

66/76446

# Zusammenarbeit UdSSR – Bundesrepublik Deutschland bei der kommunalen Abwasserbeseitigung

ВОДА ЭТО ЖИЗНЬ – Wasser ist Leben

Peter Schleypen und Erhard Meißner

Schlagwörter: Abwasserbehandlung, Regenwasserbehandlung, UdSSR

Im Rahmen des Umweltschutzabkommens zwischen der UdSSR und der Bundesrepublik Deutschland fand im Dezember 1990 in Moskau ein Symposium zum Thema „Fortschrittliche Verfahren zur Abwasserreinigung in Industrie und Kommune“ statt. Dabei konnten sich die deutschen Teilnehmer über den Stand, die Probleme und die Ziele bei der kommunalen Abwasser- und Regenwasserbehandlung in der Sowjetunion informieren. Von besonderem Interesse war die Besichtigung der Moskauer Kläranlage Kurjanovskaja, die zu den größten Kläranlagen Europas mit zum Teil weitergehender Reinigung gehört. Für eine weitere fruchtbare Zusammenarbeit haben sich viele Ansatzpunkte ergeben.

Last December, in Moscow there was a conference about modern processes for treatment of industrial and municipal wastes. This conference was a part of an agreement of environmental protection between the Federal Republic of Germany and the USSR. It was an excellent opportunity for the German delegation to get informed about the current situation in the Soviet Union. The German delegation was also introduced to some specific problems and the aims of water pollution control as well. It was very effective visiting the Kurjanovsk Treatment Plant of Moscow, because this plant is one of the largest treatment plants in Europe using advanced treatment facilities partly. Obviously there is a lot of good possibilities for further cooperation.

## 1. Organisation des gemeinsamen Umweltschutzabkommens im Bereich Gewässerschutz

Nach dem Abkommen UdSSR–Bundesrepublik Deutschland über die Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Umweltschutzes vom 25.10.1988 ist auch im Bereich des Gewässerschutzes von Binnen- und Meeresgewässern ein gemeinsames Arbeitsprogramm beschlossen worden. Dieses beinhaltet im wesentlichen

- Erfahrungsaustausch,
- wissenschaftliche und technische Information,
- Dokumentation gemeinsamer Entwicklungen,
- Austausch von Fachleuten,

- gemeinsame Konferenzen, Symposien, Expertentreffen,
- Durchführung und Veröffentlichung gemeinsamer Programme und Projekte,
- Teilnahme an internationalen Konferenzen, Symposien und Ausstellungen in dem jeweils anderen Land.

Hierzu werden von einer Gemischten Kommission (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Staatskomitee der UdSSR für Naturschutz) Arbeitspläne für je 3 Jahre aufgestellt.

Die Arbeitsgruppe II.1 „Bekämpfung der durch Abwasser hervorgerufenen Gewässerverschmutzung“ ist untergliedert in die drei Projektgruppen

- II.1.1 „Abwasserreinigung in der Kommunalwirtschaft, einschließlich Klärschlamm-beseitigung“,
- II.1.2 „Abwasservermeidung und -behandlung in der galvanischen Industrie, einschließlich weitergehender Abwasserreinigung und Klärschlammbehandlung“,
- II.1.3 „Entwicklung von Wasserkreislaufverfahren und Behandlung von hochbelasteten Abwässern“.

Während die Leitung der Arbeitsgruppe II.1 in Deutschland vom Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in Bonn selbst wahrgenommen wird, wurden für die Leitung der drei Projektgruppen Fachleute aus den Bundesländern gewonnen.

Die Projektgruppen führen einmal jährlich Expertentreffen durch, abwechselnd in Deutschland und der UdSSR. Die Finanzierung erfolgt valutafrei, d.h., die Gäste haben die Fahrtkosten in das andere Land zu tragen, die Aufenthaltskosten werden von den Gastgebern übernommen.

Bisher fanden vier Expertentreffen statt. Das erste Treffen diente in der UdSSR in Moskau und Charkow dem gegenseitigen Sich-Kennen-Lernen. Beim zweiten Treffen wurden in der Bundesrepublik in München und Bonn die gemeinsamen Hauptaufgaben und die organisatorische Abwicklung beschlossen. Auf dem dritten Treffen wurde im August 1990 in Moskau eine gemeinsame Sprachregelung für rechtliche, technische und ver-

waltungstechnische Begriffe aus dem Bereich der Abwasserbehandlung/Gewässergütwirtschaft gesucht.

Außerdem wurden die Arbeitsschwerpunkte der nächsten Zeit festgelegt. Im Bereich der kommunalen Abwasserbehandlung sind dies die Themen

- II.1.1.1 „Weitergehende Abwasserreinigung von Stickstoff und Phosphor“
- II.1.1.2 „Ableitung und Reinigung von Niederschlagswasser von befestigten Flächen“
- II.1.1.3 „Klärschlammbehandlung, -beseitigung und -verwertung“,

wobei dem Thema II.1.1.3 auf Wunsch der sowjetischen Seite die erste Priorität gegeben wurde.

Während des letzten Expertentreffens im Juni 1991 in Frankfurt/Main wurde den sowjetischen Experten auf der internationalen Fachausstellung AICHEM die Gelegenheit gegeben, Kontakte mit Herstellern und Ausüstern aus der Bundesrepublik und dem westlichen Ausland zu knüpfen.

Parallel zu den Expertentreffen werden abwechselnd in der UdSSR und der Bundesrepublik Deutschland gemeinsame, gruppenübergreifende Seminare durchgeführt, um sowjetischen und deutschen Fachleuten und Herstellern die Gelegenheit zum Sich-Kennen-Lernen und zum Erfahrungsaustausch zu geben. Das erste Seminar fand vom 10.–16. Dezember 1990 in Moskau zum Thema „Fortschrittliche Abwasserbehandlung“ statt. Sowjetische und deutsche Experten tauschten in 26 Vorträgen und in Diskussionen ihre Erfahrungen zu den Schwerpunkten kommunale Abwasserbehandlung und Behandlung von Zellstoffabwässern und Galvanikabwässern aus.

Die deutschen Vorträge aus dem kommunalen Bereich befaßten sich vor allem mit den Verfahren der Nährstoffelimination von Stickstoff und Phosphor sowie den Erfahrungen bei der Überwachung von Kläranlagen und bei der Regen- und Mischwasserkanalisation. Diese Beiträge boten Ansätze zu ausführlichen Diskussionen, in denen viele Möglichkeiten aufgezeigt werden konnten, wie die in diesen Themenbereichen derzeit anstehenden Probleme gemeinsam bearbeitet und gelöst werden können. Alle Vorträge werden demnächst vom Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit in deutscher und russischer Sprache veröffentlicht [1].

Das nächste Seminar ist im November 1991 in der Bundesrepublik Deutschland vorgesehen. Dabei ist beabsichtigt, jeweils vorgegebene Vortragsthemen von beiden Seiten her abzuhandeln, so daß in der direkten Gegenüberstellung der jeweilige Stand sowie die Entwicklungen, Perspektiven und Unterschiede in der Bundesrepublik Deutschland und der UdSSR deutlich werden.

## 2. Kommunale Abwasserbehandlung am Beispiel des Großraumes Moskau

### 2.1 Stand der Abwasserbeseitigung in der UdSSR

Im Jahr 1989 hat das Staatskomitee für Naturschutz der UdSSR, das dem Umweltministerium in der Bundesrepublik Deutschland vergleichbar ist, erstmals einen umfassenden Bericht über die Umweltsituation und Umweltpolitik des Landes vorgelegt [2]. Der Bericht gibt insgesamt ein düsteres Bild der ökologischen Lage, gemessen an den Immissionsanforderungen, die vom Staatskomitee für Naturschutz gestellt worden sind. Im Bereich der Abwasserbeseitigung wurden im Jahr 1988 28,4 Mrd. m<sup>3</sup> Abwasser in Gewässer eingeleitet. Davon entsprachen 70% nicht den gestellten Anforderungen, 8 Mrd. m<sup>3</sup> waren überhaupt nicht behandelt; in 600 Städten ist eine ordnungsgemäße Abwasserreinigung nicht gewährleistet. Ein besonderer Nachholbedarf herrscht in den Industrieregionen im Wolga-Einzugsgebiet und Kaspischem Meer, an der Ostsee, im Don-Einzugsgebiet, im Bereich des Schwarzen und Asowschen Meeres. Während des deutsch-sowjetischen Seminars über fortschrittliche Abwasserbehandlung bestand für die deutschen Teilnehmer die Gelegenheit, sich über die Abwasserbeseitigung im Großraum Moskau auf der Kläranlage Kurjanovskaja zu informieren. *Dejneka*, Hauptingenieur des Klärwerks, gab zunächst eine ausführliche Einführung in die Abwasserpraxis der sowjetischen Metropole, bevor eine sachverständige Mitarbeiterin die Gruppe durch die wesentlichen Teile des Klärwerks führte.

### 2.2 Umweltschutz und Siedlungswasserwirtschaft im Großraum Moskau

Umweltschutz wird in der UdSSR im wesentlichen nach Immissionsgesichtspunkten betrieben. Die deutsche Denkweise, daß für jede Abwassereinleitung Mindestanforderungen an die Abwasserbehandlung erforderlich sind, ist den Fachleuten in der UdSSR fremd und nach deren Meinung aus wirtschaftlichen Gründen nicht vertretbar.

Das Staatskomitee für Naturschutz hat für die Gewässergütebeschaffenheit Grenzwerte erlassen, die im Gewässer auch unterhalb von Abwassereinleitungen nicht überschritten werden dürfen (Tab. 1).

Werden Überschreitungen festgestellt, müssen die Einleiter eine Strafe bezahlen. Indirekteinleiter werden vom Staatskomitee und den nachgeordneten Einrichtungen nicht überwacht. Hierfür müssen die Betreiber der Kläranlagen selbst im Rahmen ihrer Möglichkeiten sorgen. Die Betreiber sind auch für die Konstruktion und die Ausstattung ihrer Abwasseranlagen verantwortlich. Für die erforderlichen Investitionen stehen nur geringe Mittel zur Verfügung.

Die Bereitstellung von Trinkwasser und Entsorgung des Abwassers gehören zur öffentlichen Daseinsfür-

**Tabelle 1.** Immissionsgrenzwerte für Fließgewässer und Meerwasser bei Nutzung als Fischgewässer und für die öffentliche Wasserversorgung [2].

Parameter	höchste zulässige Konzentration in mg/l im Gewässer
O <sub>2</sub>	≥ 4,0 im Winter ≥ 6,0 im Sommer
BSB <sub>5</sub>	3,0
NH <sub>4</sub> -N	0,39
NO <sub>3</sub> -N	9,0
NO <sub>2</sub> -N	0,2
Öl	0,05
Phenole	0,001
Tenside	0,1
Fe <sup>3</sup>	0,5 (0,05)
Cu <sup>2</sup>	0,001 (0,005)
Zn <sup>2</sup>	0,01
Cr <sup>6</sup>	0,001 (0,05)
Ni <sup>2</sup>	0,01
Pb <sup>2</sup>	0,03
As	0,05 (0,005)
Formaldehyd	0,05

Werte in Klammern: unterschiedliche Grenzwerte für Meerwasser

sorge. Gebühren werden dafür von den Anschlußnehmern praktisch nicht erhoben.

Im Bereich Moskau mit seinem Einzugsbereich von über 10 Mio. Einwohnern ist für die öffentliche Wasserversorgung und die Abwasserbeseitigung die Organisation „Mosvodokanal“ zuständig. Ihre Aufgabe ist es, die notwendigen Organisationsstrukturen aufzubauen und die zugehörigen großtechnischen Anlagen zu entwickeln, zu planen, auszubauen, auszustatten und zu betreiben.

In der UdSSR werden 70% des Trinkwassers aus Oberflächenwasser und 30% aus Grundwasser gewonnen. Der Bereich von Moskau wird aus dem Oberflächenwasser versorgt. In vier großen Wasserwerken wird Wasser aus der Moskwa und der Wolga für die öffentliche Wasserversorgung aufbereitet. 6,6 Mio. m<sup>3</sup> Wasser werden täglich über das Wasserversorgungsnetz mit Hauptleitungen von 9000 km Länge verteilt.

Das Abwasser wird vorwiegend im Trennsystem über Hauptsammler mit 6000 km Länge gesammelt. Hundert Pumpwerke, denen jeweils ein Grobrechen vorgeschaltet ist, und die insgesamt 8,5 Mio. m<sup>3</sup> täglich fördern können, leiten das Abwasser zu drei großen Klärwerken. Das größte Klärwerk Kurjanovskaja liegt im Südosten der Stadt und ist für rd. 3 Mio. m<sup>3</sup>/d ausgebaut. In 6 Kilometer Entfernung werden im Klärwerk Ljubertzkaja täglich bis zu 2,5 Mio. m<sup>3</sup> gereinigt. Das Klärwerk Selenograd hat eine Ausbaugröße von 0,1 Mio. m<sup>3</sup>/d.

Ähnlich wie in deutschen Großstädten stammt die Abwasserfracht in Moskau etwa zu gleichen Teilen aus dem häuslichen Bereich und aus den angeschlossenen Industriebetrieben. Mosvodokanal überwacht die Industriebetriebe und evtl. vorhandene Vorreinigungsanlagen. In den letzten Jahren wurden rd. 30 Betriebe aus Moskau ausgesiedelt, weil deren Abwasserhältnisse nicht mehr sanierbar waren.

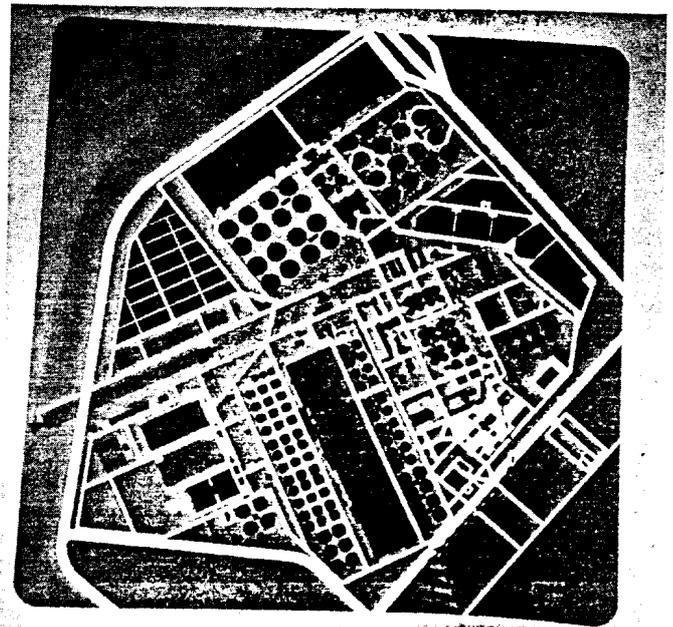
## 2.3 Besichtigung der Kläranlage Kurjanovskaja

### 2.3.1 Ausbauabschnitte

Im Jahr 1926 wurde die erste mechanische Kläranlage errichtet. 1936 begannen Projektierungsarbeiten für eine mechanisch-biologische Abwasserreinigung, die aber durch den Krieg unterbrochen wurden und erst 1947 weitergeführt werden konnten. 1950 wurde der mechanische Teil für 1 Mio. m<sup>3</sup>/d in Betrieb genommen und bis 1960 zu einer mechanisch-biologischen Kläranlage erweitert. Bis 1976 wurde die Kläranlage stufenweise auf 3 Mio. m<sup>3</sup>/d erweitert. Sie besteht derzeit aus drei Einheiten mit je 1 Mio. m<sup>3</sup>/d und aus einer Versuchskläranlage, in der 125 000 m<sup>3</sup>/d behandelt werden können (*Bild 1*).

### 2.3.2 Reinigungstechnologie

Die Kläreinheiten sind im Prinzip gleich aufgebaut. Im Anschluß an das Zulaufbauwerk werden Rechen mit 16 mm Stababstand durchflossen. Zur Zeit werden Feinrechen mit 6 mm Stababstand und kontinuierlicher Räumung großtechnisch entwickelt, die später die 16-mm-Rechen ersetzen sollen. Das Abwasser gelangt nach den Rechen in belüftete Sandfänge in Rechteckbauweise. Bei dem hohen Sand- und Staubanteil im Moskauer Abwasser sind diese wenig wirksam und hydraulisch ungünstig. Sie müssen dringend saniert werden. Die Vorklärung erfolgt in runden Vorklärbecken mit 54 m Durchmesser (*Bild 2*). Bei 1,8 Stunden Aufenthalt beträgt die Reinigungsleistung, bezogen auf den BSB<sub>5</sub>, bis zu 40%. Im biologischen Teil hat das Abwasser in den langgestreckten Belebungsbecken mit feinblasiger Flächenbelüftung eine mittlere Aufenthaltszeit von sechs Stunden (*Bild 3*). Bei einem Trockensubstanzgehalt zwischen 2 und 2,5 g/l und einer BSB<sub>5</sub>-Schlammbelastung



**Bild 1.** Moskau, Klärwerk Kurjanovskaja (Übersichtspland).

von ca. 0,22 kg/(kg·d) wird eine gute biologische Reinigung mit Teilnitrifikation erreicht. Das biologisch gereinigte Abwasser wird in großen Rundbecken nachgeklärt (Bild 4). Der Schlammrücklauf beträgt 40% bei einem Trockensubstanzgehalt zwischen 4 und 7 g/l.

### 2.3.3 Weitergehende Reinigung

Von dem mechanisch biologisch behandelten Abwasser werden 120 000 m<sup>3</sup>/d in Sandfiltern weitergehend behandelt. Die offenen Raumfilter haben eine Filterbett-höhe von 2,0 m und sind mit Quarzsand der Körnung 2–5 mm gefüllt. Die Oberflächenbeschickung ist mit 13 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h) hoch. Die Rückspülung erfolgt alle 12 Stunden mit Luft und Wasser.

Vom gefilterten Wasser wird anschließend die Hälfte mit Chlor entkeimt und mit einem Restgehalt an aktivem Chlor von 1,5 mg/l als Betriebswasser für 25 Kopeken je m<sup>3</sup> zurück in bestimmte Industriebetriebe gefördert.

### 2.3.4 Schlammbehandlung und -verwertung

Der anfallende Primär- und Überschussschlamm wird eingedickt und in beheizte Faultürme 4 bis 5 Tage lang bei 50 °C im thermophilen Bereich behandelt. Dabei findet hauptsächlich nur eine Entseuchung statt. Es fallen täglich 100 000 m<sup>3</sup> Gas an, die für Wärmeerzeugung (Beheizung der Faultürme, von Gewächshäusern und Betriebswärme) genutzt werden.

70% des gefaulten Schlammes wird ohne weitere Behandlung auf Schlammplätze gefahren, die 70 km von Moskau entfernt sind. 30% wird zum Teil über Vakuumfilter, zum Teil über Kammerfilterpressen entwässert und in die Landwirtschaft gebracht. Für die landwirtschaftliche Verwertung ist der hohe Schwermetallgehalt im Klärschlamm zum Problem geworden, weil die zugelassenen Bodengrenzwerte durch die Beschlam-mung erreicht bzw. überschritten wurden. Mosvodokanal arbeitet derzeit mit westlichen Firmen an einem Verfahren, die Schwermetalle aus dem Schlamm zu entfernen.

### 2.3.5 Reinigungsleistung der Kläranlage

Derzeit werden täglich 2,8 Mio. m<sup>3</sup> Abwasser behandelt. Die Abwassertemperatur sinkt auch im strengsten Winter nicht unter 15 °C, was auf einen hohen Anteil von Kühlwasser zurückzuführen ist. An dem Besichtigungstag stiegen bei Lufttemperaturen zwischen –5 °C und –10 °C aus allen Becken Nebelschwaden auf (Bild 5). Der spezifische Wasserverbrauch der angeschlossenen Einwohner und Einwohnergleichwerte ist hoch.

Die Konzentrationen an Schmutzstoffen erreichen im Rohabwasser etwa nur die Hälfte gegenüber den Verhältnissen in der Bundesrepublik Deutschland. Besondere Probleme bereiten Öle und Fette im Abwasser. Abscheideeinrichtungen sind an den Anfallstellen offensichtlich nicht vorhanden oder unzureichend. In Tab. 2 sind die mittleren Zulauf- und Ablaufkonzentrationen der Kläranlage angegeben. Die Reinigungsleistung ist

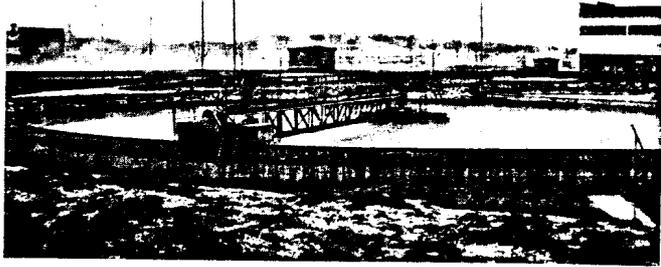


Bild 2. Moskau, Klärwerk Kurjanovskaja (Vorklärbecken).



Bild 3. Moskau, Klärwerk Kurjanovskaja (Belebungsbecken).



Bild 4. Moskau, Klärwerk Kurjanovskaja (Nachklärbecken).

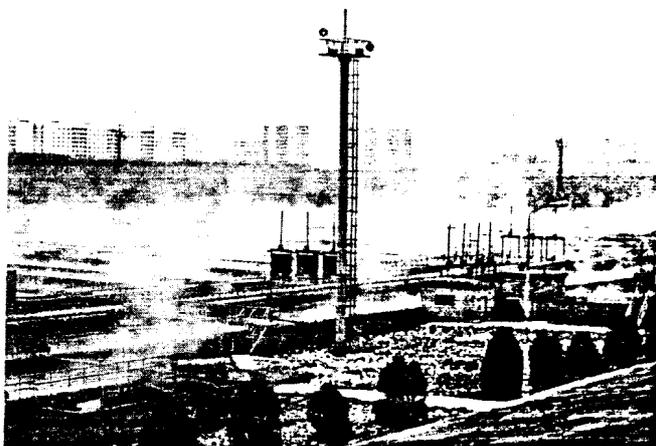


Bild 5. Moskau, Klärwerk Kurjanovskaja (Belebungsanlage).

**Tabelle 2.** Mittlere Zu- und Ablaufwerte in mg/l der Kläranlage Kurjanovskaja.

Parameter	Zulauf Rohabwasser	Zulauf Biologie	Ablauf Nachklärung	Ablauf Filter
BSB <sub>5</sub>	200	120–140	15	10
N	30–40		12–26	
abf. St.			15	7
Öl	0,5		0,3	

für eine mechanisch-biologische Kläranlage ohne gezielte Nitrifikation und Nährstoffelimination beachtlich.

### 2.3.6 Personalausstattung

Während in der Sowjetunion bei der Abwasserbehandlung in Kläranlagen die Reinigungsverfahren und die zugehörige Technologie durchaus mit westlichen Maßstäben vergleichbar sind, gilt dies nicht für Anzahl, Zusammensetzung und Arbeitseinsatz des Betriebspersonals. Auf der besichtigten Moskauer Kläranlage werden 2300 Menschen mit der Kläranlage in Verbindung gebracht und von dort aus entlohnt. Allein für den Transport des Schlammes wird ein Fahrzeugpark mit 400 Lastkraftwagen betrieben. Zusätzlich zu den Mitarbeitern, die auf der Kläranlage im Dreischichtbetrieb arbeiten, gehören eine umfangreiche Siedlung mit der zugehörigen Siedlungsorganisation bis zu Einkaufsläden, Freizeit-, Sport-, Kultur- und Erholungseinrichtungen. Die Kläranlage betreibt sämtliche Entwicklungs-, Fertigungs-, Wartungs- und Reparaturwerkstätten selber.

### 2.4 Zusammenfassender Eindruck, weitere Zusammenarbeit im Bereich der Abwasserreinigung

Die besichtigte Moskauer Kläranlage Kurjanovskaja wird als einstufige mittelbelastete Belebungsanlage betrieben und gehört mit einer Ausbaugröße von rd. 3 Mio. m<sup>3</sup>/d Abwasser zu den größten Kläranlagen Europas. Sie befindet sich in einem funktionsfähigen guten Zustand. Im Gegensatz zu den Verhältnissen in der Bundesrepublik Deutschland, wo viele Partner bei der Planung, Errichtung und dem Betrieb von Abwasseranlagen mit den Betreibern zusammenarbeiten, werden alle Aufgaben der Abwassersammlung, Behandlung sowie der Planung und Ausstattung der dazu erforderlichen technischen Anlagen in Moskau von der Organisation Mosvodokanal weitgehend autark durchgeführt. Dadurch liegt dort ein großes Erfahrungspotential aus der täglichen praktischen Arbeit vor, insbesondere, wie mit wenig Investitions- und Betriebsmitteln eine effektive Abwasserreinigung betrieben werden kann. Die Insellage mit den fehlenden Informationsmöglichkeiten bedingt jedoch, daß einerseits die vorhandenen Erfahrungen von Dritten nur wenig genutzt werden können, und andererseits auf der Kläranlage selbst jede technische Neuerung und Ergänzung zeitraubend immer wieder neu entwickelt werden muß.

Um die Isolierung aufzubrechen, bieten sich ganz konkrete Ansatzpunkte für eine gegenseitige befruchtende Zusammenarbeit zwischen sowjetischen und deutschen Fachleuten. Zum Beispiel müssen zukünftig sowohl die Moskauer als auch die großen deutschen Kläranlagen für Stickstoff und Phosphorelimination ausgebaut werden. Durch Austausch von Erfahrungen, gegenseitige Information und Unterstützung bei der Planung, beim Bau und beim Betrieb der neuen erweiterten Anlagen könnten beide Seiten wertvollen Nutzen ziehen.

## 3. Regenwasserbehandlung in der UdSSR

### 3.1 Bisherige gemeinsame Kontakte

Bereits während des zweiten Expertentreffens bekundete die sowjetische Seite ein sehr großes Interesse an einem gemeinsamen Erfahrungsaustausch und intensiver Zusammenarbeit im Bereich der kommunalen Kanalisation, insbesondere bei der Regenwasserbehandlung.

Bei dem ersten deutsch-sowjetischen Seminar über fortschrittliche Abwasserbehandlung befaßten sich ein deutscher und ein russischer Beitrag mit dem Thema der Niederschlagsentwässerung und Regenwasserbehandlung. Leider lag der russische Beitrag nur in schriftlicher Form vor, da der Autor selbst verhindert war. So ließ die deutsche Übersetzung des Vortrages wegen manch ungewöhnlicher Wortwahl und Fachausdrücken Fragen offen, die nicht beantwortet werden konnten. Aus der Diskussion über den deutschen Beitrag „Grundsätze bei Misch- und Trennentwässerung – Stoffbilanzen für Kläranlagen und Kanalisationsnetze“ und aus Beobachtungen am Rande von Besichtigungen konnten jedoch interessante Aspekte zum Stand der Regenwasserbehandlung, insbesondere im Großraum Moskau, gewonnen werden.

### 3.2 Besonderheiten der Stadtentwässerung

Der überwiegende Teil der sowjetischen Städte wird im reinen Trennverfahren entwässert, u. a. auch Moskau und sein Umland. Nur in einigen Städten des europäischen Teils wie z. B. in Leningrad, Odessa und Kaliningrad werden Schmutz- und Niederschlagswasser in den gemeinsamen Kanälen des Mischverfahrens abgeleitet. Eine Kombination beider Verfahren, die sogenannte qualifizierte Misch- oder Trennentwässerung, bei der nur stark verschmutzter Oberflächenabfluß in die Schmutzwasserkanalisation eingeleitet wird, ist in der UdSSR zwar bekannt, aber kaum verbreitet.

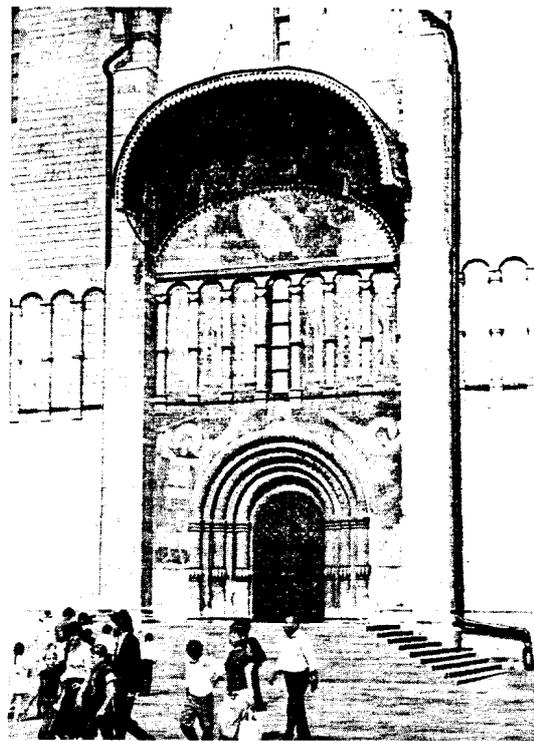
Seit 1970 wird stark verschmutztes Niederschlagswasser in zunehmendem Maße gereinigt, bevor es in Gewässer eingeleitet wird. Kanalisation und Regenentlastungsbauwerke sind dabei so ausgelegt, daß etwa 70% des abfließenden Jahresniederschlags über Regenbecken geleitet und mechanisch gereinigt wird. Größere Becken haben einen Einlaufteil mit Rechen und Sandfang zum Rückhalt von gröberem Stoffen, einen Absetzraum, in dem feinere, absetzbare Stoffe sedimentieren können,

und ein Röhrensystem, mit dem schwimmende Erdöl-erzeugnisse von der Oberfläche abgeschält und abgeleitet werden. Zusätzlich werden in Einzelfällen Kassettenfilter eingebaut, die mit Adsorbiermaterial gefüllt sind. Technische Einzelheiten hierzu konnten leider noch nicht in Erfahrung gebracht werden.

### 3.3 Eindrücke von Moskaus Straßen

Eine 10-Millionen-Stadt zu erschließen, erfordert gewaltige Straßenbaumaßnahmen. So ist es nicht verwunderlich, daß zum Teil acht- und mehrspurige Straßen die Innenstadt durchziehen, die zu den Stoßzeiten ebenso verstopft sind, wie wir es von deutschen Großstädten her kennen. Allerdings sind die Oberflächen wesentlich stärker verschmutzt, wobei mehrere Ursachen dazu beitragen. Zum einen sind Personen- und Lastkraftwagen älter und auch weniger schadstoffarm, so daß im abfließenden Niederschlagswasser relativ hohe Konzentrationen von Öl und Benzin auftreten. Zum anderen tragen das Klima und die Luftverschmutzung zu einer starken Anreicherung von Schmutzstoffen auf der Oberfläche bei. Obwohl die öffentlichen Verkehrsflächen sorgfältig von Unrat und Abfällen freigehalten werden, kommt es zu hohen Schmutzkonzentrationen im abfließenden Niederschlagswasser. Dies besonders im Frühjahr, wenn nach durchschnittlich 140 Tagen geschlossener Schneedecke das stark verschmutzte Schmelzwasser in die Kanäle gelangt.

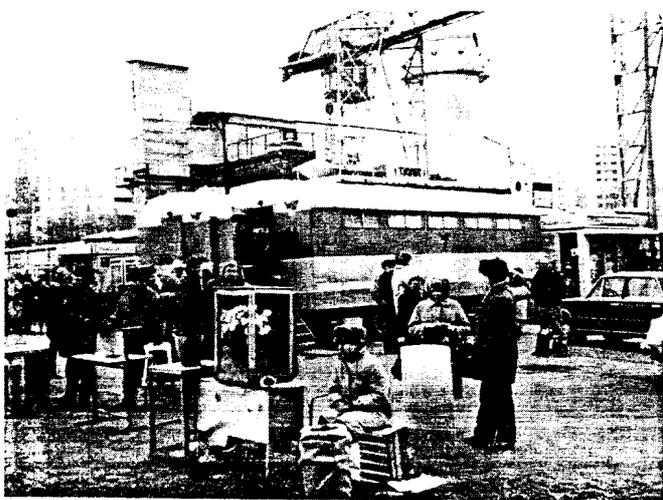
Einen Eindruck der möglichen Straßenverschmutzung vermittelt *Bild 6*, das im Dezember 1990 in Moskau auf-



**Bild 7.** Moskau (Kreml), Dachwasserableitung an der Mariä-Himmelfahrts-Kirche.

genommen wurde. Es handelt sich hierbei nicht um eine Sandstraße, wie die Oberflächenstruktur im Vordergrund vermuten lassen könnte, sondern um asphaltierte Flächen. Um die zahlenmäßige Größenordnung der Verschmutzung erkennen zu können, werden aus dem russischen Beitrag zum Symposium (*W. A. Kasarjan 1990*) einige Konzentrationen in *Tab. 3* genannt.

Eine wirtschaftlich ausgesprochen günstige Lösung – vermutlich aber auch eine technisch sinnvolle Lösung, um das Zufrieren von erdverlegten Leitungen im frostgefährdeten Boden zu vermeiden – haben die Entwässerungsplaner von Moskau für die Ableitung von Dachflächenwasser vorgesehen. Die Fallrohre der Regenrinnen enden an der Hauswand kurz über den Gehwegen in einem offenen Krümmer (*Bild 7*). Regen- und Schmelzwasser laufen somit quer über die Gehwege zum Bordstein und suchen sich ihren Weg zum nächsten Straßeneinlauf. Dadurch entfällt eine Vielzahl unterirdischer Leitungen und Seiteneinläufe in die Hauptkanäle. Allerdings muß der Stadtbewohner bei dieser Lösung in Kauf nehmen, bei Regen ständig an spritzenden Fallrohren vorbeigehen und sich im Frühjahr über



**Bild 6.** Moskau, Straßenschmutz und öffentliche WC-Anlage.

**Tabelle 3.** Schmutzkonzentrationen im Oberflächenabfluß von Straßen im Großraum Moskau und Leningrad.

Gebietsbeschreibung	Regenwasserabfluß			Schmelzwasserabfluß		
	Abfiltr. Stoffe mg/l	BSB <sub>20</sub> mg/l	Leichtflüssigkeiten mg/l	Abfiltr. Stoffe mg/l	BSB <sub>20</sub> mg/l	Leichtflüssigkeiten mg/l
lockere Wohnbebauung	400	40	8	2000	70	20
dichte Wohnbebauung	650	60	12	2500	100	20
Fernverkehrsstraßen	1000	80	20	3000	120	25
Industriestraßen	2000	90	18	4000	150	25

kleine Gebirge von wieder gefrorenem Schmelzwasser tasten zu müssen.

### 3.4 *Mögliche Schwerpunkte künftiger Zusammenarbeit im Bereich der Kanalisationstechnik*

Sowohl auf russischer als auch auf deutscher Seite gibt es besondere Erkenntnisse und Erfahrungen, von denen der jeweilige Partner profitieren kann. So scheint sowohl die mathematische als auch die technische Behandlung der Schneeschmelzprozesse ein Thema zu sein, das gerade für die Regenwasserbehandlung im deutschen Bergland an Bedeutung gewinnt und bei uns bisher wenig beachtet wurde. Beobachtungen im voralpinen Raum zeigen jedoch, daß Regenbecken auch bei niederschlagsfreiem Wetter durch Schneeschmelze überlaufen können. Und dies geschieht vorwiegend in den warmen Tagesstunden, in denen der höchste Trockenwetterabfluß zu erwarten ist. Daraus ergeben sich ungünstige Mischverhältnisse und beachtliche Gewässerbelastungen. Für die Schmelzwasserbehandlung in städtischen Gebieten gibt es in Deutschland erste Ansätze. Darauf aufbauend ist noch viel Entwicklungsarbeit zu leisten. Hierbei kann von den russischen Erfahrungen profitiert werden.

Einen zweiten Schwerpunkt des gegenseitigen Erfahrungsaustausches wird der Bereich Planung, Bau und Betrieb von Regenbecken darstellen. Trotz unterschiedlicher Verhältnisse von Klima und Verschmutzung des Niederschlagsabflusses treten ähnliche Probleme auf.

Gerade die Fertigteilbauweise, die eine besondere Abstimmung mit der Maschinen- und Geräteeinrichtung erfordert, ist in der UdSSR zum Standard geworden. Zweifellos können hiervon Impulse ausgehen, die im Regenbeckenbau in einigen Fällen kostengünstigere Lösungen ermöglichen, als eine Ausführung in Ort-beton.

## 4. **Bewertung der gemeinsamen Arbeit**

Die bisherige Zusammenarbeit im Rahmen des deutsch-sowjetischen Umweltschutzabkommens hat in offener und aufrichtiger Weise bei den Partnern einen Überblick über die Situation des Gewässerschutzes mit den damit verbundenen Problemen und den notwendigen Lösungen in der Bundesrepublik Deutschland und der UdSSR vermittelt. Das hat zu gegenseitigem Verständnis und dem Bemühen beigetragen, die Umweltsituation in beiden Ländern weiter zu verbessern. Die vorgesehenen Aktivitäten und Projekte versprechen eine weitere fruchtbare Zusammenarbeit.

### Literatur

- [1] Der Bundesminister für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Bonn: Umweltschutzabkommen UdSSR – Bundesrepublik Deutschland, gemeinsames Seminar 10.–16. Dezember 1990 in Moskau „Fortschrittliche Abwasserbehandlung“, in Vorbereitung.
- [2] USSR State Committee For The Protection Of Nature: Report on the state of the Environment in the USSR 1988, Moscow 1989.

(Manuskripteingang: 10.4.1991)

In der Zeitschrift „Korrespondenz Abwasser“, Heft 9/1991, lesen Sie u. a.:

<i>Krauth</i>	Erhöhung der Biomasse durch Ultrafiltration bei aerob und anaerob betriebenen Bioreaktoren
<i>Resch/Steinmann/ Weißenburg</i>	Hinweise zur praktischen Handhabung der Bemessung von Nachklärbecken nach dem ATV-Arbeitsblatt A 131
<i>Menzel/Rott</i>	Untersuchungen zum optimierten Einsatz pulverisierter Aktivkohle zur weitergehenden Abwasserreinigung
<i>Kaltenmeier</i>	Umsetzung der Abwasserverwaltungsvorschriften im Bereich der Chemieindustrie
<i>Tritt/Schuchardt/Hügin</i>	Stoffströme und Entsorgungsmöglichkeiten der flüssigen und festen Abfallstoffe von Schlachtbetrieben
<i>Tritt</i>	Anaerobe Behandlung von Schlachthofabwasser in Festbettreaktoren
<i>Nähle</i>	Stickstoff-Eliminierung in Oxidationsteichen von Zuckerfabriken
<i>Heil/Thönnessen</i>	Reduktion der Sulfatgehalte in industriell-gewerblichem Abwasser durch Ausfällung als Ettringit