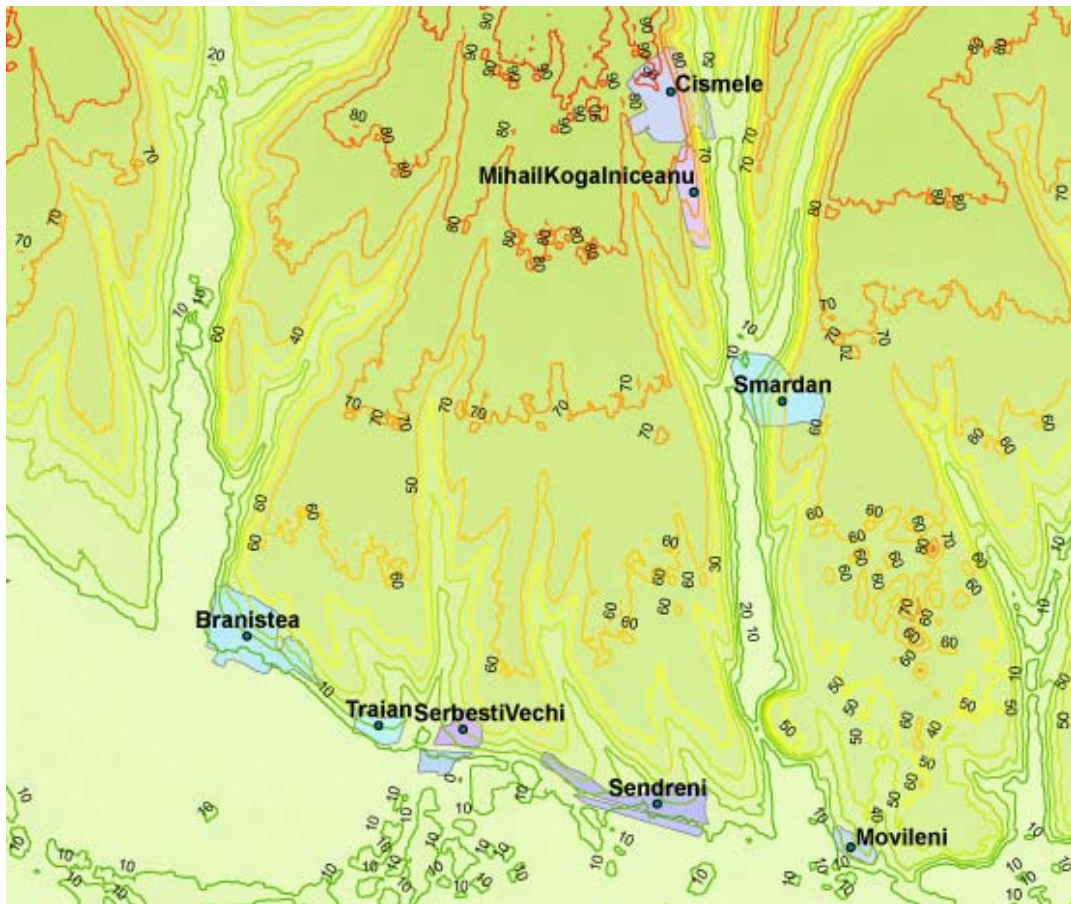


## Kurzfassung der Diplomarbeit

# „Durchführbarkeitsstudie zur Abwasserbeseitigung in der ländlichen Region Galați (Rumänien)“

von Hanna Möller



# Inhaltsangabe

Einleitung.....	3
Situation.....	3
Beschreibung der Ist-Situation.....	5
Dimensionierung der Schmutzwasserbeseitigung .....	8
Variantenvergleich.....	9
Empfehlung .....	11
Quellen .....	13

## **Einleitung**

Im Rahmen meiner Diplomarbeit sollten für den ländlichen Raum in Galați (Rumänien) Entwässerungsvarianten zur Schmutzwasserbeseitigung entwickelt werden.

Diese interessante Aufgabenstellung erhielt ich vom Ingenieurbüro Beck GmbH & Co. KG, das mich für die Grundlagenermittlung nach Galați schickte.

Die Stadt Galați liegt im gleichnamigen Verwaltungsdistrikt im Osten von Rumänien an der Donau und ist eine 300.000 Einwohner starke Stadt mit Schwerindustrie, Maschinenbau und dem größten rumänische Binnenhafen inklusive Schiffswerft.

Die umliegende Peripherie ist mit mehr als 10.000 Einwohnern abwassertechnisch nicht erschlossen.

Die Diplomarbeit beinhaltet als Grundlage die Entwicklung der Abwasserbeseitigung im deutschen ländlichen Raum, eine Bestandsaufnahme von 8 Dörfern des rumänischen ländlichen Raumes in Galați, die Ausarbeitung von Varianten zur Abwasserentsorgung und einen Vergleich der Varianten nach technischen, ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten.

Zur abwassertechnischen Erschließung der naheliegenden Dörfer wurde eine Prioritätenliste erstellt, die die zeitliche Abfolge und den Umfang des Baus der Entwässerungsanlagen aufzeigt. Diese Planung wird den Anforderung der EU-Richtlinien gerecht.

## **Situation**

Die Verpflichtung, die Rumänien im Rahmen der Beitrittsverhandlungen mit der Europäischen Union bezüglich der Umsetzung der Anforderungen der Richtlinie 91/271/EWG eingegangen ist, erfordert es, im Zeitraum bis 2018 Investitionen im Bereich von Auf-, Ausbau und Modernisierung von kommunalen Kläranlagen sowie Kanalisation zu tätigen.

Ein großer Teil der rumänischen Bevölkerung lebt im ländlich strukturierten Raum und hat weder einen Anschluss an die öffentliche Trinkwasserversorgung noch eine abwassertechnische Infrastruktur mit einer Kanalisation und einer anschließenden Abwasserbehandlung. Im Hinblick auf die Richtlinien 98/83/EG und 91/271/EWG besteht ein großer Handlungsbedarf, in denen Synergien genutzt werden können.

Im ländlichen Raum der Stadt Galați wurden für 8 Ortschaften Entwässerungsvarianten untersucht und innerhalb eines abwasser-technischen Vergleichs ein Entwässerungskonzept für die Schmutzwasserbeseitigung erarbeitet. Bei den angewendeten Varianten handelt es sich um modifizierte Entwässerungsverfahren.

Das Niederschlagwasser wird zukünftig vor Ort versickert oder in das nächste Gewässer eingeleitet. Für die Schmutzwasserbeseitigung wurden die folgenden Entwässerungsvarianten untersucht:

- **Variante 1:** Abwasserentsorgung in einem zentralen System
  - alle Ortschaften werden über ein Kanalnetz an die Kläranlage in Galați angeschlossen
- **Variante 2:** Abwasserentsorgung in einem semizentralen System
  - die Ortschaften werden untereinander kanaltechnisch erschlossen und erhalten eine eigene Abwasserbehandlungsanlage
- **Variante 3:** Abwasserentsorgung in einem dezentralen System
  - jedes Grundstück reinigt sein Abwasser in einer eigenen Kleinkläranlage

Die Varianten werden monetär in einer Kostenvergleichsrechnung nach den KVR-Leitlinien des Landesauschuss für Wirtschaftlichkeitsfragen in der Wasserwirtschaft geprüft. Und zusätzlich werden nicht monetären Bewertungskriterien miteinander verglichen.

Anschließend wird ein Entwässerungsverfahren für den ländlichen Raum in Galați empfohlen.

## Beschreibung der Ist-Situation

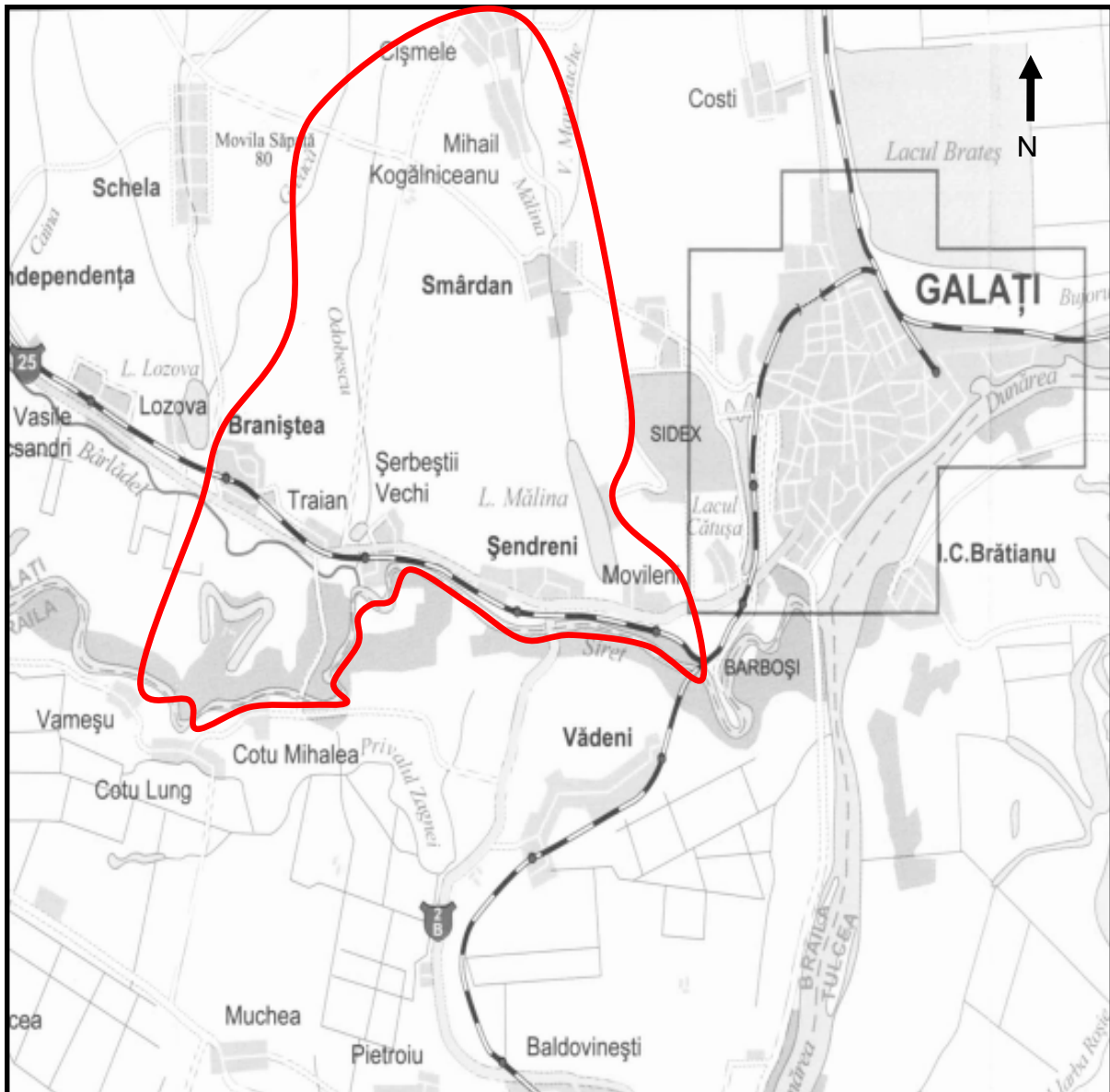


Abbildung 1 Untersuchtes Einzugsgebiet

Der untersuchte ländliche Raum ist 14,5 km von der Stadt Galați nach Osten entfernt.

Branăștea und Traian sind Orte der Gemeinde Branăștea und Șerbeștii Vechi, Șendreni und Movileni gehören zu der Gemeinde Șendreni.

Entlang des Fluss Bârlădel befinden sich die Orte Branăștea und Traian.

Șerbeștii Vechi liegt im Zuflussbereich vom Bârlădel, der in den Siret fließt. Șendreni und Movileni liegen am Siret. Der Siret bildet die südlichste Grenze der untersuchten Gebiete und entwässert das Einzugsgebiet. Die 5 Ortschaften liegen im Hochwasserbereich der Flüsse Bârlădel und Siret. Die nördlichste Grenze des untersuchten Einzugsgebietes ist der Ort Cișmele.

Bis zur Stadtgrenze nach Süden folgen die Siedlungen Mihail Kogălniceanu und Smârdan. Die drei Orte gehören zur Gemeinde Smârdan.

Im gesamten Einzugsgebiet befinden sich zwischen den Ortslage Flächen, die landwirtschaftlich als Anbaufläche oder als Weideland genutzt werden.

Die Grundstücke verfügen über einige hundert Quadratmeter landwirtschaftlicher Grundfläche und der Anbau von Gemüse und Obst zur Deckung des Eigenbedarfs ist üblich.

Die betrachteten Gebiete werden in zwei Bereiche, aufgrund ihrer topographischen Unterschiede, aufgeteilt und nummeriert:

<b>Bereich 1(westlich der Stadt)</b>	<b>Gebietsbezeichnung</b>
Movileni	1
Şendreni	2
Şerbeştii Vechi	3
Traian	4
Braşiştea	5
<b>Bereich 2 (nördlich der Stadt)</b>	<b>Gebietsbezeichnung</b>
Smârdan	6
Cişmele	7
Mihail Kogălniceanu	8

Tabelle 1 Gliederung der Gebiete

Der ländliche Raum nord-westlich der Stadt Galaţi, oberhalb der Donau und des Siret, ist entwässerungstechnisch nicht erschlossen.

Es gibt keine vorhandenen Kanalnetze und Fäkalienwasser wird über private Gruben entsorgt. Die Gruben sind als Erdloch ausgebildet und darüber steht ein Toilettenhäuschen. In dem Erdloch wird das Fäkalienwasser gesammelt und kompostiert. Das Abwasser versickert in die Bodenpassage oder fließt ab entweder zur bestehenden Dränage, in Gräben, in Regenwasserkanälen oder zu den Straßenentwässerungsgräben.

Der häusliche Schmutzwasseranfall, ohne Fäkalienwasser, ist sehr gering, weil der Wasserbrauch bisher nicht flächendeckend über ein zentrales öffentliches Versorgungsnetz gegeben ist. Es wird entweder im Garten oder auf der Straße entsorgt.

Durch die Tendenz der zunehmenden Bevölkerungsanzahl im ländlichen Raum sowie dem Ausbau der öffentlichen Trinkwasserversorgung ist zukünftig mit einem steigenden Schmutzwasseranfall zu rechnen. Die sanitären Einrichtungen der

Neubauten sind mit Dusche, Badewanne und Spülklosett ausgestattet und die Küche modern eingerichtet.

Die Versorgungstechnik der Neubaugebiete wird ausgebaut, ohne die entsorgungstechnische Infrastruktur parallel einzurichten.

Die alternative Trinkwasserversorgung in den ländlichen Ortschaften ist zur Zeit der öffentliche Brunnen. Die Brunnen liegen oft wenige Meter von den Grundstücken entfernt und das gespeicherte Grundwasser variiert mit dem Jahresverlauf.

Das Niederschlagswasser wird im Bereich der Hauptstraßen in Straßengräben gesammelt.

Der Teil der Gräben, die an der Hauptstraße liegen, sind aus Beton und leiten den Regenwetterabfluss in das nächste Gewässer. Durch die glatte Oberfläche der Profile erhöht sich die kinetische Energie des Abflusses und die Einleitungsstellen der Entwässerungssysteme sind hydraulisch überlastet.

Die Gewässerbelastung ist erkennbar in Form von Geschiebeansammlungen, Unterspülungen und Auskolkungen.

In den Nebenstraßen wird Regenwasser in unbefestigten Gräben abgeleitet. Durch die natürliche Bodenzone der Mulde kann ein großer Teil des Niederschlagswassers versickern. Ein solches Entwässerungssystem für das Niederschlagswasser ist zu pflegen indem die unbefestigten Gräben in regelmäßigen Abständen ausgehoben und gemäht werden. Die Entwässerungsgräben sind weiter auszubauen sowie mit hydraulisch dämmenden Maßnahmen zu sichern.

## Dimensionierung der Schmutzwasserbeseitigung

Der Trinkwasserverbrauch und der daraus resultierende Schmutzwasseranfall wurde im Ist-Zustand mit dem Wasserverbrauchsmittel der letzten vier Jahre berechnet.

Der für das Kanalnetz maßgebende Schmutzwasseranfall im Prognose Zustand wurde mit einer 100% Netzabdeckung kalkuliert.

Zu dem flächendeckenden Trinkwassernetz kommt ein Bevölkerungswachstum im ländlichen Raum von jährlich 6%. Der Prognose Zustand wird für das Jahr 2018 ermittelt. In dem Jahr, in dem die Richtlinie 91/271/ EWG in Rumänien umgesetzt sein soll.

Der Schmutzwasseranfall wird mit 90% des Trinkwasserverbrauches festgelegt, um die Bewässerung zu berücksichtigen.

Im Prognose Zustand wird eine Schmutzwasserlast von 180 l/d pro Einwohner angenommen.

Das ist für den ländlichen Raum ein Recht hoher Wert aber auf Grund der Entwicklung dieses Einzugsgebietes durchaus realistisch, weil auch Gewerbe und Industrie sich zunehmend ansiedeln werden, um den optimalen wirtschaftlichen Standort, der sich aus der günstigen verkehrstechnische Infrastruktur ergibt, zu nutzen.

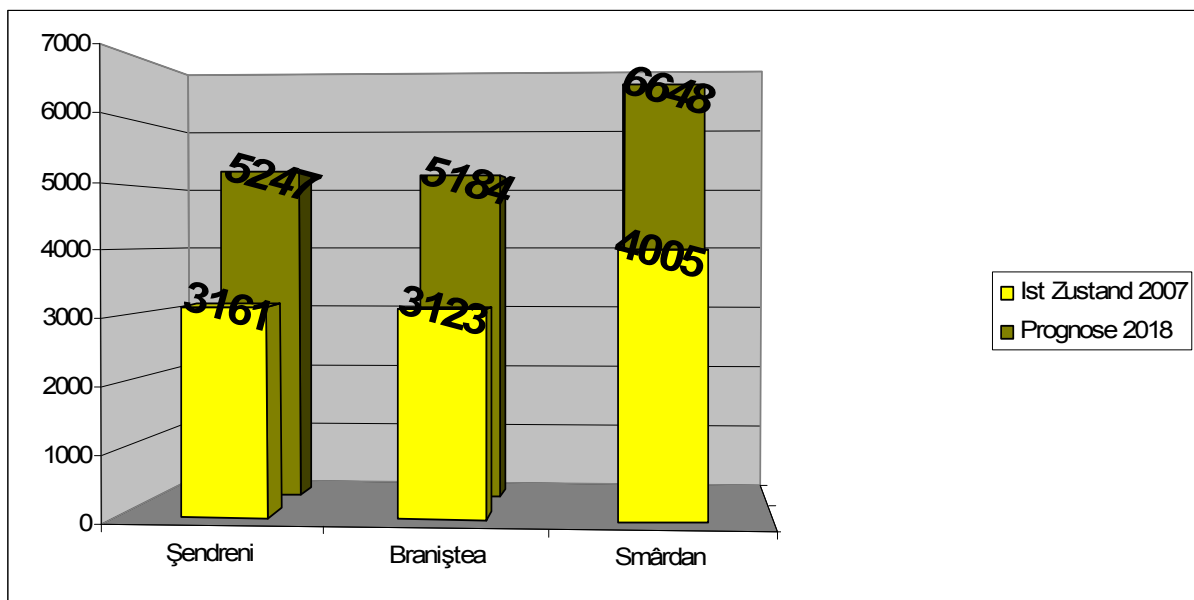


Tabelle 2 Bevölkerungsentwicklung im ländlichen Raum

Als Entwässerungsverfahren wird ein modifiziertes Trennsystem vorgeschlagen. Das Niederschlagswasser wird dezentral versickert oder in das nächste Gewässer eingeleitet.



In der folgenden Tabelle wird der Trockenwetterabfluss der zusammenhängenden Teilgebiete dargestellt:

Nr.	EW	A <sub>EK</sub> [ha]	BFG %	Au [ha]	Q <sub>h24</sub> [l/s]	Q <sub>h</sub> [l/s]	Q <sub>f</sub> [l/s]	Q <sub>t24</sub> [l/s]	Q <sub>t</sub> [l/s]
<b>5 - 1</b>	<b>10431</b>	<b>357,0</b>	<b>20</b>	<b>71,4</b>	<b>21,7</b>	<b>65,2</b>	<b>3,6</b>	<b>25,3</b>	<b>68,8</b>
<b>8 - 6</b>	<b>6648</b>	<b>319,6</b>	<b>20</b>	<b>63,9</b>	<b>13,9</b>	<b>38,9</b>	<b>3,2</b>	<b>17,1</b>	<b>42,1</b>

3 Tab.: Gebietsdaten für zusammenhängende Teilgebiete Prognose Zustand

Der Schmutzwasseranfall der Prognose für 2018 bei Trockenwetter, Q<sub>t</sub>, ist der Abfluss, auf den Kanäle, Leitungen, Schächte, Pumpstationen sowie die Abwasserbehandlungsanlagen dimensioniert werden müssen.

## Variantenvergleich

Der Variantenvergleich beinhaltet die abwassertechnische Erschließung der Peripherie der Stadt Galați. Bei der Wahl des Entwässerungsverfahrens ist auf eine ökonomische und ökologische Vertretbarkeit zu achten.

Das Einzugsgebiet soll in einem modifizierten Verfahren entwässert werden. Das anfallende Regenwasser wird dezentral versickert und in das nächste Gewässer eingeleitet. Wenn es zu stark durch den Abflussvorgang verschmutzt ist, wird es mit dem Schmutzwasser abgeleitet und behandelt.

Drei Varianten werden untersucht, mit denen die Ziele der Europäischen Richtlinie 91/271/EWG bis 2018 erfüllt werden könnten.

In der **Variante 1** wird das Schmutzwasser der Einzugsgebiete gesammelt und zu der zentralen Kläranlage der Stadt Galați geleitet.

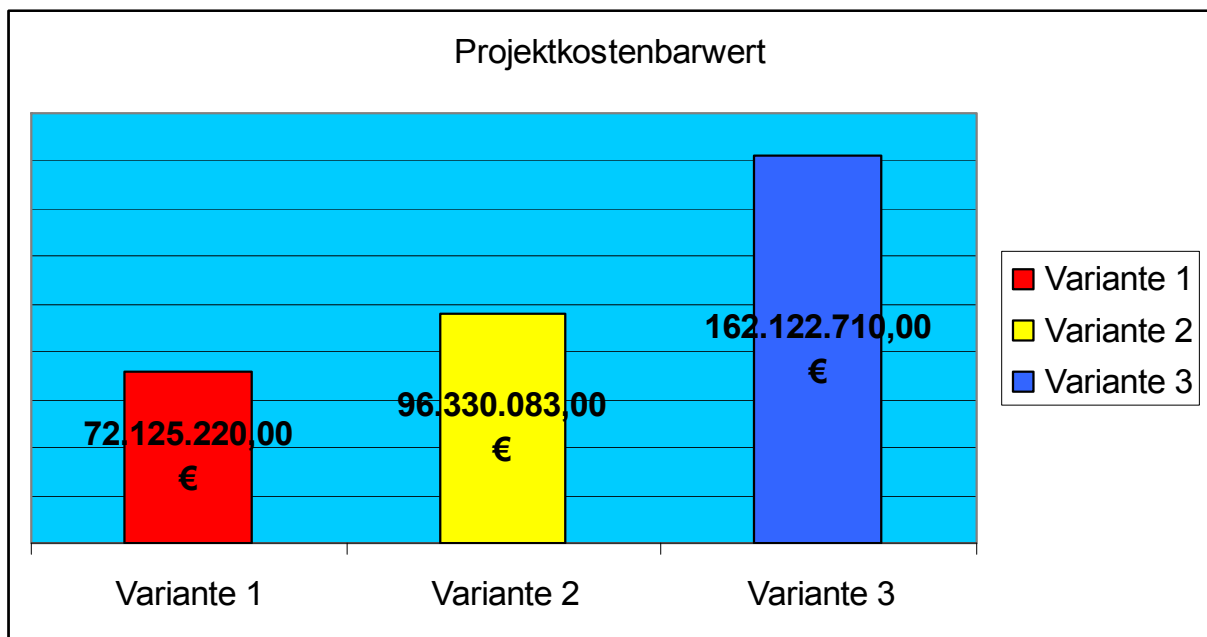
In der **Variante 2** werden die Orte mit einer abwassertechnischen Infrastruktur erschlossen und werden an eigene zentrale Kläranlage angeschlossen.

Die **Variante 3** ist eine dezentrale Variante und könnte zeitnah umgesetzt werden, um die Bevölkerung des ländlichen Raumes abwassertechnisch zu entsorgen.

Die innere kanaltechnische Erschließung der Ortschaften ist sowohl in der Variante 1 als auch in der Variante 2 unabdingbar. Nur bei der dezentralen Variante kann auf eine Erschließung des Ortes mit einem Kanalnetz verzichtet werden.

Der Untersuchungszeitraum der Varianten beläuft sich auf 60 Jahren und es wird ein effektiver Jahreszins von 3% angenommen. Es werden keine Preissteigerungen mit in die Kalkulation mit eingerechnet.

Das Ergebnis der Kostenvergleichsrechnung ist in der folgenden Graphik dargestellt:



Der Kostenvergleich zeigt, dass die Variante 3 im wirtschaftlichen Vergleich mit der Variante 1 und 2 teurer ist.

Die dezentrale Abwasserentsorgung, Variante 3, ist die kostenintensivste Lösung, da auf den betrachteten Untersuchungszeitraum die Anlagenkomponenten häufiger ersetzt werden müssen und für einen einwandfreien Betrieb die Kleinkläranlage entsprechend oft zu warten ist.

Eine Problematik stellt der anfallende Klärschlamm der Anlage dar, für den die Entsorgung ebenfalls gesichert sein muss. Der Vergleich zeigt, dass im vorliegendem Fall sowohl der Anschluss an die zentrale Kläranlage in Galați als auch die Semizentrale Lösung mit Gemeinschaftskläranlagen, kostengünstiger ist als der Einsatz von Kleinkläranlagen.

Die Varianten 1 und 2 liegen in ihrer rechnerischen Wirtschaftlichkeit nicht weit auseinander. Die Berechnung der Studie basiert auf Kostenannahmen und kann nur Tendenzen aufzeigen.

Die rein monetäre Bewertung würde ergänzt mit einem nicht monetären Vergleich mit folgenden Kriterien:

- Zeit der Umsetzung
- Platz
- Umweltschutz
- Schaffung von Beschäftigung

Die gesamte Betrachtung ergab, dass die Variante 2 klare Vorteile zu den Varianten 1 und 3 aufweist.

Der Bau von semizentralen Kläranlagen für die Gebiete des ländlichen Raumes in modifizierten kleineren Trennsystemen oder Mischsystemen kann im ländlichen Raum den Fremdwasseranfall reduzieren.

Die Gebiete 2 bis 4 werden in einem Drucksystem entwässert. In den Ortschaften wird eine Sammeldruckleitung verlegt, auf den Grundstücken werden Druckentwässerungsschächte eingebaut und Druckluftbelüftungen installiert.

Das Abwasser der Gebiete nördlich der Stadt kann mit einer Schwerkraftentwässerung abgeleitet werden. Ob die bei der KVR mit eingerechneten Pumpstationen in der Variante 1 und 2 benötigt werden, muss in der Detailplanung geprüft werden. In dem Fall würde sowohl das zentrale als auch das semizentrale System den eigenen Kostenvorteil ausbauen.

Die Ortschaften sollten sich für die Abwasserentsorgung zusammenschließen und eine Gemeinschaftslösung anstreben.

Konventionelle biologische Kläranlagen mit einer Ausbaugröße zwischen 10.000 und 15.000 EW sind preiswerter und betriebssicherer, weil die Schmutzwasserbelastung der Anlagen gleichmäßiger ist.

Die Stromversorgung muss in der Abwasserbehandlungsanlage autark, z.B. über einen Generator, gesichert werden oder die Anlage darf nicht empfindlich auf Stromausfälle reagieren, in dem Fall werden die naturnahen Abwasserbehandlungsanlagen in die engere Wahl mit einbezogen. Eine anaerobe Klärschlammbehandlung zur Gewinnung von Biogas könnte in das semizentrale Konzept mit eingearbeitet werden.

Kleinere Abwasserbehandlungseinheiten könnten auf eine steigende oder fallende Einwohnerzahl flexibel reagieren und schneller ausgerichtet werden.

Das Einleitungsvolumen des in der Kläranlage behandelten Wassers wird auf die Verhältnisse des Einzugsgebietes geregelt.

Kleinere zentrale Systeme können eher an die Bedürfnisse und Umweltbedingungen angepasst werden. Auf die Schmutzwasserart könnte spezifisch eingegangen werden und Vorklärung, biologische Behandlung, Nachklärung werden nach der charakteristischen Problemstellung des Ortes gebaut.

## **Empfehlung**

Die Gemeinden und Städte müssen mit einer konsequenten Planung den Ausbau der abwassertechnischen Infrastruktur sowohl in den Neubaugebieten als auch in

älteren Baubeständen festlegen, um bis 2018 die Vorgaben der Richtlinie über die Behandlung von kommunalem Abwasser [91/271/EWG] erfüllen zu können.

Die Gemeinden müssen ihre Flächen verwalten und Bauland darf nur ausgewiesen werden, wenn es zu der versorgungstechnischen Infrastruktur auch die Entsorgung gibt oder zumindest in Planung ist.

Ein Abwasserbeseitigungskonzept für den ländlichen Raum muss erstellt werden und innerhalb von fünf Jahren aktualisiert und fortgeschrieben werden.

Über eine Prioritätenliste könnte die abwassertechnische Entsorgung der ländlichen Gebiete von Galați folgendermaßen schrittweise umgesetzt werden:

Prioritätenliste	Aktion
1. Schritt	Die Gemeinden und die Städte müssen für den ländlichen Raum Planungsgrundlagen entwickeln: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regionalplanung</li> <li>• Flächennutzungsplan</li> <li>• Bauleitplanung</li> <li>• Abwasserbeseitigungskonzept</li> </ul>
2. Schritt	Paralleler Ausbau der ver- und entsorgungstechnischen Infrastruktur in den Neubaugebieten und kanaltechnische Erschließung des Baubestandes in der Umgebung mit modularem Anschluss an die semizentrale Kläranlage
3. Schritt	Kanaltechnische Erschließung und Anschluss an die semizentrale Kläranlage der restlichen Gebiete, in denen keine baulichen Erweiterungen geplant sind

Tabelle 4 Prioritätenliste

Einzugsgebiete, wie die Stadtrandgebiete von Galați, die sich in den nächsten Jahren ausdehnen und in denen einzelne Ortschaften zusammenwachsen und die können ihre Entwässerungsplanung auf ein kleines zentrales System auslegen.

Die innere Erschließung der Orte durch ein Kanalnetz muss parallel mit dem Anschluss an die öffentliche Wasserversorgung der Neubaugebiete erfolgen.

Durch einen modularen Aufbau der Kläranlagenkomponenten kann die Abwasserbehandlungsanlage mit der schrittweise ver-und entsorgungstechnischen Erschließung der Neubaugebiete und dem kanaltechnischen Anschluss des Altbestandes "wachsen".

## Quellen:

[1] Schmutzwasserbeseitigung im ländlichen Raum, Ministerium für Umweltschutz und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, 2004 September, 1.Auflage

[2] Planung der Kanalisation, ATV Handbuch, Verlag Ernst und Sohn, Berlin, 1994, 4.Auflage

[3] [www.idm.at](http://www.idm.at), Institut für den Donaauraum und Mitteleuropa (Stand 01.08.2007)

[4] [www.eds-destatis.de](http://www.eds-destatis.de), Jahresbericht 2006, Rumänien, Statistisches Bundesamt (Stand 01.08.2007)

[5] Abwassertechnische Vereinigung e.V., ATV-Arbeitsblatt ATV- A 200: „Grundsätze für die Abwasserentsorgung in ländlich Strukturierten Gebieten“, Gesellschaft zur Förderung der Abwassertechnik, Mai 1997

[6] Siedlungswasserwirtschaft im ländlichen Raum- Teil Abwasserentsorgung, Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt, Bauhaus-Universität Weimar, April 2007

[7] <http://ec.europa.eu/>, Europäische Kommission (Stand 10.07.2007)