

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



Diplomarbeit Hanna Möller

Dezember 2007

Inhaltsverzeichnis

<u>1.</u>	<u>EINLEITUNG</u>	<u>3</u>
<u>2.</u>	<u>SITUATION</u>	<u>3</u>
<u>3.</u>	<u>BESCHREIBUNG DER IST- SITUATION</u>	<u>4</u>
<u>4.</u>	<u>DIMENSIONIERUNG DER SCHMUTZWASSERBESEITIGUNG</u>	<u>8</u>
<u>5.</u>	<u>VARIANTENVERGLEICH</u>	<u>9</u>
<u>6.</u>	<u>EMPFEHLUNG</u>	<u>11</u>



Einzugsgebiet

1. Einleitung

Im Rahmen ihrer Diplomarbeit sollte Frau Hanna Möller für den ländlichen Raum in Galați (Rumänien) Entwässerungsvarianten zur Schmutz- und Regenwasserbeseitigung entwickeln.

Frau Möller wurde vom Ingenieurbüro Reinhard Beck GmbH & Co. KG für die Grundlagenermittlung nach Galați geschickt.

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 Anforderungen der EU-Richtlinien gerecht.

2. 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.

Im ländlichen Raum der Stadt Galați wurden für 8 Ortschaften Entwässerungsvarianten untersucht und innerhalb eines abwassertechnischen Vergleichs ein Entwässerungskonzept für die Schmutzwasserbeseitigung erarbeitet.

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 Leitlinien des Landesauschuss für Wirtschaftlichkeitsfragen in der Wasserwirtschaft geprüft.

Zusätzlich werden nicht monetäre Bewertungskriterien wie z.B. Umsetzungdauer, Platzverhältnisse, Umweltschutz und Schaffung von Beschäftigung verglichen und zur Bewertung herangezogen.

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

3. Beschreibung der Ist-Situation

Der untersuchte ländliche Raum liegt im Verwaltungsdistrikt Galați und erstreckt sich 14,5 km von der gleichnamigen Stadt Galați nach Osten.

Brașiștea und Traian sind Orte der Gemeinde Brașiștea und Șerbești Vechi, Șendreni und Movileni gehören zu der Gemeinde Șendreni.

Entlang des Fluss Bârlădel befinden sich die Orte Brașiștea und Traian. Șerbești 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.

Die 5 Ortschaften liegen im Hochwasserbereich der Flüsse Bârlădel und Siret. Die nördlichste Grenze des untersuchten Einzugsgebietes ist der Ort Cișmele.



Abbildung 1: Straße in Șendreni innerhalb eines Neubaugebietes



Abbildung 2: Straße in der Ortschaft Movileni

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



Abbildung 3: Blick auf Smardan

Im gesamten Einzugsgebiet befinden sich zwischen den Ortslage landwirtschaftliche Anbauflächen oder Weideland.

Auch die Grundstücke verfügen über einige hundert Quadratmeter Grünfläche, die zum Anbau von Gemüse und Obst zur Deckung des Eigenbedarfs genutzt werden.

Die betrachteten Gebiete werden, aufgrund ihrer topographischen Unterschiede, in zwei Bereiche aufgeteilt und durchnummeriert.

Bereich 1(östlich der Stadt)	Gebietsbezeichnung
Movileni	1
Şendreni	2
Şerbeştii Vechi	3
Traian	4
Braniştea	5
Bereich 2 (nördlich der Stadt)	Gebietsbezeichnung
Smârdan	6
Çişmele	7
Mihail Kogălniceanu	8

Abbildung 4: Gliederung der Gebiete

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 entweder zur bestehenden Drainage, in Gräben, in Regenwasserrinnen oder zu den Straßenentwässerungsgräben ab.

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



Abbildung 5: Grundstück mit Haus

Durch die Tendenz der zunehmenden Bevölkerungszahl im ländlichen Raum und dem ständigen Ausbau der öffentlichen Trinkwasserversorgung ist in Zukunft mit einem steigenden Schmutzwasseranfall zu rechnen.

Heute werden die sanitären Einrichtungen der Neubauten mit Dusche, Spülklosett und Badewanne ausgestattet, eine Waschmaschine installiert und die Küche modern eingerichtet.

Jahr	2004	2005	2006
Bevölkerungszahl mit Anschluss an das öffentliche Trinkwassernetz	234507	304800	330800
Bevölkerung	621161	620500	620500*
Prozentualer Anteil der Bevölkerung mit Zugang an die öffentliche Wasserversorgung	37%	49,12%	53,31%

Abbildung 6: Anschlussgrad an zentrale Trinkwasserversorgung

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

Die alternative Trinkwasserversorgung in den ländlichen Ortschaften ist zurzeit der öffentliche Brunnen. Die Brunnen liegen oft wenige Meter von den Grundstücken entfernt.



Abbildung 7: Alternative Trinkwasserversorgung

Das Niederschlagswasser wird im Bereich der Hauptstraßen in Straßengräben gesammelt und in das nächste Gewässer abgeleitet.

Der Teil der Gräben, die parallel zu der Hauptstraße liegen und der Straßenentwässerung dienen, sind Trapezprofile aus Beton.

Die Gewässerbelastung ist in Form von Geschiebesammlungen, Unterspülungen und Auskolkungen sowohl im Einlauf als auch im Auslaufbereich der Straßengräben und am Gewässer erkennbar.



Abbildung 8: Entwässerungsgraben innerhalb einer Ortschaft

Das anfallende Niederschlagswasser wird in den Nebenstraßen über unbefestigte Straßengräben abgeleitet.



Abbildung 9: Straße innerorts nach einem kurzen Regenereignis



Abbildung 10: Entwässerungsrinne an einer Hauptstraße

Solche Entwässerungsgräben sind für ein modifiziertes Entwässerungssystem weiter auszubauen sowie mit hydraulisch reduzierenden Maßnahmen wie z. B. Bepflanzungen oder Störsteine zu sichern.

4. Dimensionierung der Schmutzwasserbeseitigung

Der Trinkwasserverbrauch und der daraus resultierende Schmutzwasseranfall wurden 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.

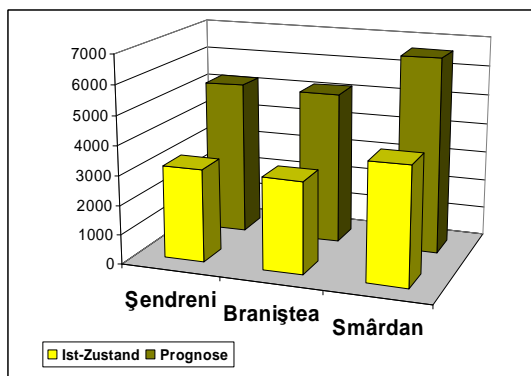


Abbildung 11: Bevölkerungsentwicklung der Gemeinden

Zu dem flächendeckenden Trinkwassernetz kommt ein Bevölkerungswachstum im ländlichen Raum von jährlich 6%.

Die Übergangsfrist für die kommunale Abwasserrichtlinie Richtlinie 91/271/EWG läuft im Jahre 2008 für Rumänien aus. Der Prognose Zustand wird für diesen Zeitpunkt ermittelt.

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.

Der Schmutzwasseranfall ist für den ländlichen Raum sehr hoch angesetzt, dennoch lässt diese Annahme über die Entwicklung begründen.

Gewerbe und Industrie werden sich zunehmend ansiedeln, um den optimalen wirtschaftlichen Standort, der sich aus der günstigen verkehrstechnischen Infrastruktur ergibt, zu nutzen,

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 _{EK} [ha]	BFG %	Au [ha]	Q _{h24} [l/s]
1 - 5	10431	357,0	20	71,4	21,7
6 - 8	6648	319,6	20	63,9	13,9

Nr.	Q _h [l/s]	Q _f [l/s]	Q _{t24} [l/s]	Q _t [l/s]
1 - 5	65,2	3,6	25,3	68,8
6 - 8	38,9	3,2	17,1	42,1

Abbildung 12: Gebietsdaten für die Gemeinden im Prognose-Zustand

Der Schmutzwasseranfall der Prognose für 2018 bei Trockenwetter, Q_t , ist der Abfluss, auf den Kanäle, Leitungen, Schächte, Pumpstationen sowie die Abwasserbehandlungsanlagen dimensioniert werden.

5. 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 oder in das nächste Gewässer eingeleitet. Wenn es zu stark durch den Abflussvorgang verschmutzt ist, wird es mit dem Schmutzwasser abgeleitet und behandelt.

Drei Varianten wurden 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 ortsnah an eine eigene Kläranlage angeschlossen.

Die **Variante 3** ist die dezentrale Entwässerung. Die Schmutzwasserbeseitigung der Bevölkerung im ländlichen Raum wird durch die Errichtung von Kleinkläranlagen gesichert. Diese Entwässerungslösung kann zeitnah umgesetzt werden, weil auf den Bau eines Kanalnetzes und die Errichtung der Abwasserbehandlungsanlage verzichtet werden kann.

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

Das Ergebnis der Kostenvergleichsrechnung ist in der folgenden Graphik dargestellt:

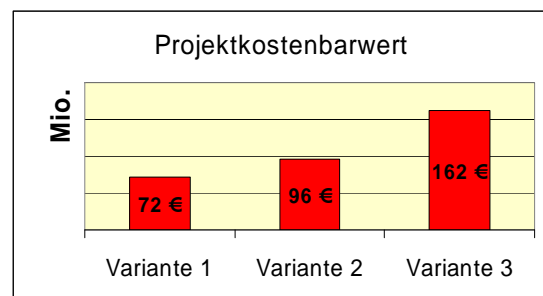


Abbildung 13: Projektkostenbarwert der drei untersuchten Entwässerungsvarianten

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

Eine weitere Problematik stellt der anfallende Klärschlamm der Kleinkläranlagen dar, für den die Entsorgung ebenfalls gesichert sein muss. Der Vergleich zeigt, dass im vorliegenden Fall sowohl der Anschluss an die zentrale Kläranlage in Galați als auch die semizentrale Lösung mit Ge-

meinschaftskläranlagen, 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 wurde ergänzt mit einem nicht monetären Vergleich mit folgenden Kriterien:

- Zeit der Umsetzung
- Platzverhältnisse
- 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 Trennsystemeinheiten oder Mischsystemen reduziert im ländlichen Raum den Fremdwasserproblem.

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

Das Abwasser kann in den Gebieten 6-8, nördlich der Stadt Galați, aufgrund der günstigen topographischen Verhältnisse mit einer Schwerkraftentwässerung entsorgt werden.

Ob die in der Kostenvergleichsrechnung eingerechneten Pumpstationen in der Variante 1 und 2 benötigt werden, muss in der weiteren Planungsphase geprüft werden. Das zentrale und semizentrale System würde in dem Fall, dass die Pumpstationen nicht benötigt werden, den Kostenvorteil weiter 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 eigenen Generator gesichert werden. Eine andere Möglichkeit ist, dass die Anlage nicht auf Stromausfall empfindlich reagiert. In dem Fall werden die naturnahen Abwasserbehandlungsanlagen in die engere Wahl mit einbezogen. Eine anaerobe Klärschlammbehandlung zu Gewinnung von Biogas kann in das semizentrale Konzept mit eingearbeitet werden.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass kleinere Abwasserbehandlungseinheiten flexibel auf steigende oder fallende Einwohnerzahlen reagieren können.

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.

6. 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.

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"> • Regionalplanung • Flächennutzungsplan • Bauleitplanung • Abwasserbeseitigungskonzept
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

Abbildung 14: Prioritätenliste

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

Einzugsgebiete, wie die Stadtrandgebiete von Galați, die sich in den nächsten Jahren ausdehnen und in denen einzelne Ortschaften zusammenwachsen werden, können ihre Entwässerungsplanung auf kleine zentrale Systeme 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 ver- und entsorgungstechnischen Erschließung der Neubaugebiete und dem kanaltechnischen Anschluss des Altbestandes schrittweise wachsen.

Ein Abwasserbeseitigungskonzept für den ländlichen Raum muss erstellt werden und regelmäßig aktualisiert und fortgeschrieben werden.

Beck Info 19

INFO 09 Niederschlagswasserversickerung

INFO 10 Neuere Erkenntnisse zur Dimensionierung und Konstruktion von Bodenfiltern

INFO 11 Kanalnetzcontrolling - Eine Maßnahme des Gewässerschutzes und der Kostendämpfung

INFO 12 Regenwasserbewirtschaftung und -behandlung

INFO 13 Erste praktische Erfahrungen mit dem BWK - Merkblatt 3

INFO 14 Brasilien – Informationen zur Abwasserwirtschaft und zum Beruf des Architekten und des Ingenieurs

INFO 15 „Siehste, geht doch nicht ...“ Probleme und ihre Lösungen bei der Inbetriebnahme von Retentionsbodenfiltern und bewachsenen Versickerungsmulden

INFO 16 Von einem der auszog das Dichten zu lernen. Inspektion, Sanierung und Instandhaltung von Grundstücksentwässerungsanlagen

INFO 17 Fremdwasser, Bachwasser, Reinwasser, Drainwasser..... ableiten
Darf auch Spaß machen
Wiederherstellung Leyerbach

INFO 18 5 Jahre Betrieb eines hochbelasteten Retentionsbodenfilters

Fax-Antwort:

Fax-Nr.: 0202 246 78-44

Firma: _____

Name: _____

Straße: _____

PLZ/Ort: _____

Email: _____

Bitte schicken Sie mir noch folgende Infos zu

Info 09

Info 10

Info 11

Info 12

Info 13

Info 14

Info 15

Info 16

Info 17

Info 18

Die Infos finden sie auch zum download unter www.ibbeck.de. Auf unserer ServicePlattform.