

17 Denkbare Maßnahmen

Zur Verbesserung der Fischfauna in der Unteren Wupper müssen Maßnahmen der Temperaturabsenkung und Maßnahmen der strukturellen Verbesserung betrachtet werden. Hierbei wurden zunächst sämtliche Möglichkeiten für kleine oder große Maßnahmen ohne Ansehen ihrer tatsächlichen Realisierbarkeit aufgelistet. Diese sind:

Maßnahmen am Markt

- Preispolitik
- Vertriebspolitik
- Großklimaanlagen
- private Heizwärmenutzer
- industrielle Wärmenutzer

Bauliche Maßnahmen

- Trockenkühlturm
- Nasskühlturm
- Hybridkühlturm
- Luftkondensatoren
- Kühlung des Kläranlagenablaufes
- Grundwassernutzung zu Kühlzwecken
- Initiierung der Substratsortierung durch Bühnen
- Schaffung von Durchgängigkeit
- Schaffung von Rückzugsräumen und Fluchwegen
- Entwicklung der Aue
- Aufstellung und Bearbeitung eines KNEF
- Errichtung einer "Temperatursperre" in der Wupper

Steuerungstechnische Maßnahmen (Steuerung von Volumen- und Energieströmen)

- Talsperrenmanagement / 3°C (Kap. 12)
- Talsperrenmanagement / Temperaturanglinie Fische (Kap. 13)
- Trinkwassernutzung zu Kühlzwecken
- Ableitung in die Trennkanalisation
- Ableitung ins Klärwerk
- Produktionsdrosselung HKW

Maßnahmen der Interaktion

- Kooperation mit dem Wupperverband (Talsperrenmanagement)
- Kooperation mit den betroffenen Fischereigenossenschaften (Besatz, fischereiliche Nutzung)
- Kooperation mit der Stadt Wuppertal (Verbot der Fütterung, strukturelle Maßnahmen)
- Kooperation mit den Stadtwerken Remscheid zur zusätzlichen Wasserbereitstellung

Mit Ausnahme der Maßnahme "Temperatursperre in der Wupper", die sofort als undurchführbar verworfen wurde, werden die verschiedenen möglichen Maßnahmenarten nachstehend erläutert und grob hinsichtlich ihrer Durchführbarkeit bewertet. (Die "Temperatursperre" müsste das warme vom kühlen Wupperwasser trennen, ohne ein Hindernis für Fische darzustellen. Dies ist nicht möglich. Außerdem mischt sich bereits das gesamte Wasser im Bereich der Wasserkraftanlage Buchenhofen, so dass eine strukturelle "Abtrennung der Wärmefahne" gar nicht möglich ist.). Die baulichen Maßnahmen sind in Maßnahmen zur Temperaturabsenkung und flankierende Maßnahmen zur Strukturverbesserung unterschieden.

Ziel dieser groben Erstbewertung ist es, unter allen prinzipiell denkbaren Lösungsansätzen diejenigen zu identifizieren, die angesichts der Problemstellung am ehesten als Maßnahmen zur Verfügung stehen. Die grobe Erstbewertung erfolgt hinsichtlich Realisierbarkeit und unter

Berücksichtigung ökologischerer und ökonomischer Aspekte. Alle Maßnahmen, die dieser Erstbewertung Stand halten, werden in Kapitel 18 näher beschrieben und detaillierter hinsichtlich ihrer ökonomischen, ökologischen und sozialen Effekte betrachtet und bewertet.

17.1 Maßnahmen am Markt

17.1.1 Preis- und Vertriebspolitik

Adressat der Maßnahme	Vertriebsabteilung und Energieproduktionsabteilung WSW AG
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [KNAPPE, 2005]

Neben der Frage der unterschiedlichen Ansätze einer Vernichtung von Überschusswärme (Kühlkonzepte), der Rücknahme der Kraftwerksleistung oder der Minderung des Temperaturniveaus in der Wupper über die gezielte Zudosierung von kälterem Wasser, steht die Frage, inwieweit die Vermarktung der an den Standorten produzierten thermischen Energie verbessert werden kann, an hochrangiger Stelle. Beide Kraftwerksstandorte sind Heizkraftwerke, die neben elektrischer Energie Dampf in ein Fernwärmenetz einspeisen. Die vermarktete Energie muss nicht als Abwärme entsorgt werden. Die hohen Wärmeabgaben der Kraftwerksstandorte sind unmittelbar auf eine nicht optimale Vermarktung von Fernwärme zurückzuführen. Während in der jüngeren Vergangenheit industrielle Abnehmer durch Verlagerung oder Aufgabe der Produktionsstandorte weggefallen sind, ist dies nicht ausreichend durch eine Anpassung der Vermarktungsstrategie an die bestehenden verbleibenden Abnehmerstrukturen kompensiert worden.

Eine Intensivierung der Bemühungen zur Steigerung des Absatzes sind wichtige Grundvoraussetzung für alle nachfolgend diskutierten Maßnahmen einer Ausdehnung der Wärmeabnahme durch industrielle Kunden oder für die Raumbeheizung nicht nur von Haushalten.

Wie eine Bestandsanalyse bereits zu Beginn der 90er Jahre zeigte [IFEU, 1994] war trotz vorhandenem Fernwärmenetz im Vergleich zu anderen Städten nur ein verschwindend geringer Anteil der Haushalte an das Netz angeschlossen. In Wuppertal betrug der Anteil etwa 1%, während in anderen Städten wie Heidelberg oder Pforzheim die Anteile bei 16% bzw. 14% lagen. Die Wohngebäude sowohl im Einfamilien- als auch im Mehrfamilienhausbereich wurden vor allem über Erdgas (51%) versorgt, was einen vergleichsweise hohen Anteil dieses Energieträgers darstellt. Nach einer Statistik des Bundesverbandes der deutschen Gas- und Wasserwirtschaft BGW wurden im Jahre 2003 46,6% der deutschen Haushalte mit Erdgas versorgt, mit Fernwärme 12,4% [BGW 2003].

Table 17.1.1-1 Anteil der ans Fernwärmenetz angeschlossenen Haushalte im Vergleich

Stadt	Anteil der ans Fernwärmenetz angeschlossenen Haushalte
Wuppertal	1%
Heidelberg	16%
Pforzheim	14%
Augsburg	8%

Diese sehr niedrigen Verbrauchsanteile der Haushalte an Fernwärme zeigen sich selbst für die Quartiere im Stadtbereich, die in der ferndampfversorgten Talachse liegen. Auch hier existierte kein einziges Quartier, das einen nennenswerten Verbrauchsanteil Fernwärme

aufwies. Die Energieversorgung erfolgte auch hier überwiegend durch Erdgas. Andererseits überwiegen die Mehrfamilienhäuser in diesen Quartieren sehr deutlich gegenüber den Ein- und Zweifamilienhäusern im Endenergieverbrauch, die Potenziale für eine ausgedehntere Fernwärmeversorgung wären daher prinzipiell vorhanden.

Im unmittelbaren Zugriff der Stadt liegen nur die stadteigenen (öffentlichen) Gebäude. Auch hier zeigte sich bereits in den 90er Jahren [IFEU, 1994], dass der Anteil der leitungsgebundenen Energieträger Fernwärme und Erdgas zwar in der Vergangenheit zu Lasten vor allem von Heizöl zugenommen hatte, Erdgas gegenüber Fernwärme jedoch einen höheren Anteil einnahm. Diese Situation dürfte sich heute nicht wesentlich geändert haben. Betrachtet man sich die Energieversorgung dieser Gebäude auf Quartiersebene, zeigt sich, dass entlang der Talachse ein Großteil dieser Gebäude an die Fernwärme angeschlossen ist. In den daran unmittelbar anschließenden Quartieren ist dieser Anteil jedoch sehr gering, hier überwiegt die Erdgasversorgung, aber auch Heizöl hat teilweise einen größeren Stellenwert. Dabei hatten in den 90er Jahren die Nutzungsgruppen Schulen und Wissenschaft/Forschung/Kultur einen relevanten Anteil von Heizöl am Energieverbrauch.

Die Fernwärmeversorgung zielte traditionell auf industrielle Abnehmer. Hier ist nicht nur in Wuppertal ein struktureller Wandel erfolgt, der die Absatzmöglichkeiten stark begrenzt. Wie eine grobe Übersicht der Stadtwerke zeigt, gibt es aber auch heute noch im Stadtgebiet Wuppertals industrielle Standorte mit (Prozess)Wärmebedarf, die die benötigte Wärme bis dato auf ihren Standorten selbst erzeugen, obwohl sie teilweise im Bereich der Fernwärmetrasse liegen oder an diese sogar angeschlossen sind.

Bewertung durch IFEU [KNAPPE, 2005]

Es wird deutlich, dass der besseren Vermarktung der an den beiden Kraftwerksstandorten erzeugten Wärme besonderes Augenmerk zu widmen ist, da dies unmittelbar ohne weitere Beeinflussung der Kraftwerksleistung die Abwärmemenge mindert, die entweder aufwändig vernichtet werden oder an die Wupper abgegeben werden muss. Da mit der „Abwärme“ der Einsatz fossiler Energieträger (vor allem Heizöl) substituiert werden könnte, ist diese Maßnahme nicht nur aus ökologischer Sicht vorteilhaft.

Wie groß die Potenziale zur Ausweitung des Fernwärmeabsatzes gegenüber städtischen und gewerblichen Liegenschaften, Haushalten und industriellen Produktionsstandorten sind, kann an dieser Stelle nicht genauer beziffert werden. Dazu wird eine umfassende Bestandsaufnahme des Endenergieverbrauchs und der eingesetzten Energieträger sowie der strukturellen Randbedingungen für das Stadtgebiet Wuppertal notwendig. Hierauf kann eine Marketingstrategie aufbauen, die den verstärkten Absatz von Fernwärme zum Ziel hat, was angesichts der Bedeutung für die beiden Kraftwerksstandorte bzw. den Lebensraum Wupper ggf. durchaus auch in Konkurrenz zur Ausweitung der Erdgasversorgung erfolgen sollte. Die Preispolitik sollte dabei die vermiedenen Kosten berücksichtigen, die durch eine Wärmevernichtung (Kühlung) oder durch ein Rückfahren der Kraftwerksleistungen entstehen würden bzw. die Abnahmepreise jahreszeitlich den Erfordernissen anpassen. Eine Ausdehnung des Fernwärmenetzes in direkter Konkurrenz zu bestehenden Erdgasversorgungen ist jedoch nicht sinnvoll.

Diese Maßnahme ist Grundvoraussetzung aller anderen nachfolgenden Maßnahmen am Markt (17.1.2 bis 17.1.4), die eher die technischen Möglichkeiten aufgreifen. Die Maßnahme „Preis- und Vertriebspolitik“ lässt sich in seinen Aufwänden und Erfolgen nicht separat quantifizieren und wird daher nicht weiter gesondert diskutiert und bewertet.

Bewertung durch Vertrieb WSW AG [SCHWARZ, 2005]

Unternehmenspolitischer Ansatz

Aus den Gründen des Klima- und Umweltschutzes hat die Nutzung der Fernwärme und deren ökonomisch sinnvoller Ausbau für WSW einen hohen Stellenwert. Die Verpflichtung der Stadt Wuppertal zum Klimaschutz mit dem Ziel, bis 2010 38% der CO₂-Emissionen im

Vergleich zu 1990 einzusparen, ist u. a. nur durch den verstärkten Einsatz von Fernwärme möglich. Mit der langfristigen Kundenbindung hat Fernwärme ein Alleinstellungsmerkmal, während Erdgas im Rahmen der Marktliberalisierung auch durch andere EVU geliefert werden kann.

Ein zusätzlicher Aspekt ist in der Optimierung der Kraftwerkleistung im Sommer zu betrachten, denn durch die verstärkte Dampfauskopplung wird die Kühllast reduziert.

Grundsätzliches zur Fernwärmeversorgung

Die Fernwärmeversorgung konzentriert sich entlang der Talachse an der Wupper sowie in den Zentren Barmen und Elberfeld. In der Umgebung der bestehenden Trassen wird die Fernwärme bevorzugt angeboten. D. h. Kunden wird generell zuerst ein Fernwärmeangebot unterbreitet, auch wenn sich eine Gasleitung in der Nähe befindet.

An einer Steigerung des Fernwärmeabsatz wird kontinuierlich gearbeitet um die Auslastung der Kraftwerke und damit die umweltschonende KWK-Stromerzeugung zu erhöhen. Energiedienstleistungsangebote wie der WSW-Wärmeservice haben sich als ein erfolgreiches Instrument zur Kundengewinnung erwiesen.

Allerdings gibt es auch strukturelle Veränderungen in der Stadtentwicklung wie z. B. den Leerstand von Gewerbe- und Wohnflächen sowie Produktionsumstellungen und -verlagerungen, die mit Absatzrückgängen verbunden sind.

Um dem entgegenzuwirken werden Potentialanalysen zur Umstellung von Öl auf Fernwärme durchgeführt und Kunden gezielt beworben.

Ist-Zustand und Rahmenbedingungen

Bestimmende Parameter sind:

a.) Anbieterseitig

- Fernwärme-Angebot (Menge/Leistung)
- Fernwärme -Beschaffenheit (Zustand, Druck/Temperatur)
- Fernwärme -Verfügbarkeit (Netz)
- Fernwärme -Anlegbarkeit (Preis)
- langfristige Kundenbindung

b.) Nachfragerseitig im Sinne Marktpotenzial

- Branchenschwerpunkte
- "Restanteil" nicht leitungsgebundener Energieversorgung

Marktpotenzial besteht dort, wo Fernwärme verfügbar (und Dampfzustand geeignet) und bisher Konkurrenzenergien zum Einsatz kommen. In Gebieten, die erdgas- und fernwärmeseitig schon erschlossen sind, ist im Rahmen der Kundenbindung, des Klimaschutzes und der tatsächlichen Nutzungsmöglichkeiten (Kälteerzeugung, Großabnehmer mit Sommerlast) zu entscheiden, welche Energieart angeboten wird. Aufgrund einer hohen Penetrationsquote mit Erdgasversorgung ist dies in Wuppertal in vielen Gebieten der Fall. Bei Branchenschwerpunkten ist aus der Markteinschätzung und aufgrund von Erfahrungen besonders die Wohnungswirtschaft zu erwähnen.

Der Fernwärmeanteil ist in Wuppertal mit geprägt durch die weit auseinander liegende Stadtteile und den Boden, welcher hohe Tiefbaukosten bedingt. Von daher konzentriert sich die Fernwärmeversorgung auf die Talachsen und Stadtzentren von Elberfeld und Barmen. Es gibt aber auch eine Fernwärme Süd, gespeist von der Müllverbrennungsanlage am Küllenhahn und Nahwärmeversorgungen mit Blockheizkraftwerken (Schwimmbäder, Krankenhaus, Bereitschaftspolizei)

Im Kostenvergleich zu anderen Versorgern liegt die WSW AG mit ihrer Wärmeverrechnung im Mittelfeld. Wegen hoher Anschlusskosten ist jedoch manches Projekt nicht wirtschaftlich darstellbar, bzw. für die Kunden nicht interessant.

Vermarktungsstrategie

A) Geschäftkundensegment

- in erster Linie die Identifikation und Bearbeitung von Einzelkunden (Heizöl-Substitution bzw. bei neuen Objekten unmittelbare Fernwärme-Akquise)
- in zweiter Linie gemeinsam mit Netzmanagement Identifikation von Potenzialgebieten (Berücksichtigung von Investitionen für Netzerweiterungen)

B) Privatkunden

- im Rahmen einer Potenzialanalyse wurden für die Wohnungswirtschaft bereits Akquisemaßnahmen im Rahmen der Vermarktung Wärmeservice durchgeführt
- Prüfung, ob verstärkt Hausanschlüsse für Mehrfamilienhäuser gewonnen werden können, bei denen kein Bedarf für WS besteht

Vertriebsseitig stellt die Anlegbarkeit der Heizenergiepreise einen wesentlichen Parameter dar. Die Preisstellung muss konkurrieren können mit Preisen der Konkurrenzenergie, i. w. Heizöl EL (extra leicht = normales Heizöl). Hierzu sind i. d. R. Vergleichsberechnungen unter Berücksichtigung von Verwendungsnebenkosten erforderlich ("Vollkosten").

17.1.2 Großklimaanlagen

Adressat der Maßnahme	Bürogebäude von Firmen, Kaufhäuser in Wuppertal, Stadt Wuppertal WSW AG
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	Beide

Erläuterung [KNAPPE, 2005]

Fernwärme wird über das Jahr in unterschiedlichem Maß zu unterschiedlichen Zwecken genutzt mit einem deutlichen Schwerpunkt auf den Winterzeitraum. Eine Möglichkeit der Optimierung der Wärmeabnahme auch im Sommer ist die Nutzung des Dampfes zum Betrieb von Klimaanlagen.

Statt der üblichen, meist strombetriebenen Kompressionskältemaschinen (KKM) werden dampfbetriebene Absorptionskältemaschinen (AKM) eingesetzt. Optimal ist der Zeitpunkt des Systemwechsels, wenn geplant ist, abgeschriebene bestehende zentrale Kompressionskälteanlagen zu ersetzen oder wenn neue zentrale Kälteanlagen in ein größeres Objekt eingebaut werden sollen. Voraussetzung ist immer die zentrale Kälteversorgung (keine raumweisen Kleinkälteanlagen). Eine AKM benötigt bei gleicher Kälteleistung das etwa fünf-fache an Wärmeenergie (hier Dampf) gegenüber einem KKN (Strom). Da dadurch bei einer AKM auch mehr Abwärme abgeführt werden muss, sind größere bzw. mehr Kühltürme als bei einer KKM nötig.

Obwohl die Anlagenkosten von AKM-Anlagen häufig die der KKM-Anlagen übersteigen, können diese wirtschaftlich betrieben werden (siehe [IFEU 1993]). Eine der ältesten AKM-Anlagen war übrigens im Kaufhaus Hertie in Wuppertal seit 1961 in Betrieb.

In Frage kommen hierfür größere Gebäude und Nutzungen wie Kaufhäuser oder Bürogebäude. Das bestehende Fernwärmenetz Wuppertals umfasst insbesondere die Innenstadtlagen von Barmen und Elberfeld und erstreckt sich über Seitenäste zu Klinikstandorten, Schulen und zu Universitätsgebäuden. Die strukturellen Voraussetzungen zum Ausbau einer derartigen Wärmenutzung sind demnach prinzipiell gegeben.

Bewertung [KNAPPE, 2005]

Eine Ausweitung der Fernwärmevermarktung mindert rechnerisch unmittelbar die Wärmeabgabe an die Wupper bei unveränderter Kraftwerksleistung. Diese vermiedene Abwärmeabgabe ersetzt andere Energieträger, die in den genannten Einrichtungen zum Betrieb von Klimaanlage eingesetzt werden. Aus ökologischer Sicht handelt es sich daher um eine vorteilhafte Maßnahme, auch wenn das Potenzial bezogen auf die Gesamtabwärmemenge vergleichsweise gering ist und sich die Realisierbarkeit der Maßnahme nur schwierig benennen lässt.

Eine Ausdehnung der Fernwärmeabgabe im Zeitraum Sommer zum Betrieb von Klimaanlage wird als Maßnahme vertiefend untersucht und bewertet.

17.1.3 Private Heizwärmenutzung

Adressat der Maßnahme	Bürger, Gewerbe, Stadt Wuppertal WSW AG
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	Beide

Erläuterung [KNAPPE, 2005]

Im Stadtgebiet Wuppertals erstreckt sich zwischen dem Kraftwerk Elberfeld im Westen und dem Firmenstandort Fa. Membrana im Osten ein streckenweise dichtes Fernwärmenetz, das nicht nur den unmittelbaren Bereich parallel zur Wupper einnimmt, sondern sich teilweise in Form von Seitenästen und kleinen Nebennetzen auch auf die Talflanken erstreckt. Nach den vorliegenden Unterlagen der Stadtwerke verfügen innerhalb dieser Netze nicht alle Gebäude über einen Anschluss an das Fernwärmenetz. Zudem lassen sich einige der Seitenäste auch als Ausgangspunkt einer räumlichen Ausdehnung des Fernwärmenetzes vorstellen.

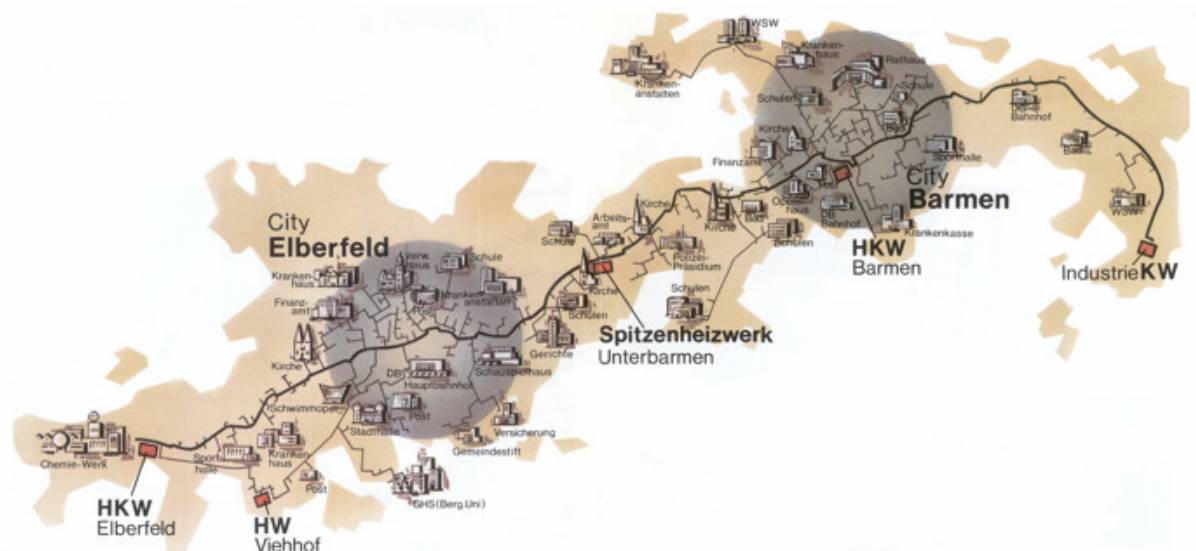


Bild 17.1.3-1: Fernwärmenetz der WSW AG [LEONHARD, 2005]

Eine Ausdehnung der Fernwärmeversorgung für private Abnehmer zielt vor allem auf Großwohnanlagen bzw. Wohnblöcke, aber auch größere Verwaltungsgebäude, da hier die Anschlussleistungen in einem guten Verhältnis zu den Anschlusskosten stehen. Eine Ausdehnung oder Verdichtung des Netzes ist deshalb nur in Teilräumen Wuppertals denkbar, die über ein entsprechendes Potenzial verfügen. Die Gewinnung von Neukunden ist dabei vor allem dann realistisch, wenn die bestehende Wärmeversorgung der Gebäude erneuert werden muss bzw. die Gebäude selbst neu errichtet werden. Eine Ausdehnung der Fernwärmeabgabe über die Erweiterung des Kundenkreises der privaten Heizwärme-

anschlüsse ist daher realistisch nur begrenzt und über längere Zeiträume möglich. Es setzt zudem vor allem gezielte nachhaltige Informations- und Marketingkampagnen voraus, die mit entsprechender Intensität über längere Zeiträume angelegt werden müssen.

Die über das Fernwärmenetz vermarktete Wärme mindert unmittelbar die notwendige Abgabe von Abwärme an die Wupper. Durch private Anschlüsse lässt sich vor allem für den Winterzeitraum die Abnahmemenge erhöhen, da die abgenommene Wärme vor allem zum Zweck der Raumbeheizung eingesetzt wird. Darüber hinaus erfolgt über Fernwärme auch die Warmwasserbereitstellung, was auch für den Zeitraum Sommer für eine wenn auch deutlich geminderte Fernwärmeabnahme sorgt.

Die in Frage kommenden Objekte sind in der Regel mit Warmwasserheizungsanlagen ausgestattet. Daher ist eine direkte Nutzung des Dampfes (wie in manchen Industriebetrieben) nicht möglich. Statt der bestehenden Heizzentralen werden daher konventionelle Dampfumformer mit Regelstrecke eingebaut.

Da bei der privaten Heizwärmenutzung eine Versorgung mit Heißwasser vom Energieniveau ausreichen würde, ist mittelfristig eine Teilnetzumstellung von Heißdampf auf Heißwasser zu erwägen. In diesem Fall können Hybridwärmetauscher in die Übergabestationen eingebaut werden (siehe [SWM 2003]).

Bewertung [KNAPPE, 2005]

Ein Ausbau der Fernwärmevermarktung setzt unmittelbar an der Problemstellung an, da die zusätzlich vermarktete Wärme unmittelbar die Abwärmeabgabe an die Wupper substituiert. Wie auch eine ältere Studie des ifeu-Institutes zeigt, sind auch innerhalb der Quartiere, die über Fernwärmetrassen versorgt werden, noch Potenziale zur Ausweitung der Fernwärmeversorgung zu erkennen.

Die Maßnahme der Ausweitung des Fernwärmeabsatzes wird in die weitere vertiefende Analyse und Bewertung aufgenommen.

17.1.4 Industrielle Wärmenutzung für die Produktion

Adressat der Maßnahme	Firmen in Wuppertal, WSW AG
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [KNAPPE, 2005]

Die Fernwärmeversorgung in Wuppertal hat ihren Ursprung im Jahre 1921 und zählt damit zu den ältesten in Deutschland. Daraus sind mehrere bis heute bestehende technische Besonderheiten der Fernwärmeversorgung in Wuppertal zu erklären. Als Wärmeträger wird nicht Heizwasser sondern Dampf eingesetzt, da die Wärmeabnahme ursprünglich vor allem der Versorgung industrieller Großabnehmer diente mit einem Bedarf vor allem an Prozesswärme.

In den Vergangenheit befanden sich vor allem entlang der Hauptleitung in der Tallage zahlreiche Industriestandorte, die in großen Mengen Dampf in dem angebotenen Temperaturniveau benötigten. Die Brauereien oder die Textilindustrie als Hauptabnehmer sind jedoch nicht mehr oder stark rückläufig vorhanden. Auch das unmittelbar an das HKW Elberfeld angrenzende Chemieunternehmen übernimmt nur noch Bruchteile der ursprünglichen Dampfmenen, bedingt durch eine Verlagerung der Produktion und Ausbau des Standortes Wuppertal zu einem Forschungs- und Entwicklungszentrums.

Wie eine Aufstellung der Stadtwerke zeigt, sind noch einige wenige industrielle Standorte im Stadtgebiet Wuppertal verblieben, die einen Bedarf an Wärme oder Prozessdampf aufweisen und diesen bislang durch eigene Anlagen decken. Der benötigte Prozessdampf kann dabei in einigen Fällen von den Dampfparametern abweichen, wie über das Netz bereit gestellt. Dies bedeutet, dass im Einzelfall weitere Anlagen bzw. Übergabestationen an den Standorten notwendig werden, die ggf. auch das Temperatur- und Druckniveau erhöhen.

Bewertung [KNAPPE, 2005]

Ein Ausbau der Fernwärmevermarktung setzt unmittelbar an der Problemstellung an, da die zusätzlich vermarktete Wärme unmittelbar die Abwärmeabgabe an die Wupper substituiert. Trotz strukturellem Wandel sind noch einige wenige Produktionsstandorte im Stadtgebiet Wuppertal verblieben, die ihren Wärme und Prozessdampfbedarf über das Fernwärmenetz decken könnten.

Die Maßnahme der Ausweitung des Fernwärmeabsatzes wird in die weitere vertiefende Analyse und Bewertung aufgenommen.

17.2 Bauliche Maßnahmen zur Temperaturbegrenzung

17.2.1 Nasskühlturm

Adressat der Maßnahme	WSW AG
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [KNAPPE, 2005]

Die meisten Kühltürme sind als Nasskühlturm und zwar im Naturzug ausgeführt. Es handelt sich um eine in der Mitte verjüngende Betonschale, die auf einer gitterähnlichen Tragekonstruktion ruht. Durch die über das Kühlwasser bestehende Wärmezufuhr entsteht ein Auftrieb, der unterstützt durch die Form und Höhe der Kühltürme in einen von unten nach oben gerichteten natürlichen Luftzug übergeht. Durch die gitterähnliche Tragekonstruktion ist gewährleistet, dass von allen Seiten ausreichend Luft nachströmen kann.

Das erwärmte Kühlwasser wird in einer gewissen Höhe über Grund über Verteilrohre in den Kühlturm geführt und nach unten gegen den aufsteigenden Luftstrom verrieselt. Das abgekühlte Wasser sammelt sich am Fuße des Kühlturms in einem Becken und wird von dort entweder in den Vorfluter geleitet oder in den Kondensatorkreislauf rückgeführt (Rückkühlbetrieb). Über den Luftstrom wird ein Teil des Wassers mitgeführt und als Gemisch von Luft und Wasserdampf an die Umgebung abgegeben.

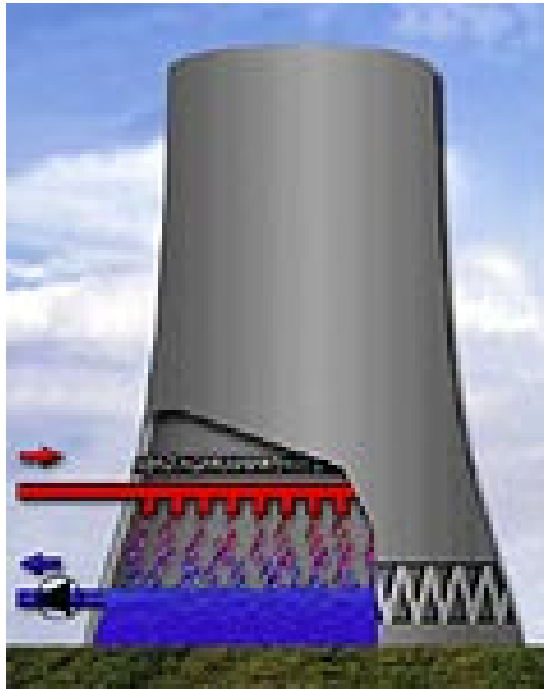


Bild 17.2.1-1: schematische Darstellung eines Nasskühlturms [www.Energiewelten.de]

Bewertung [KNAPPE, 2005]

Diese Kühlalternative erweist sich nicht zuletzt aufgrund der spezifischen Randbedingungen in Wuppertal (dichte Wohnbebauung im direkten Umfeld, tiefe Tallage, vergleiche Bild 17.2.1-2) als problematisch. Das Kühlkonzept ist mit Dampfschwaden verbunden. Dazu kommt ein durch den Naturzug bedingter großer Baukörper sowie ein relevanter Luftstrom, der in Bodennähe im Standortumfeld des Kühlturms erzeugt wird. Die Größe des Baukörpers könnte dadurch positiv beeinflusst werden, dass man vom Naturzug abweicht und ein Ventilator-konzept (Zwangsbelüftung) wählt, was aber zu Lasten des Netto-Wirkungsgrades des Kraftwerkstandortes zu Buche schlägt. Die Größe des Baukörpers und die klimatischen Einflüsse sind angesichts des unmittelbaren städtischen Umfelds sowie der engen Tallage als äußerst problematisch anzusehen. Dazu kommen im Verhältnis zu anderen Kühlsystemen höhere Kosten.



Bild 17.2.1-2: HKW Elberfeld in räumlicher Lage zwischen Bahntrasse, Wupper und städtischen Verkehrswegen bzw. Wohnbebauung [STAAB, 2005]



Bild 17.2.1-3: HKW Barmen in räumlicher Lage zwischen Bahntrasse, Wupper und städtischen Verkehrswegen bzw. Wohnbebauung [STAAB, 2005]

17.2.2 Trockenkühlturm

Adressat der Maßnahme	WSW AG
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [KNAPPE, 2005]

Im Unterschied zu den Nasskühltürmen wird in Trockenkühltürmen das Wasser nicht verrieselt, sondern zirkuliert durch Röhren, an denen die aufsteigende Luft vorbei streicht und so für Abkühlung sorgt. Es handelt sich um Wärmetauscherelemente wie man sie im Prinzip auch aus dem Autokühler kennt. Um eine entsprechende Kühlleistung zu erreichen, müssen große Oberflächen errichtet werden, was einen entsprechend großen Baukörper bedingt. Durch den Verzicht auf die Verrieselung bzw. bedingt durch die indirekte Kühlung unterbleiben die für Nasskühltürme typischen Schwadenbildungen. Auch beim Trockenkühlturm ruht der sich in der Mitte verjüngende Baukörper auf einer Gitterkonstruktion, die die ungehinderte Zufuhr von Luft sicher stellt.

Bewertung [KNAPPE, 2005]

Trockenkühltürme müssen bei gleicher Kühlleistung wesentlich größer gebaut werden als Nasskühltürme. Im Vergleich zu dem Nasskühlturmkonzept ist der Trockenkühlturm mit einem sehr viel größeren Baukörper verbunden, wobei die Schwadenbildung unterbleibt. Die Größe des Baukörpers und die klimatischen Einflüsse (Erzeugung eines deutlichen Luftstroms, Schwadenbildung) sind angesichts des unmittelbaren städtischen Umfelds sowie der engen Tallage als problematisch anzusehen (vergleiche Bild 17.2.1-3). Dazu kommen im Verhältnis zu anderen Kühlsystemen höhere Kosten.

17.2.3 Hybridkühlturm

Adressat der Maßnahme	WSW AG
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [KNAPPE, 2005]

Ein Hybridkühlturm stellt eine Kombination aus beiden oben angeführten Kühlkonzepten dar. Beim Betrieb eines Hybrid-Kühlturms wird die Abwärme über Nass- und Trockenkühlflächen an die Umgebung abgegeben. Ein Teilstrom des erwärmten Kühlwassers durchströmt den Trockenteil und gibt einen Teil der Wärme an die durch die Wärmetauscherelemente geleitete Luft ab. Das gesamte Kühlwasser gelangt anschließend in den Nassteil des Kühlturms und wird dort fein versprüht. Durch diese Kombination verringert sich die verdunstete Wassermenge gegenüber dem reinen Nasskühlturm deutlich. Durch die Mischung der wassergesättigten Luft aus dem Nassbereich mit der Luft aus dem Trockenbereich verringert sich die relative Feuchte des aus dem Kühlturm austretenden Gesamtluftstroms, so dass die Schwadenbildung deutlich gemindert werden kann.

Seitens STEAG [2002] wurde eine konzeptionelle Untersuchung zur Nachrüstung des Standortes HKW Elberfeld mit einem Hybrid-Kühlturm durchgeführt. Sie basiert auf vergleichenden Untersuchungen möglicher Kühlverfahren aus Mitte der 90er Jahre (ebenfalls von STEAG) und der Empfehlung des Einsatzes eines Hybridzellenkühlturms.

Bewertung [KNAPPE, 2005]

Die Kombination als Hybridzellenkühlturm ist in verschiedenen Untersuchungen, die speziell zum Standort Wuppertal durchgeführt wurden, als vergleichsweise beste Alternative ermittelt worden. Sie lässt sich am besten in das bestehende Kühlsystem am Standort HKW Elberfeld einbinden, erweist sich als vergleichsweise kostengünstig und stellt zudem sicher, dass unter den meisten klimatischen Randbedingungen die Kühlung schwadenfrei erfolgen kann.

Die detaillierte Bewertung der Maßnahme zur Optimierung der Kühlung an den Kraftwerksstandorten am Beispiel des Hybridzellenkühlturms erfolgt in Kapitel 19.

17.2.4 Luftkondensatoren

Adressat der Maßnahme	WSW AG
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [SEBÖK, 2005; KNAPPE, 2005]

Luftkondensatoren sind Bausteine von Kühlkonzepten nicht nur an Kraftwerksstandorten. In einem Luftkondensator wird über Wärmetauscherflächen die Wärme des Dampfes an die Luft abgegeben, während das anfallende Wasser (Kondensat) beispielsweise in den Speisewasserkreislauf rückgeführt werden kann. Die für die Kondensation benötigte Kühlung erfolgt durch große Ventilatoren, mit denen die Umgebungsluft an den Wärmetauscherflächen vorbei geführt wird, wobei sich die Umgebungsluft geringfügig erwärmt. Die Steuerung der Gebläse richtet sich nach den Außentemperaturen, der zu kondensierenden Dampfmenge sowie dem gewählten Unterdruck.

Mit einem luftgekühlten Kondensator (LUKO) kann Abwärme aus dem Dampfturbinenprozess daher ohne Nutzung des Mediums Kühlwasser abgeführt werden.

Solch eine Einrichtung ist im HKW Elberfeld bereits vorhanden. Sie ist in der Schaltung dem Hauptkondensator vorgelagert und entlastet dort bei Bedarf den wassergekühlten Hauptkondensator. Die Leistungsdaten hängen neben der Größe sehr stark von der Umgebungslufttemperatur und dem Dampfdruck ab und sind somit nicht ganzjährig gleich.

Die Auslegung des vorhandenen LUKO liegt bei einer Wärmeabfuhr von ca. 46 MW.

Bewertung [SEBÖK, 2005; KNAPPE, 2005]

Der Luftkondensator stellt eine sinnvolle Ergänzung zur Minderung der Wärmeeinleitung in das Kühlwasser dar. Schon derzeit wird im HKW Elberfeld ein Luftkondensator bei Bedarf genutzt. Der Bedarf ist derzeit und auch zukünftig nicht durchgängig. Die Ventilatoren können gestuft zugeschaltet werden, damit ist der Luftkondensator in seiner Leistung variabel einsetzbar. Der Luftkondensator ist zwar derzeit zeitweise schon voll angesteuert, hat aber über längere Zeiten hinweg auch noch Einsatzreserven und kann in Zukunft intensiver genutzt werden, je nach Anforderung.

Allerdings verschlechtert der Einsatz den Wirkungsgrad der Gesamtanlage, da der Abdampf auf einem vergleichsweise hohen energetischen Niveau kondensiert wird. Darüber hinaus steigt der elektrische Eigenbedarf durch den Stromverbrauch für die Lüfter. LUKOs benötigen zum Betrieb der großen Ventilatoren in erheblichem Umfang elektrische Energie. Die Abführung von 31,5 MW Wärme bedeutet einen Bedarf von elektrischer Energie von 0,3 MW als Hilfsstrom. Eine Nachrüstung oder Erweiterung ist nur mit sehr hohem Investitionsaufwand möglich, nicht nur baulich, sondern auch in Hinblick auf die Dampfturbinen, die nicht für die entsprechenden Dampfenahmen konstruiert sind.

Der Betrieb der Luftkondensatoren bzw. der Ventilatoren ist zudem mit erheblichen Geräuscentwicklungen verbunden, was angesichts der Lage des Standortes ebenfalls als problematisch angesehen werden muss.

Für die Diskussion von Maßnahmen wird daher angenommen, dass weitere Kühlungen über das bisherige Maß hinaus nicht über Luftkondensatoren durchgeführt werden sollten. Maßnahmen zur Vernichtung von weiterer Überschusswärme werden über das Hybrid-Kühlturmkonzept diskutiert.

17.2.5 Kühlung des Kläranlagenablaufes

Adressat der Maßnahme	Wupperverband
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	Beide

Erläuterung [KNAPPE, 2005]

Im Winter kann die Temperatur des Kläranlagenablaufs der Kläranlage Buchenhofen für das Temperaturniveau der Wupper problematisch sein. Eine Kühlung des Kläranlagenablaufs wäre prinzipiell über eine Wärmeabgabe an die Umgebungsluft denkbar. Wie man anhand der Temperaturgänge ersehen kann, die auf entsprechenden Daten des Wupperverbandes als Kläranlagenbetreiber beruhen, sind die Temperaturen des Kläranlagenablaufs vergleichsweise unabhängig von der Umgebungslufttemperatur, was darauf zurückzuführen ist, dass es sich im Einzugsgebiet um eine Trennkanalisation handelt, d. h. nur geringe Anteile Niederschlagswasser enthalten sind. Die Wassermenge ist vergleichsweise konstant, die Lufttemperaturen unterliegen auch als Tagesmittel größeren Schwankungen.

Eine Kühlung in Form einer Wärmeabgabe aus dem Wasser in die Umgebungsluft ist stark von dem Temperaturgradienten abhängig. Wie man an dem Verlauf für den Zeitraum Januar bis März 2003 ersehen kann, schwankt dieser stark und beträgt im Mittel etwa 10 K.

Eine grobe Abschätzung der Kosten für einen Kühlturm, der zur Aufgabe hat, eine Wassermenge von etwa $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ von etwa 14°C auf 10°C abzukühlen, dürfte ähnliche spezifische Kosten verursachen (ca. 10 Mio.), wie die für den Kraftwerksstandort diskutierte Kühlturlösung im Teilstrom, nach bisherigem Ansatz mit 43 MW. Rechnerisch könnte sich der Kühlturm für den Kläranlagenablauf auf 41,4 MW dimensionieren: $2,5 \text{ m}^3/\text{s} \times 1,15 \text{ kWh/m}^3 \text{ K} \times 3,6 \text{ (=}(3600 \text{ s/h)/1000)} \times (14-10^\circ\text{C})$.

Bewertung [KNAPPE, 2005]

Die Ablaufmenge der Kläranlage Buchenhofen kann etwa 1/3 des gesamten Wupperabflusses unterhalb der Einleitungsstelle betragen. Die sich daraus ergebende Mischtemperatur läge rechnerisch bei etwa $10,5^\circ\text{C}$ bis $11,5^\circ\text{C}$ bei einer Wassertemperatur des Kläranlagenabflufs von 12°C bis 15°C .

Angesichts der Unsicherheiten hinsichtlich des tatsächlichen Temperaturniveaus in der Wupper – keine Messstelle vorhanden – und der Frage, inwieweit und über welche Distanz es aufgrund der Beeinflussung durch die Lufttemperatur wieder zu einem Einspielen der Wassertemperatur auf das Zielniveau kommt sowie den zu erwartenden Kosten, wird diese Maßnahme nicht in Kapitel 19 in die vertiefte Bewertung genommen. Sinnvoller ist hier zunächst ein Monitoring zur exakten Problemaufnahme.

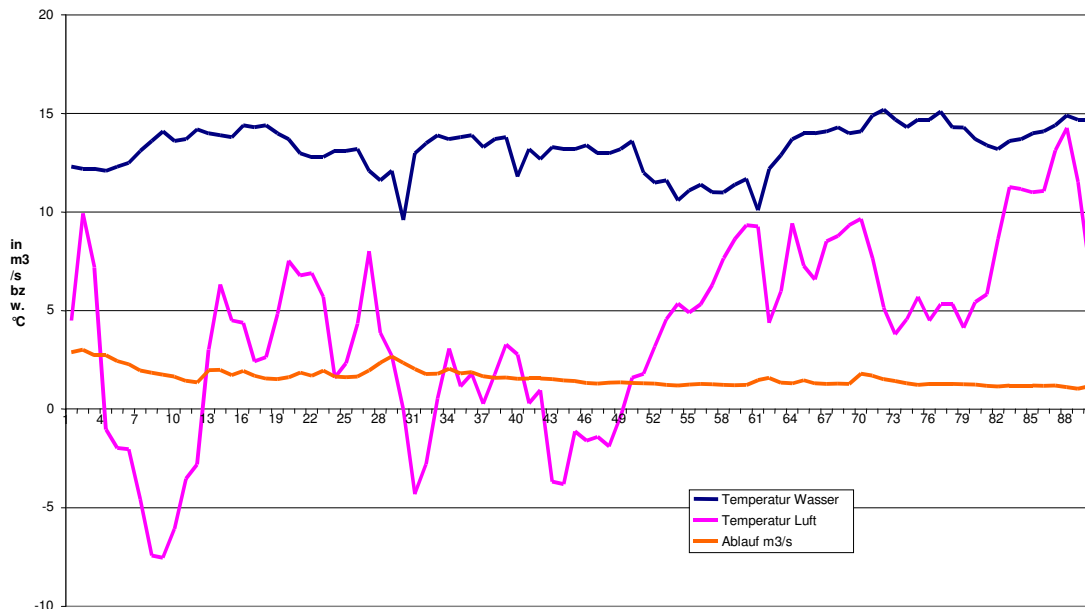


Bild 17.2.5-1: Temperaturgang an der Kläranlage Buchenhofen, Zeitraum 01.01.2003 bis 31.03.2003 [Angaben Wupperverband 2004]

17.2.6 Grundwassernutzung zu Kühlzwecken

Adressat der Maßnahme	WSW AG
Kategorie	F
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [SEBÖK, 2005]

Im **HKW Barmen** kann und wird auch schon derzeit über die vorhandenen Brunnen "Alter Markt" und "Reichsstraße" Grundwasser zu Kühlzwecken im offenen Kreislauf genutzt. Der

Ablauf des Brunnenwassers erfolgt in die Wupper. Die Temperatur des oberflächennahen Grundwassers beträgt im Jahresmittel etwa 12°C.

Die Nutzung des Brunnenwassers als Kühlwasser in Ergänzung zum Wupperwasser, insbesondere für Nebenkühlkreisläufe, ist auch in der verfahrenstechnischen Auslegung der Neuanlage HKW Barmen berücksichtigt, zumal es mit dem ganzjährig niedrigen Temperaturniveau von 12°C zur Verfügung steht.

Die erforderlichen und auch genehmigten Mengen liegen bei jährlich rund 7,5 Mio. m³.

Für das **HKW Elberfeld** stehen keine nennenswerte Grundwassermengen zur Verfügung. Die in der Vergangenheit für Nebenkühlzwecke genutzten Brunnen sind in der Ergiebigkeit so weit zurückgegangen, dass die Nutzung in Zukunft eingestellt wird.

Bewertung [SEBÖK, 2005]

Im Bereich Elberfeld steht kein Grundwasser zur Nutzung zur Verfügung.

Eine Erweiterung der Nutzung, bzw. Erhöhung der Wassermengen im Bereich Barmen wird als nicht praktikabel angesehen und von daher nicht weiter untersucht.

Entsprechend den Anforderungen an ein jahreszeitlich gestaffeltes Temperaturmanagement kann die Einleitung von Brunnenwasser im Winter aufgrund der Temperatur von 12°C zu einer ungünstigeren Situation führen. Es ist daher sinnvoll, das erlaubte Grundwasserkontingent vor allem im Sommer zu nutzen. Hierzu sind jedoch Praxisversuche notwendig.

17.3 Bauliche Maßnahmen zur Strukturverbesserung (flankierende Maßnahmen)

In diesem Abschnitt sollen flankierende Maßnahmen dargestellt werden, die sich über das Temperaturmanagement hinaus positiv auf die Entwicklung einer gewässertypologisch leitbildkonformen Fischartenzusammensetzung auswirken.



Bild 17.3-1: Technisch ausgebauter Wupperabschnitt mit Ufermauern im innerstädtischen Bereich von Wuppertal

Grundlage für die Darstellung weiterer nötiger Maßnahmen in der Wupper sind die Erfahrungen aus der Erstellung zahlreicher Konzepte zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern. Diese orientieren sich an den gewässertypologischen Leitbildern der Wupper (vgl. Kap. 2 und LUA 2002) sowie den Angaben in der Blauen Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen (MUNLV 1999). Hier dargestellte Maßnahmen haben nur den Charakter allgemeingültiger Forderungen, da detaillierte, abschnittsbezogene Betrachtungen erst auf der Basis eines Konzeptes zur naturnahen Entwicklung (KNEF) des Fließgewässers ausgearbeitet werden können.

Der derzeitige strukturelle und chemisch-physikalische Zustand der Wupper wird maßgeblich durch den technischen Ausbauzustand, die Laufverkürzungen, die Nutzungen der Aue und die zahlreichen Querbauwerke und Stauhaltungen bestimmt. Für eine naturnahe Entwicklung des Fließgewässersystems Wupper ist es daher von großer Bedeutung, die existierenden Beeinträchtigungen auf ein Minimum zu begrenzen. Es ist verständlich, dass besonders in den innerstädtischen Bereichen (Bild 17.10-1), in denen durch die bis an die Gewässerkanten reichenden Nutzungen durch den Menschen kaum Handlungsspielraum existiert, andere Maßnahmen nötig sind, als in den außerstädtisch fließenden Wupperabschnitten.

Zur Verbesserung der Wasserqualität müssen im Stadtgebiet von Wuppertal die zahlreichen Einleitungsstellen überprüft werden. Mehrfach wurden bei den Begehungen Schmutzwasser-einleitungen, die in nicht unerheblichem Umfang auch Trübungen des Wupperwassers bewirkten, beobachtet.

17.3.1 Initiierung einer Substratsortierung durch Einbau von Buhnen

Adressat der Maßnahme	Wupperverband, Stadt Wuppertal
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 3: Struktur
angesprochener Wasserkörper	beide, besonders aber Stadtgebiet WK3

Beschreibung [HOFFMANN, 2005]

Im Stadtgebiet von Wuppertal sowie im Umfeld weiterer Siedlungen bestehen auch mittel- bis langfristig nur geringe Möglichkeiten, den Gewässerverlauf zu entfesseln und eine weitgehend eigendynamische Gerinneverlagerung zuzulassen. Hier ist das vorrangige Ziel aus der Sicht der fischökologischen Verhältnisse, die mangelnde strukturelle Vielfalt im Bereich der Ufer und der Sohle zu erhöhen. Dieses ist möglich durch das Einbringen künstlicher Buhnenelemente, die bei einer wechselseitigen Anordnung zu einem pendelnden Stromstrich führen. Hierdurch ließe sich die Strömungsdiversität erhöhen. Kleinräumig ist auch mit einer Fraktionierung der Substratanteile zu rechnen. In Fließrichtung hinter den Buhnen würden strömungs-empfindlichere Fischarten und Jungfische Schutz bei Hochwasserereignissen finden. Im Bereich der Buhnenköpfe käme es durch die erhöhte Strömungsgeschwindigkeit zu einer Rinnenbildung, was die Tiefenvarianz im Querprofil erhöhen würde. Diese Bereiche könnten gerade der Äsche als geeignete Ersatzhabitate dienen und hätten dann den Charakter von Trittsteinen, die eine Überwindung der vergleichsweise monotonen und besiedlungsfeindlichen innerstädtischen Bereiche dienen könnten, was speziell zu Zeiten der Laichwanderungen wichtig ist und auch andere Arten wie Nase und Bachforelle begünstigen würde.

Bewertung [LÜTZENBERGER / WITTKOWSKI, 2005; LIEBESKIND, 2005]

Zunächst muss die Hochwasserverträglichkeit einer solchen Maßnahme bzw. solcher Maßnahmen geprüft werden. An kritischen Querschnitten im Bereich von Brücken muß der Hochwasserschutz vor der Gewässerentwicklung Vorrang haben. Andererseits sind im

Stadtgebiet bereits mehrfach (Jahn, Attin) Bühnen in die Wupper eingebracht worden. Der Entwicklungsplan ist mit dem Bereich Hochwasserschutz abzustimmen.

Für den Wasserkörper WK 3 "Stadtgebiet" liegt noch kein KNEF vor. Insofern sind Maßnahmen zur ökologischen Gewässerentwicklung hier noch nicht förderfähig. Zunächst muss daher ein KNEF aufgestellt werden.

In kleinem Umfang sollte jedoch in eigener Initiative des Wupperverbandes in Zusammenarbeit mit der Stadt Wuppertal geprüft werden, ob der Einbau von alternierenden Bühnen tatsächlich zu einer Substratsortierung, Rinnenbildung und Kehrwasserausprägung führt ("learning by doing").

Als Beispielstrecken für den Einbau von Bühnen wären aus Sicht des Wupperverbandes [LÜTZENBERGER, WITTKOWSKI, 2005] zu nennen:

- Oberbarmen, Rosenau (Bild 17.3.1-3)
- Unterbarmen, Beer-Sheva-Ufer (Bild 17.3.1-1 und 17.3.1-2)
- Adlerbrücke - Unterdörnen - Gesamtschule (Bild 17.3.1-1 und 17.3.1-2)
- (Am Loh)

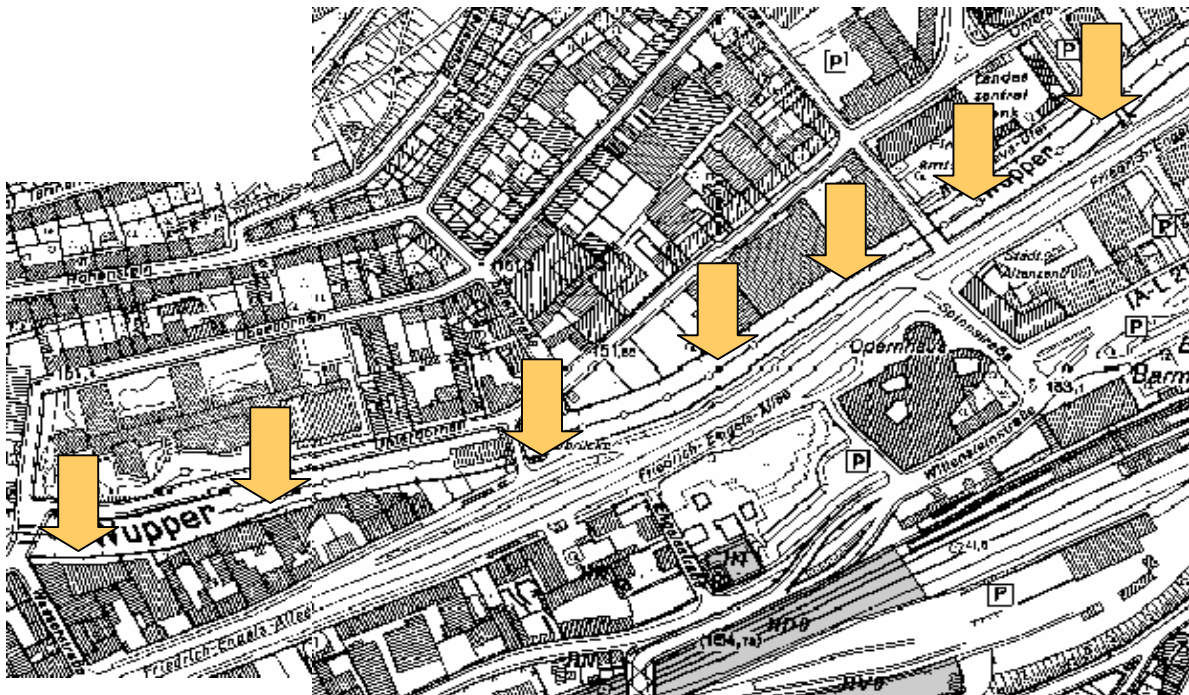


Bild 17.3.1-1: Beer-Sheva-Ufer und Adlerbrücke [Bild: KOHLHAS, 2004]



Bild 17.3.1-2: Unter der Adlerbrücke



Bild 17.3.1-3: Blick Richtung Rosenau

17.3.2 Schaffung von Durchgängigkeit

Adressat der Maßnahme	MUNLV, BR, Wupperverband, Auer Kotten
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 3: Struktur
angesprochener Wasserkörper	alle oben liegenden, besonders aber WK2

Beschreibung [HOFFMANN, 2005]

Die wesentlichste Forderung im Rahmen eines jeden Konzeptes zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern ist die Gewährleistung oder aber die Wiederherstellung der Längsdurchgängigkeit von Fließgewässern. Die zahlreichen Querbauwerke im Wuppereinzugsgebiet sind eine wesentliche Ursache für die defizitären Zustände der Wupper dar. Mittelfristige Planungen müssen zunächst beinhalten, dass die Wupper zwischen der Rheinmündung und Dahlhausen für alle Fischarten aller Alterstadien und in beide Richtungen durchgängig sein muss (vgl. Tabelle 16-1). Grundsätzlich muss bei den Planungen zur Verbesserung der Durchgängigkeit der Wupper berücksichtigt werden, dass ein natürlicher Geschiebehauhalt die Entwicklung eines Fließgewässers maßgeblich beeinflusst. Es kann also nicht ausreichen, an unüberwindbaren Querbauwerken Fischaufstiege zu errichten, sondern es sollten Maßnahmen getroffen werden, die gleichzeitig einen Geschiebetransport ermöglichen.

Tabelle 16-1: Wanderdistanzen einiger einheimischer Fischarten [ADAM et al. 2005]

Gilde / Art	Distanz	
	stromaufwärts	stromabwärts
anadrom: Meer- und Flußneunauge, Stör, Lachs, Meerforelle, Finte, Maifisch etc. katadrom: Aal, Flunder	z.T. mehr als 1.000 km zwischen dem Meer und den Binnengewässern	
Barbe	300 km	300 km
Nase	140 km	100 - 140 km
Döbel	105 km	170 km
Aland	105 km	170 km
Karpfen	mehrere 100 km	
Quappe	> 200 km	

Bewertung [LIEBESKIND, 2005]

Vor allem die mangelnde Durchgängigkeit am Auer Kotten, die mehr oder weniger das gesamte Einzugsgebiet der Wupper (ohne Dhünn-Einzugsgebiet) vom Rhein abschneidet, ist ein zentrales Problem. Derzeit ist eine Klage der Wasserkraftwerksbetreiber gegen die BR Düsseldorf zur Wiedererteilung des Wasserrechtes (möglichst ohne zusätzliche Auflagen) anhängig. Hier ist abzuwarten, ob sich die BR Düsseldorf mit ihren Forderungen durchsetzen kann.

Für die Herstellung der Durchgängigkeit am Stausee Beyenburg wird einer Genehmigung der Planung in 2005 gerechnet. Sollte das Staatliche Umweltamt keine zentralen Bedenken anmelden, wird der Fischaufstieg in 2006 zur Ausführung kommen.

Alle weiteren Querbauwerke zwischen Wuppermündung und dem Stauweiher Dahlhausen (km 72,6 von der Mündung aus) stellen für Wanderfische (Aal, Lachs, Meerforelle, Flussneunaugen) kein Problem mehr dar.

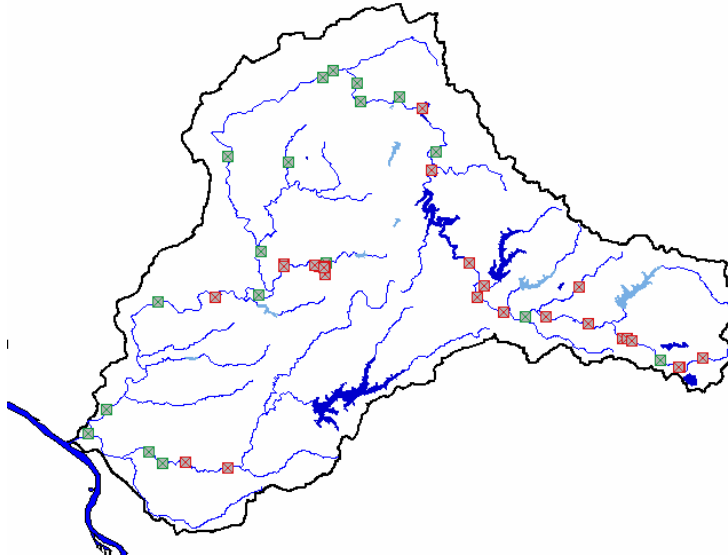


Bild 17.3.2-1: Durchgängigkeit der Wupper
(für Wanderfische durchgängige Wehre in grün;
letztes Hindernis: Auer Kotten (rot);
Fischtreppe Stausee Beyenburg;
Planung ist zur Genehmigung
eingereicht (Stand 02/2005))

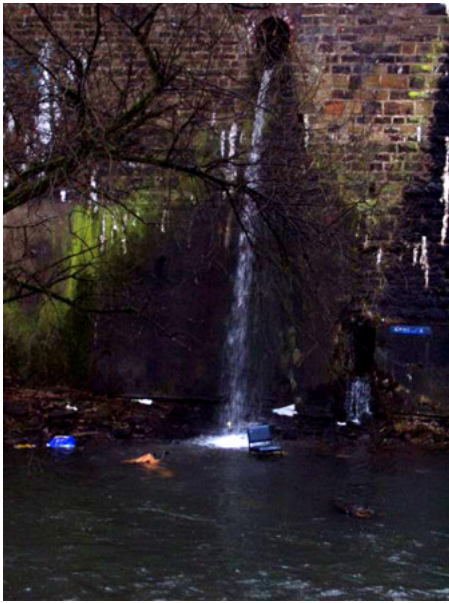
17.3.3 Schaffung von Rückzugsräumen und Fluchtwegen für Fische

Adressat der Maßnahme	Wupperverband, Grundstückseigentümer, Städte und Gemeinden
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 3: Struktur
angesprochener Wasserkörper	beide, besonders aber WK2

Beschreibung [HOFFMANN, 2005]

In niederschlagsarmen und besonders warmen Jahren kann es dazu kommen, dass die Letalgrenzen der Eier und Jungfische einiger Arten überschritten werden. Dieses kann dann dazu führen, dass, mit Blick auf einen größeren Zeitraum, in einzelnen Jahren und unregelmäßigen Abständen die Reproduktion spezifischer Arten ausfällt. Durch die Gewährleistung des Überlebens der adulten Tiere bleibt aber der Fischbestand insgesamt gesichert, da diese sich im Folgejahr erneut fortpflanzen können. In diesem Zusammenhang kommt dem barrierefreien Anschluss der Nebengewässer der Wupper eine besondere Bedeutung als Rückzugsbereiche zu, da in deren kühleren Mündungsbereichen unter Umständen ein Teil der Jungfische oder auch dort abgelegte Teile der Eiproduktion die zu hohen Temperaturen der Wupper überleben können.

Den Nebengewässern kommt auch als Laichhabitat eine besondere Bedeutung zu. Speziell die Bachforelle sucht zur Laichzeit kleinere Nebengewässer im Einzugsgebiet der größeren Flüsse auf und steigt dann bis in die Quellregionen auf. Zumindest die Unterläufe der größeren Nebengewässer spielen als Laichhabitate für Äsche, Barbe und Nase eine Rolle. Hieraus ergibt sich, dass in die Betrachtungen einer naturnahen Entwicklung der Wupper auch die Nebengewässer einbezogen werden müssen. Insbesondere die bereits oben dargestellten Forderungen zur Längsdurchgängigkeit und dem Geschiebetransport der Wupper können direkt auf die Nebengewässer übertragen werden.






Bewertung [LÜTZENBERGER / WITTKOWSKI, 2005; LIEBESKIND, 2005]


Die mangelnde Durchgängigkeit der Seitengewässer ist ein Problem, das nur zum Teil (nur in Wasserkörper WK 2) gelöst werden kann. Im Stadtgebiet münden die meisten Nebenbäche bis zu mehreren Metern über Wupperniveau in der Ufermauer (vgl. Bild 17.3.3-1). Hier ist eine Durchgängigkeit auf lange Sicht nicht herzustellen. Viele kleine Nebenbäche sind zudem vorwiegend regenwassergespeist und fallen natürlicherweise in sommerlichen Trockenperioden, wenn Rückzugsräume benötigt werden, trocken. Sie wären also auch im Falle der Durchgängigkeit nicht von Nutzen für die Minderung des beschriebenen Wassertemperaturproblems.

Bild 17.3.3-1: Mündung des Klusensprung in die Wupper

Einige Nebengewässer, die aus Sicht des Wupperverbandes [LÜTZENBERGER, WITTKOWSKI, 2005] Fischrückzugsgebiete sein könnten sowie ihr Potential werden im folgenden (Tabelle 17.3.3-1) genannt:

Tabelle 17.3.3-1: Seitenbäche der Wupper als Rückzugsräume für Fische

Seitenbach der Wupper	Potential / Restriktionen	Bewertung
Morsbach	noch nicht durchgängig, sehr hohes strukturelles Potential, großer Seitenbach	
Eschbach	noch nicht durchgängig, großer Seitenbach	
Burgholzbach	noch nicht durchgängig, hohes Struktur-Potential, sehr teuer, L 74; Ausgleichsmaßnahmen SVA ?; im oberen Bereich sehr steil	
Steinbach	noch nicht durchgängig, Struktur gut; Rückbau ehemaliger Fischteiche im Hauptschluss (Widerstand Stadt Solingen)	
Marscheider Bach	noch nicht durchgängig, sehr hohes Struktur-Potential, aber oberhalb der Wärmefahne	
Nacker Bach	Durchgängigkeit unten gegeben; Struktur im unteren Bereich relativ gut. oben nicht mehr.	
Weinsberger Bach	nicht durchgängig; Struktur mäßig; KNEF vorhanden	
Weltersbach	Struktur unten schlecht, Verrohrung, im oberen Bereich gut	
Papiermühlenbach	keine Durchgängigkeit; technisch "hart" verbaut; Trapezprofil	

17.3.4 Entwicklung der Aue

Adressat der Maßnahme	Wupperverband, Städte, Gemeinden, Grundstückseigentümer, Landwirte
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 3: Struktur
angesprochener Wasserkörper	WK2

Beschreibung [HOFFMANN, 2005]

In Anbetracht des stetig steigenden Flächenbedarfs der meisten Gemeinden muss für die Wupperrauau außerhalb der innerstädtischen Bereiche im Vordergrund stehen, dass keine weiteren Siedlungsausdehnungen in die Aue der Wupper stattfinden. Nur so lassen sich die für eine dynamische Entwicklung des Fließgewässers notwendigen Flächen auch langfristig sichern.

Insbesondere in denjenigen Bereichen, in denen in der Aue bereits jetzt die land- oder forstwirtschaftliche Nutzung dominiert, muss über aktive Rückbaumaßnahmen der Ufersicherungen nachgedacht werden. Hierdurch lassen sich natürliche Gewässerstrukturen wie Gerinneaufweitungen, leitbildorientierte Entwicklungen eines Mehrbettgerinnes und ähnliche Strukturen induzieren, die die Entwicklung gewässertypspezifischer Fischarten und anderer Organismen fördern. Durch eine freie Gerinneverlagerung im Bereich der natürlichen Gewässerrauau würden stetig neue Substratanteile in das Gewässer transportiert und teilweise in anderen Gewässerabschnitten wieder abgelagert. Hierdurch könnte der Effekt des fehlenden Geschiebeaufkommens infolge der Stauanlagen Wuppertalsperre und Beyenburger Stausee in seinen negativen Auswirkungen gemindert werden. Die Entwicklung der Uferlinien sollte weitgehend der freien Sukzession überlassen werden. Initialbepflanzungen mit Weiden- oder Erlengehölzen, die oft zur natürlichen Beschattung eingesetzt werden, haben mit Blick auf die im Leitbild typischen großen Gewässerbreiten kaum Einfluss auf die Temperaturentwicklung in der Wupper. Durchgehende Bepflanzungen würden damit allein die natürliche Gerinneverlagerung erschweren.

Die Zulassung einer freien Gerinneverlagerung hätte ferner zur Folge, dass sich ein leitbildgemäßes Querprofil mit seinen zahlreichen Teillebensräumen einstellt. Durch die - in den Grenzen der anthropogen beeinflusste Abflussregulierung - natürlichen Strömungsverhältnisse würde es in diesen Gewässerabschnitten zu einer Sortierung der Substratanteile kommen. In Anlandungen sandiger Substrate würden beispielsweise die Querder der Neunaugenarten gute Siedlungsmöglichkeiten vorfinden. Größere kiesige Flächen, z. B. im Bereich von Inselbildungen, wären dagegen ideale Laichhabitats für Arten wie Äsche und Bachforelle und zukünftig sicherlich auch für den Lachs als anadromen Wanderfisch. Bedingt durch die regelmäßigen Umlagerungsprozesse wären die Interstitialräume der Sohle nicht kolmatiert und würden den Eiern kieslaichenden Fischarten bessere Entwicklungsmöglichkeiten bieten. Weitere positive Effekte sind die natürliche Laufverlängerung sowie die Förderung der Überschwemmungsdynamik der Auen, was dem Hochwasserschutz insgesamt zu Gute käme.

Bewertung [LIEBESKIND, 2005]

Der Entwicklungsplan ist mit dem Bereich Hochwasserschutz abzustimmen.

Für die Wasserkörper liegt noch kein KNEF vor. Insofern sind Maßnahmen zur ökologischen Gewässerentwicklung hier noch nicht förderfähig. Zunächst muß daher ein KNEF aufgestellt werden.

Vorstellbar wäre eine punktuelle Ausweitung der Wupper an wenigen noch zu benennenden Stellen.

17.3.5 Aufstellung eines Konzeptes zur naturnahen Entwicklung der Unteren Wupper (KNEF)

Adressat der Maßnahme	Wupperverband, BR, MUNLV
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 3: Struktur
angesprochener Wasserkörper	beide

Beschreibung [LIEBESKIND, 2005]

In einem Konzept zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern (KNEF) werden sämtliche Strukturgüte verbessernden Maßnahmen aufgezeigt und kostenmäßig bewertet. Ein KNEF ist die Voraussetzung für eine Förderung von Strukturgütemaßnahmen durch die Bezirksregierungen Düsseldorf und Köln (zuständige Bezirksregierungen für die Untere Wupper).

Bewertung [LÜTZENBERGER / WITTKOWSKI, 2005]

Der Wupperverband, Bereich T3 plant, bis zum Frühsommer einen Zuwendungsantrag zur Aufstellung eines KNEF für die Untere Wupper einzureichen. Als Grundlage für das KNEF kann unter anderem die Voruntersuchung zur Umsetzung der wasserbaulichen Maßnahmen für den Bewirtschaftungsplan "Untere Wupper" herangezogen werden.

17.4 Steuerungstechnische Maßnahmen (Steuerung von Volumen- und Energieströmen)

17.4.1 Talsperrenmanagement / 3°C

Adressat der Maßnahme	WSW AG, Wupperverband
Kategorie	F
Anwendung	Erfüllung der Vorgaben/Aufgaben der Fischgewässerverordnung
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [LIEBESKIND, 2005]

Im Oberlauf der Wupper finden sich eine Reihe von Talsperren zur Brauchwasserbewirtschaftung und Rohwasserbereitstellung für die Trinkwassernutzung. Ein Teil dieser Talsperren wird vom Wupperverband betrieben (Stausee Beyenburg, Wuppertalsperre), ein Teil von der WSW AG (Kerspe-Talsperre) und noch eine weitere von den Stadtwerken Remscheid (Neye-Talsperre). Derzeit wird mit Hilfe der Wuppertalsperre der Hochwasserschutz für Wuppertal sowie die Niedrigwasseraufhöhung der Wupper auf minimal 3,5 m³/s am Pegel Kluserbrücke sichergestellt. Letztere Anforderung nimmt hierbei den vorhandenen Speicherraum vollständig in Anspruch.

Um die Anforderung von 3°C-Aufwärmspanne auch für das Heizkraftwerk Elberfeld zu gewährleisten, wäre zu prüfen, ob eine zusätzliche dynamische Wasserabgabe aus der Kerspe-Talsperre (WSW AG) zu Bedarfszeiten des Heizkraftwerkes dies ermöglichen könnte. Geringfügige Überkapazitäten der Kerspe-Talsperre (7 bis 9 Mio m³) würden über die „Regelorgane“ Wuppertalsperre und Stausee Beyenburg den HKW zur Kühlung der Wupper zugeleitet.

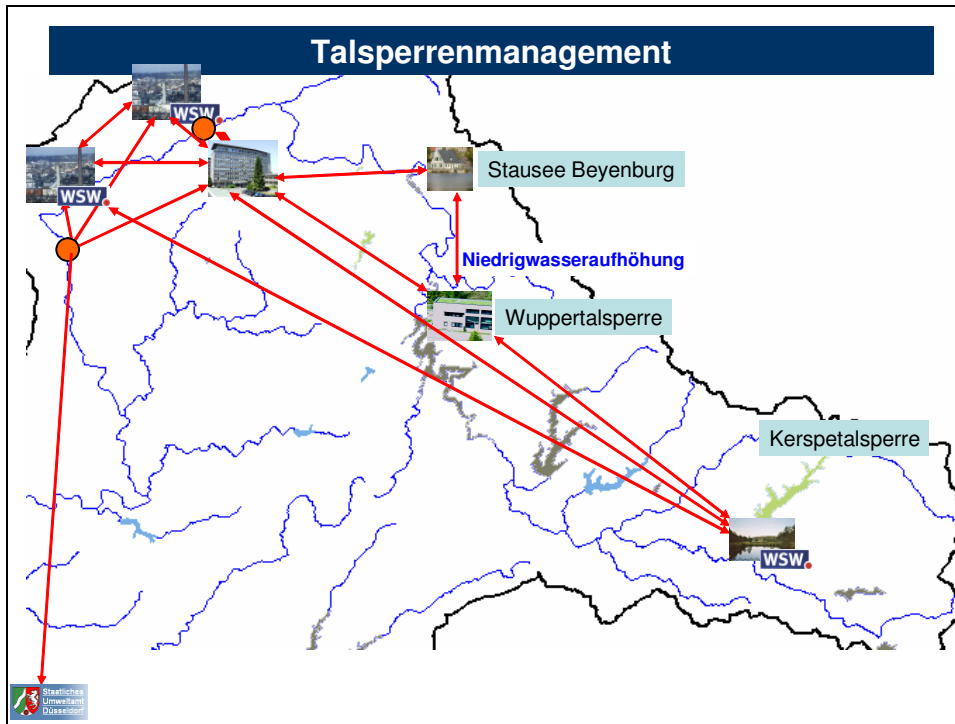


Bild 17.4.1-1: Steuer- und Regelnetz des Talsperrenmanagements.
(in orange: Messpunkte)

Bewertung [KISSELER, 2005, LIEBESKIND, 2005]

Die Simulationsergebnisse zum Talsperrenmanagement sind detailliert in Kapitel 18 beschrieben. Es wurde bisher keine Konfiguration gefunden, in der alle Kriterien der Anforderungen vollständig zu erfüllen waren. Es besteht darüber hinaus aber noch Optimierungspotential sowohl bezüglich des Einflusses von Kerspe- und Neye - Talsperre auf die Niedrigwasseraufhöhung und der damit verbundenen weiteren Reduzierung der Fehlmenge, als auch zur Einhaltung eines Mindestdurchflusses am Pegel Kluserbrücke von 3,5 m³/s. Dieses Potential kann durch weitere Simulationsrechnungen im Modell TALSIM ausgeschöpft und verifiziert werden.

Die Untersuchungen (Kapitel 18) lassen es dennoch als möglich erscheinen, mit Hilfe eines gemeinsamen abgestimmten Talsperrenmanagements (WSW AG / Wupperverband) und gezielter Niedrigwasseraufhöhung die Anforderung der Bezirksregierung von 3 K als maximaler Aufwärmspanne zu realisieren, wenn zusätzliche Produktionsrücknahmen in gerigem Umfang realisiert werden. Dies verlangt allerdings die Messung der Volumenströme und der Mischungstemperaturen an den Stellen, die für die Aufwärmspannen maßgebend sind:

- für die Mischungstemperatur vor dem HKW Elberfeld: Pegel Kabelbrücke,
- für die Mischungstemperatur nach dem HKW Elberfeld: Pegel Rutenbeck,

Ohne genaue Messung ist keine Regelung möglich. Die jetzige Installation mit der Übertragung des Wasserstandes vom Pegel Kluserbrücke etc. ist nicht geeignet, die anstehenden Aufgaben zu lösen.

17.4.2 Talsperrenmanagement / Temperaturganglinie Fische

Adressat der Maßnahme	WSW AG, Wupperverband
Kategorie	F
Anwendung	Erfüllung der Vorgaben der Zieltemperaturen für die Fische / ausgewogener Fischbestand
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [LIEBESKIND, 2005]

Alternativ zu Punkt 17.3.1 könnte das Talsperrenmanagement auch zu einer Einhaltung der Zieltemperaturen für die Entwicklung eines ausgewogenen Fischbestandes dienen. Auch hier wäre zu prüfen, ob eine zusätzliche dynamische Wasserabgabe aus der Kerspe-Talsperre (WSW AG) zu Bedarfszeiten des Heizkraftwerkes (bei einem entsprechenden Management der benötigten Volumenströme über die Wuppertalsperre und den Beyenburger Stausee) dies ermöglichen könnte.

Bewertung [LIEBESKIND; 2005]

Die Möglichkeit des Talsperrenmanagements zu einer Einhaltung der Zieltemperaturen für die Entwicklung eines ausgewogenen Fischbestandes ist ansatzweise unter Kapitel 18 untersucht. Da die anzustrebenden Zieltemperaturen erst gegen Ende des Forschungsvorhabens zur Verfügung standen, kann diese Möglichkeit erst in 2005 näher untersucht werden (d. h. außerhalb des Forschungsvorhabens). Die Untersuchungen lassen es - unter Auslassung der extremen Verhältnisse des Jahres 2003 - als möglich erscheinen, mit Hilfe eines gemeinsamen abgestimmten Talsperrenmanagements zwischen der WSW AG und dem Wupperverband die Anforderung der Zieltemperaturen für den Sommer (25°C) zu realisieren.

Im Winter kann das Talsperrenmanagement jedoch höchstens einen Teilbeitrag zur "Temperaturbewirtschaftung" leisten. Hier müssen weitere Maßnahmen greifen. Das Talsperrenmanagement wird als Maßnahme in die weitere Diskussion und vertiefende Bewertung (Kapitel 19 ff.) aufgenommen. Da Online-Temperaturdaten nur aus 3 bzw. 4 Jahren vorliegen, sind die Betrachtungen jedoch mit hoher statistischer Unsicherheit belegt. Hier ist ein Ansatz des "Learning by doing" gefordert.

Zur Umsetzung des beschriebenen Talsperrenmanagements macht eine sehr aufwändige Steuerung von Energie- und Volumenströmen erforderlich, bei denen auf weniger als ein halbes Grad genau reguliert werden muss. Dies macht im Vorfeld folgende Veränderungen notwendig:

Umstieg der Überwachung von der sehr ungenauen Berechnung der Wassertemperaturen auf Basis des - besonders im Bereich der Niedrigwasserführung recht ungenauen - Messpegels Kluserbrücke - auf eine genaue Messung der Temperatur (mittels Ultraschall oder ähnlich genauer Online-Verfahren) durch das StUA Düsseldorf am Punkt der vollständigen Durchmischung. Der Punkt vollständiger Durchmischung wird in der Rutenbeck angenommen (Flusskilometer 41,7). Die Übertragung der Online-Daten nach Düsseldorf und eine intensive Begleitung durch das Staatliche Umweltamt Düsseldorf wären hier wünschenswert.

Adressat der Maßnahme	Staatliches Umweltamt Düsseldorf
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Zusätzlich müssen die genauen Volumenströme vor dem Heizkraftwerk Elberfeld (WV, WSW AG) und die Volumenströme in der Rutenbeck (WV, WSW AG) genau erfasst werden (Ultraschall-Pegel).

Adressat der Maßnahme	Wupperverband, WSW AG
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Das Staatliche Umweltamt muss als Voraussetzung der Nutzung von Überkapazitäten aus der Trinkwassertalsperre "Kerspe" zur zeitlich äußerst begrenzten Niedrigwasseraufhöhung (ca. 14 Tage/Jahr) zustimmen.

17.4.3 Trinkwassernutzung zu Kühlzwecken

Adressat der Maßnahme	WSW AG
Kategorie	F
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [SEBÖK, 2005; KNAPPE, 2005]

Eine Trinkwassernutzung zu Kühlzwecken wurde nur für kurze Zeiträume (Temperaturspitzen) mit eher geringerem Wasserbedarf in Erwägung gezogen. Trinkwasser stünde für diese geringen Zeiträume mit 0,5 m³/s und einem Temperaturniveau von 12°C zur Verfügung.

Um zu überprüfen, inwieweit prinzipiell im Sommer ausreichend Trinkwasser zur Zudosierung zur Verfügung stünde, ist beispielhaft das Jahr 2001 betrachtet. Im Zeitraum April bis November 2001 wären folgende Trinkwassermengen bei folgenden mittleren Volumenströmen notwendig gewesen (Tabelle 17.4.3-1):

Tabelle 17.4.3-1: Benötigte Trinkwasservolumina zur Verteilung der sommerlichen Wärmefracht in 2001

Datum der Überschreitung	benötigte Trinkwassermenge	Uhrzeit der Überschreitung	Dauer der Überschreitung	benötigter mittlerer Volumenstrom
04.07.01	572 m ³	15:00 bis 19:00	4 h	0,040 m ³ /s
05.07.01	8904 m ³	13:00 bis 19:00	6 h	0,41 m ³ /s
06.07.01	14274 m ³	10:00 bis 23:00	13 h	0,305 m ³ /s
29.07.01	7202 m ³	13:00 bis 22:00	9 h	0,222 m ³ /s
30.07.01	19085 m ³	11:00 bis 4:00	17 h	0,312 m ³ /s
31.07.01	8115 m ³	13:00 bis 22:00	9 h	0,250 m ³ /s
01.08.01	1406 m ³	15:00 bis 19:00	4 h	0,098 m ³ /s
02.08.01	5322 m ³	14:00 bis 0:00	10 h	0,148 m ³ /s
14.08.01	11596 m ³	12:00 bis 23:00	11 h	0,293 m ³ /s
15.08.01	21104 m ³	11:00 bis 2:00	15 h	0,390 m ³ /s
16.08.01	2867 m ³	11:00 bis 17:00	6 h	0,133 m ³ /s
17.08.01	3491 m ³	12:00 bis 19:00	7 h	0,139 m ³ /s
18.08.01	9639 m ³	12:00 bis 1:00	13 h	0,205 m ³ /s
20.08.01	600 m ³	15:00 bis 20:00	5 h	0,033 m ³ /s
21.08.01	6403	13:00 bis 22:00	9 h	0,198 m ³ /s
22.08.01	9572 m ³	11:00 bis 22:00	11 h	0,242 m ³ /s
23.08.01	13205 m ³	11:00 bis 1:00	14 h	0,262 m ³ /s
24.08.01	21033 m ³	9:00 bis 3:00	18 h	0,325 m ³ /s
25.08.01	27018 m ³	10:00 bis 2:00	16 h	0,469 m ³ /s max: 0,701 m ³ /s
26.08.01	29054 m ³	10:00 bis 5:00	19 h	0,425 m ³ /s
Gesamt:	220.462 m³			> 0,5 m ³ /s !

Bewertung [SEBÖK, 2005; KNAPPE, 2005]

Für das HKW Elberfeld wurden die Möglichkeiten zur Trinkwassereinspeisung zu Kühlzwecken untersucht und vorgeplant. Hier ist die Umsetzung ist mit vertretbarem Aufwand zu realisieren.

Für das HKW Barmen stehen keine ausreichenden Leitungskapazitäten auf der Trinkwasserseite zur Verfügung.

Eine Trinkwassernutzung zu Kühlzwecken wurde daher nur zur Einhaltung der maximalen Einleitungstemperatur bzw. der Aufheizspanne für das HKW Elberfeld in Erwägung gezogen. Trinkwasser stünde für kurzzeitige Ereignisse mit 0,5 m³/s und etwa 12 °C zur Verfügung.

Methodisch wird in erster Annäherung eine "Mischung" zwischen Wupperwasser und Trinkwasser betrachtet. Im Prinzip gleicht diese Maßnahme den aufgezeigten Maßnahmen der Talsperrensteuerung. In beiden Fällen wird für einen gewissen Zeitraum so viel Wasser zudosiert, dass das angestrebte Temperaturniveau in der Wupper nicht überschritten wird. Im Unterschied zum Talsperrenmanagement kann dies jedoch direkt vor Ort erfolgen und ist damit hinsichtlich Zeit und eingesetzter Wassermenge zielgenauer.

Dem steht entgegen, dass hierfür Wasser in Trinkwasserqualität eingesetzt wird, was einen entsprechenden Aufwand zur Rohwasseraufbereitung und Trinkwasserbereitstellung bedeutet, der hiermit verloren ginge. Rohwasser der Talsperren kann erst nach einigem Aufwand zu Trinkwasser beim Verbraucher bereit gestellt werden. Der Aufwand würde bei einer Nutzung rein zu Kühlzwecken verloren gehen was sich auch in den Kosten oder verlorenen Erlösen von etwa 400.000 € für den Beispielfall Sommer 2001 (Mengenpreis der WSW von 1,83 €/m³ Stand März 2004) niederschlagen würde. Die Maßnahme sollte nur bei Bedarf ausgetestet werden (learning by doing)

Die Nutzung von Trinkwasser in den oben ermittelten Größenordnungen (Tabelle 17.4.3-1) ist eher ein theoretischer Fall und sollte auf kurzzeitige Ausnahmen beschränkt sein.

17.4.4 Ableitung in den Entlastungssammler Wupper

Adressat der Maßnahme	WSW AG, Wupperverband
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [BÖCKER, 2005]

Der Hauptzweck des Entlastungssammlers Wupper ist die Abführung von klärflichtigem Regenwasser zum RÜB Rutenbecker Weg; zusätzlich erfolgt einige Mal im Jahr ein Abschlag aus dem Hauptschmutzwassersammler in das RÜB. Der Inhalt des RÜB Rutenbecker Weg wird, soweit freie Kapazitäten vorhanden sind, zum Klärwerk Buchenhofen gepumpt; ansonsten erfolgt ein Abschlag in die Wupper. Im Zuge der Projektbearbeitung wurde die Ableitung eines Teils des Kühlwassers aus den Heizkraftwerken Barmen und Elberfeld in den Entlastungssammler Wupper in die Diskussion gebracht. Eine solche Ableitung hätte zur Folge, dass in dem Wupperabschnitt bis Buchenhofen die thermische Belastung der Wupper gesenkt, allerdings auch die Wasserführung signifikant verringert würde. Die Auswirkung auf den Wasserkörper unterhalb Buchenhofen kann nur qualitativ abgeschätzt werden: Im Winter liegt die Lufttemperatur häufig unter der Wassertemperatur der Wupper, so dass bei direkter Einleitung des Kühlwassers in die Wupper über die Wasseroberfläche bereits zwischen HKW und Buchenhofen eine Wärmeabgabe an die Atmosphäre erfolgt. Im Kanal würde eine Wärmeabgabe an das umgebende Erdreich erfolgen. Ob diese höher oder niedriger ist, ist nicht ad hoc abzuschätzen, da zwar die Temperatur des Erdreichs höher als die der Luft ist, andererseits der Wärmeübergang Luft-

Wasser sich von dem Luft-Beton-Erdreich unterscheidet. Im Sommer ist die Abkühlung durch Wärmeabgabe vom Wupperwasser an die Luft wegen höherer Lufttemperaturen geringer als im Winter. Bei Einleitung von Kühlwasser in das Kanalnetz wäre die Wärmeabgabe über die Kanalwandung an das Erdreich möglicherweise höher als die des Wupperwassers.

Bewertung durch die WSW AG [LAUERSDORF, 2005]

Eine Ableitung von Kühlwasser aus den HKW-Prozessen durch o.g. Kanäle ist technisch und rechtlich nicht möglich und daher nicht weiter zu verfolgen.

Im einzelnen:

- Eine Ableitung durch den ESW hätte zur Folge, daß o.g. Mengen ständig zusätzlich vom Pumpwerk im RÜB Rutenbecker Weg gehoben werden müßten, um zur KA Buchenhofen zu gelangen. Im Starkregenfall wäre der Kühlwasserabfluß zu unterbinden.
- Das saubere Kühlwasser würde bei der Passage durch den ESW durch Vermischung um ein Maß verunreinigt, wie es das bei direkter Einleitung in die Wupper nicht wäre.
- Eine Einleitung aus dem RÜB Rutenbecker Weg direkt in die Wupper ist aus baulichen Gegebenheiten nicht möglich (außer im Überlastungsfall) zzgl. s. bitte Pkt. 3.
- Es stehen keine Leitungen zu Verfügung, um diese Mengen vom jeweiligen HKW zum jeweiligen Sammler zu leiten.

17.4.5 Ableitung ins Klärwerk

Adressat der Maßnahme	Wupperverband, WSW AG
Kategorie	D
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [BÖCKER, 2004]

Über den Hauptschmutzwassersammler, der längs der Talachse von Oberbarmen bis Rutenbeck/Buchenhofen verläuft, fließen dem Klärwerk Buchenhofen bei Trockenwetter im Tagesmittel etwa 1.200 l/s und in der Tagesspitze etwa 1.800 l/s Abwasser zu. Dieser Sammler führt im wesentlichen Abwasser aus Schmutzwasserkanälen im Trennsystem. Allerdings sind auch einige kleine Mischgebiete angeschlossen, was zusammen mit Fehlanschlüssen/Fremdwasser dazu führt, dass die Leistungsfähigkeit des Klärwerks mit ca. 4,28 m³/s mehrmals pro Jahr voll in Anspruch genommen wird und am Rutenbecker Weg ein Abschlag aus dem Hauptschmutzwassersammler in das dortige Regenüberlaufbecken (RÜB) sowie ggf. bei Vollerfüllung des RÜB in die Wupper erfolgt. Bei Sanierungsarbeiten im Hauptschmutzwassersammler wird das Abwasser aus diesem in den Entlastungssammler Wupper, dessen Hauptzweck die Abführung von klärpflichtigem Regenwasser zum RÜB Rutenbecker Weg ist, umgeleitet und aus dem RÜB zum Klärwerk Buchenhofen gepumpt. Im Zuge der Projektbearbeitung wurde die Ableitung eines Teils des Kühlwassers aus den Heizkraftwerken Barmen und Elberfeld in den zum Klärwerk Buchenhofen führenden Hauptschmutzwasserkanal der WSW in die Diskussion gebracht. Eine solche Ableitung hätte zur Folge, dass in dem Wupperabschnitt bis Buchenhofen die thermische Belastung der Wupper gesenkt, allerdings auch die Wasserführung signifikant verringert würde. Die Auswirkung auf den Wasserkörper unterhalb Buchenhofen kann nur qualitativ abgeschätzt werden: Im Winter liegt die Lufttemperatur häufig unter der Wassertemperatur der Wupper, so dass bei direkter Einleitung des Kühlwassers in die Wupper über die Wasseroberfläche bereits zwischen HKW und Buchenhofen eine Wärmeabgabe an die Atmosphäre erfolgt. Im Kanal würde eine Wärmeabgabe an das umgebende Erdreich erfolgen. Ob diese höher oder niedriger ist, ist nicht ad hoc abzuschätzen, da zwar die Temperatur des Erdreichs höher als

die der Luft ist, andererseits der Wärmeübergang Luft-Wasser sich von dem Luft-Beton-Erdreich unterscheidet. Im Sommer ist die Abkühlung durch Wärmeabgabe vom Wupperwasser an die Luft wegen höherer Lufttemperaturen geringer als im Winter. Bei Einleitung von Kühlwasser in das Kanalnetz wäre die Wärmeabgabe über die Kanalwandung an das Erdreich möglicherweise höher als die des Wupperwassers,

Bewertung durch den Wupperverband [BÖCKER, 2004]

Eine Einleitung von Kühlwasser in den Hauptschmutzwassersammler hätte zur Folge, dass die Häufigkeit von Abschlügen aus dem Hauptschmutzwassersammler deutlich erhöht würde, es sei denn eine Einleitung bei Regen könnte durch eine geeignete Steuerung sicher ausgeschlossen werden. Bei der Behandlung im Klärwerk Buchenhofen würde sich das eingeleitete Kühlwasser wie Fremdwasser verhalten, d. h. es würde eine "Vermischung und Verdünnung" eintreten, die mit den heutigen Grundsätzen der Siedlungswasserwirtschaft bzw. des Wasserrechts nur schwer vereinbar wäre. Ablaufkonzentrationen des Klärwerks Buchenhofen würden sich verringern, allerdings nicht ganz im Verhältnis der Verdünnung. Gleichzeitig würden sich, u. a. durch Verkürzung der Abwasseraufenthaltszeit im Klärwerk, Abbauraten für Abwasserinhaltsstoffe verringern, was eine Erhöhung der in die Wupper eingeleiteten Schmutzfrachten zur Folge hätte. Vom MUNLV NRW wird Fremdwasser besonders kritisch betrachtet, weil hohe Fremdwasseranteile die Einhaltung der nach EG-Recht für Flusseinzugsgebiete geforderten Stickstoffeliminationsrate von 75% erschweren. Eine Verbesserung der Nitrifikation durch höhere Abwassertemperaturen wäre zwar im Winter prinzipiell denkbar, ist aber vermutlich wenig praxisrelevant, da das Klärwerk Buchenhofen auf Wintertemperaturen ausgelegt ist.

Ob eine Einleitung von Kühlwasser aus den Heizkraftwerken über das Kanalnetz in das Klärwerk Buchenhofen mit dem geltenden Wasserrecht vereinbar wäre, ist vor dem dargelegten Hintergrund sehr zweifelhaft, zumal dieses Kühlwasser im Prinzip kein behandlungspflichtiges Abwasser darstellt.

Bewertung durch die WSW AG [LAUERSDORF, 2005]

Eine Ableitung von Kühlwasser aus den HKW-Prozessen durch o.g. Kanäle ist technisch und rechtlich nicht möglich und daher nicht weiter zu verfolgen.

Im einzelnen:

- Der Hauptschmutzwassersammler hat nicht die freie Kapazität, um kontinuierlich 1,2 cbm/s aus Barmen + 1,2 cbm/s aus Elberfeld (Ihre heutigen tel. Angaben) an Kühlwasser aufzunehmen.
- Es stehen keine Leitungen zu Verfügung, um diese Mengen vom jeweiligen HKW zum jeweiligen Sammler zu leiten.
- Die Aufnahmefähigkeit der KA Buchenhofen kann von hier nicht verbindlich beurteilt werden, ist jedoch rein volumenmäßig mehr als zweifelhaft. Technologisch dürfte der dortige Anfall von sauberem Kühlwasser in dieser Menge völlig ungewünscht sein. Wasserrechtlich ist dieses nicht klärpflichtige Wasser auf der KA ebenfalls nicht akzeptabel.

17.4.6 Produktionsdrosselung der Heizkraftwerke

Adressat der Maßnahme	WSW AG
Kategorie	F
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [KNAPPE, 2005]

Wie die Bestandsaufnahme der Belastungssituation an der Wupper ergab, ist diese wesentlich auf die Temperatureinleitungen zurückzuführen und hier vor allem auf die beiden Kraftwerksstandorte Barmen und Elberfeld. Ein Anpassen der Kraftwerksleistung an die Möglichkeiten der Wärmeabgabe an die Wupper erfolgt bereits heute, indem über den Zeitraum Sommer über längere Zeit Kraftwerkskapazitäten still gelegt werden und/oder kurzfristig von Tag zu Tag durch Steigerung oder Rücknahme der Kraftwerksproduktion geregelt werden. Die Kraftwerksleistungen werden dementsprechend nicht nur an den Bedarf an Fernwärme und die Absatzmöglichkeiten von elektrischer Energie angepasst, sondern ebenso an das für den jeweiligen Zeitpunkt prognostizierte Temperaturniveau und die Abflussmenge der Wupper. Sicher gestellt wird hierdurch, dass die zulässige Temperaturerhöhung bzw. die zulässige Maximaltemperatur in der Wupper nicht überschritten wird.

Betroffen sind mit HKW Barmen und HKW Elberfeld zwei Kraftwerksstandorte im Stadtgebiet. Gegenüber den letzten Jahren wird sich die Situation der Wärmeeinleitungen allein schon dadurch ändern, dass am Standort Barmen Mitte dieses Jahres (2005) ein vollständig modernisiertes HKW wieder ans Netz gehen wird. Wie aus der ausführlichen Bilanzierung und Diskussion der Maßnahmen in Kapitel 18 zu erkennen sein wird, ist dies mit einer deutlich verminderten Abwärmemenge zu den diskutierten Lastfällen verbunden. Diese damit einhergehende Leistungsminderung bzw. -anpassung an den tatsächlichen Bedarf wird nicht als separate Maßnahme der Produktionsdrosselung diskutiert sondern als zukünftiger Status-Quo, auf den alle weiteren Maßnahmen aufbauen.

Bewertung [KNAPPE, 2005]

Die Maßnahme der Produktionsdrosselung setzt unmittelbar an den Ursachen des teilweise zu hohen Temperaturniveaus in der Wupper an. Ein Zurücknehmen der Kraftwerksleistung orientiert an den maximal zulässigen Wärmefrachten in die Wupper ist daher eine Maßnahme, die vertiefend in die Analyse und vergleichende Bewertung aufgenommen wird. Da die Nachfrage nach Energie damit nicht beeinflusst wird, muss in diese Bewertung mit einbezogen werden, dass die analoge Energiemenge andernorts bereit gestellt werden muss.

17.5 Maßnahmen der Interaktion

17.5.1 Kooperation mit dem Wupperverband

Adressat der Maßnahme	Wupperverband WSW AG
Kategorie	F
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen oder Erfüllung der Vorgaben/Aufgaben der Fischgewässerverordnung
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [LIEBESKIND, 2005]

Zur Durchführung des Talsperrenmanagements und auch in anbetracht der Tatsache, dass die Struktur des Gewässers für die Ausprägung der Fischfauna eine große Rolle spielt, wäre eine enge Kooperation zwischen der WSW AG und dem Wupperverband notwendig, um einen ausgewogenen Fischbestand zu entwickeln. Beim Talsperrenmanagement muß ein Steuer-, Regel- und Messnetz gemäß Bild 17.4.1-1 aufgebaut werden. Auch das "learning by

doing" erfordert einen Datenaustausch und enge Abstimmung zwischen den Kooperationspartnern und dem Staatlichen Umweltamt als begleitender Behörde.

Bewertung [LIEBESKIND, 2005]

Ausgehend von der Kooperation im Forschungsvorhaben steht einer engen Kooperation im Rahmen des Talsperrenmanagements, des Gewässermonitorings und der Gewässerentwicklung aus Sicht des Autors nichts im Wege. Dies wäre jedoch vertraglich zu vereinbaren.

17.5.2 Kooperation mit den Fischereiberechtigten und Fischereiausübungsberechtigten

Adressat der Maßnahme	Wupperverband Fischereigenossenschaften, Angelvereine
Kategorie	D
Anwendung	flankierende Massnahme
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [HOFFMANN, 2005]

Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, dass in Bezug auf die Entwicklung des Salmonidenanteiles innerhalb der Wupperfischfauna aktuell noch zahlreiche Defizite zu verzeichnen sind. Ein Hauptgrund sind sicherlich die Wassertemperaturverhältnisse. Im Rahmen des vorliegenden Gutachtens werden zahlreiche Maßnahmen, die zur Verbesserung der Situation beitragen sollen, dargestellt. Eine erste und auch erfolgversprechende Maßnahme ist die Einrichtung eines Temperaturmanagementsystems, das zum Überleben der Salmoniden in der Wupper von Wuppertal bis zur Mündung des Flusses beiträgt (17.4.2).

Um eine entsprechende Erfolgskontrolle des Temperaturmanagements durchführen zu können, sind Monitoring-Untersuchungen angedacht. Damit die Ergebnisse ursachenorientiert bewertet werden können, ist es wünschenswert, die Fischerei in die geplanten Maßnahmen mit einzubeziehen.

In Zusammenarbeit mit den Fischereiberechtigten und den -ausübungsberechtigten sollten Vereinbarungen in Bezug auf Besitzmaßnahmen getroffen werden. Auf das Aussetzen von Salmonidenarten sollte ab sofort für 3 Jahre verzichtet werden. Zum einen könnten im Rahmen von Monitoringuntersuchungen Einwanderungen von Salmoniden in die Wupper und deren Ausbreitung dokumentiert werden. Zum anderen ist die eindeutige Beurteilung von erfolgreicher Reproduktion nur möglich, wenn keine Jungfische im Rahmen von Besitzmaßnahmen in das Gewässer eingebracht werden. Die Maßnahme bezieht sich nur auf die Wupper. Die Einstellung von Besitzmaßnahmen muss jedoch auch für den Abschnitt oberhalb von Wuppertal gültig sein. Nur so ist gewährleistet, dass Rückschlüsse auf vorhandene Rekrutierungspotentiale gezogen werden können.

Die Einstellung der Besitzmaßnahmen gilt auch für das Wanderfischprogramm. Mögliche temperaturbeeinflusste Entwicklungen in Bezug auf den Lachs können nur dokumentiert werden, wenn die Ergebnisse nicht durch Besitzmaßnahmen überdeckt werden.

Nach Ablauf der 3 Jahre kann auf der Grundlage der dann gewonnenen Erkenntnisse entschieden werden, ob und in welchen Umfang und in welchen Wupperabschnitten Besitzmaßnahmen zur Bestandsstützung sinnvoll sind. Die vorab dargestellte Vorgehensweise entspricht auch den in der Leitlinie für Fischbesatz in NRW dargestellten Vorschlägen in Bezug auf Fischbesatz nach Maßnahmen [MUNLV 2003].

Eine ergänzende Maßnahme sollte die Einrichtung einer Fangreuse am Auer Kotten sein, wenn dieses Wehr für Fische durchgängig gestaltet wird. Hier würde sich die Möglichkeit ergeben, wanderwillige Arten nachzuweisen. Es hat sich bewährt, entsprechende Kontrolleinrichtungen in Zusammenarbeit mit Fischereivertretern einzurichten und zu betreiben. Dies würde auch die Arbeiten im Wanderfischprogramm, z. B. den Laichfischfang, unterstützen.

Eine weitere Maßnahme, die die Angelfischer betrifft, ist die Offenlegung von Fangbüchern. Da die geplanten Monitoring-Untersuchungen nur in ausgewählten Zeitfenstern durchgeführt werden können, sind Informationen zum Fangort, zumindest in Bezug auf angelfischreich interessante Spezies, wichtig, um Hinweise z. B. zu Migrationgeschwindigkeiten einzelner Arten zu erhalten.

Bewertung [HOFFMANN; 2005]

Insgesamt gesehen ist die Zusammenarbeit mit Vertretern der Fischerei sinnvoll und erfolgversprechend in Bezug auf die im Rahmen des vorliegenden Gutachtens gesteckten Ziele, da vor allem die Förderung der Salmoniden in der Wupper auch eine Forderung der Fischerei ist.

17.5.3 Kooperation mit der Stadt Wuppertal

Adressat der Maßnahme	Wupperverband Stadt Wuppertal
Kategorie	D
Anwendung	flankierende Maßnahmen Struktur
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [LIEBESKIND, 2005]

In einem Besprechungstermin im Dezember 2004 in den Räumen der Stadt Wuppertal erläuterte Herr Kohlhas die Vorschläge der Stadt Wuppertal, die Untere Wupper im Bereich der Stadt Wuppertal mit Hilfe von Maßnahmen im Bereich der Stadtplanung und Ökologie aufzuwerten. Die Stadt Wuppertal möchte dies gerne in Abstimmung mit dem Wupperverband unternehmen. Aufgrund der Erkenntnisse des Forschungsvorhabens lassen sich ökologisch besonders wertvolle Vorschläge identifizieren.

Bewertung [LIEBESKIND, 2005]

Durch eine Zusammenarbeit mit der Stadt Wuppertal im Bereich der ökologischen Aufwertung der Unteren Wupper (insbesondere: Bau von Buhnen) könnten Synergieeffekte entstehen, die die Fischfauna zusätzlich stützen. Die Bündelung von Maßnahmen könnte zu höherer Wirkungseffizienz führen.

17.5.4 Kooperation mit den Stadtwerken Remscheid

Adressat der Maßnahme	Wupperverband WSW AG Stadtwerke Remscheid
Kategorie	F
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen oder Erfüllung der Vorgaben/Aufgaben der Fischgewässerverordnung
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [LIEBESKIND, 2005]

Die Stadtwerke Remscheid betreiben im Oberlauf der Wupper die Neye-Talsperre. Diese wurde bis zum Jahr 2004 als Rohwasserspeicher für die Trinkwasserversorgung genutzt. Diese Nutzung wurde inzwischen aufgegeben und das aufbereitende Wasserwerk still gelegt. Die Neye-Talsperre könnte daher, wie auch die Kerspe-Talsperre der WSW AG, dazu dienen, zusätzliches Wasser in das Talsperrenmanagement einzubringen (siehe Punkte 17.4.1 und 17.4.2). Eine detaillierte Betrachtung dieser Möglichkeit erfolgt unter Kapitel 18.

Bewertung [LIEBESKIND, 2005]

Da der Betrieb von Talsperren und das Bereitstellen von Wasser Aufwand erfordern, können die Stadtwerke Remscheid den Wuppertaler Stadtwerken Wasser nur gegen entsprechende Vergütung zur Verfügung stellen. Da es dem Wupperverband und der WSW AG im Rahmen des Talsperrenmanagements / 3°C möglicherweise gelingt, die Vorgaben der Bezirksregierung bezüglich der Aufwärmspanne zu erfüllen, wurden keine Verhandlungen mit den Remscheider Stadtwerken aufgenommen.

17.5.5 Kooperation mit der LÖBF /dem Wanderfischprogramm NRW

Adressat der Maßnahme	Wupperverband LÖBF NRW
Kategorie	-
Anwendung	Priorität 1: Sommertemperaturen Priorität 2: Wintertemperaturen Priorität 3: Strukturen
angesprochener Wasserkörper	beide

Erläuterung [HOFFMANN; 2005]

In Bezug auf die Wanderfische sollte ab dem Jahr 2005 im Rahmen des Monitorings eine engere Zusammenarbeit mit den Vertretern des Wanderfischprogrammes NRW angestrebt werden. Zum einen sollten die Ergebnisse zum Fang laichreifer Lachse in die Beurteilung der Monitoringuntersuchungen eingehen. Ferner sollten die Zahlen zu Besatzmaßnahmen mit Lachsen und Meerforellen für eine differenzierte Auswertung bereitgestellt werden.

Bewertung [HOFFMANN, 2005]

Eine Kooperation in diesem Bereich wird als sinnvoll erachtet.

17.6 Literatur zu Kapitel 17

- ADAM, B., KIRTORF-WAHLEN, X., HOFFMANN, A.: Erhebung der biologischen Qualität - Monitoring der Fischpopulation, Bielefeld, Im Druck
- BGW, 2003: Bundesverband der Deutschen Gas- und Wasserwirtschaft, http://www.swe.de/wDeutsch/rechteseite/00_details.shtml
- BÖCKER, K. (2004): schriftliche Mitteilung vom 17.12.2004, Wupperverband
- HOFFMANN, A. (2005): schriftliche Mitteilung 28.01.2005, NZO GmbH
- IFEU-Institut Heidelberg/ ebök Tübingen: (1994) CO₂-Minderungskonzept für die Stadt Wuppertal. Studie im Auftrag der Stadt Wuppertal
- IFEU-Institut Heidelberg: (1993) Energiedienstleistungskonzepte für die Stadtwerke Heidelberg: Teilkonzept Wärme Kälte Kopplung. Im Auftrag der Stadt Heidelberg
- KISSELER, H. (2005): schriftliche Mitteilung vom 01.02.2005, Wupperverband

- KNAPPE, F. (2005): schriftliche Mitteilung vom 16.02.2005, iFEU-Institut
- LUA (1998): Landesumweltamt: Gewässerstrukturgüte in Nordrhein-Westfalen – Kartieranleitung .- Merkblätter 14, Essen, 160 S.
- LUA (2002): Landesumweltamt: Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalen.- Merkblätter 36, Essen, 60 S. + CD-ROM
- LIEBESKIND, M. (2005): schriftliche Mitteilung vom 03.03.2005, Wupperverband
- LEONHARD, V. (2005): schriftliche Mitteilung vom 02.03.2005, WSW AG
- MUNLV (1999): Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen: Richtlinie für naturnahe Unterhaltung und naturnahen Ausbau der Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen.- Düsseldorf, 86 S.
- LAUERSDORF, U. (2005): schriftliche Mitteilung über T. Sebök, 25.02.2005, WSW AG
- MUNLV (2003): Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (2003): Leitlinie zum Fischbesatz in Nordrhein-Westfalen.- Info-Broschüre des MUNLV, 59 S., Düsseldorf
- SEBÖK, T. (2005): schriftliche Mitteilung 25.02.2005, WSW AG
- STAAB, V. (2005): schriftliche Mitteilung 11.03.2005, WSW AG
- STEAG Encotec (2002), Nachrüstung eines Kühlturms am Standort HKW Elberfeld des Wuppertaler Stadtwerke. Konzeptionelle Untersuchung, Essen, 15 S.
- SWM (2003): Die Stadtwerke Mainz stellen seit Jahren Teilnetze von Heißdampf auf Heißwasser um. Siehe:
http://www.swm.de/installateure/download/D_TAB_2002.pdf
-