

NEW DEVELOPMENTS ON THE SANITATION OF SEWER PIPES  
- A RESEARCH PROGRAM OF THE FEDERAL MINISTER  
FOR RESEARCH AND TECHNOLOGY (BMFT) -

Dieter F u h r m a n n  
Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH (PtWT)  
P.O.Box 3640  
D-7500 Karlsruhe 1

Abstract

The main cost factor in the construction and operation of drainage systems in residential areas continue to be the sewer systems for waste water and storm water. Surveys have shown sewer systems to be in an alarming state of dilapidation which, among other factors, may give rise to diffuse ground-water pollution over large areas. In order to make efficient use of the funds to be spent, progress must be achieved in the development of construction techniques, building materials, measurement, control, and processing technologies, as well as maintenance of the sewer system, while aspects of accident protection and prevention and improved working conditions must be taken into account. In order for these efforts to succeed, problems of sewer hydraulics, pipe materials, sewer stress analysis, and sewer construction methods must be clarified.

Within the framework of a main funding activity of BMFT, the development and demonstration of powerful techniques and methods of damage assessment, prevention and repair is to be funded with these objectives in mind. In particular, existing concepts and pilot projects are to be examined and the state of the art is to be advanced. Priority will be given to joint projects involving local governments, industries, and research institutions in these areas:

- Detection and quantification of contaminations arising from leaky sewers.
- Methods of assessing the urgency of defects.
- Methods of removing contamination and repairing existing leaks.
- Measures of ensuring long-term leaktightness of the waste water transport system [1].

## 1. Present Situation

Sewer systems are important in protecting the environment from damage caused by waste water. However, this protective effect can be guaranteed only as long as sewer systems are leaktight.

In the fifties and sixties, municipal drainage systems were expanded at a high rate. While in 1950 only some 50% of the population in the Federal Republic of Germany were connected to the public sewer system, it is now 92%. In the meantime, all public and private sewer systems taken together have reached a length of almost 1 million km. The length of private drainage pipes is estimated to exceed 600,000 km; the public sewer system extends over almost 310,000 km. Of this length, some 250,000 km are collecting systems and combined sewers, while 60,000 km are storm water sewer systems.

The sewer systems pass an annual total of 8.8 billion m<sup>3</sup> of waste water from households and trade and industry to nearly 9000 sewage treatment plants. The replacement value of the entire public sewer system amounts to some DM 300 billion.

Sewer conduits were, and are, made of various materials and in a variety of construction techniques. As a result of economic constraints and technical progress, a number of materials and technical methods are no longer applied, or are applied only in special cases, such as the use of sewer clinkers for a brickwork version formerly employed in a large part of the sewer systems in big German cities. Present sewer conduits are normally made of site-mixed concrete or prefabricated pipes of a variety of materials.

Some of the sewer systems in our large cities are very old, have developed leaks for various reasons and as a result of various impacts, and are in urgent need of repair. 1% of all

sewers are older than 100 years, 12% are older than 75 years, and 26% are older than 50 years. An opinion poll conducted by the Abwassertechnische Vereinigung e.V. (ATV) in the summer of 1990 revealed some 22% of the sewer systems to be defective. This implies a requirement for correcting those defects (rebuilding, improving, repairing) amounting to some DM 60 billion for the old federal states of the Federal Republic of Germany. This percentage fraction is even estimated at 40% of the private sewer systems. Defective sewers can affect the environment in many ways. Previous experience with cases of groundwater contamination has shown that precise investigations and research into the causes are very expensive if they are to produce tangible proof. As far as the contamination of groundwater and soil water by leaking sewers is concerned, there is a general lack of methods, investigations, and the knowledge base required to assess reliably the hazard potential as a function of such boundary conditions as the type and size of sewer defect, geomorphology, quality of the waste water, and duration of impact. There are neither defect assessment techniques and criteria nor evaluation schemes allowing the environmental hazards, especially those arising to soil water and groundwater, resulting from defective sewers to be assessed. At the present time, no generally applicable quantitative information is available about the quantities of waste water discharged by leaky sewers or about the volume of groundwater infiltrating sewer systems.

Groundwater entering the sewer system through defective points is called external water. After having entered the sewer system, unpolluted groundwater formally becomes waste water. This adds larger or smaller quantities to the polluted water stream, thus considerably aggravating the drainage and treatment of waste waters.

In the interest of the protection of bodies of water, groundwater, and soil water, there is a need to

- assess completely the actual condition of the public sewer systems,
- classify the type and extent of defects in damaged sewers in terms of their environment relatedness and the urgency of their improvement and,
- without delay, repair the most problematic defects.

This is a rather comprehensive set of problems which, in principle, cannot be the subject of a research program and, in addition, are not within the competence of the German Federal Ministry for Research and Technology (BMFT). However, it is possible to develop for the three problem areas, within the framework of a longer-term research and development program, methods of investigation to test and demonstrate the existing and current state of the art and, if necessary, advance problem-oriented innovations by promoting the development of new detection and improvement processes.

## 2. BMFT Main Funding Activity

In the absence of standardized criteria to be met by the techniques and materials to be used in improving sewer systems, there is considerable uncertainty as to the most suitable processes to be applied in specific problem cases. In order to fill this gap, the new main funding activity of BMFT is to cover the topic of "Environmentally Acceptable Technologies for Improving Leaky Sewer Systems" [2]. The main objectives of future R&D activities within this main funding activity are these:

- Testing new methods of detection to assess defects in leaky sewers.

Both in accessible and inaccessible sewers, equipment and methods for detecting the type and scope of sewer defects are to be used either in sewers below ground or above ground. What is necessary is the further development of measuring techniques to be employed in quantitative investigations inside sewers, in the environment of sewers, and in the boundary re-



gion between unsaturated and saturated soil areas, as well as the improvement of routine methods of inspection.

- Methods of determining, classifying and evaluating the amount of environmental damage caused by leaky sewers.

The hazard potential must be determined and evaluated so that the need for improvement of a sewer system can be estimated. In this connection, special attention is to be paid to house drainage systems and private service pipes. On the basis of catalogs of criteria it is to be determined when and where environmental hazards could arise and where which methods of improvement should be employed as a matter of priority. For this purpose, typical points of defect should be examined.

- Demonstration, in prototypes, of the current state of the art of improving leaky sewers.

The performance capability, also in economic terms, of modern, highly automated improvement procedures is to be tested, documented, and evaluated. The durability, reliability in operation, and functional reliability of the improved section of a sewer system is to be taken into account in these investigations. Again, special attention is to be devoted to service pipes, service headers, and pipe connections. Closed building structures, which are desirable for economic reasons and also in order to maintain the flow of traffic, will be assigned top priority. For this purpose, the methods of localizing obstacles should be improved.

Methods of repairing limited defects (partial repair) are required in addition to methods for the short-term repair of leaks, which can be employed at short notice. For this purpose, non-polluting sealing and injection compounds are needed. The environmental compatibility of materials and methods is a basic prerequisite.

- Supporting program of innovations in the development of new techniques of improvement and detection.

A supporting program of technological development is to activate the innovative powers of industry and science into filling gaps in the areas of improvement and detection techniques under the aspects of "non-polluting characteristics, economy of use, practical applicability." The new methods and techniques developed in this way are then to be tried out and demonstrated in a subsequent demonstration program.

At the present point in time, the financial requirement for the entire main funding activity, for which a term of at least eight years should be planned, cannot be indicated precisely. Depending on the proposals received, the funding volume could be around 1 % of the estimated financial requirement for completely improving the public sewer system. This would imply an order of magnitude of the required funds of DM 50 to 70 million to be made available from the environmental research program of BMFT.

### 3. Approaches to Solutions

#### 3.1 Preliminary Project of Estimating the Hazard Potential

A joint project [3] to be carried out in advance of the more technically oriented projects of the main funding activity serves to develop a system of cataloging and documenting cases of damage and in this way create a model for evaluating and assessing the hazard potential of various defects in terms of their environmental pollution potential and the functioning capability of defective sewers. First of all, methods will be developed for detecting and measuring waste water discharges through leaks and underground contamination. In cataloging the scope of damage, not only the type and size of points of defect, and the position and function of the respective section of a sewer, but also the pollution of soil water and groundwater in the environment of leaks will be included, broken

down by relevant materials and impact characteristics. A computer-aided system of criteria is being developed for documenting cases of damage. The model used to assess hazards, and the algorithms underlying it, will be calibrated and verified by studying a number of practical cases in some selected areas. The joint project will serve not only for the reliable detection of specific environmental factors caused by leaky sewers, but also the development of a guidebook helping competent agencies in defining the order in which to employ methods of improvement and upgrading.

The subprojects will be concerned with the following topics:

- Creating an evaluation model for assessing the hazard potential arising from leaky sewers (IWS of the Berlin Technical University).
- Determining and evaluating defects in sewers and sewer pipes, especially under the aspect of the service life and functioning capability of sewers (University of Bochum).
- Studies to detect and evaluate leaky sewers with respect to the hazards arising to the subsoil (Federal Health Office).
- Developing methods of quantifying the amount of water released and the dissipation of water and other materials in the environment of leaky sewers (University of Stuttgart).
- Studies of the quantitative and qualitative pollution load of the subsoil, groundwater and surface water caused by leaky sewers (Aachen Technical University).

According to plans, definitions will first be elaborated for relevant cases of defect in order to ensure a standardized, suitable approach being used. Within the framework of these activities, the criteria will be established along which the studies will then be conducted to verify the evaluation model. On the basis of those criteria, investigations will be carried out in various places on the subjects of "damage to buildings; environmental pollution; standard methods of examination; hydraulic problems; waste water quality; pollution load of surface bodies of water."

### 3.2 Proposed Projects within the BMFT Main Funding Activity

Within the framework of the main funding activity referred to above, some 140 projects were proposed by the end of the period of invitation, March 31, 1990. These proposals can be classified in the following main categories:

- Methods of detection.
- Leak tests.
- Classification and assessment of defects.
- Methods of improvement.
- Others.

These proposals were examined by a body of experts at a first reviewing session in July 1990. Some 40 proposals were awarded positive votes.

Some of these interesting solutions proposed will be briefly outlined below.

#### • Methods of Detection

Methods of detection merit special attention when it comes to assessing the state and further usability of a sewer, estimating environmental hazards emanating from it, and deciding about the improvement or repair measures necessary.

In this field, at present, optical methods of detection are used most frequently. High-resolution color cameras are used which are moved inside a sewer on self-propelled vehicles, and whose images can be displayed on a monitor and recorded. This so-called "sewer TV" technique is mainly used today to accept newly built sewers, examine old sewer systems for their condition for the first time, and run periodic checks of the state of maintenance. This technique allows optically discernible defects to be localized and assessed. However, because of building conditions and local conditions on site, it is not possible in this way to inspect house drainage systems in a

satisfactory manner. As a consequence, one project proposed offers as a solution the possibility to position, from an inspection vehicle, a remotely controlled miniature color camera in the sewer in such a way that the service pipe can be inspected optically.

In addition, developments are proposed which use acoustic, electromagnetic, and infrared techniques for the detection of even the minutest defects.

Installing highly sensitive acoustic and/or mechanical sensors in a unit self-propelled inside the sewer could allow further information about the state of a sewer, and also about the further development of that state, to be derived from the patterns of noise and vibration. Radar techniques could be upgraded for use in detecting changes in the material, and the compactness and humidity of the soil in the immediate vicinity of a sewer pipe. In this way, information derived from a visual inspection of the sewer could be supplemented by the possibility to detect cavities behind the pipe wall. A radar technique working from the road surface could allow the precise position and arrangement of supply lines and conduits to be determined and defective spots in sewers to be detected down to depths of approx. 6 m. Infrared techniques are to be used to detect mainly cavities from the surface of the ground. It is expected that wet cavities can be distinguished from dry ones in this way. As a side effect, this would also allow gas leaks to be made visible. All methods of detection could be supplemented by techniques allowing the precise locations of points of defect to be determined by methods based on a combination of various navigation techniques proven to work in land-based navigation.

#### • Leak Tests, Defect Classification

With respect to the leaktightness of sewers, methods of investigation and testing are to be developed which allow reliable information to be obtained about the leaktightness character-



istics of pipe systems and sealing systems, respectively. The connections between aging and the leak rate are to be determined for various test media and sealing compounds and sealing systems applied to pipe elements and piping sections so that object specific checks can be made of public and industrial sewer pipes, e.g. in order to assess the actual condition at a specific point in time, and also to estimate the residual service life.

The urgency of improving or repairing sewers could be determined in the light of leak rates. The most frequent defects, and those deemed to be most critical as far as environmental pollution is concerned, therefore should be investigated in technical tests. Characteristic data, such as the pipe laying technique, the pipe material, and the discernible causes of defects, should be collected. The studies serve to quantify the exfiltrations of waste water into the ambient soil material occurring as a function of a specific type of defect. In this context, criteria for evaluating the state of a sewer and its classification in categories of state and categories of impact must be determined, and methods must be developed for the prediction of defect developments and their consequences. A method is to be found which allows the hazard potential to the subsoil of the respective sewer leaks to be determined. Pollutant related parameters (such as persistence or toxicity), hydraulic conditions inside the sewer, and soil parameters of the environment of the sewer decisively affecting the transport of pollutants are to be taken into account in classifying the hazard potential.

#### • Improvement Techniques

The proposals made under the main heading of improvement techniques break down into techniques to be applied to inaccessible sewers and others to be applied to accessible sewers. Most of the projects proposed are based on methods already commercially available, often including only minor innovations.

One proposal submitted under the heading of in-liner methods includes the development of a bending machine which allows widths of material to be shaped thermally into an overlapping tubular form, this tube to be pulled into the conduit, expanded and forced against the wall. In the next step, a welding machine is used to close the seam, and another machine is operated to open and weld the service pipes.

A novel pipe relining method, in which a plastic pipe is directly fused onto the inner wall of the sewer pipe to be improved, is to be examined in the light of process technology aspects in a different project proposal. The direct fusion of plastic pipes onto the inner wall of a sewer pipe could have the advantage of allowing the improvement measure to be adapted to local conditions by the proper choice of wall thickness. For instance, the plastic pipe would assume only a sealing function if the wall thickness is low, or would have load carrying, bracing, or supporting functions in case of larger wall thicknesses.

Several projects were proposed which plan to do away with one of the main obstacles hampering the wider use of relining techniques. Service pipes are to be improved right from the main header, thus obviating the need to dig up the soil in order to restore the service pipes, which procedure indeed would be in conflict with the relining technique. Localizing and cutting up the service pipe bores can be done by means of suitable robots; special attention is to be paid to safe joining and sealing at the connecting points.

In one method proposed, the existing sewer is to be broken up, the debris is to be removed from the subsoil and, at the same time, optimum bedding is to be created for the new conduits. In contrast to the so-called burst lining technique, the debris is to be displaced inward in this technique.

Another proposed improvement is based on an unmanned, remotely controlled road driving machine operated from an initial exca-

vation and driven over an existing sewer to be improved, or producing an underground cavity. The cavity is supported by means of an *insitu* pipe, which is made under the protection of the road driving machine by the duct winding technique using special sections. For underground improvement on the same bed, simple retooling must make the tunnel drilling machine compatible with as many pipe materials (concrete, vitrified clay, brickwork, plastics) and pipe sections as possible.

For the improvement of accessible, bricked up sewers, the use of a telemanipulator system constitutes a very interesting application. After cavities have been localized and the soil has been loosened up, these cavities are to be filled up by the robot. In addition, the same system is to be used to cut out joints in the brickwork and point them with a sealing compound. The appropriate building materials to be used for pointing and refilling are to be developed within the project and tested for suitability in the field of sewer improvement.

Partial defects at present are frequently repaired in an open technique. A different idea has been proposed in which a packing with a synthetic-resin-reinforced glass fiber weave is to be pulled into the support structure through the inspection chamber. At the point of defect, the packing will expand, thus forcing the weave against the wall of the pipe to be repaired. This will cause excess resin to penetrate into cracks and cavities, thus producing an adherence-actuated connection between the point of defect and the weave impregnated with resin.

The techniques available for repairing partial defects are completed by the further advancement of self-propelled robots equipped with intelligent process technology for flexible uses in a variety of sewer sizes. The area to which most attention has been devoted so far is propulsion. The robot is to be able to pass through horizontal and vertical drifts, negotiate 90-degree bends, and also haul loads.

Coating techniques are to focus especially on the development and testing of non-polluting, toxicologically safe materials systems together with the appropriate application techniques for the improvement of sewers. These systems are to meet the criteria of manual, semi-mechanical, and fully automated processing, should work in accessible and inaccessible areas, and show good environmental compatibility and high long term stability.

· Others

Methods are to be developed to allow the flow of waste water to be maintained uninterrupted, or interrupted for only short periods of time, while sewage pipes are being improved in inaccessible areas without impairing current operation.

In a redundant sewage discharge system, pipes and all the associated building structures are to be enclosed in a mineral type of sealing material which, at the same time, acts as the bedding. Redundancy is achieved by coupling two diverse sealing systems. In this approach, the effectiveness of such a sealing system for various types of defects and methods of installation is to be determined and soil mechanics characteristics are to be studied.

Among the proposals submitted about materials, the use of glass in sewer systems represents a novelty. The proposal is concerned with developing glass pipe systems, especially in view of the corrosion problem, and establishing dimensioning criteria. The functioning and the economic features of this line of materials development are to be harmonized so that these systems can be used as structural elements. Glass elements, glass liner systems, butt welded continuous glass pipes, and suitable laying techniques are to be developed.

### 3.3 Further Procedure

In a second round of expert reviews in late 1990, the detailed project proposals were submitted to the body of experts by the applicants. On the basis of the recommendations made by the experts, a list of priorities was established which constitutes the basis on which the funding decisions by BMFT will be taken.

### 4. Literature

- [1] Wasser, ein Förderkonzept des Bundesministers für Forschung und Technologie im Rahmen des Programms "Umweltforschung und Umwelttechnologie," (Water, a Funding Concept by the Federal Ministry for Research and Technology within the Framework of the Environmental Research and Environmental Technology Program), [in German], published by Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Projektträgerschaft Wassertechnologie und Schlammbehandlung (Water Technology and Sludge Treatment Project Staff), on behalf of BMFT, ISBN-3-88135-226.
  
- [2] Der Bundesminister für Forschung und Technologie, Bekanntmachung über die Förderung von Forschungsvorhaben und Entwicklungsvorhaben (FuE-Vorhaben) auf dem Gebiet: "Umweltschonende Technologien zur Sanierung undichter Kanäle" (German Federal Ministry for Research and Technology: Notice about the Funding of Research and Development (R&D) Projects in the Field of "Environmentally Compatible Technologies for the Improvement of Leaky Sewers") of November 27, 1989 [in German].
  
- [3] BMFT-Verbundvorhaben 02 WA 9035-9039, "Untersuchungen zur quantitativen und qualitativen Belastung von Boden, Grund- und Oberflächenwasser durch undichte Kanäle" (Joint BMFT Project on Studies of the Quantitative and Qualitative Pollution of the Soil, Groundwater and Surface Water Caused by Leaky Sewers) [in German].



FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG ZUR VERBESSERUNG DER ARBEITSBEDINGUNGEN IN DER BAUWIRTSCHAFT - EIN ARBEITSSCHWERPUNKT DES PROGRAMMS "ARBEIT UND TECHNIK"

Dr. Brunhild Spannhake, Südstraße 125, 5300 Bonn 2, Bundesrepublik Deutschland

### ZUSAMMENFASSUNG

Das Programm "Arbeit und Technik" der Bundesregierung verfolgt als zentrale Ziele den Schutz der Gesundheit durch den Abbau und die Abwehr von Belastungen sowie die menschengerechte Gestaltung von Arbeit und Technik. 4 Aufgabenfelder stehen im Vordergrund. Dabei handelt es sich um die Entwicklung und menschengerechte Anwendung neuer Technologien, die Eröffnung neuer Wege im betrieblichen und überbetrieblichen Arbeitsplatz sowie in der Organisation und schließlich die Erarbeitung neuer zukunftsorientierter Qualifizierungskonzepte. Beispiele für den Arbeitsschwerpunkt Bauwirtschaft sind z. B. betriebliche Modellvorhaben zur Automatisierung von Teilprozessen einschließlich neuer menschengerechter Organisationsformen und Qualifizierung, Vorhaben zu CAD im Handwerk, zu neuen Techniken zum Schutz der Beschäftigten in der Asbestsanierung.

#### 1. DAS FuE-PROGRAMM "ARBEIT UND TECHNIK" DER BUNDESREGIERUNG

Das AuT-Programm wurde im Jahre 1989 veröffentlicht. Es ist der Nachfolger des Programms "Humanisierung des Arbeitslebens", das zu diesem Datum gut 15 Jahre alt geworden ist und von daher einer Aktualisierung bedurfte. Das Programm "Arbeit und Technik" wird gemeinsam getragen vom Bundesminister für Forschung und Technologie (BMFT), dem Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung (BMA) und dem Bundesminister für Bildung und Wissenschaft (BMBW).

Die drei Ministerien werden von ihren nachgeordneten Einrichtungen PT-AuT, BAU und BIBB bei der Abwicklung des AuT-Programms unterstützt.

Als wichtigste Adressaten sind Betriebe und Unternehmen, Hochschuleinrichtungen und sonstige Forschungsinstitute sowie Verbände und Organisationen der Wirtschaft, des Arbeits- und Gesundheitsschutzes oder auch der beruflichen Fort- und Weiterbildung zu nennen.

Diese Adressaten können FuE-Anträge stellen. Einzelne Vertreter dieser Gruppen haben zudem als Mitglieder des Gesprächskreises AuT die Aufgabe, die Ministerien - und insbesondere den BMFT - bei der inhaltlichen Weiterentwicklung des Programms zu beraten - (aktuelles Fördervolumen: ca. 95 Mio. DM).

Wie der Name des Programms bereits vermuten läßt, sind die beiden zentralen Ziele des Programms "Arbeit und Technik":

- der Schutz der Gesundheit durch Abbau und Abwehr gefährdender Belastungen
- und
- die menschengerechte Gestaltung von Arbeit und Technik.

Diese allgemeinen Zielsetzungen werden in vier Aufgabefeldern - jeweils, aber auch unterschiedlich miteinander kombiniert - verfolgt. Dabei handelt es sich um

- die Entwicklung und Anwendung menschengerechter Techniken
- neue Formen im betrieblichen und überbetrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutz
- die Verbindung von Mensch und Technik durch neue Organisationsformen
- die Verbesserung der Qualifikationsanforderungen in Verbindung mit zukunftsweisenden Ausbildungswegen.

Es zeigt sich, daß sich in diesen Aufgabenbereichen die Beteiligung der drei Ministerien widerspiegelt.

Der Arbeitsschwerpunkt Bauwirtschaft ist nun einer von z. Z. ca. 30 Arbeitsschwerpunkten innerhalb des Programms.

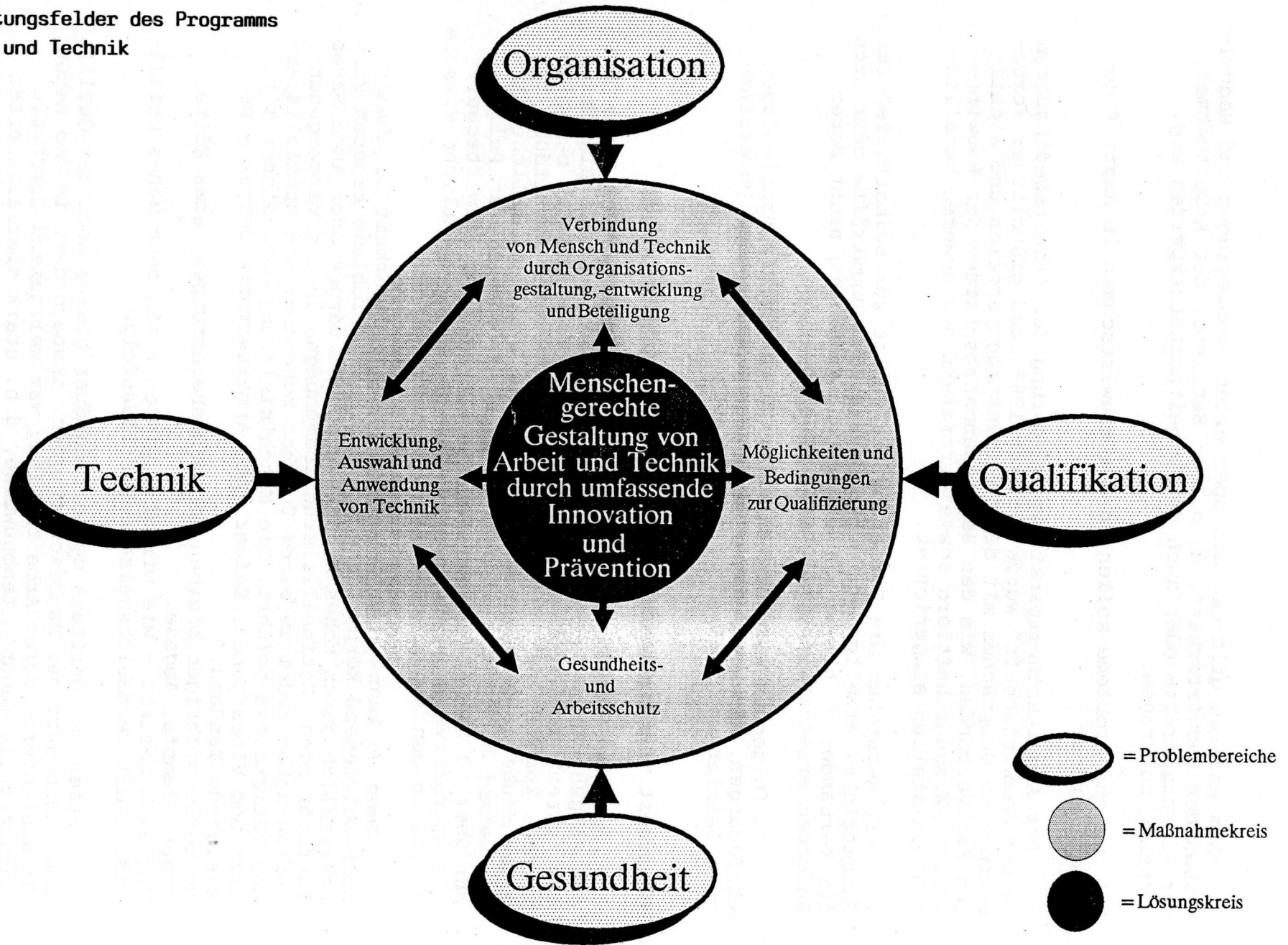
Die Arbeitsschwerpunkte untergliedern sich in:

- Grundlagenforschung mit Bedeutung für alle oder mehrere Wirtschaftszweige (z. B. Krebsrisiken am Arbeitsplatz, Gesundheitsschutz in klimatisierten Räumen, Gesundheitsschutz und Qualifizierung bei neuen Techniken, Verfahren und Werkstoffen).
- Produktion (z. B. Verbesserung der Arbeitsbedingungen in der Gießerei- und Schmiedeindustrie, in der Druckindustrie oder auch im Handwerk)
- Dienstleistungen (z. B. menschengerechte Gestaltung der Arbeitsbedingungen im Straßengüterverkehr, in kommunalen Verwaltungen oder in den sozialen Diensten).

## 2. AUT-ARBEITSSCHWERPUNKT BAUWIRTSCHAFT

Bauwirtschaft ist naturgemäß dem Produktionsbereich zugeordnet.

Für diesen Arbeitsschwerpunkt gelten selbstverständlich zum einen die programmatischen Leitlinien des Rahmenprogramms.



Zum anderen gilt es, den speziellen Problemlagen und Bedürfnissen der Bauwirtschaft, d. h. der Betriebe, der Arbeitnehmer, der Führungskräfte oder auch der Arbeitsschutzexperten usw. Rechnung zu tragen.

## 2.1 Welche Probleme sollen in der Bauwirtschaft in Angriff genommen werden?

Der Arbeitsschwerpunkt "Verbesserung der Arbeitsbedingungen in der Bauwirtschaft" wurde im März 1989 nach gründlicher Vorbereitung in Gesprächen mit den Tarifvertragsparteien und wichtigen Fachverbänden, wie den Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft, Wissenschaftlern sowie Vertretern der anderen beteiligten Ministerien eingerichtet.

Wir verstehen die Förderung als "Hilfe zur Selbsthilfe" für Baubetriebe, Arbeitgeber, Betriebsräte, Führungskräfte oder auch für Verbände; d. h. wir können mit der Förderung nicht deren Aufgaben ersetzen, aber sinnvoll ergänzen.

Im folgenden wird nun in aller Kürze auf die Problemlagen eingegangen, für deren Bewältigung das AuT-Programm Unterstützung leisten und Lösungsansätze aufzeigen will.

### Bauarbeit - attraktive Arbeitsplätze?

Zunächst erfüllt mit Sorge, daß das Interesse an einer Beschäftigung in der Bauwirtschaft sinkt. Während 1989 allein in der "alten" Bundesrepublik 25.000 Ausbildungsanfänger benötigt wurden, konnten nur 10.000 junge Leute für eine Ausbildung in einem Bauberuf gewonnen werden. Über 40 % der gewerblichen Arbeitnehmer sind heute älter als 45 Jahre, die meisten Poliere gar über 50 Jahre. Offenkundig hat die deutsche Bauwirtschaft mit Attraktivitätsproblemen zu kämpfen. Eine wesentliche Ursache dürfte in den Arbeitsbedingungen zu sehen sein.

Denn es kann nicht geleugnet werden: Bauarbeit ist immer noch weitgehend körperliche Schwerarbeit. Probleme ergeben sich schließlich durch hohes Arbeitstempo, Zeitdruck oder auch Bauablaufstörungen. Rationalisierungsbemühungen in den vergangenen Jahren haben zudem zu einer Zunahme monotoner und spezialisierter Tätigkeiten geführt. Die Maschinisierung geht einher mit Lärm und Vibrationen. Gefährliche Arbeitsstoffe zeigen eine steigende Tendenz. Zu berücksichtigen bleiben Umgebungsbelastungen, etwa Kälte, Staub, Dämpfe, Abgase. Zugleich besteht - wie wir alle wissen - ein sehr hohes Unfallrisiko mit vergleichsweise hoher Todesfolge.

Offen ist drittens derzeit darüber hinaus noch der Qualifizierungsbedarf der Baubeschäftigten, insbesondere in den neuen Bundesländern. Deren Arbeitsalltag war weitgehend durch die industrielle Wandplattenbauweise, d.h. stark spezialisierten Tätigkeiten, geprägt. Auch in den alten Bundesländern ist davon



auszugehen, daß neue Bauaufgaben, etwa Altlastenerkundung, -sanie-  
 rung, Modernisierung usw., und auch neue technische Verfahren  
 oder Baustoffe neue Qualifikationsanforderungen mit sich  
 bringen.

Schließlich bleibt zu fragen, wie sich die weitere Technik-  
 entwicklung auf die Qualität der Arbeitsbedingungen und das  
 Image der Bauarbeit der Zukunft auswirken wird. In unserem High  
 Tech-Zeitalter gilt die Bauwirtschaft heute als ein eher tech-  
 nisch traditionelles Gewerbe mit einem hohen Anteil Handarbeit.  
 Und Vergleiche mit der Arbeitstätigkeit in der stationären Indu-  
 strie mögen dieses Image auch belegen. Allerdings sind inzwi-  
 schen neue Techniken auch in der Bauwirtschaft kein Fremdwort  
 mehr. Diese Veranstaltung stellt ein beredtes Beispiel dar. Auch  
 in den Architektur- und Ingenieurbüros nimmt der Einsatz von  
 CAD- und CAP-Systemen zu. Die ersten Computer sind auf  
 Baustellen eingeführt, CIM-ähnliche Lösungen für die stationäre  
 Vorfertigung von Gebäudeteilen aus Mauerwerk sind in  
 Vorbereitung.

Diese Technikentwicklungen werden nicht ohne Auswirkungen  
 auf die Baubeschäftigten bleiben.

So können sie helfen, körperliche Schwerarbeit und Unfallri-  
 siken abzubauen. Sie enthalten Potentiale für interessante, in-  
 haltsreiche Arbeitstätigkeiten. Sie können jedoch auch mit nega-  
 tiven Folgen einhergehen. Das geschieht dann, wenn ihr Einsatz  
 so organisiert wird, daß Arbeitsinhalte und Entscheidungsspiel-  
 räume enger werden, Dequalifizierung, Monotonie und Zeitdruck  
 die Folge sind.

Das heißt: Mit der Technikentwicklung muß zugleich nach We-  
 gen ihrer menschengerechten Anwendung gesucht werden.

Soviel zu den Beweggründen, die zur Einrichtung des Arbeits-  
 schwerpunkts "Verbesserung der Arbeitsbedingungen in der Bau-  
 wirtschaft" geführt haben.

### 2.3 Welche Gestaltungsansätze sollen verfolgt werden?

Das Programm "Arbeit und Technik" stellt zwei Grundsätze in  
 den Vordergrund, nämlich Prävention und ein erweitertes Inno-  
 vationsverständnis.

Die Verbesserung der Arbeitsbedingungen wurde und wird in den  
 Betrieben oft erst zu einem Thema, wenn "das Kind in den Brunnen  
 gefallen" ist, wenn Entscheidungen über technische und/oder or-  
 ganisatorische Veränderungen vollzogen worden sind und man nach-  
 träglich merkt, daß negative Konsequenzen für die Arbeitsbedin-  
 gungen das Ergebnis sind. Aus Sicht des AuT-Programms reicht  
 eine solch nachträgliche Reparatur von Arbeitsbedingungen nicht  
 aus! Der Akzent sollte künftig stattdessen stärker auf  
 "vorbeugender" Belastungsabwehr liegen, Prävention.

Das heißt: Vor einem breiten Baustelleneinsatz etwa der hier  
 vorgestellten Roboter sollten vorab einige wichtige Fragen ge-  
 klärt werden. Dazu einige Beispiele:



- Können durch den Einsatz der neuen Technik neue Belastungen entstehen?
- Ist tatsächlich Belastungsabbau die Folge, oder besteht eher die Gefahr einer Verschiebung von körperlichen zu psychischen Belastungen? Wenn ja, welche Gestaltungsmaßnahmen können präventiv ergriffen werden?
- Welche Folgen ergeben sich hinsichtlich der Qualifikationsanforderungen am Arbeitsplatz und durch welche Wege und Inhalte kann Qualifikationsbedarf gedeckt werden?
- Wie muß die Arbeit des Roboterführers organisiert werden, damit sie inhaltsreich, qualifizierend und motivierend ist? In welchem Umfang sollten Programmier-, Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten von ihm übernommen werden?
- In welcher Weise kann das vorhandene Erfahrungswissen der Beschäftigten für einen produktiven Arbeitsablauf eingebracht, gesichert und weiterentwickelt werden?
- Sind vor- und nachgelagerte Arbeitsplätze von den Veränderungen betroffen?
- Bleibt der Führer des Roboters Mitglied seiner Kolonne, bzw. wie kann gewährleistet werden, daß er keinen isolierten Einzelarbeitsplatz erhält?

Die Liste der Fragen ließe sich erweitern.

Nach dem Verständnis des Programms "Arbeit und Technik" leistet eine solchermaßen präventive Arbeitsgestaltung nicht nur einen Beitrag zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen sondern auch zur Stärkung der Innovationsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit und Produktivität der Betriebe. Das AuT-Programm zeichnet sich durch ein erweitertes Innovationsverständnis in dem Sinne aus, wonach technische Entwicklungen nur dann längerfristig betriebswirtschaftlich erfolgreich sein können, wenn zugleich auch organisatorische, qualifikatorische und gesundheitliche Gestaltungsanforderungen berücksichtigt werden.

Immerhin wird auch in Baubetrieben zunehmend erkannt, daß die Zukunftsaufgaben nicht allein durch neue Techniken bewältigt werden können, sondern die Einsatzbereitschaft leistungsfähiger und qualifizierter Facharbeiter und Poliere immer wichtiger wird. Hier möchte das AuT-Programm Unterstützung leisten.

Zusammenfassend sind Ansatzpunkte für Forschung und Entwicklung insbesondere in folgenden Bereichen zu nennen:

- die modellhafte Entwicklung und Erprobung alternativer Technikenlösungen und Fertigungsverfahren,
- anerkannte Leitlinien oder Pflichtenhefte für eine präven-

- tive menschengerechte Technikentwicklung und -gestaltung,
- die Erarbeitung von Lösungen für technisch bedingte Unfallgefahren und Gesundheitsrisiken,
  - moderne Führungs- und Beteiligungskonzepte,
  - neue Organisationsmodelle, um erweiterte, qualifizierende Arbeitsinhalte und Handlungsspielräume zu eröffnen,
  - bessere Planungsinstrumente zur Gestaltung von Arbeitsplätzen und Arbeitsabläufen sowie des Personaleinsatzes gemäß des Mottos: Vorbeugen ist besser als heilen!
  - neue Ansätze für eine wirksame überbetriebliche Zusammenarbeit als "Hilfe" zur Selbsthilfe",
  - der aktuelle Bedarf an Fort- und Weiterbildung angesichts aktueller Veränderungen hinsichtlich Technik, Arbeitsstoffen und Aufgabenbereichen,
  - die Befähigung der Mitarbeiter zur Zusammenarbeit und Bewältigung breiterer Arbeitsabläufe sowie wachsender Anforderungen an das technische und organisatorische Gestaltungswissen,
  - Möglichkeiten zur Verbesserung des Informationsflusses zwischen Büro und Baustelle oder auch zwischen Planung und Ausführung,
  - geeignete neue Lernmodelle und Didaktiken für ältere, lernungsgewohnte oder ausländische Arbeitnehmer, unter Berücksichtigung des Nachholbedarfs von Bauarbeitern aus den neuen Ländern,
  - bessere Wege der Ausbildung und Betreuung von Jungfacharbeitern auf den Baustellen,
  - neue Initiativen in der Organisation des betrieblichen und überbetrieblichen Arbeits- und Gesundheitsschutzes sowie der Unfallverhütung,
  - neue aussagekräftigere Methoden zur Bestimmung und zum Abbau von körperlicher Schwerarbeit, Umgebungsbelastungen, Termin- und Zeitdruck, mit einem besonderen Augenmerk für Arbeitssituationen, wo sie gleichzeitig auftreten,
  - der Zusammenhang von Arbeit und Krankheit bzw. von Arbeitsbedingungen und Unfallgeschehen.

Abschließend möchte ich kurz auf einige aktuelle FuE-Vorhaben eingehen, die Ihnen als Beispiel für konkrete Fördermöglichkeiten im Rahmen der genannten Ziele und inhaltlichen Anknüpfungspunkte dienen können.

### 3. Einige Beispiele für laufende Vorhaben zur technischen und/oder organisatorischen Gestaltung der Bauarbeit

Gefördert wird u. a. eine Vorhaben der Handwerkskammer Hamburg, die am Beispiel einer größeren Baumaßnahme die Zusammenarbeit verschiedener Handwerksbetriebe und unterschiedlicher Gewerke fördern bzw. intensivieren will.

Anknüpfend an einer größeren Wohnungsbaumaßnahme werden die unterschiedlichen beteiligten Baugewerke vom Rohbau bis zum Ausbau an einem "gemeinsamen Tisch" zusammengeführt. Dieses soll unter Nutzung von CAD-Systemen erfolgen. Neben der Verbesserung der Arbeitsbedingungen durch Einbeziehung von Fragen der Arbeitsgestaltung in die Planung, breiter und qualifizierender Arbeitsinhalte u.v.m. werden hier eine optimierte Kundenbetreuung, verminderte Reibungsverluste und mehr Autonomie und Dispositionsfreiheit der Handwerksbetriebe angestrebt.

Die Einbeziehung von eher kleinen Handwerksbetrieben in FuE-Bemühungen setzt voraus, daß Lösungen erarbeitet werden, die zugleich menschengerecht und wirtschaftlich günstiger sind bzw. mit einem Innovationsschub verbunden sind. Ein entsprechender Weg wird hier versucht.

In eine ähnliche Richtung zielen Ansätze von zwei mittelständischen Baubetrieben in Zusammenarbeit mit verschiedenen wissenschaftlichen Einrichtungen. Hier stehen umfassende technisch-organisatorische Innovationen im Vordergrund, die zugleich soziale und qualifikatorische Aspekte im Sinne des oben erläuterten erweiterten Innovationsverständnisses berücksichtigen. Durch neueste Techniken, wie z. B. Roboter, Handhabungssysteme sowie EDV-gestützte Planungs- und Logistiksysteme bei der Herstellung von Gebäuden in Mauerwerk kann der Integrationsgrad in der Vorfertigung deutlich erhöht werden. Vorgesehen ist u. a. die Zusammenführung verschiedener Baugewerke, wie z. B. Mauern, Natursteintechnik, Gipsen/Verputzen, Rolladen- und Fenstereinbau in die Fertigungshalle. Dabei bleiben die Vorzüge des konventionellen Bauens in bezug auf Flexibilität, Baustoffökologie u. a. erhalten. Vorteile hinsichtlich der Arbeitsbedingungen ergeben sich durch ein erhöhtes Qualifikationsniveau, breitere Arbeitsinhalte, bessere Möglichkeiten zur Unfallverhütung durch industrialisiertes Bauen, den Fortfall ungünstiger klimatischer Bedingungen und die saisonale Verstetigung der Bauproduktion. Auch hier leistet das Programm "Arbeit und Technik" Hilfe zur Selbsthilfe. Zur Zeit wird ein Vorhaben vorbereitet, das den Transfer dieser Fertigungssysteme in Baubetriebe der neuen Bundesländer zum Ziel hat.

Hervorzuheben bleibt schließlich ein Vorhaben zur Verbesserung des Personenschutzes bei der Anwendung von Spritzbeton im Tunnelbau. Ausgehend von der Optimierung der Düsenführung wurde die Entwicklung eines Manipulators möglich, durch den die Mitarbeiter durch Fernsteuerung der Spritzdüse aus dem unmittelbaren

Gefahrenbereich an der Ortsbrust heraustreten können. Zugleich ist eine deutliche Qualitätsverbesserung des aufgetragenen Spritzbetons wie auch eine Verbesserung des Rückprallverhaltens zu verzeichnen.

Abschließend ist noch auf den Bereich Qualifikation/Qualifizierung hinzuweisen.

In diesem Bereich werden zur Zeit u. a. zwei Vorhaben an Hochschulen in Zusammenarbeit mit den Fachverbänden und Weiterbildungseinrichtungen durchgeführt.

Das Ziel besteht in der Bedarfsermittlung von Qualifikationen von Facharbeitern und Polierern im Hochbau, die durch neue organisatorische, technische und Marktentwicklungen erforderlich werden.

Soweit eine kleine - unvollständige - Übersicht über unsere FuE-Aktivitäten.

Als Fazit bleibt festzuhalten: In Zukunft wird es bei der Entwicklung und dem Einsatz neuer Techniken entscheidend auf die Fähigkeit und Bereitschaft zur Innovation bei Unternehmern und Arbeitnehmern ankommen. Dazu lassen sich die jüngsten Erfahrungen wie folgt auf einen Nenner bringen: Wer immer nur an Technik denkt, wenn von Innovationen die Rede ist, braucht sich über Mißerfolge nicht zu wundern.