

Abwasser und Wasserbelastung

Ausarbeitung im Rahmen eines Seminars der Professur Ernährungsökologie an der Justus-Liebig-Universität Giessen

Kristina Bauer, Miriam Interthal und Sandra Klomann

23.07.2004

Inhaltsverzeichnis		Seite
1	Einleitung	3
2	Definitionen	
	2.1 Abwasser	3
	2.2 Brauchwasser	3
3	Wasserqualität – Gewässergütebeurteilung	
	3.1 Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB)	3
	3.2 Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	4
	3.3 Saprobienindex	4
4	Industrieabwasser / Abwasserabgabengesetz	5
5	Abwasser der Privathaushalte	6
6	Kanalisation	7
7	Kläranlagen	7
	7.1 Klärschlamm	7
	7.2 Moschusduftstoffe	8
	7.3 Medikamente	8
8	Trinkwasseraufbereitung	9
9	Fazit	9
10	Literaturverzeichnis	10

1 Einleitung

Die folgende Ausarbeitung verschafft einen Überblick über Wege und Formen des Abwassers. Es werden Methoden zur Gewässergütebeurteilung aufgezeigt, durch die Rückschlüsse auf den Verschmutzungsgrad eines Gewässers gezogen werden können. Ein richtiger Umgang mit Wasser wird für die Zukunft immer wichtiger werden. Bei der Abwasserreinigung gibt es einige Stoffe, die Probleme bereiten. Daher ist es nicht nur wichtig auf Grund- oder Trinkwasserschutz Rücksicht zu nehmen, sondern auch auf das Abwasser zu achten. Denn übermäßig mit schwer abbaubaren Stoffen verschmutztes Abwasser ist auch nach der Behandlung in der Kläranlage kein qualitativ hochwertiges Wasser. Stoffe, die in Kläranlagen nicht herausgereinigt werden können, beeinflussen nicht nur die offenen Gewässer, sondern auch die Trinkwasserqualität.

2 Definitionen

2.1 Abwasser

Abwasser ist gebrauchtes, verändertes, abfließendes Wasser und jedes in die Kanalisation gelangende Wasser. Es werden Schmutzwasser, Regenwasser und Mischwasser unterschieden. Mischwasser ist mit Regenwasser gemischtes Schmutzwasser (Bischofsberger und Hegemann 1979).

2.2 Brauchwasser

Brauchwasser, auch Betriebswasser genannt, ist Wasser mit unterschiedlichen Güteeigenschaften. Es dient gewerblichen, industriellen und landwirtschaftlichen Zwecken (Bischofsberger und Hegemann 1979).

3 Wasserqualität – Gewässergütebeurteilung

Die Qualität von Gewässern und Abwasser kann mit unterschiedlichen Methoden gemessen und beurteilt werden.

3.1 Biochemischer Sauerstoffbedarf

Der biochemische Sauerstoffbedarf (BSB) ist eine Methode, um die Gewässer- bzw. Abwasserqualität zu beurteilen. Der BSB ist definiert als die Masse an gelöstem Sauerstoff in mg/l, den die Mikroorganismen beim Abbau des organischen Materials verbrauchen. Es ist üblich den BSB₅ zu bestimmen, den BSB nach fünf Tagen. Er beschreibt den Grad der Wasserverschmutzung. Zudem macht der BSB₅ Aussagen über die Effizienz von Abwasserbehandlungsanlagen und dient der Beurteilung der eingeleiteten, gereinigten Abwässer (Neitzel und Iske 1998).

3.2 Chemischer Sauerstoffbedarf

Der chemische Sauerstoffbedarf (CSB) ist eine weitere Kenngröße in der Gewässerbeurteilung (Neitzel und Iske 1998). Er kennzeichnet die organische Verschmutzung von Gewässern (Bretschneider et al. 1993). Der CSB wird durch Zusetzen eines Oxidationsmittels bestimmt. Der Verbrauch des Oxidationsmittels wird gleichgesetzt mit der Sauerstoffmenge, die von den Mikroorganismen bei der Zersetzung des organischen Materials verbraucht wird (Neitzel und Iske 1998).

3.3 Saprobienystem

Die Wasserqualitätsbestimmung im Saprobienystem erfolgt nach biologischen Gesichtspunkten (Klee 1998). Saprobien sind Mikroorganismen, die in stark verunreinigtem, fäulnisfähigem Wasser leben und organisches Material, welches Gewässer verschmutzt, abbauen (Bischofsberger und Hegemann 1979). Saprobien dienen im Saprobienystem als Bioindikatoren. Sie bilden charakteristische Lebensgemeinschaften je nach Wasserverschmutzung und unterscheiden sich in Art und Besiedlungsdichte (Höll und Grohmann 2002). Anhand der unterschiedlich zusammengesetzten Lebensgemeinschaften hat man die Gewässer in vier Güteklassen eingeteilt (Abb. 1).

Abb. 1: Gewässergüteklassen und Saprobiebereiche (modifiziert nach Höll 2002)

Güteklasse	Grad organischer Belastung	Saprobität
I	unbelastet, sehr gering belastet	oligosaprob
I – II	gering belastet	oligosaprob mit β -mesosapr. Einschlag
II	mäßig belastet	β -mesosaprob
II – III	kritisch belastet	β -mesos. – α -mesos.
III	stark verschmutzt	α -mesosaprob
III- IV	sehr stark verschmutzt	α -mesos. – polysaprob
IV	übermäßig verschmutzt	polysaprob

4 Industrieabwasser

Unter Industrieabwasser werden alle Abwässer verstanden, die bei Produktions-, Verarbeitungs- und Kühlprozessen in der Industrie anfallen.

Etwa 70 % des industriellen Wasserbedarfs wird als Kühlwasser genutzt. Es wird in der Regel unbehandelt in die Flüsse geleitet. Die Wassertemperatur stellt bei der Einleitung in die Gewässer ein Problem dar. Hohe Temperaturen tragen zur Gewässererwärmung bei und beeinflussen dadurch biologische Vorgänge im Wasser. Die Sauerstofflöslichkeit im Wasser nimmt mit steigender Temperatur ab. Zusätzlich wird bei schneller verlaufender Zersetzung des organischen Materials Sauerstoff verbraucht. Bei starker Verschmutzung, zum Beispiel durch Abwässer erhöht sich die Gefahr

des Umkippens eines Gewässers. Das bedeutet, dass im aquatischen System ohne Sauerstoff kein Leben mehr vorhanden ist (Umweltlexikon 2004).

Die restlichen Industrieabwässer sind je nach Branche in ihrer Zusammensetzung unterschiedlich. Die Abwässer der Seifenfabriken und Papierindustrie sind mit schwer abbaubaren organischen Stoffen belastet. In der Raffinerie und der Metallverarbeitung sind es Öle und Fette. Durch die chemische Industrie wird das Abwasser mit vielen toxischen Stoffen und Schwermetallen belastet. Der Eintrag dieser Stoffe kann zur Schädigung der Gewässer führen. Die Stoffe kontaminieren die Nahrungskette und reichern sich auf diesem Weg im Organismus an (Umweltbundesamt 1999).

Abwasserabgabengesetz

Das Abwasserabgabengesetz setzt für industrielles Abwasser Grenzwerte bei der Schadstoffeinleitung fest.

Bei der Einleitung der Abwässer wird zwischen Direkteinleiter und Indirekteinleiter unterschieden. Die Direkteinleiter leiten ihr Abwasser nach einer umfangreichen Reinigung in betriebseigenen Kläranlagen in den Vorfluter. Die Indirekteinleiter leiten ihr Abwasser nach einer Vorbehandlung in eine öffentliche Kläranlage. Die Einleiter müssen eine Abgabe zahlen, die sich nach der Schädlichkeit des Abwassers richtet (Höll und Grohmann 2002; Bundesrecht 2004).

Das Abwasserabgabengesetz legt die Grenzwerte für einige Inhaltsstoffe des Abwassers sowie die Höhe der zu entrichtenden Abgabe fest. Durch diese Abgabe werden Kosten der Inanspruchnahme des Umweltmediums Wasser zum Teil auf den Verursacher übertragen (Umweltbundesamt 2002).

Die Abwasserabgabe richtet sich nach der Schädlichkeit des Abwassers. Für die Bestimmung der Schädlichkeit dienen einige Parameter wie die oxidierbaren Stoffe (CSB), Phosphor, Stickstoff, organische Halogenverbindungen, Schwermetalle wie Quecksilber, Cadmium, Chrom, Nickel, Blei, Kupfer und ihre Verbindungen sowie die Giftigkeit des Abwassers gegenüber Fischen (Umweltbundesamt 2002).

Durch die Abgabe wird versucht ökonomische Anreize zu schaffen, um die Emission umweltbelastender Stoffe zu verringern. Für die Betriebe, die gewisse Mindestanforderungen erfüllen oder in die Verbesserung der Abwasserbehandlung investieren, sieht das Gesetz auch Ermäßigungen vor (Umweltbundesamt 2002).

Verschiedene Industrieverbände gehen vermehrt eine freiwillige Selbstverpflichtung zur Reduzierung von Wasserschadstoffen ein. Dies wurde mit der ehemaligen Bundesumweltministerin Angela Merkel verabredet. Die Industrieverbände sehen in dieser Maßnahme eine Möglichkeit, die bestehenden Umweltprobleme eigenverantwortlich zu lösen. Als Beispiel hierfür können zwei Verbände aufgeführt werden: Der Verband TEGEWA (Verband der Textilhilfsmittel, Lederhilfsmittel, Gerbstoff und Waschrohstoffindustrie e.V.) wird zukünftig auf den Einsatz von Alkylphenoethoxylaten

verzichten. Diese Verbindungen bilden bei dem biologischen Abbau in der Kläranlage ökotoxische Substanzen. Sie werden durch vorteilhaft bewertete Stoffe ersetzt, wie zum Beispiel Fett-Alkoholethoxylate (Umweltbundesamt 2002).

Der Fachverband der Fotochemischen Industrie e.V., des Bundesverbandes der FotoGroßlaboratorien e.V. und des Verbandes der Fotofachlabore wollen den Eintrag biologisch schwer abbaubarer Komplexbildner in die Gewässer verringern (Umweltbundesamt 2000).

5 Abwasser aus privaten Haushalten

Kommunales Abwasser umfasst alle Abwasserarten, die in der öffentlichen Kanalisation anfallen. Es handelt sich dabei um Fremd- und Regenwasser sowie um gewerbliches, industrielles, landwirtschaftliches und häusliches Abwasser. Das häusliche Abwasser fällt wiederum in öffentlichen Gebäuden, Kleingewerbebetrieben und in privaten Haushalten an.

Das Abwasser aus privaten Haushalten fällt vor allem beim Kochen, Spülen, Waschen, Putzen, bei der Körperpflege, im WC sowie bei der Reinigung von Hofflächen und des Pkws an (FIP 1994).

Die Höhe des Abwasseranfalls ergibt sich aus dem täglichen Wasserbedarf abzüglich des Wasserverbrauchs für Kochen, Trinken, Gartenbewässerung usw. Zusätzlich gelangen rund 1,4 kg Fäkal- und Schmutzstoffe pro Tag und Einwohner ins Abwasser. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Abwassermenge etwa 80 % des gesamten Wasserverbrauchs ausmacht. Die Menge des Abwassers unterliegt stündlichen, täglichen und jährlichen Schwankungen. Diese Schwankungen sind umso geringer, je größer die Stadt ist. Im Tagesablauf haben der Abwasseranfall sowie die Schmutzstoffkonzentration mittags ein Maximum und nachts ein Minimum. Daraus ergibt sich mittags eine vielfach höhere Absolutabwassermenge als nachts. Außerdem wird beobachtet, dass die Abwassermenge mit steigendem Wohlstand zunimmt. Das lässt sich vor allem durch den höheren Wasserverbrauch erklären, der durch das Reinigen größerer Wohnungen anfällt. Es wird dabei davon ausgegangen, dass mit steigendem Wohlstand die Größe der Wohnfläche sowie das Hygienebewusstsein zunehmen (FIP 1994).

Das Abwasser aus privaten Haushalten liefert neben gut abbaubaren Fetten, Kohlenhydraten und Proteinen in seinem Fäkalwasseranteil vor allem Stickstoff und andere Stoffe, die zur organischen Belastung des Abwassers beitragen (FIP 1994).

Heute oft verwendete organische Waschmittel mit so genannten weichen Tensiden stellen bei der Klärung kein Problem mehr dar.

Im Gegensatz zu den natürlich vorkommenden Fetten können synthetisch hergestellte Fettersatzstoffe weder vom Körper noch bei den herkömmlichen Verfahren der Kläranlagen abgebaut werden. Sie gelangen über den Fäkalwasseranteil in das Abwasser und gelangen unverändert in die Gewässer. Experten setzen sie deshalb den Sondermüllstoffen gleich (WDR 1996).

Häusliches Abwasser zeichnet sich außerdem durch einen hohen Keimgehalt aus. Auf der einen Seite finden sich gesundheitlich unbedenkliche Colibakterien, die als Indikator für die fäkale Verschmutzung dienen, während auf der anderen Seite Krankheitserreger in Form von Viren, pathogenen Keimen und Wurmeiern zu finden sind (Bever et al. 1993).

6 Kanalisation

Über die Kanalisation werden kommunales Abwasser, Niederschlagsabwasser und zum Teil Industrieabwasser entweder der Kläranlage zugeführt oder direkt in Gewässer eingeleitet. Dabei werden Trenn- und Mischkanalisation unterschieden (Wikipedia 2004).

Der Vorteil der Trennkanalisation liegt darin, dass Regenwasser getrennt vom Schmutzwasser abgeführt wird. Die Kläranlagen werden so bei starken Regengüssen vor Überlastung geschützt. Die Folge der Überbelastung bei Mischkanalisation ist das Einleiten von ungereinigtem Mischwasser in Oberflächengewässer. In Deutschland überwiegt bis heute die Mischkanalisation (Wikipedia 2004).

7 Kläranlagen

Kläranlagen bedienen sich zur Abwasserreinigung mechanischer bzw. physikalischer, biologischer und chemischer Verfahren. Die mechanischen Reinigungsstufen entfernen in den entsprechenden Kläranlagenkomponenten größere und kleinere Fest- und Schwimmstoffe sowie Fette und Öle. Biologische Verfahren dienen dem Abbau organischer Bestandteile zu anorganischen Endprodukten durch biochemische Oxidation. Verwendet werden dazu Mikroorganismen oder Bakterien je nach Anlage (FIP 1994).

Bei der chemischen Reinigung werden zum Beispiel mittels Aluminium- bzw. Eisensalzen Phosphate ausgefällt (Wikipedia 2004).

Die Allgemeine Rahmenverordnung gibt Höchstmengen für definierte Stoffe vor, die im gereinigten Abwasser nicht überschritten werden dürfen (Bever et al. 1993).

Das Einhalten dieser Höchstmengen ist heute durch bessere Reinigungsverfahren und die Reduktion schwerabbaubarer Stoffe im Abwasser relativ unproblematisch. Zur weiteren Verbesserung der Wasserqualität wären Höchstwerte zu Überdenken und eventuell herabzusetzen.

7.1 Klärschlamm

Klärschlamm fällt in der Kläranlage an verschiedenen Stellen der Abwasserreinigung an. Durch seinen hohen Nährstoffgehalt eignet er sich als Bodenverbesserungsmittel und findet unter anderem als solches Anwendung in der Landwirtschaft. Wegen des hohen Gehalts an Schwermetallen im Klärschlamm muss die Aufbringung auf Böden streng kontrolliert werden (Braunschweig 2004). Zwar ist die Schwermetallbelastung des Abwassers und damit auch des Klärschlammes stark zu-

rückgegangen, eine natürliche Schwermetallbelastung wird man jedoch immer finden. Zurückgegangen ist die Menge an Schwermetallen vor allem durch bessere Produktionsverfahren in der Industrie, aber auch durch die Einführung von bleifreiem Benzin sowie durch das Nutzen von Tankstellen und Waschanlagen zur Autowäsche. Das bei der Autowäsche anfallende Schmutzwasser kann dort durch Ölabscheider vorgereinigt werden (Ordnungsabteilung der Gemeinde Wettenberg 2004).

7.2 Moschusduftstoffe

Moschus ist ein Sekret der exokrinen Duftdrüsen des männlichen Moschustieres, das in Kosmetika aufgrund seines intensiven Duftes Anwendung findet. Seit der Entdeckung der synthetischen Nitromoschusverbindungen werden diese in der Kosmetika-, Seifen- und Waschmittelindustrie eingesetzt. Die Herstellung der Ersatzriechstoffe ist technisch einfacher und preiswerter als die Gewinnung des natürlichen Moschus (Brunn und Rimkus 1996).

Im Jahr 1981 wurden einige der Nitromoschusverbindungen erstmals in Gewässern nachgewiesen. Schon zu diesem Zeitpunkt hätte von der Lipophilie, der Persistenz und dem Bioakkumulationspotential dieser Verbindungen ausgegangen werden können. Jedoch wurde der Nachweis für das Vorkommen in Fischen, Humanfett und Frauenmilch erst 1991 erbracht. Nach einigen Untersuchungen wurde die Einleitung des gereinigten Abwassers als Kontaminationsquelle identifiziert. Über den Gebrauch von Kosmetika und Waschmittel gelangen die Moschusverbindungen in das Abwasser. In den Kläranlagen können sie nur bedingt abgebaut werden und gelangen auf diese Weise in die aquatische Umwelt (Brunn und Rimkus 1996).

Moschusverbindungen akkumulieren unter anderem im Fettgewebe von Fischen und gelangen so in die Nahrungskette des Menschen. Die hauptsächliche Aufnahme des Menschen erfolgt über Kosmetika und Inhalation. Jedoch erlaubt die bisherige Datenlage keine abschließende ökotoxikologische und humantoxikologische Bewertung (Brunn und Rimkus 1996).

7.3 Medikamente

Die Abwässer von Kläranlagen enthalten Rückstände von Arzneimitteln, Diagnostika und Desinfektionsmitteln, da diese durch biologische Reinigungsprozesse nicht abgebaut werden können. Hauptsächlich gelangen die Medikamentenrückstände durch Ausscheidung des Menschen in das Abwasser.

Medikamente und ihre Abbauprodukte finden sich nicht nur in Oberflächengewässern, sondern auch im Grundwasser und in geringen Mengen sogar im Trinkwasser (LFU 2002).

Grundsätzlich sind die im Grundwasser gefundenen Konzentrationen zu niedrig, um im menschlichen Organismus Schaden anzurichten. Unsicher ist allerdings ob und wie die Stoffe miteinander

reagieren und wie sie langfristig auf den Menschen wirken. (Naturschutzbund Deutschland 2002; Therapeutisches Haus 2002).

Synthetisch hergestellte Hormone gelangen vor allem durch den Gebrauch der Anti-Baby-Pille über die Ausscheidung in die Abwässer und anschließend in die Gewässer. Sie können selbst in geringeren Mengen, als in manchen Gewässern nachgewiesen wurde, bei Fischen zu Unfruchtbarkeit führen (Naturschutzbund Deutschland 2002).

Die Anreicherung von Antibiotika im Trinkwasser, im Klärschlamm, in Böden oder auch in Sedimenten kann zu Resistenzen von Bakterien und damit zu Störungen von biologischen Prozessen führen (W wie Wissen 2003).

8 Trinkwasseraufbereitung

Es gibt viele verschiedene Verfahren zur Trinkwasseraufbereitung. Hier sollen nur einige genannt werden: Das Sedimentationsverfahren dient der Abtrennung von Teilchen mit großem Durchmesser. Im Siebverfahren werden Mikrosiebe eingesetzt zur Abtrennung von z.B. Algen. Die Filtration entfernt Trübstoffe, Algen oder organische Stoffe. Beim Flockungsverfahren werden kleinste Partikel durch Zusatz von Flockungsmitteln aggregiert. Die Aggregate können durch die oben genannten Verfahren entfernt werden. Abschließend wird das Wasser durch Ozon, Chlor oder UV-Bestrahlung desinfiziert (Höll und Grohmann 2002). Es entspricht nun den Trinkwasseranforderungen. Diese besagen, dass das Wasser frei sein muss von Krankheitserregern und gesundheitsschädlichen Stoffen, es darf keine Geruchs- und Geschmacksstoffe enthalten und soll „appetitlich“ sein. Außerdem dürfen keine Korrosionen in den Rohrleitungen hervorgerufen werden (Klee 1998).

Umfang und Verfahren der Trinkwasseraufbereitung richten sich nach der Beschaffenheit des Rohwassers (Höll und Grohmann 2002). Das Rohwasser stammt aus Oberflächenwasser, z.B. Flüssen, Seen, Schifffahrtskanälen, oder aus Grundwasser, z.B. echtem oder angereichertem Grundwasser, Uferfiltrat, Quellen (Bretschneider et al. 1993).

9 Fazit

Die Abwassersituation in der BRD hat sich in den letzten Jahren verbessert. Dies ist auf technische Fortschritte und modifizierte Produktzusammensetzungen zurückzuführen. Dennoch besteht ein hoher Handlungsbedarf im Umgang mit Abwasser. So sollten Verbraucher keine Essensreste ins Abwasser geben, denn Essensreste belasten das Abwasser unnötigerweise mit organischen Stoffen. Sondermüll wie Lack, Farbe oder Öl gehört ebenfalls nicht ins Abwasser. Des Weiteren sollten Verbraucher Reinigungsmittel auf organischer Basis verwenden. Diese können in Kläranlagen entfernt werden.

10 Literaturverzeichnis

- BEVER, STEIN, TEICHMANN: Weitergehende Abwasserreinigung. Oldenbourg, München, 2. Auflage, 1993
- BISCHOFBERGER W, HEGEMANN W: Lexikon der Abwassertechnik. Vulkan-Verlag, Essen, 2. Auflage, 1979
- BRAUNSCHWEIG N.N. 2003: Klärschlamm.
www.braunschweig.de/umwelt_naturschutz/umwelt_abc/klaerschlamm.html (13.05.2004)
- BRETSCHNEIDER H, LECHER K, SCHMIDT M (HRSG.): Taschenbuch der Wasserwirtschaft. Verlag Paul Parey, Hamburg, 1993
- BRUNN H, RIMKUS G: Synthetische Moschusduftstoffe – Anwendung, Anreicherung in der Umwelt und Toxikologie. Ern Umschau 43, 44 (1996)
- BUNDESRECHT. <http://bundesrecht.juris.de/bundesrecht/abwag/index.html> (14.05.2004)
- BUSELMAIER W (HRSG.): Abiturwissen – Biologie. Weltbild Verlag, Augsburg, überarb. Neuauflage, 1999
- FIP FORSCHUNGSEINRICHTUNG FÜR WASSER- UND RESTSTOFFTECHNOLOGIE, Institut Pöppinghaus GmbH, Pöppinghaus K und Institut Fresenius GmbH, Taunusstein-Neuhof, Fresenius W, Schneider W: Abwassertechnologie. Springer-Verlag, Berlin, 2. Auflage, 1994
- HÖLL K: Wasser – Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung, Chemie, Bakteriologie, Virologie, Biologie. Walter de Gruyter Verlag, Berlin, 7. Auflage, 1986
- HÖLL K, GROHMANN A (HRSG.): Wasser: Nutzung im Kreislauf, Hygiene, Analyse und Bewertung. Walter de Gruyter Verlag, Berlin, 8. Auflage, 2002
- KLEE O: Wasser untersuchen: einfache Analysenmethoden und Beurteilungskriterien. Quelle & Meyer Verlag, Wiesbaden, 3. Auflage, 1998
- KNOCH W: Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Abfallentsorgung. VCH, Weinheim, 1994 - Krieger, Ordnungsabteilung der Gemeinde Wettenberg: Persönliche Mitteilung vom 24.06.2004
- LFU LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG. <http://www.lfu.baden-wuerttemberg.de/lfu/abt4/fliessgewaesser/themen/index.htm> (15.06.2004)
- NABU NATURSCHUTZBUND DEUTSCHLAND 2002. <http://www.nabu.de/nh/102/kanal1102.htm> (15.06.2004)
- NEITZEL V, ISKE U: Abwasser – Technik und Kontrolle. Wiley-VCH, Weinheim, 1998
- UMWELTBUNDESAMT N.N.1999: <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-daten/daten/schwermetalle.html> (14.05.2004)
- UMWELTBUNDESAMT N.N. 2002: <http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/jb98/104.htm> (14.05.2004)
- WDR WESTDEUTSCHER RUNDFUNK 1996. <http://www.quarks.de/fett/0604.htm> (20.07.2004)
- UMWELTLEXIKON. <http://www.umweltlexikon-online.de> (14.05.2004)
- WIKIPEDIA N.N. 2004: Kanalisation. <http://de.wikipedia.org/w/wiki.phtml?title=Kanalisation&printable=yes> (13.05.2004)
- WIKIPEDIA N.N. 2004: Kläranlage. <http://de.wikipedia.org/w/wiki.phtml?title=Kl%C3%A4ranlage&printable...> (08.05.2004)
- W WIE WISSEN 2003. http://daserste.de/Wwiewissen/thema_dyn~id.g7c3vfajz3npÜqrf~cm.asp (20.07.2004)
- THERAPEUTISCHES HAUS.
<http://www.therapeutisches-haus.de/th/liste/viewnewsdetails.php3?idNews=64> (14.05.2004)