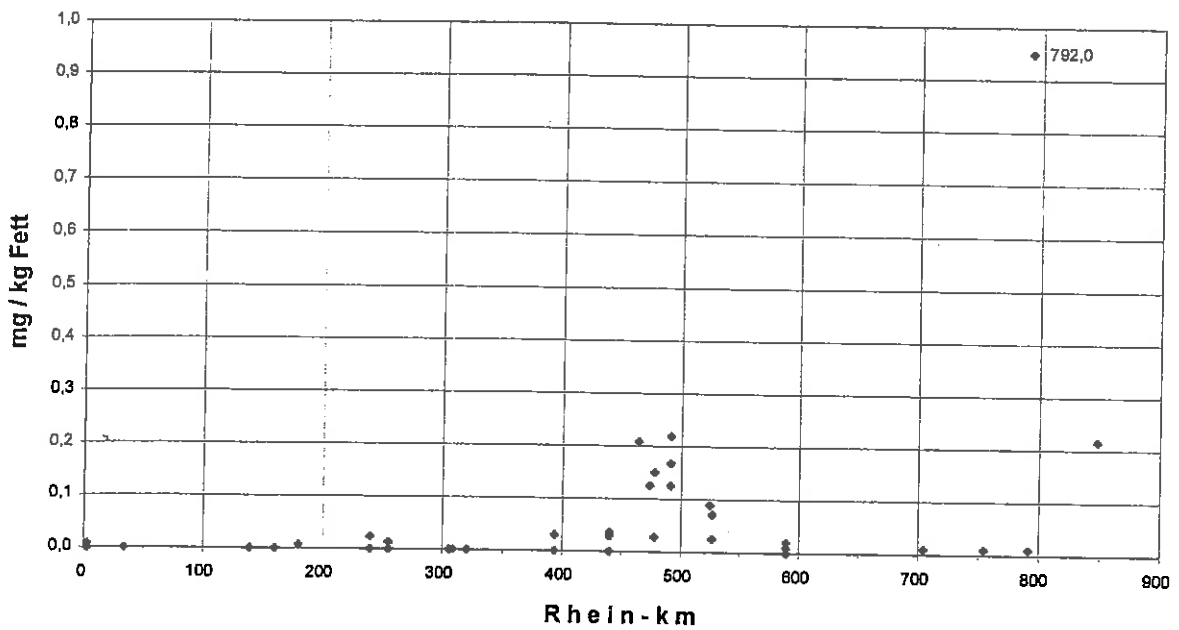
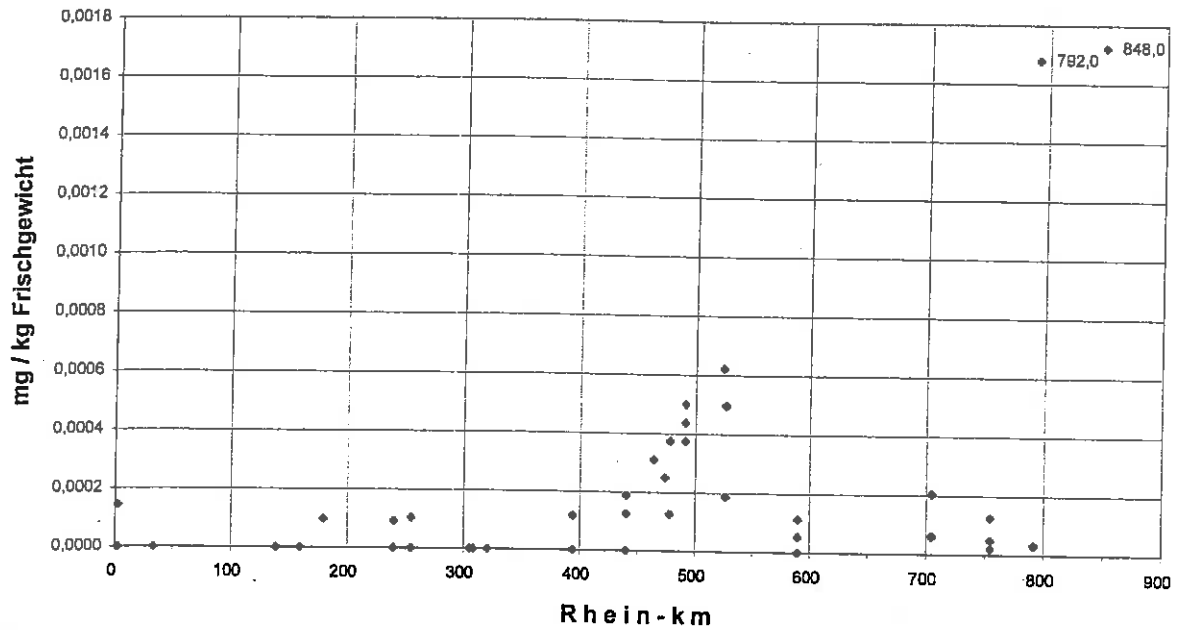
Octachlorstyrol in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

alpha- + beta- HCH in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995

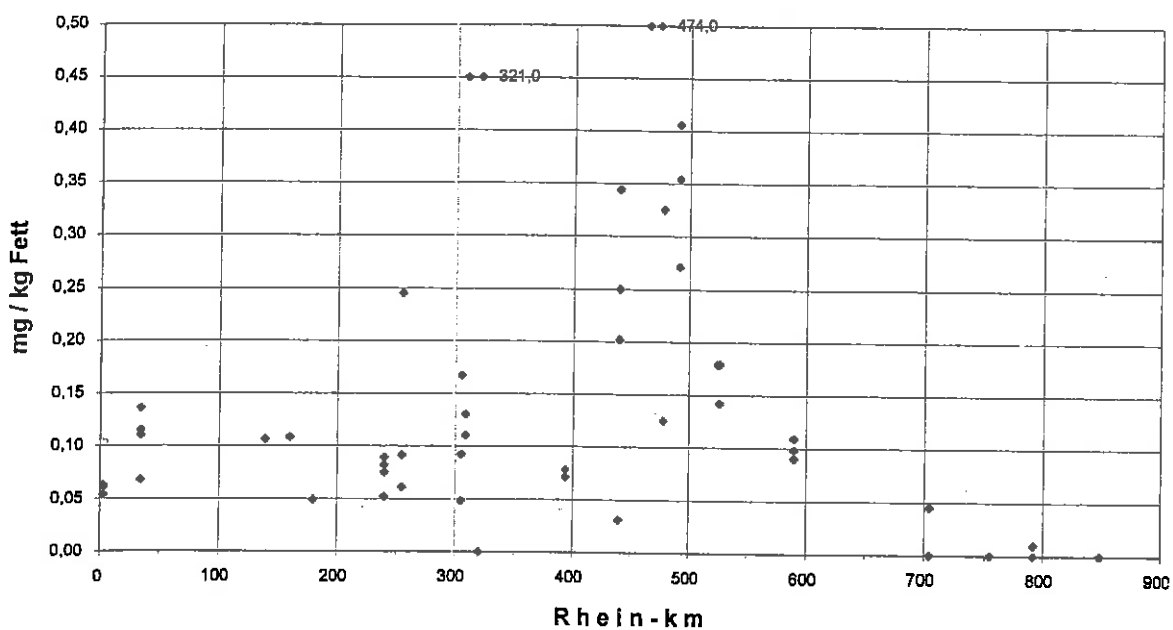
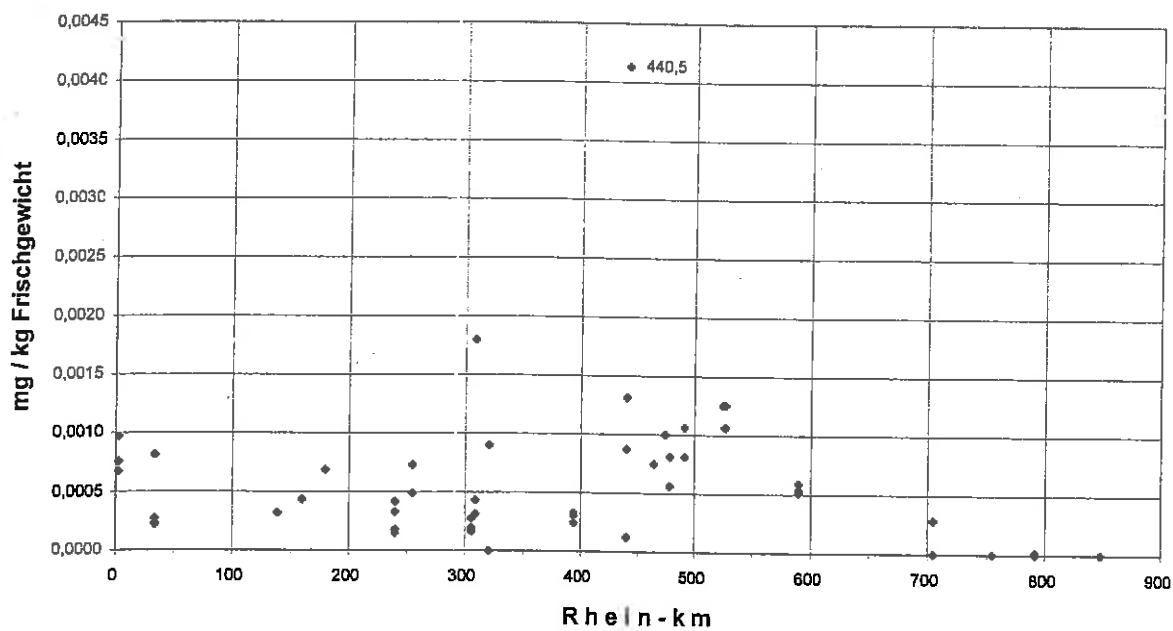
HM :
0,02/0,01



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

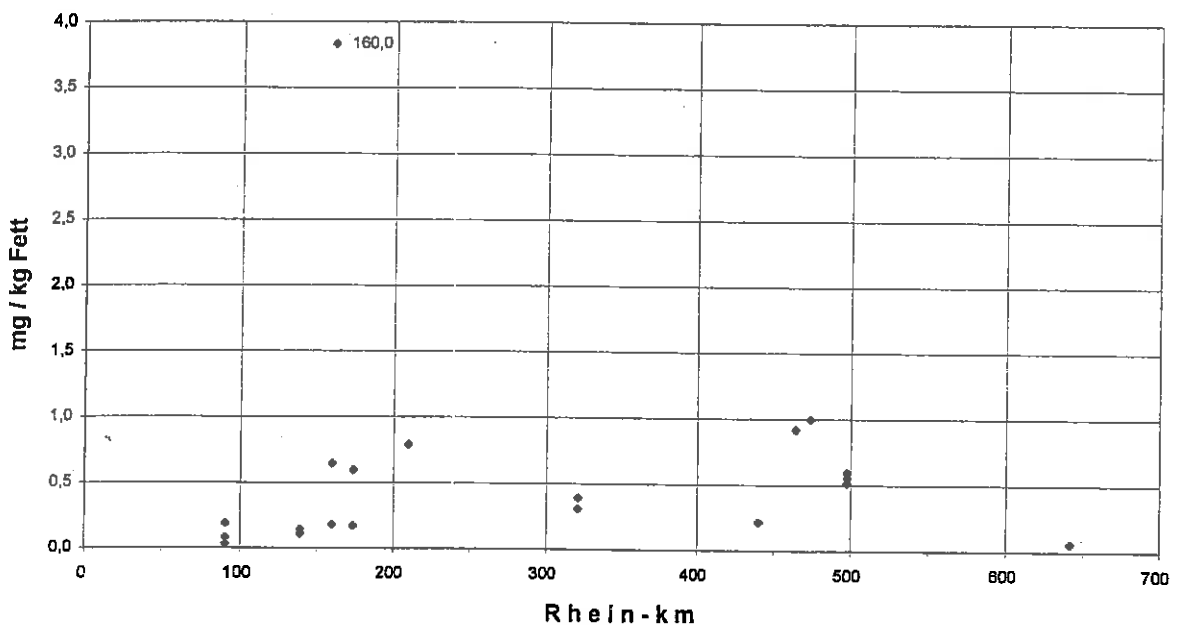
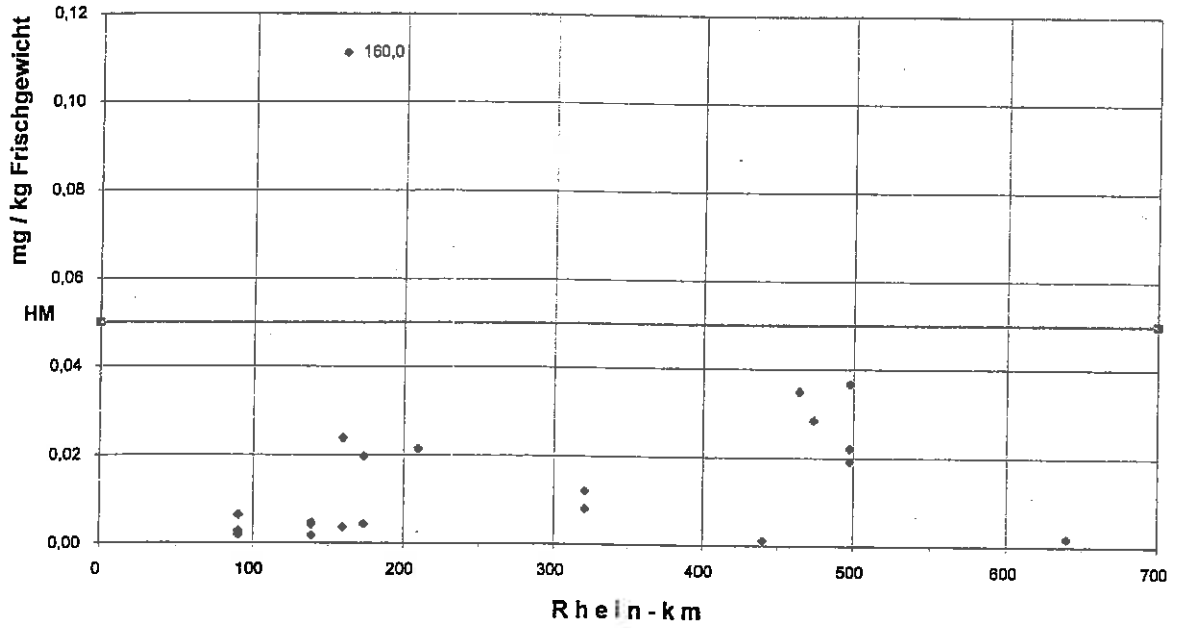
Lindan in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995

HM : 0,05



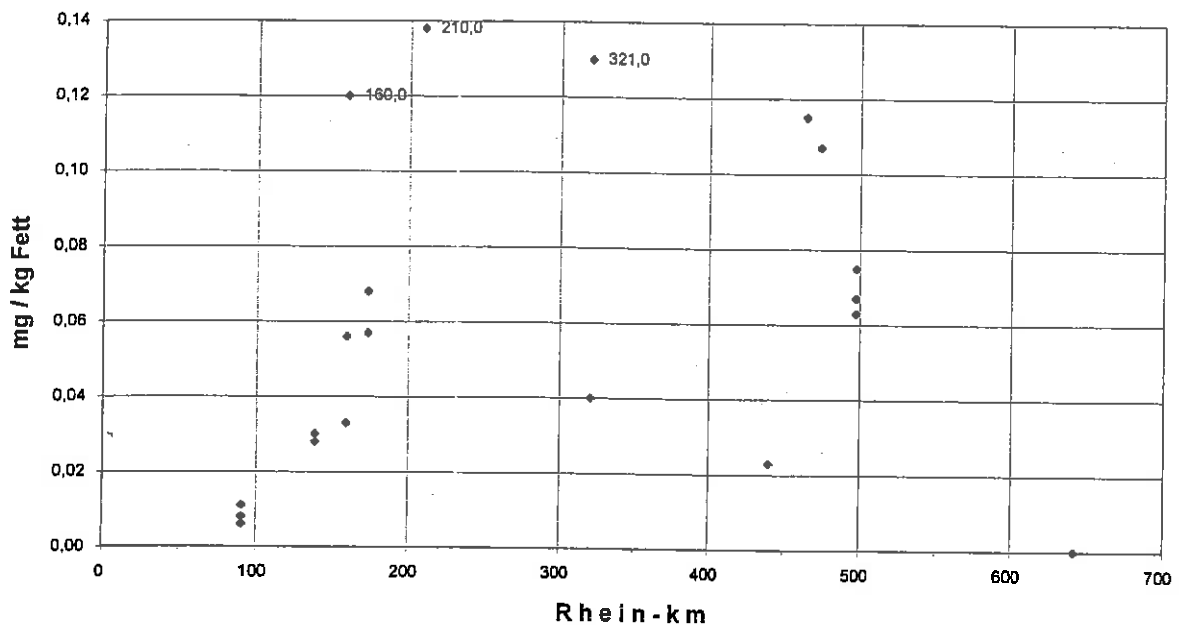
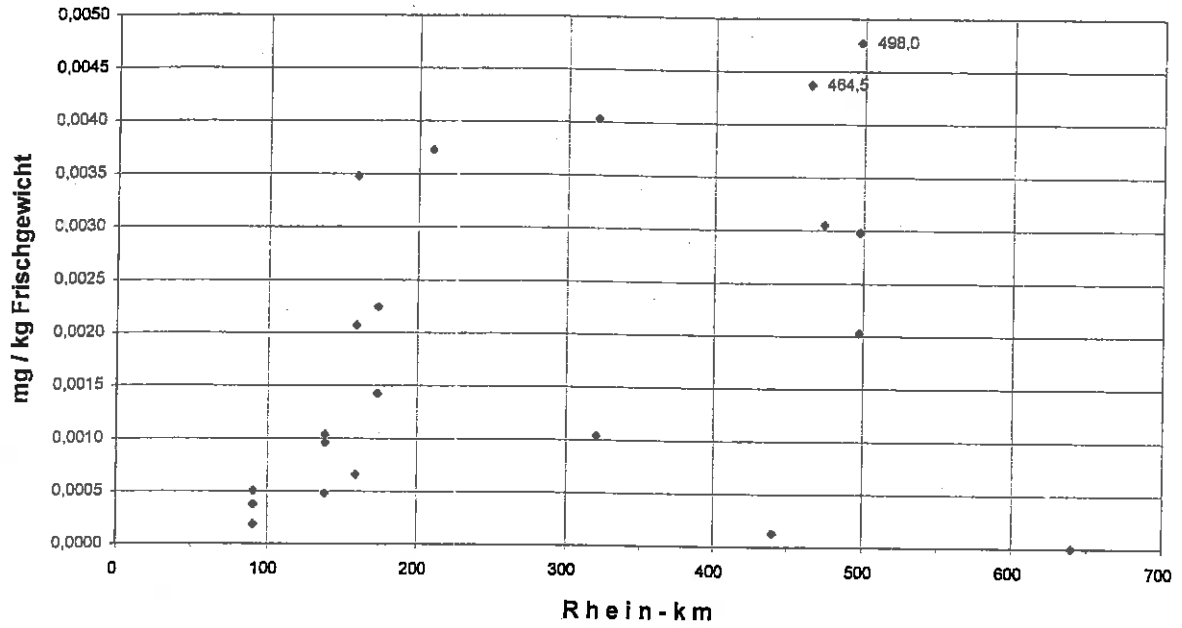
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

Hexachlorbenzol in Rhein - Barbe, 1995



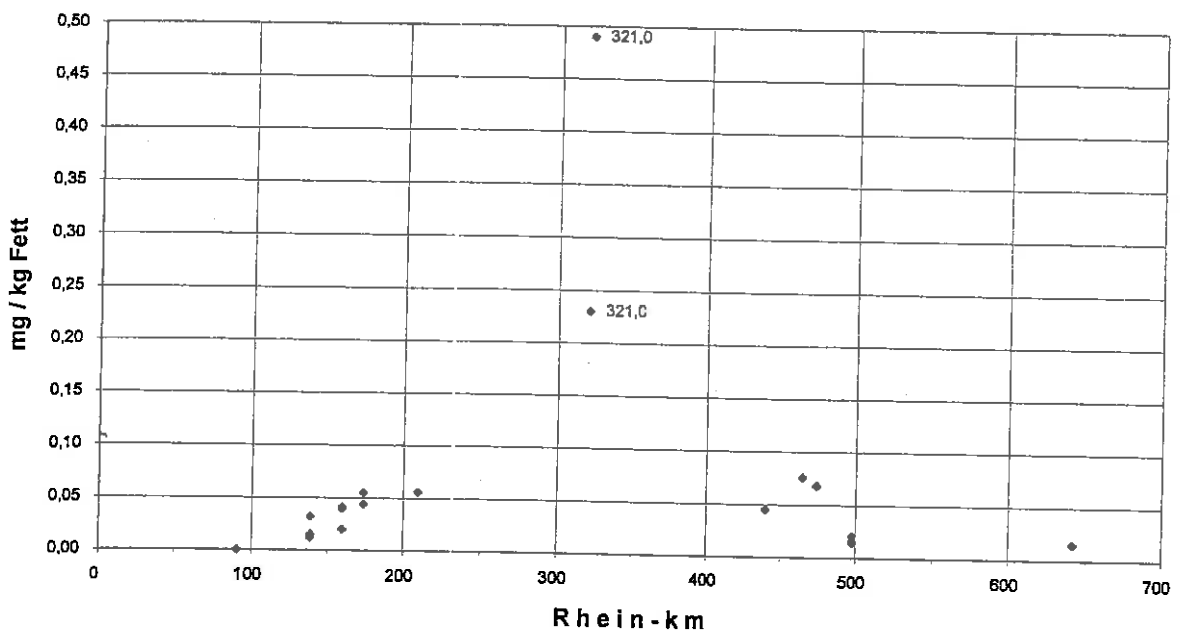
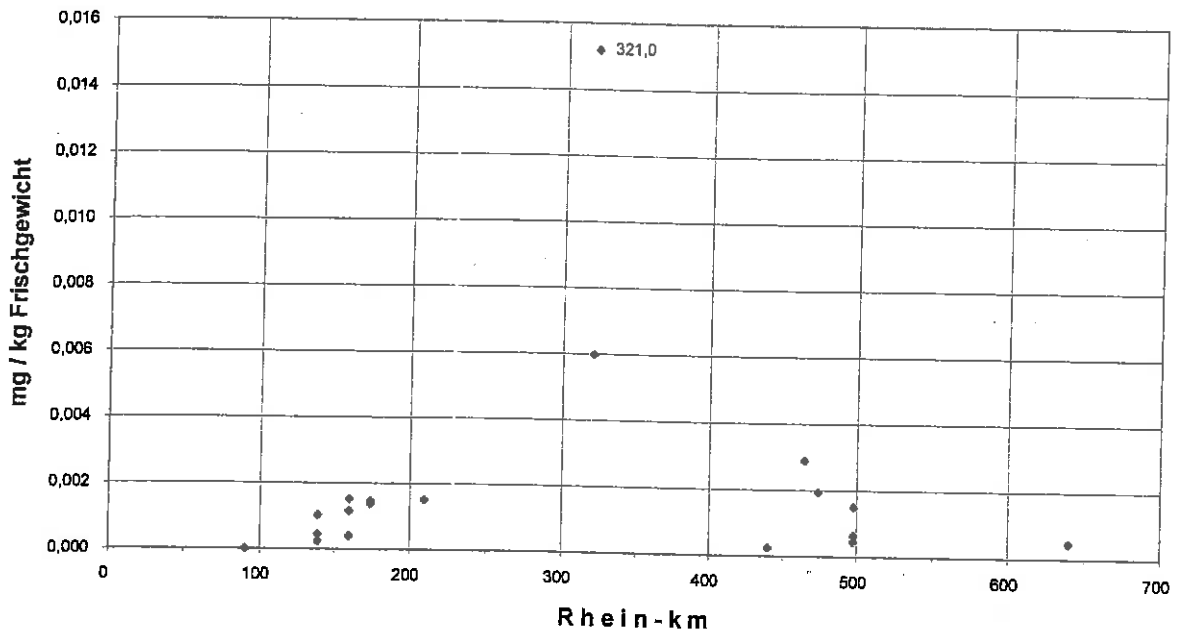
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

Pentachlorbenzol in Rhein - Barbe, 1995



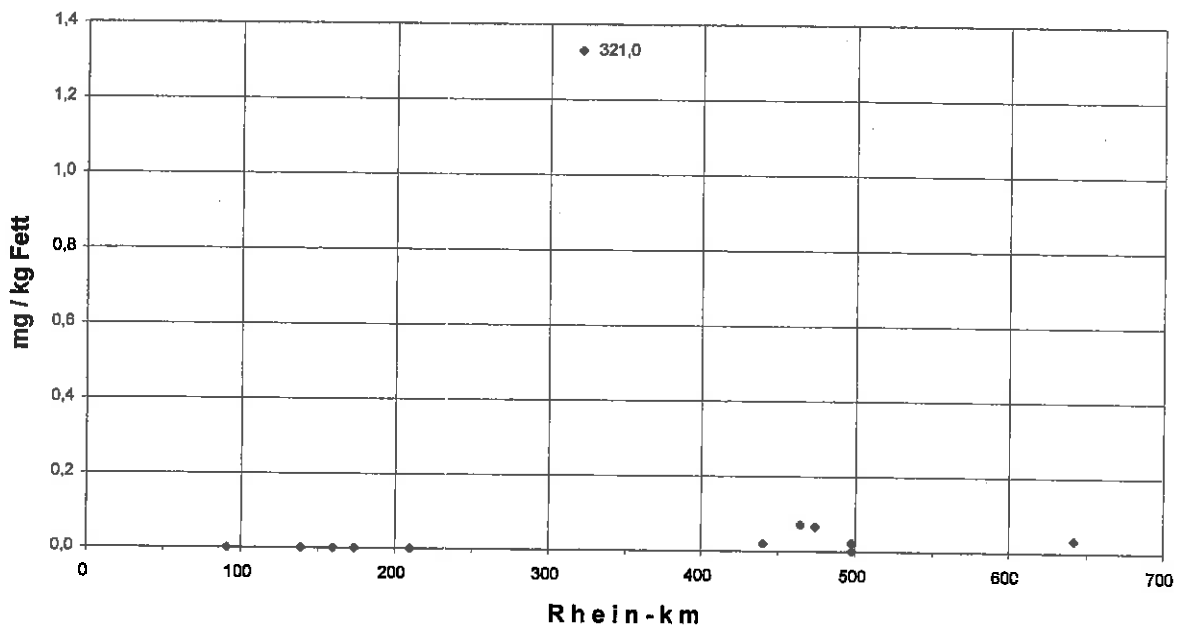
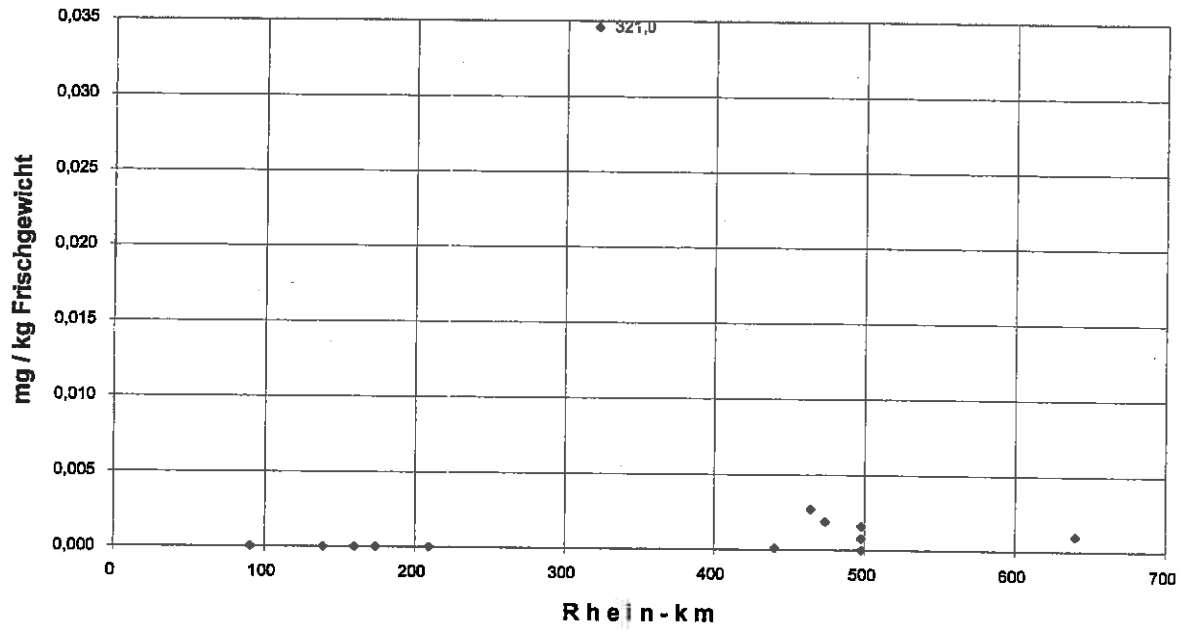
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Tetrachlorbenzole in Rhein - Barbe, 1995



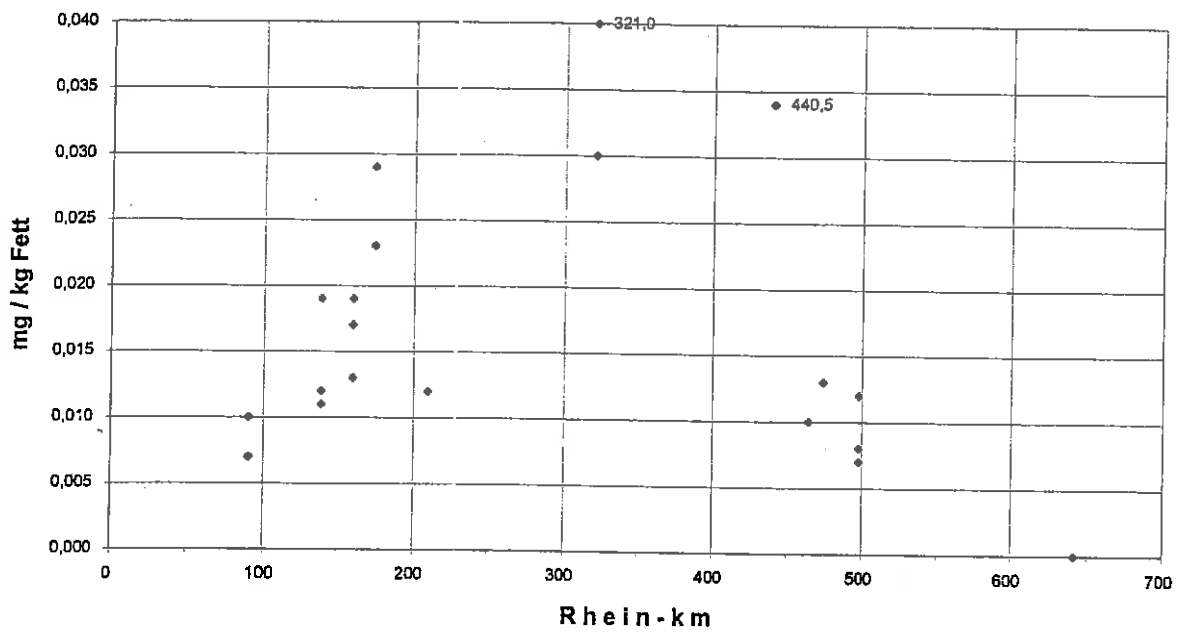
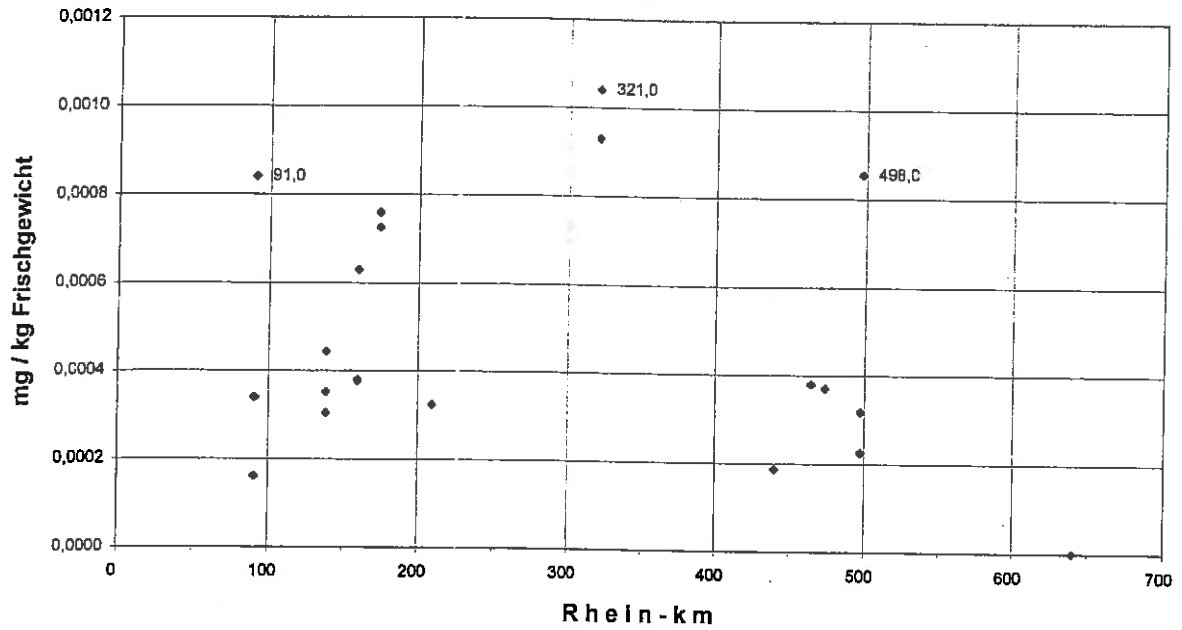
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Trichlorbenzole in Rhein - Barbe, 1995



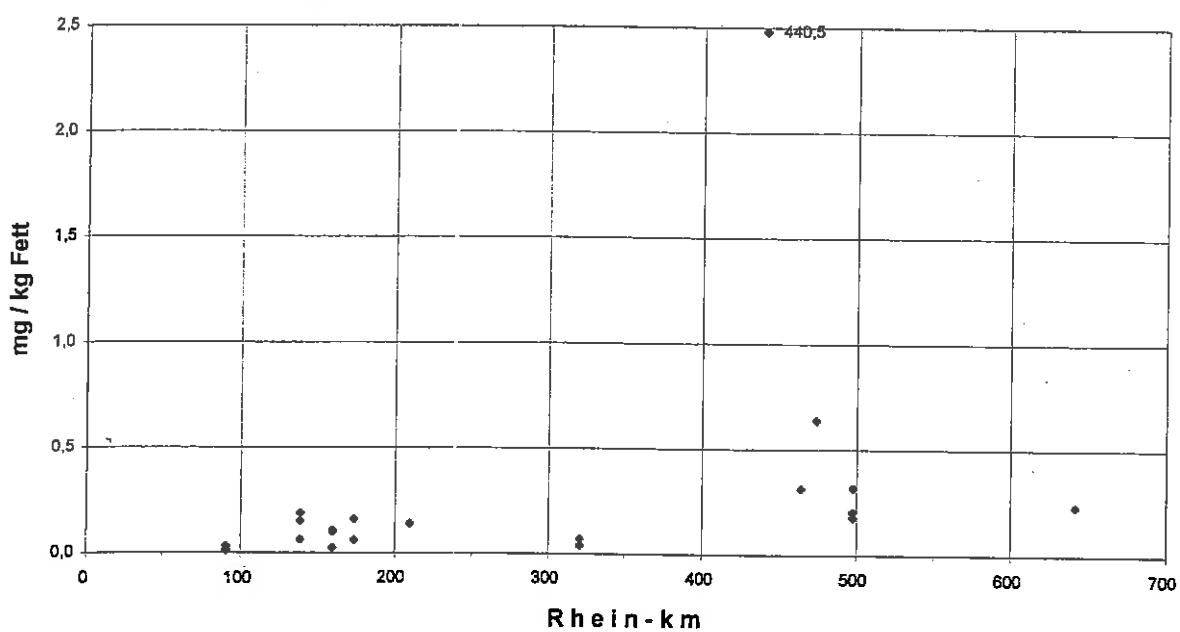
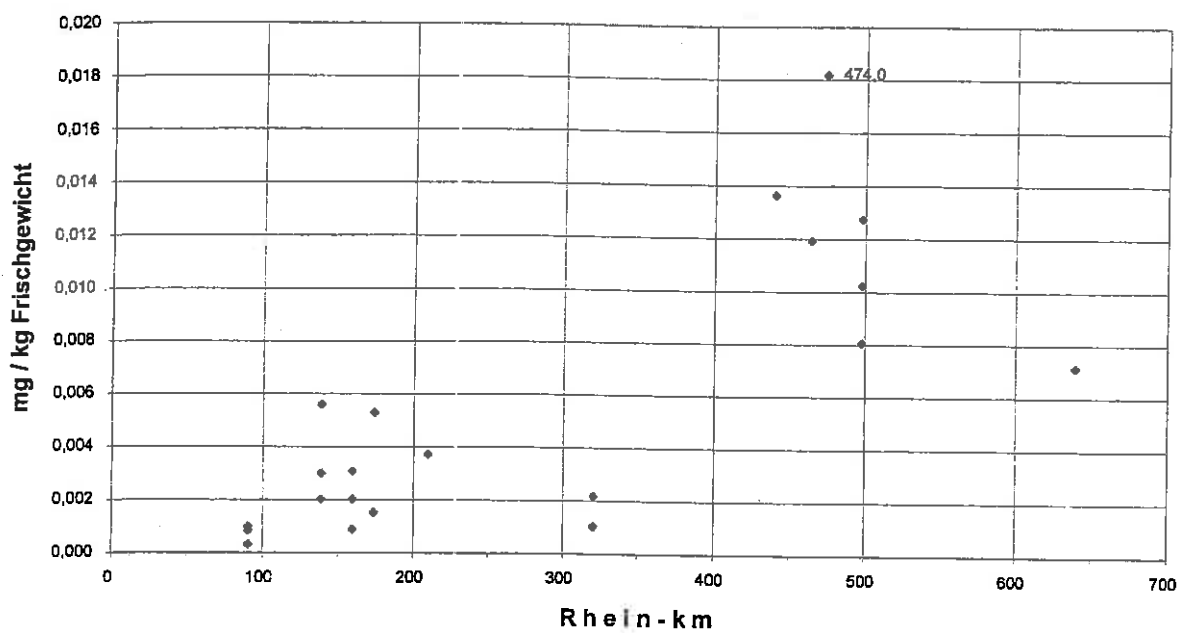
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Pentachloranisol in Rhein - Barbe, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

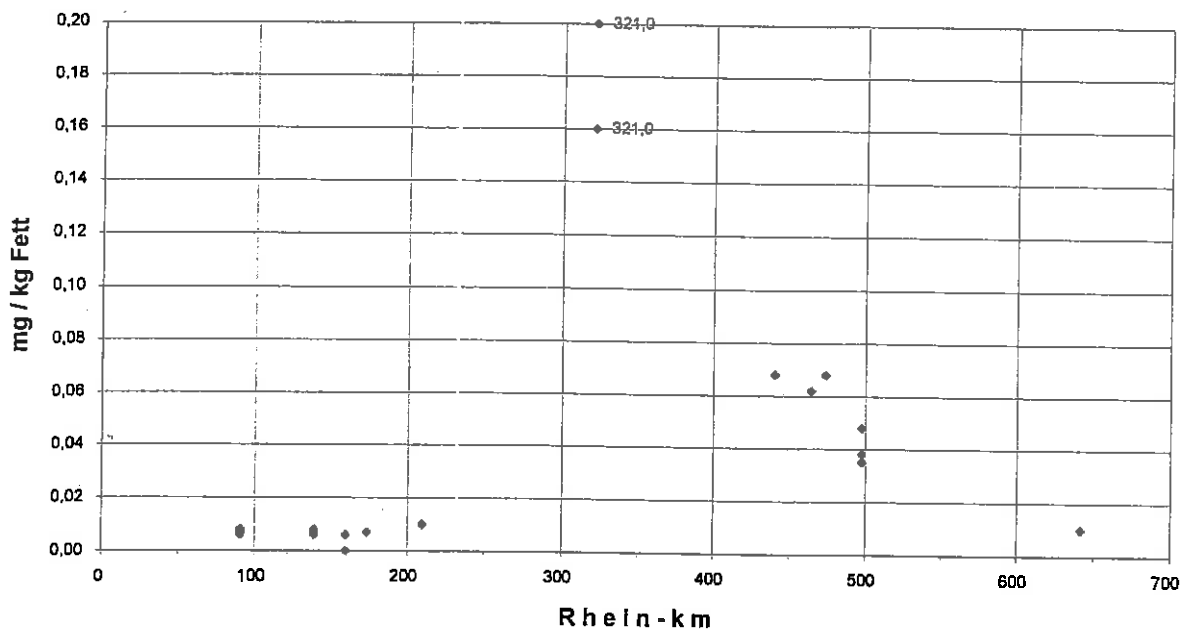
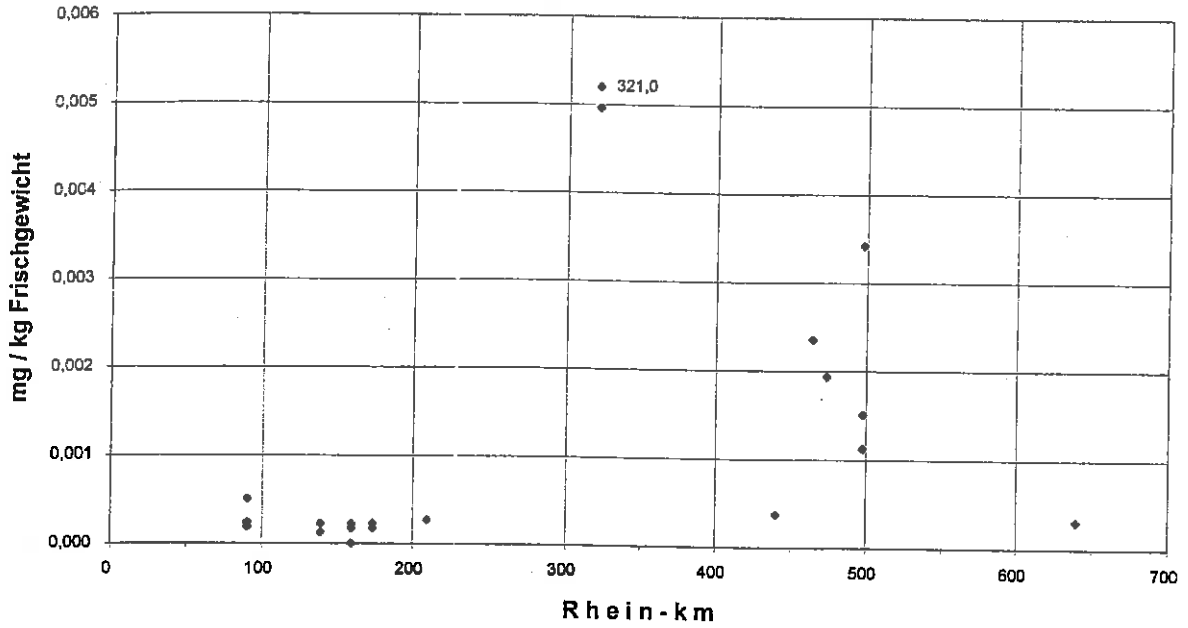
Octachlorstyrol in Rhein - Barbe, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

alpha- + beta- HCH in Rhein - Barbe, 1995

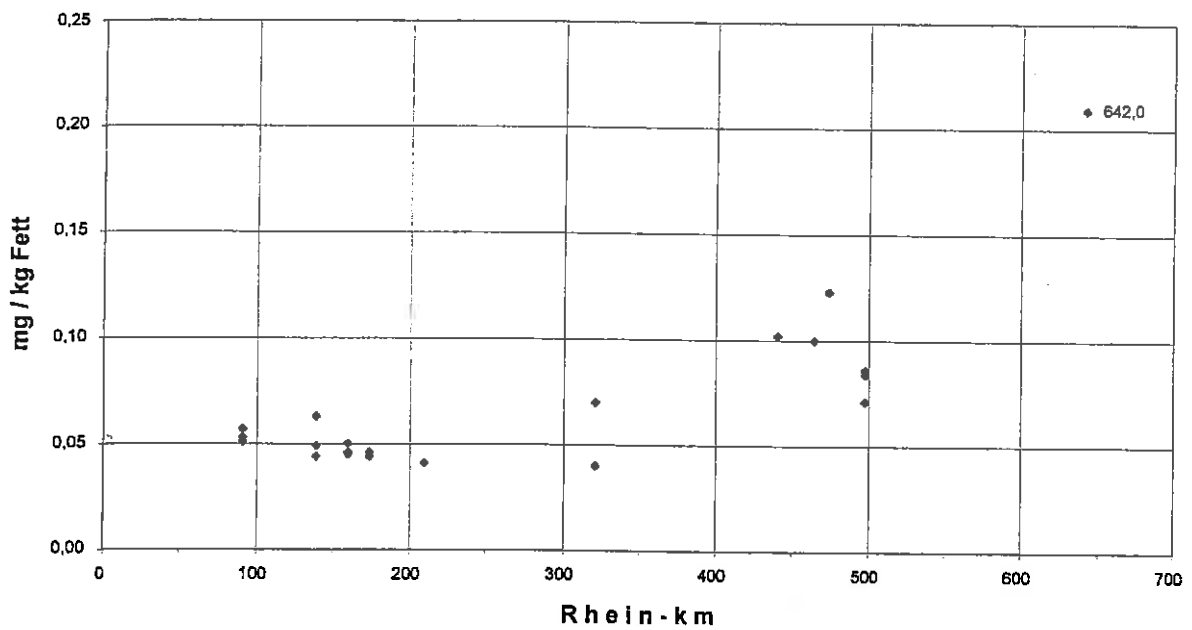
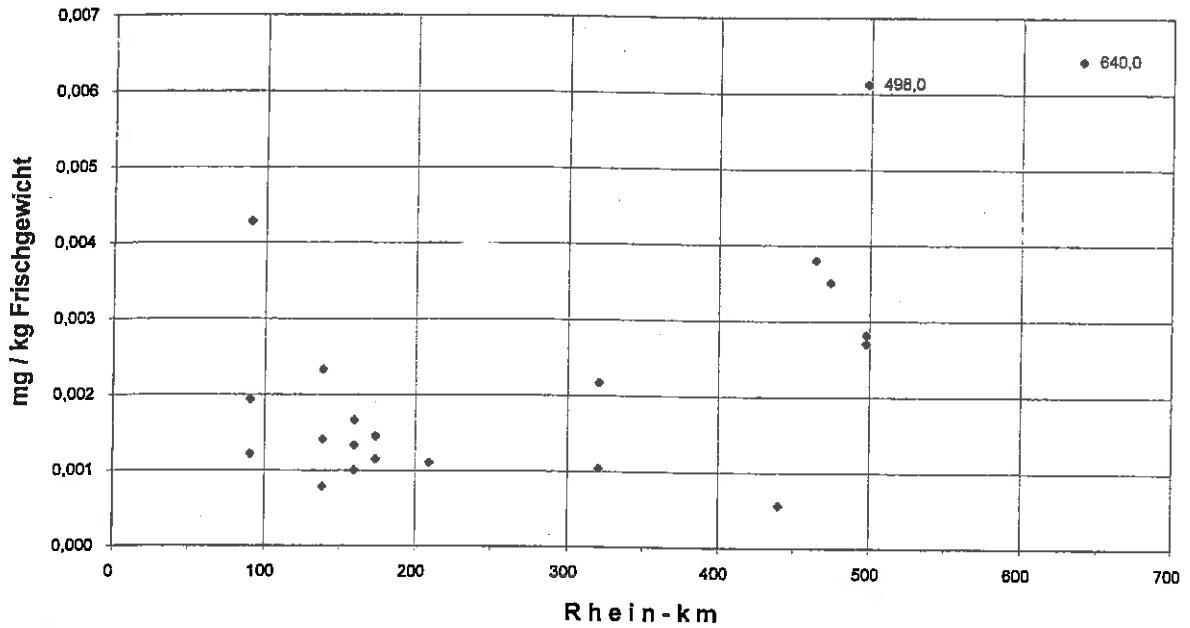
HM:
0,02/0,01



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

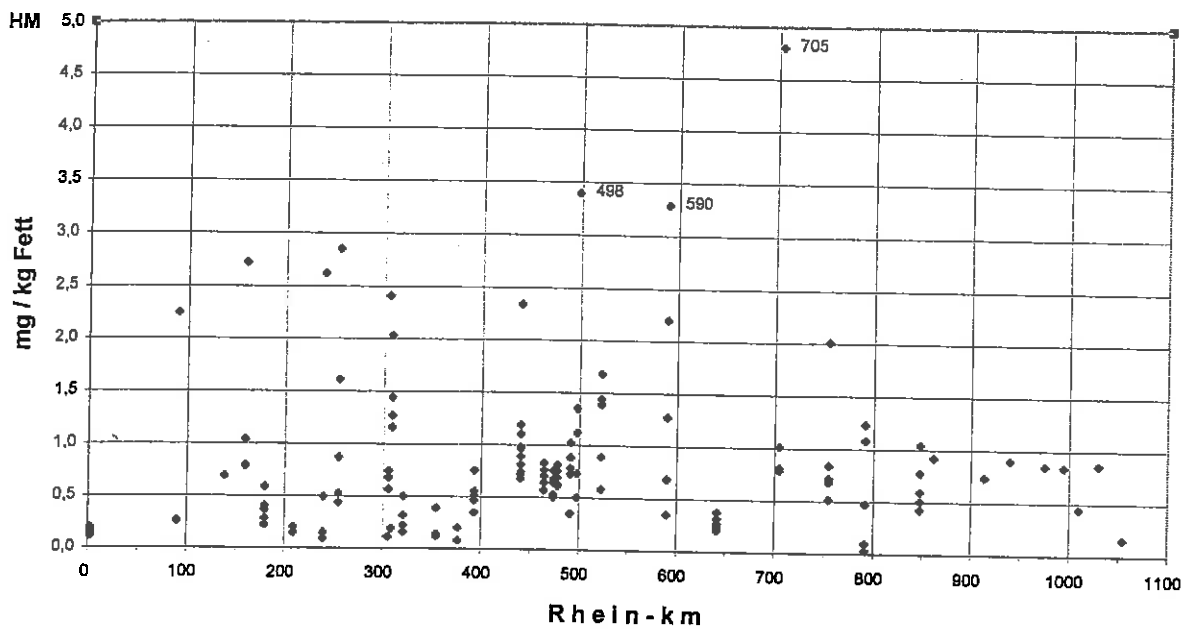
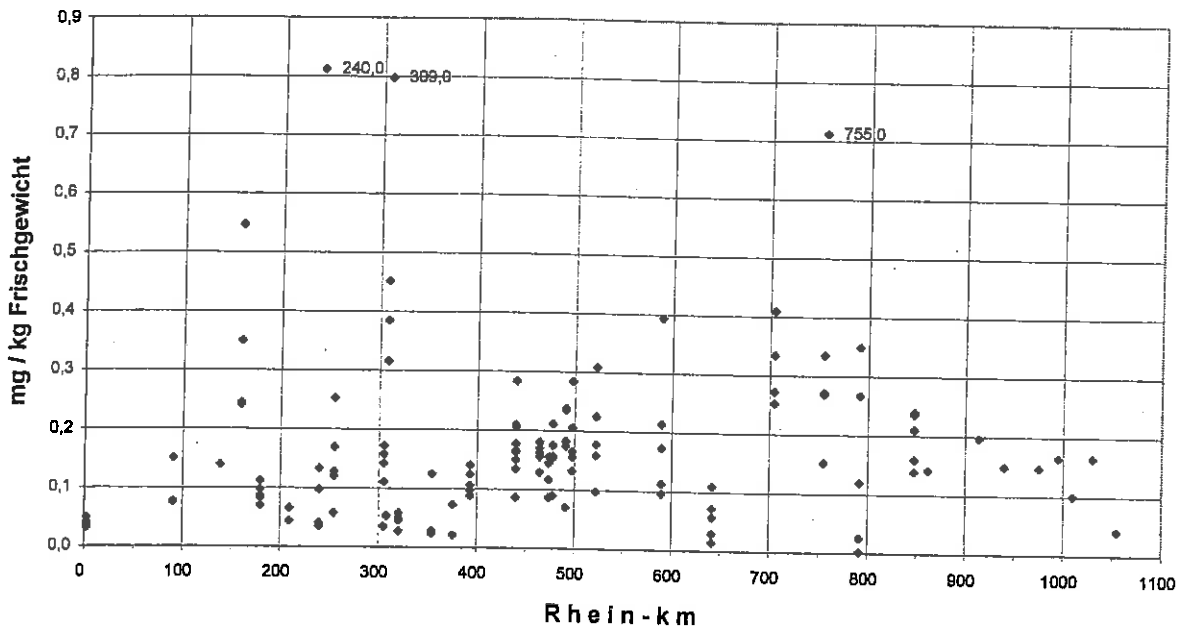
Lindan in Rhein - Barbe, 1995

HM : 0,05



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

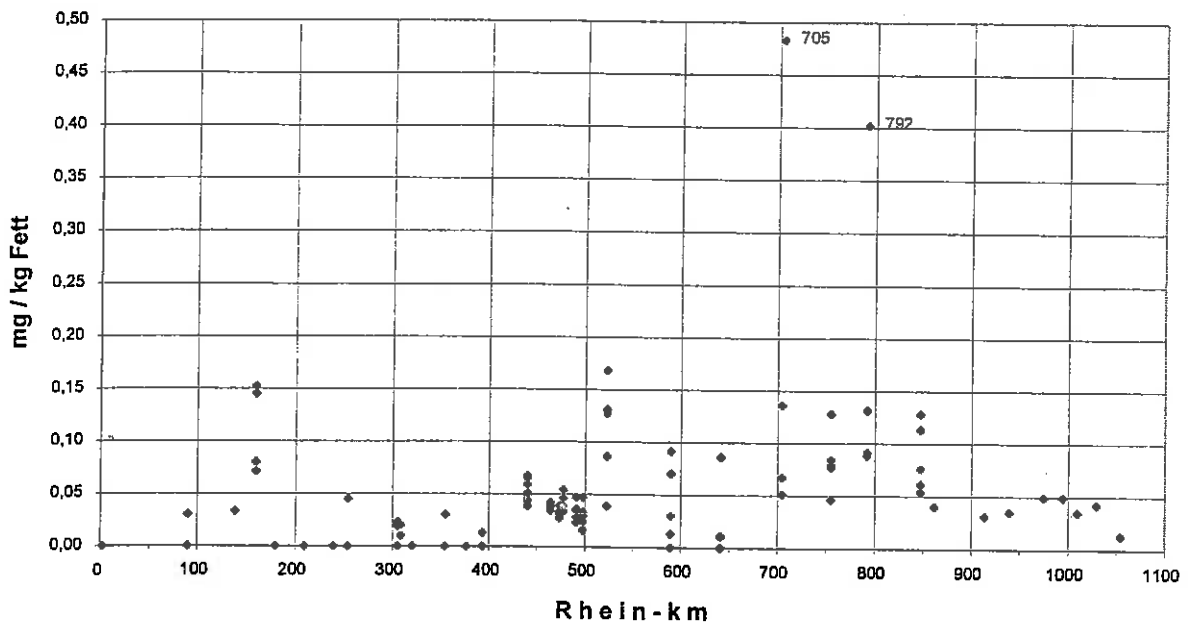
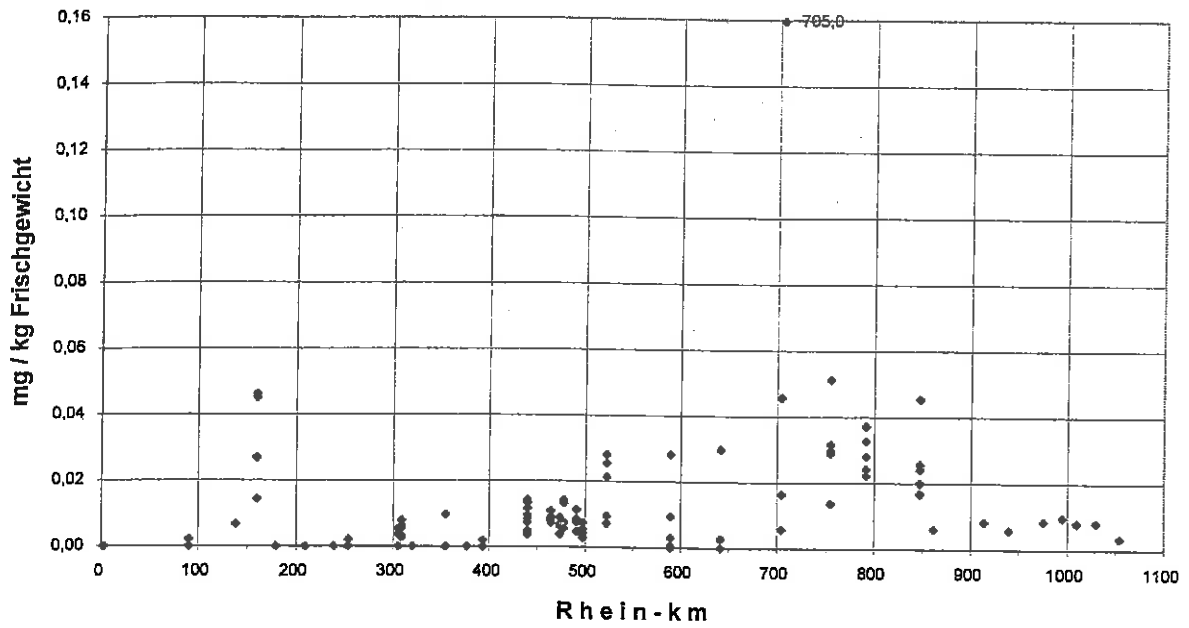
Gesamt - DDT in Rhein - Aal, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

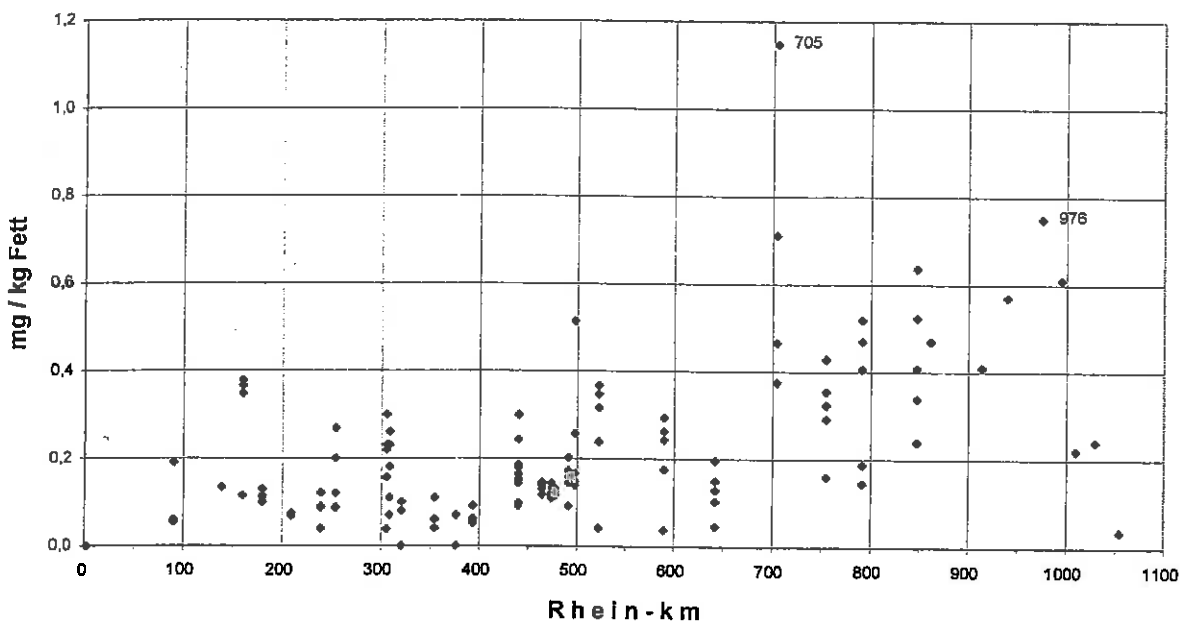
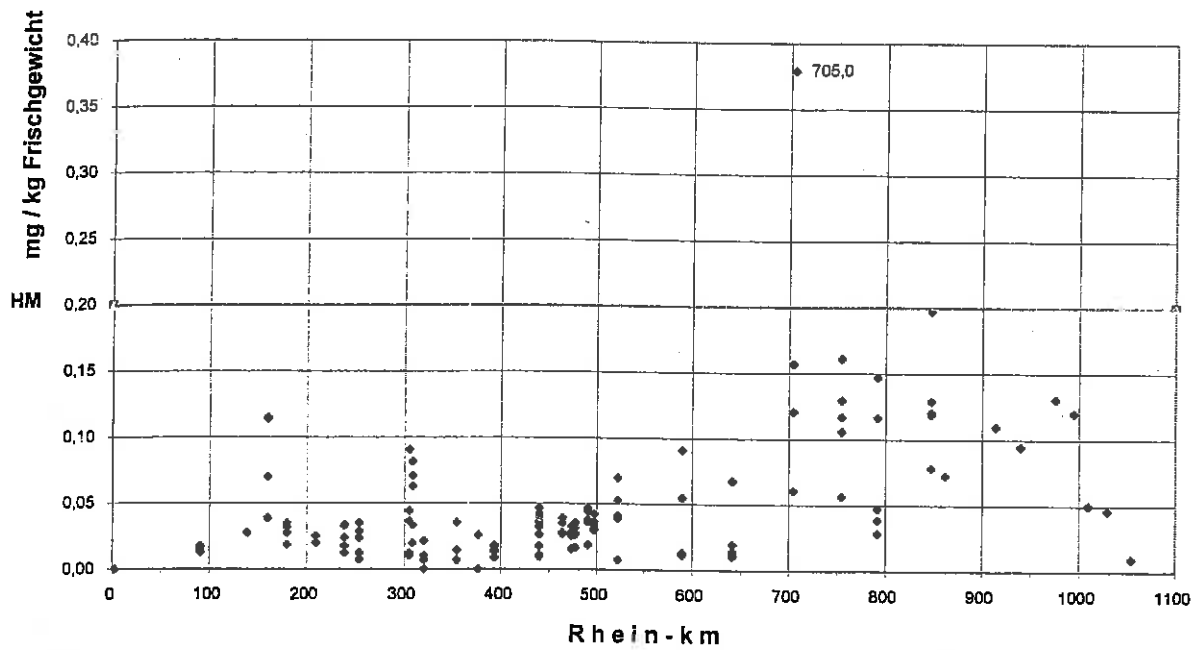
PCB 28 in Rhein - Aal, 1995

HM : 0,2



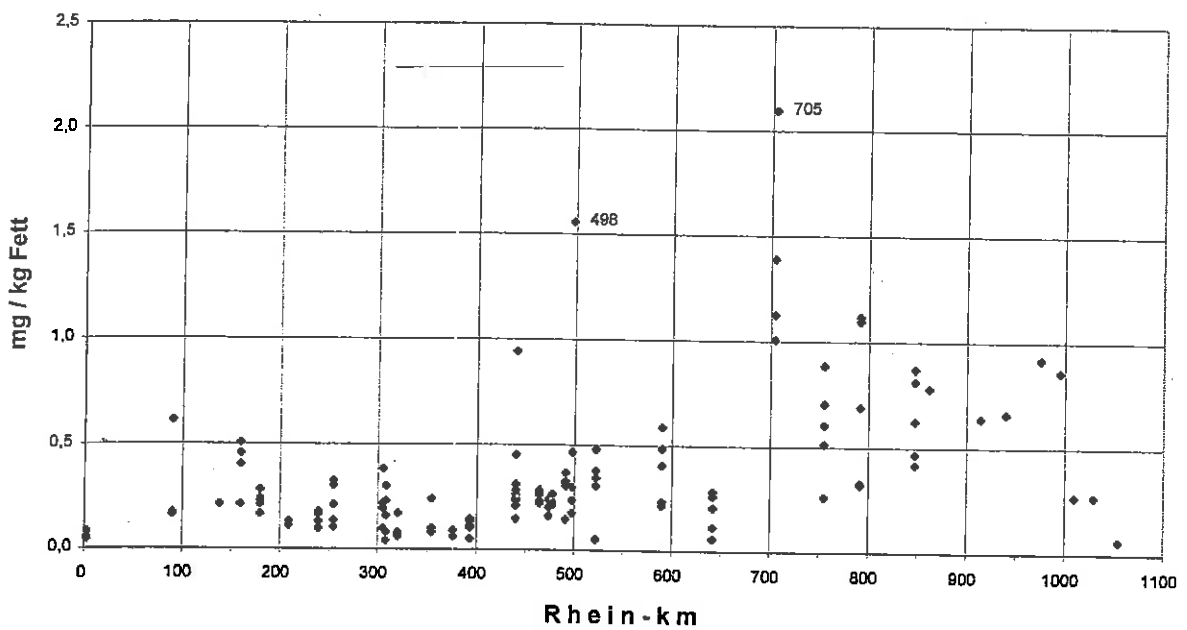
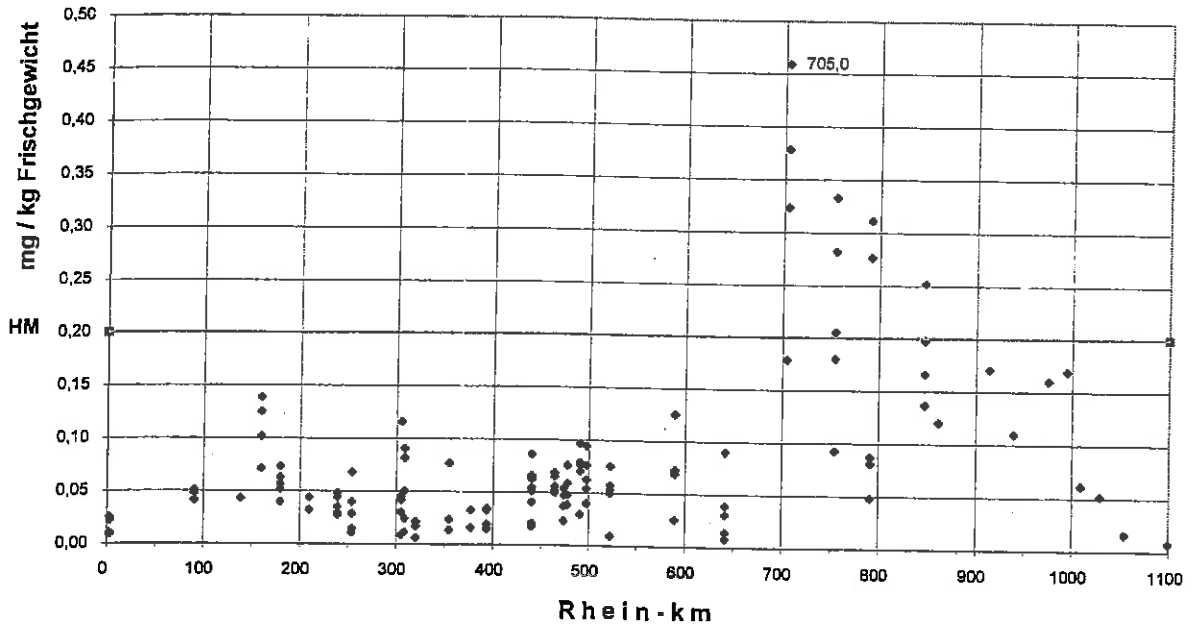
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 52 in Rhein - Aal, 1995



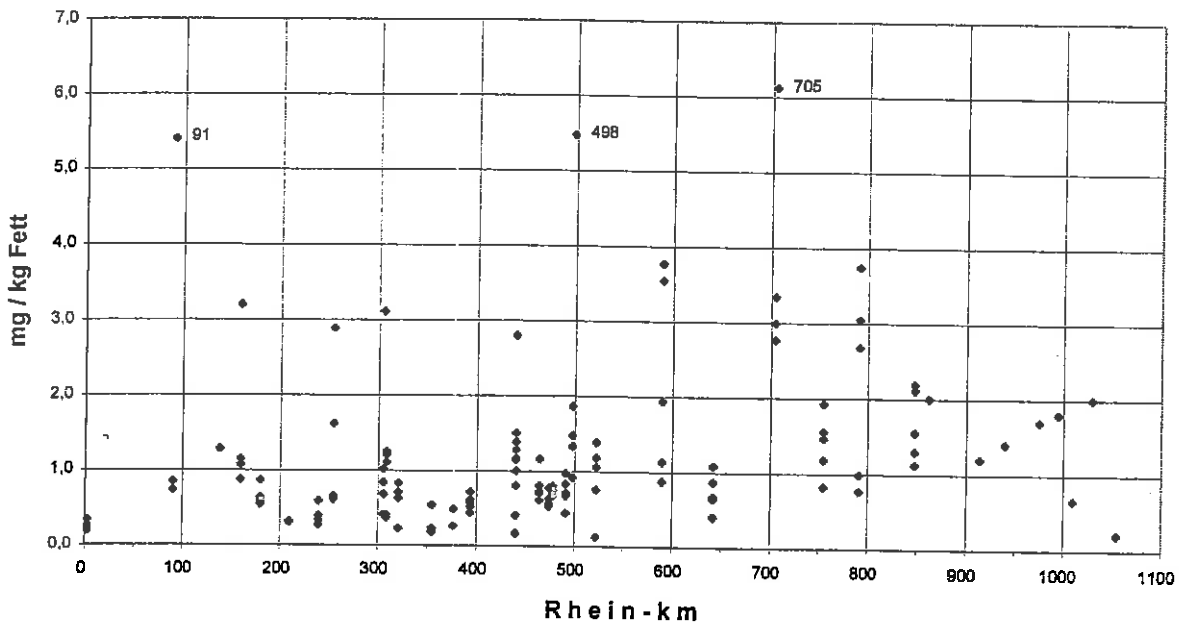
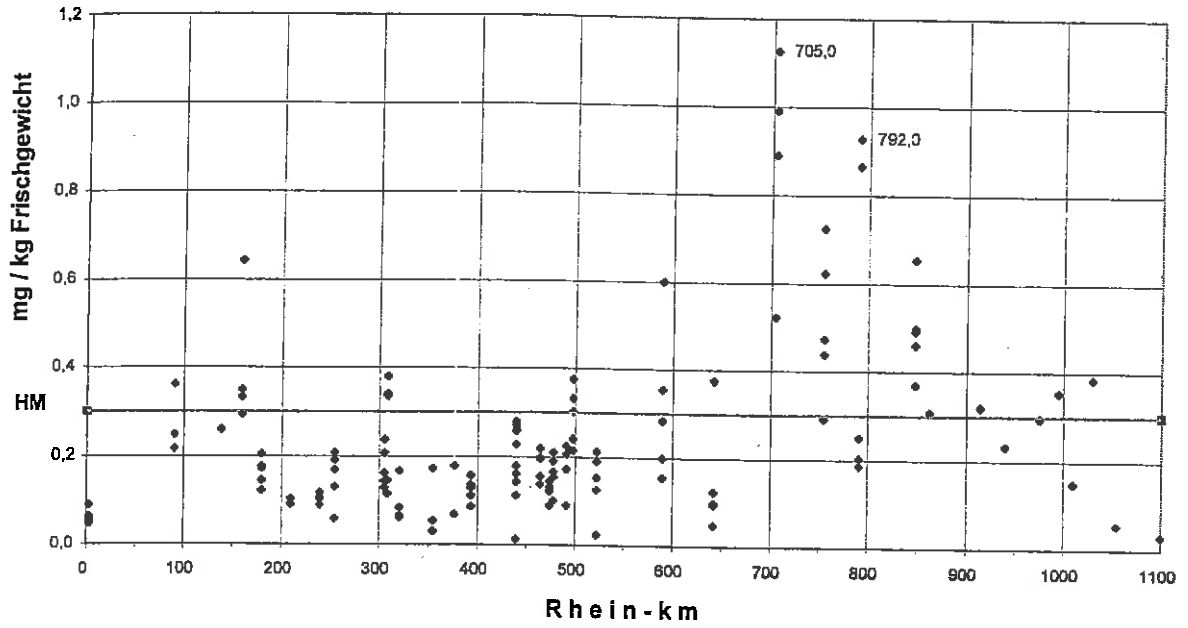
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 101 in Rhein - Aal, 1995



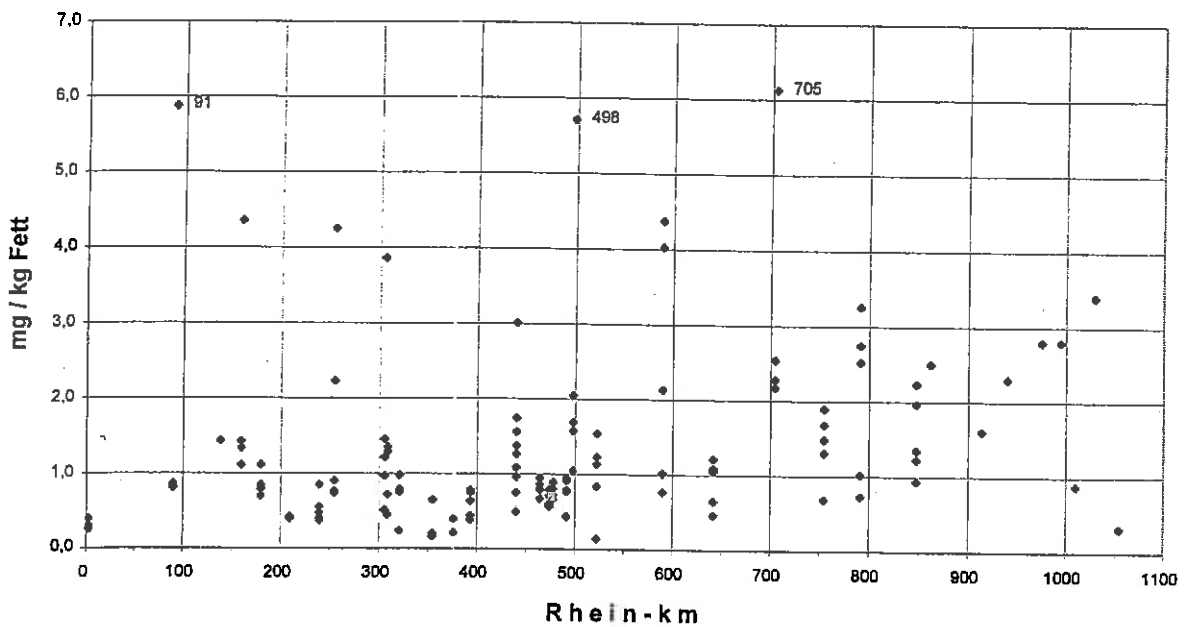
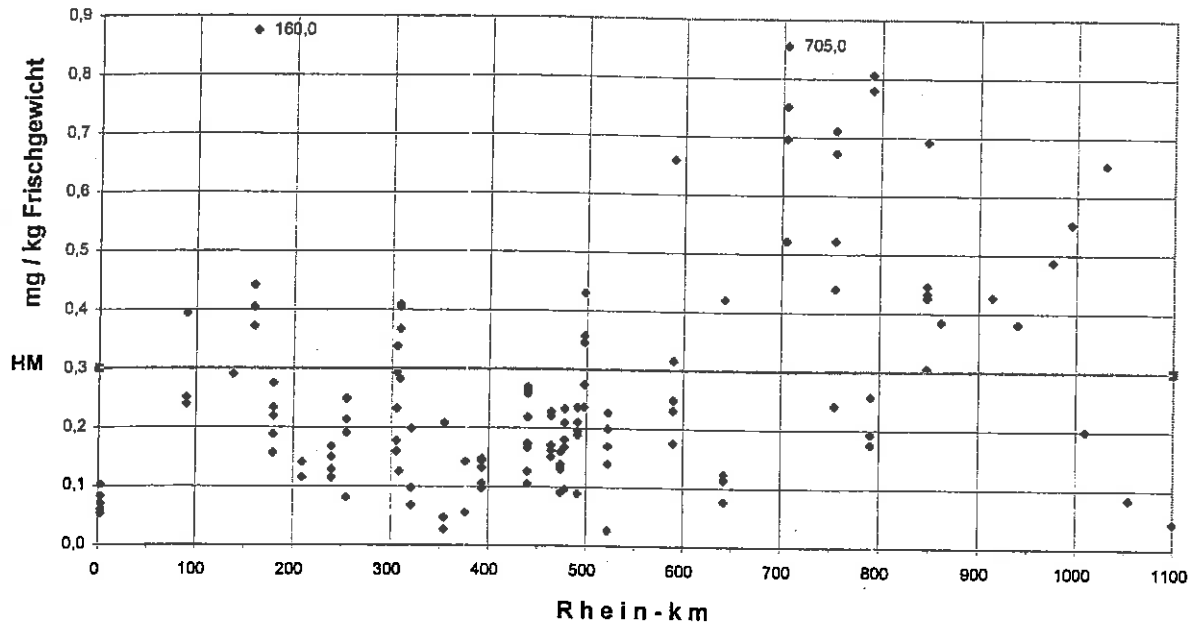
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 138 in Rhein - Aal, 1995



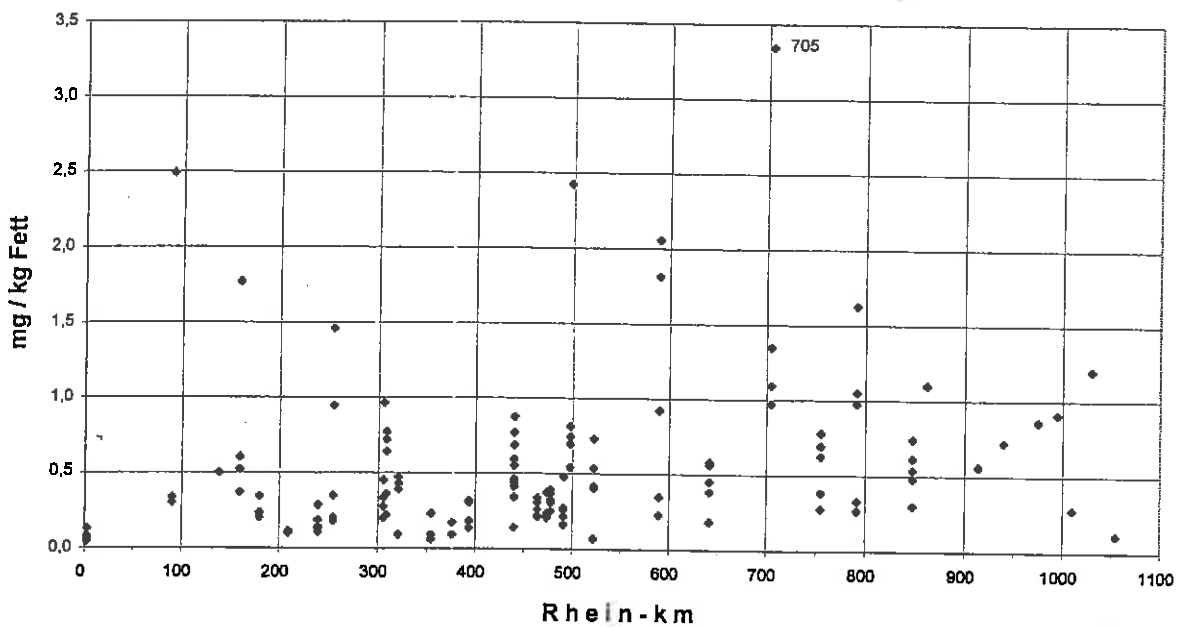
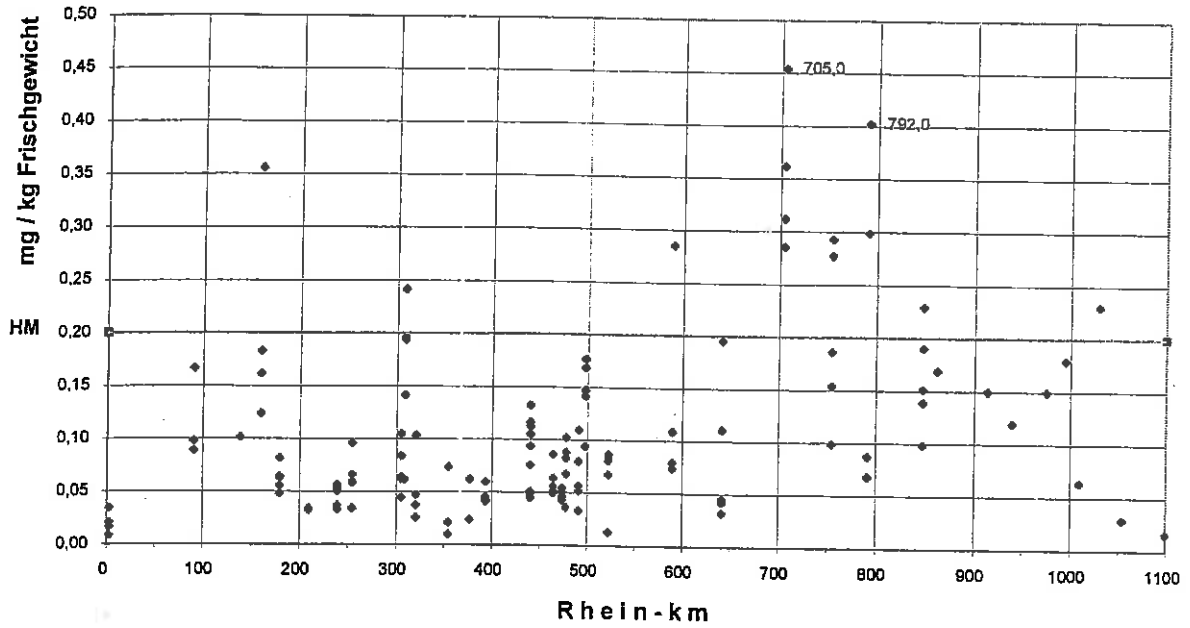
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmengen nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 153 in Rhein - Aal, 1995



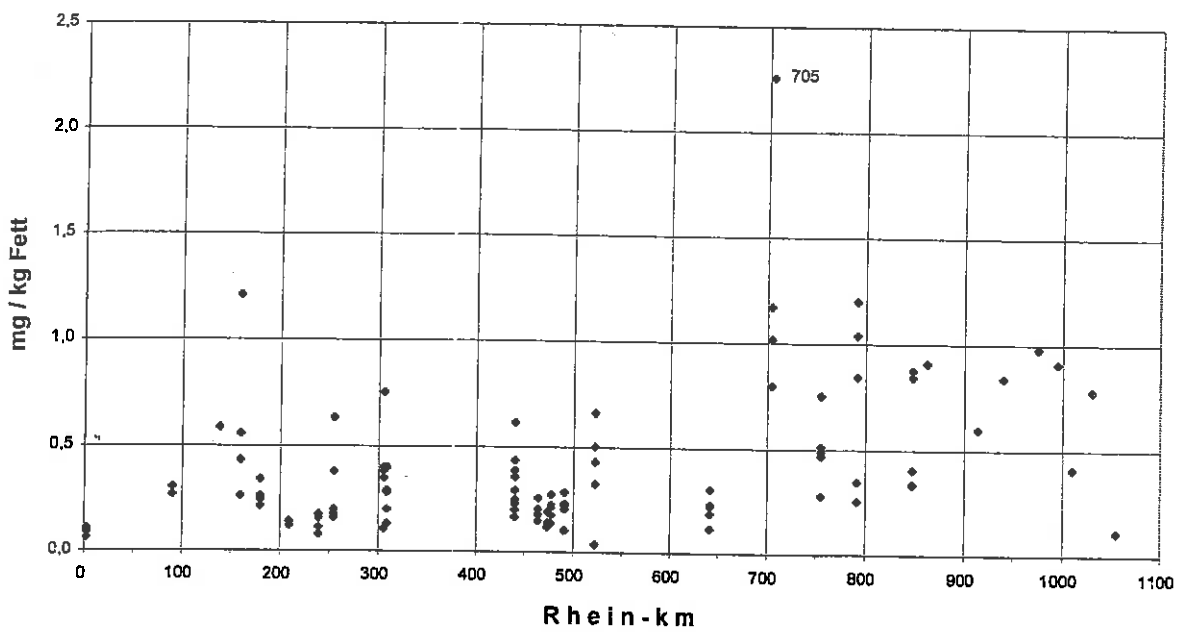
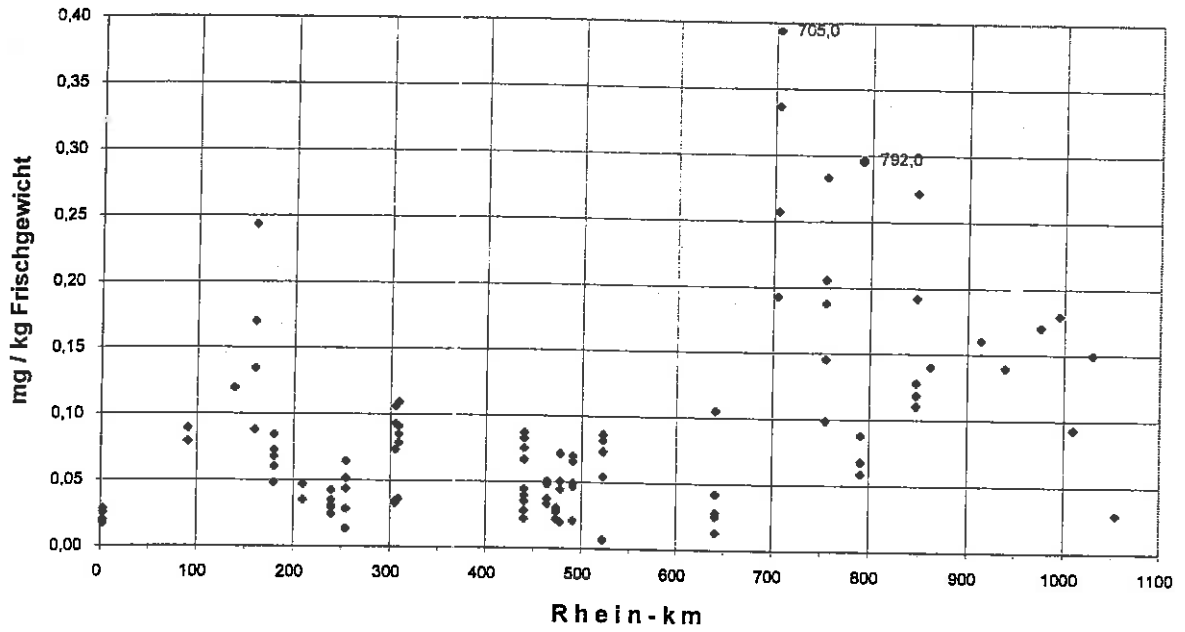
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 180 in Rhein - Aal, 1995



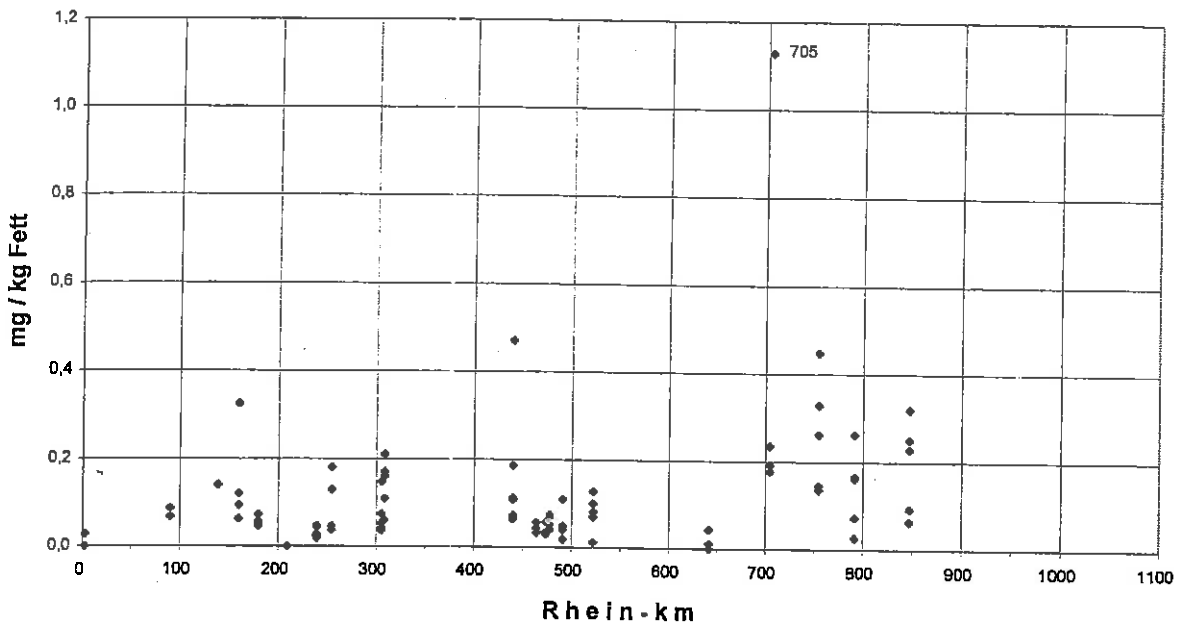
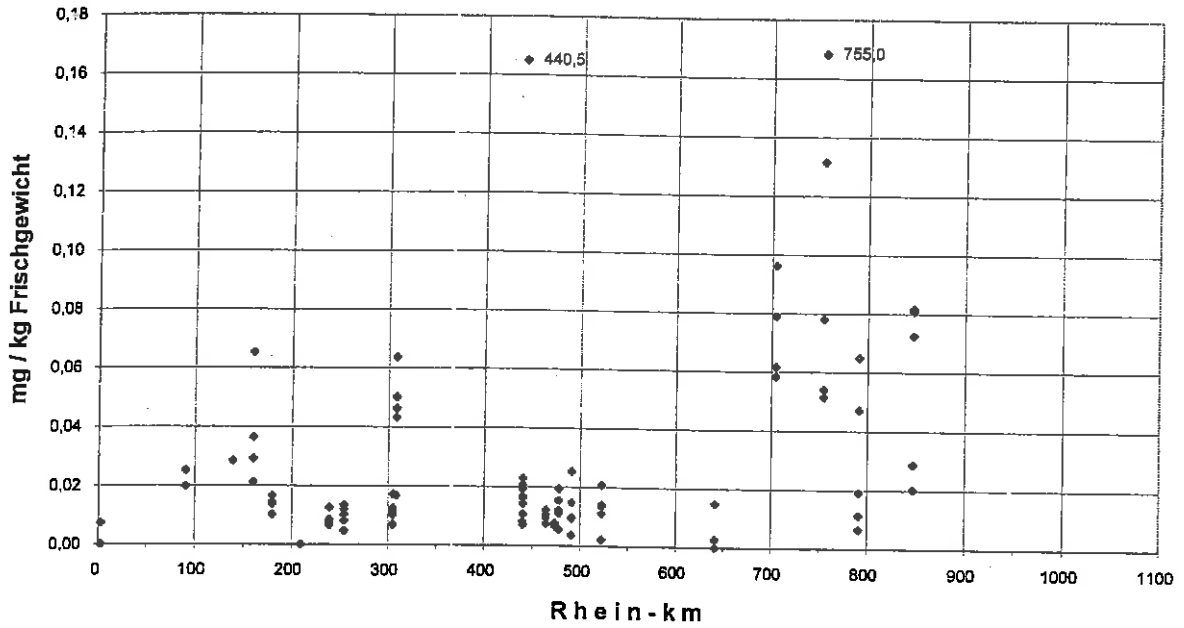
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 118 in Rhein - Aal, 1995



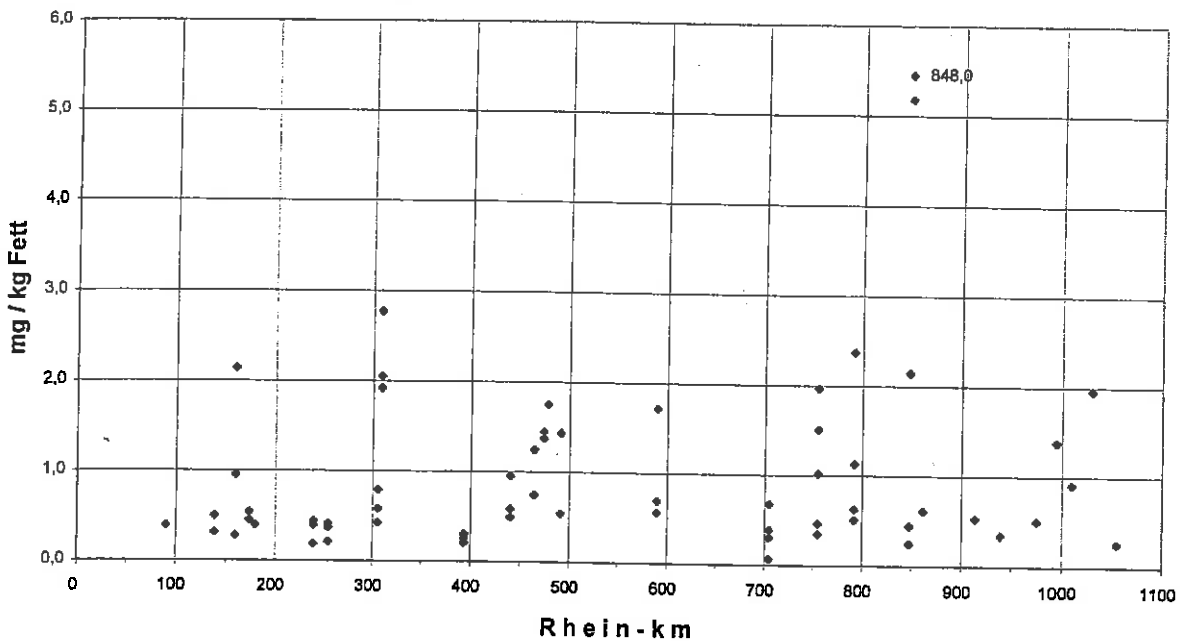
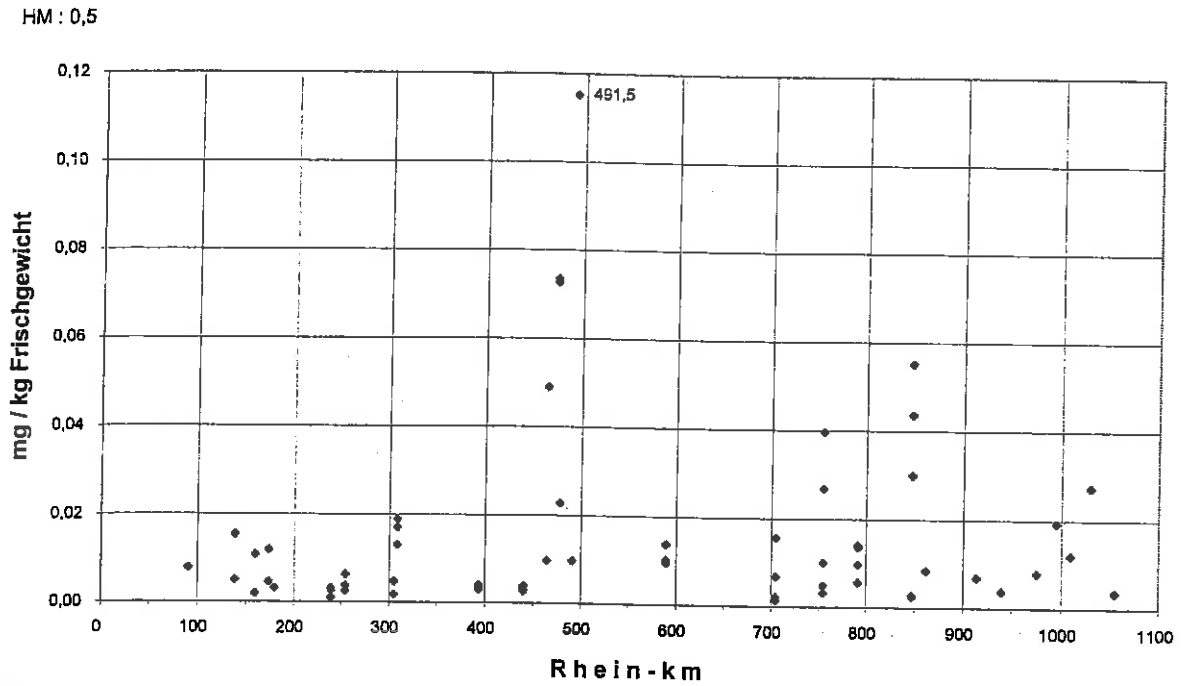
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

PCB 156 in Rhein - Aal, 1995



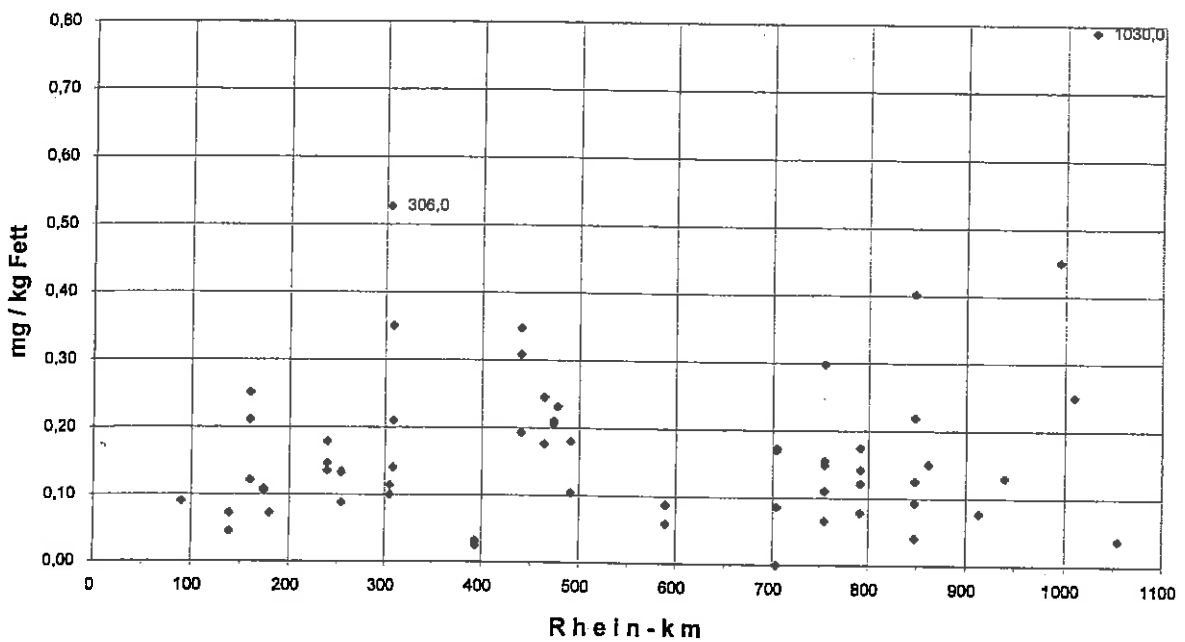
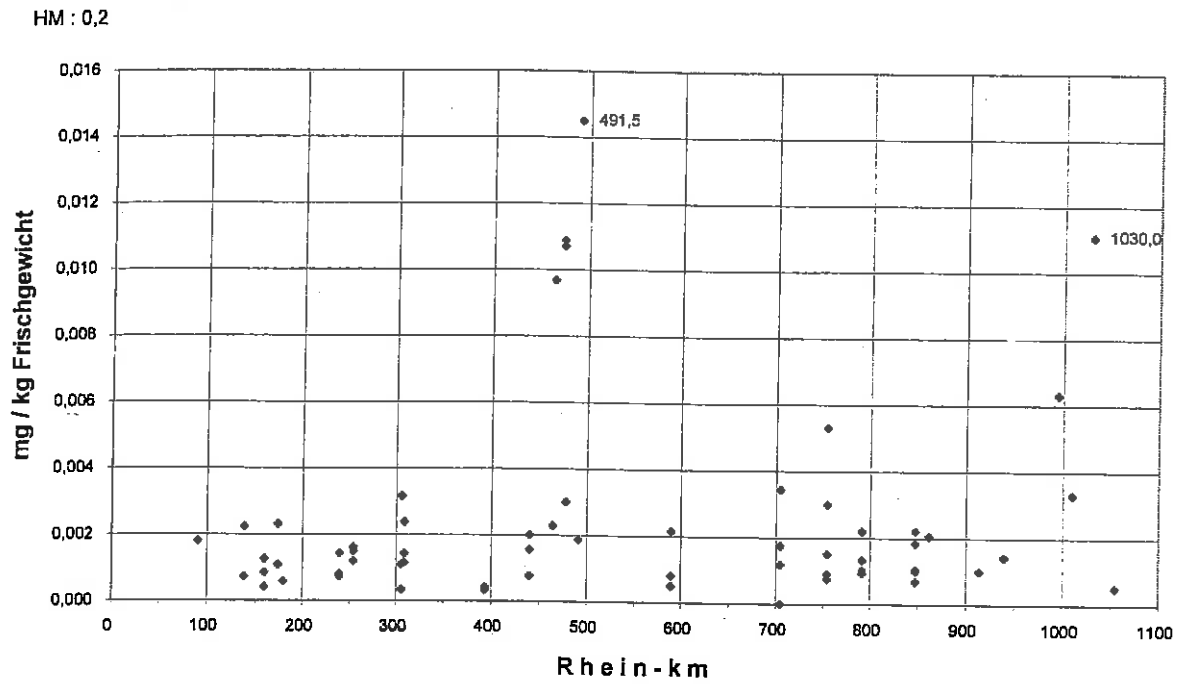
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Gesamt - DDT in Rhein - Rotauge, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

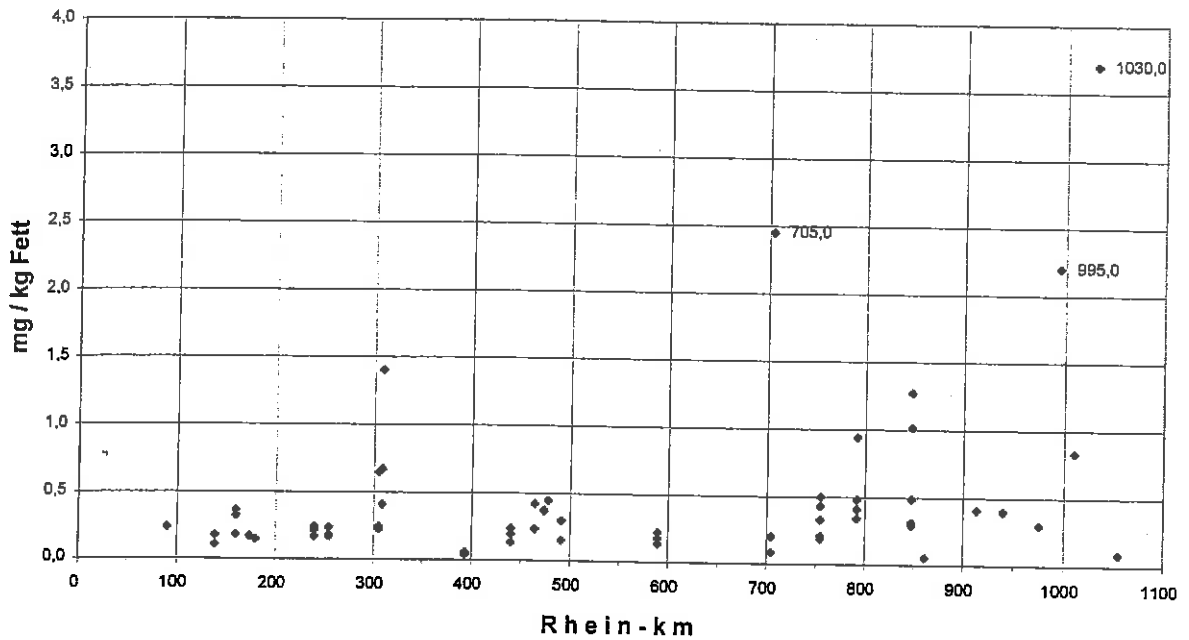
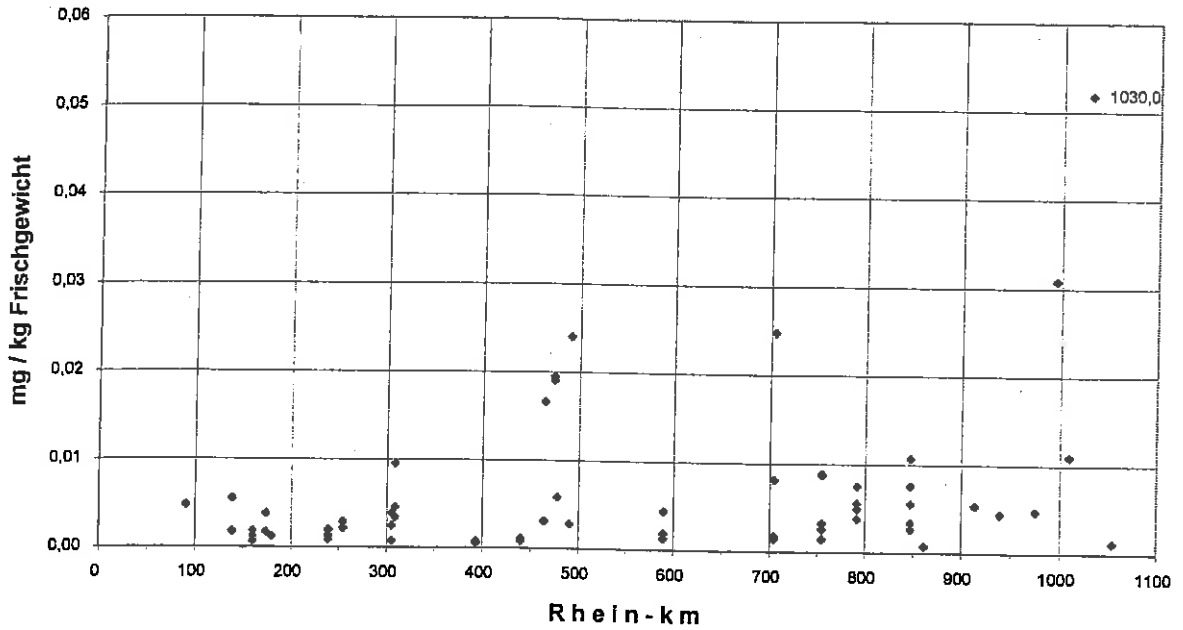
PCB 28 in Rhein - Rotauge, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

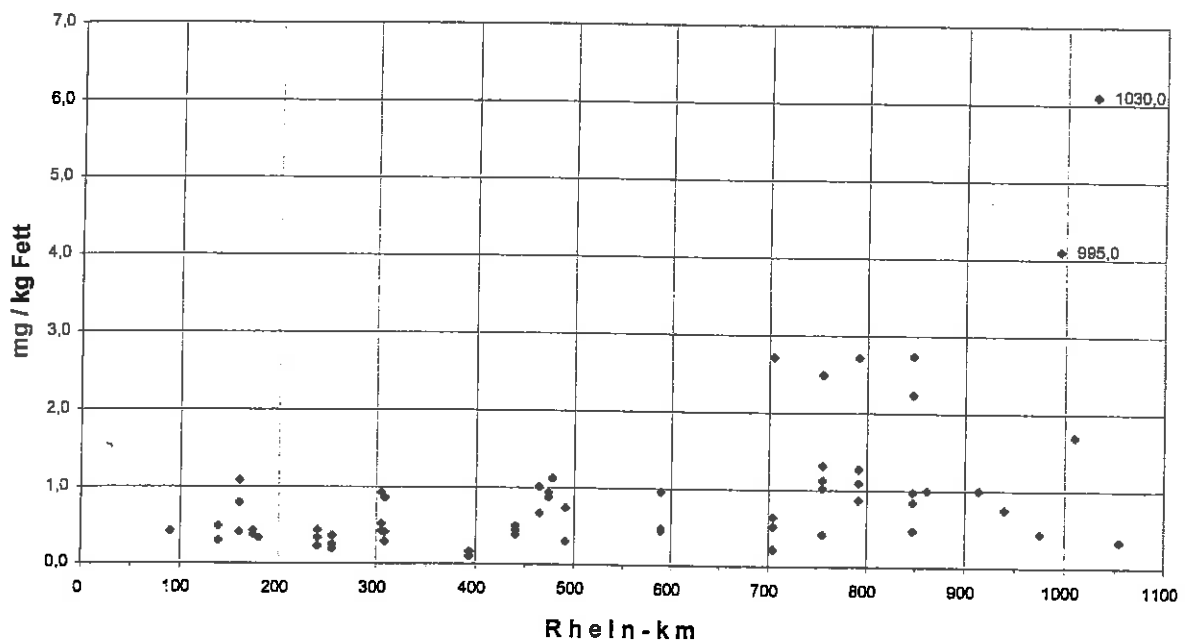
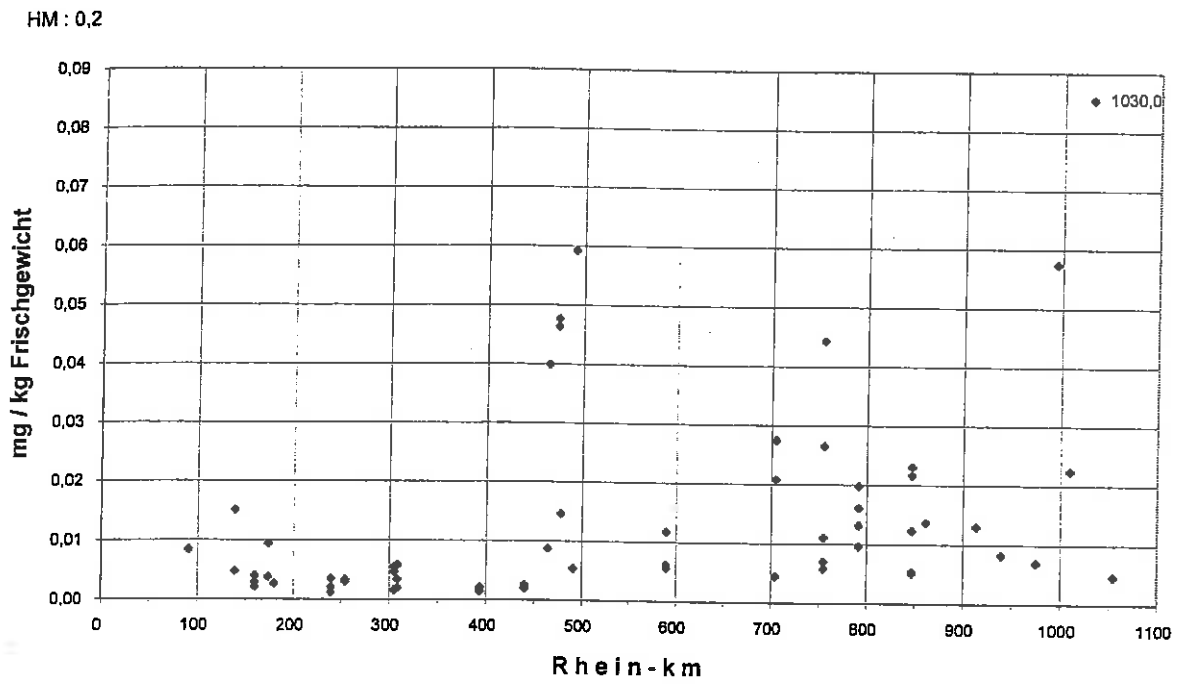
PCB 52 in Rhein - Rotauge, 1995

HM : 0,2



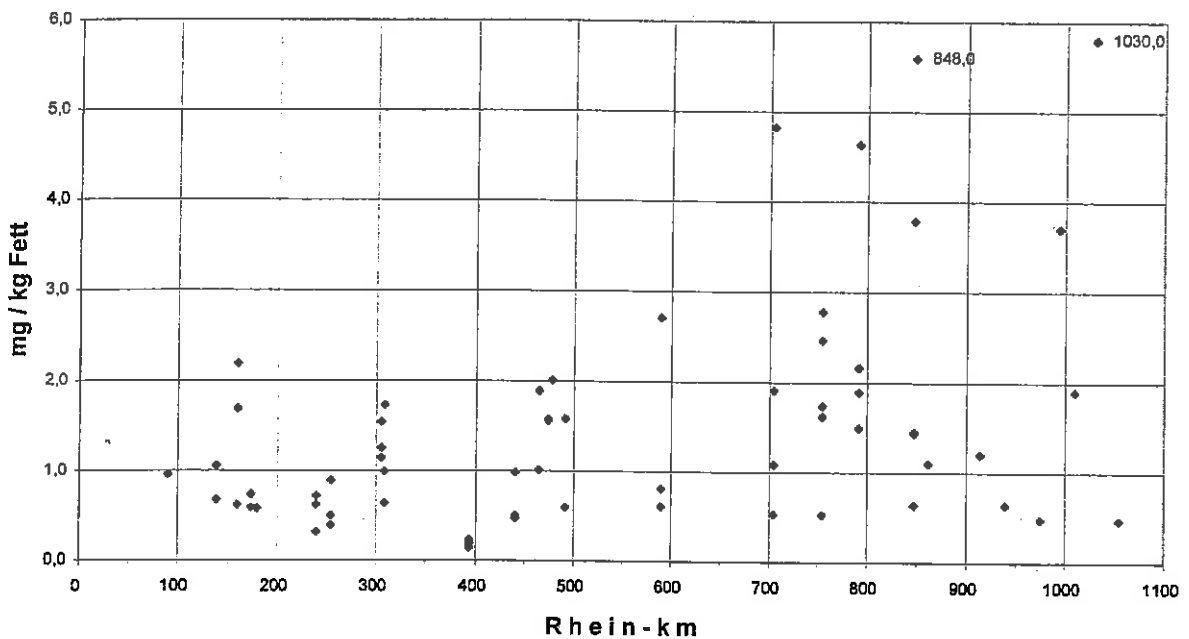
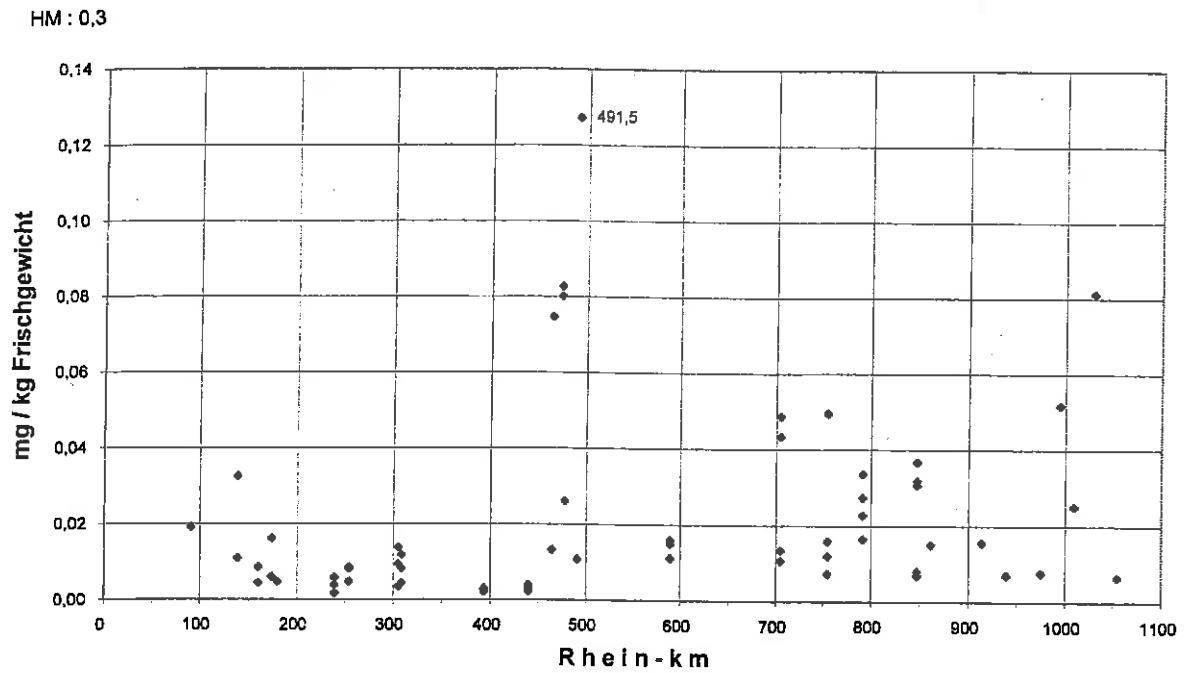
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 101 in Rhein - Rotauge, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

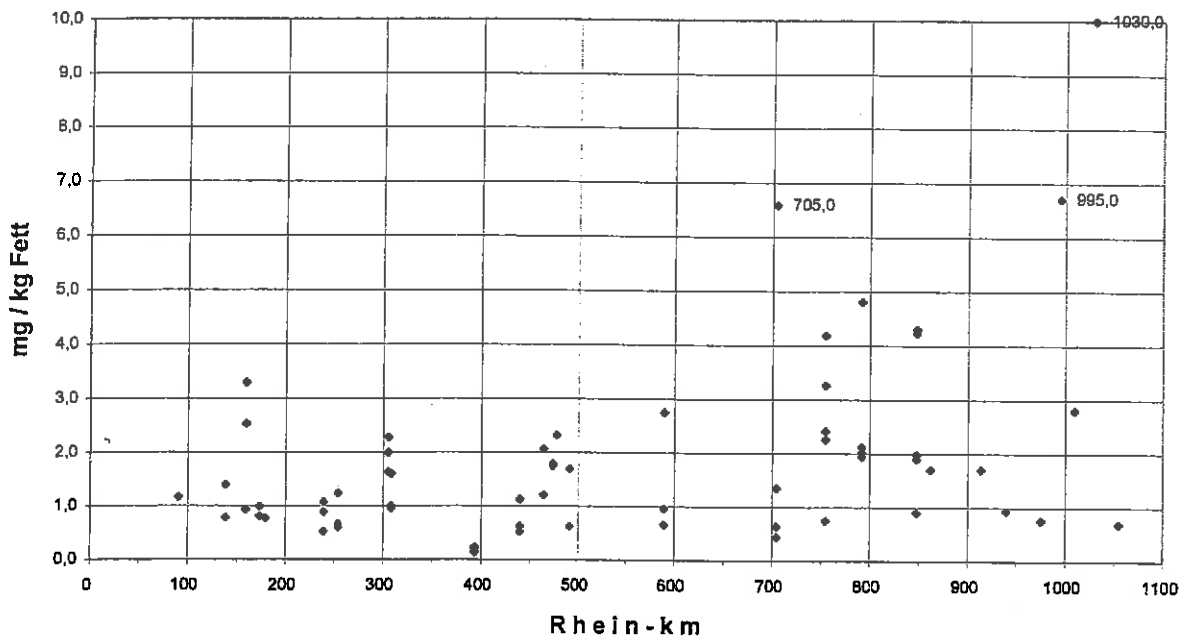
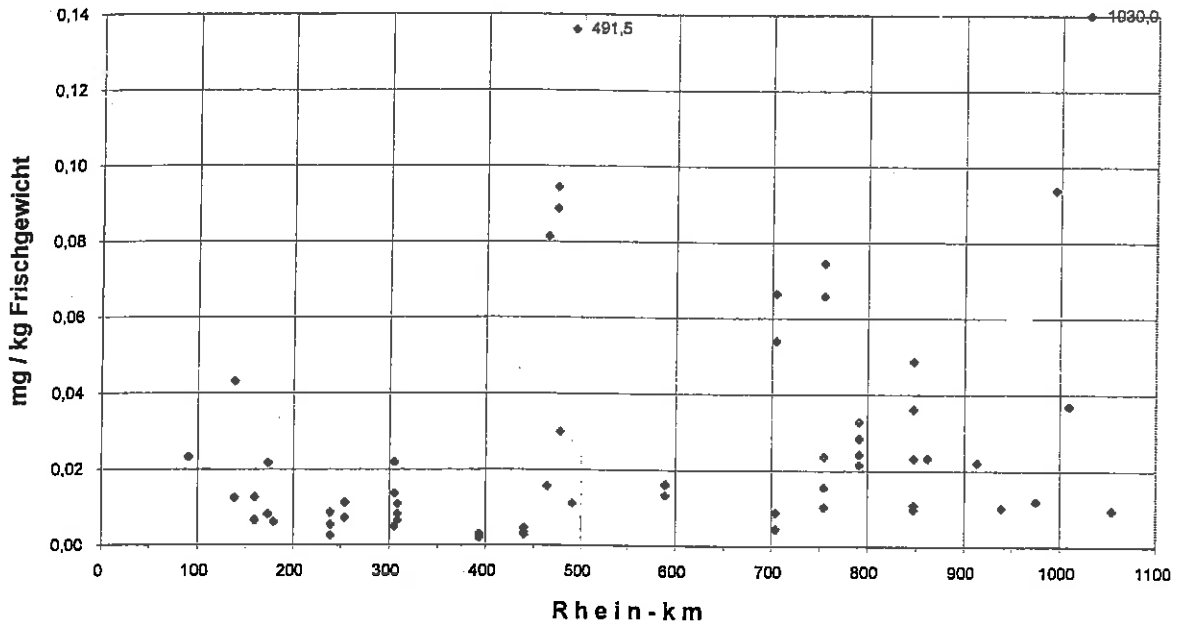
PCB 138 in Rhein - Rotauge, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

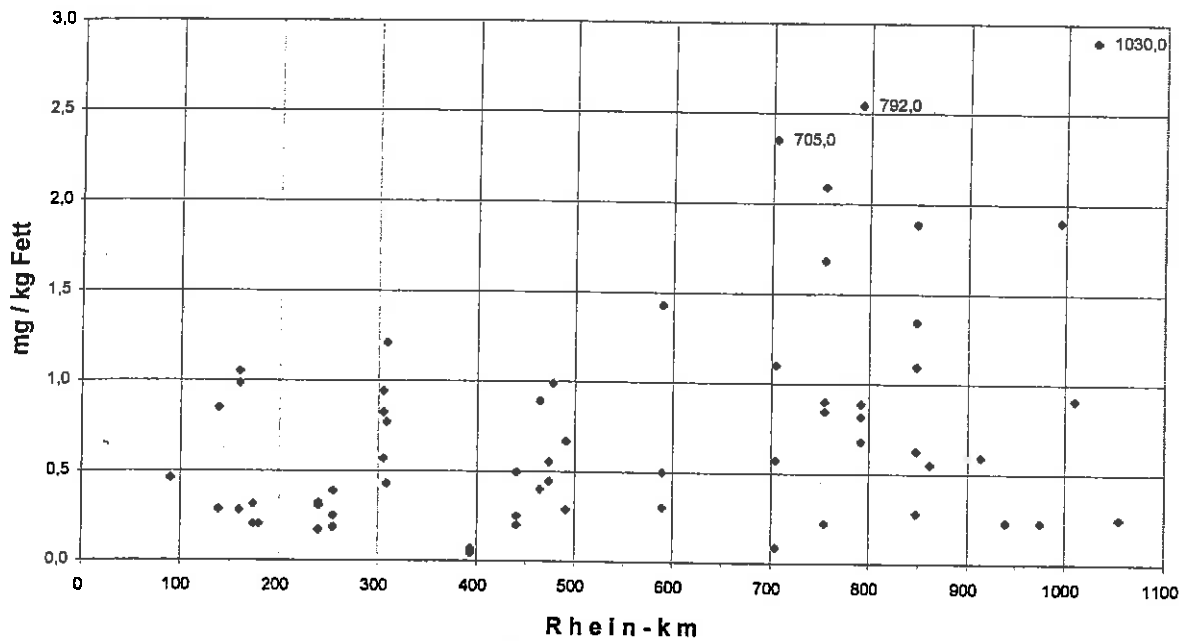
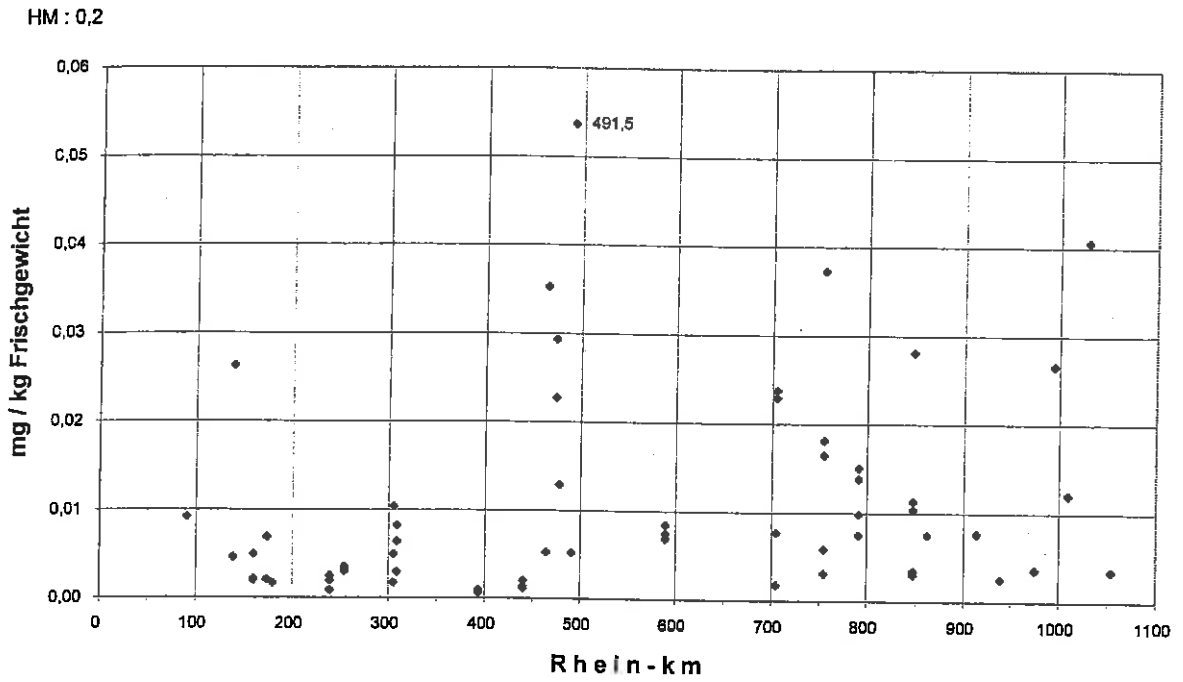
PCB 153 in Rhein - Rotauge, 1995

HM : 0,3



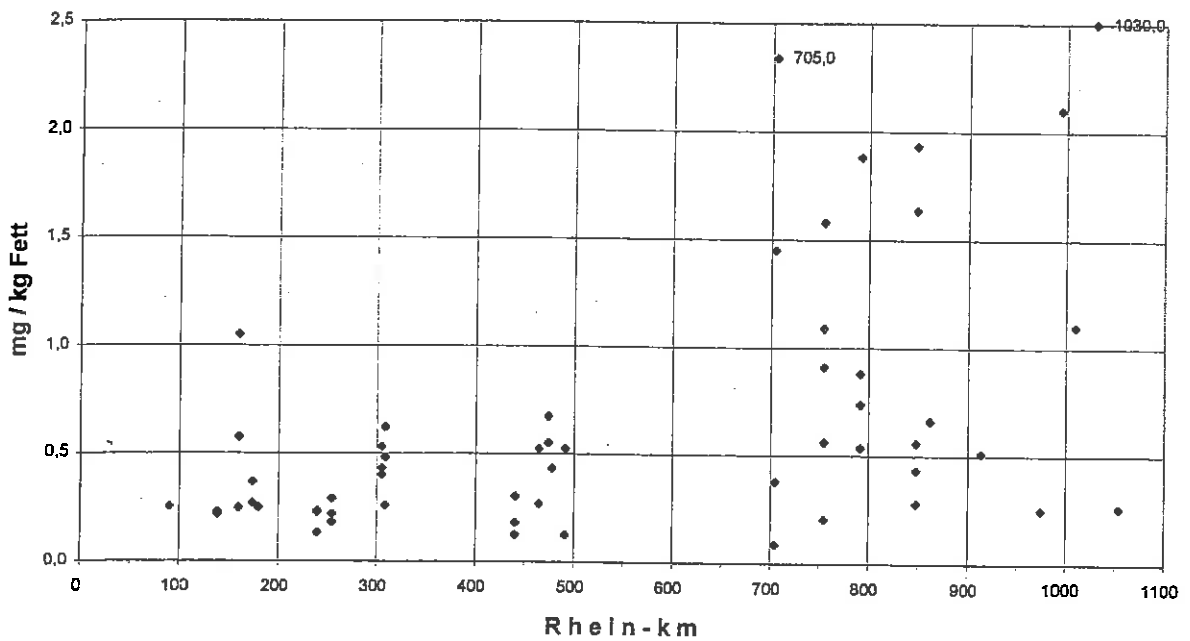
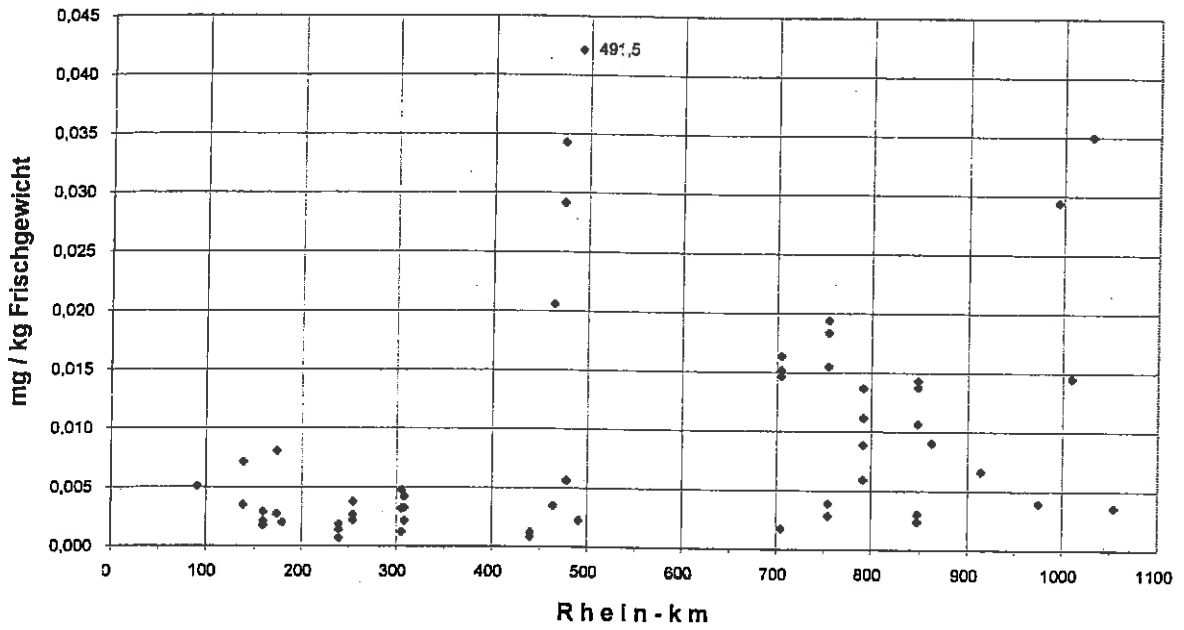
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 180 in Rhein - Rotauge, 1995



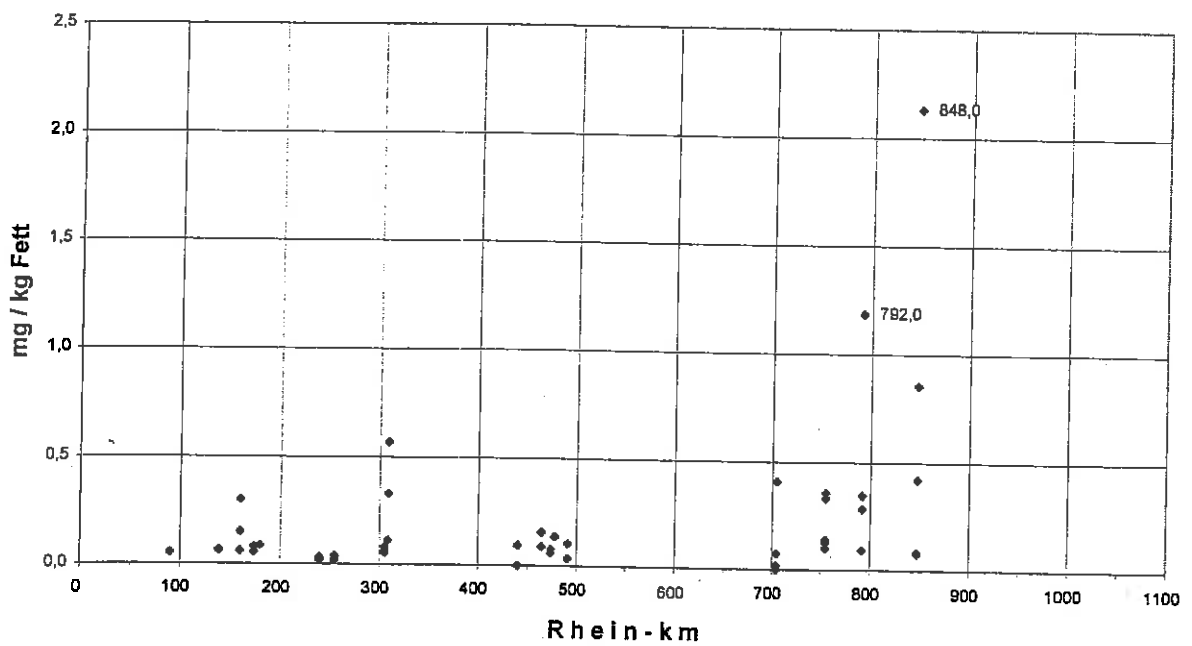
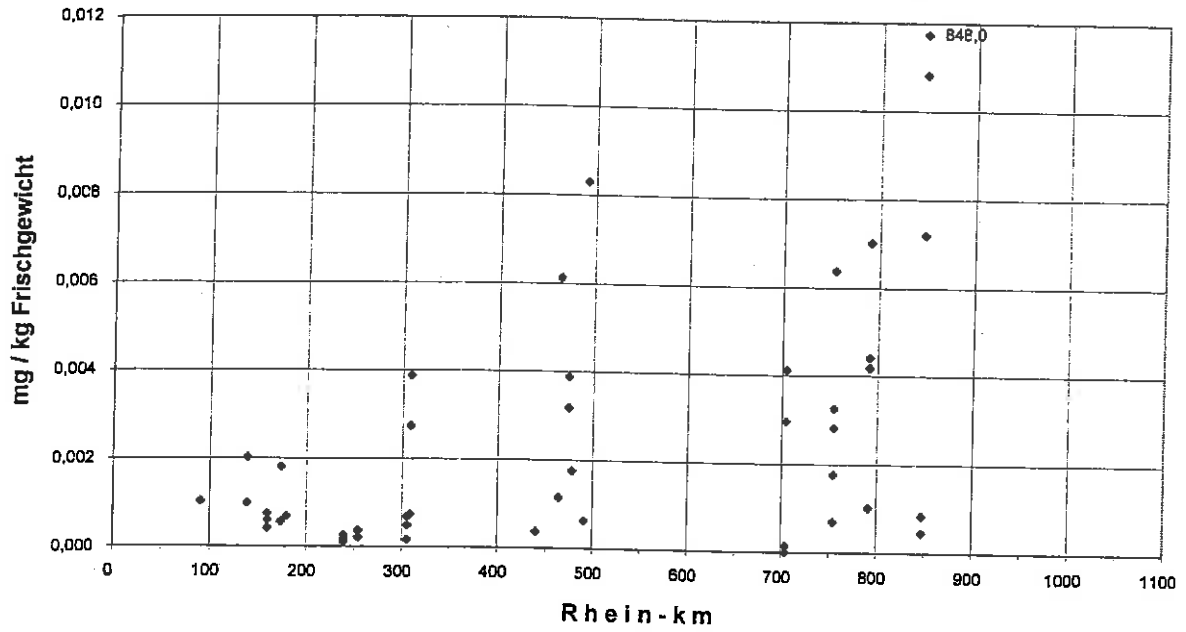
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 118 in Rhein - Rotauge, 1995



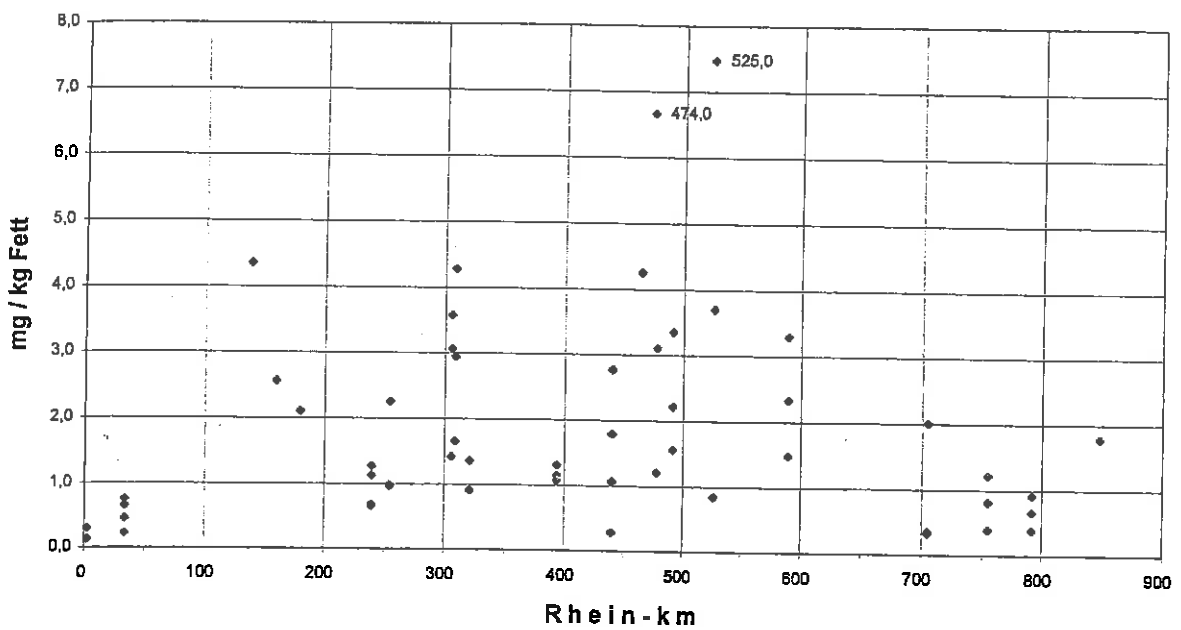
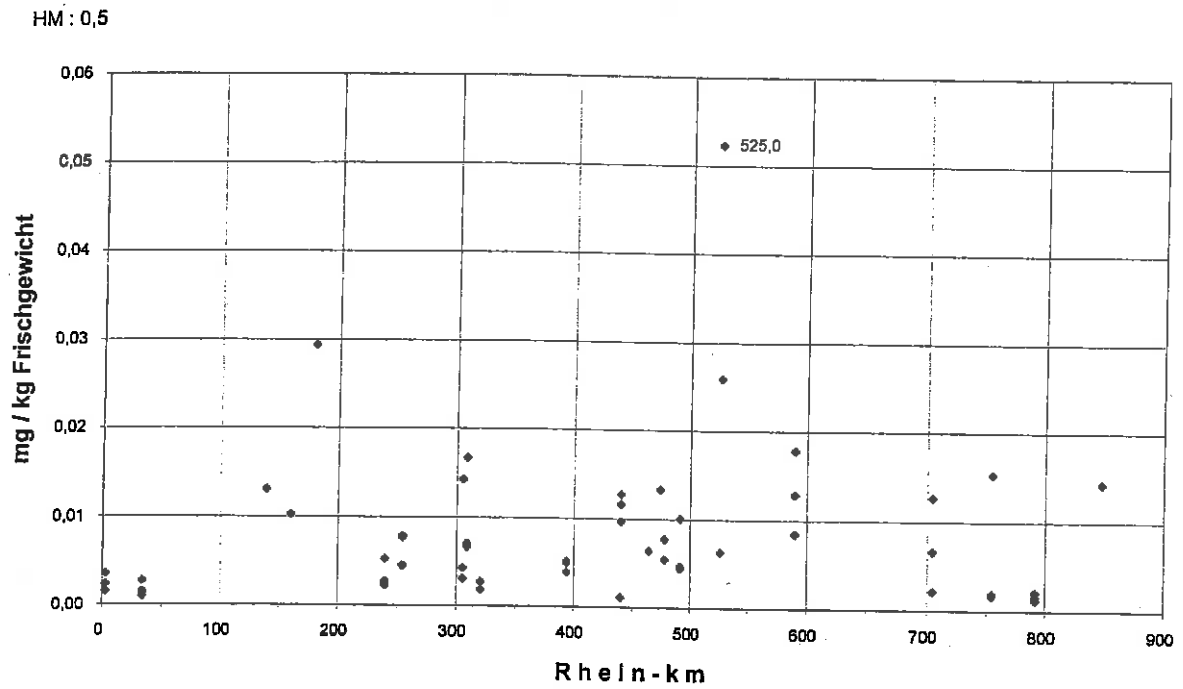
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 156 in Rhein - Rotaugen, 1995



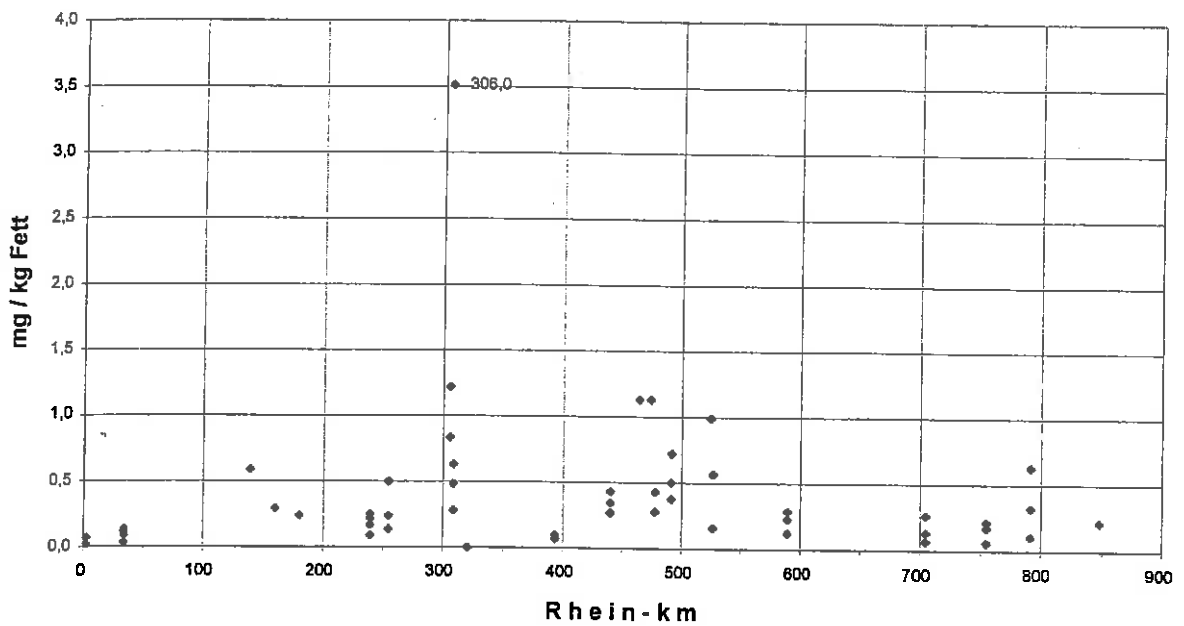
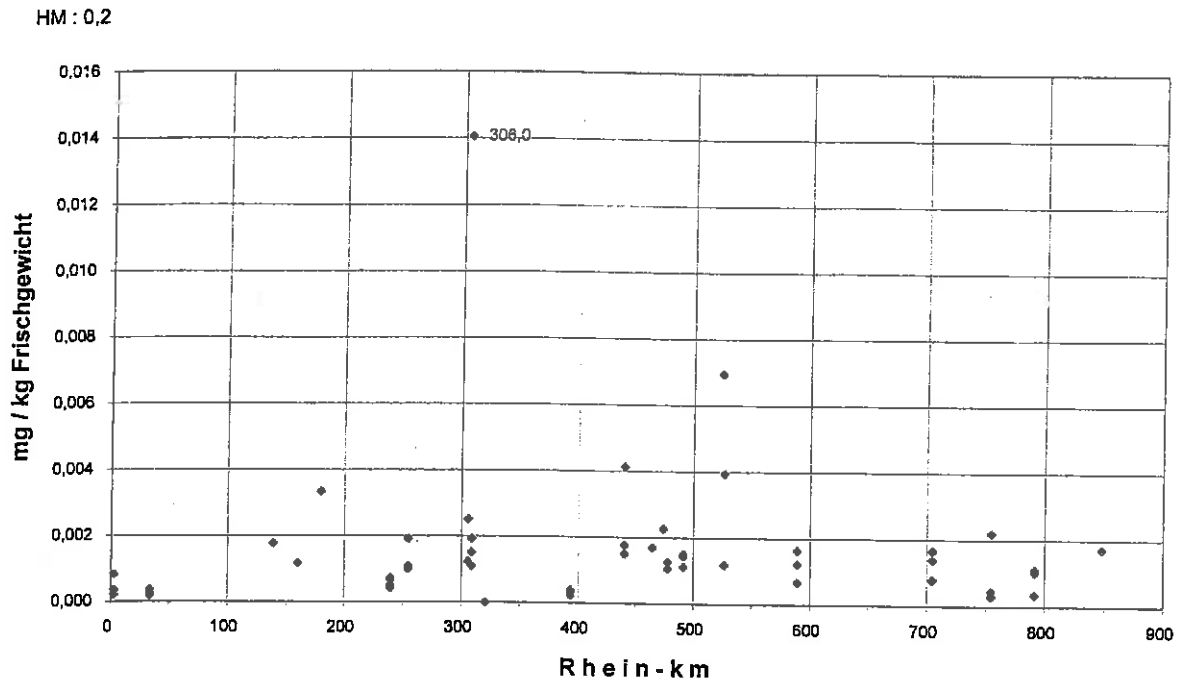
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Gesamt - DDT in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



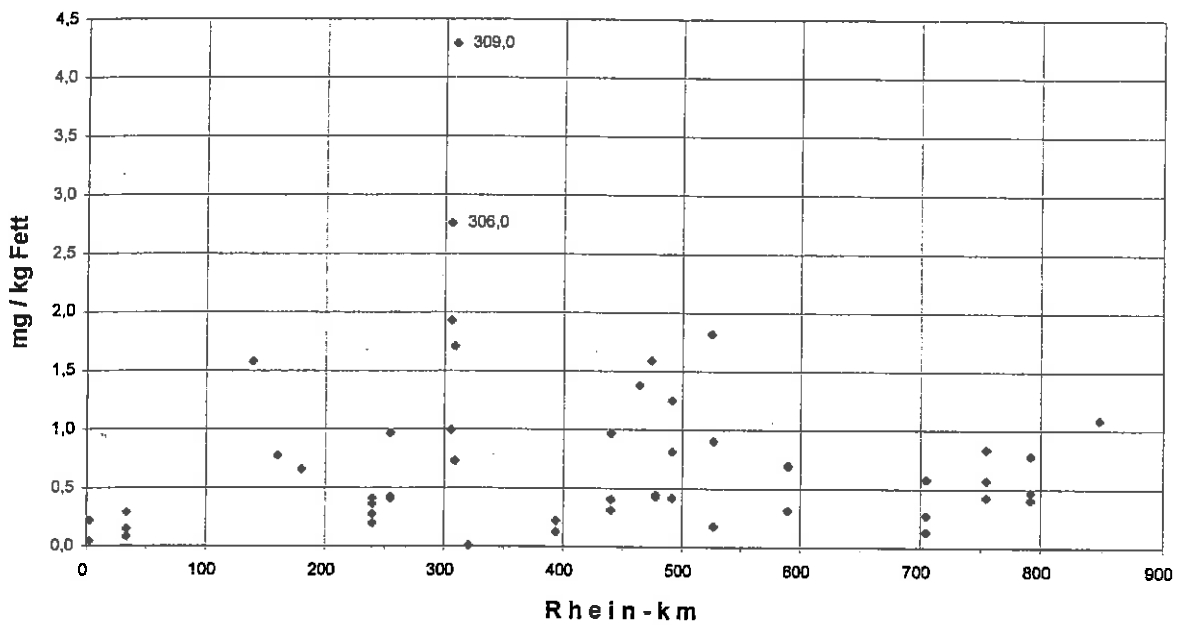
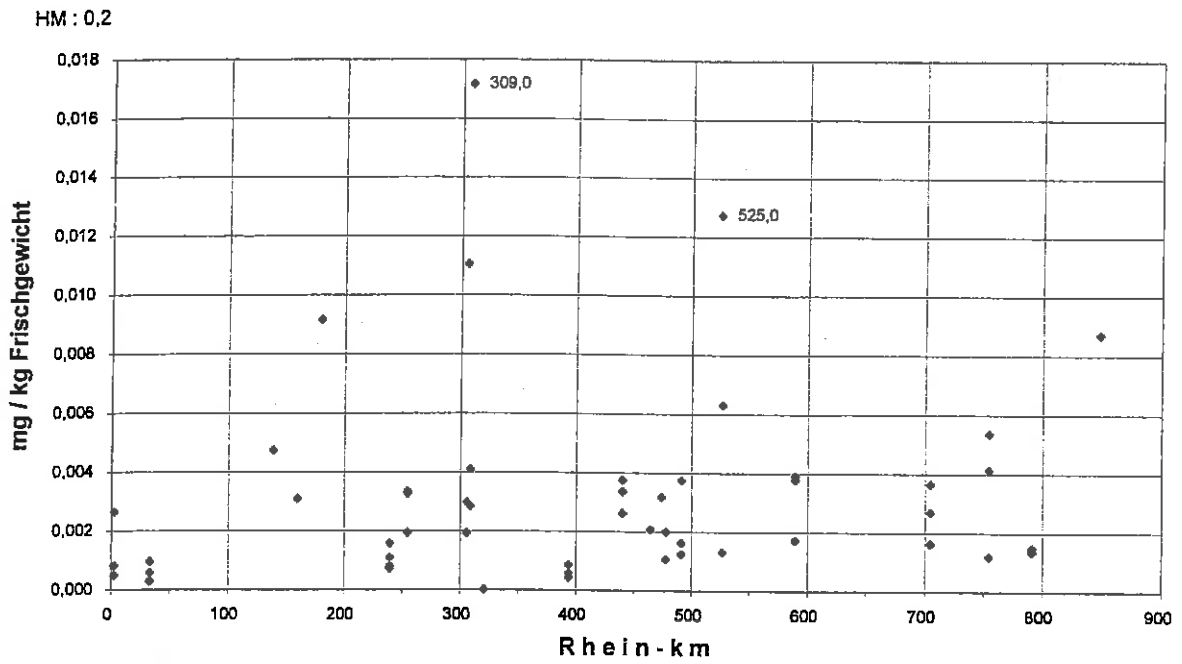
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 28 in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



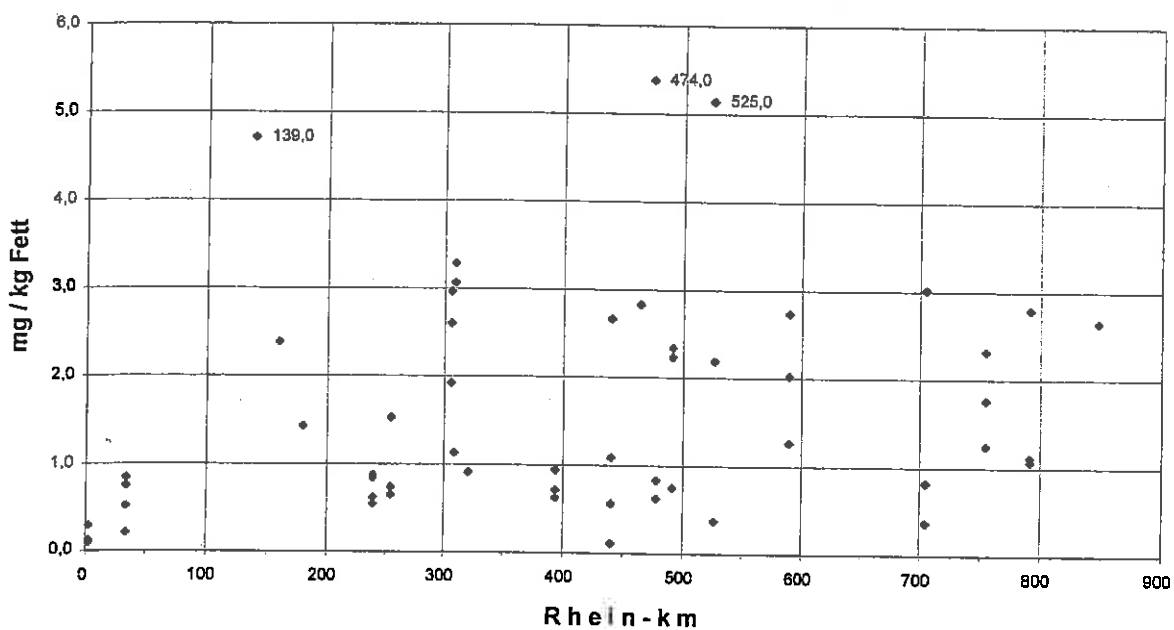
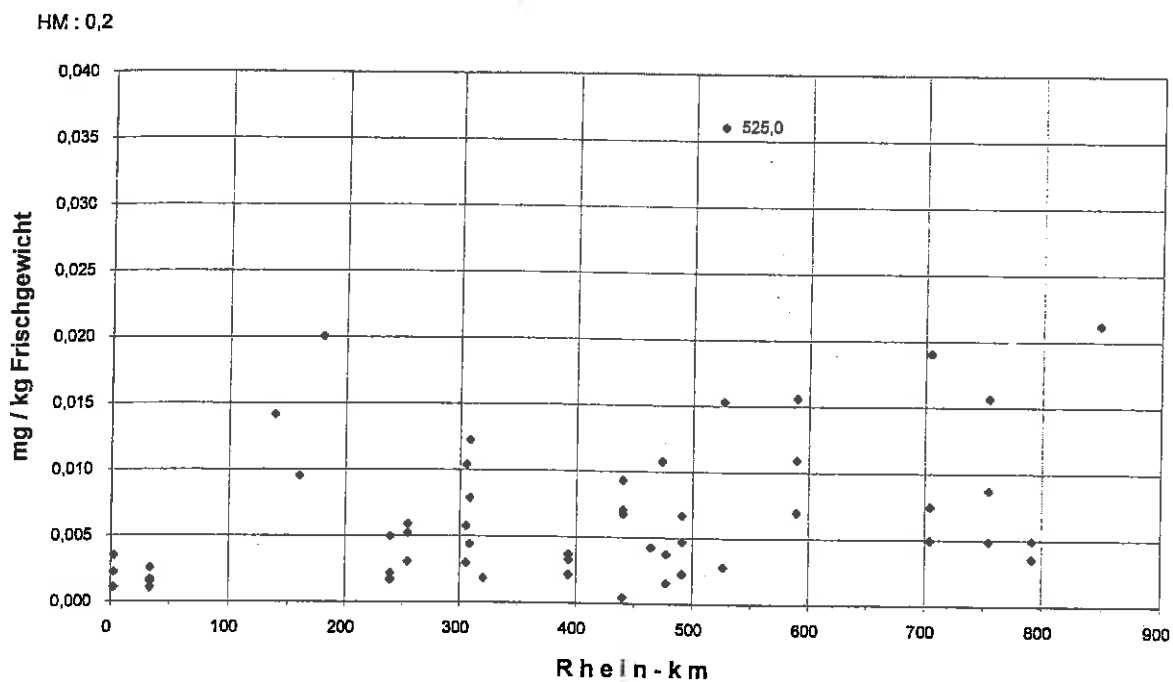
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 52 in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

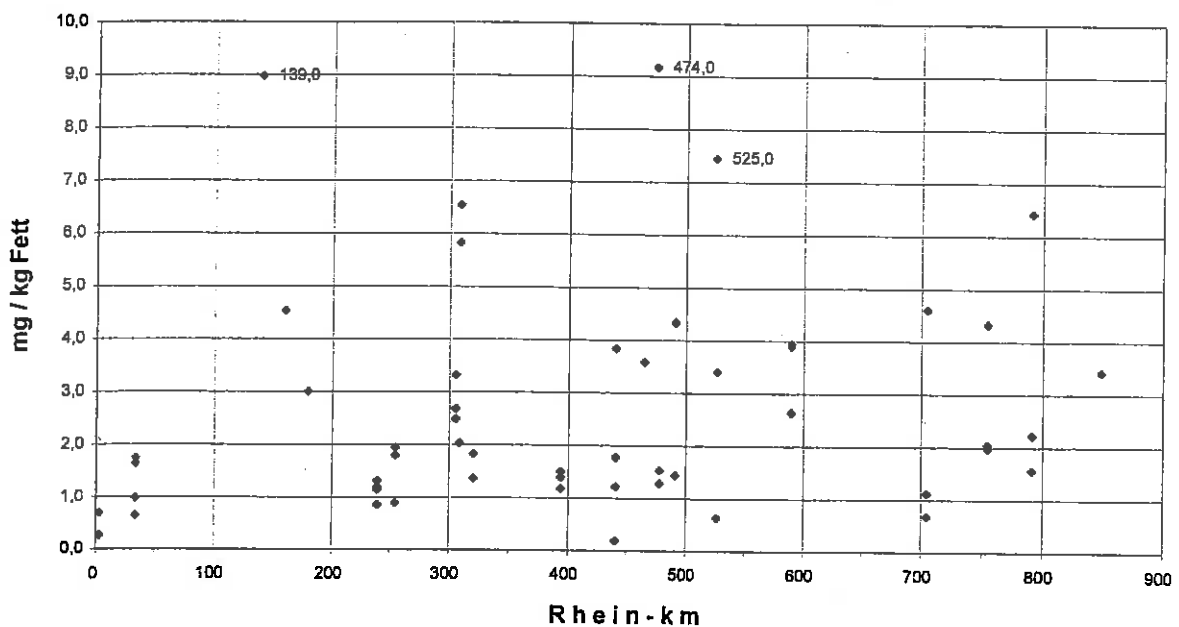
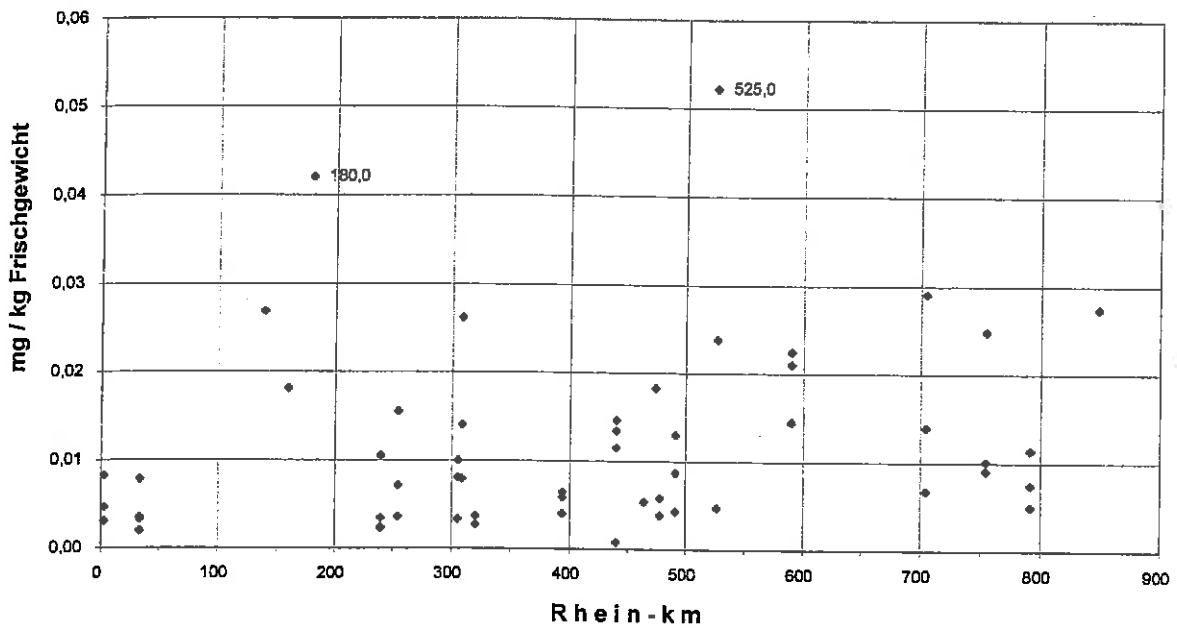
PCB 101 in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 138 in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995

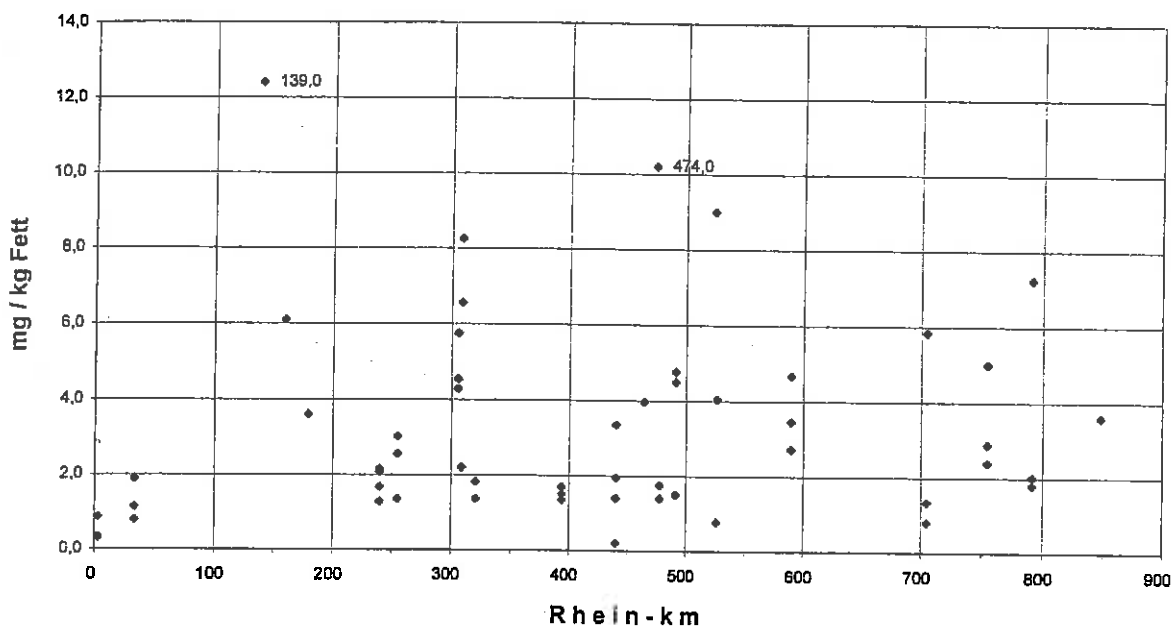
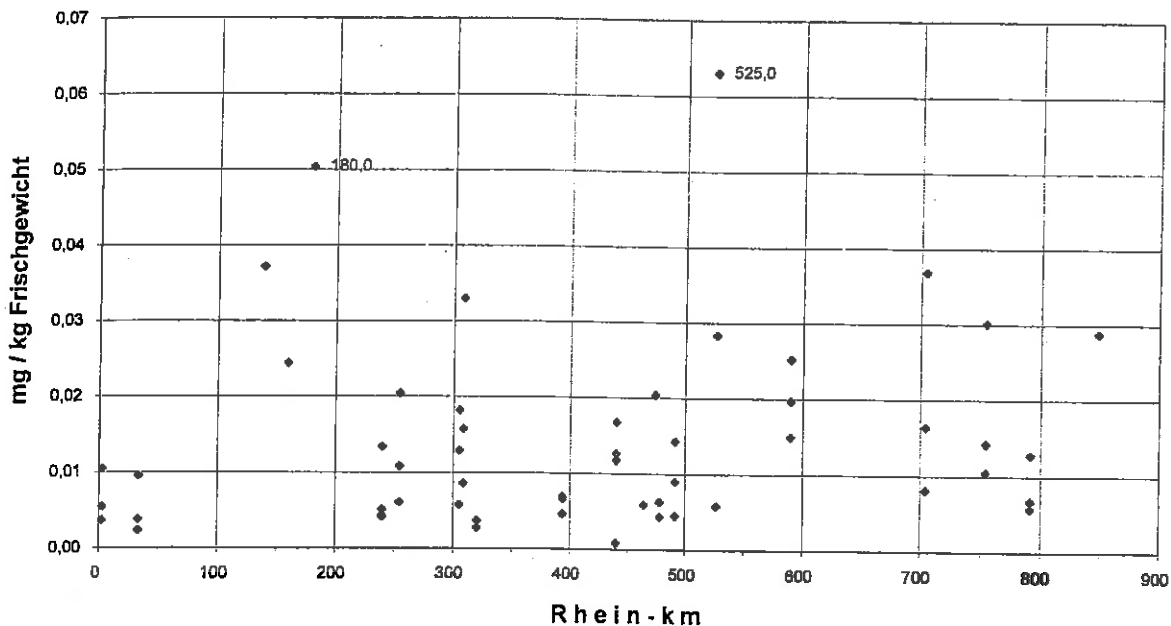
HM : 0,3



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

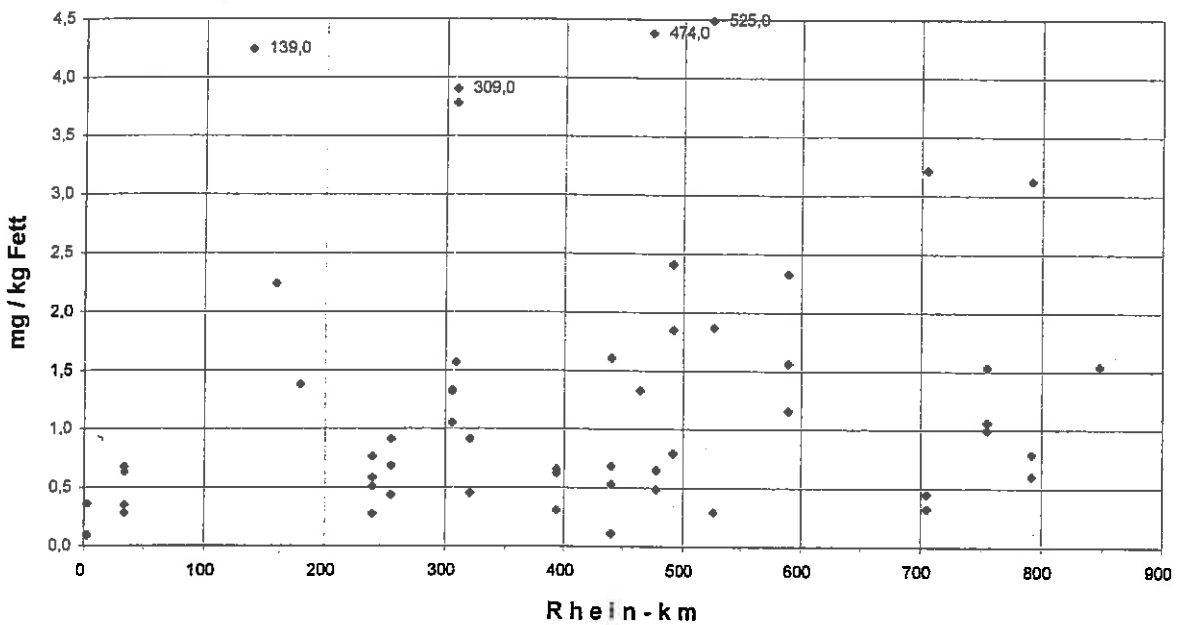
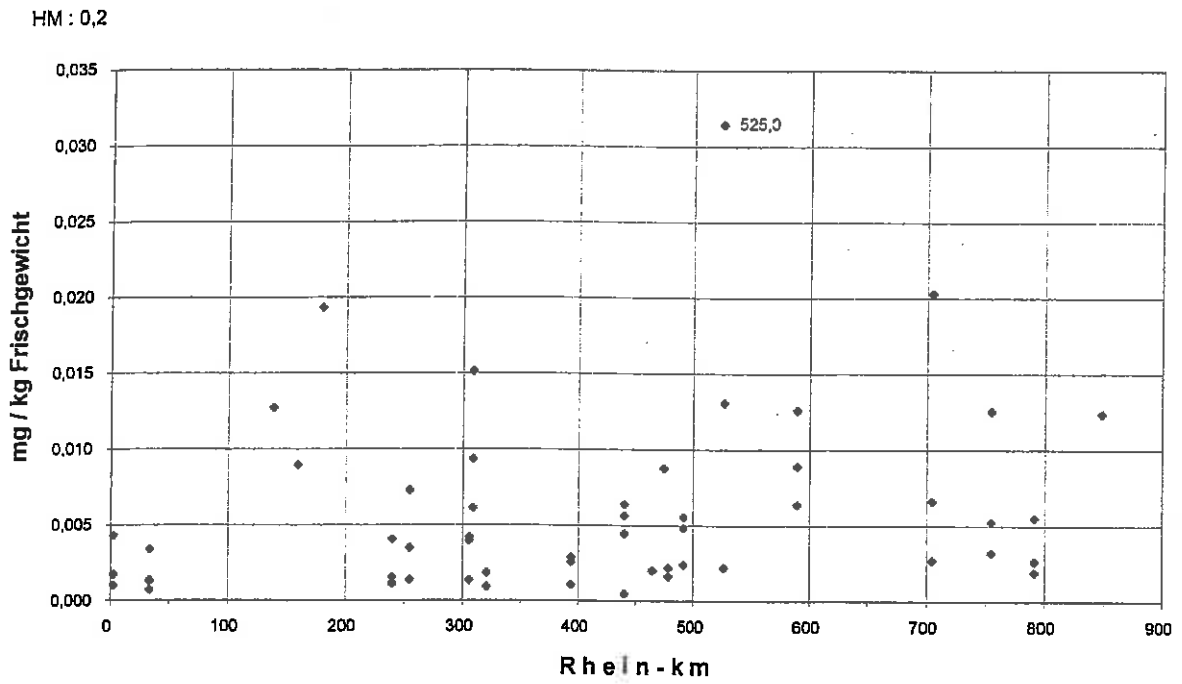
PCB 153 in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995

HM : 0,3



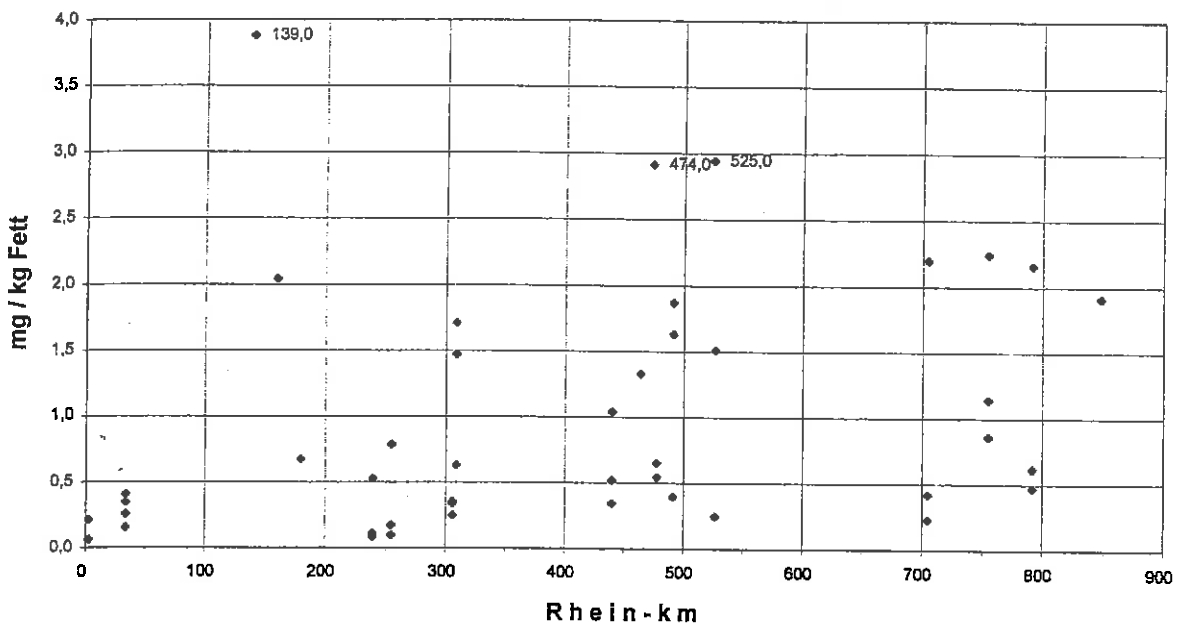
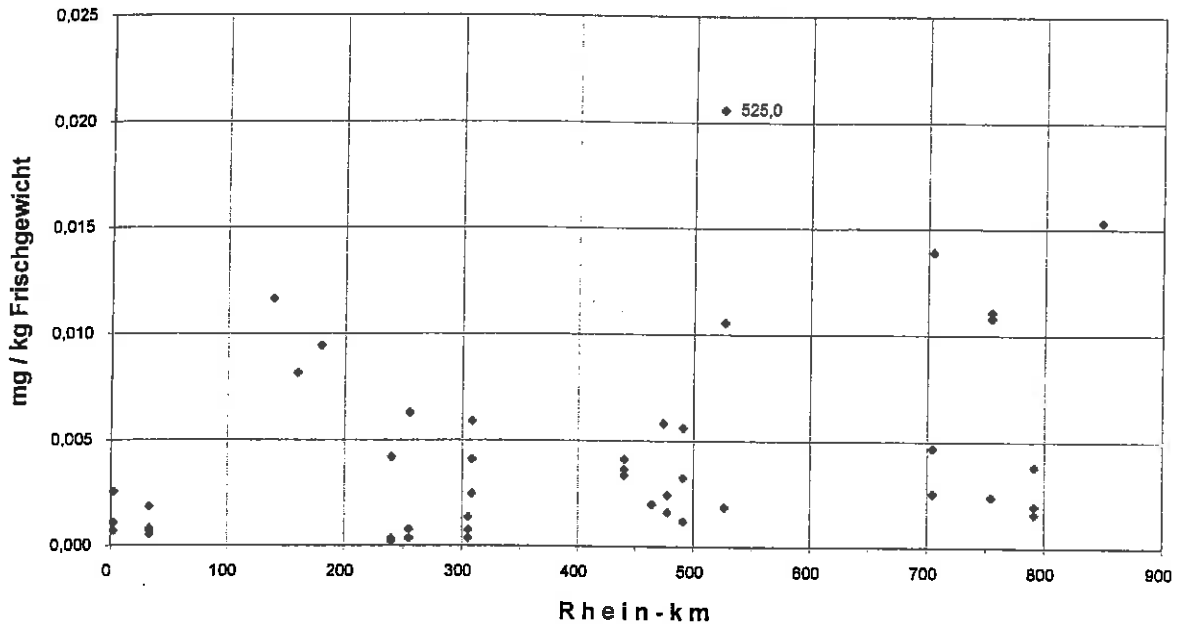
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 180 in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



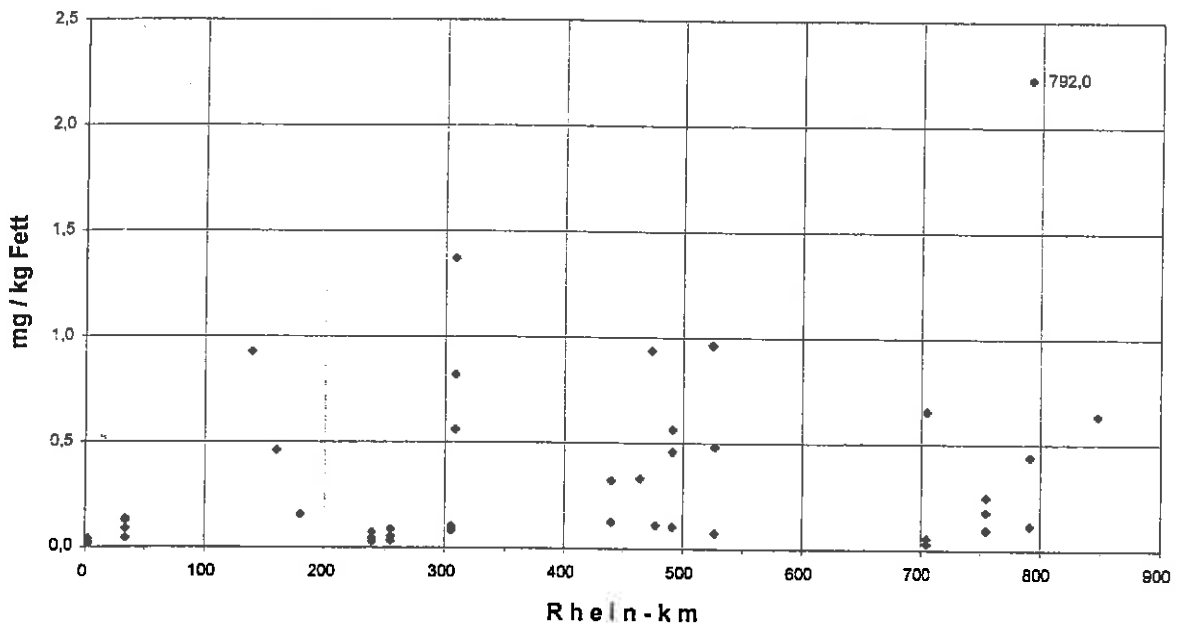
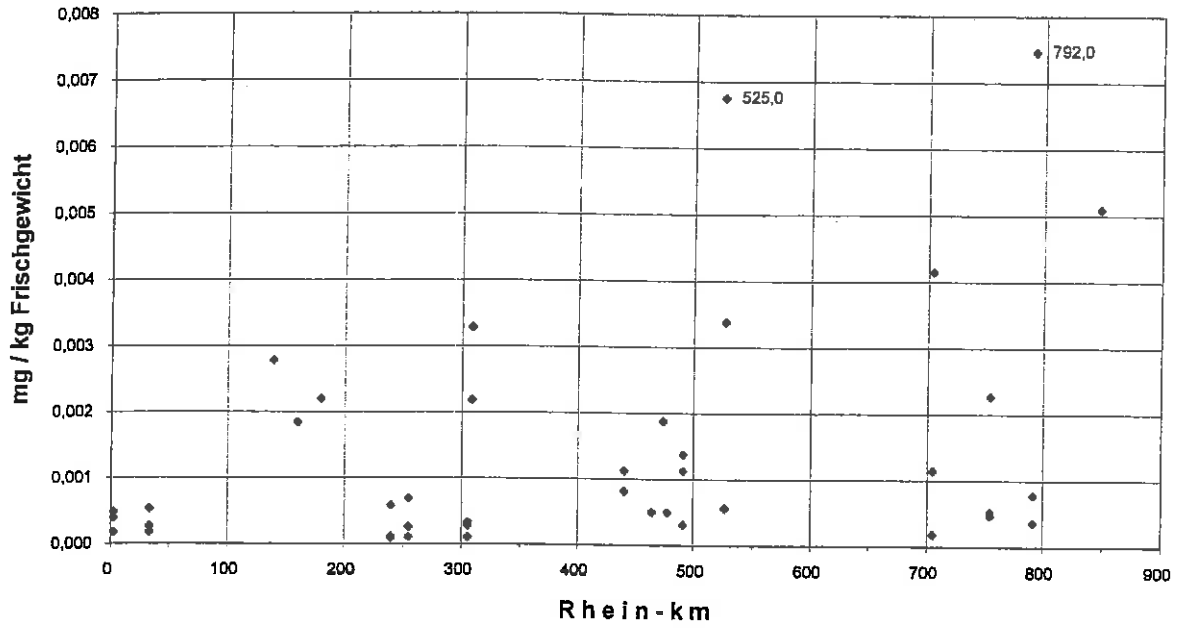
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 118 in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



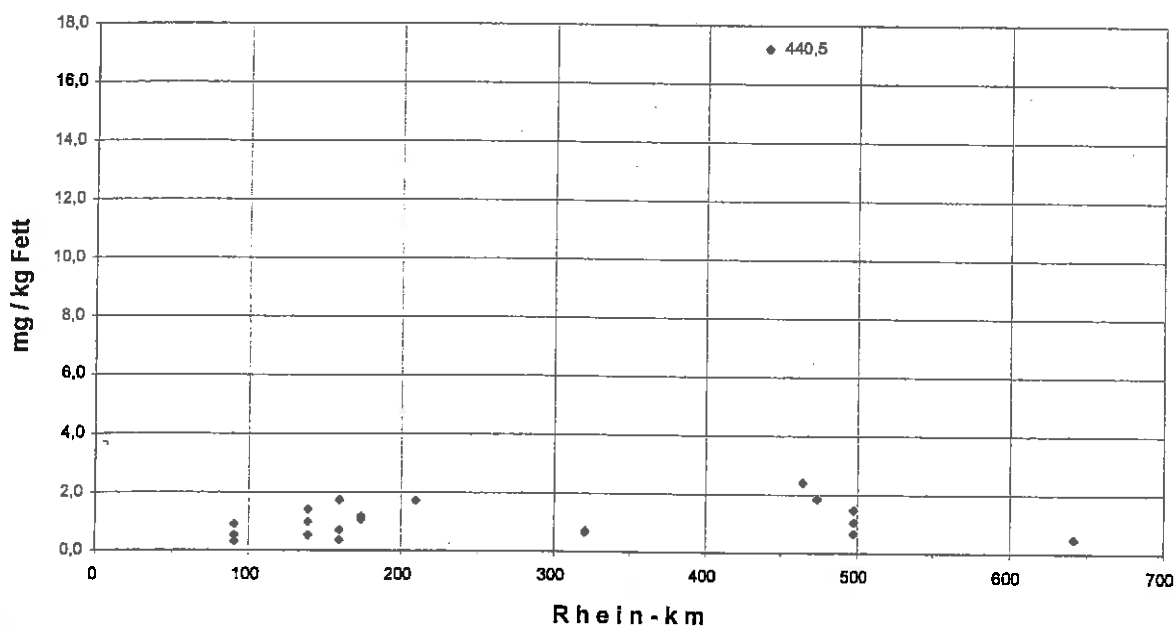
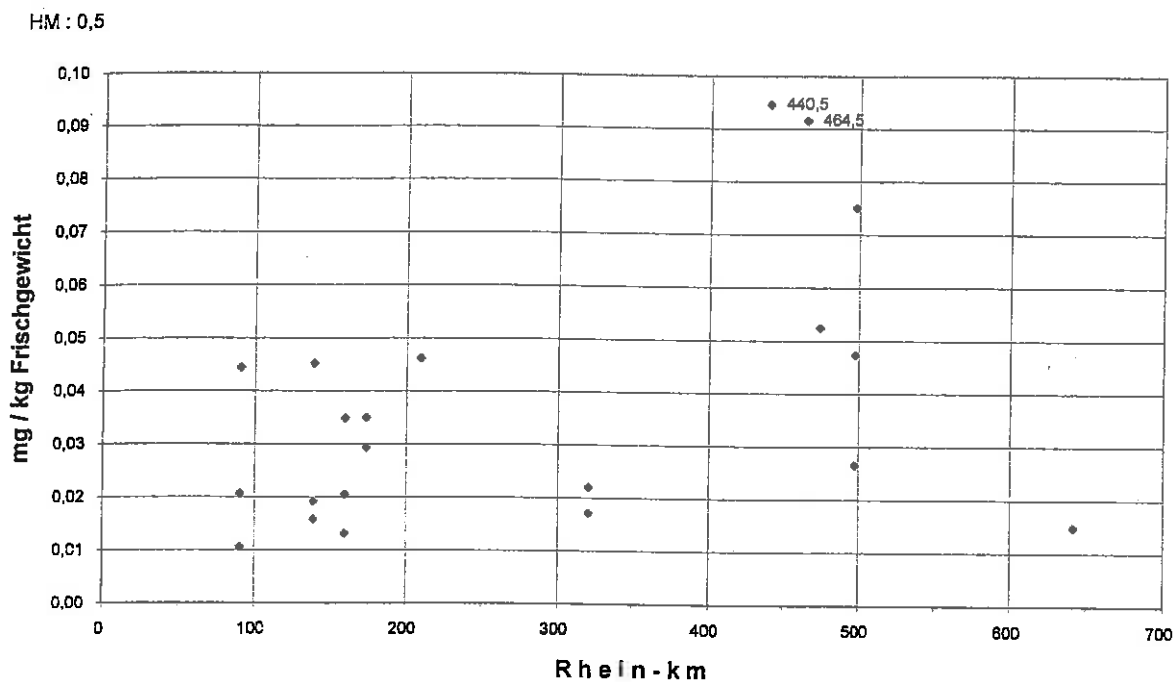
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

PCB 156 in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



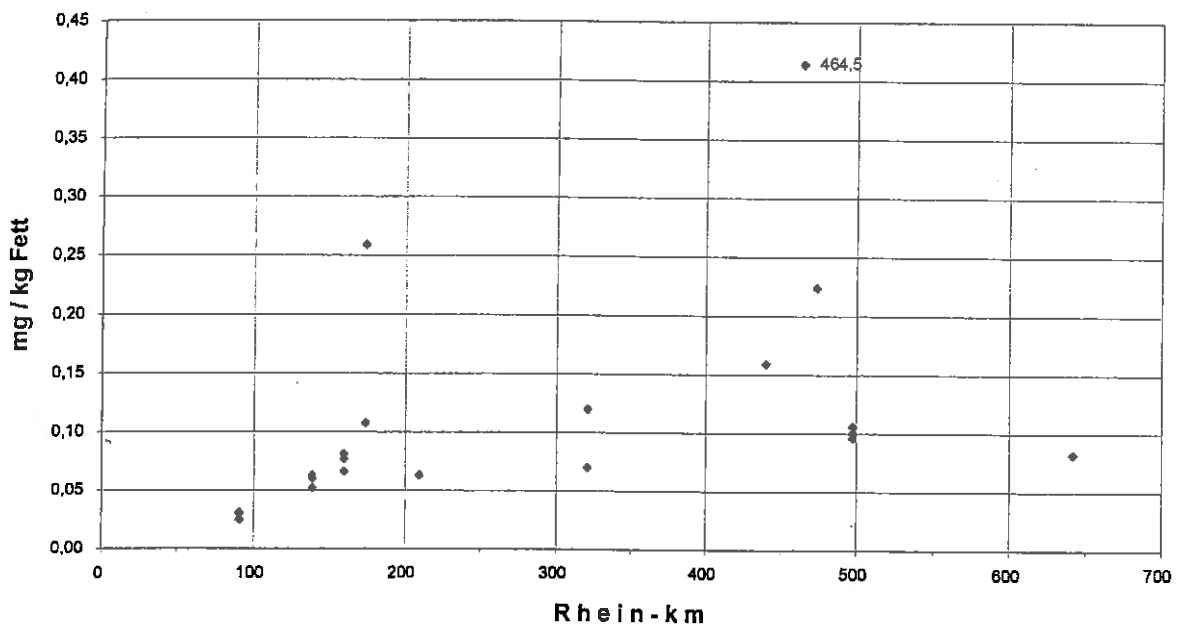
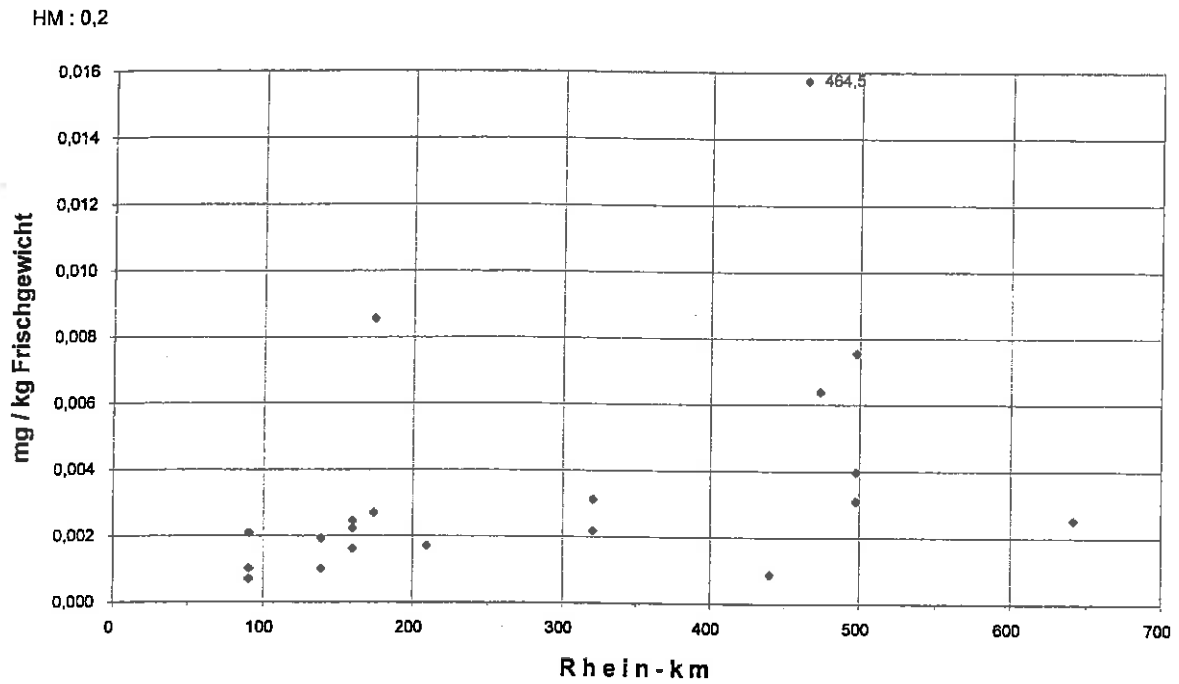
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Gesamt - DDT in Rhein - Barbe, 1995



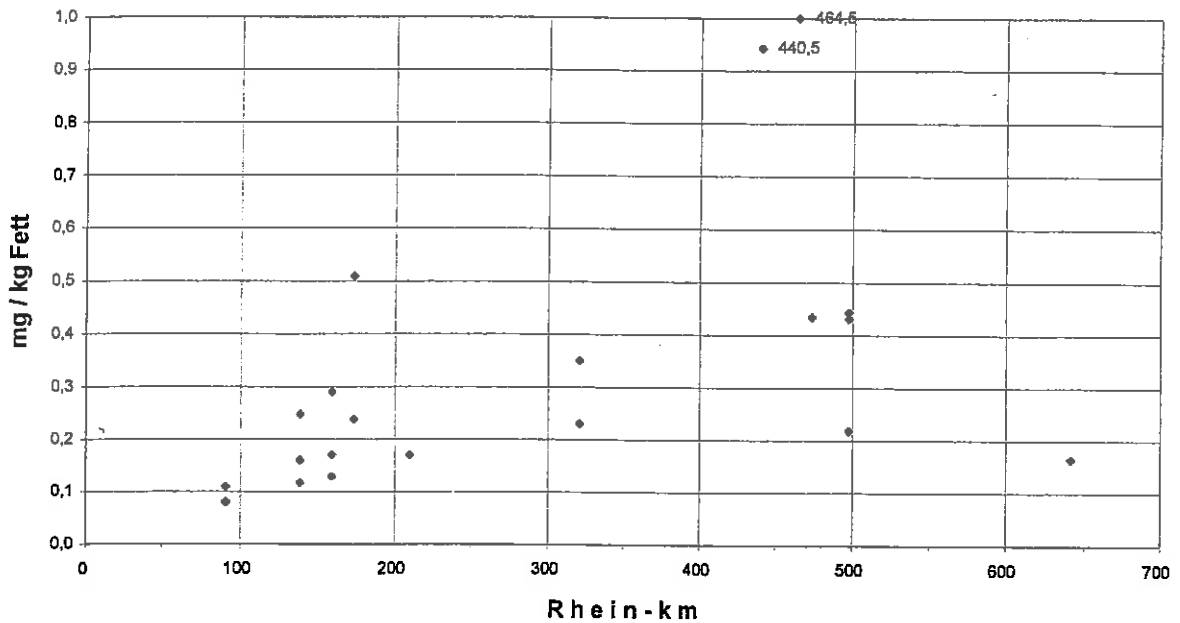
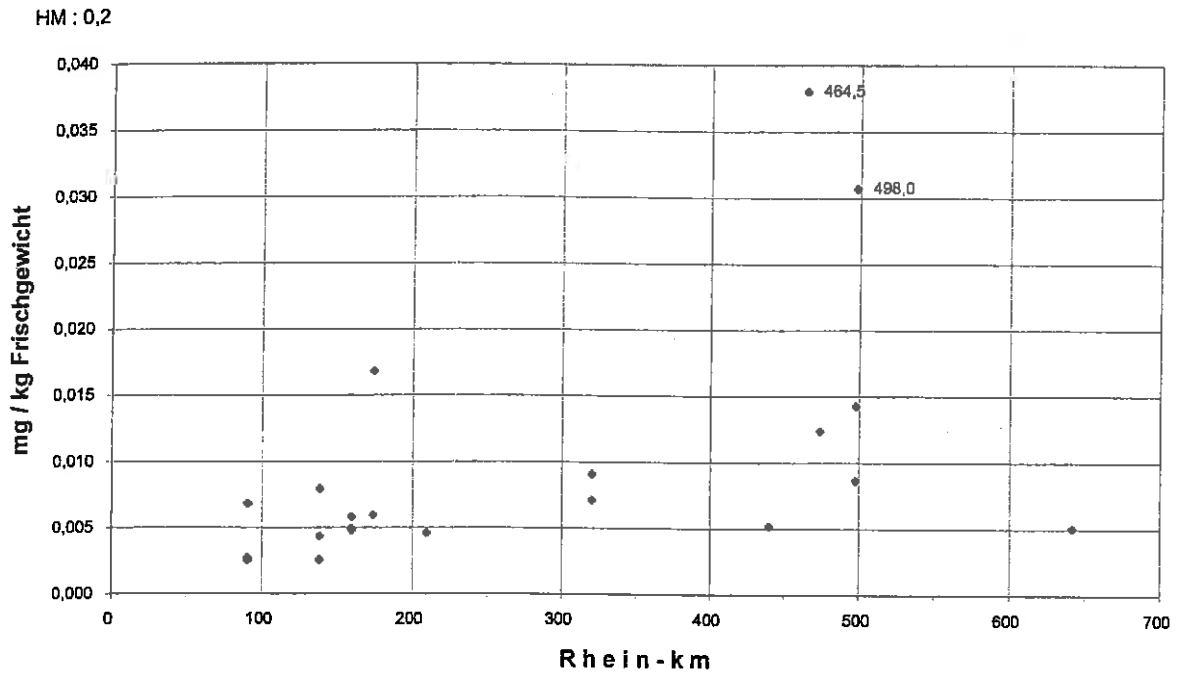
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 28 in Rhein - Barbe, 1995



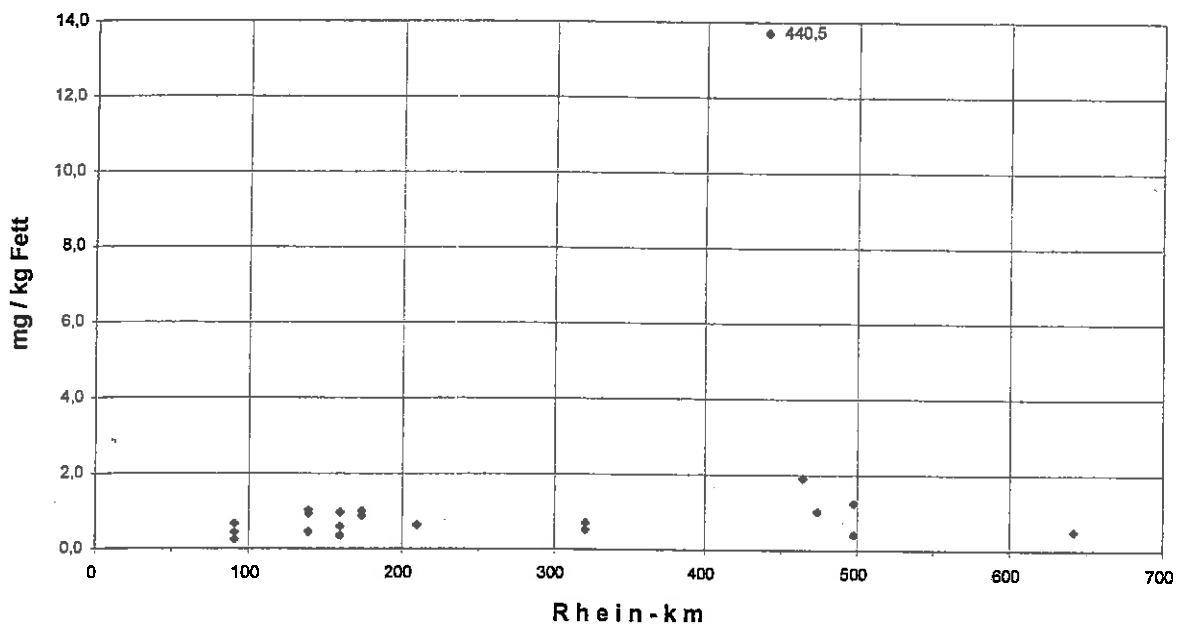
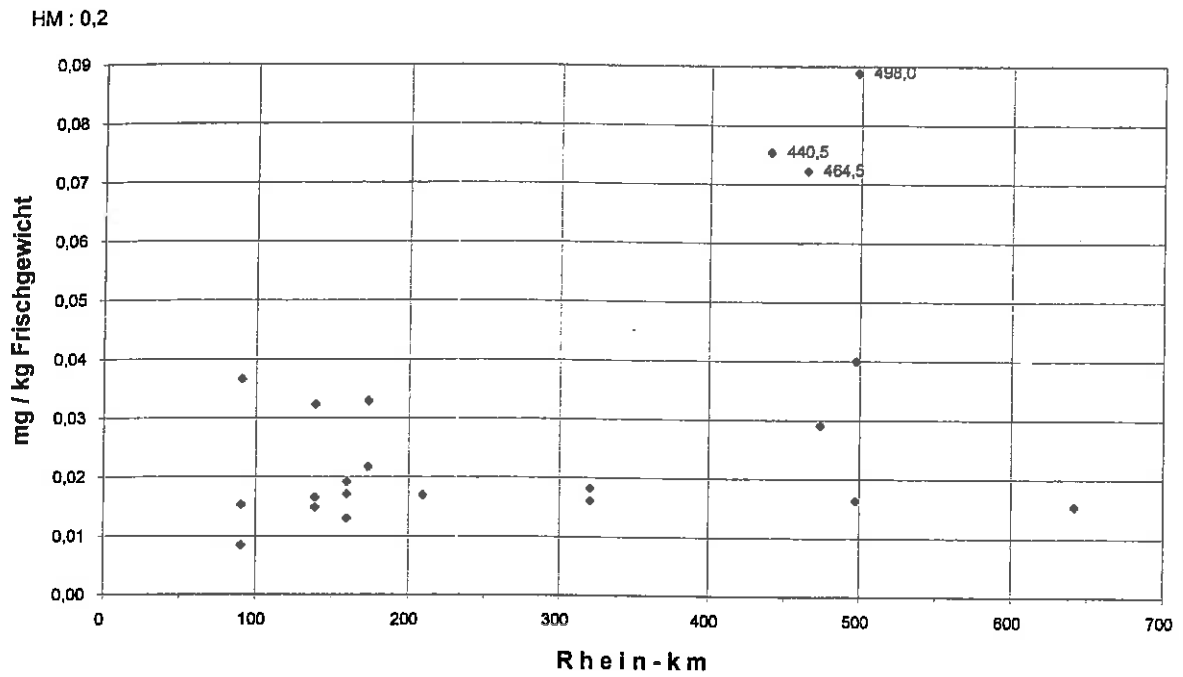
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 52 in Rhein - Barbe, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

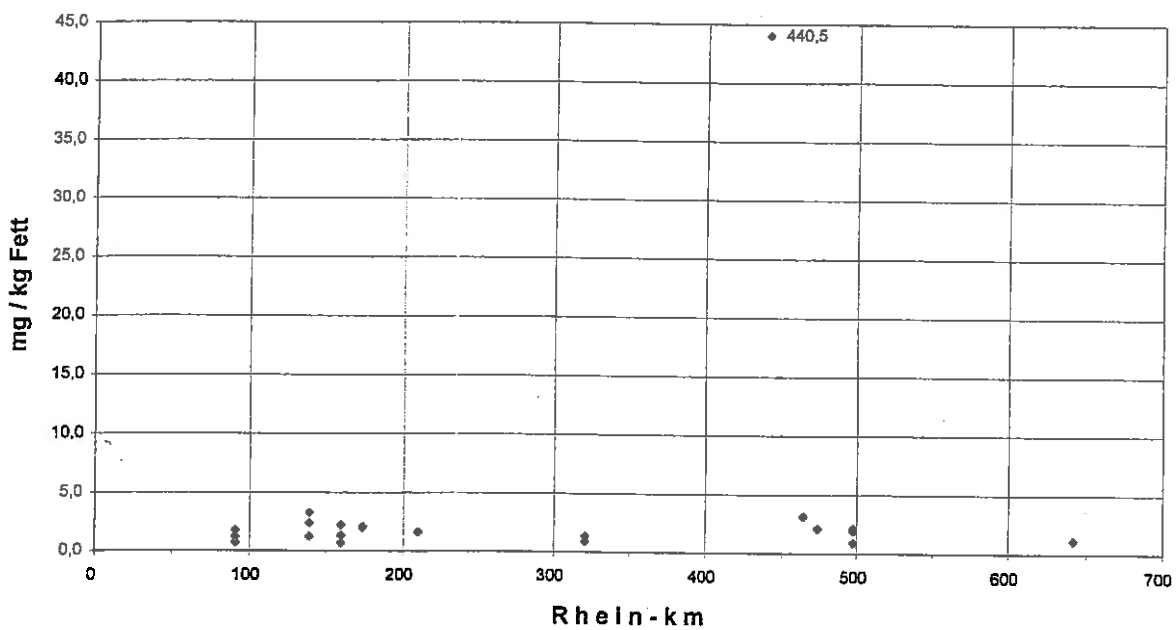
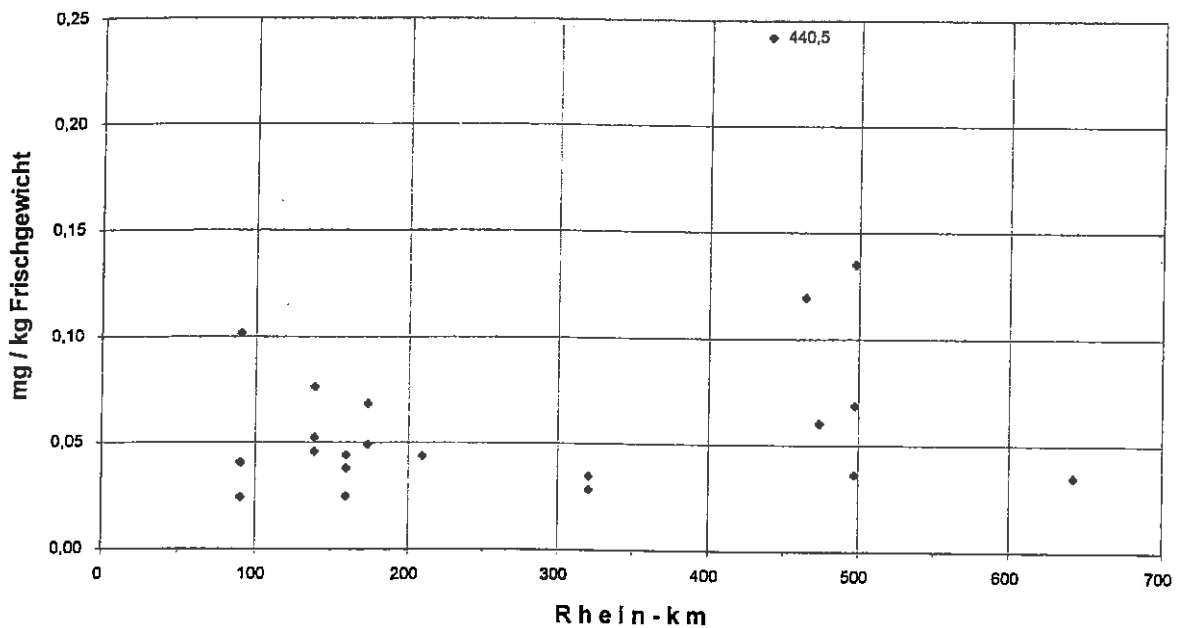
PCB 101 in Rhein - Barbe, 1995



Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

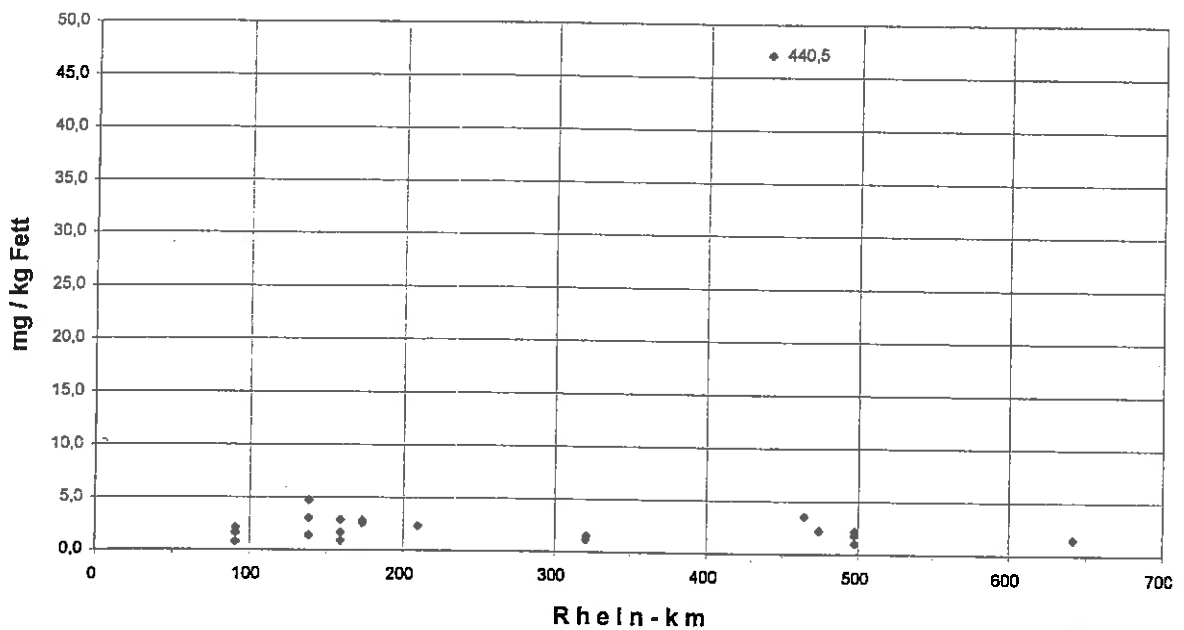
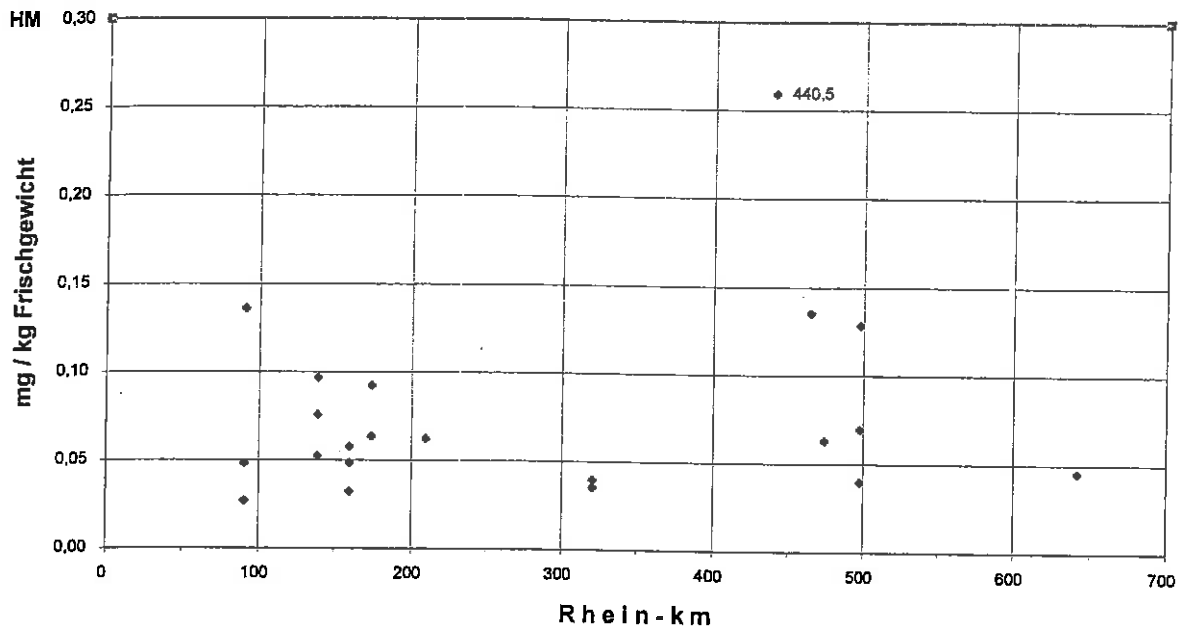
PCB 138 in Rhein - Barbe, 1995

HM : 0,3



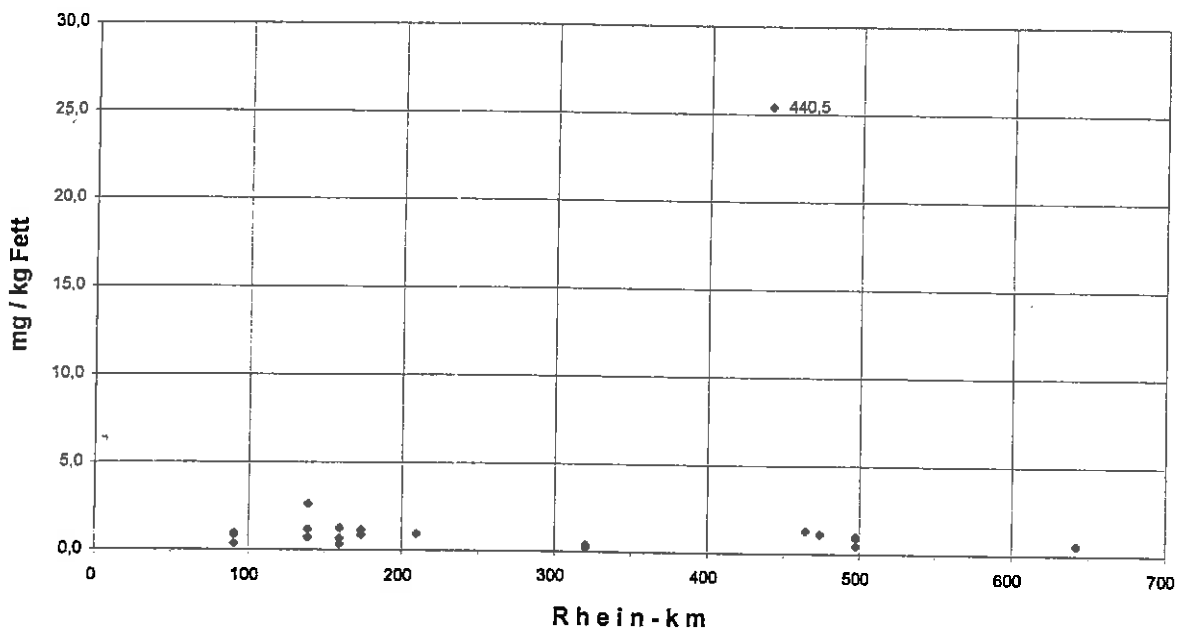
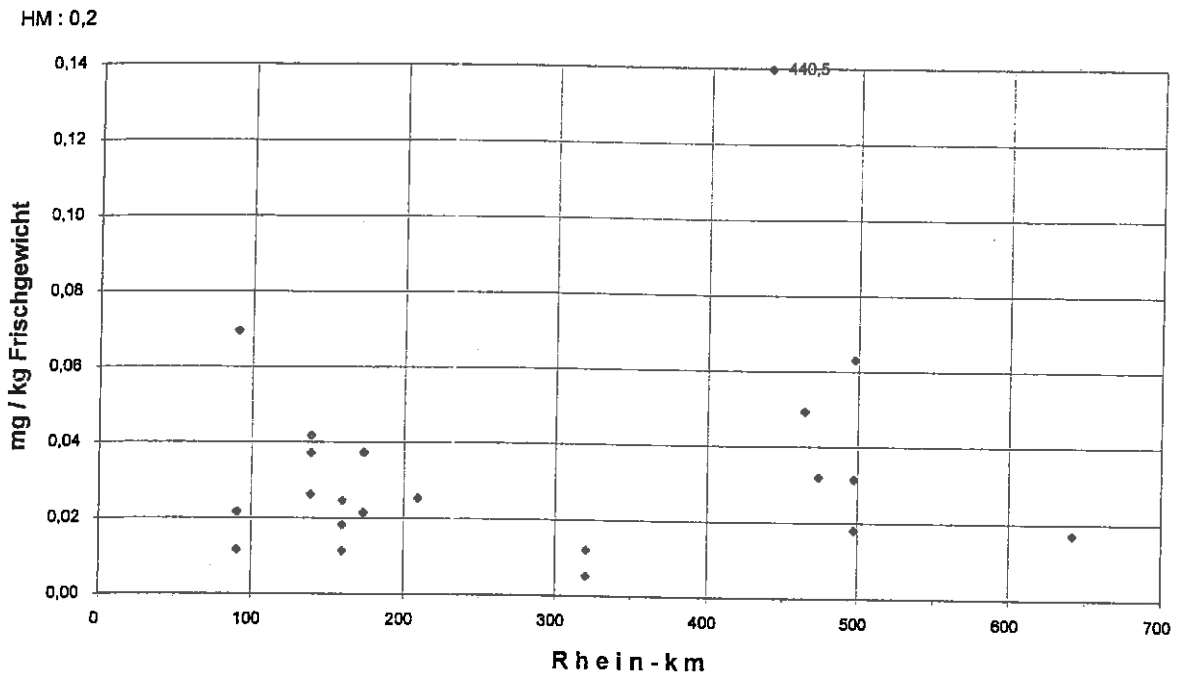
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmengende nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 153 in Rhein - Barbe, 1995



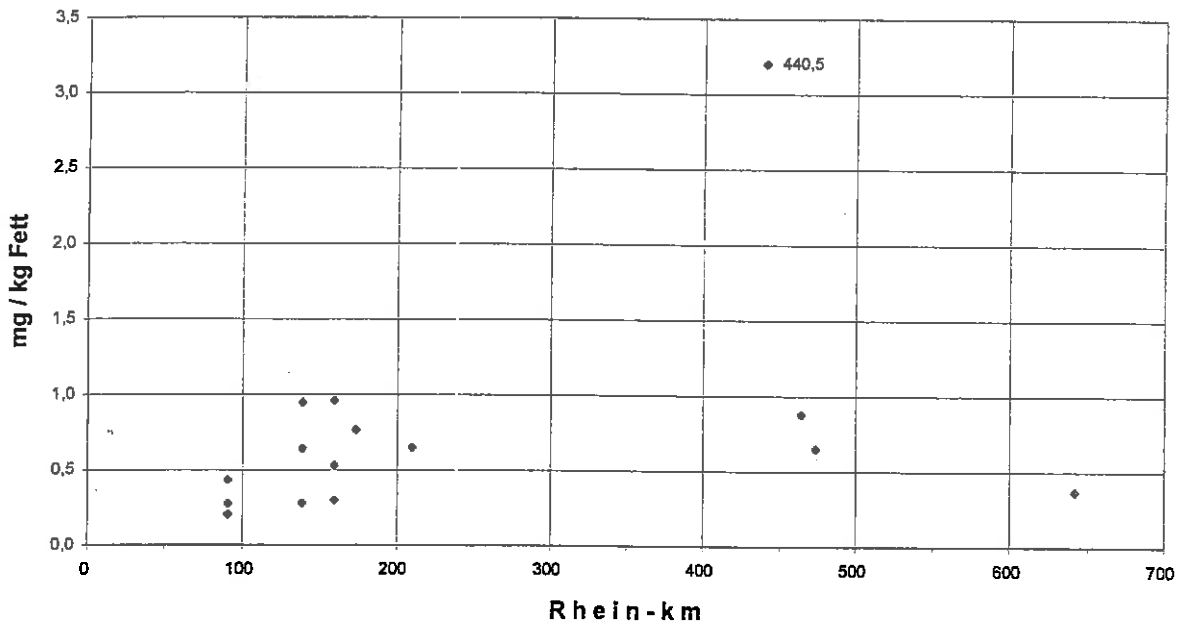
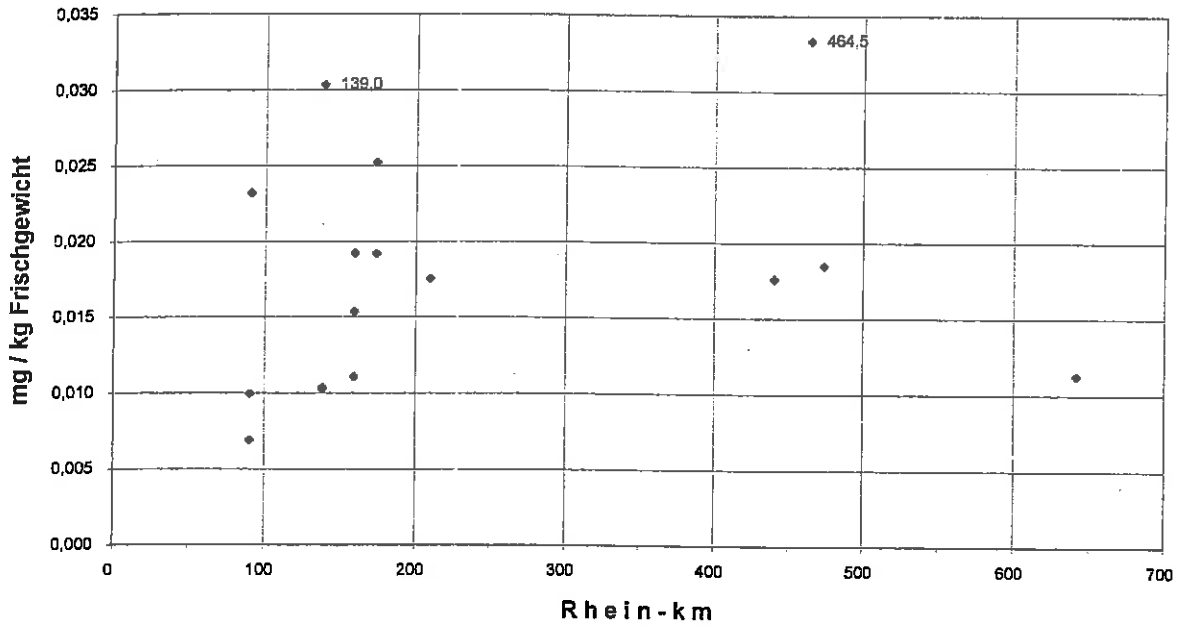
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 180 in Rhein - Barbe, 1995



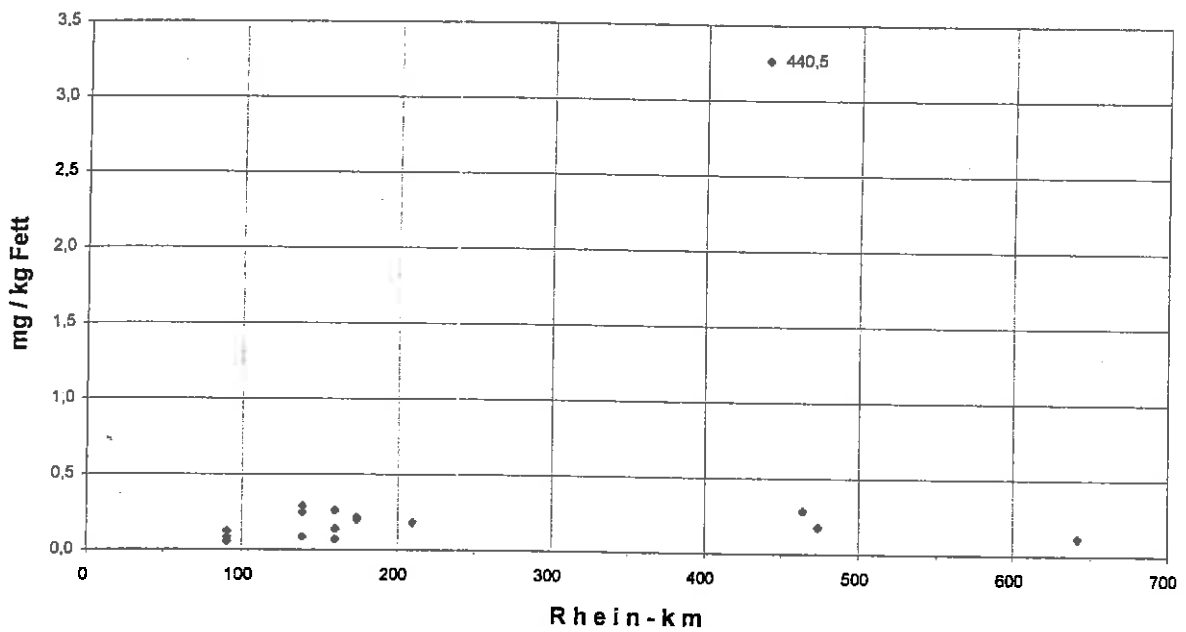
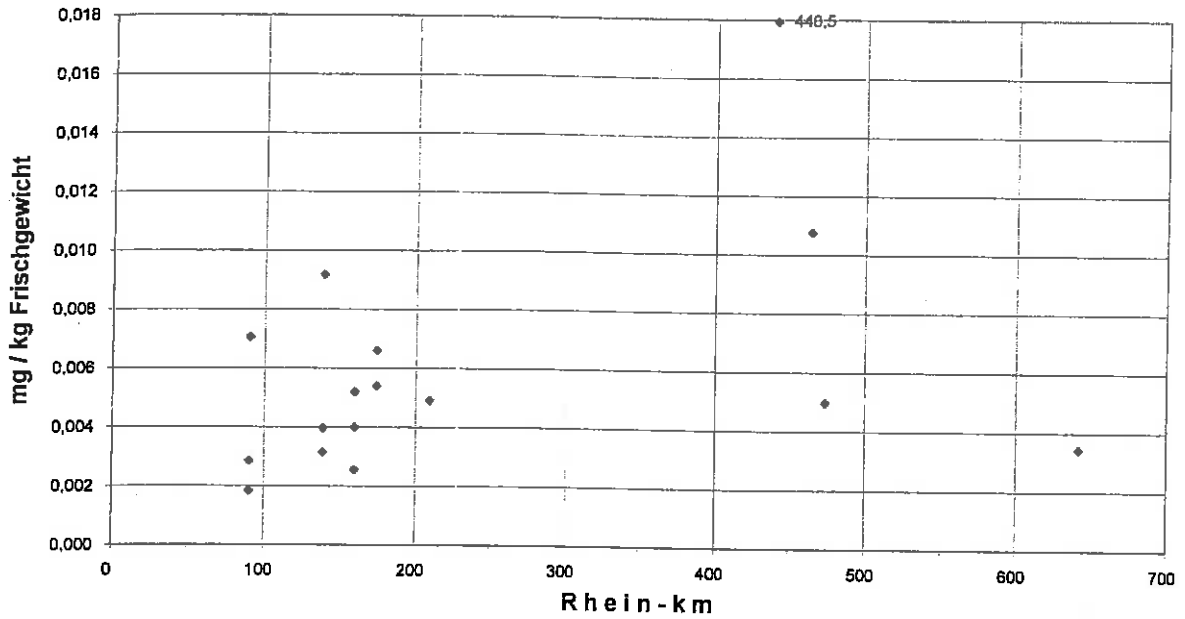
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

PCB 118 in Rhein - Barbe, 1995



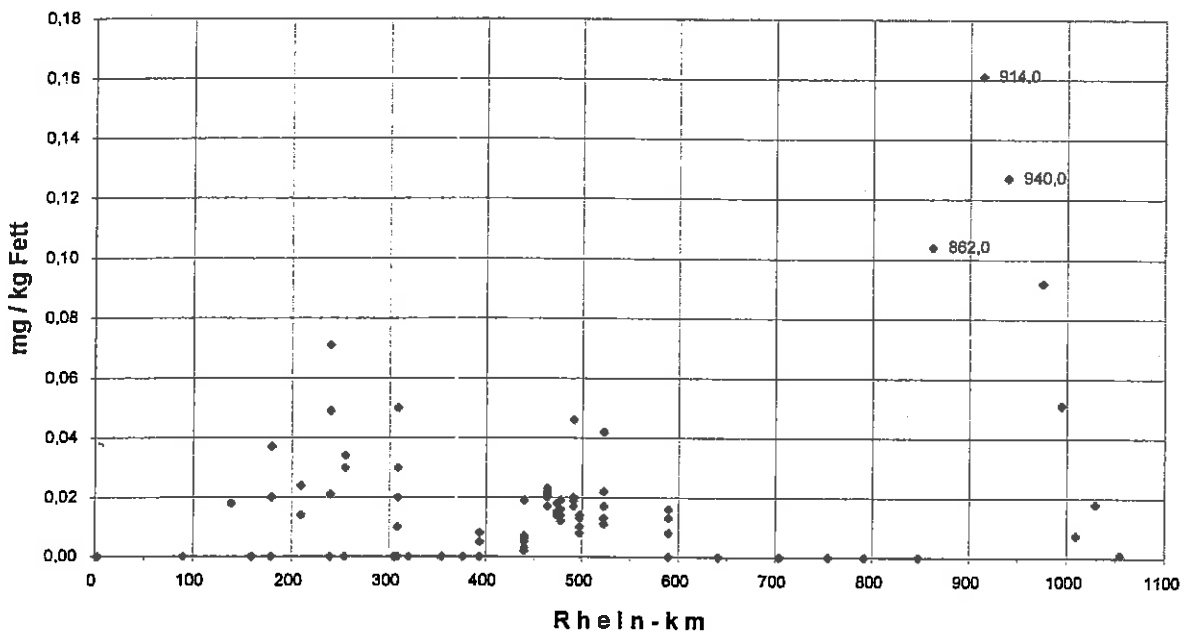
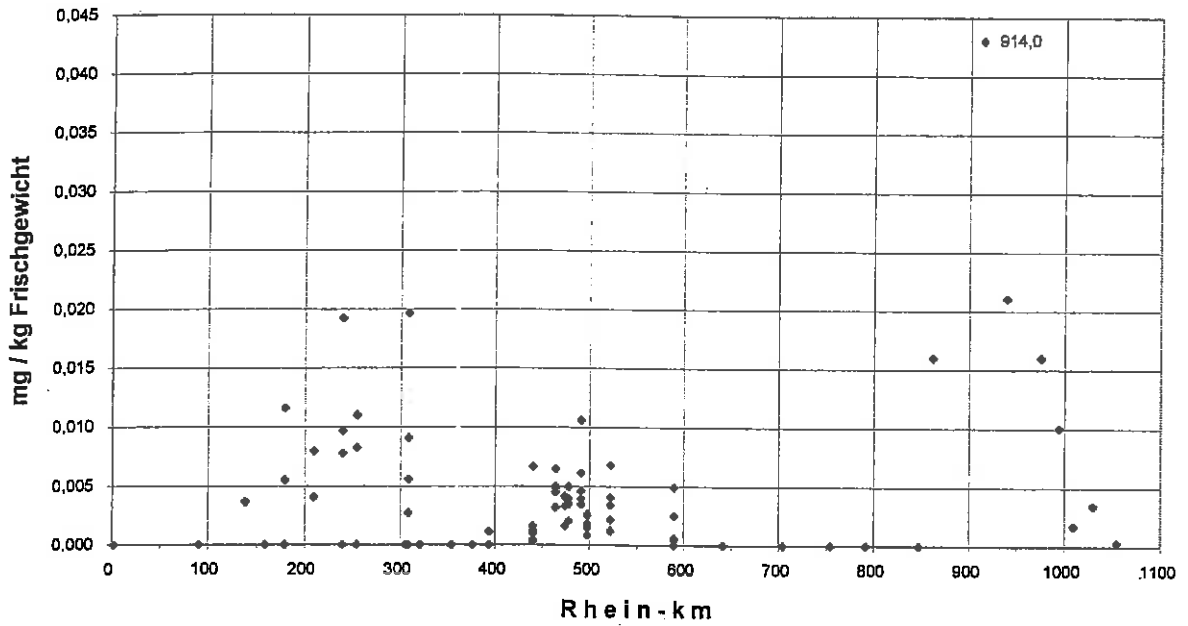
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

PCB 156 in Rhein - Barbe, 1995



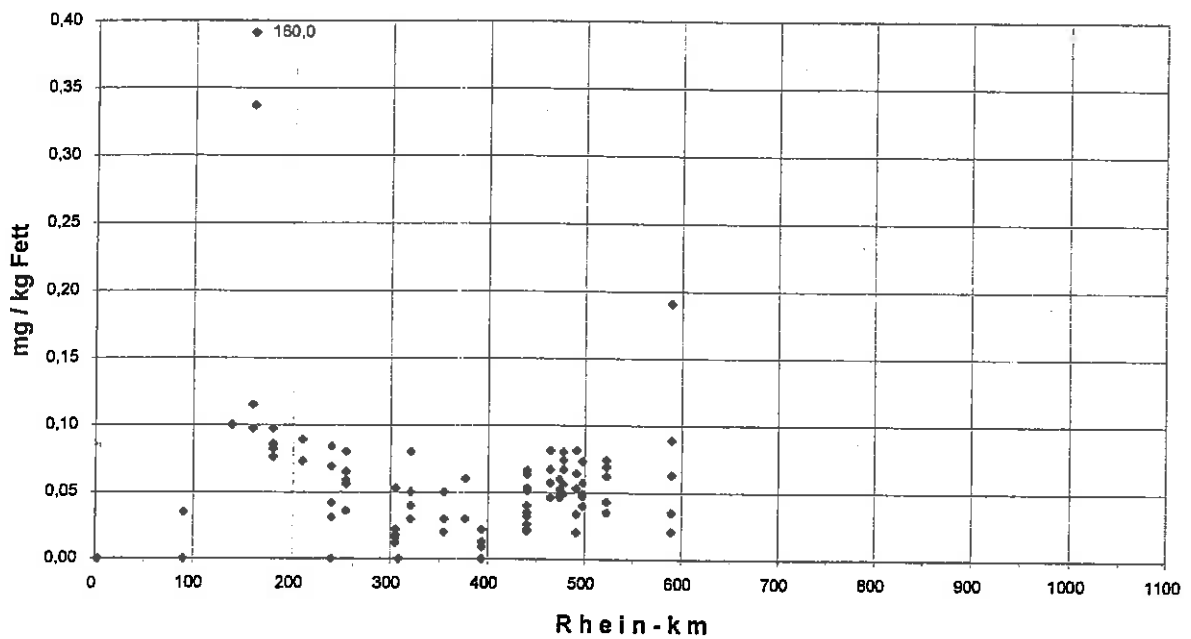
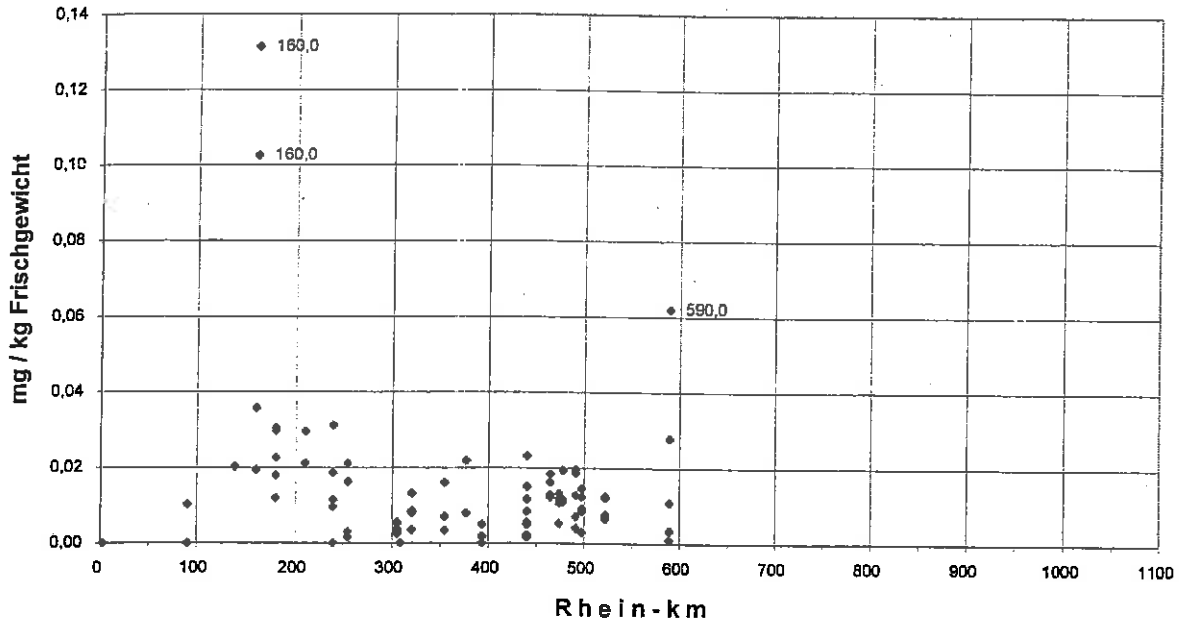
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Hexachlor - butadien in Rhein - Aal, 1995



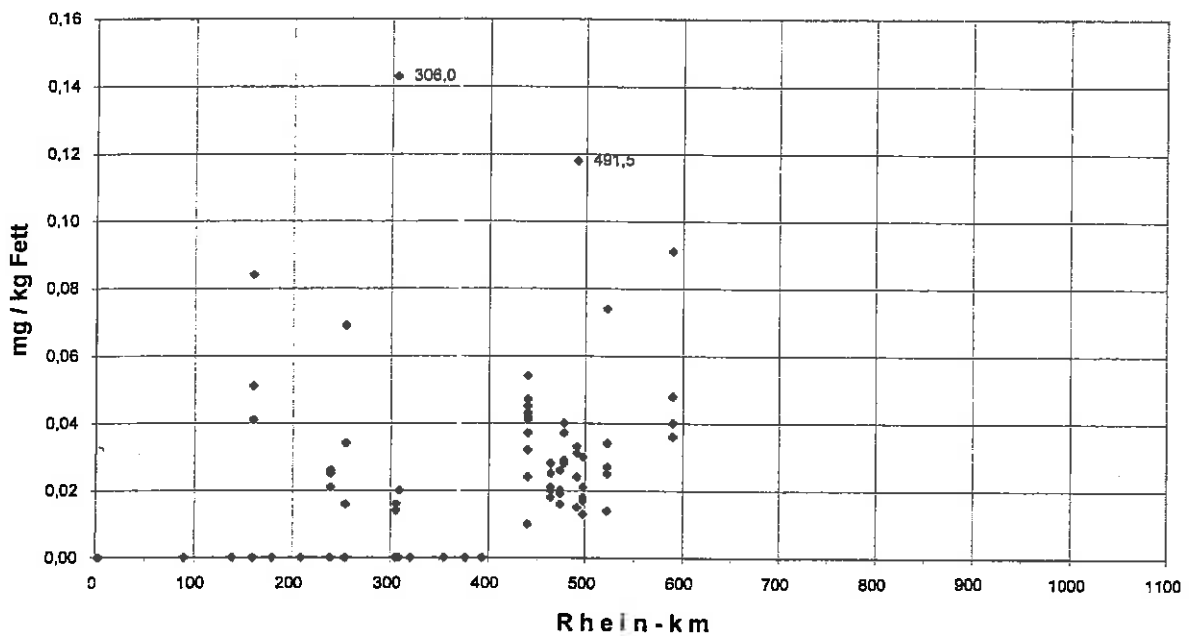
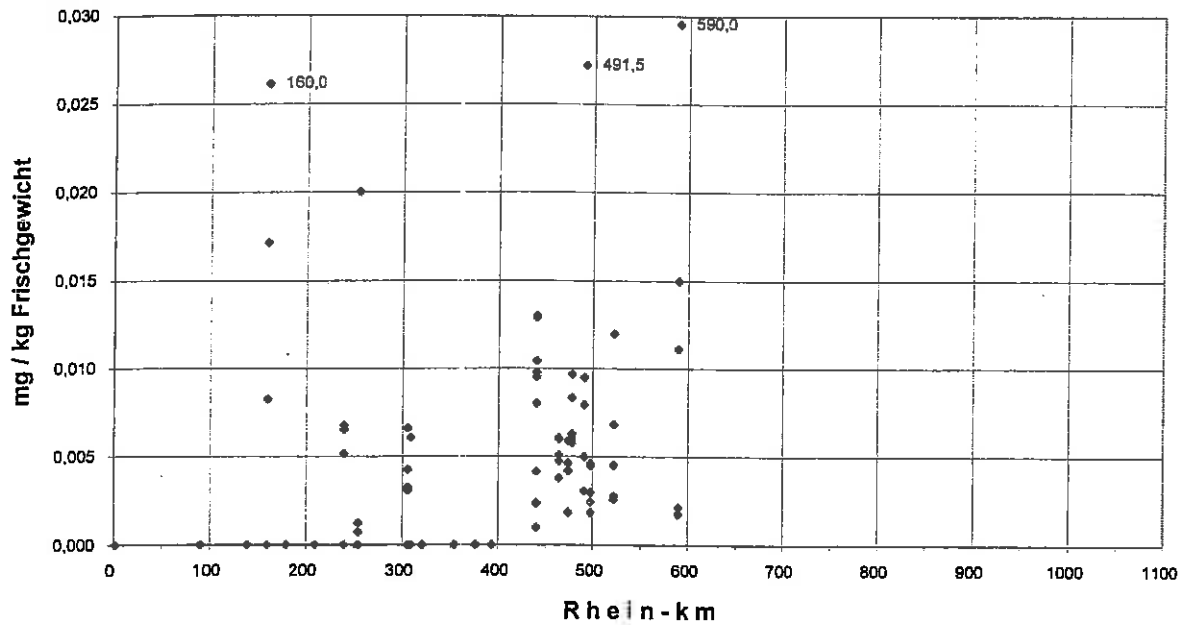
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Moschusxylol in Rhein - Aal, 1995



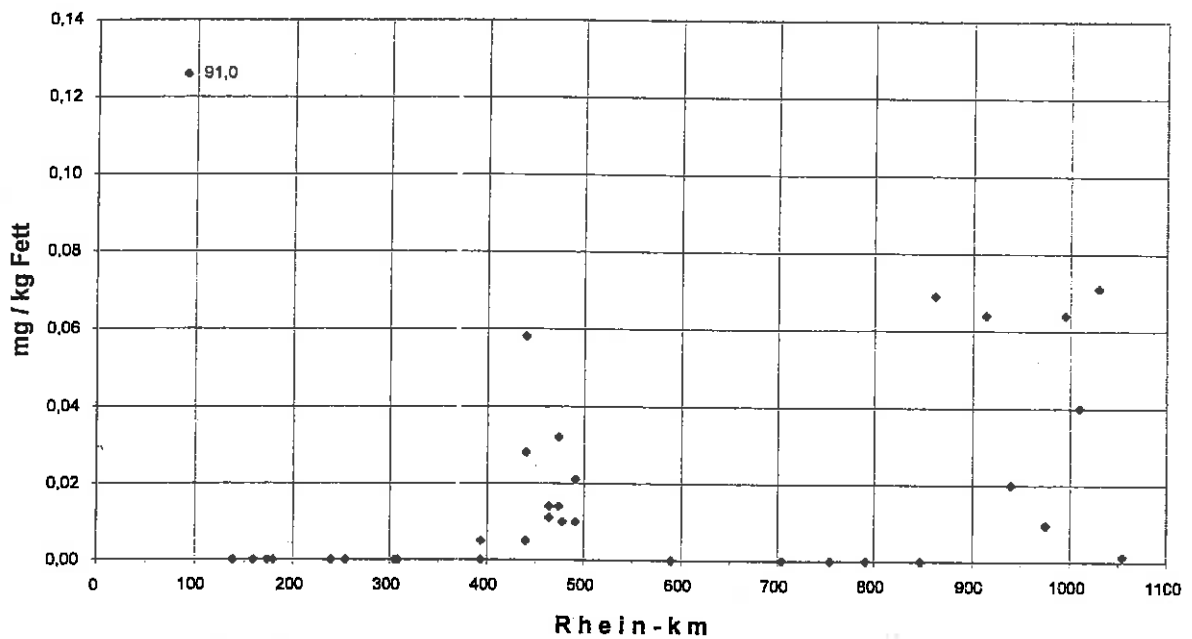
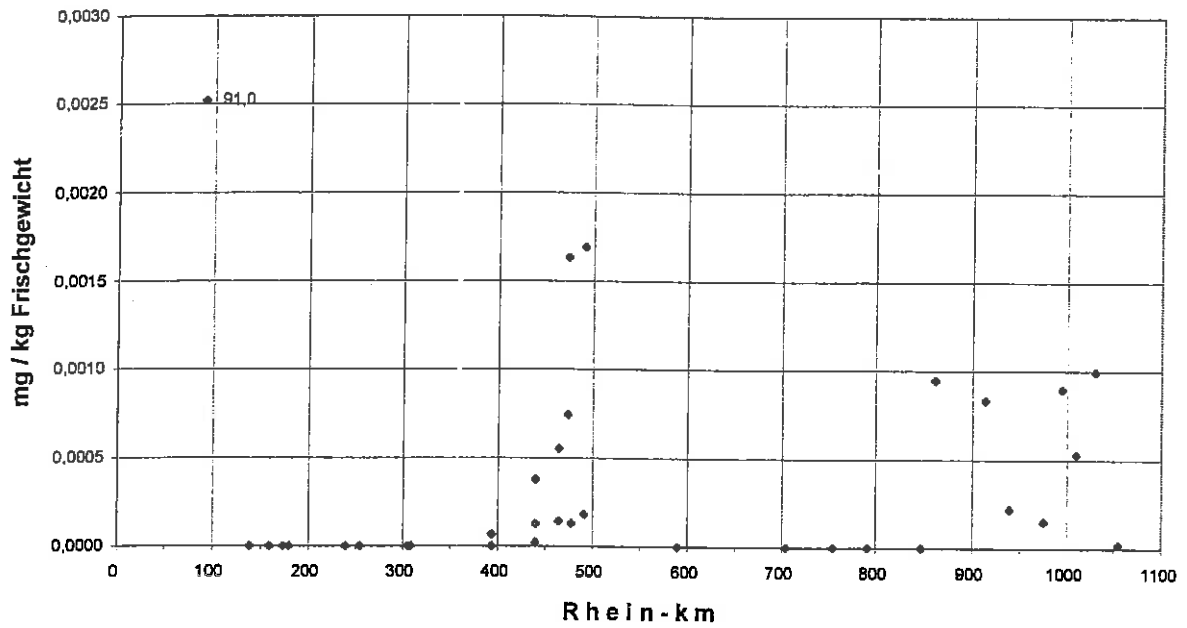
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Bromocyclen in Rhein - Aal, 1995



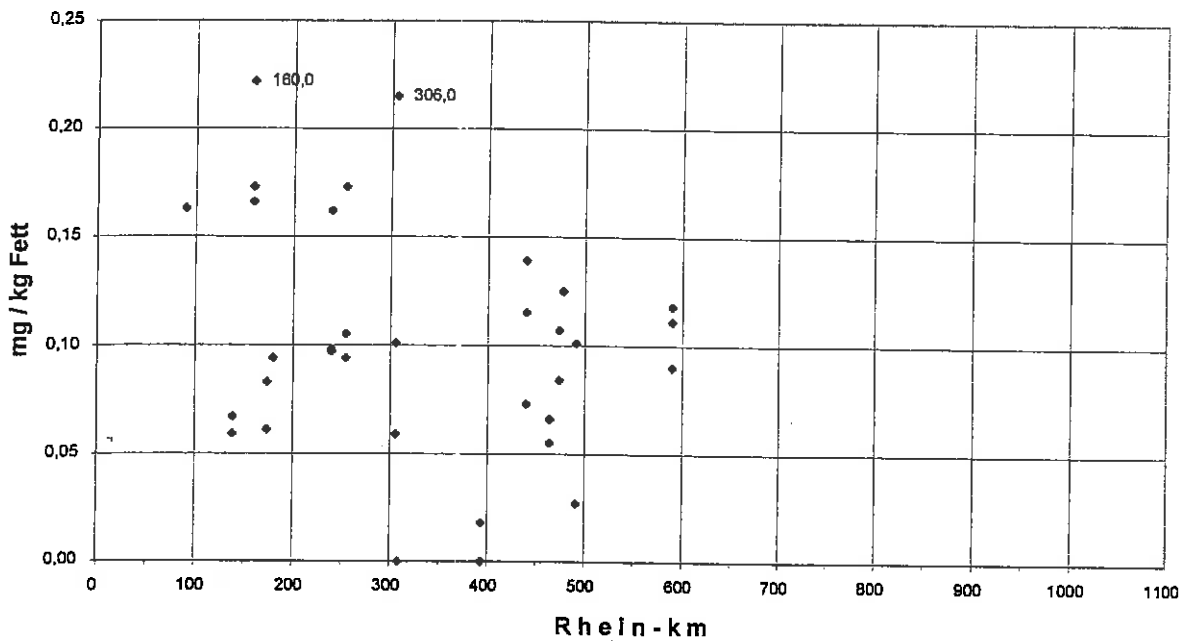
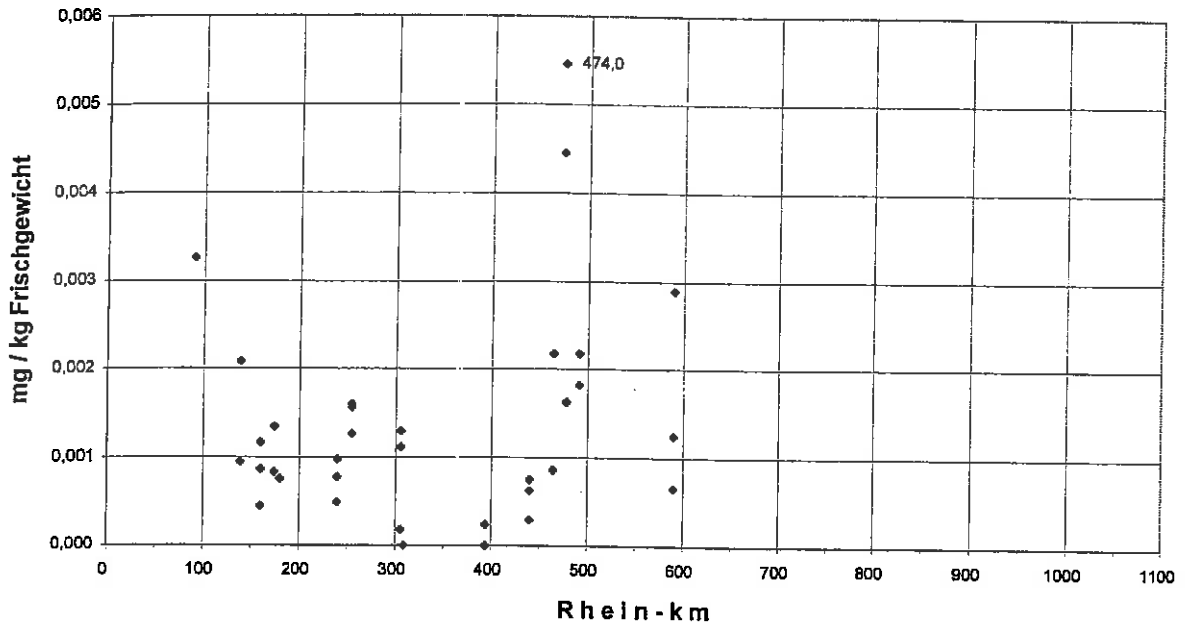
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Hexachlor - butadien in Rhein - Rotaue, 1995



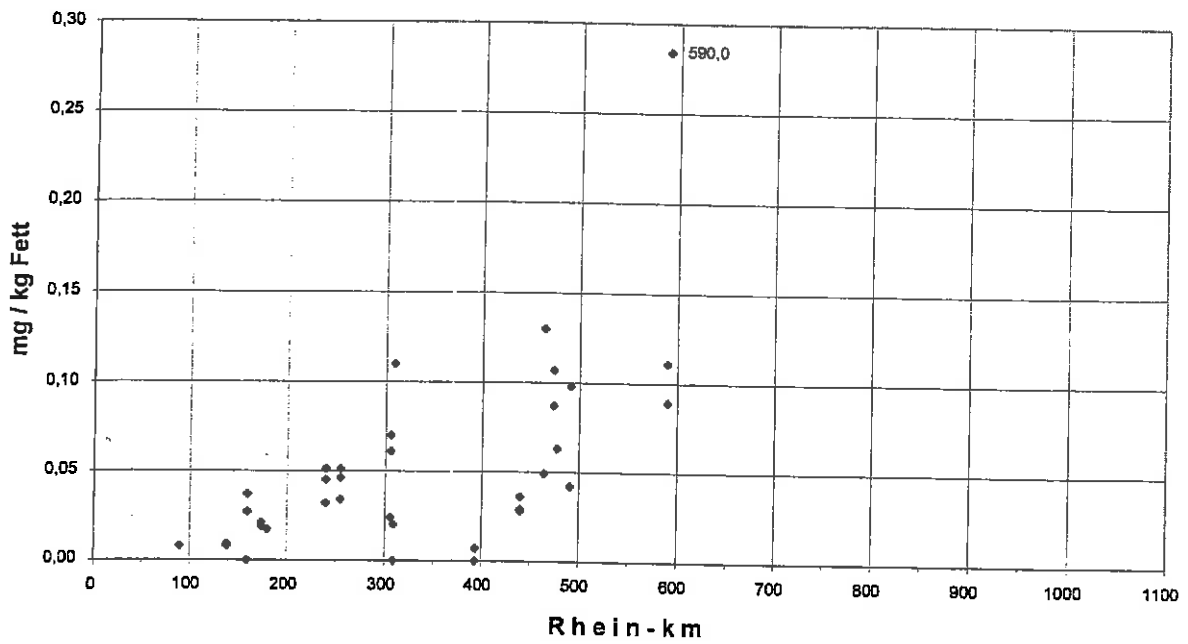
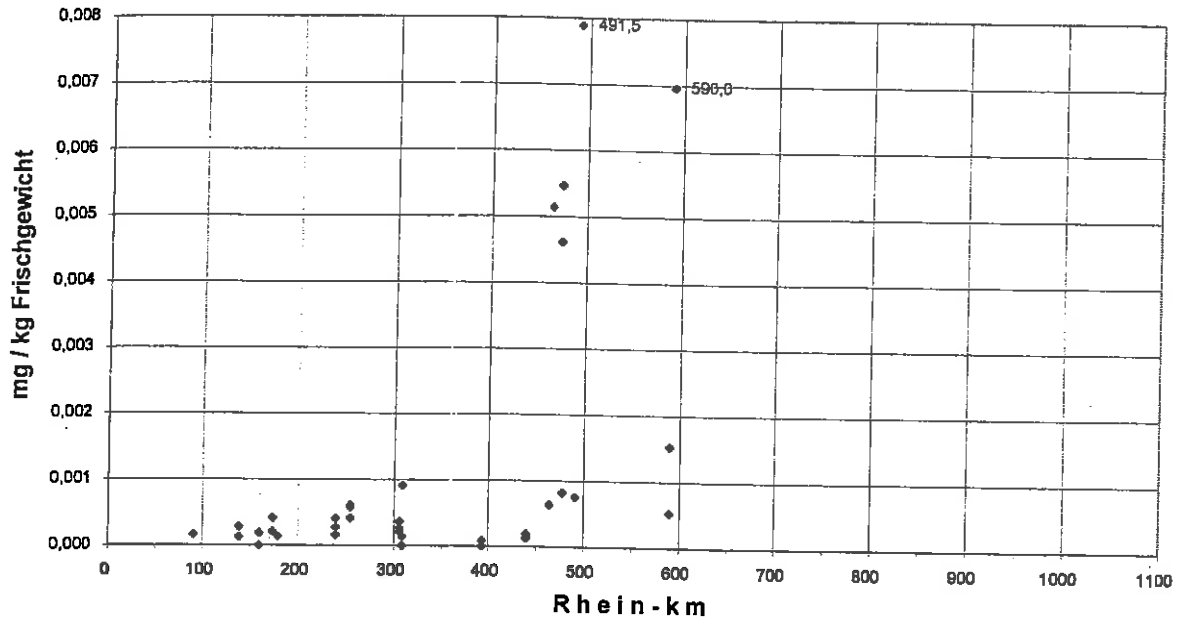
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Moschusxylol in Rhein - Rotauge, 1995



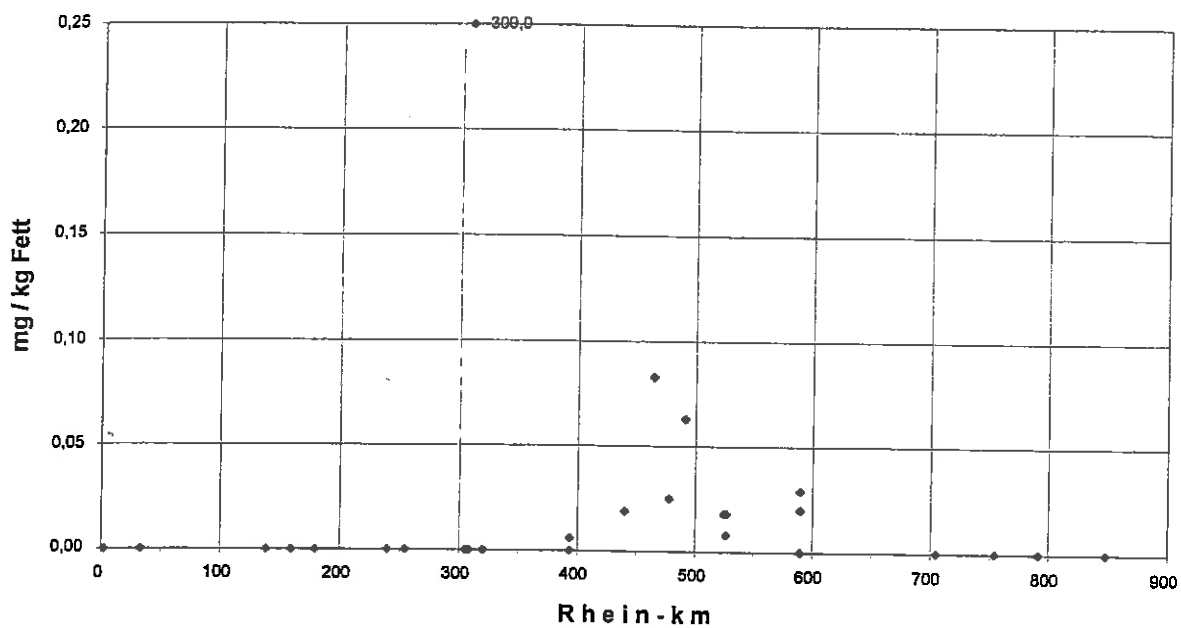
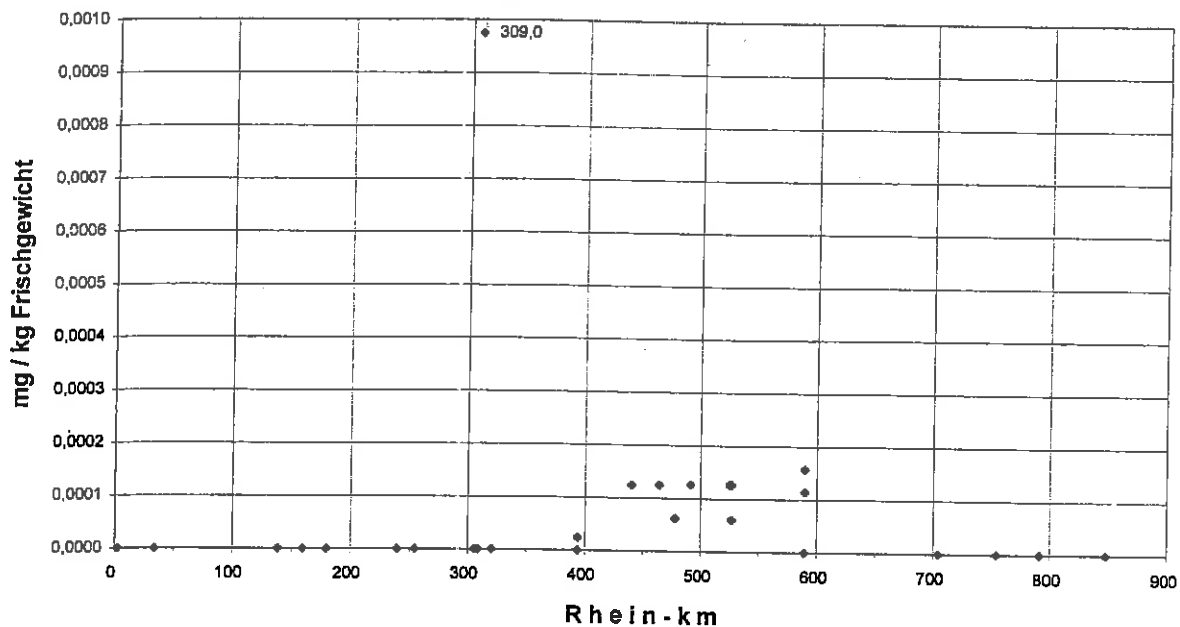
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Bromocyclen in Rhein - Rotauge, 1995



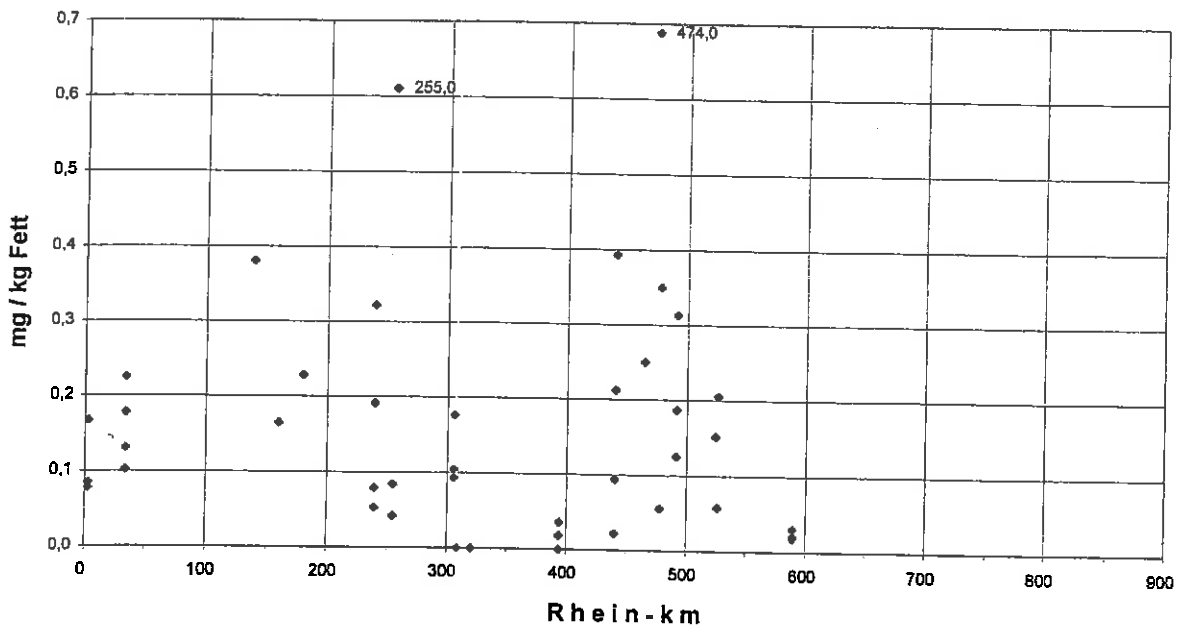
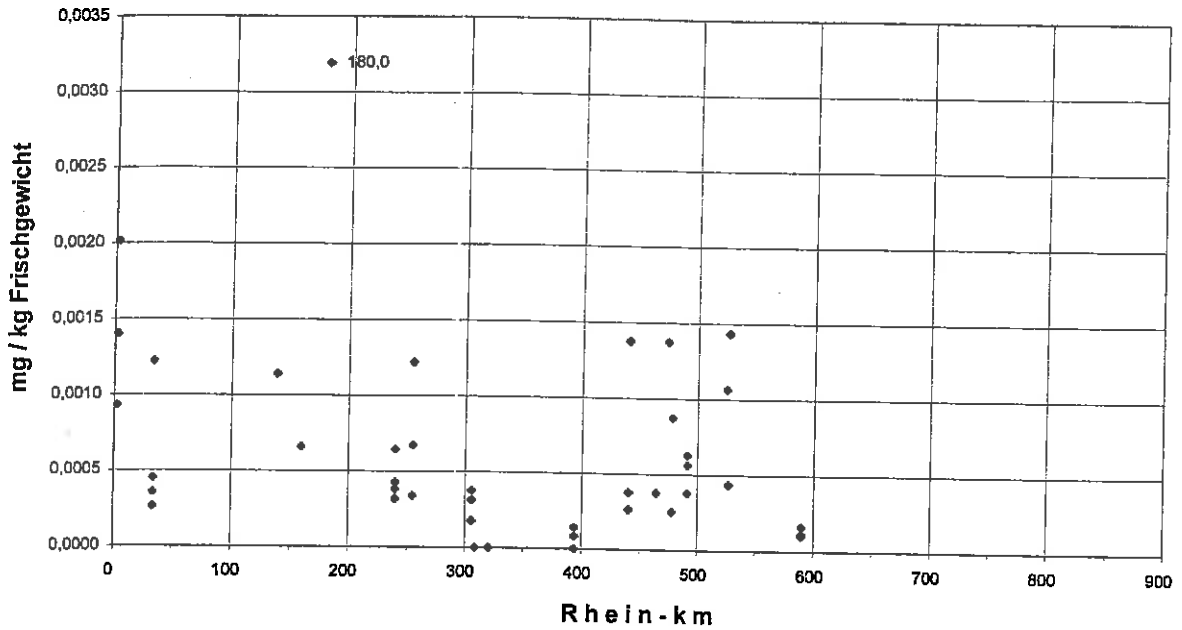
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Hexachlor - butadien in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



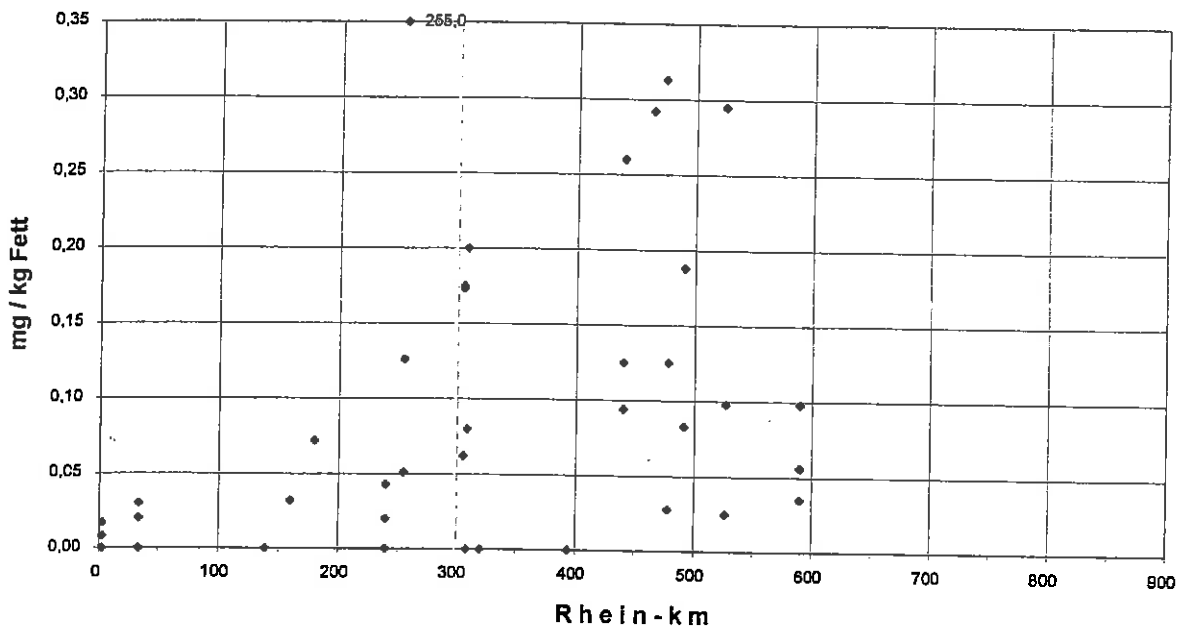
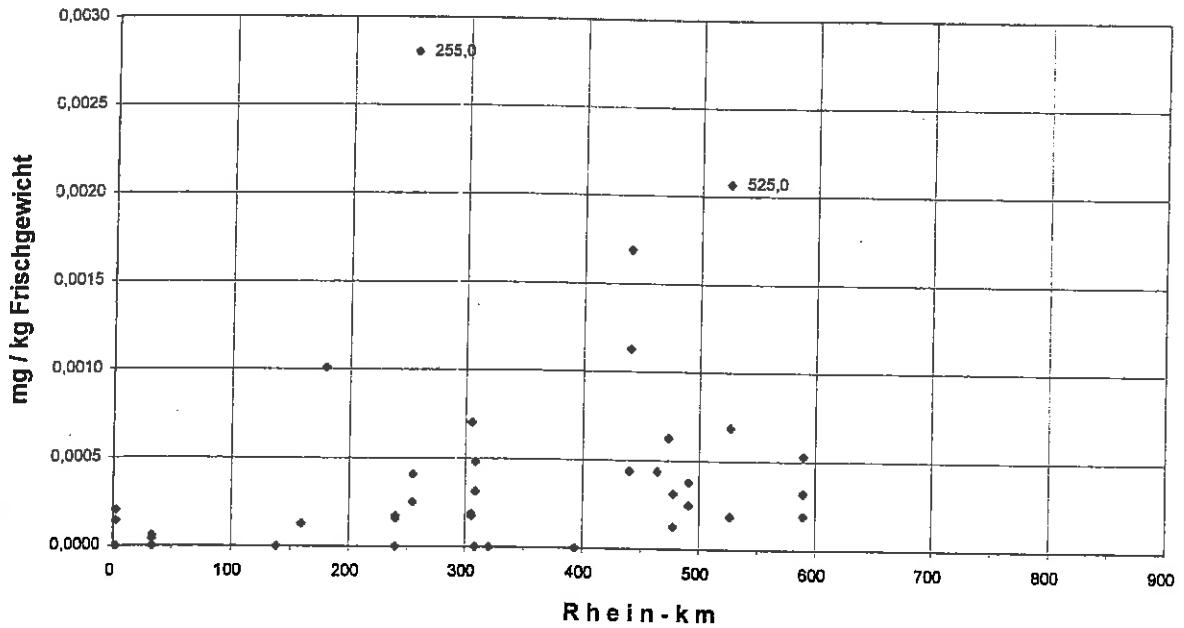
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Moschusxylol in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



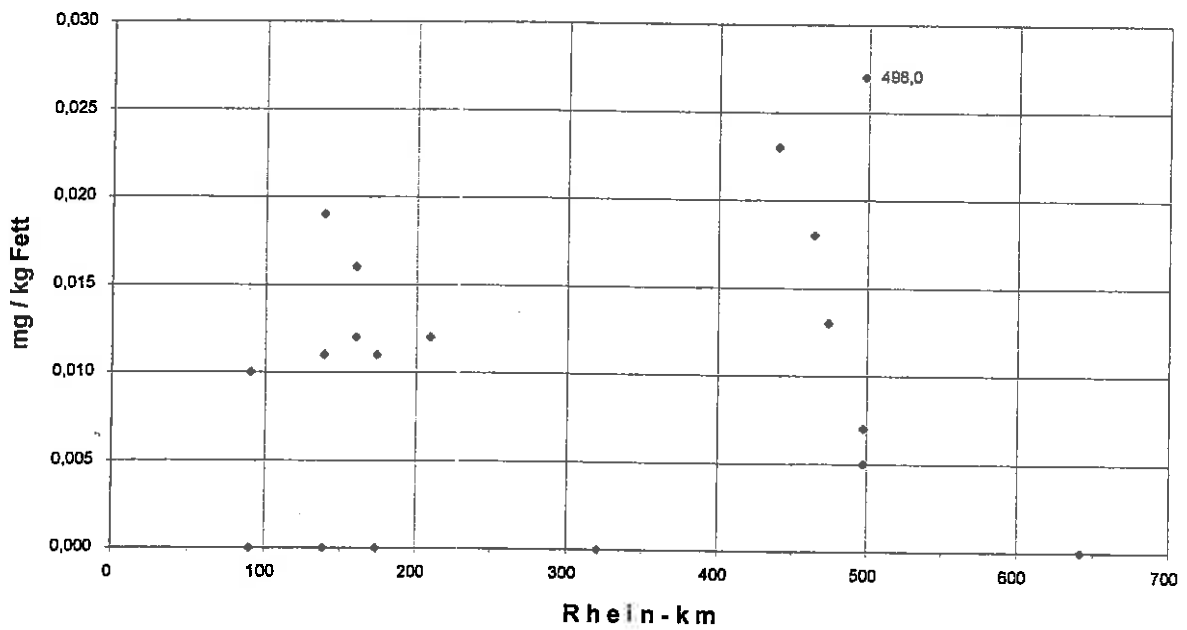
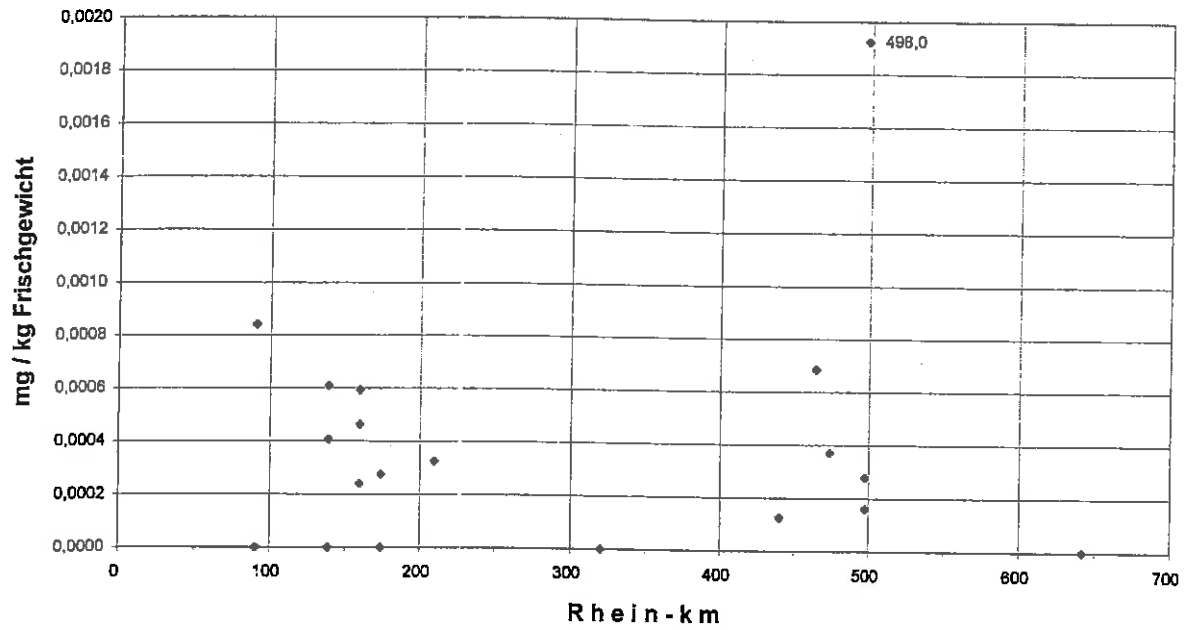
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Bromocyclen in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995



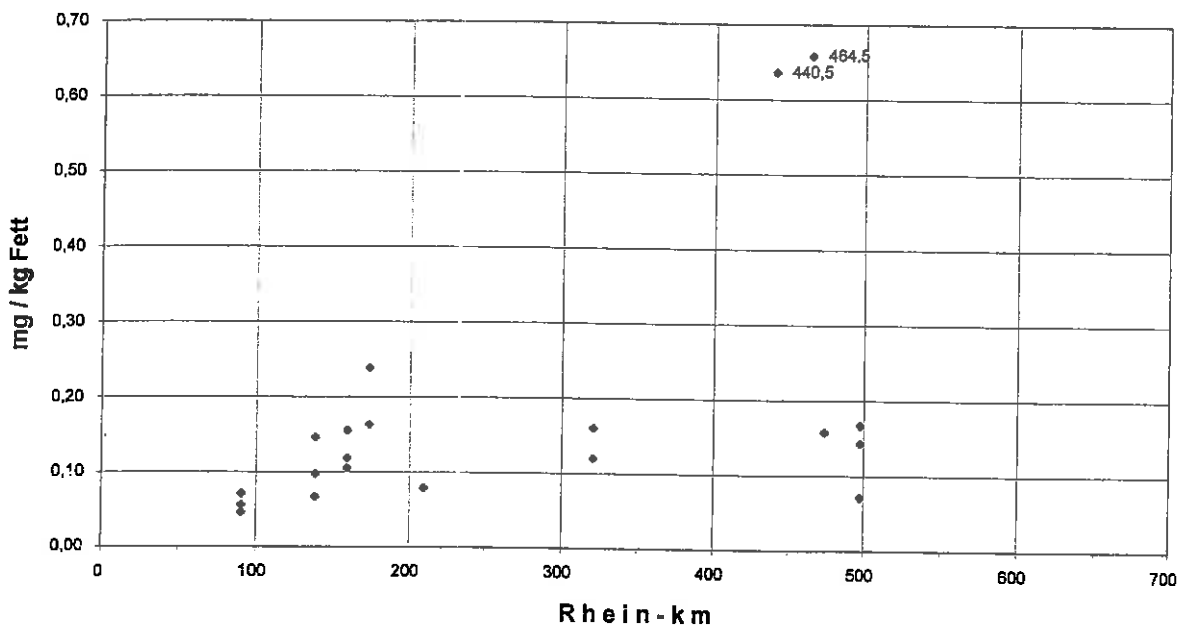
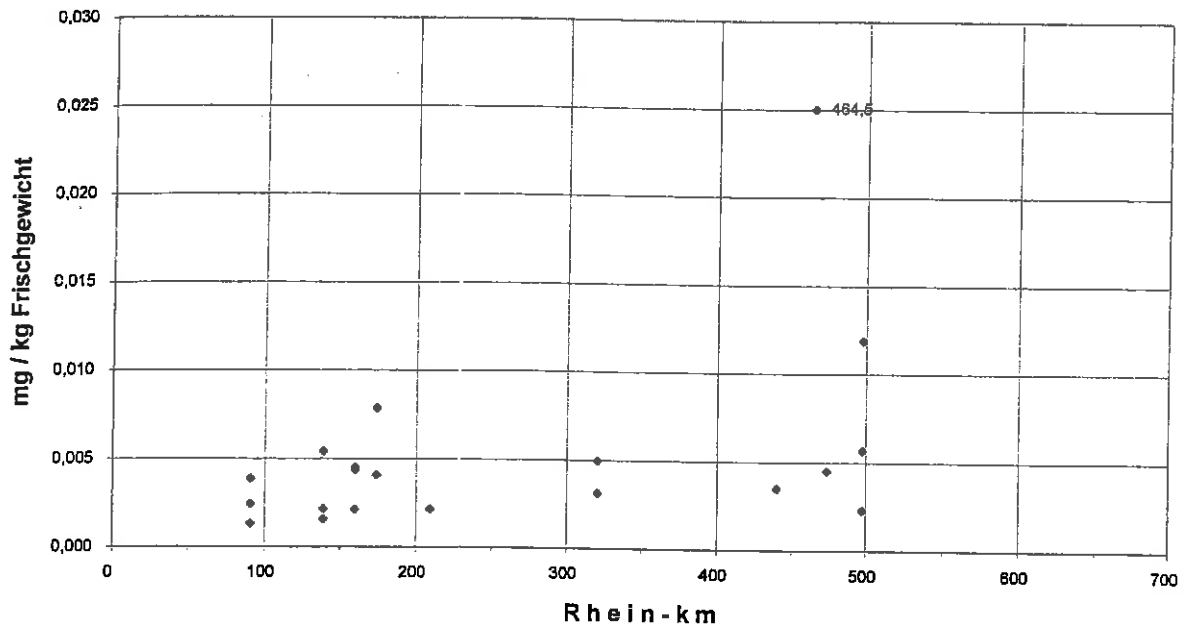
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Hexachlor - butadien in Rhein - Barbe, 1995



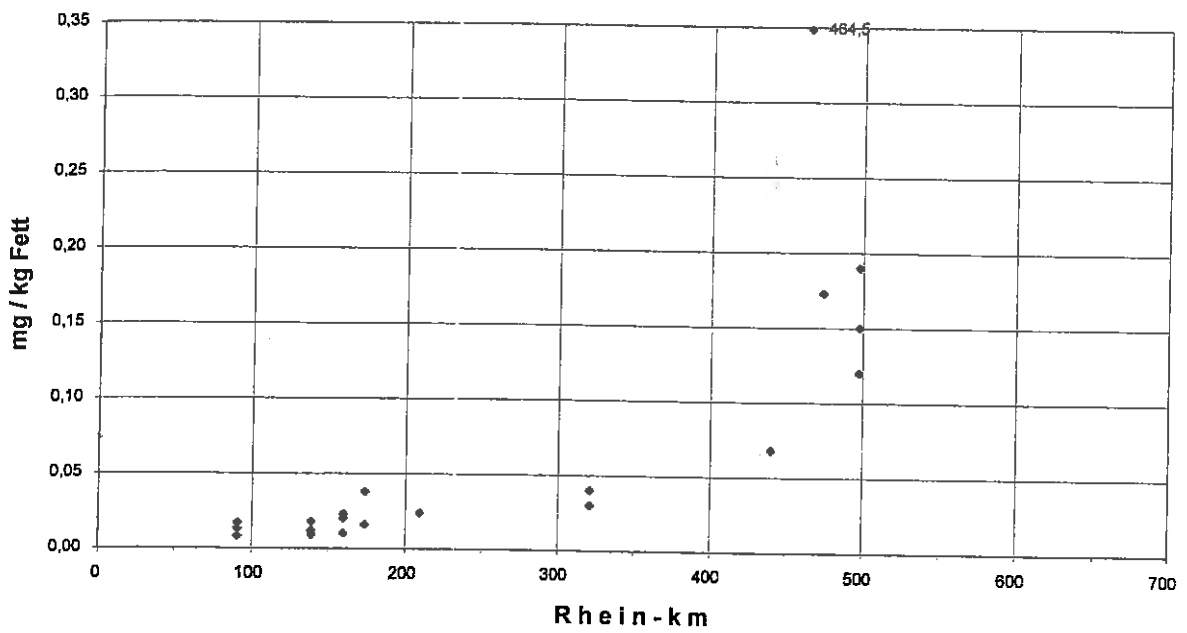
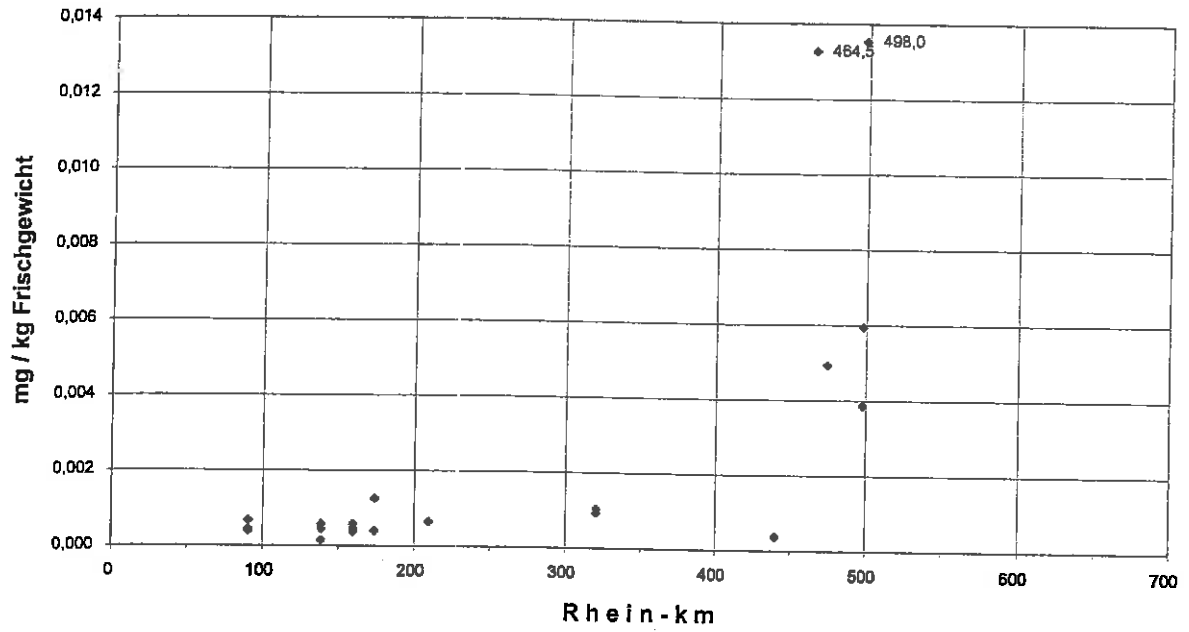
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Moschusxylol in Rhein - Barbe, 1995



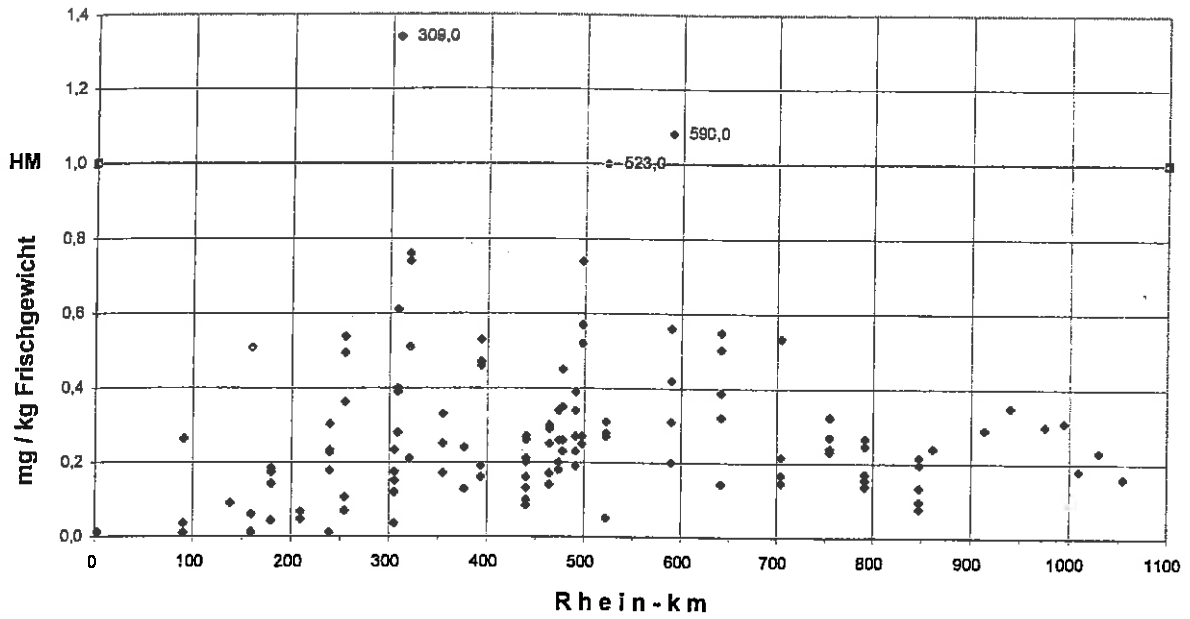
Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Bromocyclen in Rhein - Barbe, 1995

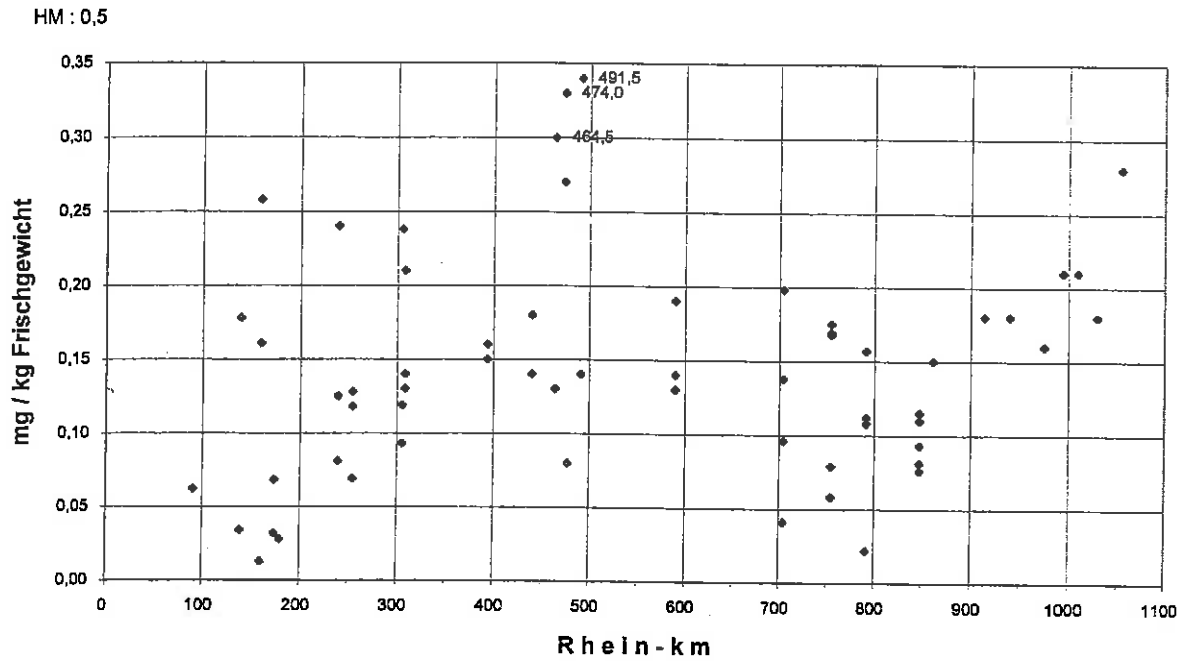


Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.

Quecksilber in Rhein - Aal, 1995

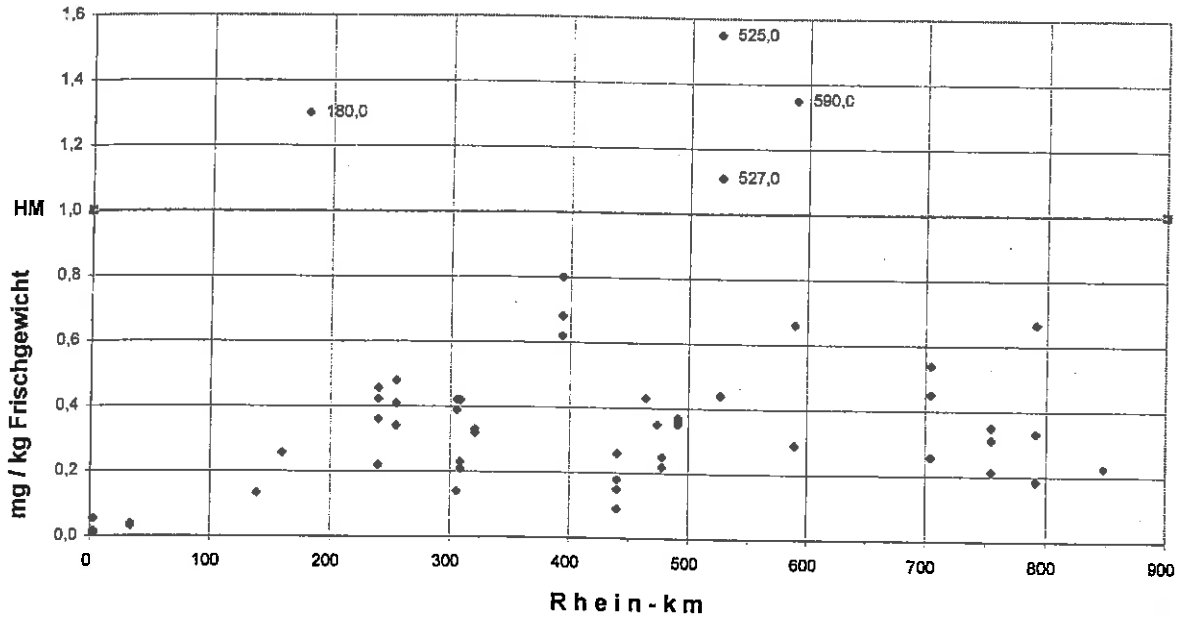


Rhein - Rotaugen

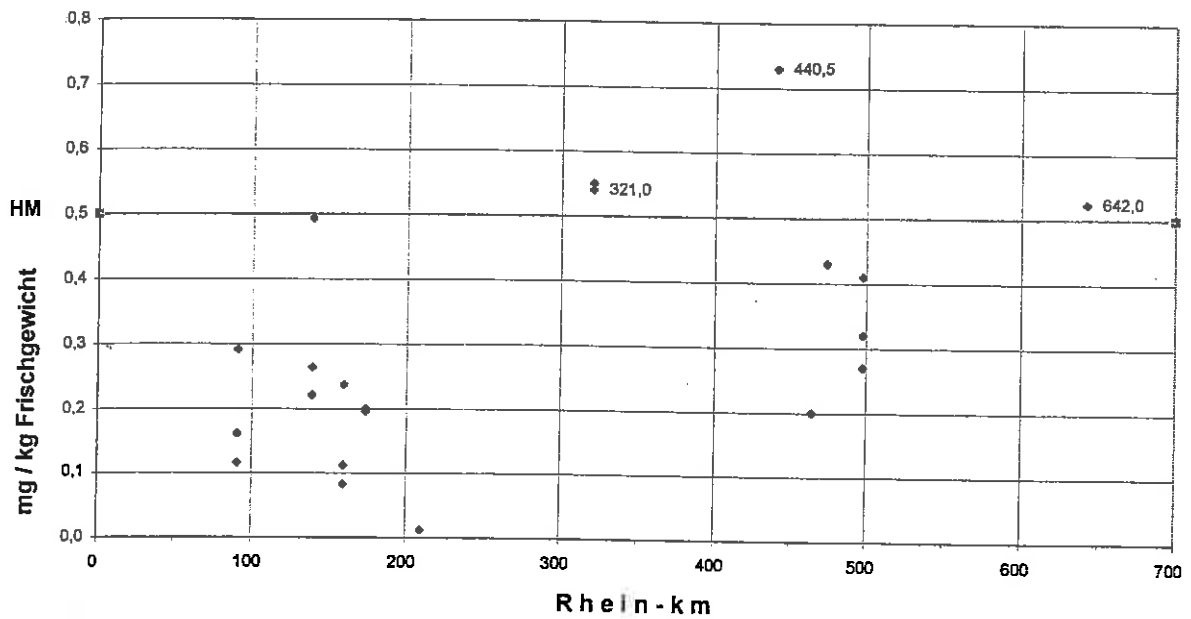


Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

Quecksilber in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995

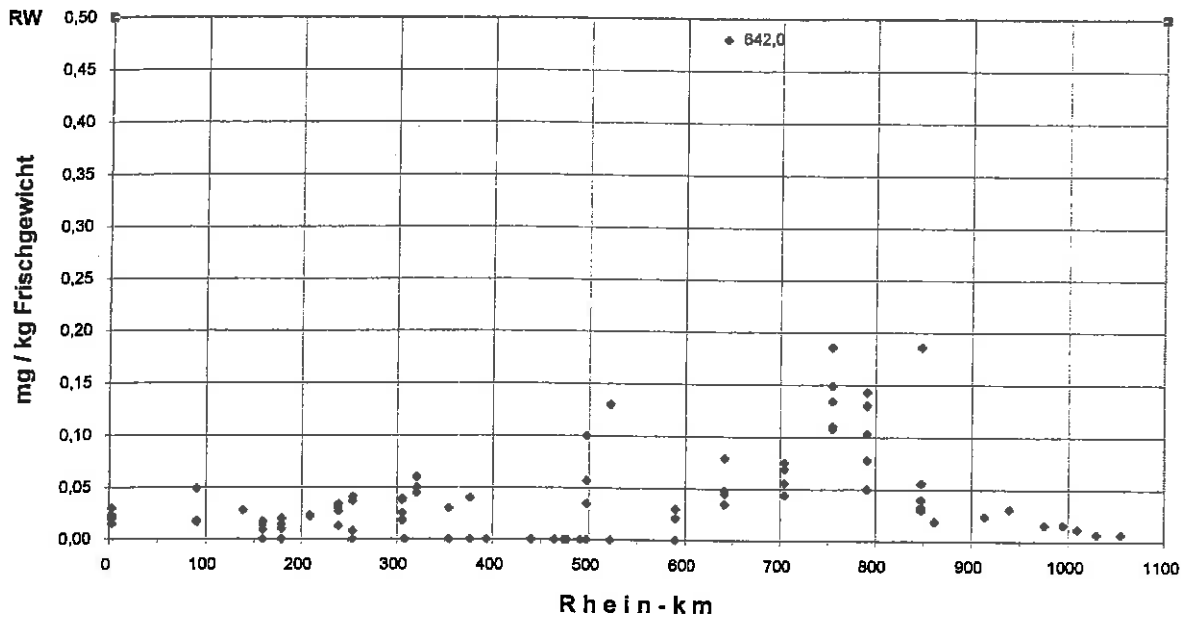


Rhein - Barbe

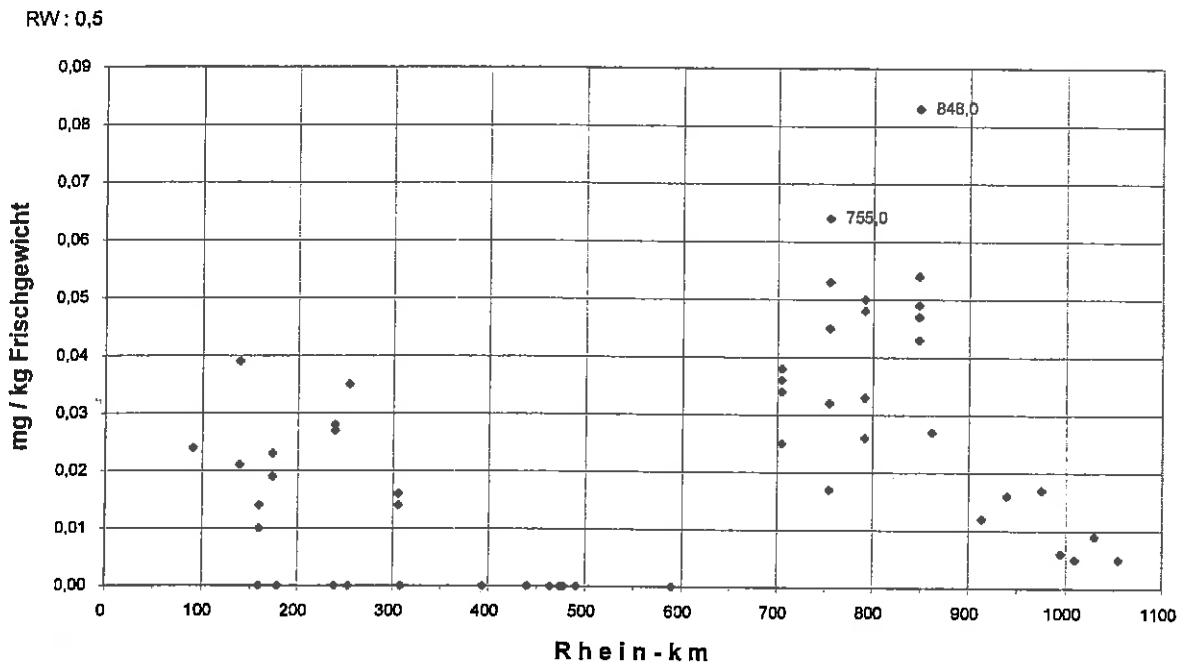


Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
 HM : Höchstmenge nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

Blei in Rhein - Aal, 1995

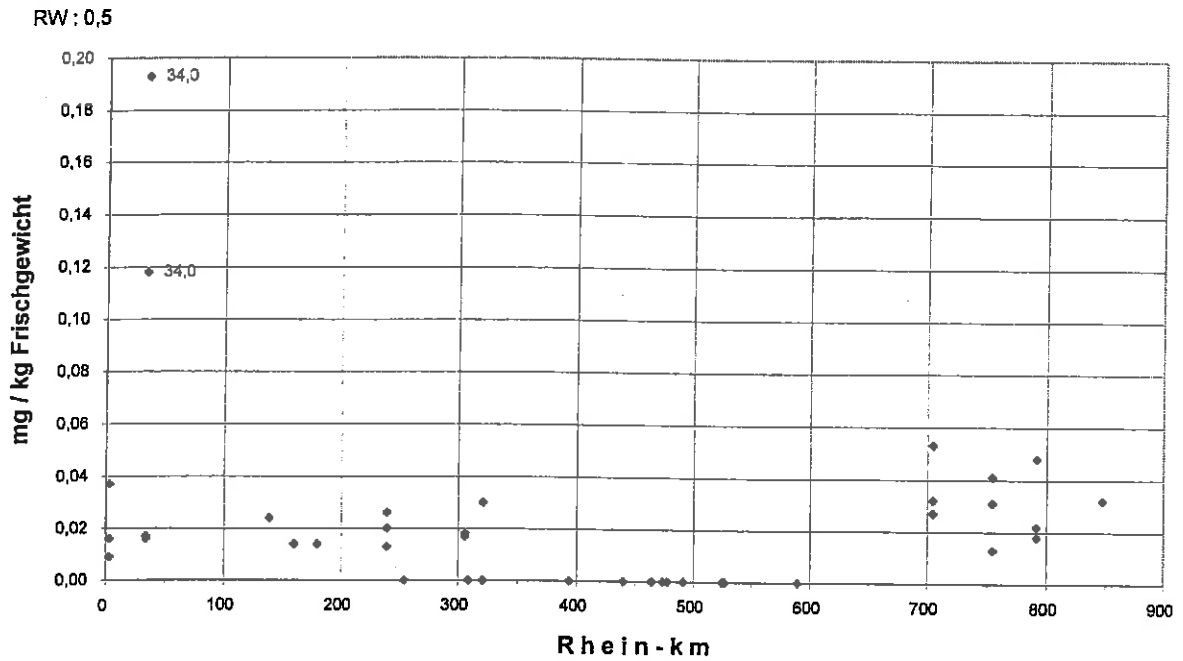


Rhein - Rotaugen

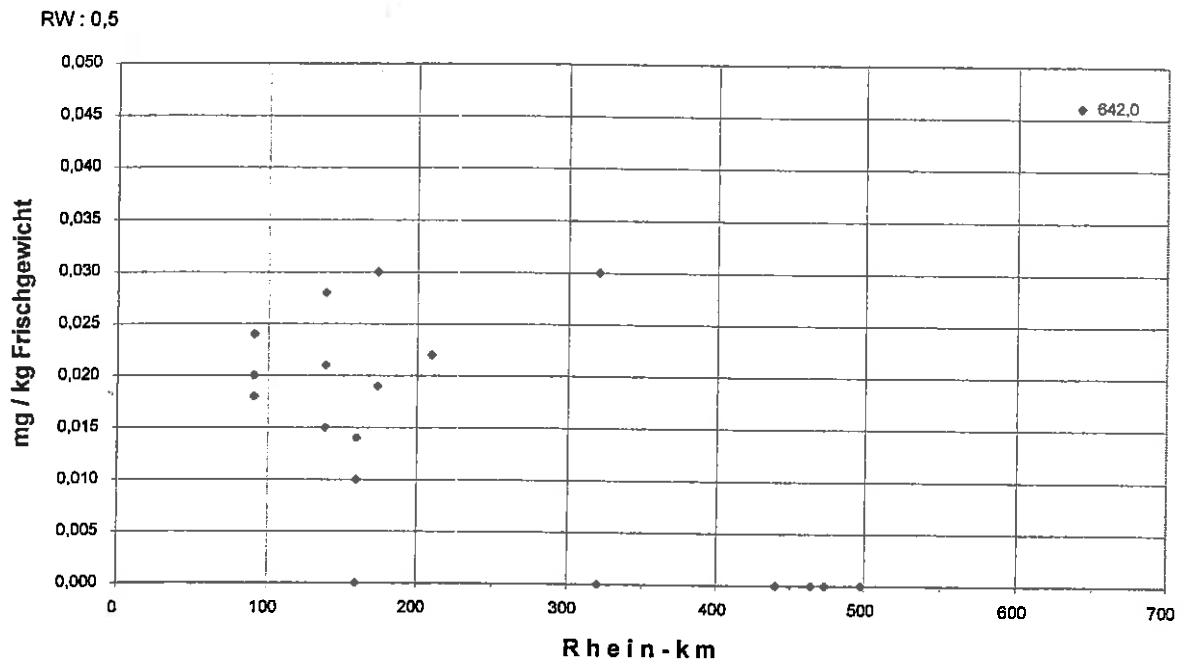


Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
RW : Richtwerte nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

Blei in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995

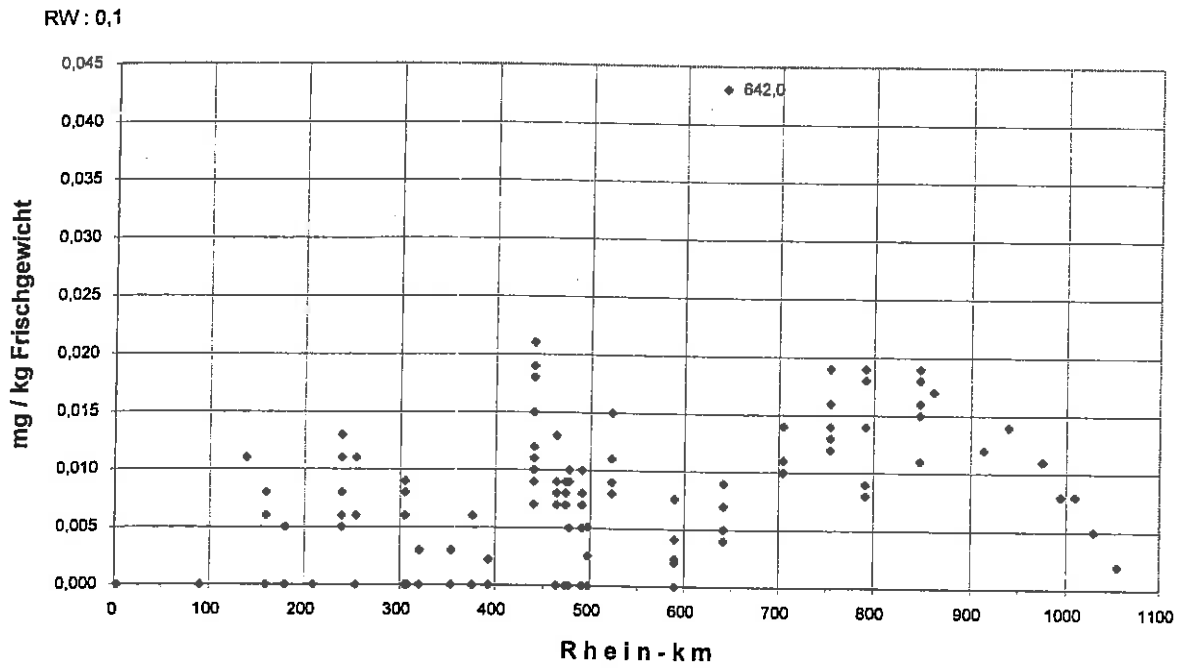


Rhein - Barbe

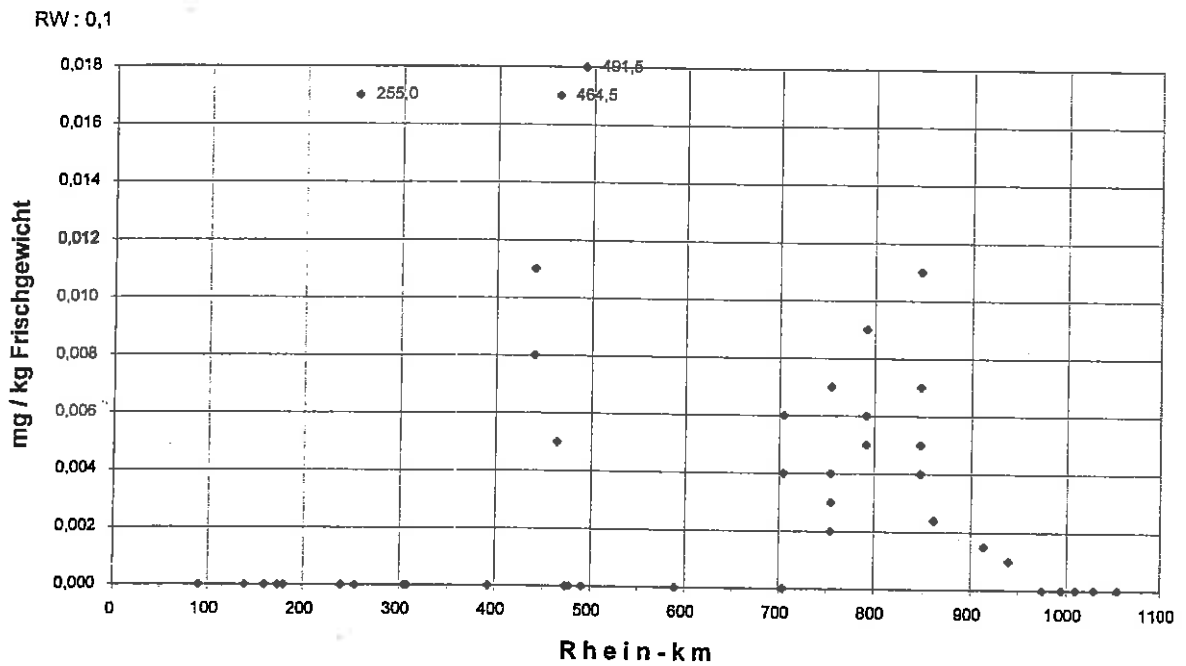


Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
RW : Richtwert nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

Cadmium in Rhein - Aal, 1995

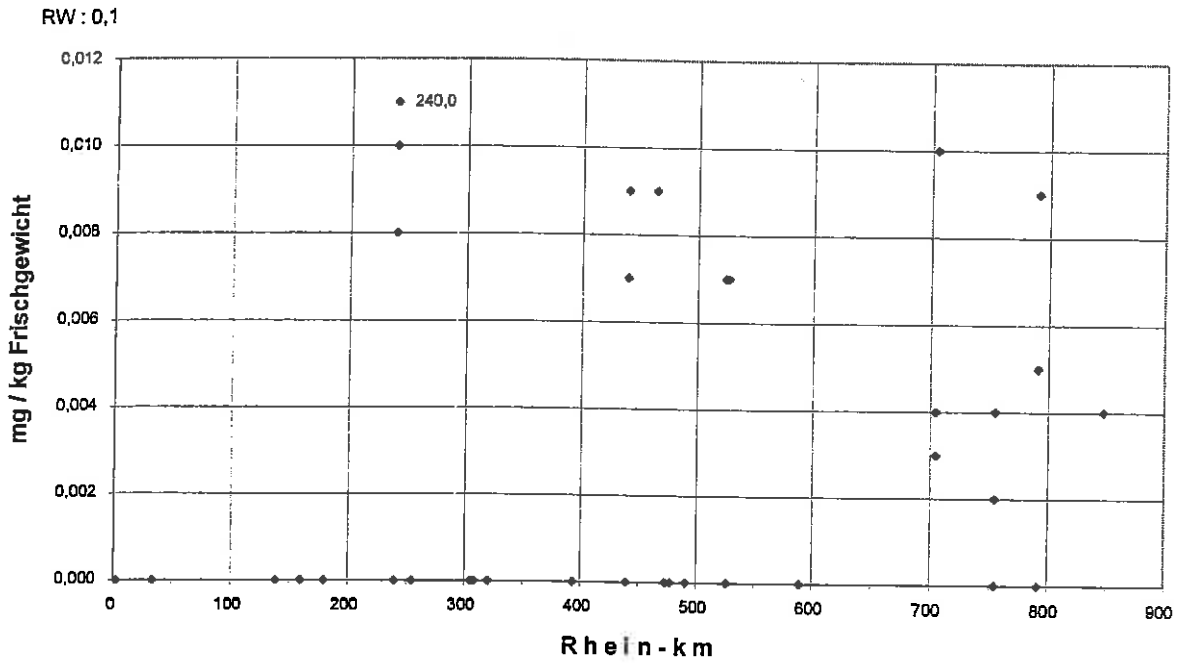


Rhein - Rotaugen

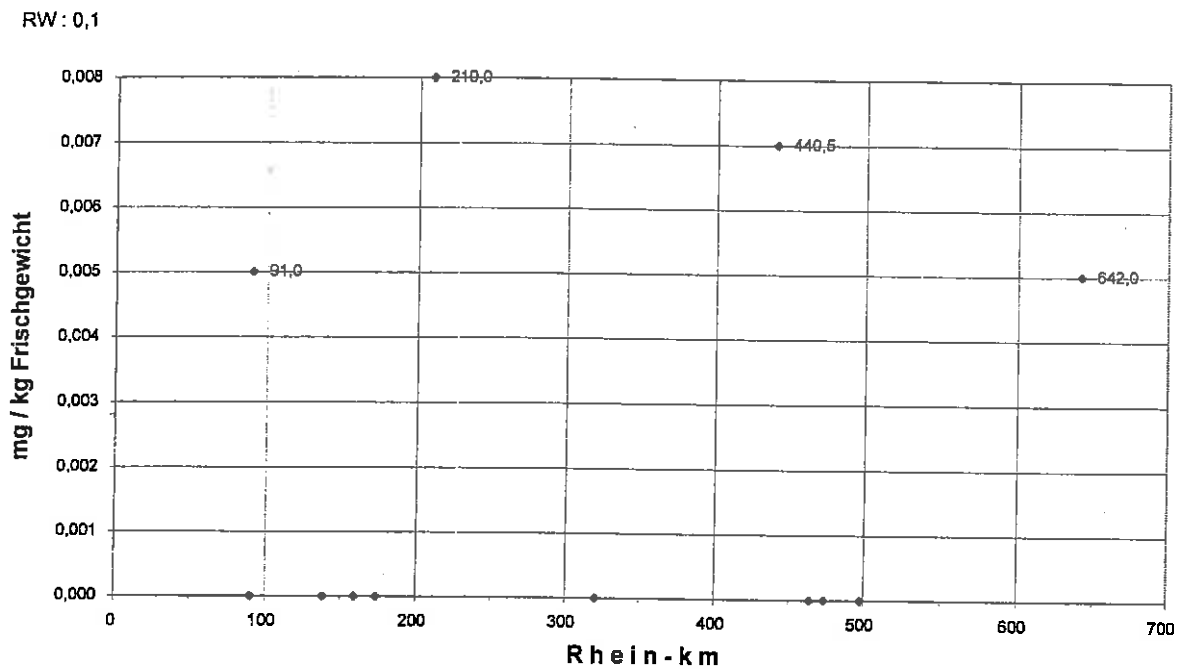


Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
RW : Richtwert nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

Cadmium in Rhein - Barsch/ Hecht/ Zander, 1995

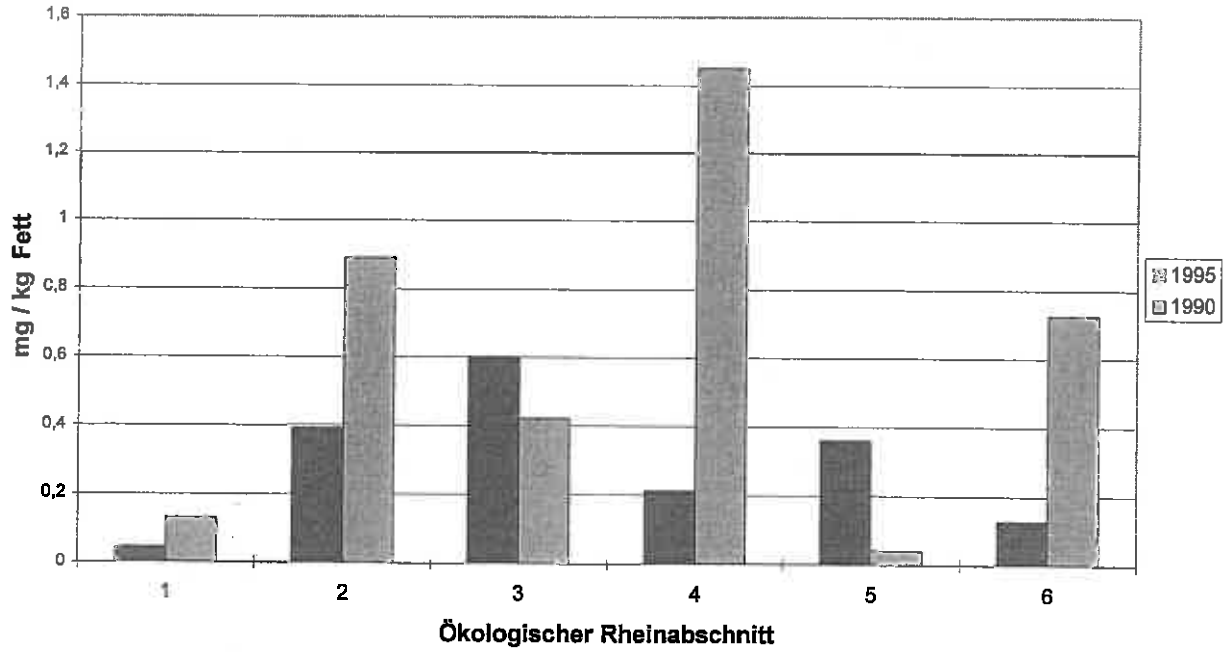


Rhein - Barbe

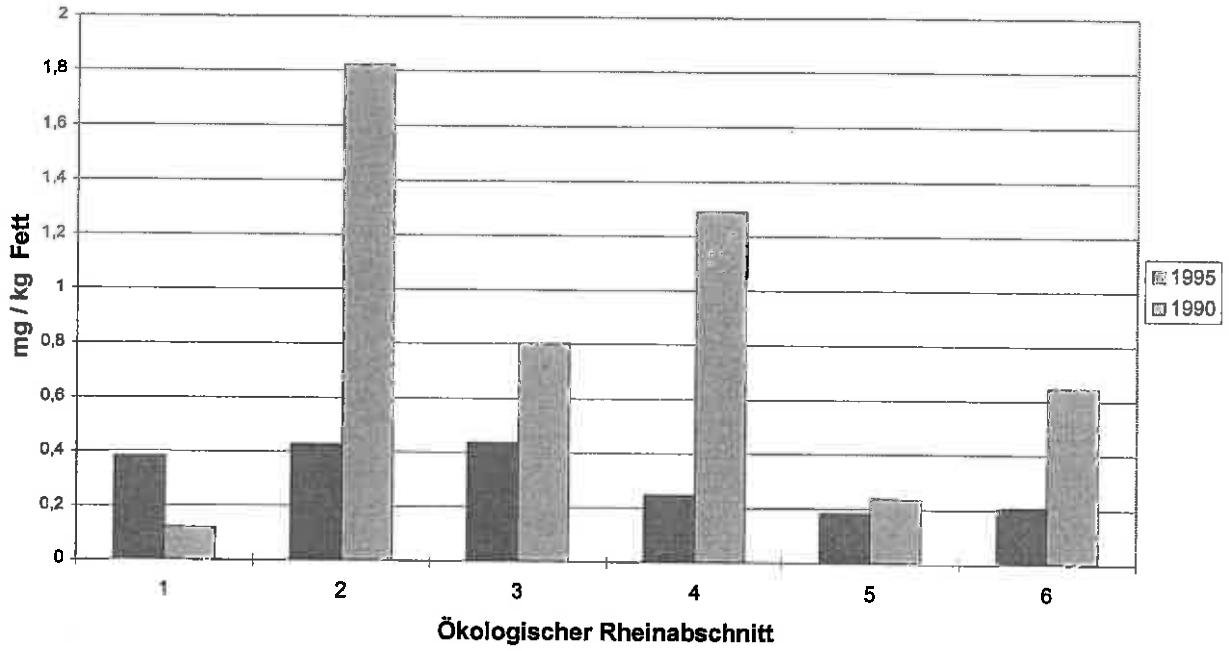


Gehalte unter der Bestimmungsgrenze sind in den Graphiken auf " 0 " gesetzt.
RW : Richtwert nach dem Deutschen Lebensmittelrecht

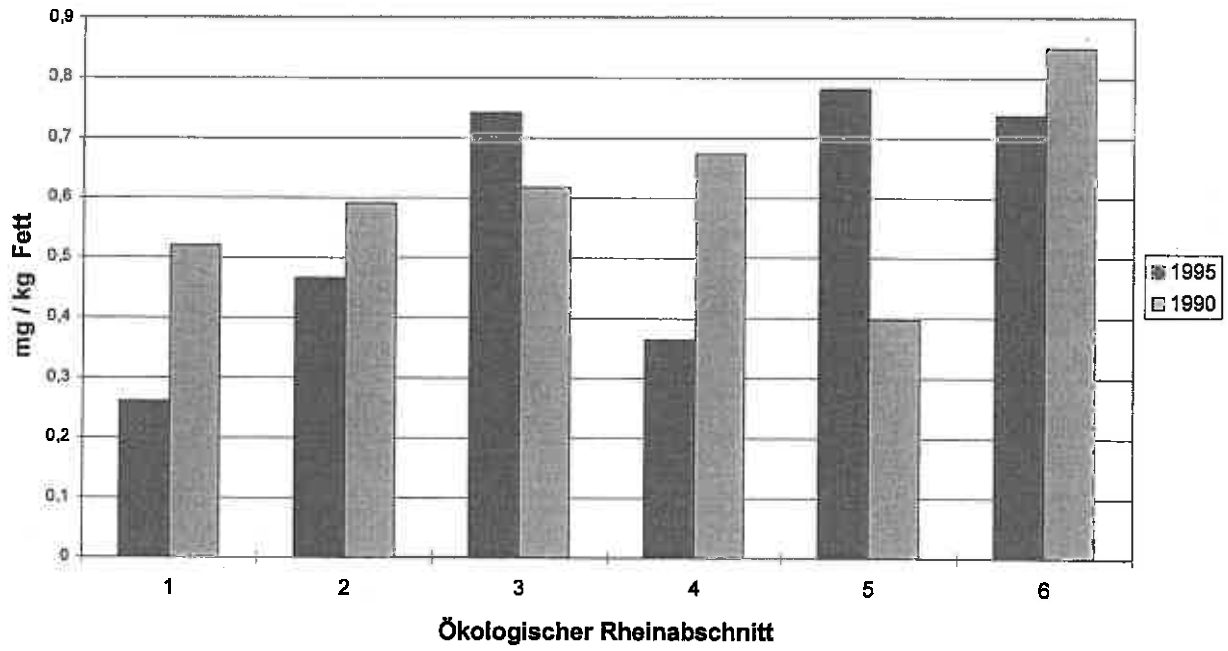
Hexachlorbenzol in Rhein - Aal Vergleich der Mediane von 1995 mit 1990



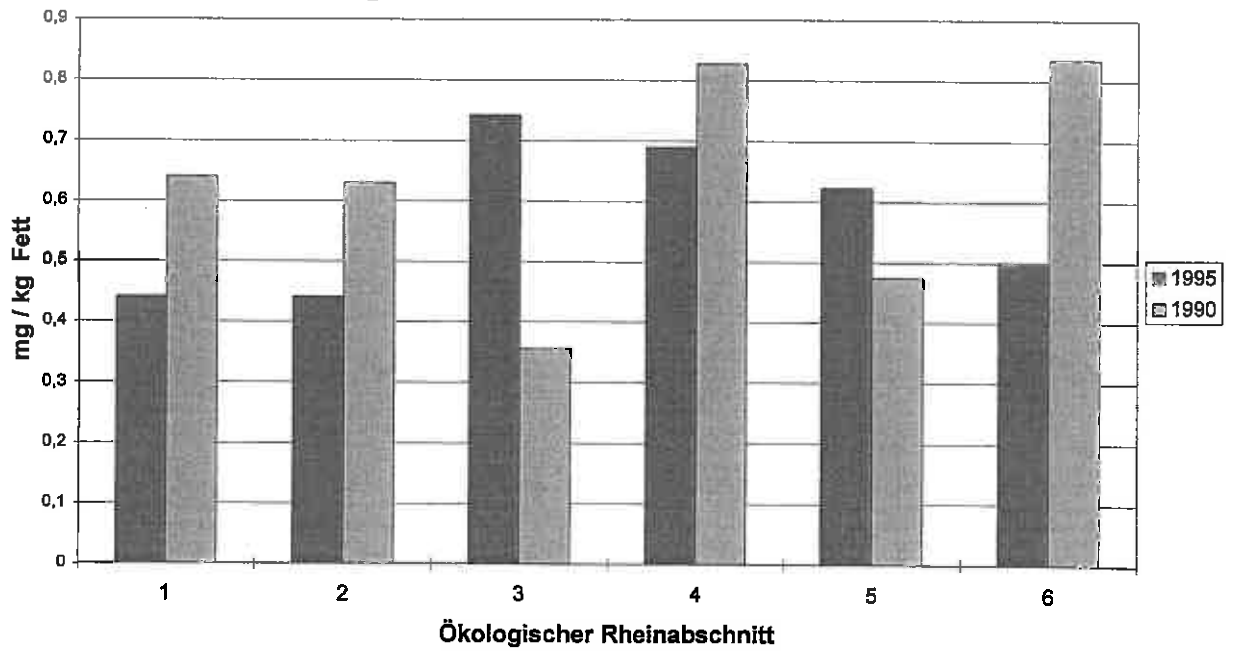
Hexachlorbenzol in Rhein - Rotalgen Vergleich der Mediane von 1995 mit 1990



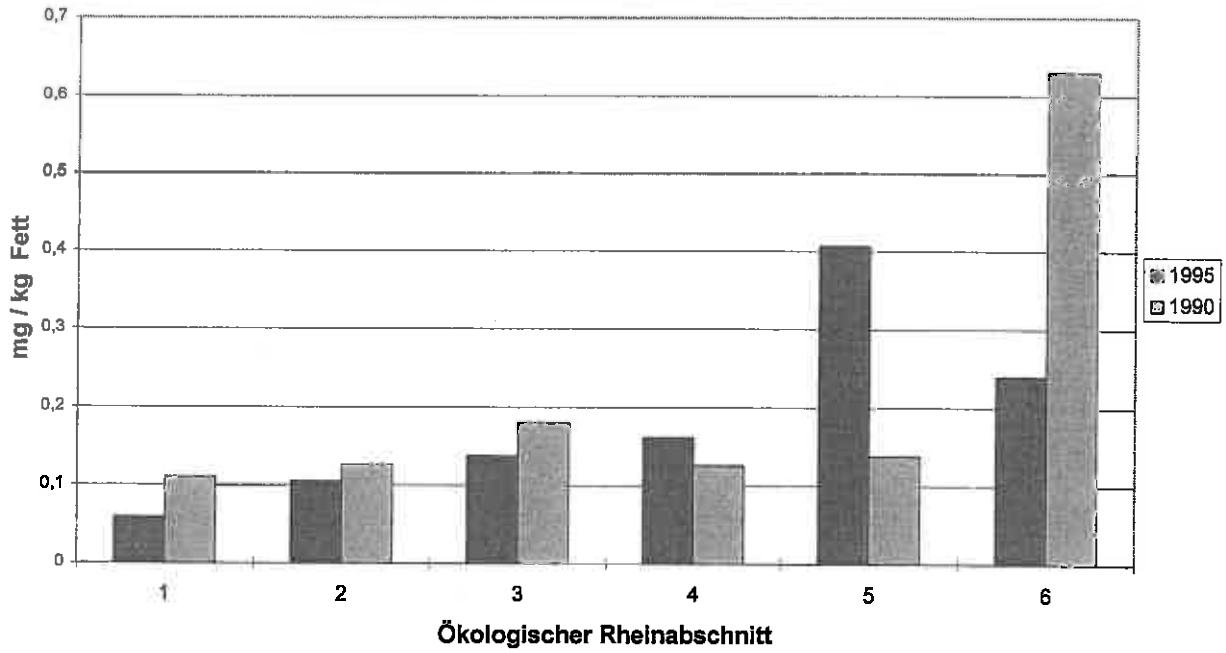
Gesamt-DDT in Rhein - Aal Vergleich der Mediane von 1995 mit 1990



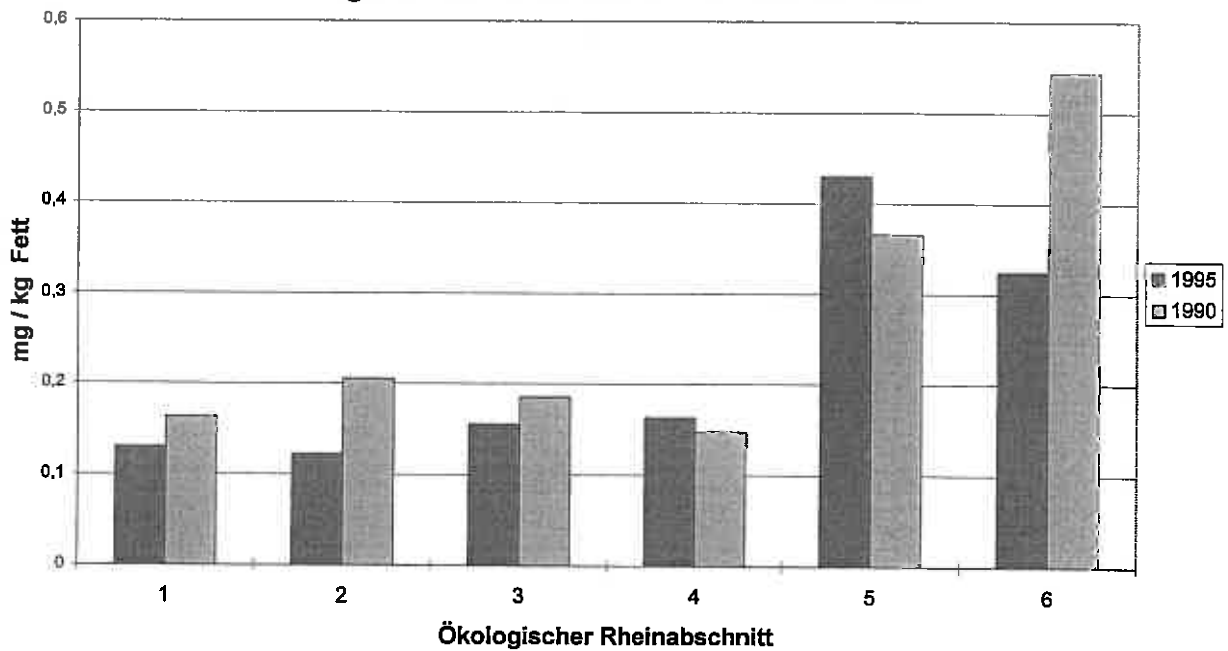
Gesamt-DDT in Rhein - Rotaugen Vergleich der Mediane von 1995 mit 1990



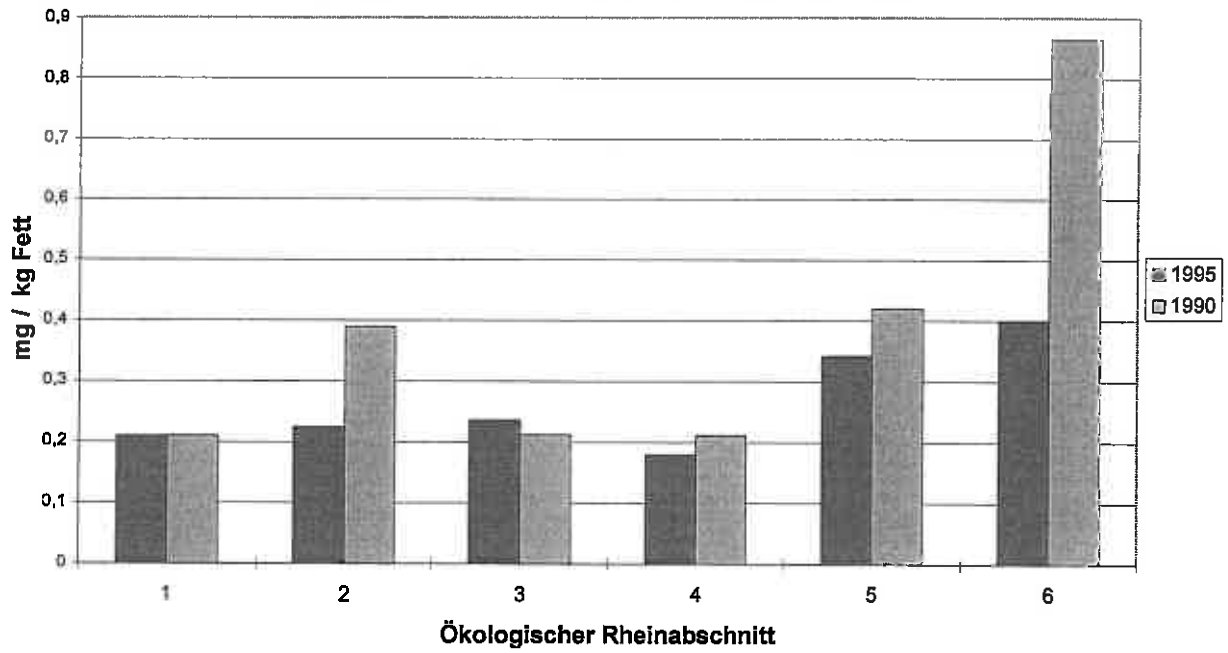
PCB 52 in Rhein - Aal
Vergleich der Mediane von 1995 mit 1990



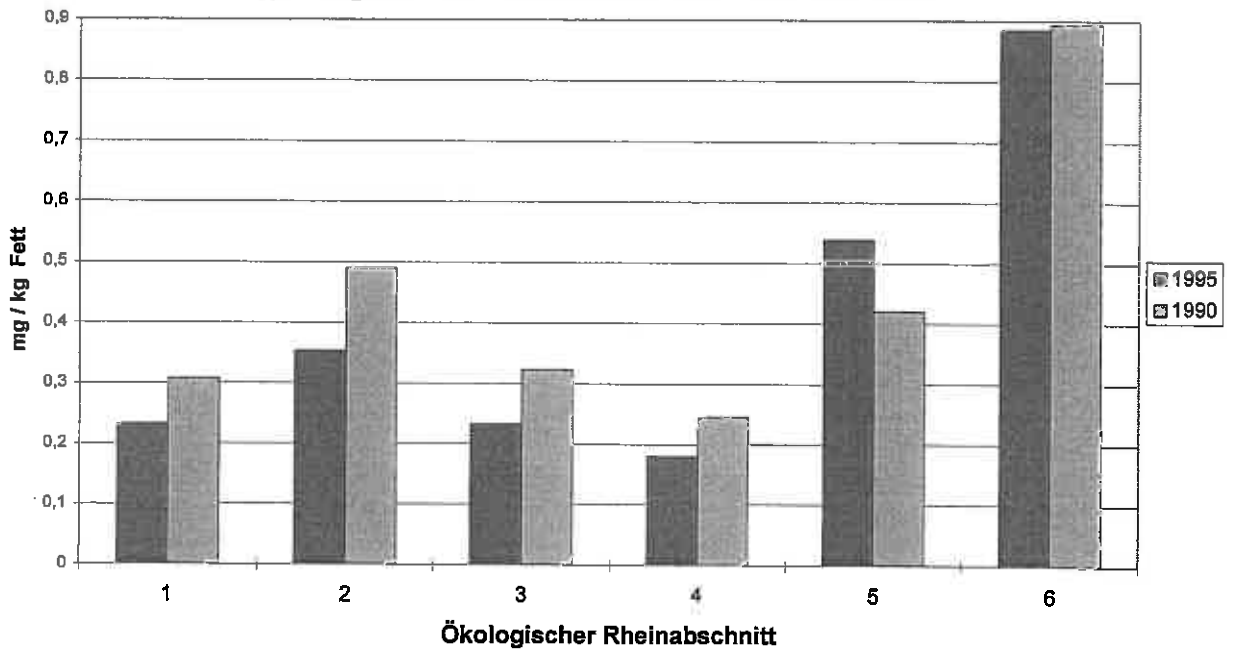
PCB 52 in Rhein - Aal
Vergleich der Mittelwerte von 1995 mit 1990



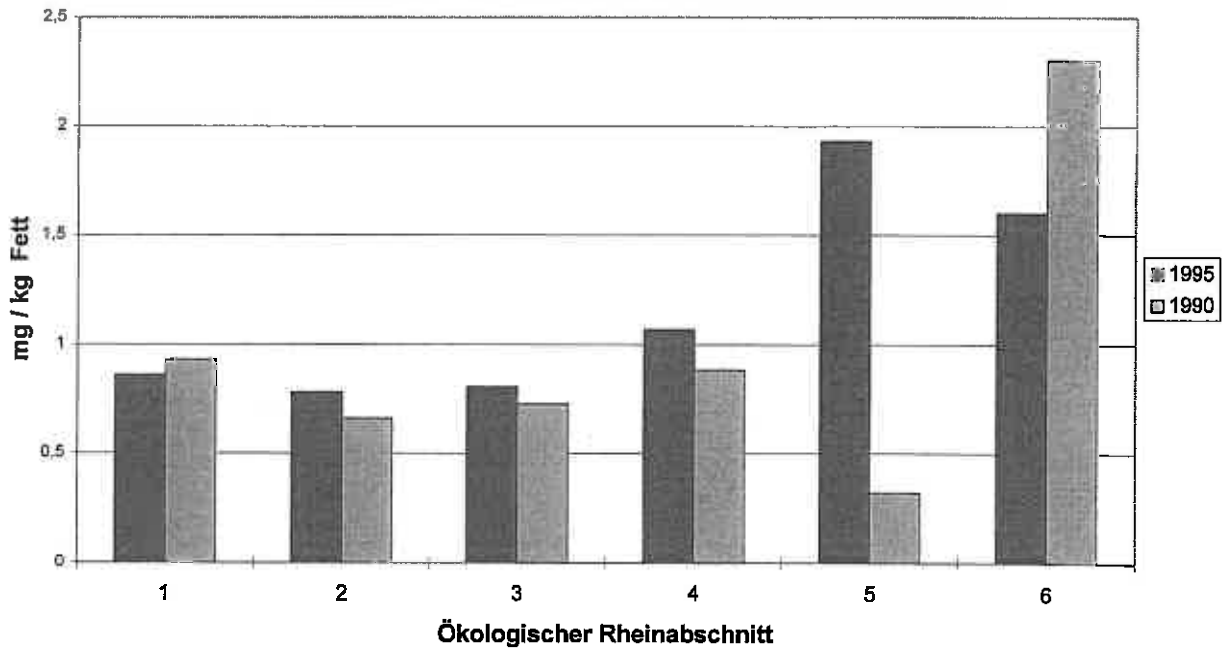
PCB 52 in Rhein - Rotaugen Vergleich der Mediane von 1995 mit 1990



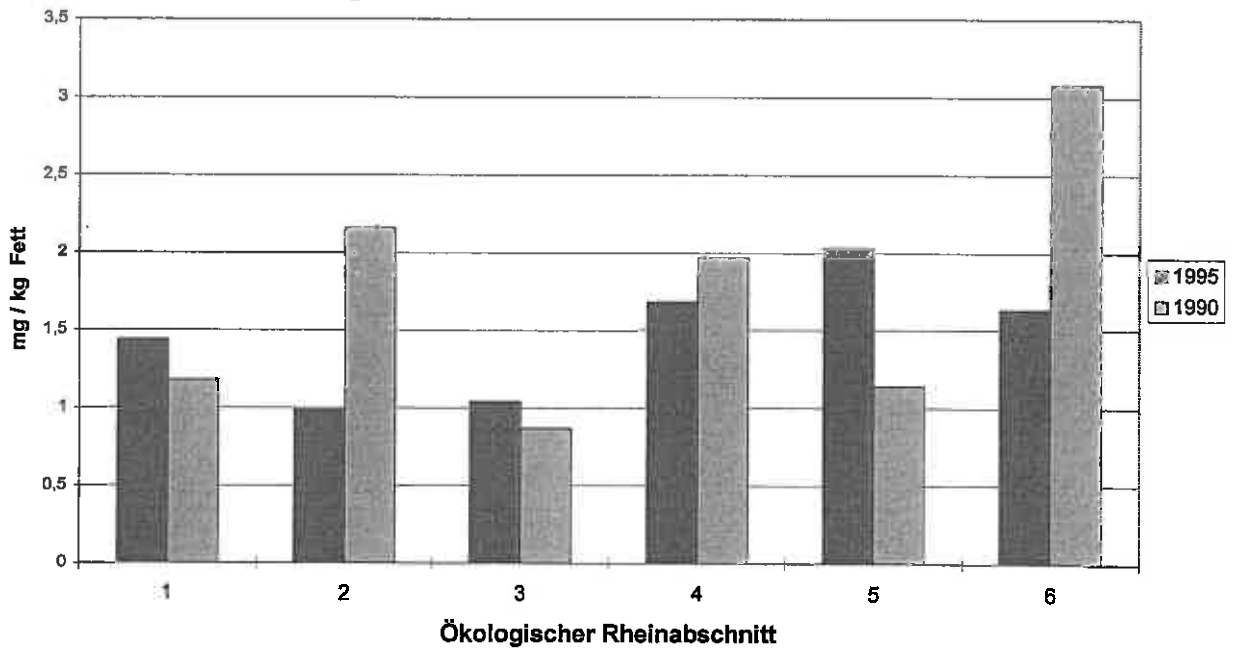
PCB 52 in Rhein - Rotaugen Vergleich der Mittelwerte von 1995 mit 1990



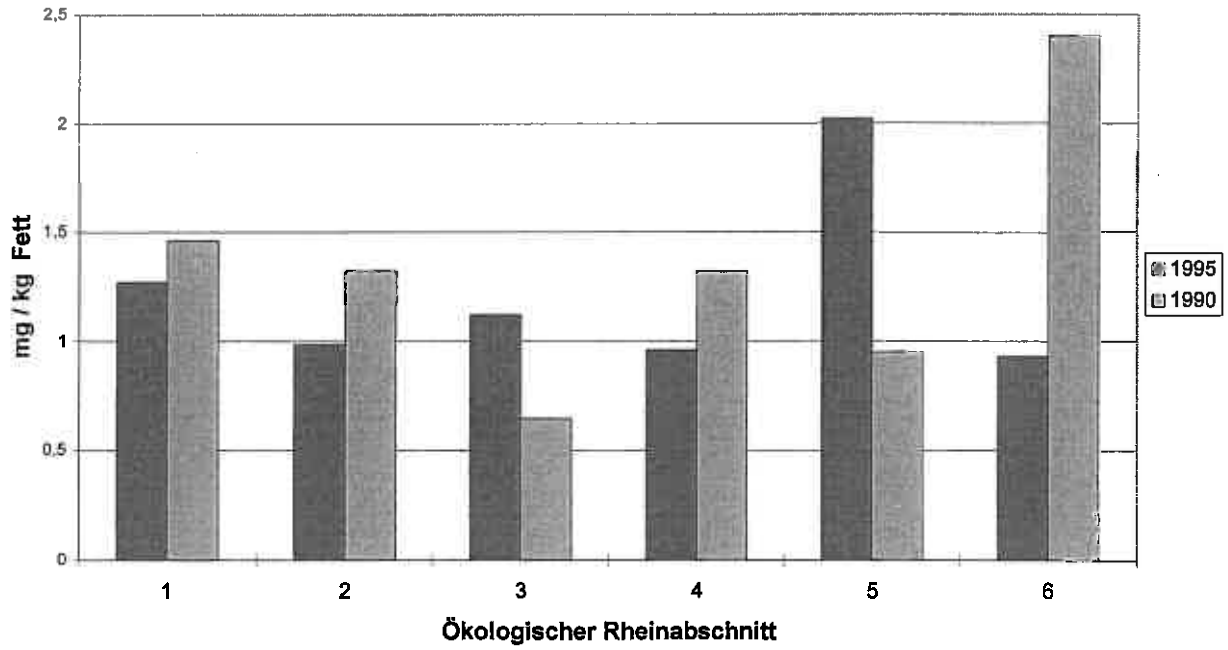
PCB 153 in Rhein - Aal
Vergleich der Mediane von 1995 mit 1990



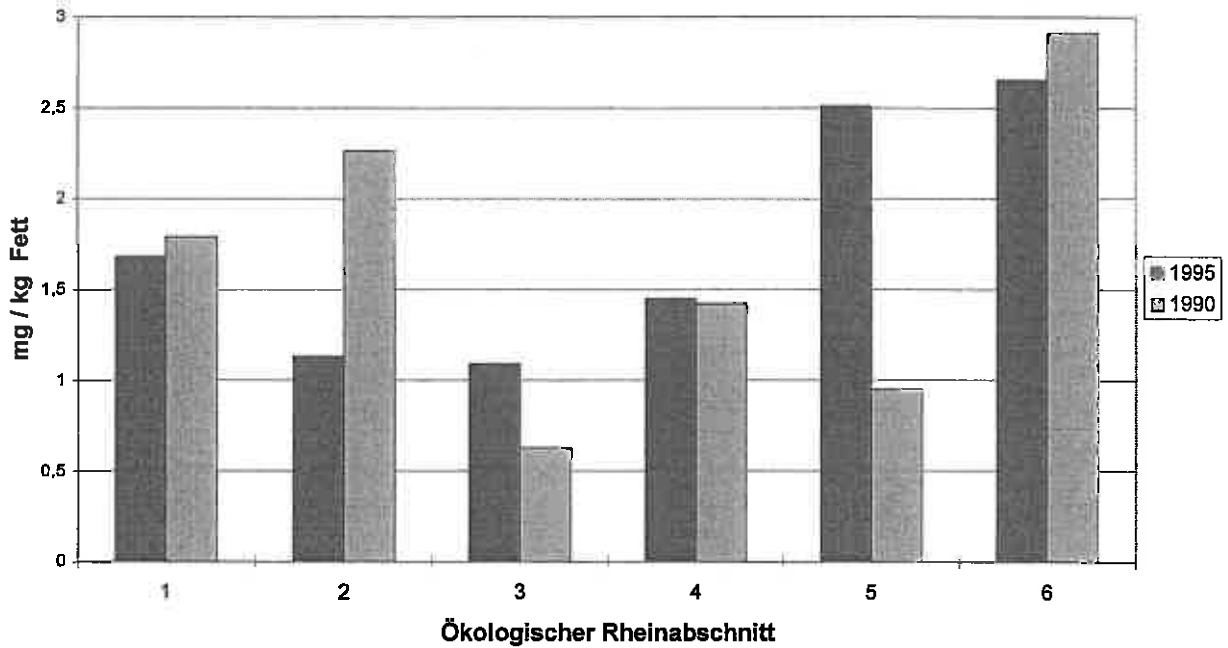
PCB 153 in Rhein - Aal
Vergleich der Mittelwerte von 1995 mit 1990



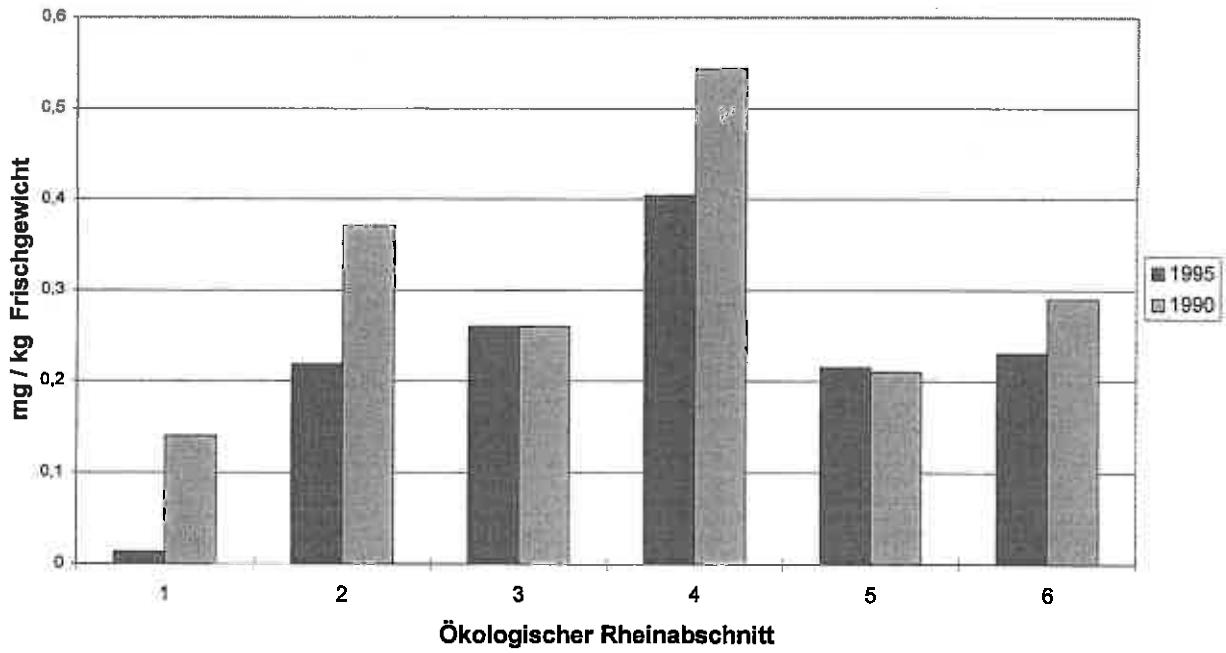
PCB 153 in Rhein - Rotaugen
Vergleich der Mediane von 1995 mit 1990



PCB 153 in Rhein - Rotaugen
Vergleich der Mittelwerte von 1995 mit 1990



Quecksilber in Rhein - Aal Vergleich der Mediane von 1995 mit 1990



Quecksilber in Rhein - Rotaugen Vergleich der Mediane von 1995 mit 1990

