

# **El sector hidrológico en Alemania**

## **Métodos y experiencias**

|                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>0. PREFACIO .....</b>                                                                                                 | <b>1</b>  |
| <b>1. RESUMEN .....</b>                                                                                                  | <b>3</b>  |
| <b>2. INTRODUCCIÓN .....</b>                                                                                             | <b>6</b>  |
| <b>3. MODO DE TRABAJO E INSTRUMENTOS DE LA HIDROECONOMÍA<br/>EN ALEMANIA - FUNDAMENTOS Y CONDICIONES MARCO.....</b>      | <b>10</b> |
| <b>3.1 MARCO INSTITUCIONAL.....</b>                                                                                      | <b>10</b> |
| <b>3.2 IMPORTANTES INSTRUMENTOS ESPECÍFICOS DE REGULACIÓN .....</b>                                                      | <b>16</b> |
| 3.2.1 TRIBUTOS COMUNALES Y EL DERECHO DE CARTELES .....                                                                  | 16        |
| 3.2.2 LEY DE TRIBUTOS POR AGUAS RESIDUALES .....                                                                         | 18        |
| 3.2.3 ORDENANZA DE AGUAS RESIDUALES .....                                                                                | 20        |
| 3.2.4 LEY DE DETERGENTES Y PRODUCTOS DE LIMPIEZA.....                                                                    | 21        |
| 3.2.5 COMPENDIO DE NORMAS TÉCNICAS DE LA HIDROECONOMÍA EN ALEMANIA..                                                     | 21        |
| <b>3.3 ABASTECIMIENTO DE AGUA .....</b>                                                                                  | <b>24</b> |
| <b>3.4 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....</b>                                                                         | <b>28</b> |
| <b>3.5 EL PAPEL DE LAS AGRUPACIONES CIUDADANAS EN LA POLÍTICA DE<br/>    PROTECCIÓN DE LAS AGUAS .....</b>               | <b>34</b> |
| 3.5.1 ACCIDENTES Y CATÁSTROFES, FACTORES QUE IMPULSAN LA CONCIENCIA<br>AMBIENTAL .....                                   | 34        |
| 3.5.2 LAS ASOCIACIONES ECOLOGISTAS Y LAS AGRUPACIONES CIUDADANAS<br>IMPULSAN LA POLÍTICA DE PROTECCIÓN DE LAS AGUAS..... | 36        |
| 3.5.3 LA LUCHA POR LA "TUBERÍA TRANSPARENTE DE AGUAS RESIDUALES" .....                                                   | 37        |
| 3.5.4 LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SE CONVIRTIÓ EN UN FACTOR<br>CONTRAPRODUCTIVO PARA ALGUNOS RAMOS INDUSTRIALES .....  | 38        |
| 3.5.5 EN EL CURSO INFERIOR SE BUSCA A LOS CAUSANTES DE LOS VERTIDOS<br>CONTAMINANTES.....                                | 39        |
| 3.5.6 LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA .....                                                        | 41        |
| <b>4. SOBRE EL NIVEL Y LAS EXPERIENCIAS DE HIDROECONOMÍA EN<br/>ALEMANIA – CASOS EJEMPLARES – .....</b>                  | <b>43</b> |
| <b>4.1 LA DEMANDA DE AGUA - UN CONCEPTO EN TRANSFORMACIÓN .....</b>                                                      | <b>44</b> |
| 4.1.1 INTRODUCCIÓN.....                                                                                                  | 44        |
| 4.1.2 EL CONCEPTO "DEMANDA DE AGUA" .....                                                                                | 45        |
| 4.1.3 EJEMPLOS PRÁCTICOS DE SOLUCIONES INNOVADORAS .....                                                                 | 49        |

|            |                                                                                                                                                               |           |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>4.2</b> | <b>EJEMPLO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA ECONÓMICA Y ECOLÓGICAMENTE SOSTENIBLE: LOS LAGOS HALTERNER SEEN.....</b>                                                 | <b>59</b> |
| 4.2.1      | INDICACIONES PRELIMINARES.....                                                                                                                                | 59        |
| 4.2.2      | COOPERACIÓN ENTRE LOS AGRICULTORES Y LAS EMPRESAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA - ELABORACIÓN DE UNA ESTRATEGIA CONJUNTA.....                                     | 60        |
| 4.2.3      | VIGILANCIA DE REGIONES DECLARADAS RESERVAS DE AGUAS NATURALES.....                                                                                            | 64        |
| 4.2.4      | PROTECCIÓN ANTE LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA MINERÍA.....                                                                                                      | 67        |
| 4.2.5      | RESULTADOS Y PERSPECTIVAS.....                                                                                                                                | 68        |
| <b>4.3</b> | <b>ORGANIZACIÓN DE COSTOS EFICIENTES PARA LA ELIMINACIÓN COMUNAL DE AGUAS RESIDUALES SEGÚN EL EJEMPLO DE LA CIUDAD DE KÖNIGSBRÜCK .....</b>                   | <b>70</b> |
| 4.3.1      | SITUACIÓN INICIAL.....                                                                                                                                        | 70        |
| 4.3.2      | FUNDACIÓN DE LA MANCOMUNIDAD DE AGUAS RESIDUALES.....                                                                                                         | 72        |
| 4.3.3      | DECISIÓN POR UN MODELO DE EXPLOTACIÓN PRIVADA .....                                                                                                           | 73        |
| 4.3.4      | GESTIÓN DE PROYECTO .....                                                                                                                                     | 76        |
| 4.3.5      | LICITACIÓN DEL MODELO DE EXPLOTACIÓN PRIVADA.....                                                                                                             | 77        |
| 4.3.6      | CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE DEPURACIÓN / CONCEPTO DE OBRAS .....                                                                          | 79        |
| 4.3.7      | REFINANCIACIÓN .....                                                                                                                                          | 80        |
| 4.3.8      | RESUMEN.....                                                                                                                                                  | 81        |
| <b>4.4</b> | <b>REGLAMENTACIÓN Y CONTROL DE VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES SEGUN EL EJEMPLO DE UNA GRAN INDUSTRIA QUÍMICA Y UNA INDUSTRIA METALÚRGICA .....</b> | <b>82</b> |
| 4.4.1      | SITUACIÓN INICIAL.....                                                                                                                                        | 82        |
| 4.4.2      | LA NUEVA LEY ALEMANA DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO (1976) Y SUS CONSECUENCIAS .....                                                                                 | 83        |
| 4.4.3      | REQUISITOS QUE SOBREPASAN LOS REQUISITOS MÍNIMOS .....                                                                                                        | 84        |
| 4.4.4      | IMPLEMENTACIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA .....                                                                                                                 | 85        |
| 4.4.5      | REALIZACIÓN DE LOS NUEVOS REQUISITOS SEGÚN EL ESTADO DE LA TÉCNICA.....                                                                                       | 86        |
| 4.4.6      | FIJACIÓN Y CONTROL DE LOS VALORES LÍMITES Y DE OTROS REQUISITOS .....                                                                                         | 88        |
| <b>4.5</b> | <b>CONCEPTOS DE ACTIVIDAD ORIENTADOS A LOS GRUPOS DE CONTAMINANTES SEGÚN EL EJEMPLO DE REDUCCIÓN DE SUSTANCIAS NUTRITIVAS.....</b>                            | <b>91</b> |
| 4.5.1      | VERTIDO DE SUSTANCIAS NUTRITIVAS.....                                                                                                                         | 91        |
| 4.5.2      | EMISIONES DE FÓSFORO Y DE NITRÓGENO .....                                                                                                                     | 93        |
| 4.5.3      | SITUACIÓN DE LAS MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN .....                                                                                                   | 95        |

|                                                                                                                              |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4.6 REALIZACIÓN DE GRANDES PROYECTOS HIDROECONÓMICOS A LA LUZ DEL EJEMPLO DE LA PRESA DE LEIBIS-LICHTE.....</b>           | <b>101</b> |
| 4.6.1 INTRODUCCIÓN.....                                                                                                      | 101        |
| 4.6.2 PREPARACIÓN DEL PROYECTO.....                                                                                          | 102        |
| 4.6.3 REALIZACIÓN DEL PROYECTO .....                                                                                         | 110        |
| 4.6.4 COSTOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO.....                                                                                    | 113        |
| <b>4.7 EXPLOTACIÓN INTEGRADA DE UNA CUENCA SEGÚN EL EJEMPLO DEL RUHR.....</b>                                                | <b>116</b> |
| 4.7.1 RETROSPECTIVA HISTÓRICA DE LA SITUACIÓN EN EL RUHR A FINES DEL SIGLO XIX .....                                         | 116        |
| 4.7.2 SOBRE LA INTRODUCCIÓN DE UNA ADMINISTRACIÓN CONSECUENTE DE LA CUENCA DEL RUHR.....                                     | 118        |
| 4.7.3 VOLUMEN DE AGUA .....                                                                                                  | 120        |
| 4.7.4 CALIDAD DE AGUAS.....                                                                                                  | 121        |
| 4.7.5 CAMBIOS DE LA EXPLOTACIÓN DE AGUAS EN EL TRANCURSO DEL TIEMPO.....                                                     | 122        |
| 4.7.6 ESTADO ACTUAL DE TRABAJOS PARA LA MANTENCIÓN DE LA PUREZA .....                                                        | 123        |
| 4.7.7 LA ORGANIZACIÓN DE ASOCIACIONES DE HIDROECONOMÍA SEGÚN EL EJEMPLO DE LA MANCOMUNIDAD DEL RUHR .....                    | 124        |
| 4.7.8 AJUSTE DE LAS ESTRUCTURAS DE LA MANCOMUNIDAD DEL RUHR – AUMENTO DE LAS POSIBILIDADES DE ACTUACIÓN .....                | 125        |
| <b>4.8 EL RIN 2000 - UN PROGRAMA PARA EUROPA .....</b>                                                                       | <b>127</b> |
| 4.8.1 EL ESTADO DEL RIN EN EL SIGLO XX .....                                                                                 | 127        |
| 4.8.2 COOPERACIÓN INTERNACIONAL EN LA REGIÓN DEL RIN .....                                                                   | 129        |
| 4.8.3 SEÑALES DE LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL EN EL RIN PARA EUROPA.....                                                     | 131        |
| 4.8.4 EL RIN A COMIENZOS DEL SIGLO XXI.....                                                                                  | 136        |
| <b>5. PERSPECTIVAS DEL SECTOR HIDROLÓGICO ALEMÁN EN EUROPA. 137</b>                                                          |            |
| <b>6. IMPORTANTES FUENTES DE INFORMACIÓN/INTERLOCUTORES EN ALEMANIA .....</b>                                                | <b>142</b> |
| 6.1 MINISTERIOS FEDERALES .....                                                                                              | 142        |
| 6.2 INSTITUCIONES TÉCNICAS DEL GOBIERNO FEDERAL Y DEL LAWA (GRUPO DE TRABAJO DE HIDROECONOMÍA DE LOS ESTADOS FEDERADOS)..... | 142        |
| 6.3 ASOCIACIONES PROFESIONALES.....                                                                                          | 143        |
| 6.4 COOPERACIÓN INTERNACIONAL.....                                                                                           | 145        |
| <b>7. LITERATURA.....</b>                                                                                                    | <b>146</b> |

## 0. PREFACIO

La sobreexplotación de los recursos hidrológicos y su contaminación se ha convertido en un grave problema, en muchas regiones de la Tierra. De cara a Alemania se puede constatar que la protección de los recursos hidrológicos es ejemplar, y testimonia el éxito de la protección ambiental. El desarrollo económico que comenzó después de la Segunda Guerra Mundial sobrepasó rápidamente los límites aceptables de contaminación de las corrientes fluviales. Las montañas de espuma y la muerte masiva de peces indicaron claramente que el crecimiento económico iba en grave perjuicio del medio ambiente. La política ambiental reaccionó ante esa situación - y desde entonces ha conseguido logros considerables: entretanto, el desarrollo económico en Alemania ya no está acoplado indefectiblemente a la contaminación de los recursos acuáticos. Por el contrario, el incremento del producto interno bruto va acompañado de la disminución del consumo de agua, y la contaminación de los recursos hidrológicos se ha reducido apreciablemente. Estos logros son fruto de la cooperación de muchos actores sociales: el Gobierno central, los Estados federados, las comunas, la industria, las asociaciones profesionales y, no en último lugar, las agrupaciones de una pujante ciudadanía local.

La presente documentación ofrece al lector una vista de conjunto sobre el desarrollo de la explotación de las aguas en Alemania, y expone las condiciones en las que esa explotación es hoy rentable - tanto económica como ecológicamente. La documentación está dirigida, en primer término, a los lectores alemanes, pero también puede contener sugerencias interesantes para otros países que actualmente están experimentando un rápido crecimiento económico y, quizás, se enfrenten a problemas muy similares.

Por esta razón, en un primer plano se encuentran aquellos ejemplos que demuestran que el alto nivel de vida en un país industrializado no acarrea, necesariamente, una alta contaminación o un considerable consumo de sus recursos hidrológicos. De esta forma, el consumo de agua se ha reducido en casi un 20% desde 1990.

El mejor ejemplo de la política ambiental alemana es el río Ruhr: por una parte, le ha dado su nombre a una amplia región industrial, al tiempo que, por otra parte, es la primera región fluvial con una explotación integral. Por su parte, el Rin es el modelo de una exitosa cooperación internacional; esa corriente que de la cloaca de Europa se convirtió en un río que nuevamente cobija salmones.

Un reto particular para el desarrollo de la administración de aguas ha sido el saneamiento y la organización de un sistema moderno de abastecimiento de recursos hidrológicos y el tratamiento de aguas residuales en los nuevos Estados federados, tras la reunificación de Alemania.

Sin embargo, a pesar de los éxitos alcanzados no debemos ignorar que los problemas hidrológicos están, en Alemania, aún lejos de ser resueltos. La necesaria reorientación de la agricultura hacia un modo de producción más ecológico sigue teniendo una importancia fundamental, puesto que también contribuiría, de esta manera, a reducir la contaminación de los recursos hidrológicos. Espero también que la Directiva marco sobre aguas tenga efectos positivos, puesto que le impondrá la tarea a las autoridades de administración de aguas de explotar las aguas al nivel de región fluvial - sobrepasando así las fronteras nacionales. Además, esa directiva hará necesarias otras medidas, especialmente para que la estructura de las corrientes fluviales recupere un carácter más natural.



Jürgen Trittin  
Ministro federal de Medio Ambiente,  
Protección de la Naturaleza y  
Seguridad Nuclear

## 1. RESUMEN

La explotación de recursos naturales es una tarea fundamental de la humanidad. En las regiones urbanas, las aguas deben ser protegidas efectivamente, puesto que son un biotopo y un recurso hidrológico natural. En un país industrializado altamente desarrollado y con una alta densidad demográfica, la explotación sostenible de los recursos hidrológicos plantea exigencias técnicas y organizativas particularmente severas.

En Alemania, el abastecimiento de agua y el tratamiento de aguas residuales está a cargo de las comunas, las que pueden determinar libremente sus planes de organización y de orden técnico.

En un país industrializado como Alemania, las exigencias en cuanto a seguridad del abastecimiento y la protección ambiental son, necesariamente, altas. Para estos efectos rigen numerosas *leyes y ordenanzas*. Las del régimen hidrológico son asunto de los diferentes Estados federados, mientras que las leyes marco son de competencia federal, contemplando de esta manera la estructura federal y la distribución de tareas en el país. Asimismo, se deben observar las disposiciones de la Unión Europea, que son prioritarias.

La *oferta natural de recursos hidrológicos* de Alemania, que se eleva a 182 mil millones de m<sup>3</sup> [16], es completamente suficiente, aunque ocasionalmente hay carencias regionales o temporales, y a pesar de que no todas las fuentes de aguas son cualitativamente apropiadas. El estándar técnico de los sistemas existentes es muy alto, comparado con el concierto internacional, y la tasa de pérdida de aguas se remonta a únicamente al 9%. Gracias a un uso cada vez más racional, el consumo de la industria y de la población se ha reducido continuamente. De esta manera, actualmente el consumo doméstico diario se eleva a casi 130 l por habitante.

También el *nivel de canalización* y el grado de depuración de las plantas purificadoras de aguas residuales son muy altos, comparándolos con la situación internacional y europea. No obstante, sigue habiendo problemas en el territorio de la desaparecida RDA, donde fue necesario realizar las medidas para la protección de las aguas en el marco de un programa único de reconstrucción nacional y, además, en un período muy breve. Hoy existen aproximadamente 450.000 km de canales públicos para aguas residuales, y casi 10.500 plantas purificadoras de aguas. El 93,2 % de la población está conectada a una red central para el tratamiento de aguas residuales, y el 86 % de las aguas residuales de la población son tratadas según las normas de la UE, es decir, de forma completamente biológica y, en caso de ser necesario, sometiendo las aguas a una depuración aún más rigurosa.

Un papel importante para "anclar" la protección ambiental en la conciencia de la población, así como para alcanzar los correspondientes objetivos - también en contra de intereses particulares de corto plazo - han jugado las *agrupaciones ciudadanas*.

Hoy por hoy, la demanda de agua no se considera un factor marginal predeterminado e inamovible, sino un factor manejable mediante el bajo consumo, la utilización del agua de lluvias y el reciclaje de recursos hidrológicos.

La presente documentación describe - a la luz de diferentes ejemplos - problemas centrales del abastecimiento público de agua, del tratamiento comunal de aguas residuales, de los vertidos de aguas residuales de la industria, la reducción de sustancias nutritivas en el agua y la realización de un gran proyecto de hidroeconomía. En cada caso se presentarán las medidas concretas para encontrar y ejecutar una solución apropiada al correspondiente problema.

Tomando como ejemplo el río Ruhr se describe la explotación integral de una región fluvial, tal como la prescribe la Directiva marco sobre aguas de la UE (en vigor desde diciembre de 2000), así como su contexto histórico y las estructuras técnicas e institucionales desarrolladas para alcanzar esas metas. El Rin, el mayor río de Alemania, la antigua "cloaca" de Europa, se convirtió en un modelo de saneamiento exitoso - el resultado de una buena cooperación internacional.

A pesar de todos los éxitos, en el campo de los recursos hidrológicos queda en Alemania todavía mucho por hacer. Una de las principales tareas del futuro será seguir reduciendo los costos de funcionamiento y mantenimiento de las empresas de abastecimiento y de tratamiento de aguas. Por su parte, la agricultura debe reducir sus emisiones al mismo nivel que hoy representa un estándar usual para las comunas y la industria. Sigue habiendo muchas sustancias problemáticas (por ejemplo metales pesados, cloros orgánicos, pesticidas y sustancias nocivas con efecto semihormonal), así como problemas que pueden afectar la salud pública (por ejemplo los parásitos resistentes al cloro); es necesario estudiar científicamente estos problemas, desarrollando y aplicando nuevas medidas de protección. Todo ello se implementará, también, en el marco de la Directiva marco sobre aguas de la Unión Europea.

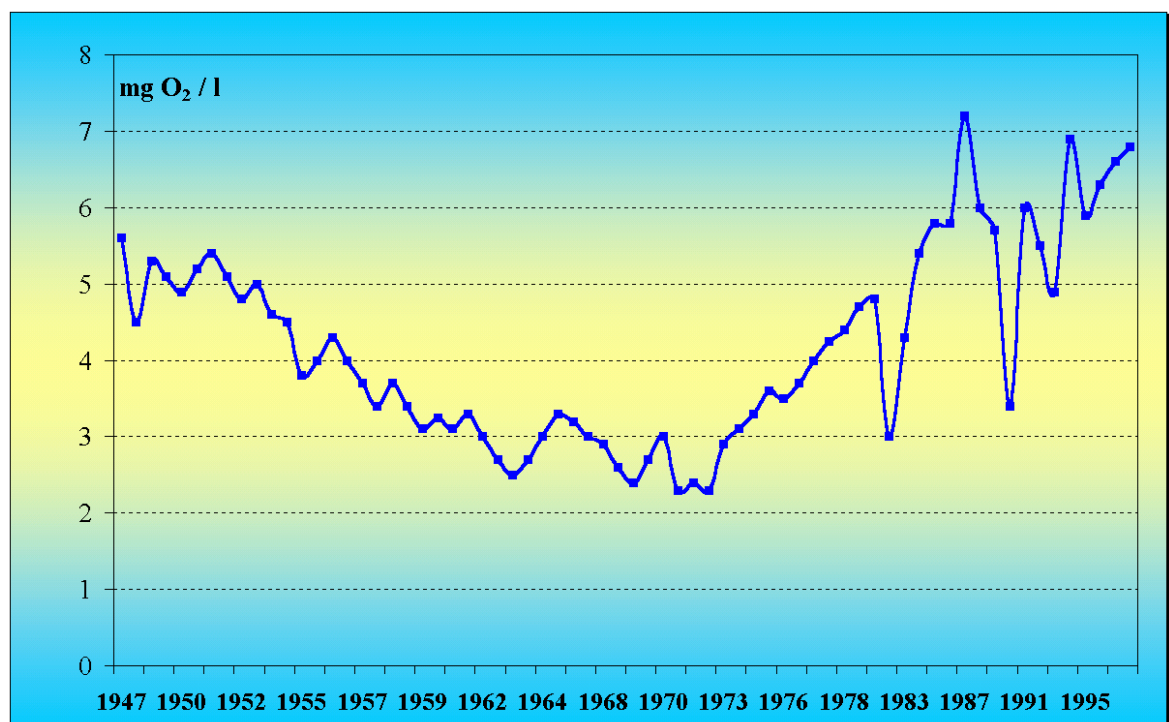


**Ilustración 1: Asignación regional de los ejemplos dados**

## 2. INTRODUCCIÓN

Alemania se industrializó en una fase temprana, y es un país con una alta densidad de población. A diferencia de Inglaterra o Japón, en Alemania no es posible evacuar al mar por una vía rápida las aguas residuales de los centros de aglomeración urbana.

A fines de los años 60 / comienzos de los 70, la contaminación de las aguas en la República Federal de Alemania había alcanzado dimensiones preocupantes. En los años de la reconstrucción de Alemania occidental, la protección de las aguas no había podido marchar al mismo ritmo que la expansión de las actividades industriales.



**Ilustración 2: Desarrollo de la concentración de oxígeno del Rin [24, completado]**

Gracias a la construcción de más de 8.000 plantas purificadoras biológicas de las comunas, así como a un tratamiento intensivo de las aguas residuales y a las medidas complementarias ejecutadas dentro de las propias industrias, se pudo reducir considerablemente el porcentaje de sustancias orgánicas que consumen oxígeno y de otras sustancias contaminantes en las aguas. De esta manera, se ha alcanzado una mejoría apreciable de la calidad de las corrientes fluviales de superficie.

En la parte oriental de Berlín y en los nuevos Estados federados de Brandemburgo, Mecklemburgo-Antepomerania, Sajonia, Sajonia-Anhalt y Turingia, a la fecha de la reunificación de Alemania en 1990 las aguas tenían un grado de contaminación dramático. Fue necesario implementar un saneamiento rápido y sostenible. Para estos fines fue necesario

efectuar medidas conjuntas del Gobierno central, de los Estados federados, de las comunas y, asimismo, de la industria. Esas medidas fueron coordinadas en el marco de una acción solidaria nacional, y fueron dotadas con considerables fondos económicos. De esta manera, se construyeron más de 2000 plantas purificadoras de aguas residuales, cientos de kilómetros de canales y, además, se sanearon sectores industriales enteros.

### **La reunificación de Alemania**

Alemania estaba dividida desde finales de la Segunda Guerra Mundial. En el Este se encontraba la RDA, controlada por el partido comunista unitario, con su economía dirigida y en el Oeste, la República Federal de Alemania con un sistema pluralista democrático y su economía social de mercado. La frontera entre ambas Alemanias, el llamado “Muro”, había sido fortificada por la RDA con alambre de púas y equipos de tiro. Casi ningún ciudadano de la RDA podía viajar al “Oeste libre”.

El colapso de la RDA y la reunificación de ambos Estados alemanes en 1989/90 fue posible gracias a los cambios vividos en la Unión Soviética desde mediados de los años ochenta. En mayo de 1989, Hungría comenzó a recortar un agujero en el telón de acero. El 11 de septiembre de 1989 siguió la apertura completa de la frontera húngara hacia el Oeste. En verano de 1989, miles de ciudadanos de la RDA huyeron a través de Hungría a la República Federal de Alemania.

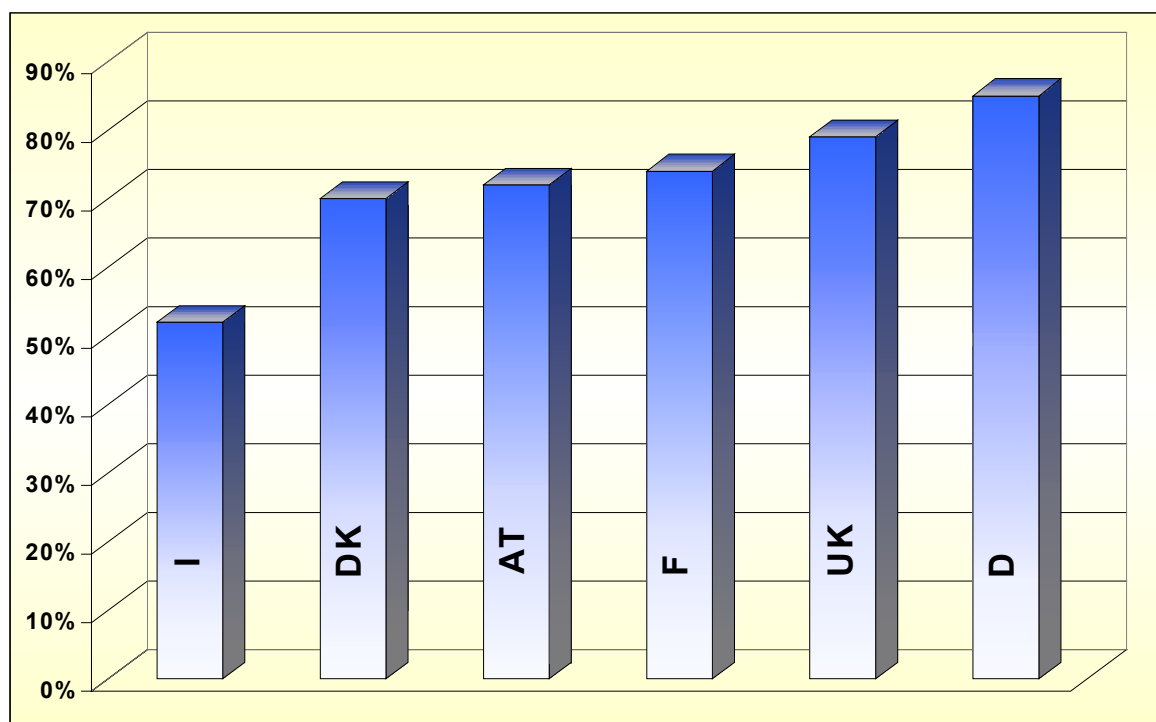
Simultáneamente a la huida de masas, iba cobrando ímpetu asimismo el movimiento de oposición dentro de la RDA. Los defensores de los derechos civiles comenzaron a salir a las calles, reclamando públicamente sus derechos. La dimisión del Secretario General del partido SED\* y Presidente del Consejo del Estado de la RDA el 18 de octubre, provocaron el colapso del régimen del SED.

La apertura del muro de Berlín la noche del 9 de noviembre de 1989, fue el paso más importante hacia la reunificación de ambos Estados alemanes. El 18 de mayo de 1990 se firmó el contrato sobre la unión económica, monetaria y social. El 1 de julio de 1990, la RDA adoptó el sistema económico de la República Federal de Alemania. Poco después comenzaron en Berlín las negociaciones sobre el contrato de reunificación. El 23 de agosto de 1990 se produjo el ingreso de la RDA al ámbito de vigencia de la ley orgánica de la RFA.

En la noche al 3 de octubre de 1990, miles de personas celebraron en Berlín, delante del edificio del Reichstag, el antiguo parlamento alemán, el ingreso de la RDA en el territorio germanofederal. Las nuevas elecciones al parlamento federal, celebradas el 2 de diciembre de 1990, fueron las primeras elecciones parlamentarias libres desde 1933.

\*(SED = Sozialistische Einheitspartei Deutschland, partido socialista unificado de la RDA)

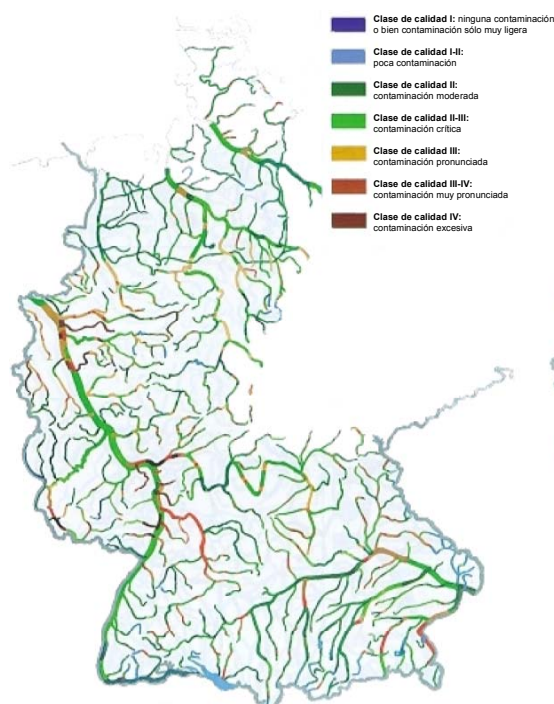
Actualmente, Alemania es en Europa y el mundo uno de los países más avanzados en el campo de la técnica hidrológica y de la administración de aguas. Y Alemania ocupa esta posición no solamente por el grado de tratamiento de aguas, por ejemplo mediante numerosas instalaciones de aguas residuales con un alto grado de conexión, sino también por su bajo consumo de agua potable.



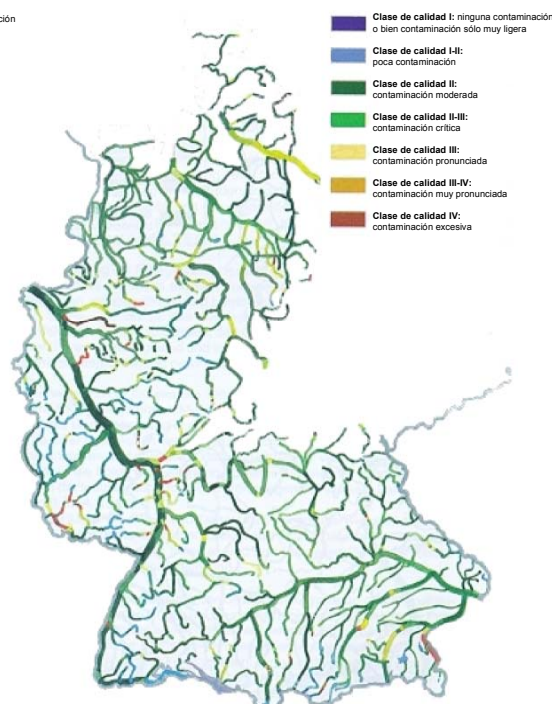
**Ilustración 3: Comparación en la UE: porcentaje de conexión a la depuración completamente biológica de aguas residuales [47]**

La responsabilidad por las corrientes no se agota en las fronteras estatales. Por tal motivo, el Gobierno Federal alemán ha declarado la cooperación internacional para la protección de las corrientes fluviales y de los mares un punto central de su labor político-ambiental. En la Unión Europea, el Gobierno alemán interviene en aras de un alto nivel comunitario en la protección de las aguas.

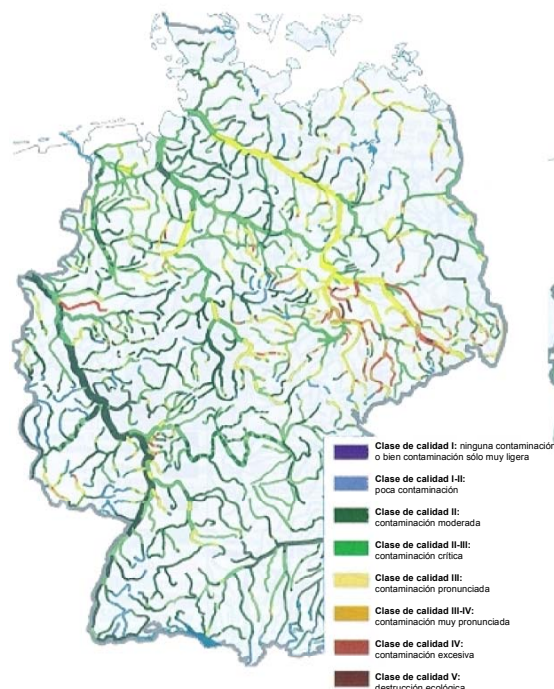
Los resultados de la labor político-ambiental en la protección de las aguas se pueden constatar en Alemania a la luz del desarrollo de la calidad de las aguas. A continuación se presentan los mapas de calidad de aguas de los años 1975, 1985, 1989 y 1995. Los espacios coloreados reflejan la calidad de las aguas en el año respectivo. El mejoramiento de los últimos años es notable y claramente apreciable.



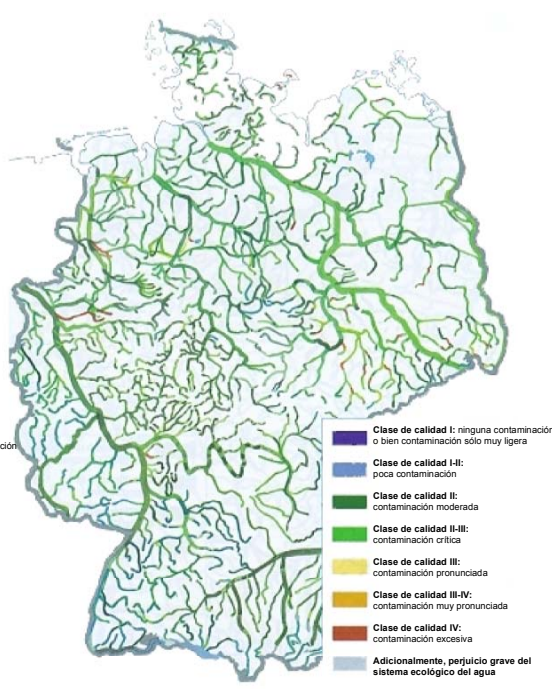
Mapa de calidad del agua, cartografiado en 1975



Mapa de calidad del agua, cartografiado en 1985



Mapa de calidad del agua, cartografiado en 1989



Mapa de calidad del agua, cartografiado en 1995

Ilustración 4: Mapas de calidad del agua en Alemania en diferentes regiones [22]

### 3. MODO DE TRABAJO E INSTRUMENTOS DE LA HIDROECONOMÍA EN ALEMANIA - FUNDAMENTOS Y CONDICIONES MARCO

#### 3.1 MARCO INSTITUCIONAL

Alemania es un Estado con una estructura federal: las tareas estatales están repartidas entre el Gobierno Federal, los Estados federados y las comunas. El *Gobierno Federal*, que después de la reunificación reside en Berlín, está encargado de la legislación marco y de las tareas nacionales de la administración de aguas. El Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad de los Reactores Nucleares (<http://www.bmu.de>) está encargado de la protección de las aguas, el Ministerio Federal de Economía y Tecnología (<http://www.bmwi.de>) ostenta la competencia por el abastecimiento de agua y la industria hidrológica, el Ministerio Federal de Educación e Investigación (<http://www.bmbf.de>) está a cargo del desarrollo de nuevas tecnologías y, finalmente, el Ministerio Federal de Salud (<http://www.bmgesundheit.de>) tiene la tarea de definir la calidad del agua potable. La cooperación internacional en este campo está a cargo del Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (<http://www.bmz.de>). Estos ministerios disponen de agencias especializadas como, por ejemplo, la Oficina Federal de Medio Ambiente (<http://www.umweltbundesamt.de>), la Agencia Federal de Estudios de Aguas (<http://www.bafg.de>) y con entidades privadas que ejecutan determinados proyectos, como la Agencia de Tecnología Hidrológica (<http://www.fzk.de>) o la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (<http://www.gtz.de>).

En el marco de las leyes federales, los *Gobiernos de los 16 Estados federados* alemanes tienen la competencia de regular el abastecimiento de agua y el tratamiento de aguas residuales en sus respectivos territorios.

La organización y gestión del abastecimiento de agua y del tratamiento de aguas residuales es una de las tareas tradicionales de las *comunas*, de conformidad con las leyes de aguas de los Estados federados. Para cubrir los costos que ocasionan estas tareas, las comunas cobran derechos (tributos y contribuciones) de los usuarios. En su calidad de propietarias de pequeñas corrientes fluviales, las comunas deben asegurar su mantenimiento.

¿Cuál es la cooperación de los diferentes actores en los distintos niveles e instituciones en la administración de aguas de Alemania?

En un primer paso, quien quiera utilizar los recursos hidrológicos y corrientes naturales debe presentar una solicitud. Por regla general, los solicitantes son comunas, empresas de abastecimiento de agua o empresas industriales que quieren extraer aguas subterráneas,

construyendo para tales efectos fuentes o plantas distribuidoras de agua. También cuando se construye un nuevo barrio residencial o un polígono industrial - siendo necesario un tratamiento regular de aguas residuales mediante una planta purificadora y tuberías para su evacuación en un río - es imprescindible obtener una autorización oficial. Junto con las solicitudes se deben presentar también los planos técnicos y (según el volumen e importancia del proyecto) peritajes sobre emisiones, exámenes de compatibilidad ambiental, etc. (véase el recuadro sobre las instalaciones según la Ley del análisis de impacto ambiental (UVPG), y sobre las instalaciones que requieren análisis del impacto ambiental (UVP) etc. en el capítulo 4.6).

La solicitud se debe presentar ante la autoridad competente. En la mayoría de los Estados federados, estas autoridades son - tratándose de proyectos "menores" - las así llamadas Autoridades Subalternas de Aguas (subordinadas al Consejo Rural). Tratándose de proyectos de mayor volumen, las entidades competentes son las Autoridades Superiores de Aguas (subordinadas al Gobierno Regional). A su vez, estos organismos disponen de agencias especializadas según el nivel correspondiente, es decir, de las Oficinas de Administración de Aguas y de las Oficinas de Medio Ambiente [11]. Un elemento democrático esencial es la consulta a terceros, por ejemplo de asociaciones de protección ambiental, de agrupaciones ciudadanas o de individuos afectados. Esas consultas se realizan, tratándose de proyectos de mayor volumen, de conformidad con un procedimiento sometido a severas normas (véase al respecto el capítulo 4.6).

En caso de que después de examinar las condiciones legales y técnicas se imparta una autorización se podrá acometer el proyecto - por supuesto observando los estándares ambientales vigentes y, en caso dado, las normas impuestas en el caso determinado para la construcción y la operación de las instalaciones.

Los estándares se definen en diferentes niveles. El marco superior está especificado en los actos legales europeos, en particular en

- Directiva marco sobre aguas 2000/60/CE (<http://www.europa.eu.int/eur-lex>),
- la Directiva 91/271/CEE relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas
- Directiva 96/61/CE relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación
- Directiva sobre aguas subterráneas (80/86/CEE)
- Directiva sobre la calidad de las aguas destinadas al consumo humano (98/83/CE)
- Directiva relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura (91/676/CEE)

- Directiva sobre la comercialización de productos fitosanitarios (91/414/CEE)
- Directiva relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad (76/464/CEE)
- Directiva relativa a la calidad de las aguas de baño (76/160/CEE).

De conformidad con estas disposiciones legales europeas, el derecho alemán ha sido y está siendo adaptado y desarrollado, considerando las altas exigencias específicas que plantea un elevado nivel industrial compatible con el entorno natural. Las principales normas en el ámbito federal son, en este marco, las siguientes:

- la Ley alemana del régimen hidrológico (WHG),
- la Ordenanza de agua potable (TrinkwV),
- la Ordenanza de aguas subterráneas
- la Ordenanza de aguas residuales (AbwVO),
- la Ley de tributos por aguas residuales (AbwAG),
- la Ley de compatibilidad ambiental de detergentes y productos de limpieza (WRMG) y
- la Ordenanza de abonos.

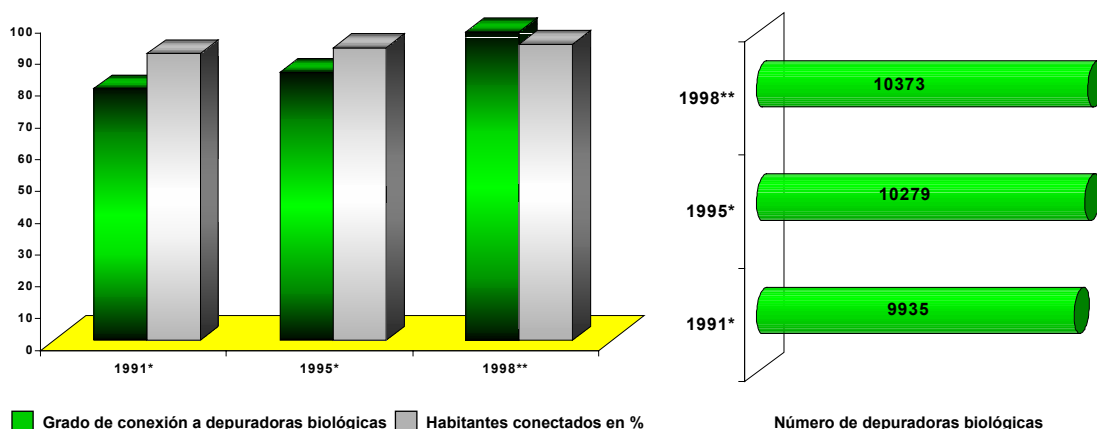
Estas normas federales se concretan a nivel de los 16 Estados federados. Considerando las diferentes circunstancias y objetivos políticos en los Estados federados, allí rigen, por ejemplo, leyes particulares de aguas, de contribuciones por aguas residuales, etc.

En el nivel más inferior, las exigencias y estándares tienen la formulación más concreta; cabe señalar que los niveles inferiores deben, naturalmente, cumplir las exigencias marco determinadas por el nivel superior. Así por ejemplo, la decisión última sobre los estándares de descontaminación de una planta purificadora de aguas residuales la toma la comuna, la que debe observar las normas impuestas por el Gobierno Regional; por su parte, el Gobierno Regional deberá cumplir las exigencias mínimas previstas por las leyes del Estado federado o de validez nacional, las que a su vez deben satisfacer, por lo menos, la Directiva de la Unión Europea (sobre aguas residuales de las comunas). En Alemania hay no pocos ejemplos de comunas que "voluntariamente" han instalado una planta purificadora de aguas residuales con una tecnología de alta efectividad (por ejemplo, para eliminar fosfatos o con sistemas adicionales para el tratamiento higiénico de aguas residuales). Para zonas fluviales especialmente delicadas ("sensibles"), el Gobierno Regional o el Gobierno del Estado federado determinan valores límite que son mucho más severos que las exigencias mínimas previstas en las leyes federales o del Estado federado (por ejemplo en la región del Lago Constanza, en los lagos para bañarse en Baviera o en la costa del Mar Báltico).

El mecanismo político en los diferentes gremios está caracterizado - desde la primera discusión hasta la resolución vinculante - por un estrecho engranaje que une al consejo de la comuna, al Parlamento del distrito rural, al Parlamento Federal, etc. En ese mecanismo participan también las agrupaciones científicas y de intereses particulares, las que pueden ejercer una influencia importante en el marco de las consultas y audiencias (véase el capítulo 3.2.5).

La ventaja de esta estructura federal consistente de varios niveles es que puede incorporar a todas las partes interesadas y a los expertos en la materia. Los responsables de la administración local de aguas - es decir, en especial las empresas comunales y privadas y la industria que usa los recursos hidrológicos - deben observar las numerosas leyes y normas, así como las medidas organizativas y técnicas que éstas obligan a tomar.

Sin embargo, en vista de las estructuras descentrales de toma de decisiones no es sencillo en Alemania llevar a la práctica - con la forma y en los plazos previstos - todas las normas centrales de la legislación europea. Por esta razón, las quejas y, en casos determinados, las



**Ilustración 5: Número de depuradoras biológicas (9.935) Grado de conexión a la eliminación de aguas residuales y número de depuradoras biológicas [48, 52]**

demandas de la UE no solamente se dirigen contra las naciones que cuentan con una escasa protección de las aguas, sino también en contra de la República Federal de Alemania - a pesar de sus indiscutidos altos estándares en comparación con el resto de Europa (ilustración 3). En la ilustración 5 se muestra de forma ejemplar el grado de conexión de los hogares alemanes al sistema de tratamiento de aguas residuales, que son emblema de las medidas para la protección de las aguas tras su contaminación.

Tradicionalmente, el abastecimiento de agua y, aún más acentuadamente, el tratamiento de aguas residuales es de responsabilidad de las comunas. En vista del creciente nivel técnico y, con ello, del aumento de los costos y a veces de las dificultades de financiamiento, junto a las formas clásicas de dirección comunal en los últimos 20 años han surgido otras formas de organización, que contemplan la situación local y política específica (véase el recuadro).

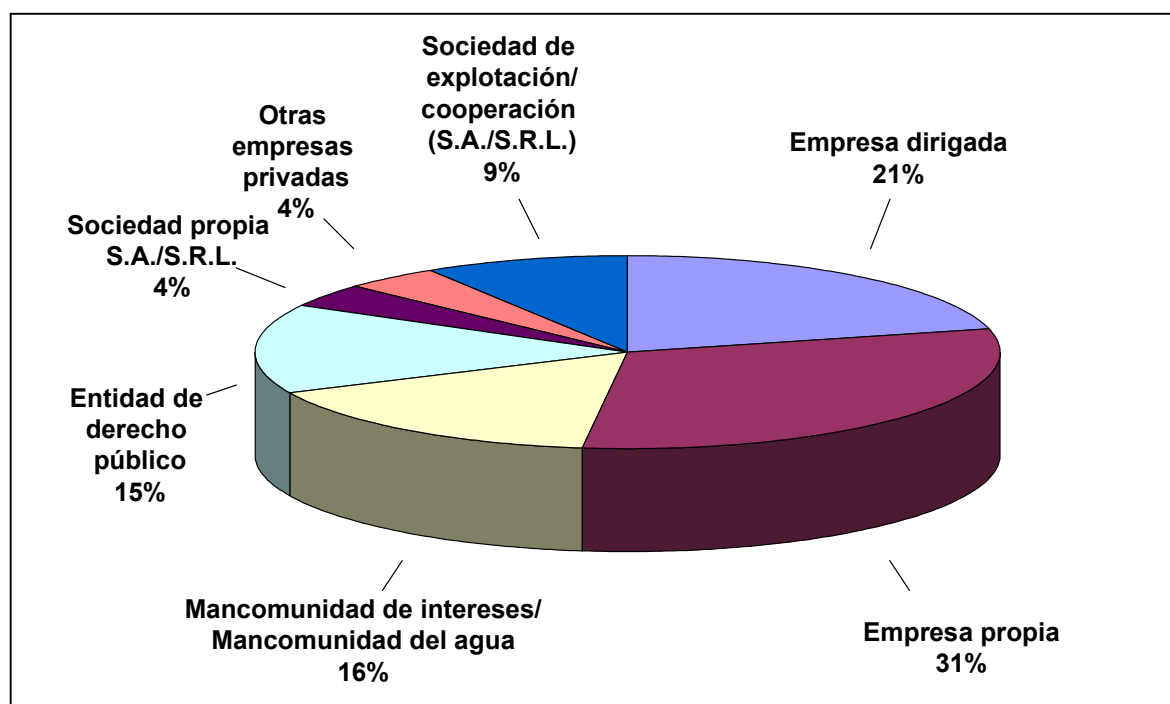
Debido a su estructura federal y a sus procedimientos descentrales de toma de decisiones, Alemania es uno de los países que cuenta con el mayor número de formas de organización. En este contexto, cabe señalar que la mayoría de los aproximadamente 450 casos con participación privada son una combinación de diferentes modelos de participación privada [46]. Debido a la situación legal, en Alemania el rol de las comunas es particularmente fuerte. No son los grandes consorcios que operan a escala internacional los que dominan el mercado, como en algunos países europeos cercanos, sino una cantidad apreciable de empresas medianas especializadas y empresas comunales [44].

En Alemania juega un papel especial la participación - generalmente voluntaria, a veces prescrita por el Estado federado - de las comunas en las mancomunidades de abastecimiento de agua y de tratamiento de aguas residuales. El objetivo de esa participación comunal es hacer más eficiente la organización y el abastecimiento de agua y el tratamiento de aguas residuales, además de asegurar el mantenimiento técnico y económico de las corrientes fluviales, amén de su protección. Esas mancomunidades se diferencian por sus tareas, extensión regional y formas de organización.

Según sus atribuciones, es posible que los límites de las mancomunidades, de las empresas de abastecimiento y de las comunas se superpongan, de tal manera que para terceros sea difícil reconocer la estructura de la organización. De esta manera, existen mancomunidades de adquisición de agua o empresas privadas de suministro a distancia, cuyos límites no guardan ninguna relación con los de la empresa local de abastecimiento de agua a la que suministran. De forma análoga, hay mancomunidades de aguas residuales que cubren una gran extensión y que solamente se ocupan del transporte regional y de la purificación de aguas residuales, y cuyos límites no son idénticos con los de las comunas o de las empresas de tratamiento, las que a su vez se ocupan de recolectar aguas residuales mediante sistemas locales de canalización.

Diferente es también la composición de los gremios competentes en las mancomunidades regionales, en los parlamentos y en las comisiones comunales, en las juntas de socios de las mancomunidades, en los consejos de administración y comités consultivos de las empresas privadas de aguas.

De esta manera, queda en claro que la fortaleza de la administración de aguas en Alemania no radica, en ningún caso, en una organización central con una estructura rigurosa, ni mucho menos en la posibilidad de dirigir el sistema "desde arriba". Su fortaleza radica en la audiencia obligatoria y amplia de los expertos y de las partes interesadas de todas las agrupaciones relevantes, en la *ponderación democrática y según las normas del Estado de*



**Ilustración 6:** Realización del tratamiento de aguas residuales en Alemania (% valores de habitantes) [estimaciones propias según los datos de la industria del agua (BDE) y del ATV, edición: 2001]

*derecho de los diferentes intereses y pareceres.* De esta manera, finalmente se encuentra un compromiso o consenso. Y por más difícil que haya sido encontrar ese compromiso o consenso, la puesta en práctica de la solución acordada será consecuente y exitosa.

### 3.2 IMPORTANTES INSTRUMENTOS ESPECÍFICOS DE REGULACIÓN

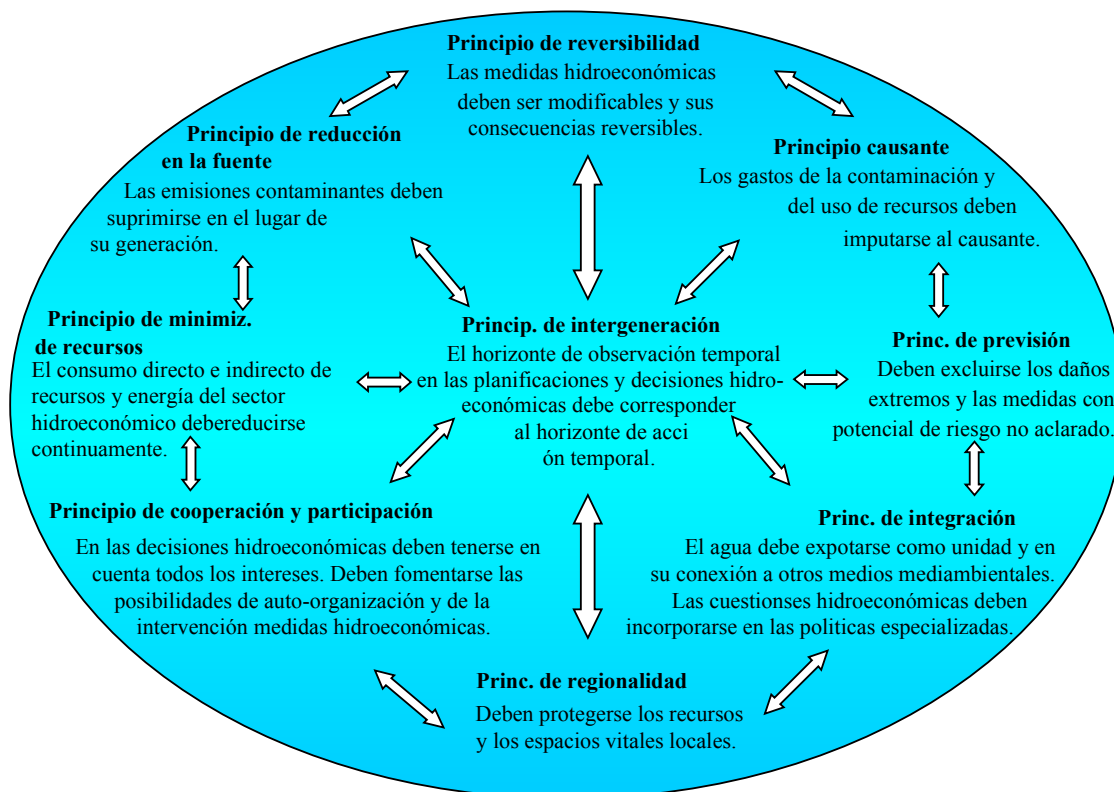
La regulación técnica y económica de la administración de aguas se realiza en Alemania de conformidad con las leyes mencionadas (capítulo 3.1), que tienen efectos diferentes pero complementarios. A continuación se exponen con mayor detalle los siguientes instrumentos:

- Control de precios (capítulo 3.2.1),
- con normas diferentes para el abastecimiento de agua y el tratamiento de aguas residuales.
- Incentivos económicos (capítulo 3.2.2),
- para fomentar el interés propio de los agentes en una explotación sostenible de las aguas, sometiendo por ejemplo a contribuciones la extracción de aguas subterráneas (derechos por aguas subterráneas, Water Abstraction Fee) o por el vertido de aguas residuales (derechos por aguas residuales, Effluent Charge).
- Estándares en el sentido de exigencias mínimas (capítulo 3.2.3)
- con valores límites para el agua potable o, como se muestra a continuación, para aguas residuales de plantas purificadoras según la ordenanza de aguas residuales, así como estándares para el equipamiento técnico y la operación de las instalaciones.
- Prohibiciones y normas obligatorias (capítulo 3.2.4)
- generalmente para prevenir el vertido de sustancias contaminantes, como a continuación se expone a la luz de la Ley de compatibilidad ambiental de detergentes y productos de limpieza.

Además, resulta aplicable una gran cantidad de principios político-ambientales relevantes en el campo de la administración de aguas (ilustración 7). Se trata de los principios de una administración sostenible de aguas, los que en la práctica no se pueden implementar perfectamente siempre y por doquier. No obstante, ofrecen una orientación decisiva para la política y la industria en cuanto a una explotación sostenible de los recursos naturales.

#### 3.2.1 TRIBUTOS COMUNALES Y EL DERECHO DE CARTELES

La fijación de precios para el abastecimiento de agua se efectúa según otros principios y según una base legal diferente a los que rigen para el tratamiento de aguas residuales. El *tratamiento de aguas residuales* está sujeto al principio de cobertura de costos, es decir, las comunas encargadas recargan todos los costos a los consumidores, pero no pueden percibir ganancias.

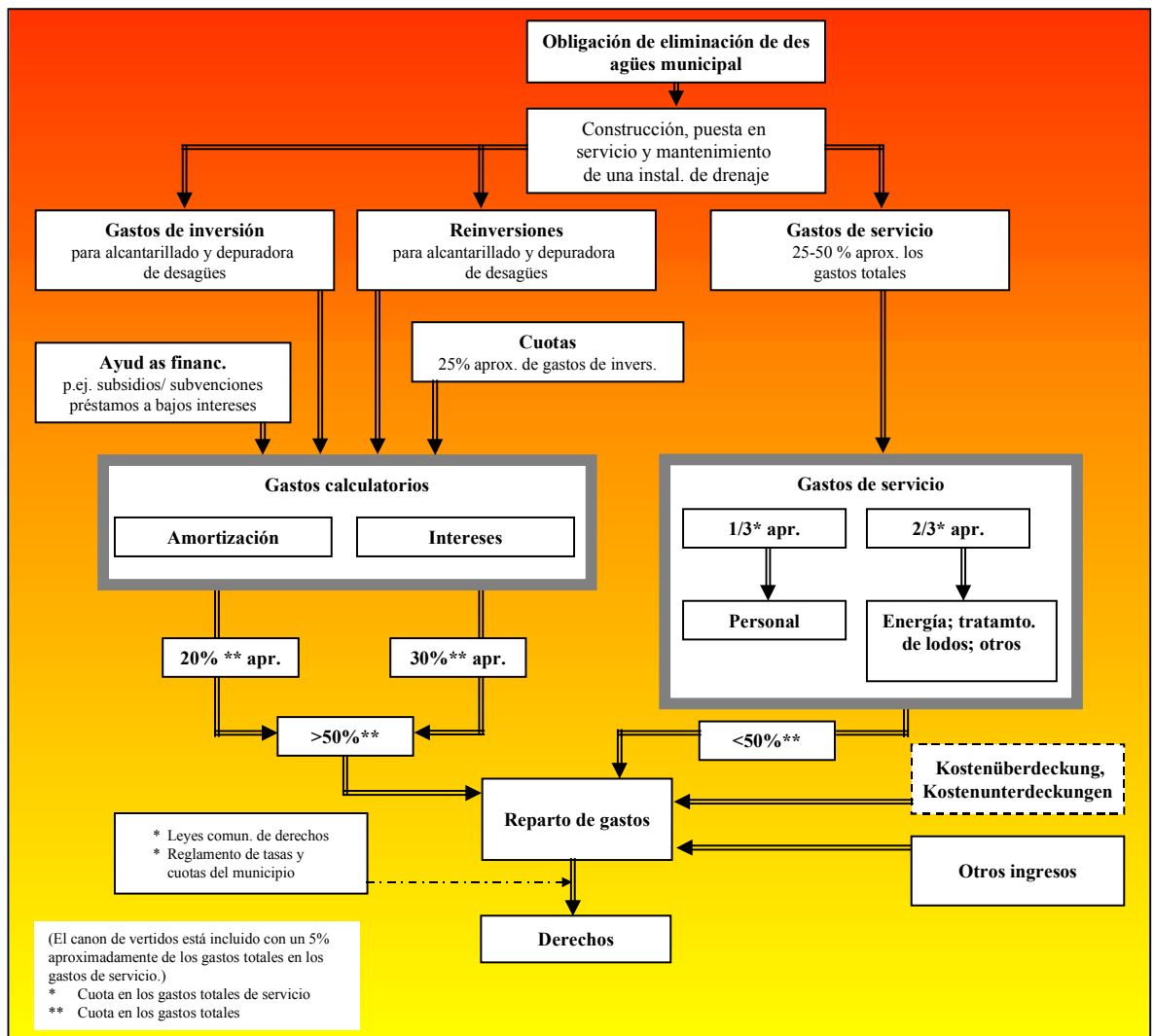


**Ilustración 7: Interacciones de principios hidroeconómicos importantes [26]**

En la práctica empero hay un sinfín de disposiciones administrativas y de sentencias judiciales que determinan cuáles asientos se pueden considerar en las diferentes partidas de costos. La ilustración 8 proporciona una vista de conjunto sobre los diferentes tipos de costos y sus porcentajes en el cálculo de las contribuciones por aguas residuales.

El abastecimiento de agua a cargo de *empresas privadas* está sujeto a otras normas. En este caso, la supervisión no corre por cuenta de las comunas, sino la autoridad encargada de los carteles (la que, valga la indicación, también controla el abastecimiento de gas y de electricidad). Si la autoridad lo requiere, las empresas de abastecimiento de agua deben comprobar y demostrar que los precios del agua no son mayores que los que cobran empresas similares en circunstancias comparables.

En caso de que la Oficina de Carteles inicie una investigación por sospecha de "fijación indebida de precios" se examinarán detenidamente las circunstancias técnicas y las estructuras de costos, comparándolos con los de "empresas similares" (un procedimiento que, en parte, corresponde a una comparación de parámetros de costos, Cost Benchmarking).



**Ilustración 8: Estructura de gastos de los tipos de gastos más importantes de la eliminación de aguas residuales [48]**

En principio, este procedimiento no es fundamentalmente diferente al de los Estados que tienen una entidad central que fija los precios\*. No obstante, debido a la estructura federal y descentralizada de Alemania no rigen fórmulas uniformes aplicadas por una autoridad central, sino siempre la consideración del caso especial [41, 48].

### 3.2.2 LEY DE TRIBUTOS POR AGUAS RESIDUALES

La Ley de tributos por aguas residuales (AbwAG) de 1976 (enmendada por última vez en 1994) prevé que por el vertido directo de aguas residuales purificadas en una corriente fluvial o marítima se pague un tributo. Por regla general, el pago de un tributo por agua no exonera, en absoluto, de la obligación de purificar el agua. *Este tributo hidrológico-ambiental es el único que se cobra en todo el país y que tiene la función de influir en el comportamiento del usuario.* Gracias a este tributo se ha llevado a la práctica el principio de "quien contamina paga", puesto que los causantes de vertidos directos deben asumir por

lo menos una parte de los costos que provocan al recurrir al recurso natural "agua". El monto de este tributo se rige por la cantidad y el grado de contaminación de las sustancias vertidas.

Por unidad de contaminación, el tributo ha ido aumentando en varias etapas, de primero 12 DM (aproximadamente 6 euros) en el año 1981 a 70 DM (aproximadamente 35 euros) que se cobran desde el 01/01/1997. Este tributo tiene por objetivo crear un incentivo económico para reducir lo más posible el vertido de aguas residuales. Por esta razón, la Ley de tributos por aguas residuales también contempla rebajas de la tasa tributaria en aquellos casos en que el contribuyente satisface determinadas exigencias mínimas. Además, determinadas inversiones efectuadas en orden a mejorar el tratamiento de las aguas residuales pueden ser descontadas de este tributo.

El tributo por aguas residuales debe ser pagado a los Estados federados; éstos deben utilizar esos fondos para depurar las aguas. En término medio, este tributo cubre aproximadamente el 5% de los costos totales. Esta suma corresponde en Alemania a aproximadamente 5 euros por habitante y año. Sin embargo, la función de influir en el comportamiento del usuario es mayor en casos determinados, puesto que si sobrepasa los valores previstos - que se controlan - deberá pagar una multa. Esas multas afectan sobre todo a aquellos causantes de vertidos que disponen de instalaciones deficientes de tratamiento de aguas residuales, pero también a los operadores de instalaciones modernas que debido a un manejo inadecuado no logran resultados satisfactorios en la depuración de las aguas residuales.

**Tabla 1: Contaminantes y unidades contaminantes seg. la ley del canon de saneamiento**

| Contaminantes y grupos de contaminantes valorados                                        | Las siguientes unidades de medición completas corresponden a una unidad contaminante                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sustancias oxidables en demanda química de oxígeno (CSB)                                 | 50 kilos de oxígeno                                                                                                                                                 |
| Fósforo                                                                                  | 3 kilos                                                                                                                                                             |
| Nitrógeno                                                                                | 25 kilos                                                                                                                                                            |
| Compuestos halogénicos orgánicos como halógenos adsorbibles, fijados orgánicamente (AOX) | 2 kilos<br>Halógeno, calculado como cloro fijado orgánicamente                                                                                                      |
| Metales y sus compuestos:                                                                |                                                                                                                                                                     |
| Mercurio                                                                                 | 20 gramos                                                                                                                                                           |
| Cadmio                                                                                   | 100 gramos                                                                                                                                                          |
| Cromo                                                                                    | 500 gramos                                                                                                                                                          |
| Níquel                                                                                   | 500 gramos                                                                                                                                                          |
| Plomo                                                                                    | 500 gramos                                                                                                                                                          |
| Cobre                                                                                    | 1.000 gramos<br>metal                                                                                                                                               |
| Toxicidad frente a peces                                                                 | 3.000 metros cúbicos de aguas residuales divididos por el factor de dilución $G_F$ en el que las aguas residuales en la prueba de peces ya no resultan ser tóxicos. |

### 3.2.3 ORDENANZA DE AGUAS RESIDUALES

La Ordenanza de aguas residuales determina los estándares técnicos, como por ejemplo los valores límites vinculantes, para diferentes tipos de aguas residuales. Esta ordenanza es una de las primeras medidas destinadas a implementar la 6ª enmienda de la Ley alemana del régimen hidrológico, que entró en vigor en noviembre de 1996. Esta ordenanza regula, entre otros aspectos, los requisitos relacionados con el vertido de aguas residuales en el marco del tratamiento comunal de aguas residuales, implementando las medidas que las normas legales europeas imponen con miras a la protección de las aguas. En total, hay 54 anexos con normas específicas para las aguas residuales domésticas y de diferentes ramos industriales. A continuación se mencionan algunos anexos para ramos industriales seleccionados.

Estos requisitos para el vertido son *requisitos mínimos* en el marco de una ley federal. Sin embargo, los Estados federados y sus autoridades de aguas están autorizados a definir e implantar valores más rigurosos allí donde sea necesario debido, por ejemplo, a una hidroecología especialmente delicada, o por otras razones de bienestar público (véase el capítulo 3.1). Por tal motivo, hay muchas plantas purificadoras comunales cuyos valores de vaciado son mejores que los requisitos mínimos descritos a continuación en la tabla 3.

Cabe señalar que esos valores deben ser cumplidos en *funcionamiento continuo*, incluso si imperan condiciones desfavorables para la operación de la planta. Así por ejemplo, tratándose del requisito mínimo para el parámetro  $P \leq 1 \text{ mg/l}$  se determina técnicamente un valor operativo mejor (por ejemplo  $P \leq 0,7 \text{ mg/l}$ ), para mantener de esta manera un margen suficiente de seguridad, asegurando así el cumplimiento del requisito mínimo. El incumplimiento de los valores especificados se considera en Alemania una infracción. En determinadas circunstancias, el incumplimiento de los valores mínimos predeterminados se considera un delito perseguido por las autoridades.

Tabla 2: Anexos al Reglamento de aguas residuales

| Campo/Sector                         | Ejemplos                                                                                                                                                 |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eliminación municipal                | Anexo 1 Municipios / Aguas residuales domésticos                                                                                                         |
| Industria de víveres                 | Anexo 3 Tratamiento de leche<br>Anexo 7 Tratamiento de pescado<br>Anexo 10 Tratamiento de carne                                                          |
| Industria de piensos                 | Anexo 14 Secado de productos vegetales para la fabricación de piensos                                                                                    |
| Industria química                    | Anexo 9 Fabricación de materiales de recubrimiento y resinas de laca<br>Anexo 22 Industria química<br>Anexo 45 Transformación de crudo                   |
| Industria de transformados metálicos | Anexo 24 Parte A Fabricación de hierro y acero<br>Anexo 24 Parte B Fundición de hierro, acero y maleable<br>Anexo 40 Mecanizado y elaboración de metales |
| Sector de eliminación                | Anexo 51 Vertido de superficie de desechos                                                                                                               |
| Industria electrotécnica             | Anexo 54 Fabricación de elementos de semiconductores                                                                                                     |

Tabla 3: Exigencias mínimas para el vertido de aguas residuales comunales según la ordenanza de aguas residuales (AbwV)

| Categorías de tamaño de las instalaciones depuradoras | Demanda química de oxígeno (CSB) | Demanda biológica de oxígeno en 5 días (BSB <sub>5</sub> ) | Nitrógeno amónico | Nitrógeno total como suma de nitrógeno amónico, de nitrito y nitrato | Fósforo total (P <sub>ges</sub> ) |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Valor de habitante (EW)                               | Mg/l*                            | mg/l*                                                      | mg/l*             | mg/l*                                                                | mg/l*                             |
| menor 1.000                                           | 150                              | 40                                                         | ---               | ---                                                                  | ---                               |
| de 1.000 a 5.000                                      | 110                              | 25                                                         | ---               | ---                                                                  | ---                               |
| más de 5.000 hasta 10.000                             | 90                               | 20                                                         | 10                | ---                                                                  | ---                               |
| más de 10.000 hasta 100.000                           | 90                               | 20                                                         | 10                | 18                                                                   | 2                                 |
| más de 100.000                                        | 75                               | 15                                                         | 10                | 18                                                                   | 1                                 |

1 EW = 60 g BSB<sub>5</sub>/d en aguas residuales no depuradas \* Prueba al azar calificada o prueba mixta de 2 horas

### 3.2.4 LEY DE DETERGENTES Y PRODUCTOS DE LIMPIEZA

La Ley de detergentes y productos de limpieza de 1975 (enmendada en 1994) prescribe determinados requisitos que, en cuanto a compatibilidad ambiental, deben cumplir los detergentes y los productos de limpieza. De esta manera, se puede prohibir o limitar el uso de sustancias contaminantes para las aguas. La ley obliga a los fabricantes de detergentes y productos de limpieza a comunicar a la Oficina Federal de Medio Ambiente la fórmula general de sus productos. Además, en el envase se debe informar al usuario sobre las sustancias principales y la dosificación adecuada.

Sobre la base de la Ley de detergentes y productos de limpieza se promulgaron la Ordenanza de agentes tensioactivos y la Ordenanza de cantidades máximas de fosfato. La Ordenanza de agentes tensioactivos prescribe que los agentes tensioactivos contenidos en los detergentes deben ser biodegradables en un 90%.

En el mercado han triunfado los detergentes que no tienen fosfato. Gracias a ello, el fosfato contenido en los vertidos de aguas residuales domésticas se redujo de 42.000 t de P en el año 1975 a aproximadamente 2.000 t P en el año 1993 (Alemania occidental).

Además, en 1993 se concedió por primera vez el "Ángel azul" (un distintivo voluntario de productos), destacando de esta manera la completa biodegradabilidad e inocuidad para los organismos acuáticos. Esta distinción se concede tomando como referente criterios modulares muy rigurosos de selección. Así se apoya a las consumidoras y consumidores en sus esfuerzos encaminados a utilizar sustancias no contaminantes en sus hogares. En 1995 se promulgaron los criterios elaborados bajo dirección alemana para un signo ambiental europeo para detergentes.

### 3.2.5 COMPENDIO DE NORMAS TÉCNICAS DE LA HIDROECONOMÍA EN ALEMANIA

La implementación de las tareas relacionadas con la administración de aguas se efectúa no solamente apoyándose en las normas dictadas por los organismos estatales. Los científicos y los representantes de la industria cooperan estrechamente con los órganos de la administración estatal en la elaboración de normas técnicas uniformes. Esta labor conjunta satisface, por lo tanto, el principio de cooperación y participación que impera en la administración de aguas en Alemania.

La implementación de las normas técnicas uniformes representa una contribución determinante para la protección del medio ambiente y de los bienes materiales. Mediante un continuo proceso de reelaboración y actualización, que considera el estado de la ciencia y la técnica, este compendio de normas apoya la labor de la política, de la administración pública y de la industria. Importantes son las normas para la planificación, construcción y operación de instalaciones de abastecimiento de agua y de tratamiento de aguas residuales. En las correspondientes actualizaciones del compendio, los expertos formulan también recomendaciones para mantener y controlar el funcionamiento de esas instalaciones. En la tabla inferior se presenta una selección de temas y de contenidos de este conjunto de normas técnicas.

**Tabla 4: Ejemplos de grupos temáticos del código técnico.**

| Campo                                     | Contenidos                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Abastecimiento de agua                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reservas de agua</li> <li>• Instalaciones mecánicas en centrales abastecedoras de agua</li> <li>• Optimización y reducción de gastos en centrales abastecedoras de agua</li> </ul> |
| Sistemas de drenaje                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificación / Cálculos</li> <li>• Construcción / Saneamiento</li> <li>• Explotación</li> </ul>                                                                                   |
| Tratamiento municipal de aguas residuales | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensionamiento</li> <li>• Procedimientos de limpieza</li> <li>• Pequeñas instalaciones depuradoras</li> </ul>                                                                    |
| Aguas residuales industriales             | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección de aguas referida a instalaciones</li> </ul>                                                                                                                            |
| Hidroeconomía, general                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hidrología</li> <li>• Aguas subterráneas</li> <li>• Estado de aguas</li> <li>• Protección de suelos</li> <li>• Protección de la naturaleza y ecología</li> </ul>                   |

**Tabla 5: Código alemán en idiomas extranjeros**

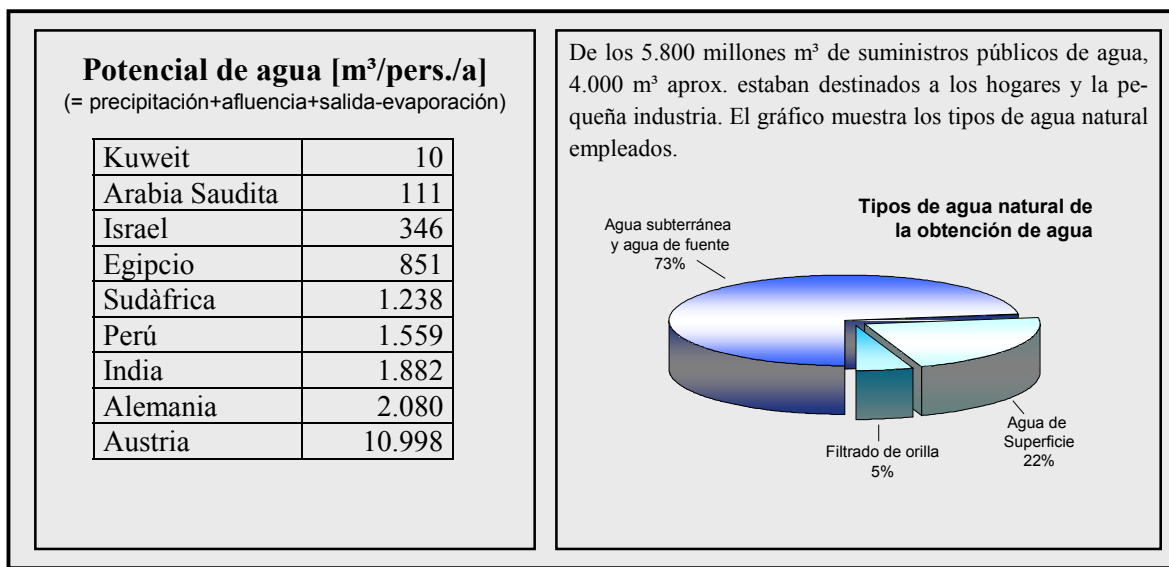
| Código                                                                                                                       | Idioma                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Estándares alemanes de ATV<br>(Abwassertechnische Vereinigung e.V.<br><a href="http://www.atv-dvwk.de">www.atv-dvwk.de</a> ) | Alemán, en parte en inglés, francés, español, polaco                   |
| Normas DIN<br>(Deutsches Institut für Normung e.V.<br><a href="http://www.din.de">www.din.de</a> )                           | Alemán, en parte (según la necesidad) en inglés, francés, chino        |
| Código DVGW<br>(Deutsche Vereinigung Gas- und Wasser<br><a href="http://www.dvgw.de">www.dvgw.de</a> )                       | Alemán, en extractos también en inglés, francés así como ruso y polaco |

Los compendios y normas técnicas alemanes (DIN: <http://www.din.de>) están siendo incorporados, paulatinamente, a las normas europeas, las así llamadas normas CEN. Tanto el legislador como las autoridades que imparten autorizaciones y efectúan los controles recurren a este tipo de compendios a la hora de definir estándares y de evaluar casos determinados.

Cabe señalar que estos compendios son de responsabilidad de los expertos organizados en las asociaciones profesionales que son pilares de la administración de aguas. En este sentido, las reglas y normas son resultado de un compromiso que contempla diferentes pareceres. La tendencia actual - que postula reemplazar las normas detalladas centradas en el Input, a favor de reglas centradas en los resultados del funcionamiento, en el sentido de Output - contribuirá a impedir que la dinámica de las innovaciones técnicas se vea frenada por procesos normativos demasiado lentos y por compendios anticuados.

### 3.3 ABASTECIMIENTO DE AGUA

El *volumen de agua* natural se eleva en Alemania a aproximadamente 182 mil millones de m<sup>3</sup> [16]. En 1998, la mayor parte, a saber 26,4 mil millones de m<sup>3</sup> (1991: 28,7 mil millones de m<sup>3</sup>), fue utilizada por las centrales termoeléctricas como agua refrigerante para el abastecimiento público de energía. La industria consumió 8,9 mil millones de m<sup>3</sup>, y la agricultura 0,2 mil millones de m<sup>3</sup>. Por su parte, el abastecimiento público de agua reclamó un volumen de 5,5 mil millones de m<sup>3</sup> (1991: 6,5 mil millones de m<sup>3</sup>).

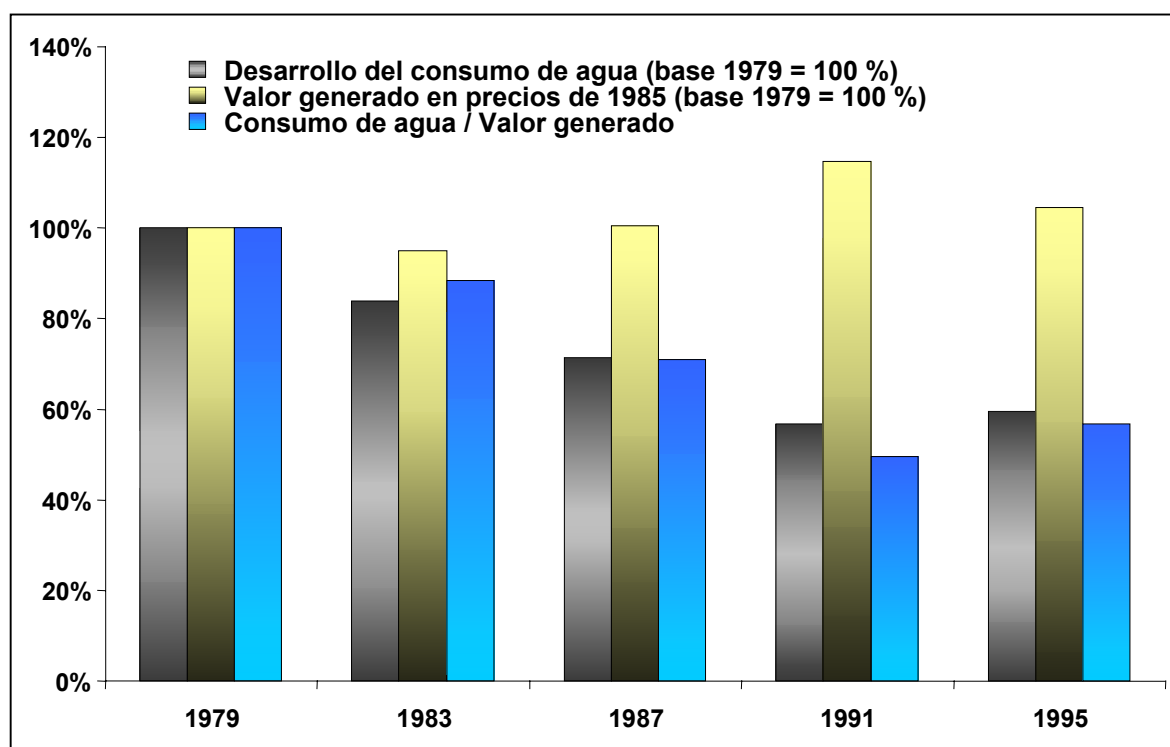


**Ilustración 9: Potencial de agua internacional [19] y tipos de agua natural de la obtención de agua en Alemania [16, 45]**

El término medio de muchos años, el balance hidrológico consigna un excedente de agua. Actualmente, considerando las precipitaciones y la afluencia en los cursos superiores de las corrientes, casi el 2 % del volumen natural de agua se destina al abastecimiento público de agua potable. En vista de las actuales condiciones climáticas no se teme una escasez de los recursos hidrológicos. No obstante, en las regiones con una gran demanda de agua potable y con una mala calidad de los recursos hidrológicos naturales se puede presentar una escasez regional. En estos casos, mediante tuberías de larga distancia se transporta agua de las regiones con un excedente a las regiones que sufren por la carencia de recursos hidrológicos. Hay redes de tuberías de larga distancia, sobre todo, en Baviera, Baden-Württemberg, Baja Sajonia, Sajonia-Anhalt, Turingia, en la cuenca del Ruhr y en la región de Francfort del Meno.

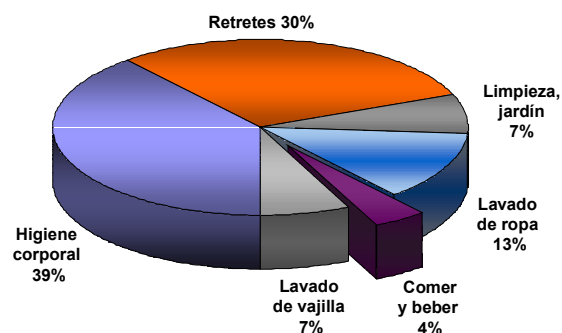
En el año 1998, para fines públicos se extrajeron sobre todo aguas subterráneas y de fuentes naturales (72,7 %), a continuación de corrientes de superficie (22 %) y de la filtrada en las riberas (5,3 %) [54]. De los 5,5 mil millones de m<sup>3</sup> de agua extraídos en el año 1998 para el abastecimiento público de agua potable (1991: 6,5 mil millones de m<sup>3</sup>), el 23 % (1991: 23,5 %) fue agua pura - es decir, que sin tratamiento puede ser puesta a disposición de los consumidores - mientras que el 77 % (1991: 76,5 %) tuvo que ser tratado en las plantas purificadoras de agua.

Desde mediados de los años se observa en Alemania un desacoplamiento del consumo de agua y del crecimiento económico general. Si se relaciona la creación de valor en la industria con el volumen total de agua potable de la industria (extracción propia + consumo de la red pública), se constatará una reducción del consumo industrial de agua potable por cada 1 mil millones de euros de creación de valor; es decir, la economía alemana ha incrementado la productividad del agua.

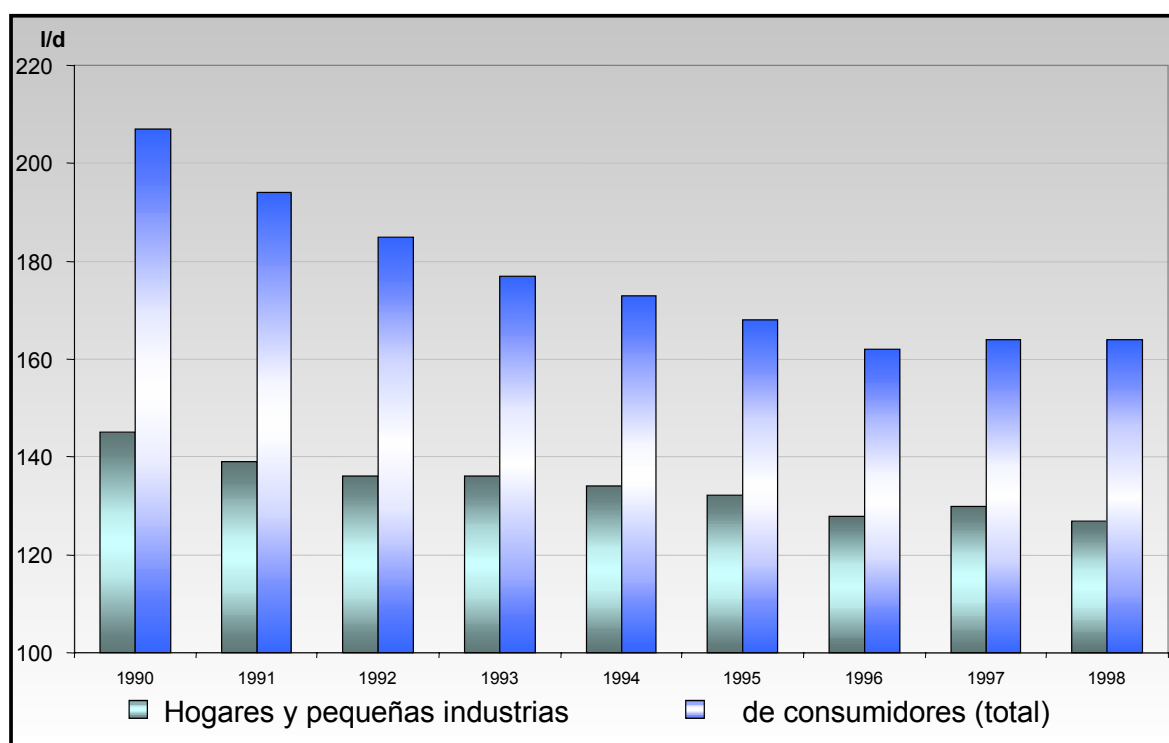


**Ilustración 10:** Valor generado y consumo específico de agua de la industria alemana (sector minero e industria transformadora)

Una situación similar a la de la industria se observa en el consumo per cápita (consumo específico de agua de los hogares y de las pequeñas empresas, véase la ilustración 12). Los principales factores de consumo son la limpieza corporal (36 %) y la descarga de agua en el servicio higiénico (27 %). Por su parte, para beber y cocinar se consume casi el 4 % del agua potable.



**Ilustración 11:** Consumo de agua en un hogar promedio alemán [24]



**Ilustración 12: Desarrollo del consumo específico de agua de consumidores escogidos [52]**

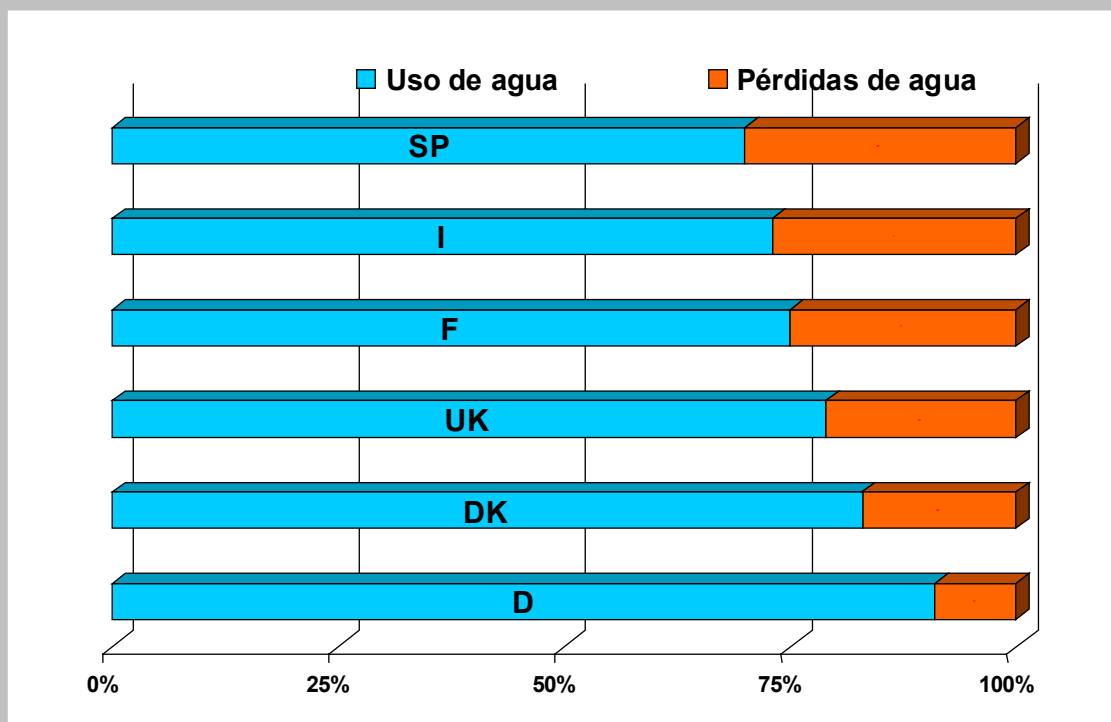
Independientemente de la forma de organización del abastecimiento de agua en Alemania, la regla general prescribe que todos los costos del abastecimiento de agua potable deben ser cubiertos por el *precio del agua*. Ello ha conducido a una diferenciación regional de precios. El precio promedio de agua potable para el consumo privado en 1992 fue de 1,35 euros/m<sup>3</sup>. Según sondeos de la Unión de la Industria del Gas y del Agua (BGW), el precio del agua que en 1995 pagaron los hogares en Alemania occidental fue, en término medio, de 1,50 euros/m<sup>3</sup>, mientras que en Alemania oriental se elevó de 1,56 euros/m<sup>3</sup> (01/01/1995) a 1,65 euros/m<sup>3</sup> (01/01/1996). Incluyendo todas las tarifas (derechos por contador y tarifas básicas), el precio del agua en Alemania se eleva hoy (2000) a aproximadamente 1,73 euros/m<sup>3</sup> y, a diferencia de la situación en la mayoría de los países, cubre completamente los costos (véase también el capítulo 4.3.7).

La *calidad del agua potable* en Alemania es muy buena. Las entidades estatales controlan el cumplimiento de las severas normas legales. En este ámbito, la competencia está en manos de las Oficinas de Salud Pública regionales. Gracias al mantenimiento continuo de las instalaciones y redes de distribución se reducen los riesgos higiénicos, por ejemplo las impurezas bacteriológicas. El permanente control de la calidad del agua potable permite analizar rápidamente los riesgos y tomar las correspondientes contramedidas [16]. De esta manera, en algunas regiones de Alemania también se aplica - en caso necesario - un volumen adicional de cloro para combatir infecciones, o se informa de inmediato a los consumidores de la región afectada. Sobre todo las medidas inmediatas impiden consecuencias negativas a largo plazo.

### Pérdidas de agua

El porcentaje de las pérdidas de agua en la red de distribución es, probablemente, el parámetro de calidad más importante del estado constructivo de tuberías y griferías, incluyendo el estado de mantenimiento y el servicio. Si el sistema de tuberías está antiguado, acusa un estado de mantenimiento insuficiente o bien está mal explotado y vigilado (pudiendo producirse, por ejemplo, tomas ilegales de agua), resulta una cuota correspondientemente alta de pérdidas de agua. A pesar de que Alemania es un país rico en agua, se instruye desde hace decenios a las empresas abastecedoras de agua de reducir a un mínimo las pérdidas de agua, siendo de importancia no sólo consideraciones empresariales sino también aspectos higiénicos y ecológicos (cada m<sup>3</sup> de agua extraída y preparada inútilmente supone también un consumo innecesario de energía, sustancias químicas, etc.; a través de las fugas no sólo se pierde agua potable preparada sino que también pueden penetrar sustancias ajenas en el sistema de tuberías que ocasionan una contaminación del agua potable).

Una alta tasa de pérdidas en la red de distribución de agua señala deficiencias con respecto al estado de tubos y grifería, una avanzada edad del sistema con necesidad de renovación y/o faltas con respecto al mantenimiento y al control de fugas en curso. El siguiente gráfico muestra la relación del uso de agua a las pérdidas de agua en comparación de algunos países.



**Ilustración 13: Pérdidas de agua según datos de la ONU [50 en parte actualizados]**

### 3.4 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

En las regiones de aglomeración urbana de Alemania hay siempre un sistema central de tratamiento de aguas residuales. De conformidad con las informaciones proporcionadas por la Oficina Federal de Estadísticas, en 1998 el *volumen anual de aguas residuales* se elevó a aproximadamente 9,6 mil millones de m<sup>3</sup>, incluyendo cerca de 4,9 mil millones de m<sup>3</sup> de aguas sucias domésticas e industriales. La mayor parte de las aguas residuales (99,5 %) fue depurada en plantas purificadoras públicas, mientras que únicamente el 0,5 % de las aguas residuales fue tratado en plantas de la industria privada. El porcentaje de aguas ajenas que en 1998 pasó a la red pública de canalización se estima en aproximadamente 2 mil millones de m<sup>3</sup>. El vertido directo sin tratamiento previo se redujo de aproximadamente 115 millones de m<sup>3</sup> (1995) a cerca de 65.3 millones de m<sup>3</sup> en el año 1998.



**Ilustración 14: Depuradora comunitaria de Bitterfeld (altos reactores biológicos – 453.000 EW)(Proyecto piloto BMU para el tratamiento común de aguas residuales domésticas y aguas residuales de grandes empresas químicas) [5]**

En las comunas de Alemania occidental, de 1970 a 1994 se invirtieron más de 78 mil millones de euros en la construcción, ampliación y modernización de la red de canalización y de las plantas purificadoras de aguas residuales. A la ampliación de plantas purificadoras de aguas residuales se destinaron 23 mil millones de euros, y aproximadamente 55 mil millones de euros a las *inversiones* en la canalización. De 1991 a 1996, en Alemania se invirtieron aproximadamente 22 mil millones de euros en todo el sector relacionado con las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Los gastos anuales de las comunas y de las mancomunidades de aguas residuales para la eliminación de éstas sobrepasan los 6 mil millones de euros.

### **El término “aguas residuales”**

El agua que llega al alcantarillado y que ha sido modificada, especialmente contaminada, después del uso doméstico o industrial, o que proviene de precipitaciones, se califica como desagües o bien aguas residuales (véase WHG, AbwAG, DIN 1045). Por lo tanto, hay dos tipos de desagües: aguas sucias y aguas pluviales.

Las aguas sucias son producidas, por ejemplo, de agua fresca, la cual experimenta una modificación de sus características químicas o físicas a causa del uso como agua de lavado o para lavar vajillas. La ley del canon de saneamiento distingue si esta modificación del agua tiene un efecto ecológico perjudicial, irrelevante o incluso provechoso.

Carece de importancia para el término de las aguas sucias la proveniencia del agua, es decir, si antes de su modificación provenía del agua subterránea, de aguas de superficie o de una tubería de abastecimiento de agua.

Si, no obstante, sólo se extrae y vuelve a descargar agua para fines de almacenamiento o de agotamiento de agua, por ejemplo, en fosas de obra, no se trata de aguas servidas, a no ser que haya sido empleada antes de la nueva descarga para otros fines (por ejemplo, como agua de lavado o para instalaciones de flotación).

De conformidad con la estadística del año 1998, en Alemania solamente el 6,8 % de la población no estaba conectada a una red pública de canalización. Con un *grado de conexión* del 93,2 %, se puede afirmar que en Alemania existe una red completa para captar las aguas residuales. Sin embargo, todavía hay vacíos en los nuevos Estados federados; según la región, entre el 12 % de la población (Turingia) y el 31,4 % (Brandemburgo) no está conectada a la canalización pública. Asimismo, también existen vacíos en otras regiones alemanas, sobre todo rurales. No obstante, el tratamiento de aguas residuales está garantizado allí de forma general, mediante pozos domésticos de los que se retiran regularmente los excrementos.

En total, se dispone de 445.700 km de canalización pública; de esta cifra, aproximadamente un 51 % corresponde a canalización destinada al transporte conjunto de agua sucia y de agua de lluvia. El sistema de canalización pública tiene aproximadamente 134.000 km destinados solamente al agua sucia, donde se transportan aguas grises domésticas e industriales, así como excrementos. Parte del agua de lluvia se transporta mediante canales especiales, cuya longitud se eleva a aproximadamente 85.000 km. Asimismo, se deja que el agua de lluvia sea absorbida por el suelo. Además de la red de canalización pública, hay redes de canalización de propiedad privada, como por ejemplo en algunas grandes empresas industriales. Actualmente no se pueden proporcionar informaciones exactas sobre la longitud de esas redes.

En el año 1997, según una encuesta de la Asociación Técnico- Hidrológica (<http://www.atv.de>) el 33 % de la *canalización* no superaba una antigüedad de 25 años. Más de un tercera parte de toda la canalización pública tenía entre 25 y 50 años. El 11 % tiene una antigüedad máxima de 75 años, y el 16 % una antigüedad de entre 75 y 100 años. Solamente el 4 % de toda la canalización pública de Alemania tenía una antigüedad superior a los 100 años. Se estima que entre 40.000 y 80.000 km de canalización pública deben ser saneados. El saneamiento y la modernización de las instalaciones existentes es una importante tarea en Alemania, después de que se han construido toda la canalización y todas las plantas purificadoras de aguas residuales necesarias para el país.

La masa seca de *lodo de clarificación* - producto del tratamiento de las aguas residuales - de aproximadamente 2,5 millones de Mg (1998) se aprovecha en cerca de un 60 %. El lodo de clarificación se utiliza como abono en la agricultura y para el tratamiento de suelos fértiles en el paisajismo y la jardinería. Sin embargo, a mediano plazo se reducirá considerablemente su utilización en estos sectores. De conformidad con las resoluciones que los gremios competentes han tomado en el verano de 2001, casi todo el lodo deberá ser incinerado. La causa del "abandono" del aprovechamiento agrícola del lodo de clarificación ha sido los riesgos incalculables - debidos a microbios y sustancias químicas - que se temen al aplicar el lodo de clarificación en las superficies de explotación agrícola. A contar del año 2005, en Alemania estará prohibido verter lodo de clarificación orgánico en basureros. Por esta razón, el aprovechamiento térmico - por ejemplo en centrales de calefacción - será cada vez más importante.

#### **Obligación de conexión y uso**

En los estatutos para la eliminación de aguas residuales en los municipios se define obligatoriamente el deber de acometida y uso para el término municipal. Conforme a ello, cada propietario de un solar en el ámbito de validez de los estatutos está obligado a conectar su solar a las instalaciones locales de aguas residuales en cuanto se produzcan aguas residuales en el solar (obligación de conexión). Además, está obligado a descargar el volumen total de aguas residuales producidas en el solar en las instalaciones para aguas servidas (obligación de uso). Hay excepciones, no obstante, previstas por los estatutos para casos escogidos como, por ejemplo, establecimientos agrícolas.

El deber de acometida y uso en Alemania se cuenta tradicionalmente entre las tareas asignadas por la ley a los municipios, sirviendo para la protección de la sanidad popular.

La finalidad perseguida con la eliminación pública de aguas residuales es el aseguramiento del estado limpio del agua subterránea en interés del bienestar público. Hay disposiciones excepcionales para soluciones individuales que no sólo deben ser provechosas para la empresa industrial o el hogar afectados sino que también han de ser oportunas desde el punto de vista técnico y económico para el área de eliminación entera.

*Obligación de conexión y uso (continuación)*

Es obvio que la obligación de acometida y uso entraña muchos conflictos potenciales. Cuando se introdujo el abastecimiento central de agua después de la Segunda Guerra Mundial en los años 50 y al principio de los años 60 en las zonas rurales, hubo a menudo ciudadanos que estaban contentos con sus pozos particulares y que rechazaron rotundamente, a pesar del riesgo higiénico existente en muchos casos, la acometida a las instalaciones comunitarias. En la eliminación de aguas servidas hay, incluso hoy en día, casos en Alemania en el que ciudadanos se niegan a toda costa (en un caso incluso con una larga huelga de hambre) a aceptar la recolección central y el tratamiento de aguas servidas. Esta negativa se debe a los gastos de eliminación de aguas servidas, pero también a argumentos ecológicos y el afán autonómico de la democracia básica.

Efectivamente, la obligación de acometida y uso no debe fomentar conceptos centrales poco convenientes. El avance técnico permite hoy en día incluso el uso seguro de depuradoras pequeñas o muy pequeñas, por lo que aumentó la importancia de conceptos centrales y semi-descentrales en los planes de eliminación de aguas residuales.

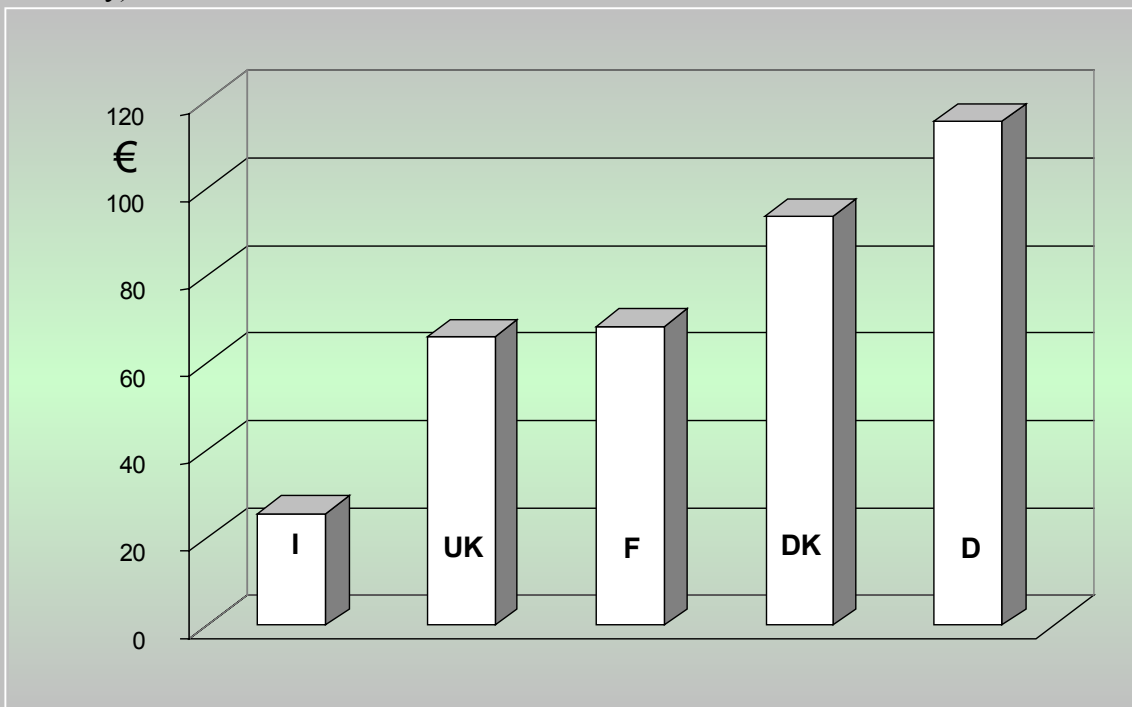
En principio, los *costos de la eliminación de aguas residuales* deben ser asumidos por los usuarios privados e industriales, mediante el pago de contribuciones y derechos. Por tal motivo, rige la obligación general de conectarse y utilizar el abastecimiento público de agua y la red pública para las aguas residuales.

Según encuestas de la Asociación Técnico- Hidrológica (ATV) y de la Unión de la Industria del Gas y del Agua (BGW), en 1996 los gastos totales (contribuciones y derechos) por la eliminación de aguas residuales se elevaban, en término medio, a 108 euros por habitante y año. El término medio de los nuevos Estados federados indica una cantidad menor en 18 euros por habitante y año. La causa es que a pesar de que se cobran contribuciones mayores por el tratamiento de las aguas residuales en los nuevos Estados federados, el consumo de agua es menor allí que en Alemania occidental. Los Estados federados apoyan a las comunas, asumiendo parte de los costos de construcción de nuevas plantas purificadoras de aguas residuales.

La distribución de los tipos de costos (véase la ilustración 8) del tratamiento de aguas residuales - como base del cálculo de las contribuciones por aguas residuales - varía de comuna en comuna debido a las circunstancias particulares de las diferentes regiones. En el año 1998, una media del 27 % de los costos correspondía a amortizaciones, 24 % a intereses, 15 % a costos de personal, 14 % a energía (electricidad) y costos de material, 4 % a la eliminación de desperdicios y el resto a la partida "Varios".

**Tarifas de abastecimiento de agua y tarifas de evacuación de aguas servidas**

En un país industrializado densamente poblado como es el caso de la República Federal de Alemania, la fiabilidad y calidad del abastecimiento del agua, así como de la protección de aguas es de suma importancia. El nivel técnico y logístico es relativamente alto, lo que vale también para los gastos resultantes, soportados en Alemania ampliamente por el consumidor a través de las tarifas de abastecimiento de agua y las tarifas de evacuación de aguas servidas (cobertura total de gastos / full cost recovery).



**Ilustración 15: Comparación internacional de las tarifas de evacuación de aguas servidas de 1998 (datos por habitante y año) [28] [52]**

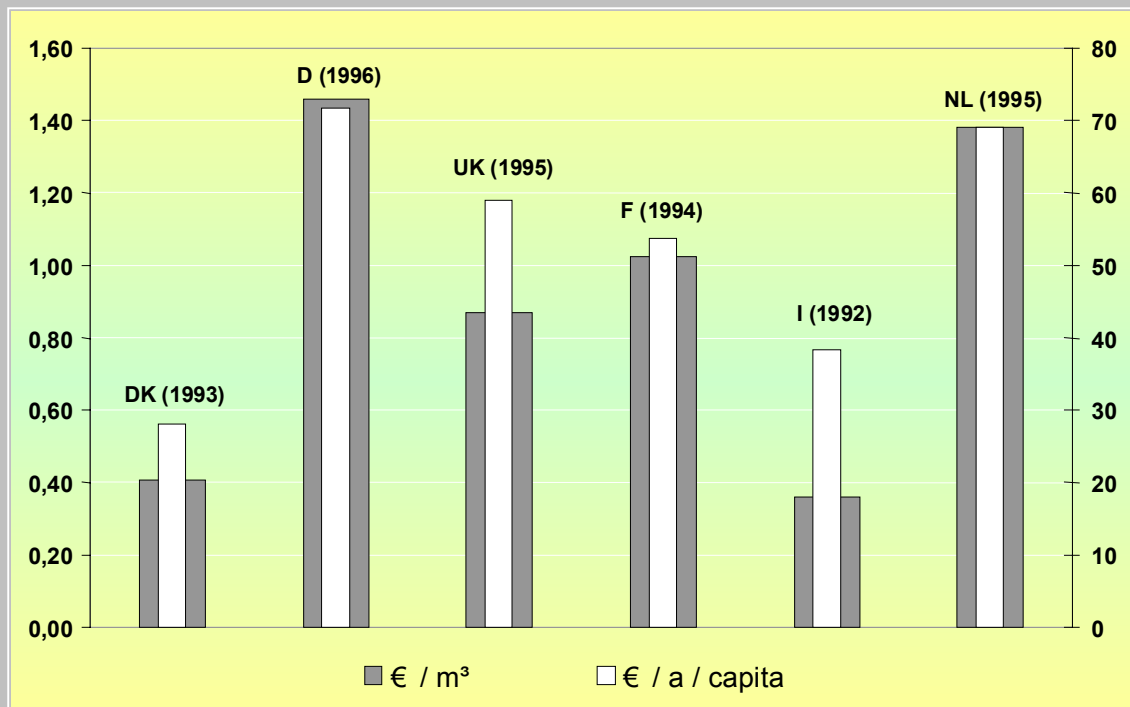
En la antigua RDA, especialmente las instalaciones para aguas servidas acusaban un estado deplorable. A menudo, ni existían depuradoras. En la economía planificada socialista, los precios del agua no permitían en ningún caso cubrir los gastos resultantes.

Después de la reunificación, debían sanearse y construirse nuevamente los sistemas en muy poco tiempo. Si bien los gastos fueron cubiertos en parte por subsidios estatales, las empresas y los ciudadanos debían soportar los precios del agua resultantes y mucho mayores con los gastos de capital y explotación existentes. Esto provocó protestas y problemas políticos en muchos lugares.

Hubo problemas similares también en municipios aislados en el Oeste y el Norte de Alemania. A causa de desarrollos erróneos o gastos muy elevados secundarios a la estructura rural y condiciones marco poco favorables (suelo de construcción, topografía, cauces insuficientes de desagüe) surgieron dudas por la justificación de los precios.

*Tarifas de abastecimiento de agua y tarifas de evacuación de aguas servidas  
(continuación)*

Muchos países, que se enfrentan hoy a los mismos problemas básicos en el sector del agua, podrán orientarse en la solución de tales problemas y el rendimiento de transformación en el desarrollo ecológico de la antigua RDA.



**Ilustración 16: Comparación internacional de los precios de agua 1998 [58]**

### 3.5 EL PAPEL DE LAS AGRUPACIONES CIUDADANAS EN LA POLÍTICA DE PROTECCIÓN DE LAS AGUAS.\*

*El nivel de saneamiento de aguas que se ha alcanzado en Alemania no es un mérito exclusivo de las entidades públicas de administración de aguas, sean federales o de los Estados federados. La amplia intervención de agrupaciones ciudadanas y de asociaciones ecologistas contribuyó a que la protección de las aguas se pudiera implantar como objetivo político. También los graves accidentes y las averías espectaculares ayudaron a que las leyes de aguas fuesen cada vez más rigurosas. Dirigiendo una mirada retrospectiva a treinta años de política de protección de aguas en Alemania se puede constatar que los logros alcanzados hubieran sido irrealizables sin la participación de la opinión pública. Para tomar medidas de la protección de las aguas, las autoridades no podían prescindir de la cooperación - muchas veces conflictiva - con las asociaciones ecologistas. En el campo de la protección de las aguas, las asociaciones ecologistas siguen teniendo hoy en día una función de marcapasos.*

\* AUTOR: **NIKOLAUS GEILER**

Hidroeconomista independiente y portavoz honorífico del "Grupo de trabajo Agua en la Asociación federal de las iniciativas ciudadanas Protección del medio ambiente (BBU)"

La BBU es la organización cúpula de iniciativas ciudadanas activas en el ámbito de la protección del medio ambiente. Más información sobre el trabajo y los temas del Grupo de trabajo Agua en el BBU en Internet bajo [www.akwasser.de](http://www.akwasser.de)

Ak Wasser im BBU  
Rennerstraße 10  
79106 Freiburg

Tel.: +49/761/275 693, Fax: 288 216  
e-mail: [nik@akwasser.de](mailto:nik@akwasser.de)

#### 3.5.1 ACCIDENTES Y CATÁSTROFES, FACTORES QUE IMPULSAN LA CONCIENCIA AMBIENTAL

En la noche del 1 de noviembre de 1986, en las cercanías de Basilea, Suiza, el Rin se tiñó de rojo sangre. A la zaga de un incendio de considerables proporciones en el consorcio químico Sandoz, con 20.000 metros cúbicos de agua utilizada para sofocar el siniestro se vertieron en el Rin aproximadamente 30 toneladas de pesticidas y colorantes. A continuación, en el sector meridional del curso superior el Rin perecieron cerca de 150.000 anguilas y un sinfín de otras especies de peces y animales pequeños. La "muerte por pesticidas" en el curso superior del Rin se convirtió en un gigantesco acontecimiento mediático y político. Solamente un año después, en el Mar del Norte y en el Mar Báltico aparecieron las "algas asesinas" venenosas, y miles de focas murieron. La repercusión del desastre acaecido en el Mar del Norte y en el Mar Báltico en los medios de comunicación - y a continuación en el ámbito político - fue incluso mayor que tras la "ola de venenos de Sandoz". En vista de la

indignación pública, la política tuvo que actuar e hizo mucho más severa la legislación relacionada con la protección de las aguas.

En el otoño de 1969, en todo el curso el Rin tras la desembocadura del río Meno se había producido una muerte masiva de peces - mucho más considerable que la hecatombe que se produjo a la zaga del accidente de Sandoz en 1986. Las fotografías de entonces tomadas desde helicópteros muestran una capa plateada brillante de 400 km de longitud - los cadáveres de millones de peces boca arriba que se llevaba la corriente. Probablemente, en quella oportunidad la muerte masiva de peces tuvo dos causas: el gran porcentaje de sustancias orgánicas en el río y la consecuente falta de oxígeno.

### **Las catástrofes de inundaciones suponen más previsión contra las inundaciones**

Las catástrofes ecológicas del Rin atribuyeron a la protección de aguas la importancia política necesaria. Esto vale también para la previsión contra inundaciones.

Mientras tanto, la profilaxis de inundaciones está establecida en la ley alemana del régimen hidráulico (WHG). Aquí se definen principios que deben contener el peligro de inundaciones. En el curso de los continuos debates de modificación, los “artículos de protección contra inundaciones” experimentaron numerosos cambios. Finalmente, las dos terribles inundaciones de 1993 y 1995 en el área del Rin, aceleraron dicho debate. En aquellos años, numerosos pueblos y ciudades a lo largo del Rin Central y Bajo Rin fueron inundados dos veces en un período muy corto. Los Países Bajos escaparon por muy poco a una gravísima inundación. En la entonces capital federal Bonn, las crecidas dañaron gravemente las nuevas construcciones de edificios del parlamento federal.



### **Ilustración 17: Sacos de arena como protección contra la inundación / Inundación del Rin**

En la 6ª enmienda de la ley del régimen de agua (WHG) en 1996 esto impresionó tanto a los diputados que en dicha ley dieron una importancia mucho mayor a la previsión ecológica contra inundaciones.

*Catástrofes por inundaciones suponen más previsión contra inundaciones  
(continuación)*

Queda por esperar si los nuevos reglamentos de la WHG resultarán provechosos en la definición de superficies para la retención de inundaciones. En las discusiones por la determinación de regiones de inundación controlada, sigue dominando la imprudencia.

Efectivamente, la definición de áreas de retención (superficies para retener las inundaciones) aun supone largos conflictos para las autoridades hidroeconómicas. En cuanto se determinan zonas de inundación controlada, se formulan enérgicamente intereses particulares: *“¡En cualquier lugar debe haber protección contra inundaciones! Pero no precisamente en nuestra región!”* Desde el punto de vista muy comprensible de las personas afectadas, aparecen *“motivos especiales y singulares”* que deben impedir la determinación de zonas de inundación controlada para la retención de inundaciones. Éste es un ejemplo de que la administración hidroeconómica debe imponer, por su responsabilidad para la sociedad entera, medidas necesarias también contra intereses particulares. Resolver conflictos y llegar a soluciones más o menos aceptables resulta difícil y no siempre es factible.

En muchos lugares, los ciudadanos escépticos se quejan por la falta de información por parte de las autoridades. La falta de transparencia en las decisiones hace aumentar la desconfianza en los ciudadanos afectados. Asimismo, las tácticas poco acertadas seguidas por las autoridades, hacen recrudecer la resistencia. Al fin y al cabo resulta a menudo imposible imponer políticamente las planificaciones de previsión contra inundaciones como, por ejemplo, pólderes de retención y el traslado de diques.

Además, el vertido de un insecticida acarreó el envenenamiento de los peces, en un río que ya tenía un alto nivel de contaminación. La catástrofe de 1969 simbolizó el punto culminante de la contaminación del Rin. Desde la época de posguerra hasta los años 60, la contaminación de las aguas - no solamente del Rin - había aumentado continuamente.

Después de esa muerte masiva de peces, sin precedentes hasta entonces, las plantas distribuidoras de agua del Rin se transformaron en el primer "grupo de presión", e intervinieron en aras de una protección efectiva de las aguas del Rin. Las plantas distribuidoras de agua del Rin se enfrentaban al problema de tener que tratar aguas cada vez más contaminadas, con medios técnicos cada vez más complicados, para millones de personas en el curso medio e inferior del Rin.

### 3.5.2 LAS ASOCIACIONES ECOLOGISTAS Y LAS AGRUPACIONES CIUDADANAS IMPULSAN LA POLÍTICA DE PROTECCIÓN DE LAS AGUAS

La catástrofe del otoño de 1969 en el Rin, el perseverante trabajo de lobby de las plantas distribuidoras de agua alemanas y holandesas, así como el raudo incremento del interés por

los asuntos ecológicos en los años 70 llevaron a que se invirtieran miles millones de marcos en la construcción de plantas comunales e industriales de purificación de aguas residuales. Las agrupaciones ecológicas desarrollaron numerosas actividades, denunciando los vertidos de sustancias contaminantes a lo largo del Rin. Los activistas amurallaron tuberías de desagüe y ocuparon instalaciones industriales. En particular, el interés se concentró en los vertidos contaminantes de la industria química.

La prensa escrita, la radio y la televisión transmitieron las espectaculares acciones de los ecoactivistas a toda la opinión pública. La opinión pública, ya sensibilizada ante los temas de la ecología, manifestó mayoritariamente su simpatía con las actividades de las agrupaciones ciudadanas y de las asociaciones ecologistas. Las actividades de las asociaciones ecologistas se concentraron en 1983 en toda Europa, dando vida al "Tribunal internacional de aguas": en Rotterdam y ante un jurado internacional se ventilaron casos particularmente espectaculares de contaminación de aguas en Europa.

La cooperación entre los ecoactivistas y la prensa aumentaba la presión sobre los políticos. A contar del año 1976, a la zaga de la 4ª enmienda de la Ley alemana del régimen hidrológico se especificaron, por primera vez, valores límite ("*valores de control*") para los vertidos de sustancias contaminantes de numerosos ramos industriales. En el marco de la 5ª enmienda de la Ley alemana del régimen hidrológico promulgada en 1986 se hicieron mucho más severos los valores de control especificados para los diferentes ramos industriales, en particular en cuanto a las "*sustancias peligrosas*". La ordenanza marco de administración de aguas residuales de entonces definía como "*sustancias peligrosas*", en particular, los metales pesados y los compuestos orgánicos y de cloro (véase el capítulo 4.4).

### 3.5.3 LA LUCHA POR LA "TUBERÍA TRANSPARENTE DE AGUAS RESIDUALES"

Las agrupaciones ciudadanas y las asociaciones ecologistas empezaron a demandar, de forma creciente, la posibilidad de examinar las autorizaciones de explotación de recursos hidrológicos que las entidades públicas impartían. Los valores de control definidos para los que vertían sustancias contaminantes estaban especificados en los "*libros de aguas*" de las Autoridades Superiores de Aguas. En una primera etapa, la opinión pública interesada no estaba facultada para estudiar los "*libros de aguas*". Las autoridades y los responsables de las emisiones insistían en resguardar los "*datos empresariales confidenciales*". Solamente con acciones concretas y procesos judiciales se consiguió que en las leyes de aguas de los Estados federados se suprimiera el carácter secreto de los "*libros de aguas*". A pesar de que sigue habiendo restricciones, las actividades de los años 70 hasta hoy han significado un gran avance por la senda que lleva a la "*tubería transparente de aguas residuales*".

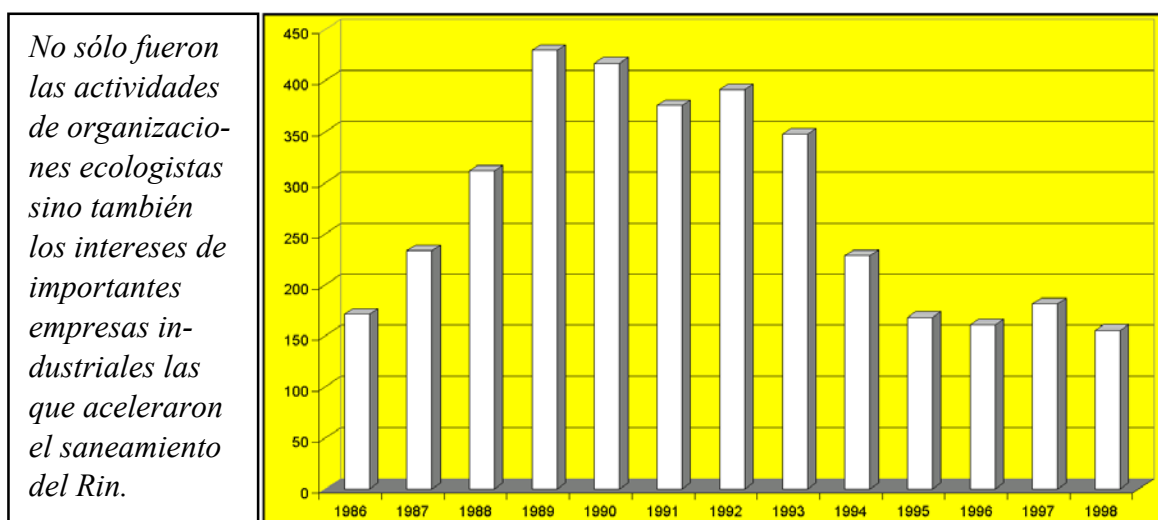
Actualmente, cuando las entidades públicas tramitan los permisos para el vertido de aguas

residuales se organiza una vista pública. De esta manera, otros usuarios de las aguas y las asociaciones ecologistas pueden estudiar, comentar y, en caso dado, criticar la documentación adjunta a la solicitud.

### 3.5.4 LA CONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS SE CONVIRTIÓ EN UN FACTOR CONTRAPRODUCTIVO PARA ALGUNOS RAMOS INDUSTRIALES

Uno de los esponsores del "Tribunal internacional de aguas" de las asociaciones ambientales europeas fue la sociedad operadora del puerto de Rotterdam. En la zona portuaria de Rotterdam se acumulaban sedimentos contaminados provenientes del Rin. La eliminación de esos sedimentos contaminados le costaba cientos de millones de florines a la sociedad operadora del puerto.

Este ejemplo muestra que la creciente contaminación de las aguas provocó una resistencia cada vez mayor de las agrupaciones ciudadanas y de las plantas distribuidoras de agua - es decir, también otros usuarios de las aguas empezaron a combatir los factores que perjudicaban sus intereses comerciales. La sociedad operadora del puerto de Rotterdam organizó con organizaciones ambientales holandesas los viajes de inspección de un barco laboratorio por el Rin. A la salida de las tuberías de aguas residuales de los principales contaminadores del Rin, el personal del barco tomó y analizó pruebas del agua.



**Ilustración 18: Inversiones del sector químico en millones de € en la protección aditiva de aguas [59]**

Haciendo referencia a los resultados de esos análisis, la sociedad operadora del puerto de Rotterdam amenazó a los responsables de la contaminación - en particular, a la industria química - con demandas judiciales por indemnización. La Unión de la Industria Química (VCI) alemana y la gran industria química suiza de Basilea firmaron a continuación un "autocompromiso voluntario" con la sociedad operadora del puerto de Rotterdam.

Con este acuerdo, la industria química se comprometió a seguir reduciendo sus emisiones contaminantes.

A ello se agrega que la alta contaminación orgánica y anorgánica del Rin también perjudicaba los intereses de la industria que usaba las aguas de esta gran corriente. Numerosas industrias asentadas a lo largo del Rin y sus afluentes utilizaban las aguas del río para refrigerar y para la producción. Además, la contaminación del Rin con calor de escape de las numerosas centrales termoeléctricas, junto con la alta contaminación orgánica, hubiera producido una falta de oxígeno completamente inaceptable.

En una primera fase, la industria llevó a la práctica la así llamada protección aditiva de las aguas, que comprende, por ejemplo, las inversiones para medidas paliativas como la construcción de plantas purificadoras de aguas residuales. A mediados de los años noventa se terminó completamente de construir la red necesaria de plantas purificadoras de aguas residuales. Sin embargo, ahora se requieren inversiones para modernizar esas instalaciones. En el futuro se forzarán las así llamadas medidas integradas en procesos, como por ejemplo la conversión de procesos de producción, o la utilización de otras materias primas con el objetivo de disminuir considerablemente la contaminación ambiental.

#### 3.5.5 EN EL CURSO INFERIOR SE BUSCA A LOS CAUSANTES DE LOS VERTIDOS CONTAMINANTES

Amplias regiones de los Países Bajos y algunas grandes ciudades como Amsterdam dependen del agua del Rin para su abastecimiento de agua potable. Por esta razón, los que viven en el curso inferior del Rin siempre han estado vigilantes ante la contaminación del río con sustancias químicas. Con este objetivo, las plantas distribuidoras de agua holandesas han desarrollado un "sistema de análisis de alta tecnología" para el control continuo del agua del Rin. De forma rutinaria, en los Países Bajos las plantas distribuidoras de agua del Rin miden docenas de sustancias contaminantes relevantes para sus objetivos. En el marco de programas especiales de medición se pueden analizar cientos de sustancias contaminantes diferentes.

En los años 70 y 80, muchos vertidos ilegales, o también accidentales, de sustancias contaminantes provenientes de fábricas alemanas fueron detectados primero en los Países Bajos. Con el transcurso del tiempo, las autoridades de administración de aguas de los Estados federados alemanes organizaron entidades que cuentan con una gran capacidad de análisis - no solamente de parámetros químicos. Con diferentes pruebas biológicas se puede constatar de forma integral la contaminación de las aguas del Rin.

**Las agrupaciones ciudadanas comprometidas impusieron procedimientos naturales de la depuración de aguas residuales**

En muchos pueblos alemanes, la depuradora de aguas servidas ya no podrá distinguirse de un biotopo húmedo. Las aguas residuales son depuradas en “*depuradoras vegetales*” por métodos económicos y que ahorran energía (véase la fig. 25 en la pág. 55). No obstante, el triunfo de las “depuradoras vegetales” sólo fue posible tras imponerse contra la resistencia pertinaz de autoridades y oficinas de ingenieros. En muchos lugares, las iniciativas ciudadanas y personas particulares comprometidas debían luchar durante largos años para imponer esta variante natural de la depuración de aguas servidas. Los ingenieros de construcción conservadores que dominaban la construcción de depuradoras en Alemania, a menudo no podían imaginarse que las aguas residuales no sólo podrán ser depuradas de manera eficaz en edificios técnicos de hormigón sino también en “*filtros vegetales del suelo*”. Dicho escepticismo inicial de los ingenieros, fue confirmado por problemas técnicos también al principio. Pero al fin y al cabo, terminaron las discusiones acerca de las “depuradoras vegetales”, considerándose éstas, mientras tanto, como procedimiento reconocido según el estado de la técnica.

La lucha por el reconocimiento de las “depuradoras vegetales” fue acompañada por las discusiones por variantes descentralizadas de la depuración de aguas servidas. A partir de los años 70, las asociaciones ecológicas y las iniciativas ciudadanas comenzaron a rechazar los grandes sistemas depuradores. Las iniciativas optaron por *soluciones descentrales*, afirmando que no más de diez pueblos debían conectarse a través de un colector principal de varios kilómetros de largo a una depuradora central. -Cada pueblo debía recibir en lo posible su propia “depuradora vegetal”. A veces, los habitantes del pueblo incluso fundaron cooperativas. Los campesinos tomaron la iniciativa, utilizando su propio parque de máquinas. Así, pues, construyeron ellos mismos, con métodos económicos, los canales y la depuradora vegetal.

Esta lucha enconada por sistemas descentralizados de desagües, finalmente quedó reflejada en la ley del régimen de agua. En la 6ª enmienda de dicha ley, se admitió en 1996 la variante descentralizada de la depuración de aguas residuales. Las variantes descentralizadas, así como economizadoras de energía y recursos del régimen hidráulico de asentamientos, también podrían ser una alternativa para la zona rural en países umbrales, de transformación y tercermundistas. Así es como las „depuradoras vegetales” son una solución ideal si se dispone de suficientes superficies a precio económico. En dichos países, las cooperativas de aguas servidas y una elevada cuota de trabajo propio, podría desembocar en soluciones económicas en el ámbito de la depuración de aguas residuales [23].

Las variantes de un régimen hidráulico para asentamientos de orientación ecológica, han sido aportadas por científicos y asociaciones ecológicas al debate por el futuro de la eliminación de aguas servidas. Al principio, el sector convencional del régimen hidráulico de asentamientos solía burlarse del circuito propuesto de flujos de sustancias nutritivas y energía en las aguas residuales, pero mientras tanto, el ámbito de los “*sistemas hidráulicos alternativos*” es considerado como uno de los campos de trabajo más prometedores en cuanto a innovaciones.

El sistema de análisis de las plantas distribuidoras de agua alemanas y holandesas, así como de las autoridades alemanas, se han ampliado tanto en los últimos años que prácticamente se puede descubrir rápidamente cualquier vertido anormal de sustancias contaminantes. Y en vista de que los responsables están obligados a guardar pruebas de sus vertidos, es casi imposible ocultar averías o accidentes que afecten al Rin. *El amplio y tupido control del Rin y sus afluentes mediante el sistema de análisis ha contribuido a que en el transcurso de las últimas tres décadas los causantes de vertidos hayan desarrollado un gran sentido de responsabilidad en cuanto a la protección de las aguas.*

El control mediante análisis del "cauce de desagüe" se complementa con otro control directamente donde el causante de los vertidos. Los funcionarios de los departamentos de aguas industriales de las Autoridades Superiores de Aguas controlan in situ los procedimientos de producción que derivan aguas residuales, así como el nivel de la protección de las aguas a nivel de la industria (véase también el capítulo 4.4 y 4.9).

El control externo se coordina con un control interno; éste lo realiza el encargado de protección de aguas de la empresa causante de vertidos. Estos encargados de protección de aguas en las empresas, que son independientes, son la "personificación del autocontrol" de la protección industrial de aguas. La institución del encargado de protección de aguas, constituida según el § 21 a y siguientes de la Ley alemana del régimen hidrológico, ha contribuido a llevar a la práctica donde muchos causantes de vertidos, de forma rápida y vinculante, las medidas que las disposiciones legales prevén para evitar o para el tratamiento de aguas residuales.

### 3.5.6 LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA

En el marco de la implementación de la AGENDA 21, numerosas comunas alemanas están tratando de institucionalizar la participación de las ciudadanas y ciudadanos interesados, así como de las asociaciones y organizaciones no gubernamentales, en la administración comunal y regional de aguas. También independientemente de la AGENDA 21 hay algunas actividades ejemplares que tienen por objeto *integrar aún más el conocimiento de la materia de las agrupaciones ciudadanas en los procesos de planificación y de toma de decisiones.*

En este contexto cabe mencionar el grupo interdisciplinario de trabajo "*regioWASSER 2005*" de Friburgo, una ciudad de aproximadamente 200.000 habitantes del suroeste de Alemania y que cruza el Rin. El objetivo del "*regioWASSER 2005*" es reunir a todos los entendidos en aguas de la región de Friburgo. El grupo de trabajo "*regioWASSER 2005*" fue constituido en febrero de 1999, y se remonta a una iniciativa de una organización no

gubernamental que actúa en el campo de la administración de aguas y de la empresa "Sociedad de abastecimiento de agua y energía de Friburgo" (FEW). Aparte de la FEW y de esa ONG, en este grupo de trabajo participan todas las autoridades relacionadas con la administración de aguas (desde la Oficina de Salud Pública, las autoridades superiores e inferiores de aguas hasta las oficinas ambientales de la ciudad y del distrito rural), así como las cátedras pertinentes de la Universidad de Friburgo (Hidrología, Paisajismo). La FEW, en su calidad de empresa regional de abastecimiento de agua, ha asumido el financiamiento de las actividades del "regioWASSER2005". El objetivo es que este grupo de trabajo - en torno al cual se han constituido entretanto varios subgrupos - *es concentrar todo el conocimiento de la materia en el campo de la administración de aguas de la región*. En los subgrupos de trabajo no solamente se estudia la historia del abastecimiento de agua y del tratamiento de aguas residuales en la región, sino que su tarea es también elaborar un *modelo sostenido de administración de aguas* (incluyendo la protección de la naturaleza acuática) para la gran región de Friburgo.

### **¿Qué es la Agenda 21?**

En 1992, 178 Estados habían firmado en Río de Janeiro la llamada Agenda 21 como programa de acción global para un desarrollo ecológicamente sostenible. Declararon abogar por más justicia entre las naciones y por la protección de las bases de vida naturales para ésta y la futura generación.

La Agenda 21 es un programa de acción para un desarrollo sostenible y asegurador del futuro en la comunidad, la economía y el medio ambiente. Se llama a todos los gobiernos de los Estados del mundo y hasta las administraciones municipales a desarrollar planificaciones y medidas para el objetivo del sostenimiento y de la justicia.

#### **4. SOBRE EL NIVEL Y LAS EXPERIENCIAS DE HIDROECONOMÍA EN ALEMANIA - CASOS EJEMPLARES**

A continuación, a la luz de algunos ejemplos prácticos que quizás tengan un carácter modelo para otros países se dará una visión de conjunto de los instrumentos y mecanismos de trabajo de la hidroeconomía en Alemania.

El lector atento constatará que Alemania - hoy un país industrial "maduro"- tuvo inicialmente los mismos problemas hidroeconómicos que hoy afectan, generalmente, a los países en desarrollo y a los países emergentes: es necesario mejorar el tratamiento de aguas residuales con el fin de proteger los recursos hidrológicos naturales, no en último lugar para asegurar un abastecimiento de agua que, cada vez menos, puede satisfacer la creciente demanda. El financiamiento, y sobre todo el refinanciamiento de las inversiones necesarias mediante tarifas que cubran realmente los costos será difícilmente realizable ante el trasfondo de la situación socio-política, y la crónica falta de cobertura en el sector hidrológico acarrea la ruina de redes e instalaciones. A diferencia de antaño, hoy se dispone de tecnologías hidrológicas de alto rendimiento y, comparativamente, de costos bajos que permiten una alta eficiencia. Sin embargo, son más bien los factores organizativos e institucionales los que limitan el éxito alcanzable.

Primeramente se expondrán los más recientes desarrollos para determinar la demanda de agua mediante una gestión activa de la demanda (capítulo 4.1). En el capítulo 4.2 se presenta un ejemplo práctico de abastecimiento de agua a la luz de los lagos "Halterner Seen", donde se practica una protección cooperativa de los recursos naturales. El tratamiento comunal de aguas residuales - incluyendo la problemática de costos - se tratará en el capítulo 4.3 a la luz del ejemplo de la ciudad de Königsbrück, mientras que el capítulo 4.4 se ocupa de las soluciones complejas para la industria. El capítulo 4.5 presenta las medidas y logros alcanzados en la reducción de sustancias nutritivas, un proyecto que tiene repercusiones en varios campos. A continuación, en el capítulo 4.6 se expone la represa de Leibis-Lichte, un ejemplo ilustrativo de cómo se debe preparar la planificación e implantar grandes proyectos en un Estado federal y democrático. El capítulo 4.7 expone el desarrollo histórico y la situación actual de la explotación integral del Ruhr. La dimensión internacional y los programas transnacionales para grandes regiones fluviales se expondrán a la luz del Rin (capítulo 4.8).

## 4.1 LA DEMANDA DE AGUA - UN CONCEPTO EN TRANSFORMACIÓN\*

*El análisis y el pronóstico de la demanda de agua son tareas fundamentales que determinan la planificación, la construcción y la operación de sistemas hidrológicos. Éstos han sido concebidos de tal manera que puedan cubrir la demanda calculada. Gracias a mejores tecnologías de explotación de los recursos hidrológicos - empezando con las griferías, pasando por determinados aparatos hasta sistemas integrales de reciclaje - se puede reducir considerablemente el consumo de agua sin tener que sufrir una pérdida inadmisible de confort. Por esta razón, la estrategia de planificación que hasta ahora se centraba únicamente en la oferta debe ser completada por un componente centrado en la demanda. Mediante este nuevo y diferenciado concepto se pueden conseguir ventajas económicas a favor de los consumidores de agua, combinándolas con oportunidades de desarrollo para las empresas de abastecimiento de agua - junto con una disminución de la contaminación ambiental gracias a la reducción de las aguas residuales.*

\*AUTOR: **Dr.-Ing. Harald Hiessl**

(completado por el editor)

Director del Departamento Técnica y  
Economía del Medio Ambiente

Fraunhofer Institut für Systemtechnik  
und Innovationsforschung (ISI)  
(Instituto de Técnica de Sistemas y  
Estudios de Innovación, ISI)

Breslauer Straße 48  
D - 76139 Karlsruhe

Tel.: +49/ 721/ 68 09- 115

Fax: +49/ 721/ 689 152

<http://www.isi.fhg.de>

e-mail: [hh@isi.fhg.de](mailto:hh@isi.fhg.de)

El ISI completa el espectro científico-técnico de la Fraunhofer Gesellschaft en cuanto a aspectos económicos y sociales. Los equipos interdisciplinarios del Instituto centran su atención en los campos Energía, Medio Ambiente, Producción, Comunicación y Biotecnología.

### 4.1.1 INTRODUCCIÓN

El agua desempeña un papel central para numerosas formas de explotación económica, así como en el sector público y privado. Los sistemas centrales de abastecimiento de agua y de tratamiento de aguas residuales - surgidos en los países industrializados, que cuentan con cuantiosos recursos hidrológicos - tienen una larga tradición y, por esta razón, a menudo están basados en conceptos básicos que se han mantenido sin modificación durante mucho tiempo. Ello a pesar de la evolución de las exigencias que deben encarar como de las modernas posibilidades tecnológicas.

De conformidad con la Ley alemana del régimen hidrológico (WHG) las aguas deben ser explotadas de tal manera que se incremente el bienestar general y, sin perjudicarlo, puedan ser aprovechadas para fines individuales. Asimismo, la ley prescribe que se debe omitir

cualquiera contaminación evitable (§1a (1) WHG). Por tal motivo, todos están llamados a evitar la contaminación de los recursos hidrológicos, y a no dilapidarlos (§1a (2) WHG).

El llamado explícito del legislador a no solamente ahorrar agua, sino que también a evitar la generación de aguas residuales, significa emplear eficientemente el recurso natural "agua" como Input para numerosos procesos de explotación en la industria, la agricultura, en el sector público y en los hogares. De esta manera, se pueden reducir los costos y preservar el entorno natural. El postulado de crear más beneficio con menos recursos ("creating more value with less impact") fue desarrollado en el marco del concepto de ecoeficiencia del World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2000)\*, y combina la eficiencia económica con la ecológica.

Aunque Alemania tiene grandes reservas de agua y no existe un motivo urgente para ahorrar este recurso, para este objetivo se han desarrollado y aplicado exitosamente en el país nuevos conceptos y tecnologías. Las causas han sido un esfuerzo amplio para aumentar la eficiencia y la profunda convicción general de que es necesario reducir el consumo de agua. No obstante, precisamente allí donde el agua y los recursos económicos no están disponibles, por ejemplo en regiones áridas, en países en desarrollo y emergentes, se podrían aprovechar las experiencias de Alemania en este campo.

#### 4.1.2 EL CONCEPTO "DEMANDA DE AGUA"

De conformidad con la Norma Industrial Alemana (DIN) 4046, la *demanda de agua* es un *parámetro* con el que las empresas de abastecimiento de agua deben calcular las dimensiones de sus instalaciones de abastecimiento. Este parámetro representa el volumen de agua necesario para una determinada región en un período determinado de tiempo, y puede ser desglosado en agua potable, agua para procesos industriales y para el regadío.

En orden a determinar la demanda de agua es necesario considerar la situación local. En vista de las - en parte - considerables diferencias de las estructuras de abastecimiento y demanda, así como los diferentes objetivos de los usuarios, se debe determinar por separado la demanda de los distintos grupos de consumidores. Generalmente se diferencia entre demanda doméstica, de la industria y de la agricultura. Asimismo, se deberán considerar la

---

\* El WBCSD es una organización internacional de más de 120 empresas de 20 ramos diferentes que operan a escala global en 34 países. Sus miembros se han comprometido a implementar un desarrollo sostenible, guiados por el espíritu de la Conferencia del Medio Ambiente de Río de Janeiro de 1992.

demanda de agua para extinguir incendios y, asimismo, las pérdidas en la red de distribución.

Una estimación realista de la demanda total de agua y de sus componentes presupone un análisis de las características de consumo de los diferentes grupos de usuarios, así como la estimación de la situación futura, por ejemplo:

- Cantidad de habitantes/consumidores y la evolución demográfica,
- hábitos de los consumidores y nivel de vida de la población, en especial el equipamiento de edificios y viviendas con baños, retretes, retretes de pared para orinar y otros aparatos y griferías que influyan en el consumo,
- término medio de habitantes por unidad habitacional, así como su presencia y ausencia temporal (por ejemplo huéspedes de hoteles, sanatorios, vacacionistas, regimientos, otros tipos de alojamiento y lugares de trabajo),
- volumen del abastecimiento propio e individual,
- factores climáticos y meteorológicos, como nivel, distribución y duración de las precipitaciones, temperaturas medias anuales, temperaturas máximas veraniegas, humedad ambiental y evaporación,
- tipo de urbanización y construcción, tamaño de terrenos (casas unifamiliares o plurifamiliares), tamaño de jardines y superficies verdes,
- dimensión de la red de canalización,
- demanda de agua de las entidades públicas,
- tipo, cantidad y demanda de agua de empresas industriales pequeñas y medianas,
- demanda de agua de viveros de plantas para jardines, generalmente altas
- cantidad de ganado de las empresas agropecuarias, y volumen del regadío necesario para las superficies agrícolas,
- arancel de abastecimiento de agua (sistema de tarifas),
- monto de las contribuciones/precio por agua, o
- demanda de agua de extinción de incendios, dependiendo de los riesgos materiales y personales, así como del peligro de la extensión de incendios.

Debido al considerable número de factores *inseguros* que influirán en el desarrollo futuro, es difícil postular una estimación fiable de la demanda de agua, especialmente cuando se supone una duración media de explotación de la red de distribución de entre 40 a 80 años. A menudo, los pronósticos errados en cuanto a la capacidad necesaria se pueden corregir únicamente con enormes trabajos y costos. A ello se agrega la dificultad de que algunos factores influyen a corto plazo en el consumo (por ejemplo los factores meteorológicos, la urbanización de nuevas superficies), mientras que otros tienen una repercusión a largo plazo (por ejemplo los factores climáticos, la evolución demográfica), de tal manera que esos factores se potencian o se compensan mutuamente.

Para los períodos de planificación que se consideran aquí se deben observar los posibles *cambios climáticos*. Un cambio del clima significa al mismo tiempo que se modifican las características estocástico-estadísticas de los procesos meteorológico-hidrológicos. Así por ejemplo, según la estación del año cambia la distribución de las precipitaciones y de las temperaturas. De esta manera, los datos estadísticos recopilados en el pasado pierden su validez, puesto que los procedimientos actuales de cálculo de instalaciones de abastecimiento y de purificación parten de la base del así llamado "supuesto estacional", que postula que las características estocástico-estadísticas de los parámetros y procesos meteorológicos y climáticos no cambian con el tiempo.

Una consecuencia clave de este postulado es que la aplicación de los procedimientos de cálculo ya no es tan segura desde una perspectiva teórica, y que los cálculos así obtenidos ya no son tan fiables.

### **Cambio del paradigma**

Los principios actuales del abastecimiento de agua, de la eliminación de aguas residuales y del drenaje de urbanizaciones en los países industriales surgieron hace más de 100 años, siendo sumamente exitosos con vista a los objetivos económicos y higiénicos originales.

En los debates por una economía hidráulica sostenida y un uso ecológico-eficaz del recurso agua, se va perfilando un cambio de paradigmas que facilita a la vez el uso conveniente de éstas y futuras opciones para un abastecimiento de agua y una evacuación de aguas servidas. Dicho cambio podrá caracterizarse como sigue:

- En el viejo paradigma, la *demanda del agua* es un concepto “definido por la oferta”, es decir, que refleja el punto de vista de las empresas abastecedoras de agua que se orienta en primer lugar en las preguntas de un concepto que cubre la demanda y de una explotación de las instalaciones de abastecimiento de agua. Hoy, los aspectos “definidos por la demanda”, es decir, el punto de vista de los usuarios del agua y, con ello, los aspectos de la gestión de la demanda, van cobrando una mayor importancia. Esto también corresponde a que la demanda de agua en el viejo paradigma fue, en primer lugar, una cuestión de la cantidad de agua de una determinada calidad, mientras que la demanda representa hoy un concepto polifacético que abarca aspectos cuantitativos y cualitativos del uso.
- Todos los *usos* del agua estaban destinados a un uso único del agua con evacuación subsiguiente. El sistema fue concebido como sistema de paso. Esto aún tiene validez hoy en día para el ámbito municipal. En medida creciente y nuevamente gracias a una aplicación sistemática en el sector industrial, las tecnologías descentralizadas conciben y realizan usos múltiples del agua, así como sistemas de circulación que encierran ventajas económicas.

*Cambio del paradigma (continuación)*

- Las *aguas pluviales* y las *aguas residuales* solían considerarse más bien como “cargas” que debían descargarse en lo posible directamente o bien después de una depuración más o menos intensiva a los cauces de desagüe. Hoy en día, se va imponiendo la comprensión de que tanto las aguas pluviales como las servidas representan un recurso valioso (actualmente, sobre todo, en el ámbito industrial).
- En el viejo paradigma debían llevarse a la práctica efectos de escala mediante grandes y centralizados *sistemas de infraestructura* del abastecimiento de agua y de la evacuación de aguas residuales. Se aprecia mientras tanto que en muchos sistemas descentralizados, ya no existe extensión espacial óptima, debiendo optarse, en determinados casos y desde un punto de vista económico y ecológico, por conceptos descentralizados y de reducido espacio.
- Mientras en el viejo paradigma predominaba la *separación institucional* de abastecimiento de agua y eliminación de aguas servidas, el nuevo paradigma pone la mira en las posibilidades sinergistas de una solución integrada por instituciones. En el futuro podrán integrarse, aparte de los sectores hidráulicos, también otros sectores de la industria de abastecimiento/eliminación para desarrollar otros potenciales sinergistas.
- El viejo paradigma trataba de reducir ampliamente, mediante soluciones estándares, la *variedad de los sistemas técnicos*. Contrariamente a ello, el nuevo paradigma centra su atención en grado mayor en las soluciones específicas de problemas, incluyendo de manera encauzada también soluciones desde fuera del sistema de innovaciones convencionales del régimen hidráulico urbanista para llegar a soluciones flexibles y eficaces en cuanto a los recursos que son fáciles de adaptar a diferentes condiciones marco, permitiendo asimismo integrar los posibles adelantos técnicos del futuro.
- La idoneidad para innovaciones de las *condiciones marco* no fue tema de importancia en el viejo paradigma, dado que el abastecimiento de agua y la evacuación de aguas residuales funcionaban ampliamente como monopolios territoriales. Tanto por motivos de gastos como también por los de un efecto sostenido, el nuevo paradigma atribuye gran importancia a la creación de condiciones marco que fomentan la innovación y la competencia.
- El *público*, a saber en primer lugar los hogares privados en el abastecimiento del agua y la evacuación de aguas residuales, desempeñaba un papel pasivo-receptor en el viejo paradigma. Esto se puso de manifiesto por el hecho de que el contacto con los clientes de la mayoría de las empresas del agua fue desarrollado a través de un departamento de “relaciones públicas” que centraba su atención, sobre todo, en la política y los medios. En el nuevo paradigma, los hogares privados desempeñan un papel cada vez más activo, siendo percibidos como “clientes”. Esto se pone de manifiesto por el hecho de que las empresas abastecedoras están más interesadas en un diálogo y en la inclusión de sus clientes, a la hora de mejorar sus servicios de abastecimiento.

Las *inversiones* que se efectúan en Alemania para el abastecimiento público de agua subrayan la importancia de una estimación lo más precisa posible de la demanda de agua. Considérese que en la media de los últimos 10 años se invirtieron anualmente cerca de 2,5 mil millones de euros en la ampliación y renovación del abastecimiento público de agua. Según estimaciones de la Unión de la Industria del Gas y del Agua ([www.bgw.de](http://www.bgw.de)), en 1999 aproximadamente el 61 % de estos fondos fueron destinados a la red de tuberías, el 18 % a las instalaciones de purificación y un 6 % a los depósitos de agua potable. Por esta razón, los cálculos equivocados de la demanda de agua cuestan mucho dinero.

Las redes actuales de distribución de agua fueron planificadas antaño considerando una creciente demanda de agua. Sin embargo, ese aumento no se produjo, entre otras causas en vista del *desarrollo tecnológico*. A modo de ejemplo mencionemos los lavavajillas y lavadoras de bajo consumo de agua, el retrete con el mecanismo de bajo consumo, el retrete de pared para orinar, los cabezales de duchas y griferías especiales en el ámbito doméstico, pero también la creciente utilización de agua de lluvia y de agua gris. En la industria se han impulsado, sobre todo, las tecnologías de bajo consumo de agua, los circuitos cerrados de recursos hidrológicos o, incluso, la sustitución del agua en los procesos de producción.

Las medidas que las empresas de abastecimiento de agua han tomado para reducir las pérdidas en la red de tuberías - que actualmente se elevan a aproximadamente el 9 % (véase la ilustración 13) - han fortalecido ese efecto.

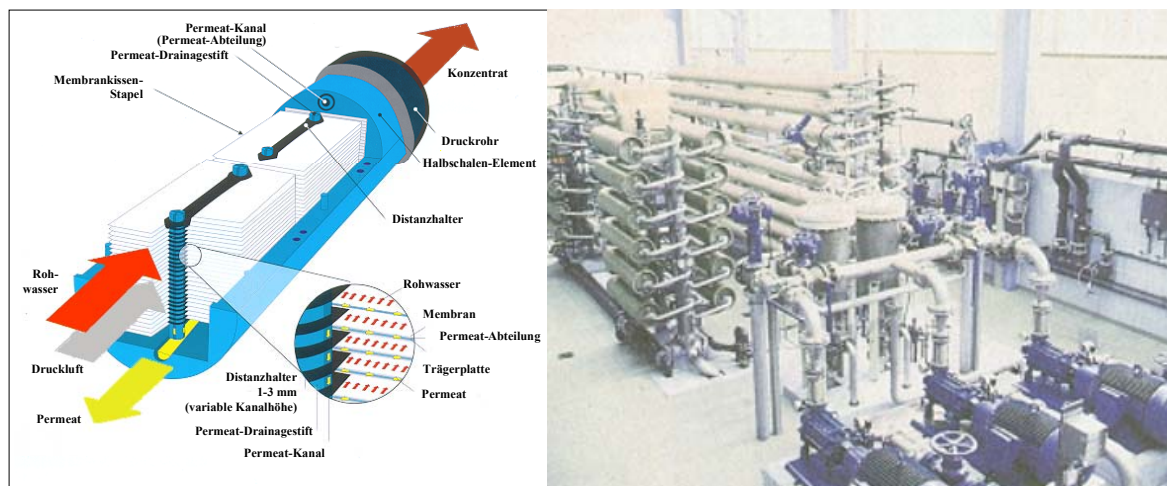
Debido al potencial exceso de capacidad del abastecimiento público de agua, el agua potable permanece a veces mucho tiempo dentro de la *red de distribución*. Para evitar la contaminación con sustancias químicas, la contaminación física o microbiológica del agua es necesario tomar medidas para asegurar su calidad y, a veces, para desinfectar el agua potable.

#### 4.1.3 EJEMPLOS PRÁCTICOS DE SOLUCIONES INNOVADORAS

La intensa actividad innovadora en todos los campos de la industria acarrea un mejoramiento continuo de las *tecnologías* convencionales, así como un rápido incremento de las nuevas tecnologías. Aunque la mayoría abrumadora de esas innovaciones no fue desarrollada originalmente para la hidroeconomía, muchas de ellas tienen grandes posibilidades de aplicación en el sector hidrológico.

Un buen ejemplo es la tecnología de las membranas, cuyo desarrollo fue impulsado, sobre todo, por diferentes aplicaciones en la farmacia y la química. Una posible aplicación de esta tecnología podría ser la osmosis inversa (nanofiltración o microfiltración). Otros

ejemplos son las innovaciones en la técnica de sensores, de la información y comunicación, así como en la biotecnología y la ingeniería genética. De esta manera, ha surgido un gran número de opciones para bajar los costos de la hidroeconomía, dándole además un carácter más ecológico y sostenible.



**Ilustración 19: A la izquierda un sistema modular de membrana plana, a la derecha una instalación de membrana [15] [40]**

Ello comienza con griferías y aparatos modernos, y abarca hasta sistemas complejos, tal como se muestra en los ejemplos siguientes.

Según la construcción y equipamiento, el consumo de agua de las griferías de palanganeros y duchas puede oscilar considerablemente. Sobre todo los sistemas con dos grifos para regular el agua caliente y la fría están anticuados, puesto que se necesita mucho tiempo para alcanzar la temperatura deseada, y a menudo es necesario reajustar el mecanismo. Si solamente se dispone de ese sistema, casi nadie se da el trabajo de cortar el agua cuando se está lavando el pelo, por ejemplo. Esas griferías debieran ser cambiadas rápidamente por *grifos combinados* que regulan simultáneamente el agua caliente y la fría. Los grifos combinados tienen la ventaja de que la regulación es más rápida; además, de una sola vez se puede cortar y dar el agua, sin que cambie la temperatura deseada.

Muchas griferías de calidad tienen un *mecanismo integrado que limita la cantidad de agua*, en orden a reducir el flujo de agua a 6 litros por minuto en el caso de los palanganeros - sin que disminuya el confort. Y utilizando termostatos se puede reducir el consumo de agua hasta en un 50 %. Estos sistemas utilizan la cantidad precisa de agua fría para enfriar el agua caliente a la temperatura deseada. De esta manera, se compensan las fluctuaciones de presión y de temperatura en la red de distribución de agua, sin que el usuario se percate de ello. Los termostatos de alta calidad garantizan una regulación exacta de la temperatura, aunque la temperatura inicial sea mínima. Independientemente de las interrupciones del termostato, el agua fluye con la temperatura exacta.

La nueva generación de *termostatos* sólo permite el paso de un volumen de agua inferior en cerca de un 50 % al volumen de las griferías convencionales. Como en los reguladores de temperatura, estos sistemas tienen un bloqueo de la palanca para regular la cantidad, impidiendo así un consumo mayor. Apretando un botón se puede desbloquear el sistema, de tal manera que fluya toda el agua (Asociación central de la técnica sanitaria, de calefacción, clima, frío y fontanería, SHK; <http://www.zvshk.de>).

Una reducción apreciable del consumo de agua y una rápida amortización se obtiene con las *griferías sanitarias que se conectan automáticamente*, que se utilizan sobre todo en edificios de la administración e instituciones públicas. Estos efectos también los alcanzan las griferías de cierre automático en los baños públicos e instalaciones deportivas, así como los retretes de pared para orinar en instalaciones públicas, restaurantes y edificios de la administración pública.

También el consumo de agua de *lavavajillas y lavadoras* ha disminuido considerablemente en los últimos años. Mientras que a mediados de los años ochenta las lavadoras tenían un consumo de entre 100 y 120 litros por lavado, los modelos actuales consignan un consumo de entre 39 y 72 litros por lavado con el programa para ropa de color, con una temperatura que fluctúa entre los 40 °C y los 60 °C. También el consumo medio de agua de los lavavajillas se redujo a 17 litros por lavado, y los aparatos de mínimo consumo utilizan solamente 15 litros por lavado. La reducción del consumo de agua repercute de inmediato disminuyendo los costos de energía, puesto que se reduce la cantidad de agua que se debe calentar.

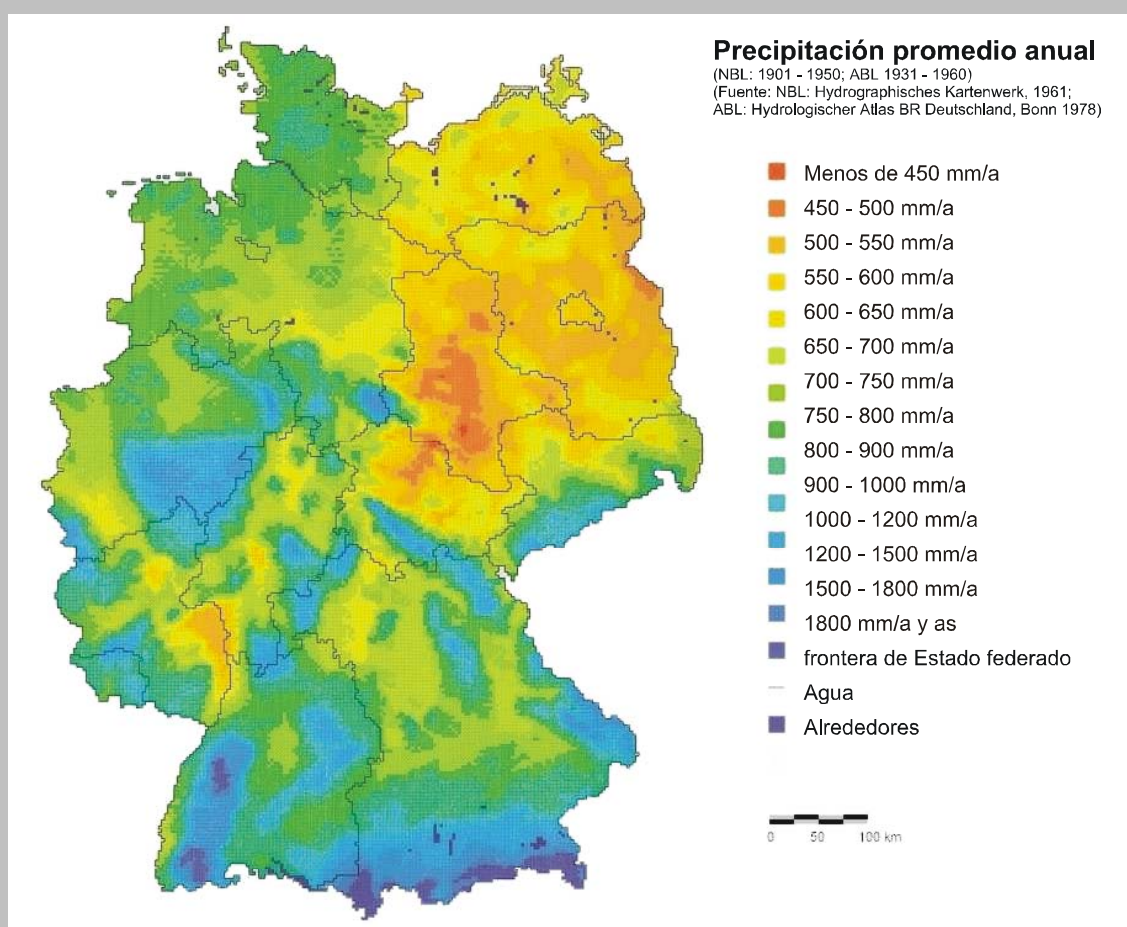
Aunque la idea de recolectar agua de lluvia en depósitos para utilizarla en los períodos de sequía es tan antigua como la cultura humana misma, y aunque en todo el mundo se utilizan cisternas para compensar los períodos de lluvia y de sequía, durante mucho tiempo no se utilizó en Alemania el *agua de lluvia*. A la zaga de una creciente conciencia ambiental y de los esfuerzos acometidos para reducir el consumo de los recursos naturales, se empezó a utilizar el agua de lluvia y, también, el agua industrial. No obstante, en vista de que Alemania es un país húmedo (véase el recuadro) cuya oferta natural de agua es, generalmente, suficiente, la utilización de agua de lluvia y de agua industrial fue objeto de controvertidas discusiones debido a los riesgos higiénicos e ecológicos que implica. Por esta razón, la exposición de las experiencias en Alemania y de las técnicas desarrolladas en el país no significa que puedan ser transportadas automáticamente a otros países; más bien, la exposición de esos instrumentos y técnicas podría dar sugerencias para la solución de casos problemáticos en otros países.

Solamente desde hace 15 años que el agua de lluvia se está utilizando de forma creciente para sustituir el agua potable y para hacer funcionar los retretes, por ejemplo.

### Uso de aguas pluviales

El mapa muestra que Alemania es un país rico en agua. Ésta no escasea. Casi por doquiera hay abundante agua potable. A pesar de ello, se van perfeccionando constantemente las instalaciones de uso de aguas pluviales ([www.fbr.de](http://www.fbr.de)). Esto se debe al deseo de muchos, también por motivos éticos, de manejar los recursos naturales de manera responsable y económica, incluso si hay una oferta suficiente de agua en casi todas las regiones de Alemania y durante todo el año.

Desde el punto de vista de las empresas abastecedoras de agua, con suficientes reservas de capacidad y seguridad, el uso de las aguas pluviales es problemático dado que los elevados gastos fijos del abastecimiento de agua potable pueden aplicarse a cada vez menos m<sup>3</sup> de agua vendida. Esto significa que debe aumentar la tarifa del agua para todos los consumidores (incluso para los que aprovechan las aguas pluviales). Dado que las tarifas para la evacuación de aguas servidas suelen liquidarse sobre la base del volumen consumido de agua, asimismo deben aumentar en caso de una disminución del consumo de agua potable las tarifas de evacuación del agua servida por m<sup>3</sup>, permaneciendo igual el volumen de aguas residuales (dado que también las aguas pluviales utilizadas terminan como aguas servidas en el alcantarillado) [1].

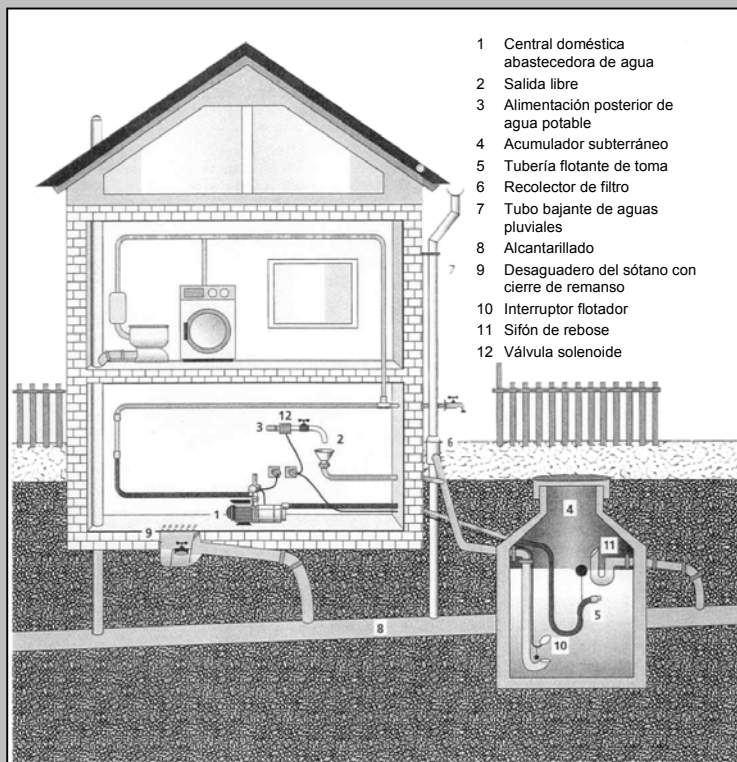


**Ilustración 20: Mapa de precipitaciones de Alemania [51]**

La situación es diferente si el agua subterránea o de superficie no es suficiente en cuanto a cantidad o calidad o si hay poca capacidad técnica de instalación, especialmente en zonas de aglomeración y países en vías de desarrollo y umbrales. Allí, el uso de aguas pluviales puede suponer un alivio ecológico, siendo asimismo económicamente conveniente.

El diagrama esquemático muestra los componentes principales de una instalación de uso de aguas pluviales. Es muy importante cuidar de que no llegue agua pluvial, posiblemente contaminada, a la red de abastecimiento de agua que sólo debe contener agua potable de alta y asegurada calidad.

Depende de cada caso individual si el uso de las aguas pluviales es ecológicamente provechoso. El ahorro del agua potable permite ahorrar asimismo energía, sustancias químicas y otros recursos. Por otro lado, también la instalación de uso de aguas pluviales exige un uso inevitable de materiales y energía [6].



**Ilustración 21: Principio de funcionamiento de instalación de agua pluvial con acumulador [2]**

La técnica para aprovechar el agua de lluvia para los retretes ha alcanzado en los años pasados un alto nivel técnico, además de un alto grado de seguridad funcional. De esta manera, un creciente número de comunas subvenciona la construcción de instalaciones para aprovechar el agua de lluvia.

Un buen aprovechamiento del agua de lluvia se constata, por ejemplo, en las diez instalaciones sanitarias públicas de Hamburgo, en el aeropuerto de Francfort del Meno y en la Radiodifusora de Hesse, en los estudios de cine y televisión de la UFA en Berlín, en el

parque de la comuna de Weil y en una instalación para lavar vehículos en Überlingen. Las condiciones típicas que deben existir son: grandes techos y un consumo de agua regular, en lo posible, durante todo el año. Esta técnica permite una considerable reducción del consumo, especialmente en entidades empresariales (por ejemplo centros comerciales, instalaciones deportivas, parques de vehículos).

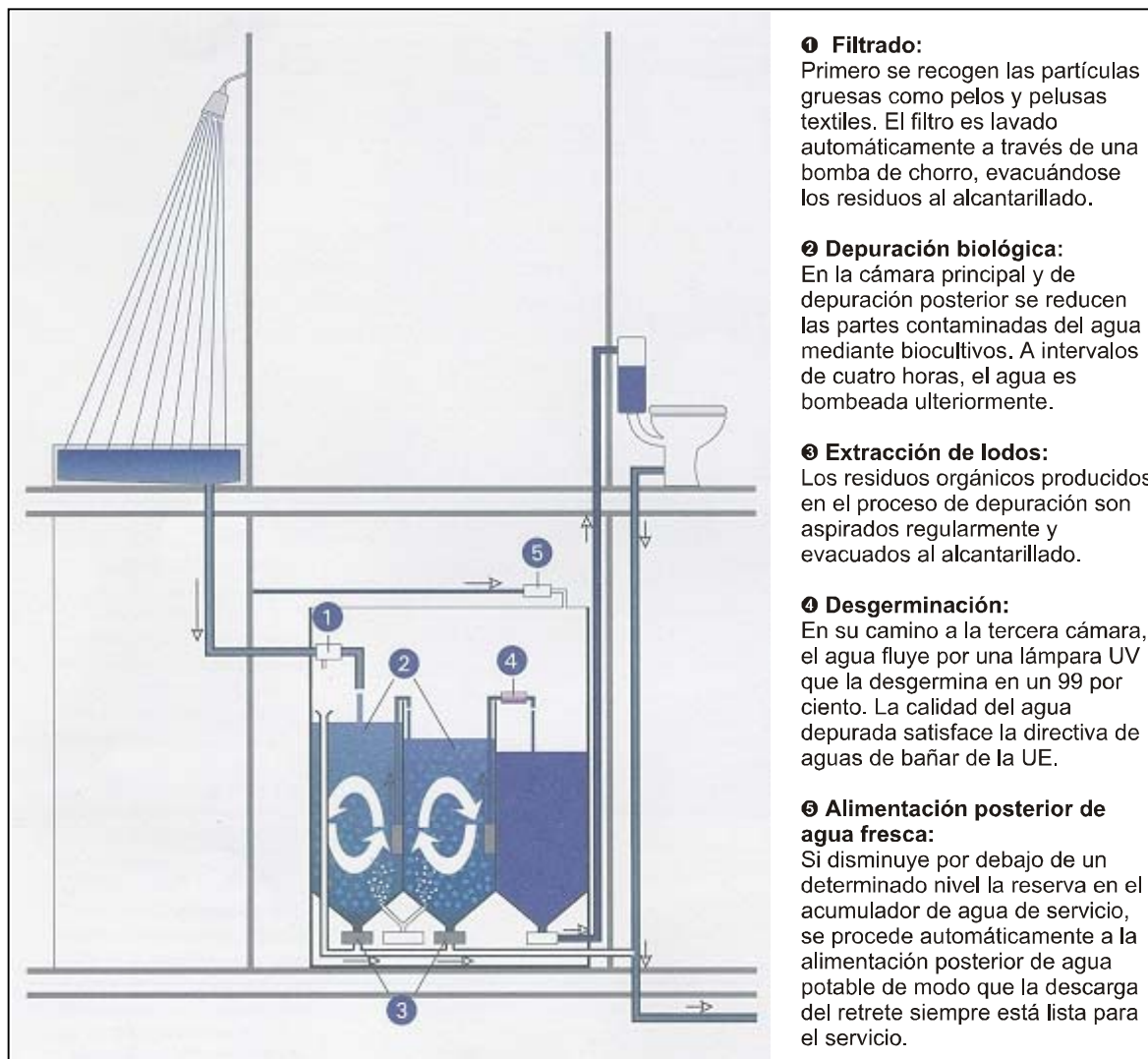
La ciudad de Bonn (310.000 habitantes) aumentó a comienzos de 1996 las contribuciones por el uso de la planta pública de tratamiento de aguas residuales (estatutos de la canalización), con el fin de fomentar el uso del agua de lluvia, la absorción de agua de lluvia, el restablecimiento de superficies naturales y las superficies verdes en los techos. En Bonn, las contribuciones por aguas residuales se componen de una contribución por agua de lluvia y por aguas sucias (sistema arancelario "desglosado"). Ello significa que los propietarios de inmuebles pueden ahorrar hasta el 50% de las contribuciones por agua de lluvia si en la vía de acceso a sus garajes y en las sendas del terreno aplican revestimientos permeables al agua, si mediante superficies verdes en los techos reducen la cantidad de agua de lluvia que se escurre, y si construyen instalaciones tipo sumideros (incluso pequeñas lagunas) para aprovechar el agua de lluvia. Muchas otras comunas aplican programas similares, por ejemplo en el marco de un proyecto de investigación del Ministerio Federal de Educación, Ciencia, Investigación y Tecnología [36].

La ciudad de *Francfort del Meno* (654.000 habitantes) se había fijado en 1992 la meta de reducir el volumen de agua que debía captar en regiones alejadas - mediante la racionalización del consumo doméstico, público e industrial. Tomando como base el consumo de agua potable de los años 1991/92, el objetivo ha sido - con una amplia campaña publicitaria - conseguir a más tardar el año 2000 una reducción del consumo en un 20 % (mediante nuevos hábitos de consumo, modernizando las instalaciones de ahorro de agua y griferías, con contratos para el ahorro de agua, etc.). Con un programa de subsidios se fomentó el uso de agua de lluvia para los retretes, para lavar la ropa y para regar jardines privados (de casas unifamiliares o plurifamiliares).

Además de la sustitución de agua potable por agua de lluvia, el agua para fines operativos que se obtiene del *agua gris* doméstica es cada vez más importante.

El agua gris es el agua sucia proveniente de bañeras y duchas, del palanganero y de la lavadora. En un hogar con bajo consumo de agua, diariamente se producen cerca de 60 litros de agua gris por persona. En vista de que el agua gris se produce diariamente en cada hogar, casi en la misma cantidad e independientemente de las condiciones climáticas - a diferencia del agua de lluvia -, es un recurso continuamente disponible. El agua gris no es muy sucia, no tiene restos de excrementos, ni de grasas ni de sustancias sólidas, tiene una baja

contaminación bacteriológica y, además, tiene un contenido térmico utilizable. Las primeras instalaciones para explotar el agua gris ya están en funcionamiento en algunos hogares y hoteles, excluyendo casi completamente cualquier riesgo higiénico para los usuarios.



**Ilustración 22: Esquema funcional de una instalación casera de agua gris [25]**

El agua gris depurada puede servir para hacer funcionar los retretes, para regar y para limpiar. Actualmente se está estudiando si es idónea para lavar ropa.

Una posibilidad de mayor alcance es utilizar el agua gris para regar las superficies verdes en los techos de casas para una o dos familias. Reteniendo el agua de lluvia, que en su mayor parte se evapora en la superficie verde del techo, se evita que el agua de lluvia llegue a la canalización. Al mismo tiempo, utilizando el agua gris (por ejemplo para los retretes) el consumo doméstico diario per cápita de agua potable se reduce en, por lo menos, un tercio.

Los hoteles y las instalaciones públicas (instalaciones deportivas, piscinas, albergues y hogares de la tercera edad) producen regularmente cantidades relativamente considerables de agua gris. Hay ejemplos prácticos en muchos hoteles, edificios de la administración pública, instalaciones universitarias, etc. De esta manera, la instalación de tratamiento de agua gris montada en 1996 en el Hotel Arabella-Sheraton de 4 estrellas (400 camas), en la ciudad de Offenbach, se habrá amortizado probablemente en siete años.

En la urbanización ecológica de *Flintenbreite* en la ciudad de Lübeck (uno de los proyectos urbanísticos presentados en la exposición universal EXPO) se llevó a la práctica un proyecto innovador. Esta urbanización que tiene una superficie de 5,6 hectáreas con 12 casas adosadas de dos en dos y 45 casas pareadas, así como apartamentos, se destaca por que fue construida con materiales ecológicos y, sobre todo, por el sistema integrado de gestión de energía, de aguas residuales y de desperdicios. Este sistema apuesta por los circuitos cerrados de recursos.



**Ilustración 23: Depuradora vegetal [22]**

El revolucionario tratamiento de las aguas residuales comprende, junto al ahorro de agua, el aprovechamiento de sustancias nutritivas y unidades de energía. De esta manera, este proyecto se guía por los objetivos de una moderna explotación de recursos que apuesta por su aprovechamiento en el área local, reduciendo el consumo de recursos naturales y evitando desde un principio las contaminaciones ambientales. Este concepto integral de energía y aguas residuales prevé la recopilación y el tratamiento separado de agua de lluvia, del agua gris (aguas residuales sin excrementos, de la ducha, cocina, etc.) de las así llamadas "aguas negras" (aguas residuales de los retretes) y de los desperdicios biológicos (desperdicios orgánicos). El agua de lluvia es absorbida directamente por el suelo de la urbanización. Por su parte, el agua gris se depura en instalaciones depuradoras vegetales, que apenas producen olores, para llevarla nuevamente al circuito hidrológico natural.

Las aguas negras, recogidas con un sistema al vacío que ahorra agua, se utilizan junto con los desperdicios orgánicos para producir biogas, con el que se alimenta la planta de cogeneración de la urbanización. De esta manera, la urbanización "Flintenbreite" produce el 60 por ciento de la energía eléctrica que consume anualmente. Aplicando esta tecnología moderna, las emisiones de CO<sub>2</sub> se reducen en cerca de un 90 % y los costos operativos en aproximadamente un 30 % en comparación a las urbanizaciones convencionales ([www.flintenbreite.de](http://www.flintenbreite.de)).

Las tecnologías descentrales que cada vez más se utilizan en los hogares y la industria para hacer más eficiente el aprovechamiento de agua son, a menudo, complejas y requieren un mantenimiento profesional. Junto con las instalaciones utilizadas en edificios para producir calor (calefacción, calentamiento de agua, instalaciones solares, bombas térmicas), para producir electricidad (sistemas fotovoltaicos, en el futuro también pilas de combustible), los sistemas de iluminación y los sistemas de ventilación, las tecnologías hidrológicas forman parte de una técnica doméstica que se vuelve cada vez más compleja.

En este campo, las empresas abastecedoras de agua pueden - probablemente junto con las empresas abastecedoras de gas - instalar redes conjuntas de comunicación a distancia, por ejemplo para leer los contadores, así como para controlar y hacer diagnósticos de los sistemas. De esta manera, podrían mejorar sus servicios al cliente. Esa infraestructura de comunicación es una condición indispensable para crear nuevos servicios y para poner a disposición nuevas tecnologías hidrológicas descentrales fiables ("on-site") - una estrategia que las empresas abastecedoras de energía eléctrica ya están comenzando a implementar en su mercado, que ha sido desregulado. Esta tecnología para edificios utiliza una técnica moderna de instalación y operación de sistemas. Mediante la red Internet se puede asegurar el funcionamiento de las instalaciones descentrales, permitiendo su control a distancia, así como la rápida medición del consumo y la correspondiente liquidación. La técnica de in-

formación y comunicación posibilita una gestión integral del edificio, con todos sus procesos técnicos.

De este modo, las empresas abastecedoras de agua pueden ampliar sus actividades comerciales ofreciendo a la clientela privada tecnologías descentrales para, por ejemplo, aprovechar el agua de lluvia y para el tratamiento del agua gris, así como también griferías y sistemas sanitarios para ahorrar agua, incluyendo los respectivos servicios de mantenimiento y reparación. Las empresas abastecedoras de energía eléctrica han probado que esa ampliación de las actividades comerciales es factible. La empresa Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen (VEW)\* tiene un sistema de alquiler y compraventa de tecnologías descentrales que ofrece a promotores y otros clientes. Esos sistemas son, por ejemplo, termosolares, para la ventilación de viviendas, bombas térmicas y la técnica que aprovecha el valor calorífico, y se ofrecen para la construcción, modernización o saneamiento de viviendas. El objetivo de estas medidas es cumplir las ordenanzas de protección térmica y de ahorro de energía.

Mediante estas medidas que se centran en la demanda se puede aumentar considerablemente la flexibilidad del concepto de un abastecimiento central de agua y de tratamiento de aguas residuales que, generalmente, es bastante rígido. De esta manera, se podrá reaccionar más rápidamente ante las demandas de la clientela y, además, se podrán integrar más expeditamente las tecnologías innovadoras. Ante estos hechos, en Alemania se está pensando en superar la división histórica entre abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales, que sigue dificultando la explotación integral del recurso natural "agua" en las zonas urbanizadas. De esta manera, también se podrían aprovechar los efectos sinérgicos entre ambos sectores de abastecimiento (por ejemplo para la gestión de la red y la elaboración de amplios servicios relacionados con el agua), incrementando así la ecoeficiencia de la explotación de los recursos hidrológicos en las zonas urbanizadas.

---

\* Debido a la fusión de 2000, la VEW ha pasado a formar parte de la empresa RWE AG (Rheinische Wasser- und Elektrizitätsgesellschaft), a cuyo grupo empresarial pertenece, entre otras compañías, la Thames Water de Londres.

## 4.2 EJEMPLO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA ECONÓMICA Y ECOLÓGICAMENTE SOSTENIBLE: LOS LAGOS HALTERNER SEEN\*

*De la contaminación con nitrógeno que afecta al medio ambiente en Alemania, el 83 % se debe a la agricultura. El siguiente artículo describe las medidas para la protección de las aguas en la zona de una represa. Para preservar la calidad del agua natural se ha establecido una estrecha cooperación con la agricultura: la empresa de abastecimiento de agua apoya a los agricultores para que reduzcan las cantidades de abonos y pesticidas que aplican a sus cultivos.*

*De esta manera se ha podido reducir considerablemente la contaminación de las aguas superficiales y de las subterráneas. La empresa de abastecimiento de agua dispone, además, de un sistema de filtros de carbón activo, con el fin de poder garantizar una calidad impecable del agua aun en*

*caso de incidentes graves. Gracias a la combinación - óptima también en cuanto a costos - de las medidas para evitar la contaminación (en la agricultura) y para combatir las sustancias contaminantes (técnica de carbón activo), la empresa de abastecimiento de agua consiguió una apreciable reducción de los costos y riesgos.*

\*Autores: **Dipl. Geol. Ulrich Peterwitz**  
y: **Dipl.-Ing. Ortwin Rodeck**

Gelsenwasser AG  
Una empresa de E.ON-aqua

Willi-Brandt-Allee 26  
45801 Gelsenkirchen

Tel.: +49/ 209/ 708 274

Fax: +49/ 209/708 708

e-mail: [ulrich.peterwitz@gelsenwasser.de](mailto:ulrich.peterwitz@gelsenwasser.de)

[info@gelsenwasser.de](mailto:info@gelsenwasser.de)

[www.gelsenwasser.de](http://www.gelsenwasser.de)

### 4.2.1 INDICACIONES PRELIMINARES

La planta de abastecimiento de agua de Haltern - construida en 1908, hoy una de las mayores de su tipo en Europa - abastece con agua potable a aproximadamente un millón de personas, así como a la industria de 20 ciudades de la región norte de la cuenca del Ruhr, de la región de Münsterland y de la ciudad de Duisburg. Con un yacimiento de aguas subterráneas de hasta 200 metros, llamado "Halterner Sande", para asegurar el abastecimiento se dispone de las mejores condiciones geológicas e hidrológicas.

El abastecimiento se asegura, principalmente, mediante el enriquecimiento artificial de las aguas subterráneas. Para ello, se extrae el agua de superficie almacenada en la represa, se la somete a una depuración previa, a continuación se deja que sea absorbida por el suelo y, finalmente, se extrae con las aguas subterráneas que fluyen de forma natural. Además, en las zonas boscosas colindantes trabajan dos plantas de extracción de aguas subterráneas.



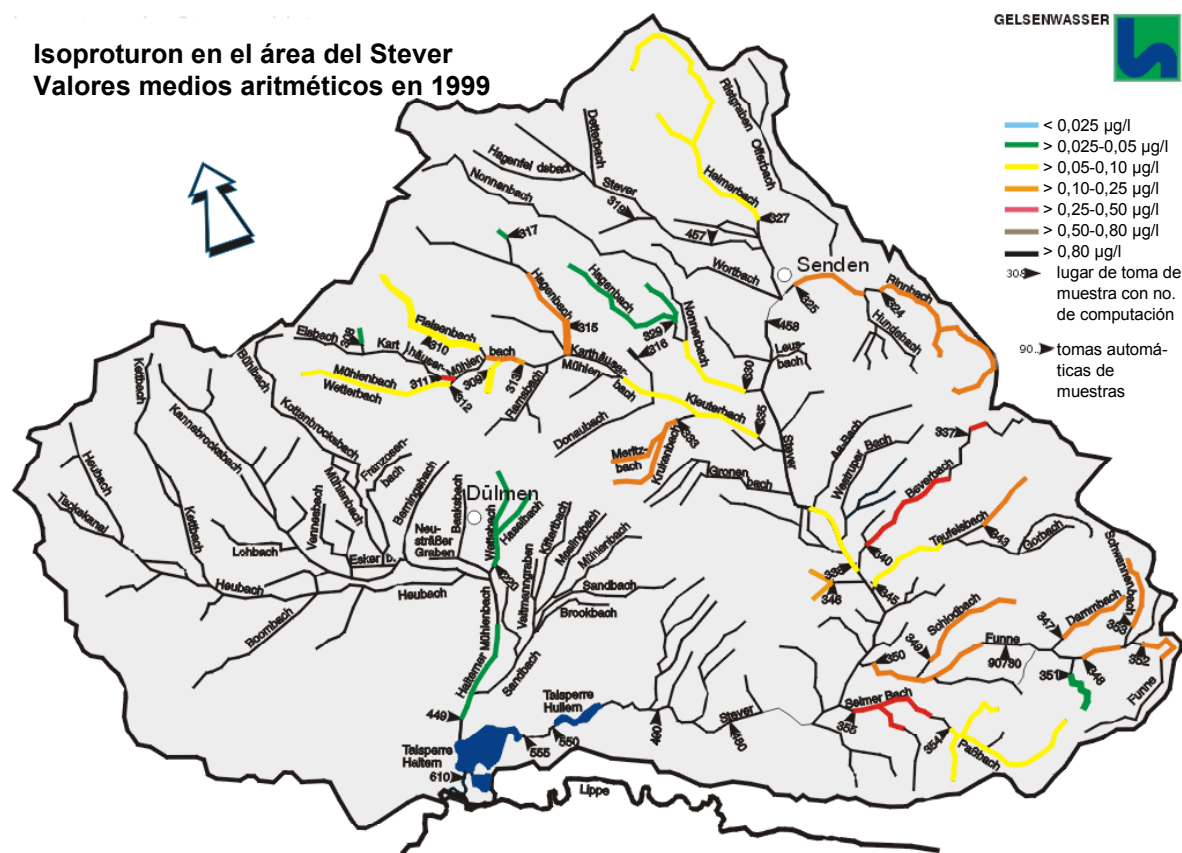
**Ilustración 24: Central abastecedora de agua de Haltern**

La producción de agua potable se eleva actualmente a cerca de 105 millones de m<sup>3</sup> por año; de este volumen, aproximadamente una cuarta parte proviene del yacimiento de aguas subterráneas de Halterner Sande.

La demanda y el tipo de uso de agua de las ciudades y comunas vecinas, así como de la agricultura, pueden menoscabar los objetivos de la hidroeconomía, amén de perjudicar la calidad de agua de las represas y de los mantos subterráneos. La agricultura juega, en este contexto, un papel importante, puesto que tres cuartas partes de los aproximadamente 880 km<sup>2</sup> de la región de la represa de Haltern están destinadas a la explotación agrícola. En esa región, cerca de 3000 agricultores realizan una intensiva producción de productos vegetales y animales. La consecuencia es la contaminación del agua natural, en especial con determinados pesticidas.

En otros sectores de la región se han constatado riesgos potenciales, derivados del almacenamiento de desperdicios y de depósitos antiguos de sustancias contaminantes. Otra fuente de peligros para las aguas son las sustancias que se utilizan en las instalaciones técnicas. Además, en los años 80 hubo problemas con la minería del carbón de piedra.

### 4.2.2 COOPERACIÓN ENTRE LOS AGRICULTORES Y LAS EMPRESAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA - ELABORACIÓN DE UNA ESTRATEGIA CONJUNTA



**Ilustración 25: Cuenca de captación de la presa de Haltern**

En vista de que a mediados de los años 80 se hicieron más severas las disposiciones de la ordenanza de agua potable, la contaminación con pesticidas y abonos [57] desembocó - inicialmente - en la pugna entre la agricultura y las empresas de abastecimiento de agua de Renania del Norte-Westfalia. Sin embargo, el enfrentamiento inicial dio paso a la cooperación, puesto que las partes comprendieron que ésta era y es la única posibilidad de alcanzar soluciones duraderas que consideren los intereses de la agricultura y de las empresas de abastecimiento de agua. Esa cooperación se basa en indemnizaciones económicas que las empresas de abastecimiento de agua pagan a los agricultores afectados.

Para tratar los problemas se escogió una estrategia de dos vías:

- La primera vía es el *principio de evitar la contaminación*, es decir, atacando la raíz del problema. A comienzos de 1989, el Ministerio de Medio Ambiente, Ordenamiento Territorial y Agricultura del Estado federado de Renania del Norte-Westfalia elaboró un programa de 5 puntos que preveía la cooperación entre las partes: las au-

toridades competentes, los numerosos agricultores y la empresa regional de abastecimiento de agua Gelsenwasser AG. Ese programa comprende la prohibición, impuesta en la primavera de 1989, de utilizar Atrazin y Simazin en la región de la represa de Haltern. Asimismo, se constituyó el gremio local "Grupo de cooperación de la región de Stever", que sesionó por primera vez en el otoño de 1989. Las autoridades y los agricultores han aunado sus esfuerzos para reducir la cantidad de pesticidas utilizados a lo mínimo necesario, considerando así los intereses de la empresa de abastecimiento de agua. Además, se han tomado varias medidas para evitar el uso erróneo de pesticidas, para optimizar los métodos de aplicación y, finalmente, para sustituir las sustancias más contaminantes. El objetivo es sanear la región de la represa y evitar la contaminación futura.

- La segunda vía es el *principio de eliminación de la contaminación existente*. Con la instalación de alto rendimiento de carbón activo se garantiza en todo momento una alta calidad del agua potable, sin ningún resto de pesticidas. Mediante una dosificación regulada del polvo de carbón activo - de un tipo especial - se puede variar el período de aplicación, así como reaccionar ante factores como naturaleza y cantidad de la contaminación con pesticidas en el agua natural.

Cuando durante el período de aplicación no llueve copiosamente y solamente se producen concentraciones altas pasajeras en el caudal superficial, a largo plazo se puede desistir totalmente del carbón activo.

Cabe destacar que el tratamiento adicional con carbón activo tiene el objetivo de cumplir *a corto plazo* los requisitos de la ordenanza de agua potable. Por su parte, el objetivo de la cooperación entre los agricultores y la empresa de abastecimiento de agua es reducir *a largo plazo* la contaminación de agua, atacando la raíz del problema.

Desde 1990, el así llamado "Grupo de trabajo de 5 puntos" de la región de Stever determina las materias a tratar y los proyectos destinados a la convivencia de la agricultura y de la distribución de aguas, sin perjudicar de forma inadmisible los intereses de ninguna de las partes. Es necesario mantener una agricultura que se pueda sostener con sus propias fuerzas, minimizando la contaminación ambiental que implica la explotación agrícola. El grupo de trabajo está compuesto por representantes de la Cámara de Agricultura de Westfalen-Lippe en Münster, del Consejo Distrital de Coesfeld y de consejos colindantes, de la Asociación de Agricultura, de autoridades estatales y comunales (por ejemplo del término municipal de Coesfeld, de la Oficina de Medio Ambiente de Münster), del Ministerio de Medio Ambiente y de las empresas de abastecimiento de agua regionales (Gelsenwasser AG, Stadtwerke Coesfeld y Dülmen). El grupo de trabajo sesiona dos veces al año, informando sobre la cooperación, discutiendo proyectos concretos y resolviendo programas.

Las empresas de abastecimiento de agua financian tres empleados adicionales dedicados a asesorar la Cámara de Agricultura en el campo de la protección de cultivos y uso de abonos. El financiamiento y los análisis del agua natural también corren por cuenta de las empresas de abastecimiento de agua. La empresa de abastecimiento de agua Gelsenwasser también financia proyectos.



**Ilustración 26: Cooperación entre agricultura e hidroeconomía**

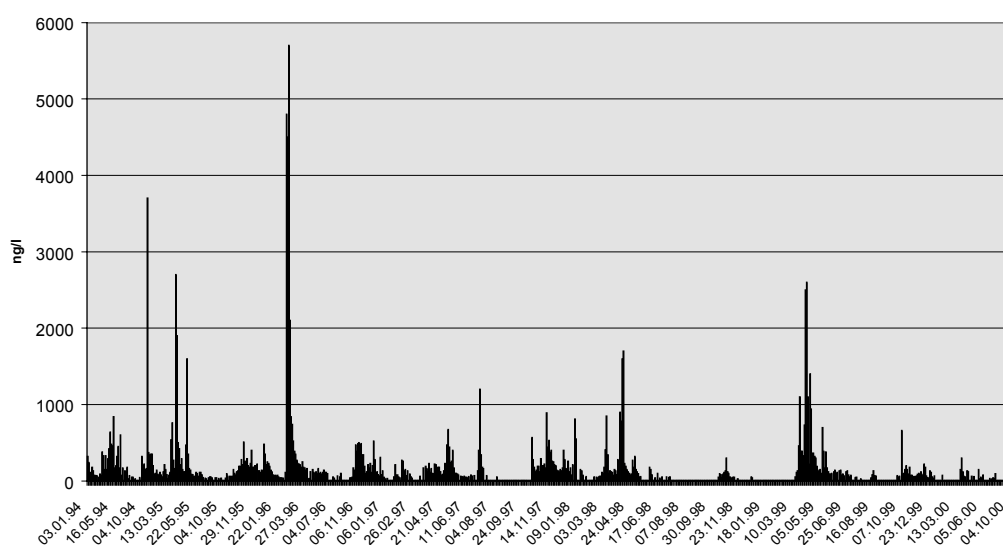
El Consejo Distrital de Coesfeld integra los objetivos de la cooperación en la asesoría mencionada, garantizando así un proyecto uniforme. Los principales instrumentos de la cooperación son la asesoría y la información en el campo de la protección de cultivos y uso de abonos. La asesoría se centra en la "buena práctica agrícola", así como en la reducción y la sustitución de aquellos herbicidas que contaminan las aguas.

Desde el punto de vista de las empresas de abastecimiento de aguas, fueron proyectos angulares de la cooperación la sustitución de derivados de sustancias ureas para combatir las plagas (Isoproturon y Chlortoluron) en la región inferior de Stever, así como la sustitución de Bentazon en el cultivo de maíz en la región de Stever - con el concurso del fabricante BASF y del comercio de productos para la agricultura.

Los éxitos de la cooperación se pueden describir de la siguiente manera:

- Con la prohibición de Atrazin, de conformidad con el "programa de 5 puntos", desapareció la contaminación del agua natural con esta sustancia.

- Una consecuencia de la cooperación con la empresa química BASF fue la fuerte reducción de la contaminación con Bentazon en la primavera/verano 2000, en comparación al mismo período del año anterior.
- Gracias a la sustitución de los derivados de sustancias ureas en la región del proyecto, mejoró considerablemente la calidad de las aguas. Desde hace aproximadamente un año que no es necesario aplicar carbón activo.
- El aumento cuantitativo y cualitativo de la asesoría para la agricultura, que además no acarreo costos adicionales, implicó que los agricultores aumentaran, o por lo menos mantuvieran, el nivel de sus cosechas - con una reducción simultánea de sus costos. Es decir, se incrementó su productividad.



**Ilustración 27: Niveles de isoproturon del lugar de medición del Stever “Füchtelner Mühle”**

- A pesar de la gran densidad de ganado, gracias a la utilización de abonos considerando las necesidades reales de los cultivos - determinadas mediante exámenes en el marco de la cooperación - no aumentó la concentración de nitratos.
- Tanto para los agricultores como para las empresas de abastecimiento de aguas, la cooperación acarreo un mejoramiento de su imagen ante la opinión pública.

#### 4.2.3 VIGILANCIA DE REGIONES DECLARADAS RESERVAS DE AGUAS NATURALES

De conformidad con las disposiciones de la Ley alemana del régimen hidrológico (WHG), éstas deben ser explotadas de tal manera que no se produzca una contaminación evitable. Además, en caso de ser necesario y en interés del abastecimiento público se pueden establecer reservas de aguas naturales. En estas reservas, que se establecen según un procedimiento administrativo-judicial, rigen disposiciones y prohibiciones especiales. Se distingue entre zonas de protección estrecha, donde no se permite ni la construcción de in-

dustrias ni de viviendas, y en otras zonas de protección, donde rigen disposiciones especiales de seguridad que deben acatar la industria, las plantas purificadoras de aguas residuales y los usuarios de las vías de tráfico. De esta manera, en esas zonas está prohibido construir u operar gasolineras o depósitos para sustancias químicas que puedan contaminar las aguas.

El objeto de las reservas de aguas naturales en la región de Haltern es, por lo tanto, evitar que se contamine o se perjudique la calidad de los recursos hidrológicos que utiliza la empresa de abastecimiento de aguas. Las correspondientes ordenanzas enumeran detalladamente lo que está permitido y lo que está prohibido, determinado por la situación hidrogeológica particular de la región. De esta manera, se han puesto los fundamentos de un amplio programa de protección de las aguas subterráneas. El éxito del programa dependerá, desde luego, de su cumplimiento en la práctica.

Un control efectivo contribuye al éxito de las medidas tomadas para proteger las aguas. De este modo, ya con antelación se pueden identificar las fuentes de peligros, eliminándolas antes de que puedan causar daños - en una palabra, el control efectivo es sinónimo de prevención. Por regla general, el control es una de las tareas de las autoridades superiores de aguas, de conformidad con las leyes de los diferentes Estados federados alemanes. En la práctica - tal como recomiendan las directivas de la Asociación Alemana de Gas y Agua (DVGW) - es recomendable cumplir esa tarea junto con las empresas de abastecimiento de agua. Este es el modelo que se aplica en Haltern.

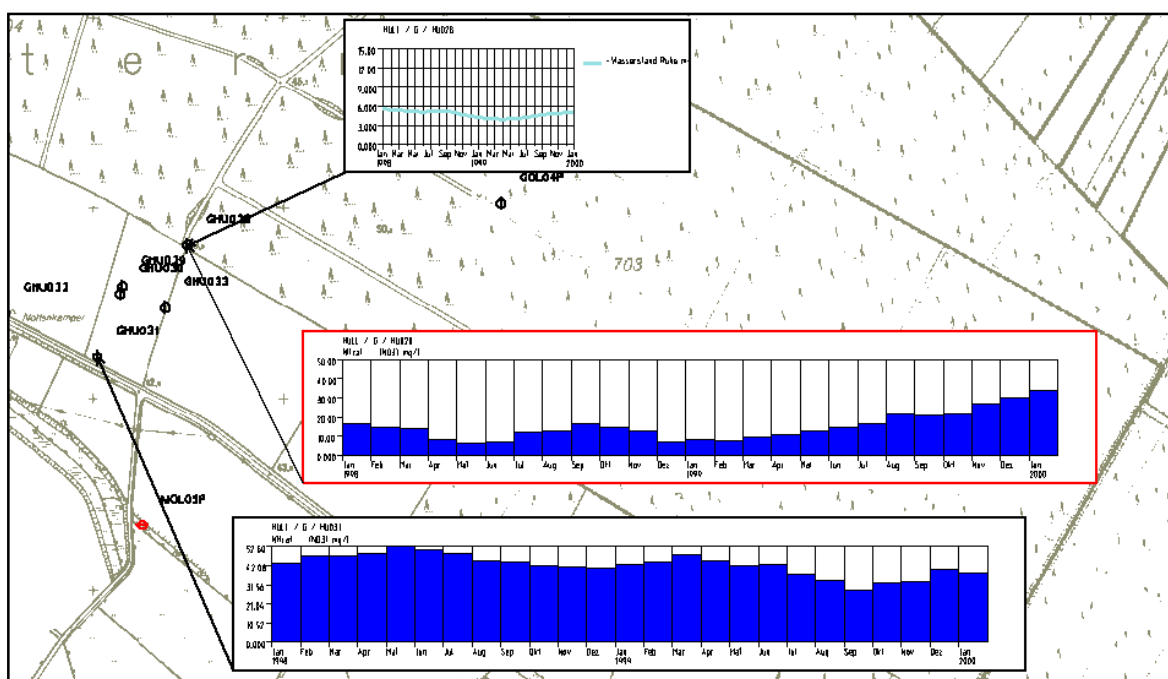


Ilustración 28: Trazado GIS de control de calidad del agua subterránea

Para el reconocimiento temprano de riesgos, la compañía de abastecimiento de agua Gelsenwasser AG opera en Haltern cerca de 50 puestos para medir la calidad de las aguas subterráneas antes de la represa y antes de la extracción de agua. Sus resultados se analizan regularmente, y también en casos determinados. Además, también se ocupan para estos fines los puestos de medición de la Oficina Estatal de Medio Ambiente. Los resultados de los análisis se transfieren al sistema de informaciones de laboratorios, y con la ayuda de un sistema informático (GIS; ilustración 28) se pueden visualizar.

Con las mediciones regulares de las aguas subterráneas se puede estimar la difusión de una contaminación en esas capas. En el caso de Haltern, al año se dispone de más de 2000 valores medidos, que se administran con una base de datos hidrológicos. En caso de ser necesario, con estos datos se pueden elaborar planos comparativos de las aguas subterráneas, con informaciones sobre la dirección y velocidad de su flujo.

Sobre todo en zonas boscosas la vigilancia de reservas de aguas naturales se realiza desde el aire [véase 20]. El control aéreo es el más efectivo, puesto que las zonas boscosas son, generalmente, de difícil acceso o, incluso, completamente inaccesibles por razones legales. Trimestralmente se revisan todas las zonas de protección.



**Ilustración 29: Fotografía aérea de vigilancia en una reserva de agua uctarcion**

Según un modelo predeterminado se efectúa el control aéreo de las cuadrículas, siguiendo líneas norte-sur separadas entre sí por cerca de 250 metros y que dividen en dos las cuadrículas. Las irregularidades observadas durante el vuelo, por ejemplo obras o depósitos ilegales de residuos, se anotan en los mapas para, posteriormente, ser protocolizadas en el informe, donde se proporciona la situación exacta. Como prueba se toman fotografías que pueden ser útiles para perseguir judicialmente esas irregularidades. Después de la evaluación del informe, la empresa de abastecimiento de aguas o las autoridades deciden qué medidas se tomarán.

Además, de conformidad con la ordenanza de reservas de aguas naturales, las autoridades inferiores de aguas incorporan a la compañía Gelsenwasser AG en todos los procedimientos de autorización, por ejemplo, a la hora de decidir sobre nuevos proyectos de construcción. A ese nivel se puede examinar, por ejemplo, si se están cumpliendo las disposiciones de construcción relacionadas con el almacenamiento de sustancias que puedan contaminar las aguas, o también se pueden presentar sugerencias derivadas de experiencias en la propia empresa, como la utilización de combustibles ecológicos como el biodiesel.

Las autoridades de aguas examinan los lugares donde se han detectado daños, y junto con la empresa local de abastecimiento de aguas se estima su importancia para el suministro de agua potable. En caso de necesidad, se procede al saneamiento o a la eliminación de los residuos.

#### 4.2.4 PROTECCIÓN ANTE LOS RIESGOS DERIVADOS DE LA MINERÍA

Cuando a comienzos de los años 80 empezaron a operar algunas minas en la región, surgió el peligro de desplazamientos subterráneos que pudieran afectar la planta distribuidora de agua de Haltern. Además de daños en las instalaciones, se temía que el agua salada se mezclara con la fuente de la planta distribuidora.

Por esta razón, se resolvió efectuar amplios estudios. Tras un análisis profundo del estado de las instalaciones se constató cuáles sectores estaban más propensos a ser afectados por la actividad minera, y cuáles trabajos de reforzamiento eran necesarios en la planta distribuidora. Asimismo, aplicando un modelo matemático se examinaron los posibles efectos en el flujo de las aguas subterráneas. Los estudios desembocaron, finalmente, en un acuerdo de la compañía minera y la planta distribuidora local: en los límites meridionales de la planta se instalaron puestos continuos de medición geodésica para controlar los movimientos de los suelos.

Desde entonces, los resultados de las mediciones se discuten en un grupo de trabajo que se reúne periódicamente, compuesto por representantes de la compañía minera y de la planta distribuidora. En caso de necesidad, se resuelven los correspondientes trabajos de reforzamiento. Las mediciones regulares de verticalidad y de nivelación de alturas en las fuentes, así como la vigilancia de la red de distribución, sirven para constatar la situación real y para el reconocimiento temprano de daños. De esta manera, el eventual reforzamiento de tuberías, así como la planificación y construcción de fuentes adicionales, se pueden acometer oportunamente y sin provocar una disminución grave del suministro de agua.

#### 4.2.5 RESULTADOS Y PERSPECTIVAS

El tipo de vigilancia de la reserva de aguas naturales ha demostrado que es practicable y efectivo. Hasta ahora se ha podido evitar un daño permanente del yacimiento de agua "Halterner Sanden".

El acuerdo alcanzado con la compañía minera ha asegurado la existencia de la planta distribuidora; en el cauce inferior, después de la planta distribuidora de agua, no opera la compañía minera. El flujo de aguas subterráneas en el sector central de la planta es estable, y en vista de la orientación actual de los trabajos de minería no se temen consecuencias negativas para la calidad del agua.

Junto al desarrollo de la cooperación en la región de Stever entre las empresas de abastecimiento de aguas y la agricultura, la gestión de pesticidas problemáticos (actualmente Isoproturon, Chlortoturon, Bentazon, también Terbutylazin) en toda la región será el principal objetivo de los próximos años. La meta final es mantener a un bajo nivel el grado de tratamiento de aguas que se debe efectuar en la planta distribuidora. Cabe destacar que cada tonelada de carbón activo que no se utiliza significa un ahorro considerable en los costos que surgen al eliminar los residuos propios del tratamiento.

El peritaje del Instituto de Higiene del Agua, Suelos y Aire - una entidad adjunta a la Oficina Federal de Medio Ambiente de Berlín -, que a su vez fue parte del programa de 5 puntos, adelantó esa estrategia. El estudio postulaba la reducción de la cantidad de Isoproturon utilizada al 10 %; sin embargo, no se pudo implementar debido a la carencia de alternativas admisibles. Entretanto, en el mercado se ofrecen suficientes sustancias que son menos contaminantes.

Ya se han tomado otros acuerdos con otros importantes implicados (industria y comercio agroquímico, empresas contratistas), y se ha analizado la factibilidad. El control final debe incluir, junto al Output de sustancias activas en el Stever (concentración y carga) también el Input (cantidades vendidas y utilizadas de pesticidas).

Las nuevas normas de autorización para herbicidas fabricados de sustancias ureas, como Isoproturon y Chlortoluron, que son válidas desde 1999, apoyan la necesidad de sustitución. Esas normas prohíben, en un 90 %, la aplicación de derivados de sustancias ureas en la región de Stever. En este sentido, la cooperación en esa región ha permitido satisfacer las nuevas normas legales. Para mejorar en el futuro la protección de las aguas de superficie ante pesticidas es recomendable adaptar el procedimiento de autorización (monitoreo posterior), tal como está previsto en el programa de 5 puntos.

Considerando las experiencias de los últimos 10 años, hay esperanzas fundamentadas de que en el próximo decenio se resuelvan los problemas que plantean los pesticidas en la región de Stever, considerando que se seguirán utilizando en la agricultura. Se estima también que la contaminación con sustancias nutritivas no se convertirá en un problema en esa región, a pesar de una explotación intensiva.

### **Influencias de la agricultura en el medio ambiente desde la perspectiva internacional**

Los expertos medioambientales de la comunidad internacional de Estados y un sinnúmero de líderes políticos, consienten en que la agricultura será un importante causante de problemas ecológicos en los próximos 50 años (véase el capítulo 4.5). Una tarea importante, aparte de la reducción del efecto de invernadero, es la prevención de los vertidos difusos de sustancias por la agricultura. La extensión global de la superficie de uso agrícola para el abastecimiento de alimentos de la población mundial en crecimiento constante, así como el modo del uso (extensivo o intensivo) son factores importantes de la afección del medio ambiente y, con ello, también de los recursos de agua. El cultivo cada vez mayor de frutos del campo implica también hoy en día un uso creciente de nitrógeno, fósforo y pesticidas que llegan a las aguas de superficie.

Un ejemplo de estos efectos negativos es la llamada “zona muerta” en el Golfo de México en el área del delta del Mississipi. El río arroja al mar un sinnúmero de contaminantes de la agricultura estadounidense. Existe el peligro de que se produzca un daño irreversible para la biodiversidad y los ciclos ecológicos. Las estrategias globales de prevención de efecto sostenido y aplicables en la práctica, sólo son posibles dentro del marco de un consenso internacional [43]. Los planteamientos nacionales exitosos para resolver estos problemas, son un paso importante hacia este objetivo. No debemos olvidar que la agricultura sólo produce lo que el Estado subvenciona o el consumidor demanda. La reorientación de la política estatal de subvenciones y la reorientación por parte de los consumidores, especialmente en los países altamente desarrollados, representa otro paso importante hacia una solución al problema.

### 4.3 ORGANIZACIÓN DE COSTOS EFICIENTES PARA LA ELIMINACIÓN COMUNAL DE AGUAS RESIDUALES SEGÚN EL EJEMPLO DE LA CIUDAD DE KÖNIGSBRÜCK\*

*Después de la reunificación de Alemania en 1990, muchas comunas se encontraron ante la situación de tener que efectuar en poco tiempo altas inversiones para construir plantas de tratamiento de aguas residuales y, al mismo tiempo, no ampliar su aparato administrativo y no aumentar más de lo necesario las contribuciones por aguas residuales. La intervención de una empresa privada de eliminación de aguas residuales, bajo las condiciones de una competencia total, puede acarrear una alta eficiencia de los costos. A continuación se demostrará con el ejemplo de la Mancomunidad de aguas residuales de Königsbrück como, a pesar de condiciones iniciales desfavorables, se construyó la infraestructura técnica para el tratamiento de aguas residuales, conjuntamente con una empresa*

*privada y que, entretanto, funciona exitosamente desde hace más de 5 años.*

\*Autores: Alcalde  
Dipl.-Ing. Jürgen Loeschke

Ayuntamiento de Königsbrück  
Markt 20  
1936 Königsbrück

Tel.: +49/ 35795/ 3880

y: Dr.-Ing. Torsten Harz

Gerente de la sociedad de ingeniería  
Prof. Dr. Dr.-Ing. Rudolph & Partner  
Sudhausweg 9  
01099 Dresden

Tel.: +49/ 351/ 81603-0  
Fax: +49/ 351/ 81603-11  
[www.professor-rudolph.de](http://www.professor-rudolph.de)

#### 4.3.1 SITUACIÓN INICIAL

Königsbrück es una pequeña ciudad con aproximadamente 5.000 habitantes y está ubicada en el Estado libre de Sajonia, aproximadamente a 25 km al norte de Dresde. Históricamente la comuna se desarrolló como ciudad de ciudadanos agricultores hasta que a finales del siglo XIX la ciudad acogió a una guarnición militar. De los más de 100 años como guarnición militar, más de 45 años corresponden al acantonamiento de las tropas del “Ejército Rojo”. Con el desplome de la República Democrática de Alemania y la recuperación de la autonomía comunal a principios de los años 90, la comuna se halló ante una difícil situación.

Como herencia de la guarnición militar quedaron aproximadamente 350 ha de cuarteles no utilizados, un campo de ejercicios para la tropa con 7.500 ha de desperdicios militares (munición, aceite de desecho, chatarra, basuras, ruinas). El estado de los edificios de la ciudad era desolador, y el nivel de equipamiento bajo. La infraestructura estaba desgastada. El comercio y la industria estaban por el suelo. La región perdió más de 1.000 plazas de trabajo. No se sabía quién o quienes eran realmente los propietarios de los inmuebles. El cumplimiento de las obligaciones comunales estaba entorpecido por estructuras anticuadas. Por ejemplo, las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales no eran propiedad de las comunas, sino eran de propiedad del “VEB\* Suministro de aguas y tratamiento de

---

\* VEB – Empresa propiedad del pueblo, forma de organización de las empresas en el sistema socialista de la

aguas residuales” o de sus empresas sucesoras, por lo cual las comunas no pudieron obtener ingresos propios de las instalaciones hasta el año 1994. Además, hubo que estructurar de nuevo las administraciones comunales y cumplir con las nuevas normas legales (por ejemplo, la Ley sobre cooperación comunal, la Ley alemana del régimen hidrológico (WHG), la Ley sobre contribuciones comunales).



**Ilustración 30: “Herencia” / Vertedero de residuos contaminantes en el recinto de la futura planta de purificación**

En vista de que por razones obvias no existía una planificación, hubo que elaborar al mismo tiempo conceptos de desarrollo para todos los niveles y sectores; de entre ellos se destacan:

- urbanismo (saneamiento urbano, plan maestro de construcción)
- infraestructura (suministro de energía y agua, aguas residuales, construcción de escuelas)
- concepto para el tráfico (carretera de circunvalación, saneamiento de carreteras, disminución del tráfico)
- protección de la naturaleza y del medio ambiente,
- desarrollo de la estructura industrial (polígono industrial),
- reaprovechamiento de los inmuebles militares.

La situación general se caracterizaba, principalmente, por las altas exigencias legales y técnicas impuestas a la infraestructura a reconstruirse, la gran necesidad de saneamiento y los costos relacionados con estas tareas. Sin embargo, la otra cara de la medalla era la

disminución de la recaudación tributaria, el aumento de las contribuciones comunales, el creciente endeudamiento de las comunas y el incremento del desempleo.

Dado que todas las medidas había que realizarlas al mismo tiempo, era evidente que surgirían conflictos entre las necesidades de orden técnico, por una parte, y los recursos económicos disponibles por otra parte.

#### 4.3.2 FUNDACIÓN DE LA MANCOMUNIDAD DE AGUAS RESIDUALES

Con el fin de cumplir con la obligación comunal de eliminación de aguas residuales, el 14 de enero de 1991 se fundó la Mancomunidad de aguas residuales Königsbrück, formando parte de la misma la ciudad de Königsbrück y las comunas de Lausnitz y Höckendorf, como también las antiguas comunas de Schmorkau y Weißbach. La constitución de la Mancomunidad de aguas residuales se debe a que se reconoció que la solución del problema de aguas residuales era uno de los fundamentos esenciales para el futuro desarrollo de la región.

Además del cumplimiento de los requisitos legales, el objetivo era la revitalización de las aguas, el aumento de calidad de la comuna para el establecimiento de nuevos habitantes y de oficios/de la industria y, no en último lugar, la inversión por sí como factor económico, por ejemplo para la construcción de obras subterráneas y de carreteras, así como para la modernización de edificios y, con ello, para la conservación y la creación de puestos de trabajo.

Forman parte de la jurisdicción de esta asociación aproximadamente 9000 VH (valores habitante), correspondiendo los mismos a aproximadamente 8000 personas físicas y a cerca de 1000 valores industriales similares a habitantes. En lo que se refiere a su importancia, la Mancomunidad de aguas residuales Königsbrück debe ubicarse dentro de las mancomunidades más pequeñas en el Estado libre de Sajonia. Sin embargo, en virtud a la variedad de los problemas que la fundación de la Mancomunidad debía solucionar, de la complejidad general y de las soluciones elegidas, Königsbrück es también un buen ejemplo para estructuras mayores en cuanto a la factibilidad de un modelo de explotación privada.

A la fundación de la Mancomunidad de aguas residuales existía la siguiente *situación inicial*:

- estancamiento de las inversiones durante decenios (ejemplo: interrupción de los trabajos para la construcción de una instalación comunal de purificación en el año 1914)
- no se disponía de una instalación de purificación central, las aguas residuales producidas sólo eran depuradas apenas suficientemente y reconducidas a la marea incipiente descentralmente por fosas de sedimentación y multicámaras
- existencia de redes parciales de canalización en Königsbrück y Laußnitz, falta de colectores principales conectantes

- falta de personal especializado cualificado para la administración y la explotación de instalaciones técnicas de aguas residuales
- cambios estructurales profundos por la desmilitarización (retirada de las tropas de la CEI, conversión de los bienes inmuebles militares, fin de un período de 100 años de guarnición militar)
- desarrollo imprevisible de la demanda industrial y habitacional, como consecuencia de los profundos cambios sociales en marcha
- falta de valores experimentales referentes a la conducta del consumo frente al aumento de las tarifas de agua potable y aguas residuales
- planificación incierta como consecuencia del éxodo de la población y cambios estructurales de la industria y de los oficios
- falta de estatutos legales para la recaudación de tarifas y contribuciones
- altos gastos de inversión
- limitado marco de acción financiero de la comuna
- altas exigencias de purificación por parte de la autoridad de aguas
- disponibilidad limitada de fondos de fomento
- incomprensión y rechazo de aumentos de tarifas en amplios sectores de la población.

Fue necesaria una solución rápida y eficiente para la planificación, la construcción, la financiación y la puesta en marcha de la instalación de purificación. Al mismo tiempo hubo que conectar partes de la zona de aprovechamiento de la canalización en los colectores principales, y éstos debían ser conducidos al lugar de la instalación de purificación. Al realizarse la planificación de la inversión, hubo que observar las siguientes *metas prioritarias*:

- la rentabilidad del proyecto global,
- la minimización de los costos de inversión y de explotación,
- la ampliación escalonada (es decir, según las necesidades) de las instalaciones técnicas de aguas residuales,
- la graduación cronológica de la inversión observándose la refinanciación, así como

la correlación entre la inversión, el grado de conexión y el devengo de tarifas.

#### 4.3.3 DECISIÓN POR UN MODELO DE EXPLOTACIÓN PRIVADA

Al hacerse cargo de la tarea obligatoria de tratamiento de aguas residuales, la Mancomunidad de aguas residuales se vio ante la decisión de elegir entre una forma pública de organización o una de derecho privado. Para el cumplimiento de las tareas planteadas, la Mancomunidad de aguas residuales favoreció ya en el año 1992 un modelo de explotación privada para la realización y la operación de la instalación de purificación. Antes de ello hubo que verificar diversos *criterios*, de los cuales, entre otros, formaban parte:

- fundamentos legales
- régimen de propiedad de las instalaciones existentes
- ¿Dispone la Mancomunidad de aguas residuales de los conocimientos suficientes para el cumplimiento de la tarea?
- ¿Son compatibles las tareas estatales y la privatización?
- ¿Podrá influir la comuna en la operación de la planta?
- ¿Existe en todas las comunas la voluntad política de privatización?
- ¿Es admisible fomentar los modelos de explotación privada?
- Desarrollo de normas de remuneraciones sostenibles
- ¿Se debían privatizar las instalaciones de purificación y la canalización?
- La organización de la coordinación entre el operador y la Mancomunidad de aguas residuales.
- ¿Con qué criterios debe cumplir un operador privado serio?
- ¿Un operador privado puede ofrecer el servicio a costos más favorables?

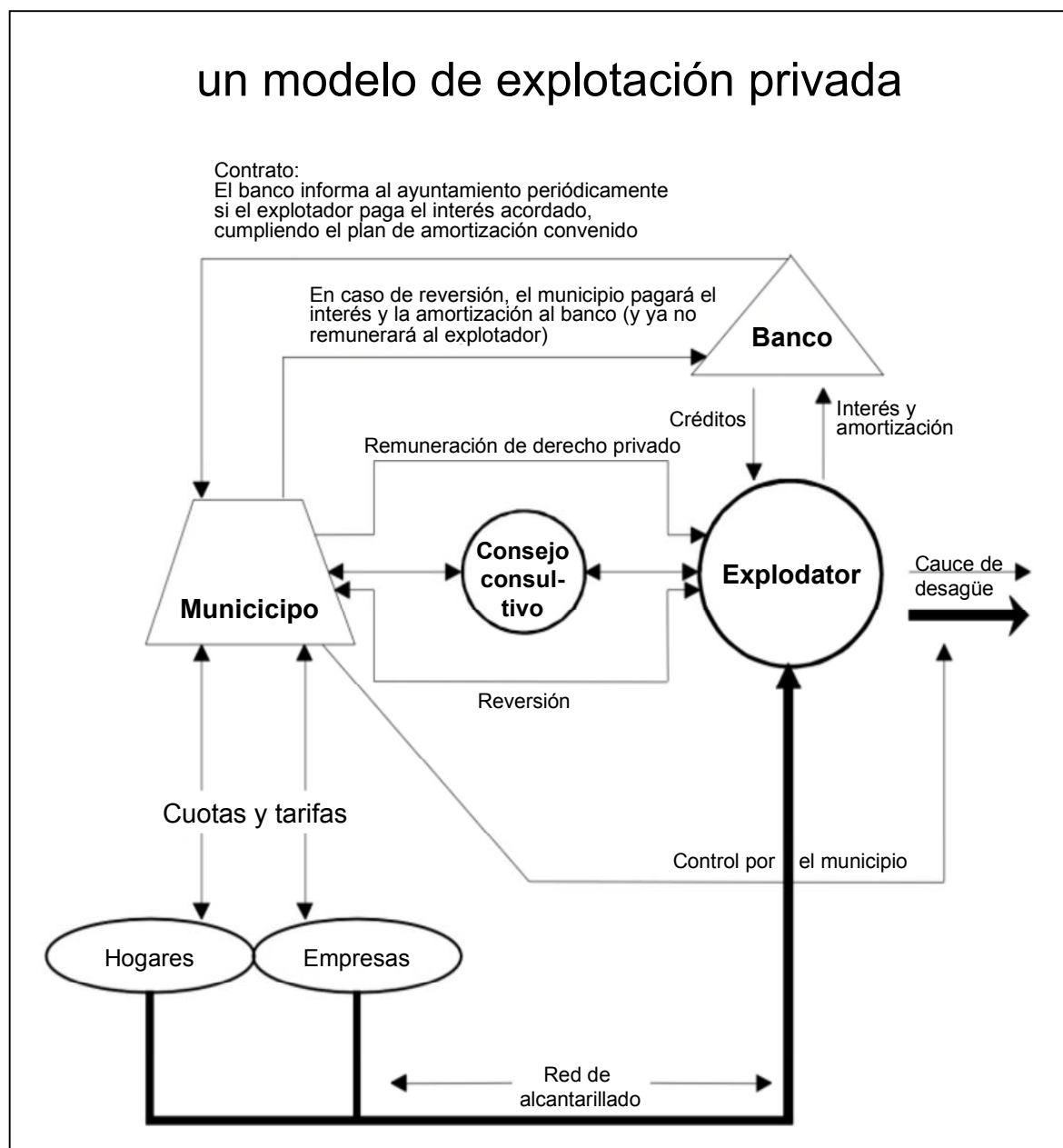
Gracias al fomento del Ministerio Federal de Medio Ambiente (BMU), la verificación de los criterios enumerados pudo ser llevada a cabo profesionalmente y a bajos costos [13].

Puede imaginarse que la *discusión* política comunal sobre la cuestión de la privatización estuvo acompañada de fuertes controversias. Se temía que la futura empresa operadora pudiera ser informal, poner a la comuna en una situación difícil, y de cualquier forma la labor de control y revisión sería considerable. Por lo tanto, en general sería una equivocación – se argumentaba - dejar en manos privadas la eliminación de aguas residuales y, al mismo tiempo, perder las competencias e influencias comunales. Pero ante todo existía la duda de cómo una empresa privada especializada podía obrar en forma eficiente referente a los costos, cuando (contrariamente a las empresas comunales) debía soportar importantes gastos fiscales adicionales y, por añadidura, desea obtener ganancias. Contrariamente a mancomunidades vecinas (las cuales actualmente en gran parte están peor situadas que Königsbrück respecto a las tarifas de aguas residuales y la protección de aguas), la decisión recayó por último en favor de la licitación de un modelo de explotación privada.

Los *motivos* de la decisión de la Mancomunidad de aguas residuales fueron:

Condiciones iniciales:

- inexistencia de estructuras convencionales (sección de obras públicas etc.)
- ningún personal con formación especializada para la explotación de la instalación de purificación



**Ilustración 31: Ejemplo de un modelo de explotación privada [38]**

Resultados / expectativas:

- ahorro de gastos administrativos futuros por la minimización del personal requerido para la Mancomunidad de aguas residuales
- el Know-How profesional adquirido es más favorable, respecto a los costos, que el mantenimiento de Know-How propio pero necesario sólo por un corto plazo
- aprovechamiento de Know-How privado, ante todo de conocimientos técnicos y de economía de la empresa para llevar a cabo de forma rápida y eficiente el concepto de tratamiento de aguas residuales
- expectativa de un desarrollo de costos empresariales positivos, dado que la planificación y la explotación están en una mano, siendo que la comuna traspasa los riesgos de costos a la empresa operadora

- alta calidad de equipamiento y funcionamiento garantizado de la instalación como consecuencia de un contrato de explotación de muchos años (25 años)
- declaración vinculante de fondos de fomento del Estado libre de Sajonia, también tiene aplicación para un modelo de explotación privada
- licitación conforme a la normativa de adjudicación de obras públicas
- asunción de los costos preliminares del modelo de explotación privada por parte del operador futuro.

Las expectativas nombradas anteriormente fueron confirmadas por el resultado de la licitación, y fueron motivo principal para la adjudicación del modelo de explotación privada.

Las inversiones en el sector de canales fueron y son realizadas por la misma Mancomunidad de aguas residuales. La coordinación de la canalización con la instalación de purificación fue garantizada durante la fase de planificación y realización por una entidad externa de gestión de proyectos.

#### 4.3.4 Gestión de proyecto

Formaron parte de las *tareas de gestión de proyecto*:

- control de plazos para la planificación y la construcción de la canalización (comunal) y para la instalación de purificación (privada)
- inspección y optimización de la planificación de canales de la Asociación (coordinación de tres diferentes oficinas de ingenieros, inversiones básicas, ahorro o postergación de proyectos no conformes a las necesidades, por ejemplo depósitos rebosaderos de lluvias, prioridades: evacuación de aguas sucias > tratamiento de aguas mixtas > evacuación de aguas pluviales)
- apoyo y asesoramiento a la Mancomunidad de aguas residuales en sus relaciones con las entidades públicas de aguas
- asesoramiento a la Mancomunidad de aguas residuales para la elaboración de los planes de inversión
- asesoramiento a la Mancomunidad de aguas residuales para la redacción de los estatutos, en especial del estatuto de contribuciones y tarifas como premisa para la refinanciación de las inversiones (meta: entrada en vigor en el momento de la puesta en servicio de la instalación de purificación)
- realización de cálculos de costos para la estimación de tarifas que cubran los costos sobre la base de gastos de inversión planeados y comprobados, es decir, el cálculo de costos de dirección como instrumento de comprobación de la posibilidad de financiación de las inversiones planificadas
- respaldo de la Mancomunidad de aguas residuales en la discusión pública.

#### 4.3.5 Licitación del modelo de explotación privada

Se debe hacer hincapié en que el modelo de explotación privada no afecta en absoluto la obligación que la ley impone a la comuna, a saber la “eliminación de aguas residuales”. Simplemente transfiere a un operador privado la ejecución de la eliminación de aguas residuales, pero no la obligación en sí. Vínculos jurídicos existen entre la comuna y el ciudadano (tarifas y contribuciones) y entre la comuna y el operador por otra parte, el cual recibe de la comuna una remuneración, que se rige por el derecho privado, por el servicio prestado. Según la legislación vigente en Alemania, los modelos de operador deben ser licitados públicamente.

En *preparación* de la licitación del modelo de explotación privada de la instalación de purificación de Königsbrück, se encargó en primer lugar a una oficina especializada independiente de ingenieros y asesoramiento económico la planificación de un proyecto de concesión de la instalación a licitarse. Después de acabado, el mismo fue presentado y examinado por la entidad pública de aguas para su aprobación. Paralelamente a la confección del proyecto de concesión se realizó un peritaje del terreno para comprobar su idoneidad para la construcción de la planta de purificación, y a continuación el terreno fue medido.

Después de acabado el proyecto de concesión, se comenzó a elaborar la *documentación para la licitación*. Entre otros, formaban parte de la misma:

- programa de servicios con la planificación de concesión
- peritaje del terreno de las obras
- documentación de los costos preliminares por servicios de ingenieros (proyecto de concesión) a cargo del licitante etc.
- redacción del contrato de servicio con cláusulas de precios flexibles y norma de reversión
- borrador de un contrato de derecho de superficie (edificación en terreno ajeno)
- borrador de un contrato de arbitraje.

Además de los costos de inversión sobre la base del volumen de aguas fijado para un período de 25 años de servicio, el licitante debía indicar en su oferta un *precio básico y de trabajo* vinculante. Ambos precios debían calcularse y exponerse sin considerar el fomento público del proyecto, y posteriormente considerando una cuota de fomento predeterminada. Los precios debían calcularse incluyendo las inversiones de reposición necesarias durante el período de explotación de 25 años. El precio básico tiene validez para los costos fijos anuales. El precio de trabajo comprende todos los costos dependientes de cantidades (energía, sustancias químicas, tratamiento de lodos, etc.), indicados en DM/m<sup>3</sup>. *Explícitamente se admitieron ofertas técnicas paralelas para el proyecto de concesión.*

**Servicios de agua por encargo público****- Procedimiento de licitación para un modelo de explotador para aguas residuales**

- Según el derecho europeo, el derecho federal y el derecho estatal, así como con arreglo a la legislación para municipios, los encargos públicos en Alemania deben otorgarse dentro del marco de licitaciones.
- En la concesión de prestaciones dentro del marco de modelos PSP (PSP = Private Sector Participation, concepto global para modelos de privatización parcial, por ejemplo, modelo de explotador privado, modelo de cooperación, modelo de soberanía parcial, etc.) rigen disposiciones específicas según la ordenanza de presupuestos locales en los Estados federados (GemHVO).
- A la vez debe respetarse la directiva de servicios de la UE 92/50/CEE del 18/06/1992 sobre la coordinación de procedimientos para la licitación de pedidos públicos de servicios.
- Antes de la licitación debe confeccionarse, de principio, un así llamado cálculo de gastos generales con pronóstico de las tarifas para la evacuación de aguas residuales, mediante el cual podrán determinarse, antes de la licitación, los gastos de la realización de la tarea en la forma de organización público-jurídica (empresa propia o empresa dirigida). En el cálculo de los gastos generales deben emplearse calendarios de entrega y gastos accesorios de construcción realistas, más un recargo aceptable para riesgos de gastos.
- Los gastos de explotación en curso deben calcularse de manera tan compleja como sea posible, aplicando un recargo administrativo, así como un recargo para un aumento imprevisible de los gastos.
- Como procedimiento de licitación pueden aplicarse la licitación pública, la restringida (en la que, a causa de un certamen público de participación, se confeccionará una lista de 3 a 8 empresas calificadas, requiriéndose a estas empresas que entreguen una oferta concreta), así como el llamado procedimiento de negociación (certamen público de calificación previa y negociaciones regulares teniendo en cuenta los licitadores calificados previamente).
- Si la licitación PSP no arroja ninguna oferta económica (lo que depende del umbral de gastos de la forma de organización de derecho público según el cálculo de gastos generales susodicho), la licitación podrá ser suspendida por la autoridad de tutela después de una nueva comprobación de los hechos.
- Si la licitación PSP no arroja ninguna oferta económica (lo que depende del umbral de gastos de la forma de organización de derecho público según el cálculo de gastos generales susodicho), la licitación podrá ser suspendida por la autoridad de tutela después de una nueva comprobación de los hechos.
- Podrá determinarse básicamente sólo mediante una licitación de competencia abierta bajo admisión de ofertas accesorias conceptuales si un modelo PSP es económico en un caso concreto, así como los posibles ahorros de gastos bajo las condiciones marco específicas.

*Servicios de agua por encargo público (continuación)*

De conformidad con la opinión del Ministerio Federal de Economía, deben aplicarse al respecto las normas del VOL (Reglamento general de contratación de prestaciones). A la vez debe respetarse la directiva de servicios de la UE 92/50/CEE sobre la coordinación de procedimientos para la concesión de encargos públicos de servicios.

#### 4.3.6 CONSTRUCCIÓN Y EXPLOTACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE DEPURACIÓN / CONCEPTO DE OBRAS

Después de firmados los contratos necesarios, la instalación de purificación se construyó dentro del plazo de 10 meses. Después de un exitoso funcionamiento de prueba de varios meses, la inauguración oficial tuvo lugar el 01/09/1995.

Como consecuencia de la buena coordinación entre la construcción de la canalización (colector principal), llevada a cabo por la comuna, y la construcción de la instalación de purificación, inmediatamente con la puesta en marcha se pudo conectar directamente a la instalación de purificación el 50 % de valores habitante existentes en la región de la asociación. Actualmente el grado de conexión dependiente del canal se mueve alrededor del 75 %, los 25 % restantes se eliminan móvilmente.

La instalación de purificación se construyó como instalación de activación con estabilización aeróbica de lodo, nitrificación / desnitrificación intermitente y un sistema químico para la eliminación de fósforos. Desde la puesta en marcha de la instalación de purificación se han cumplido ininterrumpidamente los valores oficiales de control, no hubo ningún motivo que diera lugar a reclamaciones o sanciones.

Para la realización se eligió un concepto modular de trabajo en tres etapas:

- 1ª etapa de trabajos - 6.000 VH (estabilización aeróbica de lodo)  
o 9.000 VH (estabilización de lodo separada, necesaria adicionalmente)
- 2ª etapa de ampliación - 12.000 VH (estabilización aeróbica de lodo)
- 3ª etapa de ampliación - 18.000 VH (estabilización aeróbica de lodo).

El objeto del contrato de servicios firmado fue la producción y la puesta en marcha de la primera etapa de trabajos. La Mancomunidad de aguas residuales tiene la opción, por tiempo indefinido, para la construcción de la segunda etapa de ampliación, con fecha a su elección. El aumento de remuneración relacionado con la segunda etapa de trabajos está fijado contractualmente con la opción de ampliación. Conforme al contrato se considera la tercera etapa de ampliación en la planificación del operador, mediante la reserva de terrenos de construcción y puntos de intersección correspondientes.



**Ilustración 32: Depuradora Königsbrück – 1ª etapa de construcción**

El concepto variable de ampliación de la instalación de purificación evita a las comunas cargas financieras innecesarias derivadas de demandas exageradas del operador, basadas en un volumen de tratamiento supuesto en pronósticos sobredimensionados o imposibles de cumplir. Por lo tanto, estabiliza la relación contractual entre las partes, y al mismo tiempo libera al ciudadano de contribuciones exageradas.

#### 4.3.7 REFINANCIACIÓN

Mientras tanto, el modelo de explotación privada en Königsbrück ha logrado una muy alta aceptación pública después de 5 años de funcionamiento. Favorable fue para ello que la Mancomunidad de aguas residuales ya tenía conocimientos concretos del desarrollo de las tarifas a esperarse sobre la base de los primeros cálculos de costos de dirección elaborados en el año 1992 y, por lo tanto, la argumentación frente a la población fue franca desde un comienzo.

*La Mancomunidad de aguas residuales realiza actualmente sus labores cubriendo sus costos, es decir, para el cumplimiento de sus tareas no requiere contribuciones del presupuesto local de las comunas implicadas.*

La refinanciación de las inversiones se realiza con el recaudo de tarifas y contribuciones. Las contribuciones se recaudan sobre la base de la Ley de tasas comunales de Sajonia (SächsKAG). En promedio se recaudan aproximadamente 3250 € por la conexión de cada terreno. Como consecuencia de las intensas y prolongadas acciones de sensibilización de la opinión pública por parte de los políticos comunales y de la administración, la cuota de reclamaciones por el cálculo de las tasas públicas fue inferior al 5 %.

La actual tarifa de aguas residuales recaudada que cubre los costos (canalización e instalación de purificación) es de 2,90 €/ m<sup>3</sup>. El consumo de agua específico en Königsbrück es muy bajo y supone sólo aproximadamente 33 m<sup>3</sup>/ (habitantes\*a), es decir, los costos anuales de tratamiento de aguas residuales suponen aproximadamente 97,86 €/ (habitante\*a) y, por lo tanto, están por debajo de la media federal (véase la ilustración 15).

La actual tarifa confirma a posteriori la tarifa pronosticada junto con el cálculo de costos de dirección del año 1994 de 3,04 €/ m<sup>3</sup> (siendo 33 m<sup>3</sup>/habitante\*a) para los años de 1995 a 1999.

Finalmente también debe mencionarse que - sobre la base del contrato de servicios para el modelo de operador de la instalación de purificación - se constituyó un comité consultivo que se reúne periódicamente y controla el cumplimiento de las disposiciones del contrato de servicios. El comité consultivo está compuesto de forma paritaria por dos miembros o representantes de la Mancomunidad de aguas residuales y de la empresa operadora, así como de un tercero independiente.

#### 4.3.8 RESUMEN

El ejemplo de Königsbrück demuestra que los modelos privados también son realizables exitosamente en pequeñas y medianas comunas y corporaciones. Es de especial ventaja la optimización general de los servicios a licitarse, gracias a la competencia entre las empresas postulantes. Con la premisa de una asistencia competente del proceso de privatización, el potencial de innovación activable por parte de las empresas de servicio entendidas en la materia puede implicar una reducción importante de costos en el presupuesto comunal.

El modelo de explotación privada de Königsbrück fue el primer modelo de explotación privada licitado públicamente en el Estado libre de Sajonia y uno de los primeros en la ex República Democrática Alemana. El procedimiento de licitación para el modelo de explotación privada de Königsbrück fue fomentado por el Ministerio Federal de Medio Ambiente como proyecto piloto. La realización exitosa se debe agradecer, no en último lugar, a la colaboración estrecha y franca de todos los participantes por parte de las comunas, de las autoridades y de la industria.

#### 4.4 REGLAMENTACIÓN Y CONTROL DE VERTIDOS DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES SEGUN EL EJEMPLO DE UNA GRAN INDUSTRIA QUÍMICA Y UNA INDUSTRIA METALÚRGICA\*

*Hasta finales de los años 60 las aguas residuales industriales eran vertidas, generalmente, sin purificar. Recién después de la adopción de valores límites legales de emisión fue posible imponer la construcción de centrales depuradoras en comunas y la industria, y conseguir un incremento general de la calidad de aguas. La forma de proceder en cada caso por parte de las autoridades de aguas y de la industria se explica con el ejemplo de una gran industria química y una industria metalúrgica mediana. Después de cumplidos los estándares mínimos, se impusieron más estándares para las ramas y materias respectivas según el “estado de la técnica”, los cuales habían sido fijados antes de producirse las aguas residuales y*

*que, por lo tanto, comienzan con la producción. Al mismo tiempo debían extenderse las normativas jurídico-hidrológicas y las autorizaciones para, entre otros aspectos, incluir los requisitos referentes a la elaboración de catastros de aguas residuales, así como al control continuo*

\*Autor: **Dr. Dieter Kaltenmeier**

Gobierno regional de Friburgo  
Bismarckallee 2  
79098 Freiburg

Tel .: +49/ 761/ 208 1611

Fax: +49/ 761/ 208 1625

e-mail: Dieter.Kaltenmeier@RPF.BWL.DE

Director del grupo de trabajo Estados  
federados/Gobierno central  
“Aguas residuales de la industria química”

##### 4.4.1 SITUACIÓN INICIAL

Hasta finales de los años 60, la mayoría de las empresas industriales vertía en los ríos aguas residuales sin purificar, así también una gran industria química en el Alto Rin y una industria mediana de elaboración de metales (a continuación llamada “industria metalúrgica”). En el caso de la industria química, la autoridad competente se restringió a controlar si la calidad del Rin se empeoraba significativamente detrás del lugar de vertido. Adicionalmente se controlaba si no se perjudicaba la navegación, por ejemplo, por el vertido de ácidos o sustancias de desecho. El municipio competente para la eliminación de aguas residuales de la industria metalúrgica en aquel entonces no objetó el vertido de metales pesados de la industria metalúrgica en la canalización pública.

Ya en 1960 entró en vigor la Ley alemana del régimen hidrológico (WHG). En aquel entonces, ésta no fue una ley de protección del medio ambiente, sino una ley de explotación de los recursos hidrológicos. Le daba amplias posibilidades a las autoridades competentes de prohibir vertidos, en caso de que éstos perjudicasen el bienestar común de

la población. Sin embargo, se cuestionaba porqué los ríos, en especial el Rin, estaban excesivamente contaminados. Un peritaje especial elaborado por el consejo de especialistas en cuestiones del medio ambiente (1976) dio la siguiente respuesta [véase 17]: El concepto jurídico indeterminado del “bienestar del común de la población” tuvo consecuencias nefastas. Uno de los motivos para ello fue que las autoridades de aguas se hallaban frente a especialistas que eran apoyados comunal-políticamente, porque abogaban preferentemente por el establecimiento de la industria y la creación de puestos de trabajo. Por la gran cantidad de casos individuales, las autoridades de aguas no podían dar un cumplimiento cabal a la ley.

#### 4.4.2 LA NUEVA LEY ALEMANA DEL RÉGIMEN HIDROLÓGICO (1976) Y SUS CONSECUENCIAS

Con la 4ª enmienda de la Ley alemana del régimen hidrológico (WHG) de 1976 se introdujo consecuentemente el *principio de emisión*. Eso significa que, independientemente de la calidad de las aguas, los que quieran verter aguas deben observar requisitos mínimos impuestos por las entidades estatales. Después de extensas deliberaciones en los gremios políticos del Parlamento Federal y del Consejo Federal, se llegó al acuerdo de que cada vertedor de aguas residuales debía comenzar inmediatamente con la construcción de plantas depuradoras totalmente biológicas para aguas residuales privadas y, como mínimo, de plantas depuradoras equivalentes para las aguas residuales industriales. Esto se describió con el concepto “reglas de la técnica reconocidas en general”. Estas reglas pueden ser llevadas a cabo sin mayor complicación técnica por cada usuario de aguas [18].

El triunfo definitivo se consiguió a continuación con la elaboración de valores límites de emisión específicos para el ramo, comprendidas en las así llamadas disposiciones administrativas de aguas residuales para los diferentes sectores industriales. Para la *gran industria química* a que hace referencia este estudio, la consecuencia fue tener que construir y operar una planta depuradora totalmente biológica. Para poder cumplir con los requisitos elaborados para la industria química (reducción del CSB en por lo menos un 75 %), en 1984 se amplió la planta depuradora. Adicionalmente se construyeron equipos para el pretratamiento de dos flujos parciales de difícil degradación biológica. Estos flujos parciales contenían altas cargas de contaminantes. Las cargas no podían ser descompuestas en las plantas depuradoras biológicas e incluso dificultaban parcialmente la degradación biológica.

Para poder cumplir con los valores límites de emisión específicos para el ramo, la *industria metalúrgica* en cuestión tuvo que efectuar las siguientes medidas de tratamiento de aguas residuales:

- eliminación de cianuro, nitrito y cromato (ácido crómico), junto con la separación de los correspondientes flujos parciales de aguas residuales para evitar en especial la formación de ácido cianhídrico
- neutralización de ácidos y lejías, precipitación conjunta de los metales pesados como hidróxidos, separación del lodo hidróxido metálico,
- separación de aceites y grasas de baños contaminados,
- conexión a una planta depuradora municipal, en la cual se realiza una limpieza final de las aguas residuales todavía cargadas orgánicamente.

#### 4.4.3 REQUISITOS QUE SOBREPASAN LOS REQUISITOS MÍNIMOS

En base a la voluntad política y a la nueva Ley alemana del régimen hidrológico (WHG), las autoridades de aguas exigieron también de las empresas en casos individuales medidas más rigurosas que los valores límites de emisión concretadas en las disposiciones administrativas de aguas residuales.

##### **Exigencias ulteriores**

Ejemplos típicos para exigencias ulteriores impuestas frente a *empresas químicas*:

- Relación de todas las corrientes parciales de aguas residuales y de sustancias contenidas en aguas residuales en un “Catastro de aguas residuales” que aparecen en las síntesis o etapas de síntesis individuales para averiguar dónde podrán aparecer sustancias críticas o bien difíciles de degradar y para poder tratarlas de manera encauzada.
- Delimitación y reducción clara de los vertidos de hexaclorbenzol que se enriquece en pescados en un factor de 1:1.000.000. Ello abarca incluso el cierre de una empresa.
- Restricción de emisiones de cloruro vinílico en la fabricación de cloruro de vinilo/PVC.
- Construcción de instalaciones para el tratamiento previo de corrientes de aguas residuales que contienen metales pesados en la fabricación de colorantes orgánicos que contienen cobre y cromo, así como de una instalación para la eliminación de níquel de una corriente parcial de aguas servidas de la síntesis de vitamina C.

En las *empresas metalúrgicas* se impusieron requisitos para la protección de agua servida municipal y de las aguas más allá de la ordenanza correspondiente de administración de aguas residuales. Esto se refería, por ejemplo, a las siguientes sustancias contenidas en aguas servidas:

- Amonio/amoníaco: 50 mg/l, dado que el amonio no es eliminado suficientemente en las depuradoras y los gases de amoníaco interfieren con el régimen del canal.
- Aluminio: 10 mg/l, puesto que el aluminio, tras la mezcla con aguas residuales domésticas, provocaba sedimentación excesiva de lodos en la red de alcantarillado.
- Sulfuros: 10 mg/l, por el peligro de formación de gas hidrógeno de sulfuro y la formación de ácidos sulfúricos agresivos frente al hormigón.

Aquí se trata de requisitos impuestos a materias especialmente críticas, las cuales desde el punto de vista de la inmisión debían ser limitadas.

Estos requisitos se relacionaban principalmente con la protección de aguas ante materias peligrosas para su carácter potable. La base legal para ello ya estaba incluida en la Ley alemana del régimen de aguas desde 1960. Por lo tanto, la clara intención política de enfrentar todavía más a los vertedores con los requisitos legales condujo a que también se recurriera con mayor ahínco a las leyes ya existentes.

#### 4.4.4 IMPLEMENTACIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

La fijación e implementación de valores límites de emisión relacionados con los ramos industriales, pero de forma independiente de las aguas, tuvo como consecuencia en los años siguientes una mejora general de la calidad de aguas, gracias a la construcción de instalaciones de tratamiento de aguas residuales por parte de las comunas y de la industria.

Una limitación más severa de materias particularmente “peligrosas” era en principio posible (véanse los ejemplos en el capítulo 4.4.3), siempre y cuando el Gobierno del Estado federado y las autoridades estuvieran equipadas para ello. Sin embargo, en casos individuales tales requisitos eran difíciles de fundamentar e imponer legal y técnicamente. Además, hubo problemas de imponer de forma general las medidas necesarias también a los responsables de vertidos indirectos. Por tal motivo fue necesaria una nueva enmienda de la Ley alemana del régimen hidrológico, para alzar el nivel de requisitos al estado de la técnica. A continuación se redefinieron las disposiciones administrativas de aguas residuales específicas para los diferentes ramos industriales, y se agregaron como anexos al reglamento de aguas residuales (véase capítulo 3.2.3) [30, 31].

Los nuevos componentes principales en la introducción del estado de la técnica fueron:

- un aumento y/o nueva imposición de requisitos para “materias peligrosas”, como por ejemplo metales pesados y compuestos organohalogenados (AOX),
- requisitos para estas materias no sólo en el lugar de vertido, sino también para todos los flujos parciales de aguas residuales relevantes,
- “requisitos generales” (por ejemplo de la técnica de lavado en industrias metalúrgicas), con el fin de retener ya en la producción las materias contenidas en aguas residuales,
- se deben controlar las posibilidades de evitar la carga de aguas residuales y documentar los resultados en un “catastro de aguas residuales”.

#### 4.4.5 REALIZACIÓN DE LOS NUEVOS REQUISITOS SEGÚN EL ESTADO DE LA TÉCNICA

Desde mediados de los años 80, las industrias ya llevaban a cabo las medidas según el estado de la técnica antes o paralelamente a la modificación de las disposiciones para aguas residuales específicas por ramos industriales. Aquí fue de gran ayuda para las autoridades de aguas de que en la segunda mitad de los años 80 la política y la opinión pública estaban interesadas en una protección de aguas efectiva a raíz del accidente de Sandoz y la muerte de focas (véase el capítulo 3.5.1).

En el caso de la gran industria química en estudio han sido por ejemplo las siguientes medidas:

- Desarrollo del catastro de aguas residuales en un sistema de Management central de aguas residuales. Importante fue la coordinación de los flujos parciales con las síntesis individuales o las etapas sintéticas y la descripción exacta del suceder en la producción (técnica de procedimiento) para poder determinar dónde aún existían posibilidades y necesidades para evitar y pretratar flujos parciales de aguas residuales.
- Comprobación y pretratamiento de todos los flujos parciales de aguas residuales de difícil eliminación (< 70 %) en la planta depuradora biológica y que ocasionen cargas (> 1 Mg/a Total Organic Carbon (TOC)) que no deben descuidarse durante el vertido en las aguas.
- Construcción de alcantarillado separado, equipos de concentración y equipos de oxidación en húmedo de alta presión para eliminar materias contenidas en las aguas residuales de difícil descomposición provenientes de la producción de colorantes biológicos y productos aromáticos intermedios. Evaporación e incineración u oxidación en húmedo de baja presión de flujos parciales de aguas residuales de difícil descomposición provenientes de síntesis de vitaminas.
- Medidas para la disminución del AOX (halógenos orgánicos absorbibles): pretratamiento especial de flujos parciales que contengan AOX de síntesis de vitaminas. Por lo demás, tratamiento de flujos parciales con alta carga en los mencionados equipos de oxidación en húmedo.
- Pretratamiento de flujos parciales de aguas residuales con alta carga de amoníaco mediante destilación alcálica. Reutilización del amoníaco recuperado.

En el caso de la industria metalúrgica se llevaron a cabo las siguientes medidas en base a los nuevos requisitos según el estado de la técnica:

- Reducción sensible de las concentraciones de metal pesado, por ejemplo mediante filtros finísimos o intercambiadores finales de iones.
- Conversión de los equipos de tratamiento de aguas residuales a marcha por lotes.
- Perfeccionamiento de la técnica de lavado para utilizar reiteradamente aguas de lavado, reduciendo el volumen de aguas en aproximadamente el factor 10.

- Disminución sensible del arrastre de materiales de baño (50 %) mediante el aumento del tiempo de goteo, etc.
- Prolongación del tiempo de aplicación de baños de proceso por tratamiento de carbón A y limpieza electrolítica.
- Recirculación de materiales de baño (de la pila fija) a los baños de proceso.

El empleo reiterado de aguas de lavado produjo por una parte la reducción importante de las cargas contaminantes en las aguas (a raíz de menores cantidades de aguas residuales), y las restantes medidas condicionaron una importante reducción de la cantidad de desperdicios (“lodos galvánicos”) y el ahorro en materias primas y de energía como consecuencia del cierre de los circuitos de materias.

### **Ampliación del estado técnico del tratamiento de aguas residuales industriales**

Para aguas residuales problemáticas de la industria, debían desarrollarse primeramente nuevas tecnologías de depuración, para avanzar el estado de la técnica hasta un grado que permitiera resolver los problemas ecológicos también en la práctica [34].

Para aguas residuales de contaminación orgánica se desarrollaron reactores anaeróbicos que permiten generar energía en forma de biogás, con lo que tales procedimientos resultan ser financieramente muy atractivos. Diferentes tecnologías de sección, como por ejemplo, el tratamiento de ozono de agua, pueden emplearse hoy en día para diferentes campos, desde la eliminación de nitrógeno en aguas subterráneas contaminadas hasta la oxidación de sustancias difícilmente degradables en aguas residuales (por ejemplo, tratamiento de agua de infiltración de vertederos) o la higienización de aguas servidas.

Sin embargo, sólo conviene aplicar tales “procedimientos secundarios” (End of Pipe Technologies) si las contaminaciones en el propio proceso de producción o en el lugar de la corriente parcial de aguas residuales no pueden ser evitadas en forma más económica. Por lo tanto, numerosos desarrollos tecnológicos en Alemania se dedicaron a la prevención de aguas residuales cercanas a la fuente y a la optimización de productos, lo que permitía reducir drásticamente la carga de contaminantes orgánicos (AOX) del blanqueo de celulosa (sustitución del blanqueo de celulosa por ozonización).



**Ilustración 33: Biorreactor alto (Krupp-Uhde) [15]**



**Ilustración 34: Biorreactor para fermentación de desechos contaminados con sustancias orgánicas [15]**

#### 4.4.6 FIJACIÓN Y CONTROL DE LOS VALORES LÍMITES Y DE OTROS REQUISITOS

En la mayoría de los casos, la realización de las medidas de tratamiento y evitación de aguas residuales se debieron a que las obligaciones de orden legal de las disposiciones administrativas de aguas residuales específicas del ramo fueron incluidas sucesivamente por las autoridades de aguas en las autorizaciones legal-hidrológicas. La mayoría de las industrias no opusieron mayor resistencia a ello, porque sus asociaciones industriales participaron desde un comienzo en la elaboración de los requisitos. Especialmente aquellas industrias que depuraban y vertían ellas mismas sus aguas residuales estaban conscientes de que a la expiración del plazo (por ejemplo después de 10 años) sólo recibirían un nuevo permiso si cumplían los valores límites actuales [30]. Algo similar tenía aplicación para los permisos legal-hidrológicos para industrias que eliminaban sus aguas residuales por medio de plantas depuradoras comunales. En algunos casos, las autoridades de aguas aprovecharon la posibilidad de dictar posteriormente órdenes legal-hidrológicas para la imposición del estado de la técnica para vertidos existentes. Aún en estos casos, los vertedores se declararon finalmente dispuestos a colaborar, para poder participar adecuadamente en la elaboración de los requisitos.

Los permisos legal-hidrológicos modernos contienen los siguientes componentes importantes [31], como se ha mostrado en el ejemplo del caso de la gran industria química:

- Limitación de concentración y carga para los siguientes parámetros importantes::
  - (1) BSB<sub>5</sub>: 30 mg/l, para garantizar una depuración biológica total,
  - (2) CSB: Valores de concentración y de carga que corresponden a una disminución del CSB en un 90 % en la producción de colorantes orgánicos y en un 95 % en la producción de vitaminas y de productos farmacéuticos,
  - (3) AOX: dependiente del porcentaje relevante de productos AOX, valores límites dentro del margen de 1 mg/l,
  - (4) Metales pesados, siempre y cuando su volumen sea importante; valores de concentración y de carga de cobre y cromo de la producción de colorantes orgánicos que corresponden a una disminución en las aguas residuales de un 90 %,
  - (5) Suma NH<sub>4</sub>-, NO<sub>3</sub>- y NO<sub>2</sub>-N: 50 mg/l,
  - (6) P<sub>total</sub>: 2 mg/l,
  - (7) Sales (cloruro y sulfato),
- Fijación para la relación y la actualización anual del catastro de aguas residuales,
- Requisitos para mejorar aún más la situación de las aguas residuales (medidas sucesivas) incluso la indicación del empleo de sustancias químicas tolerables para el medio ambiente,

- Disposiciones jurídico-tributarias de aguas residuales,
- Supervisión por medio de autocontrol (autosupervisión) así como supervisión oficial.

Para que los requisitos sean cumplidos realmente, deben supervisarse con frecuencia los valores límites correspondientes. Para ello se impone a las industrias amplias obligaciones de autosupervisión. Además, las autoridades de aguas controlan sin previo aviso en períodos irregulares. Con ello se efectúa un control de pruebas hechas al azar para comprobar si los resultados de la autosupervisión son fiables. En caso de no cumplirse con los valores límites, existe la amenaza de fijación de multas administrativas y también de consecuencias penales [33]. Más allá de ello, los vertedores tienen gran interés en el cumplimiento de los requisitos fijados uniformemente a nivel nacional según el estado de la técnica, dado que el incumplimiento multiplicaría las contribuciones por aguas residuales.

El carácter directivo de la contribución por aguas residuales se podrá observar en el siguiente ejemplo:

Después de que en la gran industria química el catastro de aguas residuales y el tratamiento de corriente parcial ya estaban tan avanzados de que casi no había materias que detuviesen la nitrificación, se comprobó de que las aguas residuales químicas mezcladas son accesibles a una eliminación N en la planta depuradora. Si bien los requisitos legales ( $N \leq 50 \text{ mg/l}$ ) ya eran observados a raíz de las medidas internas de pretratamiento, se reformó la planta depuradora existente en un procesador de activación en dos fases con desnitrificación preconectada – sin obligaciones oficiales. Los costes de inversión de apenas 1,5 millones de € se pudieron compensar con las contribuciones por aguas residuales de los 3 años anteriores. De este modo fue posible reembolsar a la gran industria química la casi totalidad de los costes de inversión, después de haber presentado un examen de un revisor de cuentas sobre la exactitud de los costes y un comprobante sobre la disminución en un 20 % de la carga de contaminantes (N).

Cálculo de la contribución por aguas residuales (A) en unidades de contaminación (SE) o € para un año (un punto de vertido):

$$A = \frac{1.500.000 \text{ kg CSB}}{50 \text{ kg CSB/SE}} + \frac{250.000 \text{ kg N}}{25 \text{ kg N/SE}} + \frac{5.000 \text{ kg P}}{3 \text{ kg P/SE}} + \frac{1.000 \text{ kg Cu}}{1 \text{ kg Cu/SE}} + \frac{1.000 \text{ kg Cr}}{0,5 \text{ kg Cr/SE}} + \frac{20.000 \text{ kg AOX}}{2 \text{ kg AOX/SE}}$$

$$A = 30.000 \text{ SE} + 10.000 \text{ SE} + 1.666 \text{ SE} + 2.000 \text{ SE} + 1.000 \text{ SE} + 10.000 \text{ SE}$$

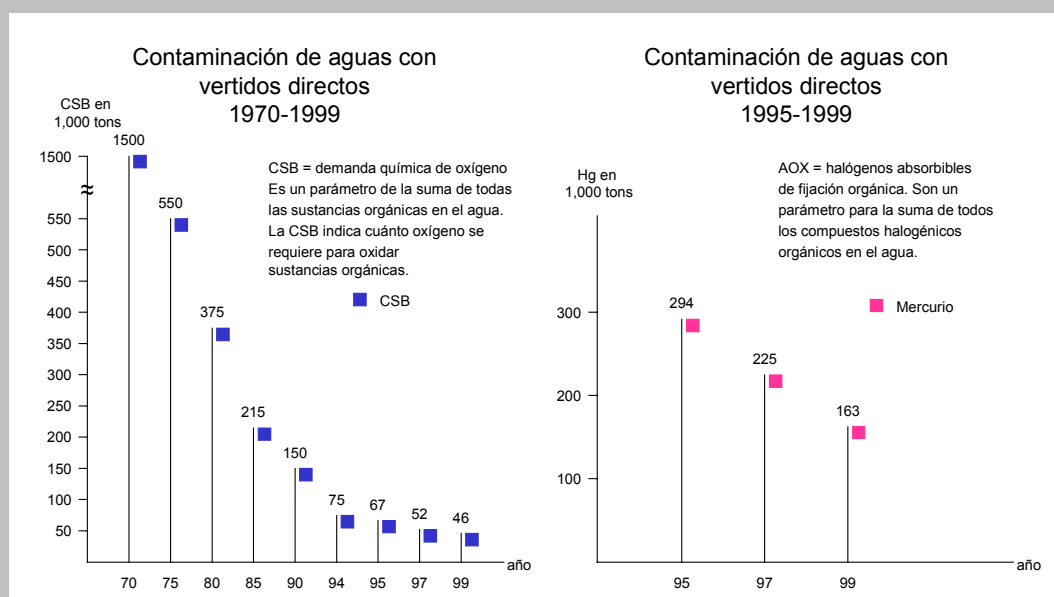
$$A = 44.666 \text{ SE} \times 7,50 \text{ €/SE} + 10.000 \text{ SE} \times 30,00 \text{ €/SE}$$

$$A = 384.000,00 \text{ €}$$

En el caso de los parámetros CSB, AOX, N, P, Cr, Cu se pudo cumplir con los requisitos correspondientes a las disposiciones administrativas de aguas residuales. Por este motivo se redujo la contribución por aguas residuales en un 75%. En el caso del parámetro AOX no se pudo cumplir con las disposiciones administrativas de aguas residuales, por lo tanto, hubo que pagar la contribución completa (30,00 €). En el caso de los parámetros Hg, Cd, Pb, Ni y G<sub>f</sub> no hubo que pagar contribución de aguas residuales, dado que no se alcanzaron los valores correspondientes.

### **Protección de aguas: factor de gastos y motor del desarrollo para industria y protección del medio ambiente**

El cumplimiento de requisitos cada vez más rigurosos para el tratamiento de aguas residuales supuso considerables gastos. Con ello, surgieron desventajas competitivas considerables para los sectores con alta carga de aguas residuales frente a sus competidores internacionales que producen más económicamente sin depuradoras costosas. No obstante, la presión de gastos permitió descubrir nuevos potenciales de racionalización de la industria y del sector del agua, desarrollándose tecnologías y conceptos logísticos cada vez más potentes que no sólo reducen los gastos de agua sino también los de energía, sustancias químicas y gastos de personal. Esto, a su vez, reforzó la capacidad de exportación de la industria.



### **Ilustración 35: Reducción de cargas escogidas de contaminantes, sector químico [60]**

Además, surgió un potente sector de protección del medio ambiente con más de 5.000 oferentes que prestan una importante contribución a la economía alemana con un volumen de ventas de unos 25.000 millones € y 500.000 puestos de trabajo aproximadamente. Cada 3 años tiene lugar en Munich la feria mayor del mundo sobre técnica del agua y de desechos, la IFAT ([www.ifat.de](http://www.ifat.de)), a la que se presentan más de 2.000 empresas de todo el mundo a más de 100.000 visitantes especializados.

#### 4.5 CONCEPTOS DE ACTIVIDAD ORIENTADOS A LOS GRUPOS DE CONTAMINANTES SEGÚN EL EJEMPLO DE REDUCCIÓN DE SUSTANCIAS NUTRITIVAS \*

*En su primer fase de desarrollo, la protección de aguas en Alemania tuvo aplicación en la degradación de carbonos (CSB, BSB) para asegurar el porcentaje de oxígeno en los ríos. Posteriormente hubo que dedicarse a la degradación de sustancias nutritivas (nitrógeno y fósforo), ante todo para la protección de los lagos y las costas marítimas. En primer lugar, el paso más importante fue la reducción de las emisiones de fosfato mediante el empleo, prescrito legalmente, de productos de limpieza libres de fosfatos y la degradación de sustancias nutritivas en las plantas depuradoras mayores. La carga restante proviene actualmente, en esencia, de las así llamadas fuentes difusas, como los fertilizantes agrícolas, la erosión producida por las lluvias y la polución atmosférica proveniente de otros países. Para ello se*

*requieren conceptos de actividad orientados a los grupos de sustancias contaminantes, los que contienen un paquete de diferentes instrumentos y medidas técnicas concordantes.*

**\*Autora: Bióloga dipl.  
Ulrike Staffel-Schierhoff**

Instituto de Técnica Ambiental y  
Management de la Universidad de Witten/  
Herdecke gGmbH

Alfred-Herrhausen-Strasse 44  
58455 Witten

Tel.: +49/ 2302/ 91401-0  
Fax: +49/ 2302/ 91401-11  
e-mail: Prof.Rudolph@t-online.de  
www.professor-rudolph.de

Basándose en materiales del  
**Dr. Volker Mohaupt**  
Oficina Federal de Medio Ambiente

##### 4.5.1 VERTIDO DE SUSTANCIAS NUTRITIVAS

El vertido de sustancias nutritivas como fósforo y nitrato puede sobrecargar extremadamente el sistema hidrológico. Se denomina eutroficación (eutroph = rico en sustancias nutritivas) el estado de aguas que presentan un contenido acrecentado de sustancias nutritivas. Como consecuencia del exceso de sustancias nutritivas se fomenta un crecimiento masivo de algas, las cuales en primer instancia producen gran cantidad de oxígeno, pero que luego de morirse consumen para su desintegración mucho más oxígeno. Las aguas están en peligro en caso de que se produzcan procesos de putreficación como consecuencia de la consiguiente deficiencia de oxígeno. Las consecuencias negativas son la muerte de peces y el menoscabo del aprovechamiento de las aguas (por ejemplo como agua potable).

En cuanto a los caminos de entrada de sustancias nutritivas al sistema hidrológico se puede diferenciar entre fuentes naturales (geógenas), puntuales y difusas.

**Reducción de emisiones de sustancias contaminadoras del agua mediante normas legales, tomando el ejemplo de detergentes y productos de limpieza**

(véase el cap. 3.2.4)

En los años 50, la venta de cada vez más lavadoras, el consumo creciente de productos textiles, así como la conciencia higiénica intensificada, indujeron a un pronunciado aumento del consumo de agentes limpiadores. Por motivos de costos, en la producción de estos limpiadores se empleó un agente tensioactivo sintético de biodegradación muy difícil. En los años 60, esto provocó un aumento enorme de los agentes tensioactivos en las aguas. Las montañas de espuma en los ríos y los lagos mostraban claramente que los agentes limpiadores tenían una influencia considerable en el medio ambiente.

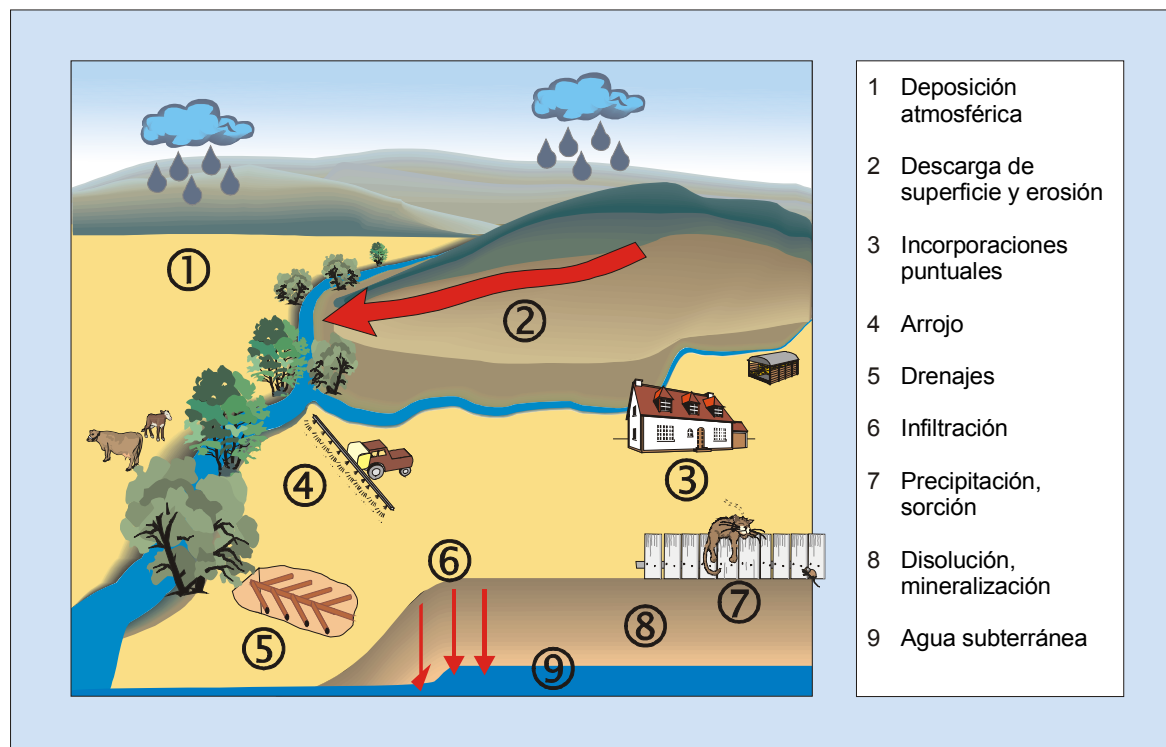
Como reacción a los problemas ecológicos cada vez mayores, se aprobó en 1975 la *ley de agentes limpiadores*. Ésta regula la aprobación de detergentes y productos de limpieza para la venta de modo que, tras su uso, debía evitarse toda carga del estado de las aguas, especialmente con respecto al balance natural y al abastecimiento de agua potable, así como la afección de instalaciones de aguas residuales. Complementariamente a la ley de agentes limpiadores, se aprobó en 1977 la *ordenanza de agentes tensioactivos*. Conforme a éste, al menos el 80% de los agentes tensioactivos de un agente para lavar debían ser biodegradables. Ahora, los fabricantes sintetizaron agentes tensioactivos con una estructura molecular que facilitaba enormemente la biodegradación. Desaparecieron las montañas de espuma en las aguas.

En los años 70, se reconocía, por lo demás, que los fosfatos contenidos en los agentes para lavar ejercían una influencia considerable en la eutroficación de aguas. Los fosfatos se emplean en el sector de los agentes para lavar sobre todo como los así llamados “ayudantes” para fijar las sales responsables de la dureza del agua y evitar las sedimentaciones de cal. En 1980, se aprobó en Alemania la *ordenanza de concentraciones máximas de fosfato*. Éste obligó a los fabricantes de agentes para lavar a reducir las concentraciones máximas de fosfato en detergentes y productos de limpieza en 1981 en un 25% y en 1984, en un total del 50% frente al valor de partida de 1980. En 1986, aproximadamente la mitad de todos los agentes para lavar fueron productos exentos de fosfato, ascendiendo esta cuota a dos tercios en 1987. Hoy, prácticamente, sólo quedan agentes para lavar exentos de fosfato en el mercado.

Con la nueva redacción de la *Ley de detergentes y productos de limpieza* (WRMG, 1987), se intentó adaptar la vieja ley a las exigencias mayores de la protección actual de las aguas. Un cambio importante fue la obligación de los fabricantes de agentes para lavar de indicar el rendimiento de sus productos, a fin de contrarrestar la sobredosificación.

Los nuevos planteamientos de una valoración ecológica de agentes para lavar, tienen en cuenta todos los aspectos desde la fabricación del agente para lavar y el proceso de lavado hasta la eliminación. Se incluyen la puesta a disposición de materias primas, la fabricación, la aplicación, el consumo, los desechos producidos y el comportamiento en el medio ambiente bajo aspectos energéticos y de sustancias. El objetivo de tal balance ecológico es señalar otras soluciones para un uso más ecocompatible de los agentes para lavar.

Mientras que las entradas puntuales fluyen directamente a los ríos de las plantas depuradoras comunales y de los vertederos industriales, las entradas difusas de sustancias nutritivas en las aguas superficiales resultan de la suma de distintos caminos de entradas. Forman parte de ello los derrubios, las lixiviaciones en drenajes y el agua subterránea, la evaporación con consiguientes entradas por precipitaciones, así como las sustancias provenientes de fincas agrícolas [39].



**Ilustración 36: Rutas de incorporación de sustancias nutritivas en aguas corrientes**

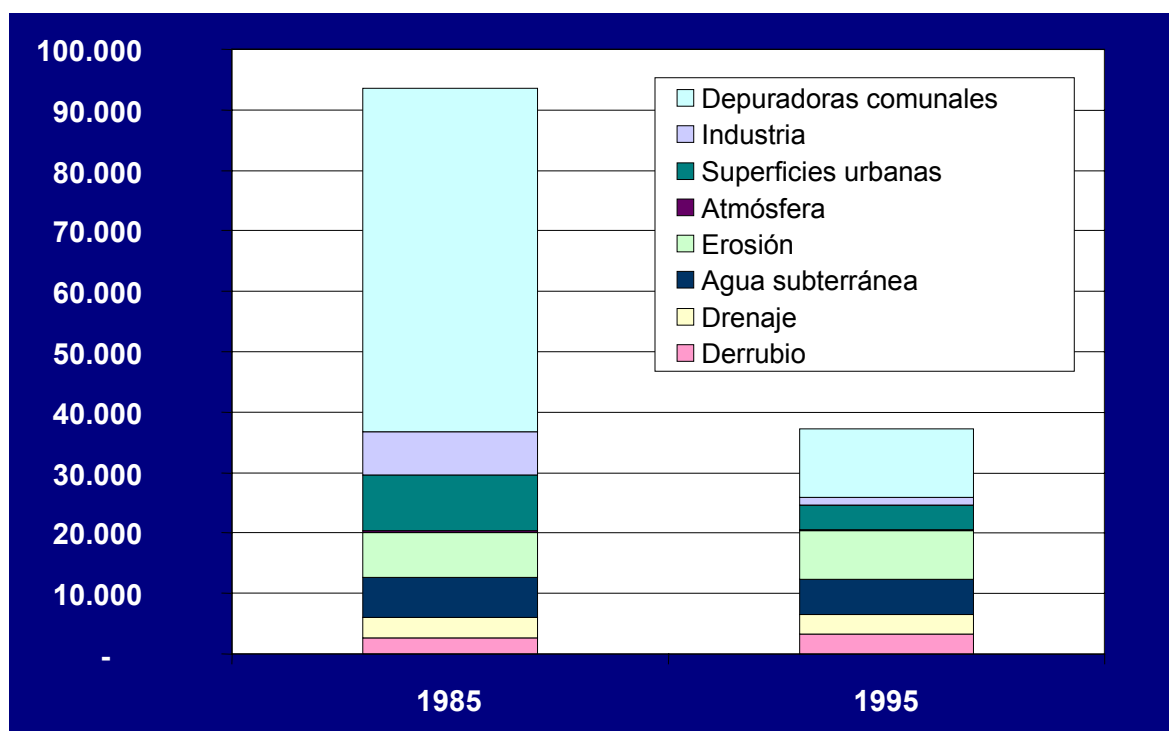
Para el cálculo de las partes de sustancias nutritivas provenientes de distintas fuentes se emplean diferentes modelos [27] y los resultados se comparan con las cargas de materias de los ríos.

#### 4.5.2 EMISIONES DE FÓSFORO Y DE NITRÓGENO

Las entradas totales de fósforos en las cuencas fluviales de Alemania durante el período de 1993 hasta 1997 rondaban aproximadamente 37 Mg P/a. En comparación con el período 1983 – 1987, las emisiones de fósforo se redujeron en un 60 %, considerando 1975 hasta aproximadamente un 70 %. Así como también en la mayoría de los países vecinos, de este modo pudo lograrse la meta de reducir a la mitad las emisiones de fósforos en 1995 frente a 1985, acordada en 1987 durante la 2ª Conferencia sobre protección del Mar del Norte en Londres [3].

La Ley sobre detergentes y productos de limpieza que entró en vigor en 1987, dio lugar a que este camino de entrada se redujese considerablemente. Como consecuencia del empleo de detergentes libres de fósforos y de la precipitación fosfatada en las plantas depuradoras entra ahora a las aguas sólo el 20 % de las cargas de emisiones observadas desde 1983 hasta 1987.

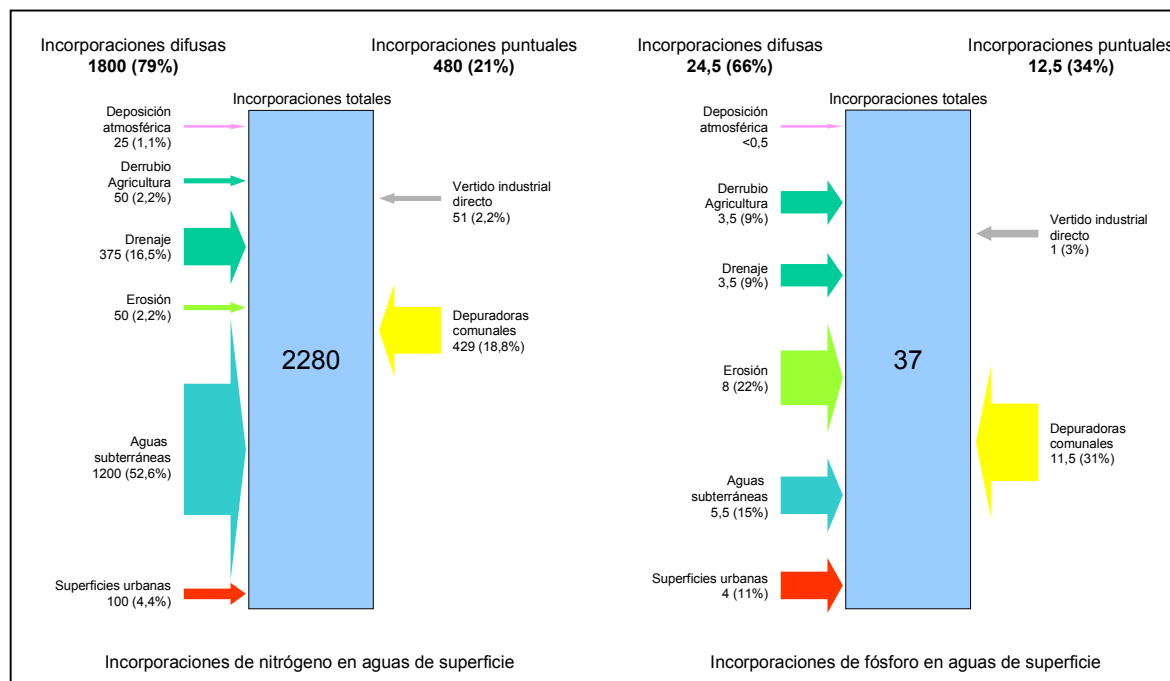
Por el desarrollo de las *plantas depuradoras* (tercer etapa de purificación) junto con la introducción de detergentes libres de fosfatos, se redujeron en un 80 % las entradas por medio de plantas depuradoras comunales. Este camino de entradas – actualmente sólo un 31 % - representa la parte principal de la reducción.



**Ilustración 37: Incorporaciones de fósforo en aguas de superficie en t/a**

El amplio perfeccionamiento de la purificación de aguas residuales en Alemania dio lugar a una mejora de la calidad de aguas. Sin embargo, sigue existiendo el problema de las entradas de sustancias nutritivas de fuentes difusas provenientes de la *agricultura*. En los últimos decenios se acumularon en los suelos grandes cantidades de estas sustancias nutritivas como consecuencia de la utilización de fertilizantes minerales fosfóricos. Actualmente, más del 60 % de los suelos están fertilizados de forma suficiente o excesiva. A partir de 1980, la agricultura alemana ha reaccionado reduciendo el empleo de fertilizantes minerales (1980: 29,9 kgP/ha; 1995: 14,4 kgP/ha.). El reconocimiento de que es favorable económicamente un empleo menor de químicos y de que el contenido de fosfato en los suelos es suficiente o excesivo, así como el aumento de la conciencia ecológica de los agricultores como consecuencia de los debates públicos y, finalmente, la reforma agraria de la UE han desembocado en la reducción de entradas de sustancias nutritivas provenientes de la agricultura. Sin embargo, las emisiones de fósforos

provenientes de las superficies de explotación agrícola continúan aumentando debido al exceso de fósforos que aún existe actualmente.



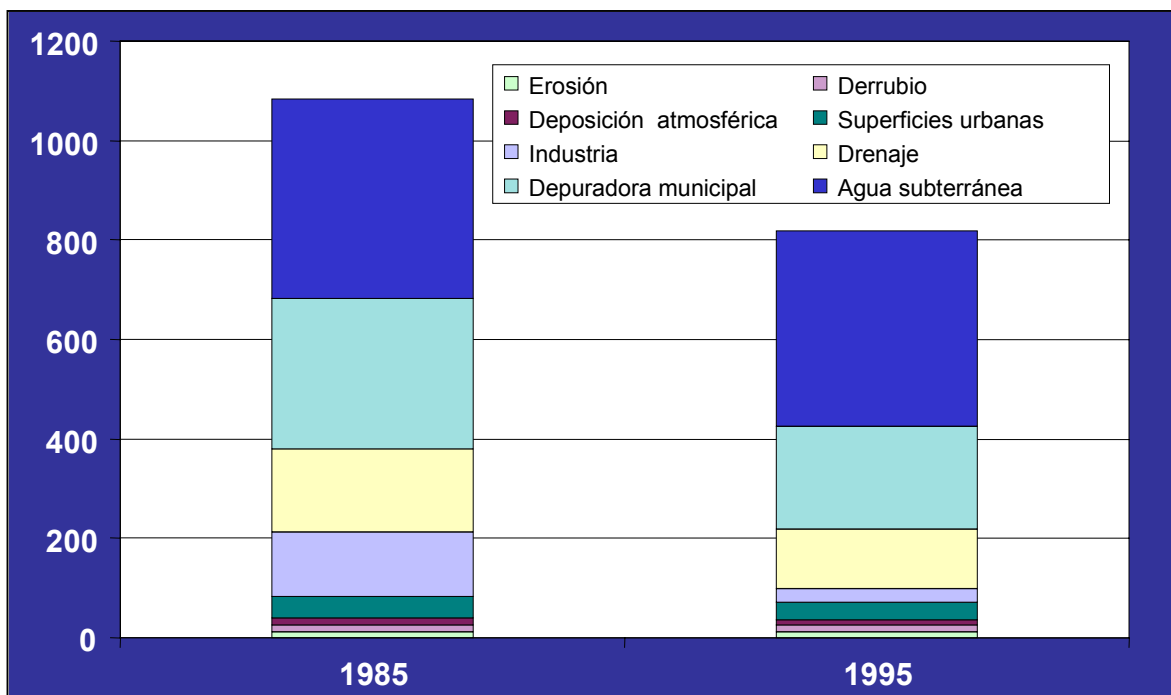
**Ilustración 38: Incorporaciones de nitrógeno y fósforo en aguas de superficie en 1998 [kt/a] [37]**

Las emisiones totales del nitrógeno en las cuencas fluviales de Alemania supusieron en el período de 1993 - 1997 aproximadamente 820 ktN/a. Por lo tanto, éstos fueron inferiores en 266 ktN/a, en un 25 %, a la década anterior. Pero no se pudo lograr la meta internacionalmente acordada de reducir a la mitad la entrada de sustancias nutritivas a los mares entre 1985 y 1995. Esta meta tampoco fue lograda por los países vecinos. Así como en el caso del fósforo, también en el caso del nitrógeno se redujo, ante todo, la entrada de las fuentes puntuales (en aproximadamente un 45 %). Su cuota es ahora sólo de un 28 %. Contrapuesto a ello, en las entradas de nitrógeno sólo se pudo observar una disminución de alrededor de un 10 %.

#### 4.5.3 SITUACIÓN DE LAS MEDIDAS PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN

La contaminación evitable con sustancias nutritivas agrícolas resulta en gran parte de la separación de regiones con explotaciones de frutos pobres en ganado de las regiones con explotaciones de forrajes con mucho ganado, así como de la cría industrial de ganado. Esto conduce a que en regiones ricas en ganado, los fertilizantes con nitrógeno (estiércol y cama de estiércol) deben ser eliminados y motivan entradas excesivas de sustancias nutritivas en las aguas. En las regiones pobres en ganado se esparcen fertilizantes minerales baratos para el abono con nitrógeno de los cultivos agrícolas, con las mismas consecuencias negativas para las aguas. Sólo pocas explotaciones agrícolas tienen una economía administrativa ecológicamente equilibrada, la cual permite aprovechar el excedente de nitrógeno

proveniente de la cría de ganado para cubrir las necesidades de nitrógeno de cultivos en el mismo lugar.



**Ilustración 39: Incorporaciones de nitrógeno en aguas de superficie [kt N/a]**

El desarrollo agrícola ha marcado los balances nacionales de sustancias nutritivas. El exceso de nitrógeno en la superficie agrícola alemana disminuyó en un 27 % desde su máximo en 1987, y el excedente de fósforos hasta casi en un 80 % desde 1980.

El período medio de permanencia del nitrógeno en las aguas subterráneas resulta de los excedentes de la agricultura y de las concentraciones de nitrógeno en los ríos. Supone aproximadamente de 10 a 20 años en el caso de la penetración de aguas subterráneas al Rin, 20 años al Danubio y 30 años en el valle fluvial del Elba. Resultaron valores parecidos en un modelo para el flujo de aguas subterráneas en la llanura de la cuenca del Elba: el valor mediano de los tiempos de flujos suponía 25 años, con una oscilación de entre 1,5 y aproximadamente 500 años.

Después de haberse reducido la afluencia de nitrógeno a las aguas subterráneas desde 1987 aproximadamente, tardará por ello aún decenios hasta que los grandes ríos que alimentan las aguas subterráneas se hayan aliviado [7] [8].

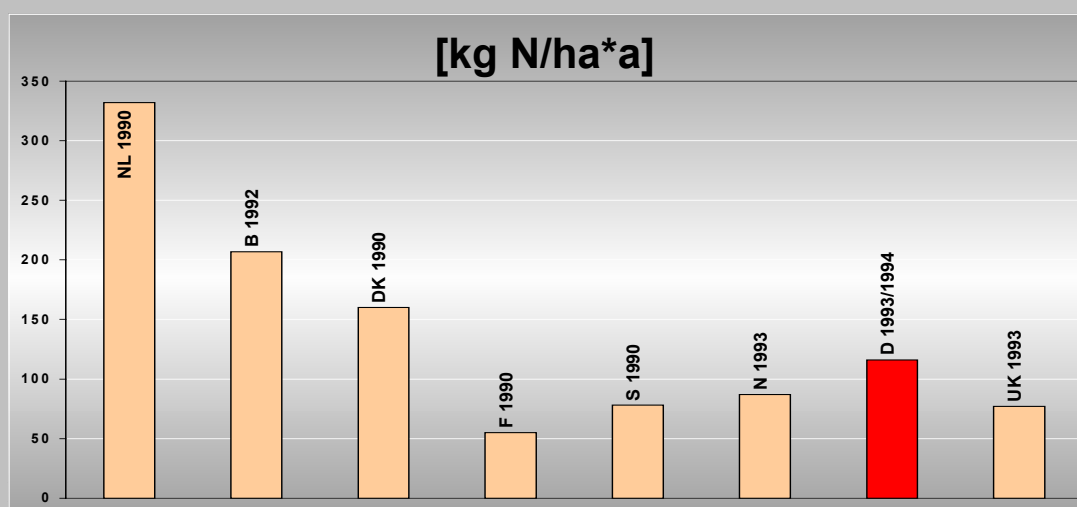
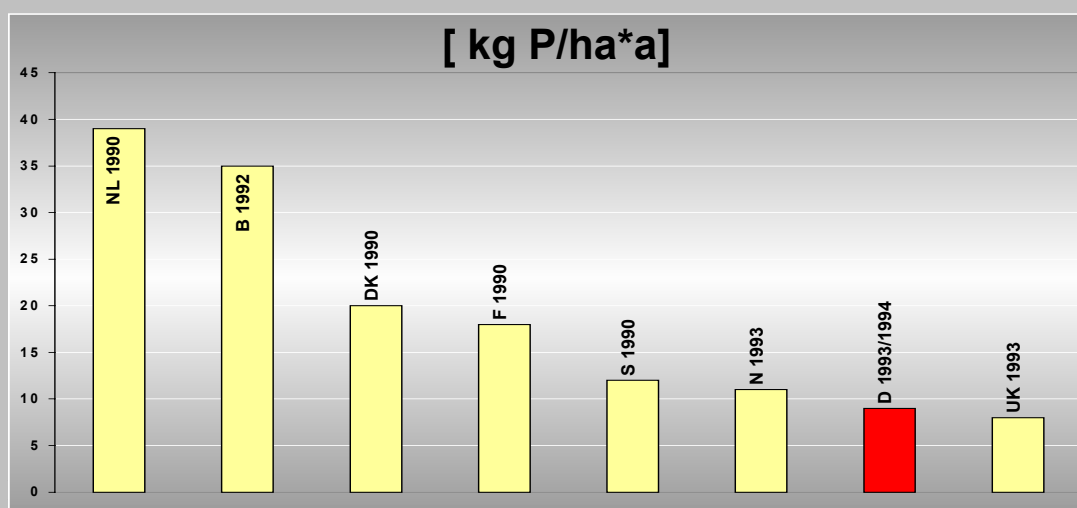
Para conseguir reducir a la mitad la contaminación con nitrógeno, sería necesaria otra disminución del excedente de nitrógeno a aproximadamente 50 kg N/(ha LF\*a) así como una mejora considerable de la capacidad de desnitrificación de la región (por ejemplo mediante remansos o cierres de drenajes, rehumedecimiento de zonas húmedas y mejora de la estructura morfológica de las aguas).

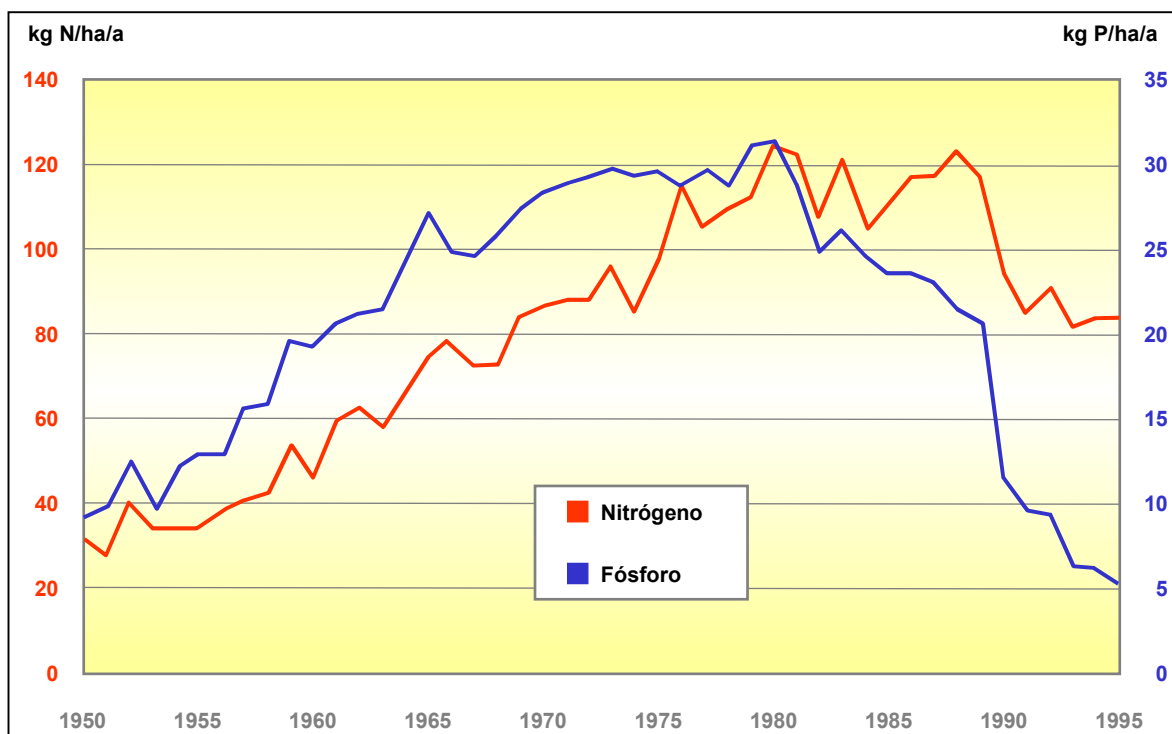
**Balances de sustancias nutritivas:**

Con respecto a las incorporaciones de sustancias nutritivas provenientes de la agricultura no existen fundamentos unitarios de valoración nacionales ni tampoco internacionales para apreciar los efectos y adelantos de medidas de reducción. Además, existe frecuentemente cierto retardo entre la realización de las medidas y su efecto sobre las incorporaciones en las aguas. Por ello, los países miembros confeccionan anualmente, dentro del marco de la Comisión de París (Mar del Norte), un balance de minerales para el ámbito agrícola.

Los balances de sustancias nutritivas abarcan los ciclos importantes del nitrógeno y del fósforo en la agricultura. Los excesos calculados corresponden a las cantidades de sustancias nutritivas que llegan al medio ambiente (aire, suelo, agua). Las modificaciones del exceso permiten valorar la eficacia de las medidas tomadas.

En comparación con otros países limítrofes del Mar del Norte, Alemania ocupa, a pesar de su agricultura intensiva, una posición media en cuanto al exceso de nitrógeno, logrando incluso valores relativamente bajos en el exceso de fósforo.





**Ilustración 42: Excesos del balance de nitrógeno y de fósforo en la superficie agrícola alemana 1950 – 1995**

Con la ordenanza de fertilizantes (transformación de las directivas sobre abonos de la UE en derecho alemán) se exigen balances de fertilizantes que usen las explotaciones. Las cantidades máximas previstas para fertilizantes orgánicos de 210 kg/ha/a de nitrógeno desde 1996 ó 170 kg/ha/a desde 2000 son, sin embargo, demasiado altas desde el punto de vista de la protección de aguas. Asimismo, no existen limitaciones para la cantidad total de fertilizantes. Además, en el caso de fertilización orgánica puede sumarse un total del 30 % por pérdidas de nitrógeno. Además, las deposiciones de nitrógeno provenientes del aire no se toman en consideración obligatoriamente. Teniendo en cuenta tan altos aportes de nitrógeno, especialmente de regiones con suelos permeables al agua, de lugares con peligro de derrubios y de fajas ribereñas fertilizadas, debe seguir contándose con importantes cargas de sustancias nutritivas en las aguas.

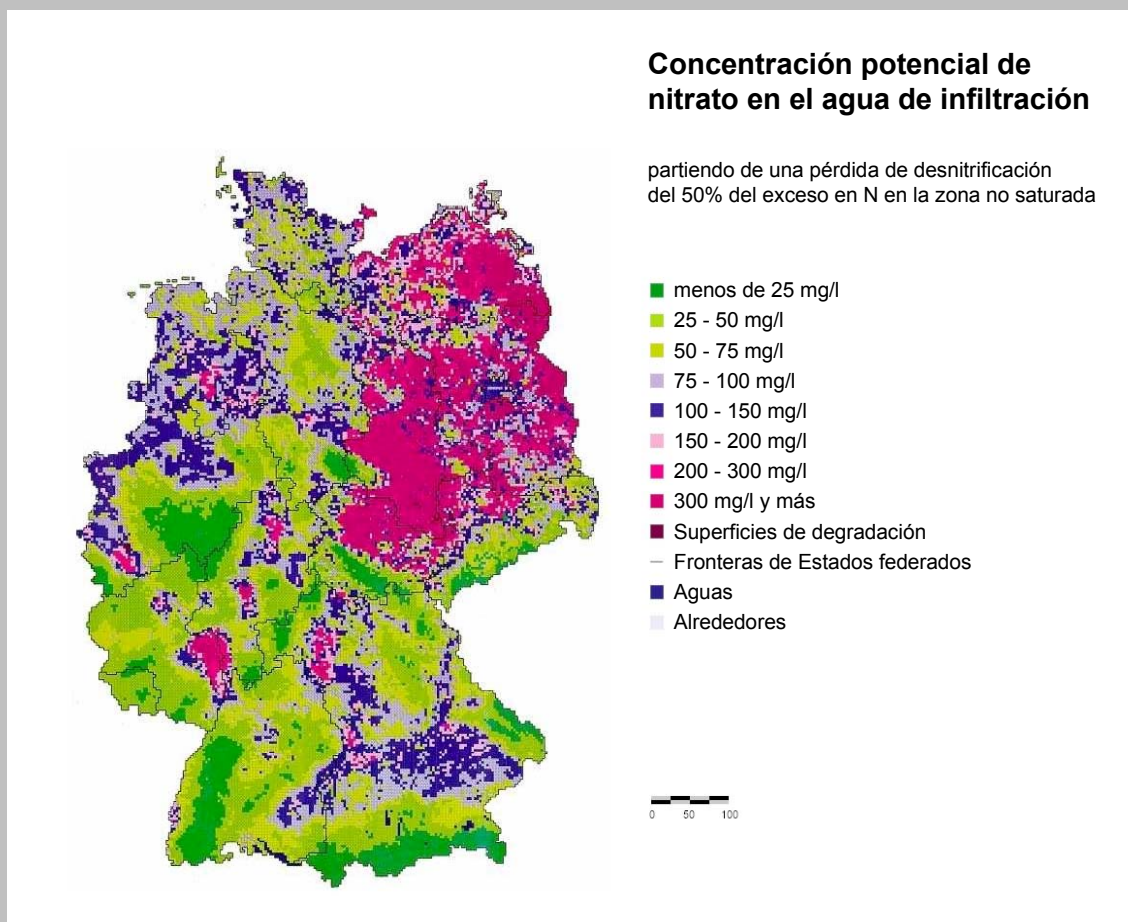
Según el reglamento sobre fertilizantes, la utilización excesiva de fósforo en muchos suelos debe ser reducida allí dónde *“deban esperarse ... consecuencias perjudiciales para las aguas”*. Por ejemplo, éste es el caso de terrenos bajos y pantanosos. La humedad alta de los suelos en combinación con la falta de oxígeno en las fosas conduce allí a derrubios del fosfato excedente en el estuario limítrofe, el cual soporta una alimentación de sustancias nutritivas demasiado alta. Por lo tanto, en la región de terrenos bajos y pantanosos se debería reducir significativamente la cantidad de ganado y de fertilizantes fosfóricos, para conseguir balances negativos.

**Niveles de nitrato en el agua subterránea:**

En Alemania, las investigaciones regionales acerca de los niveles de nitrato en el agua subterránea revelaron que la cuota en % de concentraciones elevadas de nitrato va aumentando de norte a sur. Una causa importante de ello debe ser la situación geológica, concretamente, el reparto de roca suelta y roca sólida.

En el área de rocas sueltas, las corrientes profundas de aguas subterráneas acusan, por lo general y a pesar de una contaminación con nitrato a menudo pronunciada de las corrientes de agua subterránea cercanas a la superficie, una carga baja. Aquí, prácticamente no existe nitrato, dado que el medio reductor es degradado casi completamente a amonio y nitrógeno elemental.

En su conjunto, los resultados de las investigaciones de la LAWA (Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, grupo de trabajo sobre el agua de los Estados federados y el Gobierno central) demuestran una contaminación frecuente en el ámbito federal del agua subterránea por el nitrato. El recurrir en la obtención del agua a capas más profundas del agua subterránea no supone una solución duradera al problema. Se requiere una protección global y de gran superficie del agua subterránea por medio de una incorporación reducida de nitrógeno en el agua, especialmente proveniente de la agricultura (vinculación a superficies de la cría de ganado, reglamento del abono).



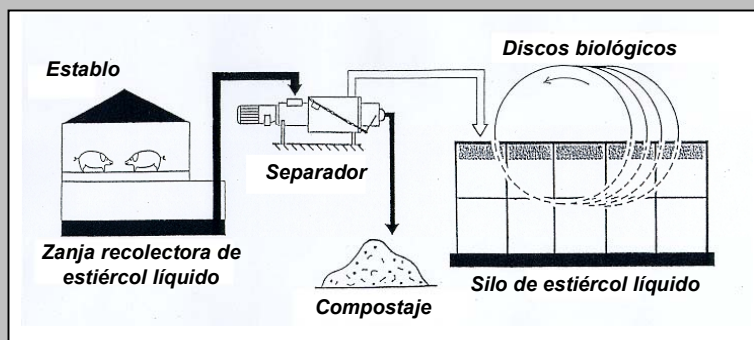
**Ilustración 43: Concentraciones de nitrato en el agua de infiltración en Alemania [61]**

### Necesidad de actuar para la agricultura

Con motivo de un seminario técnico [INA 2001: Protección del medio ambiente y agricultura ecológica - Necesidad de actuar para AGENDA 2000 y preparación conjunto para la AGENDA 2007, Seminario de la Oficina Federal de Protección de la Naturaleza, Internationale Naturschutzakademie Insel Föhr (INA), el 10/04/2001.] se propuso, bajo el título “La agricultura ecológica no es ningún remedio milagroso ecopolítico: requisitos a cumplir por la agricultura preponderantemente convencional desde el punto de vista de la protección del medio ambiente”, el siguiente catálogo de medidas para reducir la contaminación de suelos y aguas por emisiones de la agricultura:

- 1) Desarrollo ulterior de los requisitos a cumplir por el abono agrícola:
- 2) Prohibición de aplicación en los suelos helados o cubiertos de nieve,
  - ningún abono con fertilizantes de sustancias nutritivas múltiples en suelos ampliamente abastecidos de potasio y fosfato,
  - delimitación de nitrógeno para abono de origen animal (estiércol líquido) y abono de materias primas secundarias (lodo activado),
  - límite superior general de nitrógeno para tierras de pastoreo 170 kg/ha/a,
  - introducción de una obligación diferenciada de registro y documentación,
  - técnica de aplicación pobre en emisiones de estiércol líquido con incorporación en el campo en el plazo de una hora,
  - capacidad de almacenamiento de estiércol líquido para un mínimo de 6 meses para asegurar un uso del estiércol líquido conforme a la temporada y a las necesidades,
  - reducción de los niveles de cadmio en el abono de fosfato,
  - regulación y vigilancia de incorporaciones potenciales de metales pesados por abono agrícola.

**Ilustración 44: [12]  
Instalación piloto para la eliminación de nitrógeno en la agricultura por discos biológicos**



- 3) Exigencias más rigurosas en la práctica de la fitoprotección:
  - aparatos fitosanitarios y técnica de aplicación (aparatos con pérdidas reducidas, certificado de clientes técnicos a nivel federal, controles eficaces),
  - obligación de documentación de cada segmento del campo,
  - actualización constante y concretización específica de los parámetros a cumplir para una fitoprotección integrada (principio de umbrales nocivos),
  - comprobación del registro de productos fitosanitarios (decisión de aprobación por las autoridades del medio ambiente a nivel federal),
  - objetivos de calidad para aguas de superficie (según el umbral ecotoxicológico de 0,1 µg/l y menor para todos los productos fitosanitarios relevantes para aguas).

## 4.6 REALISIERUNG WASSERWIRTSCHAFTLICHER GROßPROJEKTE AM BEISPIEL DER TALSPERRE LEIBIS-LICHTE\*

*Los grandes proyectos hidroeconómicos [véase 62] no son sencillos de realizar en un Estado democrático como Alemania, puesto que los diferentes intereses - por ejemplo en el abastecimiento de agua, la protección de la naturaleza, de la población circundante y de la industria - deben ser sopesados en un procedimiento transparente y equitativo. Además de una planificación técnica profesional, se necesita un examen del impacto ambiental con un plan paisajista acompañante y un procedimiento de autorización que resista los posibles recursos que se presenten. A la luz del ejemplo de la presa de Leibis-Lichte se demostrará cómo se ha gestionado el proceso de toma de decisiones, y cómo se pudo estructurar y financiar el proyecto de construcción.*

\*Autores: **Ing. ind. Jens Peters**

y: **Dipl.-Kfm. Volkmar Klaufner**

Gerentes de Thüringer Talsperrenverwaltung. La Thüringer Talsperrenverwaltung es propietaria y explotadora de varios sistemas de presas de agua potable, así como de grandes cuencas de retención de crecidas en Turingia.

Thüringer Talsperrenverwaltung

Talsperrenstrasse 25-27

99897 Tambach-Dietharz

Tel.: +49/ 36252/ 330

Fax: +49/ 36252/ 33 111

e-mail: thueringer-talsperren@t-online.de

homepage: www.thuertv.de

y: **abogado Bruno Walter**

Socio del bufete de abogados Langer,

Walter & Collegen

RaeLangerWalter@t-online.de

y: **Geocólogo dipl. Markus Ottenbreit**

Gerente de emc GmbH. La sociedad emc GmbH

asiste y asesora en procedimientos de

autorizaciones hidroeconómicas

e-mail: ottenbreit@emc-gmbh.de

homepage: www.emc-gmbh.de

### 4.6.1 INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de estabilizar el abastecimiento de agua a distancia, así como para abastecer a otras regiones que tienen escasos recursos hidrológicos en la zona de captación de un río pequeño y para mejorar la protección contra inundaciones se proyectó el abastecimiento a distancia con la presa de Leibis-Lichte, con otra central de abastecimiento de agua y una red de abastecimiento a distancia de 80 km de longitud [55].

La planificación de ese proyecto comenzó ya en los años 70. Originalmente, con ese sistema se había proyectado abastecer una gran zona industrial adyacente. Por esta razón, además de la presa de Leibis-Lichte se había considerado tender cuatro tuberías desde zonas de captación vecinas a la presa de Leibis-Lichte, así como dos plantas de captación de las aguas fluyentes. Ese sistema hubiera tenido una capacidad total de aproximadamente 240.000 m<sup>3</sup>/d.

La realización del proyecto comenzó en 1981. Junto a la central de abastecimiento de agua y la red de abastecimiento a distancia se construyó una presa anterior, una galería de desvío de la presa de Leibis-Lichte a la central de abastecimiento de agua, así como una galería de conducción en el sector de embalsamiento de la presa.

Debido a graves problemas de abastecimiento, en 1992 empezó el funcionamiento provisional de esas instalaciones de abastecimiento de agua (extracción de agua de la presa anterior). Este sistema provisional tiene problemas considerables, en particular en cuanto a la calidad del agua; por tal motivo, debe ser desconectado a la brevedad posible.

Para asegurar el abastecimiento a distancia se construirá la presa de Leibis-Lichte. A continuación, el antiguo abastecimiento a distancia y el nuevo sistema serán operados conjuntamente como sistema combinado de abastecimiento de agua. Este sistema combinado producirá el 80 % del agua potable necesaria para aproximadamente 400.000 habitantes en una superficie de 3000 km<sup>2</sup>, con una permanente calidad incólume. Tras la construcción de la presa de Leibis-Lichte se paralizará el abastecimiento provisional proveniente de la presa anterior del nuevo sistema, estabilizando de esta manera el antiguo sistema de abastecimiento a distancia.

## 4.6.2 PREPARACIÓN DEL PROYECTO

### 4.6.2.1 Planificación técnica

Basándose en los planes elaborados antiguamente, de 1993 a 1995 se elaboró la planificación técnica para la construcción de la nueva presa. En este contexto, fue necesario considerar las nuevas condiciones generales derivadas de la reunificación del país [56].

Se decidió mantener la *ubicación* para la presa de Leibis-Lichte. Por una parte, las diferentes posibilidades de ubicación habían sido estudiadas detenidamente en las primeras fases de la planificación en los años setenta; por otra parte, con la construcción de la presa anterior, de la galería de desvío y de la galería de conducción a la central de abastecimiento de agua ya se habían sentado las bases para determinar la ubicación de la presa.

A la hora de determinar las *dimensiones* de la presa se supuso una capacidad de agua natural de aproximadamente 65.000 m<sup>3</sup>/d. Para acceder a esa cantidad de agua natural, además de la presa de Leibis-Lichte se debe aprovechar la capacidad de una zona de captación vecina mediante una galería de conducción paralela. La presa de Leibis-Lichte tiene una zona de captación de 72 km<sup>2</sup>, y la zona de captación vecina de 36 km<sup>2</sup>.

El caudal medio en el punto de cierre se eleva a  $0,81 \text{ m}^3/\text{s}$ , en el punto de conducción  $0,28 \text{ m}^3/\text{s}$ , de tal manera que se dispone de un caudal total de  $1,09 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Para la presa de Leibis-Lichte se proyecta un volumen de embalsamiento de 39,2 millones de  $\text{m}^3$ , con una altura de 91 m y una superficie de embalsamiento de 120 ha. De estos, se reservarán 5,6 millones de  $\text{m}^3$  para la protección contra las inundaciones. La presa de Leibis-Lichte será una presa de gravedad de hormigón hidrotécnico, con un volumen construido de  $620.000 \text{ m}^3$  y una altura del borde de 93,50 m el lecho. La longitud del borde es de 370 m, su ancho se eleva a 9 m y su base tiene 81 m de espesor.



**Ilustración 45: Simulación fotorrealista del muro de la futura presa**

Los *aliviaderos contra inundaciones* recorren la espalda del muro de contención y terminan en una forma tipo tobogán. Se han previsto 3 aliviaderos básicos con una capacidad c/u de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ . Los aliviaderos superiores y los aliviaderos básicos desembocan en un depósito amortiguador común. Mediante 5 desagüaderos incrustados en el muro a diferentes alturas se puede extraer agua natural. El agua natural extraída pasa a una torre tipo galería, y a continuación mediante la galería de desvío a la central de abastecimiento de agua. Tanto de la extracción de agua natural como de los aliviaderos básicos se puede producir energía eléctrica mediante dos turbinas.

**Lev del análisis de impacto ambiental (UVPG), instalaciones que requieren análisis del impacto ambiental (UVP)**

Requieren un análisis específico del impacto ambiental conforme a la ley UVPG del 12/02/1990, por ejemplo, los proyectos como la reforma importante de aguas, así como la fabricación o eliminación de diques y presas (anexo al art. 3 UVPG, no. 6).

**Estudio de compatibilidad ambiental (UVS)/Investigación de compatibilidad ambiental (UVU)**

Al principio de un procedimiento, la entidad responsable de un gran proyecto debe aportar documentos, importantes para la decisión, sobre los impactos ambientales dentro del marco de un estudio/una investigación propios de compatibilidad ambiental conforme al artículo 6 UVPG. Antes, el marco de la investigación es definido mediante un procedimiento “scoping” entre la autoridad y la entidad responsable del proyecto (art. 5 UVPG). En UVS/UVU deben registrarse los efectos del proyecto sobre el medio ambiente, analizando y valorándolos como aporte de la entidad responsable del proyecto al análisis posterior de impacto ambiental por la autoridad competente.

**Análisis de impacto ambiental (UVP)**

El análisis del impacto ambiental abarca la determinación, descripción y valoración del impacto ambiental de un proyecto sobre los bienes de protección ser humano, animal y planta, suelo, agua, aire, clima y paisaje, así como bienes culturales y otros bienes materiales por parte de la autoridad competente (art. 2 I UVPG). El UVP aspira a registrar cuanto antes los efectos ambientales de un proyecto, teniendo en cuenta los resultados del análisis ya en la decisión de autorización de las autoridades (art. 1 UVPG). En este sentido, el análisis del impacto ambiental representa una sentencia anticipada a la decisión sobre la importancia de un proyecto para el medio ambiente. El UVP es una parte no autónoma del procedimiento administrativo correspondiente (procedimiento de aprobación o autorización), consistiendo en una parte fija (representación del impacto ambiental, Artº 11 UVPG) y en la valoración del impacto (Artº 12 UVPG). El efecto jurídico consiste en que la autoridad debe tener en cuenta la valoración del impacto ambiental en su decisión sobre la admisibilidad del proyecto.

**Plan paisajista acompañante (LBP)**

En las intervenciones inevitables en la naturaleza y el paisaje por el proyecto planificado, la entidad responsable de la planificación debe representar las medidas de protección de la naturaleza y de conservación paisajista, destinadas a compensar la intervención en un plan propio de conservación paisajista (LBP) con texto y mapa. Las medidas representadas para compensar y sustituir intervenciones son comprobadas por la autoridad competente, convirtiéndose el LBP verificado en parte integrante del plan técnico del proyecto en cuestión. Las medidas definidas de esta manera en el LBP para la compensación y la sustitución de la intervención, son jurídicamente obligatorias.

#### 4.6.2.2 Análisis de impacto ambiental y plan paisajista acompañante

De conformidad con el derecho del Estado federado y del país, en el marco de la autorización hidrológico-legal de un proyecto de estas dimensiones se debe ejecutar un análisis de impacto ambiental (UVP). Con el objetivo de prepararlo, completando la planificación técnica de 1994 a 1996 se elaboró un estudio de compatibilidad ambiental (UVS).

In der UVS wurden die Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf umweltrelevante Schutzgüter (Flora/Fauna, Boden, Wasser, Klima/Luft, Landschaftsbild, Mensch, Kultur-/Sachgüter) ermittelt. Folgende *Auswirkungen* wurden dabei als besonders schwer wiegend erachtet:

- Destrucción de valiosos ecosistemas terrestres, como por ejemplo llanuras húmedas y montañosas, campos, matorrales preboscosos y bosques casi naturales, todo ello debido al embalsamiento excesivo
- Destrucción de corrientes fluviales casi naturales y de sus hábitats debido al embalsamiento excesivo,
- Interrupción del flujo de aguas debido a la construcción del muro de la presa,
- Contaminación acústica temporal de biotopos debido a la construcción, especialmente del biotopo de la fauna de las vegas.

La elaboración del estudio de compatibilidad ambiental, de una forma aceptable para la entidad que debe impartir la autorización, ha resultado ser un proceso muy prolongado. En particular, las dificultades presentadas se deben a que en un comienzo la superficie que se debía analizar y la profundidad del estudio no fueron concertadas debidamente entre el promotor del proyecto y los implicados en el posterior procedimiento de autorización. Si bien el así llamado procedimiento "Scoping" está previsto en la Ley del análisis de impacto ambiental, no está prescrito en esta norma.

Sobre la base del estudio de compatibilidad ambiental, en 1996/97 se elaboró un plan paisajista acompañante (LBP) , que incluye junto a la configuración paisajística sobre todo un paquete de medidas destinadas a minimizar, compensar y suplir los perjuicios determinados en el estudio de compatibilidad ambiental. Las principales *medidas* del plan paisajista acompañante para la construcción de la presa de Leibis-Lichte son:

- Recuperación de la continuidad del flujo de aguas por medio de la demolición de presas pequeñas,
- Renaturalización de las corrientes de agua y de las vegas vecinas para restablecer la situación natural,

- Extensión de las superficies verdes, renaturalización de las superficies utilizadas temporalmente durante la construcción, y puesta a disposición de superficies sucesivas para revalorar los ecosistemas terrestres abiertos,
- Reforestación y/o reconstrucción de superficies boscosas para ampliar/revalorar las existencias de bosques y del biotopo de vegas,
- Incremento de la fauna de las vegas dejando animales en libertad.



**Ilustración 46: Urogallo en zona FFH**



**Ilustración 47: El punto de cierre Leibis-Lichte**

Al elaborar un plan paisajista acompañante existe el problema general de que un plan semejante está basado, por una parte, en la planificación técnica existente, pero su resultado también puede prever algunos cambios de la planificación técnica. Esta situación debe ser considerada al planificar la agenda de las distintas tareas de planificación.

#### 4.6.2.3 El procedimiento de autorización

En agosto de 1996, la Oficina de Administración de Presas de Turingia presentó la solicitud para abrir el procedimiento de autorización ante la autoridad competente, la Oficina de Administración Rural de Weimar. Primero, la autoridad competente y sus peritos de la Oficina de Medio Ambiente de Turingia examinaron si los documentos estaban completos, y sumariamente controlaron el contenido. Después de las necesarias correcciones, complementos y cambios, sobre la base de los documentos modificados la opinión pública pudo participar en el procedimiento de autorización del proyecto.

Para ello, se entregó un resumen de los documentos de la solicitud a las entidades que representaban a la opinión pública, entre las que se contaban reconocidas agrupaciones de protección de la naturaleza. De esta manera, esas agrupaciones pudieron presentar por escrito una posición sobre el proyecto. Con el objetivo de que la opinión pública tuviera acceso a los documentos de la solicitud, estos fueron puestos a disposición en dependencias apropiadas en la zona afectada por el proyecto. Quien se sintiera afectado por el proyecto pudo presentar por escrito sus reparos a las autoridades competentes.

Después de evaluar las posiciones y reparos se fijó la fecha para la discusión pública, que se celebró en la región afectada durante ocho días, entre el 18/02 al 05/03/1997. A ese evento se invitó a las entidades públicas y a las personas que habían presentado objeciones. Además, se permitió la participación de la opinión pública interesada. Las discusiones de esos ocho días, realizadas generalmente en una atmósfera objetiva y tranquila, giraron en torno a los siguientes puntos centrales:

- Las *agrupaciones de protección de la naturaleza* tematizaron en especial la necesidad del proyecto, la idoneidad de su ubicación y de la zona de captación, las consecuencias del proyecto en el medio ambiente y el volumen previsto del plan paisajista acompañante. Las personas que habían presentado objeciones y las entidades públicas del sector agrícola tenían reparos, en particular, en contra de un amplio espectro de medidas previstas en el plan paisajista acompañante, que preveían la supresión de superficies agrícolas.
- La exposición de los *personeros públicos* (alcaldes) y de los objetantes de la región afectada directamente por el proyecto no se centró en la necesidad del procedimiento, que goza de aceptación general debido a la prolongada historia del proyecto, a la labor de convencimiento y al reasentamiento de la localidad de Leibis, que en esa fecha ya había sido acordada hace tiempo. Sus objeciones se centraban en el menoscabo de determinadas zonas de asentamiento debido a la construcción y a la operación de la presa y, en consecuencia, en los posibles perjuicios económicos. Las otras entidades públicas se refirieron, sobre todo, sobre detalles concretos de la planificación técnica y del plan paisajista acompañante. Por lo demás, casi no se tematizó la realización técnica del proyecto.

En vista de la crítica masiva del tipo y volumen de determinadas medidas del plan paisajista acompañante por parte de las agrupaciones de protección de la naturaleza y de las explotaciones agrícolas, después de la discusión pública se modificó el plan paisajista. El nuevo plan se discutió públicamente el 15/12/1997.

Las opiniones, reparos y sugerencias presentados por la opinión pública fueron evaluados y considerados en el procedimiento ulterior de autorización. Además, se ejecutó un detenido

examen técnico de los documentos de la solicitud. Los resultados fueron presentados el 30/04/1998 a la Oficina de Medio Ambiente de Turingia, como informe técnico final. Después de considerar todos los factores, en particular después del análisis de impacto ambiental, el 01/07/1998 se promulgó la resolución de construcción de la presa de Leibis-Lichte. La resolución de construcción confirmó gran parte de la planificación técnica presentada y del nuevo plan paisajista acompañante; no obstante, se redujo a 52.100 m<sup>3</sup>/d la cantidad de agua que se puede extraer, en vista de una nueva planificación hidroeconómica. Asimismo, no se autorizó la operación de la conducción de las galerías vecinas para el abastecimiento de agua.

Contra la resolución de construcción se presentaron diferentes recursos, que sin embargo fueron rechazados por la autoridad encargada del procedimiento de autorización. No obstante, a la zaga de esos recursos se redujo nuevamente la cantidad de agua que se puede extraer, esta vez a 43.700 m<sup>3</sup>/d. A continuación, una agrupación de protección de la naturaleza presentó demanda judicial ante el Tribunal Administrativo contra la resolución de construcción de la presa. Esa demanda está siendo todavía ventilada ante el tribunal.

En vista de que por las razones mencionadas en la introducción el proyecto no admite demora, la instancia solicitante presentó una solicitud de ejecución inmediata de ciertas medidas preparatorias contempladas en la resolución de construcción. La autoridad encargada del procedimiento de autorización aceptó esa solicitud. La demanda de una agrupación de protección de la naturaleza contra la ejecución inmediata fue rechazada por la autoridad encargada del procedimiento de autorización y por el Tribunal Administrativo competente.

Un aspecto jurídico especial de este proceso, con gran alcance, se derivó de la legislación de la Unión Europea comprendida en la Directiva Flora-Fauna-Habitat (FFH) del 21/05/1992, destinada a preservar los biotopos naturales y los animales y plantas silvestres. Ese objetivo debe ser alcanzado mediante una red ecológica europea compuesta de diferentes regiones de protección según esa directiva. Sin embargo, en vista de que el legislador alemán no transformó esa norma en derecho nacional dentro del plazo de 2 años, en el procedimiento de autorización tuvo que ser considerada como derecho directamente válido. Esa norma comunitaria permite intervenciones directas o indirectas en tales zonas solamente si son compatibles con su protección. Las excepciones están permitidas únicamente si se constatan razones apremiantes para el proyecto. Por lo tanto, la barrera que permite excepciones es mucho más alta que la prevista en la ley "clásica" de protección de la naturaleza de Alemania. Esos aspectos deberán ser examinados, además del análisis de impacto ambiental, en el marco de una investigación extra de compatibilidad ambiental.

El proyecto afecta potencialmente dos zonas de protección considerados en la directiva FFH como zonas comunitarias de protección de aves. En vista de que a la fecha del procedimiento de autorización Turingia todavía no había notificado definitivamente cuáles zonas de ese Estado federado deben ser consideradas zonas FFH, estando amparadas por lo tanto por esa directiva, esas zonas de protección debieron ser consideradas zonas FFH potenciales. De esta forma y completando la investigación de compatibilidad ambiental, en relación con esas zonas de protección se elaboraron peritajes de compatibilidad. El resultado de esos peritajes indica que sin medidas apropiadas de compensación ese proyecto podría ser incompatible a la luz de los objetivos de la zona comunitaria de protección de aves. Esa incompatibilidad se debería a la contaminación acústica temporal debida a la construcción; y en cuanto a la zona FFH cauce abajo, por el menoscabo del flujo debido a la extracción de agua.

Basándose en la investigación de compatibilidad ambiental, de forma análoga al plan paisajista acompañante se elaboraron medidas de minimización y compensación. En relación con las zonas de protección de aves se pudo recurrir a las medidas ya previstas en el plan paisajista acompañante, cuyo volumen empero se amplió considerablemente. En relación con la zona FFH han sido necesarias medidas adicionales de gran envergadura. A modo de ejemplo se menciona la modificación de la explotación del depósito para considerar los intereses ecológicos de la zona FFH, y un monitoreo ecológico en la zona FFH.

Por una parte, el análisis de impacto ambiental realizado finalmente indicó que considerando estas medidas de compensación se mantendría la coherencia de la red ecológica y, por otra parte, que el proyecto concreto cumple las condiciones para que se le imparta una autorización excepcional.

#### 4.6.2.4 Resumen de la participación pública

Las experiencias recogidas con la participación pública en el marco del procedimiento de autorización pueden ser resumidas de la siguiente manera:

- La participación pública obliga al promotor del proyecto a exponer claramente la necesidad del proyecto, así como a su planificación detenida, considerando todos los aspectos relevantes para el medio ambiente.
- La participación pública no se dirige en primera línea a impedir un proyecto, sino que representa una contribución para optimizarlo técnicamente y en sus consecuencias ambientales, también en relación con el hombre (minimización de las consecuencias, compensación adecuada de las consecuencias remanentes).

- Este caso ejemplar muestra claramente que si se trata de un promotor responsable y si la opinión pública está alerta se pueden minimizar y compensar las consecuencias ambientales, con la misma prioridad y efectividad necesarias para realizar el proyecto.
- La participación de la opinión pública implica un gasto considerable de tiempo y dinero. En el presente caso, la duración del procedimiento de autorización se ha extendido, hasta ahora, a más de 4 años, y sus costos a la fecha se elevan a aproximadamente 7,5 millones de euros.
- Un aspecto desventajoso de la participación de la opinión pública en el procedimiento mencionado es que tiene visos de enfrentamiento (evento de discusión, procesos judiciales). Una participación más amplia y constructiva, centrada en la compensación de intereses - especialmente en la preparación del proyecto y tras el evento de discusión - sería más provechosa.
- La discusión sobre las consecuencias del proyecto no siempre se centra en las principales materias. A menudo, en la discusión pública la importancia real de una consecuencia del proyecto queda en un segundo plano, detrás de las consecuencias jurídicas. Además, cabe señalar que en el procedimiento descrito se presentaron en los medios de comunicación ciertas consecuencias (extinción de la fauna silvestre en las vegas de Turingia) que provocaron una discusión que no se puede explicar solamente con argumentos objetivos.

### 4.6.3 REALIZACIÓN DEL PROYECTO

#### 4.6.3.1 Procedimiento de adjudicación

La entidad pública que debe licitar un encargo de construcción que supere los 5 millones de euros debe llamar a una licitación a nivel europeo. Los costos de construcción de la presa de Leibis-Lichte sobrepasan ese monto varias veces, de tal manera que a contar del 01/01/1999 se efectuó un procedimiento de adjudicación a nivel europeo, de conformidad con las normas de la Ley modificatoria de adjudicaciones.

Para la adjudicación de la construcción de la presa de Leibis-Lichte se escogió un procedimiento no abierto. La calificación previa de los oferentes se efectuó mediante un modelo de tipo Point-Scoring, dando a conocer el puntaje necesario para la calificación previa.

Este modelo tiene la ventaja de que los oferentes tienen que estudiar detenidamente la complejidad técnica de la obra, determinando si disponen del Know-How necesario para poder ejecutar el encargo.

De más de 30 empresas, ocho firmas enviaron una documentación que cumplía las condiciones de la calificación previa. A esas empresas se envió a continuación la lista de cláusulas y condiciones generales para presentar su oferta. Las ofertas recibidas fueron examinadas considerando criterios formales, de cálculo, técnicos y de rentabilidad. El examen de rentabilidad debe considerar si el precio total indicado en la oferta es adecuado. Las preguntas abiertas, por ejemplo de detalles técnicos, se aclaran en conversaciones con los oferentes; en esas conversaciones está prohibido negociar precios. Finalmente se determinó la oferta más rentable, y se adjudicó el encargo a esa empresa.

De conformidad con el nuevo derecho europeo de adjudicación, los oferentes que no recibirán el encargo tienen la posibilidad de examinar la decisión de adjudicación y, en caso necesario, solicitar su rectificación. Por esta razón, los oferentes descartados fueron informados 10 días antes (a contar del 1/2/2001: 14 días) de la adjudicación de que no podían ser considerados y de las razones de esa decisión. Además, en ese escrito se les comunicó el nombre de la empresa favorecida. A continuación, en ese plazo de 10 días el oferente descartado tuvo la posibilidad de examinar la decisión de adjudicación y reclamar los eventuales errores cometidos por el mandante. En caso de que el mandante no disipe las objeciones, el oferente puede solicitar un procedimiento de examen, compuesto por dos fases. Por regla general, durante ese procedimiento se suspende la adjudicación; es decir, no se puede otorgar la adjudicación.

Esta norma fue creada para que los oferentes tengan un derecho demandable de que se observen las disposiciones de adjudicación, y para que en caso de violación de esas disposiciones puedan imponer sus legítimos intereses ante el mandante. Ello se consigue suspendiendo la adjudicación durante el procedimiento, la que se otorgará de acuerdo con los resultados del procedimiento. En el caso de la presa de Leibis-Lichte un oferente recurrió, con la consecuencia de que el procedimiento de adjudicación se atrasó en aproximadamente medio año.

#### 4.6.3.2 Estructura organizativa del proyecto

En vista de la fuerte competencia imperante en el sector de la construcción, los precios ofrecidos para proyectos como el de la presa de Leibis-Lichte ofrecen para las empresas un escasísimo margen de ganancias. Por esta razón, las empresas tratan de aumentar los pre-

cios mediante exigencias posteriores y de minimizar los costos secundarios, por ejemplo aquellos derivados de la garantía. El promotor debe disponer de una fuerte estructura organizativa para enfrentar de igual a igual la discusión técnica, comercial y legal con la empresa contratante. Por tal motivo, para el proyecto "Construcción de la presa de Leibis-Lichte" la Oficina de Administración de Presas de Turingia se decidió por la siguiente estructura organizativa:

Primero se contrató un grupo de trabajo compuestos por dos *oficinas de ingenieros* para la planificación y supervisión de las obras. Este grupo de trabajo es el interlocutor directo de todas las empresas de construcción implicadas en el proyecto. Como eslabón entre el grupo de trabajo y el promotor, la Administración de Presas de Turingia nombró un *controlador del proyecto*. El controlador del proyecto no solamente supervisa el trabajo del grupo de trabajo, sino que también defiende los intereses del promotor ante los ingenieros de planificación.

De forma paralela a la labor del controlador del proyecto, un jurista - quien ya había estado encargado permanentemente del procedimiento de adjudicación - está a cargo de la *asesoría judicial*. El jurista examina todos los protocolos de los asesores de las obras, y en caso de necesidad asiste a las sesiones de asesoría. Su tarea es, principalmente, encontrar soluciones jurídicamente viables entre las partes, sin que su misión sea implantar unilateralmente las posiciones del promotor. En este sentido, él es una suerte de mediador.

En el plan de obras está integrado el plan paisajista acompañante. Para estos efectos se contrató una oficina de ingeniería ecológica, que también está subordinada al controlador del proyecto, para que éste pueda en todo momento manejar los costos totales del proyecto.

### **Seguro de un proyecto grande**

En los grandes proyectos como la construcción de una presa, conviene contratar, como alternativa al seguro convencional, una así llamada *póliza de combinación*. Ésta contiene acuerdos específicos del proyecto y no incluidos en seguros estándares, como por ejemplo, la definición y medición exactas de un suceso de inundación durante la fase de construcción.

En la póliza de combinación, el propietario de la obra contrata la protección de seguro para todos los que intervienen en la construcción. La cobertura de seguro abarca la responsabilidad civil del propietario de la obra, pero también la responsabilidad empresarial y medioambiental del constructor, de los subcontratistas y de los diversos redactores de planos. Además, también el seguro de prestaciones de construcción habitualmente concluido por el propietario de la obra, es parte integrante de la póliza de combinación.

El hecho de que todos los seguros son contratados por el propietario de la obra en *una* compañía aseguradora, conlleva varias ventajas. La primera consiste en que el propietario es socio contractual para el asegurador, por lo que la prima es transparente y calculable, pudiendo definir individualmente la cobertura de seguro deseada individualmente para su proyecto grande. En caso de un siniestro, el propietario de la obra dispondrá directamente del importe asegurado.

Dado que, al fin y al cabo, se recurre siempre al mismo asegurador para la liquidación del daño, resulta más fácil la aclaración de la cuestión de culpa, en caso de un daño entre los participantes en la obra. Ello acelerará la liquidación de los daños.

Dado que no los participantes individuales sino, básicamente, el proyecto, goza de cobertura de seguro, ello también representa una protección contra falta de cobertura o cobertura insuficiente de las diversas partes implicadas. Además, queda excluida la rescisión de la póliza de combinación después de un siniestro.

Los gastos del seguro son repartidos entre los que intervienen en la obra. En la licitación ya se advertirá que el propietario de la obra pondrá a disposición la póliza de combinación, reteniendo para ésta un por mil determinado del importe del pedido. El constructor restará este pedido de la base de estimación para su seguro. La póliza de combinación es de gastos neutros para el propietario de la obra. Requiere cierto gasto administrativo que vale la pena sólo en proyectos a partir de 50 millones de marcos.

#### 4.6.4 COSTOS ECONÓMICOS DEL PROYECTO

Los costos totales del proyecto "Presa de Leibis-Lichte" se elevarán a 433,6 millones de euros. El balance inicial incluye 103 millones provenientes de los fondos puestos a disposición en la época de la RDA. Después de la reunificación del país, hasta la fecha se han invertido en el proyecto otros 177,2 millones de euros.

De aquí al año 2005 se invertirán en el proyecto otros 153,4 millones de euros.

La presa anterior y las galerías de desvío ya están en funcionamiento, garantizando el abastecimiento de agua potable para 100.000 personas.

En gran parte, el financiamiento del nuevo sistema de abastecimiento a distancia se ha asegurado con un subsidio por costos de construcción otorgado por el Estado federado de Turingia. Los otros gastos se financiarán con la explotación prevista de la presa. De esta manera, el Estado federado de Turingia otorgará otro subsidio por los costos de inversión, que corresponde al volumen de embalsamiento libre para la protección activa contra las inundaciones en relación con el volumen total de embalsamiento. Estos subsidios no representan una subvención que no debe ser reembolsada, sino que con esta medida el Estado federado asume porcentualmente los costos de la protección contra las inundaciones, puesto que esa medida se ejecuta por encargo del Estado federado. Los otros costos serán financiados mediante recursos propios de la Oficina de Administración de Presas de Turingia y con créditos. Éstos y sus intereses fluirán en el cálculo del precio del agua natural.

**Tarifas de agua que cubren todos los gastos**

Tal y como ya habíamos indicado previamente (capítulo 3.3), se recaudan en Alemania tarifas de agua que cubren todos los gastos. Los pagos de los clientes de agua garantizan que no sólo se cubran completamente los gastos de explotación sino también los gastos de capital ocasionados (amortizaciones e intereses de la inversión).

Esto no significa que no se paguen *subsídios* públicos. Así es como hubo fondos financieros especiales del gobierno y de la UE especialmente para la reconstrucción en los nuevos Estados germanofederales. Además, hay, según el Estado federal y la región, subvenciones para la eliminación de “disparidades”, a fin de reducir a un mínimo las diferencias de los precios de abastecimiento del agua también en zonas de baja densidad de población y en zonas rurales frente a las ciudades.

Las empresas abastecedoras del agua deben pagar impuestos, contribuyendo con el pago de impuestos, especialmente del impuesto sobre la renta de sociedades y del impuesto sobre el valor añadido, a los ingresos presupuestarios de la Federación y de los Estados federados. Además, en algunos Estados federados se recaudan otros *impuestos y tarifas*, especialmente la así llamada remuneración de toma de agua subterránea (que ascendió en el año 2000 en Berlín a 0,30 € aprox. por m<sup>3</sup> de toma de agua subterránea).

En la *eliminación de aguas residuales*, la situación es aún más compleja. Las empresas municipales de eliminación de aguas servidas no pagan impuestos, contrariamente a las empresas privadas de eliminación, incluso si realizan exactamente la misma actividad (para el futuro es de esperar, no obstante, una equiparación fiscal, también con vistas a la armonización de la competencia en Europa). Adicionalmente se subsidian en casos aislados las inversiones en aguas residuales. Por otro lado, la tasa de aguas residuales carga la tarifa de aguas residuales. Así es como existen, en la práctica, un sinnúmero de impuestos y subsidios, en parte contraproducentes.

Por lo tanto, resulta difícil comprobar si la cobertura total de gastos del abastecimiento de agua y de la evacuación de aguas residuales en Alemania está garantizada sólo en sentido microeconómico o también macroeconómico. Según cálculos comparativos (en la literatura), las tasas válidas de agua y aguas residuales cubren el 80 % aproximadamente de los gastos totales (un valor algo mayor que Inglaterra, mayor que Francia y mucho mayor que Italia, por ejemplo).

A este respecto aún no se han tenido en cuenta los llamados “efectos externos”, difíciles de calcular en sentido monetario (por ejemplo, el valor útil de aguas renaturalizadas) [véase 43].

## 4.7 EXPLOTACIÓN INTEGRADA DE UNA CUENCA SEGÚN EL EJEMPLO DEL RUHR \*

*Con la fundación del Ruhrtalsperrenverein (Entidad de administración de las represas del Ruhr) para la zona industrial en expansión en el Ruhr, a fines del siglo XIX se colocó la piedra fundamental para un concepto de organización y técnico, el cual en sus rasgos principales es seguido hasta hoy día: la explotación integral de la cuenca del Ruhr – en un comienzo bajo el aspecto de la cantidad de agua y, más tarde, también de la hidroeconomía cualitativa. En vista de la sobreexplotación del agua, un recurso natural, y de la consiguiente emergencia a comienzos del siglo XX como consecuencia del aumento de la industrialización y el crecimiento de la densidad de la población en la región del Ruhr, el Ruhrtalsperrenverein y la Mancomunidad del Ruhr han creado un sistema de gestión de cuenca, el cual se ha seguido desarrollando sistemáticamente y ajustado a las necesidades de cada época.*

*Norma fue y es hasta la fecha, mejorar y asegurar la disponibilidad y el grado de pureza del agua del Ruhr para la elaboración de agua potable.*

\*Autores: **Bióloga dipl. Ulrike Staffel-Schierhoff**  
(véase el capítulo 4.5)

y: **Ing. ind. Detlef R. Albrecht**

Ruhrverband  
Kronprinzenstrasse 37  
45128 Essen

Tel.: +49/201/ 178 1160  
Fax: +49/201/ 178 1105  
[www.ruhrverband.de](http://www.ruhrverband.de)

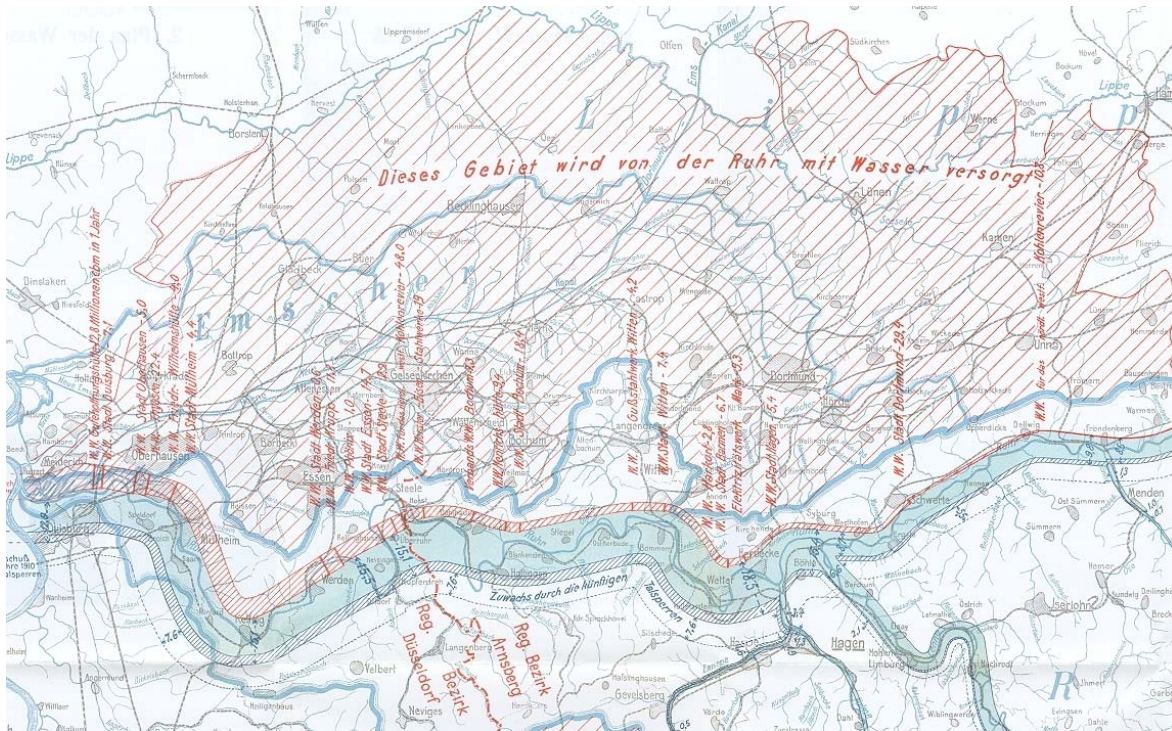
La Mancomunidad del Ruhr explota un sistema de presas. Además, asegura la eliminación de aguas residuales a través de numerosas depuradoras en la zona de alcance de la asociación. Se dedica asimismo a actividades internacionales a través de la sociedad afiliada RWG Ruhr-Wasserwirtschafts-Gesellschaft mbH, así como a participaciones.

### 4.7.1 RETROSPECTIVA HISTÓRICA DE LA SITUACIÓN EN EL RUHR A FINES DEL SIGLO XIX

En vista de la ubicación de los yacimientos de carbón, en la segunda mitad del siglo XIX comenzó la industrialización de la región entre el río Ruhr y el Emscher. Dentro del lapso de pocos decenios, una región predominantemente agrícola con una densidad de población relativamente baja se convirtió en el centro de la industria pesada alemana. Tanto la expansión de la industria como el crecimiento de la población han ocasionado una necesidad extremadamente alta de agua en la zona del río Ruhr y de las cuencas fluviales vecinas, que eran abastecidas con agua potable del Ruhr.

Como consecuencia de este desarrollo, a lo largo del Ruhr ha surgido una cadena de empresas de distribución de agua, cuya cantidad de toma de agua al poco tiempo aumentó tan fuertemente que en tiempos críticos de sequía resultaban deficiencias de agua en los sectores bajos del río. Por esta situación no sólo eran afectadas las empresas de distribución de agua del Ruhr, sino también los motorpropulsores ubicados más allá de la desembocadura del río Lenne, los cuales requerían un caudal de agua regular para la producción continua de energía.

A raíz de esta situación, en el año 1899 se llevó a cabo la fundación del Ruhrtalsperrenverein, una mancomunidad voluntaria de las empresas de distribución de agua y de los motorpropulsores, basada en el derecho privado. Tan sólo 5 años después de la fundación de la mancomunidad se pudieron poner en marcha 4 represas con una capacidad de embalse total de 16,1 millones de m<sup>3</sup> para el enriquecimiento del caudal del Ruhr durante épocas de sequía.



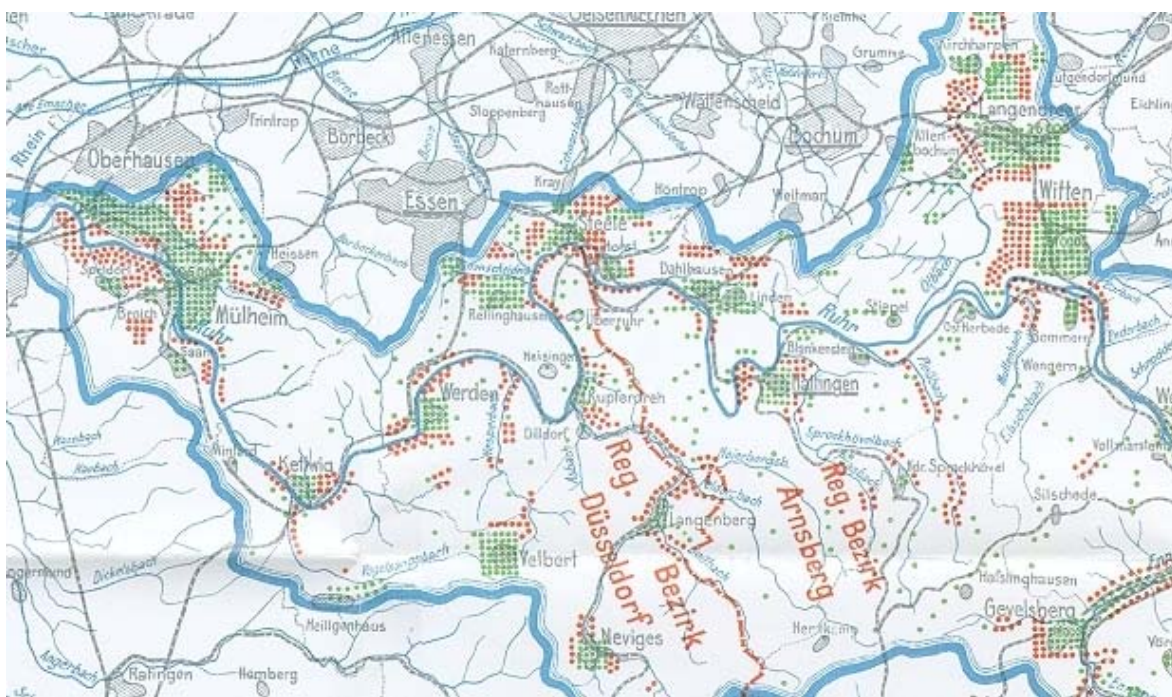
**Ilustración 48: Mapa de las cantidades de agua (extracto) [49]**

Con el aumento de consumo de agua privado e industrial inevitablemente iba acoplado un mayor volumen de aguas residuales, el que era conducido a los ríos sin depurar. Alrededor de fines del siglo, el volumen de aguas residuales tuvo como consecuencia inconvenientes importantes, especialmente en el caso de aguas bajas. Enfermedades como malaria, tifus y disentería eran el resultado de estas malas condiciones higiénicas.

A raíz de los apremiantes problemas en la hidroeconomía de la región del Ruhr, en los años siguientes se han promulgado leyes especiales, con las cuales se han creado 4 cooperativas autónomas. A estas asociaciones de aguas fundadas como entidades públicas

se les otorgó una autoadministración análoga a las comunas. Los campos de actividad de las asociaciones de aguas se orientan según las correspondientes zonas de captación del río.

Casi independientemente de los gremios políticos, las asociaciones pueden llevar a cabo todas sus actividades en las zonas de captación. El estado limita sus controles a un mero control jurídico de las actividades de las asociaciones. Cuentan como miembros de las respectivas cooperativas todas las comunidades y empresas en la zona de la mancomunidad que o bien extraigan directamente agua o que aporten considerablemente a la contaminación con sus aguas residuales. Además, las empresas de suministro de agua potable son miembros de la Mancomunidad del Ruhr. Los miembros de las cooperativas participan en los gastos según el método de reparto, los que deben ser aportados para el cumplimiento de los deberes legales.



**Ilustración 49: Mapa de las fuentes de contaminación en la cuenca de captación del Ruhr (extracto) [49]**

#### 4.7.2 SOBRE LA INTRODUCCIÓN DE UNA ADMINISTRACIÓN CONSECUENTE DE LA CUENCA DEL RUHR

Como ya se ha mencionado, las causas de la introducción de la administración consecuente de la cuenca del Ruhr han sido el raudo crecimiento económico a comienzos del siglo XX y el consecuente abuso y explotación irresponsable de los recursos hídricos.

Hasta la industrialización, en esta región existía sólo una pequeña necesidad de normas hidroeconómicas, e igualmente una pequeña necesidad de inversión en equipos técnicos. Esta necesidad concernía esencialmente a la reglamentación de desagüe y la protección contra inundaciones, así como el riego y el desagüe para la protección de los habitantes y para el aumento de la producción de las superficies aprovechadas en la agricultura. Con el avance de la industrialización variaron las exigencias del Ruhr con motivo de nuevos tipos de explotación de aguas [47].

#### **Datos de la historia contemporánea**

- 1899 Fundación del Ruhrtalsperrenverein como asociación voluntaria de las centrales abastecedoras de agua del Ruhr
- 1901 Epidemia de tifus en Gelsenkirchen; Prof. Robert Koch sugiere fundar un instituto de higiene, el cual efectivamente es fundado.
- 1904 Puesta en servicio de 4 presas
- 1910 Dr. K. Imhoff publica el “Dictamen sobre la limpieza del Ruhr”.
- 1913 Fundación de la Mancomunidad del Ruhr, ley prusiana del agua del 7 de abril, ley de presas del Ruhr del 5 de junio

Tanto entonces como hoy se sabía y se sabe que diferentes consumidores de agua, como por ejemplo la industria, la agricultura, la minería, el abastecimiento de agua potable, el desagüe de aguas residuales, etc., tienen respectivamente necesidades específicas y concurrentes, cuya influencia mutua y, dado el caso, también estorbo tienen importancia justamente en regiones con aguas o cauces de desagüe de uso común. Esto también vale para zonas de captación de ríos.

#### **¿Qué es una cuenca fluvial?**

Como **cuenca fluvial** se califica la zona de captación de un río, cuyos linderos son determinados por la hidrología del sistema fluvial. Como tal, la cuenca fluvial representa una unidad natural para la integración en la hidroeconomía, formando una unidad ecológica.

Sólo en casos muy aislados, tal cuenca fluvial coincide con las fronteras de las unidades administrativas municipales, regionales o internacionales, de modo que un análisis y una explotación hidroeconómica global se enfrenta con problemas a nivel de organización y de competencia.

Frecuentemente, las facultades y competencias requeridas para la explotación de una cuenca fluvial están asignadas a varios “protagonistas”. Por lo tanto, una cuenca fluvial jamás podrá ser explotada eficazmente sólo por autoridades administrativas, requiriendo también la inclusión del público que utiliza potencialmente esta zona.

En tiempos de “emergencia” en la región del Ruhr se ha llegado a la conclusión que ni tenía sentido ni podía imponerse al Ruhr la adjudicación de una función única dentro de la zona de captación. Dado los apremiantes problemas, se llegó a la conclusión de poner en primer plano de las propias metas el abastecimiento de agua según el volumen y la calidad.

#### 4.7.3 VOLUMEN DE AGUA

Si bien el Ruhr, que sólo tiene 271 km de largo, nace en una región rica en lluvias, tiene, no obstante, fuertes oscilaciones de afluencia y de desagüe en esta zona de lluvias con un tamaño de 4.500 km<sup>2</sup>. El caudal medio del Ruhr en la desembocadura en el Rin es de aproximadamente 80 m<sup>3</sup>/s.\* Pero en tiempos de sequía, el caudal de agua del Ruhr puede descender a 3,5 m<sup>3</sup>/s. En caso de inundación, el caudal de agua del Ruhr puede alcanzar más de 2.000 m<sup>3</sup>/s.



**Ilustración 50: El Ruhr Bajo en el año de sequía 1911; era posible atravesar a pie el cauce del río [9]**

Alrededor de principios del siglo pasado, el problema de un caudal de agua suficiente se agravó, porque una parte importante de agua extraída por las empresas de distribución de aguas no volvían a refluir al Ruhr. Se desviaba a otros sectores del río (así llamada sustracción). En la época de la fundación de la Mancomunidad del Ruhr (1913) 87 empresas de distribución de agua extraían anualmente del río aproximadamente 275 millones de m<sup>3</sup> de agua, de los cuales sólo refluían como aguas residuales aprox. 56 millones de m<sup>3</sup>.

---

\* En comparación: el Rin tiene en la frontera holandesa aprox. 2.160 m<sup>3</sup>/s

El caudal del río, de fuerte oscilación, y la desproporción resultante de la oferta y la demanda de agua, ha acompañado desde entonces la necesidad de una administración de esta región del río (y fue el origen para la fundación del Ruhrtalsperrenverein).

A pesar de las fuertes oscilaciones de desagüe, el Ruhr se usó y se usa para la extraer agua potable. Se convirtió en el suministrador principal de agua para la región del Ruhr. Más de 5 millones de personas reciben actualmente su agua potable del Ruhr. Además, existe una gran cantidad de empresas y plantas productivas pequeñas, medianas y grandes que dependen del agua del Ruhr.



**Ilustración 51: Gestión de volúmenes y calidad del agua en el Ruhr [9]**

#### 4.7.4 CALIDAD DE AGUAS

Más problemático que asegurar un volumen de agua determinado del Ruhr era el estado del agua en vista de la progresiva industrialización a comienzos del siglo XX. El gran contenido de barro del Ruhr disminuía en especial la calidad del agua. El fango de carbón de las minas hulleras, el lodo de hierro de las fábricas y el lodo de aguas residuales de los municipios se depositaban en el fondo del río cortado por muchas presas, que corría lentamente, y atoraban el cauce del río cuando había aguas bajas o medias. Esto impedía la entrada del agua del Ruhr en las rocas de grava por lo cual las empresas distribuidoras de agua ya no recibían suficiente agua. Las otras impurificaciones del agua del Ruhr por

materias o bacterias desprendidas que entraban al Ruhr por aguas residuales no tratadas, tenían más bien una importancia subordinado frente a la “problemática de lodos”.

Actualmente la clasificación de la calidad de aguas se basa principalmente en el inventario hidrobiológico de la biocenosis de aguas que se completa mediante el análisis químico de la composición del agua. En general, se puede comprobar hoy día que la calidad de agua del Ruhr y de sus afluentes ha alcanzado, en comparación, un alto estado a pesar del gran potencial de peligro ambiental que representan la población y la industria.

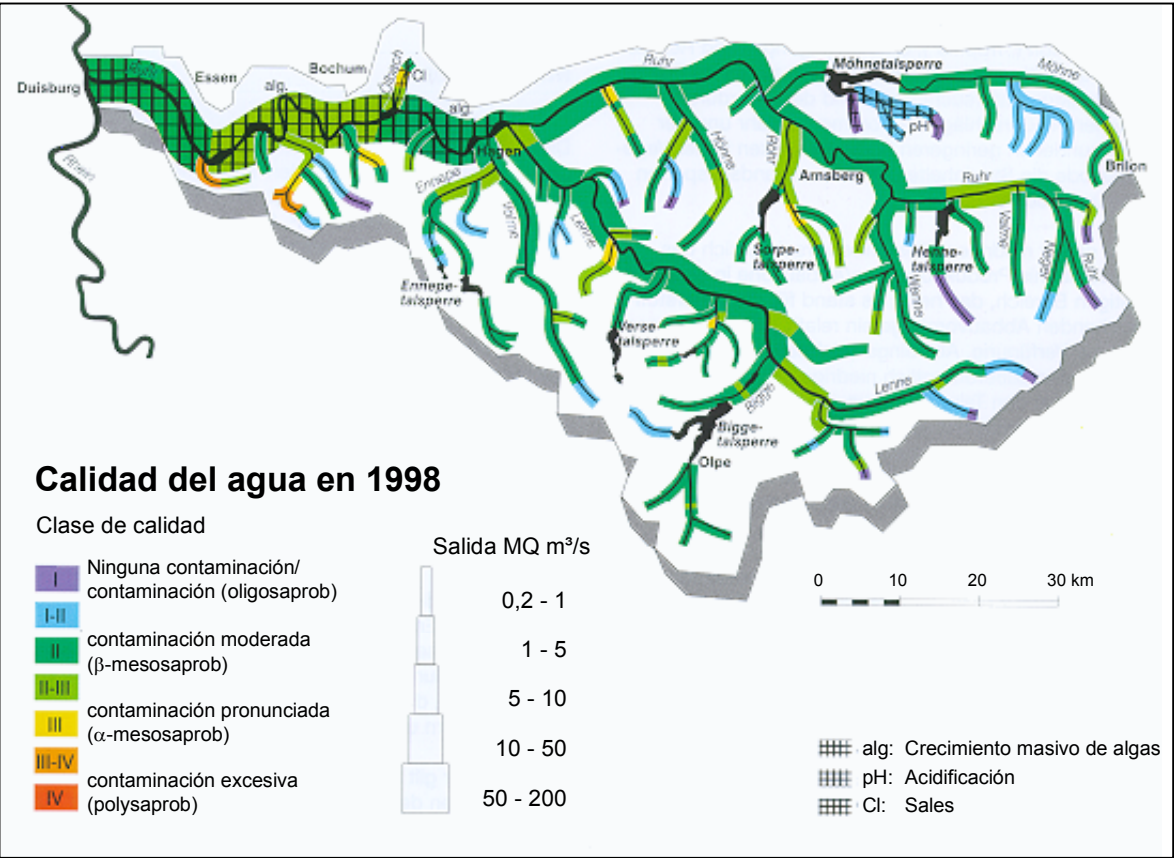


Ilustración 52: Calidad del agua en la zona de captación del Ruhr en 1998

4.7.5 CAMBIOS DE LA EXPLOTACIÓN DE AGUAS EN EL TRANCURSO DEL TIEMPO

En un principio, la administración de cuencas orientada y ordenada llevada a cabo por la Mancomunidad del Ruhr sufrió una “real emergencia”. En la actualidad, los ciudadanos y los medios tematizan en fuerte medida el sector de los costos. Se sobreentiende la disponibilidad suficiente de agua potable, su calidad inobjetable y un suministro sin contratiempos.

Hoy se extraen del Ruhr aprox. 20 m<sup>3</sup>/s de agua, de los cuales 10 m<sup>3</sup>/s se pierden definitivamente. Hasta hoy día no ha variado la situación de que durante períodos de sequía prolongados el desagüe del Ruhr pueda descender hasta aprox. 4 m<sup>3</sup>/s si no se realiza una afluencia dirigida desde una represa. Actualmente se dispone en los sectores transversales de flujo de la cantidad deseada de aguas del Ruhr en calidad apropiada sólo porque la administración integrada de la zona de captación del río con sus represas, sus embalses, sus instalaciones de depuración y sus instalaciones de tratamiento de aguas de lluvia está en situación de ofrecerlo.

#### 4.7.6 ESTADO ACTUAL DE TRABAJOS PARA LA MANTENCIÓN DE LA PUREZA

El grado de conexión a instalaciones biológicas de depuración en la región de la Mancomunidad del Ruhr supuso en 1999 alrededor de un 96 %. La mejora de la calidad del agua, especialmente la disminución del contenido de metales pesados desde el auge de contaminación a mediados de los años 70, fue consecuencia en primer grado de la disminución de las concentraciones de desagüe de las instalaciones de depuración.

**Tabla 6: Modificación de la calidad de agua en el Ruhr entre 1976 y 1997**

|                                | 1976 | 1997 | MODIFICACIÓN (76-97) |
|--------------------------------|------|------|----------------------|
| <i>DOC [mg/l]</i>              | 4,8  | 2,8  | (-40 %)              |
| <i>NH<sub>4</sub>-N [mg/l]</i> | 1,0  | 0,5  | (-50 %)              |
| <i>P<sub>res</sub> [mg/l]</i>  | 1,0  | 0,15 | (-85 %)              |
| <i>Níquel [µg/l]</i>           | 59   | 6    | (-90 %)              |
| <i>CADMIO [µG/L]</i>           | 2,8  | 0,2  | (-95 %)              |

Alemania aplica en la mayor parte de su territorio nacional las disposiciones para “regiones sensibles” (91/271/CEE). El motivo de ello es que Alemania está poblada densamente y que para la evacuación de impurezas y contaminaciones dispone de relativamente menos cantidad de agua que regiones menos pobladas con un parecido caudal de lluvias. Las exigencias para la recolección de aguas residuales y la purificación resultantes de la expulsión regional son, por lo tanto, muy altas.

Si bien ha disminuido la extracción de agua, el río continúa con un uso extremadamente alto en su administración de aguas con una extracción de aprox. 20m<sup>3</sup>/s. Por lo tanto, las obligaciones o medidas futuras tienen como meta seguir administrando lo más eficientemente la región del río.

#### 4.7.7 LA ORGANIZACIÓN DE ASOCIACIONES DE HIDROECONOMÍA SEGÚN EL EJEMPLO DE LA MANCOMUNIDAD DEL RUHR

La Mancomunidad del Ruhr es una corporación de derecho público. Esta forma de organismo permite, cuando de ello se trate, que los organismos interesados de participación inmediata y políticamente afectados puedan participar activamente en el cumplimiento de las tareas. La Mancomunidad del Ruhr se autoadministra, pero, sin embargo, está bajo el control jurídico del Estado federado de Renania del Norte-Westfalia. El control es llevado a cabo por el Ministerio de Medio Ambiente y Protección de la Naturaleza, Agricultura y Protección del Consumidor de este Estado federado.

Forma parte de las características esenciales de una mancomunidad jurídico-pública la determinación de la condición de miembro, es decir, el carácter obligatorio de la membresía. Miembros de una mancomunidad semejante son todos los que obtengan ventajas de las tareas de la mancomunidad o que dieron el motivo objetivo para su inclusión.

**Cita de la ley de la Mancomunidad del Ruhr (art. 25, inciso 1, RuhrVG):**

Los socios deben pagar a la asociación las cuotas requeridas para el cumplimiento de sus tareas, obligaciones y compromisos, así como para una gestión presupuestaria o económica debida en tanto que los demás ingresos de la asociación no permitan cubrir los gastos de la asociación.

Los miembros de una mancomunidad de aguas, como aquellos de la Mancomunidad del Ruhr, son las comunas y distritos ubicados parcial o totalmente en la región de la mancomunidad, empresas con desagües de aguas residuales industriales o comerciales, dueños de motorpropulsores, otros tomadores de aguas así como los restantes organismos del suministro público de agua. Los miembros pagan una cuota a la mancomunidad. Los fundamentos para el cobro de cuotas están reglamentados en las normas de la Mancomunidad del Ruhr.

Para el cálculo de las cuotas de explotación cualitativa de aguas se emplean, en el caso de los desaguaderos de aguas residuales, el volumen y el estado de las aguas residuales vertidas, el gasto para la eliminación de impurezas y las ventajas obtenidas por su eliminación. Las cuotas de los consumidores de aguas para la administración del volumen de agua y su cuota para la administración cualitativa del agua se calculan según el volumen de agua extraída.

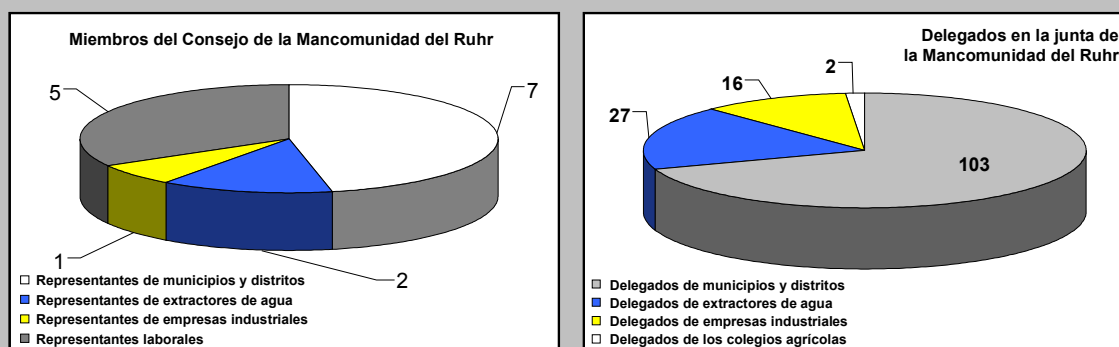
#### 4.7.8 AJUSTE DE LAS ESTRUCTURAS DE LA MANCOMUNIDAD DEL RUHR – AUMENTO DE LAS POSIBILIDADES DE ACTUACIÓN

Las estructuras de organización siempre se definen por las tareas predeterminadas. También en el caso de la Mancomunidad del Ruhr\* las nuevas tareas requieren nuevas estructuras de organización. La estructura interna y la repartición de tareas de la Mancomunidad del Ruhr se guían marcadamente al derecho de sociedades anónimas. Las reuniones de la mancomunidad son parecidas a las juntas de accionistas, el consejo de la mancomunidad se hace cargo de las tareas tal como el consejo de administración de sociedades anónimas y el directorio se asemeja en sus funciones al de una sociedad anónima.

##### **Estructura de organización y vías de decisiones en la Mancomunidad del Ruhr**

La Mancomunidad del Ruhr está sujeta al control jurídico del Estado federado de Renania del Norte/Westfalia. La asociación se administra a sí misma, contando con una estructura interna similar a la de una sociedad anónima. Sus órganos son la asamblea, el consejo y la junta directiva.

La asamblea como gremio máximo de resoluciones, cuenta con hasta 150 delegados de socios que pagan cuotas, así como 2 delegados de los colegios agrícolas. Incumbe a la asamblea determinación el plan económico, redactar el plan financiero, asumir tareas y elegir, por lo demás, a los miembros del consejo de la asociación. A continuación se visualiza la proveniencia de los 148 delegados de la asamblea del año 2000, así como de los miembros del consejo. Éste vigila la gestión de los negocios por parte de la junta directiva. El consejo de la asociación decide sobre el orden del día y la elección de la junta directiva. El consejo debe cumplir obligatoriamente las resoluciones de la asamblea.



##### **Ilustración 53: Composición de los gremios de la asociación**

La junta directiva de la Mancomunidad del Ruhr tiene 3 miembros. Despacha los negocios en curso de la asociación, representándola judicial y extrajudicialmente. Los tres miembros de la junta directiva representan los campos Finanzas, Técnica y Gestión de cuencas fluviales, así como Personal y Administración.

\*Por ley especial del Estado federado de Renania del Norte-Westfalia, las asociaciones de administración de aguas del Ruhr (a cargo de la pureza de las aguas) y el Ruhrtalesperrenverein (a cargo de la gestión del volumen) se fusionaron en 1990, formando la Asociación del Ruhr.

Además de las tareas tradicionales de eliminación de aguas residuales y el aprovisionamiento y puesta a disposición de agua para el suministro de agua potable e industrial, la Mancomunidad del Ruhr dispone de otros campos de actividades:

- Arreglo del desagüe de aguas incluso nivelación del caudal de aguas y aseguramiento del desagüe de inundaciones de las aguas superficiales y de los sectores de aguas en su zona de explotación,
- Manutención de aguas superficiales y de las instalaciones relacionadas funcionalmente con éstas,
- Reciclaje de aguas superficiales a su forma natural aproximada,
- Evitar, disminuir, eliminar y nivelar variaciones desventajosas (tanto ecológicas como de la hidroeconomía) que son ocasionadas por la acción sobre el nivel de aguas subterráneas.

La Mancomunidad del Ruhr ha aumentado sus posibilidades de actuación con la fundación de empresas filiales jurídico-privadas, poniendo a disposición también de terceros su Know-How, contra pago. La Mancomunidad del Ruhr participa por intermedio de sus participaciones sociales tanto en proyectos nacionales como también, cada vez más, en proyectos internacionales.

Por medio de la sociedad filial RWG Ruhr-Wasserwirtschafts-Gesellschaft mbH (correo electrónico: ruhrwasser@t-online.de) la Mancomunidad del Ruhr mantiene una parte social en la internacionalmente activa RuhrWasser AG International Water Management. Otros socios son RWE Umwelt Aqua GmbH, Essen y la compañía RWW Rheinisch-Westfälische Wasserwerksgesellschaft mbH, de Mülheim an der Ruhr.

La empresa ofrece en el mercado internacional un programa completo de hidroeconomía, el cual contiene los diferentes proyectos de energía, agua y desagüe desde las recaudaciones fundamentales hasta la financiación y el montaje y puesta en marcha de sistemas de abastecimiento y eliminación de aguas residuales, empleando criterios económicos y ecológicos [53]. Forman parte de los proyectos de referencia la estructuración de la organización de la empresa y el manejo de la instalación depuradora “Ancara”, Turquía, y el manejo de la instalación depuradora “Is Arenas” de Cagliari, Cerdeña.

## 4.8 EL RIN 2000 - UN PROGRAMA PARA EUROPA\*

*La cooperación internacional entre los Estados miembros de la Comisión Internacional para la Protección del Rin (CIPR) está considerada una entidad ejemplar, y ha mostrado su eficacia también en situaciones difíciles, como en el caso del incendio en Sandoz en 1986. Con las medidas implementadas para prevenir incidentes, éstos y los accidentes han disminuido considerablemente en la región del Rin. En el futuro, será necesario, especialmente, mejorar la protección y la previsión de inundaciones, así como implementar el programa ecológico integral. El objetivo es combinar todas las medidas y actividades para crear así un programa amplio e integral para la protección de las aguas, en orden a que la "sostenibilidad" del Rin, tal como la define la Conferencia de Río de*

*1992, sea un ejemplo vivo de preservación de los recursos, de una explotación exitosa y de alta calidad de vida. En los siguientes ejemplos y resultados presentaremos con mayor detalle algunos impulsos importantes de los últimos años y, asimismo, desafíos para la labor futura.*

\*Autores: **Dr. Harald Irmer**

Presidente de la Oficina Ambiental de  
Renania del Norte-Westfalia

y: **Dr. Klaus Vogt**

Sección de Control de Aguas

Landesumweltamt NRW  
Wallneyerstraße 6  
45133 Essen

Tel.: +49/ 211/ 1590 2255

Fax: +49/ 211/ 1590 2415

e-mail: klaus.vogt@lua.nrw.de

En las décadas pasadas, el Rin, uno de los ríos principales europeos, se transformó de la "cloaca de Europa" en un ejemplo de exitoso saneamiento de una corriente fluvial. Paulatinamente, los Estados aledaños fueron mejorando sus instalaciones para la depuración de aguas residuales, de tal manera que hoy la calidad de agua del Rin corresponde a la de principios del siglo pasado en cuanto a diversidad y número de especies. Sin embargo, cierta contaminación química y algunos oligoelementos, en los que todavía no se han alcanzado las metas propuestas, siguen siendo motivo de preocupación.

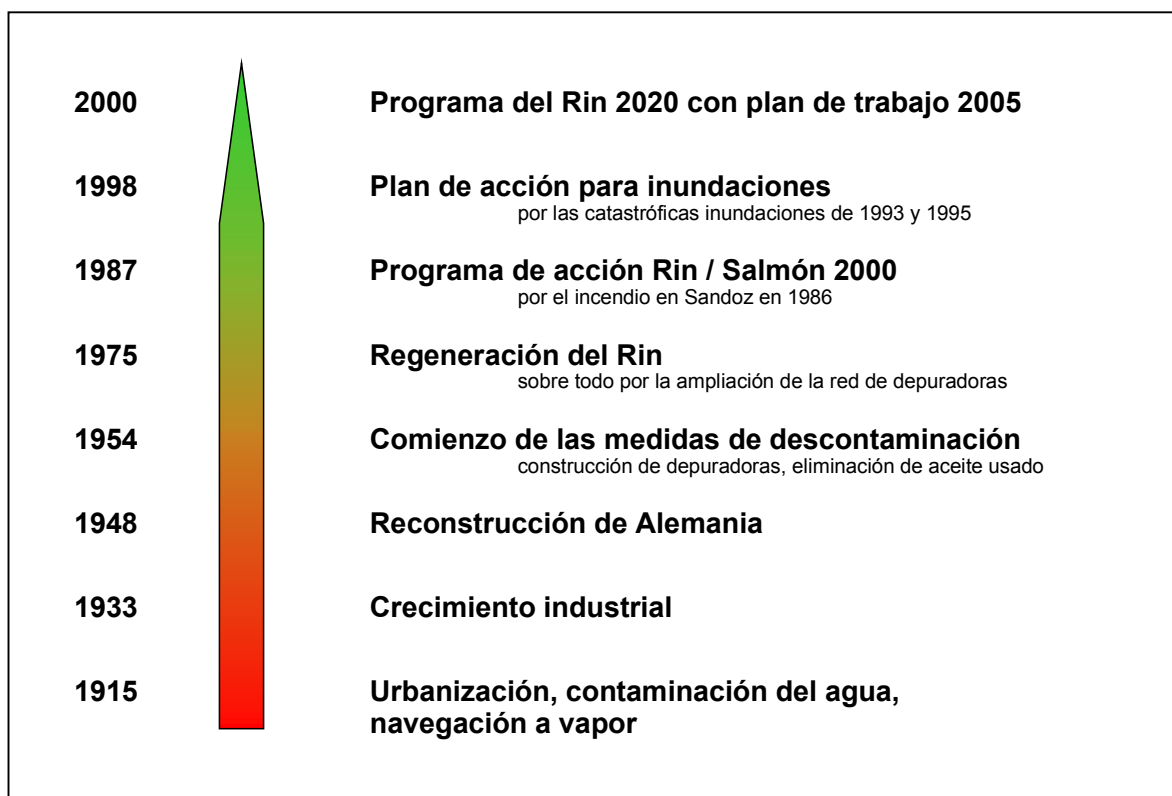
### 4.8.1 EL ESTADO DEL RIN EN EL SIGLO XX

Paralelamente al desarrollo industrial, desde comienzos de siglo empeoró de forma creciente la calidad de las aguas. La población de salmones y sábalos se redujo, y el último esturión fue pescado en 1931. Después de 1933, en vista de la creciente industrialización y de la falta de medidas para la depuración de aguas residuales, la calidad del agua siguió disminuyendo. La leve recuperación constatada después del término de la guerra se diluyó debido a la reconstrucción de Alemania, la que en un principio no tuvo ninguna consideración de carácter ecológico. Sin embargo, en los años cincuenta se empezaron a tomar las

primeras medidas de protección ambiental, por ejemplo con la construcción de plantas purificadoras de aguas residuales y la eliminación del aceite usado de las embarcaciones. No obstante, estas medidas no pudieron contrarrestar el rápido crecimiento de la industria y la coyuntura económica.

Solamente después de 1970, cuando la calidad del agua del Rin había alcanzado su peor calidad, la red de plantas purificadoras de aguas residuales empezó a mostrar sus efectos positivos. Flanqueado por la correspondiente legislación ambiental en el ámbito nacional y europeo, el Rin empezó a recuperarse.

Después del accidente en la firma Sandoz de Schweizerhalle en 1986, los responsables en los Estados colindantes con el Rin reaccionaron, promulgando el Programa del Rin. Con el emblemático nombre de "*Salmón 2000*" se fijaron las medidas desde ese año hasta fines de milenio. Y el Programa Contra las Inundaciones fue una rápida reacción en vista de las catastróficas inundaciones en el Rin de los años 1993/94 y 1995. Los conceptos y estrategias principales fueron publicados ya a fines de 1995, y entretanto ha sido implementados sucesivamente. Desde fines de los años noventa se están efectuando los trabajos en el marco del Programa 2020, que sucederá al Programa de Medidas para el Rin, cuya conclusión estaba prevista para el año 2000.



**Ilustración 54: Fases históricas del Rin en el siglo XX**

#### 4.8.2 COOPERACIÓN INTERNACIONAL EN LA REGIÓN DEL RIN

Desde los años setenta se han incrementado las medidas internacionales para la protección de las aguas del Rin. Esas medidas han sido sugeridas, coordinadas y realizadas por un número considerable de entidades estatales y otras instituciones. En el ámbito de la administración estatal ambiental, cabe señalar la Comisión Internacional para la Protección del Rin (CIPR) [23]. Con el objeto de concertar las declaraciones y la votación de la delegación alemana en la CIPR con los intereses del Gobierno central y de los diferentes Estados federados, se constituyó la Comisión Alemana de Protección del Rin (DK), en cuyo marco se han iniciado, coordinado y elaborado - en los pertinentes gremios - las demandas y medidas específicas de Alemania.

**Tabla 7: Importantes protagonistas estatales para la protección del Rin**

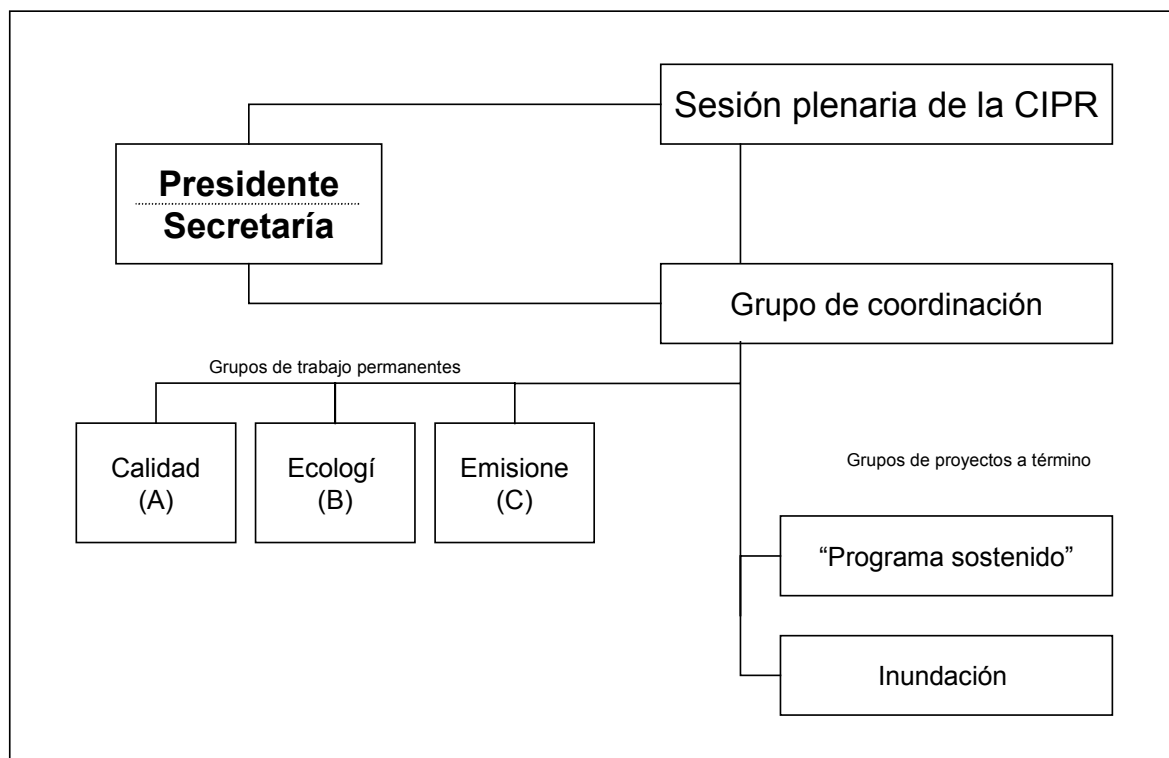
| <i>Miembros de la Comisión Internacional de Protección del Rin (CIPR)</i> | <i>Miembros de la Comisión Alemana de Protección del Rin (CAPR)</i> | <i>Agencias técnicas</i>                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Unión Europea                                                             | Estado federado alemán                                              | Oficina Federal de Medio Ambiente Berlin/BfG Koblenz                                                          |
| Suiza                                                                     | Baviera                                                             | Oficina de Hidroeconomía de Múnich<br>(Landesamt für Wasserwirtschaft München)                                |
| Francia                                                                   | Baden-Württemberg                                                   | Oficina de Protección Ambiental de Karlsruhe<br>(Landesanstalt für Umweltschutz Karlsruhe)                    |
| Luxemburgo                                                                | Renania-Palatinado                                                  | Oficina de Protección Ambiental de Maguncia<br>(Landesanstalt für Umweltschutz Mainz)                         |
| Alemania                                                                  | Hesse                                                               | Oficina de Medio Ambiente y Geología de Wiesbaden<br>(Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie Wiesbaden) |
| Países Bajos                                                              | Renania del Norte-Westfalia                                         | Oficina de Medio Ambiente de Renania del Norte-Westfalia<br>(Landes Umwelt Amt NRW Essen)                     |

Junto a las instancias administrativas y políticas (por regla general, los Ministerios de Medio Ambiente, en su calidad de autoridades máximas hidrológicas), participan en Alemania en la planificación e implementación de las medidas técnicas las entidades técnicas subordinadas del Gobierno central y de los cinco Estados federados de la región del Rin.

La CIPR existe desde hace ya 50 años (situación de 2000). En su historia, la estructura organizativa y sus campos centrales de tareas han sido adaptados regularmente a las exigencias prácticas. Así por ejemplo, mientras que en los años setenta se hizo hincapié en mejorar la calidad del agua, después del incendio en Sandoz el saneamiento del sistema ecológico fue considerado la tarea principal. A mediados de los años noventa, al tema "inundación" se dedicó una creciente atención.

En 1999 fue reemplazado el convenio internacional de 1963 por el nuevo Convenio del Rin. A la CIPR se le adjudicó otro campo más de tareas, a saber la protección de las aguas subterráneas en la región del Rin. El reglamento de organización y financiero de la CIPR determina las reglas formales de la cooperación; así por ejemplo, los costos del presupuesto anual (ejercicio de 1997: 1,23 millones de marcos) se reparten entre las partes del convenio.

La UE se hace cargo de, por lo menos, el 2,5 % de los costos, y Suiza del 12 %. El resto corre por cuenta de Alemania (32,5 %), Francia (32,5 %), Luxemburgo (2,5 %) y los Países Bajos (32,5 %). La ilustración 55 muestra el organigrama de la CIPR (situación de julio de 1998).



**Ilustración 55: Organigrama de la CIPR**

Los problemas ambientales de envergadura pueden ser resueltos, solamente, en el marco de la cooperación internacional. El efecto invernadero por ejemplo, con sus consecuencias para el clima mundial y el equilibrio hidrológico, y naturalmente los peligros que amenazan las costas, mares y océanos son problemas ambientales que únicamente pueden ser solucionados globalmente. Incluso muchos problemas ambientales locales, como la protección de las aguas subterráneas, adoptan rápidamente una dimensión internacional, puesto que afectan la capacidad competitiva. Por esta razón, la armonización de la protección ambiental en la Unión Europea, y más allá de sus límites, tiene una importancia clave. Las naciones de la Tierra tienen, cada día más, un destino común - sobre todo en cuanto a la protección del entorno natural.

Tratándose de ríos que cruzan diferentes países, su explotación integrada es tema de comisiones internacionales encargadas de grandes regiones fluviales, o de entidades bilaterales tratándose de ríos fronterizos entre dos países.

El convenio internacional para proteger y explotar los ríos que cruzan diferentes países y los lagos internacionales, que Alemania había promovido en el marco de la organización regional ECE (Economic Commission for Europe) de la ONU, fue ratificado por Alemania en enero de 1995. Con este convenio se ha creado un fundamento común para la región de la ECE, y en particular para los Estados de Europa central y oriental, en cuanto a la protección de ríos y lagos que cruzan o se extienden por diferentes países.

**Alemania participa en:**

- la Comisión Internacional para la Protección del Rin contra la contaminación (CIPR),
- la Comisión Internacional para la Protección del Elba (IKSE),
- la Comisión Internacional para la Protección del Danubio (IKSD),
- la Comisión Internacional para la Protección del Oder contra la contaminación (IKSO),
- las comisiones internacionales para la protección del Mosela y Sarre contra la contaminación (IKSMS),
- la Comisión Internacional para la Protección del Lago Constanza,
- manteniendo estrechas relaciones con los Estados vecinos con respecto a las aguas limítrofes.

#### 4.8.3 SEÑALES DE LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL EN EL RIN PARA EUROPA

La principal señal para Europa es la gran eficiencia que puede alcanzar la amplia cooperación sobre el Rin, tanto en sus aspectos organizativos, técnicos y políticos, como lo han constatado los Estados miembros. Los problemas hidrológico-económicos que plantea este río, sometido a una explotación muy diversificada e intensa, han sido solucionados de forma sostenible y con una creciente eficiencia. Por tal motivo, esas experiencias positivas han tenido y tienen una gran influencia a la hora de constituir otras comisiones internacionales encargadas de grandes territorios fluviales en Europa central. Asimismo, esas experiencias significaron un gran apoyo para la creación de la Directiva marco sobre aguas.

No obstante, la cooperación internacional no fue exitosa desde un comienzo. En la fase inicial de la CIPR, después de 1950, fue necesario superar la desconfianza que se tenía en contra de los Estados ubicados en el curso superior del Rin. "*¡Todo lo malo viene del curso superior!*", dijo el embajador holandés en el simposio de 1995 de la CIPR, recordando la opinión prevaleciente alrededor de 1950 en los Países Bajos sobre las causas de la mala calidad del agua del Rin. Esa situación inicial pudo ser mejorada, y finalmente superada, gracias a la transparente y exitosa cooperación de los años y décadas siguientes.

Actualmente, la gran comprensión mutua entre los Estados ribereños del Rin se basa en la convicción de que no existe ninguna alternativa a la cooperación. Así por ejemplo, la Oficina de Medio Ambiente del Estado federado de Renania del Norte-Westfalia y la organización interlocutora holandesa RIZA están proyectando fusionar las actividades de vigilancia en el curso inferior del Rin.

En el marco de la cooperación internacional relacionada con el Rin cabe destacar, como prueba de la estrecha colaboración, que las resoluciones de la CIPR se implementan - por regla general - expedita y rápidamente *aunque no sean vinculantes según el derecho internacional*. Los acuerdos y recomendaciones que los técnicos elaboran y que están aprobadas por las instancias políticas se presentan a los ministros de Medio Ambiente de los Estados colindantes con el Rin, los que en sus reuniones anuales discuten y promulgan esos proyectos.

Las tareas de tipo organizativo y técnicas de la protección internacional del Rin han ido cambiando dinámicamente en el transcurso de la cooperación, tal como se esperaba: en la etapa inicial la cooperación se centró en combatir la *contaminación de las aguas con sustancias químicas* (debido a las aguas residuales comunales e industriales, falta de oxígeno, petróleo, cloruro) y eliminar sus causas. Tras la implementación de un programa internacional de control, gracias a los acuerdos contractuales y políticos se lograron los primeros éxitos en el mejoramiento de la calidad del agua del Rin. Paulatinamente se fueron tomando más marcadamente los *indicadores biológicos de calidad* como criterio para evaluar la calidad.

Un punto culminante para evaluar las sustancias contaminantes en el Rin fue la introducción de objetivos cuantificados para un número limitado de sustancias peligrosas. Para algunas *sustancias prioritarias* se determinaron valores límite de concentración. Desde una perspectiva actual, el cumplimiento de esos valores límite han permitido asegurar una amplia protección de las especies acuáticas, así como aprovechar las aguas sin peligro.

De forma consciente no se introdujeron por ley valores tope de inmisiones. Más bien, se consideró necesario - por razones pragmáticas - determinar *valores recomendados* altos pero comprensibles para los entendidos, que deben ser conseguidos de forma sostenible tras un período más prolongado y realista. De esta manera, de las 47 sustancias/grupos de sustancias prioritarias determinadas concretamente para el Rin, los valores recomendados se han sobrepasado actualmente sólo con 8 sustancias/grupos de sustancias (tabla 8).

Al tiempo que se estaba formando sistemáticamente la red de control en el Rin, en los años 80 y 90 se impulsó, además, la armonización de métodos y técnicas en campos tan importantes como el tratamiento de aguas residuales y la previsión de incidentes y averías.

**Tabla 8: Parámetros especificados para sustancias prioritarias en el Rin (CIPR, 1997)**

| <b><u>Parámetros especificados no alcanzados en por lo menos un punto de medición:</u></b> |           |       |                                                                |         |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|----------------------------------------------------------------|---------|-----------------|
| Mercurio                                                                                   | 0,5       | mg/kg | $\gamma$ -HCH (Lindan)                                         | 0,002   | $\mu\text{g/l}$ |
| Cadmio                                                                                     | 1,0       | mg/kg | Hexaclorbenzol                                                 | 0,001   | $\mu\text{g/l}$ |
| Cobre                                                                                      | 50,0      | mg/kg | Amonio-N                                                       | 0,2     | mg/l            |
| Zinc                                                                                       | 200,0     | mg/kg | 6 PCB por                                                      | 0,1     | ng/l            |
| <b><u>Parámetros especificados cumplidos o casi alcanzados</u></b>                         |           |       |                                                                |         |                 |
| <b>Metales pesados y arsénico (mg/kg)</b>                                                  |           |       | <b>Compuestos organoestánicos (<math>\mu\text{g/l}</math>)</b> |         |                 |
| <i>Cromo</i>                                                                               | 100,0     |       | Dibutilestaño                                                  | 0,8     |                 |
| <i>Níquel</i>                                                                              | 50,0      |       | Tributilestaño                                                 | 0,001   |                 |
| <i>Plomo</i>                                                                               | 100,0     |       | Trifenilestaño                                                 | 0,005   |                 |
| <i>Arsénico</i>                                                                            | 40,0      |       | Tetrabutilestaño                                               | 0,001   |                 |
| <b>Microimpurezas orgánicas (<math>\mu\text{g/l}</math>)</b>                               |           |       |                                                                |         |                 |
| Atracina                                                                                   | 0,1       |       | 1,2-Dicloretoano                                               | 1,0     |                 |
| Azinfos-etilo                                                                              | 0,1       |       | 1,1,1-Tricloretoano                                            | 1,0     |                 |
| <i>Azinfos-metilo</i>                                                                      | 0,001     |       | Tricloreteno                                                   | 1,0     |                 |
| Bentazona                                                                                  | 0,1       |       | Tetracloreteno                                                 | 1,0     |                 |
| DDT                                                                                        | por 0,001 |       | <i>Triclorometano</i>                                          | 0,6     |                 |
| DDE                                                                                        | por 0,001 |       | Tetraclorometano                                               | 1,0     |                 |
| DDD                                                                                        | por 0,001 |       | Benzol                                                         | 2,0     |                 |
| Dichlorvos                                                                                 | 0,007     |       | 2-Cloranilina                                                  | 0,1     |                 |
| Aldrina                                                                                    | 0,001     |       | 3-Cloranilina                                                  | 0,1     |                 |
| Dieldrina                                                                                  | 0,001     |       | 4-Cloranilina                                                  | 0,05    |                 |
| Endrina                                                                                    | 0,001     |       | 3,4-Dicloranilina                                              | 0,1     |                 |
| Isodrina                                                                                   | 0,001     |       | 1-clor-2-nitrobenzol                                           | 1,0     |                 |
| Endosulfan                                                                                 | 0,001     |       | 1-chlor-3-nitrobenzol                                          | 1,0     |                 |
| Fenitrotión                                                                                | 0,001     |       | 1-clor-4-nitrobenzol                                           | 1,0     |                 |
| Fentión                                                                                    | 0,007     |       | Triclorbenzoles                                                | por 0,1 |                 |
| $\alpha$ -HCH                                                                              | 0,1       |       | 2-Clortolueno                                                  | 1,0     |                 |
| $\beta$ -HCH                                                                               | 0,1       |       | 4-Clortolueno                                                  | 1,0     |                 |
| $\beta$ -HCH                                                                               | 0,1       |       | Hexaclorbutadieno                                              | 0,5     |                 |
| <i>Malatión</i>                                                                            | 0,02      |       |                                                                |         |                 |
| Paratión-etilo                                                                             | 0,0002    |       | <b>Otros parámetros de medición</b>                            |         |                 |
| Paratión-metilo                                                                            | 0,01      |       | <i>AOX</i>                                                     | 50      | $\mu\text{g/l}$ |
| Pentaclorfenol                                                                             | 0,1       |       | <i>Fósforo total</i>                                           | 0,15    | mg/l            |
| <i>Simazina</i>                                                                            | 0,06      |       | <i>4 PAK</i>                                                   | por 0,1 | $\mu\text{g/l}$ |
| Trifluralina                                                                               | 0,002     |       |                                                                |         |                 |

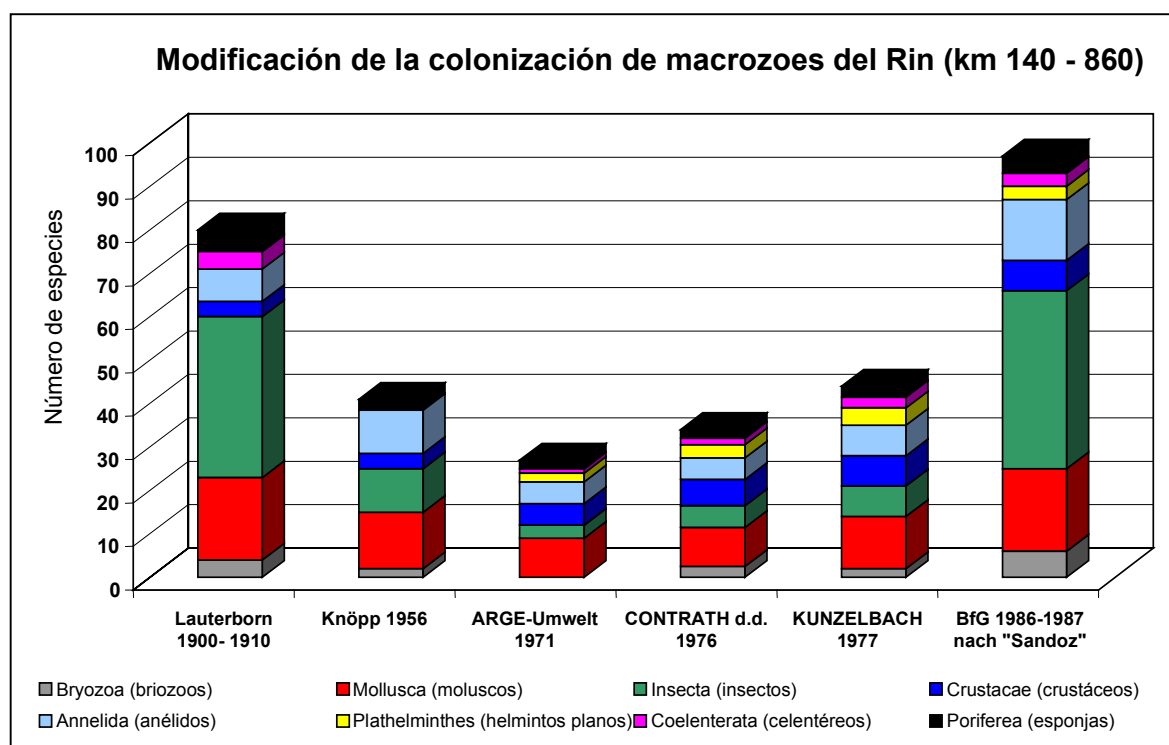
Con esta combinación de normas sobre aguas residuales y valores recomendados (elaborados según el modelo de la Ley de Aguas Residuales alemana) se consiguió por primera vez en una región fluvial internacional introducir el principio combinado (combined approach) para la protección de las aguas. Con la regla de que la norma más severa es la vinculante, la Comisión Europea ha integrado este concepto en la Directiva marco sobre aguas.

En el campo de la *previsión de incidentes y averías* de instalaciones industriales, desde 1995 se han elaborado a nivel internacional recomendaciones para la organización, las que han sido promulgadas por la conferencia de ministros del Rin. El logotipo de todos los documentos de este sector del trabajo es un cubete de retención transparente que es el fundamento de la correspondiente área industrial. A modo de resumen se puede constatar que la cantidad de incidentes y accidentes industriales en la región del Rin ha disminuido apreciablemente.

Los éxitos obtenidos en la prevención de vertidos de *aguas residuales contaminantes* y el consiguiente mejoramiento de la calidad de las aguas del Rin y de otras regiones fluviales han implicado un cambio significativo en el régimen de aguas. Las *sustancias químicas nocivas* relevantes para el Rin y el creciente volumen de vertidos difusos siguen siendo determinados con métodos flexibles, observándose sus consecuencias y tomándose las medidas correspondientes (véase 24).

De forma paralela al mejoramiento de la calidad de las aguas del Rin se ha incrementado la importancia de la *evaluación bioecológica*. Los exámenes que se efectúan cada cinco años para determinar la situación comprenden componentes cualitativos biológicos como, por ejemplo, peces, invertebrados de más de 1 mm, fitoplancton y aves acuáticas. Estos componentes cualitativos representan un papel fundamental en la evaluación de la situación. El resultado de la evaluación de la situación de 1995 demuestra que en el Rin se han reasentado 45 especies de peces. Entre estos se cuentan peces migratorios muy delicados como lo son el salmón y la trucha de mar. La cantidad de animales pequeños (macrozoos) ha venido aumentando desde 1970 de forma constante, y la cantidad de especies se eleva a casi 200. El millón de aves acuáticas que se contaron comprende 38 especies. También se determinó la composición del plancton, que a lo largo del Rin refleja una composición creciente, mientras que en el curso inferior se trata de una situación eutrófica.

La evaluación de la calidad químico-física y, en especial, bioecológica arroja como resultado que disminuye de forma creciente la importancia de los vertidos puntuales y difusos de sustancias (nocivas), en comparación a los efectos de una deficiente *calidad morfológica de las aguas*. Los mapas elaborados tras exámenes exhaustivos revelan que el Rin tiene considerables déficits en cuanto a la diversidad de sus biotopos. Debido a la ampliación del Rin, su curso es más monótono. Las represas siguen siendo un obstáculo insalvable para el salmón, y el "aislamiento" del río de su región circundante acarrea una fuerte pérdida de biotopos.



**Ilustración 56: Modificación de la colonización de macrozoos del Rin [15]**

A largo plazo será necesario reducir esos déficits y combinar de la forma más amplia posible los diferentes biotopos del Rin. Los primeros pasos se indican en el Atlas del Rin con las zonas de importancia ecológica y las llanuras de inundación existentes y futuras.

Otro ámbito principal en las medidas de protección de las aguas del Rin es la protección de la población ante las inundaciones. En vista de las inundaciones mencionadas ocurridas en los años 90, la CIPR ha evaluado y registrado los *proyectos de protección ante inundaciones* efectuados en el Rin. En 1995 se elaboró el Plan de Inundaciones del Rin, el que comprende, además de las medidas técnicas que en el pasado han sido prioritarias, medidas de protección ante inundaciones que tienen un carácter ecológico. De esta manera, se le presta una especial atención a la retención de aguas en grandes superficies, así como a la ampliación de los sumideros de la región del Rin. El programa de varias fases sucesivas basado en el Plan de Inundaciones tiene un horizonte que alcanza hasta el año 2020, y sus costos se estiman en 12 mil millones de euros. Su implementación exitosa presupone una mentalidad interdisciplinaria desde un nivel local hasta el internacional.

#### 4.8.4 EL RIN A COMIENZOS DEL SIGLO XXI

A pesar de todos los logros, la protección ambiental no se puede paralizar. De esta manera, el ambicioso Programa de Medidas para el Rin comprendía - en su tercera fase de 1995 a 2000 - el examen de los resultados obtenidos hasta la fecha y, en caso necesario, determinar otras medidas indispensables para proteger el Rin. Este precepto se cumplirá mediante el programa sucesor *"Rin 2020 - programa de desarrollo sostenible del Rin - programa de trabajo hasta 2005"*. Este programa se centra en la implementación futura del concepto ecológico general y en el mejoramiento de las medidas de prevención de inundaciones. Una tarea nueva de este concepto es la protección de las aguas subterráneas. El control continuo de la calidad de las aguas del Rin y las medidas para seguir mejorándola son elementos indispensables que se mantendrán.

Los puntos angulares del Programa 2020 comprenden detalles e indicaciones sobre procedimientos y medidas aisladas, así como detalles sobre instrumentos, control de éxito y trabajo de relaciones públicas. De aquí al año 2005 se elaborará un detallado programa de trabajo para canalizar, expeditamente, las actividades y los recursos económicos en el saneamiento continuo del Rin. Están comprendidas en ese programa de trabajo las medidas concretas en los cuatro ámbitos centrales, a saber el Rin como sistema ecológico, el mejoramiento de la calidad del agua, el Programa contra las Inundaciones y la protección de las aguas subterráneas para cada trecho del Rin.

Examinando el conjunto de los trabajos previstos de aquí a 2005 se puede constatar que no es posible lograr el saneamiento integral del Rin en pocos años; además, esta meta tampoco puede ser medida según legislaturas. Incluso desde la perspectiva actual, el saneamiento del Rin seguirá siendo una tarea para varias generaciones. Este hecho no es sorprendente en vista de la historia reciente: durante más de 100 años, el Rin fue ampliado y transformado únicamente con miras a la explotación industrial, lo que ha perjudicado su carácter de sistema ecológico.

Exigencias y puntos angulares adicionales dimanarán también de la Directiva marco sobre aguas, especialmente en los campos del control y evaluación biológicos, así como tratándose de la protección de las aguas subterráneas.

El Programa Rin 2020 contempla otras medidas y actividades en el campo del trabajo de relaciones públicas, el que de forma creciente está dejando de ser una mera entrega de informaciones, y ahora está acentuando la participación de la ciudadanía. También en este campo la cooperación internacional a lo largo del Rin ha recogido valiosas experiencias. Desde 1998, en el seno de la CIPR se realiza un intercambio regular de informaciones con organizaciones no gubernamentales.

## 5. PERSPECTIVAS DEL SECTOR HIDROLÓGICO ALEMÁN EN EUROPA

El desarrollo futuro del sector hidrológico en Alemania está completamente bajo el signo de *"Europa"*. La Directiva marco sobre aguas de la UE (<http://www.europa.eu.int/eur-lex>) exige la explotación integrada de las aguas en los límites de las grandes cuencas fluviales, considerando el principio de inmisiones y de eficiencia [41]. Ello demanda la correspondiente adaptación de las estructuras administrativas y otra división del trabajo entre los Estados federados y las comunas, así como con las mancomunidades de agua y de aguas residuales.

En este contexto, todavía están pendientes también las tareas impuestas por las leyes y ordenanzas ambientales alemanas, a saber:

- que se contemple las instalaciones domésticas en el aseguramiento de la calidad del abastecimiento de agua (en muchas ciudades germano-orientales sigue habiendo tuberías de plomo, etc., provenientes de la época anterior),
- completar la eliminación de aguas residuales (también con conceptos descentrales) en las regiones circundantes y rurales todavía no comprendidas en el ordenamiento, sobre todo en el Sarre y en Alemania oriental. Por ejemplo, se podrían aplicar los recientes sistemas hidrológicos alternativos [50b],
- seguir evaluando y asegurando las vías de reciclaje y de eliminación del lodo de clarificación,
- ampliar la explotación hidroeconómica del agua de lluvia (aprovechamiento descentral o escurrimiento de aguas pluviales no contaminadas, y el tratamiento de las aguas pluviales contaminadas),
- la reducción de la contaminación de aguas derivada de fuentes difusas, en particular de la agricultura, mediante la combinación adecuada de medidas preventivas (por ejemplo optimización del abono de campos) y medidas paliativas (por ejemplo el tratamiento de estiércol, véase el recuadro),
- control y disminución de los vertidos de sustancias relevantes para el medio ambiente (en especial de metales pesados, pesticidas, cloros de fuentes orgánicas y sustancias con efectos hormonales) [42]
- el perfeccionamiento sistemático de la estructura ecológica de las aguas y de todo el paisaje hidrológico, desde el lecho de los ríos hasta la zona de captación.

**El “cambio agrícola” hacia una agricultura que cuida del agua subterránea**

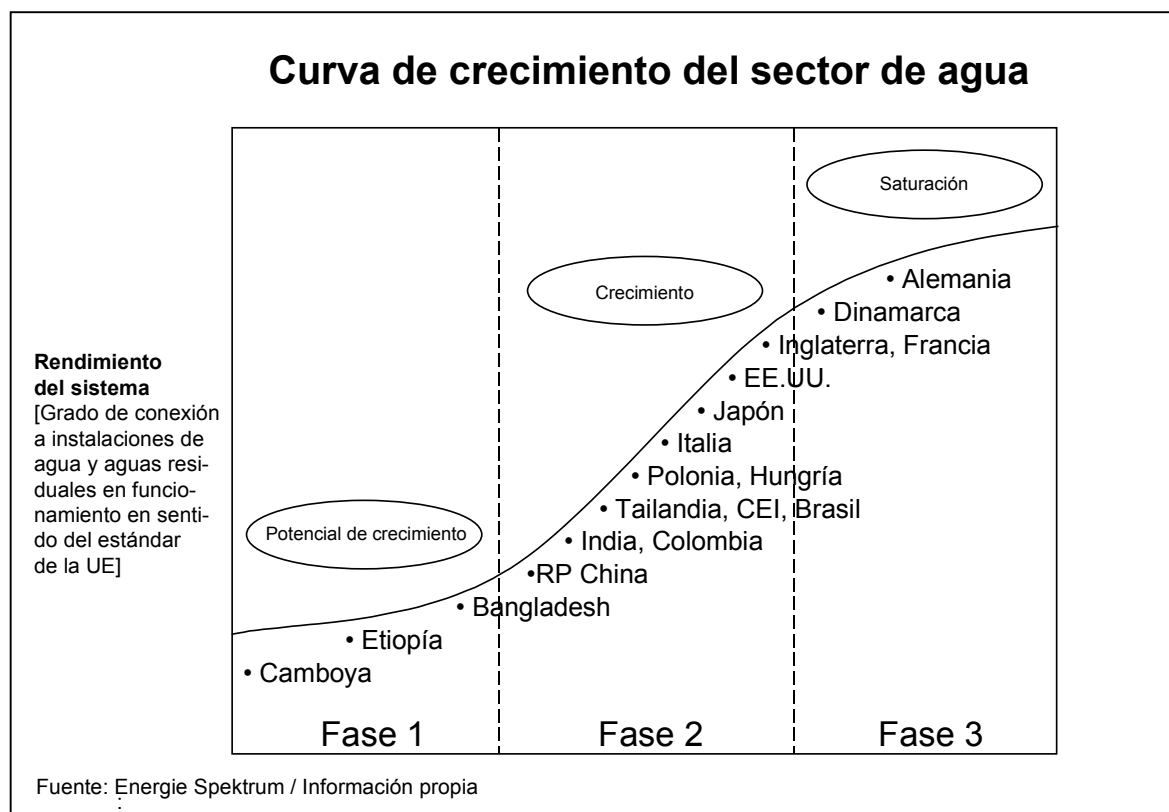
Como consecuencia de las epidemias de encefalopatía espongiforme bovina (EEB) y fiebre aftosa, se discute en la UE, y especialmente en Alemania, desde finales del año 2000 sobre un cambio radical en la agricultura.

Fueron, entre otras, las asociaciones del medio ambiente y de protección de la naturaleza que con sus argumentos, habían preparado durante dos decenios una política agrícola orientada en criterios ecológicos. La “agricultura ecológica” exigida por las asociaciones del medio ambiente, también tendría ventajas para la protección de las aguas. La amplia reducción del uso de sustancias agroquímicas como abono mineral y pesticidas, así como del uso excesivo de estiércol líquido, disminuiría claramente la contaminación extendida del agua subterránea en Alemania por compuestos de nitrógeno o pesticidas (véase el capítulo 4.5). Efectivamente, la reorientación en la política agrícola, es resultado de la aparición de epidemias en animales. También en el sector agrícola, las “catástrofes” en forma de EEB y fiebre aftosa, ofrecen la posibilidad a una reorientación.

En cooperación con asociaciones del medio ambiente y campesinos receptivos, diferentes empresas abastecedoras del agua (como, por ejemplo, desde hace tiempo la Gelsenwasser AG, véase el capítulo 4.2.2), comenzaron a fomentar en sus zonas de captación una agricultura que cuida del agua subterránea. La agricultura que ahorra recursos y cuida del agua subterránea podría ofrecer una orientación para muchos pequeños campesinos en países umbrales, de transformación y tercermundistas en los que la mayor parte de los campesinos no podrían financiar una agricultura con costosos abonos minerales y productos fitosanitarios sintéticos.

A pesar de todas estas tareas pendientes, no hay dudas de que el sector hidrológico alemán ya no es un mercado en crecimiento. La fase de ampliación, pendiente todavía en otros países europeos y también fuera de Europa, ya ha concluido casi totalmente en Alemania. La tarea principal es consolidar y renovar permanentemente los sistemas, mediante reinversiones y medidas de modernización suficientes. De esta manera, se asegurará que las instalaciones de aguas y aguas residuales no envejezcan más de la cuenta, y que las tecnologías y los conceptos se adapten continuamente a la respectiva situación actual y a las disposiciones legales, así como a los deseos de los usuarios.

La introducción el 01/01/2002 de la nueva moneda europea, el euro, que reemplazará al marco alemán - una moneda altamente valorada y estable a escala internacional - incrementará la competencia en el sector hidrológico. El usuario no solamente exige un abastecimiento de agua y tratamiento de aguas residuales confortable y sostenible, sino también la mayor transparencia y eficiencia de costos posibles. Debido a su tamaño y a su organización comunal, únicamente pocas empresas hidrológicas alemanas son competitivas internacionalmente, y en muchos casos no podrán sustraerse a una grave transformación estructural [14].



**Ilustración 57: Curva de crecimiento del sector del agua**

De forma análoga a la desregulación de las telecomunicaciones y del suministro de energía eléctrica se discuten para el sector hidrológico medidas estratégicas con los lemas "privatización orientada a la competencia" (= contratación de empresas privadas [38], véase el recuadro en el capítulo 3.4) y "liberalización diferenciada" (= restricción del monopolio de abastecimiento y de la obligación de conexión, véase el recuadro en el capítulo 3.4). Existe consenso en que estas medidas no pueden ir en desmedro de la seguridad del abastecimiento y de la protección preventiva de las aguas [10].

A la inversa, no es solamente el alto estándar técnico que hacen atractivos el Know-How y las experiencias en el sector hidrológico alemán para muchos países del globo: también se muestra interés, sobre todo, en la *diversidad de las soluciones específicas para cada caso*, ante el trasfondo de las diferentes formas de organización y de su carácter comunal (que también está previsto en la mayoría de los proyectos de privatización) [46].

### Un ejemplo de cooperación y apoyo a nivel internacional



Más de una quinta parte de la población en el Perú no tiene acceso a sistemas de abastecimiento de agua. Sólo el 27% de la población cuenta con acometida a una red de alcantarillado. En Perú existe gran demanda por un aseguramiento de un sostenido abastecimiento de agua y eliminación de aguas residuales.

PROAGUA es un programa de abastecimiento de agua y eliminación de aguas servidas de la Sociedad de Cooperación Técnica (GTZ) en el Perú. Es financiado por el Ministerio Federal para Cooperación Económica y Desarrollo. PROAGUA colabora estrechamente con el banco KfW (Kreditanstalt für Wiederaufbau) que apoya mediante asesoramiento y financieramente, junto con la DEG (Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft, [www.deg.de](http://www.deg.de)), los inversionistas privados en el establecimiento y el desarrollo de infraestructuras en empresas peruanas escogidas de abastecimiento del agua y de evacuación de aguas residuales.

Ocho empresas públicas peruanas con 100.000 hasta 750.000 habitantes a abastecer por región, son fomentadas por PROAGUA en el desarrollo sostenido de servicios de abastecimiento de agua y evacuación de aguas servidas. PROAGUA informa ya desde 1996 sobre desarrollos positivos en las regiones de servicio de las empresas y las ciudades y los pueblos limítrofes.



Abbildung 58: Trinkwasserzapfstelle in Peru

*cooperación y apoyo a nivel internacional (continuación)*

En algunas de las ciudades, la mayoría de la población vive en regiones de muy bajos ingresos. Es importante no aplicar los parámetros alemanes con respecto al abastecimiento y a la evacuación. Con ayuda de PROAGUA se aplican formas adecuadas en la aplicación y la gestión de servicios.

Una tarea importante del programa es la participación de empresas privadas (PSP) “private sector partizipation” como instrumento en la lucha contra la pobreza.



**Ilustración 59: en el Perú**

Sin una gestión profesional y medios de financiación privada, no podrán resolverse los difíciles problemas sociales, económicos y ecológicos del abastecimiento de agua y de la eliminación de aguas residuales. PROAGUA ayuda en el desarrollo de conceptos inversionistas privados y atractivos y modelos PSP hechos a la medida. La experiencia obtenida con proyectos cooperativos de privatización de Alemania, especialmente provenientes del programa de reconstrucción de Alemania Oriental, ha despertado gran interés en el Perú.

A causa de la coordinación constante con el Gobierno y con altos cargos políticos de la región, PROAGUA interviene en el desarrollo de condiciones marco normativas e institucionales para el sector del agua en el Perú. Esto permite aportar, de manera encauzada, experiencia del sector de la economía alemana del agua.

## 6. IMPORTANTES FUENTES DE INFORMACIÓN / INTERLOCUTORES EN ALEMANIA

### 6.1 MINISTERIOS FEDERALES

**Auswärtiges Amt**

Werderscher Markt 1  
10117 Berlin  
Telefon: 01888 / 17-0  
Telefax: 01888 / 17 - 3402  
Internet: <http://www.auswaertiges-amt.de>

**Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit**

Kennedyallee 5  
53175 Bonn  
Telefon: 01888 / 305-0  
Telefax: 01888 / 305-32 25  
Internet: <http://www.bmu.de>

**Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie**

Scharnhorststraße 36  
10115 Berlin  
Telefon: 030 / 20 14-9  
E-Mail: [info@bmwi.bund.de](mailto:info@bmwi.bund.de)

**Bundesministerium für Bildung und Forschung**

Heinemannstraße 2  
53175 Bonn  
Telefon: 01888 / 57-0  
Telefax: 01888 / 8-36 01  
E-Mail: [bmbf@bmbf.bund400.de](mailto:bmbf@bmbf.bund400.de)  
Internet: <http://www.bmbf.de>

**Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung**

Friedrich-Ebert-Allee 40  
53113 Bonn  
Telefon: 0228 / 535-0  
Telefax: 0228 / 535-34 51  
Internet: <http://www.bmz.de>

### 6.2 INSTITUCIONES PROFESIONALES FEDERALES Y DEL LAW

**Umweltbundesamt**

Bismarckplatz 1  
14193 Berlin  
Telefon: 030 / 89 03-0  
Telefax: 030 / 89 03-22 85  
Internet: <http://www.umweltbundesamt.de>

**Bundesamt für Naturschutz (BfN)**

Konstantinstraße 110  
53179 Bonn-Bad Godesberg  
Telefon: 0228 / 84 91-0  
Telefax: 0228 / 84 91-200  
E-Mail: [PBOX-BFN@BFN.de](mailto:PBOX-BFN@BFN.de)  
Internet: <http://www.BFN.de>

**Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG)**

Kaiserin-Augusta-Anlagen 15-17  
56068 Koblenz  
Telefon: 0261 / 13 06-0  
Telefax: 0261 / 13 06-53 02  
E-Mail: [posteingang@bafg.de](mailto:posteingang@bafg.de)  
Internet: <http://www.bafg.de>

**Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)**

Johannes-Stellingstraße 21  
19053 Schwerin  
Telefon: 0385 / 588-83 50  
Telefax: 0385 / 588-83 56  
E-Mail: [lawa@um.mv-regierung.de](mailto:lawa@um.mv-regierung.de)  
Internet: <http://www.lawa.de>  
ab 01.01.2002

**Umweltministerium Niedersachsen**

30169 Hannover  
Archivstraße 23  
Telefon: 0511 / 120-0  
Telefax: 0511 / 120-3399  
E-Mail: [poststelle@min.niedersachsen.de](mailto:poststelle@min.niedersachsen.de)  
Internet: <http://www.min.niedersachsen.de>

### 6.3 ASOCIACIONES PROFESIONALES/ FUNDACIONES

**ATT Arbeitsgemeinschaft  
Trinkwassertsperren e.V.**  
Kronprinzenstraße 13  
53721 Siegburg  
Telefon: 02241 / 128-0  
Telefax: 02241 / 128-430  
E-Mail: such@wahnbach.de

**Arbeitsgemeinschaft für  
Umweltfragen e.V. (AGU)**  
Matthias-Grünewald-Straße 1-3  
53175 Bonn  
Telefon: 0228 / 37 50 05  
Telefax: 0228 / 37 11 04  
E-Mail: info@ag-umweltfragen.de

**ATV-DVWK  
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft,  
Abwasser und Abfälle e.V.**  
Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef  
Telefon: 02242 / 872-0  
Telefax: 02242 / 872-135  
E-Mail: atvorg@atw.de  
Internet: http://www.atv.de

**B.A.U.M. e.V. - Bundesdeutscher Arbeitskreis  
für Umweltbewußtes Management**  
Osterstraße 58  
20259 Hamburg  
Telefon: 040 / 49 07-11 00  
Telefax: 040 / 49 07-11 99  
E-Mail: info@BAUMev.de  
Internet: http://www.BAUMev.de

**Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft,  
Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) e.V.**  
Pappelweg 31  
40489 Düsseldorf  
Telefon: 0203 / 74 78 65  
Telefax: 0203 / 74 25 21

**BDE - Bundesverband der Deutschen Entsor-  
gungswirtschaft e.V.  
Arbeitskreis der Wasserindustrie**  
Schönhauser Straße 3  
50968 Köln  
Telefon: 0221 / 93 47 00-61  
Telefax: 0221 / 93 47 00-90  
E-Mail: info@bde.org  
Internet: http://www.bde.org

**Bundesverband der deutschen Gas- und Was-  
serwirtschaft e.V. (BGW)**  
Josef-Wirmer-Straße 1  
53123 Bonn  
Telefon: 0228 / 25 98-0  
Telefax: 0228 / 25 98-120

**Bundesverband der Deutschen  
Industrie e.V. (BDI)**  
Breite Straße 29  
10178 Berlin  
Ausschuss für Umweltpolitik  
Telefon: 030 / 20 28-15 82  
Telefax: 030 / 20 28-25 82  
E-Mail: K.Mittelbach@bdi-online.de

**Bundesvereinigung der Firmen im Gas- und  
Wasserfach e.V. (FIGAWA)**  
Marienburger Straße 15  
50968 Köln  
Telefon: 0221 / 3 76 68-20  
Telefax: 0221 / 3 76 68-60  
Internet: http://www.figawa.de

**DECHEMA Gesellschaft für Chemische Tech-  
nik und Biotechnologie e.V.**  
Theodor-Heuss-Allee 25  
60486 Frankfurt a.M.  
Telefon: 069 / 75 64-0  
Telefax: 069 / 75 64-201  
E-Mail: info@dechema.de  
Internet: http://www.dechema.de

**Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)**  
Kennedyallee 40  
53175 Bonn  
Telefon: 0228 / 885-1  
Telefax: 0228 / 885-27 77  
E-Mail: postmaster@dfg.de  
Internet: http://www.dfg.de

**Deutsche Gesellschaft für grabenloses Bauen  
und Instandhalten von Leitungen e.V. (GSTT)**  
St. Petersburger Straße 1  
20355 Hamburg  
Telefon: 040 / 35 69-22 38  
Telefax: 040 / 35 69-23 43  
E-Mail: gstt@cch.de  
Internet: http://www.gstt.de

**DIN Deutsches Institut für Normung e.V.**  
Burggrafenstraße 6  
10787 Berlin  
Telefon: 030 / 26 01-0  
Telefax: 030 / 26 01-12 31  
E-Mail: Postmaster@DIN.de  
Internet: http://www.din.de

**DVGW Deutsche Vereinigung  
des Gas- und Wasserfaches e.V.**  
Josef-Wirmer-Straße 1-3  
53123 Bonn  
Telefon: 0228 / 91 88-5  
Telefax: 0228 / 91 88-990  
E-Mail: dvwg@dvwg.de  
Internet: http://www.dvgw.de

**EWA - The European Water Association**  
Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef  
Telefon: 02242 / 872-0  
Telefax: 02242 / 872-135  
E-Mail: ewa.@atv.de  
Internet: <http://www.ewaonline.de>

**Fachbetriebsgemeinschaft  
Maschinenbau e.V. (FGMA)**  
Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt a.M.  
Telefon: 069 / 66 03-13 25  
Telefax: 069 / 66 03-16 65  
E-Mail: fgma@vdma.org  
Internet: <http://www.fgmu.de>

**Fachvereinigung Betriebs- und  
Regenwassernutzung e.V. (fbr)**  
Havelstraße 7a  
64295 Darmstadt  
Telefon: 06151 / 33 92 57  
Telefax: 06151 / 33 92 58  
E-Mail: fbrev@t-online.de  
Internet: <http://www.fbr.de>

**Güteschutz Kanalbau e.V.**  
Linzer Straße 21  
53604 Bad Honnef  
Telefon: 02224 / 93 84-0  
Telefax: 02224 / 93 84-84

**Hauptverband der  
Deutschen Bauindustrie e.V.**  
Kurfürstenstraße 129  
10785 Berlin  
Telefon: 030 / 2 12 86-0  
Telefax: 030 / 2 12 86-240

**Industrie-Initiative für Umweltschutz e.V.**  
Breitestraße 29  
10178 Berlin  
Telefon: 030 / 20 28-15 37  
Telefax: 030 / 20 28-25 37  
E-Mail: a.hamers@bdi-online.de

**VDI Verein Deutsche Ingenieure  
VDI-Gesellschaft Technischer Umweltschutz  
(VDI-GTU)  
VDI-Koordinierungsstelle Umwelttechnik**  
Graf-Recke-Straße 84  
40239 Düsseldorf  
Telefon: 0211 / 62 14-415  
Telefax: 0211 / 62 14-177  
E-Mail: kut@vdi.de  
Internet: <http://www.vdi.de>

**Verband Deutscher Maschinen- und  
Anlagenbau e.V. (VDMA)**  
Lyoner Straße 18  
60528 Frankfurt a.M.  
Telefon: 069 / 66 03-0  
Telefax: 069 / 66 03-15 11

**Verband kommunaler Unternehmen e.V.  
(VKU)**  
Brohler Straße 13  
50968 Köln  
Telefon: 0221 / 37 70-0  
Telefax: 0221 / 37 70-255  
E-Mail: info@vku.de  
Internet: <http://www.vku.de>

**VUBIC Verband Unabhängig Beratender In-  
genieure und Consultants e.V.**  
Wallstraße 23/24  
10179 Berlin  
Telefon: 030 / 27 87 32-0  
Telefax: 030 / 27 87 32-20  
E-Mail: info@vubic.com  
Internet: <http://www.vubic.com>

**Vereinigung Deutscher Gewässerschutz e.V.  
(VDG)**  
Matthias-Grünewald-Straße 1-3  
53175 Bonn  
Telefon: 0228 / 37 50 07  
Telefax: 0228 / 37 55 15

**ZER-QMS Zertifizierungsstelle der Recycling-  
und Entsorgungswirtschaft, Qualitäts- und  
Umweltgutachter e.V.**  
Schönhauser Straße 3  
50968 Köln  
Telefon: 0221 / 93 47 00-80  
Telefax: 0221 / 93 47 00-84

## 6.4 COOPERACION INTERNACIONAL

### **Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH**

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn  
Telefon: 06196 / 79-0  
Telefax: 06196 / 79-11 15  
Internet: <http://www.gtz.de>

### **Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)**

Palmengartenstraße 5-9  
60325 Frankfurt a.M.  
Telefon: 069 / 74 31-0  
Telefax: 069 / 74 31-29 44  
Internet: <http://www.kfw.de>

### **Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft (DEG)**

Belvederestraße 40  
50933 Köln  
Telefon: 0221 / 49 86-141  
Telefax: 0221 / 49 86-290  
Internet: <http://www.deginvest.de>

### **Carl Duisberg Gesellschaft e.V. (CDG)**

Weyerstraße 79-83  
50676 Köln  
Telefon: 0221 / 20 98-0  
Telefax: 0221 / 20 98-111  
Internet: <http://www.cdg.de>

### **Deutscher Entwicklungsdienst (DED)**

Tulpenfeld 7  
53113 Bonn  
Telefon: 0228 / 24 34-0  
Telefax: 0228 / 24 34-111  
Internet: <http://www.ded.de>

### **Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung (DSE)**

Tulpenfeld 5  
53113 Bonn  
Telefon: 0228 / 24 34-5  
Telefax: 0228 / 24 34-999  
Internet: <http://www.dse.de>

### **Centrum für internationale Migration und Entwicklung (CIM)**

Barckhausstraße 16  
60325 Frankfurt a.M.  
Telefon: 069 / 71 91 21-0  
Telefax: 069 / 71 91 21-19  
Internet: <http://www.cimonline.de>

### **Internationales Transferzentrum für Umwelttechnik GmbH (ITUT)**

Messe - Allee 2  
04356 Leipzig  
Telefon: 0341 / 60 87 132  
Telefax: 0341 / 60 87 108  
Internet: <http://www.itut.de>

## 7. INDICE DE LITERATURA

- [1] Antoni, M., Rudolph, K.-U. (1998):  
Regenwassernutzung im Haushalt. gwf Wasser Abwasser, Heft 11/1998, S. 719 ff.
- [2] Arbeitsgemeinschaft der Verbraucherverbände e.V., (Hrsg), (1995)  
Regenwasser für Haus und Garten, Bonn
- [3] Bach, M., Frede, H-G. (1997):  
Agricultural nitrogen, phosphorus and potassium balances in Germany  
Methodology and trends 1970 to 1995.  
Z. Pflanzenernaehr. Bodenk., 161, 385-393.
- [4] Bach, M. et al. (2000):  
Schätzung der Einträge von Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft in die Oberflächengewässer Deutschlands. UBA-Berichte 3/2000, Berlin
- [5] Balke, H., Rudolph, K.-U. (1993/1994):  
Projektentwicklung, Projektmanagement und Projektcontrolling am Beispiel des Gemeinschaftsklärwerkes Bitterfeld-Wolfen. In: UMWELT 93/94, Jahrbuch für Umwelttechnik und ökologische Modernisierung, 3. Ausgabe, Dezember 1993/ Januar 1994
- [6] Balke, H., Rudolph, K.-U. (2000):  
Wirtschaftlichkeit der naturnahen Regenwasserentsorgung. KA-Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall 2000 (47), Nr. 3, S. 410 ff.
- [7] Behrendt, H. (1996):  
Inventories of point and diffuse sources and estimated nutrient loads - A comparison for different river basins in Central Europe.  
Water, Science & Technology, 33, 4-5, 99-107
- [8] Behrendt, H. (2000):  
Time delayed response of nitrogen on the way from the root zone to the surface waters - An analysis for German river basins. Proc. 4<sup>th</sup> Int. Conf. Diffuse Pollution, 16.-21.1.2000, Bangkok
- [9] Bode, H. (2000):  
Flußgebietsmanagement dargestellt am Beispiel der Ruhr-Historie und zukünftigen Notwendigkeiten. In: Ruhrverband: 100 Jahre ganzheitliche Wasserwirtschaft an der Ruhr - Perspektiven und Chancen, Parey Buchverlag, Berlin
- [10] Brackemann, H. et al. ( 2000):  
Liberalisierung der deutschen Wasserversorgung. Auswirkungen auf den Gesundheits- und Umweltschutz. Skizzierung eines Ordnungsrahmens für eine wettbewerbliche Wasserwirtschaft. Umweltbundesamt, Berlin
- [11] Brackemann, H. (2001):  
Strukturentwicklung in der Wasserwirtschaft. Gwf, Wasser, Abwasser 142, Nr. 13, S. 20-26

- [12] Büscher, E, Rudolph, K.-U. (1996):  
Einsatz von schwimmenden Scheibentauchkörpern zur Güllebehandlung in Standardsilos. Korrespondenz Abwasser, 43. Jahrgang, 6/1996, S. 1046 ff.
- [13] Bundesminister des Innern (Hrsg.), (1993):  
Privatwirtschaftliche Realisierung der Abwasserentsorgung. Erfahrungsbericht über BMU-Projekte in den neuen Bundesländern. Infodienst Kommunal  
Nr. 66,
- [14] Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), (Hrsg.), (2000):  
Aktionskonzept nachhaltige und wettbewerbsfähige deutsche Wasserwirtschaft.  
Fachbericht "Wasserwirtschaftsgespräche". Karlsruhe März 2000.
- [15] Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMBF) (Hrsg.), (1994):  
Forschung für die Umwelt, Ausgewählte Beispiele und Ergebnisse, Bonn, S. 72f
- [16] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.), (1998):  
Umweltpolitik; Wasserwirtschaft in Deutschland, Bonn, S. 22
- [17] Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, (1976)  
Umweltprobleme des Rheins (Sondergutachten). BT-Drucksache 7/5014 vom 09.04.1976
- [18] Der Rat von Sachverständigen für die Umwelt, (1987)  
Umweltgutachten 1987, BT-Drucksache 11/1568 vom 21.12.1987
- [19] Deutsche Stiftung Weltbevölkerung (Hrsg), 2000  
Engelmann, R, Dye, B & LeRoy, P  
Mensch, Wasser. Report über die Entwicklung der Weltbevölkerung und die Zukunft der Wasservorräte
- [20] Eckert, H-U, Hölting, B (1998)  
Verfahren zur Fernerkundung und Luftbildauswertung bei der Grundwassernutzung  
In: gwf Wasser Abwasser 1998, Nr 3, Seite 123-130
- [21] Europäische Kommission, Generaldirektion Umwelt, 2000  
EU-Schwerpunkt „Sauberes Wasser“.  
Amt für EG Veröffentlichungen, Luxemburg
- [22a] Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF), (1997)  
Wasserforschung, Ergebnisse der BMBF Forschung 1990 – 1996, Bonn
- [22b] Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) (2001)  
Forschungsbericht Nr. 02 WA 0074 "Untersuchungen zum internationalen Stand und der Entwicklung Alternativer Wassersysteme"
- [23] GTZ - German Corporation for Technical Cooperation (2001):  
ECOSAN - Closing the loop in wastewater management and sanitation.  
Proceedings of the Int. Symposium 30 - 31 October 2000 in Bonn, Germany, page 178 ff.
- [24] <http://www.bgw.de> (vom 07.03.2001)

- [25] <http://www.hansgrohe.de> (14.02.2001)
- [26] <http://www.umweltbundesamt.de/wah20/1-2.htm> (06.02.2001)
- [27] Huber, A., Bach, M., Frede, H.-G. (1998):  
Modeling pesticide losses with surface runoff in Germany. Sc. Total Environm.. 223, 177-191.
- [28] IKSР (1999):  
Tatigkeitsbericht 1997/ 98. hrsg. Technisch-wissenschaftliches Sekretariat der IKSР, Koblenz
- [29] IKSР (1999):  
Vergleich des Ist-Zustandes des Rheins 1990- 1996 mit den Zielvorgaben, Dokument PLEN 07-99d. hrsg. Technisch- wissenschaftliches Sekretariat der IKSР, Koblenz
- [30] Kaltenmeier, D (1999)  
Bisherige und neue Anforderungen an Indirekteinleitungen.  
in: Korrespondenz Abwasser (1999), Nr. 1, S. 89.
- [31] Kaltenmeier, D (1999)  
Neue Anforderungen an das Einleiten von Abwasser aus der chemischen Industrie - Anhang 22 zur AbwV.  
in: Korrespondenz Abwasser 1999, Nr. 8, S. 1244-1252
- [32] Kaltenmeier, D (1999)  
Requirements on elimination of halogenated hydrocarbons in German and European waste water legislation and future developments.  
in: Treatment of wastewaters with halogenated organic compounds. Schriftenreihe Biologische Abwasserbehandlung Nr. 12, Berlin
- [33] Kaltenmeier, D (1991)  
Umsetzung der Abwasserverwaltungsvorschriften im Bereich der Chemieindustrie.  
in: Korrespondenz Abwasser (1991), Nr. 9, S. 1192.
- [34] Koppke, K.-E, Rudolph, K.-U. (1994):  
Entwicklungen und Tendenzen der industriellen Abwasserbehandlung.  
in: Korrespondenz Abwasser, 41. Jahrgang, 6/1994, S. 954 ff.
- [35] Kraemer, A., Rudolph, K.-U. (1999):  
Sewerage charges: a European comparison.  
in: European Water Management,  
Volume 2, Number 5, S. 39 ff., October 1999
- [36] Meinhard, Chr, Rudolph, K.-U. (1997):  
Projects in Zwickau and Dortmund show possibilities and problems.  
in: "Urban Ecology" - Reports from Ecological Research published by GSF-Research Center for Environment and Health, Munich
- [37] Mohaupt, V., Herata, H., Mach, M., Behrendt, H., Fuchs, S. (2000)  
Klaranlagen saniert - Woher kommen Gewasserbelastungen heute?  
Wasser - Berlin, 23. - 27.10.2000

- [38] Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr (Hrsg.), (1991):  
Privatisierung kommunaler Kläranlagen. Erfahrungen mit dem Betreibermodell in Niedersachsen,  
3. Auflage
- [39] Novotny, V. (1988):  
Diffuse (nonpoint) pollution - a political, institutional, and fiscal problem. J. Water Pollution Control Federation, 60, 8, 1404 - 1413
- [40] Peters, Th, A (2000)  
Wasserreinigung mit Ultrafiltration und dem FM- Modul  
in UTA Wasser Abwasser, 2/2000, S 102 ff
- [41] Rudolph, K.-U. (1999):  
Abwasserkosten optimieren in Flussgebieten. Zum Effizienzprinzip nach Rincke (1968) vor dem  
Hintergrund der neuen EU-Wasserrahmenrichtlinie.  
in WasserAbwasserPraxis, Oktober 1999, Heft Nr. 5, S. 26 ff.
- [42] Rudolph, K.-U. (1999):  
Comparative evaluation of UV, O<sub>3</sub> and PAA for waste water disinfection.  
in: European Water Management, Volume 2, Number 3, June 1999, S. 44 ff.
- [43] Rudolph, K.-U. (1997):  
Evaluation of Water Projects with Impact to Coastal Areas. Transdisciplinary Euroconference.  
Coastal Management Research, San Feliu de Guixols, Spain, S. 77 ff., 6 - 10 December 1997
- [44] Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft (Hrsg), (1999)  
Rudolph, K.-U., Kooperationen und Investitionen; Chancen der deutschen Wirtschaft auf dem  
Sektor der Wasserver- und -entsorgung in Entwicklungs- und Transformationsländern,  
Köln
- [45] Rudolph, K.-U. (1994):  
Private sector serves a public need in Germany.  
in: Water & Wastewater International, Vol. 9,  
February 1994, S. 52/59
- [46] Rudolph, K.-U. (2000):  
The Range of Performance Offered by the German Water Sector.  
in: Umweltmagazin ITUT, water 2000 plus, April 2000, S. 12 ff.
- [47] Rudolph, K.-U. (1999):  
Vergleich der Abwassergebühren im europäischen Rahmen.  
in: Kommunalwirtschaft, Heft 4, April 1999, S. 174
- [48] Rudolph, K.- U. (1999):  
Zur Abwasserentsorgung in Deutschland, England und Frankreich, Teil 1: Leistung und Kosten.  
in: UTA 3/99, S. 94
- [49] Ruhrverband (2000)  
100 Jahre ganzheitliche Wasserwirtschaft an der Ruhr- Perspektiven und Chancen.  
Berlin

- [50] Sattler, R. (1997)  
Einführung der bundesweiten DVGW - Schadensstatistik Wasser  
in: gwf Wasser Special, 1997, Nr 13, Seite 27 ff
- [50b] Schäfer, D., Rudolph, K.-U., (2001)  
BMBF (Hrsg), International Survey on Alternative Water Systems, Berlin - Witten
- [51] Statistisches Bundesamt (2001)  
in: EUWID - Europäischer Wirtschaftsdienst, Wasser und Abwasser, 6/2001, S.1f
- [52] Statistisches Bundesamt, (1990 - 1999)  
Statistisches Jahrbuch, verschieden Jahrgänge
- [53] Stottmann, W.: (2000)  
Herausforderungen des Weltmarktes für die Wasserwirtschaft- Trinkwasserversorgung und Abwasserversorgung in Entwicklungsländern aus der Sicht der Weltbank. In: Ruhrverband: 100 Jahre ganzheitliche Wasserwirtschaft an der Ruhr - Perspektiven und Chancen, Berlin
- [54] The Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation and Nuclear Safety (1998)  
Environmental Policy; Water Resources Management in Germany, February 98
- [55] Thüringer Landesanstalt für Umwelt (Hrsg.), (1998)  
Wasserversorgung in Thüringen, Öffentliche Wasserversorgung aus Fernwasserversorgungssystemen und Trinkwassertalsperren. Schriftenreihe der Thüringer Landesanstalt für Umwelt, Jena Nr. 29, 98
- [56] Thüringer Landesanstalt für Umwelt, (1998)  
Zweite Prognose Trinkwasserbilanz des Freistaates Thüringen. Schriftenreihe der Thüringer Landesanstalt für Umwelt, Jena, Nr. 27, 98
- [57] Umweltbundesamt (Hrsg) (1994):  
Schmidt, E., Stoffliche Belastung der Gewässer durch die Landwirtschaft und Maßnahmen zu ihrer Verringerung. UBA-Berichte, 2/94, Berlin, S. 220
- [58] Umweltbundesamt, (1998):  
Vergleich der Trinkwasserpreise im europäischen Rahmen
- [59] Verband der chemischen Industrie (VCI) (Hrsg.), (2000):  
Fakten, Analysen, Perspektiven; Chemie 2000 (Jahresbericht)  
Frankfurt a. M. 2000, S. 27
- [60] Verband der chemischen Industrie (VCI) (Hrsg.), (2000):  
Responsible Care,  
Daten der chemischen Industrie zu Sicherheit, Gesundheit, Umweltschutz, Bericht 2000  
Frankfurt a. M. 2000, S. 8 - 9
- [61] Wendland, H., Albert, H., Bach, M., Schmidt, R.(1993):  
Atlas zum Nitratstrom in der Bundesrepublik Deutschland, Berlin.
- [62] World Commision on Dams (Hrsg.), (2000)  
Dams and Development, The Report of the World Commision on Dams