

- Abschlussbericht -

**„Grenzüberschreitendes Wassermanagement in der
ukrainisch-polnischen Grenzregion von Bug und San“**

Beratungshilfeprojekt

FKZ 308 01 143

DREBERIS GmbH

Gostritzer Str. 61-63

01217 Dresden

Stadtentwässerung Dresden GmbH

Scharfenberger Str. 152

01139 Dresden

Dresden, den 31. Januar 2008

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis.....	5
1 Einleitung.....	7
2 Gewässerzustand	12
2.1 Angaben zum Einzugsgebiet.....	12
2.2 Klima und hydrologische Bedingungen	15
2.3 Wasserqualität der Oberflächengewässer	15
3 Zustand der Abwasserentsorgung	21
3.1 Allgemeine Situation der Abwasserentsorgung in der Ukraine	21
3.2 Rechtliche und administrative Rahmenbedingungen	25
3.2.1 Normative Grundlagen der ukrainischen Wasserwirtschaft	25
3.2.2 Regulierung der Kommunalwirtschaft.....	27
3.2.3 Gebührenerhebung	28
3.2.4 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen	29
3.3 Zustand der Abwasserentsorgung im Einzugsgebiet des Bug	30
3.3.1 Wassernutzung / Wasserverbrauch.....	30
3.3.2 Belastung der Gewässer durch Abwasser.....	31
3.3.3 Abwassereinleiter und Abwasserreinigung	32
3.3.4 Auswertung der Fragebögen	36
3.4 Situation im ukrainischen Einzugsgebiet des San	39
4 Darstellung der Situation an ausgewählten Standorten.....	41
4.1 Stadt L'viv	41
4.1.1 Angaben zur Kanalisation der Stadt L'viv	41
4.1.2 Angaben zur Kläranlage der Stadt L'viv	41
4.1.3 Biologische Reinigungsstufe	42
4.1.4 Schlammbehandlung.....	43
4.2 Stadt Novovolyns'k.....	43
4.2.1 Abwasserableitung	43
4.2.2 Abwasserbehandlung.....	45
4.2.3 Schlammbehandlung.....	48
4.3 Stadt Červonohrad	49
4.3.1 Abwasserableitung.....	49
4.3.2 Abwasserbehandlung.....	51

4.3.3	Schlammbehandlung.....	55
5	Hinweise zur Modernisierung der Abwasserentsorgung.....	57
5.1	Generelle Hinweise	57
5.1.1	Abwasserableitung.....	57
5.1.2	Abwasserbehandlung.....	57
5.1.3	Schlammbehandlung.....	59
5.1.4	Verbesserung des Gewässerschutzes	59
5.2	Stadt L'viv	62
5.2.1	Kanalisation	62
5.2.2	Abwasserbehandlung.....	62
5.2.3	Schlammbehandlung.....	63
5.3	Stadt Novovolyns'k.....	63
5.3.1	Abwasserableitung.....	63
5.3.2	Abwasserbehandlung.....	65
5.3.3	Schlammbehandlung.....	66
5.4	Stadt Červonohrad	68
5.4.1	Abwasserableitung.....	68
5.4.2	Abwasserbehandlung.....	68
5.4.3	Schlammbehandlung.....	69
6	Vorschläge zur weiteren Zusammenarbeit	71
6.1	Prioritäten der weiteren Entwicklung im Gebiet	71
6.2	Konzept eines Folgeprojektes für die Entwicklung der Abwasserinfrastruktur in der Region	71
6.2.1	Ausgangssituation.....	71
6.2.2	Handlungsbedarf.....	71
6.2.3	Ziel und Gegenstand der Maßnahme	72
6.2.4	Kosten.....	73
6.2.5	Finanzierung	73
6.3	Weitere Ansätze für deutsch-ukrainische Projekte im Gewässerschutz.....	74
6.3.1	Kompetenz- und Schulungszentrum für die Abwasserwirtschaft	74
6.3.2	Zentrum zur Abwasserreinigung für Oberflächen veredelnde Betriebe	75
6.3.3	Deponiesanierung L'viv	75
6.4	Mögliche Förderungen	76
7	Evaluierung.....	77
7.1	Von Seiten der Unternehmen	77

7.2	Wissenschaftliche Bewertung.....	77
7.3	Von Seiten der Verwaltungen.....	78
7.4	Zusammenarbeit aus Sicht der deutschen Projektträger	79
8	Zusammenfassung und Ausblick	81
	Anlagenverzeichnis	82
	Quellen.....	83

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einzugsgebiet des Westlichen Bug	13
Abbildung 2: Physiographische Regionen des Einzugsgebietes des Bug	14
Abbildung 3: Überschreitungsfaktoren von Parameterkonzentrationen (90-Perzentile) im Bug im Jahr 2000 [2]	16
Abbildung 4: Verlauf der Parameterkonzentrationen, 1996 – 1999	17
Abbildung 5: Wasserqualität des Bug nach EU-Anforderungen	19
Abbildung 6: Bevölkerungsdichte und Anschlussgrade an Kläranlagen im Vergleich zwischen Ukraine und anderen europäischen Ländern.....	21
Abbildung 7: Moderne (Černihiv, links) und veraltete Pumpstationen (Červonohrad, rechts).....	22
Abbildung 8: Wasserverbrauch ukrainischer Städte in Liter pro Einwohner und Tag	23
Abbildung 9: Überfüllte Schlammbecken der KA Červonohrad	24
Abbildung 10: Punktquellen im Einzugsgebiet des Bug	33
Abbildung 11: Hauptpumpwerk PW5 in Novovolyns'k	45
Abbildung 12: Belebungsbecken auf der KA Novovolyns'k.....	47
Abbildung 13: Schlamm-trockenplätze auf der KA Novovolyns'k	49
Abbildung 14: Venturi-Messgerinne im Zulauf der KA Červonohrad	53
Abbildung 15: Belebungsbecken auf der KA Červonohrad	55
Abbildung 16: Schlamm-trockenplätze auf der KA Červonohrad.....	56
Abbildung 17: Gebläsestation der KA Červonohrad.....	58
Abbildung 18: Zulaufbauwerk auf der KA Novovolyns'k.....	65

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Nationale Zuordnung des Bug-Einzugsgebietes	12
Tabelle 2: Nebenflüsse des Bug	13
Tabelle 3: Abflussmengen im Bug	15
Tabelle 4: Wassernutzung im ukrainischen Teil des Bug-Einzugsgebietes.....	30
Tabelle 5: Schadstofffrachten aus Punktquellen in der Ukraine	31
Tabelle 6: Schadstofffrachten an der polnische-ukrainischen Grenze und vor Warschau	31
Tabelle 7: Schadstofffrachten aus dem ukrainischen Gebiet zur Ostsee	32
Tabelle 8: Kläranlagen im ukrainischen Einzugsgebiet des Bug	34
Tabelle 9: Verteilung der Schadstofffrachten nach Punkt- und diffusen Quellen.....	36
Tabelle 10: Ergebnisse der Fragebögen.....	37
Tabelle 11: Größere ukrainische Ortschaften im Einzugsgebiet des San	40
Tabelle 12: Kläranlage L'viv.....	41
Tabelle 13: Hauptpumpstationen in Novovolyns'k	43

Tabelle 14: Hauptpumpstationen in Červonohrad.....50

1 Einleitung

Der in der Ukraine entspringende und nach Polen fließende Fluss „Sachodny Buh“ (Westlicher Bug, im Folgenden vereinfachend als Bug bezeichnet)¹ und die ukrainischen Zuflüsse zum polnischen Fluss San haben als grenzüberschreitende Gewässer unmittelbaren Einfluss auf die ökologische Situation in der Europäischen Union. Während Polen seit dem Beitritt zur EU mit umfangreichen Fördermitteln aus Brüssel bei der Entwicklung der kommunalen Infrastruktur und dem Ausbau der Wasser- und Abwasserwirtschaft unterstützt wird, fehlen auf ukrainischer Seite bislang die Mittel, um eine Modernisierung der Abwasserwirtschaft und die Verbesserung des Gewässerschutzes zu erreichen.

Die Stadtentwässerung Dresden GmbH (Gelsenwasser Gruppe) und die internationale Unternehmensberatung DREBERIS (ehemals INERCONSULT) verfolgten im Rahmen des Projektes „Grenzüberschreitendes Wassermanagement im Einzugsgebiet von Bug und San“ das Ziel, den Zustand und die Entwicklungsperspektiven der ukrainischen Abwasserwirtschaft im Grenzgebiet zu Polen und somit im Grenzgebiet zur Europäischen Union (EU) zu analysieren und mögliche Entwicklungsperspektiven als auch technische und finanzielle Hilfe zu beschleunigen.

Mit dem Zwischenbericht vom August 2007 wurden bereits erste Ergebnisse vorgestellt. Das Projekt zur Analyse der Abwasserwirtschaft im ukrainischen Einzugsgebiet der polnisch-ukrainischen Grenzflüsse Westlicher Bug und San wurde zum 31. Januar 2008 abgeschlossen. Der vorliegende Abschlussbericht stellt die im Rahmen des Projekts durchgeführten Arbeiten und die daraus gewonnenen Erkenntnisse dar.

Die Bearbeitung des Projektes gliederte sich in 6 Phasen:

1. Erfassung des Zustandes der Abwasserwirtschaft in der Region
2. Durchführung eines gemeinsamen Workshops zur Diskussion der Entwicklungsprioritäten
3. Untersuchung und Beratung zu ausgewählten Anlagen
4. Durchführung der Konferenz „Deutsch-Ukrainischer Erfahrungsaustausch zu Technologien und Dienstleistungen im Gewässerschutz“
5. Entwicklung von Anschlussprojekten und Prüfung der Finanzierbarkeit
6. Evaluierung und Berichterstellung

In diesem Rahmen wurden der Stand der Entwicklung als auch die weiteren Prioritäten für den Ausbau der Abwasserwirtschaft in der Region identifiziert. Im Erfahrungsaustausch mit regionalen Wasserunternehmen erhalten diese Unterstützung bei der Planung zukünftiger Vorhaben und können von den Erfahrungen aus dem Transformationsprozess der ostdeutschen Wasserwirtschaft profitieren. Die im Ergebnis des Projektes erstellten Analysen und Berichte werden internationalen Förderinstitutionen und Kapitalgebern einen objektiven Einblick in die gegenwärtige Situation im Gebiet geben. Auf dieser Basis kann für die Region der Zugang zu Finanzmitteln gefördert werden.

¹ Der Westliche Bug sollte nicht mit dem Südlichen Bug (Pivdenny Buh) verwechselt werden, der etwa 90 km westlich der Stadt Chmelnyzkyj entspringt und nach Süden zum Schwarzen Meer fließt.

Im Folgenden werden die Maßnahmen und Ergebnisse der einzelnen Projektphasen vorgestellt.

Phase 1: Erfassung des Zustandes der Abwasserwirtschaft in der Region

Die Bearbeitung des Projektes wurde von DREBERIS und der Stadtentwässerung Dresden im November 2006 mit Konsultationen zu den zuständigen Behörden begonnen. Als Kooperationspartner für die Umsetzung des geplanten Vorhabens konnten die folgenden Institutionen gewonnen werden:

- Staatliche Verwaltung für Umweltschutz im Gebiet Lemberg
- Staatliche Verwaltung für Wohnungs- und Kommunalwirtschaft im Lemberger Gebiet
- Akademie für Verwaltung beim Präsidenten der Ukraine, Regionalinstitut L'viv-Bruchovičy
- Regionale Verwaltung der Wasserwirtschaft in Warschau, Abteilung in Lublin (R.Z.G.W. w W-wie; Zarząd Zlewni w Lublinie)

In Zusammenarbeit mit den Behörden und auf Basis bereits realisierter internationaler Studien zum Bug wurden anschließend die wichtigsten Bestandsdaten des Bearbeitungsgebietes erfasst. Als Untersuchungsraum wurde das Einzugsgebiet von Westbug und San auf dem ukrainischen Territorium entlang der Wasserscheiden festgelegt.

Die Stadt L'viv (Lemberg) befindet sich unmittelbar auf der europäischen Wasserscheide zwischen Ostsee- (Bug) und Schwarzmeerraum (Dnestr). Die Kläranlage liegt im nördlichen Teil der Stadt und entwässert in den Fluss Poltva, der bei Bu'sk in den Westbug mündet.

Die größten Siedlungen in dem Bearbeitungsgebiet sind folgende:

- L'viv (Lemberg) mit ca. 715.000 Einwohnern (Gebiet Lemberg)
- Červonohrad mit ca. 70.500 Einwohnern (Gebiet Lemberg)
- Novovolyns'k mit ca. 53.000 Einwohnern (Gebiet Wolhynien)
- Voldymyr Volyns'kyj mit ca. 38.000 Einwohnern (Gebiet Wolhynien)
- Novo-Javorivs'k mit ca. 25.000 Einwohnern (Gebiet Lemberg)
- Zoločyv mit ca. 22.500 Einwohnern (Gebiet Lemberg)

Zum Monitoring und der Gewässerqualität des Bug als Grenzfluss zwischen der Ukraine, Weißrussland und Polen wurden bereits internationale Studien im Rahmen eines TACIS-Projektes und des UN/ECE Fluss Pilot Projektes [1-3] unternommen. Die Berichte dieser Projekte erfassen umfangreiche Daten zum Zustand des Gewässers. In diesem Zusammenhang wurden entlang des Flusslaufes auch mehrere Monitoring-Punkte eingerichtet.

Daten zur Infrastruktur und zum Zustand der Abwasseranlagen sind nicht unmittelbar zentral verfügbar. Ein erster Eindruck wurde durch Konsultationen mit den Behörden und Wasserunternehmen als auch bei Besichtigung ausgewählter Anlagen gewonnen:

- Auswertung der Angaben aus dem Entwicklungsprogramm der Staatlichen Verwaltung für Wohnungs- und Kommunalwirtschaft im Gebiet Lemberg,
- Auswertung der Angaben der Verwaltung für Umweltschutz,

- Besichtigung der Kläranlage in L'viv und Teilnahme an der Konferenz des Drei-Städte-Projektes Dresden-Wrocław-L'viv zum Thema Abwasserwirtschaft im Januar 2007,
- Konsultationen bei den Vodokanalunternehmen in Zoločiv, Červonohrad und Voldymyr-Volyns'kyj im Januar 2007.

Im Bearbeitungsgebiet befinden sich insgesamt 22 kommunale Kläranlagen. Um den Zustand der Kläranlagen und die Problemfelder besser erfassen zu können, wurden Fragebögen an die Wasserunternehmen im Gebiet und an Industrieunternehmen (Indirekteinleiter) versandt.

Phase 2: Durchführung eines gemeinsamen Workshops zur Diskussion der Entwicklungsprioritäten

Von 17. bis 18. April 2007 wurde an der Akademie für Verwaltung in L'viv-Bruchovičy ein Workshop zum Thema „Effektive Verwaltung der Abwasserwirtschaft – Europäische Erfahrungen“ durchgeführt, an dem ca. 30 Vertreter regionaler Wasserunternehmen, interessierter Industrieunternehmen sowie der zuständigen Behörden und Verwaltungen aus dem Lemberger Gebiet teilnahmen.

Den Auftakt der Veranstaltung bildeten am ersten Tag Vorträge und Diskussionen zu den Rahmenbedingungen, darunter:

- Internationaler Gewässerschutz und Einordnung des Bug-Gebietes
- Anforderungen und Umsetzungen des Flussgebietsmanagement auf polnischer Seite auf Basis der EU-Wasserrahmenrichtlinie
- Darstellung der Entwicklungstendenzen des Einzugsgebietes von Bug und San aus Sicht der Staatlichen Verwaltungen für Umweltschutz sowie Wohnungs- und Kommunalwirtschaft
- Erfahrungen der Stadtentwässerung Dresden aus dem Transformationsprozess
- Gegenüberstellung der Entwicklungstrends der Kommunal- und Wasserwirtschaft in Deutschland und der Ukraine

Am zweiten Veranstaltungstag standen technische Fragen im Vordergrund der Betrachtung, wobei insbesondere die vorrangigen Probleme im Gebiet thematisiert wurden:

- Methoden zur Verbesserung der Energieeffizienz auf Kläranlagen,
- Methoden der Schlammbehandlung,
- Überwachung von Indirekteinleitern und Industriebetrieben.

Darüber hinaus wurden die Rahmenbedingungen für Investitionsmaßnahmen und Projekte im Bereich der Abwasserwirtschaft diskutiert:

- Gebührenerhebung im internationalen Vergleich,
- Kommunale Finanzierung in der Ukraine,
- Möglichkeiten zur Gewinnung Internationaler Fördermittel.

Phase 3: Untersuchung ausgewählter Anlagen in der Region

Die Untersuchungen aus den ersten Projektphasen mit der Auswertung statistischer Daten und der Durchführung eines Seminars für die Wasserunternehmen und Verwaltungen in der Region hatten ergeben, dass technische Ausrüstung der Abwasserreinigungsanlagen weit hinter dem deutschen und westeuropäischen Stand der Technik zurück liegen. Die überwiegende Anzahl der Anlagen wurden in den 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts errichtet und bedürfen dringend der Sanierung.

Die drei größten Anlagen der Region wurden in Phase 3 des Projektes einer detaillierten Betrachtung unterzogen: Červonohrad, Novovolyns'k und L'viv. Der Schwerpunkt der Beratung wurde dabei auf die Anlagen in Červonohrad und Novovolyns'k gesetzt, da in L'viv bereits ein Weltbankprojekt umgesetzt wird, das die teilweise Erneuerung der Abwasseranlagen einschließt.

Folgende Prioritäten wurden bei der Untersuchung der Anlagen gesetzt:

- Červonohrad: Schlammbehandlung / Entwicklung alternativer Konzepte,
- Novovolyns'k: Energieeffizienz / Optimierung von Pumpen und Rohrleitungen,
- L'viv: Allgemeine Konsultationen und Diskussion weiterer Projektmöglichkeiten.

In der Woche vom 23. bis 27. Juli 2007 wurden die Wasserunternehmen und Anlagen von Beratern der Stadtentwässerung Dresden und DREBERIS besucht. In diesem Rahmen konnten die wichtigsten Probleme der Anlagen mit Mitarbeitern vor Ort diskutiert werden. Die hier und aus der anschließenden Analyse gewonnen Erkenntnisse werden in den anschließenden Kapiteln des Berichtes vorgestellt.

Phase 4: Durchführung der Konferenz „Deutsch-Ukrainischer Erfahrungsaustausch zu Technologien und Dienstleistungen im Gewässerschutz“

Die Konferenz war im ursprünglichen Projektantrag nicht vorgesehen. Anlässlich des Ukraine-Besuches des Parlamentarischen Staatssekretärs des BMU, Herrn Michael Müller, bot sich jedoch die Gelegenheit eine derartige Veranstaltung in L'viv zu organisieren und der deutsch-ukrainischen Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Gewässerschutzes besonderen Ausdruck zu verleihen.

Am 28. August 2007 fand die Konferenz im Stadtrat von L'viv unter Beteiligung der regionalen Verwaltungen, Wasserunternehmen und Industrieunternehmen statt. Deutsche Unternehmen der Umwelttechnik nutzten das Forum, um ihre Erfahrungen und Kompetenzen im Gewässer- und Umweltschutz und den damit verbundenen Aufgaben vorzustellen.

Dass auf ukrainischer Seite hohes Interesse an der Zusammenarbeit mit deutschen Unternehmen besteht, hat sich auch bei den Konsultationen am folgenden Tag gezeigt. Gespräche mit der Geschäftsführung der Deponie der Stadt L'viv, der Abteilung für kommunale Versorgung der Stadtverwaltung und mit metallverarbeitenden Unternehmen der Region haben verdeutlicht, dass deutsche Lösungskompetenz in der Abwasserentsorgung und im Gewässerschutz gefragt ist. Dies bezieht sich sowohl auf das technische Know-how als auch auf die Entwicklung finanzierbarer und wirtschaftlich tragfähiger Projekte.

Phase 5: Entwicklung von Anschlussprojekten und Prüfung der Finanzierbarkeit

Im zweiten Halbjahr 2007 wurde seitens der Projektträger intensiv an der Auswertung der Beobachtungen vor Ort und der erhaltenen Informationen zu den ausgewählten Abwasseranlagen gearbeitet. Parallel dazu wurden die Möglichkeiten für konkrete Anschlussmaßnahmen diskutiert. Auf Basis der gegenwärtigen Datenlagen und unter Berücksichtigung der Länderrisiken in der Ukraine können investive Maßnahmen in der Region nicht oder nur unzureichend beurteilt werden.

Um vor allem die Kosten für eine Modernisierung der Abwasseranlagen in der Region belastbar abschätzen zu können und um entsprechende Prioritäten für die weitere Entwicklung sowie konkrete Projekte zu entwickeln, ist zunächst eine Verbesserung der Datenlage geboten. Ein Konzept für ein entsprechendes Folgeprojekt wurde zwischen den Projektpartnern abgestimmt und wird im Bericht vorgestellt.

Phase 6: Evaluierung und Berichterstellung

Die Analysen, Berechnungen und Ergebnisse zum Zustand der Abwasseranlagen in Červonohrad und Novovolyn'sk wurden für die ausgewählten Wasserunternehmen übersetzt und übergeben. Darüber hinaus wurde eine Stellungnahme von Herrn Prof. Zhuk, Inhaber des Lehrstuhles für Sanitärtechnik und Hydraulik und der Technischen Universität L'viv erbeten.

Ihre Aussagen werden in Kapitel 7 des vorliegenden Berichtes kurz vorgestellt.

Der Abschluss des Projektes erfolgte zum 31. Januar 2008.

2 Gewässerzustand

2.1 Angaben zum Einzugsgebiet

Der Bug entspringt in der westlichen Ukraine ca. 75 km östlich von L'viv (Lemberg). Nach etwa 180 km bildet er auf 205 km die Grenze zwischen der Ukraine und Polen (von Kryłów/Lytovež bis Włodawa) sowie anschließend auf etwa 160 km die Grenze zwischen Weißrussland und Polen. Nach weiteren 225 km auf polnischem Territorium mündet der Bug in den Narew, welcher kurz vor Warschau in den Zegrzyn-Stausee übergeht und anschließend in die Weichsel mündet.

Der Zegrzyn-Stausee dient als Trinkwasserreservoir für etwa 1 Mio. Einwohner (ca. 40 % der Einwohner) von Warschau.

Das Einzugsgebiet des Bug sowie die zugehörige Bevölkerung werden wie folgt zugeordnet [2]:

Tabelle 1: Nationale Zuordnung des Bug-Einzugsgebietes

	Fläche		Bevölkerung	
	Tkm ²	%	Mio. E	%
Ukraine	10,8	27,41	1,960	52,5
davon: L'viv (Ballungsgebiet)			ca.1,0	
Weißrussland	9,2	23,35	0,550	14,7
Polen	19,4	49,24	1,225	32,8
gesamt	39,4	100	3,735	100

Die Gesamtfläche des Einzugsgebietes des Bug von 39,4 Tkm² entspricht etwa 19,3 % des Einzugsgebietes der Weichsel.



Abbildung 1: Einzugsgebiet des Westlichen Bug

Der Bug hat 13 Nebenflüsse mit einer Länge von jeweils mehr als 50 km, von denen sich fünf in der Ukraine befinden. Die wesentlichen Nebenflüsse auf ukrainischem Gebiet sind in nachfolgender Tabelle zusammengefasst [2]:

Tabelle 2: Nebenflüsse des Bug

Mündung in Bug km	L-links R-rechts	Nebenfluss	Länge km	Teileinzugs- gebietsfläche km ²
726	L	Zoločivka	35	232
711	L	Poltva	60	1.440
685	L	Kamianka	38	142
647	L	Rata	76	1.770 (PL/UA)
644	L	Solokija	90,3	933 (PL/UA)
639	R	Bilostok	30	268
614	R	Stasuvka	34	238
523,8	R	Luha	84	1.340
348	R	Kopayuvka	30	486 (UA/BY) [^]

Die physiografischen Regionen des Einzugsgebietes des Bug einschließlich der wichtigsten Zuflüsse werden in Bild 2 dargestellt [2].

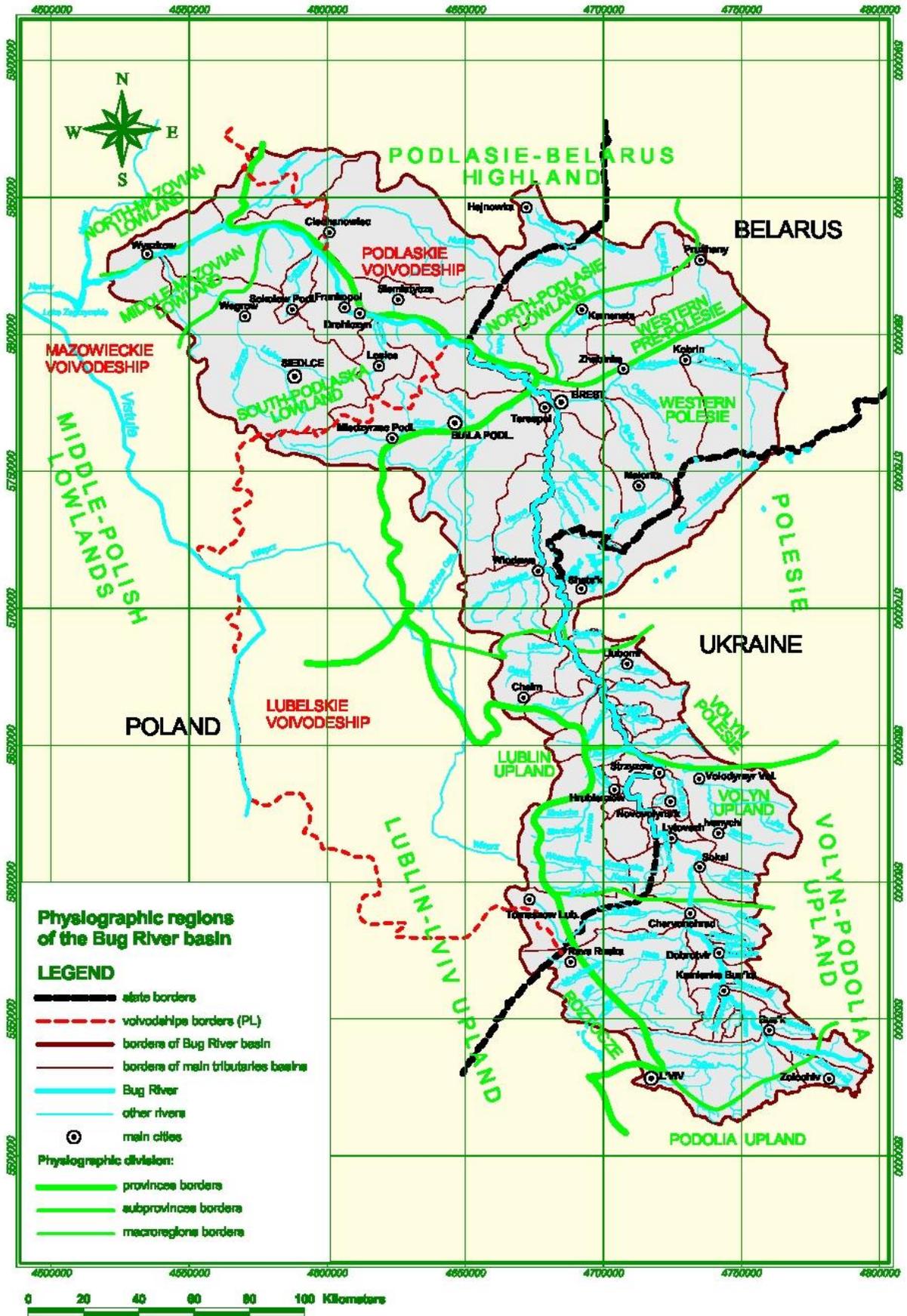


Abbildung 2: Physiographische Regionen des Einzugsgebietes des Bug

2.2 Klima und hydrologische Bedingungen

Das Einzugsgebiet des Bug liegt in der gemäßigten Klimazone, wobei der Einfluss des Kontinentalklimas nach Osten zunimmt.

Die mittleren Temperaturen liegen zwischen $-4,3$ bis $+5^{\circ}\text{C}$ im Januar bis ca. $+18$ bis 19°C im Juli. Der mittlere jährliche **Niederschlag** beträgt zwischen **700 bis 800 mm** in der Ukraine [2], im Jahr 1996 betrug die Jahresniederschlagshöhe jedoch nur 547 mm im ukrainischen Teil des Einzugsgebietes des Bug [1]. Der mittlere jährliche Abfluss beträgt 124 mm für das gesamte Einzugsgebiet des Bug, was einer mittleren langjährigen spezifischen Abflussmenge von $3,93 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$ entspricht (im oberen Einzugsgebiet bis Kamianka Buska liegt der Wert über $5,0 \text{ l/s}\cdot\text{km}^2$).

Die mittlere Abflussmenge des Bug liegt bei MMQ = ca. $40 \text{ m}^3/\text{s}$ zu Beginn der gemeinsamen Grenze zwischen Polen und der Ukraine (bei Strzyżów km 536,6) und MMQ = ca. $100 \text{ m}^3/\text{s}$ am Ende des gemeinsamen Grenzabschnitts mit Weißrussland (etwa bei Fluss-km 225).

Die Abflüsse im Bug werden in nachfolgender Zusammenstellung charakterisiert [2]:

Tabelle 3: Abflussmengen im Bug

Fluss km	Station	Fläche Tkm ²	Abflussmenge [m ³ /s]				
			HHQ	MHQ	MMQ	MNQ	NNQ
602,0	Lytovež (UA)		216		30,3		8,2
536,6	Strzyżów (UA/PL)	8.945	692	230	40,9	11,5	3,2
378,3	Włodawa (PL)	14.410	769	271	54,5	16,8	8,0
33,8	Wyszków (PL)	39.119	2.400	678	157,0	50,5	19,8

Die Mittelwasserabflüsse MMQ an der Mündung der wichtigsten Nebenflüsse auf ukrainischem Gebiet werden in der **Anlage 1** vermerkt [5].

2.3 Wasserqualität der Oberflächengewässer

Der Bug selbst ist ein unregulierter Fluss, der im Wesentlichen noch seinen natürlichen Verlauf und in dieser Hinsicht sehr gute Lebensbedingungen für Fische und andere Wasserlebewesen aufweist. Einige seiner Nebenflüsse in seinem oberen Einzugsbereich in der Ukraine dagegen wurden in den letzten 50 Jahren zum Teil ausgebaut, reguliert bzw. kanalisiert mit negativen Folgen für das Ökosystem in diesen Gewässern (z.B. die Rata, die Solokija, der Bilostok, die Luha und die Neretwa). Die **Poltva**, welche im Stadtgebiet von L'viv (Lemberg) entspringt, wurde sogar auf einer Strecke von 10 km verrohrt.

Die Wasserqualität im Bug wird ausführlich in [2] und [3] beschrieben. Die Gewässergüte wird maßgeblich durch die Einleitung unzureichend oder ungereinigter Abwässer aus Punktquellen sowie von Schadstoffen aus diffusen Quellen bestimmt. Das Wasser ist stark eutrophiert (hohe Gehalte an Chlorophyll-a) und stark verunreinigt durch Nitrit, Phosphorverbindungen, Schwebstoffe und Coli-Bakterien.

Für den Abschnitt ab dem Fluss-km 578,1 (zu Beginn der gemeinsamen Grenze UA/PL bei Kryłów) bis Wyszków (PL) bei km 33,0 (vor der Mündung in den Narew) werden

Überschreitungs-faktoren für Schadstoffkonzentrationen und Beschaffenheitsparameter (90-Perzentile) für das Jahr 2000 in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt [2]:

No.	Parameters	Unit	Target value for the concentration	above Huczwa, km 578.1	below Huczwa, km 535.5	below Strzyzow, km 523.3	Horodlo, km 514.7	above Uherka, km 456.2	above Wlodawa, km 387.1	Slawatycze, km 344.0	above Krzna, km 283.0	below Krzna, km 268.7	above Kamianka, km 191.4	below Cetymia, km 122.0	above Brok, km 98.0	Brok, km 82.9	Wyszkow, km 33.0
1	pH*	pH	6.0-8.5	1.04	1.05	1.05	1.05	1.05	0.98	0.98	0.98	0.97	1.00	1.00	1.03	1.02	1.05
2	TSS	mg/l	25	1.24	1.70	1.06	0.96	1.11	1.12	1.14	1.18	0.82	3.02	4.15	3.17	2.02	3.21
3	BOD ₅	mg O ₂ /l	3	2.43	1.70	2.20	2.30	2.45	1.83	1.60	1.65	1.37	3.28	3.89	2.40	2.48	4.43
4	COD-Mn	mg O ₂ /l	5	3.26	3.24	2.98	3.00	3.44	2.28	2.82	2.67	2.57	3.61	3.78	3.03	3.22	3.60
5	COD-Cr	mg O ₂ /l	20	2.96	3.11	3.38	2.91	3.03	1.75	1.89	1.88	1.83	2.84	2.92	3.29	2.59	3.02
6	DO	mg O ₂ /l	6	1.02	0.85	0.97	0.76	0.97	1.28	1.25	1.25	1.30	1.47	0.99	1.55	1.33	1.45
7	N-NH ₄	mg N _{NH4} /l	0.8	1.09	0.46	0.89	0.49	0.34	1.13	1.26	1.34	1.53	0.99	0.93	0.90	0.81	0.80
8	N-NO ₃	mg N _{NO3} /l	3	1.18	1.07	1.20	1.02	1.13	0.77	0.69	0.61	0.61	0.82	0.91	0.63	0.75	0.89
9	N-NO ₂	mg N _{NO2} /l	0.01	5.80	6.32	5.79	5.70	5.10	3.12	2.60	2.50	2.50	2.60	2.40	2.00	2.16	2.40
10	N total	mg N/l	3	1.37	1.24	1.37	1.20	1.30	1.29	1.20	1.29	1.28	1.35	1.40	1.30	1.19	1.42
11	P-PO ₄	mg PO ₄ /l	0.31	1.58	1.73	1.55	1.64	1.66	1.87	2.00	2.28	2.15	1.74	1.72	1.15	1.39	1.26
12	P total	mg P/l	0.1	3.90	4.08	7.95	17.28	2.66	2.27	2.60	2.80	2.72	3.82	3.50	2.00	2.47	2.81
13	Conductivity	µS/cm	400	2.13	2.09	2.13	2.06	2.05	1.82	1.73	1.64	1.58	1.61	1.62	1.63	1.62	1.38
14	Chlorides	mg Cl/l	200	0.27	0.24	0.24	0.23	0.22	0.19	0.18	0.17	0.17	0.17	0.16	0.15	0.14	0.16
15	Sulphates	mg SO ₄ /l	150	0.70	0.61	0.63	0.56	0.57	0.50	0.49	0.45	0.47	0.71	0.68	0.35	0.42	0.33
16	Fe total	mg Fe/l	1	0.42	0.41	0.46	0.36	0.56	0.46	0.44	0.65	0.46	0.49	0.48	0.40	0.46	0.12
17	Zn	mg Zn/l	0.1	0.17	0.38	0.23	0.24	0.42	0.45	0.40	0.19	0.22	2.00	0.21	0.66	0.47	0.48
18	Cr total	mg Cr/l	0.01	2.0	1.0	10.0	2.0	1.0	4.0	4.0	4.0	4.0	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
19	Cd	mg Cd/l	0.0005	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	1.00	1.00	1.00	1.00	3.2	3.2	9.0	1.6	0.60
20	Cu	mg Cu/l	0.05	0.40	0.40	0.40	0.40	0.96	0.06	0.04	0.02	0.02	0.12	0.10	0.10	0.04	0.12
21	Pb	mg Pb/l	0.05	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.18	0.42	0.38	0.28	0.50	0.52	0.12	0.12	0.04
22	Hg	mg Hg/l	0.0001	3.0	2.0	3.0	2.0	2.0	10.0	10.0	10.0	10.0	2.0	2.0	10.0	10.0	
23	Volatile phenols	mg/l	0.001	1.0	2.0	1.0	1.0	1.0	6.0	5.0	6.0	7.0	9.0	9.0	5.0	5.0	4.0
24	Anionic detergents	mg/l	0.2	0.20	0.15	0.15	0.20	0.25	0.50	0.50	0.50	0.50	0.95	0.85	0.25	0.40	0.65
25	Etheric extract	mg/l	0.05														
26	Chlorophyll 'a'	µg/l	15	11.67	9.60	7.87	8.92	7.12	17.97	17.93	14.47	12.74	12.11	12.41	11.34	7.86	10.17
27	Saprobity	index	2	1.05	1.10	1.03	1.05	1.05	1.33	1.37	1.36	1.24	1.10	1.11			
28	Faecal coli bacteria	NPL	200	69.06	50.00	69.06	12.50	8.12	33.20	25.00	25.00	25.00	125	213	17.36	6.16	13.22

* the pH higher limit was taken into account

Abbildung 3: Überschreitungs-faktoren von Parameterkonzentrationen (90-Perzentile) im Bug im Jahr 2000 [2]

Für den ukrainischen Abschnitt des Bug wird der Verlauf der Parameter **BSB₅**, **gelöster Sauerstoff**, **Gesamt-Phosphor P_{ges.}**, **Gesamt-Stickstoff N_{ges.}**, **Ammonium-Stickstoff N-NH₄**, **pH-Wert** und **Chrom Cr⁶⁺** als 90-Perzentile für den Zeitraum von 1996 – 1999 im Bild 5 dargestellt.

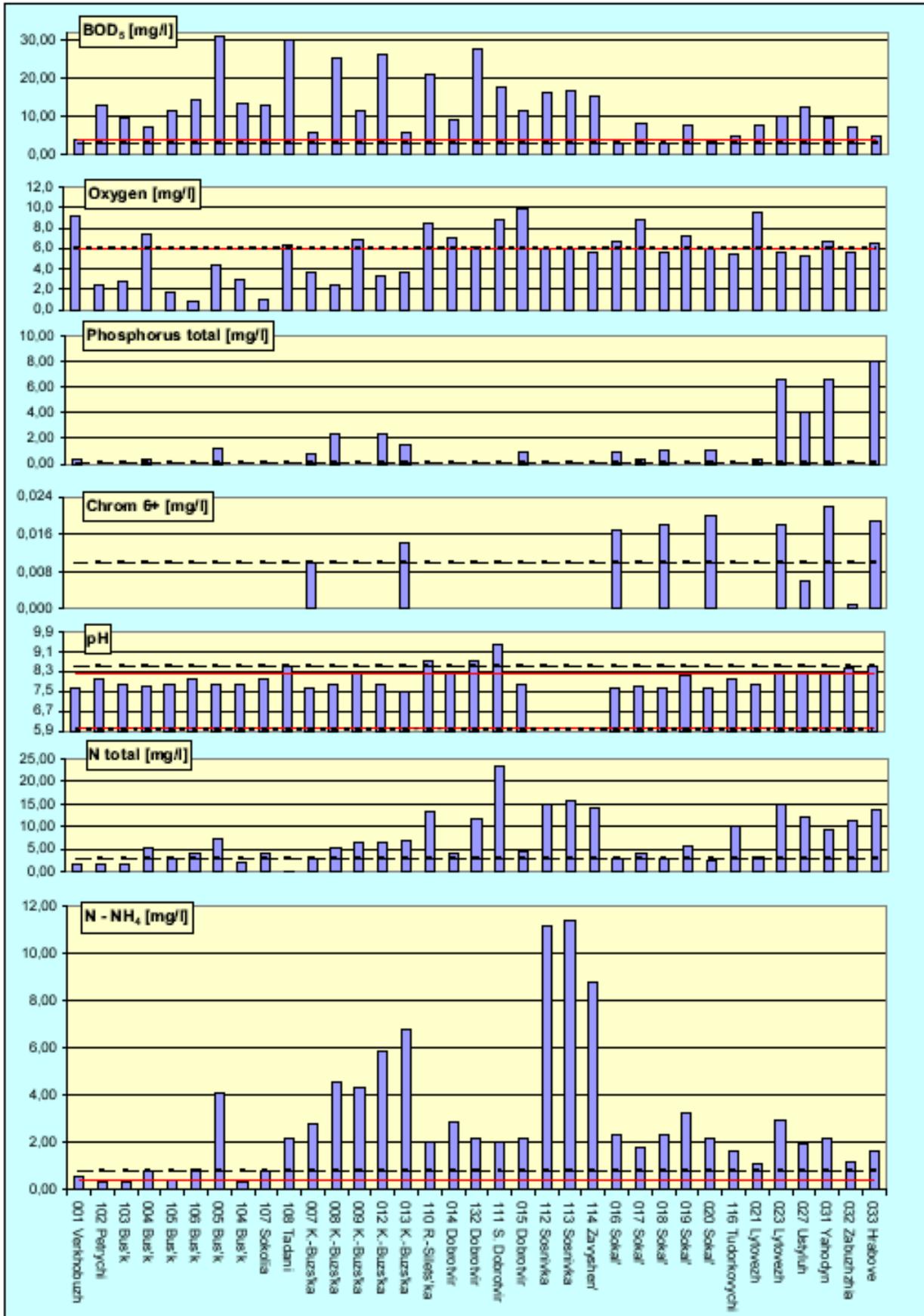


Abbildung 4: Verlauf der Parameterkonzentrationen, 1996 – 1999

Die Wasserqualität des Bug, beginnend im Grenzabschnitt zwischen Polen und der Ukraine bei Kryłów in Bezug auf die Anforderungen der entsprechenden Richtlinien der EU zur Gewässernutzung wird in Bild 6 im Überblick aufgezeigt [2]:

- Direktive 75/440/EEC – Nutzung zur Trinkwasseraufbereitung
- Direktive 78/659/EEC – Fischereigewässer für Salmoniden (lachsartige Fische) bzw. Cypriniden (Karpfenfische)
- Direktive 76/160/EEC – Badegewässer.

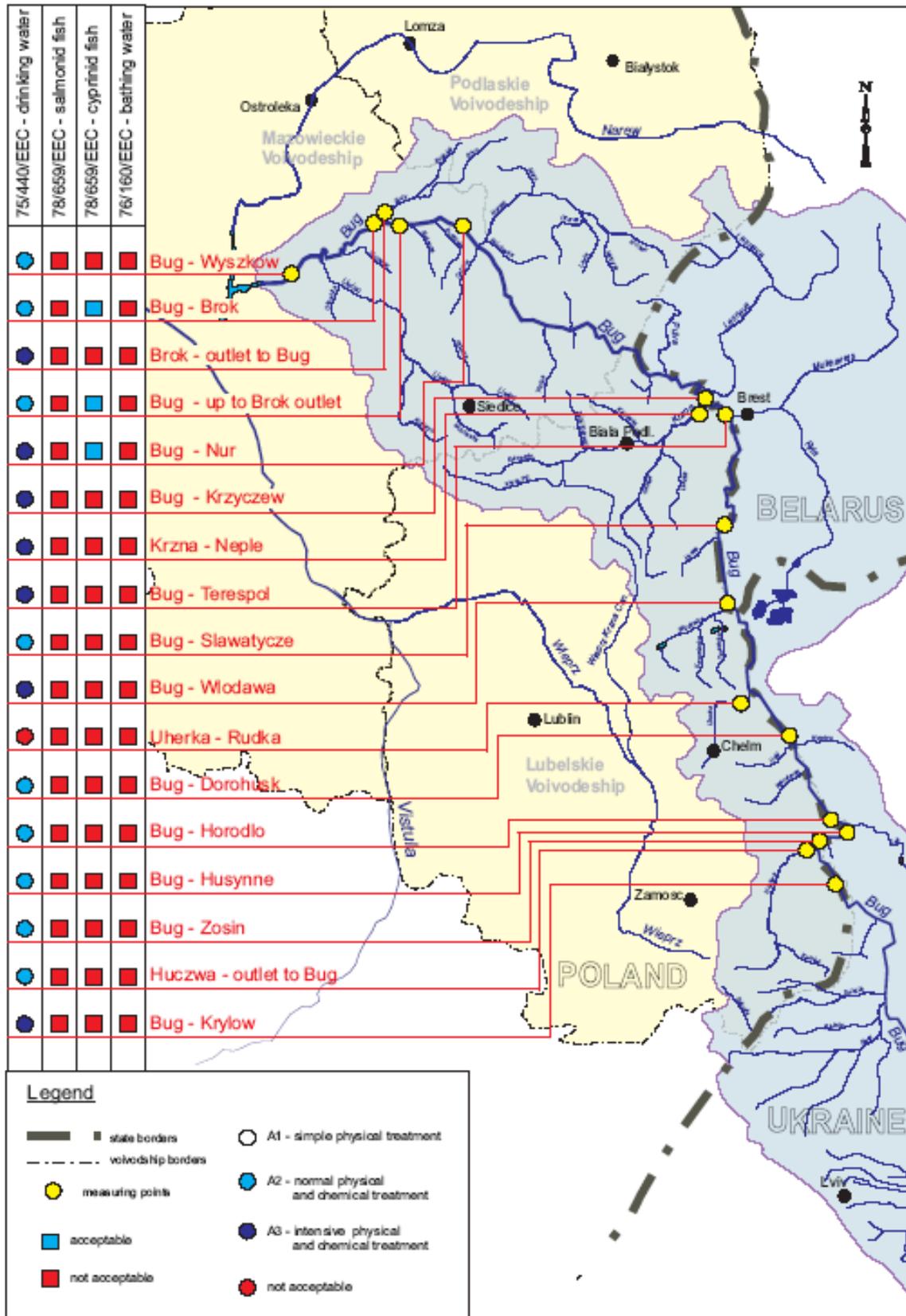


Abbildung 5: Wasserqualität des Bug nach EU-Anforderungen

Zur Charakterisierung der Wasserqualität des Bug wurde der ukrainische Teil des Einzugsgebietes in 5 Teilgebiete untergliedert (auf der Grundlage eines TACIS- Projektes):

1.) Bereich oberhalb Kamianka Buska

Dieser Gewässerabschnitt wird durch die enorme Verunreinigung und die schlechten hydrobiologischen Bedingungen der **Poltva**, welche durch die **KA L'viv** (Lemberg) verursacht werden, charakterisiert.

2.) Bereich ab Kamianka Buska bis Lytovež (Beginn der gemeinsamen Grenze UA/PL)

Die Nebenflüsse **Rata** und **Solokija** weisen sehr hohe CSB-Frachten, wie auch hohe BSB₅- und N-NH₄-Werte, auf. Die Solokija kommt schon mit wesentlichen Verunreinigungen aus Polen (vermutlich hauptsächlich infolge von Deponiesickerwasser aus der Mülldeponie von Tomaszów Lubelski).

3.) Bereich von Lytovež bis oberhalb Ustyluh

Nur ein schmaler Bereich dieses Teileinzugsgebietes liegt in der Ukraine. Der kleine Nebenfluss **Studianka** liefert hohe Schwermetallfrachten, verursacht durch die Bergbautätigkeit in diesem Gebiet.

4.) Bereich von Ustyluh bis Jagodin

Die obere **Luha** weist hohe Belastungen anthropogenen Ursprungs aufgrund der ausgeprägten Flächennutzung und wird zudem durch die Einleitung von der **KA Lokači** stark verunreinigt.

Die obere **Gapa** wird durch die **KA Lyuboml** belastet.

5.) Restlicher Bug

Dieser Abschnitt wird im Wesentlichen durch den Zufluss der **Uherka** von der polnischen Seite beeinflusst, aber eher positiv, da die Wasserqualität im Bug unterhalb der Uherka besser wird.

3 Zustand der Abwasserentsorgung

3.1 Allgemeine Situation der Abwasserentsorgung in der Ukraine

Die Ukraine hat 46,7 Mio. Einwohner, von denen 7 Mio. Einwohner [15] nicht an eine zentrale Abwasserentsorgung angeschlossen sind. Das entspricht einem Anschlussgrad von 85%. Verglichen mit Deutschland, wo 93% [14] aller Einwohner an Kläranlagen angeschlossen sind, liegt der ukrainische Anschlussgrad somit etwas niedriger. Das Lemberger Gebiet befindet sich dabei noch unter dem ukrainischen Durchschnitt. Im europäischen Maßstab gesehen, liegt das ukrainische Anschlussgradniveau noch über dem Frankreichs und Italiens, wo 79% bzw. 73% [14] der Einwohner an Kläranlagen angeschlossen sind. Berücksichtigt man bei der Bewertung dieser Zahlen die Einwohnerdichte, so ist festzustellen, dass trotz geringer Bevölkerungsdichte ein hoher Anschlussgrad vorhanden ist (Abb. 7).

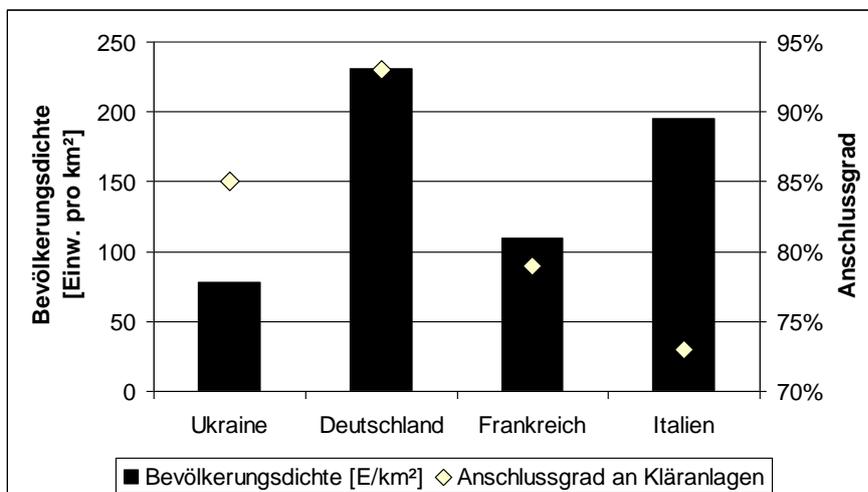


Abbildung 6: Bevölkerungsdichte und Anschlussgrade an Kläranlagen im Vergleich zwischen Ukraine und anderen europäischen Ländern

Obleich eine umfassende Analyse der Situation der Abwasserentsorgung in der gesamten Ukraine nicht verfügbar ist, kann festgestellt werden, dass sehr große Unterschiede auch bei der Entwicklung der Abwasserbeseitigung zwischen verschiedenen Städten, Regionen oder Landesteilen bestehen. Der Ausbau- bzw. Modernisierungsgrad hängt sehr stark von der regionalen Wirtschaftskraft und dem kommunalpolitischen Engagement ab. Die Untersuchung der westukrainischen Grenzregion im Rahmen des vorliegenden Projektes erlaubt somit keine Extrapolation der Ergebnisse auf die gesamte Ukraine. Der innerukrainische Vergleich zeigt jedoch, wie notwendig eine stärkere Förderung der Abwasserwirtschaft im Grenzgebiet zur EU ist.

Die Errichtung der ukrainischen Kläranlagen erfolgte insbesondere in den 1960er und 1970er Jahren [2], so dass die Anlagen oft 40 bis 50 Jahre alt sind. Sie wurden als „Typenprojekte“ errichtet und verfügten lange Zeit über einen vergleichsweise guten Reinigungsstandard, der z. B. über dem vieler Kläranlagen der ehemaligen DDR lag. Alle im Rahmen des Projektes besichtigten Anlagen verfügen neben der mechanischen auch über eine in Betrieb befindliche biologische Reinigungsstufe.



Abbildung 7: Moderne (Černihiv, links) und veraltete Pumpstationen (Červonohrad, rechts)

Die Anfänge der ukrainischen Kanalisationen gehen deutlich weiter zurück. Aber auch die Kanalnetze erfuhren in den 1960er bis 1980er Jahren Ausbauschiebe. Der Kenntnisstand über den Zustand der Kanalisationen ist gering, da keine dem Stand der Technik entsprechenden Inspektionen stattfinden. Bestandsdokumentationen liegen häufig gar nicht, teilweise in analoger, in fortschrittlichen Unternehmen allerdings schon in digitaler Form vor.

Einige Vodokanal-Unternehmen verfügen über Hochdruckspültechnik, mit der Ablagerungen und Verstopfungen in Kanälen beseitigt werden können. Gelingt Letzteres auf diesem Wege nicht, muss aufgegraben werden. Weitergehende, moderne Reinigungs- bzw. Sanierungsmethoden wie z. B. Robotertechnik sind nur wenig bekannt und selten verfügbar. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die mit Planung, Bau und Betrieb von Kanalisationen zusammenhängenden Themen mit Ausnahme der Beseitigung von akuten baulichen oder betrieblichen Schäden eine eher untergeordnete Rolle spielen, was wohl auch daran liegt, dass die Netze noch über Substanzreserven verfügen, da ihre technische Nutzungsdauer noch nicht abgelaufen ist.

Die Entwässerung der Großstädte erfolgt überwiegend im Mischsystem, woraus Belastungen der Gewässer resultieren, die derzeit aber keinen dringenden Handlungsbedarf induzieren, da andere Emissionsquellen bzw. Vorhaben weitaus höhere Priorität genießen. Dies trifft z. B. auf die ca. 1.700 in der Ukraine vorhandenen Pumpwerke zu, deren maschinelle und elektrotechnische Ausrüstung die technischen Nutzungsdauern von 10 bis 25 Jahren in der Regel überschritten haben. 40 % der Pumpen sind defekt [2], verfügen über keine Regelungstechnik bzw. Sensoren und weisen eine geringe Energieeffizienz auf. Sie bilden derzeit einen Schwerpunkt im Investitionsgeschehen, da einerseits die Energiepreise stark angestiegen sind und andererseits der Ersatz einer Pumpe noch in einem überschaubaren finanziellen Rahmen erfolgen kann. Die Pumpstationen sind meist mit trocken aufgestellten Pumpen ausgerüstet. Die Substanz der besichtigen Baukörper lässt die Vermutung zu, dass sie auch weiter nutzungsfähig sind und nach einer Sanierung neue Ausrüstungen aufnehmen könnten.

Probleme bereitet auch die Entwicklung der Abwassermengen. Zwar ist der Wasserverbrauch in der Ukraine immer noch – gemessen an deutschen Verhältnissen – sehr hoch, jedoch hat die degressive Entwicklung der industriellen Abwässer in einigen Fällen zu deutlichen Mengenrückgängen geführt, die sich insbesondere in langen

Aufenthaltszeiten in Pumpensämpfen und Druckleitungen und in Folge ansteigender Ablagerungen im Netz auch durch eine wachsende Zahl von Betriebsstörungen durch Verlandungen bemerkbar machen. Abb. 9 [16] gibt einen Überblick über den Wasserverbrauch ukrainischer Städte.

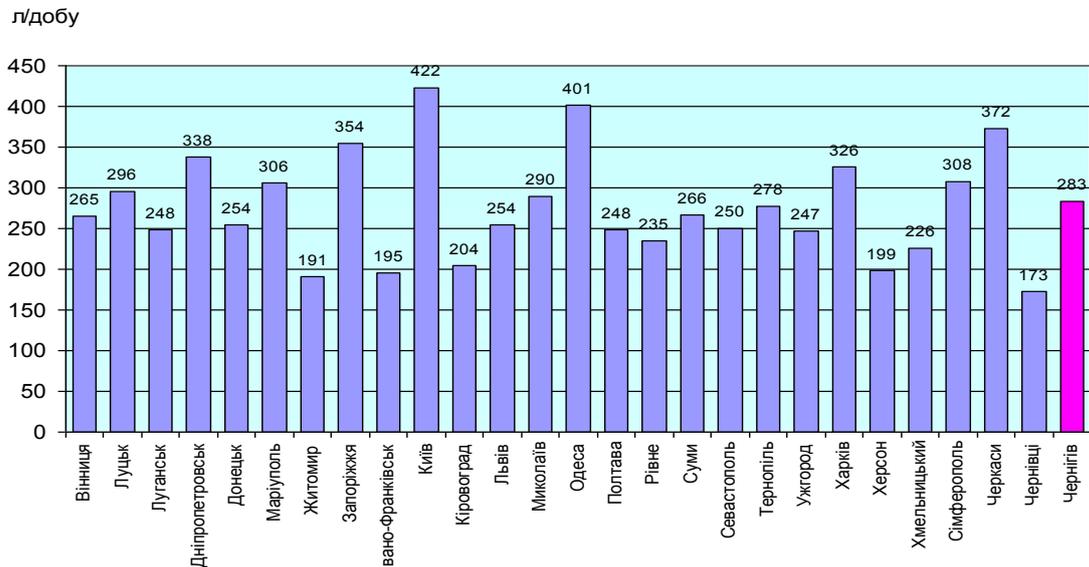


Abbildung 8: Wasserverbrauch ukrainischer Städte in Liter pro Einwohner und Tag

In den kommenden Jahren ist mit einem Rückgang des Wasserverbrauchs zu rechnen, da vielerorts begonnen wurde, durch den Einbau von Haus- oder Wohnungswasserzählern eine möglichst genaue Abrechnungsbasis zu schaffen. Durch den Einbau eines Wasserzählers kann der Wasserverbrauch um 2/3 bis 3/4 sinken.

Eine Automatisierung von Anlagen (Pumpwerke und Kläranlagen) ist bisher nur in wenigen Fällen erfolgt. Die bestehenden Defizite werden durch einen hohen Personaleinsatz ausgeglichen. Jedes Pumpwerk im Kanalnetz und jede technologische Stufe einer Kläranlage wird per Hand bedient, da Wasserstandssensoren und SPS ebenso kaum vorhanden sind wie Frequenzumrichter oder Prozessleittechnik. Auch die Kläranlagen verfügen in der Regel über keinerlei Online-Mess- und Regeltechnik, weshalb das Erreichen von guten Ablaufwerten einzig und allein der Erfahrung der Mitarbeiter zuzuschreiben ist. Insbesondere bei Zulaufspitzen in Bezug auf Abwasserinhaltsstoffe und –mengen bestehen jedoch kaum Möglichkeiten, durch eine veränderte Fahrweise einer Anlage zu reagieren. Eine Industrieeinleiterüberwachung findet nicht konsequent statt, da einerseits dazu die technischen Möglichkeiten fehlen und dies andererseits entweder politisch nicht gewollt oder durch die Industrieunternehmen unterlaufen wird. Ein weiterer Grund ist die mangelhafte Ausstattung der Betriebslabore, die kaum über moderne Geräte verfügen und somit viele industrietypische Inhaltsstoffe nicht nachweisen können.

Der Zustand einiger Abwasserreinigungsanlagen der Westukraine wurde bereits in [11] näher analysiert. Die getroffenen Aussagen wurden im Rahmen des vorliegenden Projektes im Wesentlichen bestätigt und an Beispielen aus dem Projektgebiet untersetzt. Ebenso wie die Abwasserpumpwerke befinden sich die Ausrüstungen der Kläranlagen, teilweise auch die Bausubstanz in einem sehr schlechten Zustand. In [11] heißt es dazu:

„Die technischen Anlagen zur Abwasserableitung (Kanalisation) und Abwasserreinigung (Kläranlagen) in der Ukraine befinden sich in einem Zustand fortgeschrittenen physischen Zerfalls. Seit dem Bau wurden keine grundlegenden Maßnahmen zur Instandhaltung und Sanierung durchgeführt....Seit Mitte der 1980er Jahre ist eine fortschreitende Verschlechterung der gesamten Abwasserreinigung festzustellen. Probleme im Anlagenbetrieb und die mangelhafte Reinigungsleistung ergeben sich aus dem schlechten technischen Zustand sowie der fehlenden Wartung der Kläranlagen. Der größte Teil des in die Vorfluter eingeleiteten kommunalen Abwassers ist nicht oder nicht vollständig geklärt; damit führt die Einleitung – trotz des verhältnismäßig geringen Anteils von 5 % am Gesamtabfluss – zu einer starken Verschmutzung der natürlichen Gewässer. Es ist davon auszugehen, dass die tatsächliche Belastung der Vorfluter durch die Abläufe der kommunalen Kläranlagen in der Ukraine wesentlich höher ist, als anhand der Werte der Eigen- und Fremdüberwachung abzuleiten wäre. Die Behandlung und Entsorgung des bei der biologischen Abwasserreinigung anfallenden Klärschlammes ist seit Jahren nicht geklärt; die vorgesehene Klärschlammfäulung hat infolge der mangelhaften Technologie und Ausführung der Faultürme nie funktioniert, so dass diese Anlagen durchgängig nicht mehr in Betrieb sind.“

Die Schlamm Entsorgung stellt heute neben der mangelnden Energieeffizienz das Hauptproblem der Wasser- und Abwasserunternehmen dar. Die Stadt L'viv verfügt z. B. über 60 ha Schlammplätze, die jedoch alle überfüllt sind und im Sommer zu Geruchsbeeinträchtigungen im Stadtgebiet führen. Aber auch von Vertretern anderer Städte werden Probleme bei der Schlamm Entsorgung meist an erster Stelle genannt, so z. B. in Novovolyn'sk und Červonohrad.



Abbildung 9: Überfüllte Schlammbecken der KA Červonohrad

Zusammengefasst weisen die derzeitigen Aufgaben der Abwasserwirtschaft in der Ukraine - unter Zugrundelegung der Standards der EU - folgenden zwei Schwerpunkte auf:

1. Errichtung von modernen Schlammbehandlungsanlagen
2. Rekonstruktion von Kläranlagen und Pumpwerken mit dem Ziel von Energieeinsparung

Hinzu kommen Fragen der Schaffung einer besseren finanziellen Basis der Vodokanalunternehmen und dann jeweils örtlich variierende weitere Zielstellungen.

3.2 Rechtliche und administrative Rahmenbedingungen

3.2.1 Normative Grundlagen der ukrainischen Wasserwirtschaft

Die Regulierung der Wasserwirtschaft und des Gewässerschutzes unterliegt in der Ukraine zahlreichen Rechtsakten. Die wichtigsten Vorschriften sind:

- das Gesetz „Über den Umweltschutz (1991)“²
- der „Wasserkodex der Ukraine (1995)“³,
- das Gesetz „Über das Trinkwasser und die Trinkwasserversorgung (2002)“
- das Gesetz „Über das staatliche Programm der Wasserwirtschaftsentwicklung (2002)“
- verschiedene Verordnungen des Ministerkabinetts der Ukraine und des Komitees für Wasserwirtschaft.

Die entscheidenden Fragen für die Entwicklung der Abwasserwirtschaft nach der Unabhängigkeit der Ukraine wurden bereits 1992 im Gesetz „Über die Ratifikation des Protokolls über Wasser und Gesundheit“⁴ aufgegriffen. Diese umfassen:

- den Bau und die Rekonstruktion des Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungssystems,
- die Entwicklung der technologischen Normen für die Wassernutzung und Wasserableitung in Unternehmen sowie
- den Bau und die Rekonstruktion der kommunalen Kläranlagen.

Nach wie vor sind jedoch mindestens 25% der bestehenden Kläranlagen sanierungsbedürftig; etwa ein Drittel der Haushaltsabwässer wird nicht gereinigt in die Vorfluter eingeleitet [18].

Vor diesem Hintergrund wurde das nationale Programm „Trinkwasser in der Ukraine“⁵ für den Zeitraum 2006-2020 entwickelt, das sich folgende Ziele setzt:

- Ausbau und Sanierung der Wasserver- und Abwasserentsorgungsinfrastruktur (die Wasserverluste betragen 45% (2005), 10.900 km der ukrainischen Kanalisationsleitungen sind sanierungsbedürftig);

² Відомості Верховної Ради (ВВР), 1991, N 41, ст.546.

³ Відомості Верховної Ради (ВВР), 1995, N 24, ст.189.

⁴ Відомості Верховної Ради (ВВР), 2004, N 5, ст.30.

⁵ Відомості Верховної Ради (ВВР), 2005, N 15, ст.243.

- Ausrüstung der Wasserver- und Entsorgungssysteme im Industriebereich mit energiesparenden Technologien, Einrichtungen für die Trinkwasseraufbereitung und Abwasserreinigung sowie deren Kontrolle.

Die Bedingungen für die Einleitung der Abwässer in offene Gewässer der Ukraine werden durch die „Normen zum Schutz der Oberflächengewässer gegen Verschmutzung durch abgeleitete Abwässer“⁶ geregelt. In Abhängigkeit von der Benutzung unterscheidet man in der Ukraine 2 Typen an Normen zur Wasserqualität:

- 1) für Trinkwasser und Sanitärwasser,
- 2) für Fischereiwirtschaft.

Die Normen für die Fischereiwirtschaft sind deutlich strikter, insb. bezüglich des biologischen Sauerstoffbedarfs (BSB).

Für die Anforderungen für Trink- und Sanitärwasser werden 2 Kategorien festgelegt:

- 1.1) für Gewässer, die als Quelle für zentralisierte und dezentralisierte Trinkwasserversorgung und für die Wasserversorgung der Lebensmittelindustrie, genutzt werden;
- 1.2) für Gewässer, die zum Baden, Sport und Erholung der Bevölkerung dienen.

Aufgrund des Umfangs der Abwässer und der spezifischen sanitären sowie hydraulischen Daten des Gewässers, werden die Höchstgrenzen für Ableitungen für jedes einzelne Unternehmen in Abstimmung mit der regionalen Verwaltung des Ministeriums für Umweltschutz vereinbart. Die Einhaltung dieser Grenzwerte wird durch die regionalen Umweltinspektionen kontrolliert.

Die Vodokanalunternehmen haben folgende Verpflichtungen:

- Empfang, Ableitung und Reinigung der Abwässer im Rahmen der ausgerechneten Projektkennwerte der kommunalen Kläranlage. Die Anforderungen hierfür ergeben sich aus den Normen zum Schutz der Oberflächengewässer vor Verunreinigung durch eingeleitete Abwässer sowie aus den Bedingungen des mit der Umweltverwaltung abgeschlossenen Vertrages und den lokalen Normen für den Empfang und die Ableitung von Abwässern;
- Bestimmung der Qualitäts- und Quantitätskennwerte für die Aufnahme der Abwässer von Unternehmen in die Ortskanalisation sowie Einforderung der Einhaltung der im Versorgungsvertrag mit den Unternehmen vereinbarten Anforderungen hinsichtlich Wassernutzung und Abwassereinleitung;
- Information der Unternehmen über die Änderungen von Anforderungen hinsichtlich der Qualität der Abwässer, die mit einer Veränderung der Grenzwerte für die Einleitung von verunreinigenden Stoffen in die Wasserobjekte verbunden sind;
- Überwachung des technischen Zustandes der örtlichen Kanalisationssysteme, Überprüfung der Konditionen für die Einleitung von Abwässern durch Unternehmen und Kontrolle der Einhaltung der örtlichen Regeln und Vertragsbedingungen durch die Unternehmen.

⁶ Genehmigt durch die Verordnung des Ministerkabinetts der Ukraine vom 25. März 1999, Nr. 465.

Die Regulierung der Abwasserwirtschaft erfolgt ferner durch die Vorschriften über die „Festlegung und den Einzug der Gebühren für die Einleitung industrieller und anderer Abwässer in die Kanalisationssysteme der Orte“⁷. Zentrales Problem für viele ukrainische Kommunen ist die unzureichende lokale (innerbetriebliche) Klärung industrieller Abwässer. Viele Industrieunternehmen leiten hoch konzentrierte Abwässer in die städtischen Kanalisationsnetze ein. Diese zerstören die Kanalisationsnetze und beeinträchtigen die Funktion der kommunalen Kläranlagen, deren Klärschlamm für landwirtschaftliche Zwecke unbrauchbar wird. Für die Lösung dieses Problems wurde in der Ukraine ein Programm zur „Regulierung der Aufnahme abgeleiteter Abwässer in kommunale Kanalisationsleitungen der Städte in der Ukraine“ entwickelt.

Auf Basis dieses Programms entwickeln die Vodokanalunternehmen örtliche Pläne für die Aufnahme der Abwässer in das Kanalisationssystem, welche die zugelassenen Konzentrationen für jeden Schadstoff, der in die Kanalisation eingeleitet werden kann, bestimmt. Hier können auch örtliche Besonderheiten bei der Einleitung der Abwässer in die Ortskanalisation berücksichtigt werden.

Die örtlichen Regeln der Aufnahmen von Abwässern werden nach dem Gesetz „Über die lokale Selbstverwaltung in der Ukraine“ durch die Exekutivorgane der Stadt- und Gemeinderäte auf Vorschlag der Vodokanalunternehmen und in Abstimmung mit den territorialen Organen des Ministeriums für Umweltschutz und des Ministerium für Gesundheitsschutz festgelegt.

Der Ablauf und die Normen für die Einleitung verunreinigender Stoffe ins Kanalisationssystem des Ortes werden für jedes einzelne Unternehmen durch das Vodokanalunternehmen bestimmt.

3.2.2 Regulierung der Kommunalwirtschaft

Die Wasser- und Abwasserunternehmen sind grundsätzlich den Stadtverwaltungen unterstellt. Aber die Verwaltung des kommunalen Eigentums ist in der Ukraine bislang wenig entwickelt (sowohl aus rechtlicher als auch aus praktischer Sicht). Zwei entsprechende Gesetze der Ukraine, und zwar „Über die örtliche Selbstverwaltung in der Ukraine“⁸ und „Über wohn- und kommunale Dienstleistungen“ bestimmen nur allgemeine Verpflichtungen der kommunalen Behörden bezüglich der Leitung der kommunalen Unternehmen.

In der Praxis mangelt es bei den Verwaltungen teilweise an Kompetenz in Fragen des Managements kommunalen Unternehmen[17]. Unternehmensleiter sind oft von der politischen Ausrichtung des Stadtrates abhängig. Die Stadtverwaltung kann sich in der Regel in die täglichen Arbeitsabläufe der kommunalen Betriebe einmischen. Dies gilt insbesondere für finanzielle Fragen, da die Einnahmen aus Gebühren bei der Mehrzahl der ukrainischen Wasserunternehmen bislang nicht ausreichen, um die Kosten zu decken und die Verluste durch das Stadtbudget ausgeglichen werden müssen. Arbeiter und Angestellte der Vodokanalunternehmen verdienen oft unterdurchschnittlich niedrige Löhne und Gehälter.

Die Regulierung der kommunalen Unternehmen ist aus folgenden Gründen erschwert:

⁷ Registriert im Justizministerium der Ukraine am 26. April 2002, Nr. 402/6690, Genehmigt durch die Verordnung des Staatlichen Komitees für Bau, Architektur und Wohnungspolitik der Ukraine vom 19. Februar 2002, Nr. 37.

⁸ Відомості Верховної Ради (ВВР), 1997, N 24, ст.170.

- teilweise Überschneidung der Kompetenzen der regulierenden Organe,
- keine vollständige Gesetzgebung zur Regulierung der wirtschaftlichen Tätigkeiten von kommunalen Betrieben und Wasserunternehmen,
- ineffiziente Organisation im Verhältnis Kommune (Stadtverwaltung) - Vodokanal,
- ungenügende Fachkompetenz zu Fragen der kommunalen Infrastruktur auf Seiten der Stadtverwaltungen.

3.2.3 Gebührenerhebung

Die Grundlagen der Tarifbildung der Abwasserwirtschaft sind im Erlass des Komitees für Bau, Architektur- und Wohnpolitik der Ukraine über die Genehmigung der Ordnung der Tarifbildung im Bereich der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung⁹ (2001) sowie in der Verordnung des Ministerkabinetts über die Tarifbildung in Bereich der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung(2006) verankert. Wichtig sind in dieser Hinsicht auch die Gesetze der Ukraine „Über die lokale Selbstverwaltung in der Ukraine“ und „Über die natürlichen Monopole“ sowie der Erlass des Ministerkabinetts über die Kompetenzen der Exekutivorgane der Stadträte im Bereich der Preis- und Tarifregulierung (1996).

Die Basistarife werden durch die Wasserunternehmen aufgrund folgender Elemente bestimmt:

- Produktionsprogramm des Unternehmens für das kommende Jahr,
- wirtschaftlich begründete Ausgaben des Unternehmens,
- staatliche statistische Rechenschaftsberichte und
- Berechnungen der Wasserunternehmen zur Höhe der Steuer und Pflichtzahlungen für die geplante Periode.

Die Kalkulationseinheit ist dabei ein m³ Abwasser.

Die durch die Unternehmen errechneten Tarife werden den bevollmächtigten Organen (abhängig von der Eigentumsform des Unternehmens in Falle des staatlichen Eigentums - den lokalen staatlichen Administrationen, laut dem Gesetz der Ukraine über die lokale staatliche Administration(1999) oder, wenn sich das Unternehmen im kommunalen Eigentum befindet - den örtlichen Räten (gemäß Art. 30 des Gesetzes der Ukraine über die lokale Selbstverwaltung(1997)) vorgelegt. Neben dem Vorschlag für die Tarife werden auch die Angaben über Umsatz, die Verbrauchskennziffern und die Preise für Rohstoffe, Materialien, Dienstleistungen etc. vereinbart.

Das bevollmächtigte Organ ist verpflichtet, den Tarifvorschlag der Wasserunternehmen innerhalb von 20 Tagen nach Vorlage der entsprechenden Dokumente zu akzeptieren oder abzulehnen.

Die festgelegten Basistarife sollen im Falle einer Änderung der Steuer- und Gebührensätze, des gesetzlich festgelegten Minimallohnes, der Renten und anderer Pflichtzahlungen sowie der Preise und Tarife für Energieressourcen (Elektroenergie, Erdgas, Erdöl etc.) zur Gewährleistung der vollständigen Entschädigung der operativen Tätigkeit korrigiert werden. Das Verfahren zur Korrektur der Tarife ist mit dem o.g. Verfahren identisch.

⁹ Genehmigt durch die Verordnung des Staatlichen Komitees für Bau, Architektur und Wohnungspolitik der Ukraine von 12. Juli 2006, Nr. 959.

Die bevollmächtigten Organe können die Tarife auch gemäß dem Gesetz „Über die Preise und die Preisbildung“ durch Festlegung von Grenzwerten im Rahmen der Basistarife festlegen. Der Tarif wird dann als Grenzwert für eine bestimmte Zeitperiode festgesetzt, im Laufe derer das Unternehmen infolge von Einsparmaßnahmen zusätzliches Einkommen erwirtschaften kann. Die Vereinbarung der Tarife erfolgt dadurch häufig als Grenzwert auf Basis der Selbstkosten des Unternehmens vom Vorjahr. Preissteigerungen im Laufenden Geschäftsjahr (z.B. der Energiekosten) oder Investitionsaufwendungen werden dadurch oft ungenügend berücksichtigt und können zu einem negativen Deckungsbeitrag führen.

Die Abwassergebühren lagen Anfang des Jahres 2007 in den Kommunen des Lemberger Gebietes bei Durchschnittlich 1,82 UAH/m³ und betragen somit ca. 1/10 der deutschen durchschnittlichen Gebühren. Die Bandbreite reicht dabei von 0,48 (Drohobyč) bis zu 4,03 UAH/m³ (Skole) [19].

3.2.4 Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Der kommunale Sektor der Ukraine ist durch die Wirtschaftsorganisation der UdSSR geprägt. Insbesondere in den 60er und 70er Jahren ist in der UdSSR ein großes Netzwerk an Versorgungsunternehmen aufgebaut worden. In erster Linie handelt es sich dabei um Unternehmen der Wasserversorgung, der Abwasserentsorgung und der Wärmeversorgung. Obwohl die Unternehmen in diesem Sektor ineffizient hinsichtlich des Deckungsbeitrages arbeiteten, war die Qualität der Dienstleistungen aufgrund hoher Subventionen auf zufrieden stellendem Niveau. Diese Situation wurde auch durch niedrige Energiekosten und schwache Umweltschutzaufgaben von staatlicher Seite gefördert.

Mit der Unabhängigkeit der Ukraine sind die Versorgungsunternehmen ins Eigentum der Stadtverwaltungen übergeben worden. Gleichzeitig stiegen tendenziell die Preise für Energie und staatliche Subventionen für die Versorgungswirtschaft wurden drastisch verringert. Seit 1991 verschlechterte sich daher die Situation im Versorgungs- und Entsorgungssektor deutlich. Ein Problem besteht darin, dass die Unternehmen den Stadtverwaltungen untergeordnet sind und ihre Einnahmen aus politischen und sozialen Erwägungen nicht immer an die marktwirtschaftlichen Bedingungen angepasst wurden.

Durch die große Verschuldung des Staates entfielen staatliche Finanzierungen und Subventionen für Modernisierungen und Instandhaltung der technischen Anlagen nahezu vollständig. Die Ausstattung der Wasserunternehmen, die in den 60er und 70er Jahren installiert wurde, ist daher bei vielen Vodokanalunternehmen bis zum heutigen Tag nicht saniert wurden.

In den vergangenen 2 Jahren ist eine deutliche Verbesserung der Gebührenpolitik von Seiten der Stadtverwaltungen erkennbar, so dass die Deckungsbeiträge der Unternehmen überwiegend steigen. In der Ukraine beträgt der durchschnittliche Deckungsbeitrag durch die Einnahme von Gebühren ca. 60-80%.

Einige kommunale Unternehmen sind mit dem Problem konfrontiert, dass Bürger die Zahlung ihrer Gebühren verweigern. Eine klare Regulierung dieses Themas, z.B. durch einen Ausgleich der Einnahmeausfälle durch den Staat oder die Kommune, existiert bislang nicht. Die Situation hat sich in letzten Jahren vor allem durch eine verbesserte Informationspolitik der Wasserunternehmen und Kommunen verbessert. Im Jahr 2005 sind bei einigen Unternehmen bereits nahezu 100% der möglichen Zahlungen eingegangen.

Der Investitionsbedarf zur Instandhaltung und Modernisierung der ukrainischen Wasserwirtschaft bis zum Jahr 2012 wird von der Weltbank auf insgesamt 7 Milliarden USD

geschätzt, wobei ca. 60 % auf die Wasserversorgung und 40% auf die Abwasserentsorgung entfallen [17].

Der Investitionsbedarf in der Wasserversorgung liegt mit 72% hauptsächlich im Netz (inkl. der Installation von Zählern), gefolgt von 15% für die Aufbereitung, 9% für Pumpentechnik und 4% für Anlagen zu Wasserentnahme. In der Abwasserentsorgung wird der Investitionsbedarf sowohl im Kanalnetz (55%) als auch bei den Kläranlagen (42%) und der Pumpentechnik (3%) gesehen.

3.3 Zustand der Abwasserentsorgung im Einzugsgebiet des Bug

Im **ukrainischen Teil** des Einzugsgebietes des Bugs ist der überwiegende Teil der Stadtbevölkerung an die zentrale Wasserversorgung sowie an ein Abwasserentsorgungssystem angeschlossen.

In ländlichen Gebieten liegt der Anschlussgrad an

die zentrale Wasserversorgung bei etwa 30 %
und an die Abwasserentsorgung bei etwa 24 %.

3.3.1 Wassernutzung / Wasserverbrauch

Zur Wassernutzung im ukrainischen Teil des Bug-Einzugsgebietes liegen Angaben aus dem Jahre 1998 [2] vor:

Tabelle 4: Wassernutzung im ukrainischen Teil des Bug-Einzugsgebietes

	Wasserbedarf	
	Mio. m ³ /a	
Trinkwasser (Haushalte)	55,2	Grundwasser (zu 100 %)
Industrie	13,1	Grundwasser (zu 50 %) Oberflächenwasser (zu 50 %)
Landwirtschaft	13,9	(keine Angaben)
Fischteiche/Fischzucht	2,8	(keine Angaben)

Der durchschnittliche Wasserverbrauch der Bevölkerung für Trink- und Haushaltszwecke im ukrainischen Teil des Bug-Einzugsgebietes wird mit 192 l/E*d angegeben [2].

Im ukrainischen Teil des Bug-Einzugsgebietes wurden Speicherbecken hauptsächlich zum Hochwasserschutz und zur Kühlwasserentnahme errichtet. Das größte Speicherbecken befindet sich am Bug bei Dobrotvir und dient hauptsächlich dem Kraftwerk für Kühlwasserzwecke, daneben trägt es aber auch durch die Ablagerungs- und Sedimentationsprozesse wesentlich zur Reduzierung der Schadstofffrachten im Gewässer bei.

3.3.2 Belastung der Gewässer durch Abwasser

Im ukrainischen Teil des Flusseinzugsgebietes des Bug werden **jährlich** etwa **200.000 m³** Abwasser, die zum größten Teil nur unzureichend gereinigt sind, in den Bug bzw. seine Nebenflüsse eingeleitet (gem. [2] für das Jahr 1999).

Die aus Punktquellen in die Gewässer eingeleiteten Schadstofffrachten werden in nachfolgender Tabelle zusammengestellt [2]:

Tabelle 5: Schadstofffrachten aus Punktquellen in der Ukraine

	BSB ₅	N _{ges.}	P _{ges.}
	t/a	t/a	t/a
<u>gem. Bug-Report No.2</u>			
Ukraine (1999)	2.930*	426*	271*
- davon: KA L'viv	2.470	178	207
<u>Bug-Einzugsgebiet gesamt</u>	<u>3.660</u>	<u>1.104</u>	<u>340</u>

* nur aus Punktquellen

Die auf ukrainischem Gebiet in den Bug und seine Nebenflüsse eingetragenen Schadstofffrachten unterliegen bis zur Grenze zu Polen einer drastischen Reduzierung infolge der biologischen Selbstreinigung sowie Ablagerungsprozessen im Gewässer. Für den Monitoring-Standort bei Kryłów (PL) sowie für den Zufluss in den Zegrzyn-Stausee (vor Warschau) werden folgende Schadstofffrachten angegeben [2]:

Tabelle 6: Schadstofffrachten an der polnische-ukrainischen Grenze und vor Warschau

	BSB ₅	N _{ges.}	P _{ges.}
	t/a	t/a	t/a
Kryłów (Grenze UA/PL)	915	725	158
<u>Zegrzyn-Stausee (Zufluss)</u>	<u>23.540</u>	<u>21.875</u>	<u>1.176</u>

Demnach ist die Gewässerbelastung im ukrainischen Teileinzugsgebiet des Bug nicht als Hauptursache für eventuelle Probleme bei der Trinkwasserversorgung von Warschau einzustufen. Nichtsdestotrotz sind die gegenwärtig auf ukrainischem Gebiet in den Bug und seine Nebenflüsse eingetragenen Schadstoffe, insbesondere hinsichtlich der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie einzelner Schwermetalle (Pb, Cd), für die Schadstoffbelastung der Ostsee von Bedeutung. Die Helsinki-Kommission zum Schutz der Ostsee gibt folgende Schadstofffrachten für Stickstoff und Phosphor sowie einzelne Schwermetalle an, welche aus ukrainischem Gebiet über Bug und Weichsel letztendlich in die Ostsee gelangen [4].

Tabelle 7: Schadstofffrachten aus dem ukrainischen Gebiet zur Ostsee

gem. HELCOM (März 2005)	BSB ₅ t/a	N _{ges.} t/a	P _{ges.} t/a
Ukraine	keine Angabe	5.307**	311**
- Anteilig an Weichsel- Einzugsgebiet		ca.5%	ca.4%
- Anteilig am Ostsee- Einzugsgebiet		ca.0,7%	ca.0,9%

** einschl. diffuser Quellen aus der Landwirtschaft

Die Kommission weist weiterhin in ihrem Bericht auf sehr hohe Schadstofffrachten für einzelne Schwermetalle, wie Blei und Cadmium hin. Die jährlich aus der Ukraine eingeleiteten Frachten betragen für Blei 32 t/a und für Cadmium 3,8 t/a, entsprechend ca. 6,7% bzw. 7,2% der insgesamt in die Ostsee eingeleiteten Mengen.

3.3.3 Abwassereinleiter und Abwasserreinigung

Punktquellen

Das gesamte Einzugsgebiet des Bug ist im Bereich der Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung relativ schwach entwickelt. Das betrifft insbesondere die ländlichen Gebiete, die z.B. im ukrainischen Teil des Einzugsgebietes nur zu etwa 30 % an die Trinkwasserversorgung und zu etwa 24 % an ein Abwasserentsorgungssystem angeschlossen sind (s. auch Pkt. 2).

Im ukrainischen Teil des Bug-Einzugsgebietes gibt es insgesamt 16 kommunale Kläranlagen mit einer Kapazität von mehr als 150 m³/d (siehe Bild 11).

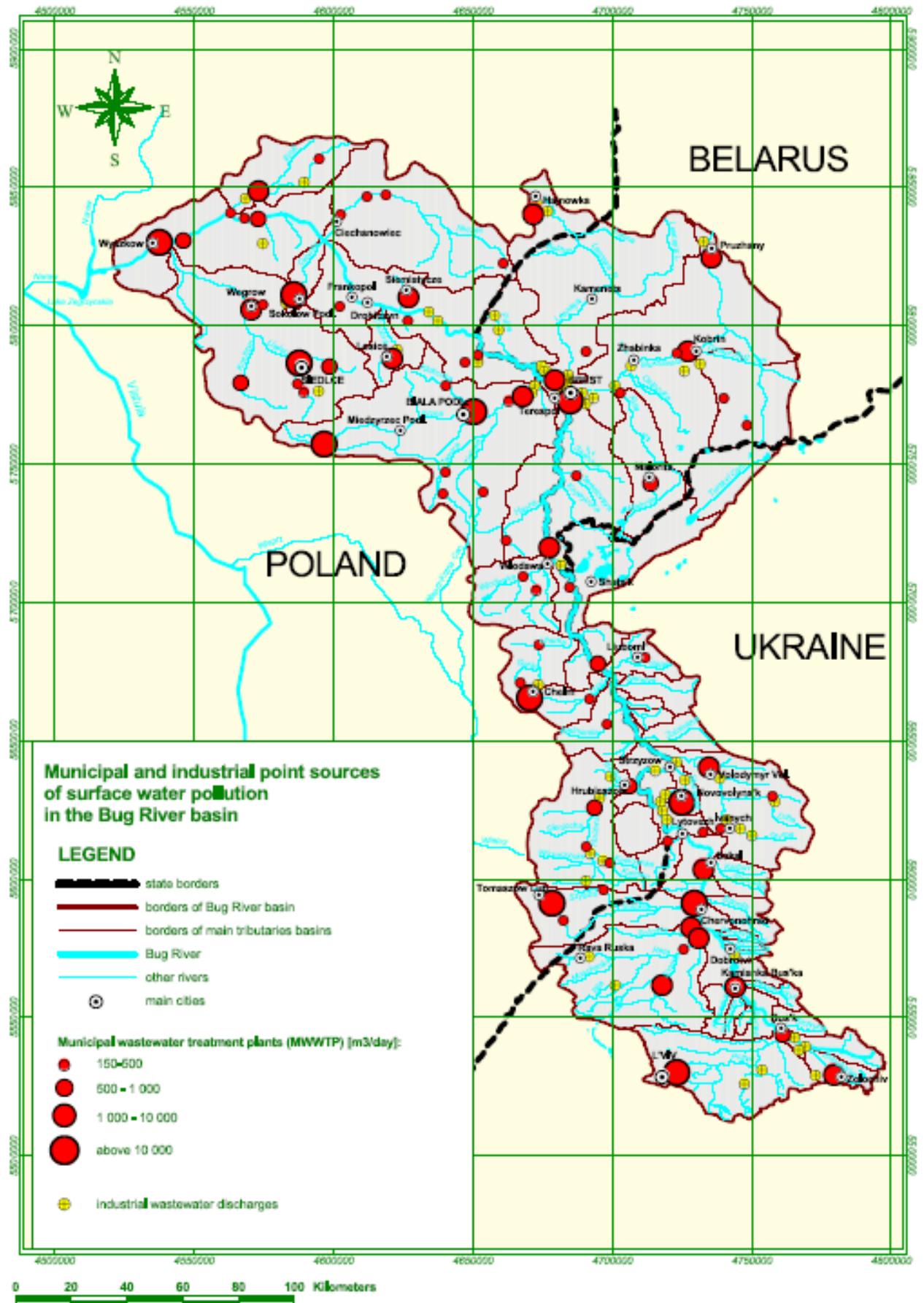


Abbildung 10: Punktquellen im Einzugsgebiet des Bug

Die Kläranlagen sind in **Anlage 1** sowie in nachfolgender Tabelle noch einmal zusammengestellt:

Tabelle 8: Kläranlagen im ukrainischen Einzugsgebiet des Bug

Kommunale Kläranlage	Kapazität m ³ /d	Abwassermenge m ³ /d
KA L'viv (Lemberg)	490.000	437.000
KA Červonohrad	35.000	15.000 – 18.000
KA Novovolyns'k	22.800	8.374 (bis 9.500)
KA Zoločiv	7.500	3.800
KA Kamianka Buska	1.000 – 10.000*	
KA Sosnivka	15.000	ca. 4.300
KA Žovkva	1.000 – 10.000*	
KA Hirnyk	5.000	ca. 5.000
KA Sokal	27.330	2.640
KA Volodymyr Volynskyj	10.000	6.000
KA Busk	600	600
KA Velyki Mosty	150 – 500*	330
KA Lokači	150 – 500*	
KA Ivanyči	150 – 500*	
KA Lyuboml	150 – 500*	
KA Lytovež	150 – 500*	

* Kapazitätsangabe gem. Bild 6 aus [2]

In den meisten Fällen werden in den vorhandenen kommunalen Kläranlagen sowohl häusliches Schmutzwasser, als auch Abwasser aus Industrie- und Gewerbebetrieben und auch Niederschlagswasser gereinigt. Auf der KA L'viv (Lemberg) stammt z.B. etwa 50 % des Abwassers aus der Industrie (Chemieindustrie, Papierherstellung, Gerbereien u. a.).

Die kommunalen Kläranlagen wurden alle in den 60er bis 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts errichtet und sind im Allgemeinen in einem sehr schlechten baulichen und technischen Zustand, sowohl hinsichtlich der Maschinenteknik als auch der E- und MSR-Technik. Die Kläranlagen wurden als mechanisch-biologische Abwasserreinigungsanlagen nach damaligen Standards ohne spezielle Technologie zur Nährstoffeliminierung, d.h. Stickstoff- und Phosphorreduzierung, realisiert.

Die vorhandene Belüftungstechnik der biologischen Reinigungsstufen arbeitet oft sehr schlecht infolge der veralteten Technik und der schlechten Instandhaltung.

Die kommunalen Kläranlagen im ukrainischen Teil des Bug-Einzugsgebietes sind in einigen Fällen hydraulisch überlastet, wobei die hohe hydraulische Belastung einerseits durch den immer noch ziemlich hohen Wasserverbrauch der Bevölkerung und andererseits durch einen oft sehr hohen Fremdwasserzuschlag von mehr als 100 % (bezogen auf den Schmutzwasseranteil) verursacht wird.

Die KA L'viv (Lemberg) verfügt z. B. über einen Bypasskanal, über den bis zu 30 % kommunales Schmutzwasser ungereinigt an der Kläranlage vorbeigeleitet werden kann. Das gereinigte Abwasser der KA L'viv wird in einer Größe von bis zu 5,7 m³/s in die Poltva eingeleitet, die an der Einleitungsstelle im Durchschnitt nur einen natürlichen Abfluss von weniger als 1 m³/s aufweist.

Im ukrainischen Teil des Bug-Einzugsgebietes befinden sich 17 spezielle Industriekläranlagen, welche aber ebenso häusliches Abwasser und Niederschlagswasser reinigen. Als industrielle Abwasserverursacher im Bugeinzugsgebiet sind zu nennen: Nahrungsmittelindustrie mit Molkereien, Obst- und Gemüseverarbeitung, Brennereien, Zuckerfabriken, weiterhin die Lederindustrie, Galvanikbetriebe und die Möbelproduktion.

Die unzureichende Abwasserbehandlung in kleinen Industrie- und Gewerbebetrieben ist ein Hauptproblem im gesamten Einzugsgebiet des Bug.

Diffuse Quellen

Neben der Einleitung von nicht gereinigtem bzw. unzureichend gereinigtem Abwasser aus Punktquellen stammt ein beträchtlicher Anteil der Gewässerbelastung aus diffusen Quellen, als deren Hauptverursacher die Landwirtschaft angesehen werden muss.

Insbesondere die breite Anwendung von natürlichen und künstlichen Düngemitteln sowie von Pflanzenschutzmitteln führen zu einer erhöhten Belastung der Gewässer mit Stickstoff und Phosphor sowie mit zum Teil biologisch schwer abbaubaren Chemikalien. Die in der Ukraine meist verbreiteten Pestizide sind chlorierte Kohlenwasserstoffe wie Lindan, Triazine (z.B. Atrazin) und Organophosphate. Der Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft ist in der Ukraine jedoch seit 1992 beträchtlich zurückgegangen, wobei die vorliegenden Daten nur die Staats- und Genossenschaftsbetriebe in der Landwirtschaft berücksichtigen.

Der Eintrag der Schadstoffe in die Gewässer wird in einigen Gebieten durch starke Bodenerosion, die zum Teil ebenfalls durch landwirtschaftliche Tätigkeit hervorgerufen wird, verstärkt.

Die Viehzucht sowohl in großem Maßstab als auch in kleinen Haushalten kann infolge unsachgemäßer Lagerung bzw. Umgang mit dem natürlichen Dünger eine wesentliche diffuse Quelle der Gewässerbelastung darstellen. Rinder- und Schweineproduktion haben im gesamten Einzugsgebiet des Bug einen beträchtlichen Umfang. Für den ukrainischen Teil des Bug-Einzugsgebietes werden für das Jahr 1998 insgesamt 602.897 Stück Vieh (Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen, aber ohne Pferde und Geflügel) angegeben, was eine Dichte von 0,56 Stück Vieh/ha bedeutet.

Eine weitere wesentliche Quelle der diffusen Gewässerbelastung sind Haushalte, die noch nicht an ein Abwasserentsorgungssystem angeschlossen sind, insbesondere wenn bereits eine zentrale Trinkwasserversorgung vorhanden ist. Das Abwasser gelangt gewöhnlich in abflusslose Gruben und Kleinkläranlagen und wird danach oftmals auf nicht registrierten

Flächen entsorgt, von wo aus es indirekt über Drainagegräben oder direkt in die Oberflächengewässer gelangt. Die Kleinkläranlagen und abflusslosen Gruben sind oft in einem sehr schlechten Zustand und daher undicht, so dass in vielen Fällen eine Verunreinigung des Grundwassers stattfindet.

Die Ukraine gibt für das Bug-Einzugsgebiet einen Anschlussgrad von 53 % an die öffentliche Wasserversorgung sowie von 46 % an ein Abwasserentsorgungssystem an. Die ländliche Bevölkerung ist dagegen nur zu 24 % an Abwasserentsorgungssysteme angeschlossen.

Auf der Grundlage der zur Verfügung stehenden Ausgangsdaten wie :

- Teileinzugsgebietsfläche (in Tkm²)
- Einwohnerzahl
- Anschlussgrad der Bevölkerung an die Abwasserentsorgung (in %)
- landwirtschaftliche Nutzfläche (in %)
- Düngemittelverbrauch (in Tausend t N bzw. P /a)
- Viehhaltungsdichte (in Stück Vieh / ha)

wurden die Schadstofffrachten aus diffusen Quellen eingeschätzt. Daraus ergibt sich, dass der Anteil der Schadstoffe aus diffusen Quellen an der Gesamtschadstofffracht erheblich ist. Für den ukrainischen Teil des Bug-Einzugsgebietes sind die Angaben in nachfolgender Tabelle zusammengestellt (ohne Berücksichtigung der Schadstoffe aus der Luftverschmutzung):

Tabelle 9: Verteilung der Schadstofffrachten nach Punkt- und diffusen Quellen

Ukraine (Bug-EZ)	aus	aus		gesamt (100 %)
	Punktquellen	diffusen Quellen		
	t/a	t/a	%	t/a
Stickstoff N _{ges.}	426	2.231	84	2.657
Phosphor P _{ges.}	271	576	68	847

3.3.4 Auswertung der Fragebögen

Innerhalb des Beratungsprojektes wurde mit Hilfe eines Fragebogens versucht, wesentliche Daten zum Stand der Abwasserentsorgung im ukrainischen Teileinzugsgebiet des Bug sowie auch des San zu erkunden. Der Fragebogen wurde an die wichtigsten Kommunen und/bzw. ihre Vodokanalbetriebe sowie ein spezieller Fragebogen an wichtige Industriebetriebe gerichtet. Nachfolgend werden die wesentlichen Informationen im Ergebnis der Fragebogenaktion zusammengestellt.

Im Bereich der Wasserversorgung wird der gegenwärtige Stand durch folgende Tabelle charakterisiert:

Tabelle 10: Ergebnisse der Fragebögen

Ort	Einwohner	Anschlussgrad öffentl. Netz %	Eigen- wasserversorgung %	Wasser verbrauch l/(E * d)
L'viv	784.000	keine Angaben		
Busk	8.275	75	25	150
Novovolyns'k	52.720	86,1	13,9	204
Sokal (mit Žvyrka)	20.700 (3.500)	90,2	9,8	-
Velyki Mosty	5.650	-	-	200
Volodymyr- Volynskij	37.800	60,0	20,0	158

Teileinzugsgebiet des San :

Javoriv	12.890	100	5	-
Novojavorivsk	25.270	100	-	150
Mostyska	8.730	82	18	150

Teileinzugsgebiet des Dnestr :

Horodok	15.343	83	17	95,5
Komarno	3.975	50	50	120

In Anlage 3 werden Angaben zur Kanalisation sowie zum Stand der Abwasserbehandlung in den Kommunen im ukrainischen Teileinzugsgebiet von Bug und/bzw. San im Ergebnis der Fragebogenaktion zusammengestellt. Der Anschlussgrad an die öffentliche Kanalisation ist, insbesondere in den größeren Städten relativ hoch.

Bei den Entwässerungsverfahren überwiegt das Misch- gegenüber dem Trennverfahren, obwohl es einzelne Städte gibt, die ausschließlich im Trennsystem erschlossen wurden, wie z.B. Novovolyns'k und Červonohrad (nicht in der Tabelle erfasst).

Die Angaben zu den Kanallängen sowie die Zuordnung zu den Entwässerungssystemen sind möglicherweise in einigen Fällen nicht ganz korrekt. Es besteht z.B. die Möglichkeit, dass darunter auch vorhandene Abwasserdruckleitungen erfasst wurden. Zum gegenwärtigen Zustand der Kanalisationsnetze liegen keine Angaben vor.

Anlage 2 gibt Auskunft über den Stand der Abwasserbehandlung in den aufgeführten Kommunen im Einzugsgebiet. Die zusammengestellten Angaben sind zum Teil allerdings etwas widersprüchlich bzw. schwer nachvollziehbar (rote Fragezeichen).

Für die aufgeführten Anlagen können folgende Aussagen getroffen werden:

- in Bezug auf die angegebene hydraulische Kapazität sind die Anlagen zumeist unterbelastet (mit Ausnahme der KA L'viv und der KA Busk).
- Der angegebene Jahresenergieverbrauch (in Tausend kWh/a) wurde versuchsweise auf die angeschlossenen Einwohner (in kWh/E*a) als Vergleichswert umgerechnet. Dabei ergeben sich zum Teil recht hohe Werte im Vergleich zu bekannten Energieverbrauchswerten (bezogen auf Einwohnergleichwerte in kWh/EW*a). Selbstverständlich relativiert sich dieser Vergleich, wenn die tatsächliche Belastung der Anlagen in Einwohnergleichwerten (auf der Grundlage von 60 g BSB₅/E*d bzw. 110 oder 120 g CSB/E*d), d.h. der Anteil der industriellen Abwässer bekannt ist und in die Betrachtung mit einbezogen werden könnte.
- Im Fall der KA L'viv kann davon ausgegangen werden, dass der Anteil der industriellen Abwässer sehr hoch ist (ca. 50 %).

Allerdings ist anzunehmen, dass die zu erwartende BSB₅-Fracht (entsprechend den angeschlossenen Einwohnern und industriellen Einleitern) nicht im vollen Umfang in den Zulauf zur Kläranlage gelangt, da oftmals eine Exfiltration des Abwassers infolge der maroden undichten Kanäle vorliegen wird. Andererseits kann in diesem Zusammenhang hinsichtlich der Abwassermenge durchaus ein Ausgleich durch starke Infiltration von Grundwasser an anderer Stelle im Kanalnetz erfolgen. Im Ergebnis fließen große Mengen Abwasser mit verhältnismäßig geringen Konzentrationen bzw. Schmutzfrachten zur Kläranlage. Die BSB₅-Konzentration im Zulauf zur Kläranlage liegt in ukrainischen Kommunen oftmals im Bereich zwischen 150 bis 250 mg/l, was nicht immer nur auf den hohen spezifischen Wasserverbrauch zurückzuführen ist.

Die vorhandenen Abwasserbehandlungsanlagen in den in der Tabelle aufgeführten Kommunen sind fast ausschließlich nach dem gleichen technologischen Schema konzipiert und ausgeführt worden:

- Rechen und Sandfang
- Vorklärbecken
- Belebungsbecken
- Nachklärbecken sowie
- Schlamm-trockenplätze bzw. -entwässerungsbecken.

In zwei Fällen, in Zoločiv und Horodok, wurden auch noch Biofilter angeordnet. Die Stadt Javoriv betreibt zur Abwasserbehandlung einen Oxydationsgraben.

Aus der Umfrage unter den Kommunen und/ bzw. den Abwasserbetrieben haben sich folgende Hauptprobleme im Bereich der Abwasser- und Schlammbehandlung herausgestellt, wie sie eigentlich für die gesamte Ukraine charakteristisch sind [Vgl. 8, 9, 10, 11]:

- Die Abwasserbehandlung nach dem Belebtschlammverfahren erfolgt ohne gezielte Stickstoff- und Phosphorelimination.
- Die vorhandenen Belüftungssysteme sind in den meisten Fällen unter energetischen Gesichtspunkten uneffektiv. Das betrifft sowohl die Lufteintragungssysteme, obwohl die Belüftungsrohre der Fa. Ekopolimer aus

Charkow/UA durchaus einen guten feinblasigen Lufteintrag ermöglichen, aber insbesondere die Gebläse zur Druckluftherzeugung.

- Die Kläranlagen verfügen im Allgemeinen über keinerlei MSR-Technik, so dass eine optimierte Betriebsweise nicht möglich ist. Die von den Behörden geforderten Ablaufwerte werden zumindest angeblich in den meisten Fällen eingehalten. Es liegt aber auf der Hand, dass dies auf sehr ineffektive Weise bei unnötig hohem Einsatz von Energie realisiert wird, wenn keine Regelung entsprechend dem tatsächlichen Bedarf erfolgt.
- Die vorhandenen maschinentechnischen Ausrüstungen (z.B. Pumpen, Belüftung, Gebläse etc.) sind in den meisten Fällen veraltet, verschlissen und insbesondere in höchstem Maße ineffektiv in Bezug auf die Energieausnutzung.
- Rechen zur mechanischen Grobstoffentfernung sind gleichfalls oft nicht mehr funktionstüchtig und entsprechen meist nicht dem Stand der Technik (manuelle Reinigung ist der Normalfall). Ausrüstungen zur weiteren Behandlung des Rechengutes (Rechengutwäsche und –presse) sowie des Sandfanggutes sind weitgehend nicht vorhanden. Zum Teil gibt bzw. gab es Rechengutzerkleinerer, die ebenfalls oft nicht funktionstüchtig sind. Rechengutzerkleinerer sind allerdings im Allgemeinen nicht zu empfehlen, da das zerkleinerte Material oftmals die nachfolgenden Behandlungsstufen als Schwimmstoffe durchlaufen und dabei Probleme bereiten können.
- Die Schlammbehandlung und -entsorgung ist eines der Hauptprobleme der Abwasserbeseitigung in der Ukraine.
- Der anfallende Überschussschlamm ist im Allgemeinen nicht ausreichend stabilisiert. Dazu kommt der Primärschlamm aus den Vorklärbecken, der zusammen mit dem Überschussschlamm auf Schlamm-trockenplätzen entwässert werden soll.
- Der nicht bzw. nur unvollständig stabilisierte Schlamm hat sehr schlechte Entwässerungseigenschaften. Dazu kommt oftmals eine nicht fachgerechte Beschickung (zu große Beschickungshöhen) und eine nicht oder unzureichend funktionierende Drainage. Im Ergebnis sind die meisten Schlamm-trockenplätze überfüllt, zumal auch die weitere Entsorgung (auf Deponie bzw. landwirtschaftliche Verwertung) zunehmend Probleme bereitet.
- Gegenwärtig gibt es in der Ukraine keine Anlagen zur anaeroben Schlammstabilisierung (geschlossene Faulung), so dass keine gezielte Erzeugung von Biogas mit anschließender Weiterverwendung zur Stromerzeugung und Wärmenutzung stattfindet.
- Das vorhandene energetische Potential des bei der Abwasserreinigung anfallenden Klärschlammes wird nicht genutzt, so dass der Bedarf an Fremdenergie und damit die Energiekosten auf ukrainischen Kläranlagen sehr hoch sind.

3.4 Situation im ukrainischen Einzugsgebiet des San

Der San als wichtiger Nebenfluss der Weichsel entspringt zwar auf ukrainischem Territorium bei der Ortschaft Dnistryk-Dubovyj unmittelbar an der polnisch-ukrainischen Grenze, verläuft danach jedoch überwiegend Verlauf auf polnischem Gebiet. Ein Anteil von ca. 14,7 % des

Einzugsgebietes mit einer Fläche von ca. 2.470 km² liegt in der Ukraine. Dieses Teileinzugsgebiet, welches im Wesentlichen die Sanzuflüsse Šklo, Vyšnja und Vihor umfasst, schließt sich südwestlich des Einzugsgebietes des Bug an.

Größere Ortschaften im Teileinzugsgebiet sind Javoriv, Novojavorivs'ke, Mostys'ka (für diese Orte liegen Angaben zur Abwasserentsorgung vor) sowie Nemyriv, Krakovec', Sudova Vyšnja, Nyžankovyči und Dobromyl'.

Tabelle 11: Größere ukrainische Ortschaften im Einzugsgebiet des San

Ort	Einwohner	Gewässer
Javoriv	13.500	Šklo
Novojavorivs'ke	26.400	Šklo
Mostys'ka	9.100	Sičnja – Vyšnja
Nemyriv	2.000	Smerdech
Krakovec'	1.200	Retyčyn
Sudova Vyšnja	6.700	
Nyžankovyči	1.900	V'jar
Dobromyl'	5.000	Vyrva
Šklo	5.400	Šklo

4 Darstellung der Situation an ausgewählten Standorten

4.1 Stadt L'viv

4.1.1 Angaben zur Kanalisation der Stadt L'viv

93 % der 784.000 Einwohner der Stadt L'viv sind über das Kanalisationsnetz an eine Kläranlage angeschlossen. Die Kanalisation der Stadt wurde überwiegend im Mischsystem errichtet (Innenstadt), für die später gebauten Stadtteile wurde die Kanalisation im Trennsystem gebaut:

Mischwasserkanalnetz	371,0 km
Schmutzwasserkanalisation (Trennsystem)	230,7 km
Kanalnetz gesamt	601,7 km

Die Länge der Hauptkollektoren beträgt ca. 69 km. In der Kanalisation befinden sich 11 Pumpwerke.

4.1.2 Angaben zur Kläranlage der Stadt L'viv

Die Kläranlage der Stadt L'viv besteht aus zwei Teilanlagen, die sich in unmittelbarer Nähe zueinander im nordöstlichen Gebiet der Stadt befinden.

Tabelle 12: Kläranlage L'viv

Kläranlage L'viv	Hydraulische Kapazität (m ³ /d)	Tatsächliche Abwassermenge (m ³ /d)
Anlage 1 (Bj. 1963)	140.000	100.000
Anlage 2 (Bj. 1971)	350.000	300.000
Kläranlage gesamt	490.000	ca. 400.000

Gemäß den Berechnungen des Instituts für Kommunalbauten „L'vivdiprokomunbud“ liegt der heutige Bedarf an zu klärenden Abwässern bei 600.000 m³/d. Auf der Grundlage der angegebenen Abwassermengen von ca. 400.000 m³/d muss auch gegenwärtig ein sehr großer Anteil von Abwasser aus Industrie- und Gewerbebetrieben behandelt werden, obwohl er in den letzten Jahren durch den Niedergang der Industrie schon ein Rückgang erfolgte.

Als Vergleichsmaßstab soll an dieser Stelle die Kläranlage in Dresden-Kaditz angeführt werden:

- Reinigungskapazität 740.000 EW (Dresden, Heidenau und Pirna sowie weitere Umlandgemeinden)
- Einwohnerzahl von Dresden ca. 500.000 E
- Abwasserzufluss zur Kläranlage bei Trockenwetter 155.750 m³/d
- Spitzenzufluss bei Trockenwetter 7.850 m³/h = ca. 2,2 m³/s
- Spitzenzufluss bei Regenwetter 14.300 m³/h = ca. 4,0 m³/s

Auf der Grundlage dieses Vergleiches sind die o.a. Abwassermengen für die Stadt L'viv für den Trockenwetterfall schwer nachvollziehbar.

Die vorhandenen Anlagenteile der Kläranlage entsprechen der üblichen technologischen Abfolge in der Ukraine.

- Rechen und Sandfang
- Vorklärbecken
- Belebungsbecken
- Nachklärbecken
- Schlamm-trockenplätze.

Das gereinigte Abwasser der Kläranlage L'viv wird mit bis zu 5,7 m³/s in die Poltva eingeleitet. Die kommunale Kläranlage der Stadt L'viv zählt laut HELCOM zu den wesentlichen Verursachern für die Verschmutzung der Ostsee und wurde auf die Liste der „Hot Spots“ eingetragen.

Für die Realisierung des Projekts „Wasserversorgung und Kanalisation der Stadt L'viv“ hat die ukrainische Regierung im Jahre 2002 ein Darlehen in Höhe von 24,25 Mio. USD mit einer Laufzeit von 20 Jahren von der Weltbank erhalten. Diese Mittel wurden durch einen Zuschuss der Schwedischen Agentur für Internationale Entwicklung in Höhe von 48 Mio. schwedischen Kronen (ca. 6 Mio. USD) ergänzt. Das Projekt wurde im Jahr 2007 abgeschlossen.

Gemäß den Angaben der Stadt werden für die vollständige Rekonstruktion der Kläranlagen bis 2015 weitere 231 Mio. UAH benötigt.

4.1.3 Biologische Reinigungsstufe

Renovierungsbedürftig ist insbesondere die biologische Reinigungsstufe. Die Belebungsbecken und Absetzbecken zeigen deutliche Spuren von Betonkorrosion. Das Belüftungssystem funktioniert nicht optimal.

Die Förderung im Rahmen des Projekts „Wasserversorgung und Kanalisation der Stadt L'viv“ hat einen Teil des Sanierungs- und Modernisierungsbedarfs der Kläranlage gedeckt. Das Projekt beinhaltet vorrangig den Austausch der Pumpen und der elektrischen Ausstattung im Hauptpumpwerk, des Belüftungssystems in den Belebungsbecken, der mechanischen Ausstattung der Absetzbecken und der Ausstattung für die Schlamm-trennung (Zentrifugen). Es kann davon ausgegangen werden, dass nach Realisierung dieser Rekonstruktions- und Modernisierungsmaßnahmen bereits eine wesentliche Verbesserung sowohl hinsichtlich der Qualität der Abwasserbehandlung als auch hinsichtlich der Reduzierung der Betriebskosten (u. a. durch Energieeinsparungen) eingetreten ist.

Als wichtigste Maßnahme kann die Erneuerung der Belüftungstechnik in den Belebungsbecken durch Austausch der Lufteintragssysteme mit Belüftungsrohren der Fa. Ekopolimer (Ukraine) gelten. Augenscheinlich ermöglichen diese Belüftungsrohre einen guten feinblasigen Lufteintrag, allerdings können keine gesicherten Angaben zur Effektivität dieser Belüftungstechnik sowie des gesamten Belüftungssystems (unter Einbeziehung der eingesetzten Gebläse sowie der MSR-Technik zur optimalen Steuerung und Regelung des Lufteintrags) getroffen werden.

Das Fehlen von Analytik, Messgeräten und eines Prozesssteuerungssystems verhinderte bislang die Überwachung und Optimierung des Betriebes der vorhandenen Anlagentechnik.

Entsprechende Ausrüstung der Firma Läckeby Water AB (Schweden) wurde teilweise im Rahmen des Modernisierungsprojektes installiert.

4.1.4 Schlammbehandlung

Im Rahmen des o. g. Projektes wurden Zentrifugen zur Entwässerung des anfallenden Mischschlammes installiert. Nach Angaben von L'vivvodokanal fallen pro Tag bis zu 2.000 m³ Nassschlamm an. Durch die Behandlung in den neu installierten Zentrifugen kann das Volumen auf etwa ein Fünftel reduziert werden.

Gegenwärtig verfügt die Kläranlage über keine Anlagen zur Schlammstabilisierung, so dass auch weiterhin mit einer hohen Geruchsbelästigung zu rechnen ist, die einer Verwendung des Schlammes in der Landwirtschaft oder für andere Zwecke entgegensteht.

Das vorhandene energetische Potential des bei der Abwasserreinigung anfallenden Klärschlammes wird nicht genutzt, so dass der Bedarf an Fremdenergie und damit die Energiekosten sehr hoch sind.

4.2 Stadt Novovolyns'k

4.2.1 Abwasserableitung

Die Ableitung des Abwassers im Stadtgebiet von Novovolyns'k erfolgt im Trennsystem. Der Anschlussgrad der Bevölkerung an die Kanalisation wird mit 68,4 % angegeben (gem. Fragebogenaktion 2007). Die Gesamtlänge der Schmutzwasserkanalisation beträgt 111,5 km. Das vom Kanalnetz erfasste Schmutzwasser wird im freien Gefälle zu insgesamt 5 Hauptpumpstationen im Stadtgebiet abgeleitet und von dort über zum Teil sehr lange und groß dimensionierte Druckleitungen zur Kläranlage gefördert. Zu den Pumpwerken und dazugehörigen Druckleitungen liegen folgende Angaben vor:

Tabelle 13: Hauptpumpstationen in Novovolyns'k

Pumpwerk	Baujahr	Abwasser- menge m ³ /d	Pumpe	Förder- menge m ³ /h	Förder- höhe m	Druckleitungen		
						Anzahl	Länge m	Nennweite mm
PW 1	1978	1.200	P1	216	22	1 x	ca.3.000	DN 200
			P2	216	22			
			P3	216	22			
PW 2	1967	2.100	P1	300	40	2 x	ca.5.500	DN 600
			P2	300	40			
			P3	300	40			

Pumpwerk	Baujahr	Abwasser- menge m ³ /d	Pumpe	Förder- menge m ³ /h	Förder- höhe m	Druckleitungen		
						Anzahl	Länge m	Nennweite mm
PW 3	1967	4.800	P1	300	40	1 x	ca.2.500	DN 500
			P2	300	30	1 x	ca.2.500	DN 300
			P3	300	30			
PW 4	1972	1.540	P1	144	40	2 x	ca.3.000	DN 250
			P2	144	40			
			P3	144	40			
PW 5	1980	3.600	P1	800	30	2 x	ca.6.500	DN 700
			P2	800	30			
			P3	800	30			

Die Ausrüstungen der Pumpwerke, Pumpen mit Motoren sowie die zugehörige E-Technik, wurden im Allgemeinen seit Errichtung der Pumpwerke nicht erneuert und sind überwiegend veraltet. Pumpwerk PW 4 fördert zum Pumpwerk PW3, das Pumpwerk PW 3 sowie auch die übrigen Pumpwerke PW 1 und PW 2 sowie PW 5 fördern direkt zur Kläranlage der Stadt Novovolyns'k.

Außer bei PW 1 wurden bei allen übrigen Pumpwerken jeweils 2 Druckleitungen nebeneinander verlegt. Nach Aussage des Betreibers werden diese Druckleitungen in der Praxis auch im Parallelbetrieb genutzt. Damit soll Energie einspart werden. Allerdings wird bei dieser Betriebsweise in Kauf genommen, dass die Fließgeschwindigkeiten in den Druckleitungen unzulässig abgemindert und die ohnehin schon sehr langen Aufenthaltszeiten des Abwassers in den Druckleitungen noch weiter erhöht werden.

Generell kann festgestellt werden, dass die Auslegung und Auswahl der Pumpen sowie der Druckleitungen zumeist nicht dem tatsächlichen Abwasseranfall bzw. -zufluss entspricht. Es liegt eine Überdimensionierung der Druckleitungen (Nennweite) sowie der Pumpen (Förderleistung) vor. Das führt insbesondere zu den unzulässig hohen Aufenthaltszeiten des Abwassers in den Druckleitungen einschließlich der Zulaufkammern der Pumpwerke, die ebenfalls zu groß dimensioniert sind. Z. B. hat nach Angaben des Betreibers die Zulaufkammer im PW 5 ein Volumen von 90 m³, auch wenn das zwischen Ein- und Ausschaltspiegel der Pumpen vorhandene Nutzvolumen deutlich darunter liegen dürfte, beträgt das tatsächlich erforderliche Nutzvolumen für den Betrieb der gegenwärtig installierten Pumpen nur etwa 10 m³, Bei einer Anpassung der Pumpen an den tatsächlich vorhandenen Abwasserzufluss von ca. 70 l/s reduziert sich das erforderliche Schaltvolumen auf weniger als 2,5 m³.

Weiterhin wurde festgestellt, soweit dies auf der Grundlage der vorliegenden Angaben möglich war, dass die installierten Pumpen oftmals nicht in ihrem optimalen Arbeitsbereich betrieben werden, so dass der Betrieb der Pumpen nicht effektiv mit ihrem höchstmöglichen Wirkungsgrad erfolgt. Außerdem kann die Betriebsweise der Pumpen außerhalb des vorgesehenen Arbeitsbereiches zu Schädigungen der Pumpe (Kavitation) und/oder des Motors (Überlastung) führen.



Abbildung 11: Hauptpumpwerk PW5 in Novovolyns'k

4.2.2 Abwasserbehandlung

Zur Abwasserbehandlung bzw. Kläranlage liegen nachfolgende Angaben des Betreibers, Novovolyns'k Vodokanal, vor:

- | | | |
|--|--|---------------------------------------|
| - angeschlossene Einwohner | 48.000 E | |
| - Kapazität (hydraulisch) | 22.500 m ³ /d | |
| - mittlerer täglicher Abwasserzulauf | Q_d = 9.500 m³/d | |
| - maximaler stündlicher Abwasserzulauf | Q _{h,max} = 1.000 m ³ /h | (geschätzt) |
| - BSB ₅ –Zulaufkonzentration | 300 mg/l | |
| - BSB ₅ –Zulaufkonzentration zu Belebungsbecken | 250 mg/l | (Reduzierung in Vorklärung geschätzt) |
| - Ammoniumstickstoff NH ₄ -N im Zulauf | 20 mg/l | |
| - Ammoniumstickstoff NH ₄ -N im Ablauf | 3 bis 5 mg/l | (Grenzwert : 1,85 mg/l) |

- Baujahr der Kläranlage 1958 – 64 sowie 1973 – 92
- Volumen Belebungsbecken $V_{BB} = 22.800 \text{ m}^3$ (= 9.300 + 13.500 m^3)
- Nachklärbecken 2 Becken mit jeweils 20 m Durchmesser (jeweils 314 m^2)
2 Becken mit jeweils 30 m Durchmesser (jeweils 707 m^2)
Oberfläche gesamt $A_{NK} = 2.042 \text{ m}^2$
- Jahresenergieverbrauch 2006 der Kläranlage 1.668.192 kWh/a

Daraus ergibt sich:

- spezifischer Energieverbrauch ca. 35 kWh/EW*a

Hinsichtlich der vorhandenen Datenbasis bestehen insbesondere folgende Defizite:

- Die Abwasserzulaufmengen sind mehr oder weniger zutreffend geschätzt, es gibt keine Mengemessung.

Gemäß Angaben zu den Abwasserpumpwerken, die zur Kläranlage fördern, ergibt sich in der Summe eine tägliche Abwassermenge von $Q_d = 11.700 \text{ m}^3/\text{d}$, im Widerspruch dazu steht der mittlere Abwasseranfall, der sich auf der Grundlage einer monatlichen Zusammenstellung für das Jahr 2006 für die Abwasserförderung und Abwasserbehandlung mit dazugehörigem Energieverbrauch mit $Q_d = 8.374 \text{ m}^3/\text{d}$ ergibt.

- Die gemessenen Zulaufkonzentrationen resultieren lediglich aus relativ wenigen Stichproben.
- Die angegebene $\text{NH}_4\text{-N}$ –Zulaufkonzentration ist sehr niedrig im Verhältnis zum BSB_5 -Wert.
- Es liegen keine Angaben zum Feststoffgehalt und zum Schlammvolumen in den Belebungsbecken vor.
- Es gibt keine kontinuierlichen Messungen des Sauerstoffgehaltes in den Belebungsbecken.
- Es gibt keine Aussagen zur Säurekapazität im Zulauf bzw. Ablauf der Kläranlage.
- Es gibt keine Aussagen zu Menge und Trockensubstanzgehalt des Überschussschlammes sowie zum Stabilisierungsgrad des Überschussschlammes.



Abbildung 12: Belebungsbecken auf der KA Novovolyns'k

Überprüfung der Behandlungskapazität der biologischen Reinigungsstufe :

Wenn man trotz der Unsicherheiten bei Ausgangsdaten versucht, eine überschlägliche Überprüfung der Behandlungskapazität durchzuführen, ergeben sich nachfolgende wesentliche Größen:

	Variante
	<u>mit Stickstoffelimination</u>
- erforderliches Volumen der Belebungsbecken bei einem angenommenen Schlammalter von 15 Tagen	$V_{BB} = \text{ca. } 13.300 \text{ m}^3$
- Sauerstoffverbrauch (bei $T = 20^\circ\text{C}$) bzw.	$OV_d = \text{ca. } 4.030 \text{ kg O}_2/\text{d}$
- erforderliche Sauerstoffzufuhr	$\text{erf.}\alpha\text{OC} = \text{ca. } 250 \text{ kg O}_2/\text{h}$
- erforderliche Luftzufuhr (in Abwasser)	$Q_L = \text{ca. } 2.620 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Wenn man versucht, die Möglichkeit zur Schlammstabilisierung zu überprüfen, ergeben sich folgende Größen:

	Variante
	mit aerober Schlammstabilisierung
- erforderliches Volumen der Belebungsbecken bei einem angenommenen Schlammalter von 25 Tagen	$V_{BB} = \text{ca. } 18.200 \text{ m}^3$
- Sauerstoffverbrauch (bei $T = 20^\circ\text{C}$) bzw.	$OV_d = \text{ca. } 3.600 \text{ kg O}_2/\text{d}$
- erforderliche Sauerstoffzufuhr	$\text{erf.}\alpha\text{OC} = \text{ca. } 230 \text{ kg O}_2/\text{h}$
- erforderliche Luftzufuhr (in Abwasser)	$Q_L = \text{ca. } 2.300 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Wenn man diese überschläglichen Berechnungen zugrunde legt, ist davon auszugehen, dass die Größe der vorhandenen Belebungsbecken sowohl für eine Nitrifizierung als auch für eine simultane aerobe Schlammstabilisierung ausreichen sollte.

Da auf der Kläranlage aber nur eine teilweise Nitrifizierung erfolgt (siehe Ablaufkonzentration für Ammoniumstickstoff von 3 bis 5 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$) und nach Aussage des Betreibers auch oftmals relativ hohe Nitritkonzentrationen auftreten, deutet dies auf Unzulänglichkeiten oder Störungen im Betrieb hin. Auf der Grundlage der unzureichenden Daten ist es jedoch nicht möglich, die genauen Ursachen festzustellen.

Als mögliche Störquellen sind jedoch in Betracht zu ziehen:

- ein Absinken des pH-Wertes in den Belebungsbecken infolge stattfindender Nitrifikation auf Grund zu geringer Säurekapazität des Abwassers,
- relativ niedrige Sauerstoffgehalte bzw. partielle Zonen mit Sauerstoffmangel in den Belebungsbecken,
- toxische Einflüsse durch Industrieabwassereinleitungen. Diese schädigen in erster Linie die Nitrifikanten, im Besonderen die der Gattung Nitrobacter, die das bei der Ammonium-Oxidation gebildete Nitrit zum Nitrat oxidieren.

4.2.3 Schlammbehandlung

Die Schlammbehandlung und -entsorgung ist wie überall in der Ukraine auch eines der Hauptprobleme auf der Kläranlage Novovolyn's'k.

Der Primärschlamm aus den Vorklärbecken wird zusammen mit dem Überschussschlamm aus der biologischen Reinigungsstufe auf Schlamm-trockenplätzen nur unzureichend entwässert.



Abbildung 13: Schlammtrockenplätze auf der KA Novovolyns'k

Die Schlammtrockenplätze sind überfüllt und die weitere Schlammentsorgung (auf Deponie, durch Verwertung in der Landwirtschaft o. ä.) ist nicht gewährleistet.

4.3 Stadt Červonohrad

4.3.1 Abwasserableitung

Die Stadt Červonohrad verfügt über ein Kanalisationsnetz im Trennsystem. Das Schmutzwasser fließt im freien Gefälle innerhalb des Kanalnetzes zu 3 Hauptpumpwerken, wovon das Pumpwerk PW 3 über eine Druckleitung DN 250 mit einer Länge von 770 m in das Pumpwerk PW 2 fördert. Die Pumpwerke PW 1 und PW 2 fördern das zufließende Abwasser über Druckleitungen DN 500 zur Kläranlage.

Zu den Pumpwerken und dazugehörigen Druckleitungen liegen folgende Angaben des Betreibers vor:

Tabelle 14: Hauptpumpstationen in Červonohrad

Pumpwerk	Abwasser- Menge m ³ /d	Pumpe	Förder- menge m ³ /h	Förder- höhe m	Druckleitungen		
					Anzahl	Länge m	Nennweite mm
PW 1	6.500	P1	530	22,5	1 x	915 m	500
		P2	530	22,5	+ 3 x	1.870 m	500
		P3	450	22,5			
PW 2	9.800	P1	800	32	2 x	840 m	500
		P2	800	32	+ 3 x	1.870 m	500
		P3	530	22,5			
PW 3		P1	450	22,5	1 x	770 m	250
		P2	450	22,5			

Die Druckleitung DN 500 von PW 1 mit einer Länge von 915 m sowie die 2 Druckleitungen DN 500 von PW 2 (je 840 m lang) verlaufen bis zu einem Vereinigungsbauwerk. Von dort verlaufen 3 Druckleitungen DN 500 nebeneinander über eine Strecke von 1.870 m bis zur Kläranlage. Durch diese Verknüpfung der beiden Hauptpumpwerke PW 1 und PW 2 mit den Druckleitungen sind die tatsächlichen Betriebsverhältnisse schwer nachzuvollziehen. Der Jahresenergieverbrauch für 2006 wurde für diese beiden Pumpwerke vom Betreiber wie folgt angegeben:

	Angabe des Betreibers	eigene Abschätzung
PW 1	175.680 kWh/a	ca. 230.000 kWh/a
PW 2	354.600 kWh/a	ca. 340.000 kWh/a

Die relativ große Abweichung, insbesondere bei PW 1, kann auf die unzureichende Datenbasis zurückzuführen sein. Insbesondere sind die angegebenen Abwassermengen als unsicher einzustufen, da es sowohl für den Abwassertransport (Pumpwerke) als auch für die Kläranlage keine Abwassermengennmessung gibt. Die Abwassermengen werden auf der Grundlage der Pumpenlaufzeiten sowie der den einzelnen Pumpen (mehr oder weniger

zutreffend) zugeordneten Fördermengen ermittelt, wobei die tatsächliche Fördermenge entsprechend dem jeweiligen Arbeitsbereich in Abhängigkeit von der jeweiligen Betriebsweise kaum berücksichtigt wird. Bei der Verknüpfung der Druckleitungen der beiden Hauptpumpwerke sowie der möglichen Varianten für den Betrieb (Einzel- oder Parallelbetrieb der Pumpen in den beiden Pumpwerken sowie Einzel- oder Parallelbetrieb der Pumpwerke auf das verbundene Druckleitungssystem) ergeben sich für jeden einzelnen Betriebsfall andere Arbeitsbereiche und damit andere Fördermengen.

Auf der Grundlage der verfügbaren Daten :

- mittlerer täglicher Abwasserzulauf	$Q_d = 16.500 \text{ m}^3/\text{d}$
- angeschlossene Einwohner	72.000 E
- BSB ₅ -Zulaufkonzentration zur Kläranlage	130 mg/l

muss geschlussfolgert werden, dass die Kanalisation große Undichtigkeiten aufweist, so dass eine ständige Infiltration von Fremdwasser und damit eine Verdünnung sowie in anderen Abschnitten und/bzw. zu anderen Tageszeiten eine Exfiltration von Abwasser in den Untergrund erfolgt. Nach Angabe des Betreibers ist die geringe BSB₅-Konzentration von 130 mg/l zu einem großen Teil auch darauf zurückzuführen, dass in erheblichem Umfang relativ gering belastetes Abwasser aus den in der Umgebung vorhandenen Bergwerken (aus den Waschräumen) eingeleitet wird. Wenn man die BSB₅-Zulauffracht zur Kläranlage ermittelt, ergibt sich jedoch ein beträchtlicher Unterschied zwischen:

$$1.) \quad 16.500 \text{ m}^3/\text{d} \times 0,130 \text{ kg/m}^3 = 2.145 \text{ kg BSB}_5/\text{d}$$

und

$$2.) \quad 72.000 \text{ E} \times 60 \text{ g}/(\text{E} \cdot \text{d}) = 4.320 \text{ kg BSB}_5/\text{d} .$$

Demnach verschwindet ca. 50 % der von der Bevölkerung (ca. 72.000 Einwohner) in die Kanalisation eingeleiteten BSB₅-Fracht auf dem Weg bis zur Kläranlage.

4.3.2 Abwasserbehandlung

Die Abwasserbehandlungsanlage zur vollbiologischen Reinigung in Červonohrad wurde bereits 1971 in Betrieb genommen (1.Ausbaustufe), in den Jahren 1976 (2.Stufe) und 1987 (3.Stufe) erfolgten Erweiterungen. Zur Abwasserbehandlungsanlage liegen nachfolgende Angaben des Betreibers, Červonohradvodokanal, vor:

- angeschlossene Einwohner	72.000 E
- Kapazität (hydraulisch)	35.000 m ³ /d
- mittlerer täglicher Abwasserzulauf	$Q_d = 16.500 \text{ m}^3/\text{d}$
- maximaler stündlicher Abwasserzulauf	$Q_{h,\text{max}} = 1.250 \text{ m}^3/\text{h}$ (geschätzt)
- BSB ₅ –Zulaufkonzentration	130 mg/l
- BSB ₅ –Zulaufkonzentration zu Belebungsbecken	120 mg/l (Reduzierung in Vorklärung geschätzt)
- Ammoniumstickstoff NH ₄ -N im Zulauf	bis 45 mg/l (offenbar nicht repräsentative Spitzen)
- abfiltrierbare Stoffe im Zulauf	265 mg/l

- Vorklärbecken	2 x Becken mit je 20 m Durchmesser und 4 m tief
	1 x Becken mit 30 m Durchmesser und 5 m tief
- vorhandenes Volumen der Vorklärung	800 + 800 + 1.720 m ³ (nutzbares Volumen)
	gesamt 3.320 m ³
- Volumen der Belebungsbecken	gesamt 4.416 m ³
	4 Belebungsbecken mit jeweils 1.104 m ³
- Nachklärbecken	2 Becken mit jeweils 20 m Durchmesser, Tiefe 4,5 m
	Oberfläche gesamt $A_{NK} = 628 \text{ m}^2$
- Jahresenergieverbrauch 2006 der Kläranlage	1.407.720 kWh/a

Daraus ergibt sich:

- spezifischer Energieverbrauch	ca. 20 kWh/E*a (bezogen auf die angeschlossenen Einwohner)
	bzw. ca. 40 kWh/EW*a (bezogen auf die ermittelte mittlere BSB ₅ –Fracht im Zulauf)
- Jahresenergieverbrauch 2006 der biologischen Reinigungsstufe	1.179.000 kWh/a (für Belüftung und Rücklaufschlamm-pumpen)

Hinsichtlich der übermittelten Daten zur Abwasserbehandlung ist anzumerken:

- Die Abwasserzulaufmengen sind mehr oder weniger geschätzt, es gibt keine Mengenmessung.
- Die gemessenen Zulaufkonzentrationen resultieren lediglich aus relativ wenigen Stichproben.
- Die angegebene NH₄-N –Zulaufkonzentration ist sehr hoch im Verhältnis zum BSB₅-Wert.
- Es liegen keine Angaben zum Feststoffgehalt in den Belebungsbecken vor.
- Es gibt keine kontinuierlichen Messungen des Sauerstoffgehaltes in den Belebungsbecken.
- Es gibt keine Messungen des pH-Wertes in den Belebungsbecken.
- Es gibt keine Aussagen zur Säurekapazität im Zulauf bzw. Ablauf der Kläranlage.
- Es gibt keine Aussagen zu Menge und Trockensubstanzgehalt des Überschussschlammes.



Abbildung 14: Venturi-Messgerinne im Zulauf der KA Červonohrad

Nachweis der Behandlungskapazität der biologischen Reinigungsstufe :

Wenn man trotz der mangelhaften Datenbasis versucht, eine Bemessung der Anlage auf der Grundlage der in Deutschland üblichen Bemessungsrichtlinie, des DWA-Arbeitsblattes A-131 durchzuführen, ergeben sich überschläglich für die biologische Reinigung (nur Eliminierung der Kohlenstoffverbindungen, ohne Schlammstabilisierung und ohne Stickstoffeliminierung) folgende wesentliche Größen:

- erforderliches Volumen der Belebungsbecken $V_{BB} = \text{ca. } 3.830 \text{ m}^3$

bei einem angenommenen Schlammalter von 4 Tagen

- Sauerstoffverbrauch (bei $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$) $OV_{d,C} = \text{ca. } 2.000 \text{ kg O}_2/\text{d}$

bzw.,

- erforderliche Sauerstoffzufuhr $\text{erf. } \alpha\text{OC} = 105 \text{ kg O}_2/\text{h}$

- erforderliche Luftzufuhr (in Abwasser) $Q_L = \text{ca. } 1.400 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Der Vergleich mit den o.a. vorhandenen Größen (Belebungsbeckenvolumen) zeigt, dass die Größe der vorhandenen Belebungsbecken für diese Reinigungstechnologie gerade ausreichend ist, eine Nitrifizierung sowie eine Schlammstabilisierung kann bei dieser Beckengröße nicht erfolgen.

Aus den übergebenen Angaben ergibt sich eine BSB₅ –Raumbelastung von

$$Q_d * C_{BSB5,ZB} / V_{BB} = (16.500 * 0,120) / 4.416 = 0,45 \text{ kg}/(\text{m}^3 * \text{d}),$$

sowie bei einem Feststoffgehalt von $TS_{BB} = 2,5 \text{ kg}/\text{m}^3$ beträgt die
Schlammbelastung ca. $0,18 \text{ kg BSB}_5 /(\text{kgTS} * \text{d})$.

Für eine Nitrifizierung sollte dieser Wert jedoch $0,08 \text{ kg}/(\text{kg} * \text{d})$ nicht übersteigen.

Nach weiteren Angaben des Betreibers wurden in den Belebungsbecken folgende Schlammvolumina ermittelt:

- in Belebungsbecken 1 und 4 : $SV_{1,4} = 200 \text{ bis } 250 \text{ ml/l}$
- in Belebungsbecken 2 und 3 : $SV_{2,3} = 800 \text{ bis } 850 \text{ ml/l}$

Bei einem Schlammvolumenindex von

$$ISV = 100 \text{ ml/g} \quad (\text{Annahme !})$$

ergeben sich daraus für die Belebungsbecken Feststoffgehalte von

$$TS_{BB} = \text{ca. } 2 \text{ bis } 8 \text{ g/l} . \quad \text{!!!}$$

Falls die angegebenen Werte für die Schlammvolumina tatsächlich zutreffen, sollte überprüft werden, ob eine gleichmäßige Verteilung des Rücklaufschlammes in die Belebungsbecken erfolgt bzw. welche anderen Ursachen in Frage kommen.

Nach Aussage des Betreibers gibt es erhebliche Schwankungen der Abwasserzulaufmengen, die maximale Abwasserzulaufmenge wird mit

$$Q_{h,max} = 1.250 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{angenommen (siehe oben)}$$

Für die vorhandenen Nachklärbecken ergibt sich für diesen Fall eine

- maximale Oberflächenbelastung von $q_A = Q_{h,max}/A_{NK} = \text{ca. } 2,0 \text{ m}^3/\text{h} .$

Bei einem Feststoffgehalt im Belebungsbecken von $TS_{BB} = 2,5 \text{ g/l}$

und einem Schlammvolumenindex von $ISV = 100 \text{ ml/g}$ (optimistische Annahme)

beträgt die Schlammvolumenbeschickung der Nachklärbecken

$$q_{sv} = TS_{BB} * ISV * q_A = 500 \text{ l}/(\text{m}^2 * \text{h})$$

Nach deutschem Standard (DWA A 131) ist das die maximal zulässige Schlammvolumenbeschickung für horizontal durchströmte Nachklärbecken, damit eine Ablaufkonzentration der abfiltrierbaren Stoffe (Schwebestoffe) von $X_{TS,AN} \leq 20 \text{ mg/l}$ eingehalten werden kann.



Abbildung 15: Belebungsbecken auf der KA Červonohrad

Aus diesen Zusammenhängen ergibt sich, dass unter diesen Verhältnissen die vorhandene Nachklärung nur ordnungsgemäß funktioniert, wenn der Schlammvolumenindex den (angenommenen) Wert von $ISV = 100 \text{ ml/g}$ nicht übersteigt und auch die Abwasserzulaufmenge nicht größer als $Q_{h,max} = 1.250 \text{ m}^3/\text{h}$ wird, wobei kurzzeitig auftretende Zuflussspitzen solange in der Nachklärung abgepuffert werden können, bis der Schlamm Spiegel ein kritisches Niveau erreicht (abhängig von der vorhandenen Tiefe der Nachklärbecken).

4.3.3 Schlammbehandlung

Die Schlammbehandlung und -entsorgung ist eines der Hauptprobleme auf der Kläranlage Červonohrad. Der Primärschlamm aus den Vorklärbecken wird zusammen mit dem Überschussschlamm aus der biologischen Reinigungsstufe auf Schlamm-trockenplätze mit einer Gesamtfläche von 3,4 ha gefördert.



Abbildung 16: Schlamm-trockenplätze auf der KA Červonohrad

Da der Schlamm nicht stabilisiert ist, kommt es zu deutlichen Geruchsbelästigungen. Außerdem hat der nicht stabilisierte Schlamm sehr schlechte Entwässerungseigenschaften. Es muss davon ausgegangen werden, dass die Drainageschichten der Schlamm-trockenbeete zugesetzt sind und ihre Funktion nur noch sehr eingeschränkt erfüllen. Der nicht stabilisierte Schlamm fault während seines Aufenthaltes auf den Schlamm-trockenplätzen, wobei das Biogas (überwiegend Methan mit weiteren geruchsintensiven Beimengungen) in die Atmosphäre entweicht. Unter den Bedingungen wird der Schlamm auf diese Weise auf den Schlamm-trockenplätzen in einem Zeitraum von ca. 80 bis 100 Tagen stabilisiert.

Zudem darf der Schlamm nicht landwirtschaftlich verwertet werden, weil er die in der Ukraine gültigen Grenzwerte für Schadstoffe (in mg/kg) überschreitet. Dabei liegen die ukrainischen Grenzwerte etwa zwei Zehnerpotenzen unter den deutschen bzw. westeuropäischen Normen. Dies lässt darauf schließen, dass in der Ukraine völlig andere Bestimmungsmethoden, insbesondere hinsichtlich der Verfahren zur Probenaufbereitung, zur Anwendung kommen als in Westeuropa.

Für die Schlammbehandlung auf der Kläranlage Červonohrad liegt ein Projekt (Technisch-ökonomische Grundlagen) des Planungsbüros L'vivdiprokomunbud aus dem Jahre 2006 vor, welches eine Kompostierung des anfallenden Schlammes vorsieht.

5 Hinweise zur Modernisierung der Abwasserentsorgung

5.1 Generelle Hinweise

5.1.1 Abwasserableitung

Im Bereich der Abwasserableitung ist davon auszugehen, dass die vorhandenen Kanalisationsnetze sich in einem sehr schlechten Zustand befinden und umfangreiche Schäden vorliegen. Beispielsweise deutet eine BSB₅-Zulaufkonzentration zur Kläranlage (in Červonohrad) von 130 mg/l auf eine sehr starke Infiltration von Fremdwasser in die schadhaften Kanäle sowie andererseits eine starke Exfiltration, d.h. einen Abwasseraustritt, aus dem Kanalnetz. Bei angeschlossenen 72.000 Einwohnern und einem spezifischen BSB₅ = 60 g / (E * d) müsste die Konzentration im Zulauf zur Kläranlage etwa doppelt so hoch sein, andererseits ist aber die Abwassermenge je angeschlossenen Einwohner von etwa 230 l / (E * d) durchaus plausibel, wenn man z.B. einen Schmutzwasseranfall von etwa 150 l / (E * d) und einen Fremdwasseranfall von 50 % zuschlägt.

Für eine fundierte Einschätzung des Zustandes der Schmutzwasserkanalisation wird empfohlen, eine Ermittlung des Fremdwasseranfalls durchzuführen. In Červonohrad und Novovolyns'k, wo das gesamte Abwasser über die Hauptpumpwerke zur Kläranlage gefördert wird, ist dies auf relativ einfache Weise in diesen Pumpwerken durchzuführen. Gleichzeitig kann bei dieser Gelegenheit die tatsächliche Förderleistung der Pumpen in verschiedenen Betriebsvarianten volumetrisch ermittelt bzw. nochmals überprüft werden. Diese Untersuchungen sollten am besten nachts etwa zwischen 3 bis 4 Uhr, wenn fast nur Fremdwasser über die Kanalisation dem Pumpwerk zufließt, durchgeführt werden. Die ermittelten Werte sind dann auch für eine bessere Analyse der Abwasserförderung in den einzelnen Pumpwerken sowie, wenn man danach noch die tatsächlichen Spitzenzuflüsse $Q_{h,max}$ [in m³/h bzw. l/s] ermittelt, für Planungszwecke zur Optimierung bzw. Erneuerung der Abwasserpumpwerke zu verwenden.

5.1.2 Abwasserbehandlung

Für den Bereich der Abwasserbehandlung sind grundsätzlich folgende Maßnahmen zu empfehlen, um den Betrieb der Kläranlagen transparent zu gestalten und daraus weitere Maßnahmen zur Verbesserung ableiten zu können:

- Installation einer Abwassermengenmessung am Zulauf oder Ablauf der Kläranlage,
- Bestimmung der für die Belastung der Kläranlage relevanten Parameter (CSB, BSB₅, N_{ges}, P_{ges}, abfiltrierbare Stoffe) im Zulauf zur Kläranlage aus 24-h-Mischproben. Damit gewinnt man die grundlegenden Daten für eine Bilanzierung der Belastung.
- Überwachen des Sauerstoffgehaltes an verschiedenen Stellen der Belebungsbecken sowie bei unterschiedlichen Belastungen der Kläranlage,
- Überwachen des pH-Wertes im Belebungsbecken, Messen der Säurekapazität am Ablauf,
- Überwachen des Trockensubstanzgehaltes im Belebungsbecken sowie im Überschussschlamm,
- kontinuierliches Erfassen der Überschussschlammmenge,
- Bestimmung des derzeitigen Stabilisierungsgrades des Überschussschlammes.

- Die dazu erforderlichen Messprogramme könnten beispielsweise über ein mobiles Labor und über mobile Online-Messtechnik im Rahmen eines Folgeprojektes realisiert werden.

Nach entsprechender Auswertung der Messergebnisse können begründete Maßnahmen zur Prozessoptimierung und zum eventuell erforderlichen Ausbau der Abwasserbehandlungsanlage abgeleitet werden. Das betrifft insbesondere:

- Die Optimierung des Sauerstoffeintrags über eine Online-Messung mit entsprechender Steuerung der Belüftung. Dazu wäre allerdings der Austausch der vorhandenen Gebläse und Elektromotoren sowie die Installation einer geeigneten Steuer- und Regeltechnik erforderlich.



Abbildung 17: Gebläsestation der KA Červonohrad

- Das Erfordernis und die Möglichkeiten für weitergehende Verfahren wie Nitrifikation und Denitrifikation etc. sind zu prüfen.
- In jedem Fall sollte eine Einrichtung zur chemischen P-Elimination installiert werden, da Phosphor in der Regel der limitierende Faktor für die Eutrophierung eines Fließgewässers (Bug) ist.
- In diesem Zusammenhang sollte eine Dosierung von Eisen-Salzen im Bereich der Pumpwerke geprüft werden, um die Schwefelwasserstoffbildung in den Druckleitungen sowie die dadurch verursachten Korrosions- und Geruchsprobleme in der Kläranlage zu unterbinden. Außerdem könnte auf diese Weise ein Teil des zur P-Elimination erforderlichen Fällmittels eingespart werden.

5.1.3 Schlammbehandlung

Für die Schlammbehandlung und -entsorgung ist grundsätzlich zunächst von Bedeutung, ob der Schlamm bereits in der biologischen Stufe aerob stabilisiert werden kann. Ist dies nicht möglich, ist bei den weiteren Verfahrensschritten wie Schlammentwässerung auf Schlamm-trocknenbeeten oder Kompostierung immer mit erheblichen Geruchsproblemen zu rechnen. Eine simultane aerobe Stabilisierung in der biologischen Stufe sollte normalerweise bei weitgehender Reduzierung bzw. Verzicht auf eine Vorklärung erfolgen, um eine vollständige Stabilisierung des anfallenden Schlammes zu erreichen und keinen unstabilisierten Vorklärschlamm weiterbehandeln zu müssen.

Eine Kompostierung des nicht stabilisierten Schlammes kann nicht empfohlen werden. Außerdem sollte man vor einer Entscheidung zugunsten einer Kompostierung die späteren Absatzmöglichkeiten für den Kompost prüfen und mit den Herstellungskosten des Kompostes vergleichen.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass bei Kläranlagen ab einer Größenordnung von 30.000 Einwohnerwerten (mitunter auch schon ab 20.000 EW) eine anaerobe Schlammbehandlung (geschlossene Faulung) die Standardtechnologie in Westeuropa und auch in Deutschland ist. Dabei wird der anfallende Überschussschlamm aus der biologischen Reinigungsstufe gemeinsam mit dem Primärschlamm aus der Vorklärung in optimaler Weise verarbeitet, wobei neben dem stabilisierten (ausgefauten) Schlamm vor allem auch Biogas (überwiegend Methan) erzeugt wird, welches üblicherweise in sogenannten BHKW (Blockheizkraftwerken) zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt wird. Auf diesem Wege kann unter normalen Bedingungen der Energiebedarf der Kläranlage zu einem überwiegenden Teil abgedeckt werden.

Es steht außer Frage, dass diese Technologie insbesondere im Hinblick auf die Problematik der effektiven Energienutzung bei der Abwasserentsorgung auch in der Ukraine mittel- und langfristig vorrangig zum Einsatz kommen sollte. Bei der gegenwärtigen Situation der knappen Mittel sollte bei geplanten Maßnahmen im Bereich der Abwasser- und Schlammbehandlung diese Option immer mit berücksichtigt werden, so dass alle zwischenzeitlichen Lösungen einen späteren Übergang zur Geschlossenen Faulung weitgehend problemlos ermöglichen sollten.

5.1.4 Verbesserung des Gewässerschutzes

Die Realisierung der empfohlenen Maßnahmen zur Abwasser- und Schlammbehandlung hätte positive Auswirkungen auf die Belastung der Oberflächengewässer und des Grundwassers, wobei sich konkrete Angaben für die Größe der Entlastung der Gewässer durch Schadstoffe nicht bilanzieren lassen. Dafür fehlen auch verlässliche Daten für die gegenwärtige vorhandene Belastung. Es ist jedoch unstrittig, dass die Maßnahmen zur Verbesserung und Stabilisierung der Abwasser- und Schlammbehandlung auf den Kläranlagen in Červonohrad und Novovolyns'k zu einer Reduzierung der Belastung der Oberflächengewässer, d.h. des Westlichen Bug, beitragen.

Grundsätzlich werden für die Realisierung von Maßnahmen zum weiteren Ausbau der vorhandenen Kläranlagen die gesetzlichen Vorgaben in der Ukraine maßgebend sein, insbesondere ob und in welchem Umfang die Reduzierung der Nährstoffe Phosphor und Stickstoff gefordert werden.

Bezüglich der im ukrainischen Teileinzugsgebiet des Bug in das Gewässer eingetragenen Phosphormenge kann man davon ausgehen, dass nach Realisierung entsprechender

Maßnahmen zur P-Eliminierung auf den größeren Kläranlagen, insbesondere auf der Kläranlage L'viv, eine Reduzierung von ca. 30 % erreichbar ist.

Gemäß Bug-Report No.2 (siehe Abschnitt 3.3.3) beträgt die jährlich aus Punktquellen eingeleitete P-Fracht ca. 271 t P_{ges}/a , wobei davon ca. 76 % (207 t P_{ges}/a) durch die Kläranlage L'viv verursacht werden. Bei einer täglichen Abwassermenge von ca. 400.000 m^3/d ergibt sich eine mittlere P-Konzentration im Ablauf der Kläranlage von 1,42 mg P_{ges}/l . Die Einhaltung eines Grenzwertes für $P_{ges} = 1 \text{ mg/l}$, wie er in Deutschland für Kläranlagen der Größe über 100.000 EW gefordert wird, würde eine Reduzierung um ca. 30 % (61,3 t/a) für die Kläranlage L'viv ergeben.

Bei Kläranlagen der Größenordnung zwischen 10.000 bis 100.000 EW liegt der Grenzwert bei $P_{ges} = 2 \text{ mg/l}$ in Deutschland, für die Kläranlage Červonohrad wird der zulässige Ablaufwert mit $P_{PO4} = 1,7 \text{ mg/l}$ angegeben.

Im Normalfall lassen sich diese Ablaufwerte nur mit einer biologischen Phosphat-Elimination nicht einhalten, sondern es wird zusätzlich eine chemische P-Elimination durch Zugabe entsprechender Fällmittel erforderlich.

Zur Verdeutlichung der Größenordnung des Effektes einer P-Elimination auf den Kläranlagen Červonohrad und Novovolyn's'k wird darauf hingewiesen, dass eine Reduzierung der P-Konzentration im Ablauf um nur 1 mg/l (im Mittel) eine Senkung der jährlichen P-Fracht um ca. 10 t P_{ges}/a ergibt.

Für die Modernisierung der Abwasserentsorgung werden zusammenfassend nachfolgende Maßnahmen empfohlen:

Abwasserableitung:

- überschlägliche Ermittlung des Fremdwasserzuflusses in die Kanalisation als Grundlage einer Grobeinschätzung des Zustandes (allgemeiner Schadensumfang) des Kanalnetzes
- Modernisierung der Abwasserpumpwerke einschließlich der Abwasserdruckleitungssysteme durch Einsatz energetisch optimierter, moderner Pumpwerkstechnik einschl. E-Motoren
- Untersuchung des Bauzustandes der Kanalisation und Erarbeitung eines Generalentwässerungsplanes mit Schwerpunkt auf der baulichen Sanierung

Abwasserbehandlung:

- Installation geeigneter Messtechnik auf den Kläranlagen, insbesondere Abwassermengenmessung. Ermittlung der für den Abwasserreinigungsprozess relevanten Parameter im Zulauf zur KA
- Überwachung der prozessrelevanten Parameter wie Sauerstoffgehalt im Belebungsbecken, pH-Wert, Trockensubstanzgehalt etc.
- Optimierung des Sauerstoffeintrags mittels Online-Messung und entsprechender Steuerung der Belüftung
- Modernisierung der Belüftungstechnik, d.h. Einsatz moderner hocheffizienter Gebläse und Motoren sowie einer geeigneten Steuer- und Regeltechnik sowie Installation effizienter Belüftungselemente¹⁰
- Errichtung von Anlagen zur chemischen P-Elimination auf Kläranlagen ab einer bestimmten Größenklasse.

Schlammbehandlung:

- Errichtung von Anlagen zur anaeroben Schlammbehandlung (geschlossene Faulung) einschließlich der Verwertung des anfallenden Biogases in BHKW (Blockheizkraftwerk) zur Wärme- und Stromerzeugung. Bei kleineren Kläranlagen sollte die simultane Schlamm-Stabilisierung in der biologischen Reinigungsstufe zur Anwendung kommen.
- Eine weitere Möglichkeit ist die Errichtung von Anlagen zur offenen Faulung (Erdfaulbecken) zumindest für eine Übergangszeit.

¹⁰ Für die in der Ukraine eingesetzten Belüftungsrohre der Firma Ekopolimer Charkiv sollte ein Messprogramm zur Ermittlung der Sauerstoffeintragswerte durchgeführt werden.

5.2 Stadt L'viv

5.2.1 Kanalisation

Nach Einschätzung der Stadt sind ca. 185,5 km (33%) des Kanalisationsnetzes abgeschrieben. 29 km der Kollektoren (5% des Gesamtnetzes) müssen ausgetauscht bzw. saniert werden. In den Jahren 2004 bis 2005 gab es mehr als 300 Havarien an den Kollektoren. Die Kosten zur Sanierung werden von der Stadt auf ca. 70 Mio. UAH geschätzt.

Die südöstlichen Teile der Stadt sind durch Druckleitungen und Pumpstationen an das Kanalisationsnetz angeschlossen. Bei starkem Durchfluss und/ oder Stromausfall kann es hier zu Havarien kommen. Es ist aus Sicht der Stadt dringend geboten, einen südöstlichen Kollektor zu bauen, der die Ableitung der Abwässer dieser Stadtteile im Freigefälle zur Kläranlage ermöglicht. Dadurch könnte auch der energieaufwendige Betrieb der Pumpstationen eingestellt werden. Die Kosten hierfür belaufen sich nach Angaben der Stadt auf ca. 80 Mio. UAH.

Es wird empfohlen, für das Kanalisationsnetz der Stadt L'viv ein Sanierungskonzept als Bestandteil eines Generalentwässerungsplans zu erarbeiten, der später die Grundlage für alle weiteren Planungen und Investitionen im Bereich der Kanalisation bilden sollte. Zunächst sollte insbesondere die Funktionalität der Kanalisation gewährleistet bzw. wieder hergestellt werden. Die Sanierung des Kanalnetzes ist eine wichtige Voraussetzung für eine effektive Gestaltung der nachfolgenden Abwasserbehandlung auf der Kläranlage, da nach entsprechenden Maßnahmen mit einer wesentlichen Reduzierung der Fremdwassermengen im Kanalnetz und damit des Abwasserzuflusses zur Kläranlage zu rechnen ist. Eine Erweiterung der Kläranlagenkapazität von derzeit 490.000 m³/d auf 600.000 m³/d in der Perspektive ist dann möglicherweise nicht mehr erforderlich.

Im Generalentwässerungsplan sollte auch die Modernisierung des Mischwassernetzes zur weiteren Entlastung der Kläranlage sowie der Poltva auf der Grundlage von hydraulischen bzw. Schmutzfrachtberechnungen berücksichtigt werden. Durch die Errichtung von Regenüberlaufbecken im Kanalnetz kann der Abwasserzufluss zur Kläranlage bei Regenwetter auf eine wirtschaftlich vertretbare Größe beschränkt werden.

5.2.2 Abwasserbehandlung

Das von der Weltbank und dem Schwedischen Fond unterstützte Projekt bezog sich in erster Linie auf die Beschaffung energieeffizienter Technik. Auch nach Abschluss des Projektes ist laut Auskunft der Geschäftsführung von L'vivvodokanal die Anschaffung von Messgeräten und Prozesssteuerungstechnik notwendig.

Für die biologische Reinigungsstufe sollte geprüft werden, inwieweit die jetzige Anlage nach Abschluss der Rekonstruktions- und Modernisierungsmaßnahmen zur Nitrifikation (ggf. auch zur Denitrifikation) in der Lage ist.

Zur Optimierung der biologischen Reinigungsleistung wird gegenwärtig von L'vivvodokanal der Einsatz von schwimmenden Füllkörpern zur Erhöhung des Anteils der Mikroorganismen im Belebungsbecken in Erwägung gezogen.

Für eine weitere Optimierung der biologischen Reinigungsstufe wird empfohlen, ein geeignetes Messprogramm zur Feststellung und Überprüfung der Lufteintragsleistung des eingesetzten Belüftungssystems (Belüfterrohre der Fa. Ekopolimer Charkov sowie im Komplex mit den eingesetzten Gebläsen) durchzuführen.

In jedem Fall wird jedoch empfohlen, die Kläranlage mit entsprechenden Anlagen zur gezielten Phosphateliminierung auszurüsten, was noch mit relativ geringem Investitionsaufwand (Anlagen zur chemischen Fällung z.B. mit Eisensalzen) realisiert werden kann. In Deutschland wird diese Reinigungsstufe bereits ab einer Anlagengröße von 10.000 EGW gefordert.

Zu beachten ist, dass der Reinigungserfolg einer Kläranlage in der Ukraine nur anhand der Grenzwerte am Ablauf der Anlagen bestimmt wird. Eine prozentuale Verringerung der Belastung gemessen am Zulauf – wie in der Europäischen Union üblich – wird nicht gefordert. Die Einhaltung der Grenzwerte der Kläranlage ist daher auch auf die geringe Konzentration der Schadstoffe im Zulauf zurückzuführen, die durch Fremdwassereintrag und Exfiltration in der Kanalisation bedingt wird.

5.2.3 Schlammbehandlung

L'vivvodokanal ist an der Errichtung einer geschlossenen Faulung mit Nutzung des anfallenden Biogases zur Energieerzeugung (Elektroenergie und Wärme in BHKW) interessiert. Hierfür wurde von L'vivvodokanal eine erste technische Abschätzung unternommen, die zu folgenden Ergebnissen geführt hat:

- Ohne Stabilisierung wird der entwässerte Schlamm ein Volumen von 280 m³/Tag haben. Bei der Stabilisierung wird der entwässerte Schlamm ein Volumen von 182 m³/Tag. Das Volumen des entwässerten Schlamms wird um mehr als auf 35% reduziert, was einen wesentlichen Einfluss auf die Transportkosten ausüben wird.
- Sollte der Schlamm zur Entsorgung auf Lagerplätze transportiert werden, dann wird pro Jahr eine Fläche von 3,5 ha und nicht von 4 ha wie bei der anaeroben Faulung benötigt.
- Die aus dem Biogas produzierte Elektroenergie Energie, gleicht den Energiebedarf für die Belüftung (Gebläse) aus, der bis zu 65% des Gesamtenergiebedarfs der Kläranlage beträgt. Dadurch werden bis zu 21.900 MWh/Jahr eingespart.
- Die Wärmeenergie (heißes Wasser) kann für die Heizung der Gebäude im Winter genutzt werden. In der Sommerzeit soll das heiße Wasser von den Gasgeneratoren getrennt, z.B. im Abwasser, abgekühlt werden.
- Die Kosten für die Errichtung der Anlage mit Eindickern, geschlossenen Faulbehältern, Gasgeneratoren und Schlamm-speicherbehältern werden auf 17 Mio. USD geschätzt.

5.3 Stadt Novovolyns'k

5.3.1 Abwasserableitung

Für den Bereich der Abwasserableitung wurden im Rahmen des Projektes vor allem die bestehenden Hauptpumpwerke betrachtet. Soweit die vorliegenden Angaben dies ermöglichten, wurden auch die Betriebsverhältnisse der einzelnen Pumpwerke untersucht. Ein Hauptproblem auch bei der Abwasserableitung ist die Energieeffizienz der Anlagen, in diesem Fall der Pumpen und/bzw. der Druckleitungssysteme.

Grundsätzlich sollten jedoch bei allen Bemühungen um Energieeinsparungen beim Abwassertransport die grundlegenden, in der Praxis erprobten und bewährten Bedingungen

und Regeln für einen problemlosen Abwassertransport mittels Druckleitungen beachtet werden :

- die Fließgeschwindigkeit des Abwassers in der Druckleitung sollte möglichst in einem Bereich von 0,7 bis maximal 1,2 m/s liegen (auch in Abhängigkeit von der Länge der Druckleitung),
- die Aufenthaltszeit des Abwassers im Druckleitungssystem sollte 2 Stunden nicht überschreiten, insbesondere bei nachfolgenden Objekten aus Beton, z.B. Schächte und Kanäle aus Beton und Stahlbeton in der Kanalisation.
- Auch im Zulaufbereich der Kläranlage ist ein zu hoher Schwefelwasserstoffgehalt im Abwasser nicht wünschenswert. Generell kann sich eine hohe Schwefelwasserstoffkonzentration im Abwasser auch negativ auf Prozesse der biologischen Reinigung auswirken.

Für geplante Investitionen im Bereich der Abwasserpumpwerke wird daher empfohlen, die Pumpwerke immer im Zusammenhang mit den zugehörigen Druckleitungen zu betrachten, zumal davon auszugehen ist, dass auch die vorhandenen Druckleitungen (aus Stahl) in vielen Fällen zu erneuern bzw. zu sanieren sind. Bei dieser Gelegenheit sollte insbesondere die Nennweite (Durchmesser) der Druckleitung überprüft und gegebenenfalls an die tatsächlichen Erfordernisse angepasst werden.

In Novovolyns'k sind die vorhandenen Druckleitungen in einigen Fällen überdimensioniert. So fördert beispielsweise das Pumpwerk PW5 über 2 Druckleitungen je DN 700 über eine Strecke von ca. 7 km zur Kläranlage.

Nach einer überschläglichen Abschätzung reicht dafür z.B. eine Druckleitung DN 350. In so einem Fall ist es durchaus vorstellbar, eine neue Rohrleitung mit diesem Durchmesser in eine der vorhandenen Druckleitungen DN 700 mit relativ geringem Aufwand einzuziehen.

Wenn dann in diesem Zusammenhang die Pumpen in der Pumpstation an diese neuen Verhältnisse sowie an den tatsächlichen Abwasserzufluss optimal angepasst werden, kann es durchaus zu Energieeinsparungen bei wesentlich verbesserten Betriebsverhältnissen (Fließgeschwindigkeit, Aufenthaltszeit des Abwassers) führen. Ähnliche Effekte sind für die meisten der 5 Hauptpumpwerke realisierbar.



Abbildung 18: Zulaufbauwerk auf der KA Novovolyns'k

Durch die Einlaufgestaltung der Druckleitungen von oben in das Zulaufbauwerk müssen bei jeder Druckleitung ca. 1,5 m Höhe zusätzlich überwunden werden, wodurch unnötig Energie verschwendet wird.

5.3.2 Abwasserbehandlung

Für die Abwasserbehandlung sind grundsätzlich die unter 3.1.2 aufgeführten Empfehlungen zu beachten.

Wie unter Punkt 2.2.2 dargestellt, ist bei der vorhandenen Größe der Belebungsbecken sowie der Nachklärung wahrscheinlich eine simultane aerobe Schlammstabilisierung einschließlich Stickstoffeliminierung möglich.

Im Hinblick einer angestrebten Energieeffizienz der Kläranlage sollte jedoch mittel- bzw. langfristig für die biologische Stufe auf eine Verfahrensführung ohne aerobe Schlammstabilisierung orientiert werden, aber dafür mit anschließender Schlammbehandlung in einer Geschlossenen Faulung mit entsprechender Nutzung des anfallenden Biogases für die Erzeugung von Wärme und Elektroenergie.

Für die mögliche Verfahrensführung in der biologischen Reinigungsstufe ist zu prüfen, ob durch Außerbetriebnahme (Demontage oder Abschalten) einzelner Belüftungselemente in bestimmten Bereichen oder durch intermittierenden Betrieb der Belüftung eine Denitrifikation

möglich ist. In diesem Fall wird sicherlich der Einbau von geeigneten Rührwerken erforderlich.

5.3.3 Schlammbehandlung

Solange die Finanzierung und Realisierung einer Geschlossenen Faulung nicht möglich ist, könnte eine Verfahrensführung der biologischen Stufe mit simultaner aerober Schlammstabilisierung die Probleme bei der Entwässerung und Lagerung des Schlammes auf den Schlammmentwässerungsplätzen bedeutend verringern. Für diesen Fall ist zu prüfen, ob bei Außerbetriebnahme der Vorklärung und damit dem Wegfall des Primärschlammes die gesamte Schlammmenge als Überschussschlamm simultan aerob stabilisiert werden kann.

Bei einer BSB₅-Konzentration von 300 mg/l im Zulauf zu den Belebungsbecken und einer Abwassermenge von 9.500 m³/d ergibt sich eine BSB₅-Trockensubstanz-Belastung von ca. 0,04 kg/kg*d. Diese Verfahrensvariante wäre in diesem Fall ein wesentlicher Beitrag zur Verminderung der mit der Entwässerung und Lagerung des Schlammes verbundenen Geruchsbelästigung.

**Zusammenfassend werden für die Stadt Novovolyn'sk nachfolgende wesentliche
Maßnahmen zur Modernisierung der Abwasserentsorgung empfohlen:**

Abwasserableitung:

- überschlägliche Ermittlung des Fremdwasserzuflusses in die Kanalisation - kurzfristig
und damit im Zusammenhang Überprüfung und/bzw. Ermittlung
der Abwasserzuflussmengen (Tagesganglinien) zu den Pumpwerken

- Modernisierung der Abwasserpumpwerke einschließlich - kurz- bis
der Abwasserdruckleitungssysteme mittelfristig

Abwasserbehandlung:

- Installation der erforderlichen Mess-/Steuer-/Regeltechnik (MSR-Technik) - kurz- bis
auf der Kläranlage und mittelfristig
Überwachung der prozessrelevanten Parameter im Kläranlagenbetrieb

- Modernisierung der Belüftungstechnik (Gebläse mit E-Motoren, - kurz- bis
MSR-Technik des Belüftungssystems einschl. Online-Sauerstoffmessung, mittelfristig
eventuell der Belüftungselemente, Regelarmaturen),
eventuell Installation von Rührwerken (bei Denitrifikation)

- Installation einer Anlage zur chemischen P-Elimination - mittelfristig

Schlammbehandlung:

- Errichtung einer Anlage zur anaeroben Schlammbehandlung - langfristig
(geschlossene Faulung) einschl.
Biogasverwertung zur Wärme- und Stromerzeugung

5.4 Stadt Červonohrad

5.4.1 Abwasserableitung

Für eine erste Einschätzung des Zustandes der Schmutzwasserkanalisation wird empfohlen, eine Ermittlung des Fremdwasseranfalls durchzuführen. Dies sollte an erster Stelle in den genannten 3 Hauptpumpwerken erfolgen. Gleichzeitig kann bei dieser Gelegenheit die tatsächliche Förderleistung der Pumpen in verschiedenen Betriebsvarianten ermittelt bzw. nochmals überprüft werden.

Zur weiteren Eingrenzung der Schwerpunkte des Fremdwassereintritts können diese Untersuchungen an allen anderen wesentlichen Pumpwerken durchgeführt werden (nach Angabe des Betreibers, Červonohradvodokanal, befinden sich im Einzugsbereich des gesamten Kanalisationsnetzes der Stadt Červonohrad insgesamt 16 Pumpwerke). Dabei wird berücksichtigt, dass der Fremdwasserzutritt in die Kanalisation in einzelnen Teilgebieten in Abhängigkeit von der Tiefenlage der Kanalisation, der Höhe des Grundwasserspiegels, den Bodenverhältnissen und natürlich dem Zustand der Kanalisation sehr unterschiedlich ausfallen kann. Außerdem schwankt der Fremdwasseranfall zum Teil erheblich im Jahresverlauf, aber auch im Tagesverlauf treten Unterschiede auf.

Im Bereich der Abwasserförderung sollte der Schwerpunkt auf der Modernisierung der Pumpwerke liegen. Bestandteil einer Optimierung der Pumpwerke ist eine Pumpenstaffelung entsprechend dem tatsächlichen Abwasserzulauf (Zulaufganglinie), d.h. eine Anpassung bzw. Abstufung der Pumpen an die Grundlast bzw. Normlast durch den Betrieb einer Pumpe und Zuschaltung der zweiten Pumpe bei Spitzenlast. Weitere mögliche Regelungen, wie z.B. Drehzahlregelung, sind im Einzelfall zu prüfen und gegebenenfalls mit Hilfe einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung zu begründen.

Grundsätzlich wird bei einer Modernisierung der Abwasserpumpwerke empfohlen, die Pumpwerke immer im Zusammenhang mit den zugehörigen Druckleitungen zu betrachten, insbesondere sollten die grundlegenden, in der Praxis erprobten und bewährten Bedingungen für einen problemlosen Abwassertransport mittels Druckleitungen berücksichtigt werden (siehe auch 5.3.1) :

- die Fließgeschwindigkeit in der Druckleitung zwischen 0,7 und 1,2 m/s,
- die Aufenthaltszeit des Abwassers in der Druckleitung möglichst nicht länger als 2 Stunden.

Im Bereich der Abwasserförderung wird eingeschätzt, dass bei einer Optimierung der Pumpwerke einschließlich der Druckleitungssysteme durch den Einsatz neuer Pumpwerkstechnik und effizienter Elektromotoren der Energieverbrauch erheblich (um ca. 25 bis 30 %) reduziert werden kann.

5.4.2 Abwasserbehandlung

Wie unter Punkt 2.3.2 dargestellt, ist das vorhandene Beckenvolumen der Belebungsbecken nicht ausreichend für eine Verfahrenstechnologie mit Nitrifizierung und ggf. Denitrifikation. Für diesen Fall wäre erheblich mehr Beckenvolumen erforderlich. Das gilt auch, falls eine aerobe Schlammstabilisierung in der biologischen Reinigungsstufe erreicht werden soll.

Ausschlaggebend für die erforderliche Größe der Belebungsbecken sind insbesondere :

- die Verfahrenstechnologie in Abhängigkeit von den geforderten Ablaufwerten

(Kohlenstoffelimination mit oder ohne Schlammstabilisierung, Nitrifikation,
Denitrifikation),

- die tatsächliche Zulauffracht (z.B. in kg BSB₅/d).

Daher wird nochmals darauf hingewiesen, wie wichtig die Feststellung der Daten für die tatsächliche Belastung (Abwassermengen, Zulaufkonzentrationen für BSB₅, Stickstoff, Phosphor etc. sowie entsprechende Tagesganglinien, Schlammvolumenindex) sind.

Weiterhin muss festgestellt werden, dass die Größe der vorhandenen Nachklärbecken eigentlich nur unter günstigen Bedingungen, d.h. wenn der Schlammvolumenindex einen Wert von ISV = 100 ml/g nicht übersteigt.

Daher sollten grundsätzlich die unter 3.1.2 aufgeführten Empfehlungen umgesetzt werden, um den Betrieb der Kläranlage einschätzen, analysieren und Maßnahmen zur Verbesserung ableiten zu können.

5.4.3 Schlammbehandlung

Für die Schlammbehandlung wird vom Betreiber, Červonohradvodokanal, eine Anlage zur Kompostierung (sogenannte biothermische Schlammbehandlung) zur Zeit als Vorzugslösung angesehen. Dafür liegt bereits ein Projekt des Ingenieurbüros „L'vivdiprokomunbud“ vor.

Eine Kompostierung des Klärschlamms wird aus unserer Sicht zwar nicht empfohlen, aber für die Realisierung einer Geschlossenen Faulung fehlen gegenwärtig jegliche Möglichkeiten zur Finanzierung.

Im Hinblick auf eine effektive Energieausnutzung bei der Abwasserentsorgung sollte mittel- bzw. langfristig auch für die Kläranlage Červonohrad eine anaerobe Schlammbehandlung (geschlossene Faulung) mit Biogasnutzung zur Wärme- und Stromerzeugung in BHKW (Blockheizkraftwerk) realisiert werden.

Für die Modernisierung der Abwasserentsorgung in Červonohrad werden im Wesentlichen nachfolgende Schwerpunktmaßnahmen empfohlen:

Abwasserableitung :

- überschlägliche Ermittlung des Fremdwasserzuflusses in die Kanalisation und damit im Zusammenhang Überprüfung und/bzw. Ermittlung der Abwasserzuflussmengen (Tagesganglinien) zu den Pumpwerken - kurzfristig
- Modernisierung der Abwasserpumpwerke einschl. der Abwasserdruckleitungssysteme - kurz- bis mittelfristig

Abwasserbehandlung :

- Installation der erforderlichen Mess-/Steuer-/Regeltechnik (MSR-Technik) auf der Kläranlage und Überwachung und/bzw. Regelung der prozessrelevanten Parameter im Kläranlagenbetrieb - kurz- bis mittelfristig
- Modernisierung der Belüftungstechnik (Gebläse mit E-Motoren, MSR-Technik des Belüftungssystems einschl. Online-Sauerstoffmessung - kurz- bis mittelfristig
- Erweiterung der biologischen Reinigungsstufe (Vergrößerung des Volumens der Belebungsbecken sowie der Kapazität (Oberfläche) der Nachklärbecken) in Abhängigkeit von der in Zukunft angestrebten Ablaufqualität (z.B. mit Nitrifikation und Denitrifikation) - mittel- bis langfristig
- Installation einer Anlage zur chemischen P-Elimination - mittelfristig

Schlammbehandlung .

- Errichtung einer Anlage zur anaeroben Schlammbehandlung (geschlossene Faulung) einschl. Biogasverwertung zur Wärme- und Stromerzeugung - langfristig

6 Vorschläge zur weiteren Zusammenarbeit

6.1 Prioritäten der weiteren Entwicklung im Gebiet

Entwicklung der Abwasserentsorgung im Gebiet L'viv lassen sich drei Prioritäten erkennen:

- (1) Sanierung und Ausbau der Kanalisation
- (2) Modernisierung der Biologischen Reinigungsstufe
- (3) Optimierung der Schlammbehandlung

Aufgrund der schwachen finanziellen Situation der Gemeinden und der kommunalen Unternehmen ist davon auszugehen, dass diese Maßnahmen ohne ausländische finanzielle und technische Hilfe nicht zu realisieren sind.

Wie bereits eingangs angeführt können auf Basis der gegenwärtigen Datenlage keine detaillierten Berechnungen zur Bedarfsermittlung und der Bewertung der bestehenden Anlagen durchgeführt werden. Eine wichtige technische Transferleistung ist daher zunächst in der Anschaffung von Messtechnik zu sehen, die möglichst bei mehreren Anlagen in der Region zum Einsatz kommen sollte.

6.2 Konzept eines Folgeprojektes für die Entwicklung der Abwasserinfrastruktur in der Region

6.2.1 Ausgangssituation

Im Rahmen des Projektes „Grenzüberschreitendes Wassermanagement“ wurden wesentliche Defizite in der labortechnischen Ausstattung sowie unzureichender Messtechnik auf allen Kläranlagen des Bearbeitungsgebietes festgestellt.

- Schlechte labortechnische Ausstattung: Analysen werden weitgehend von Hand durchgeführt. Eine kontinuierliche Überwachung der biologischen und chemischen Belastung der Anlagen wird nicht gewährleistet
- Keine Überwachung der hydraulischen Belastung der Anlagen: Eine regelmäßige Messung und Überwachung der hydraulischen Belastung der Anlagen findet nicht statt. Es mangelt an entsprechender Technik, mit Hilfe derer Zulauf, Durchlauf und Abfluss der einzelnen Prozessstufen bestimmt werden kann.

Durch die unzureichende Datenbasis ist eine fundierte Bewertung und Optimierung der betriebenen Anlagentechnik nicht realisierbar. Es ist davon auszugehen, dass bei Einführung einer Prozessüberwachung sowohl die Ablaufwerte verbessert als auch eine Optimierung der Betriebskosten erreicht werden kann. Darüber hinaus wird die Datenbasis für eine Modernisierung der Anlagen geschaffen.

6.2.2 Handlungsbedarf

Die unzureichende Ausstattung mit Labortechnik als auch Mess- und Regeltechnik zur Prozessüberwachung betrifft alle Anlagen im Gebiet L'viv. Um eine Bewertung der jeweiligen Anlagentechnik vorzunehmen und Prioritäten für Investitionsmaßnahmen für die Entwicklung des Gebietes L'viv bestimmen zu können, müssen zunächst genauere Daten zur gegenwärtigen Belastungen ermittelt werden.

Die Ausstattung aller Anlagen mit moderner Messtechnik ist finanziell und angesichts des hohen generellen Sanierungs- und Investitionsbedarfs nicht zu rechtfertigen. Die Anschaffung von mobiler Messtechnik würde es ermöglichen, dass je nach Bedarf bei

verschiedenen Kläranlagen Messungen durchgeführt werden und dann über einen bestimmten Zeitraum eine kontinuierliche Datenbasis zur Prozessbestimmung der jeweiligen Anlage zur Verfügung stünde. Unter Anleitung deutscher Fachexperten könnte diese Technik dann in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität L'viv, Lehrstuhl für Hydraulik und Sanitärtechnik, zur Ausmessung und Bewertung der Kläranlagen im Gebiet Lemberg eingesetzt werden. Auf dieser Basis werden sowohl die technischen Voraussetzungen als auch das notwendige Know-how für eine detaillierte Erhebung des IST-Zustandes der Abwasserinfrastruktur im Gebiet Lemberg geschaffen.

Eine Abschätzung der Rationalisierungspotentiale und die Bestimmung der Investitionskosten für Sanierungs- und Erweiterungsmaßnahmen sollten von ukrainischen Spezialisten übernommen werden. Die deutschen Projektträger stehen als Ansprechpartner und fachliche Begleiter zur Verfügung. Es wird angestrebt, nach Abschluss einer zweijährigen Pilotphase eine Organisation und finanzielle Struktur zu etablieren, die sich in Trägerschaft der ukrainischen Partner befindet.

6.2.3 Ziel und Gegenstand der Maßnahme

Das Ziel eines solchen Folgeprojekt Projektes ist es, sowohl die Datenbasis zur Bewertung der Abwasserinfrastruktur im Gebiet L'viv zu verbessern als auch ukrainischen Fachkräften Kenntnisse zur Bewertung und Konzeption von Abwasseranlagen zu vermitteln. Im Ergebnis soll eine Bewertung der bestehenden Anlagentechnik und der erforderlichen wirtschaftlich-technischen Maßnahmen zur Sanierung der Abwasserwirtschaft in der Region ermöglicht werden.

Die Durchführung des Projektes umfasst folgende Maßnahmen:

- Konzeptionelle Vorbereitung, Planung und Abstimmung des Projektablaufes mit den Partnern in der Ukraine und in Deutschland
- Gründung eines Vereins/Stiftung/Organisation mit ukrainischen Partnern in L'viv
- Anschaffung/Anmietung einer mobilen Ausstattung an Mess- und Labortechnik zur Überwachung der hydraulischen und (bio)chemischen Prozesse einer Kläranlage „Mobiles Labor“
 - PKW-Anhänger mit relativ einfacher, robuster Technik und geringen Folgekosten für Betrieb und Verbrauchsmaterialien (ca. 60.000 EUR Anschaffungskosten, evtl. auch Miete möglich)
 - Mengenmesstechnik in Ergänzung der o.g. Anlagen (ca. 20.000 EUR Anschaffungskosten, evtl. auch Miete möglich)
 - Fahrzeug/PKW zum Transport der Anlagen (von ukrainischen Partnern zu beschaffen)
- Schulung von Doktoranden/Studenten/Labortechnikern der Technischen Universität L'viv an den Geräten durch die deutschen Projektträger vor Ort
- Ausmessung einer Anlage und Bewertung der Ergebnisse gemeinsam durch ukrainische und deutsche Partner
- Erstellung einer Organisations- und Finanzierungsstruktur zum langfristigen Betrieb des Mobiles Labors im Einzugsgebiet von Bug und San in Abstimmung mit den Wasserunternehmen, Kommunen und Staatlichen Behörden.
- Beratung und fachliche Expertisen zu Pilotmessungen im Zeitraum von 1 Jahr
- Exemplarische Auswertung der Messungen und Beratung zu Folgemaßnahmen

Die Umsetzung würde von DREBERIS und der Stadtentwässerung übernommen, wobei folgende Arbeitsschwerpunkte gesetzt werden:

DREBERIS GmbH

- Projektmanagement und -koordination in der Ukraine
- Verhandlungsführung mit ukrainischen Partnern
- Beratung zur Organisation und Finanzierung
- Personalgewinnung

Stadtentwässerung Dresden GmbH

- Technische Beratung
- Beratung und Schulung der Labortechniker
- Durchführung und Auswertung von Pilotmessungen
- Exemplarische Effizienzanalysen auf Basis erster Messungen

Als weitere Partner kommen grundsätzlich folgende Institutionen in Betracht:

- Ministerium für Wohnungs- und Kommunalwirtschaft, Kiew
- Staatliche Verwaltung für Wohnungs- und Kommunalwirtschaft mit Sitz in L'viv
- Staatliche Verwaltung für Umweltschutz mit Sitz in L'viv
- Umweltministerium Kiew
- Lehrstuhl für Hydraulik und Sanitärtechnik der Technischen Universität L'viv
- Fa. Hach Lange GmbH als Know-how-Träger im Bereich MESZ- und Steuertechnik
- deutsche Ingenieurbüros mit Spezialisierung auf MESZ- und Abwassertechnik.

Die Struktur des Projektes ist grundsätzlich darauf ausgerichtet, unter Beteiligung der Projektpartner eine Institution in L'viv zu etablieren, der auch längerfristig die Verwaltung der Messtechnik, sowie die Durchführung von Schulungen und Beratungsmaßnahmen obliegt.

6.2.4 Kosten

Nach der gegenwärtigen Schätzung gehen wir für die Pilotphase von einem Aufwand von ca. 200.000 EUR aus (zzgl. evtl. Investitionskosten für Messanlagen)

- | | |
|--|-----------------|
| ▪ Sach-/Betriebskosten Verein in Anlaufphase: | ca. 75.000 EUR |
| ▪ Personalaufwand DREBERIS/SEDD: | ca. 100.000 EUR |
| ▪ Externe Leistungen (Ing.Büros, Übersetzung): | ca. 25.000 EUR |

6.2.5 Finanzierung

Die Finanzierung des Projektes soll durch 3 Säulen getragen werden:

- Zuwendung von Seiten des BMU/UBA
- Mittel von Seiten der ukrainischen Partner
- Eigenmittel der Projektträger DREBERIS/SEDD.

Mittelfristig sollen die laufenden Kosten durch Einnahmen von den Projektbeteiligten und Nutzern der Messtechnik (Wasserunternehmen) gedeckt werden.

6.3 Weitere Ansätze für deutsch-ukrainische Projekte im Gewässerschutz

6.3.1 Kompetenz- und Schulungszentrum für die Abwasserwirtschaft

Parallel zum vorgestellten Projekt in der Region L'viv haben die Stadtentwässerung Dresden und DREBERIS in 2007 eine Schulungsmaßnahme für ukrainische Entscheidungsträger der ukrainischen Wasserwirtschaft durchgeführt. Sieben Direktoren und leitende Angestellte von Wasserunternehmen der gesamten Ukraine haben im Sommer 2007 für drei Wochen an Schulungen in Dresden teilgenommen. Ein Abschlussworkshop fand Ende Oktober 2007 in Černihiv statt, am Sitz eines der beteiligten ukrainischen Wasserunternehmen.

Den ukrainischen Kollegen konnte zahlreiche Erfahrungen aus dem Betrieb der Stadtentwässerung Dresden gegeben werden. Dabei standen nicht nur technische Fragen im Vordergrund. Die Organisation der deutschen Wasserwirtschaft und das Management deutscher Wasser- und Abwasserunternehmen waren für die Ukrainer von hohem Interesse und können sinnvolle Impulse für die weitere Entwicklung ukrainischer Wasserunternehmen geben. Hierfür ist jedoch sicherzustellen, dass der Wissenstransfer nicht nur auf Ebene der Geschäftsführer stattfindet, sondern auch für Mitarbeiter und Fachleute in Verwaltungen und Wasserunternehmen zugänglich wird.

Die Wasser- und Abwasserwirtschaft der Ukraine steht vor großen Herausforderungen, bei denen die Erfahrungen aus Ostdeutschland und Westeuropa nützliche Entwicklungsimpulse geben können. Im Gespräch mit den Ukrainern wurden unter anderem immer wieder folgende Punkte genannt:

- Hoher Sanierungsbedarf der Leitungen und Kanalisation: Wasserverluste und Fremdwassereintrag vermindern die Effektivität im Betrieb.
- Ersatz von Anlagentechnik: Erneuerung der technischen Anlagentechnik, um die Versorgung auch zukünftig gewährleisten zu können, Realisierung von Energieeinsparpotentialen.
- Schlammbehandlung: Einführung von Anlagen zur Schlammverwertung.
- Überwachung von Indirekteinleitern
- Öffentlichkeitsarbeit: Verbesserung der Wahrnehmung der Versorgungsaufgaben bei Bürgern und Politikern.
- Benchmarking: Schaffung von Vergleichsdaten und Maßstäben

Generell ist anzumerken, dass mittelfristig eine Anpassung der Gebührenpolitik an das wirtschaftlich notwendige Maß zu erwarten ist. Das heißt, die Wirtschaftlichkeit kommunaler Leistungen wird sich in den nächsten 5 Jahren deutlich verbessern.

Insofern zeigen bereits jetzt internationale Wasserkonzerne ein zunehmendes Interesse an Akquisitionen in der Ukraine, obwohl bislang nicht kostendeckend gearbeitet werden kann und auch Ausschreibungen für öffentliche ukrainische Unternehmen äußerst kompliziert verlaufen.

Den ukrainischen Vertretern der Wasserunternehmen ist in Deutschland besonders positiv aufgefallen, dass hier ein reger Fachaustausch zwischen den einzelnen Bereichen der Unternehmen untereinander und mit Experten besteht.

Das Ziel eines solchen Folgeprojektes besteht daher darin, den Grundstein für die Institutionalisierung von fachlicher Weiterbildung und Schulungen im Bereich der Abwasserwirtschaft zu legen. Die Konzeption für ein solches Vorhaben befindet sich gegenwärtig in der Abstimmung mit den ukrainischen Partnern.

6.3.2 Zentrum zur Abwasserreinigung für Oberflächen veredelnde Betriebe

In Zusammenarbeit mit der DK Systemtechnik GmbH Hasselfelde, die an der Konferenz im August 2007 beteiligt war, und aus Gesprächen sowie Besichtigungen bei Betrieben in L'viv wurde ein Projektansatz zur Verbesserung der Abwasserbehandlung bei oberflächenveredelnden und metallbearbeitenden Betrieben (Galvanik, Verzinkung etc.) entwickelt.

Die bei der Oberflächenbeschichtung entstehenden Abwässer sind durch Metallrückstände hoch belastet und bedürfen vor Einleitung in die Kanalisation bzw. in kommunale Kläranlagen einer besonderen Behandlung, die zur Abscheidung der Metallrückstände führt.

Durch den drastischen Rückgang der Industrieproduktion in den vergangenen 15 Jahren sind die Anzahl und die Auslastung oberflächenveredelnder Betriebe in der Region stark gesunken. Investitionen in die Erneuerung entsprechender Anlagen in den noch bestehenden Betrieben blieben aus. Eine zentrale Entsorgungsmöglichkeit für diese Industrieabwässer aus der Oberflächenbehandlung existiert unserer Kenntnis nach nur in Kiew.

Es müsste daher geprüft werden, ob eine entsprechende Verwertungsstelle für Industrieabwässer in der Region Lemberg bzw. der westlichen Ukraine wirtschaftlich errichtet und betrieben werden kann. Eine wirtschaftliche Auslastung ist nur bei Kooperation der oberflächenveredelnden Betriebe in der Region erreichbar.

Eine solche Verwertungsstelle könnte mit der Einrichtung eines Schulungs- und Kompetenzzentrums für Oberflächentechnik verbunden werden. Der effektive Einsatz von Ressourcen und deren Wiedergewinnung im Produktionsprozess vermeiden die Entstehung schädlicher Industrieabwässer und tragen somit zum Gewässerschutz wesentlich bei.

DK Systemtechnik ist hierfür ein kompetenter Partner mit langjähriger Erfahrung im Sonderanlagenbau für Oberflächentechnik und Abwasserbehandlung. Es wird vorgeschlagen, die technische und wirtschaftliche Machbarkeit eines solchen Zentrums in einer gemeinsamen deutsch-ukrainischen Studie zu prüfen.

6.3.3 Deponiesanierung L'viv

Die Sanierung und der Ausbau der Deponie von L'viv sind kritisch für die weitere Entwicklung der Stadt. Bisher wird weder eine effektive und umweltgerechte Bewirtschaftung der Deponie erzielt noch ein hinreichender Schutz des Grundwassers gewährleistet. Oberflächenwasser kann ungehindert die Deponie durchlaufen und stellt eine potentielle Gefahr für Flüsse und Grundwasser dar.

Zur Sanierung und Bewirtschaftung der Deponie sind bereits mehrfach Ausschreibungen der Stadt gelaufen, die jedoch bislang zu keiner Lösung der Probleme geführt haben. Insbesondere bei der Formulierung von Ausschreibungen und der Begleitung des Vergabeprozesses könnten die Erfahrungen und das Know-how deutscher Spezialisten sinnvoll eingesetzt werden. Das an der Konferenz im August 2007 beteiligte Unternehmen Ingenieur Consult Leipzig (ICL) verfügt mit seiner Spezialisierung im Deponiebau über gute Voraussetzungen, die Stadtverwaltung L'viv bei der weiteren Entwicklungsstrategie und der Bestimmung sowie Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen unterstützen zu können. Mit der Förderung einer Machbarkeitsstudie könnte hier ein entscheidender Beitrag für den Umweltschutz in der Region geleistet werden.

6.4 Mögliche Förderungen

Alternativ zur Förderung aus Mitteln des Bundesumweltministeriums wurde eine Finanzierung von Folgemaßnahmen aus den Europäischen Förderprogrammen.

Die Europäischen Nachbarschaftspolitik (ENP) sieht eine Priorität in der Zusammenarbeit mit der Ukraine im Bereich Wasserwirtschaft und den damit verbundenen Umweltfragen. Es besteht daher die Möglichkeit, dass bei Ausschreibung (Call of proposal) von Kleinprojekten ein entsprechender Projektantrag platziert werden kann. ENPI löst TACIS ab, so dass prinzipiell von einer ähnliche Verfahrensweise und Förderung wie bei TACIS-Projekten ausgegangen werden kann. Gegenwärtig liegen jedoch noch keine Ausschreibungen und Durchführungsverordnungen vor, so dass bislang keine abschließende Aussage zur Fördermöglichkeit in diesem Rahmen gegeben werden kann.

Ähnlich verhält es sich bei dem Programm Central Europe. Das Nachfolgeprogramm zu CADSES umfasst auch die westlichen Gebiete der Ukraine, die an die Europäische Union grenzen. Unter der Priorität Environment kann ggf. ein Förderantrag für die vorgestellten Projektkonzepte platziert werden. Eine genaue Beurteilung ist jedoch erst mit Veröffentlichung der Ausschreibungen und der Durchführungsverordnungen möglich. Diese sind nicht vor März 2008 zu erwarten.

7 Evaluierung

7.1 Von Seiten der Unternehmen

Nach Besichtigung der Anlagen wurden für die Unternehmen in Červonohrad und Novovolyns'k umfangreiche Analyse mit Einschätzung der gegenwärtigen Situation und Vorschlägen für Sanierungsmaßnahmen erarbeitet.

Diese Unterlagen wurden auf Basis der von den Unternehmen übergebenen und während der Begehung gewonnenen Daten erstellt und finden sich zum Teil in den vorangegangenen Kapiteln den vorliegenden Berichts wieder. Sie betreffen insbesondere folgende Problemfelder:

- Hauptpumpwerke und Druckrohrleitungen der Kanalisation,
- Abwasserreinigung, Belebungsbecken,
- Schlammbehandlung.

Wie aus der vorangegangenen Darstellung ersichtlich wurde, sehen sich die Vodokanalunternehmen der Region gleichen bzw. ähnlichen Problemstellungen gegenüber.

In Ihren Stellungnahmen bedanken sich die Unternehmen aus Červonohrad und Novovolyns'k für die Analysen und die Zusammenarbeit im Projekt. Den Ergebnissen der Analysen stimmen sie prinzipiell zu.

Beide Unternehmen heben hervor, dass die Anlagen für größere Kapazitäten ausgelegt wurden, als heute tatsächlich anfallen. Sowohl bei Červonohrad- als auch bei Novovolyns'k-vodokanal bestehen Projekte zur Modernisierung der Kanalisationspumpwerke, die energieeffizientere Anlagen vorsehen. In diesen Projekten konnten die Empfehlungen von deutscher Seite teilweise schon berücksichtigt werden.

In Červonohrad werden in Folge der Beratung die mit den bestehenden technischen Möglichkeiten und der verfügbaren Laborausstattung realisierbaren Messungen zur Belastung der Kläranlage durchgeführt, die mittelfristig eine Verbesserung der Datenlage erwarten lassen.

Die unzureichende Leistung und der biologischen Reinigungsstufen wird auf die veraltete Belüftungstechnik und das Fehlen der Geräte zur Kontrolle der Belastung, des Sauerstoffeintrages und des Zirkulationsschlammes zurückgeführt.

Als dringendstes Problem bezeichnen beide Vodokanalunternehmen die Schlammbehandlung. Die Errichtung einer Faulung mit Biogasnutzung wäre grundsätzlich wünschenswert, kann aber von den Unternehmen finanziell nicht dargestellt werden. In Červonohrad wird daher am bestehenden Projekt einer Kompostierung festgehalten. In Novovolyns'k bleibt diese Frage zunächst offen.

Die Installation einer chemischen Phosphoreliminierung wird nicht als notwendig erachtet, da die ukrainischen Grenzwerte hierfür keinen unmittelbaren Anlass geben.

Beide Unternehmen sind sehr daran interessiert, die Zusammenarbeit fortzusetzen.

7.2 Wissenschaftliche Bewertung

Die Analysen wurden zur Evaluierung dem Lehrstuhl für Hydraulik und Sanitärtechnik der Technischen Universität L'viv unter Leitung von Herrn Dr. Zhuk übergeben.

In seinen Gutachten werden im Wesentlichen die Darstellungen der prioritären Handlungsfelder bestätigt.

Der Austausch der Druckrohrleitungen zwischen den Kanalisationspumpwerken und der Kläranlage sei ein sehr aktuelles Thema für die Mehrheit der Wasserunternehmen der Ukraine, da diese seit 30-40 Jahren betrieben würden und sich in technisch schlechtem Zustand befänden. Eine Verringerung der Durchmesser der Druckrohrleitungen und Anpassung der Pumpenleistung wird befürwortet, wobei der mögliche Ausbau der Kanalisation und die Verbesserung des Anschlussgrades Berücksichtigung finden sollten. Von Seiten des Lehrstuhles wird der Einsatz von PE-Rohren empfohlen, die von ukrainischen Unternehmen auch in der Region hergestellt werden.

Dem Einsatz von Pumpen mit höherer Energieeffizienz bei verringerter Leistung wird zugestimmt. Es wird jedoch angemerkt, dass Pumpen mit Drehzahlregulierung deutlich teurer seien und deren Anschaffung nicht unbedingt sinnvoll ist, wenn hinreichend große Empfangskammern vorhanden sind und abhängig vom Abwasserspiegel zusätzliche Pumpen zugeschaltet werden können.

Es wird ferner die Einschätzung bestätigt, dass die Abwasserreinigung und der Betrieb der Belebungsbecken ineffizient sind. Der Energieverbrauch pro Einwohner und Jahr beträgt bei den betrachteten Anlagen in Etwa das 2-fache (Červonohrad) bzw. das 3,5-fache (Novovolyns'k) der europäischen Standards. Eine Rekonstruktion der der Belüftungsanlagen sei zur Verbesserung der Energieeffizienz aber auch der Reinigungsleistung unbedingt notwendig.

Eine Ausrüstung der Kläranlagen mit Anlagen zur Eliminierung von Phosphor wird als sinnvoll erachtet, dies insbesondere vor dem Hintergrund einer zu erwartenden Verbesserung der Gewässerqualität durch Verringerung der Eutrophierung.

In Bezug auf die Schlammbehandlung wird darauf verwiesen, dass noch vor 5-10 Jahren anaerobe Faulungen mit anschließender Biogasverwertung aufgrund niedriger Energiepreise und hoher Kapitalkosten in der Ukraine wirtschaftlich nicht darstellbar waren. Für die Zukunft und unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Anstieges der Energiepreise in der Ukraine sollte dieses Verfahren jedoch stärker an Bedeutung gewinnen.

Es wird empfohlen, eine ausführliche Machbarkeitsstudie für die Errichtung der Faulungen mit Biogasverwertung bei den betrachteten Unternehmen anzufertigen, um einen adäquaten Vergleich der verschiedenen Varianten der Schlammbehandlung zu ermöglichen.

7.3 Von Seiten der Verwaltungen

Sowohl die Verwaltung für Kommunal- und Wohnungswirtschaft als auch die Verwaltung für Umweltschutz des Gebiete L'viv wurden über den Verlauf des Projektes und dessen Abschluss informiert.

Die mit dem Abschlussbericht vorliegenden Ergebnisse des Projektes werden im 1. Quartal 2008 ins Ukrainische übersetzt und den Verwaltungen übergeben.

Die Verwaltung für Wohnungs- und Kommunalwirtschaft des Gebietes Lemberg hat starkes Interesse, die Zusammenarbeit im Bereich des Ausbaus und der Sanierung der Abwasserinfrastruktur fortzusetzen. Die Verwaltung vergibt die staatlichen Subventionen für Investitionen und Sanierungsmaßnahmen bei den Wasserunternehmen und kennt die problematische technische als auch finanzielle Situation der Wasserunternehmen in der Region. Der Vorschlag eines Folgeprojektes zum Aufbau eines mobilen Messlabors und die

fundierte Bewertung der einzelnen Anlagen in Zusammenarbeit mit Fachkräften der Region findet ausdrücklich Unterstützung.

Von Seiten der Verwaltung für Umweltschutz werden die Prioritäten der weiteren Entwicklung vor allem im Aufbau eines Monitoring- und Managementsystems für die Naturressourcen im Flusseinzugsgebiet gesehen. Dies umfasst die Identifizierung der Verschmutzungsquellen und die strategische Festlegung von Umweltschutzprioritäten. Neben der Kontrolle und Überwachung des Gewässerzustandes und spielen dabei die Verbesserung der Abwasserentsorgung und der Abfallentsorgung eine bedeutende Rolle.

7.4 Zusammenarbeit aus Sicht der deutschen Projektträger

Im Rahmen der Projektarbeit fielen das hohe Interesse und die Motivation zur Zusammenarbeit bei den Mitarbeitern der Wasserunternehmen sehr positiv auf. Trotz schlechter technischer Ausstattung, niedriger gesellschaftlicher Anerkennung ihrer Arbeit und im Vergleich zu anderen Wirtschaftsbereichen niedrigen Löhnen zeigen sie hohen Einsatz und waren am Fachaustausch stark interessiert.

Das fachliche Niveau der Verantwortlichen vor Ort kann prinzipiell als sehr hoch eingeschätzt werden. Dies hat vor allem der Austausch auf dem Seminar im April und der Konferenz im August 2007 gezeigt. Ein Austausch der ukrainischen Kollegen verschiedener Unternehmen untereinander in Fachorganisationen scheint jedoch nur in begrenztem Maße stattzufinden. Folgemaßnahmen sollten daher darauf ausgerichtet sein, die Weiterbildung und den Fachaustausch in der Ukraine stärker zu institutionalisieren.

Eine fachliche Diskussion unter Beteiligung der Wasserunternehmen erscheint insbesondere in Bezug auf die Grenzwerte für die Einleitung von Abwasser wünschenswert. Wie der Bericht zeigt, bestehen beispielsweise bislang keine nachhaltigen Anforderungen für gelösten Phosphor, der jedoch stark zur Eutrophierung der Gewässer beiträgt.

In diesem Zusammenhang ist auch anzumerken, dass die von der Umweltinspektion verhängten Strafzahlungen bei Nichteinhaltung der Grenzwerte die Kosten der Wasserunternehmen erhöhen, ohne dass sie in einem sinnvollen Verhältnis zu Modernisierungsmaßnahmen und einer Verbesserung der Anlagen stehen.

Die Zusammenarbeit mit den Verwaltungen im Projekt ging über eine bloße formale Unterstützung weit hinaus. Die Gebietsverwaltung Lemberg zeigt sowohl von Seiten der Verwaltung für Wohnungs- und Kommunalwirtschaft, der Verwaltung für Umweltschutz als auch der Verwaltung für internationale Zusammenarbeit großes Interesse die begonnene Arbeit fortzusetzen und konkrete Projekte und Verbesserungsmaßnahmen mit finanzieller Unterstützung anzuschließen.

Da nicht auf eine zentrale Statistik zu den bestehenden Abwasseranlagen der Region zurückgegriffen werden konnte, wurden die Vodokanalunternehmen als auch größere Industriebetriebe von den Projektträgern gebeten, Fragebögen zur Erfassung des Zustandes von Kanalisation und Kläranlagen auszufüllen. Die Verwaltungen unterstützten dies ausdrücklich. Die Auswertung (siehe Kapitel 3.3.4) zeigt, dass nicht alle Unternehmen geantwortet haben. Ein Grund hierfür kann darin liegen, dass die Behörden teilweise mit der Kontrolle der Anlagen beauftragt sind und die Wasserunternehmen vermeiden wollen, die tatsächlichen Ablaufdaten und den desolaten Zustand ihrer Anlagen offen zu legen.

Zu berücksichtigen ist ferner, dass die Abwasserreinigungsanlagen teilweise als strategische Objekte mit erhöhten Sicherheitsanforderungen betrachtet werden. Es war daher untersagt, die Anlagen in L'viv zu fotografieren und entsprechend zu dokumentieren. Die ukrainischen

Sicherheitsbehörden informierten sich ferner bei einigen Wasserunternehmen über das Projekt.

Für eine nachhaltige Gewährleistung des Umweltschutzes im betrachteten Einzugsgebiet muss prinzipiell gezielt an jeder einzelnen Anlage gearbeitet werden. Hierfür ist zunächst die notwendige Datengrundlage zu erstellen. Auf dieser Basis können dann entsprechende Machbarkeitsstudien für Modernisierungsmaßnahmen oder den Neubau bestimmter Anlagen erstellt werden, die die Grundlage für die Verhandlungen von Finanzierungen bilden.

Eine Finanzierung unter Beteiligung der internationalen Förderbanken erscheint für das Gebiet schwierig, da die betroffenen Kommunen (abgesehen von L'viv) relativ klein sind und nach ukrainischen Recht eine Staatsgarantie erst für Kommunen mit mehr als 800.000 Einwohner ausgesprochen werden kann. Für die Finanzierung kommunaler Projekte in der Ukraine sind daher auch innovative Instrumente seitens der Fördermittelgeber gefragt. Die im Rahmen des Projektes übermittelten Informationen zur den Finanzierungsmöglichkeiten über internationaler Fördermittelgeber stießen auf hohes Interesse. Als Grenzregion zur Europäischen Union werden vor allem Fördermittel aus der Europäischen Nachbarschaftspolitik, aus dem EU-Programm Central Europe (Nachfolge von CADSES) als auch von INTERREG Bedeutung einnehmen.

In diesem Zusammenhang wird die Zusammenarbeit mit polnischen Partnern stärker in den Vordergrund rücken. Bislang orientiert sich die polnische Seite vorrangig auf die Koordination des Flussgebietsmanagement und die Gründung einer grenzübergreifenden Flussgebietskommission. Die Verantwortung hierfür trägt die Regionale Verwaltung der Wasserwirtschaft in Warschau, Abteilung in Lublin (R.Z.G.W. w W-wie; Zarząd Zlewni w Lublinie), die über das aktuelle Projekt informiert wurde und am Fachaustausch im April 2007 teilnahm. Die Gründung einer trinationalen Gewässerschutzkommission zum Bug wurde zwischen Polen, der Ukraine und Weißrussland bereits vorbereitet und bedarf prinzipiell nur noch der Unterschrift und Ratifizierung durch die beteiligten Staaten.

Es ist wünschenswert, dass die Abwasserwirtschaft und die Formulierung eines Programms zum Ausbau und der Sanierung der Abwasserreinigungsanlagen einen besonderen Stellenwert in der weiteren polnisch-ukrainischen Zusammenarbeit einnehmen.

8 Zusammenfassung und Ausblick

Der Bug fließt 180 km auf ukrainischem Territorium bis zur weißrussischen Grenze. Die Einzugsgebiete von Bug und San stehen im Interesse des internationalen Gewässerschutzes. Insbesondere zum Bug sind vor diesem Hintergrund bereits umfangreiche internationale Projekte und Studien unternommen wurden, die Daten und Informationen zum Gewässerzustand und Monitoring des Flusses beinhalten.

Die Belastung der Gewässer kommt sowohl aus Punkt als auch aus diffusen Quellen. Hauptverursacher auf ukrainischer Seite ist die Großstadt L'viv, die ca. die Hälfte der Einleitungen in den ukrainischen Flussabschnitt des Bug verursacht.

Das Wasser ist relativ stark eutrophiert (hohe Gehalte an Chlorophyll-a) und zeigt hohe Konzentrationen an Nitrit, Phosphorverbindungen, Schwebstoffen und Coli-Bakterien. Durch die Selbstreinigung und Sedimentation im Gewässer verringert sich die Belastung bereits auf ukrainischem Territorium erheblich.

Die Belastung durch Industrieabwässer ist in den vergangenen 15 Jahren durch den Zusammenbruch zahlreicher Unternehmen geringer geworden. Ein wesentliches Handlungsfeld besteht jedoch in der effektiven Regulierung und Zusammenarbeit mit den Industrieunternehmen. Mögliche Strafen stehen bislang nicht im Verhältnis zu den erforderlichen Investitionskosten für betriebliche Abwasserreinigungsanlagen. Auch ein positives Umweltimage zählt bei ukrainischen Unternehmen bislang kaum als Wettbewerbsargument. Eine lokale Kooperation von Industrieunternehmen mit den Wasserunternehmen zur Suche einvernehmlicher Lösungen steht bislang erst am Anfang.

Der Zustand der kommunalen Kläranlagen und Kanalisationen ist durch die chronische Unterfinanzierung der vergangenen Jahre geprägt. Die Abwasserwirtschaft zehrt von der Substanz, die von der sowjetischen Wohnungs- und Kommunalwirtschaft in den 60er und 70er Jahren aufgebaut wurde. Die dennoch relativ guten Reinigungseffekte der Kläranlagen sind vor allem auf das hohe Engagement der Mitarbeiter zurückzuführen.

Investitionen sind dringend erforderlich um den gegenwärtigen Zustand der Abwasserreinigung aufrecht erhalten zu können. Der finanzielle Handlungsspielraum der Vodokanalunternehmen wird jedoch durch lokalpolitische Erwägungen der Stadtverwaltungen begrenzt. Investitionsaufwendungen werden in der Regel aus staatlichen und kommunalen Zuschüssen finanziert und werden bislang nicht vollständig auf die Gebühren umgelegt.

Die primären Probleme der Abwasserwirtschaft der Region liegen im sanierungsbedürftigen Zustand der Kanalisation (hohe Fremdwassereinwirkung), in der geringen Effizienz der Abwasserbehandlung durch veraltete Maschinen und technische Ausrüstung sowie der unzureichenden Schlammbehandlung.

Zur Modernisierung der Abwasserinfrastruktur bestehen im Gebiet bislang kaum internationale Initiativen. Zwar wurde der Stadt L'viv ein Darlehen der Weltbank und ein Zuschuss der Schwedischen Agentur für Entwicklung zum Ausbau der Kläranlage gewährt, diese Mittel sind jedoch nicht ausreichend, um einen nachhaltigen Effekt und eine Entwicklungsperspektive für die gesamte Region zu initiieren.

Die Bereitschaft für eine weitere Zusammenarbeit in diesem Bereich ist auf ukrainischer Seite ausgesprochen hoch. Daran knüpfen sich nicht nur Erwartungen hinsichtlich einer finanziellen Förderung sondern vor allem auch das Interesse an einem kontinuierlichen fachlichen Austausch zur Entwicklung der Abwasserinfrastruktur der Region.

Anlagenverzeichnis

Anlage 1: Zusammenstellung der Abwassereinleiter im Einzugsgebiet des Bug

Anlage 2: Abwasserbehandlung (gem. Auswertung Fragebögen)

Anlage 3: Kanalisation (gem. Auswertung Fragebögen)

Quellen

Nr.	Autor	Titel/ Webadresse
[1]	Ukraine/Poland/Belarus, Zamość, October 1998	BUG – Report No.1 – Inception Report
[2]	Ukraine/Poland/Belarus, April 2002	BUG – Report No. 2 – Identification and Review of Water Management Issues
[3]	Ukraine/Poland/Belarus, November 2003	BUG – Report No. 3 – Recommendations for Improvement of Monitoring and Assessment Activities
[4]	HELSINKI COMMISSION	Baltic Marine Environment Protection Commission: Evaluation of Transboundary Pollution Loads, 26 th Meeting, Helsinki, Finland, 1-2 March 2005
[5]	Praca zbiorowa, Warszawa 2002, Fundacja IUCN Poland	Korytarz ekologiczny doliny Bugu, Stan – Zagrożenia - Ochrona
[6]	Übersetzung aus dem Ukrainischen	Statistische Angaben und Informationen zum Abwasseranfall, Abwasserbehandlung, Belastung der Gewässer u. ä. in den Gebieten L'viv (Lemberg) und Wolhynien
[7]	NANCIE Centre International De L'Eau	Water Services in Novovolyn'sk City - Proposals for Water Supply and Waste Water Services Improvement – Main Report, February 2004
[8]	Dr. Hettler & Partner – Consulting GUS	Unterstützung für ukrainische und polnische Unternehmen bei EU-Fördermittelbeantragung für betriebliche Umweltschutzprojekte, Beratungshilfe des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dezember 2002
[9]	Dr. Hettler & Partner – Consulting GUS	Möglichkeiten der Förderung von umweltorientierter Unternehmensführung in der Ukraine, Beratungshilfe des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, im Auftrag des Umweltbundesamtes, Dezember 2002
[10]	Dr. Hettler & Partner – Consulting GUS	Konzepterarbeitung zur Modernisierung typisierter Kläranlagen in der Ukraine, 2.Zwischenbericht, 16.02.2004

[11]	Dr. Hettler & Partner – Consulting GUS	Konzepterarbeitung zur Modernisierung typisierter Kläranlagen in der Ukraine, Endbericht, Oktober 2004
[12]	L'vivdiprokomunbud (Projektierungsbüro des kommunalen Bauwesens)	Technisch-ökonomische Grundlagen „Bau einer technologischen Linie der Klärschlammbehandlung der Červonohrader Kläranlage“ Teil 2.1 , L'viv 2006 (in ukrainischer Sprache)
[13]	Verwaltung für Wohnungs- und Kommunalwirtschaft des Gebiet L'viv	Programm der technischen Neuausstattung, Rekonstruktion und Bau der Abwasserkläranlagen bis 2015
[14]	Metropolitan Consulting Group	Vergleich Europäischer Wasser- und Abwasserpreise (VEWA-Studie 2006)
[15]	Zhuk, Volodymyr	Vortrag auf dem Lemberger Symposium im Januar 2007
[16]	Skin, Oleksandr Mihajlovyc	Vortrag über die Wasserversorgung und Abwasserbehandlung der Stadt Černihiv, Juni 2007
[17]	World Bank	Ukraine: Addressing Challenges in Provision of Heat, Water and Sanitation, March 2006.
[18]	Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT)	Umwelttechnikmärkte in Russland, der Ukraine und Georgien. Umweltpolitik, -strategien und -programme. Bericht 2006.
[19]	Verwaltung für Wohnungs- und Kommunalwirtschaft des Gebietes L'viv	Angaben zur Höhe der ratifizierten Tarife für die Abwasserentsorgung für die Bevölkerung zum 01.01.2007.