

Regierung von Unterfranken Wasserwirtschaft

Diese vorliegende Auswertung stützt sich auf Meßdaten der Gütemessstation bei Erlabrunn, unterhalb von Würzburg (siehe Markierung in der Titelabbildung). Dort werden sowohl kontinuierliche Messungen als auch 14-tägige Analysen wie auch monatliche biologische Bestandsaufnahmen durchgeführt.

Impressum:

Würzburg April 2004
Herausgeber:
Regierung von Unterfranken,
Peterplatz 9,
97070 Würzburg;
Internet: <http://www.regierung.unterfranken.bayern.de>;
e-mail: poststelle@reg-ufr.bayern.de

Redaktion:

Sachgebiet Wasserwirtschaft,
Dr. W.D.Schmidt;
Tel: 0931 380 1368; Fax: 0931 380 2368;
e-mail: wolf-dieter.schmidt@reg-ufr.bayern.de

Nachdruck und auszugsweise Veröffentlichung ist nur mit Genehmigung des Herausgebers gestattet

Kurze allgemeine Charakterisierung

Der Stoff- und Gashaushalt sowie die Biologie des Mains wurde 2003 im wesentlichen durch den trockenen Frühling und Hochsommer geprägt. Trotz sehr hoher Wassertemperaturen gab es in den Gewässern keine kritischen Gütesituationen – wie z.B. Sauerstoffknappheit, Fischsterben oder Algenmassenentwicklungen. Entscheidend hierfür war, dass die Wassermengen des Hochwassers im Januar durch Bodenfrost bis in den April festgehalten und somit gespeichert wurden - so dass in der folgenden Trockenzeit keine extrem niedrigen Abflüsse auftraten.

Zusätzlich unterdrückten ab Juli heftige Starkniederschläge, gefolgt von extrem strahlungsintensiven Monaten (Lichthemmung!), die gesamte Algenaktivität im Main von Juli bis in Oktober. Während der Trockenzeit fehlte der Eintrag von Boden- und Trübstoffen. Deshalb war der Main vom August bis Ende September mit Sichttiefen bis 3,80 m so klar wie nie zuvor.

Wegen der fehlenden Algenblüten gab es trotz hoher Wassertemperaturen keine kritische Situationen. Durch die geringen Abflüsse war die Belastung mit organischen Verbindungen bei gleichbleibender Menge an gereinigtem Abwasser geringfügig erhöht. Dies galt auch für die abwasserbürtigen Metalle Chrom, Quecksilber, Blei, Kupfer und Zink. Die Belastung mit Phosphor blieb gleich – aber die Nitratgehalte waren durch die fehlenden Einträge aus der Fläche sehr niedrig.

Witterung

Winter bis Frühjahr:

Nach einem sehr niederschlagsreichen kalten Jahreswechsel. Ging ein schneereicher Januar in einen kalten trockenen Februar über. Anders als im übrigen Bayern fixierte ein tiefgründiger Bodenfrost in Franken die in den Überschwemmungsgebieten verbreitete Staunässe bis Mitte April – denn Februar, März und April waren extrem kalt, sonnenreich und niederschlagsarm (s. Abb.1 + 2).

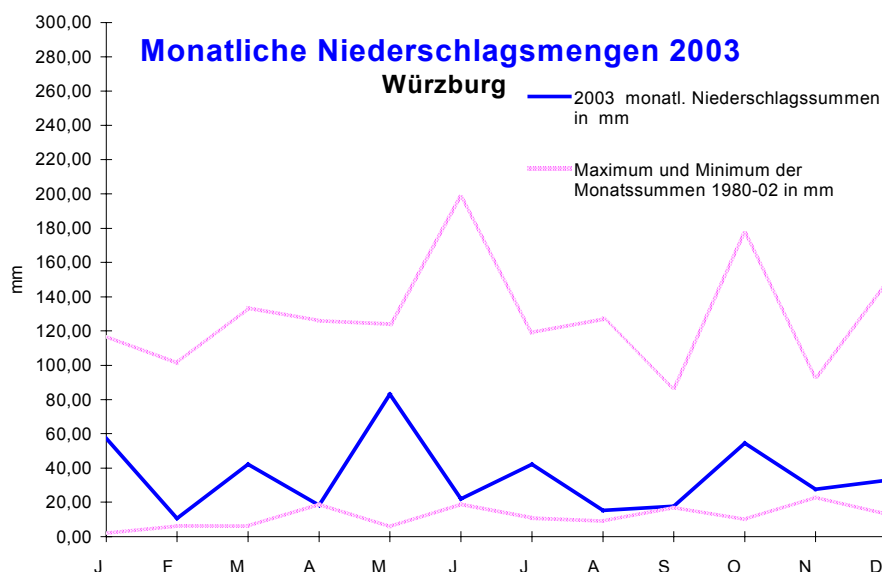


Abb. 1:

Erst der sehr trockene und warme Mai öffnete die Böden tiefgründig. Der extreme Sonnenschein gepaart mit starken Winden brachte, gerade zu Beginn der Feldkulturwachstumsphase, sehr hohe hochsommerliche Verdunstungsraten und Dürre. Auch die heftigen Starkgewitter mit Sturmböen Ende Mai konnten das Wasserdefizit nicht ausgleichen (Abb.1+2).

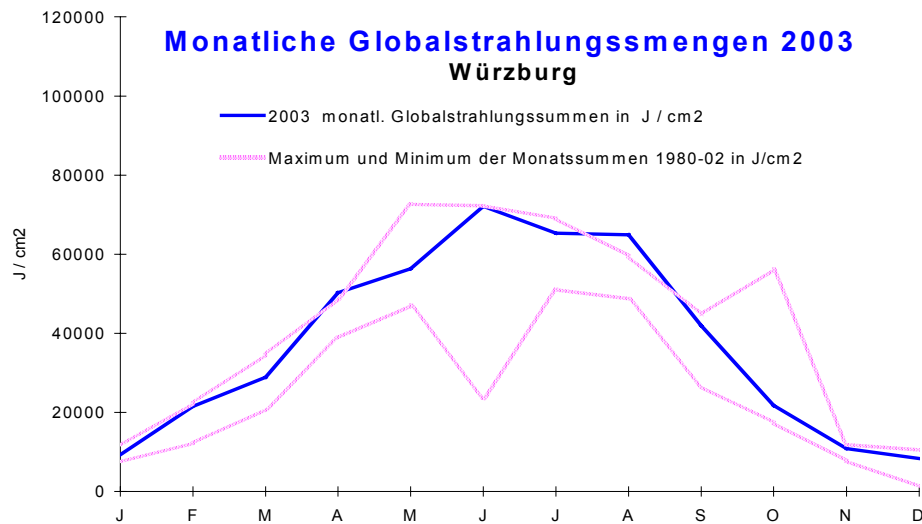


Abb. 2

Sommer:

Von Juni an herrschten – nach einem letzten Gewitter am 05.06.04 – hochsommerliche, heiße Temperaturen mit extremen Verdunstungsraten. Diese Hitzeperiode hielt bis 23. 9.2003 an. Erst dann gingen die hochsommerliche Dürreperiode und ein Jahrhundert-Sommer zu Ende.

Herbst / Winter:

Nach einem regenreichen aber warmen „goldenen Oktober“ war der Winter mild, sonnenreich und trocken mit Schnee um die Weihnachtszeit.

Abfluss:

Durch nasswarme Witterung mit Regen und Schneeschmelze kam es zur Jahreswende zu starken Hochwässern und nachhaltigen Überschwemmungen (Abb. 3).

Durch die dann eintretende Schönwetter-Frostperiode wurde das Wasser in und auf den tief durchfrorenen Böden festgehalten. Nur die kurzfristigen Niederschläge im Februar (Schnee) und März führten zu kleinen Abflusserhöhungen. Ansonsten sank der Abfluss im Main außergewöhnlich rasch ab.

Ein weiteres Absinken der Abflüsse unter die langjährigen Mindestabflüsse wurde im Sommer durch die Freisetzung der bodengebundenen Wassermengen im warmen Mai verhindert. Hierdurch kam es in allen unterfränkischen Gewässern Ende Mai zu einer (nicht Regen bedingten) Abflusserhöhung und nicht zu extremen sommerlichen Niedrigwassersituationen - wie etwa in Oberbayern (dort gab es im Feb/März wegen dicker Schneedecken kaum Bodenfrost)! Niederschläge sorgten Ende Mai kurz für leicht erhöhte Abflüsse. Im Oktober waren die Abflüsse leicht erhöht. Die mild-trockene sonnenreiche Vorweihnachtszeit brachte bei Niederschlagsdefiziten zwischen 50-70% für diese Jahreszeit zu niedrige Abflüsse.

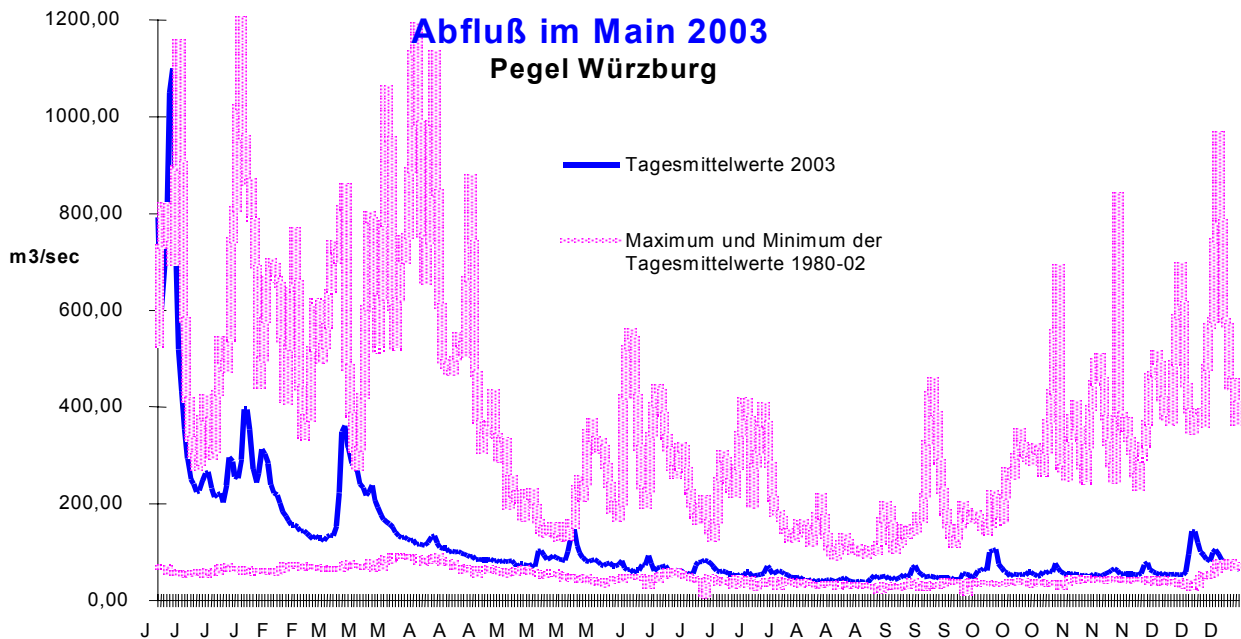


Abb.3:

Wassertemperatur

Die niedrigen Wassertemperaturen im Januar markieren das Hochwasser mit nachfolgender Frostperiode bis Ende März (Abb.4). Trotz der häufigen und langen Ausfälle der Messstation lies sich dann die rasche Erwärmung des Mains im April/Mai verfolgen. Auch hatten die Niederschläge zum Beginn des Juni nur geringe Effekte auf den Wärmehaushalt des Mains. Teilweise wurden mit Wassertemperaturen um 27 Grad Extremwerte der letzten 25 Jahre überschritten. Wie auch die Jahre zuvor war im Herbst der sehr rasche Abfall der Wassertemperatur auffällig. In drei Wochen fiel die Temperatur von einem „Herbsthoch“ um ca. 10 Grad. Im Gegensatz zum Sommer wurden in dem trockenen Winter mittlere Temperaturen erreicht.

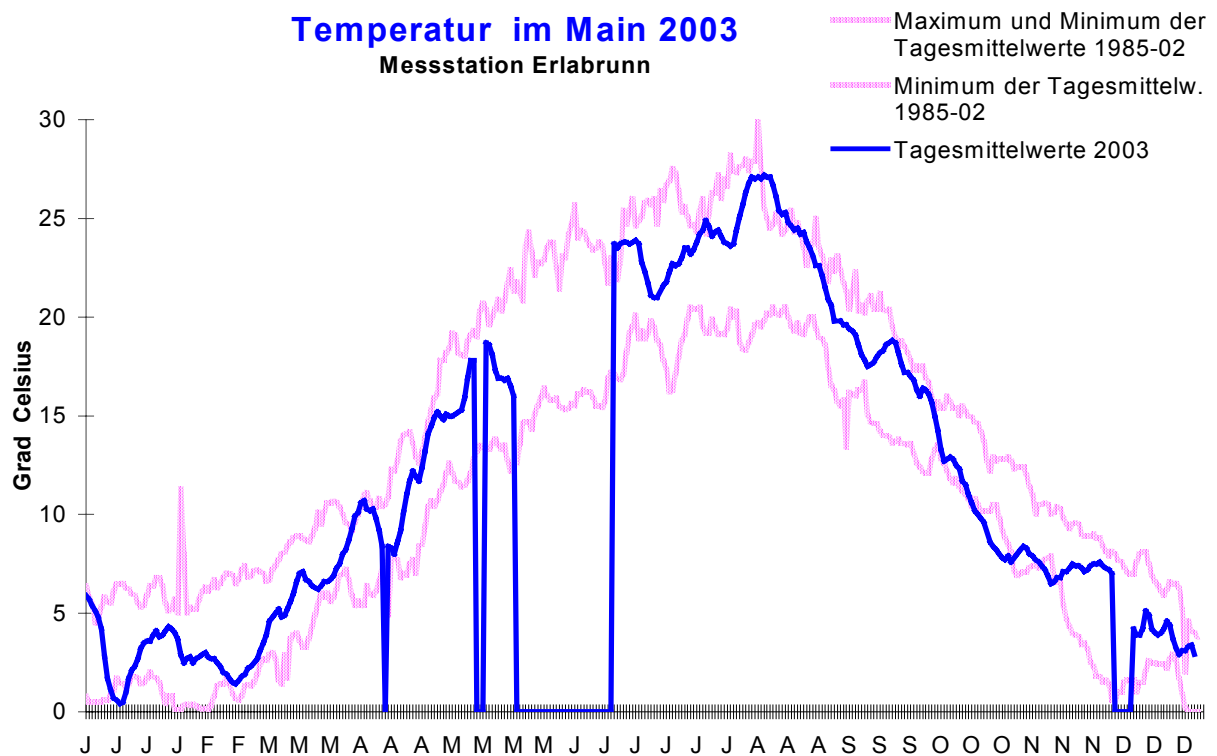


Abb. 4

Sauerstoffgehalt, -Sättigung, -Produktion

Den deutlich dämpfenden Einfluss plötzlicher Starkniederschläge auf die biogenen Prozesse zeigt der Sauerstoffgehalt im Main. Nach deutlich erhöhten, Werten sinkt er nach Gewittern im Mai deutlich ab. Regenschauern Anfang Juli verhindern eine Algenproduktion für den Rest des Sommers völlig (Abb.5). Dieses Phänomen lies sich nun schon mehrere Jahre beobachten. Es war jedoch noch nie so nachhaltig wie 2003. Regentrübe unterbindet anscheinend die Sauerstoffproduktion durch Algen und deren Wachstum – die nachfolgende Sommersonnen-intensität lässt eine langfristige Neubildung von Algen (Lichthemmung, Photolyse) nicht zu.

Sauerstoffgehalt im Main 2003
Messstation Erlabrunn

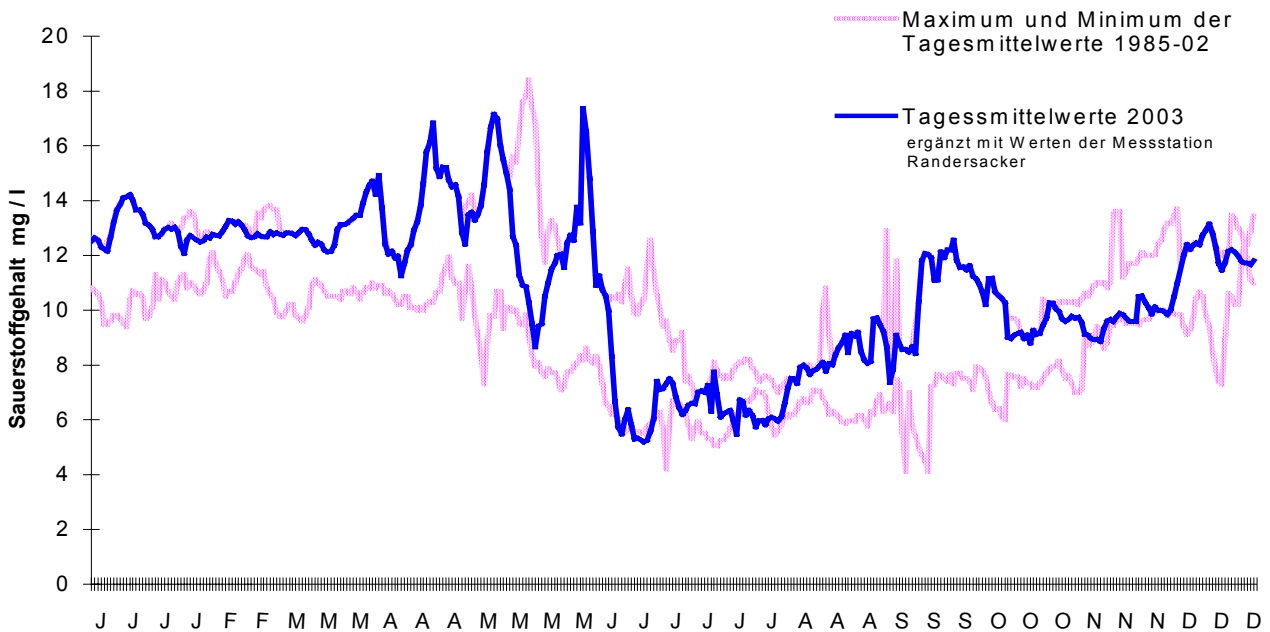


Abb. 5

Bis auf typische Frühjahrsblüten wurde hierdurch eine jahreszeitgemäße Abfolge der Algenblüten unterbunden. Somit war die Eutrophierung des Mains 2003 trotz der extrem hohen Wassertemperaturen sehr niedrig. Dies ist auch an der Sauerstoffsättigung (Abb. 6) und dem biogenen Sauerstoff - Produktions - Potential (SPP) sowie einer extrem guten Sichttiefe (Abb.11) zu erkennen (Abb. 7.Achtung, Nullwerte = kein Messwert).

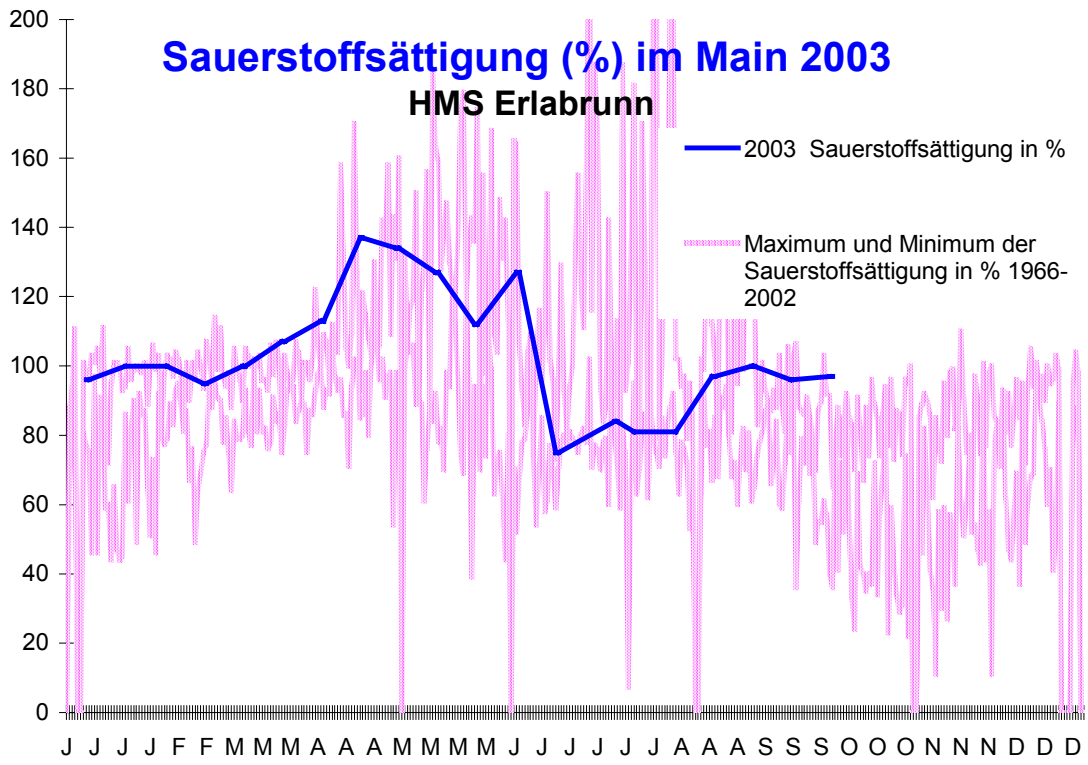


Abb. 6

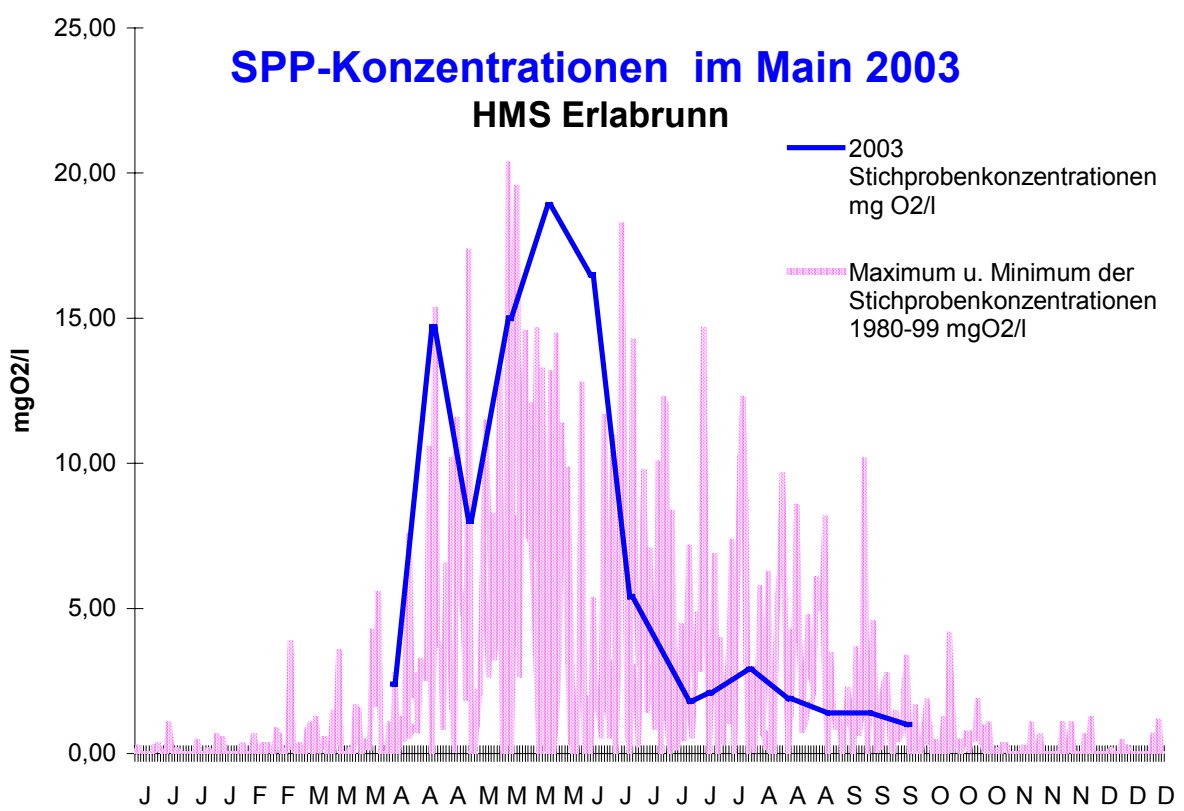


Abb. 7

pH - Wert / Chlorophyllgehalt und Sichttiefe

Beim pH ist das Ausbleiben der Algenblüten durch den Ausfall der Messsonde 2003 nicht zu erkennen. Die Chlorophyllgehalte deuten lediglich im Frühling auf ausgeprägte Algenentwicklungen hin (Abb. 8, 9).

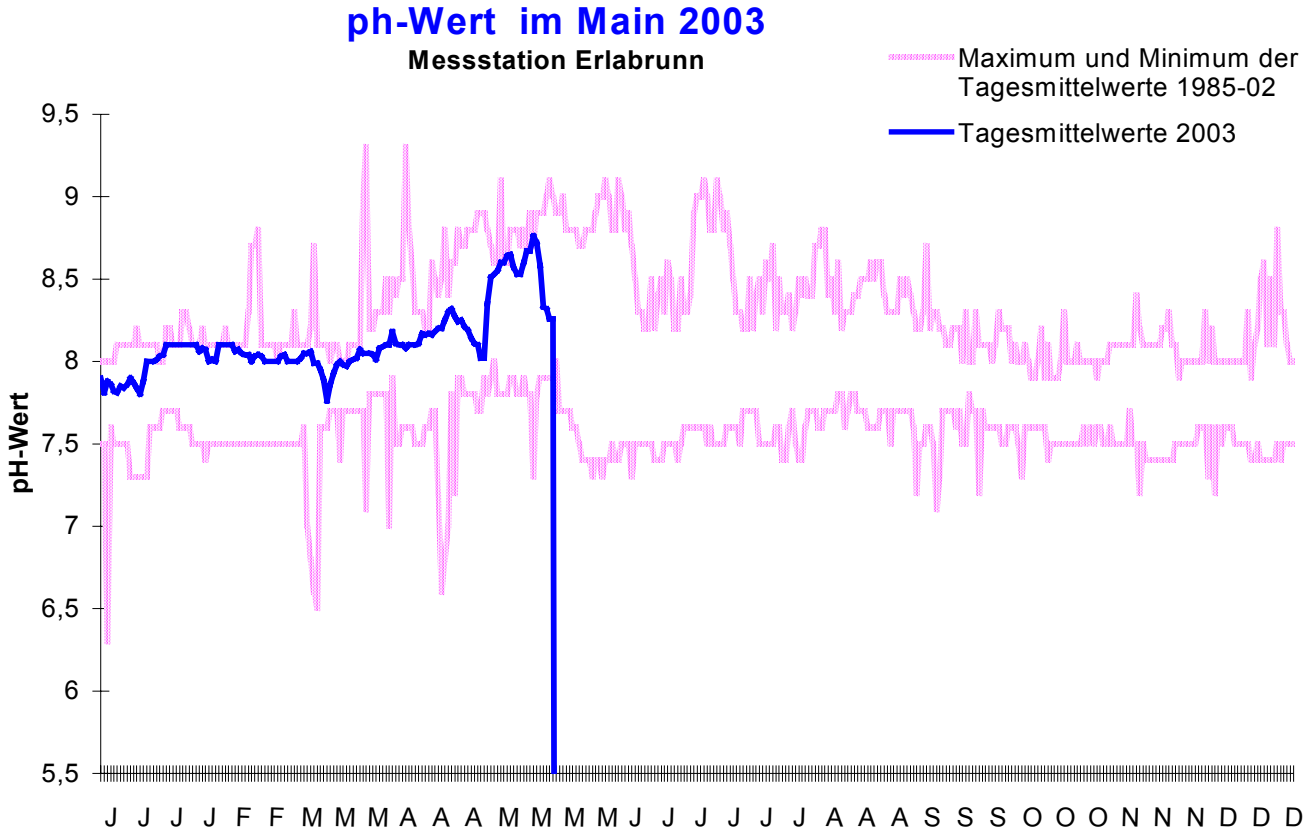


Abb. 8

Dennoch lag der Jahresdurchschnitt des Chlorophyllgehaltes 2003 durch extreme Werte im Frühjahr schon deutlich höher als 2002 (Abb. 10). Dies lässt nur erahnen wie stark die Algenblüten im heißen Sommer 2003 geworden wären, wenn nicht die Juli-Gewitter mit nachfolgender Hitzeperiode eine Algenwachstum unterbunden hätten.

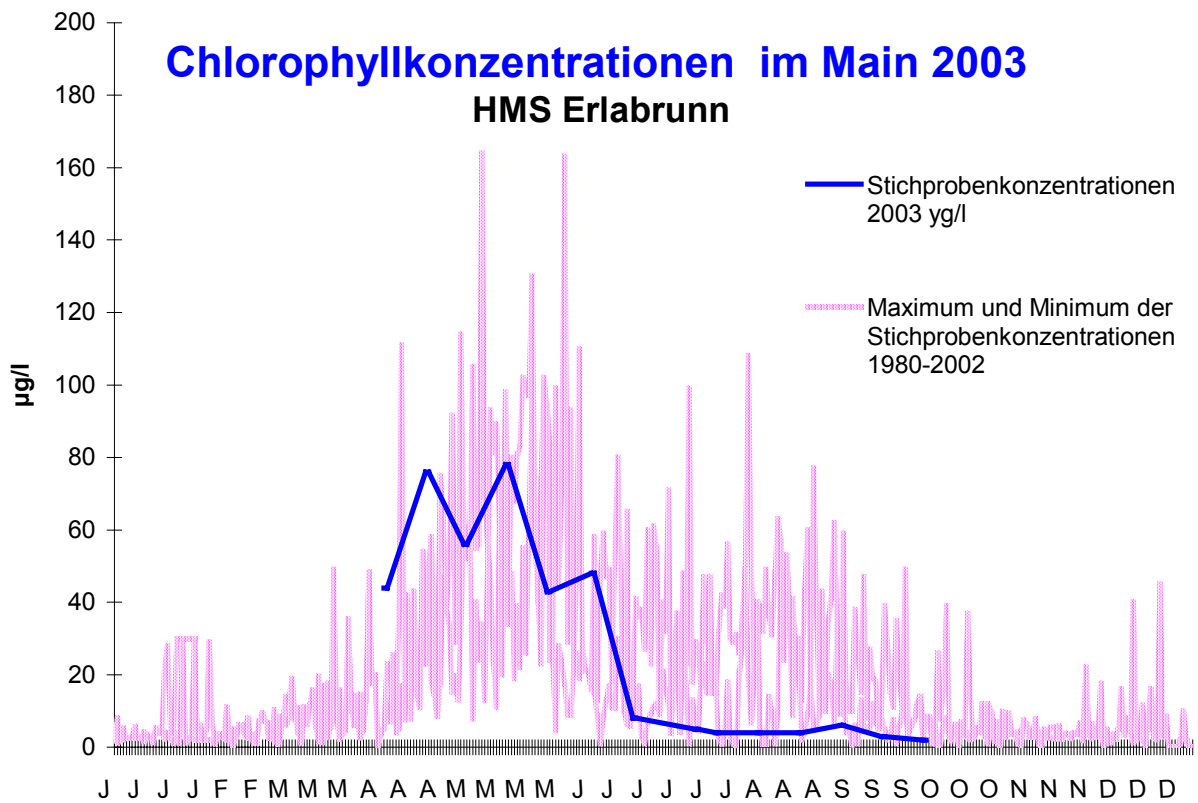


Abb. 9

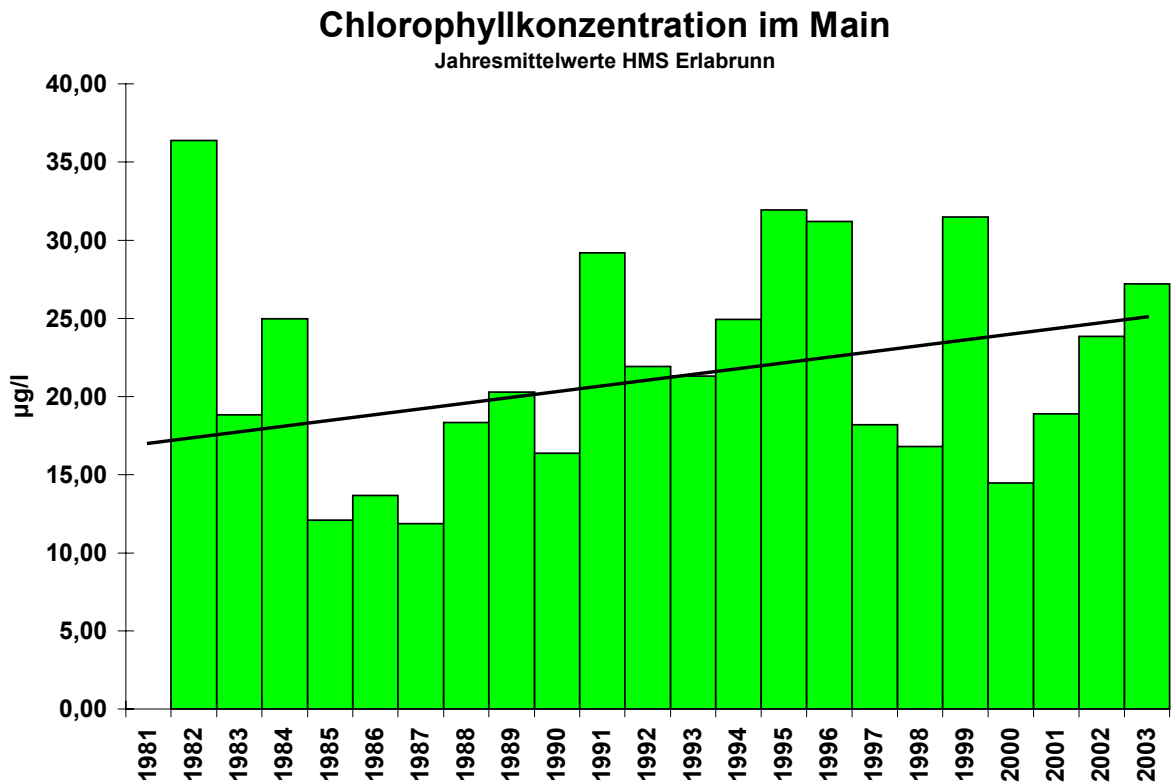


Abb. 10

Nachdem im Juli weitere Algenblüte unterdrückt wurden, war der Main mit Sichttiefen über 3,5m - die bisher noch nie beobachtet wurden - besonders klar (Abb.11).

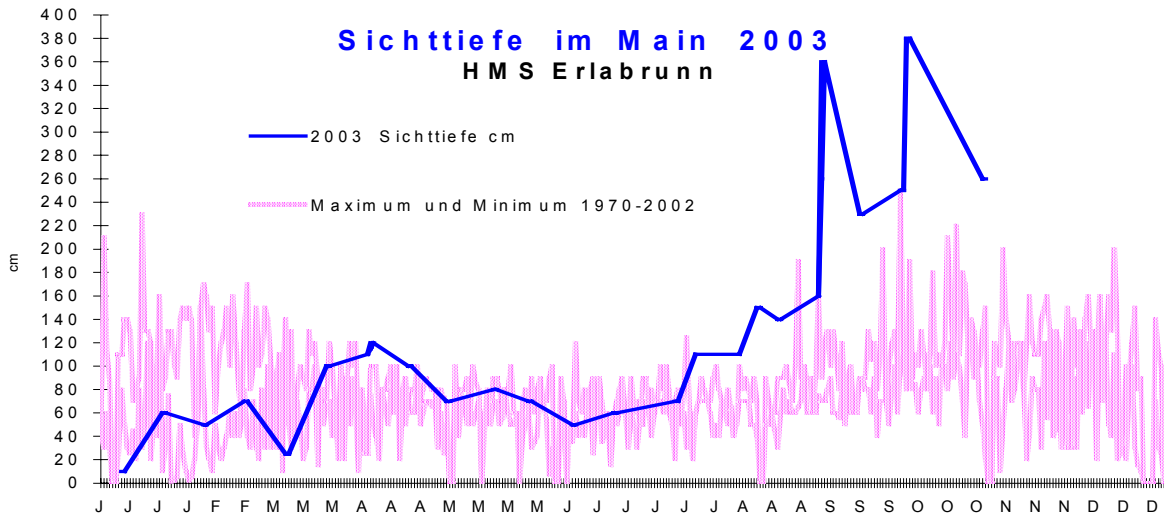


Abb. 11

Ähnliche Phänomene konnten 2003 in allen Gewässern Frankens - ob Bäche, Seen oder gar in der Nordsee (Sichttiefen bis 40m) beobachtet werden. Die über Regenerosion eingeschwemmten Bodentonteilchen hatten anscheinend eine „klärende“, adsorptiv-ausfällende, Wirkung. Da in der folgenden Trockenzeit wurden keine weiten Bodenpartikel eingetragen und das Mainwasser wurde zunehmend klarer.

Organische Belastung

BSB5 = biologisch oxidierbare organische Verbindungen
TOC = gesamter organischer Kohlenstoff (total organic carbon)

Im Main waren 2003 durchwegs leicht erhöhte organische Konzentrationen festzustellen. Dies war auf seine sehr geringen Abflüsse im Sommer zurückzuführen. Die eingeleiteten gereinigten Abwässer führten in dieser Zeit zu leicht erhöhten organischen Kohlenstoff-Konzentrationen (Abb.12). Der Gesamtkohlenstoff blieb dagegen auf einem sehr geringen Niveau, da in der Trockenzeit der Eintrag aus der Fläche fehlte (Abb. 13). Über die Jahre hinweg lässt sich die generell abnehmende Belastung sehr gut an den sinkenden Jahresmittelwerten beim BSB5 sowie beim ges. Kohlenstoff (TOC) aufzeigen.

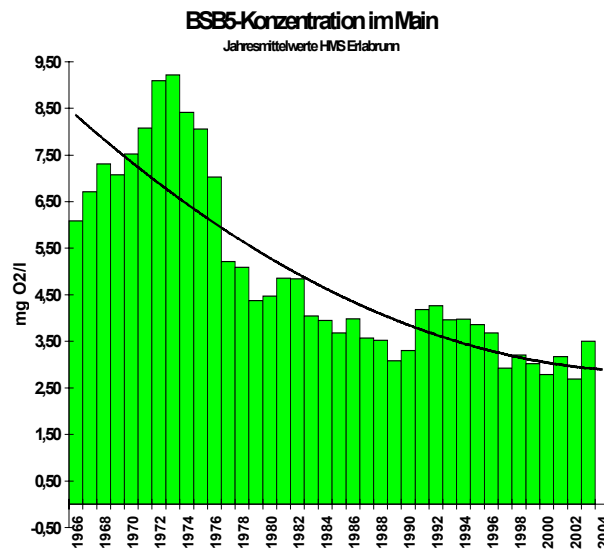


Abb. 12

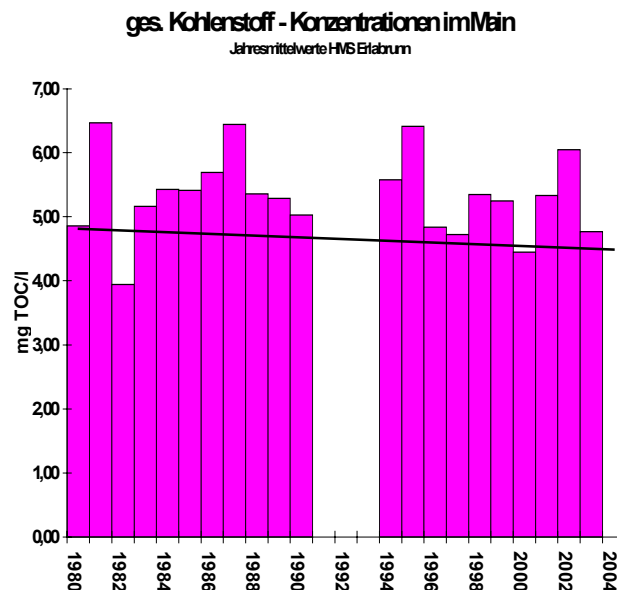


Abb. 13

Nährstoffbelastung Phosphor

PO₄ = gelöstes, biologisch direkt verwertbares Phosphat (ortho-Phosphat);
P_{ges} = Gesamtphosphorgehalt (gelöster + partikulärer Phosphor)

Auch hinsichtlich der Phosphorbelastung zeigt der Main 2003 sehr niedrige Werte. Ganzjährig konnten die bisher geringsten Konzentrationen an gelöstem Phosphat und an Gesamt-Phosphor gemessen werden (Abb.14 + 15). Dies war auf die im trockenen Sommer fehlenden Flächeneinträge an bodengebundenem Phosphor zurückzuführen. Der diffuse Anteil am Gesamtphosphorgehalt lässt sich daher 2003 besonders gut abschätzen und liegt bei ca. 35 – 45%.

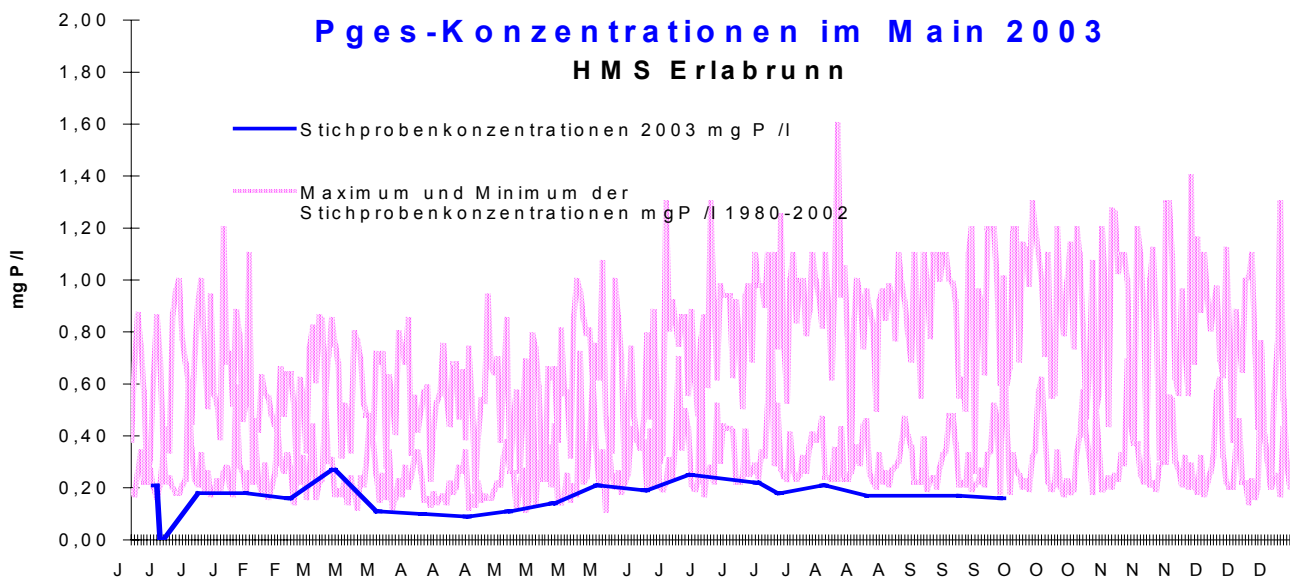


Abb. 14

Insgesamt setzte sich die seit der Verwendung phosphatarmer Waschmittel (1986) deutlich sinkende Tendenz in der PO₄-Belastung fort (Abb.16)! Die seit Anfang der 90er Jahre in Kläranlagen durchgeführte P- Eliminierung hat diesen Trend verstärkt. Die zur Messstelle räumlich nahe Kläranlage Würzburg (P-Eliminierung seit 1994) hat sich besonders positiv ausgewirkt. Die Werte sind seit 1985 um ca. 60% gesunken. Sie befinden sich mit Werten von 0,1 – 0,2 mg PO₄-P/l (Abb.16) bereits einem Bereich der deutliche gewässerbiologische Verbesserungen und Eutrophierungsminderungen mit sich bringt.

Gesamtphosphor - Konzentrationen im Main

Jahresmittelwerte HMS Erlabrunn



Abb. 15

Orthophosphat - Konzentrationen im Main

Jahresmittelwerte HMS Erlabrunn

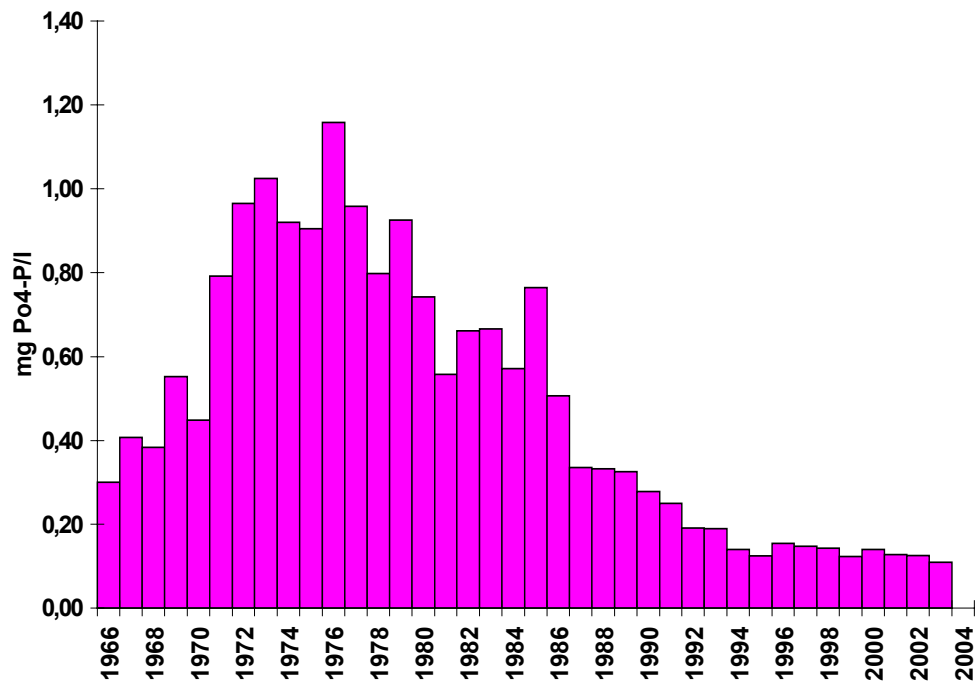


Abb. 16

Nährstoffbelastung, Nitrat (NO₃-N):

Die Nitratkonzentrationen lagen auf dem Niveau der Vorjahre. Wenn keine Einschwemmung aus den landwirtschaftlichen Flächen stattfindet (Trockenzeit Sept/Okt) zeigen sehr niedrige Nitratwerte den Erfolg der seit 1994 eingebauten N-Eliminierung auf Kläranlagen an (Abb. 17, siehe auch Jahresmittelwerte Abb.18).

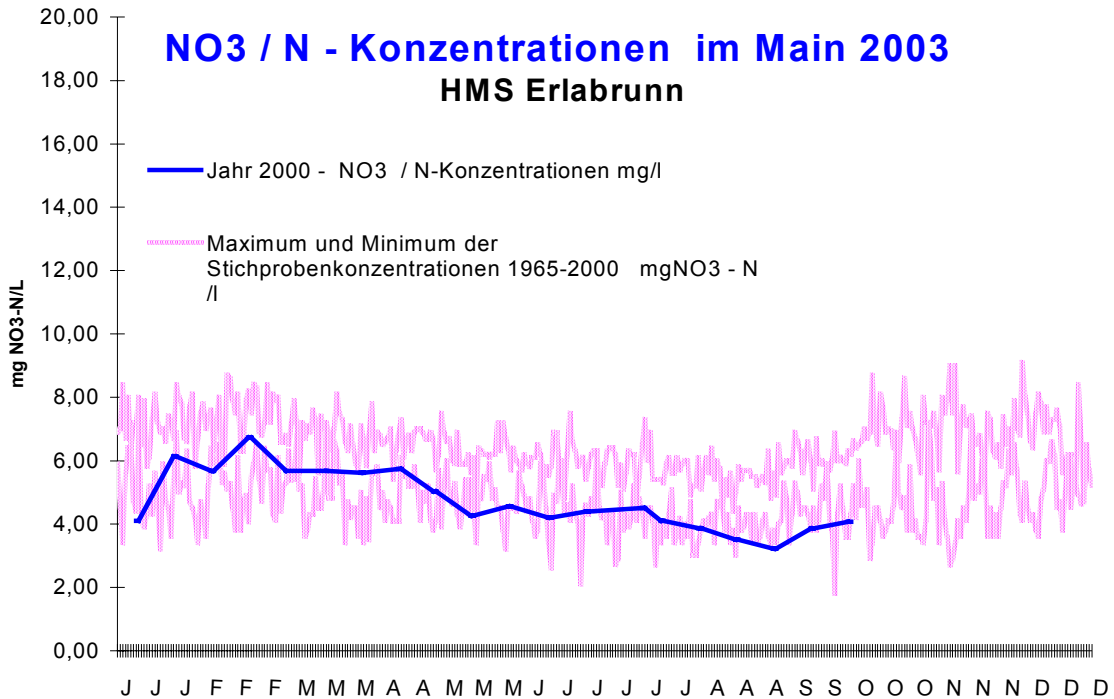


Abb. 17

Nitrat - Konzentrationen im Main

Jahresmittelwerte HMS Erlabrunn

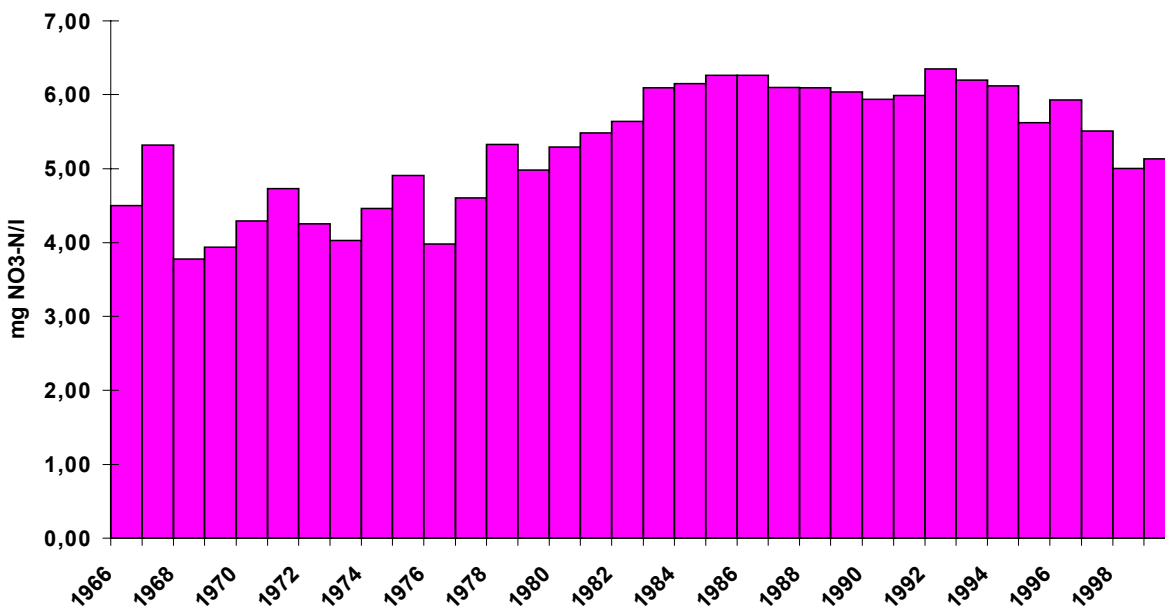


Abb. 18

Nährstoffbelastung, Ammonium (NH₄-N):

Der Ammoniumgehalt hat sich in den letzten Jahrzehnten sehr deutlich vermindert (Abb.19 / 20). An den Jahresmittelwerten kann deutlich der Einfluss der N-Eliminierung (ab 90er Jahre; Kläranlage Würzburg ab 1994) auf den Kläranlagen erkannt werden.

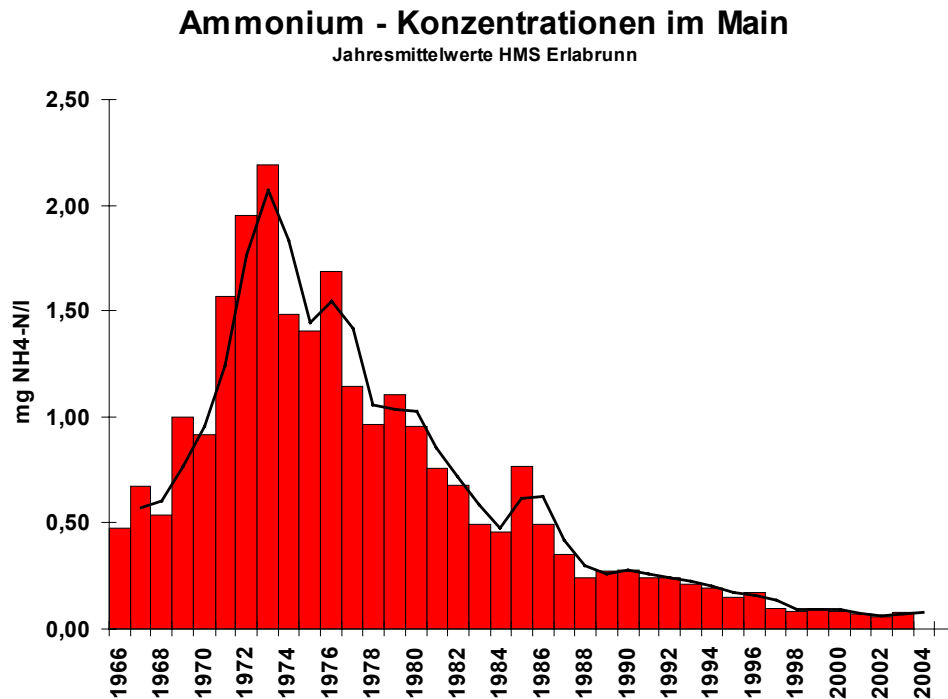


Abb. 19

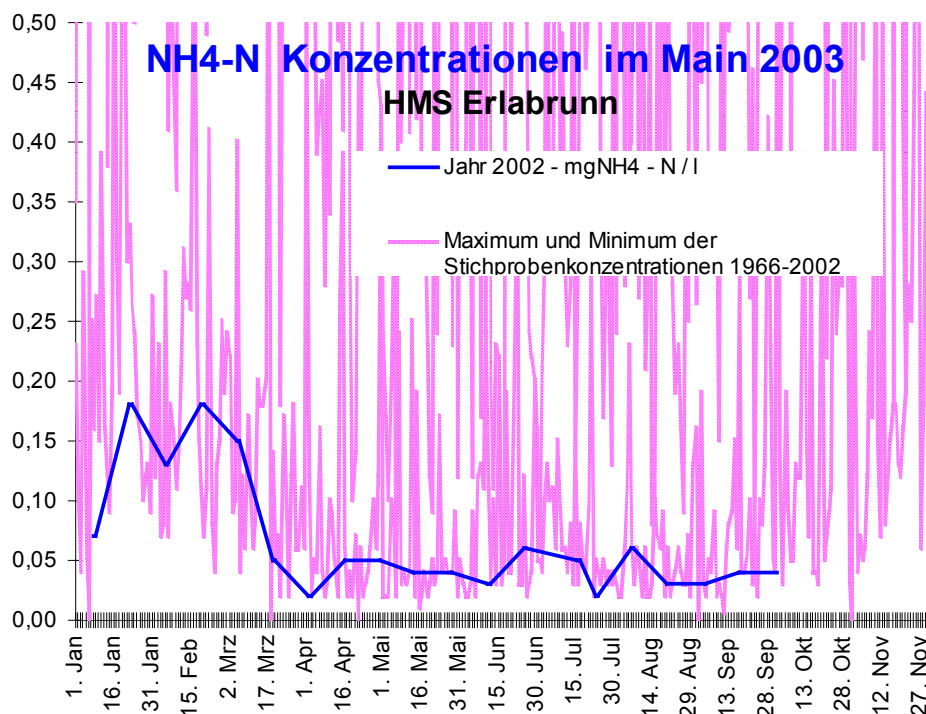


Abb. 20

Chloridbelastung

Sehr hoch war 2003 die Chloridbelastung des Mains (s. Abb. 21 u. 22; Nullwerte = Messwertlücken!!). Dies lag an den geringen sommerlichen Abflüssen bei unvermindertem Anfall an gereinigten Abwässern aus der nahe gelegenen Kläranlage der Stadt Würzburg. Verantwortlich sind hierfür unter anderem die wegen des extrem harten Trinkwassers eingesetzten, salzhaltigen Entkalkungsmittel. Hierdurch ist der Chloridgehalt im Main verglichen mit anderen Flüssen deutlich erhöht.

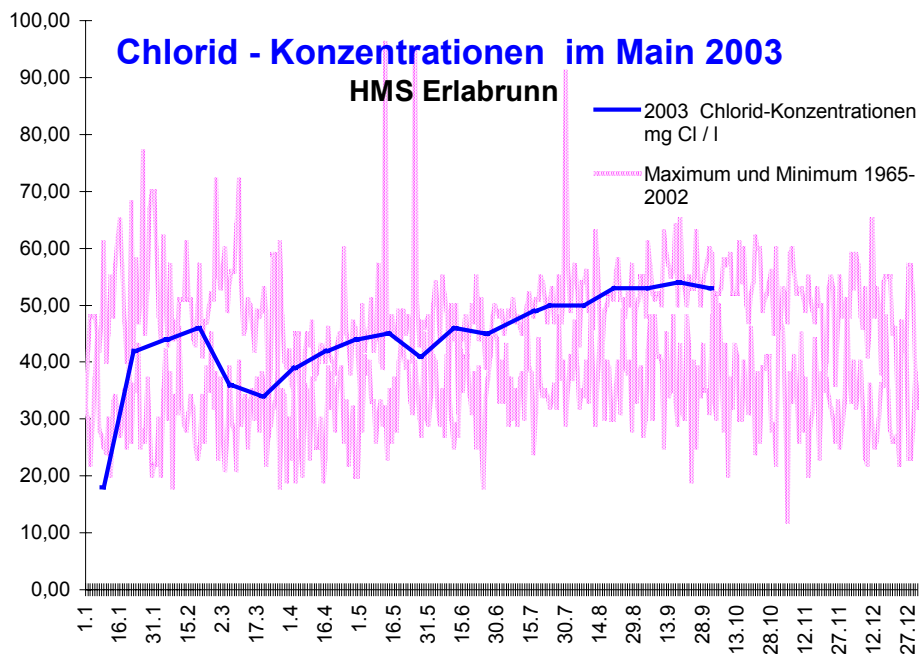


Abb. 21

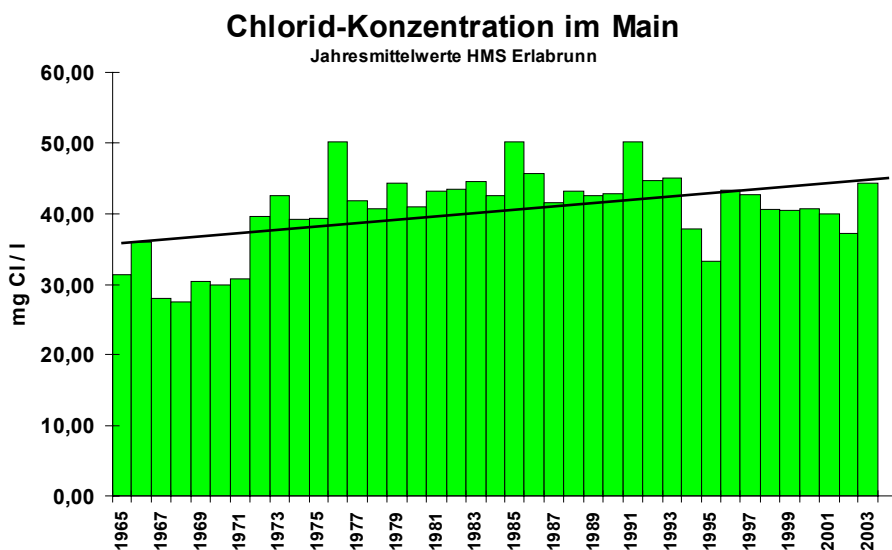


Abb. 22

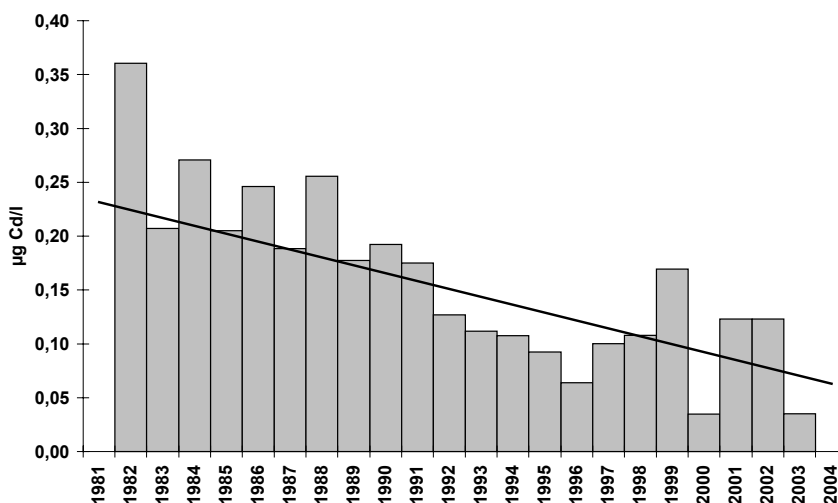
Schwermetallbelastung

Bis Ende der 90er Jahre hatte sich der Gehalt an Schwermetallen im Wasser sehr deutlich verringert (z.B. Cadmium, Abb.23), dass er meist ganzjährig unter der Nachweisgrenze lag. Die Kupferbelastung des Mainwassers liegt ganzjährig etwa immer gleich. Aktuell wurde 1999 ein Jahresmittelwert von 4,3 µg/l - bei Zink von 20 µg/l - erreicht. Die Zinkbelastung lag 1999 mit 20,4 µg/l etwas erhöht.

- Blei Einzelwerte bis 4 µg/l , ansonsten nicht nachweisbar
- Quecksilber nicht nachweisbar
- Chrom Einzelwerte bis 2 µg/l, ansonsten nicht nachweisbar
- Cadmium Einzelwerte bis 0,3 µg/l, ansonsten nicht nachweisbar
- Arsen nicht nachweisbar
- Nickel Einzelwerte bis 3 µg/l, ansonsten nicht nachweisbar

Cadmium - Konzentrationen im Main

Jahresmittelwerte HMS Erlabrunn



Kupfer - Konzentrationen im Main

Jahresmittelwerte HMS Erlabrunn

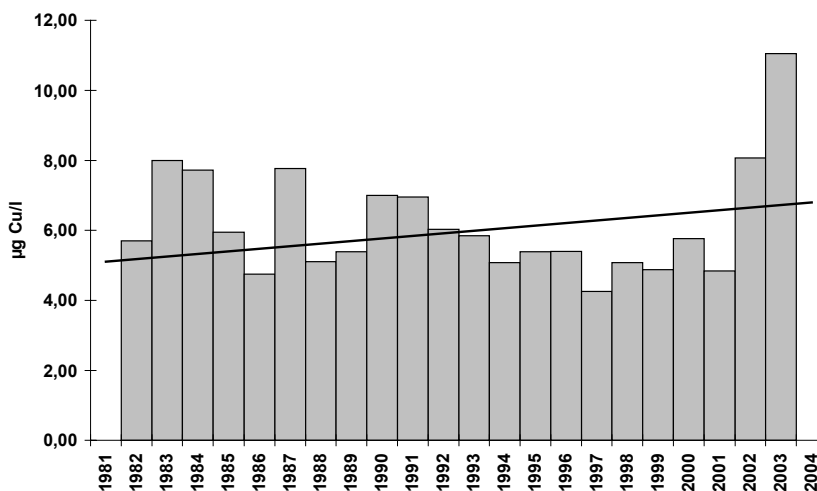


Abb. 23

Pflanzenschutzmittelbelastung

Die Pflanzenschutzmittelbelastung des Mains ist im Vergleich zur Donau hoch. Durch den Anschluss fast aller Hofflächen (Spritzenwaschen) an die Kanalisation und die intensive landwirtschaftliche Nutzung der Talauen gelangen diese Stoffverbindungen über die Kläranlageneinläufe direkt in die Gewässer. Eine Versickerung und Abbau dieser Stoffe im Boden (s. Oberbayern) findet kaum statt. Hinzu kommt eine sehr geringe Verdünnung der Konzentrationen durch den vergleichsweise wasserarmen Main. Bei Spritzmitteln die nicht mehr angewandt werden, wie Atrazin (Abb. 24), gehen die Konzentrationen allmählich zurück. Dagegen nehmen die Ersatzmittel wie Isoproturon (Abb.25) besonders unterhalb von Kläranlageneinleitungen deutlich zu. Insgesamt ist, in Abhängigkeit von den sommerlichen Niederschlägen und der damit verbundenen Bodenaus- und abschwemmung, ein deutlich Rückgang der Belastung mit PSM nachzuweisen. Ab 2000 sind an dieser Messstelle keine neueren Werte vorhanden.

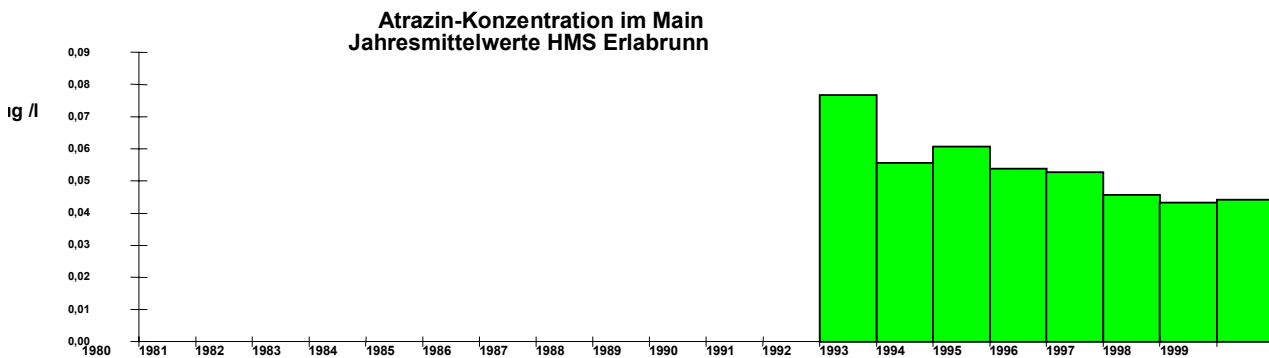


Abb. 24

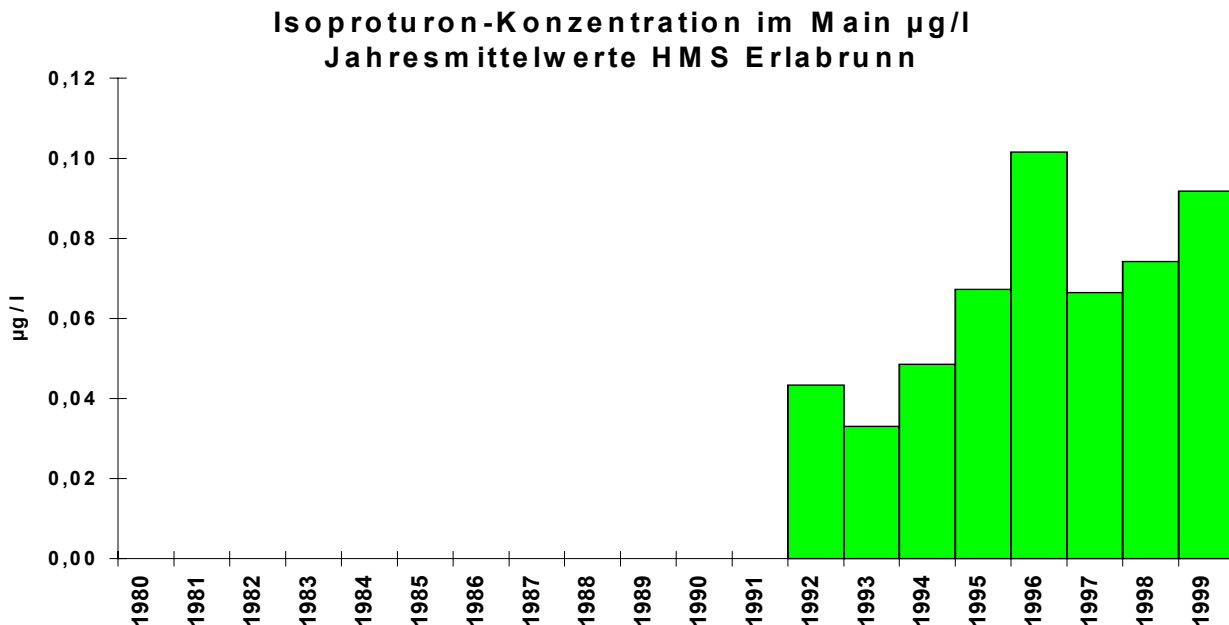


Abb. 25

Gewässerbiologie und Gewässergüte

Gewässerbiologie:

Die aquatische Artenvielfalt der auf den Steinen im Main lebenden Tiere und Pflanzen wurde monatlich in hierzu speziell eingerichteten Untersuchungsstellen erhoben. Abbildung 26 zeigt ihre Artenvielfalt seit 1980 auf. Deutlich ist eine Zunahme zu erkennen,

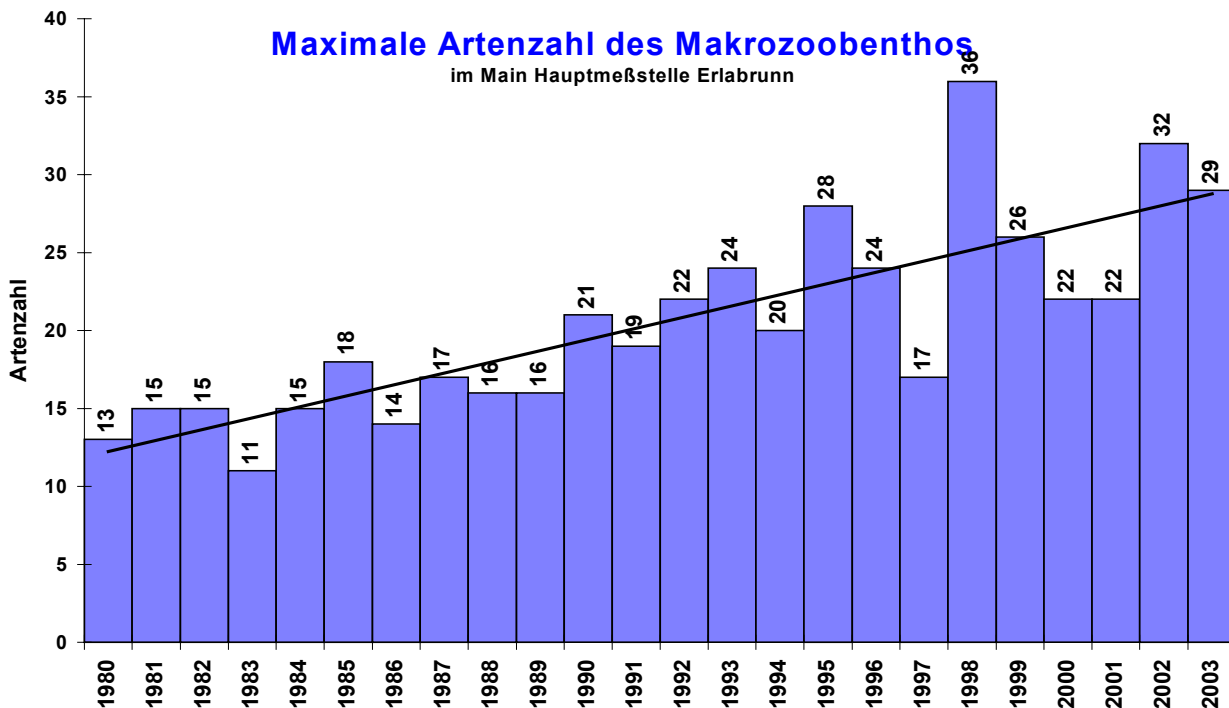


Abb. 26

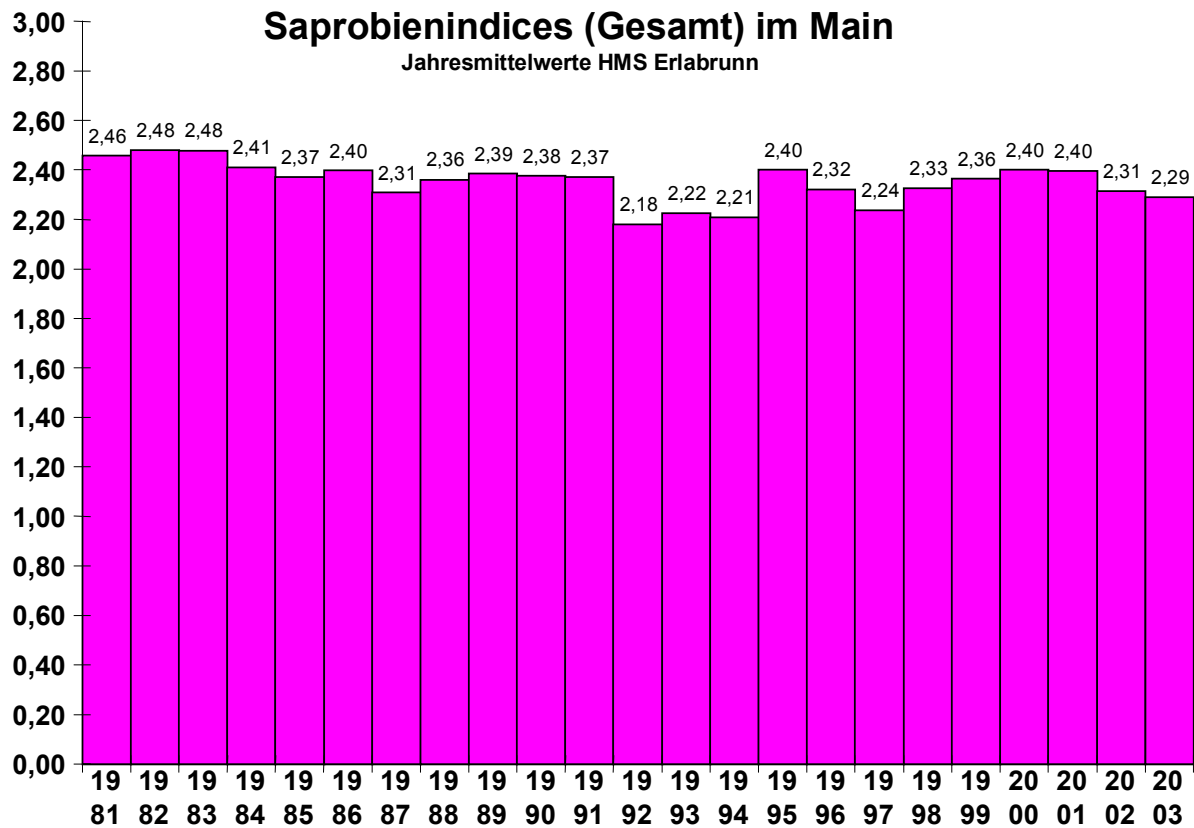
Ein Artenzuwachs ist sicherlich auch durch eine verfeinerte Untersuchungstechnik gegeben. Obgleich Anfang der 80er Jahre bereits die meisten Abwasseranlagen saniert waren, ließ sich der erste große „Schub“ in der Artenvielfalt erst nach einer Folge von Nassjahren nach etwa 10 Jahren ab 1990 erkennen.

2003 konnte trotz der anhaltend hohen Wassertemperaturen eine gute Artenbesiedlung im Main festgestellt werden.

Auch die niedrigen Abflüsse scheinen sich nicht negativ auf das Artenaufkommen auszuwirken.

Gewässergüte:

Die Gewässergüte, dargestellt am Saprobienindex (siehe Abb. 27), hat sich rein rechnerisch von einer kritischen Belastung mit Güteklasse II-III allmählich etwas in Richtung Güteklasse II verschoben.



Trotz des extremen Trockenwetterjahres zeigte sich auch hier keine Verschlechterung an.

Neuer Artenzuwachs:

1999 trat zum ersten Mal ein neuer Strudelwurm (*Dendrocoelum romanodanubiale*) auf, der bisher nur aus der Donau bekannt war.

Ebenso wurde erstmals eine für den Main neue Algenart festgestellt, die nahezu das ganze Jahr 1999 vorhanden war. Es handelt sich um eine kleine zarte Schwebedorstenalge (*Golenkiniopsis longispina*) von der bisher nur aus der Donau in Ungarn berichtet wurde!

Seit 2001 wird die Rotalge *Thorea ramosissima* immer wieder in kleineren Beständen wiedergefunden. Die letzten Fundmeldungen lagen ca. 10 Jahre zurück.