



RHEINWASSER-UNTERSUCHUNGS- STATION MAINZ-WIESBADEN

Betriebsergebnisse 2010–2011



LUWG-Bericht 3/2012

RHEINWASSER- UNTERSUCHUNGSSTATION MAINZ-WIESBADEN

Betriebsergebnisse 2010–2011

Bearbeitung

Dr. Michael Engel

Sigrid Antoni, Manuela Tölzer

IMPRESSUM

Herausgeber: Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft
und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz
Kaiser-Friedrich-Str. 7 • 55116 Mainz



Titelbild: LUWG

Auflage: 25 Exemplare

© September 2012

Nachdruck und Wiedergabe nur mit Genehmigung des Herausgebers

Inhalt

1	Zusammenfassung	19
2	Betrieb	21
3	Kurze Darstellung bemerkenswerter Untersuchungsergebnisse	34
4	Schlussbemerkung	65

Anlagen Reihe A Ergebnistabellen 2010

Reihe A-1.x Abflusstabellen (14M, E14, 28M, E28), 14-Tages-Mittelwerte der kontinuierlich gemessenen Parameter und der täglichen Messungen von Chlorid, SAK und DOC

A-1.1	Gesamtabfluss der 14-Tages-Mischproben
A-1.2	Gesamtabfluss am Tag der 14-tägigen Einzelprobe
A-1.3	Gesamtabfluss der 28-Tages-Mischproben
A-1.4	Gesamtabfluss am Tag der 28-tägigen Einzelprobe
A-1.5	14-Tages-Mittelwerte Sauerstoffgehalt
A-1.6	14-Tages-Mittelwerte Sauerstoffsättigungsindex
A-1.7	14-Tages-Mittelwerte elektrische Leitfähigkeit
A-1.8	14-Tages-Mittelwerte pH-Wert
A-1.9	14-Tages-Mittelwerte Temperatur
A-1.10	14-Tages-Mittelwerte Trübung
A-1.11	14-Tages-Mittelwerte Chlorid
A-1.12	14-Tages-Mittelwerte SAK

Reihe A-2.x Ergebnisse der 14(28)-tägigen Einzelproben und 28-Tages-Mischproben gemäß DUR-Kalender

A-2.1	14-tägige-Einzelproben Ammonium-N
A-2.2	14-tägige-Einzelproben Nitrit-N
A-2.3	14-tägige-Einzelproben Nitrat-N
A-2.4	14-tägige-Einzelproben Gesamt-Stickstoff
A-2.5	14-tägige-Einzelproben ortho-Phosphat-Phosphor
A-2.6	14-tägige-Einzelproben Gesamt-Phosphor
A-2.7	14-tägige-Einzelproben DOC
A-2.8	14-tägige-Einzelproben TOC
A-2.9	14-tägige-Einzelproben AOX
A-2.10	14-tägige-Einzelproben BSB5
A-2.11	14-tägige-Einzelproben Sulfat
A-2.12	14-tägige-Einzelproben Kieselsäure
A-2.13	14-tägige-Einzelproben Chlorophyll und Phaeopigment
A-2.14	14-tägige-Einzelproben Hg
A-2.15	28-tägige-Einzelproben Hg (gelöst)
A-2.16	28-tägige-Mischproben Na
A-2.17	28-tägige-Mischproben K
A-2.18	28-tägige-Mischproben Mg

A-2.19	28-tägige-Mischproben Ca
A-2.20	28-tägige-Mischproben Al
A-2.21	28-tägige-Mischproben Fe
A-2.22	28-tägige-Mischproben Mn
A-2.23	28-tägige-Mischproben B
A-2.24	28-tägige-Mischproben Cu
A-2.25	28-tägige-Einzelproben Cu
A-2.26	28-tägige-Einzelproben Cu (gelöst)
A-2.27	28-tägige-Mischproben Zn
A-2.28	28-tägige-Einzelproben Zn
A-2.29	28-tägige-Einzelproben Zn (gelöst)
A-2.30	28-tägige-Mischproben Pb
A-2.31	28-tägige-Einzelproben Pb (gelöst)
A-2.32	28-tägige-Mischproben Ni
A-2.33	28-tägige-Einzelproben Nickel (gelöst)
A-2.34	28-tägige-Mischproben Cd
A-2.35	28-tägige-Einzelproben Cd (gelöst)
A-2.36	28-tägige-Mischproben Cr
A-2.37	28-tägige-Mischproben As
A-2.38	28-tägige Einzelproben Uran (gelöst)
A-2.39	14-tägige-Mischproben Lanthan

Reihe A-3.x	Kontinuierliche Messwerte, Tagesmittelwerte
A-3.1a	Abfluss Pegel Mainz (Tagesmittelwerte)
A-3.1b	Abfluss Pegel Mainz ohne Pegel Raunheim (Tagesmittelwerte)
A-3.1c	Abfluss Pegel Raunheim (Main, Tagesmittelwerte)
A-3.2a	Mittlerer Sauerstoffgehalt (Ltg. 1-4)
A-3.2b	Mittlerer Sauerstoffgehalt (Ltg. 1-3)
A-3.2c	Mittlerer Sauerstoffgehalt (Ltg. 4)
A-3.3a	Mittlere Wassertemperatur (Ltg. 1-4)
A-3.3b	Mittlere Wassertemperatur (Ltg. 1-3)
A-3.3c	Mittlere Wassertemperatur (Ltg. 4)
A-3.4a	Sauerstoffsättigungsindex (Ltg. 1-4)
A-3.4b	Sauerstoffsättigungsindex (Ltg. 1-3)
A-3.4c	Sauerstoffsättigungsindex (Ltg. 4)
A-3.5a	Elektrische Leitfähigkeit (Ltg. 1-4)
A-3.5b	Elektrische Leitfähigkeit (Ltg. 1-3)
A-3.5c	Elektrische Leitfähigkeit (Ltg. 4)
A-3.6a	pH-Wert (Ltg. 1-4)
A-3.6b	pH-Wert (Ltg. 1-3)
A-3.6c	pH-Wert (Ltg. 4)
A-3.7a	Trübung (Ltg. 1-4)
A-3.7b	Trübung (Ltg. 1-3)
A-3.7c	Trübung (Ltg. 4)
A-3.8a	Chlorid (Ltg. 1-4)
A-3.8b	Chlorid (Ltg. 1-3)
A-3.8c	Chlorid (Ltg. 4)

A-3.8a1	Chlorid, Transport (Ltg.1-4)
A-3.8a2	Chlorid, Tagesfracht (Ltg.1-4)
A-3.9a	Spektraler Absorptionskoeffizient (Ltg. 1-4)
A-3.9b	Spektraler Absorptionskoeffizient (Ltg. 1-3)
A-3.9c	Spektraler Absorptionskoeffizient (Ltg. 4)
A-3.10a	MTBE (Ltg. 1)
A-3.10b	MTBE (Ltg. 4)
A-3.11a	ETBE (Ltg. 1)
A-3.11b	ETBE (Ltg. 4)
A-3.12a	MITC (Ltg. 1)
A-3.12b	MITC (Ltg. 4)
A-3.13b	Nitrat-N (Ltg. 1-3)
A-3.13b1	Nitrat-N, Transport (Ltg. 1-3)
A-3.13b2	Nitrat-N, Tagesfracht (Ltg. 1-3)
A-3.14a	Maximale Wassertemperatur (Ltg. 1-4)
A-3.14b	Maximale Wassertemperatur (Ltg. 1-3)
A-3.14c	Maximale Wassertemperatur (Ltg. 4)
A-3.15a	Minimaler Sauerstoffgehalt (Ltg. 1-4)
A-3.15b	Minimaler Sauerstoffgehalt (Ltg. 1-3)
A-3.15c	Minimaler Sauerstoffgehalt (Ltg. 4)
Reihe A-4.x	Org. Spurenstoffe, PBSM-Wirkstoffe, Komplexbildner (14M, E14, E28)
A-4.1	Konzentrationen PBSM-Wirkstoffe / org. Spurenstoffe (14M)
A-4.1a1	Statistik gefundener PBSM / Industriechemikalien / Arzneimittelwirkstoffe (14M)
A-4.1a2	Statistik nicht gefundener PBSM- Wirkstoffe / org. Spurenstoffe (14M)
A-4.2	PAK-Konzentrationen (E28)
A-4.3	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (E28)
A-4.4	Arzneimittelwirkstoffe (14M, TZW)
A-4.5a	Diglyme, Triglyme, Tetraglyme Ltg. 1 (14M, TZW)
A-4.5b	Diglyme, Triglyme Ltg. 4 (14 M, TZW)
A-4.5c	Diglyme, Triglyme Ltg 1-4 (14 M, TZW) nach Berechnung,
A-4.6	Chloralkane C10-13
A-4.7a	Komplexbildner EDTA, NTA (14M)
A-4.7b	Komplexbildner DTPA, ADA (14M)
A-4.7c	Komplexbildner MGDA, PDTA (14M)
Reihe A-5.x	Schwebstoffergebnisse (E28)
A-5.1	Schwebstoffuntersuchungen; Schwermetalle
A-5.2	Schwebstoffuntersuchungen; Gesamt-P, TOC und AOX
A-5.3	Schwebstoffuntersuchungen; org. Spurenstoffe
A-5.4	Schwebstoffuntersuchungen; Parameter der WRRL
Reihe A-6.x	Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen (E28)
A-6.1	Mikrobiologische Parameter Ltg. 1 und Ltg. 2
A-6.1	NBVO Ltg. 1 und Ltg. 2
A-6.2	Mikrobiologische Parameter Ltg. 3 und Ltg. 4

A-6.2	NBVO Ltg. 3 und Ltg. 4
A-6.3	Mikrobiologische Parameter, Mittelwerte und Maxima (Ltg. 1-4)
A-6.4	Mikrobiologische Parameter, Gesamtübersicht
Reihe A-7.x	Zusammenfassung der Abflusshalbjahre
A-7.1	Monats- und Halbjahresmittelwerte 7 Messgrößen im Abflussjahr 2010
A-7.2	Mittelwerte von 7 Messgrößen 1990-2010 (chronologisch)
A-7.3	Mittelwerte von 7 Messgrößen 1990-2010 (jahreszeitlich)
Anlagen Reihe B	Ergebnisgraphiken 2010
Reihe B-1.x	Abflussgraphiken (14M, E14, 28M, E28), Graphiken 14-Tages-Mittelwerte der kontinuierlich gemessenen Parameter und der täglichen Messungen von Chlorid, SAK und DOC
B-1.1	Mittlerer Abfluss der 14-Tages-Perioden Abfluss am Tag der 14-tägigen-Einzelprobenahme
B-1.2	Mittlerer Abfluss der 28-Tages-Perioden Abfluss am Tag der 28-tägigen-Einzelprobenahme
B-1.3	14-Tages-Mittelwerte Sauerstoffgehalt 14-Tages-Mittelwerte Sauerstoffsättigungsindex
B-1.4	14-Tages-Mittelwerte Chlorid 14-Tages-Mittelwerte elektrische Leitfähigkeit
B-1.5	14-Tages-Mittelwerte pH-Wert 14-Tages-Mittelwerte Temperatur
B-1.6	14-Tages-Mittelwerte SAK 14-Tages-Mittelwerte Trübung
Reihe B-2.x	Graphiken der Ergebnisse der 14(28)-tägigen Einzelproben und 28-Tages-Mischproben gemäß DUR-Kalender
B-2.1	14-tägige-Einzelproben Ammonium-N 14-tägige-Einzelproben Nitrit-N
B-2.2	14-tägige-Einzelproben Nitrat-N 14-tägige-Einzelproben Gesamt-Stickstoff
B-2.3	14-tägige-Einzelproben ortho-Phosphat-P 14-tägige-Einzelproben Gesamt-P
B-2.4	14-tägige-Einzelproben DOC 14-tägige-Einzelproben TOC
B-2.5	14-tägige-Einzelproben AOX 14-tägige-Einzelproben BSB5
B-2.6	14-tägige-Einzelproben (Vegetationsperiode) Chlorophyll A 14-tägige-Einzelproben (Vegetationsperiode) Phaeopigment 14-tägige Einzelproben (Vegetationsperiode) Kieselsäure
B-2.7	14-tägige Einzelproben Hg 14-tägige Einzelproben Hg (gelöst) 14-tägige Einzelproben Sulfat

B-2.8	28-Tages-Mischproben Mg 28-Tages-Mischproben Na 28-Tages-Mischproben Ca 28-Tages-Mischproben K
B-2.9	28-Tages-Mischproben Mn 28-Tages-Mischproben Al 28-Tages-Mischproben B 28-Tages-Mischproben Fe
B-2.10	28-Tages-Mischproben Cu 28-tägige-Einzelproben Cu 28-Tages-Mischproben Zn 28-tägige-Einzelproben Zn
B-2.11	28-Tages-Mischproben Cd 28-Tages-Mischproben Cr 28-Tages-Mischproben Pb
B-2.12	28-Tages-Mischproben Ni 28-Tages-Mischproben As
B-2.13	28-tägige-Einzelproben Cu (gelöst) 28-tägige-Einzelproben Ni (gelöst) 28-tägige-Einzelproben Pb (gelöst) 28-tägige-Einzelproben Cd (gelöst)
B-2.14	28-tägige-Einzelproben Uran
Reihe B-3.x	Kontinuierliche Messwerte, Tagesmittelwerte
B-3.1	Abfluss Pegel Mainz (Tagesmittelwerte) Abfluss Pegel Mainz und Pegel Raunheim (Tagesmittelwerte)
B-3.2	Mittlerer Sauerstoffgehalt (Ltg. 1-4) Mittlerer Sauerstoffgehalt (Ltg. 1-3) Mittlerer Sauerstoffgehalt (Ltg. 4)
B-3.3	Mittlere Wassertemperatur (Ltg. 1-4) Mittlere Wassertemperatur (Ltg. 1-3) Mittlere Wassertemperatur (Ltg. 4)
B-3.4	Sauerstoffsättigungsindex (Ltg. 1-4) Sauerstoffsättigungsindex (Ltg. 1-3) Sauerstoffsättigungsindex (Ltg. 4)
B-3.5	Elektrische Leitfähigkeit (Ltg. 1-4) Elektrische Leitfähigkeit (Ltg. 1-3) Elektrische Leitfähigkeit (Ltg. 4)
B-3.6	pH-Wert (Ltg. 1-4) pH-Wert (Ltg. 1-3) pH-Wert (Ltg. 4)
B-3.7	Trübung (Ltg. 1-4) Trübung (Ltg. 1-3) Trübung (Ltg. 4)
B-3.8	Chlorid (Ltg. 1-4) Chlorid (Ltg. 1-3) Chlorid (Ltg. 4)

- B-3.9 Spektraler Absorptionskoeffizient (Ltg. 1-4)
Spektraler Absorptionskoeffizient (Ltg. 1-3)
Spektraler Absorptionskoeffizient (Ltg. 4)
- B-3.10 ETBE, MTBE Tagesstichproben (Ltg. 1 und Ltg. 4)
- B-3.11 Gegenüberstellung Abfluss (Rhein ohne Main) und Nitrat-N
Gegenüberstellung Nitrat-N kontinuierliche Messung und E14
- B-3.12a Gegenüberstellung mittl. Sauerstoffgehalt und mittl. Wassertemperatur
Gegenüberstellung SSI und mittl. Wassertemperatur
Gegenüberstellung Abfluss und Trübung
- B-3.12b Gegenüberstellung Abfluss und SAK
Gegenüberstellung Abfluss und Chlorid
Gegenüberstellung Abfluss und Leitfähigkeit
- Reihe B-4.x Organische Spurenstoffe, PBSM-Wirkstoffe**
- B-4.1 Org. Spurenstoffe, PBSM und Industriechemikalien (14M)
- B-4.2 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
- B-4.3 Leichtflüchtige Kohlenwasserstoffe
- B-4.4 Arzneimittelwirkstoffe
- B-4.5a Gehalt an Glyme Ltg. 1 (14M)
- B-4.5b Gehalt an Glyme Ltg. 4 (14M)
- B-4.5c Gehalt an Glyme Ltg. 1 bis 4 (rechnerisch)
- B-4.6 Chloralkane (14M)
- B-4.7a EDTA-, NTA-, DTPA- und ADA-Konzentrationen
- B-4.7b MGDA- und PDTA-Konzentrationen
- B-4.9 PFT-Konzentrationen
- Reihe B-5.x Schwebstoffergebnisse (E28)**
- B-5.1a1 Vergleich Schwebstoffgehalt, Trübung und Abfluss
- B-5.1a2 Schwermetallgehalte der Schwebstoffproben: Fe, Al, Co, Mn
- B-5.1a3 Schwermetallgehalte der Schwebstoffproben: Zn, Pb, Ni, As
- B-5.1a4 Schwermetallgehalte der Schwebstoffproben: Cr, Cu, Cd, Hg
- B-5.2a AOX, TOC und Gesamt-P der Schwebstoffproben
- B-5.3a1 PCB-Gehalte der Schwebstoffproben (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)
- B-5.3a2 HCB- und PAK-Gehalte der Schwebstoffproben
- B-5.3a4 Gehalte an Trichlorbenzol- und DDT-Derivate der Schwebstoffproben
- B-5.3a5 Gehalte an org. Zinnverbindungen der Schwebstoffproben
Gehalte an Lindan und Pentachlorbenzol der Schwebstoffproben
- B-5.5 Parameter der WRRL-Richtlinie
- Reihe B-6.x Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen (E28)**
- B-6.1 Coli faec. (Ltg. 1-4), Gesamt Coli (Ltg 1-4)
- B-6.2 Streptococcus faec. (Ltg. 1-4),
- B-6.3 Mittelwerte (Ltg. 1–4), Maximalwerte (Ltg. 1-4)
- B-6.4 Intestinale Enterokokken (Ltg. 1-4), Echerichia Coli (Ltg. 1-4)

Reihe B-8.x	Abflusswerte und Jahreswerte
B8-1a	Abluss und Trübung
B-8.1b	Sauerstoffgehalt und Sauerstoffsättigungsgehalt
B-8.1c	Elektrische Leitfähigkeit bei 20°C und Chloridgehalt
B-8.1d	pH Wert und Wassertemperatur
B-8.1e	DOC und SAK (bei 254 nm)
B-8.1f	Gesamt-Phosphat-P und Adsorbierbare org. geb. Halogene
N-8.1g	Biochemischer Sauerstoffbedarf und Ammonium-N
B-8.1h	Nitrat-N und Gesamt-N
B-8.2a	Natrium und Kalium
B-8.2b	Magnesium und Calcium
B-8.2c	Eisen und Mangan
B-8.2d	Kupfer und Zink
B-8.2e	Chrom und Cadmium
B-8.2f	Arsen und Nickel
B-8.2g	Blei und Sulfat

Anlagen Reihe A Ergebnistabellen 2011

Reihe A-1.x	Abflusstabellen (14M, E14, 28M, E28), 14-Tages-Mittelwerte der kontinuierlich gemessenen Parameter und der täglichen Messungen von Chlorid, SAK und DOC
A-1.1	Gesamtabfluss der 14-Tages-Mischproben
A-1.2	Gesamtabfluss am Tag der 14-tägigen Einzelprobe
A-1.3	Gesamtabfluss der 28-Tages-Mischproben
A-1.4	Gesamtabfluss am Tag der 28-tägigen Einzelprobe
A-1.5	14-Tages-Mittelwerte Sauerstoffgehalt
A-1.6	14-Tages-Mittelwerte Sauerstoffsättigungsindex
A-1.7	14-Tages-Mittelwerte elektrische Leitfähigkeit
A-1.8	14-Tages-Mittelwerte pH-Wert
A-1.9	14-Tages-Mittelwerte Temperatur
A-1.10	14-Tages-Mittelwerte Trübung
A-1.11	14-Tages-Mittelwerte Chlorid
A-1.12	14-Tages-Mittelwerte SAK
Reihe A-2.x	Ergebnisse der 14(28)-tägigen Einzelproben und 28-Tages-Mischproben gemäß DUR-Kalender
A-2.1	14-tägige-Einzelproben Ammonium-N
A-2.2	14-tägige-Einzelproben Nitrit-N
A-2.3	14-tägige-Einzelproben Nitrat-N
A-2.4	14-tägige-Einzelproben Gesamt-Stickstoff
A-2.5	14-tägige-Einzelproben ortho-Phosphat-Phosphor
A-2.6	14-tägige-Einzelproben Gesamt-Phosphor
A-2.7	14-tägige-Einzelproben DOC
A-2.8	14-tägige-Einzelproben TOC
A-2.9	14-tägige-Einzelproben AOX
A-2.10	14-tägige-Einzelproben Sauerstoffzehrung

A-2.11	14-tägige-Einzelproben Sulfat
A-2.12	14-tägige-Einzelproben Kieselsäure
A-2.13	14-tägige-Einzelproben Chlorophyll / Phaeopigment
A-2.14	14-tägige-Einzelproben Hg
A-2.15	28-tägige-Einzelproben Hg (gelöst)
A-2.16	28-tägige-Mischproben Na
A-2.17	28-tägige-Mischproben K
A-2.18	28-tägige-Mischproben Mg
A-2.19	28-tägige-Mischproben Ca
A-2.20	28-tägige-Mischproben Al
A-2.21	28-tägige-Mischproben Fe
A-2.22	28-tägige-Mischproben Mn
A-2.23	28-tägige-Mischproben B
A-2.24	28-tägige-Mischproben Cu
A-2.25	28-tägige-Einzelproben Cu
A-2.26	28-tägige-Einzelproben Cu (gelöst)
A-2.27	28-tägige-Mischproben Zn
A-2.28	28-tägige-Einzelproben Zn
A-2.29	28-tägige-Einzelproben Zn (gelöst)
A-2.30	28-tägige-Mischproben Pb
A-2.31	28-tägige-Einzelproben Pb (gelöst)
A-2.32	28-tägige-Mischproben Ni
A-2.33	28-tägige-Einzelproben Ni (gelöst)
A-2.34	28-tägige-Mischproben Cd
A-2.35	28-tägige-Einzelproben Cd (gelöst)
A-2.36	28-tägige-Mischproben Cr
A-2.37	28-tägige-Mischproben As
A-2.38	28-tägige-Einzelproben Uran (filtriert/unfiltriert)
A-2.39	28-tägige-Einzelproben Lanthan (filtriert/unfiltriert)
A-2.40	28-tägige-Einzelproben Selen (filtriert/unfiltriert)
Â-2.41	28-tägige-Einzelproben Silber (filtriert/unfiltriert)
A-2.42	28-tägige-Einzelproben Thallium (filtriert/unfiltriert)

Reihe A-3.x	Kontinuierliche Messwerte, Tagesmittelwerte
A-3.1a	Abfluss Pegel Mainz (Tagesmittelwerte)
A-3.1b	Abfluss Pegel Mainz ohne Pegel Raunheim (Tagesmittelwerte)
A-3.1c	Abfluss Pegel Raunheim (Main, Tagesmittelwerte)
A-3.2a	Mittlerer Sauerstoffgehalt (Ltg. 1-4)
A-3.2b	Mittlerer Sauerstoffgehalt (Ltg. 1-3)
A-3.2c	Mittlerer Sauerstoffgehalt (Ltg. 4)
A-3.3a	Mittlere Wassertemperatur (Ltg. 1-4)
A-3.3b	Mittlere Wassertemperatur (Ltg. 1-3)
A-3.3c	Mittlere Wassertemperatur (Ltg. 4)
A-3.4a	Sauerstoffsättigungsindex (Ltg. 1-4)
A-3.4b	Sauerstoffsättigungsindex (Ltg. 1-3)
A-3.4c	Sauerstoffsättigungsindex (Ltg. 4)
A-3.5a	Elektrische Leitfähigkeit (Ltg. 1-4)

A-3.5b	Elektrische Leitfähigkeit (Ltg. 1-3)
A-3.5c	Elektrische Leitfähigkeit (Ltg. 4)
A-3.6a	pH-Wert (Ltg. 1-4)
A-3.6b	pH-Wert (Ltg. 1-3)
A-3.6c	pH-Wert (Ltg. 4)
A-3.7a	Trübung (Ltg. 1-4)
A-3.7b	Trübung (Ltg. 1-3)
A-3.7c	Trübung (Ltg. 4)
A-3.8a	Chlorid (Ltg. 1-4)
A-3.8b	Chlorid (Ltg. 1-3)
A-3.8c	Chlorid (Ltg. 4)
A-3.8a1	Chlorid, Transport (Ltg.1-4)
A-3.8a2	Chlorid, Tagesfracht (Ltg.1-4)
A-3.9a	Spektraler Absorptionskoeffizient (Ltg. 1-4)
A-3.9b	Spektraler Absorptionskoeffizient (Ltg. 1-3)
A-3.9c	Spektraler Absorptionskoeffizient (Ltg. 4)
A-3.10a	MTBE (Ltg. 1)
A-3.10b	MTBE (Ltg. 4)
A-3.11a	ETBE (Ltg. 1)
A-3.11b	ETBE (Ltg. 4)
A-3.12a	MITC (Ltg. 1)
A-3.12b	MITC (Ltg. 4)
A-3.13a	Benzol (Ltg. 1)
A-3.13b	Benzol (Ltg. 4)
A-3.14a	Toluol (Ltg. 1)
A-3.14b	Toluol (Ltg. 4)
A-3.15a	o-Xylol (Ltg. 1)
A-3.15b	o-Xylol (Ltg. 4)
A-3.16a	m-Xylol & p-Xylol (Ltg. 1)
A-3.16b	m-Xylol & p-Xylol (Ltg. 4)
A-3.17b	Nitrat-N (Ltg. 1-3)
A-3.17b1	Nitrat-N, Transport (Ltg. 1-3)
A-3.17b2	Nitrat-N, Tagesfracht (Ltg. 1-3)
A-3.18a	Maximale Wassertemperatur (Ltg. 1-4)
A-3.18b	Maximale Wassertemperatur (Ltg. 1-3)
A-3.18c	Maximale Wassertemperatur (Ltg. 4)
A-3.19a	Minimaler Sauerstoffgehalt (Ltg. 1-4)
A-3.19b	Minimaler Sauerstoffgehalt (Ltg. 1-3)
A-3.19c	Minimaler Sauerstoffgehalt (Ltg. 4)
Reihe A-4.x	Org. Spurenstoffe, PBSM-Wirkstoffe, Komplexbildner (14M, E14, E28)
A-4.1	Konzentrationen PBSM-Wirkstoffe / org. Spurenstoffe (14M)
A-4.1a1	Statistik gefundener PBSM-Wirkstoffe / org. Spurenstoffe (14M)
A-4.1a2	Statistik nicht gefundener PBSM- Wirkstoffe / org. Spurenstoffe (14M)
A-4.2	PAK-Konzentrationen (E28)
A-4.3	Leichtflüchtige Halogenkohlenwasserstoffe (E28)
A-4.4	Arzneimittelwirkstoffe (14M, TZW)
A-4.5a	Diglyme, Triglyme, Tetraglyme Ltg. 1 (14M, TZW)

- A-4.5b Diglyme, Triglyme, Tetraglyme Ltg. 4 (14M, TZW)
- A-4.5c Diglyme, Triglyme, Tetraglyme Ltg. 1-4 berechnet (14M, TZW)
- A-4.6 Perfluorierte Substanzen (Teil II)
- A-4.7a Komplexbildner EDTA, NTA (14M)
- A-4.7b Komplexbildner DTPA, MGDA (14M)
- A-4.8 Organische Spurenstoffe

- Reihe A-5.x Schwebstoffergebnisse (E28)
 - A-5.1 Schwebstoffuntersuchung Schwermetallgehalte
 - A-5.2 Schwebstoffuntersuchung Gesamt-P, TOC und AOX
 - A-5.3 Schwebstoffuntersuchung org. Spurenanalytik (Teil I)
 - A-5.4 Schwebstoffuntersuchung org. Spurenanalytik (Teil II)
 - A-5.5 Schwebstoffuntersuchung Polybromierte Diphenylether

- Reihe A-6.x Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen (E28)
 - A-6.1 Mikrobiologische Parameter Ltg. 1 und Ltg. 2 (alte BGVO)
 - A-6.1a NBVO Ltg. 1 und Ltg. 2
 - A-6.2 Mikrobiologische Parameter Ltg. 3 und Ltg. 4
 - A-6.2a NBVO Ltg. 3 und Ltg. 4
 - A-6.3 Mikrobiologische Parameter, Mittelwerte und Maxima (Ltg. 1-4)
 - A-6.4 Mikrobiologische Parameter, Gesamtübersicht nach alter BVO

- Reihe A-7.x Zusammenfassung der Abflusshalbjahre
 - A-7.1 Monats- und Halbjahresmittelwerte 7 Messgrößen im Abflussjahr 2011
 - A-7.2 Mittelwerte von 7 Messgrößen 1990-2011 (chronologisch)
 - A-7.3 Mittelwerte von 7 Messgrößen 1990-2011 (jahreszeitlich)

- Reihe A-8.x Trendbetrachtung Nichtmetalle, Metalle (1978,1979 bis 2011)
 - A-8.1a Jahresmittelwerte von 16 Nichtmetallen in den Jahren 1978 bis 2011 Durchschnitt der Leitungen 1 bis 4
 - A-8.1b Jahresmittelwerte von 16 Nichtmetallen in den Jahren 1978 bis 2011 Durchschnitt der Leitungen 1 bis 3
 - A-8.1c Jahresmittelwerte von 16 Nichtmetallen in den Jahren 1978 bis 2011 Durchschnitt der Leitungen 4
 - A-8.1d Jahresmittelwerte von 16 Nichtmetallen in den Jahren 1978 bis 2011 Durchschnitt der Leitung 1
 - A-8.1e Jahresmittelwerte von 16 Nichtmetallen in den Jahren 1978 bis 2011 Durchschnitt der Leitung 2
 - A-8.1f Jahresmittelwerte von 16 Nichtmetallen in den Jahren 1978 bis 2011 Durchschnitt der Leitung 3
 - A-8.2a Jahresmittelwerte von 15 Metallen und Sulfat in den Jahren 1978 bis 2011 Durchschnitt der Leitungen 1 bis 4
 - A-8.2b Jahresmittelwerte von 15 Metallen und Sulfat in den Jahren 1978 bis 2011 Durchschnitt der Leitungen 1 bis 3
 - A-8.2c Jahresmittelwerte von 15 Metallen und Sulfat in den Jahren 1978 bis 2011 Durchschnitt der Leitung 4

- A-8.2d Jahresmittelwerte von 15 Metallen und Sulfat in den Jahren 1978 bis 2011 Durchschnitt der Leitung 1
- A-8.2e Jahresmittelwerte von 15 Metallen und Sulfat in den Jahren 1978 bis 2011 Durchschnitt der Leitung 2
- A-8.2f Jahresmittelwerte von 15 Metallen und Sulfat in den Jahren 1978 bis 2011 Durchschnitt der Leitung 3
- Reihe B-1.x Abflussgraphiken (14M, E14, 28M, E28), Graphiken 14-Tages-Mittelwerte der kontinuierlich gemessenen Parameter und der täglichen Messungen von Chlorid, SAK und DOC
- B-1.1 Mittlerer Abfluss der 14-Tages-Perioden
Abfluss am Tag der 14-tägigen-Einzelprobenahme
- B-1.2 Mittlerer Abfluss der 28-Tages-Perioden
Abfluss am Tag der 28-tägigen-Einzelprobenahme
- B-1.3 14-Tages-Mittelwerte Sauerstoffgehalt
14-Tages-Mittelwerte Sauerstoffsättigungsindex
- B-1.4 14-Tages-Mittelwerte Chlorid
14-Tages-Mittelwerte elektrische Leitfähigkeit
- B-1.5 14-Tages-Mittelwerte pH-Wert
14-Tages-Mittelwerte Temperatur
- B-1.6 14-Tages-Mittelwerte SAK
14-Tages-Mittelwerte Trübung
- Reihe B-2.x Graphiken der Ergebnisse der 14(28)-tägigen Einzelproben und 28-Tages-Mischproben gemäß DUR-Kalender
- B-2.1 14-tägige-Einzelproben Ammonium-N
14-tägige-Einzelproben Nitrit-N
- B-2.2 14-tägige-Einzelproben Nitrat-N
14-tägige-Einzelproben Gesamt-Stickstoff
- B-2.3 14-tägige-Einzelproben ortho-Phosphat-P
14-tägige-Einzelproben Gesamt-P
- B-2.4 14-tägige-Einzelproben DOC
14-tägige-Einzelproben TOC
- B-2.5 14-tägige-Einzelproben AOX
14-tägige-Einzelproben BSB5
- B-2.7 14-tägige-Einzelproben (Vegetationsperiode) Chlorophyll A
14-tägige-Einzelproben (Vegetationsperiode) Phaeopigment
14-tägige-Einzelproben (Vegetationsperiode) Kieselsäure
- B-2.8 14-tägige-Einzelproben Hg
28-tägige-Einzelproben Hg (gelöst)
14-tägige-Einzelproben Sulfat
- B-2.9 28-Tages-Mischproben Mg
28-Tages-Mischproben Na
28-Tages-Mischproben Ca
28-Tages-Mischproben K
- B-2.10 28-Tages-Mischproben Mn
28-Tages-Mischproben Al

	28-Tages-Mischproben B
	28-Tages-Mischproben Fe
B-2.11	28-Tages-Mischproben Cu
	28-tägige-Einzelproben Cu
	28-Tages-Mischproben Zn
	28-tägige-Einzelproben Zn
B-2.12	28-Tages-Mischproben Cd
	28-Tages-Mischproben Cr
	28-Tages-Mischproben Pb
B-2.13	28-Tages-Mischproben Ni
	28-Tages-Mischproben As
B-2.14	28-tägige-Einzelproben Cu (gelöst)
	28-tägige-Einzelproben Ni (gelöst)
	28-tägige-Einzelproben Pb (gelöst)
	28-tägige-Einzelproben Cd (gelöst)
B-2.15	28-tägige Einzelproben Uran
	28-tägige-Einzelproben Selen
	28-tägige-Einzelproben Lanthan
	28-tägige-Einzelproben Thallium
B-2.16	28-tägige-Einzelproben Uran (2009 bis 2011)
Reihe B-3.x	Kontinuierliche Messwerte, Tagesmittelwerte
B-3.1	Abfluss Pegel Mainz (Tagesmittelwerte)
	Abfluss Pegel Mainz und Pegel Raunheim (Tagesmittelwerte)
B-3.2	Mittlerer Sauerstoffgehalt Ltg. 1-4)
	Mittlerer Sauerstoffgehalt (Ltg. 1-3)
	Mittlerer Sauerstoffgehalt (Ltg. 4)
B-3.3	Mittlere Wassertemperatur (Ltg. 1-4)
	Mittlere Wassertemperatur (Ltg. 1-3)
	Mittlere Wassertemperatur (Ltg. 4)
B-3.4	Sauerstoffsättigungsindex (Ltg. 1-4)
	Sauerstoffsättigungsindex (Ltg. 1-3)
	Sauerstoffsättigungsindex (Ltg. 4)
B-3.5	Elektrische Leitfähigkeit (Ltg. 1-4)
	Elektrische Leitfähigkeit (Ltg. 1-3)
	Elektrische Leitfähigkeit (Ltg. 4)
B-3.6	pH-Wert (Ltg. 1-4)
	pH-Wert (Ltg. 1-3)
	pH-Wert (Ltg. 4)
B-3.7	Trübung (Ltg. 1-4)
	Trübung (Ltg. 1-3)
	Trübung (Ltg. 4)
B-3.8	Chlorid (Ltg. 1-4)
	Chlorid (Ltg. 1-3)
	Chlorid (Ltg. 4)

- B-3.9 Spektraler Absorptionskoeffizient (Ltg. 1-4)
Spektraler Absorptionskoeffizient (Ltg. 1-3)
Spektraler Absorptionskoeffizient (Ltg. 4)
- B-3.10 Konzentrationsverläufe ETBE und MTBE Ltg. 1
Konzentrationsverläufe ETBE und MTBE Ltg. 4
- B-3.11 Konzentrationsverläufe MITC, m- & p-Xylol und o-Xylol Ltg. 1
Konzentrationsverläufe MITC, m- & p-Xylol und o-Xylol Ltg. 4
- B-3.12 Konzentrationsverläufe Toluol und Benzol Ltg. 1
Konzentrationsverläufe Toluol und Benzol Ltg. 4
- B-3.13 Gegenüberstellung Abfluss (Rhein ohne Main) und Nitrat-N
Gegenüberstellung Nitrat-N kontinuierliche Messung und E14
- B-3.14a Gegenüberstellung mittl. Sauerstoffgehalt und mittl. Wassertemperatur
Gegenüberstellung SSI und mittl. Wassertemperatur
Gegenüberstellung Abfluss und Trübung
- B-3.14b Gegenüberstellung Abfluss und SAK
Gegenüberstellung Abfluss und Chlorid
Gegenüberstellung Abfluss und Leitfähigkeit
- Reihe B-4.x Organische Spurenstoffe, PBSM-Wirkstoffe**
- B-4.1 Org. Spurenstoffe und PBSM (14M)
- B-4.2 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (E14)
- B-4.4 Arzneimittelwirkstoffe (14M)
- B-4.5a Gehalt an Glyme Ltg. 1 (14M)
- B-4.5b Gehalt an Glyme Ltg. 4 (14M)
- B-4.5c Gehalt an Glyme Ltg. 1 bis 4 (rechnerisch)
- B-4.6 PFT-Konzentrationen
- B-4.7 EDTA-, NTA-, DPTA- und MGDA-Konzentrationen (14M)
- Reihe B-5.x Schwebstoffergebnisse (E28)**
- B-5.1a1 Vergleich Schwebstoffgehalt, Trübung und Abfluss
- B-5.1a2 Schwermetallgehalte der Schwebstoffproben: Fe, Al, Co, Mn
- B-5.1a3 Schwermetallgehalte der Schwebstoffe: Zn, Pb, Ni, As
- B-5.1a4 Schwermetallgehalte der Schwebstoffe: Cr, Cu, Cd, Hg
- B-5.1d Zeitliche Entwicklung der Schwermetallkonzentrationen der Schwebstoffe
- B-5.2a AOX, TOC und Gesamt-P der Schwebstoffe
- B-5.3a1 PCB-Gehalte der Schwebstoffe (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)
- B-5.3a2 HCB- und PAK-Gehalte der Schwebstoffe
- B-5.3a4 Gehalte an Trichlorbenzol- und DDT-Derivate der Schwebstoffe
- B-5.3a5 Gehalte an org. Zinnverbindungen der Schwebstoffe
Gehalte an Lindan, Pentachlorbenzol der Schwebstoffe
- B-5.3d Zeitl. Entwicklung der PCB-Konzentrationen der Schwebstoffe
Zeitl. Entwicklung der PAK-Konzentrationen der Schwebstoffe
- B-5.4 Gehalte an Polybromierte Diphenylether der Schwebstoffe
- B-5.5 Gehalte an org. Spurenstoffe der Schwebstoffe

- Reihe B-6.x Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchungen (E28)
- B-6.1 Coli faec. (Ltg. 1-4), Gesamt Coli (Ltg 1-4)
 - B-6.2 Streptococcus faec. (Ltg. 1-4)
 - B-6.3 Mittelwerte (Ltg. 1–4), Maximalwerte (Ltg. 1-4)
 - B-6.4 Intestinale Enterokokken (Ltg. 1-4), Echerichia Coli (Ltg. 1-4)
- Reihe B-8.x Trendbetrachtung Nichtmetalle, Metalle (1978 bis 2011)
- B-8.1a Jahresübersicht 1978-2011, Abfluss
Jahresübersicht 1978-2011, Trübung
 - B-8.1b Jahresübersicht 1978-2011, Sauerstoffgehalt
Jahresübersicht 1978-2011, Sauerstoffsättigungsindex
 - B-8.1c Jahresübersicht 1978-2011, Elektrische Leitfähigkeit
Jahresübersicht 1978-2011, Chloridgehalt
 - B-8.1d Jahresübersicht 1978-2011, pH-Wert
Jahresübersicht 1978-2011, Wassertemperatur
 - B-8.1e Jahresübersicht 1978-2011, DOC
Jahresübersicht 1978-2011, SAK
 - B-8.1f Jahresübersicht 1978-2011, Gesamt-Phosphor
Jahresübersicht 1978-2011, AOX
 - B-8.1g Jahresübersicht 1978-2011, BSB5
Jahresübersicht 1978-2011, Ammonium-N
 - B-8.1h Jahresübersicht 1978-2011, Nitrat-N
Jahresübersicht 1978-2011, Gesamt-N
 - B-8.2a Jahresübersicht 1978-2011, Na
Jahresübersicht 1978-2011, K
 - B-8.2b Jahresübersicht 1978-2011, Mg
Jahresübersicht 1978-2011, Ca
 - B-8.2c Jahresübersicht 1978-2011, Fe
Jahresübersicht 1978-2011, Mn
 - B-8.2d Jahresübersicht 1978-2011, Cu
Jahresübersicht 1978-2011, Zn
 - B-8.2e Jahresübersicht 1978-2011, Cr
Jahresübersicht 1978-2011, Cd
 - B-8.2f Jahresübersicht 1978-2011, As
Jahresübersicht 1978-2011, Ni
 - B-8.2g Jahresübersicht 1978-2011, Pb
Jahresübersicht 1978-2011, Sulfat
- Reihe B-9.x Chemisch-physikalische Gewässergüte (1986/1994 bis 2011)
- B-9.1 Chemisch-physikalische Gewässergüte verschiedener Parameter (Wasserphase) im Rhein bei Mainz 1986 bis 2011
 - B-9.2 Chemisch-physikalische Gewässergüte verschiedener Parameter (Wasserphase) im Rhein bei Mainz 1986 bis 2011
 - B-9.3 Chemisch-physikalische Gewässergüte der Metalle (Schwebstoffphase) im Rhein bei Mainz 1994 bis 2011 nach Einteilung 1998

1 ZUSAMMENFASSUNG

Die Rheinwasser-Untersuchungsstation Mainz-Wiesbaden (RUSt) wird vom Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz (LUWG) für die Länder Hessen und Rheinland-Pfalz betrieben. Ansprechpartner auf hessischer Seite sind die Kolleginnen und Kollegen des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie (HLUG).

Die Betreuung der Station, die Messwasserentnahme und Probenzusammenstellung sowie und die Wartung der Messeinrichtungen werden von der Mitarbeiterin und dem Leiter der Untersuchungsstation in Zusammenarbeit mit dem Besitzer der Immobilie, dem landeseigenen Landesbetrieb Liegenschafts- und Baubetreuung (LBB), gewährleistet.

Zur Unterstützung sind von 1994 bis 2010 insgesamt 19 Zivildienstleistende (ZDL) in der Station eingesetzt worden. Die Ära der „Zivis“ wurde mit dem Dienstende des letzten ZDL im Dezember 2010 beendet. Es meldete sich kein Freiwilliger vor der Aussetzung der Wehrpflicht Mitte 2011 mehr.

Tab. 1: Übersicht aller Zivildienstleistende seit 1994

Zivildienstleistender:	Zeitspanne:	Zivildienstleistender:	Zeitspanne:
Hr. Petershans	1994/95	Hr. Loidl	2004/05
Hr. Albers	1995/96	Hr. Wenzel	2005
Hr. Scheu	1996/97	Hr. Ruthard	2005/06
Hr. Kron	1997/98	Hr. Lüdtke	2006/07
Hr. Saul	1998/99	Hr. Winnecken	(2007)
Hr. Walldorf	1999/00	Hr. Simon	(2008)
Hr. Kassner	2000/01	Hr. S. Müller	(2008/09)
Hr. Sturm	2001/02	Hr. Resch	(2009/10)
Hr. Grünig	2002/03	Hr. Böhm	(2010)
Hr. Rauschkolb	2003/04		

Die fünf letzten ZDL wurden „geteilt“, d.h. sie haben ihre Hilfe innerhalb der Abteilung Gewässerschutz verschiedenen Referaten zukommen lassen. In der Tabelle 1 sind die Namen der jungen Männer aufgeführt, die uns mit ihrem Einsatzwillen (mal mehr, mal weniger) großartig unterstützt haben.

Die Mitarbeiter der RUSt sind darüber hinaus in Aufgaben eingebunden, die nur für Rheinland-Pfalz maßgeblich sind. Darauf wird in diesem Bericht nur teilweise eingegangen.

Die RUSt ist eine der 39 deutschen Stationen im Internationale Rheinuntersuchungsprogramm Chemie. Die Station hat als eine der rheinland-pfälzischen Überblicksmessstellen ähnliche Funktionen und Aufgaben wie zuvor im Rahmen des DUR (Deutsches Untersuchungsprogramm Rhein) und als LAWA-Messstelle (LAWA = Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser). Die Messprogramme wurden – soweit möglich – vollständig durchgeführt und die Daten entsprechend den verschiedenen Berichtspflichten ausgewertet und gemeldet.

Das Landesuntersuchungsamt Rheinland-Pfalz (Fachbereich 2.2, Institut für Hygiene und Infektionsschutz, Landau) bestimmt die beiden mikrobiologischen Parameter der Landesverordnung über die Qualität und die Bewirtschaftung der Badegewässer (Badegewässerverordnung). Diese löste die RL 76/160/EWG ab. Bis ins Jahr 2011 wurden auch die drei Parameter der alten Badegewässerverordnung zusätzlich bestimmt. In der neuen Verordnung ersetzen die beiden Parameter Intestinale Enterokokken und *Escherichia coli* die bisherigen Parameter *Coli faec.*, Gesamt-Coli und Salmonellen. Alle erhobenen Untersuchungsergebnisse (chemische, physikalische und biologische) sind im vorliegenden Jahresbericht tabellarisch und graphisch dargestellt (siehe auch die zugehörige CD).

2 BETRIEB

Das Jahr 2010 war ein Jahr ohne besondere Probleme. Es fielen im letzten Quartal 2010 zwei Pumpen aus. Die Pumpe auf Leitung 4 gab nach vier Jahren und fünf Monaten im September, die Pumpe auf Leitung 2 nach vier Jahren und neun Monaten im Dezember ihre Funktion auf. Diese langen Standzeiten waren Folgen des Umbaus der Pumpensteuerung im Februar 2008. Die Nutzungszeiten der Pumpen betrug vor dieser Maßnahme höchstens zwei Jahre.

Der Pumpenausfall auf Leitung 4 betrug im September 2010 drei Tage, der Ende Dezember auf Leitung 2 zog sich über neun Tage bis ins Jahr 2011.

Im August 2010 musste ein Halteseil der Pumpe 2 getauscht werden. Diese Arbeiten an den Pumpen und deren Aufhängung ist nur möglich durch die schnelle und unbürokratische Hilfe des Wasser- und Schifffahrtamtes Bingen, Außenstelle Schierstein.

Am 16. März 2010 besuchten viele LUWG-KollegInnen die RUST. An diesem Tag konnte - als Teil des internen Tages der offenen Tür der Abteilung „Gewässerschutz“ im Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht – die Station besichtigt werden.

Ähnliches geschah auch durch die KollegInnen der Abteilung W (Wasser) des Hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie am 2. September 2010. Im Rahmen ihres Betriebsausfluges fand ein Besuch der Station mit Führung statt.

Drei Praktikant(inn)en haben 2010 insgesamt 18 Wochen die Arbeit in der Station sowie Teile der übrigen Tätigkeiten im Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht kennen gelernt. Im Jahr 2011 waren fünf Praktikant(inn)en insgesamt 15 Wochen in der RUST bzw. im LUWG beschäftigt. Die längste Verweildauer war acht Wochen, die kürzeste eine Woche.

Die Energieoptimierung der Pumpensteuerung im Jahr 2008 wirkte sich bereits 2009 äußerst positiv aus. Aus der folgenden Graphik (Abb. 1) ist zu entnehmen, dass der monatliche Verbrauch elektrischer Energie in den Jahren 2009 und 2010 auf ca. 9.200 kWh pro Monat gesunken ist. Im Sommer und Frühherbst 2011 traten Probleme mit dem Rechnersystem auf. Dies führte zur zeitweisen Abschaltung der Pumpensteuerung. Während dieser Zeit stieg der monatliche Verbrauch auf ~ 15.000 kWh/Monat an (vgl. auch Abb. 1).

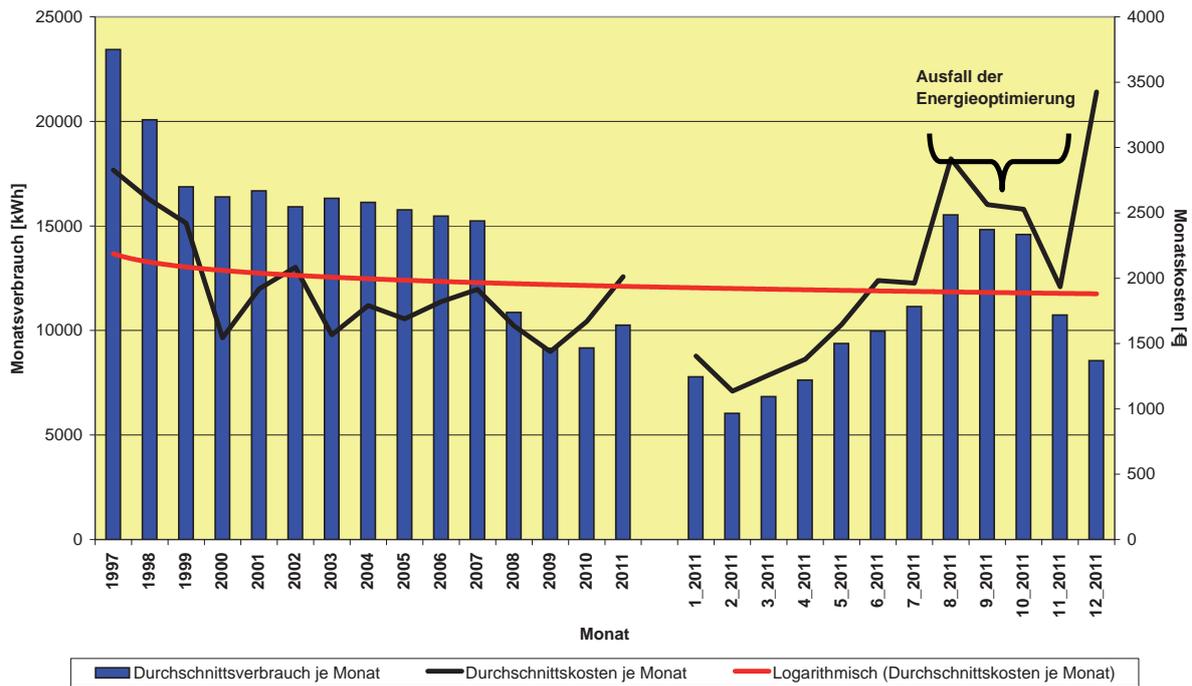


Abb. 1: Entwicklung des Energieverbrauchs (blaue Balken) und Energiekosten (schwarze Linie) von 1997 bis 2011

Das Jahr 2011 brachte größere Probleme mit sich. Die Probleme begannen mit einem starken Hochwasser im Januar. Nach dem frühen Wintereinbruch im November 2010 setzte um den 5. Januar 2011 ein Tauwetter mit viel Regen ein. Die Pegel des Rheins und des Mains stiegen stark an.

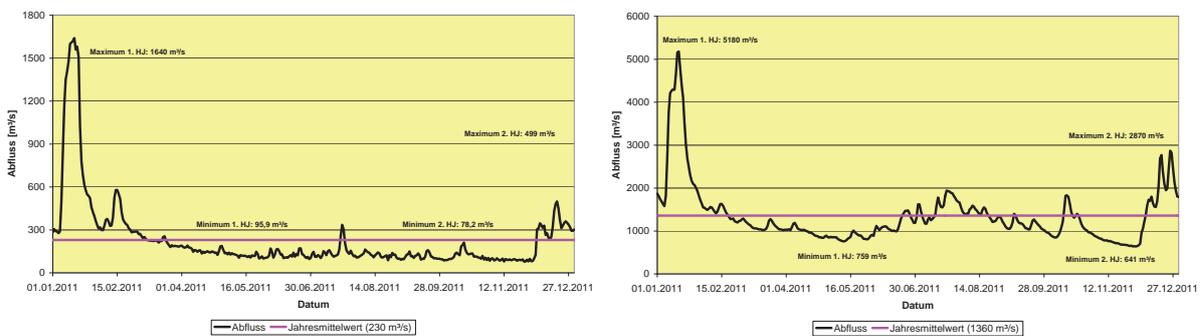


Abb. 2: Abflussgeschehen 2011; Rhein (linke Darstellung)/Main (rechte Darstellung)

An Auslegern an den vier Pfeilern der Theodor Heuss-Brücke ist jeweils eine Messwasserpumpe befestigt, die kontinuierlich Messwasser durch die zugehörige Leitung in die Untersuchungsstation fördert.

Am 11. Januar 2011 wurde das in Fließrichtung rechte Halteseil von Ausleger 4 (Ausleger nahe dem Mainz-Kasteler Ufer) aus der Befestigung am Pfeiler gerissen. Dadurch fehlte die Seitenstabilisierung des Auslegers.

Der betroffene Ausleger wurde mit der Pumpe aus der strömungsparallelen Ausrichtung in eine um ca. 45° in Richtung Flussmitte neigende Position gelenkt. Der weiße Pfeil in Abb. 3 gibt die Fließrichtung des Wassers und die normale Ausrichtung des Auslegers an. Die Pumpe förderte weiterhin Messwasser in die Station.

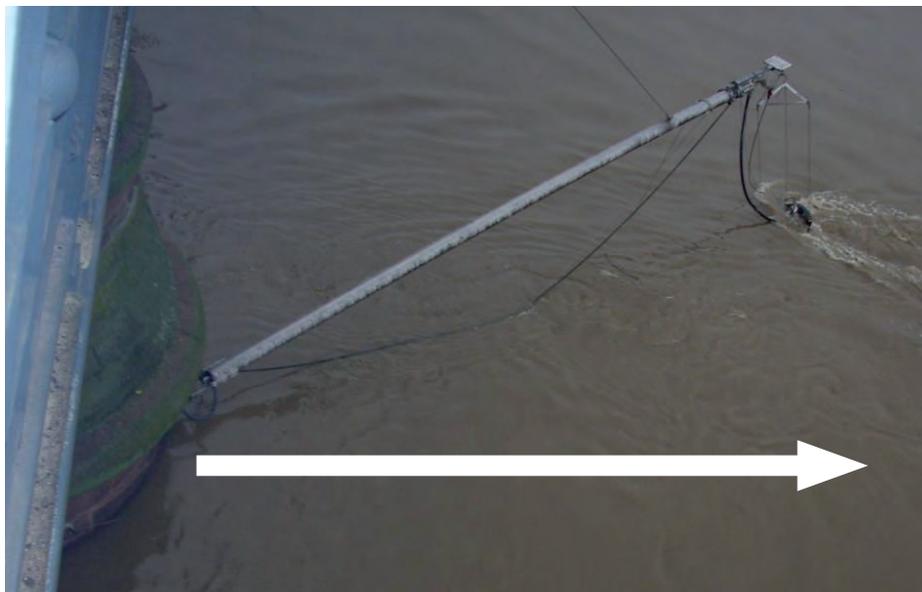


Abb. 3: Blick von der Brücke auf Ausleger 4 während des Hochwassers nach Eintritt des Schadens

Ab dem 23. Januar wurde kein Wasser mehr in die Station gepumpt, die Pumpe arbeitete nicht mehr. Zwei Tage später konnten Mitarbeiter des LUWG mit Hilfe einer externen Firma und deren Ausrüstung (Schwimmponton mit zwei Bagger) die Pumpe 4 von der Aufhängung am Ausleger trennen und an Land bringen. Durch das Entfernen der Pumpe fiel der Einfluss der starken Rheinwasserströmung auf den Ausleger weg, der Ausleger klappte noch weiter in Richtung Flussmitte. Er ragte in einem Winkel von fast 90° Richtung in die Flussmitte (Abb. 4). Das WSA Bingen befestigte Warneinrichtungen für die Schifffahrt am havarierten Ausleger.

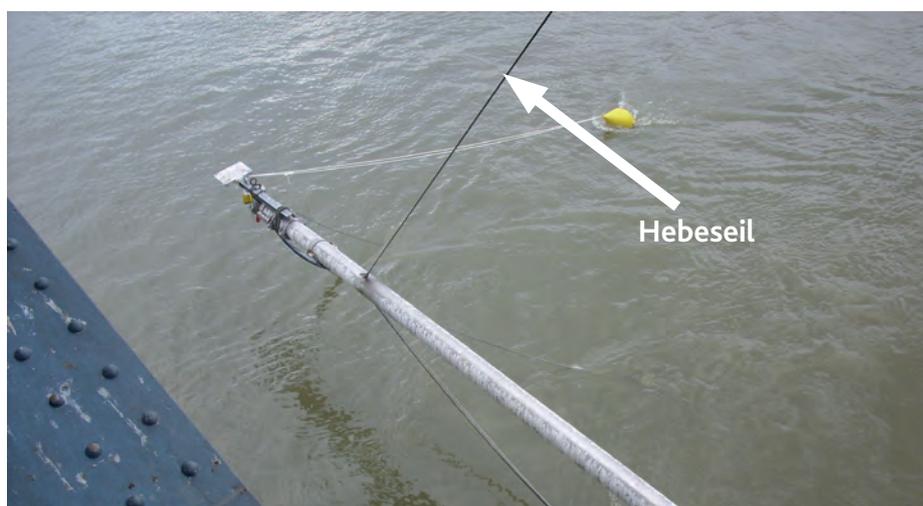


Abb. 4: Aufnahme des um 90° ausgelegten Auslegers

Der Versuch, den Ausleger in seine angestammte Position zurückzuführen scheiterte daran, dass das Auslegerhebeseil im Brückenpfeiler mutmaßlich seit dem Beginn des Problems aus seiner Führungs- und Umlenkungsrolle (vgl. Abb. 5) gesprungen war. Die ordnungsgemäße Ausrichtung des Auslegers war ohne Reparatur im oberen Bereich des Brückenpfeilers nicht möglich.



Abb. 5: Aus der Führung gesprungenes Hebeseil und alte Umlenkrolle

Eine Metallbaufirma aus Mainz wurde mit der Reparatur der Umweltrolle beauftragt. Am 3. Februar 2011 wurde die reparierte Rolle ersetzt. Der Versuch, das Hebeseil u.a. mit Hilfe eines Baggers auf einem Schwimmponton wieder in die Führung zu legen scheiterte. Während der Reparatur riss, ohne dass dies vorhersehbar war, das Hebeseil, der Ausleger klappte vollends nach unten in den Rhein (Abb. 6).



Abb. 6: In den Rhein ragender Ausleger

Es ist anzunehmen, dass die Stabilität des Hebeseils durch die seit Januar bestehende Reibung am Mauerwerk derart beeinträchtigt war, dass der Versuch, den Ausleger in die normale Position zu bringen, zuviel Kraft auf das Seil ausübte.. Durch das Reißen des Seils wurde die frisch reparierte Umlenke-rolle erneut beschädigt.

Das Ingenieurbüro KSM wurde beauftragt, die notwendigen Ausschreibungen und die Bauaufsicht für die nun folgenden, umfassenden Reparaturen zu übernehmen. Am 4. Mai konnte eine neue Umlenk- konstruktion (Abb. 7) und ein neues Hebeseil installiert werden.



Abb. 7: Neue Umlenk-konstruktion

Im Anschluss gelang das Ausrichten des Auslegers sowie die Befestigung des seitlichen Abspann- seils des Auslegers (Abb. 8). Die Pumpe und die dazu gehörende Haltekonstruktion wurden wieder installiert.

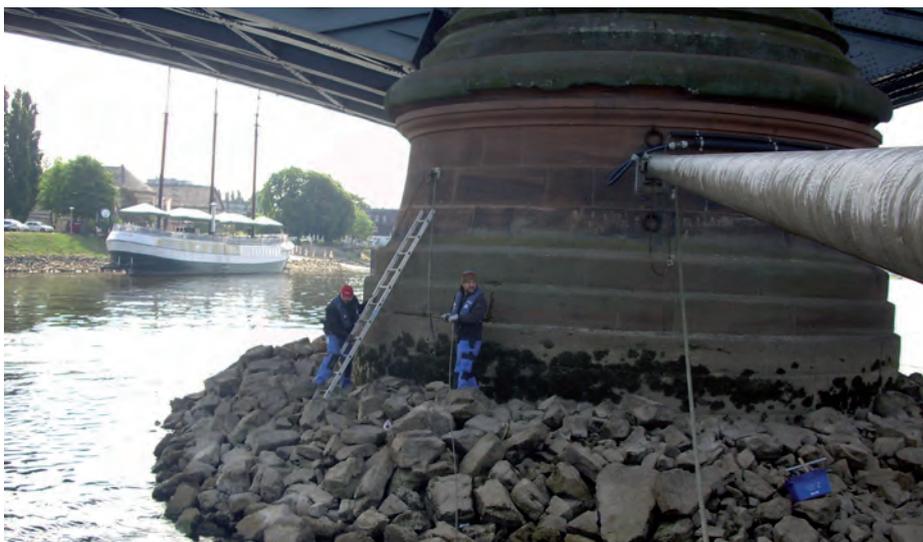


Abb. 8: Befestigung der seitlichen Abspannung

Die mechanischen Probleme waren beseitigt. Das Anfahren der Pumpe gelang nicht. Die Pumpe lief an und schaltete sich nach wenigen Sekundenbruchteilen wieder ab. Eine alternative Stromquelle auf dem Schiff zeigte, dass die Pumpe als Fehlerquelle ausgeschlossen werden konnte.

Weitere Untersuchungen im Schaltschrank u.a. an den Frequenzumrichtern sowie an dem zum Pfeiler führenden ca. 450 m langen Versorgungskabel und am Elektroverteilerkasten im Kopf des Pfeilers 4 zeigten keine Schädigungen oder Fehler. Von der Steinschüttung am Fuße des Pfeilers 4 war erkennbar, dass der Ausleger, während er durch das Hochwasser um 90° aus seiner üblichen Position ausgelenkt war, das Versorgungskabel partiell (Abb. 9) durchtrennt hatte. Dadurch, dass das vieradrige Kabel nicht komplett durchtrennt war und mindestens ein Kabelstrang weiter funktionsfähig war, kam das zunächst sehr unklare Störungsbild zustande.



Abb. 9: Partiiell durchtrennte elektrische Zuleitung zu Pumpe 4

Die beschädigte Stelle wurde herausgetrennt und das Kabel mit Hilfe einer Gießmuffe (Abb. 10) verbunden. Die Pumpe förderte seit dem 11. Mai 2011 wieder Messwasser durch Leitung 4 in die Station.



Abb. 10: Gießmuffe zur Reparatur des Versorgungskabels

Auf Abbildung 11 ist zusätzlich erkennbar, dass neben dem Kabel auch zwei von sechs Haltebolzen der Auslegerbefestigung stark beschädigt worden waren. Aufgrund des Anstiegs des Rheinwasserpegels im Sommer 2011 gelang es erst im Herbst die Befestigungen zu erneuern. Jeweils mittig an der Seite neben der Befestigungsplatte wurden Ersatzlaschen am Pfeiler befestigte und mit der Platte verschweißt (Abb. 11).



Abb. 11: Lasche nach dem Verschweißen mit der Halteplatte

Die Kosten für alle Aufwendungen wie Material- und Arbeitskosten betragen bis Dezember 2011 ca. 11.500 Euro.

Am 26. Juli 2011 trat aus dem Kanal, der das Messwasser aus der Station zurück zum Rhein leitet, über den Revisionsschacht (Abb. 12) Wasser aus. Der Kanal führt unter der Rheinpromenade und dem Parkplatz neben der Station über eine Länge von ca. 30 m zum Rhein. Außer dem ersten Schacht an der Seite der Station existieren in Richtung Rhein zwei weitere Schächte.



Abb. 12: gefüllter Revisionsschacht neben der RUS

Eine Kanalreinigungsfirma wurde am 27. Juli mit der Reinigung des Kanals und der Erkundung der Ursache des Wasserrückstaus beauftragt. Deren Reinigungsfahrzeug pumpt das überständige Wasser ab. Es zeigte sich, dass ohne weitere Maßnahmen die Störung nicht zu beheben war. Das LUWG beauftragte eine weitergehende Untersuchung mittels einer beweglichen Rohrkamera. Das Ergebnis stellte sich folgendermaßen dar:

1) in den ersten beiden Metern des Ableitungsrohr war ein Längsriss erkennbar

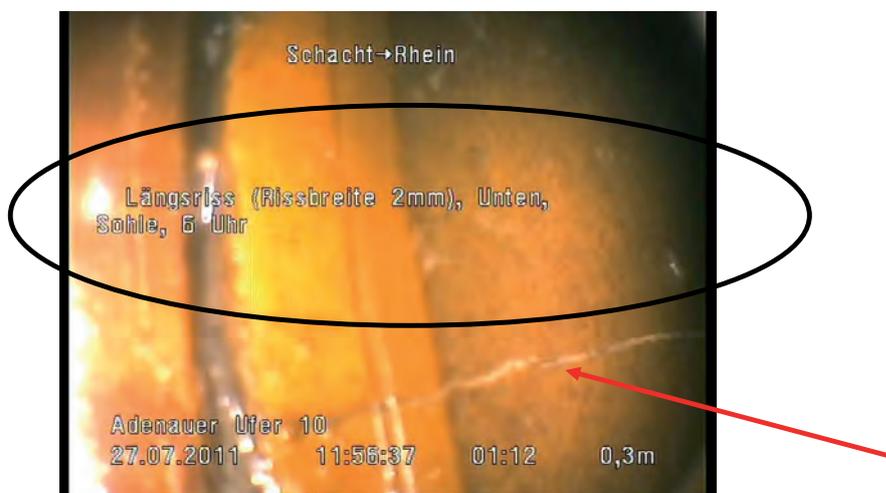


Abb. 13: Beginn der Untersuchung, erster Schaden: Längsriss

2) ca. 1,7 m nach Beginn des Rohrs konnte eine Öffnung (wahrscheinlich ein blind gelegtes altes Rohr) erkannt werden, durch die ein großes Wurzelgewirr eingewachsen war (eine Ursache der Verstopfung)



Abb. 14: Einwuchs einer Wurzel im Rohr

3) Die Wurzel erstreckte sich bis zum Abstand von 2,4 vom Anfang und reduzierte den Rohrdurchmesser auf 15 Prozent (Abb. 15)

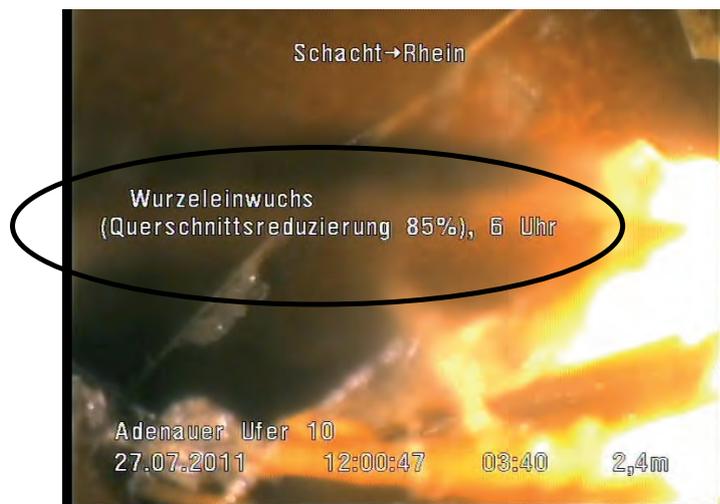


Abb. 15: fast vollständige Blockade im Rohr

4) nach Schacht 2 war die Strecke frei

5) nach dem dritten Schacht existierte ein „Wassersack“, der kein Problem darstellte.

Die Wurzelreste zusammen mit Verklumpungen aus Pflanzen, Schmutz und Muscheln waren für die Verstopfung verantwortlich (Abb. 14 und Abb. 15). Mit einer hydraulisch betriebenen Fräse (Abb. 16) wurde das Innere des Rohrs soweit geöffnet, dass der überwiegende Teil des nachströmenden Messwassers abließ. Ein vollständige Reinigung und dauerhafte Behebung des Schadens war nicht machbar.



Abb. 16: Reinigungsfräse

Die Kollegen des LBB Mainz schrieben daher die Sanierung des Kanals als Tiefbaumaßnahme aus. Im Oktober wurde das defekte Teilstück der Leitung und das gesamte Wurzelgeflecht in diesem Bereich entfernt. Es stellte sich heraus, dass ca. 2 m nach Beginn der Leitung ein offener Abzweig (Abb. 17) vorhanden war, durch den der Hauptteil der Wurzeln in den Kanal einwachsen konnte. Die alten Rohre wurde herausgetrennt und durch neue ersetzt (Abb. 18).



Abb. 17: offener Abzweig (provisorisch verschlossen)
Zustand vor Sanierung



Abb. 18: Kanal nach Reparatur
Zustand nach Sanierung

Der LBB übernahm die Kosten für die Baumaßnahmen, das LUWG die Kosten für die Untersuchungen im Vorfeld.

Die Brunnenanlage der Station, deren Wasser für die Rückspülung der Messwasserleitungen und den Betrieb der Entfeuchtungsanlage innerhalb der Station unentbehrlich ist, brachte zu Beginn des Sommers nicht genügend Wasser in den Vorratsbehälter innerhalb der RUSt. Die zwei Röhrenpumpen des Brunnens waren in Ordnung. Das Verbindungsrohr zwischen einer Pumpe und der Station hatte sich aufgrund von Korrosion von der Pumpe (Abb. 19) gelöst. Nur eine Pumpe konnte das Brauchwasser in die RUSt liefern.



Abb. 19: korrodiertes Übergang zwischen Pumpe und Weiterleitungsrohr (unten), Ersatzrohr (oben)

Im Verlauf des Rohrs traten weitere Undichtigkeiten (Abb. 20) aufgrund von Rostschäden auf. Der Austausch der alten Rohre durch Edelstahlrohre beseitigte das Defizit.



Abb. 20: korrodiertes Ableitungsrohr (oben), Ersatzrohr (unten)

Ende März 2011 traten erste Probleme mit dem Datenbankrechner in der Station auf. Die Daten, die durch die kontinuierlichen Messapparaturen der RUST gewonnen werden, wurden im Prozessleitrechner zwischengespeichert und in regelmäßigen Abständen an einen zweiten Rechner (Datenbankrechner) weitergegeben. Der Datenbankrechner musste im Laufe der folgenden Wochen ersetzt werden. Wegen der Zwischenspeicherstufe im Prozessleitrechner gingen keine Daten verloren. Der Wechsel des Rechners geschah nicht durch physikalischen Ersatz, sondern durch eine Serverlösung im Haupthaus des LUWG.

Ab dem 24. Juli 2011 wurde das Prozessleitsystem der RUST instabil. Es traten nicht reproduzierbare kurzzeitige Ausfälle des Rechners auf, ohne größere Probleme zu verursachen. In Folge dieser Ausfälle wurden jeweils die Messwasserpumpen, die aufgrund der Energieoptimierung von diesem Rechner gesteuert wurden, abgeschaltet. Um die Pumpen nicht durch häufiges Abschalten und Wiederanfahren zu schädigen und die konstante Förderung des Messwassers zu gewährleisten, wurde Pumpensteuerung ausgeschaltet.

Nachdem Mitte Oktober 2011 der Prozessleitrechner komplett für fünf Tage, etwas später für drei Tage ausfiel, wurde Ende des Monats der Rechner komplett ersetzt. In Abb. 1 auf der Seite 4 dieses Textes ist die Konsequenz der zeitweise ausgeschalteten Energieoptimierung (August bis Oktober 2011) am höheren Stromverbrauch deutlich erkennbar.

Später traten softwarebedingte Speicherprobleme auf, die auf Problemen zwischen der neuen Software und der zum Teil zehn Jahren alten Hardware in der Peripherie beruhten. Die Probleme konnten gelöst werden. Insgesamt gingen an elf Tagen im Herbst 2011 Werte der kontinuierlichen Messeinrichtungen verloren.

Im Sommer 2011 wurde die Schaufensteranzeige der RUST um die Darstellung des Verlaufs des Mainzer Pegels ergänzt (Abb. 21). Aus den Pegelwerten, die dem LUWG elektronisch von der WSD Südwest übermittelt werden, wird ein Schaubild des Verlaufs der letzten acht Tage, sowie die Prognose für den folgenden Tag erzeugt. Die Resonanz auf dieses Angebots durch die Bevölkerung ist äußerst positiv.

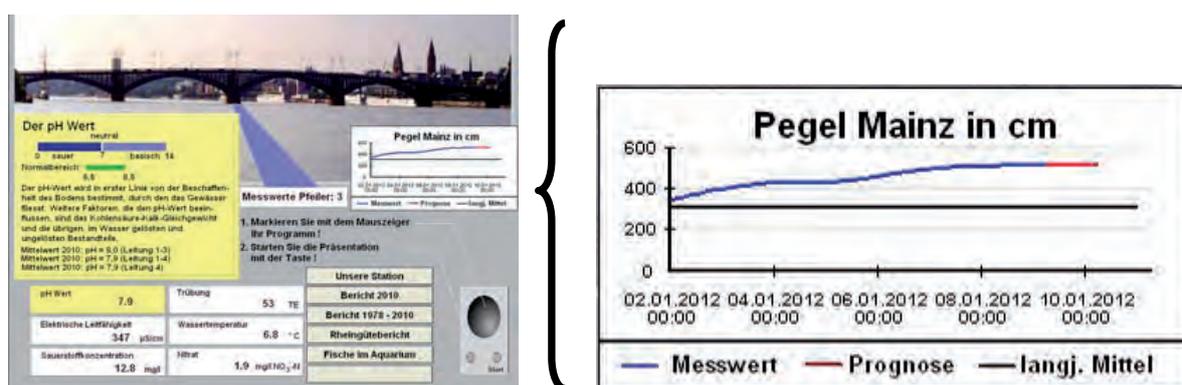


Abb. 21: Gesamtanzeige Schaufenster mit Ausschnitt Pegel Mainz

Der 22. März wird weltweit jährlich als Tag des Wassers proklamiert. Im Jahr 2011 bot das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) an verschiedenen Fließgewässerstationen außerordentliche Veranstaltungen für Schulklassen an, in die auch die RUST als hessische Station einbezogen wurde.

Über 100 Schülerinnen und Schüler verschiedener Klassenstufen aus Hessen fanden den Weg nach Mainz. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der HLUg und des LUWG brachten ihnen an fünf unterschiedlichen Themenschwerpunkten in und vor der RUST die Bedeutung von Wasser, seiner Reinhaltung und der Überwachung näher.

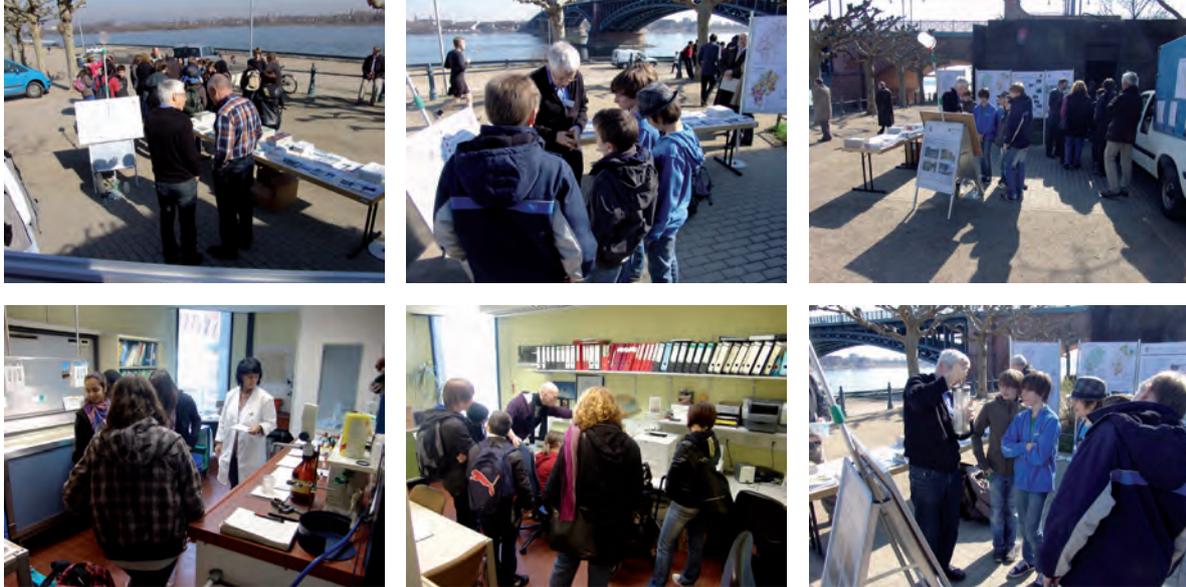


Abb. 22: Tag des Wassers 2011

Zu den Gruppen gesellten sich in unregelmäßigen Abständen interessierte Bürger, die aufgrund der Darstellungen und Schautafel auf den Tag des Wassers aufmerksam wurden.

Folgende Messeinrichtungen waren 2010 und 2011 in Betrieb:

- 6 automatische Probenahmegeräte, MAXX SP III
- 4 WTW-Messumformer QuatroLine 296 mit zugehörigen Elektroden zur Messung der Wassertemperatur, der elektrischen Leitfähigkeit, des Sauerstoffgehalts und des pH-Wertes
- 4 Trübungssonden (Ultraturb SC) mit 2 Verarbeitungseinheiten (SC 100 Universalcontroller)
- 1 UV-Spektralphotometer, Lambda 12 (Perkin-Elmer), zur Bestimmung des Spektralen Absorptionskoeffizienten (SAK)
- 1 Nitratax –Sonde LXV 401 mit SC100 Controller, HachLange GmbH

Täglich stellen die Mitarbeiter der Untersuchungsstation bis zu 7 Liter Rheinwasser für mögliche Nachuntersuchungen zurück.

Aufgrund einer Entscheidung der IKSr wurde der Probenahmekalender 2011 bereits am 25. Dez. offiziell beendet. Um die Lücke zu 2012 zu schließen, wurde in der RUST eine zusätzliche Wochenmischprobe gewonnen.

3 KURZE DARSTELLUNG BEMERKENSWERTER UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Der vorliegende Bericht ist, wie alle seine Vorgänger, in zwei Hauptgruppen unterteilt:

die **Anlagen A** enthalten die Messergebnisse in Tabellenform, während die **Anlagen B** die in Anlage A aufgelisteten Werte graphisch darstellen.

Um die graphischen Darstellungen der Tabellen der Anlage A den Anlagen B leichter zuordnen zu können, sind die korrespondierenden Anlagen B durchweg mit analogen Bezeichnungen versehen (z.B.: Abflussmittelwerte der Perioden: A-1.1, graphische Darstellung: B-1.1). Allerdings kann dieses Schema bei einigen Anlagen nicht beibehalten werden. Müssen aus einer Tabelle unterschiedliche Graphiken aufgebaut werden, sind die Bezeichnungen alphanumerisch und/oder numerisch erweitert. In der folgenden Besprechung können beide Anlagen parallel behandelt (z.B. Anlage 5.1) werden.

Die Wasserführung des Rheins war im Jahresmittel 2011 niedrig (1360 m³/s), die niedrigste der letzten 20 Jahre mit Ausnahme von 2003 (1280 m³/s). Der Rhein führte im Jahr 2010 überdurchschnittlich viel Wasser (1750 m³/s). Das Mittel der Zeitreihe 1992 bis 2011 beträgt 1640 m³/s (Abb. 23). Nach dem Hochwasser im Januar 2011 und der folgenden Trockenheit bis zu Ende Juni, folgten im Sommer Niederschläge, die den Abfluss des Rheins auf „Normalmaß“ brachten. Der im Vergleich zum Frühjahr noch trockenere Herbst sorgte bis Anfang Dezember für sehr niedrigere Wasserstände. In den folgenden drei Wochen verursachten vermehrte Niederschläge zwei kleine Hochwasserwellen, die deutlich niedriger als die in der Vergangenheit häufig auftretenden „Advent- oder Weihnachtshochwasserwellen“ waren.

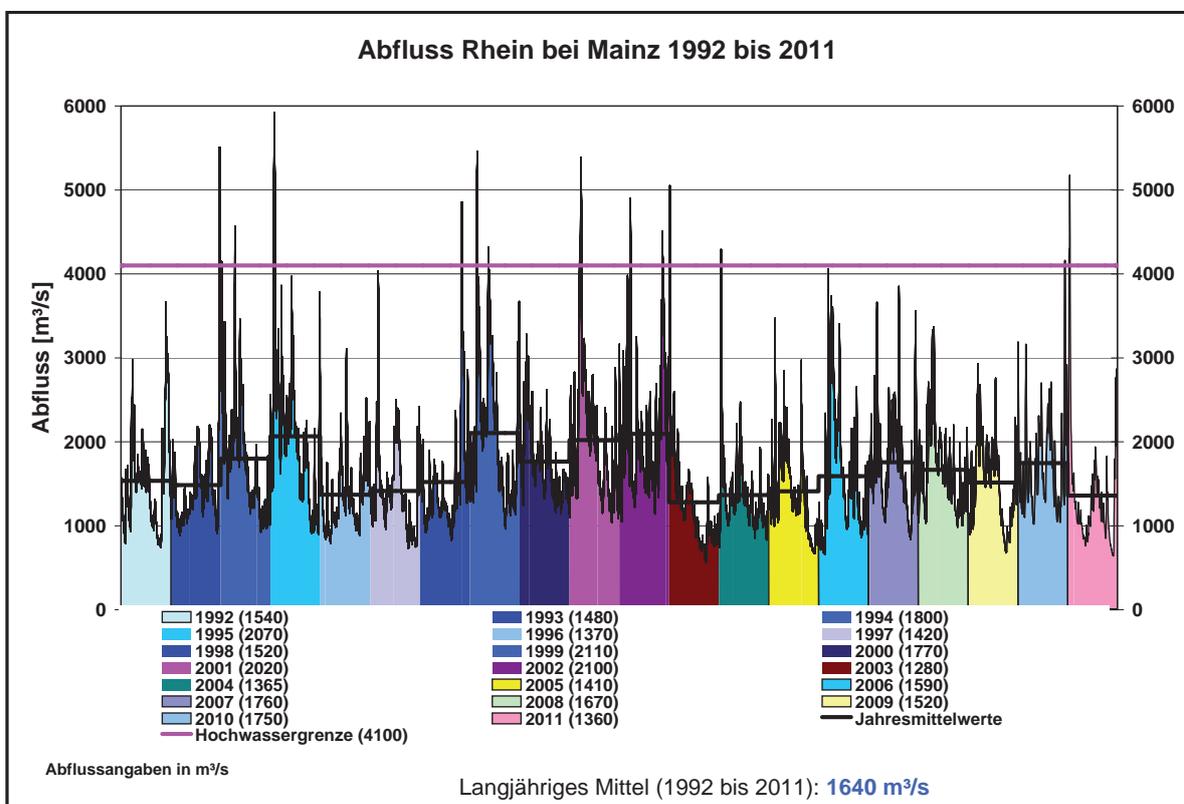


Abb. 23: Verlauf Tagesmittelwerte Abfluss Rhein 1992 bis 2011

Die Jahresmitteltemperaturen des Rheinwassers im Zeitraum 1992 bis 2011 (vgl. Abb. 24) schwankten zwischen 13,9 °C (1995) und 15,5 °C (2003). In den Berichtsjahren erreichte kein Mittelwert den für Fische kritischen Wert von 28,0 °C. Die Mittelwertbildung vom 23. Januar bis zum 10. Mai 2011 ist nur eine (grobe) Näherung. Aufgrund des Ausfalls von Leitung 4 sind die Temperaturen über den Querschnitt des Rheins bis etwa Mitte März zu hoch, es fehlen die niedrigen Mainwassertemperaturen vom Januar bis März, andererseits sind die weiteren Werte zu niedrig (März bis Mai), da um diesen Zeitpunkt die dann höheren Mainwassertemperaturen nicht in die Mittelwertbildung eingehen konnten.

Der höchste Tagesmittelwert war im Jahr 2010 mit 27,3 °C (12. Juli) unter dem kritischen Wert von 28 °C. Der des Jahres 2011 (24,8 °C am 24. August) war deutlich niedriger. Im Jahr 2010 wurde sechsmal die Schwelle von 25 °C, neunmal die Marke von 26 °C überschritten, viermal war das Wasser wärmer als 27 °C. An keinem Tag im Jahr 2011 wurden 25 °C im Mittel übertroffen, der Sommer 2011 war relativ regnerisch.

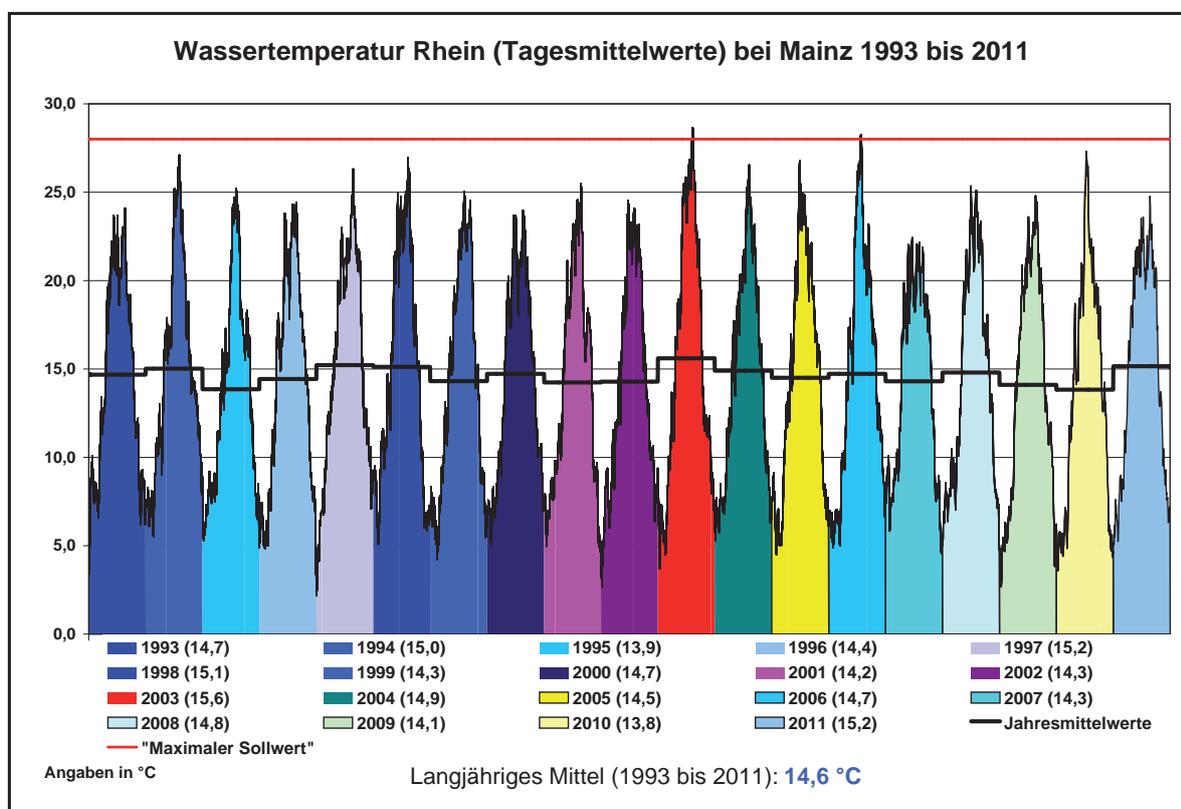


Abb. 24: Temperaturverlauf des Rheins seit 1993

Der Jahresmittelwert 2010 betrug 13,8 °C, der Jahresmittelwert 2011 lag ca. 1,4 °C höher (15,2 °C). Der Grund für die höhere Jahresmitteltemperatur zeigt sich, wenn die jeweiligen Monatsmittelwerte gegeneinander aufgetragen werden: bis auf den Juli waren 2011 alle Monatsmittelwerte höher als diejenigen von 2010 (Abb. 25).

Verlauf der Wassertemperatur (Monatsmittelwerte); Ltg. 1 bis 3

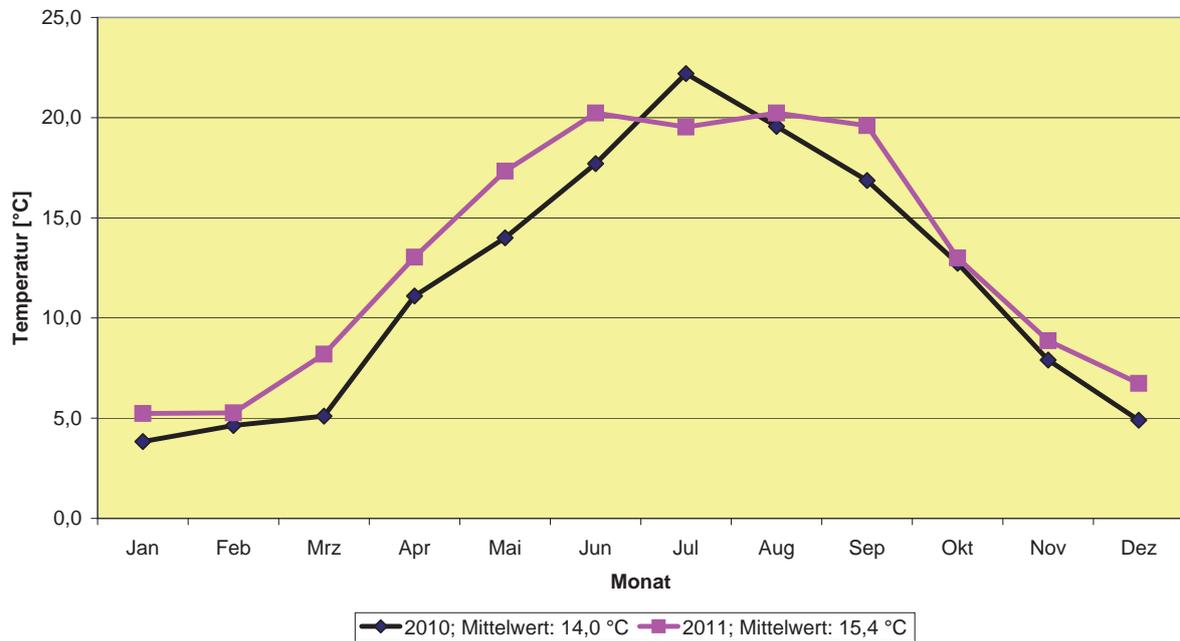


Abb. 25: Verlauf der Monatsmittelwerte des Rheins (Ltg. 1 bis 3) in den Jahren 2010 und 2011

Die Zusammenstellung der organischen Mikroverunreinigungen, auf die das Rheinwasser in den Berichtsjahren untersucht wurde, besteht aus zwei Blöcken: die „konstanten“ Parameter (Untersuchungen im Wasserlabor des LUWG = lange Trendbetrachtungen sind möglich) und Parameter, die durch externe Laboratorien bestimmt werden. Die Auswahl dieser Stoffe ergibt sich aus der Notwendigkeit prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe der WRRL in bestimmten Zeitintervallen zu untersuchen. Aufgrund andauernder positiver Befunde im Rheinwasser (auch in anderen Bundesländern) wurde ab 2009 der Untersuchungskatalog der Tagesstichproben um die Verbindungen MTBE und ETBE im Zentrallabor der LUWG erweitert. In den Anlagen A-3.10x und A-3.11x und deren graphischen Darstellungen (analoge Anlagen B) sind die Konzentrationsverläufe dokumentiert. Ab 2011 konnte die Analysenpalette erweitert werden und die Parameter MITC, Benzol, Toluol, o-Xylol sowie m- & p-Xylol in Tagesstichproben bestimmt werden (Darstellung in den Anlagen A-3.12x bis 3.16x und in den entsprechenden B-Anlagen).

In den Berichtsjahren wurde der Untersuchungsumfang der organischen Parameter am Schwebstoff analog behandelt. Substanzen, die über die Routineverfahren des LUWG-Wasserlabors herausgingen, wurden fremd vergeben.

Aufgrund vielfacher externer Meldungen betreffend die Verbindungsklasse „Glyme“ wurden auch die Isomere Diglyme, Triglyme und Tetraglyme in den Untersuchungskatalog der Wasserphase für Leitung 1 und Leitung 4 aufgenommen.

Das Verhältnis zwischen Abfluss Rhein und Abfluss Main betrug 2010 14,3 Prozent, im Jahr 2011 15,2 Prozent.

Tab. 2: Einfluss des Main-Abflusses auf den Rhein bei Mainz
(berechnet aus den jeweiligen Tagesmittelwerten)

Statistik: Abfluss Main zu Abfluss Rhein	Mittelwert [%]	Minimum [%]	Maximum [%]
1996	11,7	3,9	27,8
1997	12,2	2,3	75,0
1998	12,3	4,9	62,4
1999	12,9	6,4	32,3
2000	11,6	4,5	24,7
2001	12,3	4,4	29,2
2002	14,8	4,7	43,5
2003	12,2	5,0	38,5
2004	9,7	2,7	31,8
2005	13,7	3,8	32,4
2006	12,2	4,0	34,1
2007	14,6	6,5	30,3
2008	13,6	4,7	37,0
2009	13,0	5,0	30,7
2010	14,3	4,7	30,2
2011	15,2	6,3	37,3
Mittelwert	12,9	4,6	37,3
Standardabweichung	1,4	1,2	13,3

Die Schwankungsbreite der Metalljahresfrachten ist bisweilen hoch. Die Frachten von Natrium sinken aufgrund der Stilllegung von Kaliminen im Elsass seit Jahren. Erstmals seit Beginn dieser Frachtberechnungen wurde im Jahr 2009 die Marke von einer Million Tonnen pro Jahr unterschritten (in Jahr 1996: ~ 2,5 Millionen Tonnen). In den beiden letzten Jahren wurde die Millionengrenze geringfügig überschritten.

Tab. 3: Übersicht der Metallfrachten (Klammerwerte: Frachtaberschätzung aus Stichproben)
(B) = mehr als 50% der Proben waren kleiner Bestimmungsgrenze

	Metall:	Calcium	Natrium	Magnesium	Kalium	Aluminium	Eisen	Abfluss (m ³ /s)
1996	t/a	3.116.139	2.463.900	488.409	251.988	29.497	26.340	1.370
1997	t/a	2.842.406	1.875.723	443.142	229.163	46.102	30.350	1.415
1998	t/a	2.820.242	1.881.852	455.478	216.467	34.661	30.788	1.520
1999	t/a	(4.283.614)	(2.125.931)	(752.172)	(367.573)	70.666	55.115	2.105
2000	t/a	3.225.805	1.577.640	514.266	207.213	41.472	31.383	1.550
2001	t/a	4.012.550	1.600.574	623.513	223.130	55.568	41.101	2.020
2002	t/a	4.170.070	1.454.408	657.178	264.474	75.919	57.668	2.100
2003	t/a	2.649.208	1.071.145	418.729	144.091	26.393	18.759	1.280
2004	t/a	2.590.028	1.055.379	385.096	143.278	26.239	19.546	1.370
2005	t/a	3.052.112	1.357.832	472.265	164.423	26.891	24.285	1.410
2006	t/a	3.388.159	1.291.229	507.819	174.531	18.216	21.428	1.590
2007	t/a	3.658.240	1.137.234	571.125	193.094	21.956	24.149	1.760
2008	t/a	3.543.513	1.055.068	562.784	174.971	17.674	18.583	1.670
2009	t/a	3.204.511	992.175	507.779	162.122	19.266	17.760	1.520
2010	t/a	3.455.144	1.062.695	555.053	162.536	16.238	19.253	1.750
2011	t/a	3.253.326	1.030.806	545.059	155.886	8.876	14.855	1.360
MW	t/a	2.793.615	1.173.858	434.720	156.237	33.477	28.210	1.610
	Metall:	Mangan	Zink	Kupfer	Chrom	Bor		Abfluss (m ³ /s)
1996	t/a	1.444	561(B)	206	117(B)	-		1.370
1997	t/a	1.580	1.047(B)	239	140(B)	4.727		1.415
1998	t/a	2.083	-	252	-	4.346		1.520
1999	t/a	3.922(B)	1.295(B)	344	153(B)	4.920 (B)		2.105
2000	t/a	1.869 (B)	-	207 (B)	-	4.748		1.550
2001	t/a	1.780 (B)	-	271 (B)	-	7.075		2.020
2002	t/a	3.075 (B)	-	427 (B)	146 (B)	7.498 (B)		2.100
2003	t/a	971 (B)	-	223 (B)	-	3.139 (B)		1.280
2004	t/a	1.121 (B)	515 (B)	218	-	3.782 (B)		1.370
2005	t/a	1.477 (B)	736 (B)	229	126 (B)	4.618 (B)		1.410
2006	t/a	1.557	847	243	98,8	4.420		1.590
2007	t/a	1.679	714	219	115	4.835		1.760
2008	t/a	1.223	611	187	115(B)	5.534		1.670
2009	t/a	1.230	560	195	53,9 (B)	2.766		1.520
2010	t/a	1.489	593 (B)	127 (B)	56,3 (B)	2.810		1.750
2011	t/a	1.363	386 (B)	123 (B)	47,9 (B)	2.448		1.360
MW	t/a	1.741	715	232	106	4.511		1.610

Zur Kochsalzfracht tragen in nicht unerheblichen Maße Einträge aus kommunalen Kläranlagen, der Industrie sowie diffuse Einträge (z.B. Streusalz) bei. Diese unregelmäßigen Einleitungen (kaum Streusalz in warmen Wintern) können auch der Grund für die nicht erwartete Reduktion seit dem Jahr 2006 sein.



Abb. 26: Verlauf der Kochsalzfracht und des Abflusses des Rheins bei Mainz 1994 bis 2011

Im Jahr 2009 wurde erstmals Uran in 28-tägigen Einzelproben der Leitung 1 durch das Labor des LUWG in der Gesamtprobe bestimmt. Der Mittelwert der 13 Proben betrug $0,81 \mu\text{g/L}$ bei einer geringen Standardabweichung von $0,05 \mu\text{g/L}$. Die Nachweisgrenze betrug $0,01 \mu\text{g/L}$. Die Untersuchung von filtrierten Proben ergab im Jahr 2010 einen Mittelwert von $0,85 \mu\text{g/L}$ (Anlage A-2.38). Die Untersuchung von filtrierten und unfiltrierten Proben im Jahr 2011, tabelliert in der entsprechenden Anlage A-2.38 (2011) bestätigte die Befunde der Vorjahre (Mittelwert filtriert: $0,83 \mu\text{g/L}$; Mittelwert unfiltriert: $0,85 \mu\text{g/L}$).

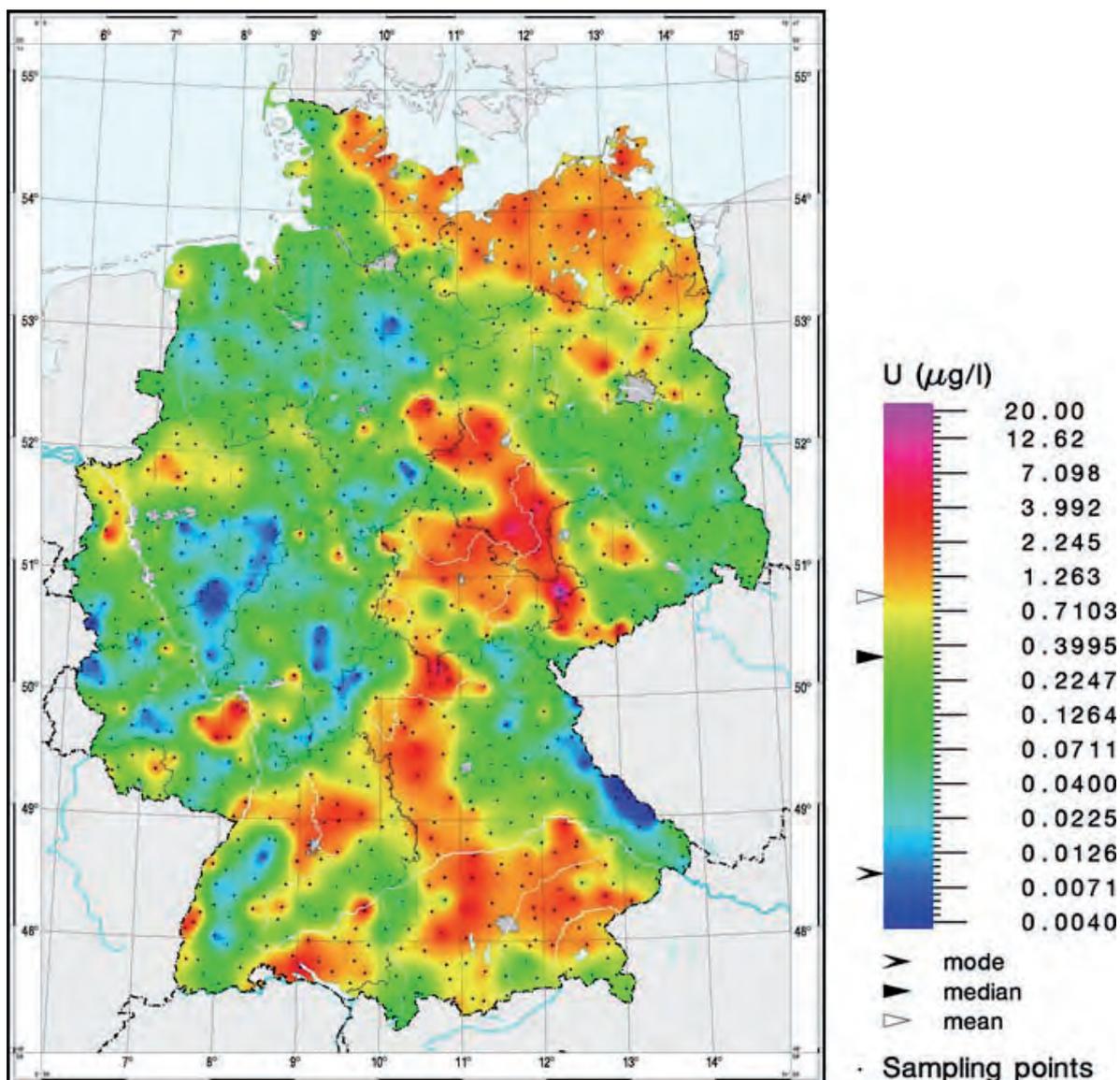


Abb. 27: Uran-Konzentrationen in Oberflächengewässern nach Birke, Rauch, Lorenz; Environ Geochem Health (2009) 31:693–706

Die Skala der Abbildung 27 zeigt die beachtliche Schwankungsbreite der Urankonzentrationen in deutschen Oberflächengewässern zwischen Hotspots und „weißen“ Flecken hervorragend. Der Mittelwert ($\sim 1 \mu\text{g/L}$) aller Untersuchungsergebnisse (weiße Pfeilspitze in Abb. 27) entspricht der Größenordnung nach dem Wert des Rheinwassers bei Mainz.

Die WHO gibt seit 2011 einen gesundheitlichen Leitwert für Trinkwasser von $30 \mu\text{g/L}$ vor. In den USA hat die EPA den gleichen Grenzwert festgelegt. In Deutschland wurde in der ersten Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung (Mai 2011) ein Wert von $10 \mu\text{g/L}$ für Trinkwasser festgesetzt (Quelle: Uran in Boden und Wasser, UBA 2012).

Eine NGO fordert seit 2009 einen Trinkwasser- bzw. Mineralwassergrenzwert von 2 µg/L. Im **Entwurf** der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer. (OGewV-E) war eine UQN (Umweltqualitätsnorm) von 1 µg/L vorgesehen. In der 2011 in Kraft gesetzten Verordnung wurde Uran **nicht** berücksichtigt.

Aufgrund verschiedener wissenschaftlicher Untersuchungen auf Lanthan in Rheinwasser, die in die behördeninterne Diskussion gelangten, wurden 2010 Rheinwassermischproben parallel durch das Labor des LUWG und durch das Labor des Landesamtes für Geologie und Bergbau auf Lanthan untersucht. Die Ergebnisse der beiden Laboratorien waren im Mittelwert gut übereinstimmend (LUWG = 0,76 µg/L; LGB = 0,81 µg/L). Eine Qualitätsnorm existiert nicht. Diese Untersuchung wurde allein im LUWG-Labor im Jahr 2011 mit filtrierten und mit unfiltrierten Stichproben fortgeführt. Der Jahresmittelwert für die Gesamtproben lag bei 2,69 µg/L, die filtrierte Probe zeigte einen deutlich niedrigeren mittleren Wert von 0,45 µg/L.

Die OgewV von 2011 legt für die Metalle Selen, Thallium und Silber im Filtrat jeweils eine UQN im Jahresmittel fest. Tabelle 4 zeigt die Gegenüberstellung der UQN mit den im Rhein bei Mainz nachgewiesenen Jahresmittelwerten.

Tab. 4: Vergleich von Metall UQN mit den Befunden 2011

	UQN [µg/L]	Befunde 2011 [µg/L]
Selen	3,00	0,37
Silber	0,02	<0,1
Thallium	0,20	0,01

Selen und Thallium halten eindeutig die UQN ein, während die Bestimmungsgrenze des im Labor genutzten Verfahrens bei Silber zu hoch ist. Per Definitionem gilt die UQN für Silber trotzdem als eingehalten.

Im Jahr 2010 wurden insgesamt 100 organische Spurenstoffe, Pflanzenschutz- und Pflanzenbehandlungsmittel sowie Industriechemikalien, Komplexbildner, Arzneimittelwirkstoffe oder leicht bzw. schwerflüchtige Kohlenwasserstoffe im Rheinwasser analysiert. In diesem Abschnitt werden nur die Ergebnisse der Untersuchung der Wasserphase besprochen. Die Probeart variierte von 14-tägigen Mischproben über 14- oder 28-tägigen Einzelproben bis zu täglichen Stichproben. Im Jahr 2011 wurde das Kontingent auf 112 Stoffe vergrößert.

Festzuhalten ist, dass die Anzahl der organischen Verbindungen, die oberhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden konnten, in den vergangenen Jahren tendenziell nach unten ging. Details sind unter den Anlagen A-4.1ax bei den Einzeljahrgängen zu finden.

Unter den Positivbefunden stellt Triphenylphosphanoxid (TPPO) im Jahr 2011 mit 24 von 27 möglichen Befunden und einer Fracht von etwa 6,1 Jahrestonnen den dritthöchsten Frachtwert. Auch die zweithöchste Einzelkonzentration (0,64 µg/L) aller Spurenstoffe wird von dieser Verbindung gemessen. Im Jahr 2010 wurden deutlich weniger Befunde oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden. Die Jahrestonnage 2010 lag bei knapp unter zwei Tonnen.

Im Jahr 2005 sah es aus, als sei TPPO aus dem Rhein verschwunden. In keiner 14-tägigen Mischprobe war ein Befund oberhalb der Bestimmungsgrenze (0,05 µg/L) festzustellen. Dieser positive Trend setzte sich nicht fort. Die Jahrestonnage steigt seit 2005 auf niedrigem Niveau wieder stetig an. 2009 und 2010 war ein leichter Rückgang feststellbar, dem 2011 ein Ausreißer nach oben folgte.

Tab. 5: Übersicht der Frachten von Triphenylphosphanoxid (n.n.b = nicht nachweisbar; * = Abschätzung auf Basis der Ergebnisse des TZW)

Jahr	TPPO-Jahresfracht [t]	Jahr	TPPO-Jahresfracht [t]
1994	63,9 *	2003	9,2
1995	36,2 *	2004	5,7
1996	29,2	2005	n.n.b.
1997	25,8	2006	1,5
1998	26,2	2007	1,9
1999	19,4	2008	2,9
2000	25,3	2009	1,7
2001	17,1	2010	1,9
2002	12,1	2011	6,1

Entwicklung Triphenylphosphanoxid-Frachten im Rhein bei Mainz/Wiesbaden

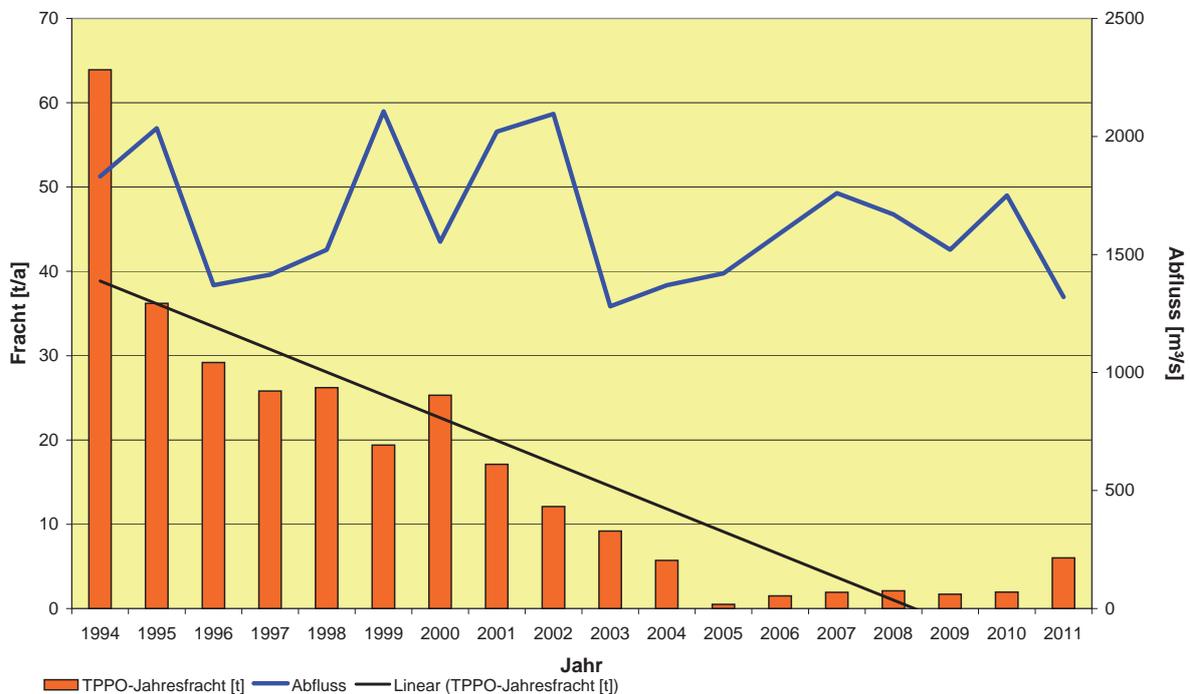


Abb. 28: Gegenüberstellung Triphenylphosphanoxidfrachten/Jahresabflüsse

Anilin konnte im Jahr 2010 in 20 (von 26) 14-tägigen Mischproben oberhalb der Nachweisgrenze detektiert werden. Nach der deutlich niedrigen Fracht im Jahr 2005 (810 kg) wurden im Jahr 2006 1280 kg abgeschätzt. 2007 und 2008 sank die Jahresfracht auf 915 bzw. 926 kg. Auch die Anzahl der Analyseergebnisse oberhalb der Bestimmungsgrenze war mit 10 bzw. 8 (vgl. Tab. 6) gering, so dass die Güte der Schätzung eher schlecht ist. Bei dieser Substanz wurde 2010 ebenfalls ein deutlicher Anstieg in Häufigkeit und Menge festgestellt (positive Befunde: 20 von 26, Menge: 2,0 Tonnen). Das Niveau von 2004 ist etwas überschritten. Die Befunde 2011 sind ähnlich.

Tab. 6: Übersicht der Frachten von Anilin seit dem Jahr 2000
(Jahresfracht 2005, 2007 und 2008: äußerst grobe Schätzungen)

Jahr	Anilin-Jahresfracht [t]	Häufigkeit Nachweis größer BG	Jahr	Anilin-Jahresfracht [t]	Häufigkeit Nachweis größer BG
2000	2,329	19	2006	1,282	15
2001	2,233	17	2007	(0,915)	10
2002	1,360	13	2008	(0,926)	8
2003	1,407	20	2009	1,521	20
2004	1,492	13	2010	1,987	20
2005	(0,813)	9	2011	1,660	22

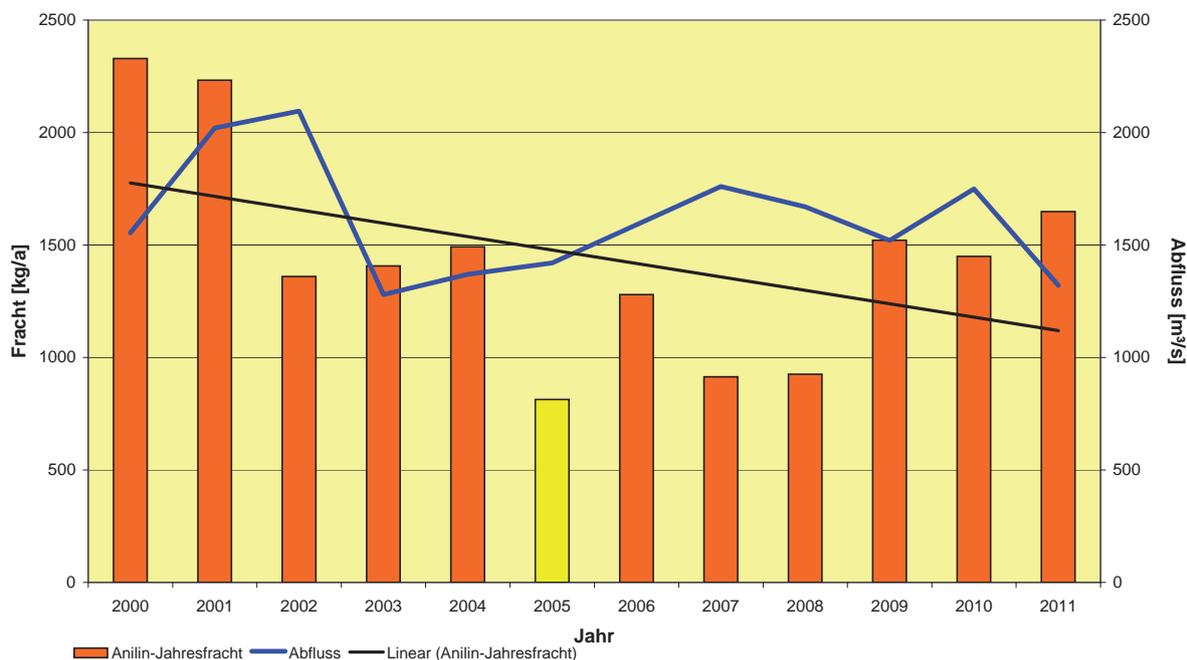


Abb. 29: Gegenüberstellung Anilinfrachten / Jahresabflüsse

Die Nachweise von Atrazin, einem Herbizid, das die Landwirtschaft zur Bekämpfung von unerwünschten Beikräutern einsetzt, wurden in den letzten Jahren seltener. Von 24 positiven im Jahr 1994 sank die Anzahl der Positivnachweise auf zwei im Jahr 2009 (vgl. Tab. 7). Atrazin ist in Deutschland seit

1991 verboten. Europaweit mussten alle Länderzulassungen von atrazinhaltigen Pflanzenschutzmitteln bis 10. September 2004 widerrufen werden. Es gibt wenige Ausnahmen, die die Anwendung bis 2007 erlaubten. Anschließend trat ein europaweites Anwendungsverbot von Atrazin in Kraft. Seit 1995 ist eine fallende Tendenz der Frachten mit einem zwischenzeitlichen starken Ausschlag (Jahr 2000) nach oben zu beobachten, die unabhängig von der Wasserführung des Rheins war (vgl. Abb. 30). 2010 und 2011 wurde kein Atrazin im Rhein bei Mainz nachgewiesen.

Tab. 7: Übersicht der Atrazin-Frachten (Jahresfrachten 2005 bis 2008 äußerst grobe Schätzungen)

Jahr	Atrazin-Jahresfracht [kg]	Anzahl > BG	Jahr	Atrazin-Jahresfracht [kg]	Anzahl > BG
1995	3042	24	2004	359	10
1996	1500	27	2005	(238)	3
1997	1480	26	2006	(320)	6
1998	1070	22	2007	(280)	1
1999	1760	21	2008	(258)	2
2000	3551	25	2009	(248)	2
2001	1201	16	2010	-	0
2002	668	13	2011	-	0
2003	445	11			

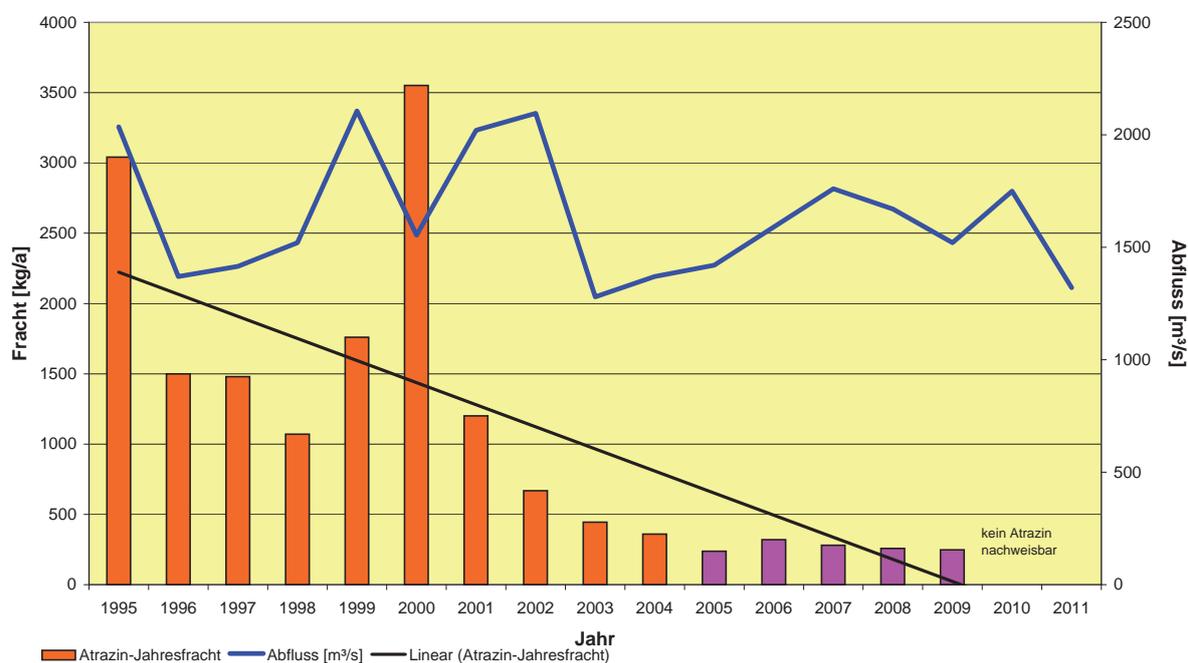


Abb. 30: Gegenüberstellung Atrazinfrachten / Jahresabflüsse

In den vergangenen Jahren trat AMPA (Aminomethylphosphonsäure) in den Fokus. AMPA ist das Abbauprodukt des Breitbandherbizids Glyphosate und von als Reinigungsgrundstoffen eingesetzten Phosphonaten. Die eine „Ausgangssubstanz“ Glyphosate wurde nur einmal im Jahr 2007 im Rheinwasser größer Bestimmungsgrenze nachgewiesen, später nicht mehr.

AMPA trat 2010 in 15 von 16 Analysen, 2011 in 23 von 27 Analysen größer als seine Bestimmungsgrenze (0,05 µg/L) auf. Die Schätzungen der Jahresmassen zeigt Tabelle 8. Die Fracht im Jahr 2010 lag bei 5,4 Tonnen, dem höchsten Wert aller organischen Spurenstoffe. Im Jahr 2011 hat sich die Jahresfracht nochmals erheblich auf 8,7 Tonnen erhöht.

Tab. 8: Übersicht der AMPA-Frachten

Jahr	AMPA-Jahresfracht [kg]	Anzahl > BG
2010	5357	15
2011	8700	23

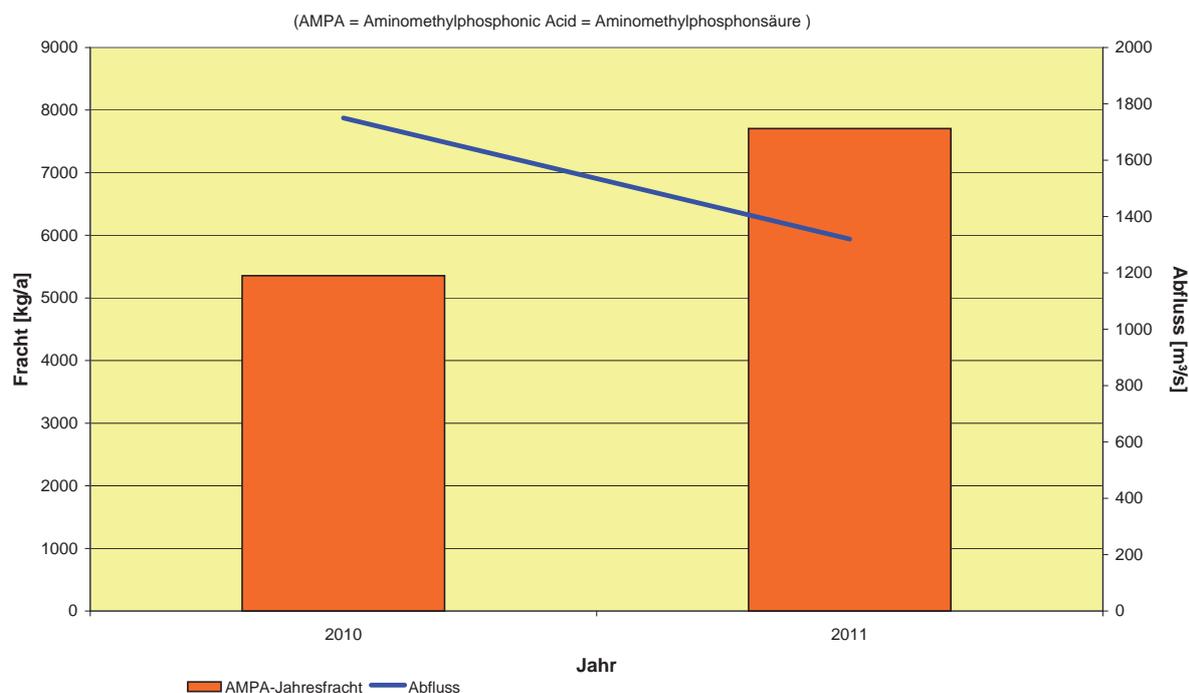


Abb. 31: Gegenüberstellung AMPA-Frachten / Jahresabflüsse

Die Verbindungen Nitrobenzol, Tebuconazol, 2,6-Dichloranilin und Metazachlor traten 2010 nur ein- oder zweimal oberhalb der Bestimmungsgrenze auf.

Gleiches gilt für 1-Chlor-2-Nitrobenzol, 3,4-Dichloranilin und Bentazon im Jahr 2011. 2,3-Dichloranilin und 2,6-Dichloranilin sowie Nitrobenzol und AIPA wurden 2011 drei- bzw. siebenmal detektiert.

Die 2011 erstmals untersuchten Verbindungen Cypermethrin und Triphenylphosphat wurden nie oberhalb ihrer Bestimmungsgrenze nachgewiesen (Labor: TZW).

Die 14-Tages-Mischproben der Komplexbildner (vgl. Anlagen jeweils A-4.7x und B-4-7x) wurden weiter nach Vorgabe untersucht und die Jahresfrachten abgeschätzt. Die Jahresfrachten von zwei der drei Verbindungen sanken auf den niedrigsten Wert seit Beginn der Untersuchungen. Die Ausnahme hiervon ist NTA, deren Jahrestonnagen 2001 und 2004 geringfügig niedriger waren.

Tab.9a: Übersicht der Frachten von EDTA

EDTA	Konzentration Minimum	Konzentration Mittelwert	Konzentration Maximum	Jahres- transport	Jahresfracht (°)
	µg/L	µg/L	µg/L	g/s	t
1989	10	20,1	29		(555)
1990	8,0	14,8	41		(610)
1991	6,0	14,2	30		(475)
1992	5,4	9,9	20	13,9	327
1993	5,2	10,1	21	14,2	335
1994	3,8	7,3	12	12,6	297
1995	3,8	6,6	12	12,2	288
1996(+)	4,4	8,0	14	9,1	298
1997	2,9	6,6	12	7,5	237
1998 (TZW)	3,7	5,4	10	6,5	-
1998 (LFW)	3,4	5,8	9,8	7,2	225
1999 (TZW)	3,2	5,1	7,1	8,4	-
1999 (LFW)	1,8	4,2	7,7	7,0	219
2000 (LFW)	3,5	5,2	7,2	8,0	251
2001 (LFW)	1,9	4,1	7,7	6,6	209
2002 (LFW)	0,59	4,1	8,3	6,7	219
2003 (LFW)	2,2	8,7	30	9,8	308
2004(LUWG)	0,67	5,9	15	7,5	212
2005(LUWG)	2,7	6,4	17	8,0	253
2006 (LUWG)(+)	1,8	5,3	17	6,2	202
2007 (LUWG)	1,5	3,8	5,7	5,3	168
2008 (LUWG)	1,9	4,6	10	6,3	199
2009 (LUWG)	2,7	5,2	13	6,3	199
2010 (LUWG)	1,5	3,7	6,3	5,3	168
2011 (LUWG)(+)	2,2	4,8	7,5	5,0	161

(XXX) = Jahresfracht berechnet aus Tagesmittelwerten des TZW, Karlsruhe

(°) Jahresfracht 1994/1995: 75% des Abflusses Rhein; ab 1996: Rhein ohne Main

(+) 1996, 2006, 2011: zusätzliche 27. Schaltperiode

Dennoch bleibt die Jahresfracht von EDTA im Vergleich zu den anderen Komplexbildnern die höchste. Sie beträgt 2010 67%, 2011 74% der Gesamtfracht der drei Komplexbildner, während NTA mit circa 20% in den Berichtsjahren und DTPA mit 13% bzw. 8 % deutlich niedriger lagen.

Tab. 9b: Übersicht der Frachten von DPTA

DTPA	Konzentration Minimum	Konzentration Mittelwert	Konzentration Maximum	Jahres- transport	Jahresfracht (°)
	µg/L	µg/L	µg/L	g/s	t
1994	<2,0	3,3	6,6	4,6	89
1995	<2,0	<2,0	5,8	3,2	75
1996(+)	<1,0(*)	1,9(*)	4,2	2,4	78
1997	<1,0	1,4	2,8	1,6	49
1998 (TZW)	<1,0	1,3	2,1	1,6	-
1998 (Lfw)	<0,4	2,0	4,1	1,3	75
1999 (TZW)	<1,0	1,2	2,3	2,0	-
1999 (Lfw)	<0,4	0,8	2,3	1,3	40
2000 (Lfw)	<0,4	1,9	4,3	2,9	92
2001 (Lfw)	<0,4	1,6	4,0	2,7	86
2002 (Lfw)	<0,4	1,3	2,9	2,1	66
2003 (Lfw)	0,8	2,1	4,0	2,5	80
2004 (LUWG)	<0,4	1,7	3,6	2,1	49
2005 (LUWG)	0,7	2,4	5,7	3,0	96
2006(LUWG)(+)	<0,4	2,3	5,3	3,2	103
2007 (LUWG)	<0,4	1,4	2,9	2,1	66
2008 (LUWG)	<0,4	2,0	3,8	2,8	87
2009 (LUWG)	<0,4	1,0	2,4	1,3	42
2010 (LUWG)	<0,4	0,74	1,9	1,0	33
2011 (LUWG)(+)	<0,4	0,47	1,1	0,5	17

(°) Jahresfracht 1994/1995: 75% des Abflusses Rhein; ab 1996: Rhein ohne Main

(XXX) = Jahresfracht berechnet aus Tagesmittelwerten des TZW, Karlsruhe

(+) 1996, 2006, 2011: zusätzliche 27. Schaltperiode

Die beiden Komplexbildner ADA und PDTA sind bis zum Jahr 2010 in keiner Mischprobe nachgewiesen worden. Daher wurden die Untersuchungen 2011 eingestellt.

Tab. 9c: Übersicht der Frachten von NTA

NTA	Konzentration Minimum	Konzentration Mittelwert	Konzentration Maximum	Jahres- transport	Jahresfracht (°)
	µg/L	µg/L	µg/L	g/s	t
1989	3,6	8,3	13		(231)
1990	3,2	9,2	25		(383)
1991	<1	5,4	15		(180)
1992	3,1	6,2	11	9,0	211
1993	<1	7,4	15	9,7	229
1994	<1	2,0	5,0	3,3	78
1995	<1	1,7	3,4	3,7	86
1996(+)	0,9(*)	1,6	3,1	2,0	64
1997	0,9	1,8	7,9	2,1	67
1998 (TZW)	0,7	1,2	1,7	1,4	-
1998 (LfW)	0,7	2,7	13	3,1	98
1999 (TZW)	0,6	0,9	1,6	1,7	-
1999 (LfW)	<0,4	1,5	3,3	2,7	82
2000 (LfW)	0,4	1,2	4,4	1,9	60
2001 (LfW)	<0,4	0,7	1,6	1,2	39
2002 (LfW)	<0,4	1,0	2,4	1,6	51
2003 (LfW)	<0,4	1,3	4,0	1,4	44
2004 (LUWG)	<0,4	0,7	1,6	1,0	29
2005 (LUWG)	<0,4	1,0	1,9	1,3	42
2006 (LUWG)(+)	<0,4	1,0	1,8	1,5	50
2007 (LUWG)	<0,4	0,92	6,2	1,5	48
2008 (LUWG)	0,61	1,2	1,9	1,8	56
2009 (LUWG)	0,82	1,4	1,9	1,8	58
2010 (LUWG)	0,46	1,1	1,9	1,6	51
2011 (LUWG)(+)	<0,4	1,1	2,7	1,3	41

(XXX) = Jahresfracht berechnet aus Tagesmittelwerten des TZW, Karlsruhe

(°) Jahresfracht 1994/1995: 75% des Abflusses Rhein; ab 1996: Rhein ohne Main

(+) 1996, 2006, 2011: zusätzliche 27. Schaltperiode

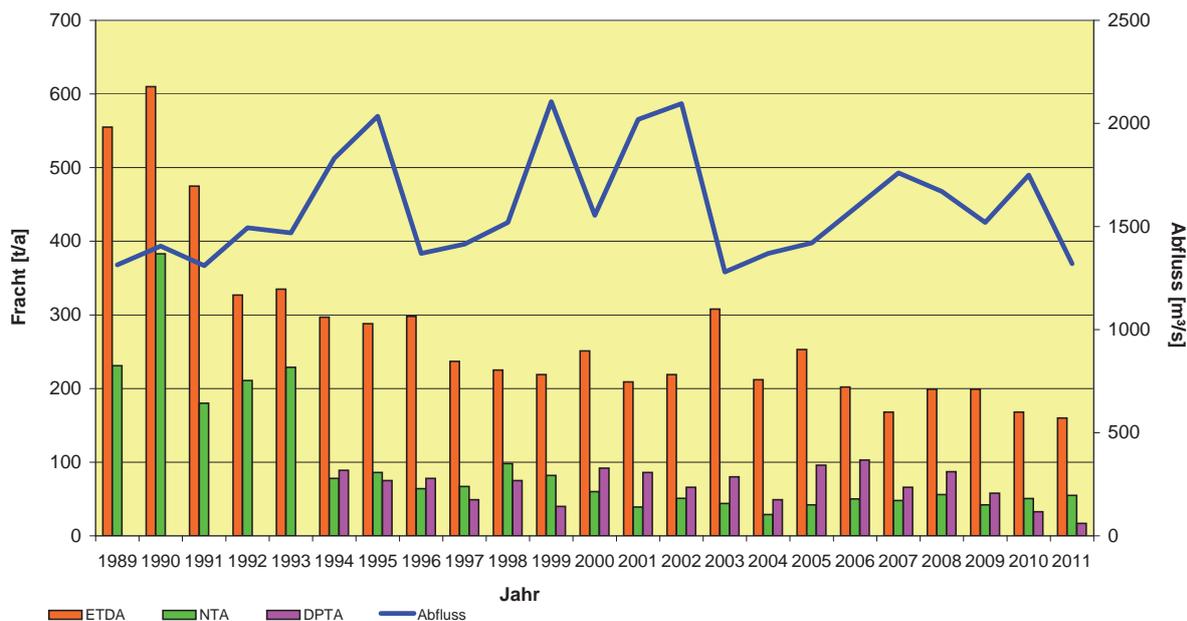


Abb. 32: Gegenüberstellung Komplexbildnerfrachten / Jahresabflüsse

Seit 2010 wird das Rheinwasser auf den Komplexbildner MGDA (Methylglycindiessigsäure) untersucht. Dieser Komplexbildner wird von der BASF SE als Bestandteil eines Reinigungsmittel unter der Namen Trilon A für die Wasch- und Reinigungsmittelindustrie vertrieben. Dieses Produkt wird als innovativ, leistungsstark und biologisch leicht abbaubar beworben.

Tab. 9d: Übersicht der Frachten von MGDA

MGDA	Konzentration Minimum	Konzentration Mittelwert	Konzentration Maximum	Jahres- transport	Jahresfracht (°)
	µg/L	µg/L	µg/L	g/s	t
2010 (LUWG)	<0,4	1,0	1,8	1,5	44
2011 (LUWG)(+)	<0,4	1,2	2,8	1,3	43

(+) 2011: zusätzliche 27. Schaltperiode

Von 2006 bis Mitte 2011 wurde Benzol zusammen mit polyaromatischen kondensierten Kohlenwasserstoffen (PAK, engl.: PAH) in der Wasserphase des Rheins als 28-tägige Einzelproben untersucht. Ab 16. Mai 2011 wird die Konzentration von Benzol gemeinsam mit Toluol, o-Xylol sowie m- & p-Xylol in täglichen Stichproben im Wasser der Leitung 1 und der Leitung 4 bestimmt. Die Ergebnisse werden in Reihe A-3.x tabellarisch und B-3.x graphisch dargestellt. Im Anhang II des Vorschlags zur Änderung der WRRL und der RL2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserwirtschaft wird als UQN im Jahresdurchschnitt der Wert 10 µg/L genannt. Dieser Wert wurde in den letzten Jahren mit weitem Abstand konstant unterschritten.

Die Auflistung der übrigen zwölf untersuchten PAK ist in den jeweiligen Anlagen A-4.2 zusammengestellt. Die Bestimmungsgrenzen (BG) bewegen sich in sehr unterschiedlichen Größenordnungen: von 2 ng/L (Benzo(k)fluoranthren und Benzo(a)pyren) bis 100 ng/L (Naphthalin). Naphthalin, Anthracen, Fluoren und Phenanthren überschreiten in den Berichtsjahren nie die BG. Die positiven Befunde der restlichen PAK bewegen sich in den beiden Berichtsjahren zusammen im Bereich zwischen einem und drei. Der Jahresmittelwert überschreitet nie die jeweilige Bestimmungsgrenze. Im Gegensatz dazu wird Benz(a)pyren 2010 in acht von 13 Proben (Mittelwert = 2 ng/L) und im letzten Berichtsjahr in vier von 13 Proben (Mittelwert = 3 ng/L) bestimmt. Die Klassifizierung nach UQN ist der Tabelle 10 zu entnehmen.

Von sechs untersuchten leichtflüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffe (jeweils Anlage A-4.3) wird in den beiden Berichtsjahren nur in einer von 156 Proben ein positiver Befund oberhalb ihrer Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Dabei handelt es sich um Dichlormethan, das am 15. Dez. 2010 mit 1,2 µg/L (BG = 1,0 µg/L) detektiert wurde.

Die Ergebnisse dieser täglichen Untersuchungen können unter der Internetadresse:

<http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/8127/> durch Aktivieren der Station Mainz-Wiesbaden auf der kartographischen Darstellung angesehen werden. Auch unter

<http://www.rheinwasseruntersuchungsstation.de/> sind die Werte abrufbar.

Die Arzneimittelsubstanzen Bezafibrat (Lipidsenker), Carbamazepin (Psychopharmakon) und Diclofenac (Analgetikum und Antiphlogistikum) wurden in 14-tägigen Mischproben (jeweils Anlagen A-4.4 d B-4.4 durch das Labor des Technologiezentrums Wasser in Karlsruhe bestimmt.

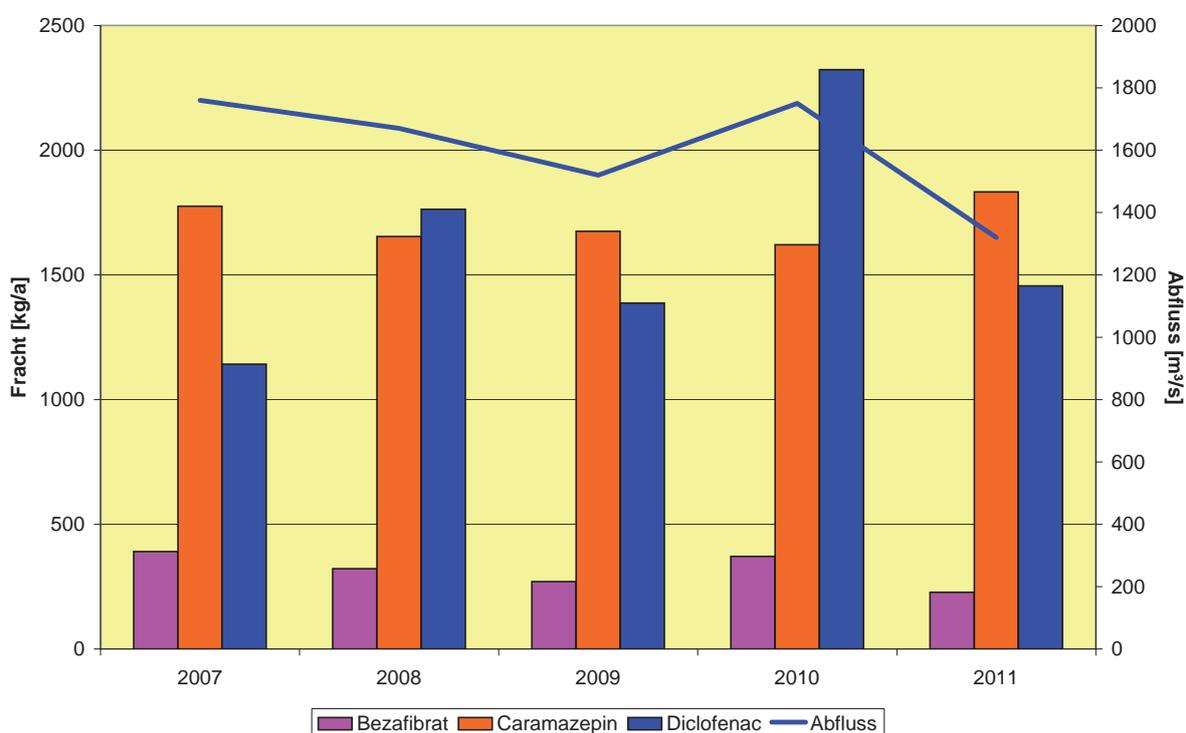


Abb. 33: Verlauf der Frachten dreier Arzneimittelwirkstoffe

Die Konzentrationen von Bezafibrat lagen in der überwiegenden Mehrzahl der Proben unterhalb des Bestimmungsgrenze (10 ng/L). Folglich fielen in den Berichtsjahren die Jahresmittelwerte ebenfalls unter die BG; die Maxima lagen bei 19 ng/L (2010) bzw. 14 ng/L (2011).

Carbamazepin wurde in allen Proben der Berichtsjahre größer Bestimmungsgrenze gefunden. Der Jahresdurchschnitt lag bei 36 ng/L im ersten Berichtsjahr, im Folgejahr bei 54 ng/L. Die Jahresmengen betragen 2010 knapp 1,6t, im Folgejahr 1,8t.

Das sehr häufig verwendete Diclofenac wurde 2010 stets nachgewiesen (BG: 10 ng/L). Der Mittelwert betrug 53 ng/L bei einem sehr hohen Maximum von 97 ng/L. Im Jahr 2011 lagen zwei Proben unter der Bestimmungsgrenze. Der Mittelwert betrug 40 ng/L mit einem Maximalwert 90 ng/L. Die Diclofenac-Fracht lag mit 2,3 Jahrestonnen im Jahr 2010 deutlich über der des Carbamazepins. Die Tonnage im Jahr 2011 sank auf ~ 1,5t und fiel hinter Carbamazepin zurück. Der Verlauf der Frachten ist der Abbildung 33 zu entnehmen.

Vergleichbar mit ETBE und MTBE sind die Homologen der „Glyme“ (Di-, Tri- und Tetraglyme) Substanzen, die immer wieder in Such- oder Alarmmeldungen des WAP Rhein auftauchten bzw. auftauchen (vgl. Anlagen A-4.5x und B-4.5x).

„Glyme“ sind Etherverbindungen, die häufig in der organischen Synthese als inerte Lösungsmittel z.B. bei Grignard-Reaktionen oder bei Reaktionen mit Boraten zur Komplexierung der Kationen verwendet werden. Sie sind homolog, d.h. der Schritt von der Di- zu der Tri-Verbindung und zu höheren Homologen ist die formale Verlängerung der Kette um eine Ethoxygruppe.

Die Konzentrationen der Glyme wurden sowohl im Wasser der Leitung 1, als auch im Wasser der Leitung 4 detektiert. Beginnend werden die Ergebnisse der **Leitung 1** behandelt:

Diglyme wurde 2010 in Leitung 1 nur einmal, im Folgejahr dagegen zwölfmal größer BG gefunden. Auch aufgrund der relativ hohen Bestimmungsgrenze ergibt sich 2011 eine Frachtschätzung von circa 4,6 Jahrestonnen.

Von Triglyme werden 2010 zwölf positive Analysen, im Jahr 2011 waren 23 der 27 Mischproben oberhalb der BG.. Die Jahresfracht betrug 2010 knapp 5 Tonnen, für 2011 müssen fast 9 Tonnen angegeben werden. Triglyme ist somit die Substanz, die 2011 die höchste Fracht aller nachgewiesenen Spurenstoffe im Rhein bei Mainz liefert.

Die Anzahl der positiven Befunde für Tetraglyme waren 2010 und 2011 identisch: drei Konzentrationen waren größer BG. Auf die Abschätzung der Frachten wurde bei Leitung 1 in Berichtsjahren verzichtet.

Die Untersuchungsergebnisse des Rheinwassers der **Leitung 4** überraschten im Jahr 2011. Die Werte des Jahres 2010 waren unauffällig: Diglyme wurde nie, Triglyme zweimal, Tetraglyme viermal größer als BG nachgewiesen.

Aufgrund des Ausfalls der Pumpe 4 zu Beginn des Jahres 2011 konnten im Gesamtjahr nur 19 14-Tages-Mischproben gewonnen werden. Das Ergebnis der Untersuchungen war im Vergleich zu 2010 ein völlig anderes: von den 19 Proben wurde Diglyme in sechs, Triglyme in neun und Tetraglyme gar in 15 Proben positiv nachgewiesen. Nach Angaben der HLUg gibt es im Mainzeinzugsgebiet einen bekannten Emittenten. Aufgrund der Befunde im Wasser der linksrheinischen Entnahmestelle Leitung 1 kann auf eine Grundbelastung des Rheins im Oberlauf geschlossen werden.

Zu den im Anhang X der Wasserrahmenrichtlinie genannten prioritär gefährlichen Stoffen gehören u.a. die C10-13-Chloralkane. Der Nachweis dieser Verbindungen im Oberflächenwasser ist nicht trivial. Das TZW Karlsruhe stellte 2010 im Auftrag des LUWG in dreizehn 28-Tages-Stichproben keinen positiven Befund fest (Anlage A-4.6).

Die Verbindungsklasse der perfluorierten Tenside (PFT) wurde 2008 zu ersten Mal in wenigen Proben des Rheinwassers untersucht. Fast alle Ergebnisse lagen unterhalb der Bestimmungsgrenze. Die Untersuchungen wurden 2009 nicht fortgesetzt. Perfluoriert bedeutet, dass alle Wasserstoffatome einer Kohlenstoffkette durch Fluoratomer ersetzt wurden, Tenside sind oberflächenaktive Stoffe. Diese Verbindungsklasse bündelt zwei Eigenschaften in sich, die für den Menschen äußerst hilfreich sein können:

1. Oberflächenaktiv bedeutet, dass PFT die Oberflächenspannung des Wassers herabsetzen (vergleichbar mit Seifen) und so die Benetzung von Materialien sehr stark verbessern können und gute Waschwirkung erzielen.
2. PFT chemisch und thermisch sehr stabil, fast inert. Diese Eigenschaft haben sie mit dem Hauptvertreter der Fluororganischen Verbindungen, dem chemisch dicht verwandten Teflon, gemeinsam.

Aus diesen beiden Eigenschaften ergeben sich die Hauptnutzungen der PFT. Eine die Umwelt sehr stark tangierende Nutzung ist die als Bestandteil von Löserschäumen. Nach Löscheinsätzen der Feuerwehr kommt es immer wieder zu großen direkten Einträgen der PFT in angrenzende Gewässer oder als Indirekteinleitungen über die Abwasserleitungen durch Kläranlagen. Weiter werden PFT in der Textil- und Papierindustrie zur Herstellung Spezialtextilien und Spezialpapieren verwendet. PFT bilden Schutzschichten, die wasser- und schmutzabweisende Funktionen haben. Durch Erosion der Textilienoberflächen beim Tragen oder Reinigen der Bekleidung werden geringe Mengen freigesetzt. Die Gefahr der Verbindungen besteht darin, dass sie natürlich nicht vorkommen und daher nicht durch biologische Systeme abbaubar sind und sich in der Natur und speziell in Gewässern akkumulieren.

Die Verbindungen werden in zwei Hauptstoffgruppen unterteilt: die Salze der perfluorierten Carbonsäurenperfluorierten Carbonsäuren (PFCA) und die der perfluorierten Alkylsulfonsäuren (PFAS) mit jeweils unterschiedlichen Kohlenstoffkettenlängen.

Die Ergebnisse des Messprogramms im Jahr 2008 (nur vier Untersuchungen) konnten so zusammengefasst werden, dass nur PFOS (Perfluorooctansulfonsäure) in drei von vier Proben im Rheinwasser mit einem Mittelwert von 11 ng/L gefunden wurde. Die übrigen Mitglieder der untersuchten „PFT-Familie“ waren unauffällig.

Im Jahr 2011 wurde das Untersuchungsprogramm wieder aufgenommen und die Anzahl der Proben auf 27 Mischproben je PFT-Isomer erweitert. Die LUFA (Speyer) untersuchte für das LUWG das Rheinwasser in den Mischproben auf zehn verschiedene PFT-Isomere.

Das Ergebnis von 2009 wurde 2011 (Anlage A-4.6) bestätigt. In 23 von 27 **Proben** wurde PFOS mit einem Mittelwert von 13 ng/L bei einer Bestimmungsgrenze von 10 ng/L gefunden.

Von den übrigen neun Verbindungen (PFBA, PFPeA, PFHxA, PFHpA, PFOA, PFNA, PFDA, PFBS und PFHxS) wurde nur eine von über 240 Proben positiv getestet.

Im Januar 2012 wurde von der Europäischen Kommission ein „Vorschlag für eine Richtlinie des europäischen Parlaments und des Rates zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in

Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik" vorgelegt, in der im Anhang II Umweltqualitätsnormen für prioritäre bzw. prioritär gefährliche Stoffe definiert wurden.

In der folgenden Zusammenstellung sind die dort genannten UQN mit den gemessenen Werten (organische Verbindungen und Metalle) im Rheinwasser bei Mainz für das Jahr 2011 gegenübergestellt:

Tab. 10: Soll-, Ist-Vergleich UQN verschiedener prioritärer und prioritär gefährlicher Stoffe

CAS-Nummer	Bezeichnung	UQN des Jahresdurchschnittwertes = JDUQN	UQN der zulässige Höchstkonzentration = ZHK-UQN	Ist-Zustand 2011	Ist-Zustand 2011
		Wasserphase	Wasserphase	Mittelwert	Höchstwert
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
15972608	Alachlor	0,3		< 0,02	< 0,02
190127	Antracen	0,1		<0,01	<0,01
1912249	Atrazin	0,6		<0,01	<0,01
86-50-0	Azinphos-methyl	0,01		< 0,03	< 0,03
71432	Benzol	10		<0,05	0,064
32534819	bromierte Diphenylether	4,9 * 10 ⁻⁸			BDE 209: 140 µg/kg TS
7440439	Cadmium und Cadmiumverbindungen	0,15 (Klasse 4)		<0,1	0,1
56235	Tetrachlorkohlenstoff	12		<0,1	<0,1
85535848	C10-13 Chloralkane	0,4		<0,1	<0,1
470906	Chlorfenviphos	0,1		<0,02	<0,02
2921882	Chlorpyrifos-ethyl	0,03		<0,01	<0,01
	Cyclodien-Pestizide				
50293	pp-DDT	0,01			7,8 µg/kg TS
107062	1,2-Dichlorethan	10		<1	<1
75092	Dichlormethan	20		<1	<1
117817	DEHP	1,3			1600 µg/kg TS
330541	Diuron	0,2		<0,05	<0,05
115297	Endosulfan	0,005			
206440	Fluoranthren	0,0063		<0,01	0,028
118741	Hexachlorbenzol		0,05		16 µg/kg TS
87683	Hexachlorbutadien		0,6	(2010)	<20 µg/kg TS
608731	Lindan	0,02		<0,02	<0,02
34123596	Isoproturon	0,3		<0,04	<0,04
7439921	Blei- und Bleiverbindungen	1,2		<2,0	2,6

CAS-Num-mer	Bezeichnung	UQN des Jahresdurchschnittwertes = JDUQN	UQN der zulässige Höchstkonzentration = ZHK-UQN	Ist-Zustand 2011	Ist-Zustand 2011
7439976	Quecksilber- und Quecksilberverbindungen		0,07	<0,1	0,1
91203	Naphthalin	2		<0,1	<0,1
7440020	Nickel und Nickelverbindungen	4		<5	<5
84852-15-3	Nonylphenole (4-Nonylphenol)	0,3			0,094 µg/kg TS
140669	Octylphenole	0,1			0,035 µg/kg TS
608935	Pentachlorbenzol	0,007			.
87865	Pentachlorphenol	0,4			<10 µg/kg TS
50-32-8	Benzo(a)pyren	1,7 * 10 ⁻⁴		0,003	0,016
205992	Benzo(b)fluoranthen	1,7 * 10 ⁻⁴		<0,005	0,023
207089	Benzo(k)fluoranthen	1,7 * 10 ⁻⁴		<0,002	0,009
191242	Benzo(g,h,i)-perylene	1,7 * 10 ⁻⁴		<0,005	0,014
193-39-5	Indeno(1,2,3-cd)-pyren	1,7 * 10 ⁻⁴		<0,006	0,021
122349	Simazin	1		<0,01	<0,01
127184	Tetrachlorethylen	10		<0,1	<0,1
79016	Trichlorethylen	10		<0,1	<0,1
36643-28-4	Tributylzinnverbindungen (Tributyl-Kation)	0,0002			< 15 µg/kg TS
12002-48-1	Trichlorbenzole	0,4			15 µg/kg TS
67-66-3	Trichlormethan	2,5		<0,1	<0,1
1582-09-8	Trifluralin	0,03		<0,02	<0,02
115-32-2	Dicofol	0,0013			
1763-23-1	Perfluorooctansulfonsäure und ihre Derivate (PFOS)	6,5 * 10 ⁻⁴		0,013	0,019
124495-18-7	Quinoxifen	0,15			
siehe Fußnote 10 in Anhang X der Richtlinie 2000/60/EG	Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen				
74070-46-5	Aclonifen	0,12			
42576-02-3	Bifenox	0,012			
28159-98-0	Cybutryn	0,0025			
52315-07-8	Cypermethrin	8 * 10 ⁻⁵		<0,01	<0,01
62-73-7	Dichlorvos	6 * 10 ⁻⁴		<0,08	<0,08

CAS-Nummer	Bezeichnung	UQN des Jahresdurchschnittwertes = JDUQN	UQN der zulässige Höchstkonzentration = ZHK-UQN	Ist-Zustand 2011	Ist-Zustand 2011
siehe Fußnote 12 in Anhang X der Richtlinie 2000/60/EG	Hexabromyclododecan	0,0016			
76-44-8/1024-57-3	Heptachlor und Heptachlorepoxyd	$2 \cdot 10^{-7}$			
886-50-0	Terbutryn	0,065		<0,03	<0,03
57-63-6	17-alpha-Ethinylöstradiol	$3,5 \cdot 10^{-5}$			
50-28-2	17-beta-Östradiol	$4 \cdot 10^{-4}$			
15307-79-6	Diclofenac	0,1		0,04	0,09

- Legende:
- = UQN ist eingehalten
 - = Parameter wurde am Schwebstoff bestimmt
 - = es fand im Jahr 2011 keine Untersuchung statt,
 - = Befund ist unter BG, aber oberhalb UQN
 - = JDUQN oder ZHK-UQN ist überschritten

Die Einordnung der Ergebnisse der Schwebstoffproben (lila unterlegt) bezüglich der UQN geschieht bei der Besprechung der Schwebstoffergebnisse.

Die Schwebstoffprobenahmen in Mainz konnten 2010 und 2011 vollständig (jeweils 13 Proben) durchgeführt werden. Die Korrelationen der Parameter Schwebstoffgehalt (Trockenmasse) und Trübung bei allen Schwebstoffprobenahmen (1994 bis 2011) sind in den Berichtsjahren überdurchschnittlich (vgl. Tab. 11).

Tab.11: Korrelationskoeffizienten von Schwebstoffdaten

Korrelationen [%]	Abfluss/Schwebstoffgehalt (TS)	Trübung/Abfluss	Schwebstoffgehalt (TS)/Trübung
1994	69,4	61,2	96,8
1995	63,7	75,7	99,7
1996	92,0	89,0	99,4
1997	85,0	97,0	97,0
1998	96,1	96,6	99,9
1999	92,0	90,2	98,8
2000	83,3	85,5	91,9
2001	52,2	53,8	93,8
2002	61,6	57,9	97,3
2003	47,9	28,2	85,3
2004	92,9	92,4	98,9
2005	69,2	67,0	99,3
2006	84,5	84,3	98,0
2007	94,6	94,3	99,2
2008	63,2	56,7	94,8
2009	40,5	35,7	98,3
2010	93,5	92,6	98,6
2011	92,2	94,1	98,8
Mittelwert	76,3	75,1	97,0
Standardabweichung	18,1	21,7	3,6

Auf einem sehr stabilen Niveau bewegen sich die Jahresmittelwerte der Metallkonzentrationen am Schwebstoff (Anlagen B-5.1d). Die Trendlinien von Al und Mn laufen dezent zu höheren Werten, diejenigen von Cu, Cr, Hg und Zn sinken leicht, während Fe, Ni, As, Co und Pb auf gleichem Niveau verweilen. Die Schwebstoffe wurden 2010 aufgrund technischer Probleme nicht auf deren Cadmium-Gehalt untersucht.

Für vier Schwermetalle am Schwebstoff existieren Umweltqualitätsnormen nach der bereits weiter oben erwähnten OgewV. Die UQN dienen zur Ermittlung des ökologischen Zustands von Fließgewässern oder Seen. Tabelle 12 zeigt, dass die UQN dieser Metalle am Schwebstoff des Rheins sicher eingehalten werden.

Tab.12: Vergleich von Metalls-Schwebstoffdaten UQN und Jahresdurchschnittswerten (JD); alle Angaben in mg/kg TS

	UQN	JD 2008	JD 2009	JD 2010	JD 2011
Arsen	40	16	14	10	16
Chrom	640	78	87	82	55
Kupfer	160	59	58	61	57
Zink	800	218	221	212	198

Im Jahr 2010 und im Jahr 2011 wurden im Rahmen eines Messprogramms neun unpolare Verbindungen, die in der Wasserphase schwer oder nicht nachweisbar sind, am Schwebstoff untersucht.

Die Verbindungen Tetrabrombisphenol A, Hexachlorbutadien und Pentachlorphenol wurden auch am Schwebstoff nicht gefunden. Bisphenol A nur einmal.

In zwei Schwebstoffproben konnte TCPP und in dreien Di-n-butylphthalat mit Konzentrationen oberhalb der Bestimmungsgrenze (50 µg/kg TS) detektiert werden.

Die Substanzen 4-iso-Nonylphenol, 4-tertiär-Octylphenol und Di-(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP) wurden in allen Proben, zum Teil mit sehr hohe Jahresmittelwerten, gefunden.

DEHP gehört zu den prioritären Stoffen nach Anhang X der WRRL.

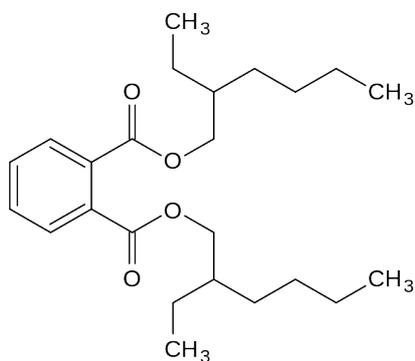


Abb. 34. Strukturformel DEHP (aus Wikipedia)

Die Verbindung gehört zur Klasse der „Weichmacher“. Diese Verbindungen werden Kunststoffen (hauptsächlich: PVC) beigemischt, um deren Eigenschaften in Richtung Flexibilität zu ändern. U.a. wird die mechanische Belastbarkeit dadurch bedeutend verbessert. Der Verbrauch in Deutschland betrug 2001 ca. 62.000 Tonnen. Im Jahr 2004 wurden weltweit ca. 2 Mio. Tonnen, davon 200.00 Tonnen in Europa produziert. Der Anteil am Gesamtvolumen von Weichmachern betrug 1999 ca. 42%, 2004 nur noch 22%. Das relativ kurzketttige DEHP wird kontinuierlich durch längerketttige und damit weniger mobile Homologe ersetzt.

DEHP geht in seiner Funktion als Weichmacher **keine** chemische Verbindung mit dem originären Polymer ein, sondern lagert sich im Polymer über seine polaren Gruppen mit physikalischen Wechselwirkungen ein. Dadurch ist die Abgabe von DEHP aus Kunststoffen an das umgebende Umweltkompartiment (z.B. Wasser, Luft) immer möglich.

Die akute orale Toxizität ist äußerst gering. Laut Bundesinstitut für Risikobewertung beträgt die Toxizität bei der Maus mehr als 10g/kg Körpergewicht (KG), bei der Ratte ist sie höher als 20 g/kg KG. Bei Freiwilligenversuchen führten die Aufnahme von 10g DEHP zu Verdauungsproblemen, die Aufnahme von 5g Hälfte zeigte keine Wirkung.

Die chronische Aufnahme geringerer Mengen (~35 mg/Tag und kg KG) bewirkte in verschiedenen Körpergeweben deutliche Effekte. Die Gabe von hohen Dosen (> 300 mg/kg KG und Tag) über einen längeren Zeitraum führte bei Mäusen und Ratten) zu Tumoren. Auch Beeinträchtigungen anderer Körperfunktionen wurden bei Aufnahme hoher Dosen DEHP beobachtet.

Die mittlere Jahresbelastung der Schwebstoffe 2010 mit DEHP bei Mainz betrug 938 µg/kg TS. Das Maximum betrug 2.300 µg/kg TS. Für das Jahr 2011 wurden im Mittel 1.004 µg/kg TS und als Maximum 1.600 µg/kg TS bestimmt.

Gemäß Richtlinie 2008/105/EG vom 16. Dezember 2008 beträgt die UQN des Jahresdurchschnitts 1,3 µg/L in der Wasserphase. Der aus dem Schwebstoffgehalt berechnete Jahresdurchschnitt liegt im Jahr 2010 bei 0,014 µg/L, im Jahr 2011 bei 0,009 µg/L und damit deutlich unterhalb der Norm.

Tab.13: Umrechnung der Schwebstoffgehalte von DEHP in Wasserkonzentrationen

Datum	DEHP am Schwebstoff	DEHP umgerechnet auf die Wasserphase	Datum	DEHP am Schwebstoff	DEHP umgerechnet auf die Wasserphase
	µg/kg TS	µg /L		µg/kg TS	µg /L
15.01.2010	940	0,0077	02.08.2010	430	0,0151
12.02.2010	2300	0,0221	31.08.2010	420	0,0135
18.03.2010	300	0,0031	04.10.2010	630	0,0059
08.04.2010	1100	0,0092	25.10.2010	920	0,0065
12.05.2010	1000	0,0103	19.11.2010	1000	0,0328
31.05.2010	2000	0,0210	13.12.2010	520	0,0270
28.06.2010	630	0,0089	MW 2010	938	0,0141
	µg/kg TS	µg /L		µg/kg TS	µg /L
12.01.2011	860	0,0286	28.07.2011	630	0,0097
14.02.2011	1600	0,0100	25.08.2011	1100	0,0066
01.03.2011	1300	0,0081	21.09.2011	950	0,0075
08.04.2011	760	0,0077	18.10.2011	630	0,0087
02.05.2011	880	0,0059	07.11.2011	1100	0,0061
01.06.2011	950	0,0089	15.12.2011	1600	0,0240
30.06.2011	690	0,0066	MW 2011	1004	0,0106

Auch Octylphenole gehören zu den prioritären Stoffen. Als Leitsubstanz für die Gruppe wurde 2010 vom LUWG das Isomer 4-tert. Octylphenol am Schwebstoff untersucht.

Octylphenole sind Ausgangs- bzw. Zwischenprodukte in der chemischen Industrie. Auch bei der Reifenherstellung werden die Verbindungen benötigt. Die Produkte werden u.a. als Harze, Tenside oder Lacke verwendet. Die Produktion wurde in Deutschland fast vollständig eingestellt.

Octylphenol wird nur relativ langsam abgebaut. Es ist toxisch für Fische und besitzt ein hohes Bioakkumulationspotenzial. Darüber hinaus ist Octylphenol endokrin wirksam (östrogene Wirkung). Die UQN liegt bei 0,1 µg/L. Die Umrechnung der Schwebstoffwerte auf die Wasserphase ergibt Werte weit unterhalb der UQN.

Tab.14: Umrechnung der Schwebstoffgehalte von 4-tert.-Octylphenol in Wasserkonzentrationen

Datum	4-tert.- Octylphenol am Schwebstoff	4-tert.- Octylphenol umgerechnet auf die Wasserphase	Datum	4-tert.- Octylphenol am Schwebstoff	4-tert.- Octylphenol umgerechnet auf die Wasserphase
	µg/kg TS	µg /L		µg/kg TS	µg /L
15.01.2010	84	0,0007	02.08.2010	29	0,0010
12.02.2010	73	0,0007	31.08.2010	15	0,0005
18.03.2010	74	0,0008	04.10.2010	15	0,0001
08.04.2010	78	0,0007	25.10.2010	13	0,0001
12.05.2010	75	0,0008	19.11.2010	12	0,0004
31.05.2010	86	0,0009	13.12.2010	20	0,0010
28.06.2010	45	0,0006	MW 2010	48	0,0006
	µg/kg TS	µg /L		µg/kg TS	µg /L
12.01.2011	<10	0,0002	28.07.2011	<10	0,0001
14.02.2011	<10	0,0000	25.08.2011	<10	0,0000
01.03.2011	<10	0,0000	21.09.2011	<10	0,0000
08.04.2011	<10	0,0001	18.10.2011	<10	0,0001
02.05.2011	20	0,0001	07.11.2011	29	0,0002
01.06.2011	21	0,0002	15.12.2011	35	0,0005
30.06.2011	<10	0,0000	MW 2011	12	0,0001

Strukturell verwandt mit den Octylphenolen sind die homologen Nonylphenole. Sie zählen zu den prioritär gefährlichen Stoffen der WRRL. „Nonylphenol ist eine toxische, bioakkumulierende und schwer abbaubare Verbindung. (Forschungsvorhaben „Emissionsminderung für prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe der Wasserrahmenrichtlinie, 2006). Es gibt viele Parallelen zu den Octylphenolen. Wie diese Verbindungen sind die Nonylphenole Zwischen- bzw. Ausgangsprodukte in der chemischen Synthese. Als nichtionische Tenside, Emulgatoren, Formulierungshilfsmittel werden sie vielfältig PSM, Textilien u.a. Grundstoffen zugesetzt.

Die Produktion ging in Deutschland in den letzten Jahren stark zurück. Seit 2003 ist die Verwendung der Isomeren in der chemischen Industrie nicht mehr zugelassen. Als Leitsubstanz für die Gruppe gilt 4-iso-Nonyl-phenol. Deren UQN ist 0,3 µg/L. Nach Umrechnung auf den theoretischen Gehalt in der Wasserphase, zeigt sich, dass die Norm im Rhein bei Mainz deutlich eingehalten wird.

Tab.15: Umrechnung der Schwebstoffgehalte von 4-iso-Nonylphenol in Wasserkonzentrationen

Datum	4-iso-Nonyl-phenol am Schwebstoff	4-iso-Nonylphenol umgerechnet auf die Wasserphase	Datum	4-iso-Nonylphenol am Schwebstoff	4-iso-Nonylphenol umgerechnet auf die Wasserphase
	µg/kg TS	µg /L		µg/kg TS	µg /L
15.01.2010	61	0,0005	02.08.2010	30	0,0011
12.02.2010	96	0,0009	31.08.2010	16	0,0005
18.03.2010	110	0,0011	04.10.2010	25	0,0002
08.04.2010	97	0,0008	25.10.2010	30	0,0002
12.05.2010	80	0,0008	19.11.2010	30	0,0010
31.05.2010	80	0,0008	13.12.2010	27	0,0014
28.06.2010	37	0,0005	MW 2010	55	0,0008
	µg/kg TS	µg /L		µg/kg TS	µg /L
12.01.2011	30	0,0010	28.07.2011	30	0,0005
14.02.2011	37	0,0002	25.08.2011	31	0,0002
01.03.2011	28	0,0002	21.09.2011	<10	0,0000
08.04.2011	<10	0,0001	18.10.2011	<10	0,0001
02.05.2011	<10	0,0000	07.11.2011	52	0,0003
01.06.2011	<10	0,0000	15.12.2011	94	0,0014
30.06.2011	31	0,0003	MW 2011	28	0,0003

Für TCPP (Tris(2-chlorisopropyl)phosphat) und Di-n-butylphthalat existieren keine verbindlichen UQN für Fließgewässer. TCPP wird als Flammschutzmittel bei Kunststoffen eingesetzt, Di-n-butylphthalat ist ein niedrig alkyliertes Homologes zu DEHP und wird ebenfalls als Weichmacher genutzt. Darüber hinaus wird Di-n-butylphthalat auch im Arzneimittelbereich eingesetzt. Die Nachweise dieser beiden Stoffe waren eher selten, sie gehören nicht zu irgendeiner relevanten wassergefährdeten Gruppe von Chemikalien, so dass in diesem Bericht der Hinweis auf ihr Vorkommen am Schwebstoff ausreichen muss.

Die Umweltqualitätsnormen der Indikator-PCB (= PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 118, PCB 138, PCB 153 und PCB 180) liegen für den Schwebstoffgehalt je Einzelstoff bei 20 µg/kg TS. Im Jahr 2010 wurden zwei Werte, im Folgejahr ein Wert oberhalb 20 µg/kg TS gefunden. Die Mittelwerte lagen im Bereich von 10 µg/kg TS. Somit wird die UQN im Jahresmittel nicht erreicht (vgl. Anlagen A-5.3).

Polybromierte Diphenylether (PBDE) sind Verbindungen mit variabler Anzahl von Bromsubstituenten an den beiden Phenylresten, die über eine Etherbrücke verbunden sind:

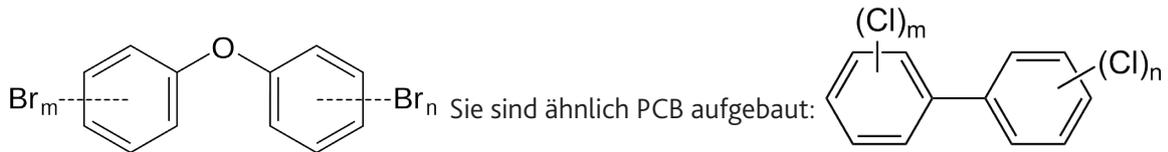


Abb. 35: Allgemeine Strukturformeln von PBDE (links) und PCB (rechts); (aus Wikipedia)

Auch von den PBDE existieren 209 Kongenere. Seit den neunziger Jahren sind sie in den unterschiedlichsten Umweltkompartimenten und Biota nachgewiesen worden. Akute Toxizität geht von ihnen nur in sehr hohen Konzentrationen aus. Sie werden in Deutschland nicht mehr produziert oder verarbeitet. In die Umwelt gelangen die PBDE durch Nutzung importierter Kunststoffe und andere PBDE enthaltene Produkte. PBDE sind sehr langlebig und persistent. Bei Langzeitexposition werden carcinogene und hormonaktive Wirkungen diskutiert. Den niedriger bromierten Homologen wie PentaBDE und OctaBDE wird ein höheres toxikologisches Potential als den höheren (z.B. DecaBDE) zugesprochen. PentaBDE ist als prioritär gefährlicher Stoff, Octa- und DecaBDE als prioritäre Stoffe in der WRRL klassifiziert. Seit 2004 gilt in der EU ein Vermarktungs- und Anwendungsverbot. (auszugsweise aus: <http://www.umweltdaten.de/wasser/themen/stoffhaushalt/pbde.pdf>)

Das Labor des TZW Karlsruhe untersuchte nach den Jahren 2008 und 2009 im Jahr 2011 erneut Schwebstoffproben aus Mainz auf insgesamt elf ausgewählte PBDE-Kongenere (Anlagen A-5.5 und B-5.5x). Dabei erhöhten sich 2008 die Bestimmungsgrenzen von 0,1 µg/kg TS auf 1 µg/kg TS im Jahr 2009 für alle PBDE mit Ausnahme des BDE 209.

In allen 39 Proben wurde das Kongener BDE 209 mit äußerst hohen Werten nachgewiesen. Der Mittelwert über die drei Jahrgänge betrug 65 µg/kg TS. Es fällt auf, dass in den Wintermonaten tendenziell mehr BDE 209 gefunden wurde als im Sommer.

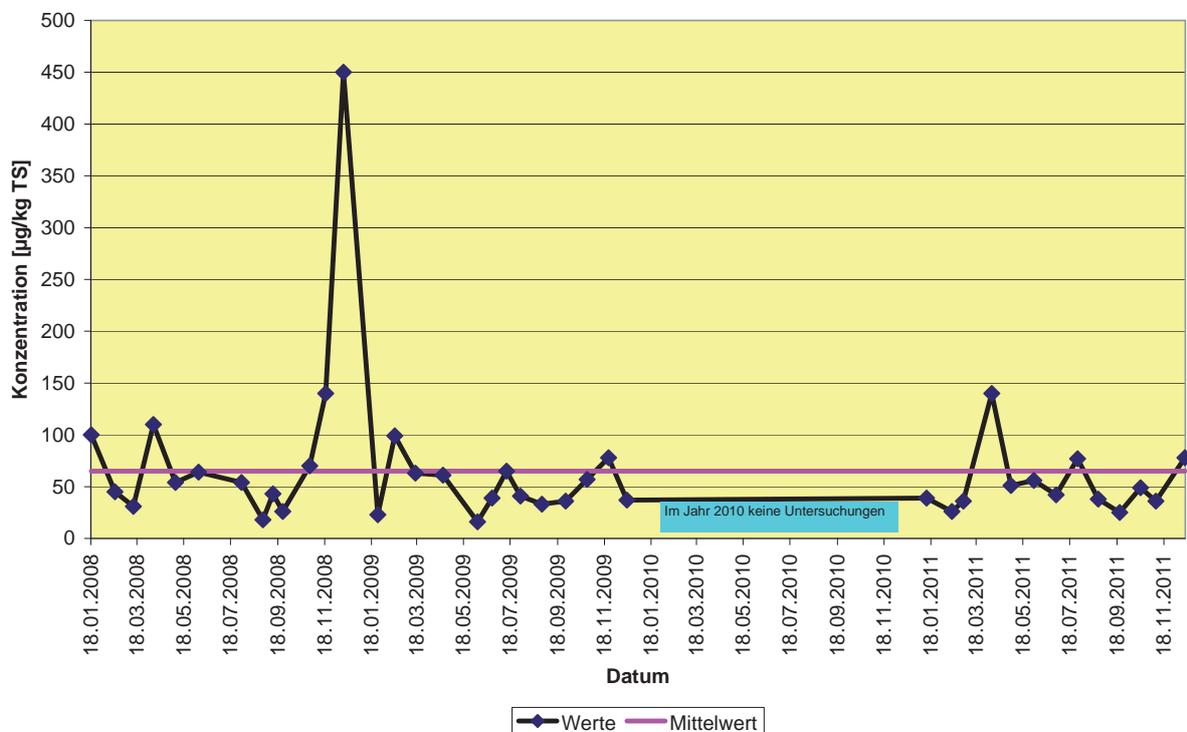


Abb. 36: Verlauf der Konzentration von BDE 209 am Schwebstoff des Rheins 2009 bis 2011

Nur in Ausnahmen gab es bei den übrigen zehn Kongeneren positive Befunde (2008, 2009 und 2011: zwei von jeweils 130 Proben). Diese Werte lagen nur knapp oberhalb der jeweiligen BG..

Die UQN (= Umweltqualitätsnormen) für die PentaBDE (die Kongeneren mit den Bezeichnungen 28, 47, 99, 100, 153, 154) in Flüssen oder Seen beträgt laut WRRL-Tocherrichtlinie „Prioritäre Stoffe“ 0,0005 µg/L.

Werden die Ergebnisse der sechs PentaBDE-Kongeneren aus der Schwebstoff- in die Wasserphase umgerechnet und aufaddiert, erhält man die Ist-Werte der Berichtsjahre im Vergleich zu den UQN (vgl. Tabelle 11).

Tab. 16: Vergleich Ist-, UQN-Werte Penta-BDE nach Umrechnung von Schwebstoffgehalt in Wasserphase

2008	Ist	QN	2009	Ist	QN
18.01.08	0,000003	0,0005	26.01.09	0,000135	0,0005
18.02.08	0,000002	0,0005	17.02.09	0,000030	0,0005
13.03.08	0,000007	0,0005	16.03.09	0,000073	0,0005
08.04.08	0,000003	0,0005	21.04.09	0,000027	0,0005
07.05.08	0,000003	0,0005	05.06.09	0,000034	0,0005
06.06.08	0,000006	0,0005	24.06.09	0,000060	0,0005
01.08.08	0,000003	0,0005	13.07.09	0,000046	0,0005
29.08.08	0,000018	0,0005	31.07.09	0,000043	0,0005
11.09.08	0,000024	0,0005	28.08.09	0,000024	0,0005
24.09.08	0,000003	0,0005	28.09.09	0,000051	0,0005
29.10.08	0,000002	0,0005	26.10.09	0,000023	0,0005
19.11.08	0,000003	0,0005	23.11.09	0,000022	0,0005
12.12.08	0,000003	0,0005	17.12.09	0,000041	0,0005
2011	Ist	QN			
12.01.2011	0,000100	0,0005			
14.02.2011	0,000019	0,0005			
01.03.2011	0,000030	0,0005			
08.04.2011	0,000030	0,0005			
02.05.2011	0,000020	0,0005			
01.06.2011	0,000028	0,0005			
30.06.2011	0,000029	0,0005			
28.07.2011	0,000046	0,0005			
25.08.2011	0,000018	0,0005			
21.09.2011	0,000024	0,0005			
18.10.2011	0,000041	0,0005			
07.11.2011	0,000017	0,0005			
15.12.2011	0,000045	0,0005			

Kein Wert überschreitet die Umweltqualitätsnorm. Aufgrund der Bestimmungsgrenzenenerhöhung von 2008 zu 2009 scheinen die Ergebnisse 2008 stärker unterhalb der Norm zu liegen, als diejenigen von 2009 und 2011.

Bis zum Jahr 2011 war das Jahr 2002 das Jahr mit dem niedrigsten Hexachlorbenzol -Jahresmittelwert (15 µg/kg TS) und dem niedrigsten 90-Perzentil-Wert (23 µg/kg TS). Mit 7,0 µg/kg TS im Mittel und 14 µg/kg TS als 90-Perzentil haben sich die Kenndaten von Hexachlorbenzol (HCB) am Schwebstoff in den vorliegenden Berichtsjahren zum Besseren entwickelt. Der Mittelwerte 2010 (13 µg/kg TS) gehört zu den drei niedrigsten seit Beginn der Messung im Jahr 1994. Das gleiche gilt auch für das 90-Perzentil 2010 (25 µg/kg TS).

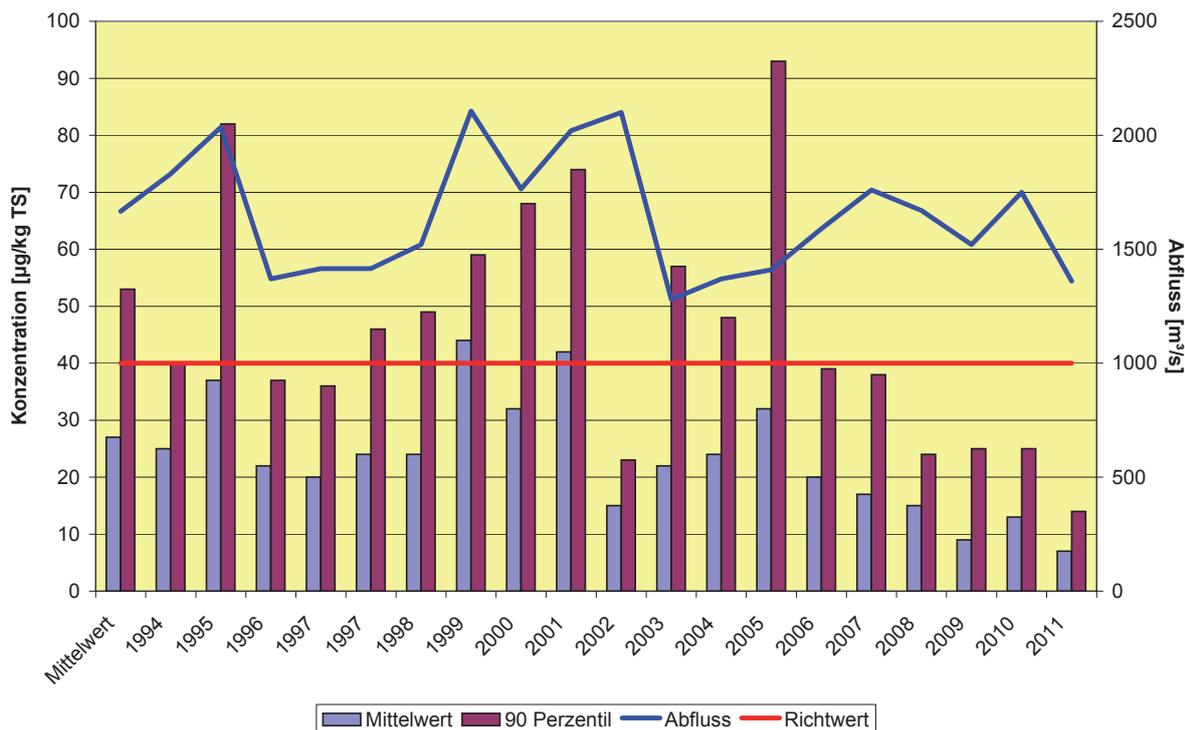


Abb. 37: Entwicklung des HCB-Gehalts der Schwebstoffe im Rheinwasser

Die zeitliche Entwicklung der Mittelwerte der letzten Jahre für PAK und PCB am Schwebstoff kann aus der Anlage B-5.3d entnommen werden: gravierende Veränderungen sind in den letzten Jahren nicht erkennbar. Auffällig sind die Schwankungen bei den PCB-Konzentrationen, während die der PAK relativ konstant blieben.

Die mikrobiologische Belastung des Rheins bei Mainz/Wiesbaden hat sich seit Jahren auf einem stetigen Belastungsniveau eingependelt. Der Rhein ist, bezogen auf die EG-Badegewässer-Richtlinie, kein Badegewässer. Verboten ist das Baden nicht. Wer badet, tut dies auf eigene Gefahr. Am 24. März 2006 trat eine neue Badegewässerrichtlinie der EU in Kraft. Am 22. Februar 2008 setzte Rheinland-Pfalz diese EU-Richtlinie durch die „Landesverordnung über die Qualität und die Bewirtschaftung der Badegewässer (Badegewässerverordnung)“ in Landesrecht um.

Seitdem werden als Indikator-Parameter die Konzentrationen von Intestinalen Enterokokken und Escherichia Coli genutzt:

Die Werte nach der alten Badegewässerverordnung und nach der neuen sind in den Anlagen A- und B-6.x dargestellt.

Der langjährige Überblick vieler Parameter seit 1978 wird in den Anlagen 8.x nur im Berichtsteil des Jahres 2011 gegeben. Eine Einzelbetrachtung der gelisteten Parameter würde den Rahmen des Berichts sprengen. Stellvertretend soll auf den Chloridgehalt (Anlage B-8.1c), den Gesamt-Phosphat-Phosphor, dem AOX (Anlage B-8.1f) und auf Ammonium-N als Beispiele für abnehmende Konzentrationen hingewiesen werden. Als Beispiele für eine stagnierende Entwicklung sind Nitrat-N und Gesamt-N (beide in Anlage B-8.1h) zu nennen.

In den Anlagen B-9.x (auch nur im Teil 2011) sind die früheren LAWA-Klassifizierungen betreff chemischer Belastung von unterschiedlichen Parametern in Oberflächengewässern farblich dargestellt. Inzwischen gilt die Bewertung nach Vorgaben der EG-WRRL. Die LAWA-Zielvorgaben waren zum Teil strenger als die Umweltqualitätsnormen der WRRL. Sie hatten keine unmittelbare juristische Relevanz. Als Kennwert wurde bei den Nichtmetallen das 90-Perzentil, bei den Metallen das 50-Perzentil betrachtet. Bei der WRRL gelten in der Regel Jahresmittelwerte. Aufgrund langjähriger Ergebnisse in Mainz und der guten Visualisierung der Trends werden die Darstellungen in diesem Bericht fortgeführt. Der dunkelgrüne Korridor gibt die (ehemals) gewünschte Güteklasse II wieder. Die blauen Zuordnungen (Klasse I und Klasse I-II) sind „besser“, ab hellgrün (Klasse II-III) bis rot (Klasse IV) wurde Verbesserungsbedarf gesehen.

Anlage B-9.1 zeigt Nichtmetallkenngrößen in (Sauerstoff, Sulfat, AOX) sind von wenigen Schwankungen abgesehen seit Jahren konstant in Klasse II. Der AOX hat die Grenze zur Klasse I bis II erreicht. Chlorid hatte 2007 zum ersten Mal die blaue Klasse I-II erreicht, ist seit 2009 aber wieder nach dunkelgrün zurückgekehrt. Die Klassifizierung des TOC hat sich nach dem Ausflug in den hellgrünen Bereich wieder in die dunkelgrüne Klasse II-III zurückbegeben.

Die Einteilung der Nährstoffparameter Nitrit-N und Ammonium-N (Anlage B-9.2) sind im Rhein bei Mainz in die hellblaue bzw. dunkelblaue Klasse einzustufen. Für ein derart in allen Funktionen stark genutztes Gewässer wie den Rhein, ist diese Klassifizierung hervorragend. Weniger gut sind die Klassen des Gesamtstickstoffs und Nitrat-N. Der Gesamtstickstoff wird mit hoher Wahrscheinlichkeit den hellgrünen Korridor auf absehbare Zeit nicht verlassen können. Beim Nitrat ist 2009 zum ersten und einzigen Mal das dunkelgrüne Gebiet erreicht worden. Gesamt-Phosphat-Phosphor und ortho-Phosphat halten sich mehr oder weniger statisch im akzeptierten dunkelgrünen Bereich der Güteklasse II.

Hervorragend in dieser Einteilung bewähren sich auch die Metalle an den Schwebstoffen (vgl. Anlage B-9.3). Im hellblauen Bereich (Klasse I-II) befinden sich Blei, Cadmium; Nickel sowie Quecksilber. Chrom kann 2011 in den dunkelblauen Korridor eingeordnet werden. Die restlichen beiden Metalle (Kupfer und Zink) halten 2011 die Klasse II (dunkelgrün).

4 SCHLUSSBEMERKUNG

Das Jahr 2010 war für den technischen Betrieb der Station ein ruhiges Jahr. Der großen Fortschritt in Sachen Energie- und Kohlendioxideinsparung wurde bestätigt. Durch den schonenden Betrieb der Messwasserpumpen wurde deren Standzeit drastisch verlängert und so die Kosten für Neubeschaffungen stark verringert.

Vermehrte technische Störungen belasteten das 2011. Bedingt durch das Abreißen des Auslegers am Pfeiler vier, dem Ersatz der Brunnenpumpenrohre über die Sanierung der Messwasserableitung und den (Teil)Ausfall des Prozessleit- und des Datenbankrechners fielen in der RUST technischen Änderungen bzw. Reparaturen wie seit 1998/1999 nicht mehr an. Die dadurch verursachten unvorhersehbaren Kosten trieben den Haushalt der Station an seine Grenzen.

Die Umsetzung der WRRL – bezogen auf die chemisch-physikalische Güte des Rheinwassers - verlangt die zusätzliche Untersuchung zahlreicher für das LUWG neuer Messgrößen. Dies verursacht Kosten für Fremdvergaben, die erst die Beurteilung der Gewässergüte nach den Vorgaben bezüglich der Umweltqualitätsnormen ermöglichen.