

Variantenuntersuchung und Kostenvergleich für den Ortskanal von Lechen

**Feasibility study and
cost investigation for the waste water sewer
of Lechen**

DIPLOMARBEIT

VON

Jürgen Bonstingl

eingereicht am

Institut für Siedlungswasserwirtschaft und
Landschaftswasserbau
der
Technischen Universität Graz

Begutachter der Diplomarbeit

Univ.-Prof. DDipl.-Ing. Dr.techn. Harald Kainz

Betreuer der Diplomarbeit

Univ.-Ass. Dipl.-Ing. Martin Hochedlinger

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die Diplomarbeit selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe.

Weiters versichere ich, dass ich diese Diplomarbeit weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jürgen Bonstingl', written in a cursive style.

Bonstingl Jürgen

Graz, im Oktober 2001

Dank

Zu Dank bin ich all jenen Menschen verpflichtet, die zur Erstellung der Diplomarbeit beigetragen haben.

Viel verdanke ich Behörden, insbesondere der Steiermärkischen Landesregierung (FA 3a Referat III, Herr Dipl.-Ing. Rauchlatner) und den Gemeinden Grafendorf und St. Johann, die weder Zeit noch Kosten scheuten, um mir mit Rat und Tat zur Seite zu stehen.

Zu besonderem Dank bin ich auch den Betreuern meiner Diplomarbeit verpflichtet, deren Erfahrung und Fachkenntnis wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen hat.

Nicht zuletzt möchte ich auch meinen Eltern und meiner Freundin Dank aussprechen, die mich immer unterstützt haben und jederzeit hinter mir gestanden sind.

VARIANTENUNTERSUCHUNG UND KOSTENVERGLEICH FÜR DEN ORTSKANAL VON LECHEN

KURZFASSUNG

Diese Diplomarbeit befasst sich mit der Entwicklung und Trassierung von möglichen Ausführungsvarianten für den Schmutzwasserkanal des Ortsteiles Unterlechen der Katastralgemeinde Gräferviertel. Die Studie beinhaltet eine technische, eine wirtschaftliche (Vergleich der volkswirtschaftlichen und der betriebswirtschaftlichen Projektkostenbarwerte) und eine ökologische Untersuchung. Sowohl die Festlegung der Ausführungsvarianten als auch der Kostenvergleich erfolgten nach Rücksprache mit Herrn Dipl.-Ing. Rauchlatner der Fachabteilung Wasserwirtschaftliche Planung, Referat Abwasserentsorgung, der Steiermärkischen Landesregierung.

Die Variantenstudie befasst sich mit 3 Varianten. Die 1. Variante stellt die Sammlung des Abwassers durch ein geeignetes Kanalnetz und die anschließende Reinigung des Abwassers in einer eigenen Kläranlage dar. In der Variante 2 wird das im Kanalnetz gesammelte Abwasser mit Hilfe eines Pumpwerkes durch eine Pumpleitung zu einem Anschlusspunkt in der Nachbargemeinde Wagendorf gepumpt und über das dortige Kanalnetz der Abwasserreinigungsanlage St. Johann zugeführt. Für die Variante 3 wurde ebenfalls ein Pumpwerk errichtet, mit dem das Abwasser durch eine teilweise mit dem Abwasserkanal mitverlegte Druckleitung zu einem vorgesehenen Anschlusspunkt im Ortsteil Oberlechen gepumpt wird und in weiterer Folge in der Abwasserreinigungsanlage Grafendorf gereinigt wird.

Aufgrund des anschließend durchgeführten Vergleiches der 3 Varianten nach volkswirtschaftlichen, betriebswirtschaftlichen und ökologischen Kriterien, entsprechend den Standardansätzen, stellen sich die Variante 2 und die Variante 3 als gleichwertig heraus. Bei Berücksichtigung der Betriebskosten der Pumpleitungen und der höheren Kosten für die Verlegung der Druckleitungen im bebauten Gebiet, die bei der Berechnung nach den Standardansätzen nicht berücksichtigt werden, ist die Variante 2 zu favorisieren.

Schlüsselwörter : Abwasserkanal, volkswirtschaftliche Betrachtung,
betriebswirtschaftliche Betrachtung, ökologische Betrachtung,
Ausführungsvorschlag

FEASIBILITY STUDY AND COST INVESTIGATION FOR THE WASTE WATER SEWER OF LECHEN

ABSTRACT

The aim of this diploma thesis is to investigate different construction possibilities for a waste water drain of the village Unterlechen in Austria. The study includes a technical, economic and ecological analysis. This diploma thesis was developed in cooperation with the Department Water Management of the Styrian Government.

First a trace investigation was carried out which considers three different versions. Version 1 includes the building of a waste water sewer system. After this step the waste water is transported to an individual waste water treatment plant. Version 2 includes the same sewer system, but then the waste water is pumped to the neighbouring village and then transferred to the waste water treatment plant of St. Johann. For this design a pumping plant has to be built. In Version 3 the waste water is transferred to a collecting tank in Oberlechen. From there it is transported to the waste water treatment plant of Grafendorf. Similar to Version 2 a pumping plant has to be built.

Then a technical, economic and ecological evaluation was made according to standard cost settings provided by the Styrian Government. In this evaluation Version 2 and Version 3 proved to be equal.

Since the standard cost settings do not, however take into account the costs of operating the pumps and higher costs of laying the pipes under the road, Version 2 has to be favoured from an economic point of view.

Keywords: waste water sewer, operational view, economic view, ecological view, suggestion for execution

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	1
1 EINLEITUNG	4
1.1 AUFGABENSTELLUNG.....	4
1.2 VERFASSUNG DER DIPLOMARBEIT	4
1.3 ZIELSETZUNG	5
2 PROBLEMSTELLUNG, DERZEITIGER STAND	6
2.1 BESCHREIBUNG DES DERZEITIGEN STANDES	6
2.1.1 <i>Ist-Situation Lechen Süd</i>	6
2.1.2 <i>Ist-Situation St. Johann</i>	6
2.1.3 <i>Ist-Situation Grafendorf</i>	7
2.2 FESTLEGUNG DES UNTERSUCHUNGSGEBIETES	8
2.3 ZIELERREICHUNGSGRAD	9
2.4 KOSTENBARWERTMETHODE.....	10
2.4.1 <i>Zeitliche Gewichtung von Kostengrößen</i>	11
2.4.2 <i>Untersuchungszeitraum</i>	15
2.4.3 <i>Zinssatz</i>	16
2.4.4 <i>Preisentwicklung (Indexanpassung)</i>	17
2.5 MERKBLATT ZUR VARIANTENUNTERSUCHUNG	18
2.5.1 <i>Grundlagen</i>	18
2.5.2 <i>Kostenansätze</i>	19
2.5.3 <i>Volkswirtschaftliche Betrachtung</i>	20
2.5.4 <i>Betriebswirtschaftliche Betrachtung</i>	21
2.5.5 <i>Ökologische Betrachtung</i>	21
2.5.6 <i>Endverbraucher</i>	24
3 ERMITTLUNG UND BERECHUNG DER EINGANGSDATEN	25

3.1	EINWOHNERZAHL UND BEMESSUNGSWERT DER EINWOHNER	25
3.2	ABWASSERENTSORGUNG IM LÄNDLICHEN RAUM.....	26
3.2.1	<i>Bauausführung</i>	27
3.2.2	<i>Schächte</i>	28
3.2.3	<i>Lüftung und Druckentlastung</i>	29
3.2.4	<i>Gefälle, Durchmesser</i>	30
3.3	LISTENRECHNUNG SCHMUTZWASSERKANAL.....	31
3.3.1	<i>Grundlagen der Kanalnetzberechnung</i>	31
3.3.2	<i>Zusammensetzung der Bemessungsabflüsse</i>	32
3.3.3	<i>Listenrechnung</i>	34
4	AUSWERTUNG DER DATEN - SENSITIVITÄTSANALYSE	37
4.1	KURZBESCHREIBUNG DER EINZELNEN VARINTEN	37
4.2	ANSÄTZE FÜR DIE BERECHNUNG.....	41
4.3	VOLKSWIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNG	45
4.3.1	<i>Investitionskosten</i>	45
4.3.2	<i>Bandbreite der Investitionskosten</i>	48
4.3.3	<i>Sensitivitätsanalyse der Investitionskosten</i>	49
4.3.4	<i>Projektkostenbarwerte</i>	50
4.3.5	<i>Bandbreite der Projektkostenbarwerte</i>	53
4.3.6	<i>Sensitivitätsanalyse der Projektkostenbarwerte</i>	53
4.4	BETRIEBSWIRTSCHAFTLICHE BETRACHTUNG	60
4.4.1	<i>Investitionskosten</i>	60
4.4.2	<i>Bandbreite der Investitionskosten</i>	61
4.4.3	<i>Sensitivitätsanalyse der Investitionskosten</i>	62
4.4.4	<i>Projektkostenbarwerte</i>	63
4.4.5	<i>Bandbreite der Projektkostenbarwerte</i>	64
4.4.6	<i>Sensitivitätsanalyse der Projektkostenbarwerte</i>	65
4.5	ÖKOLOGISCHE BETRACHTUNG	67
4.5.1	<i>Gewichtung</i>	67
4.5.2	<i>Flussdiagramm - Ökologie</i>	69
4.5.3	<i>Zielerreichungsgrad - Ökologie</i>	71
4.6	DURCHRECHNUNG AUF DEN ENDVERBRAUCHER.....	73
4.7	AUSFÜHRUNGSVORSCHLAG-ZIELERREICHUNGSGRAD.....	75
4.7.1	<i>Gewichtung</i>	75
4.7.2	<i>Flussdiagramm - Ausführung</i>	76
4.7.3	<i>Zielerreichungsgrad - Ausführung</i>	78
4.7.4	<i>Beurteilung der Ergebnisse</i>	82

5	ZUSAMMENFASSUNG, SCHLUSSFOLGERUNG, AUSBLICK	83
5.1	ZUSAMMENFASSUNG	83
5.2	SCHLUSSFOLGERUNG - AUSBLICK	88
 LITERATURVERZEICHNIS		92
 ADRESSENLISTE DER BETEILIGTEN		93
 ANHANG		94
6.1	PLÄNE VON LEITUNGSTRÄGERN	
6.1.1	<i>Flächenwidmungsplan (Plan Nr.: 01)</i>	
6.1.2	<i>Verlauf der Wasserleitung (Plan Nr.: 02)</i>	
6.1.3	<i>Verlauf der Trans-Austria-Gasleitung (Plan Nr.: 03)</i>	
6.1.4	<i>Lageplan von Unterlechen (Plan Nr.: 04)</i>	
6.2	PLÄNE DER UNTERSUCHTEN VARIANTEN	
6.2.1	<i>Variante I – Lageplan (Plan Nr.: 05)</i>	
6.2.2	<i>Variante II – Lageplan (Plan Nr.: 06)</i>	
6.2.3	<i>Variante III – Lageplan (Plan Nr.: 07)</i>	
6.2.4	<i>Variante I, II, III – Längenschnitt (Plan Nr.: 08, 09, 10)</i>	
6.2.5	<i>Variante I – Höhenschichtenplan (Plan Nr.: 11)</i>	

1 EINLEITUNG

1.1 Aufgabenstellung

Für die in der Oststeiermark gelegene Ortschaft Lechen der Katastralgemeinde Gräferviertel soll eine Variantenstudie für einen Schmutzwasserkanal erstellt werden. Die Gemeinde Lechen teilt sich in die Ortsteile Lechen Nord, auch Oberlechen genannt, und in Lechen Süd, auch als Unterlechen bezeichnet.

Der Ortsteil Oberlechen wird an das öffentliche Netz der Gemeinde Grafendorf angeschlossen.

Der Ortsteil Unterlechen wurde auf Ansuchen der Bewohner hin aus der öffentlichen Abwasserentsorgung der Gemeinde Grafendorf entlassen. Daraufhin wurde von den Bewohnern von Unterlechen die Abwassergenossenschaft Unterlechen gegründet, deren Aufgabe es ist eine geeignete Abwasserentsorgung für Unterlechen zu schaffen. Die Hauptaufgabe dieser Diplomarbeit besteht nun darin für die Abwassergenossenschaft Unterlechen eine Variantenuntersuchung des Schmutzwasserkanals zu erstellen und eine geeignete Möglichkeit zur Entsorgung des Abwassers aufzuzeigen.

In Zusammenarbeit mit der Fachabteilung 3a, Referat Abwasserentsorgung, sollen verschiedene Varianten für die Ausführung des Schmutzwasserkanals und die weitergehende Behandlung und Entsorgung des Abwassers entwickelt werden.

Für alle festgelegten Varianten sind die Projektkostenbarwerte zu ermitteln und in einer anschließenden Sensitivitätsanalyse gegenüberzustellen.

Danach hat eine Durchrechnung der Kosten auf den Endverbraucher zu erfolgen.

Abzuschließen ist die Variantenuntersuchung mit einer Reihung der untersuchten Varianten nach ökologischen und wirtschaftlichen Kriterien, wobei ein Ausführungsvorschlag vorzunehmen ist.

1.2 Verfassung der Diplomarbeit

Die Vorgehensweise bei der Verfassung der Diplomarbeit teilt sich in die Beschreibung der Problemstellung, der Ermittlung und Berechnung der Eingangsdaten und der Auswertung der ermittelten Daten mit einer anschließenden Sensitivitätsanalyse und den Schlussfolgerungen.

Die Beschreibung der Problemstellung befasst sich mit der Beschreibung des derzeitigen Standes sowie der Erläuterung der für die Berechnung relevanten Grundlagen.

Im Kapitel „Ermittlung und Berechnung der Eingangsdaten“ wird in Zusammenarbeit mit dem Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Fachabteilung 3a, der Bemessungswert der Einwohner festgelegt sowie die Berechnung des Kanalnetzes durchgeführt.

Das Kapitel „Auswertung der Daten - Sensitivitätsanalyse“ befasst sich mit der Ermittlung der Kosten der einzelnen Varianten bei einer volks- und einer betriebswirtschaftlichen Betrachtung. Die ermittelten Kosten werden dann in einer Sensitivitätsanalyse gegenübergestellt.

Im Weiteren werden die ökologischen Daten ermittelt, die Kosten auf den Endverbraucher durchgerechnet und abschließend wird ein Ausführungsvorschlag vorgenommen.

1.3 Zielsetzung der Diplomarbeit

Entsprechend den in § 13 Abs. 3 der technischen Richtlinien für die Siedlungswasserwirtschaft des Umweltförderungsgesetzes (UFG 1993) über die Förderung von Maßnahmen der Siedlungswasserwirtschaft ist die Gewährung einer Förderung von einer Variantenuntersuchung, in der die ökologische Verträglichkeit sowie die volks- und betriebswirtschaftliche Zweckmäßigkeit der Maßnahme zu prüfen ist, abhängig.

Diese Richtlinien für die Durchführung von Variantenuntersuchungen sind mit 1.6.1997 in Kraft getreten und sind bei Förderungsanträgen die ab dem 1.6.1998 eingebracht werden zu berücksichtigen.

Die Ergebnisse der Variantenuntersuchungen sind als wichtige Grundlage für die Festlegung der Ausführungsprojekte und in weiterer Folge als Entscheidungsgrundlage für die Gewährung von Förderungsmitteln anzusehen.

Vor allem durch die betriebswirtschaftliche Betrachtung erfolgt eine anschauliche Gegenüberstellung der für den Auftraggeber tatsächlich anfallenden Kosten. Durch diese Gegenüberstellung der tatsächlich anfallenden Kosten soll dem Auftraggeber die Reihung der einzelnen Varianten nach der Höhe ihrer Kosten aufgezeigt werden, wodurch eine zusätzliche Entscheidungsgrundlage für die Ausführungsvariante geschaffen wird.

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Variantenuntersuchung ist die Durchrechnung auf den Endverbraucher. Bei der Berechnung für den Endverbraucher sollen dem Auftraggeber die jährlich anfallenden kostendeckenden Gebühren unter Berücksichtigung von verschiedenen Finanzierungsformen aufgezeigt werden, wodurch eine Entscheidungsgrundlage für den Auftraggeber über die für ihn kostengünstigste Finanzierungsform geschaffen wird

2 PROBLEMSTELLUNG, DERZEITIGER STAND

2.1 Beschreibung des derzeitigen Standes

2.1.1 Ist-Situation Lechen Süd

Zur Zeit erfolgt die gesamte Abwasserentsorgung des Ortsteiles Unterlechen durch die Einleitung aller anfallenden Abwässer in Senkgruben. Die Entleerung dieser Senkgruben erfolgt in regelmäßigen Abständen durch private Entsorgungsunternehmen.

Die Verantwortung für die gewissenhafte Handhabung und Durchführung dieser Senkgrubenentleerung obliegt der Gemeinde und wird auch von dieser organisiert und durch die Führung eines Kontrollbuches protokolliert.

Die abgeführten Senkgrubenwässer werden dem Abwasser einer ausreichend großen Abwasserreinigungsanlage mit einem gesonderten, belüfteten Sammelbecken so zudosiert, dass dadurch keine Verschlechterung der Abwasserreinigung eintritt.

Praktisch ist es jedoch oft nicht möglich sich exakt an diese Vorgaben zu halten.

2.1.2 Ist-Situation St Johann

Die Abwasserreinigungsanlage St. Johann wurde im Jahre 1987 mit einer Ausbaugröße von 3000 EW errichtet. Von dieser Ausbaugröße sind 800 EW für den Anschluss der Gemeinde Lafnitz und 2200 EW für den Anschluss der Gemeinde St. Johann vorgesehen. In diesen 2200 EW für den Anschluss St. Johann ist der Anschluss von bis zu 250 EW von Unterlechen berücksichtigt.

Derzeit sind an die ARA St. Johann 1800 EW angeschlossen, wodurch noch die Anschlussmöglichkeit von weiteren 1200 EW besteht.

An die Kläranlage St. Johann sind die Ortschaften Unterlungitz, Oberlungitz, Wagendorf und St. Johann angeschlossen.

Die ARA St. Johann wurde dem Stand der Technik durch eine Adaptierung der Phosphatelimination und der Nitrifikation an die gesetzlichen Vorgaben im Jahre 1999 angepasst.

Bei dieser Anlage erfolgt die Klärschlammbehandlung durch mechanische Pressung und teilweise durch eine landwirtschaftliche Verwertung.

Die geklärten Abwässer der ARA St. Johann erfüllen laut Prüfbericht der Stmk. Landesregierung die vorgeschriebenen Werte, sind als zufriedenstellend zu beurteilen und werden in weiterer Folge in den Lungitzbach eingeleitet.

Im Kanalnetz von Wagendorf, das zur Gemeinde Lafnitz gehört, wurde bereits ein Schacht mit einer Anschlussmöglichkeit für die gesammelten Abwässer aus dem Kanalnetz Unterlungitz vorgesehen, um die Möglichkeit einer eventuellen Ableitung und anschließenden Reinigung der Abwässer in die ARA St. Johann zu schaffen.

2.1.3 Ist-Situation Grafendorf

Im Jahre 1985 wurde die Abwasserreinigungsanlage Grafendorf bei Hartberg mit einer Ausbaugröße von 2300 EW errichtet.

Derzeit sind an die Abwasserreinigungsanlage Grafendorf 2100 EW aus den Gemeinden Grafendorf, Seibersdorf, Erdwegen und Reibersdorf angeschlossen.

Damit wäre für die Ortsteile Oberlechen und den in dieser Untersuchung behandelten Ortsteil Unterlechen eine Reserve von 200 EW vorhanden.

Da aber in den nächsten Jahren eine Ableitung eines Teiles des anfallenden Abwassers nach Hartberg und eine Reinigung in der Abwasserreinigungsanlage Hartberg geplant ist, kann dadurch noch eine weitere Anschlussmöglichkeit (Reserve) für 240 EW geschaffen werden. Dadurch liegt die Auslastung der Abwasserreinigungsanlage Grafendorf bei 80 Prozent und die gesamte Reserve wird auf 440 EW erhöht.

Die Anpassung an die Phosphatelimination ist für das Jahr 2002 geplant und die Nitrifikation soll im Jahr 2005 dem Stand der Technik angepasst werden.

Bei der Abwasserreinigungsanlage Grafendorf erfolgt die Klärschlammbehandlung durch Schlammteiche, Pressung und teilweise durch eine landwirtschaftliche Verwertung.

Die geklärten Abwässer im Ablauf der Abwasserreinigungsanlage Grafendorf werden laut Prüfbericht der Steiermärkischen Landesregierung mit zufriedenstellend beurteilt und in weiterer Folge in den Safenbach eingeleitet.

Bei der Planung der öffentlichen Abwasserentsorgung des Ortsteiles Oberlechen wurde im Kanalnetz ebenfalls ein Schacht mit der Anschlussmöglichkeit für die gesammelten Abwässer der Abwassergenossenschaft Unterlechen angeordnet.

Somit wird für Unterlechen die Möglichkeit der Ableitung nach Grafendorf und der anschließenden Reinigung der Abwässer in der Kläranlage Grafendorf geschaffen.

2.2 Festlegung des Untersuchungsgebietes

Da mit der Stmk. Landesregierung und der Gemeinde Grafendorf sowie den beteiligten Einwohnern der Ortschaft Lechen der Beschluss gefasst wurde, den Ortsteil Oberlechen an die öffentliche Abwasserentsorgung Grafendorf anzuschließen und den Ortsteil Unterlechen aus der öffentlichen Abwasserentsorgung zu entlassen, beschränkt sich das Untersuchungsgebiet nunmehr auf den Ortsteil Unterlechen. (Siehe Abb. 2.2)

Für den oben angeführten Ortsteil Unterlechen wurden nun in Zusammenarbeit mit der Stmk. Landesregierung folgende zu untersuchende Varianten festgelegt.

Die erste Variante beinhaltet die Errichtung einer eigenen Kläranlage im Süden von Unterlechen. Aufgrund der bereits vorgesehenen Anschlussmöglichkeiten an das Kanalnetz Oberlechen bzw. Lafnitz und der damit verbundenen Möglichkeit die Abwässer einer Reinigung in den Kläranlagen Grafendorf bzw. St. Johann zuzuführen, wodurch bestehende Ressourcen der vorhandenen Kläranlagen ausgenutzt werden können, wurden als Variante 2 die Ableitung nach St. Johann und als Variante 3 die Ableitung nach Grafendorf festgelegt.

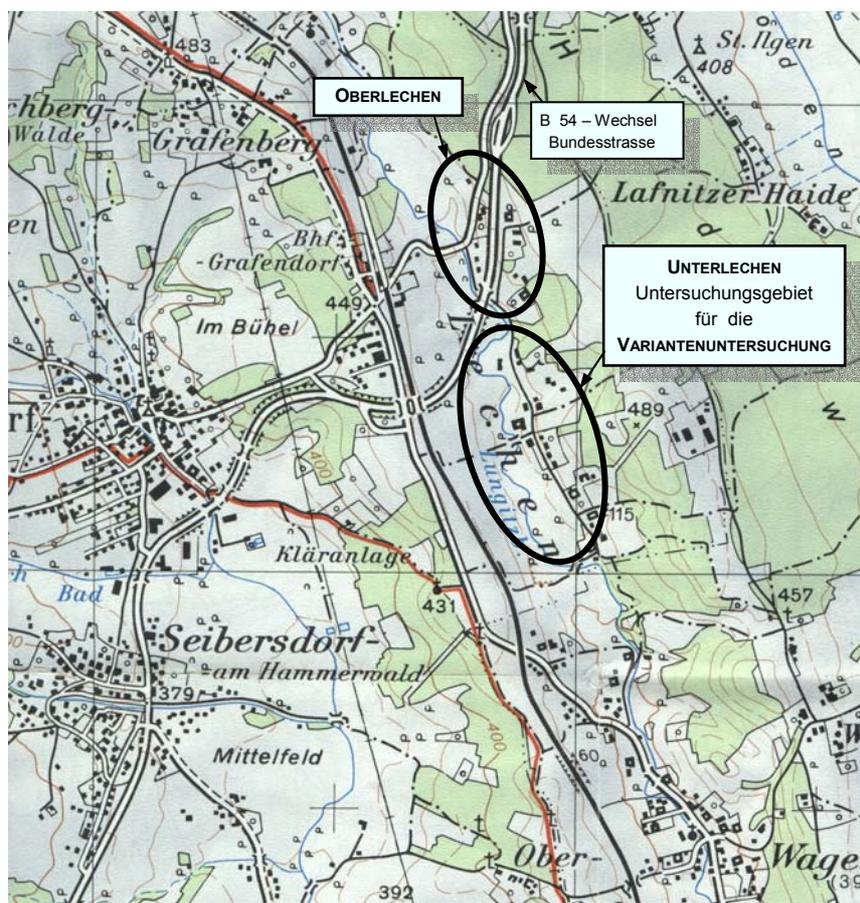


Abb. 2.2 Untersuchungsgebiet Unterlechen

2.3 Zielerreichungsgrad

Um Aussagen über einen Zielerreichungsgrad treffen zu können, muss man zunächst ein bestimmtes Ziel definieren. Das Ziel wird immer so definiert, dass durch das gewählte Ziel der größtmögliche Nutzen, entweder für Einzelne oder für die Allgemeinheit, entsteht.

Mit Hilfe des vordefinierten Zieles lässt sich eine Zielfunktion ermitteln. Anhand dieser Zielfunktion kann man den Zielerreichungsgrad in Abhängigkeit von einem gewählten Kriterium ermitteln. Umso näher ein bestimmtes Kriterium einer Variante dem definierten Ziel kommt, desto höher ist ihr Zielerreichungsgrad.

Im nachfolgenden Diagramm soll der Zielerreichungsgrad anhand eines Beispiels kurz veranschaulicht werden.

Jeder Errichter eines Gebäudes möchte beispielsweise die Investitionskosten möglichst gering halten und wird sicher jene Variante mit den geringsten Investitionskosten wählen, da diese für ihn den größtmöglichen Nutzen hat, nämlich Geld zu sparen.

Wird nun der Punkt Geld zu sparen als Ziel definiert und werden als Bewertungskriterium die Investitionskosten gewählt, dann lässt sich die Zielfunktion ermitteln und der Zielerreichungsgrad in Abhängigkeit von den Investitionskosten bestimmen. (Siehe Abb. 2.3)

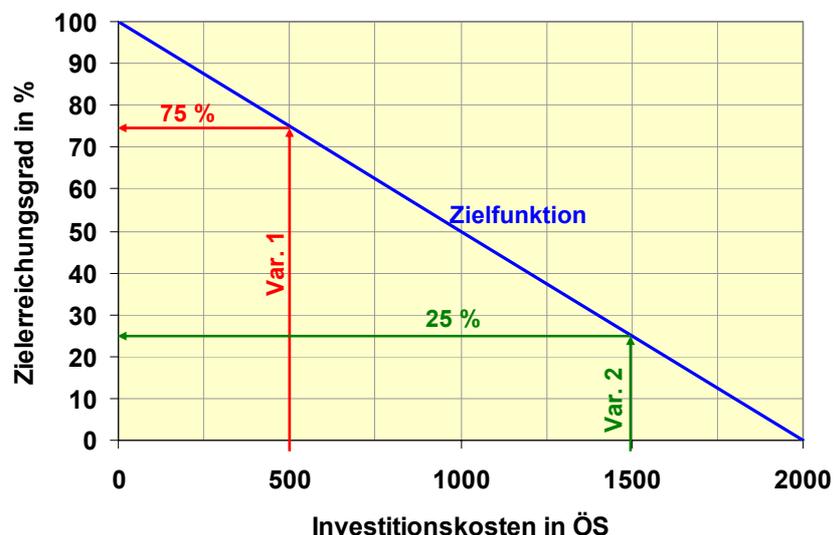


Abb. 2.3 Zielerreichungsgrad von verschiedenen Varianten

In obigem Diagramm ist die ermittelte Zielfunktion blau dargestellt. Betrugen nun die Investitionskosten einer Variante 500 ÖS, dann ergibt sich bei der dargestellten Zielfunktion für die Variante 1 ein Zielerreichungsgrad von 75%.

Weiters erkennt man, dass der Zielerreichungsgrad in diesem Beispiel umso größer ist, je kleiner die Investitionskosten sind.

2.4 Kostenbarwertmethode

Der zeitliche Anfall der Kosten für eine Investitionsmaßnahme erstreckt sich von den ersten Voruntersuchungen über die Baudurchführung bis hin zum Ende der Nutzungsdauer. Würde man alle diese Kosten zum jeweiligen Zeitpunkt ihres Auftretens auf eine Zeitachse auftragen, so erhielte man einen nahezu kontinuierlichen Kostenstrom. Werden nun die innerhalb eines Jahres anfallenden Einzelgrößen zu einer Summe zusammengefasst und jeweils am Jahresende verrechnet, so entsteht eine jährliche Kostenreihe.

Auf diese Weise lässt sich jede Maßnahme in der Kostenvergleichsrechnung durch eine entsprechende Kostenreihe charakterisieren. Zu beachten ist dabei, dass die Zeitspanne, innerhalb der die durch das Projekt hervorgerufenen Kosten zu berücksichtigen sind, von Beginn der Investitionsphase bis zum Ende der Betriebsphase läuft. Diese Zeitspanne wird als Untersuchungszeitraum bezeichnet.

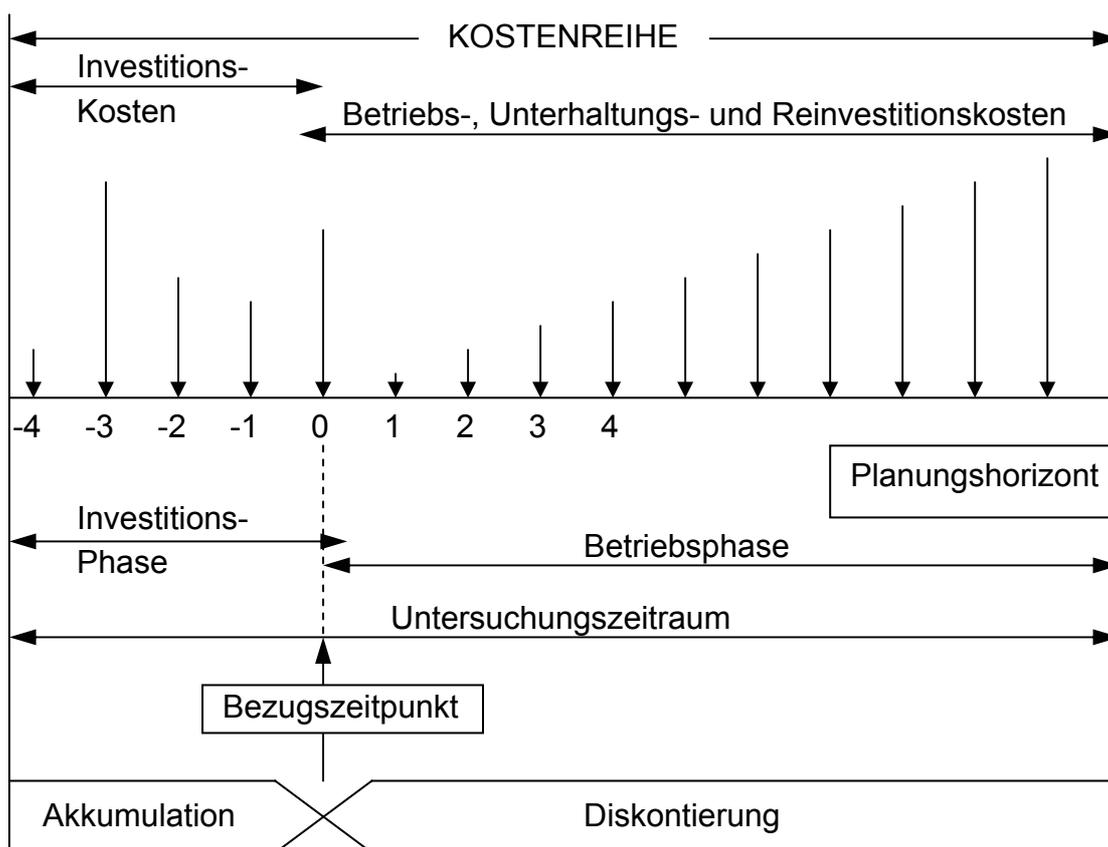


Abb. 2.4 Veranschaulichung einiger Grundbegriffe zur zeitlichen Gewichtung von Kostengrößen

Da zu verschiedenen Zeitpunkten anfallende Kosten unterschiedliche Wertschätzungen besitzen, dürfen die Zahlungen einer Kostenreihe nicht ohne weiteres addiert werden. Dieses sogenannte statistische Vorgehen führt bei der

Langlebigkeit wasserwirtschaftlicher Infrastruktureinrichtungen zu gravierenden Kalkulationsfehlern. Vielmehr müssen sie zum Zwecke des Vergleichs auf einen gemeinsamen Zeitpunkt (Bezugszeitpunkt) wertmäßig umgerechnet werden (dynamische Vorgehensweise). Den Wert einer nominalen Kostengröße im Bezugszeitpunkt nennt man Barwert dieser Zahlung, entsprechend denjenigen einer Kostenreihe, die ein Projekt charakterisiert, den **Projektkostenbarwert**.

Zeitlich vor dem Bezugszeitpunkt liegende Zahlungen sind **aufzuzinsen (zu akkumulieren)**, später anfallenden **abzuzinsen (zu diskontieren)**.

Im Prinzip ist es gleichgültig, wann der Bezugszeitpunkt auf den die jeweiligen Kosten auf- bzw. abgezinst werden angesetzt wird, meist wird er jedoch mit Beginn der Investitionsphase oder auch mit Fertigstellung des Bauwerks angesetzt.

Die erforderliche zeitliche Gewichtung der nominalen Kosten erfolgt mit Hilfe finanzmathematischer Umrechnungsfaktoren, die im nachfolgenden Kapitel erläutert werden.

2.4.1 Zeitliche Gewichtung von Kostengrößen

1. Kostenbarwert von Einzahlungen vor dem Bezugszeitpunkt (n Jahre) -

Akkumulation :



Abb. 2.4.1.1 Akkumulation von Einzahlungen

Eine Kostengröße am Ende des (n)-ten Jahres vor dem Bezugszeitpunkt wird derart aufgezinst, dass ihr Nominalwert mit dem **Akkumulationsfaktor für die Einzahlungen ($AFAKE_{i,n}$)**

$$AFAKE_{i,n} = (1 + i)^n = q_n > 1$$

multipliziert wird, wobei i den Zinssatz (absolut, z.B. 3 Prozent) und n die Zahl der Jahre zwischen Kostenanfall und Bezugszeitpunkt (Zinszeitraum) bezeichnen. Der erhaltene Wert ist der dem Nominalwert entsprechende Barwert.

Der Ausdruck $(1 + i)$ wird generell als Zinsfaktor q bezeichnet.

Aus der Formel wird deutlich, warum auf der Zeitachse die Zählung der Jahre mit Null beginnt, denn nur für $n = 0$ ergibt sich ein Akkumulationsfaktor von 1. Eine im Bezugszeitpunkt anfallende Kostengröße entspricht nämlich unmittelbar ihrem Barwert.

Entsprechend der Abb. 2.4.1 erhält man den **Kostenbarwert (KBW)**

$$\text{KBW} = \text{IK}_n * (1 + i)^n$$

der auf den Bezugszeitpunkt aufgezinste Kosten einer nominalen Kostengröße (IK_n) durch Multiplikation der nominalen Kostengröße (IK_n) mit dem Zinsfaktor q_n .

2. Kostenbarwert von laufenden Zahlungen vor dem Bezugszeitpunkt (n Jahre).- Akkumulation

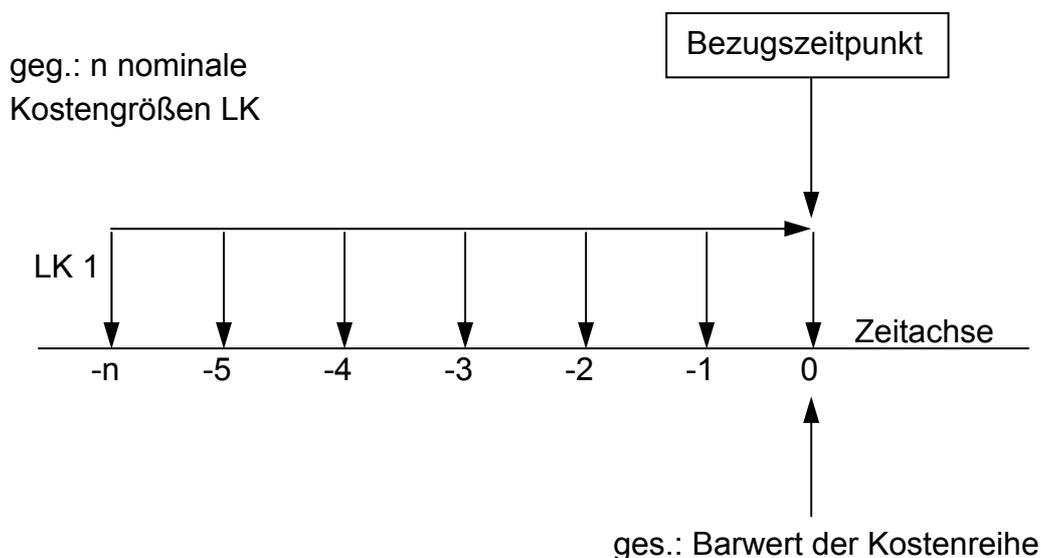


Abb. 2.4.1.2 Akkumulation von laufenden Zahlungen

Laufende Kosten (LK jedes Jahr gleich bleibend) können als Summe vieler Einzahlungen mit unterschiedlichem n betrachtet werden.

Der **Barwert (KBW)**

$$\text{KBW} = \text{LK}_1 * \text{AFAKR}_{i,n}$$

für vor dem Bezugszeitpunkt über n Jahre jährlich wiederkehrende gleiche Kostengrößen wird durch Multiplikation mit dem **Akkumulationsfaktor für gleichförmige jährliche Kostenreihen (AFAKR _{i,n})**

$$\text{AFAKR}_{i,n} = [(1 + i)^n - 1] / i$$

ermittelt.

3. Kostenbarwert von Einzahlungen nach dem Bezugszeitpunkt (n Jahre) – Diskontierung :

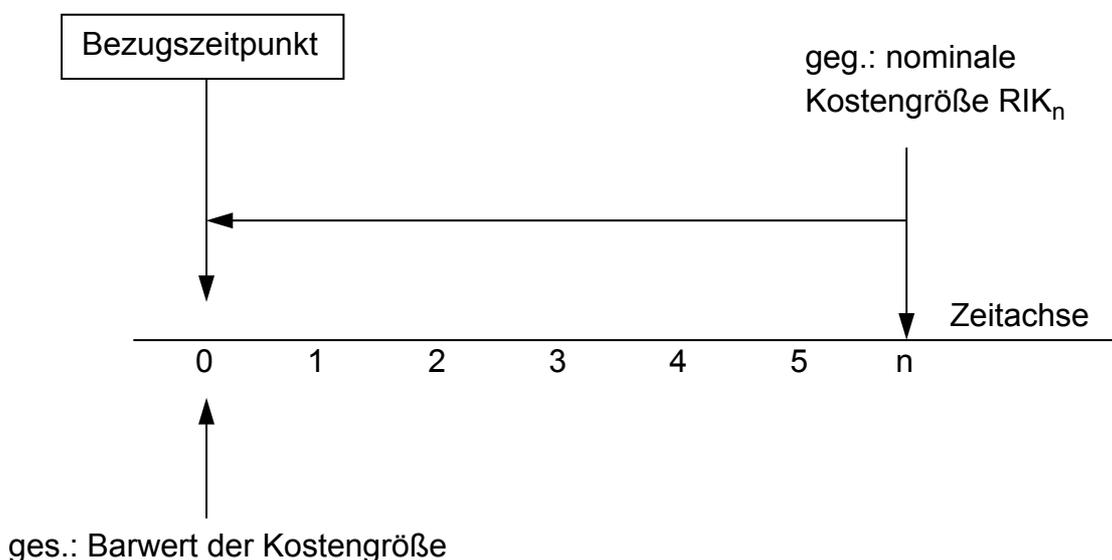


Abb. 2.4.1.3 Diskontierung von Einzahlungen

Der **Barwert (KBW)**

$$\text{KBW} = \text{RIK}_n * \text{DFAKE}_{i,n}$$

einer am Ende des n -ten Jahres nach dem Bezugszeitpunkt anfallenden Kostengröße wird durch Multiplikation mit dem **Diskontierungsfaktor für eine Einzahlung (DFAKE _{i,n})**

$$\text{DFAKE}_{i,n} = 1 / (1 + i)^n < 1$$

ermittelt.

4. Kostenbarwert von laufenden Zahlungen nach dem Bezugszeitpunkt (n Jahre) - Diskontierung :

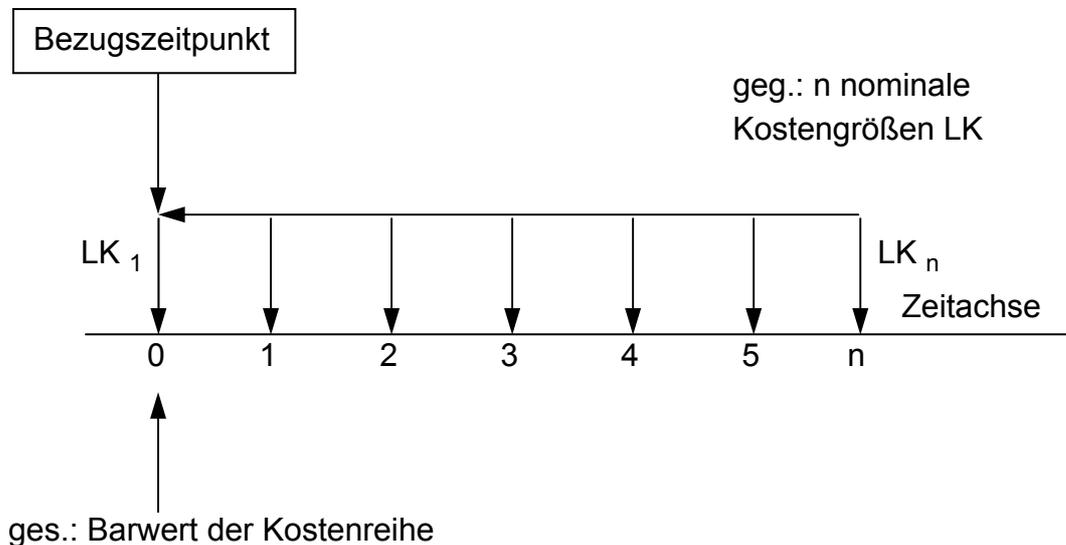


Abb. 2.4.1.4 Diskontierung von laufenden Zahlungen

Der **Barwert (KBW)**

$$\text{KBW} = \text{LK} * \text{DFAKR}_{i,n}$$

für nach dem Bezugszeitpunkt über n Jahre jährlich wiederkehrende Kostengrößen wird durch Multiplikation mit dem **Diskontierungsfaktor für gleichförmige Kostenreihen (DFAKR_{i,n})** ermittelt.

$$\text{DFAKR}_{i,n} = [(1 + i)^n - 1] / [i * (1 + i)^n]$$

Wird die Entwicklung einer Kostenreihe durch eine jährliche konstante Steigerungsrate r charakterisiert, so spricht man von einer progressiv steigenden Reihe. Diese Kostenprogression lässt sich auf einfache Weise in dem Umrechnungsfaktor zur Barwertberechnung mitberücksichtigen. Der auf den Nullpunkt bezogene Barwert einer jährlich um r Prozent steigenden Kostenreihe ergibt sich durch Multiplikation der Ursprungskostengröße (mit dem Preisstand zu diesem Zeitpunkt) mit dem Diskontierungsfaktor für Reihenprogression.

$$\text{DFAKRP}_{r,i,n} = (1 + r) * \left\{ [(1 + i)^n - (1 + r)^n] / [(i - r) * (1 + i)^n] \right\}$$

2.4.2 Untersuchungszeitraum

Für das Ausmaß der Abweichung von Nominalkosten und dem zugehörigen Barwert ist der Zeitraum zwischen dem tatsächlichen Kostenanfall und dem Bezugszeitpunkt maßgeblich, über den also diskontiert bzw. akkumuliert werden muss. (Zinszeitraum) Damit ist die Frage nach der Länge des Untersuchungszeitraumes verbunden, auf die im nachfolgenden Abschnitt eingegangen wird.

Der Untersuchungszeitraum wird durch die wirtschaftliche Lebensdauer des Projektes bzw. der Projektteile begrenzt. Deren Ende ist erreicht, wenn die nach diesem Zeitpunkt anfallenden Kosten den noch erzielbaren Nutzen zu übersteigen beginnen.

Anlagen der Maßnahmeart	Untersuchungszeitraum ohne Investitionsphase
Wasserversorgung, Abwasserableitung	50 Jahre
Kläranlagen	30 Jahre
landwirtschaftlicher Wasserbau	40 Jahre
Talsperren	80 Jahre

Tab. 2.4.2 *Standard-Untersuchungszeitraum für die verschiedenen wasserwirtschaftlichen Maßnahmearten*

Tabelle 2.4.2. enthält eine nach Maßnahmen differenzierte, an der Lebensdauer der Hauptanlagen orientierte Zusammenstellung der im Regelfall ansetzbaren Standard-Untersuchungszeiträume ohne die projektindividuell festzulegende Investitionsphase. Bei Abwasseranlagen wird üblicherweise die Berechnung für 30 Jahre und für 50 Jahre vorgenommen.

Der Untersuchungszeitraum für die Standardvariante sollte 50 Jahre umfassen.

Der maßgebliche Zeitpunkt für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit wird von der Steiermärkischen Landesregierung mit 30 Jahren festgelegt.

2.4.3 Zinssatz

Der Zinssatz drückt das Gewicht aus, indem sich die Minder- bzw. Höferschätzung zukünftiger bzw. vergangener Kostenwirkungen gegenüber gegenwärtigen oder solchen zum Bezugszeitpunkt niederschlägt.

Der hier zu betrachtende Zinssatz bezieht sich ausschließlich auf die Beurteilung der langfristigen Wirtschaftlichkeit wasserwirtschaftlicher Infrastrukturmaßnahmen. Es besteht somit eine klare Abgrenzung gegenüber dem Informationsbedarf einzelwirtschaftlicher Überlegungen und anderen auch auf finanzmathematischen Grundlagen aufbauenden Rechnungsarten.

Der planungsbezogene gesamtwirtschaftliche Zinssatz ergibt sich aus den Produktionsmöglichkeiten der Zukunft in Verbindung mit den gesellschaftlichen Wertvorstellungen über die natürlichen Ressourcen und die Lebensbedingungen künftiger Generationen. Da er eine zukunftsbezogene Größe ist, können statistische Zahlenangaben zwar hilfreich, aber niemals für sich allein ausreichend sein. Seine Ausrichtung an aktuellen Gegebenheiten des Kapitalmarktes verbietet sich bei der Langlebigkeit wasserwirtschaftlicher Projekte von selbst.

Über die Höhe des bei der beurteilen technischer Infrastrukturmaßnahmen anzusetzenden Zinssatzes wurden im Rahmen der Vorschreibung des Bundesverkehrswegeplanes zum 1.1.1986 umfangreiche wirtschaftswissenschaftliche Untersuchungen angestellt. Aufgrund der daraus gewonnenen Erkenntnisse erfolgte in Abstimmung zwischen Bund und Ländern die Festlegung eines Standardwertes von real 3 Prozent p.a. Der dort verwendete Zinssatz ist uneingeschränkt auf wasserwirtschaftlicher Projekte übertragbar.

Diese Leitlinien empfehlen daher, den Kostenvergleichrechnungen einen langfristigen Zinssatz von real 3 Prozent p.a. zugrunde zu legen.

In der Kostenvergleichsrechnung begünstigen niedrigere Zinssätze investitionskostenintensive Alternativen, höhere Werte hingegen begünstigen solche Projekte, bei denen sich die laufenden Kosten stärker zu Buche schlagen.

Beim Zinssatz ist das Prinzip der Realbewertung zu beachten. Deshalb sind die vorstehend genannten Zinssätze als Realgrößen angegeben, die allein der finanzmathematischen Aufbereitung der Kosten zugrunde gelegt werden dürfen.

Die Verknüpfung von Realzinssatz i_r , Nominalzinssatz i_n und Inflationsrate i_i ist über folgende Beziehung gegeben :

$$i_r = \left[(1 + i_n) / (1 + i_i) \right] - 1$$

Diese Formel ist jedoch nur von Interesse, wenn man vergangenheitsorientierte Betrachtungen anstellen möchte. Für zukunftsorientierte Projektbewertungen muss insbesondere eine Annahme für die zu erwartende langfristigen Inflationsrate getroffen werden, was eine Spekulation darstellen würde.

Es wird daher empfohlen, keine eigenen Versuche zur Ableitung eines realen Kalkulationszinssatzes vorzunehmen, sondern sich schlicht der angegebenen Werte zu bedienen.

2.4.4 Preisentwicklung (Indexanpassung)

1. Prinzip der Realbewertung

Die zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden Kosten sind aufgrund der Geldwertänderung (in der Regel Inflation) nicht unmittelbar vergleichbar. Vielmehr müssen alle Kostengrößen auf die Kaufkraftverhältnisse eines Basisjahres bezogen werden (einheitlicher Preisstand). Als Basisjahr wird der Zeitpunkt der Durchführung des Kostenvergleiches gewählt.

Bei Kostenermittlungen werden in der Regel Kostenangaben bereits abgewickelter vergleichbarer Baumaßnahmen verwendet, wodurch eine Aktualisierung der Kostendaten erforderlich wird. Infolge der zeitlichen Preisentwicklung müssen diese Daten auf dem Preisstand des der Kalkulation zu Grunde liegenden Basisjahres umgerechnet werden. Hierzu werden Preisindizes verwendet.

Die Preisentwicklung erfolgt nach folgender Formel :

$$\text{Kosten}_{2001} = \left(\text{Index}_{2001} / \text{Index}_{1995} \right) * \text{Index}_{1995}$$

Setzen sich Kosten aus verschiedenen Kostengruppen zusammen (zum Beispiel Betriebskosten) so ist ein Mischindex zu bilden, mit dem dann die Preisumrechnung erfolgt.

2. reale zukünftige Preisentwicklung

In künftig anfallenden Kosten ist nur dann eine Preisentwicklung zu berücksichtigen, wenn die zu erwartende Entwicklung von der durchschnittlichen abweicht. Nur wenn die zu erwartende Preisänderung r_n höher (oder niedriger) einzuschätzen ist als die allgemeine Rate der Geldwertänderung i_j , ergibt sich eine zu berücksichtigende Preisänderung r_r in der Höhe von

$$r_r = \left[(1 + r_n) / (1 + i_j) \right] - 1$$

Realistische Wert der beiden realen Preissteigerungsraten für die Betriebskosten wasserwirtschaftlicher Anlagen liegen im Bereich von 0 bis ca. 2% p.a.

2.5 Merkblatt zur Variantenuntersuchung

2.5.1 Grundlagen

Bei der Variantenuntersuchung, entsprechend dem Merkblatt zur Varianteuntersuchungen Version 3.0 der Fachabteilung 3a, wasserwirtschaftlicher Planung - Referat Abwasserentsorgung, sind folgende Zielvorgaben bei der Untersuchung der einzelnen Varianten zu erfüllen :

- Die Festlegung der Untersuchungsgebiete ist gemäß den Landesdurchführungsbestimmungen für die Siedlungswasserwirtschaft (LSW) mit der wasserwirtschaftlichen Planung - Fachabteilung 3a abzustimmen. Innerhalb des Untersuchungsgebietes sind sämtliche abwasserrelevanten Objekte zu berücksichtigen. Weiters ist darauf hinzuweisen, dass auch für die Inanspruchnahme einer Einzelobjektförderung nach dem Umweltförderungsgesetz (UFG) die Durchführung einer Variantenuntersuchung notwendig ist.
- Zu untersuchen sind nur jene Varianten, die entsprechend den geltenden Gesetzen und Verordnungen (insbesondere Wasserrechtsgesetz, Emissionsverordnungen, Umweltförderungsgesetz, Landesgesetze und Verordnungen) umgesetzt werden können.
- Die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse eines Untersuchungsgebietes sind hinsichtlich Qualität und Quantität zu erheben und darzustellen.
- Die Kostenvergleichsrechnung ist unter Heranziehung der Kostenbarwertmethode unter Berücksichtigung von Investitions-, Reinvestitions- und Betriebskosten durchzuführen.
- Zur besseren Vergleichbarkeit von Projekten muss die Kostenvergleichsrechnung zumindest eine Variantenberechnung enthalten, die auf Basis der " Standard - Ansätze " errechnet wurde. Die " Standard - Ansätze " sind den vorliegenden Richtlinien zu entnehmen. Darüber hinaus sind weitere Variantenberechnungen möglich und in begründeten Fällen auch erforderlich. In diesen Berechnungen können sowohl die Kostenansätze, als auch sonstige Annahmen für die Barwertermittlung variiert werden. Änderungen der Ansätze sind dort erforderlich, wo aufgrund technischer und örtlicher Randbedingungen eine wesentliche Abweichung zu erwarten ist. Eine nachvollziehbare Begründung zur Abänderung der Ansätze ist beizubringen.
- Die untersuchten Varianten sind hinsichtlich ihrer ökologischen Auswirkungen darzustellen.
- Die Variantenuntersuchungen sind mit einer Gesamtbeurteilung über

ökologische, volkswirtschaftliche und betriebswirtschaftliche Kriterien abzuschließen. Weiters ist eine Reihung der untersuchten Varianten vorzunehmen und ein Ausführungsvorschlag aufzuzeigen.

2.5.2 Kostenansätze

In den Kostenansätzen sind die Nebenkosten wie Projektierung, Bauaufsicht, Entschädigungen usw. enthalten, nicht aber die gesetzliche Mehrwertsteuer. Nur bei einer betriebswirtschaftlichen Betrachtungen ist in gesonderten Fällen, wie zum Beispiel bei jenen Vereinen bzw. Genossenschaften, die nicht vorsteuerabzugsberechtigt sind, die Mehrwertsteuer einzurechnen. Die einheitlichen Kostensätze werden von öffentlich ausgeschriebenen und bereits errichteten Anlagen, in Abhängigkeit von einem definierten Leistungsumfang, abgeleitet.

Die "laufenden Kosten" werden auf Basis von Erfahrungswerten unter Berücksichtigung der verpflichtend vorgeschriebenen Betriebsauflagen (z.B. Wartung der Kanalanlage entsprechend ÖWWV-Regelblatt 22) vorgegeben.

Nachfolgend werden die Grundlagen der Kostenansätze sowie die Einheitspreise für die Herstellungskosten und die jährlichen Kosten für die "Standard-Variante" kurz erläutert.

Die Festlegung der Kostenansätze erfolgt unter folgenden Gesichtspunkten :

- die Anlagen entsprechen dem Stand der Technik
- sämtliche direkt kostenwirksame Maßnahmen (z.B. Kosten für den Kanalaushub beim Ansatz der gesamten Herstellungskosten für den Laufmeter Kanal) werden berücksichtigt
- die Errichtung der Anlagen erfolgt ohne Eigenleistungen (fachkundige Planung und öffentliche Ausschreibung der Baumaßnahmen)
- ein Hausanschluss entspricht 4 Einwohnern
- die Kostenansätze für den Kanal gelten für eine Tiefenlage von eineinhalb bis drei Meter, mittlere Bebauungsdichte, mittlere Schachtabstände von 30 Meter und ohne wesentliche Erschwernisse. Bei einer Kanalführung in Grundwasserschongebieten ist mit erhöhten technischen Sicherheiten zu rechnen und sind die Kostenansätze entsprechend zu erhöhen.
- Die Kostenansätze für die Kläranlage gelten für Anlagen, die
 - die Werte der Emissionsverordnung einhalten,
 - den technischen Mindeststandard erfüllen (ist ein höherer Standard vorgegeben beziehungsweise erforderlich und sind damit Auswirkungen auf die Variantenentscheidung zu erwarten, so ist dies entsprechend zu berücksichtigen)
 - keine wesentlichen Erschwernisse in der Bauausführung beinhalten,

- mit durchschnittlichen Aufschließungskosten, zum Beispiel betreffend Zufahrt und Elektro- bzw. Wasserversorgung, darstellen.
- Anlagen zur Speicherung des Klärschlammes von mindestens sechs Monaten sind inkludiert. Darüber hinausgehende Investitionskosten sind gesondert einzurechnen.
- Sind bei der Kläranlage besondere Auflaufwerte gefordert, so sind weitergehende Reinigungsmaßnahmen gesondert in Rechnung zu stellen.
- Bei einzelnen Hauskläranlagen sind durchschnittliche Aufwendungen für Zu- und Ablaufleitungen in den Standardkosten inkludiert.
- Die Ausstattung der Entsorgungsanlagen erfolgt mit Einrichtungen, die eine ordnungsgemäße Betriebsführung und Wartung ermöglichen.
- Die Betreuung der Entsorgungsanlagen erfolgt durch geschultes Personal gegen Entgelt.
- Weiters erfolgt eine ordnungsgemäße Durchführung der vorgeschriebenen Eigen- und Fremdüberwachung der Reinigungsanlage.
- Die Kontrolle und Wartung des Kanalnetzes erfolgt regelmäßig (zumindest einmal jährlich)
- Die für die weitergehende Behandlung und Verwertungsentsorgung des Klärschlammes anfallenden Betriebskosten sind gesondert zu berücksichtigen.
- Regional bedingte Kostenänderungen sind zu berücksichtigen und nachvollziehbar zu begründen.
- Kostenansätze unter Berücksichtigung von Eigenleistungen sind unter der Voraussetzung einheitlicher Annahmen für alle Varianten möglich, wobei auf die Einhaltung rechtlicher Vorschriften (zum Beispiel Gewerbeordnung, Arbeitnehmerschutz, usw.) hingewiesen wird.
- Sämtliche Kosten sind ohne Mehrwertsteuer zu berücksichtigen.

2.5.3 Volkswirtschaftliche Betrachtung

Bei der Variantenuntersuchung nach volkswirtschaftlichen Kriterien werden jene Kosten herangezogen, die innerhalb eines definierten Einzugsgebietes und eines ausgewählten Betrachtungszeitraumes für die Realisierung der neu herzustellenden Variante erforderlich sind.

Die volkswirtschaftliche Betrachtung beinhaltet Kosten für die Planung und Erhaltung von Anlagen.

Nicht enthalten sind in dieser Betrachtungsweise Kosten, wie zum Beispiel für den Einkauf in einem Verband, Zinsdienst, Annuitäten usw..

Für die Entscheidung der Steiermärkischen Landesregierung über die Gewährung von Förderungsmitteln ist die volkswirtschaftlich günstigste Variante von besonderer Bedeutung.

2.5.4 Betriebswirtschaftliche Betrachtung

Erfolgt die Betrachtung nach betriebswirtschaftlichen Kriterien werden auch jene Kosten wie Aufwendungen sowie Erlöse aus einem Einkauf in ein Entsorgungssystem und sonstige Transferzahlungen berücksichtigt.

Die Auswirkungen von Förderungen bleiben auch bei der betriebswirtschaftlichen Betrachtungen unberücksichtigt.

Bei der Betrachtung nach betriebswirtschaftlichen Kriterien können unter anderem Problemstellungen in der Kostenaufteilung sowie in der Kostentragung aufgezeigt werden, wobei im Regelfall eine Akkordanz zum volkswirtschaftlichen Ergebnis herzustellen ist.

Die betriebswirtschaftliche Betrachtung hat in der Entscheidung über die Gewährung von Förderungsmitteln eine nicht so große Gewichtung und wird nur dann zu einem wichtigen Entscheidungskriterium, wenn zwei Varianten in der volkswirtschaftlichen Betrachtung nahezu als gleichwertig zu betrachten sind.

Durch die Betrachtung nach betriebswirtschaftlichen Kriterien werden alle tatsächlich anfallenden Kosten berücksichtigt und in einem Ergebnis übersichtlich dargestellt, wodurch eine wichtige Information über die gesamten Kosten, die dem Errichter des Bauwerkes entstehen, geschaffen wird.

2.5.5 Ökologische Betrachtung

Gegenstand der ökologischen Untersuchung ist die Betrachtung der ökologischen Verträglichkeit einzelner Varianten.

Die ökologische Betrachtung spielt bei der Entscheidung über die Gewährung von Förderungsmitteln ebenso wie die betriebswirtschaftliche Betrachtung nur dann eine Rolle, wenn zwei Varianten in der Betrachtung nach volkswirtschaftlichen Kriterien sehr eng beieinander liegen.

Im folgenden sind jene Kriterien angeführt, die bei der ökologischen Untersuchung zu beachten sind.

Zuerst werden die **Auswirkungen der Errichtung** von Reinigungsanlagen und Abwasserkanälen auf den Gewässerbereich, den Landlebensraum und die Luft beurteilt.

Die Auswirkungen auf den Gewässerbereich werden in drei Kategorien unterteilt :

- Auswirkungen auf das Grundwasser :
Bei der Errichtung von Anlagen in grundwasserführenden Schichten können negative, lokale bzw. großräumige Auswirkungen auf das Grundwasser eintreten. Eine dauerhafte Beeinträchtigung der Qualität des Grundwassers ist generell auszuschließen. Mögliche kurzfristige Veränderungen der Beschaffenheit des Grundwassers sind bei Trinkwassergewinnungsanlagen im unmittelbaren Einzugsbereich zu bewerten.
Längerfristige Veränderungen des Grundwasserstandes bzw. der Grundwasserströmungen durch Drainwirkung im Bereich der Kanalbettung sowie in wiederverfüllten Künetten sind anzuführen und zu bewerten.
- Auswirkungen auf Oberflächengewässer :
Bei Maßnahmen am sowie in unmittelbare Nahbereich von Oberflächengewässern oder beim Umbau bestehender Anlagen können Verunreinigungen des Gewässers sowohl während der Bauarbeiten als auch nach Baufertigstellung entstehen. Mögliche Auswirkungen von kurzfristigen Verunreinigungen sind zu beurteilen.
- Auswirkungen auf den Gebietswasserhaushalt :
Im Allgemeinen werden bei der Errichtung von Abwasseranlagen keine Beeinträchtigungen des Gebietswasserhaushaltes zu erwarten sein.

Bei der Beurteilung der Auswirkungen auf den Landlebensraum sind Auswirkungen im Gewässer nahen Bereich, sowie besonders schutzwürdiger Gebiete zu hinterfragen. Zum Schutz der Ufer sowie zur Erhaltung ökologisch wertvoller, bewachsener Begleitstreifen sollen Anlagen eine Entfernung von mindestens zehn Meter zur Böschungsoberkante aufweisen. Die Beeinträchtigung wertvollen Naturraumes durch Errichtung von Kanalanlagen und Kläranlagen ist hinsichtlich Boden, Bodenwasserhaushalt und Vegetation zu beurteilen. Die Auswirkungen wie zum Beispiel infolge durchschneiden von Naturraum durch Trassenführungen und Infrastruktur sind vor allem in besonders schutzwürdigen Gebieten aufzuzeigen.

Die Emissionen bei der Errichtung von Anlagen, die einerseits bei Umbauten bestehender Abwasserentsorgungsanlagen (z. B. Geruchsemissionen, Grenzwertüberschreitungen) und andererseits durch die Bautätigkeit selbst entstehen, werden in der Beurteilung der Auswirkungen auf die Luft berücksichtigt.

Als zweiter wichtiger Punkt in der ökologischen Betrachtung werden die **Auswirkungen durch den Betrieb** der Anlage auf den Gewässerbereich, den Lebensraum und die Luft beurteilt. Die Beurteilung der Auswirkungen durch den Betrieb der Anlage umfasst den Betrieb von Reinigungsanlagen und Kanalanlagen sowie die Berücksichtigung von möglichen Störfällen.

Die Auswirkungen auf den Gewässerbereich werden wie folgt unterteilt :

- Auswirkungen auf das Grundwasser :
Mögliche Auswirkungen von Abwasserentsorgungsmaßnahmen auf die Grundwassergüte sind besonders zu beachten. Bei der Verrieselung oder Versickerung gereinigter Abwässer sind qualitativen und quantitativen Veränderungen zu beurteilen sowie die Auswirkungen bei Störfällen abzuschätzen. Weiters sind die Auswirkungen von Kanalanlagen, dazugehörigen Pumpwerken sowie gegebenenfalls von Regenentlastungen auf die Grundwasserverhältnisse im Normalbetrieb bzw. bei einem Störfall zu beurteilen.
- Auswirkungen auf das Oberflächengewässer :
Die Auswirkungen der Abwasserentsorgungsmaßnahmen auf die Gewässergüte sind zu bewerten. Einwirkungen von Kläranlagen auf Oberflächengewässer sind auch durch die Einleitung gereinigter Abwässer gegeben. Die Auswirkungen der einzelnen Varianten auf die ökologische Funktionsfähigkeit der Fließgewässer im Untersuchungsgebiet sind ebenfalls darzustellen. Sind Beurteilungen auf Basis der "vorläufigen Immissionsrichtlinien" nicht möglich bzw. sind potentielle Kläranlagenstandorte danach negativ zu beurteilen, ist eine weitergehende gewässerökologische Betrachtung sinnvollerweise unter Beiziehung eines Gewässerökologen sowie unter Anwendung der ÖNORM M 6232 durchzuführen. Die Belastungen der Gewässer infolge von Störfällen bei Reinigungsanlagen sowie deren Auswirkungen auf das Ökosystemen sind ebenfalls zu berücksichtigen.
- Auswirkungen auf den Gebietswasserhaushalt :
Die Entnahme von Wasser und die Abgabe der gereinigten Abwässer sind Bestandteil des Gebietswasserhaushaltes. Im Weiteren ist darzustellen welche Auswirkungen durch die einzelnen Varianten auf den Gebietswasserhaushalt zu erwarten sind. Im wesentlichen werden dabei die Abwassermengen im Verhältnis zu Niederschlag und Abflussgeschehen unter Berücksichtigung der Wasserversorgung zu bilanzieren sein.

Die durch den Betrieb der Anlage auftretende Beeinflussung des Landlebensraumes sind durch die Beeinträchtigung wertvollen Naturraumes durch den Betrieb von Kanalanlagen und Kläranlagen gegeben und müssen hinsichtlich Boden, Bodenwasserhaushalt und Vegetation beurteilt werden.

Die Beeinträchtigungen der Luft durch Emissionen, welche im wesentlichen Geruchsemissionen darstellen, während des Betriebes von Abwasserentsorgungsanlagen sind ebenfalls zu bewerten.

2.5.6 Endverbraucher

Für die ökologisch, volks- und betriebswirtschaftlich optimierte Lösung ist eine Durchrechnung der Kosten auf den Endverbrauchern unter Berücksichtigung der Förderung durchzuführen.

Diese Berechnung hat den Sinn die Höhe der Folgekosten darzustellen und letztendlich die Vorschreibung zumutbarer Gebühren sicherzustellen sowie mögliche Probleme einer Finanzierung rechtzeitig aufzuzeigen. Die Darstellung der Kosten für den Endverbraucher hat zumindest spezifische Kosten pro Berechnungsanteile (z.B. ÖS/EW) und pro m³ Abwasser (ÖS/m³) zu umfassen.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis der Durchrechnung der Kosten auf den Endverbraucher sind die jährlichen kostendeckenden Gebühren, die pro Berechnungseinheit (zum Beispiel Einwohner) tatsächlich anfallen.

3 ERMITTLUNG UND BERECHNUNG DER EINGANGSDATEN

3.1 Einwohnerzahl und Bemessungswert der Einwohner

Für die Ermittlung des Bemessungsabflusses ist es erforderlich den tatsächlichen Einwohnerwert, auch als Bemessungswert der Einwohner bezeichnet, zu kennen. Unter einem Einwohnerwert versteht man die fiktive Einwohnerzahl, die als Quotient aus der täglichen Gesamfracht des Entwässerungsgebietes von häuslichem und industriellen-gewerblichem Schmutzwasser und der angenommenen, täglichen Fracht eines Einwohners an häuslichem Schmutzwasser (l/Ed) berechnet wird. Diese zuvor in Worte gefasste Definition des Einwohnerwertes bedeutet durch eine Formel ausgedrückt :

$$\underline{EW} = Q_{ges} / Q_{gew \text{ pro } EW} = 1,424 \text{ l/s} / 0,008 \text{ l/s} \cdot EW = \underline{178}$$

Entsprechend den einschlägigen Regelwerken (ÖWWV-Regelwerken) sind bei der Ermittlung der Einwohnerwerte für Wohngebäude die Anzahl der darin wohnenden Einwohner, je Familienwohnung jedoch mindestens 4 Einwohner in Rechnung zu stellen und für Apartments mit einer Wohnfläche bis zu 50 Quadratmeter ist mit mindestens 2 Einwohnern zu rechnen.

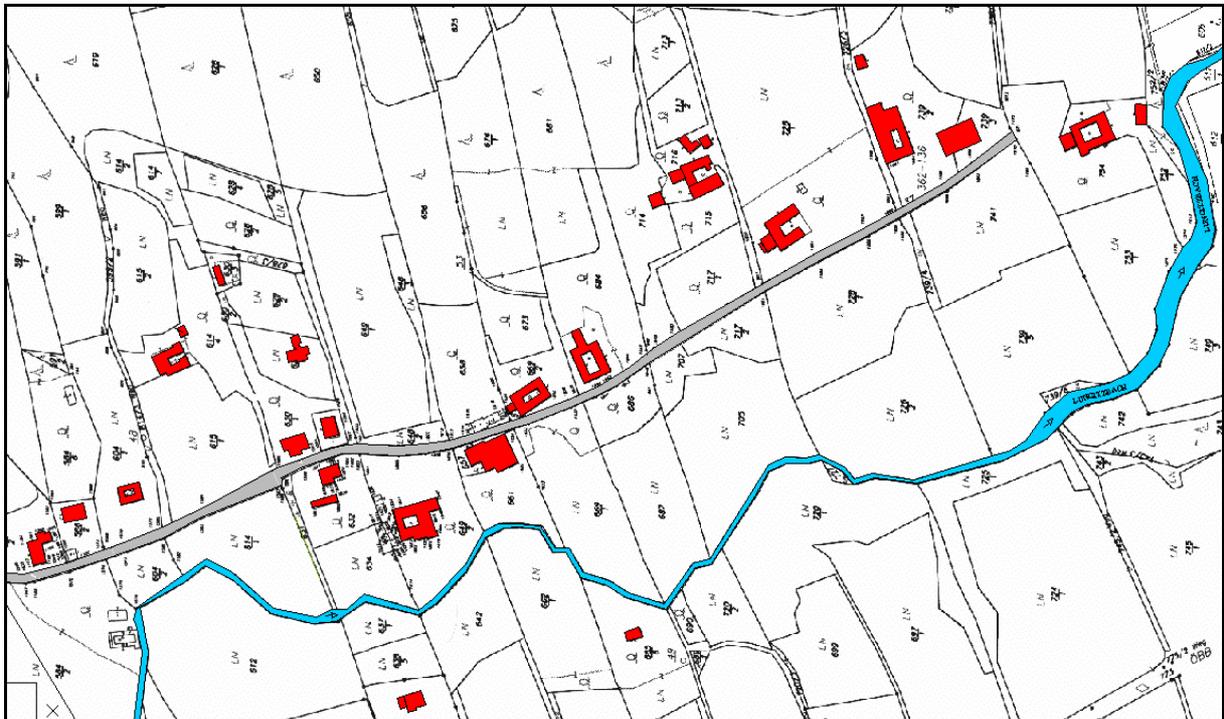


Abb. 3.1.1 LAGEPLAN von Unterlechen

Für den in Abb. 3.1.1 dargestellten Ortsteil Unterlechen ergibt sich eine derzeit vorhandene Einwohnerzahl von 84. Ermittelt man nun, wie im obigen Abschnitt erläutert, den Bemessungswert der Einwohner, so erhält man einem Einwohnerwert von 134. Bei diesem Einwohnerwert von 134 EW wurden eine Pension mit zwölf Betten, wobei entsprechend den Regelwerken einem Einwohner ein Bett gleichgesetzt wurde, und ein Gasthaus, bei dem 3 Plätze einem Einwohnerwert entsprechen, berücksichtigt.

Insgesamt wurden für die Pension 12 EW und für das Gasthaus 25 EW in Rechnung gestellt.

Um ein zukünftiges Bevölkerungswachstum des Ortsteiles Unterlechen zu berücksichtigen, wird eine Reserve von 44 Einwohnern, die sich aus 11 Bauplätzen zu je 4 Einwohnern zusammensetzt, für die Ermittlung des gesamten Bemessungswertes eingerechnet.

Dadurch beläuft sich der **gesamten Bemessungswert der Einwohner** auf **178 EW**.

Auf Grund der großen, im Kanalnetz vorhandenen Reserven wurde die Reserve in Absprache mit der Steiermärkische Landesregierung von 44 EW auf 16 EW reduziert.

Daraus ergibt sich ein **gesamter Bemessungswert für die "Standardvariante"** von **150 EW**.

3.2 Abwasserentsorgung im ländlichen Raum

In weiten Bereichen Österreichs führte das Fehlen von Raumordnungsgesetzen zur "Zersiedlung der Landschaft" und hat zur Folge, dass die Schaffung einer flächendeckenden Abwasserentsorgung im dünn besiedelten ländlichen Rahmen mit konventionellen Kanälen nach ÖNORM 2503 aus wirtschaftlichen Gründen nicht möglich bzw. nicht ökonomisch ist.

Deshalb empfiehlt sich für dieses Projekt ein Abgehen von den in ÖNORM B 2503 festgelegten Bau- und Bemessungsgrundsätzen und den Freispiegelkanal in "Sparbauweise" entsprechend dem ÖWAV-Regelblatt 25 auszuführen.

Dass ÖWAV-Regelblatt 25 mit dem Titel "Abwasserentsorgung in dünn besiedelten Gebieten" enthält Regeln und Empfehlungen für die Bemessung und Gestaltung von Kanalisationsanlagen für ländliche Streusiedlungsbereiche, die von der ÖNORM B 2503 abweichen.

Im nachfolgenden Abschnitt sollen nun die wesentlichen Regeln und Empfehlungen für die Bemessung und Gestaltung des Kanalnetzes nach ÖWAV-Regelblatt 25 aufgezeigt werden.

3.2.1 Bauausführung

Die Verlegung der Rohrleitungen hat in frostfreier Tiefe zu erfolgen, wofür in der Regel laut ÖWWV – Regelblatt 25 eine Überdeckung von 80 Zentimeter genügt. Von einer frostfreier Verlegertiefe kann nur in Ausnahmefällen (wenn eine selbsttätige Entleerung der Leitung gewährleistet ist oder entsprechende Wärmedämmmaßnahmen vorhanden sind) abgesehen werden. Das ist aus technischer Sicht aber nicht empfehlenswert.

Wird der Kanal im Grundwasser bzw. einschließlich im Grundwasserschwankungsbereich verlegt, sind Maßnahmen zur Verhinderung von Dränwirkungen durch die Künette (zum Beispiel Lehmriegel, Querdichtungen) und gegen das Ausspülen von Feinteilen aus der Bettung zu treffen. Bei landwirtschaftlich genutzten Flächen soll eine Mindestüberdeckung von **einem Meter** eingehalten werden, um Beschädigungen durch die Bodenbearbeitung zu vermeiden. Die Vorbereitung der Grabensohle und die Ausführung der Rohrzone sind entsprechend dem verwendeten Rohmaterial nach den Verlegevorschriften der Rohrhersteller (siehe Tab 3.2.1) vorzunehmen.

Kanalrohre	FZ	GF-UP	Steinzeug	PE	PVC	Schraubrohr
Min. Verlegeanforderung ohne Verkehrslast: Überdeckung ≤ 1 m	Zuschütten Körnung 0/30	Verdichten $D_{pr} \geq 85\%$ Körnung 0/30	Sand+Kies Auflager 10 cm+DN/10 $D_{pr} \geq 90\%$	Verdichten $D_{pr} \geq 87\%$ Körnung 0/20		Verdichten $D_{pr} \geq 87\%$ Körnung 0/20
Überdeckung 1–3 m	Hinterstopfen Körnung 0/30	Verdichten $D_{pr} \geq 85\%$ Körnung 0/30	Rohrzone Verfüllmat. Bodengr. G1 Verdichtung			
Zugfeste Verbindung möglich	ja	ja	nein	ja	ja, für DN 100–150	ja
Max. zulässiger Betriebsdruck (bar)	1,0	1,0	Freispiegel	4/6/10	1,0	1,0
Max. mögliche Abwinkelung (Biegeradius m) (°)	1,25°	3,00°	DN 100–150, 50 mm/m DN ≥ 200 30 mm/m	Schläuche 25 x d Stangen 40 x d	mit Formstücken	50 m
Min. Trommel (Bund) \varnothing (m)	–	–	–	24 x d nur für DN 90 u. 125 PN 6 u. 10	–	Bund für Profil 0,5 m
Normen	B 5062	B 5161	B 5037	B 5172	B 5184	–

Tab. 3.2.1 Angaben über verschiedene Rohrmaterialien (DN ≤ 400)

Leitungen in Steilstrecken sind durch geeignete Maßnahmen gegen Abrutschen und Ausschwemmen zu sichern. Leitungsenden und Einmündungen für spätere Anschlüsse sind dicht zu verschließen.

Die gesamte Kanalanlage ist gemäß ÖWWV-Regelblatt 21 "Kanal-

kataster" lage- und höhenmäßig einzumessen, zu vermarken und planlich darzustellen.

Sofern nichts anderes festgelegt ist, ist bei der Bauausführung auch die ÖNORM B 2503 zu beachten.

3.2.2 Schächte

Je nach Funktion unterscheidet man Wartungsschächte und Kontrollschächte (Revisionsschächte). Für Wartungsschächte mit Vereinigung ist bis zu einer Schachttiefe von 0,8 Meter ein Mindestdurchmesser des Schachtes von 80 Zentimetern erforderlich. Wartungsschächte ohne Vereinigung können bis zu einer Schachttiefe von 0,8 Meter mit einem Mindestdurchmesser von 60 Zentimeter ausgeführt werden. Wartungs- und Kontrollschächte sind in Haupt- und Nebenleitungen (DN ≤ 200) in der Regel in Maximalabständen von 150 Metern anzuordnen. Bei Leitungen DN > 200 mm können die Abstände auf 200 Meter gesteigert werden. Diese maximalen Abstände sind durch die verfügbaren Wartungsgeräte bestimmt. Bei Druckleitungen können die Schachtabstände noch weiter vergrößert werden. Im ständig grundwasserfreien Bereich können die Schächte, wie in Abb. 3.5.2 dargestellt, in nicht wasserdichter Ausführung hergestellt werden.

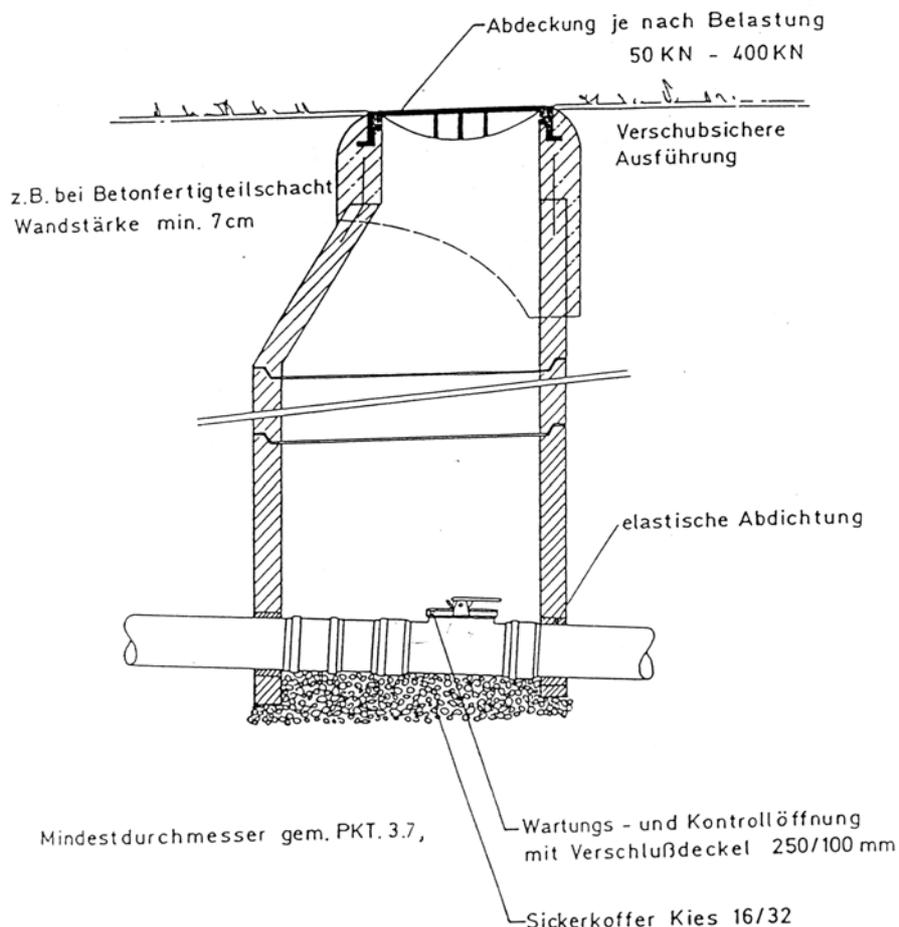


Abb. 3.2.2 Wartungs- und Kontrollschacht in nicht wasserdichter Ausführung

Bei der in Abb. 3.2.2 dargestellten Schachtausführung wird der Kanal als geschlossenes Rohr mit Reinigungsöffnung durch den Schacht geführt, wobei der Schacht selbst nicht wasserdicht hergestellt sein muss.

Anderenfalls sind die Schächte entsprechend der Abb. 3.2.3 wasserdicht auszuführen.

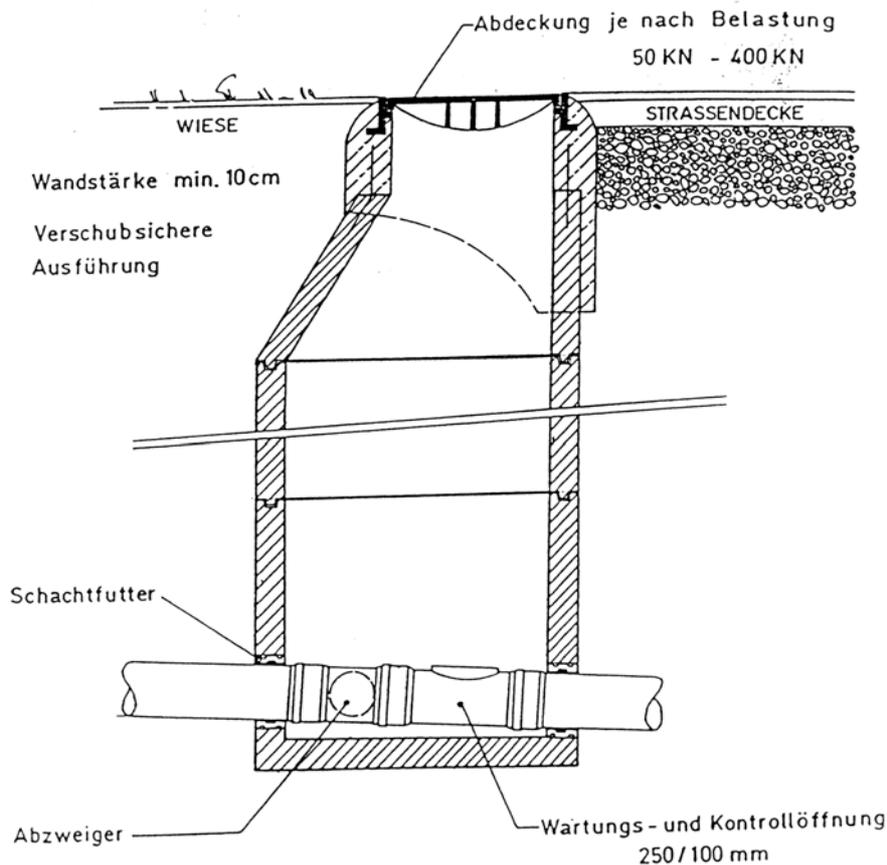


Abb. 3.2.2 *Wartungs- und Kontrollschacht mit Vereinigung in wasserdichter Ausführung*

Auf die frost- und schubsichere Ausbildung des Schachtobertheiles ist sowohl bei wasserdichter als auch bei nicht wasserdichter Ausführung bedacht zu nehmen.

3.2.3 Lüftung und Druckentlastung

Eine Be- und Entlüftungsmöglichkeit muss mindestens alle 500 Meter gegeben sein, sofern nicht der maximal zulässige Innendruck geringere Abstände erfordert. Die Kanalbelüftung ist so anzuordnen, dass Eindringen von Oberflächenwasser und Fremdstoffen vermieden wird und ihre Funktion auch bei maximaler Schneelage gegeben ist. Die Kanalbelüftung und Entlüftung kann über entsprechende Schachtabdeckungen, Hausanschlüsse oder eigene Lüftungsrohre (siehe Abb. 3.2.3) erfolgen und soll zu keiner unzumutbaren Geruchsbelästigung der Anrainer führen.

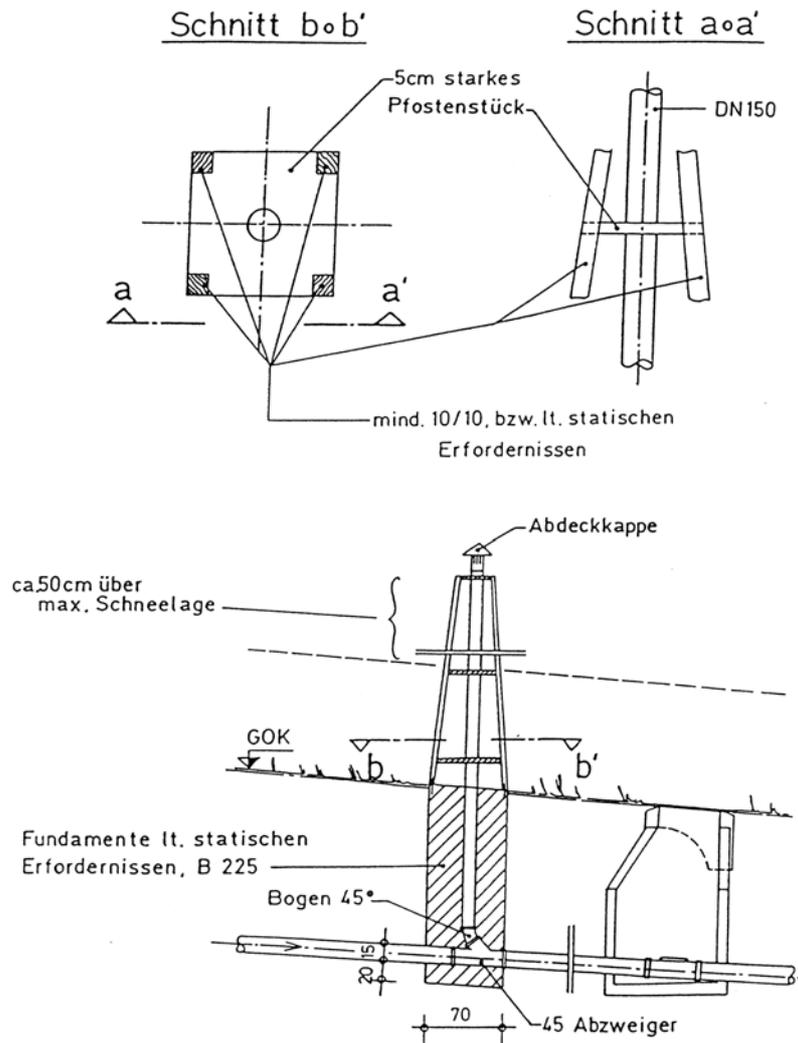


Abb. 3.2.3 Kanalentlüftung

3.2.4 Gefälle, Durchmesser

Bei Leitungen in denen Rohabwasser abgeleitet wird ist der Kanal mit einem Mindestgefälle von 1 % auszuführen.

Der Mindestdurchmesser eines Kanals in "Sparbauweise" beträgt DN 150. Bei einem Sparkanal ist im Gegensatz zu einem Kanal nach ÖNORM B 2503 kein gerader Verlauf des Kanals zwischen den Schächten erforderlich. In der Praxis hat sich aber eine gerade Linienführung zwischen den Schächten bewährt. Das Gerinne ist in den Schächten geschlossen auszuführen und eine Sammlung und Ableitung des Regenwassers ist ebenfalls nicht erwünscht.

All diese im Kapitel 3.2. "Abwasserentsorgung im ländlichen Raum" angeführten Punkte führen auf Grund von geringeren Verlegetiefen, größeren Schachtabständen, einfacheren Schachtausführungen und kleineren Rohrdurchmessern zu wesentlichen Kostensenkungen beim Bau von Kanälen.

3.3 Listenrechnung Schmutzwasserkanal

3.3.1 Grundlagen der Kanalnetzberechnung

Als maßgebende Betriebsfälle eines Kanals werden jene Abwasserabflüsse bezeichnet, für die ein Nachweis zu führen ist, ob bestimmte hydraulische Grenzwerte eingehalten werden. Diese Betriebsfälle werden durch sogenannte Bemessungsabflüsse charakterisiert. Für jeden Kanalstrang ist sowohl der maximale Bemessungsabfluss Q_{\max} als auch der minimale Bemessungsabfluss Q_{\min} zu ermitteln. Mit diesen beiden Bemessungsabflüssen wird das Kanalnetz bemessen und alle rechnerisch erforderlichen Nachweise durchgeführt.

Entsprechend dem ÖWWV – Regelblatt 5 wurde für die Bemessung des Kanals eine betriebliche Rauigkeit von $k_b = 1,5 \text{ mm}$ angesetzt.

Die Bemessung des Kanalnetzes umfasst folgende Nachweise :

- Nachweis des Abflussvermögens Q_v (Durchfluss bei Vollenfüllung der Rohrleitung)
- Nachweis der Fülltiefe t_{\max} und der maximalen Fließgeschwindigkeit v_{\max} beim maximalen Bemessungsabfluss Q_{\max} . Die maximale Fließgeschwindigkeit v_{\max} muss kleiner als 5 m/s sein, damit es zu keiner zu großen Beanspruchung der Kanalrohre (Abrieb der Sohle) kommt.
- Nachweis des ablagerungsfreien Betriebes bei minimalem Bemessungsabfluss Q_{\min} . Die vorhandene Schleppspannung T_{vorh} soll größer als die minimale Schleppspannung T_{\min} sein, damit es zu keinen störenden Ablagerungen im Kanal kommt.

Da in einem Kanalnetz der ablagerungsfreie Betrieb sehr wichtig ist, insbesondere bei geringen Abwasserfrachten wie es im ländlichen Siedlungsbereich der Fall ist, wird im nachfolgenden Abschnitt kurz auf den Nachweis der Schleppspannung eingegangen.

Ab einer Fließgeschwindigkeiten von $v_{\min} < 0,5 \text{ m/s}$ können Ablagerungen auftreten. Das bedeutet das der Nachweis der Schleppspannung $T_{\text{vorh}} > T_{\min}$ zu führen ist, sobald die bei minimalen Bemessungsabfluss Q_{\min} vorhandene Fließgeschwindigkeit $v_{\min} < 0,5 \text{ m/s}$ ist.

$$T_{\text{vorh}} = \rho * g * r_{\text{hy}} * I_E > T_{\min}$$

T_{\min}	[N/m ²]	minimale Schleppspannung ($T_{\min} = 1-2 \text{ N/m}^2$) wurde versuchstechnisch ermittelt
$\rho * g = 10^4$	[N/m ³]	spezifisches Gewicht des Abwassers
r_{hy}	[m ³]	hydraulischer Radius , Näherung: $r_{\text{hy}} = h$
I_E		Energieliniengefälle = Sohlgefälle

Da die Fließgeschwindigkeit bei Q_{\min} sehr gering ist wurde für die Ermittlung der Schleppspannung von der strengeren Variante ($Q_{\min} = Q_h + Q_i$) entsprechend dem Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau der TU-Graz abgegangen und mit einem $Q_{\min} = Q_t$ entsprechend der ÖNORM gerechnet.

Das bedeutet, dass für die vorhandene Schleppspannung T_{vorh} mit einer dem $Q_{\min} = Q_t$ entsprechenden Fülltiefe t_{\max} gerechnet wurde.

3.3.2 Zusammensetzung der Bemessungsabflüsse

1. Häuslicher Schmutzwasserkanalabfluss Q_h :

Der Wasserbedarf ist im Wesentlichen abhängig vom Lebensstandard und den Lebensgewohnheiten der Bevölkerung und ist charakteristischen zeitlichen Schwankungen unterworfen. Im Allgemeinen kann angenommen werden, dass der Schmutzwasseranfall gleich dem Trink- und Nutzwasserbedarf ist. Der häusliche Schmutzwasserabfluss Q_h ist das Abwasser aus den Haushalten (Fäkalien und Waschwasser, Küche, usw.), aus öffentlichen Gebäuden (Schulen, Ämter, usw.) und aus kleineren, nicht eigens berücksichtigten Gewerbebetrieben.

Bei der Kanalnetzberechnung kann, sofern nicht spezielle Untersuchungen höhere Werte ergeben, unabhängig von der Siedlungsgröße mit einem einheitlichen spezifischen Spitzenabfluss von $\max q_h = 0,005 \text{ l/E}\cdot\text{s} = 18 \text{ l/E}\cdot\text{h}$ gerechnet werden.

Den häusliche Schmutzwasserabfluss Q_h am Ende eines Kanalstranges erhält man indem man die Einwohnerzahl, die an den Kanalstrang angeschlossen ist, mit dem spezifischen Spitzenabfluss $q_h = 0,005 \text{ l/E}\cdot\text{s}$ multipliziert und anschließend etwaige Zuflüsse aus anderen einmündenden Kanalsträngen addiert.

2. Fremdwasserabfluss Q_f :

Fremdwasser ist das Wasser, das nicht geplant in Kanäle gelangt. Fremdwasser umfasst unerwünscht in die Kanalisation gelangende Abflüsse, die durch eindringendes Grundwasser, zufließendes Drän- und Quellwasser und je nach Kanalart durch unterschiedliche Fehleinleitungen verursacht sein können.

Entsprechend dem ÖWWV – Regelblatt 11 ist es bei der Querschnittsbestimmung der Kanäle zu berücksichtigen. Für Schmutzwasserkanäle ist der tägliche Fremdwasseranfall gleich dem täglichen, häuslichen Schmutzwasseranfall zu setzen. Unter der Annahme einer gleichmäßigen Verteilung über den Tag entspricht dies einem spezifischen Fremdwasseranfall von $q_f = 0,003 \text{ l/E}\cdot\text{s} = 10,8 \text{ l/E}\cdot\text{h}$.

Den Fremdwasserabfluss Q_f am Ende eines Kanalstranges erhält man in dem man die Einwohnerzahl die an den Kanalstrang angeschlossen ist mit dem spezifischen Fremdwasseranfall $q_f = 0,003 \text{ l/E}\cdot\text{s}$ multipliziert und die Zuflüsse aus einmündenden Kanalsträngen addiert.

3. Minimaler Bemessungsabfluss :

Wie in den verschärften Bedingungen des Institutes für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau der technischen Universität Graz angeführt, erhält man den minimalen Bemessungsabfluss Q_{\min} bei Schmutzwasserkanälen mit Hilfe der nachfolgenden Formel.

$$Q_{\min} = Q_h + Q_i$$

Führt man die Berechnung laut ÖWWV - Regelblatt 11 durch, so wird für Q_{\min} der Trockenwetterabfluss Q_T angesetzt.

$$Q_{\min} = Q_T$$

Der Trockenwetterabfluss setzt sich aus dem häuslichen Schmutzwasserabfluss, dem industriellen Schmutzwasserabfluss und den Fremdwasserabfluss zusammen.

$$Q_T = Q_h + Q_i + Q_f$$

4. Maximaler Bemessungsabfluss :

Der maximalen Bemessungsabfluss

$$Q_{\max} = Q_h + Q_i + Q_f$$

entspricht bei reinen Schmutzwasserkanälen dem Trockenwetterabfluss Q_T , der auch für die hydraulische Bemessung der Abwasserreinigungsanlage benötigt wird.

3.3.3 Listenrechnung

Nachdem alle Entwurfsgrundlagen geklärt wurden, wird nun die praktische Berechnung des Kanalnetzes in Form einer Listenrechnung durchgeführt. Parallel mit dem Rechnungsfortschritt erfolgt die Darstellung der Bestimmungstücke (Kanalform, Sohlgefälle) im Lageplan (siehe Anhang) und im Längenschnitt (siehe Anhang).

Variante I	BERECHNUNG und BEMESSUNG des KANALSYSTEMS	BLATT : K 1
------------	---	-------------

Laufende Nummer	Kanalstrang - bezeichnung :	Strassenstrang - bezeichnung :	Kanalstrecke :				Zufluss von Kanal :	angeschl. Einwohner :	Schmutzwasserabfluss :						Fremdwasserabfluss:		
			von	bis	Länge :				häuslich Q _h		sonder Q _h		Summe Q _h		Q _f		
			Schacht		einzel	gesamt			Q _h = 0,005 l/s.EW		Q _h = 0,005 l/s.EW		-		Q _f = 0,003 l/s.EW		
			Nr.:	Nr.:	L _e	L _g			Nr.:	EW :	einzel	Zufluss	gesamt	EW :	einzel	Summe	einzel
-	-	m	m	-	-	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s			

1	STRG 1	Anfangsstrang	1	2	17,0	17,0	-	4	0,020	-	0,020	12	0,060	0,080	0,048	-	0,048
2	STRG 2	Hauptsammler	2	3	60,0	77,0	STRG 1		0,000	0,080	0,080			0,080	0,000	0,048	0,048
3	STRG 3	Nebensammler	4	3	24,0	63,0	STRG 4, 5		0,000	0,180	0,180			0,180	0,000	0,108	0,108
4	STRG 4	Anfangsstrang	5	4	13,0	13,0	-	4	0,020	-	0,020	25	0,125	0,145	0,087	-	0,087
5	STRG 5	Anfangsstrang	6	4	26,0	26,0	-	7	0,035	-	0,035			0,035	0,021	-	0,021
6	STRG 6	Hauptsammler	3	7	40,0	180,0	STRG 2, 3		0,000	0,260	0,260			0,260	0,000	0,156	0,156
7	STRG 7	Hauptsammler	7	8	126,0	306,0	STRG 6		0,000	0,260	0,260			0,260	0,000	0,156	0,156
8	STRG 8	Hauptsammler	8	18	63,0	769,0	STRG 9, 7		0,000	0,490	0,490			0,490	0,000	0,294	0,294
9	STRG 9	Nebensammler	9	8	54,0	400,0	STR 10,11		0,000	0,230	0,230			0,230	0,000	0,138	0,138
10	STRG 10	Nebensammler	12	9	40,0	317,0	STR 12,13		0,000	0,210	0,210			0,210	0,000	0,126	0,126
11	STRG 11	Anfangsstrang	10	9	29,0	29,0	-	4	0,020	-	0,020			0,020	0,012	-	0,012
12	STRG 12	Anfangsstrang	11	12	22,0	22,0	-	7	0,035	-	0,035			0,035	0,021	-	0,021
13	STRG 13	Nebensammler	13	12	58,0	255,0	S 14,15,16		0,000	0,075	0,075	20	0,100	0,175	0,060	0,045	0,105
14	STRG 14	Anfangsstrang	14	13	37,0	37,0	-	4	0,020	-	0,020			0,020	0,012	-	0,012
15	STRG 15	Anfangsstrang	15	13	54,0	54,0	-	7	0,035	-	0,035			0,035	0,021	-	0,021
16	STRG 16	Nebensammler	16	13	87,0	106,0	STRG 17		0,000	0,020	0,020			0,020	0,000	0,012	0,012
17	STRG 17	Anfangsstrang	17	16	19,0	19,0	-	4	0,020	-	0,020			0,020	0,012	-	0,012
18	STRG 18	Hauptsammler	18	21	70,0	936,0	STR 8,41	6	0,030	0,505	0,535			0,535	0,018	0,303	0,321
19	STRG 19	Hauptsammler	21	22	53,0	989,0	STRG 18		0,000	0,535	0,535			0,535	0,000	0,321	0,321
20	STRG 20	Anfangsstrang	23	22	32,0	32,0	-	5	0,025	-	0,025			0,025	0,015	-	0,015
21	STRG 21	Hauptsammler	22	24	58,0	1079,0	STR 19,20		0,000	0,580	0,580			0,580	0,000	0,336	0,336
22	STRG 22	Hauptsammler	24	26	59,0	1257,0	STR 21,43		0,000	0,580	0,580			0,580	0,000	0,348	0,348
23	STRG 23	Hauptsammler	26	35	96,0	1763,0	STR 22,32		0,000	0,815	0,815			0,815	0,000	0,489	0,489
24	STRG 24	Hauptsammler	35	36	127,0	1890,0	STRG 23		0,000	0,815	0,815			0,815	0,000	0,489	0,489
25	STRG 25	Hauptsammler	36	37	120,0	2010,0	STRG 24		0,000	0,815	0,815			0,815	0,000	0,489	0,489
26	STRG 26	Hauptsammler	37	ARA	9,0	2266,0	STR 28,25		0,000	0,890	0,890			0,890	0,000	0,534	0,534
27	STRG 27	Abluss ARA	ARA	Vorfl.	11,0	11,0	-	-	-	-	-			-	-	-	-
28	STRG 28	Nebensammler	38	37	81,0	247,0	STR 29,30		0,000	0,075	0,075			0,075	0,000	0,045	0,045
29	STRG 29	Anfangsstrang	39	38	66,0	66,0	-	7	0,035	-	0,035			0,035	0,021	-	0,021
30	STRG 30	Nebensammler	40	38	66,0	100,0	STRG 31		0,000	0,040	0,040			0,040	0,000	0,024	0,024
31	STRG 31	Anfangsstrang	41	40	35,0	35,0	-	8	0,040	-	0,040			0,040	0,024	-	0,024
32	STRG 32	Nebensammler	27	26	33,0	410,0	STRG 33		0,000	0,235	0,235			0,235	0,000	0,141	0,141
33	STRG 33	Nebensammler	28	27	55,0	377,0	STR 34,36		0,000	0,115	0,115	24	0,120	0,235	0,072	0,069	0,141
34	STRG 34	Nebensammler	29	28	41,0	88,0	STRG 35	5	0,025	0,020	0,045			0,045	0,015	0,012	0,027
35	STRG 35	Anfangsstrang	30	29	47,0	47,0	-	4	0,020	-	0,020			0,020	0,012	-	0,012
36	STRG 36	Nebensammler	31	28	95,0	234,0	STR 37,38		0,000	0,070	0,070			0,070	0,000	0,042	0,042
37	STRG 37	Anfangsstrang	32	31	55,0	55,0	-	5	0,025	-	0,025			0,025	0,015	-	0,015
38	STRG 38	Nebensammler	33	31	64,0	83,0	STRG 39		0,000	0,045	0,045			0,045	0,000	0,027	0,027
39	STRG 39	Anfangsstrang	34	33	19,0	19,0	-	9	0,045	-	0,045			0,045	0,027	-	0,027
40	STRG 40	Anfangsstrang	20	PS 1	59,0	59,0	-	3	0,015	-	0,015			0,015	0,009	-	0,009
41	STRG 41	Nebensammler	PS 2	18	30,0	97,0	PUMPL 1		0,000	0,015	0,015			0,015	0,000	0,009	0,009
PL 1	PUMPL 1	Pumpleitung 1	PS 1	PS 2	8,0	67,0	STRG 40		0,000	0,015	0,015			0,015	0,000	0,009	0,009
43	STRG 42	Anfangsstrang	25	PS 3	19,0	19,0	-	4	0,020	-	0,020			0,020	0,012	-	0,012
44	STRG 43	Nebensammler	PS 4	24	92,0	119,0	PUMPL 2		0,000	0,020	0,020			0,020	0,000	0,012	0,012
PL 2	PUMPL 2	Pumpleitung 2	PS 3	PS 4	8,0	27,0	STRG 42		0,000	0,020	0,020			0,020	0,000	0,012	0,012

Tab. 3.3.1 Listenrechnung Schmutzwasserkanal – Blatt K1

Wie in Tab. 3.3.1 ersichtlich beträgt die gesamte Länge des Kanalnetzes des projektierten Schmutzwasserkanals, die für alle drei Varianten gleich ist, 2010 m. In diesem Leitungsnetz sind 2 Pumpwerke, mit einer Pumpleitungslänge von jeweils 8 m, die zur Querung des Lungitzbaches erforderlich sind, enthalten.

Variante I		BERECHNUNG und BEMESSUNG des KANALSYSTEMS										BLATT : K2		
Laufende Nummer :	Minimaler Bemessungsabfluss :	Maximaler Bemessungsabfluss :	Kanalangaben :			Abflusskennwerte des gewählten Profils :		Teilfüllungswerte für Kreisprofile bei Q_{min}						
	gesamt	gesamt	Sohlgefälle :	Profilform :	Nennweite :	bei Vollfüllung								
	Q_{min}	Q_{max}	I	-	DN	Q_v	v_v	$C_0=Q_T/Q_V$	$C_1=V_T/V_V$	h/d	A_T/A_V	$I_{u,T}/I_{u,V}$	$r_{1,T}/r_{1,V}$	b_T/B
l/s	l/s	‰	-	mm	l/s	m/s								
1	0,080	0,128	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,005	0,169	0,083	0,015	0,084	0,088	0,252
2	0,080	0,128	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,005	0,169	0,083	0,015	0,084	0,088	0,252
3	0,180	0,288	150,00	Kreis	150	60,212	3,407	0,003	0,101	0,020	0,009	0,050	0,053	0,151
4	0,145	0,282	69,00	Kreis	150	40,799	2,309	0,004	0,135	0,026	0,012	0,067	0,070	0,202
5	0,085	0,056	77,00	Kreis	150	43,106	2,439	0,001	0,084	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050
6	0,260	0,416	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,017	0,391	0,086	0,043	0,190	0,223	0,262
7	0,260	0,416	64,00	Kreis	150	39,288	2,223	0,007	0,237	0,046	0,021	0,118	0,123	0,353
8	0,490	0,784	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,032	0,472	0,120	0,068	0,224	0,200	0,648
9	0,230	0,268	43,50	Kreis	150	32,369	1,832	0,007	0,237	0,046	0,021	0,118	0,123	0,353
10	0,210	0,236	140,00	Kreis	150	58,166	3,292	0,004	0,135	0,026	0,012	0,067	0,070	0,202
11	0,020	0,032	86,00	Kreis	150	45,562	2,578	0,0004	0,014	0,003	0,001	0,007	0,007	0,020
12	0,035	0,056	86,00	Kreis	150	45,562	2,578	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050
13	0,175	0,280	113,00	Kreis	150	52,245	2,956	0,003	0,101	0,020	0,009	0,050	0,053	0,151
14	0,020	0,032	12,00	Kreis	150	16,944	0,959	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050
15	0,035	0,056	116,00	Kreis	150	52,935	2,996	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050
16	0,020	0,032	106,00	Kreis	150	50,597	2,863	0,0004	0,014	0,003	0,001	0,007	0,007	0,020
17	0,020	0,032	106,00	Kreis	150	50,597	2,863	0,0004	0,014	0,003	0,001	0,007	0,007	0,020
18	0,335	0,856	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,035	0,484	0,125	0,072	0,230	0,213	0,660
19	0,335	0,856	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,035	0,484	0,125	0,072	0,230	0,213	0,660
20	0,025	0,040	116,00	Kreis	150	52,935	2,996	0,0005	0,017	0,003	0,002	0,008	0,009	0,025
21	0,260	0,896	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,036	0,487	0,127	0,073	0,231	0,217	0,664
22	0,280	0,928	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,038	0,495	0,130	0,076	0,235	0,226	0,672
23	0,815	1,204	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,053	0,545	0,153	0,097	0,256	0,279	0,720
24	0,815	1,204	10,50	Kreis	150	15,842	0,896	0,051	0,540	0,150	0,094	0,253	0,272	0,715
25	0,815	1,204	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,053	0,545	0,153	0,097	0,256	0,279	0,720
26	0,890	1,424	11,00	Kreis	150	16,218	0,918	0,055	0,551	0,156	0,100	0,259	0,285	0,726
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	0,075	0,120	33,00	Kreis	150	28,177	1,395	0,003	0,101	0,020	0,009	0,050	0,053	0,151
29	0,035	0,056	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,002	0,068	0,013	0,006	0,034	0,035	0,101
30	0,040	0,064	88,00	Kreis	150	46,090	2,608	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050
31	0,040	0,064	114,00	Kreis	150	52,476	2,970	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050
32	0,235	0,376	38,00	Kreis	150	30,246	1,712	0,008	0,270	0,052	0,024	0,134	0,141	0,403
33	0,235	0,376	56,00	Kreis	150	36,743	2,079	0,006	0,203	0,039	0,018	0,101	0,106	0,302
34	0,045	0,072	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,003	0,101	0,020	0,009	0,050	0,053	0,151
35	0,020	0,032	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050
36	0,070	0,112	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,005	0,169	0,083	0,015	0,084	0,088	0,252
37	0,025	0,040	21,00	Kreis	150	22,453	1,271	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050
38	0,045	0,072	179,00	Kreis	150	65,787	3,723	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050
39	0,045	0,072	179,00	Kreis	150	65,787	3,723	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050
40	0,015	0,024	83,00	Kreis	150	44,758	2,533	0,0003	0,010	0,002	0,001	0,005	0,005	0,015
41	0,015	0,024	10,00	Kreis	150	15,457	0,875	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050
PL 1	0,015	0,024	-	Kreis	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	0,020	0,032	37,00	Kreis	150	29,843	1,689	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050
44	0,020	0,032	80,00	Kreis	150	43,940	2,486	0,0005	0,017	0,003	0,002	0,008	0,009	0,025
PL 2	0,020	0,032	-	Kreis	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 3.3.2 Listenrechnung Schmutzwasserkanal – Blatt K2

Der obigen Tabelle (Tab. 3.3.2) können die maximalen und die minimalen Bemessungsabflüsse für die einzelnen Leitungsabschnitte entnommen werden. Der größte Bemessungsabfluss Q_{max} am Ende des Leitungsnetzes beträgt 1,42 l/s. Weiters sind in der Tabelle die Rohrnennweiten, das Sohlgefälle und die Profilform sowie die Abflusskennwerte des gewählten Profils ersichtlich.

In Tabelle (Tab. 3.3.3) sind die erforderlichen Nachweise bei maximalem und minimalem Bemessungsabfluss dargestellt.

Variante I **BERECHNUNG und BEMESSUNG des KANALSYSTEMS** **BLATT : K3**

Laufende Nummer :	Teilfüllungswerte für Kreisprofile bei Q_{max}							Nachweise :				
								bei maximalem Bemessungsabfluss Q_{max}		bei minimalem Bemessungsabfluss Q_{min}		
	$C_0=Q_T/Q_V$	$C_1=V_T/V_V$	h/d	A_T/A_V	$k_{u,T}/k_{u,V}$	$\alpha_{1,T}/\alpha_{1,V}$	b_T/B	Fließgeschw.	Fülltiefe	Fließgeschw.	Fülltiefe	Schleppspannung
							v_{max}	t_{max}	v_{min}	t_{min}	T_{min}	T_{max}
							m/s	mm	m/s	m	N/m ²	N/m ²

1	0,008	0,270	0,052	0,024	0,134	0,141	0,403	0,24	8	0,15	5	0,77	1,00
2	0,008	0,270	0,052	0,024	0,134	0,141	0,403	0,24	8	0,15	5	0,77	1,00
3	0,005	0,169	0,033	0,015	0,084	0,088	0,252	0,38	5	0,25	3	7,17	1,00
4	0,006	0,203	0,039	0,018	0,101	0,106	0,202	0,47	6	0,21	4	3,96	1,00
5	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,08	1	0,08	1	0,74	1,00
6	0,027	0,449	0,110	0,060	0,215	0,277	0,624	0,29	16	0,24	13	1,61	1,00
7	0,011	0,238	0,065	0,030	0,168	0,176	0,204	0,75	10	0,23	7	6,12	1,00
8	0,051	0,537	0,149	0,093	0,252	0,269	0,712	0,47	22	0,41	18	2,19	1,00
9	0,011	0,238	0,065	0,030	0,168	0,176	0,204	0,62	10	0,43	7	4,16	1,00
10	0,006	0,203	0,039	0,018	0,101	0,106	0,202	0,67	6	0,45	4	8,03	1,00
11	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,09	1	0,03	0	0,82	1,00
12	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,09	1	0,09	1	0,82	1,00
13	0,005	0,169	0,033	0,015	0,084	0,088	0,252	0,20	5	0,20	3	5,40	1,00
14	0,002	0,068	0,013	0,006	0,034	0,035	0,101	0,06	2	0,03	1	0,23	1,00
15	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,10	1	0,10	1	1,11	1,00
16	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,10	1	0,04	0	1,01	1,00
17	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,10	1	0,04	0	1,01	1,00
18	0,055	0,551	0,156	0,100	0,259	0,285	0,726	0,48	23	0,42	19	2,20	1,00
19	0,055	0,551	0,156	0,100	0,259	0,285	0,726	0,48	23	0,42	19	2,20	1,00
20	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,10	1	0,05	0	1,11	1,00
21	0,058	0,559	0,160	0,103	0,262	0,295	0,734	0,49	24	0,43	19	2,26	1,00
22	0,060	0,565	0,163	0,106	0,265	0,401	0,739	0,49	24	0,43	20	2,40	1,00
23	0,084	0,621	0,193	0,135	0,290	0,467	0,789	0,54	29	0,48	23	2,84	1,00
24	0,082	0,617	0,190	0,133	0,288	0,462	0,786	0,55	29	0,48	23	2,94	1,00
25	0,084	0,621	0,193	0,135	0,290	0,467	0,789	0,54	29	0,48	23	2,84	1,00
26	0,088	0,629	0,198	0,140	0,293	0,477	0,796	0,58	30	0,51	23	3,20	1,00
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	0,004	0,135	0,026	0,012	0,067	0,070	0,202	0,22	4	0,16	3	1,26	1,00
29	0,004	0,135	0,026	0,012	0,067	0,070	0,202	0,12	4	0,06	2	0,38	1,00
30	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,09	1	0,09	1	0,84	1,00
31	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,10	1	0,10	1	1,09	1,00
32	0,012	0,253	0,071	0,034	0,174	0,189	0,521	0,60	11	0,46	8	3,97	1,00
33	0,010	0,238	0,065	0,030	0,168	0,176	0,204	0,70	10	0,42	6	5,26	1,00
34	0,005	0,169	0,033	0,015	0,084	0,088	0,252	0,15	5	0,09	3	0,48	1,00
35	0,002	0,068	0,013	0,006	0,034	0,035	0,101	0,06	2	0,03	1	0,19	1,00
36	0,007	0,227	0,046	0,021	0,118	0,123	0,253	0,21	7	0,15	5	0,67	1,00
37	0,002	0,068	0,013	0,006	0,034	0,035	0,101	0,09	2	0,04	1	0,40	1,00
38	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,13	1	0,13	1	1,71	1,00
39	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,13	1	0,13	1	1,71	1,00
40	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,09	1	0,03	0	0,79	1,00
41	0,002	0,068	0,013	0,006	0,034	0,035	0,101	0,06	2	0,03	1	0,19	1,00
PL 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,06	1	0,06	1	0,35	1,00
44	0,001	0,034	0,007	0,003	0,017	0,018	0,050	0,08	1	0,04	0	0,77	1,00
PL 2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tab. 3.3.3 Listenrechnung Schmutzwasserkanal – Blatt K3

Der Nachweis bei maximalem Bemessungsabfluss zeigt, dass die maximale Fließgeschwindigkeit kleiner ist als die größte zulässige Geschwindigkeit ($v_{max} = 5$ m/s) und es damit nicht zu einem zu großen Abrieb der Kanalsohle kommt. Durch den Nachweis bei minimalem Bemessungsabfluss wird ersichtlich, dass es aufgrund der geringen Abwassermengen zu sehr geringen Fülltiefen in den Rohrleitungen kommt und in weiterer Folge die minimale Schleppspannung T_{min} an einigen Stellen des Kanalnetzes unterschritten wird (siehe rot markierte Werte). Die dadurch eventuell entstehenden Ablagerungen müssen durch mehrmaliges jährliches Spülen des Kanals beseitigt werden.

4 AUSWERTUNG DER DATEN – SENSITIVITÄTSANALYSE

4.1 Kurzbeschreibung der ausgeführten Varianten

1. Variante I – ARA Unterlechen :

Im südlichen Teil der Abwassergenossenschaft Unterlechen wird eine Kleinkläranlage auf dem Grundstück (GstNr.: 753/1) der Familie FINK Johann und Maria errichtet.

Das Schmutzwasser wird vom nördlichen Ende des Entsorgungsgebietes, der Abwassergenossenschaft Unterlechen, beginnend bei der Pension POSTL Karl und Frida bis zum südlichen Ende bei der Familie FINK Johann und Maria in einem Freispiegelkanal gesammelt und anschließend der neu errichteten Kleinkläranlage Unterlechen zur Reinigung zugeführt (siehe Abb. 4.1.1).

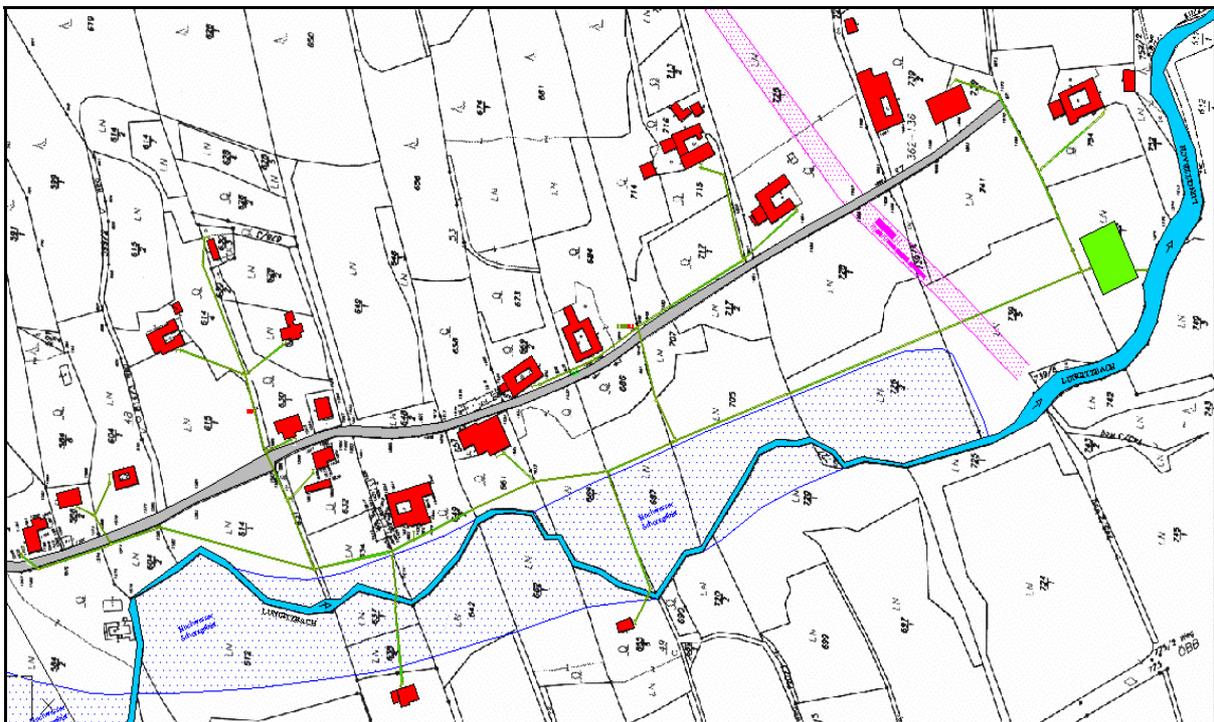


Abb. 4.1.1 LAGEPLAN Variante 1 – eigene ARA Unterlechen

Die Mindestüberdeckung bei landwirtschaftlich genutzten Flächen von 1,0 m, entsprechend dem ÖWWV - Regelblatt 25, wurde eingehalten.

Der Freispiegelkanal wurde entsprechend dem ÖWWV-Regelblatt 25 mit einem Mindestdurchmesser von DN 150 sowie einem Mindestgefälle von 1,0 % ausgeführt.

Ein wichtiges Detail in der Trassenführung stellt die Kreuzung der Trans Austria Gasleitung mit dem Schmutzwasserkanal, wie in Abb. 4.1.2 ersichtlich, dar.

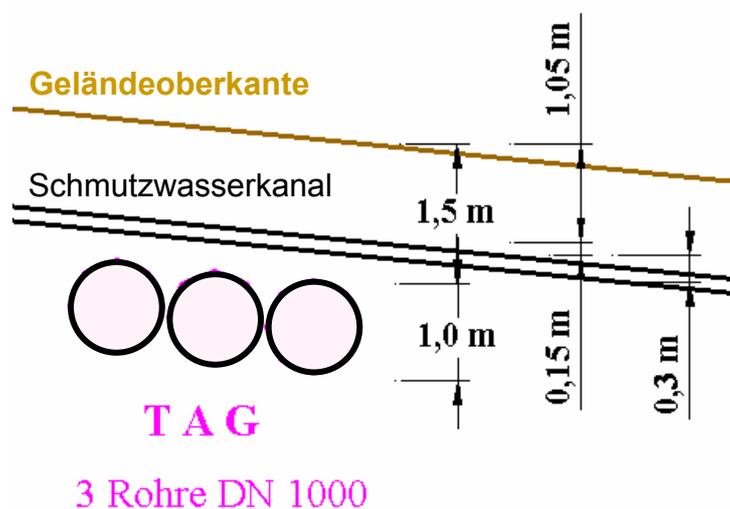


Abb. 4.1.2 Detail - Kreuzung TAG und Schmutzwasserkanal

Es wurden 3 Gasleitungsrohre mit einer Erdüberdeckung zwischen 1,4 m und 1,6 m ausgeführt. Im Bereich der Kreuzung der Trans Austria Gasleitung mit dem Schmutzwasserkanal wird dieser mit einer Überdeckung von 1,05 m ausgeführt. Dies ist nur dann möglich, wenn die Gasleitung in diesem Bereich mit einer Erdüberdeckung von 1,5 m verlegt worden ist.

Die tatsächliche Erdüberdeckung der Gasleitung in diesem Bereich kann nur durch örtliche Suchschlitze ermittelt werden.

Sollte die erforderliche Erdüberdeckung von 1,5 m nicht vorhanden sein, so muss vor der Gasleitung ein Pumpschacht angeordnet werden und das Schmutzwasser mit einer Pumpleitung DN 50 unter den Gasleitungsrohren durchgeführt werden.

(Anm.: In der Praxis wird in so einem Fall die notwendige Erdüberdeckung durch eine Anschüttung mit dem Aushubmaterial erreicht.)

2. Variante II – Einleitung ARA St. Johann :

Im südlichen Teil der Abwassergenossenschaft Unterlechen wird ein Abwasserpumpwerk auf dem Grundstück (GstNr.: 753/1) der Familie FINK Johann und Maria errichtet. Von diesem Abwasserpumpwerk wird das Schmutzwasser mit einer 373 m langen Pumpleitung zum Anschlusspunkt Wagendorf gepumpt. Dort wird das Abwasser an das Kanalnetz Wagendorf und anschließend an das Kanalnetz St. Johann übergeben und schließlich der Kläranlage St. Johann zur Reinigung zugeführt.

Das Schmutzwasser wird wie bei Variante 1 vom nördlichen Ende des Entsorgungsgebietes, der Abwassergenossenschaft Unterlechen, beginnend bei der Pension POSTL Karl und Frida bis zum südlichen Ende bei der Familie FINK Johann und Maria in einem Freispiegelkanal gesammelt und anschließend dem Abwasserpumpwerk Wagendorf zugeführt (siehe Abb. 4.1.3).

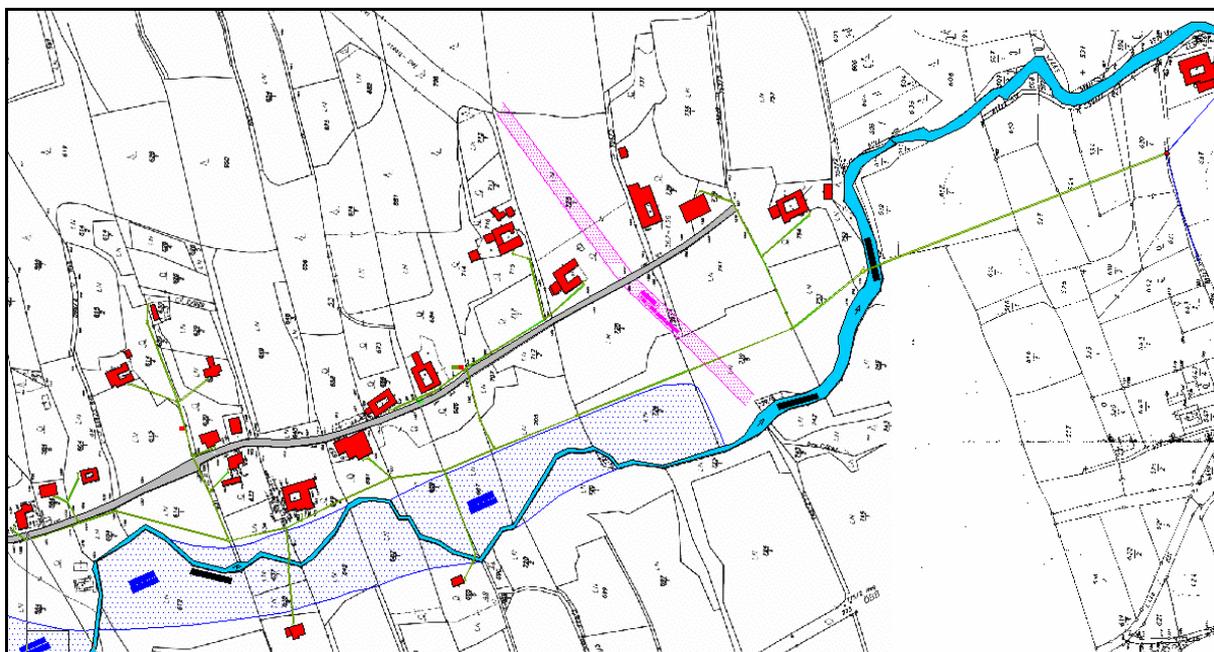


Abb. 4.1.3 LAGEPLAN Variante 2 – Ableitung nach St. Johann

Die Mindestüberdeckung bei landwirtschaftlich genutzten Flächen von 1,0 m wurde eingehalten und der Freispiegelkanal wurde entsprechend dem ÖWWV-Regelblatt 25 mit einem Mindestdurchmesser von DN 150 sowie einem Mindestgefälle von 1,0% ausgeführt.

Das Kreuzungsdetail zwischen der TAG und dem Schmutzwasserkanal wird analog zur Variante 1 behandelt.

3. Variante III – Einleitung ARA Grafendorf :

Im südlichen Teil der Abwassergenossenschaft Unterlechen wird ein Abwasserpumpwerk auf dem Grundstück (GstNr.: 753/1) der Familie FINK Johann und Maria errichtet. Von diesem Abwasserpumpwerk wird das Schmutzwasser mit einer 1329 m langen Pumpleitung zum Anschlusspunkt Grafendorf gepumpt. Von dort wird das Abwasser von der Abwassergenossenschaft Unterlechen gemeinsam mit dem Abwasser von Oberlechen dem Pumpwerk Grafendorf, das am östlichen Ufer des Lungitzbaches im Ortsteil Oberlechen situiert ist, zugeführt. Von dort wird das Abwasser zur Kläranlage Grafendorf gepumpt.

Ebenso wie in den vorigen beiden Varianten wird das Schmutzwasser vom nördlichen Ende des Entsorgungsgebietes, der Abwassergenossenschaft Unterlechen, beginnend bei der Pension POSTL Karl und Frieda bis zum südlichen Ende bei der Familie FINK Johann und Maria in einem Freispiegelkanal gesammelt und anschließend dem Abwasserpumpwerk Unterlechen, das wie in vorigem Abschnitt beschrieben im Süden der Abwassergenossenschaft Unterlechen angeordnet ist, zugeführt (siehe Abb. 4.1.4).

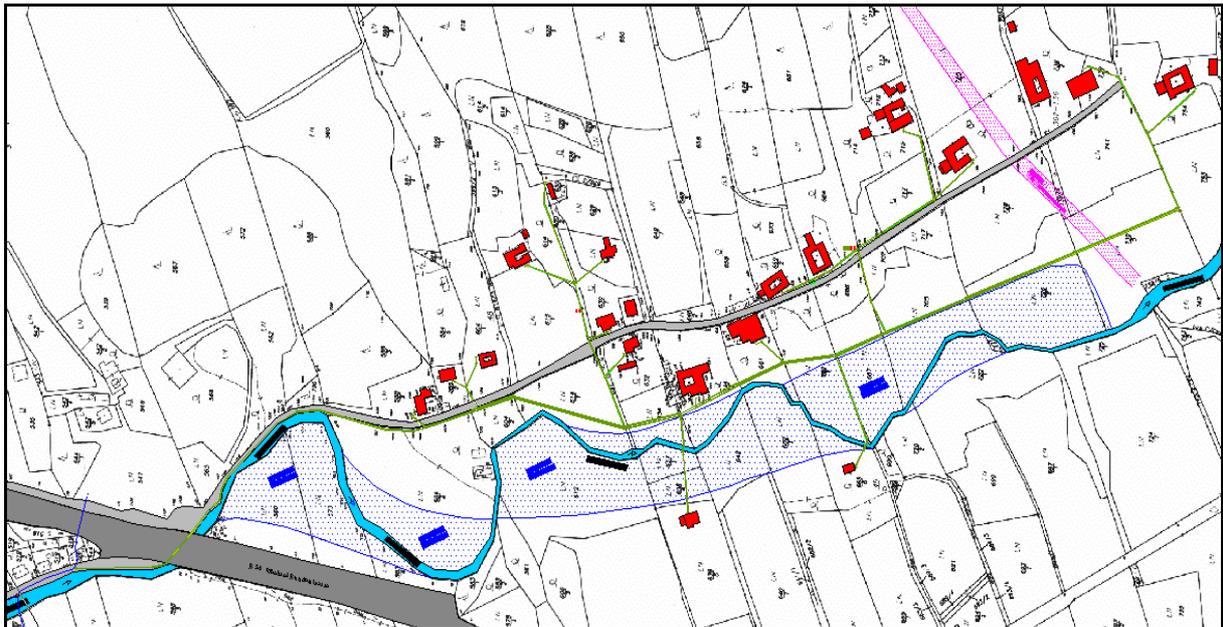


Abb. 4.1.4 LAGEPLAN Variante 3 – Ableitung nach Grafendorf

Die Vorschriften hinsichtlich Mindestüberdeckung bei landwirtschaftlich genutzten Flächen, Mindestdurchmesser sowie Mindestgefälle wurden, wie bei den Varianten 1 und 2, entsprechend dem ÖWWV-Regelblatt 25 eingehalten.

Das Detail des Aufeinandertreffens der TAG und des Kanals wird wie in den vorherigen Varianten bereits erörtert behandelt.

4.2 Ansätze für die Berechnung

Für die Berechnung wurden die in der Tabelle 4.2.1. "Nutzungsdauer-Kostenaufteilung" dargestellten wirtschaftlichen Lebensdauern angesetzt. Zusätzlich erfolgte eine Aufteilung der Kosten in einen baulichen und einen maschinellen Anteil innerhalb der festgelegten Nutzungsdauer für die Bereiche Kanalisation, Abwasserreinigung, Klärschlammbehandlung und sonstige Kosten.

		Nutzungsdauer	Kostenaufteilung	
Kanal		50 a	100,0%	Kanalisation
Pumpschacht, baulich		30 a	50,0%	
Pumpschacht, maschinell		10 a	50,0%	
Pumpleitung		50 a	100,0%	
Abwasserreinigung, baulich		30 a	60,0%	Abwasserreinigung
Abwasserreinigung, maschinell		15 a	40,0%	
Landwirtschaftliche Verwertung	masch.	50 a	100,0%	Klärschlammbehandlung
ARA St. Johann	baul.	50 a	100,0%	Sonstige Kosten
Kanal und PW St. Johann	baul.	50 a	100,0%	
Kanal und PW Lafnitz	baul.	50 a	100,0%	
Kanal und PW Grafendorf	baul.	50 a	100,0%	
ARA Grafendorf	baul.	50 a	100,0%	

Tab. 4.2.1 Nutzungsdauer - Kostenaufteilung

Betrachtet man nun beispielsweise die Pumpschächte, so kann man erkennen, dass bei diesen nach 30 Jahren für den baulichen Teil der Pumpschächte Reinvestitionskosten in der Höhe von 50% der Herstellungskosten anfallen. Bereits nach 10 Jahren fallen Reinvestitionskosten im Ausmaß von 50% der Investitionskosten für den maschinellen Teil der Pumpschächte an. Diese Reinvestitionskosten sind in der Abb. 4.3.4.2 "Verlauf der Projektkostenbarwerte", im Kapitel 4.3 "Projektkostenbarwert", graphisch dargestellt.

Um die Reinvestitionskosten über den gewählten Betrachtungszeitraum bestimmen zu können, müssen sogenannte Reinvestitionsfaktoren, wie in Tab. 4.2.2 dargestellt, ermittelt werden.

Nach Kostenanteilen gewichtete Reinvestitionsfaktoren über den ganzen Betrachtungszeitraum!		
Kanal		Keine Reinvestition erforderlich!
Pumpschacht	0,6489	
Pumpleitung		
Abwasserreinigung	0,2567	Keine Reinvestition erforderlich!
Landwirtschaftliche Verwertung		
ARA St. Johann		Keine Reinvestition erforderlich!
Kanal und PW St. Johann		Keine Reinvestition erforderlich!
Kanal und PW Lafnitz		Keine Reinvestition erforderlich!
Kanal und PW Grafendorf		Keine Reinvestition erforderlich!
ARA Grafendorf		Keine Reinvestition erforderlich!

Tab. 4.2.2 Reinvestitionsfaktoren

Wie im Kapitel 2.4.1. "zeitliche Gewichtung von Kostengrößen" bereits erläutert, müssen Kosten, die vor dem Bezugszeitpunkt anfallen, akkumuliert und Kosten, die nach dem Bezugszeitpunkt anfallen, diskontiert werden. In Tab. 4.2.3 "Umrechnung auf den Bezugszeitpunkt" soll kurz erläutert werden, wie man auf die in Tab. 4.2.2 angegebenen Reinvestitionsfaktoren kommt.

Kostenart	Faktoren lt. Tabelle 4.2.1	Reinvestitionsfaktor
<i>Erstinvestition</i>		1,0000
<i>Reinvestitionen</i>		
Pumpwerke	maschinell 50% $DFAKE(3,10) = 0,7441$ $DFAKE(3,20) = \frac{0,5537}{1,2978} * 0,5$	0,6489
Kläranlage	maschinell 40% $DFAKE(3,15) = 0,6419 * 0,4$	0,2567

Tab. 4.2.3 Umrechnung auf den Bezugszeitpunkt

Der Tabelle 4.2.3 wurden ein 30-jähriger Betrachtungszeitraum und eine Verzinsung von 3% pro Jahr zugrundegelegt. Wie man aus der Tab. 4.2.1 erkennt, fallen bei Pumpschächten baulich alle 30 Jahre und maschinell alle 10 Jahre Reinvestitionskosten an. Das bedeutet, dass der maschinelle Teil eines Pumpschachtes bei einem 30-jährigen Betrachtungszeitraum 2 mal zu reinvestieren ist. Für den baulichen Teil fallen innerhalb dieser 30 Jahre keine Reinvestitionskosten an, sondern erst danach (Bei einem 50-jährigen Betrachtungszeitraum wäre der bauliche Teil 1 mal zu reinvestieren). Um nun aus den ermittelten Faktoren die Reinvestitionsfaktoren zu erhalten, müssen die Faktoren noch entsprechend der %-mäßigen Kostenaufteilung (siehe Tab 4.2.1) abgemindert werden.

Durch Multiplikation dieser Reinvestitionsfaktoren mit den ursprünglichen Investitionskosten erhält man die Reinvestitionskosten für den gesamten gewählten Betrachtungszeitraum. (siehe Tab. 4.2.4)

REINVESTITIONEN			
ON + TS + Ableitung ARA			
Pumpschächte	0,6489	170.569 €S	110.680 €S
Pumpleitungen			
Abwasserreinigung	0,2567	1.246.800 €S	320.109 €S
Weiterg. Reinigung			
Klärschlammverwertung			
Sonstige Kosten			
Aus Blatt Si			
SUMME REINVESTITIONEN			430.789 €S

Tab. 4.2.4 Reinvestitionen

Um die Betriebskosten für den der Berechnung zugrundegelegten Beobachtungszeitraum ermitteln zu können, benötigt man einen Diskontierungsfaktor (Faktor zur Berechnung des Barwertes der Betriebskosten).

Die Ermittlung dieses Faktors zur Berechnung des Barwertes wird in der Tabelle 4.2.5 "Ermittlung des Diskontierungsfaktors" erläutert.

Preissteigerungsrate r [%]	Zinssatz i [%]	Beobachtungszeitraum n [Jahre]	Zinsfaktor $q=(1+i)$	Preissteigerungsfaktor $s=(1+r)$
2,8	3	30	1,03	1,028

Diskontierungsfaktor für gleichförmige Kostenreihen	Diskontierungsfaktor für Reihenprogression
$DFAKR = \{(q^n - 1) / [(q - 1) \cdot q^n]\}$	$DFAKRP = s \cdot \{(q^n - s^n) / [(q - s) \cdot q^n]\}$
19,6004	29,1138

Tab. 4.2.5 Ermittlung des Diskontierungsfaktors

Die Preissteigerungsrate (Teuerungsrate) wurde für die Berechnung mit 2,8% und der Zinssatz mit 3% angesetzt. Für einen 30-jährigen Beobachtungszeitraum (Betrachtungszeitraum) errechnet sich damit ein Diskontierungsfaktor (für gleichförmige Kostenreihen) von 19,6004. Bei diesem wurde die Preissteigerungsrate von 2,8% nicht berücksichtigt. Den tatsächlichen Diskontierungsfaktor (für Reihenprogression) in der Höhe von 29,1138, bei dem eine Preissteigerung von 2,8% angesetzt wurde, erhält man mit Hilfe der in Tab. 4.2.5 angegebenen Formel (DFAKRP).

Wie aus der Tabelle 4.2.6 "Diskontierungsfaktor für die Betriebskosten" ersichtlich ist, ergeben sich die Betriebskosten für den Beobachtungszeitraum von 30 Jahren durch Multiplikation des Diskontierungsfaktors (für Reihenprogression) mit den gesamten jährlichen Betriebskosten (laufende Kosten).

PROJEKTKOSTENBARWERT			
Herstellungskosten			4.646.469 €S
Laufende Kosten	29,1138	115.084 €S	3.350.540 €S
Reinvestitionen			430.789 €S
			8.427.798 €S

Tab. 4.2.6 Diskontierungsfaktor für die Betriebskosten

Wie in Kapitel 3.1.1 " Einwohnerzahl und dem Bemessungswert der Einwohner" bereits erläutert, wurde in Zusammenarbeit mit der Stmk. Landesregierung der Bemessungswert der Einwohner für die **Standardvariante mit 150 EW** festgelegt. Ausgehend von dieser Standardvariante wurden nun verschiedene Abminderungen getroffen, um die Veränderung der Kosten bei Änderung verschiedener Kostenansätze aufzeigen zu können. Mit diesen, im Folgenden kurz erläuterten veränderten Kostenansätzen, wurden sowohl die Investitionskosten als auch die Projektkostenbarwerte für alle drei zur Diskussion stehenden Ausführungsvarianten ermittelt und einander gegenübergestellt.

Die getroffenen Veränderungen der Kostenansätze (Sensitivitätsanalyse) sehen wie folgt aus :

- Einmal wurde die Einwohnerzahl auf 178 Einwohner erhöht.
- Ein anderes Mal wurde die Einwohnerzahl auf 134 Einwohner reduziert.

Alle anderen Abminderungen wurden bei einer gleichbleibenden Einwohnerzahl von 150 EW vorgenommen.

- Die Abminderung der Herstellungskosten für den Laufmeter Kanal von 1500 ÖS/lfm auf 900 ÖS/lfm im verbauten Gebiet, beziehungsweise von 1200 ÖS/lfm auf 800 ÖS/lfm im unverbauten Gebiet, stellt eine weitere Variante dar.
- Ebenso erfolgte die Abminderung der Herstellungskosten für die Errichtung der Abwasserreinigungsanlage von 8312 ÖS/EW auf 7700 ÖS/EW.
- Eine weitere Variante entsteht durch den Ansatz einer Eigenleistungen von 25% bei der Kanalherstellung, wodurch sämtliche, den Kanal betreffende Ansätze, um einen entsprechenden Prozentsatz reduziert werden.
- Für die letzte Variante wurden sowohl die Herstellungskosten für die Abwasserreinigungsanlage, als auch für den Kanal, abgemindert und eine Eigenleistungen von 25% bei der Kanalherstellung angesetzt.

4.3 Volkswirtschaftliche Betrachtung

4.3.1 Investitionskosten

In der Tabelle 4.3.1 "Herstellungskosten-ARA Unterlechen" sind die Investitionskosten der Standardvariante für 150 EW bei der Errichtung einer eigenen Kleinkläranlage im Süden der Abwassergenossenschaft Unterlechen und des dazugehörigen Kanalnetzes übersichtlich zusammengestellt.

HERSTELLUNGSKOSTEN		
Kanalisation		
Freigefällekanal verbautes Gebiet	201 m1	326.500 öS
Freigefällekanal unverb. Gebiet	2.049 m1	2.883.800 öS
Hausanschlüsse	18 Stk	
Pumpschächte	2 Stk	170.569 öS
Pumpleitungen	16 m1	5.600 öS
Summe Kanalisation		3.386.469 öS
Kläranlage		
Abwasserreinigung		1.246.800 öS
Weiterg. Reinigung		
Ableitung	11 m1	13.200 öS
Klärschlammverwertung		
Sonstige Kosten		
Summe Kläranlage		1.260.000 öS
Aus Blatt Si		
SUMME HERSTELLUNGSKOSTEN		4.646.469 öS

Tab. 4.3.1.1 Herstellungskosten - ARA Unterlechen

Die Investitionskosten für den Schmutzwasserkanal setzen sich unter anderem aus einem 201 m langen Freigefällekanal im verbauten Gebiet mit einem Kostenansatz von 1500 ÖS/lfm Kanal und einem 2049 m langen Freigefällekanal im unverbauten Gebiet, bei dem Kosten in der Höhe von 1200 ÖS/lfm Kanal angesetzt wurden, zusammen. Die Kostenansätze von 1200 ÖS/lfm bzw. 1500 ÖS/lfm enthalten sämtliche Kosten, wie in Abschnitt 2.5.2 "Kostenansätze" erläutert, die für die Herstellung eines Laufmeter Kanals erforderlich sind. Unter dem Begriff "verbautes Gebiet" wird in dieser Berechnung die Errichtung des Kanals in einem Bereich in dem die Asphaltdecke aufgeschnitten und anschließend wiederhergestellt werden muss, wodurch zwangsläufig höhere Kosten entstehen, verstanden. Mit dem Begriff "unverbautes Gebiet" wird die Verlegung des Kanals im freien Gelände zusammengefasst. Weitere Herstellungskosten der Kanalisation stellen die Hausanschlüsse, von denen 18 Stück vorhanden sind und mit 25.000 ÖS/Stk in Rechnung gestellt wurden, sowie die 2 Pumpschächte zur Querung des Lungitzbaches mit einer zugehörigen Pumpleitungslänge von 18 m, dar. Damit belaufen sich die gesamten Herstellungskosten für den Schmutzwasserkanal auf 3.386.469 ÖS.

Für die Errichtung der Kleinkläranlage wurden 8312 ÖS/EW angesetzt, wodurch sich bei einer Einwohnerzahl von 150 eine Investitionssumme von 1.246.800 ÖS ergibt. In diesen 8312 ÖS/EW sind ebenfalls alle Kosten entsprechend dem Abschnitt 2.5.2 "Kostenansätze" berücksichtigt.

Somit betragen die gesamten Investitionskosten für die Errichtung einer eigenen Kleinkläranlage und das zugehörige Kanalnetz bei der Standardvariante (150 EW) 4.646.469 ÖS.

Bei der Ableitung des gesammelten Schmutzwassers nach St. Johann sind die Anzahl der Hausanschlüsse, die Kanallänge im verbauten Gebiet und alle anderen Kostenansätze analog zur ersten Variante. Nur die Herstellkosten für den Freigefällekanal im unverbauten Gebiet erhöhen sich aufgrund der größeren Leitungslänge von 2135 m.

Auch die Anzahl der Pumpschächte erhöht sich auf 3 Stück, da zu den 2 Pumpschächten, die gleich wie in der 1.Variante zur Querung des Lungitzbaches erforderlich sind, noch der Schacht für das Abwasserpumpwerk Wagendorf hinzukommt. Somit steigen die Herstellkosten für die Pumpschächte auf 411.784 ÖS.

HERSTELLUNGSKOSTEN		
Kanalisation		
Freigefällekanal verbautes Gebiet	201 m1	326.500 öS
Freigefällekanal unverb. Gebiet	2.135 m1	2.987.000 öS
Hausanschlüsse	18 Stk	
Pumpschächte	3 Stk	411.784 öS
Pumpleitungen	389 m1	192.100 öS
Summe Kanalisation		3.917.384 öS
SUMME HERSTELLUNGSKOSTEN		3.917.384 öS

Tab. 4.3.1.2 Herstellungskosten - Ableitung nach St. Johann

Die in Tabelle 4.3.1.2 "Herstellungskosten-Ableitung nach St. Johann" dargestellten Kosten gelten für die Standardvariante mit 150 EW.

Da das Schmutzwasser mit einer Druckleitung zum Anschlusspunkt Wagendorf gepumpt wird, vergrößert sich die gesamte Pumpleitungslänge um jene 373 m, die der Länge der Druckleitung nach Wagendorf entsprechen.

Für die 2. Variante belaufen sich die gesamten Herstellkosten für die Kanalisation auf 3.917.384 ÖS.

Tabelle 4.3.1.3 "Herstellungskosten-Ableitung nach Grafendorf" enthält sämtliche Kosten, die zur Realisierung der 3. Variante erforderlich sind. Alle angegebenen Kosten gelten wiederum für die Standardvariante mit 150 EW.

Da die Länge des Freigefällekanals im unverbautes Gebiet mit 2040 m geringer ist als in der ersten Variante, verringern sich auch die Investitionskosten für diesen Teil

des Kanalnetzes. Aufgrund der gleichen Anzahl von Pumpschächten, wie in der zweiten Variante, bleiben die Investitionskosten für diese gleich.

HERSTELLUNGSKOSTEN		
Kanalisation		
Freigefällekanal verbautes Gebiet	201 m1	326.500 öS
Freigefällekanal unverb. Gebiet	2.040 m1	2.873.000 öS
Hausanschlüsse	18 Stk	
Pumpschächte	3 Stk	411.784 öS
Pumpleitungen	1.345 m1	408.500 öS
Summe Kanalisation		4.019.784 öS
SUMME HERSTELLUNGSKOSTEN		4.019.784 öS

Tab. 4.3.1.3 Herstellungskosten - Ableitung nach Grafendorf

Nur die Kosten für die Pumpleitungen steigen, da die Pumpleitungslänge um 1329 m erhöht wird. Diese 1329 Meter lange Druckleitung dient zur Förderung des gesammelten Abwassers vom Abwasserpumpwerk Unterlungitz zum Abwasserpumpwerk Grafendorf.

Die Herstellungskosten für den Schmutzwasserkanal der 3. Variante betragen somit 4.019.787 ÖS.

In Abb. 4.3.1.4 sind die Investitionskosten der drei Varianten bei verschiedenen Ansätzen, die in Abschnitt 4.2 ausführlich erläutert wurden, dargestellt.

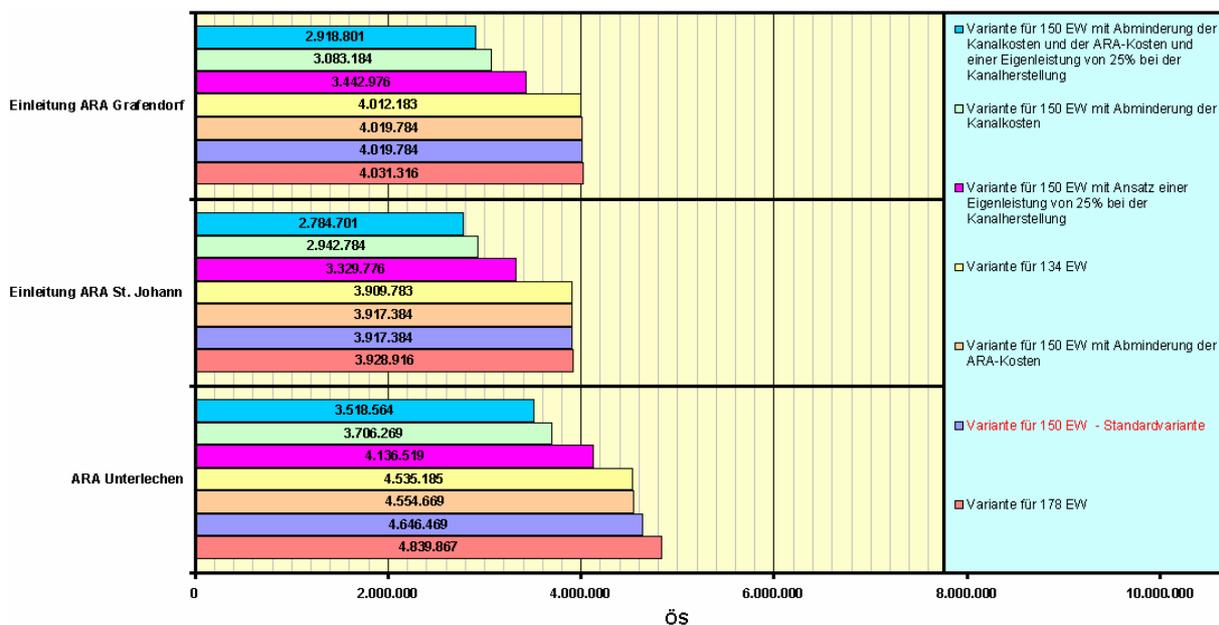


Abb. 4.3.1.4 Investitionskosten bei verschiedenen Ansätzen

Die Höhe der Investitionskosten für die Standardvariante (150 EW) ist in obigem Diagramm violett dargestellt. Aus dem Diagramm lässt sich auch erkennen, dass bei 150 EW und einer Abminderung der Herstellkosten für die ARA, einer Abminderung

der Kanalkosten und einem Ansatz von 25% Eigenleistung bei der Kanalherstellung die niedrigsten und bei 178 EW die höchsten Investitionskosten anfallen.

4.3.2 Bandbreite der Investitionskosten

Die in Abb. 4.3.2.1 "Bandbreite der Investitionskosten" mehrfarbig dargestellten Balken sollen zeigen, in welchem Bereich die Investitionskosten der einzelnen Varianten bei einer Variation der Ansätze, wie in Abschnitt 4.2 beschrieben, liegen. Betrachtet man nun beispielsweise die orange dargestellte Variante, kann man erkennen, dass bei dieser Variante die Investitionskosten zwischen 2.918.801 ÖS und 4.031.316 ÖS variieren, je nachdem mit welchem Variantenansatz die Berechnung durchgeführt wurde.

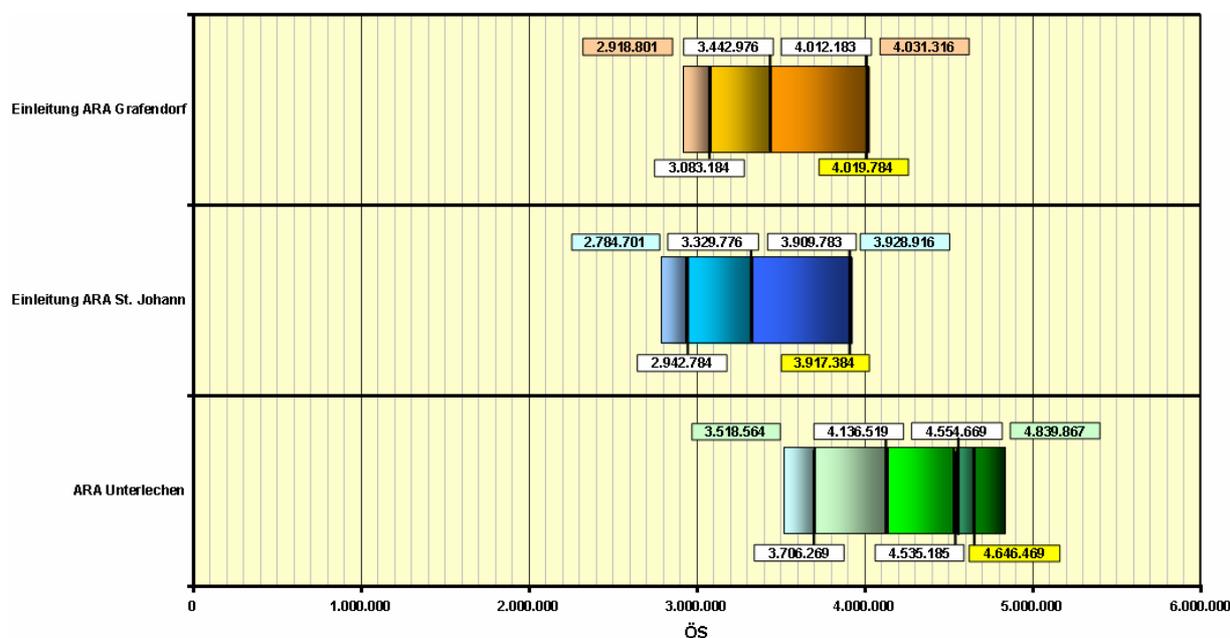


Abb. 4.3.2.1 Bandbreite der Investitionskosten

In Abb. 4.3.2.1 sind die Investitionskosten für die Standardvariante mit 150 Einwohnern durch die gelb hinterlegten Felder gekennzeichnet. Aufgrund der Bandbreiten der Investitionskosten kann man Variante 2 (Einleitung ARA St. Johann) als volkswirtschaftlich kostengünstigste Variante ansehen. Diese volkswirtschaftlichen Investitionskosten haben eher eine untergeordnete Bedeutung, da sie für die Entscheidung über die Gewährung von Fördermitteln, wo hauptsächlich aufgrund des Projektkostenbarwertes entschieden wird, keine Rolle spielen. Auch für die Abwassergenossenschaft Unterlechen haben diese Investitionskosten relativ wenig Aussagekraft, da sie aufgrund der volkswirtschaftlichen Betrachtung, wo ein Einkauf in einen Verband nicht berücksichtigt wird, nicht die tatsächlich erforderlichen Investitionskosten darstellen.

4.3.3 Sensitivitätsanalyse der Investitionskosten

Bei der Variante 3 "Einleitung ARA Grafendorf" wird eine 1329 Meter lange Druckleitung zwischen dem Abwasserpumpwerk Unterlechen und dem Anschlusspunkt Oberlechen verlegt. Diese Leitung wird über eine Länge von 872 m im freien Gelände und über die restliche Länge von 457 m unter der Straße verlegt. Die Verlegung des Kanals unter der Straße ist auch aufgrund der Abtragung und der notwendigen Wiederherstellung der Straßendecke teurer als eine Verlegung im freien Gelände. In der standardmäßigen Berechnung der Investitionskosten entsprechend dem Berechnungsprogramm der Stmk. Landesregierung ist jedoch für so einen Fall keine Unterscheidungsmöglichkeit gegeben. Deshalb soll mit Hilfe der nachfolgend dargestellten Sensitivitätsanalyse aufgezeigt werden, wie sich die Investitionskosten verschieben (erhöhen), wenn dieses 457 m lange Leitungsstück mit höheren Herstellungskosten je Laufmeter Kanal berücksichtigt wird.

Für die Sensitivitätsanalyse wurden die Herstellungskosten der Pumpleitung DN 50 mit 500 ÖS/lfm im freien Gelände entsprechend den Standardansätzen und mit 1000 ÖS/lfm für die Verlegung in der Straße angesetzt.

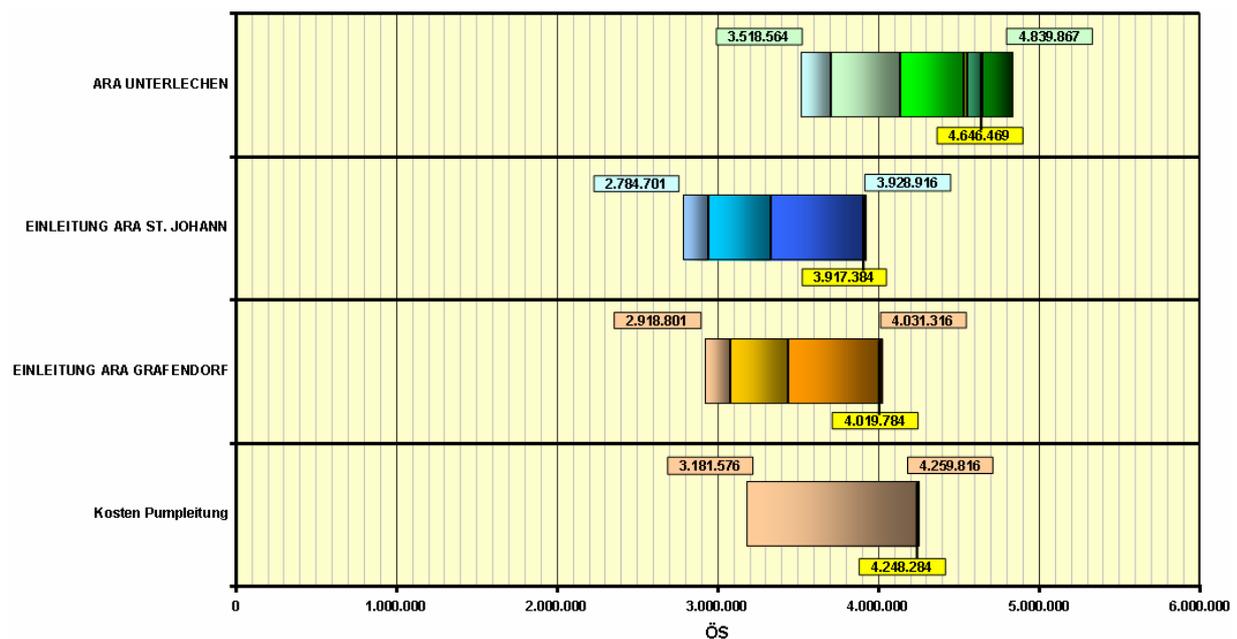


Abb. 4.3.3 Sensitivitätsanalyse der Investitionskosten

Dadurch steigen die Investitionskosten für die Standardvariante mit 150 EW bei der Variante "Einleitung ARA Grafendorf" von 4.019.784 ÖS auf 4.148.204 ÖS an.

4.3.4 Projektkostenbarwerte

Der Projektkostenbarwert einer Variante setzt sich aus den Investitionskosten und den innerhalb des Betrachtungszeitraumes anfallenden Betriebs- und Reinvestitionskosten zusammen. In der Berechnung der Kosten werden auch die Verzinsung und die Teuerungsrate berücksichtigt. In dieser Berechnung wurden eine Teuerungsrate von 2,8% und ein Zinsfuß von 3% in Rechnung gestellt. In Abb. 4.3.4.1 "Verteilung der Kosten" wird die Zusammensetzung der Projektkostenbarwerte der einzelnen Varianten dargestellt. Dadurch kann man rasch erkennen bei welcher Variante die Investitionskosten, bei welcher die Betriebskosten und bei welcher die Reinvestitionskosten am größten sind.

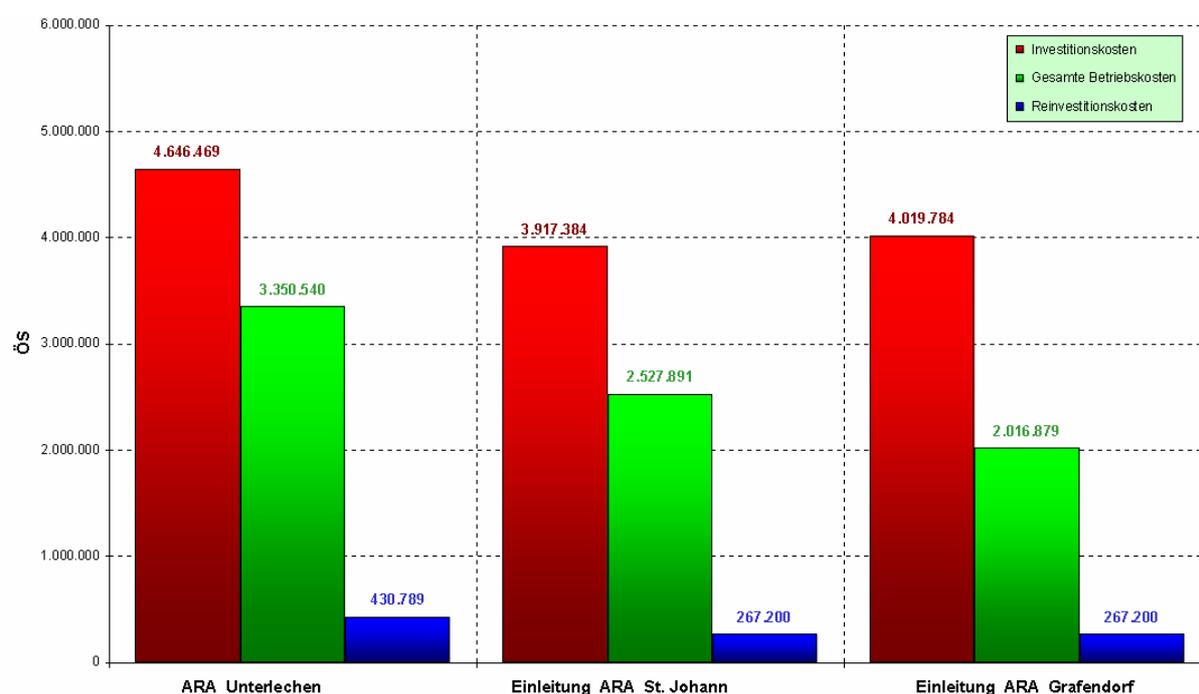


Abb. 4.3.4.1 Verteilung der Kosten

In obigem Diagramm sind die Investitions-, Betriebs- und Reinvestitionskosten für die Standardvariante mit 150 EW und einen Betrachtungszeitraum von 30 Jahren dargestellt.

Bei den innerhalb des Betrachtungszeitraumes von 30 Jahren anfallenden Betriebskosten (laufende Kosten) wurden die jährlich zu bezahlenden Gebühren für die Mitbenutzung der Abwasserreinigungsanlage Grafendorf beziehungsweise St. Johann und die Gebühren für die Kanalmitbenutzung entsprechend den Angaben der jeweiligen Gemeinde folgendermaßen angesetzt :

- Für die ARA Grafendorf wurden 200 ÖS/EW und Jahr und

- für die ARA St. Johann wurden 300 ÖS/EW und Jahr angesetzt.
- Für den Kanal und das Pumpwerk St. Johann wurden 63 ÖS/EW,
- für den Kanal und das Pumpwerk Lafnitz wurden 31 ÖS/EW und
- für den Kanal und das Pumpwerk Grafendorf wurden 55 ÖS/EW angesetzt.

In die Berechnung fließen diese Benützungsgebühren als jährliche Betriebskosten unter dem Begriff "Sonstige Gebühren", wie in Tab. 4.3.4.2 dargestellt, ein.

Sonstige Kosten (mit RIK)	Code	Herstellungskosten	jährl. Betriebskosten
ARA St. Johann	1	pro EW	300 öS pro EW
Kanal und PW St. Johann	2	pro EW	63 öS pro EW
Kanal und PW Lafnitz	3	pro EW	31 öS pro EW
Kanal und PW Grafendorf	4	pro EW	55 öS pro EW
ARA Grafendorf	5	pro EW	200 öS pro EW

Tab. 4.3.4.2 Benützungsgebühren

Betrachtet man nun beispielsweise die laufenden Kosten für St. Johann (siehe Abb. 4.3.4.3), wie sie in der Berechnung berücksichtigt werden, so kann man erkennen, dass als sonstige Kosten 59.100 ÖS/Jahr in Rechnung gestellt wurden. Diese 59.100 ÖS erhält man indem man die in der Tab. 4.3.4.2 dargestellten jährlichen Betriebskosten für St. Johann und Lafnitz aufsummiert und mit der der Standardvariante entsprechenden Einwohnerzahl von 150 multipliziert. $[(300 \text{ ÖS} + 63 \text{ ÖS} + 31 \text{ ÖS}) * 150 \text{ EW} = 59.100 \text{ ÖS}]$

LAUFENDE KOSTEN	(pro Jahr)		
ON + TS	2.336 m1		12.685 öS
Pumpschächte	3 Stk		15.043 öS
Pumpleitungen	389 m1		
Abwasserreinigung			
Weiterg. Reinigung			
Ableitung	m1		
Klärschlammverwertung			
Sonstige Kosten			59.100 öS
SUMME LAUFENDE KOSTEN			86.828 öS

Abb. 4.3.4.3 Laufende Kosten – St. Johann

Abbildung 4.3.4.4 zeigt den Verlauf der Projektkostenbarwerte der einzelnen Ausführungsvarianten, wobei der Betrachtungszeitraum 50 Jahre beträgt.

Die Kostensprünge im linearen Verlauf der Projektkostenbarwerte entsprechen dem Zeitpunkt der angesetzten Reinvestitionen und ihre Sprunghöhe stellt die Höhe der Reinvestitionskosten dar.

Zusätzlich können aus der Abb. 4.3.4.4 die Projektkostenbarwerte der Standardvariante (150 EW) aller zu untersuchenden Ausführungsvarianten nach 30 Jahren und nach 50 Jahren abgelesen werden.

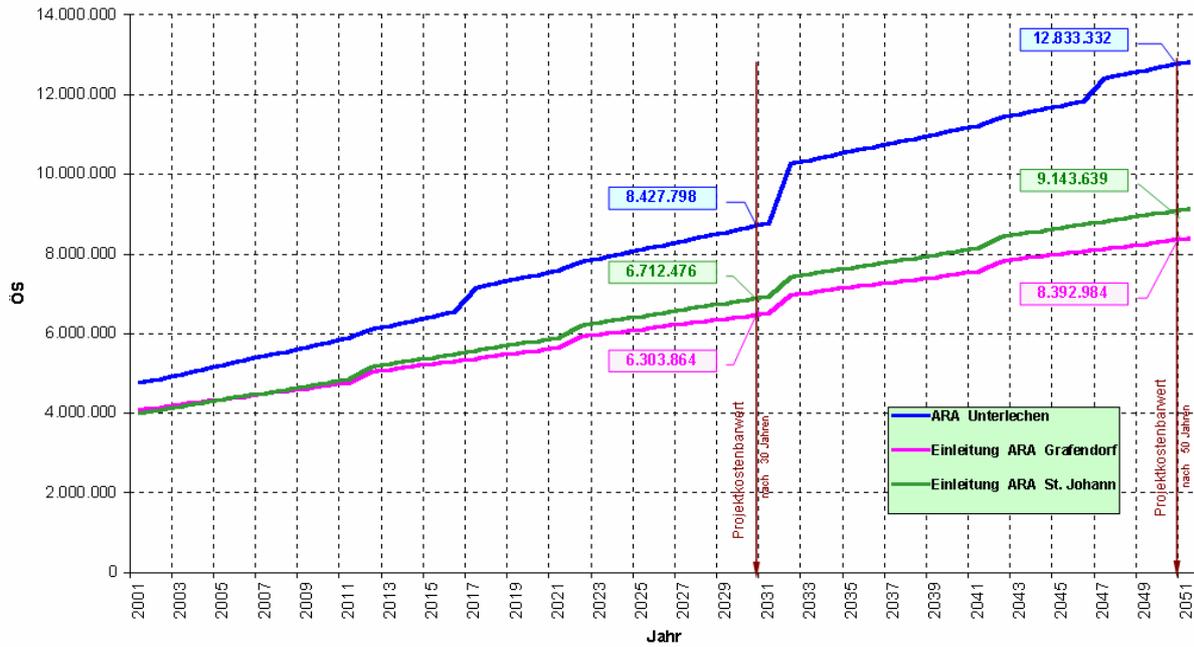


Abb. 4.3.4.4 Verlauf der Projektkostenbarwerte

Die in obigem Diagramm dargestellten Projektkostenbarwerte nach 30 Jahren erhält man durch Addition der in Abb. 4.3.4.1 "Verteilung der Kosten" dargestellten Investitions-, Betriebs- und Reinvestitionskosten.

Aus der Abb. 4.3.4.5 kann man die Projektkostenbarwerte nach 30 Jahren, vom kleinsten bis zum größten Wert ansteigend geordnet, bei verschiedenen Ansätzen (wie in Abschnitt 4.2 erläutert) für die zur Diskussion stehenden Ausführungsvarianten ablesen.

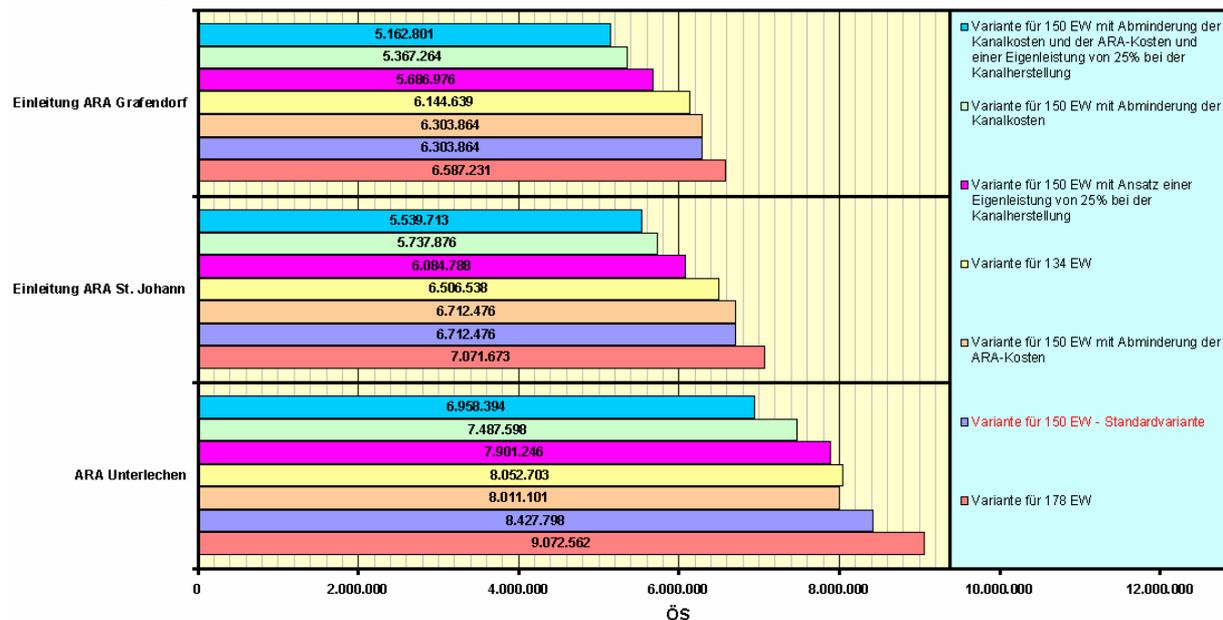


Abb. 4.3.4.5 Projektkostenbarwerte nach 30 Jahren bei verschiedenen Ansätzen

4.3.5 Bandbreite der Projektkostenbarwerte

Um den Bereich, in dem sich die Projektkostenbarwerte der einzelnen Varianten bewegen, besser ersichtlich zumachen, werden die in Abb. 4.3.4.3 dargestellten ansteigend geordneten Projektkostenbarwerte in der nachfolgenden Abb. 4.3.5 durch eine Bandbreite dargestellt.

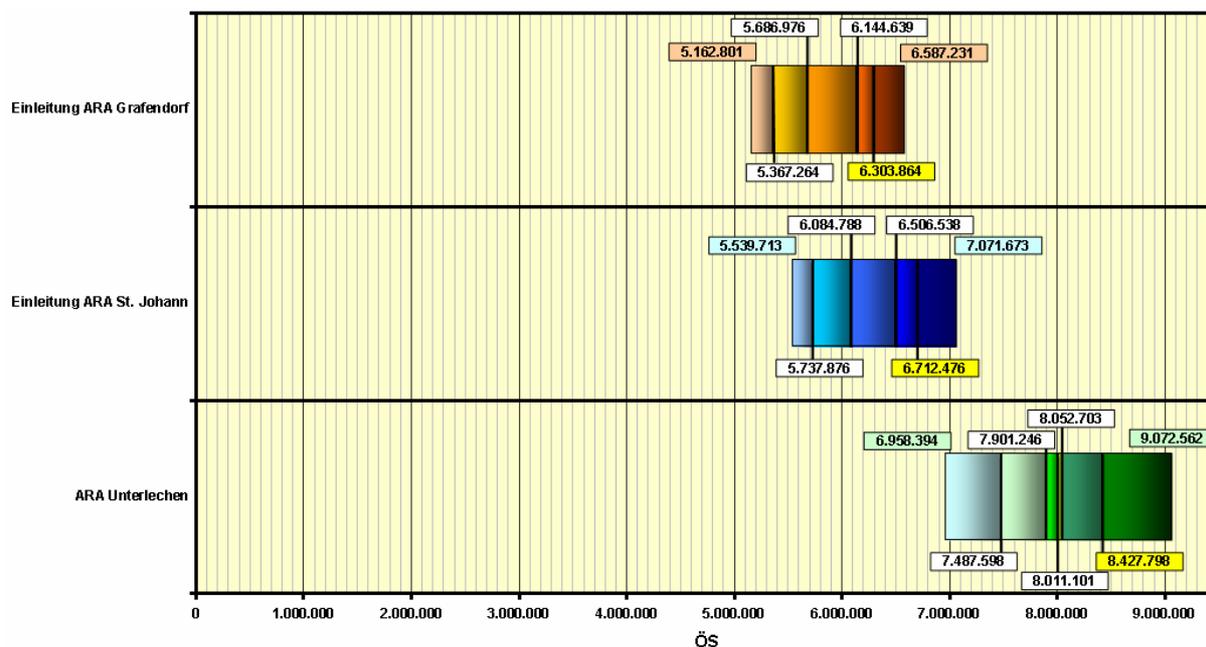


Abb. 4.3.5 Bandbreite der Projektkostenbarwerte

Betrachtet man die Standardvariante mit 150 EW (durch gelb hinterlegte Felder dargestellt) so erkennt man, dass die Variante "Einleitung ARA Grafendorf" mit einem Projektkostenbarwert von 6.303.864 ÖS an erster Stelle liegt. Als teuerste Variante stellt sich auch hier die Variante "Eigene ARA Unterlechen" mit 8.427.798 ÖS Projektkostenbarwert der Standardvariante heraus.

4.3.6 Sensitivitätsanalyse der Projektkostenbarwerte

Wie im Abschnitt 4.3.5 bereits beschrieben, wurden die jährlichen Betriebskosten, die von der Abwassergenossenschaft Unterlechen an die Gemeinde St. Johann beziehungsweise Grafendorf zu bezahlen sind, mit 300 ÖS/EW und Jahr für St. Johann und mit 200 ÖS/EW und Jahr (nach Abzug der Annuitäten) für die Gemeinde Grafendorf angegeben.

Da sich die jährlich zu bezahlenden Gebühren (in ÖS/EW und Jahr) für die Mitbenutzung der jeweiligen Abwasserreinigungsanlage (Grafendorf bzw. St. Johann) sehr stark auf die gesamten Betriebskosten pro Jahr und damit auf den Projektkostenbarwert auswirken, werden auch die Betriebskosten in einer Sensitivitätsanalyse untersucht.

Mit Hilfe der nachfolgenden Sensitivitätsanalyse wird aufgezeigt, wie sich die Projektkostenbarwerte bei einer Veränderung dieser jährlich zu bezahlenden Gebühren an die jeweilige Gemeinde verändern. Für diese Sensitivitätsanalyse wurden die jährlichen Betriebskosten für Grafendorf und für St. Johann

- mit 200 ÖS/EW und Jahr,
- mit 250 ÖS/EW und Jahr
- und mit 300 ÖS/EW und Jahr durchgerechnet.

Die Ergebnisse dieser Berechnung sind in Abb. 4.3.6 durch die mehrfarbigen Balken dargestellt.

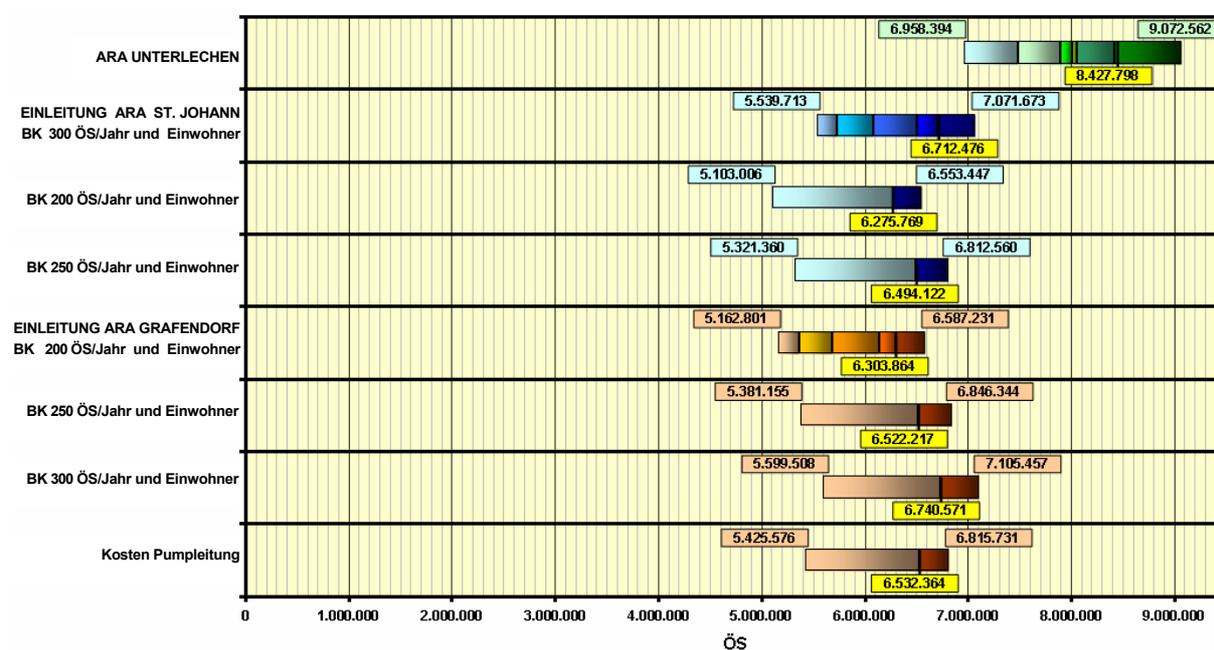


Abb. 4.3.6.1 Änderung der Projektkostenbarwerte bei Variation der jährlichen Betriebskosten

In der obigen Abbildung sind die Projektkostenbarwerte für die Standardvariante mit 150 EW durch die gelb hinterlegten Felder dargestellt.

Aufgrund der durchgeführten Sensitivitätsanalyse lassen sich folgende Aussagen treffen :

- Bei der Annahme gleicher, jährlich zu bezahlender Gebühren für die Benutzung der Abwasserreinigungsanlage Grafendorf beziehungsweise Sankt Johann (z. B. Grafendorf 200 ÖS/Jahr und Sankt Johann 200 ÖS/Jahr) verändert sich das volkswirtschaftliche Ergebnis dahingehend, dass sich die Variante "ARA St. Johann" als kostengünstigste Variante herausstellt. Der Unterschied dieses Ergebnisses ist aber sehr klein.
- Berücksichtigt man dann auch noch die höheren Kosten für die Verlegung der Pumpleitung unter der Straße (1000 ÖS/lfm), wie in

Abschnitt 4.3.3 "Sensitivitätsanalyse der Investitionskosten" erläutert, verändert sich das Ergebnis noch stärker zu Gunsten der Variante "ARA St. Johann".

Einen weiteren wichtigen Punkt stellen die Betriebskosten der Pumpleitungen dar. In der Berechnung der Standardvariante wurden die Betriebskosten der Pumpleitungen bei den Betriebskosten der Pumpschächte eingerechnet. Da für die 3 Varianten Pumpleitungen mit sehr unterschiedlichen Längen vorliegen, wirken sich diese Betriebskosten sehr stark auf den Projektkostenbarwert und damit auf das Ergebnis der volkswirtschaftlichen Betrachtung aus. In der Standardvariante wurden sehr niedrige jährliche Betriebskosten für die Pumpleitungen angesetzt, deshalb soll durch eine Sensitivitätsanalyse die Veränderung der Projektkostenbarwerte bei einem Ansatz von höheren jährlichen Betriebskosten der Pumpleitungen aufgezeigt werden. Dafür werden zuerst die Daten der Pumpwerke und der Pumpleitungen ermittelt. In der Tab. 4.3.6.2 sind diese erforderlichen Daten zusammengestellt.

	Pumpleitungslänge	Soll - Förderstrom	geodätische Förderhöhe	Verluste	manometrische Förderhöhe
Pumpwerk Grafendorf	1.329 m	1,5 l/s	30,0 m	37,7 m	67,7 m
Pumpwerk Wagendorf	373 m	1,5 l/s	3,8 m	15,8 m	19,6 m
Pumpwerk Unterlungitz 1	8 m	0,024 l/s	2,0 m	1,0 m	3,0 m
Pumpwerk Unterlungitz 2	8 m	0,032 l/s	2,0 m	1,0 m	3,0 m

Tab. 4.3.6.2 Daten der Pumpwerke und Leitungen

Für die Variante "Eigene ARA Unterlechen" werden 2 kleine Pumpwerke (Unterlungitz 1 und 2) zur Querung des Lungitzbaches benötigt. Zur Ausführung der Variante "Einleitung ARA St. Johann" wird außer den beiden Pumpwerken Unterlungitz 1 und 2 noch ein großes Pumpwerk (Pumpwerk Wagendorf) benötigt. Bei der Variante "Einleitung ARA Grafendorf" wird neben den Pumpwerken Unterlungitz 1 und 2 ebenfalls ein weiteres großes Pumpwerk (Pumpwerk Grafendorf) für die Förderung des Abwassers zum Anschlusspunkt Grafendorf benötigt. Daraufhin werden, um die jährlichen Betriebskosten der Pumpwerke bestimmen zu können, mit dem Programm "ProPump" geeignete Pumpwerke ausgewählt. In Abb. 4.3.6.3 ist diese Pumpwerksauswahl für das Pumpwerk Grafendorf dargestellt. Die geodätische Förderhöhe für dieses Pumpwerk beträgt 30 m. Addiert man zu der geodätischen Förderhöhe die Reibungsverluste für die 1329 m lange Druckleitung, erhält man eine manometrische Förderhöhe von 67,7 m.

Eingabedaten

Fördermedium	Abwasser mit Fäkalien
Soll Förderstrom	1,5 l/s
Geodätische Förderhöhe	30,0 m
Soll Förderhöhe mano.	67,7 m

Pumpenbeschreibung

Häckslerpumpe Typ 2446-1 1/2" Form 5	
Dokumentation Nr.	1.30
eff. Förderstrom	1,6 l/s
eff. Förderhöhe	72,9 m
Drehzahl	2900 1/min
Motorleistung	7,50 kW
Spannung	400 V
Frequenz	50 Hz
Anlaufart	Stern-Dreieck
Anschluss Saugseite	---
Anschluss Druckseite	G 1 1/2
Gewicht ca.	112,0 kg

Lieferumfang
 Zweistufige Abwassertauchpumpe mit Schneidrad
 Zwei Gleitringdichtungen, mediumseitig mit Hartmetallflächen
 Kupplungsfuss mit Befestigungsschrauben
 Aufzugskette galvanisiert, Länge 2 m
 Motorkabel 7 x 2,5 mm², Länge 8 m

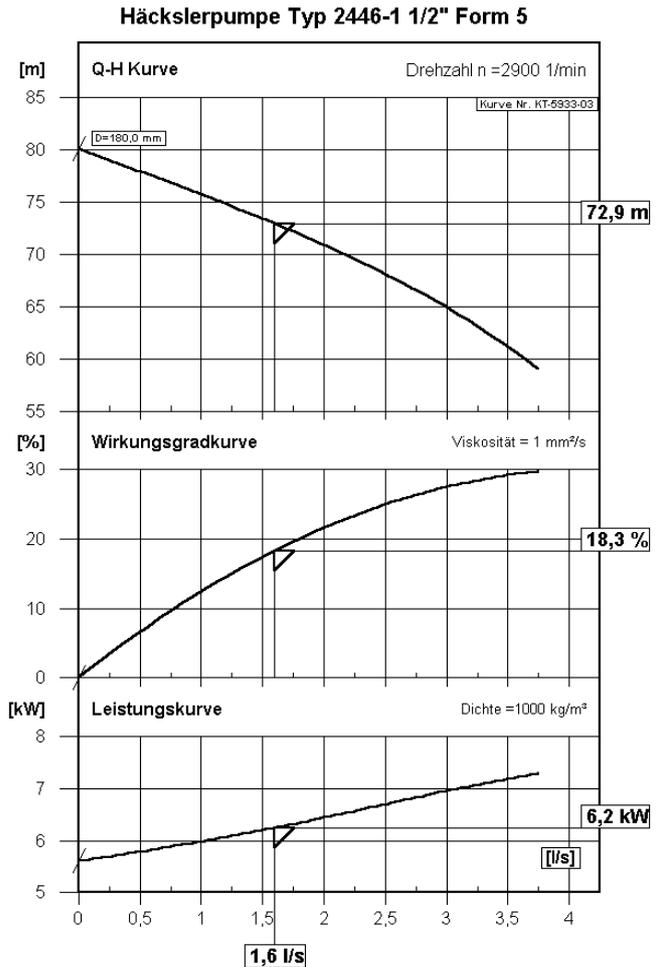


Abb. 4.3.6.3 Auswahl des Pumpwerkes - PROPUMP

Mit diesen Angaben und einem Soll-Förderstrom von 1,5 l/s wird dann eine Pumpe, wie in obiger Abbildung 4.3.6.3 ersichtlich, ausgewählt. Aus der Leistungskurve kann man ablesen, dass die Pumpe bei einem effektiven Förderstrom von 1,6 l/s einen Strombedarf von 6,2 KW aufweist. Mit Hilfe dieser Daten erfolgt nun die Ermittlung der jährlichen Betriebskosten der Pumpleitung, wie in Abb. 4.3.6.4 gezeigt.

	l/s	m ³ /h	m ³ /Jahr	h/Jahr	Kwh/Jahr	Ös/Kwh	BK Ös/Jahr
Pumpwerk Grafendorf	Soll-Förderstr.: 0,80	2,88	25.229	4.380	27.156	2,00	54.312
	Eff.-Förderstr.: 1,60	5,76	Leistungsbedarf der Pumpe=6,2 KW bei eff.-Förderstr.				
Pumpwerk Wagendorf	Soll-Förderstr.: 0,80	2,88	25.229	3.893	8.565	2,00	17.131
	Eff.-Förderstr.: 1,80	6,48	Leistungsbedarf der Pumpe=2,2 KW bei eff.-Förderstr.				
Pumpwerk Unterlungitz 1	Soll-Förderstr.: 0,02	0,09	757	2.102	2.334	2,00	4.667
	Eff.-Förderstr.: 0,10	0,36	Leistungsbedarf der Pumpe=1,11 KW bei eff.-Förderstr.				
Pumpwerk Unterlungitz 2	Soll-Förderstr.: 0,03	0,12	1.009	2.803	3.112	2,00	6.223
	Eff.-Förderstr.: 0,10	0,36	Leistungsbedarf der Pumpe=1,11 KW bei eff.-Förderstr.				

Version 3.0 a
neue Version

Abb. 4.3.6.4 Betriebskosten der Pumpleitungen

Für das Pumpwerk Grafendorf erhält man aus Tabelle 4.3.6.4 für einen durchschnittlichen Förderstrom von 0,8 l/s einen Strombedarf von 27.156 Kwh/Jahr. Bei angesetzten Stromkosten von 2,00 ÖS/Kwh ergeben sich somit für das Pumpwerk Grafendorf jährliche Betriebskosten in der Höhe von 54.132 ÖS.

Diese jährlichen Betriebskosten von 54.132 ÖS pro Jahr werden in der Berechnung im Blatt "Sb" des Berechnungsprogrammes der Steiermärkischen Landesregierung (siehe Tab. 4.3.6.5) berücksichtigt.

Um nun die Betriebskosten für den Betrachtungszeitraum von 30 Jahren zu erhalten müssen diese 54.312 ÖS zeitlich gewichtet werden.

	Pumpl. Unterl. 1	Pumpl. Unterl. 2	Pumpl. Grafendorf		
Höhe der jährl. BK heute	4.667 öS	6.223 öS	54.312 öS	Diese Spalte wird in zeitl Verlauf eingefügt	
Beginn der BK	2001	2001	2001		
Ende der BK	2051	2051	2051		
Su BK ab 2001 für 30a	136.148 öS	181.531 öS	1.584.305 öS	1.901.984 öS	
jährliche BK für Z				65.202 öS	
2001	0	4.667 öS	6.223 öS	54.312 öS	65.202 öS
2002	1	4.658 öS	6.211 öS	54.207 öS	65.076 öS
2003	2	4.649 öS	6.199 öS	54.101 öS	64.949 öS
2004	3	4.640 öS	6.187 öS	53.996 öS	64.823 öS
2005	4	4.631 öS	6.175 öS	53.891 öS	64.697 öS

Tab. 4.3.6.5 Blatt "Sb"

Das bedeutet, dass die Verzinsung von 3% und die Teuerungsrate von 2,8% für den Betrachtungszeitraum eingerechnet werden müssen. Zuerst werden die jährlich anfallenden Gebühren von 54.312 ÖS entsprechend der Teuerungsrate von 2,8% mit dem Akkumulationsfaktor für die Einzahlungen (AFAKE_{i,n}) aufgezinst und anschließend entsprechend der Verzinsung von 3% mit dem Diskontierungsfaktor für eine Einzahlung (DFAKE_{i,n}) abgezinst. Die Ermittlung der Gebühren in der Höhe von 53.891 ÖS für das Jahr 2005 beispielsweise sieht folgendermaßen aus :

$$BK_{2005} = BK_{2001} * (1 + i_T)^n * [(1 / (1 + i_Z)^n)]$$

$$\underline{BK_{2005}} = 54.312 * (1 + 0,028)^4 * [(1 / (1 + 0,03)^4)] = \underline{53.891 \text{ ÖS}}$$

Diese Berechnung wird nun für den gesamten Beobachtungszeitraum durchgeführt und danach werden alle ermittelten Betriebskosten aufsummiert. Dieser Betrag entspricht den gesamten innerhalb des Beobachtungszeitraumes anfallenden Betriebskosten unter Berücksichtigung der Teuerungsrate und der Verzinsung. Für das Pumpwerk Grafendorf würden sich somit für die 30 Jahre Betriebskosten in der

Höhe von 1.584.305 ÖS ergeben (siehe Tab. 4.3.6.5 Blatt "Sb"). Variante 3 (Einleitung ARA Grafendorf) beinhaltet aber 3 Pumpwerke und daher erhält man die gesamten laufenden Kosten in der Höhe von 1.901.984 ÖS durch Addition der laufenden Kosten aller 3 Pumpwerke.

In der Berechnung werden diese ermittelten Betriebskosten (aus Blatt "Sb"), wie in der Tab. 4.3.6.6 dargestellt, gesondert berücksichtigt (als "laufende Kosten aus Blatt Sb").

PROJEKTKOSTENBARWERT			
Herstellungskosten			4.019.784 öS
Laufende Kosten	29,1138	69.276 öS	2.016.879 öS
Laufende Kosten aus Blatt Sb			1.901.984 öS
Reinvestitionen			267.200 öS
SUMME PROJEKTKOSTENBARWERT			8.205.848 öS

Tab. 4.3.6.6 Berücksichtigung der Betriebskosten

Weiters kann man aus der Tabelle 4.3.6.6 die Zusammensetzung des Projektkostenbarwertes der Variante "Einleitung ARA Grafendorf" für 150 Einwohner unter Berücksichtigung der höheren Betriebskosten der Pumpleitungen ablesen.

In der nachfolgenden dargestellten Abb. 4.3.6.7 ist die Veränderung der Projektkostenbarwerte bei einer Berücksichtigung der höheren, jährlich anfallenden Betriebskosten, die, wie im vorigen Abschnitt erläutert, für alle 3 zu untersuchenden Varianten ermittelt wurden, für die Pumpleitungen zusammengefasst.

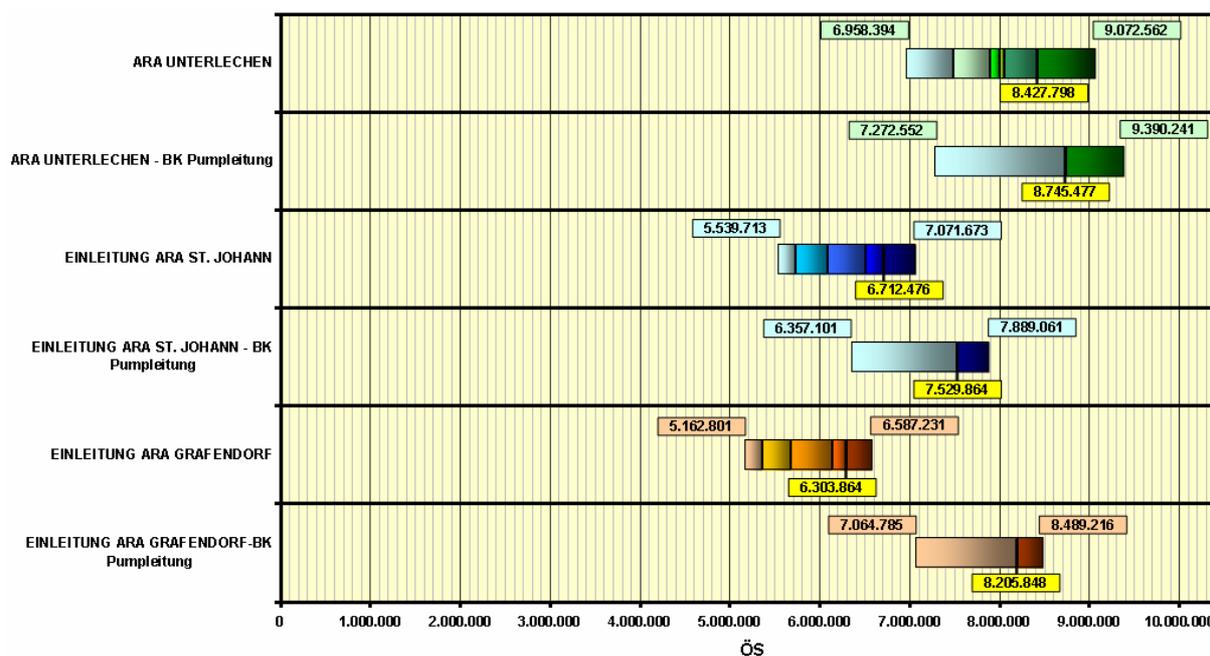


Abb. 4.3.6.7 Änderung der Projektkostenbarwerte bei Berücksichtigung der höheren jährlichen Betriebskosten der Pumpleitungen

Alle, in der Abb. 4.3.6.6 angegebenen Projektkostenbarwerte gelten für einen Beobachtungszeitraum von 30 Jahren, wobei die Barwerte für die Standardvariante mit 150 Einwohnern durch gelb hinterlegte Felder gekennzeichnet sind.

Bei einer Betrachtung der Projektkostenbarwerte der Standardvariante (150 EW) erkennt man, dass die Variante "Einleitung ARA Grafendorf" die volkswirtschaftlich kostengünstigste Variante darstellt.

Für die Variante Grafendorf wird jedoch neben zwei kleineren Pumpwerken ein großes Pumpwerk mit einer manometrischen Förderhöhe von 67,7 m und einer Pumpleitungslänge von 1329 m benötigt (siehe Tab. 4.3.6.2). Dadurch ergeben sich erhebliche Betriebskosten, die bei der Standardvariante "Einleitung ARA Grafendorf" in wesentlich geringerer Höhe berücksichtigt wurden. Die vorhin angesprochenen Betriebskosten betragen 1.901.984 ÖS für den gesamten Beobachtungszeitraum von 30 Jahren und führen zu einer Erhöhung des Projektkostenbarwertes der Variante "Einleitung ARA Grafendorf" auf 8.205.848 ÖS (siehe Abb. 4.3.6.6).

Für die Varianten "Einleitung ARA St. Johann" und "ARA Unterlechen" ergeben sich aufgrund der geringeren Pumpleitungslängen und der geringeren Förderhöhen niedrigere Betriebskosten. (siehe Tab. 4.3.6.2)

Somit verschiebt sich das Ergebnis dahingehend, dass die Variante "Einleitung ARA St. Johann" die volkswirtschaftlich beste Variante darstellt.

4.4 Betriebswirtschaftliche Betrachtung

4.4.1 Investitionskosten

Bei einer betriebswirtschaftlichen Betrachtung werden, wie in Abschnitt 2.5.4 "betriebswirtschaftliche Betrachtung" angeführt, sämtliche Kosten, die für die Ausführung einer Variante anfallen, in Rechnung gestellt.

Das bedeutet, dass für die Berechnung auch die einmaligen Kosten für den Einkauf (z.B. Einkauf in die Kläranlage St. Johann) sowie Kreditrückzahlungen berücksichtigt werden. Diese einmaligen Einkaufskosten wurden für die Ermittlung der Projektkostenbarwerte entsprechend den Angaben der Gemeinden, wie im folgenden Abschnitt erörtert, für die Berechnung angesetzt.

- Einkauf in die Abwasserreinigungsanlage St. Johann 3750 ÖS/EW
- Einkauf in das Kanalnetz St. Johann und
Einkauf in das Kanalnetz Wagendorf (Gemeinde Lafnitz) 620 ÖS/EW
- Einkauf in die Abwasserreinigungsanlage Grafendorf 3000 ÖS/EW
- Einkauf in das Kanalnetz Grafendorf 290 ÖS/EW

Die Einkaufskosten werden in der Berechnung als einmalige Kosten ohne Reinvestitionen behandelt und den Investitionskosten zugerechnet (siehe Abb. 4.4.1.1).

HERSTELLUNGSKOSTEN				
Kanalisation				
Freigefällekanal verbautes Gebiet	201 m1			326.500 öS
Freigefällekanal unverb. Gebiet	2.040 m1			2.873.000 öS
Hausanschlüsse	18 Stk			
Pumpschächte	4 Stk			411.784 öS
Pumpleitungen	1.345 m1			408.500 öS
Gemeinde Grafendorf (Einkauf ARA)	150 pro EW	3.000 öS		450.000 öS
Gemeinde Grafendorf (Einkauf Kanal)	150 pro EW	290 öS		43.500 öS
Summe Kanalisation				4.513.284 öS

Abb. 4.4.1.1 Einkauf Grafendorf

Aus obiger Abbildung kann man erkennen, dass sich bei der Standardvariante mit 150 Einwohnern einmalige Einkaufskosten für die Abwasserreinigungsanlage Grafendorf in der Höhe von 450.000 ÖS und für den Kanal im Ausmaß von 43.500 ÖS ergeben.

Die Kosten der Standardvariante (150 EW) für den einmaligen Einkauf in die Abwasserreinigungsanlage St. Johann betragen 562.500 ÖS und die Einkaufskosten in das Kanalnetz Sankt Johann und Lafnitz belaufen sich auf 93.000 ÖS.

Unter Berücksichtigung dieser einmaligen Einkaufskosten erhöhen sich die Investitionskosten der beiden Varianten "Einleitung ARA St. Johann" und "Einleitung

ARA Grafendorf“ gegenüber der volkswirtschaftlichen Betrachtung (siehe Abb. 4.3.1.4) und zwar um den Betrag der Einkaufskosten.

In der Abb. 4.4.1.2 sind diese Investitionskosten für alle zu untersuchenden Varianten übersichtlich dargestellt.

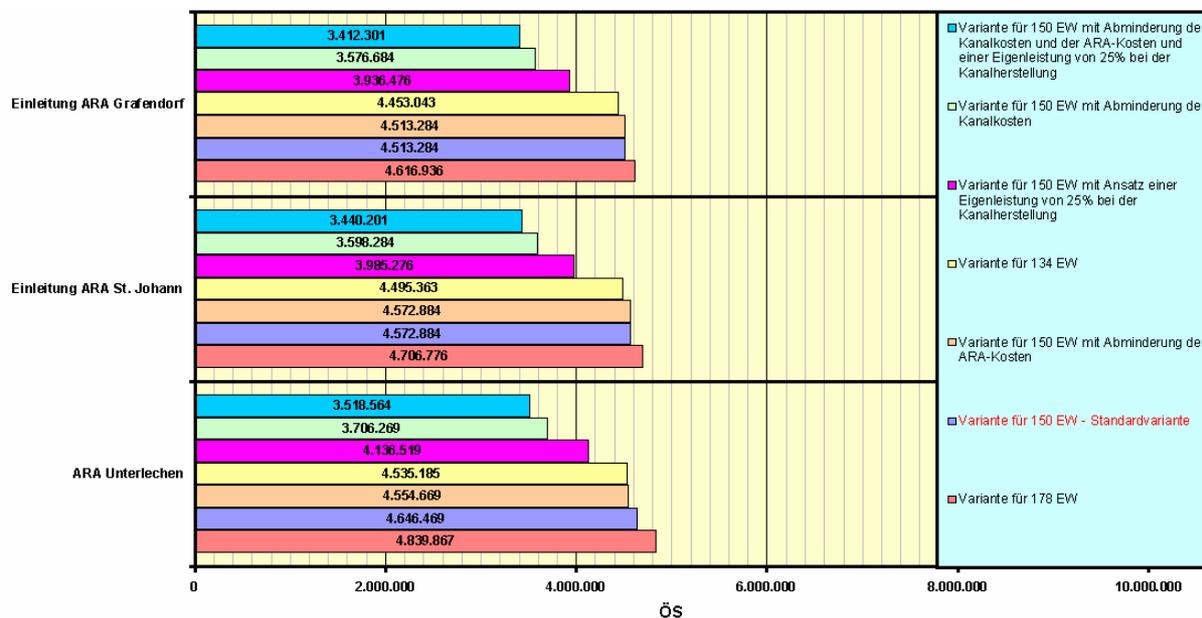


Abb. 4.4.1.2 Investitionskosten bei verschiedenen Ansätzen

Nur die Investitionskosten der Variante “ARA Unterlechen“ sind bei volkswirtschaftlicher Betrachtung und bei betriebswirtschaftlicher Betrachtung gleich hoch, da hier keine Einkaufskosten erforderlich sind.

Die Investitionskosten für die Standardvariante (150 EW) sind in der Abb. 4.4.1.2 durch die dunkelblau hinterlegten Balken (z.B. 4.646.469 ÖS für die Variante “ARA Unterlechen“) dargestellt.

4.4.2 Bandbreite der Investitionskosten

Die im vorigen Abschnitt dargestellten Investitionskosten der drei Varianten, bei unterschiedlichen Ansätzen, sind in der Abb. 4.4.2 durch einen Bandbreite dargestellt. Dadurch wird ersichtlich, in welchem Bereich die Investitionskosten der drei Varianten Einleitung ARA Grafendorf, Einleitung ARA St. Johann und ARA Unterlechen liegen.

Weiters kann man aus der Abb. 4.4.2 erkennen, dass sich die Bandbreiten der Investitionskosten in ihrer Höhe, im Vergleich zu den Investitionskosten bei volkswirtschaftlicher Betrachtung, nur noch geringfügig voneinander unterscheiden.

Die Begründung dafür liegt darin, dass, wie in Abschnitt 2.5.4 bereits erläutert, bei den Investitionskosten der Varianten "Einleitung ARA Grafendorf" und "Einleitung ARA St. Johann" die anfallenden Einkaufskosten (siehe Abschnitt 4.4.1) berücksichtigt wurden.

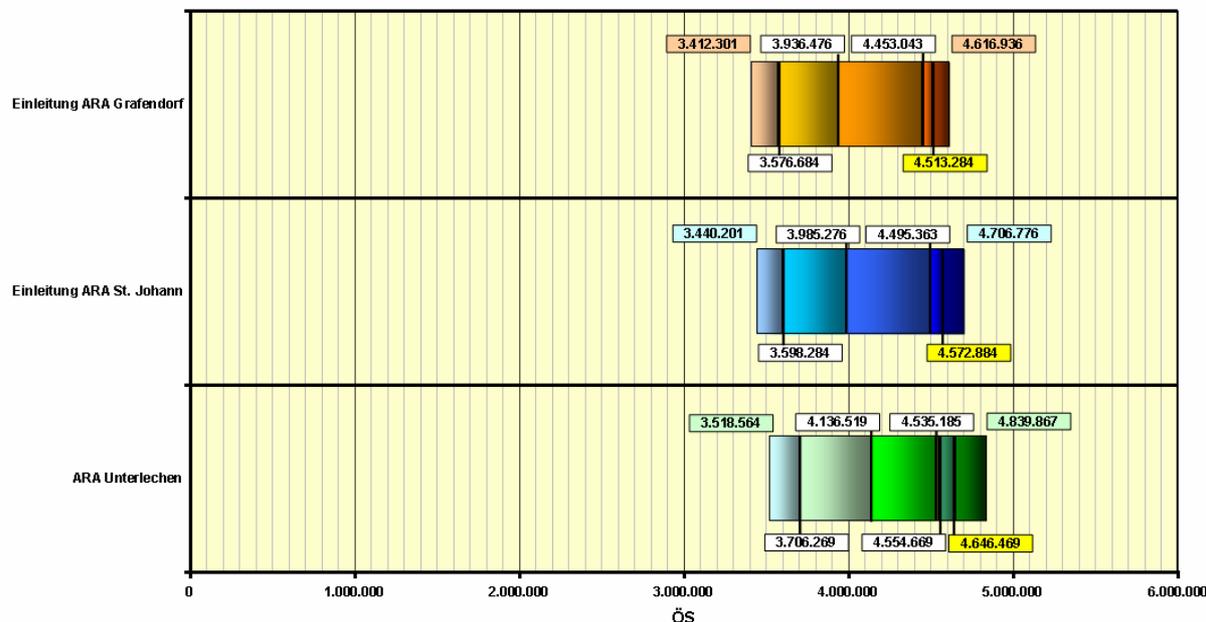


Abb. 4.4.2 Bandbreite der Investitionskosten

Der Abb. 4.4.2 sind die Ergebnisse der Standardvariante für 150 Einwohner durch die gelb hinterlegten Felder dargestellt.

Betrachtet man die Investitionskosten der Standardvarianten, stellt sich die Variante "Einleitung ARA Grafendorf" als günstigste Variante heraus.

4.4.3 Sensitivitätsanalyse der Investitionskosten

Da die Herstellungskosten der 457 Meter langen, unter der Straße verlegten Pumpleitung, wie in Abschnitt 4.3.3 erklärt, weitaus höher sind als für die im freien Gelände verlegte Pumpleitung, soll mit der nachfolgenden Sensitivitätsanalyse die Veränderung der Investitionskosten für die Variante "Einleitung ARA Grafendorf" bei der Berücksichtigung dieser höheren Herstellungskosten aufgezeigt werden.

Aus der Abbildung 4.3.3 erkennt man, dass sich die Investitionskosten (der Standardvariante mit 150 EW), durch Berücksichtigung der höheren Herstellungskosten für die Pumpleitung, für die Variante Grafendorf von 4.513.284 ÖS auf 4.741.748 ÖS erhöhen.

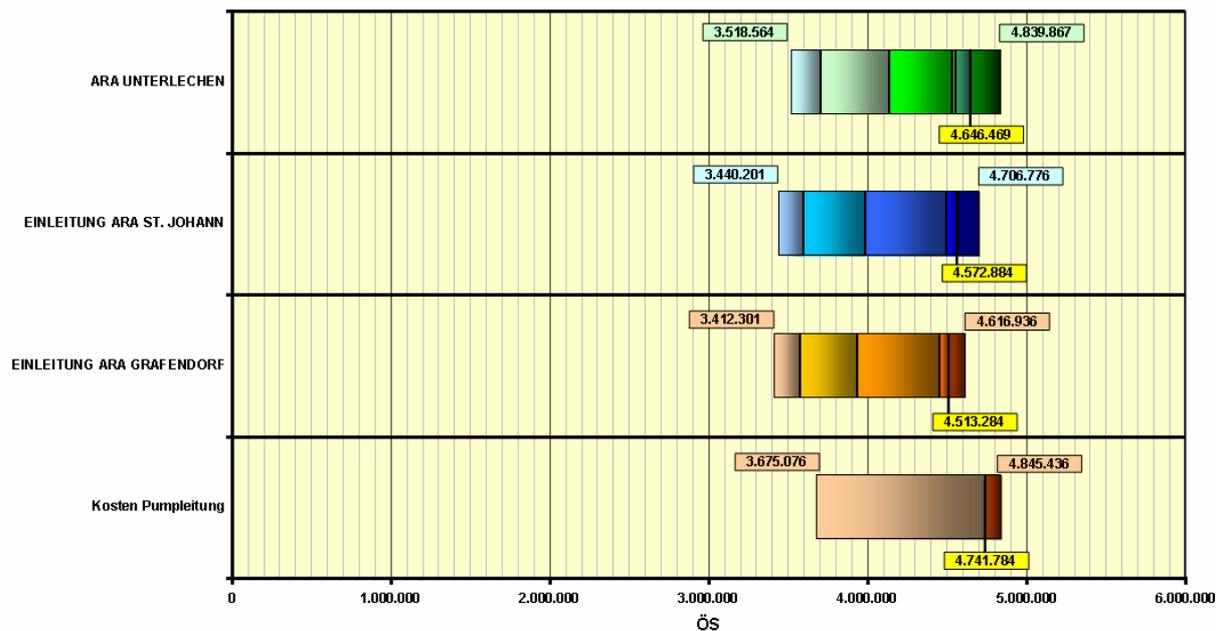


Abb. 4.3.3 Sensitivitätsanalyse der Investitionskosten

4.4.4 Projektkostenbarwerte

Wie in Abschnitt 4.4.1 "Investitionskosten" erklärt, werden für die Ermittlung der Projektkostenbarwerte bei betriebswirtschaftliche Betrachtung neben den von den Gemeinden angegebenen Einkaufskosten in das jeweilige Kanalnetz beziehungsweise in die Abwasserreinigungsanlage auch die Annuitäten, die in den jährlich zu bezahlenden Gebühren berücksichtigt werden, eingerechnet.

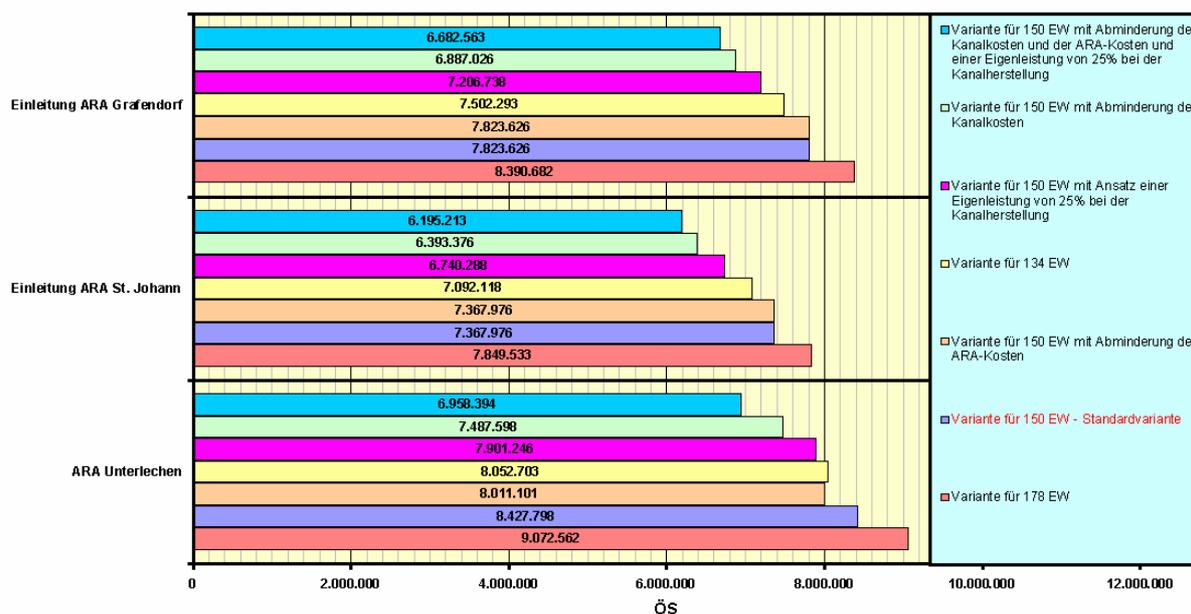


Abb. 4.4.4 Projektkostenbarwerte nach 30 Jahren

In der Abb. 4.4.4 sind die Projektkostenbarwerte aller 3 Varianten bei unterschiedlichen Absätzen dargestellt.

4.4.5 Bandbreite der Projektkostenbarwerte

Anhand der in Abb. 4.4.5 dargestellten Bandbreiten der Projektkostenbarwerte kann wieder eine Reihung der einzelnen Ausführungsvarianten vorgenommen werden.

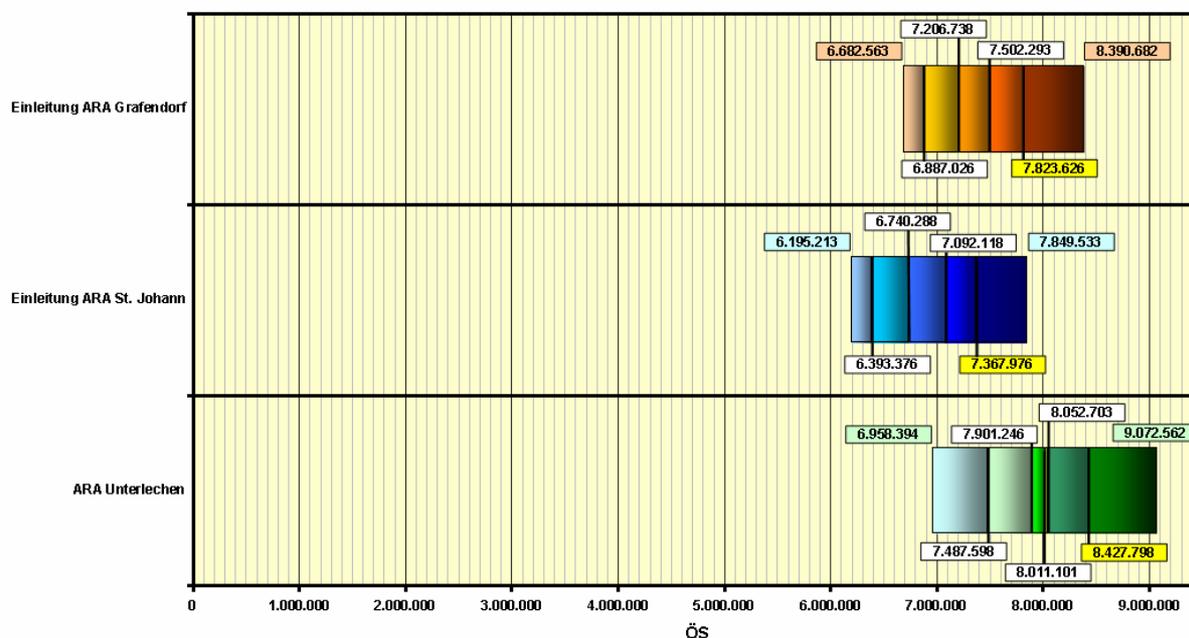


Abb. 4.4.5 Bandbreite der Projektkostenbarwerte

Dabei erkennt man, dass im Gegensatz zu der volkswirtschaftlichen Betrachtung die Variante "Einleitung ARA St. Johann" die betriebswirtschaftlich beste und damit kostengünstigste Variante darstellt.

Für die Variante "Einleitung ARA Grafendorf" wurden die jährlich zu bezahlenden Gebühren für die Mitbenutzung der Abwasserreinigungsanlage Grafendorf von den in der volkswirtschaftlichen Betrachtung berücksichtigten 200 ÖS/EW auf 435 ÖS/EW erhöht, da in der betriebswirtschaftlichen Betrachtung die Kreditrückzahlungen miteingerechnet werden. Dadurch erhöht sich natürlich der Projektkostenbarwert der Variante "Einleitung ARA Grafendorf".

Die jährlich zu bezahlenden Gebühren für die Variante "Einleitung ARA St. Johann" wurden von der Gemeinde St. Johann mit 300 ÖS/EW, sowohl für eine volkswirtschaftliche als auch für eine betriebswirtschaftliche Betrachtung, angegeben. Das bedeutet, dass bei der Variante St. Johann alle aufgenommenen Kredite bereits getilgt sind und dadurch keine Kreditrückzahlungen mehr anfallen.

Der Projektkostenbarwert der Variante "ARA Unterlechen" ändert sich nicht, da für diese Variante keinerlei Einkaufskosten in einen Verband anfallen.

4.4.6 Sensitivitätsanalyse der Projektkostenbarwerte

Mit Hilfe der in Abbildung 4.4.6 dargestellten Sensitivitätsanalyse wird die Verschiebung des Projektkostenbarwertes bei einer Berücksichtigung der höheren Herstellungskosten für die Pumpleitung dargestellt.

Dadurch erhöht sich der Projektkostenbarwert der Variante "Einleitung ARA Grafendorf" von 7.823.626 ÖS um die Mehrkosten der Pumpleitungen, die in der Strasse verlegt werden, um 228.500 ÖS auf 8.052.126 ÖS.

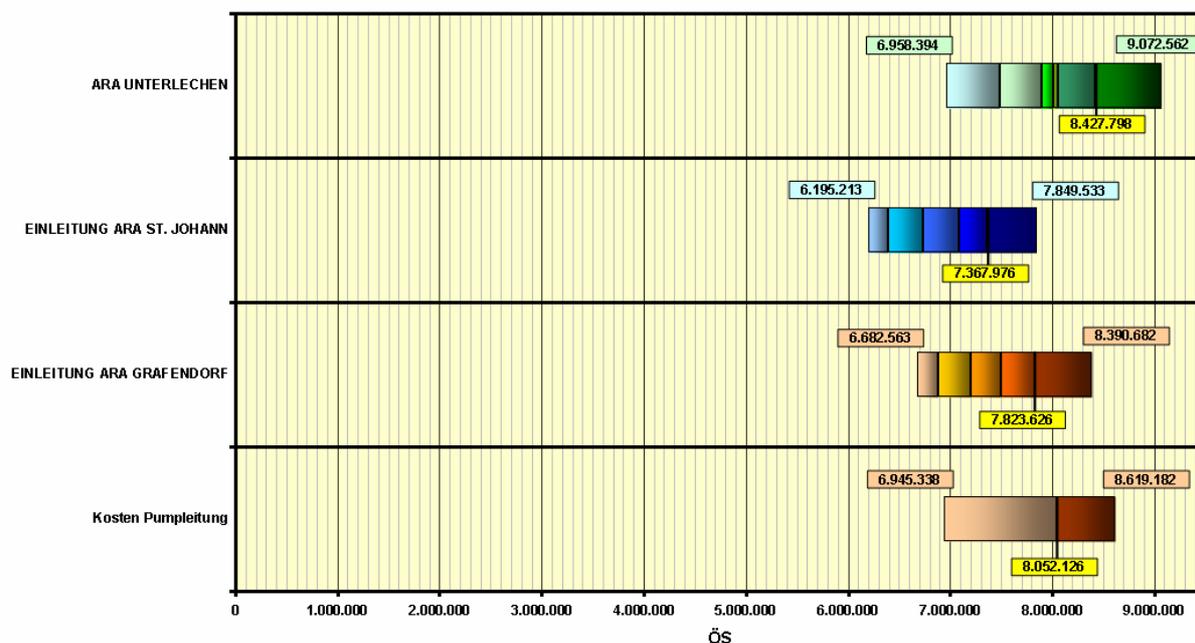


Abb. 4.4.6.1 Änderung der Projektkostenbarwerte bei Variation der jährlichen Betriebskosten

Durch eine Berücksichtigung der höheren Betriebskosten der Pumpleitungen, wie in Abschnitt 4.3.6 ausführlich behandelt, erhöhen sich die Projektkostenbarwerte aller drei Varianten in unterschiedlichem Ausmaß, je nachdem wie hoch der Strombedarf für das jeweilige Pumpwerk ist.

Für die Variante "Einleitung ARA Grafendorf" besteht jenes Pumpwerk mit der größten Förderhöhe und damit ist auch der höchste Strombedarf erforderlich, wodurch für diese Variante auch die größte Veränderung des Projektkostenbarwertes aller drei Varianten auftritt.

Dadurch kommt es, wie in der Abbildung 4.4.6.2 dargestellt, zu einer wesentlichen Änderung des betriebswirtschaftlichen Ergebnisses.

Die Variante "Einleitung ARA St. Johann" stellt nach wie vor die betriebswirtschaftlich beste und kostengünstigste Variante dar.

Der Projektkostenbarwert der Variante "Einleitung ARA Grafendorf" erhöht sich jedoch so stark, dass diese Variante, im Vergleich zum betriebswirtschaftlichen Ergebnis mit Berücksichtigung der geringeren Betriebskosten für die Pumpleitung (Standardberechnung), in der Reihung der Varianten an die letzte Stelle rückt und damit die teuerste Variante darstellt.

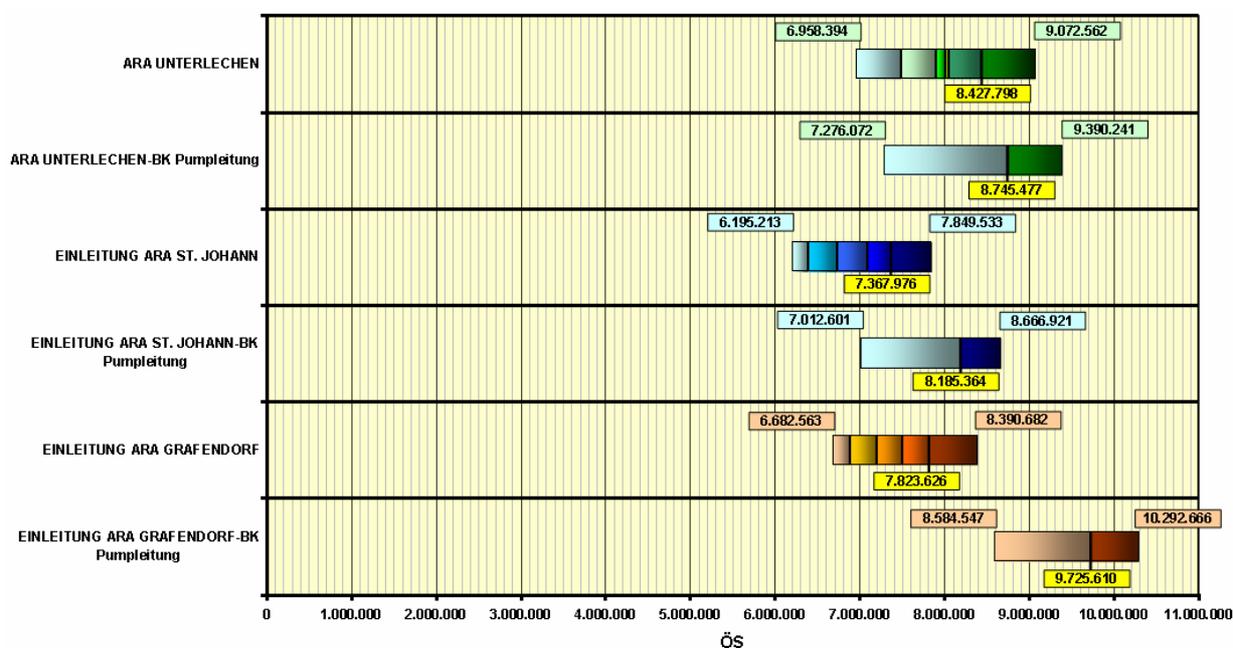


Abb. 4.4.6.2 Änderung der Projektkostenbarwerte bei Berücksichtigung der höheren jährlichen Betriebskosten der Pumpleitungen

Die Variante "ARA Unterlechen" stellt nicht mehr die teuerste Variante dar und liegt mit einem Projektkostenbarwert von 8.745.477 ÖS nur mehr um 560.113 ÖS über dem Projektkostenbarwert der Variante "Einleitung ARA St. Johann".

Darum wird betriebswirtschaftlich die Entscheidung über die Variante, die ausgeführt werden soll, zwischen den beiden Varianten "Einleitung ARA St. Johann" und "ARA Unterlechen" zu treffen sein.

4.5 Ökologische Betrachtung

4.5.1 Gewichtung

Als erster Schritt der ökologischen Betrachtung werden Kriterien für die Beurteilung der Ökologie, wie in Abschnitt 2.5.5 ausführlich beschrieben, festgelegt. Danach werden die Kriterien einzelnen Zielebenen zugeordnet. Für die ökologische Untersuchung wurden zwei Zielebenen festgelegt.

In diesem Variantenvergleich wurden als Kriterien der ersten Zielebene der Betrieb und die Errichtung der Anlage festgelegt.

Als nächster Schritt müssen die einzelnen Kriterien gewichtet werden. Dies erfolgt durch Zuordnung von prozentuellen Werten, mit Hilfe deren es möglich ist, die einzelnen Kriterien entsprechend ihrer Bedeutsamkeit zu gewichten. Das bedeutet umso wichtiger ein bestimmtes Kriterium ist, desto höher ist die ihm zugeordnete Prozentzahl. Betrachtet man beispielsweise das in der 1. Zielebene stehende Kriterium "Betrieb der Anlage", so erkennt man, dass dieses Kriterium mit 65% gewichtet wurde und deshalb einen weitaus größeren Einfluss auf das ökologische Ergebnis hat, als das ebenfalls in der ersten Zielebene vorzufindende Kriterium "Errichtung der Anlage", das nur mit 35% gewichtet wurde (siehe Abb. 4.5.1.1.).

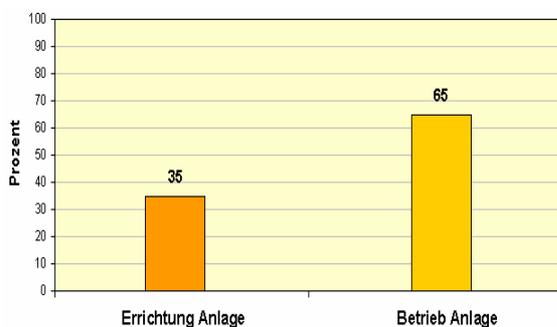


Abb. 4.5.1.1 1. Zielebene

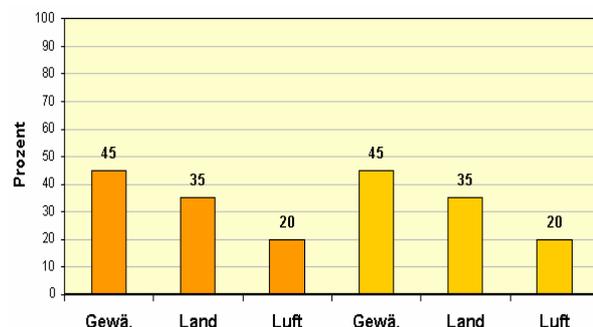


Abb. 4.5.1.2 2. Zielebene

Sowohl der Betrieb als auch die Errichtung der Anlage werden in der zweiten Zielebene in weitere drei Kriterien unterteilt (siehe Abb. 4.5.1.2). Diese drei Kriterien der zweiten Zielebene sind der Gewässerbereich, der Landlebensraum und die Luft.

Die Gewichtung für diese drei Kriterien sieht folgendermaßen aus :

- Gewässerbereich 45%
- Landlebensraum 35%
- Luft 20%

Für die Beurteilung der Beeinflussung des Gewässerbereiches, des Landlebensraumes und der Luft wurde ein Punktesystem (von 1 bis 3) für die Bewertung eingeführt.

Jene Variante, bei der die geringste Beeinflussung der Umwelt entsprechend den in Abschnitt 2.5.5 angeführten Anforderungen (Gewässerbereich, Landlebensraum, Luft) gegeben ist, erhält die höchste Punkteanzahl (3).

In der Tabelle der Abb. 4.5.1.3 "Zielerreichung - Errichtung der Anlage" kann man die Punkteverteilung für die einzelnen Bereiche jeder Variante ablesen. Bei einer erreichten Punkteanzahl von 1 und einem Punktemaximum von 3 erhält man einen Zielerreichungsgrad (Definition siehe Abschnitt 2.3) von 33 Prozent.

Errichtung der Anlage						
	Punkte	Zieler.	Pkt.	Zieler.	Pkt.	Zieler.
	VAR 1 - Unterlechen		VAR 2 - St. Johann		VAR 3 - Grafendorf	
Gewässerbereich	1,0	33	2,0	67	1,5	50
Landlebensraum	1,2	40	2,4	80	2,0	67
Luft	0,8	27	2,3	77	2,8	93

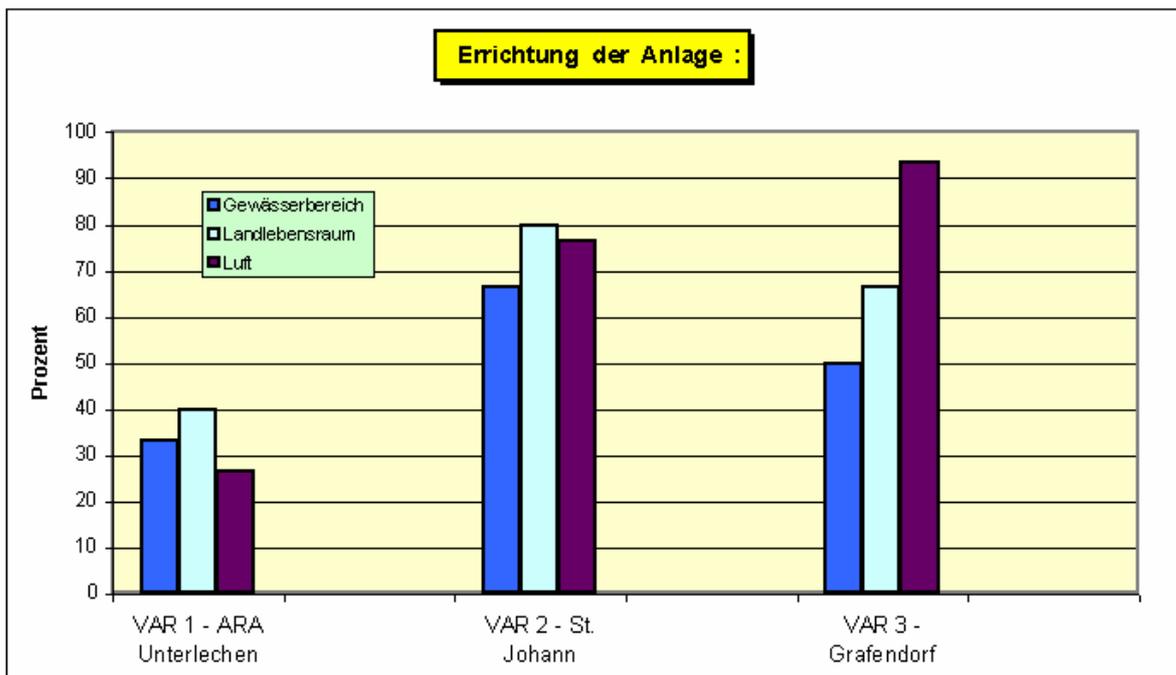


Abb. 4.5.1.3 Zielerreichung – Errichtung der Anlage

Außerdem sind aus obigem Diagramm die Zielerreichungsgrade der 3 Varianten für das Kriterium Errichtung der Anlage unterteilt in Gewässerbereich, Landlebensraum und Luft (durch die farbigen Balken dargestellt) ablesbar.

Betrieb der Anlage						
	Punkte	Zielerr.	Pkt.	Zielerr.	Pkt.	Zielerr.
	VAR 1 - Unterlechen		VAR 2 - St. Johann		VAR 3 - Grafendorf	
Gewässerbereich	2,0	67	2,8	93	2,7	90
Landlebensraum	1,2	40	2,6	87	2,3	77
Luft	1,4	47	3,0	100	3,0	100

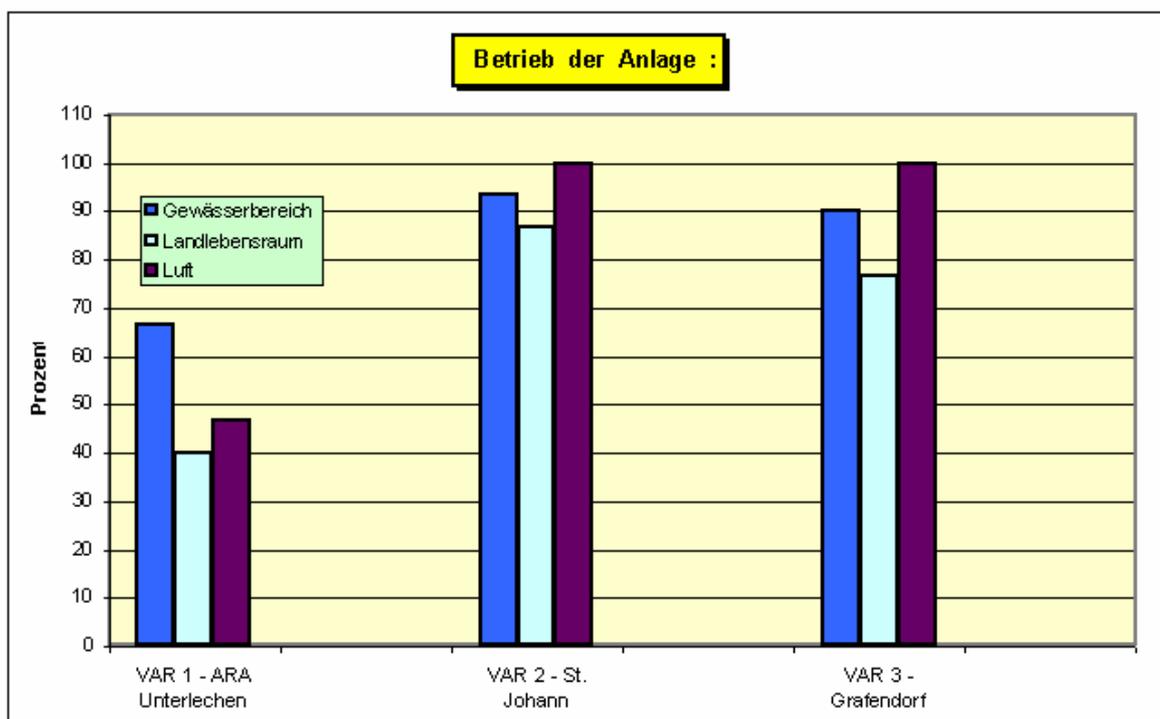


Abb. 4.5.1.4 Zielerreichung – Betrieb der Anlage

Aus der Abbildung 4.5.1.4 kann man ebenfalls die Punkteverteilung und den Zielerreichungsgrad der verschiedenen Bereiche der einzelnen Varianten ablesen, allerdings für das Kriterium "Betrieb der Anlage".

4.5.2 Flussdiagramm – Ökologie

Aus dem in Abbildung 4.5.2.1 dargestellten Flussdiagramm kann man die Verteilung der ökologischen Kriterien für die Bestimmung des Zielerreichungsgrades bei einer ökologische Betrachtung ablesen. In der ersten Zielebene stehen die Kriterien Errichtung der Anlage und Betrieb der Anlage. In der zweiten Zielebene werden sowohl das Kriterium der Errichtung der Anlage, als auch der Betrieb der Anlage in drei Unterpunkte, die durch den Gewässerbereich, den Landlebensraum und die Luft charakterisiert werden, unterteilt.

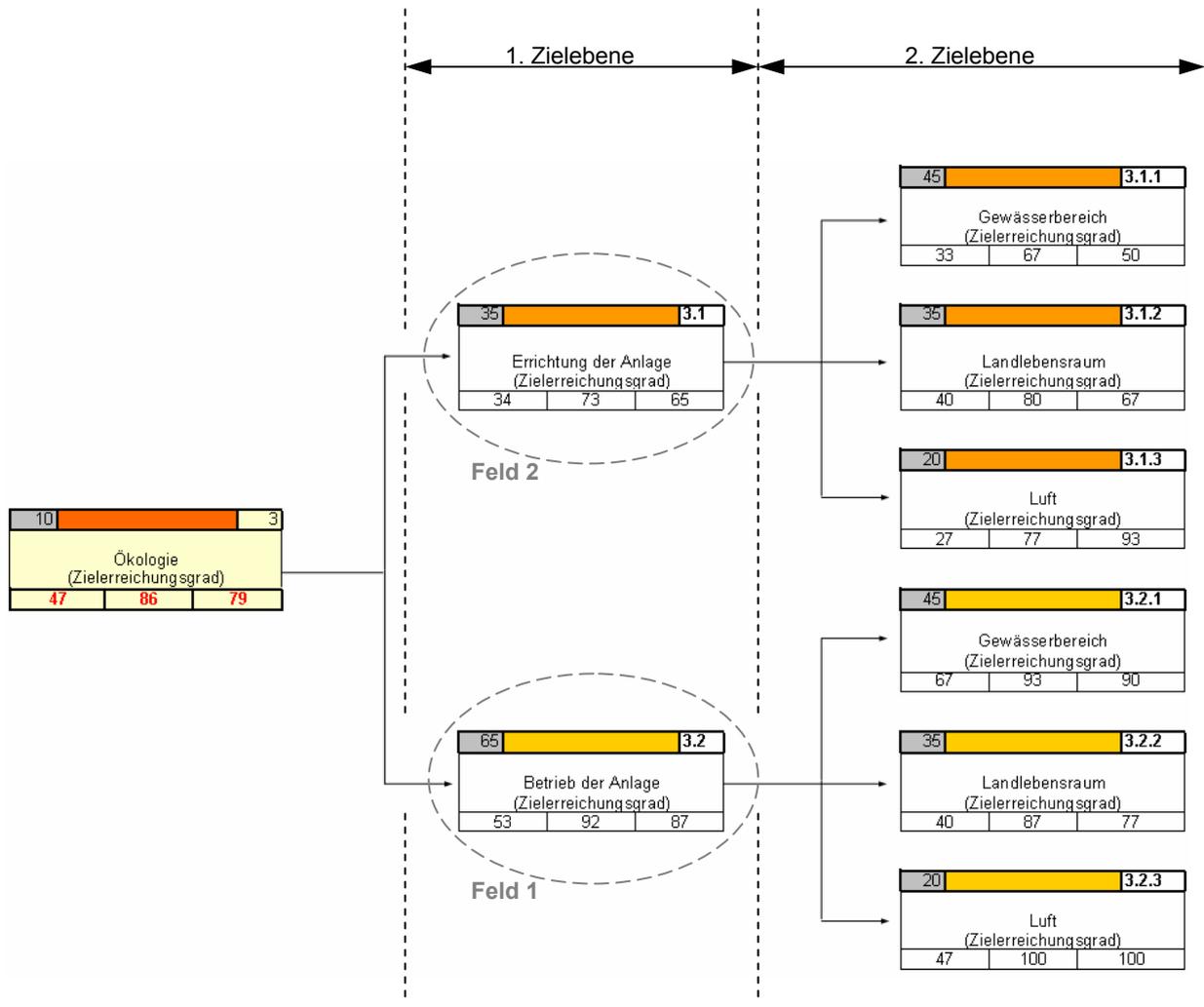


Abb. 4.5.2.1 Flussdiagramm - Ökologie

In den grau hinterlegten Feldern kann man die Prozentuelle Gewichtung der einzelnen Kriterien ablesen. Im unteren Bereich eines jeden Feldes (siehe Abb. 4.5.2.2 "Legende – Feld 1") kann man drei Werte ablesen, die den Zielerreichungsgrad der jeweiligen Variante angeben. Der äußerst linke Wert betrifft Variante 1, der nächste Variante 2 und der letzte die Variante 3.

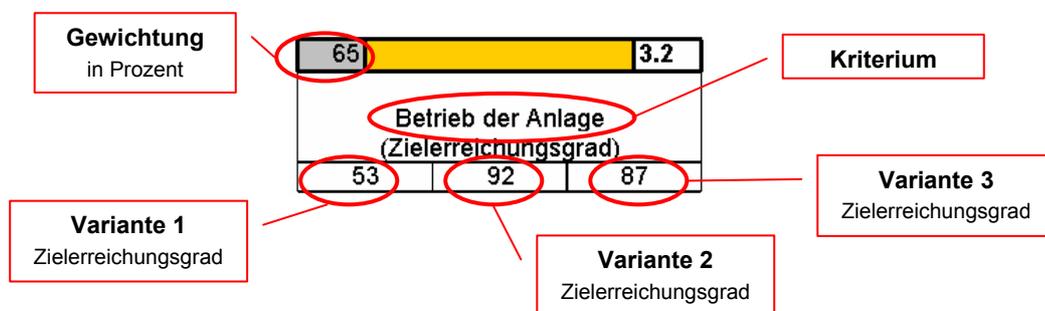


Abb. 4.5.2.2 Legende - Feld 1

Für das Kriterium Betrieb der Anlage erreicht beispielsweise die Variante 1 einen Zielerreichungsgrad von 53%, die Variante 2 einen von 92% und die Variante 3

erreicht 87%. Hat man einen Zielerreichungsgrad ermittelt, so benötigt man keine Zielfunktion mehr, da dann die Zielerreichungsgrade der höheren Zielebenen nur mehr durch Gewichtung und Addition, wie nachfolgend beschrieben, ermittelt werden.

Multipliziert man dann jeweils die in einem grau hinterlegten Feld stehende Prozentzahl mit dem Zielerreichungsgrad einer Variante, so erhält man einen gewichteten Zielerreichungsgrad (z.B. bei Variante 1 für den Betrieb der Anlage $0,65 \cdot 53 = 35$). Anschließend führt man diese Multiplikation für alle, innerhalb einer Zielebene liegenden Felder durch und erhält somit mehrere gewichtete Zielerreichungsgrade für diese eine Variante und für die unterschiedlichen Kriterien (z.B. für die 1. Zielebene und die Kriterien Betrieb und Errichtung der Anlage). Wenn man diese gewichteten Zielerreichungsgrade aller Kriterien innerhalb einer Zielebene aufsummiert, erhält man den Zielerreichungsgrad der nächsthöheren Zielebene der jeweiligen Variante. Bezogen auf das Flussdiagramm in Abb. 4.5.2.1 bedeutet das, dass man die 47% Zielerreichung der Variante 1 mit dem Kriterium Ökologie erhält, indem man die Werte der vorigen Zielebene aus dem Betrieb der Anlage ($0,65 \cdot 53 = 35$) und der Errichtung der Anlage ($0,35 \cdot 34 = 12$) addiert.

4.5.3 Zielerreichungsgrad - Ökologie

Damit man einen Zielerreichungsgrad ermitteln kann, muss man zuerst ein bestimmtes Ziel definieren. Im Falle der ökologische Betrachtung ist das Ziel eine möglichst geringe Beeinflussung und damit verbundene Schädigung der Umwelt sicherzustellen. Deshalb soll mit Hilfe des Zielerreichungsgrades die ökologisch beste Variante der drei zu untersuchenden Varianten gefunden werden.

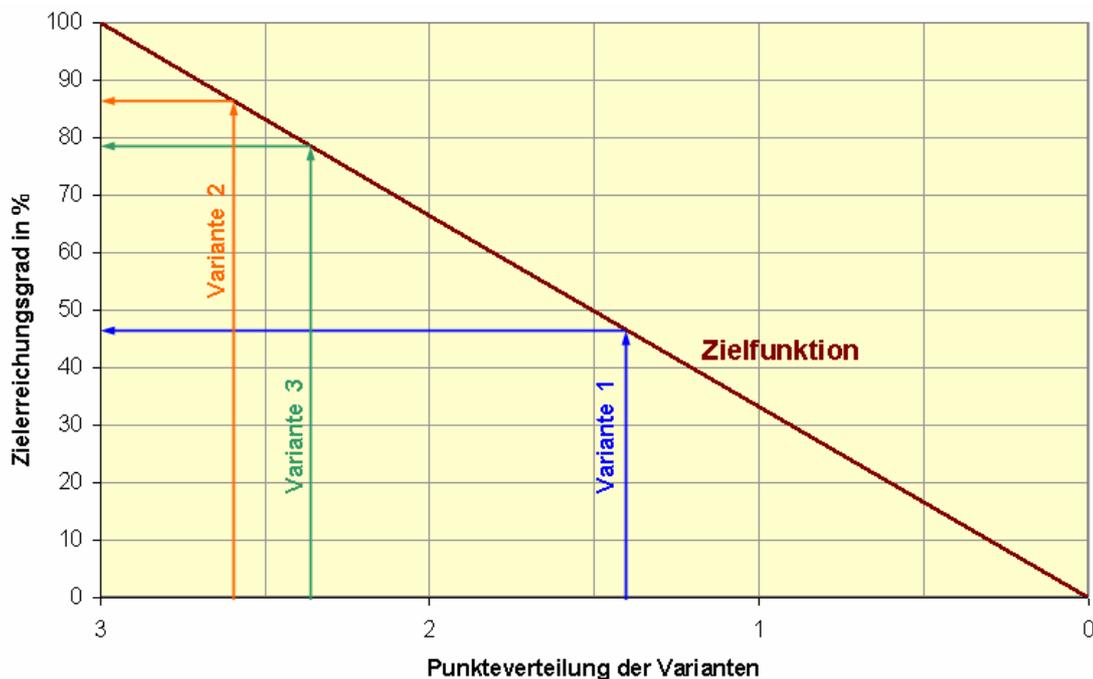


Abb. 4.5.3.1 Zielfunktion – 2. Zielebene

Nachdem das Ziel definiert wurde, kann die Zielerreichungsfunktion bestimmt werden. In Abb. 4.5.3.1 ist die ermittelte Zielerreichungsfunktion dargestellt. Aus diesem Diagramm kann man den Zielerreichungsgrad (in Prozent) der einzelnen Varianten in Abhängigkeit von der erreichten Punkteanzahl ablesen.

Betrachtet man nun die Variante 2 so erkennt man, dass diese Variante eine Punkteanzahl von 2,6 erreicht und somit bei der, im obigen Diagramm dargestellten, vordefinierten Zielfunktion einen Zielerreichungsgrad von 87% aufweist.

In der Abbildung 4.5.3.2 ist der ökologische Zielerreichungsgrad der zu untersuchenden Varianten übersichtlich dargestellt.

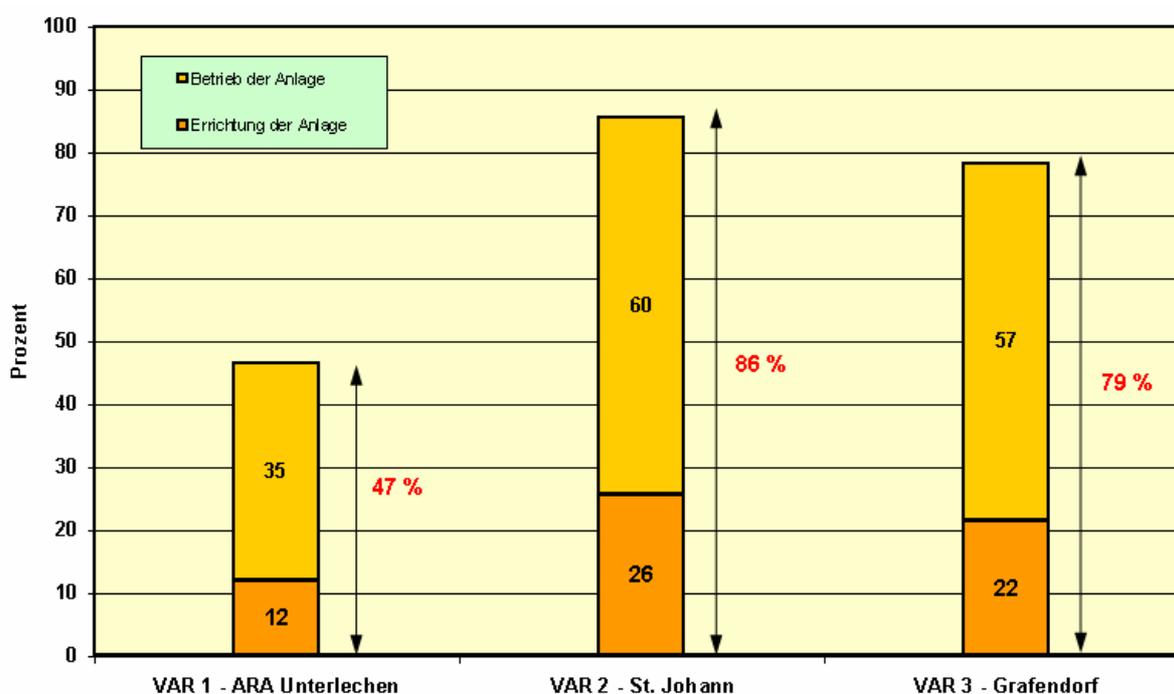


Abb. 4.5.3.2 Zielerreichungsgrad - Ökologie

Die zwei Farbbereiche (gelb und orange) innerhalb eines Balkens stellen die Kriterien Betrieb der Anlage und Errichtung der Anlage dar. Die Zahlen innerhalb dieser Farbbereiche geben den Zielerreichungsgrad der beiden Kriterien Betrieb der Anlage und Errichtung der Anlage an. Das bedeutet, der Zielerreichungsgrad von 47% der Variante 1 "ARA Unterlechen" setzt sich aus dem Zielerreichungsgrad der gewichteten Kriterien Betrieb der Anlage (35% Zielerreichungsgrad) und Errichtung der Anlage (12% Zielerreichungsgrad) zusammen.

Anhand der Abb. 4.5.3.2 kann man erkennen, dass die Variante 2 "Ableitung nach St. Johann" aus ökologischer Sicht die beste Variante ist, da sie den größten Zielerreichungsgrad (86%) besitzt. Das bedeutet, dass bei Ausführung der Variante 2 die geringste Beeinflussung der Umwelt auftreten wird.

4.6 Durchrechnung auf den Endverbraucher

Wie in Abschnitt 2.5.6 bereits erläutert ist für die ökologisch, volks- und betriebswirtschaftlich beste Lösung eine Durchrechnung der Kosten auf den Endverbraucher unter Berücksichtigung der Förderung durchzuführen. Die Förderung wird nur gewährt wenn die volkswirtschaftlich günstigste Variante realisiert wird und setzt sich aus einer Bundesförderung und einer Förderung des Landes Steiermark zusammen. In der nachfolgenden Durchrechnung auf den Endverbraucher wurden nach Absprache mit der Steiermärkischen Landesregierung eine Bundesförderung in der Höhe von 20% und ein Landesbeitrag in der Höhe von 15% berücksichtigt.

In der nachfolgenden Tabelle 4.6.1 "Zusammenstellung" werden alle innerhalb von 30 Jahren (beginnend im Jahr 2001) anfallenden Kosten aufgelistet und anschließend die kostendeckenden Gebühren über diesen Zeitraum ermittelt.

	Sonst. Darlehen	UFG 93	Betr.ko.	Su Ausgaben	Betriebs- einheit	kostendeck. Gebühren je EW	kostendeck. Gebühren aller EW
2001	-	-	-	-	-	-	0
2002	48.119	-	-	48.119	84	572,8	48.119
2003	48.119	-	86.828	134.947	84	1.606,5	134.947
2004	48.119	90.773	87.696	226.587	84	2.697,5	226.587
2005	48.119	91.175	88.573	227.867	84	2.712,7	227.867
2006	48.119	91.573	89.459	229.151	84	2.728,0	229.151
2007	48.119	91.968	90.353	230.440	84	2.743,3	230.440
2008	48.119	92.358	91.257	231.734	84	2.758,7	231.734
2009	48.119	92.745	92.170	233.033	84	2.774,2	233.033
2010	48.119	93.128	93.091	234.338	84	2.789,7	234.338
2011	48.119	93.506	94.022	235.647	84	2.805,3	235.647
2012	48.119	93.882	94.962	236.963	84	2.821,0	236.963
2013	48.119	94.253	95.912	238.284	84	2.836,7	238.284
2014	48.119	94.621	96.871	239.610	84	2.852,5	239.610
2015	48.119	94.984	97.840	240.943	84	2.868,4	240.943
2016	48.119	95.345	98.818	242.282	84	2.884,3	242.282
2017	48.119	95.701	99.806	243.626	84	2.900,3	243.626
2018	48.119	96.054	100.805	244.978	84	2.916,4	244.978
2019	48.119	96.404	101.813	246.335	84	2.932,6	246.335
2020	48.119	96.750	102.831	247.699	84	2.948,8	247.699
2021	48.119	97.092	103.859	249.070	84	2.965,1	249.070
2022	48.119	97.431	104.898	250.447	84	2.981,5	250.447
2023	48.119	97.766	105.947	251.831	84	2.998,0	251.831
2024	48.119	98.097	107.006	253.222	84	3.014,5	253.222
2025	48.119	98.425	108.076	254.620	84	3.031,2	254.620
2026	48.119	98.749	109.157	256.024	84	3.047,9	256.024
2027	48.119	99.068	110.248	257.435	84	3.064,7	257.435
2028	-	99.379	111.351	210.730	84	2.508,7	210.730
2029	-	-	112.464	112.464	84	1.338,9	112.464
2030	-	-	113.589	113.589	84	1.352,3	113.589
2031	-	-	114.725	114.725	84	1.365,8	114.725
			6.536.738				6.536.738

Tab. 4.6.1 Zusammenstellung – Variante "Einleitung ARA St. Johann"

Der Baubeginn wurde mit dem Jahr 2002 und das Bauende mit dem Jahr 2003 angenommen. Deshalb beginnen die Betriebskosten auch erst mit dem Jahr 2003. Für die Realisierung der Variante "Einleitung ARA St. Johann" fallen für den Kanal Investitionskosten in der Höhe von 4.572.884 ÖS an.

Somit ergibt sich bei 15 Prozent Landesbeitrag eine Förderung des Landes Steiermark in der Höhe von 685.933 ÖS. Diese Förderung wird durch Aufnahme eines Darlehens mit einer Laufzeit von 25 Jahren und einer Effektivverzinsung von 5% zurückgezahlt. Dadurch ergeben sich Annuitäten in der Höhe von 48.119 ÖS, wie in der Tab. 4.6.1 unter dem Begriff "sonstige Darlehen" dargestellt.

Unter dem Begriff "UFG 93" in der Tabelle 4.6.1 kann man die Rückzahlungsraten für die entsprechend dem Umweltförderungsgesetz 1993 gewährte Bundesförderung ablesen. Bei diesen angegebenen Werten sind die gewährten Zuschüsse des Bundes bereits abgezogen. Weiters werden in der Zusammenstellung die in der betriebswirtschaftlichen Betrachtung berechneten jährlichen Betriebskosten in einer eigenen Spalte aufgelistet. Dabei wurde für die Betriebskosten eine jährliche Steigerung von einem Prozent angesetzt.

In der nächsten Spalte werden dann alle anfallenden Ausgaben zusammengefasst. Durch Division dieser Ausgaben durch die tatsächlich vorhandene Einwohnerzahl von 84 erhält man die kostendeckenden Gebühren pro Einwohner über die gesamten 30 Jahre. Diese **kostendeckenden, jährlichen Gebühren** sind in der Abb. 4.6.2 durch die **grün** eingezeichnete Linie dargestellt.

Die **violett** eingezeichnete Linie zeigt den Verlauf von aufgrund einer angesetzten Verzinsung von einem Prozent **konstant steigenden, jährlichen Gebühren** an, durch deren Bezahlung ebenfalls eine Kostendeckung über 30 Jahre erreicht wird.

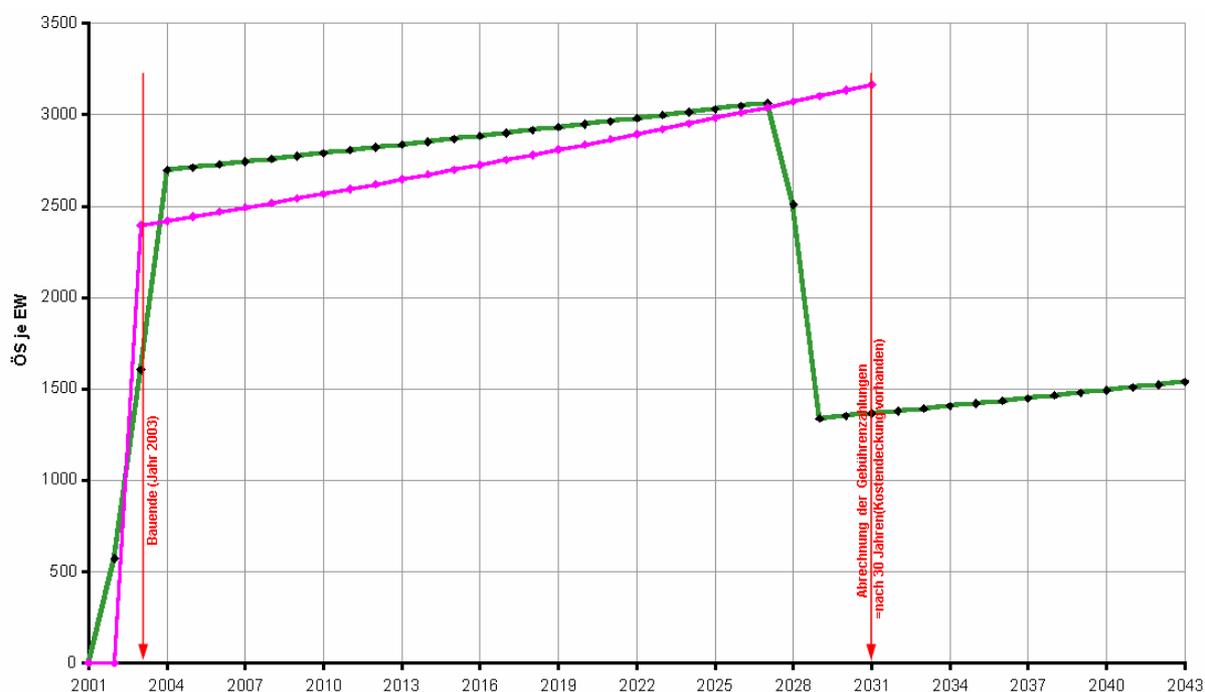


Abb. 4.6.2 Kostendeckende Gebühren über 30 Jahre
Variante "Einleitung ARA St. Johann"

Wie man der Tab. 4.6.1 entnehmen kann, entspricht die Summe der Ausgaben mit 6.536.738 ÖS exakt den eingehobenen Gebühren, wodurch eine Kostendeckung vorhanden ist.

4.7 Ausführungsvorschlag - Zielerreichungsgrad

4.7.1 Gewichtung

Auch hier werden als erster Schritt bestimmte Kriterien, die für die Ermittlung des Zielerreichungsgerades herangezogen werden, festgelegt. Anschließend werden diese Kriterien einzelnen Zielebenen zugeordnet. Für die Bestimmung des Ausführungsvorschlages wurden zwei Zielebenen festgelegt. In der ersten Zielebene werden die Kriterien volkswirtschaftliche Kosten, betriebswirtschaftlichen Kosten und Ökologie unterschieden. Um diese Kriterien entsprechend gewichten zu können, erfolgt eine Differenzierung der Kriterien mit Hilfe einer prozentuellen Verteilung (Gewichtung) entsprechend der Bedeutung die den verschiedenen Kriterien beigemessen wird. Das bedeutet, je größer der prozentuelle Anteil eines Kriteriums ist, desto größer ist sein Einfluss auf den zu ermittelnden Ausführungsvorschlag. In der nachfolgenden Abb. 4.7.1.1 ist die prozentuelle Verteilung für die drei in der ersten Zielebene stehenden Kriterien durch Balken mit unterschiedlichen Farben dargestellt.

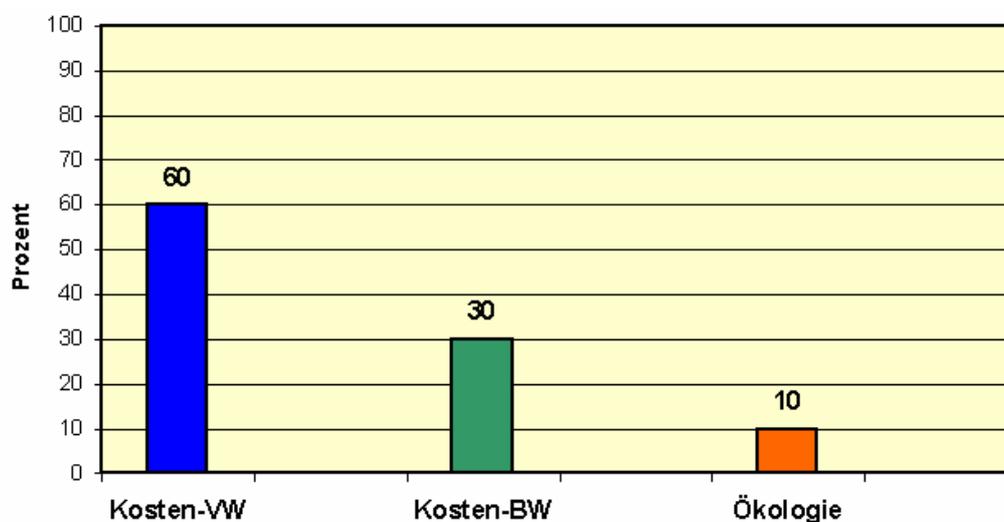


Abb. 4.7.1.1 Gewichtung - 1. Zielebene

Wie aus Abb. 4.7.1.1 ersichtlich ist, wurden die volkswirtschaftlichen Kosten mit 60%, die betriebswirtschaftlichen Kosten mit 30% und das Kriterium Ökologie mit 10% gewichtet. Jedes dieser Kriterien der ersten Zielebene wird anschließend in einer zweiten Zielebene in weitere Unterkriterien aufgespalten. Diese Unterkriterien stellen im Falle des Kriteriums der volkswirtschaftlichen und der betriebswirtschaftlichen Kosten die Investitionskosten, die Reinvestitionskosten und die Betriebskosten dar. Für die Berechnung wird das Unterkriterium Investitionskosten mit 50% bewertet, Unterkriterium Reinvestitionskosten mit 20% und das Unterkriterium Betriebskosten wird mit 30% gewichtet. Das Kriterium der Ökologie wird in der zweiten Zielebene in

die Kriterien Betrieb der Anlage und Errichtung der Anlage aufgeteilt, die mit 65% für den Betrieb und mit 35% für die Errichtung der Anlage berücksichtigt wurden.

In der Abb. 4.7.1.2 sind die im vorigen Abschnitt erwähnten prozentuellen Verteilungen (Gewichtungen) durch farbige Balken mit der der Gewichtung entsprechenden Prozentzahl darüber dargestellt.

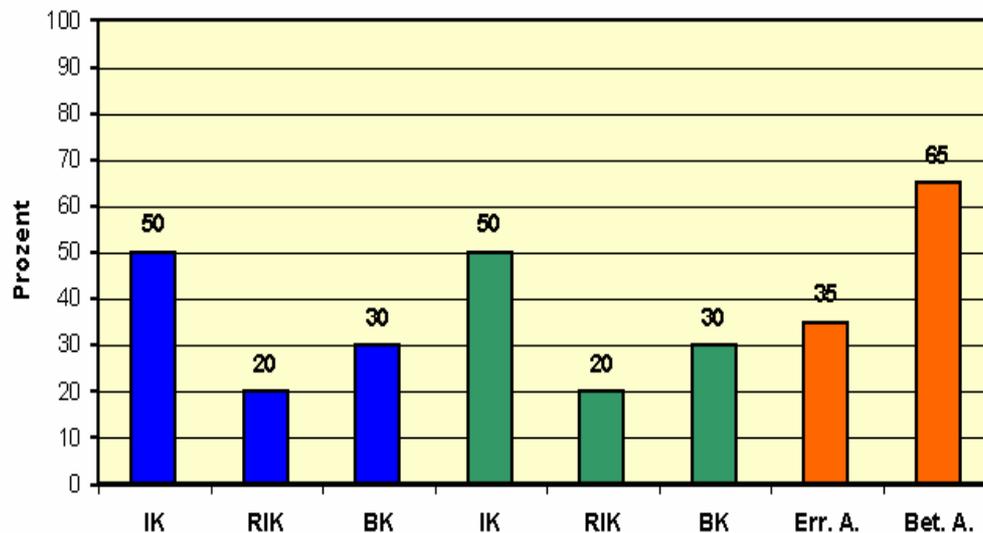


Abb. 4.7.1.2 Gewichtung - 2. Zielebene

Die blau gefärbten Balken stellen die Unterkriterien des Kriteriums "volkswirtschaftlichen Kosten" dar und die grün bzw. orange dargestellten Balken entsprechen den farbgleich abgebildeten anderen Kriterien der ersten Zielebene (siehe Abb.4.7.1.2).

4.7.2 Flussdiagramm – Ausführung

Mit Hilfe des in Abbildung 4.7.2.1 dargestellten Flussdiagramms werden die vorhin beschriebenen Kriterien, die Unterkriterien und auch die Zielebenen in grafisch übersichtlicher Form dargestellt. Dadurch kann man sofort ablesen, aus welchen Unterkriterien sich beispielsweise das Kriterium volkswirtschaftliche Kosten zusammensetzt und welcher Zielebene es zugeordnet ist.

Innerhalb der einzelnen Felder (z. B. Feld 2) kann man zahlreiche Informationen ablesen. Im linken oberen Teil eines jeden solchen Feldes ist die prozentuelle Gewichtung des jeweiligen Kriteriums, die durch ein grau hinterlegtes Feld gekennzeichnet ist, dargestellt. In der Mitte jedes Feldes steht das Kriterium und unmittelbar darunter kann man die "Einheit" ablesen (z.B. Zielerreichungsgrad, IK/EW, BK/EW, RIK/EW). Im unteren Teil eines jeden Feldes sind drei kleiner Felder

angeordnet, in denen die der jeweiligen "Einheit" entsprechenden Werte der drei Varianten stehen. Der erste dieser Werte gilt für Variante 1 "Eigene ARA Unterlechen", der zweite Wert für Variante 2 "Einleitung ARA St. Johann" und der letzte Wert betrifft die 3. Variante "Einleitung ARA Grafendorf".

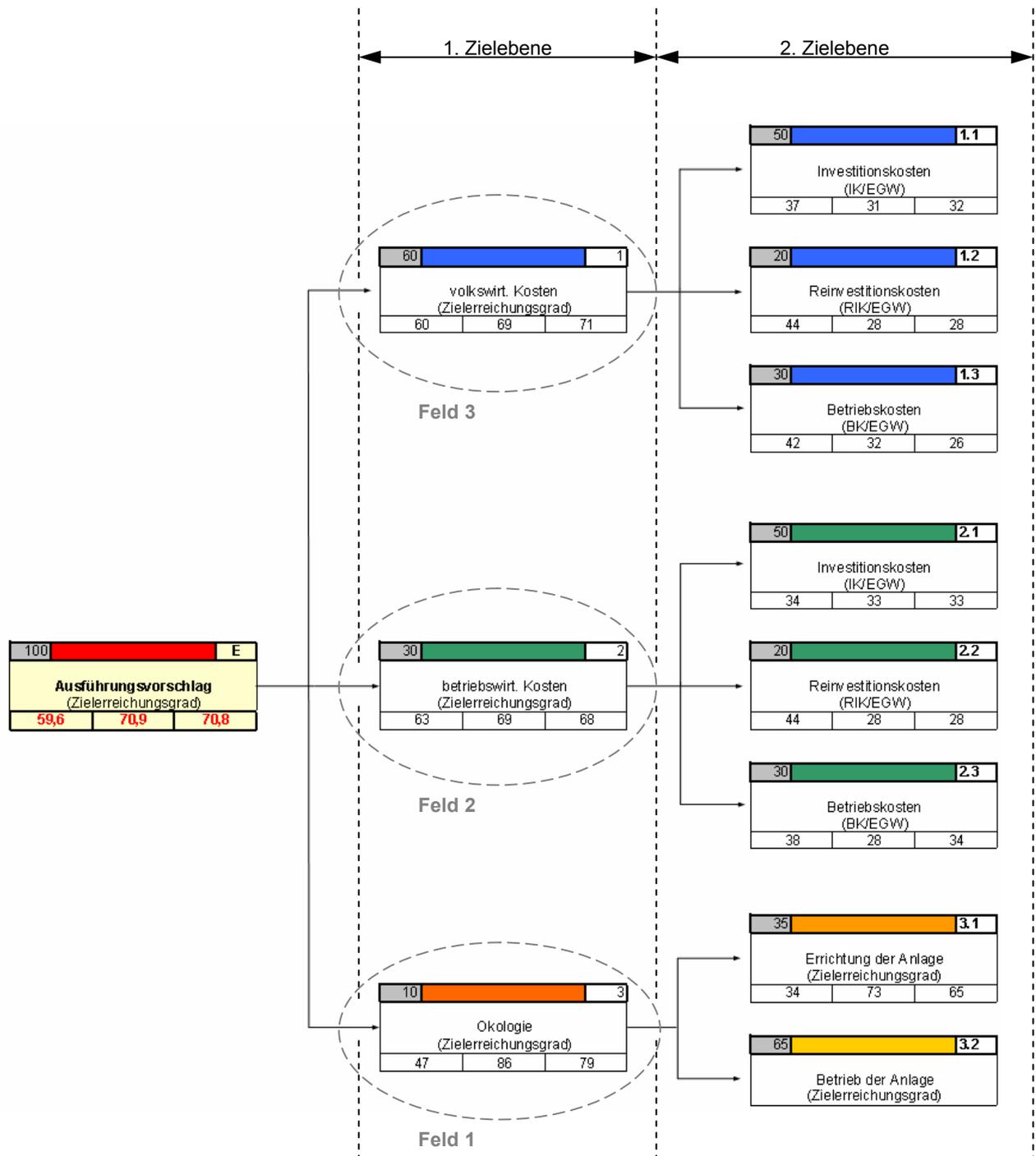


Abb. 4.7.2.1 Flussdiagramm - Ausführung

4.7.3 Zielerreichungsgrad - Ausführung

Nach erfolgter Gewichtung muss man ein Ziel definieren um eine Zielfunktion bestimmen zu können. Legt man dann noch ein Kriterium zur Beurteilung fest, wie im Abschnitt 4.7.1 beschrieben, dann kann man mit Hilfe des Kriteriums und der Zielerreichungsfunktion einen Zielerreichungsgrad ermitteln (siehe Abb. 4.7.3.1).

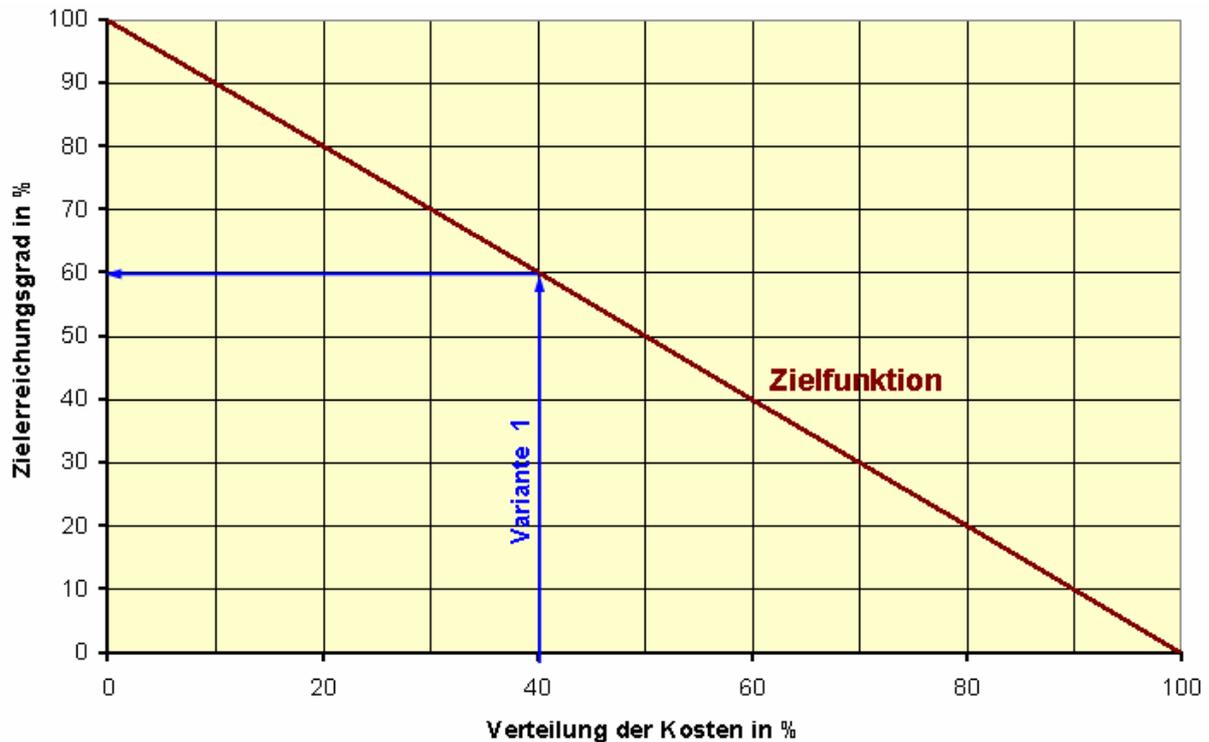


Abb. 4.7.3.1 Zielfunktion – 1. Zielebene

Im obigen Diagramm wird die Höhe der Kosten als Ziel definiert. Durch dieses vordefinierte Ziel erhält man den größten Nutzen, der darin besteht die anfallenden Kosten möglichst gering zu halten.

Mit Hilfe des vordefinierte Zieles lässt sich eine Zielfunktion ermitteln. Anhand dieser Zielfunktion kann man den Zielerreichungsgrad in Abhängigkeit von dem prozentuellen Anteil der Kosten an den Gesamtkosten ermitteln.

Betragen nun die Kosten einer Variante 40% der Gesamtkosten, dann ergibt sich bei einer vordefinierten Zielfunktion ein Zielerreichungsgrad von 60%. Das bedeutet, je geringer die Kosten einer Variante sind, desto größer ist der Zielerreichungsgrad.

Für die praktische Berechnung des Zielerreichungsgrades bedeutet das :

Betrachtet man beispielsweise das Kriterium der bewerteten Investitionskosten (IK/EW) bei volkswirtschaftlicher Betrachtung, die in der 2. Zielebene (siehe Abb. 4.7.2.1) stehen, so kann man für die 1. Variante 37% ablesen. Für die bewerteten Investitionskosten beträgt die Gesamtsumme 83.891 ÖS/EW. Die bewerteten

Investitionskosten der Variante 1 machen in dieser Berechnung 30.976 ÖS/EW aus und entsprechen somit den vorhin erwähnten 37%.

Nachdem alle bewerteten Kosten der 2. Zielebene errechnet wurden, können sie mit Hilfe der ihnen zugeteilten Gewichtung, die man jeweils aus den grau hinterlegten Feldern ablesen kann (siehe Abb. 4.7.3.2), gewichtet und unter dem jeweiligen Kriterium der nächsthöheren Zielebene für die einzelnen Varianten zusammengefasst werden. Mit diesen gewichteten Kriterien kann nun der Zielerreichungsgrad der 1. Zielebene in Abhängigkeit von der vorher definierten Zielfunktion (siehe Abb. 4.7.3.1) errechnet werden.

Zieht man nun beispielsweise das Kriterium der volkswirtschaftlichen Kosten zu einer näheren Betrachtung heran, so sieht die eben erklärte Ermittlung des Zielerreichungsgrades wie nachfolgend beschrieben aus :

Betrachtet man in Abbildung 4.7.3.2 das Kriterium der durch einen blauen Balken dargestellten volkswirtschaftlichen Kosten, so kann man für die Variante 1 einen Zielerreichungsgrad von 60% ablesen. Um diesen Zielerreichungsgrad zu erhalten, müssen zuerst die bewerteten Investitionskosten der 2. Zielebene, wie aus dem Flussdiagramm in Abb. 4.7.3.2 ersichtlich ist, berechnet werden.

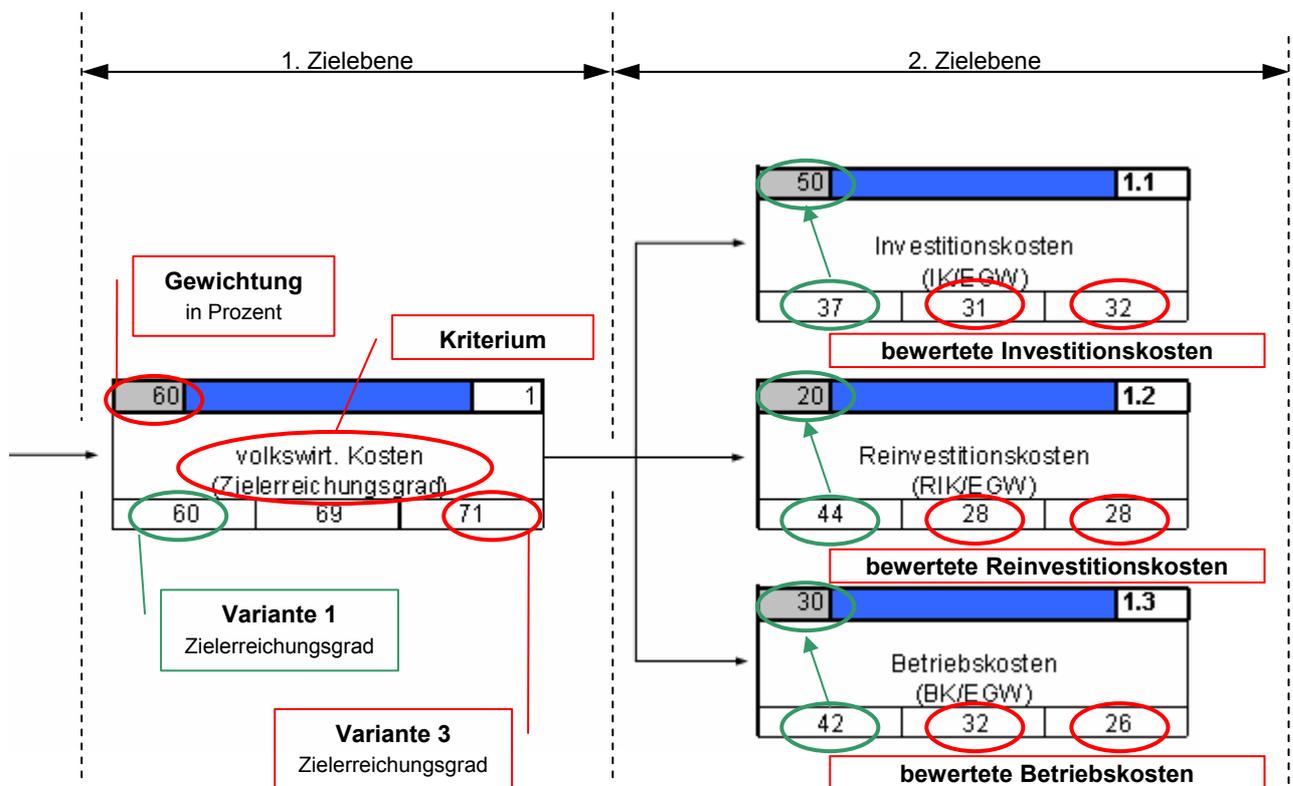


Abb. 4.7.3.2 Kriterium volkswirtschaftliche Kosten

Daraufhin werden die ermittelten Daten der Investitionskosten ($37 \cdot 0,5 = 18,5$), der Reinvestitionskosten ($44 \cdot 0,2 = 8,8$) und der Betriebskosten ($42 \cdot 0,3 = 12,6$) gewichtet und anschließend addiert ($18,5 + 8,8 + 12,6 = 39,9 \sim 40\%$). Das Ergebnis (=40%) stellt das gewichtete Kriterium der 1. Zielebene dar.

Mit Hilfe dieses gewichteten Kriteriums und der Zielfunktion, wie in Abb. 4.7.3.1 abgebildet, erhält man dann den Zielerreichungsgrad von 60% für die Variante 1.

Diese eben erklärte Berechnung wird für alle 3 Varianten und für eine volkswirtschaftliche, eine betriebswirtschaftliche und eine ökologische Betrachtung durchgeführt (siehe Flussdiagramm der Abb. 4.7.2.1). Dadurch erhält man dann den Zielerreichungsgrad aller 3 Varianten in der 1. Zielebene, wie in Abb. 4.7.3.2 dargestellt, für die Kriterien volkswirtschaftliche Kosten, betriebswirtschaftliche Kosten und Ökologie. Für die Ermittlung des Ausführungsvorschlages wird keine Zielfunktion mehr benötigt. Der Zielerreichungsgrad aller 3 Varianten zur Ermittlung des Ausführungsvorschlages wird nur mehr durch Gewichtung und anschließende Addition der 3 Kriterien der 1. Zielebene (volkswirtschaftliche Kosten, betriebswirtschaftliche Kosten und Ökologie), wie in Abb. 4.7.2.1 dargestellt, bestimmt.

	Zielerreichungsgrad - Ausführungsv.			Zielerreichungsgrad - 1. Ziele.		
	VAR 1 - ARA Unterl.	VAR 2 - St. Johann	VAR 3 - Grafendorf	VAR 1 - ARA Unterl.	VAR 2 - St. Johann	VAR 3 - Grafendorf
Kosten-VW	36,0	41,6	42,5	60	69	71
Kosten-BW	18,9	20,8	20,4	63	69	68
Ökologie	4,7	8,5	7,9	47	86	79
	59,6	70,9	70,8			

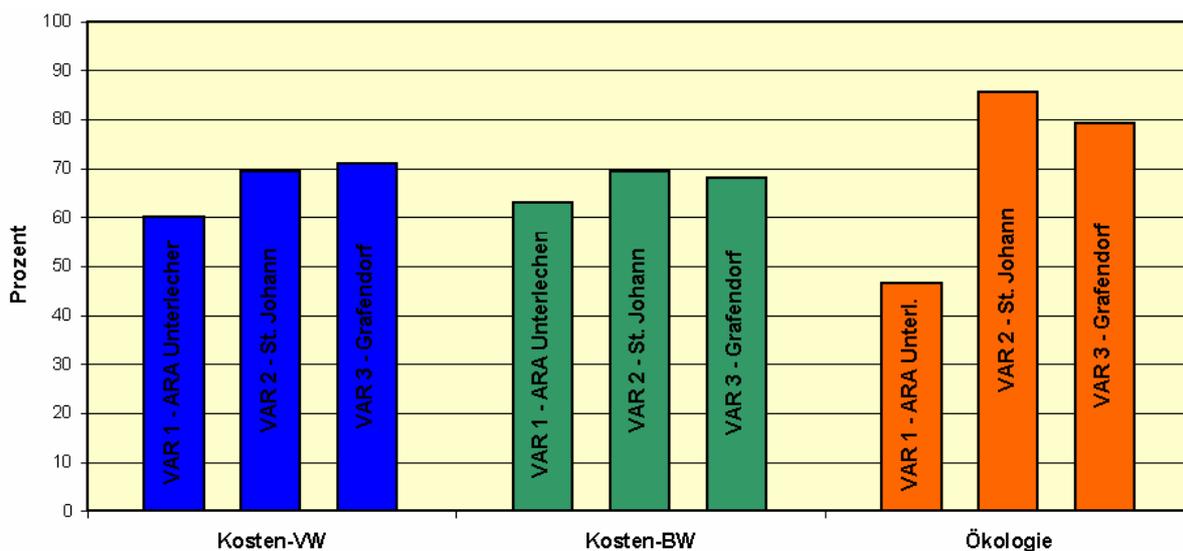


Abb. 4.7.3.2 Zielerreichungsgrad 1. Zielebene

Im Diagramm der Abb. 4.7.3.2 sind die Zielerreichungsgrade aller 3 Varianten für die einzelnen Kriterien noch einmal zusammengefasst.

In der Abbildung 4.7.3.3 ist die Zusammensetzung der Zielerreichungsgrade aller 3 Varianten, die man auch aus der Tabelle der Abb. 4.7.3.2 ablesen kann, in grafischer Form übersichtlich zusammengestellt.

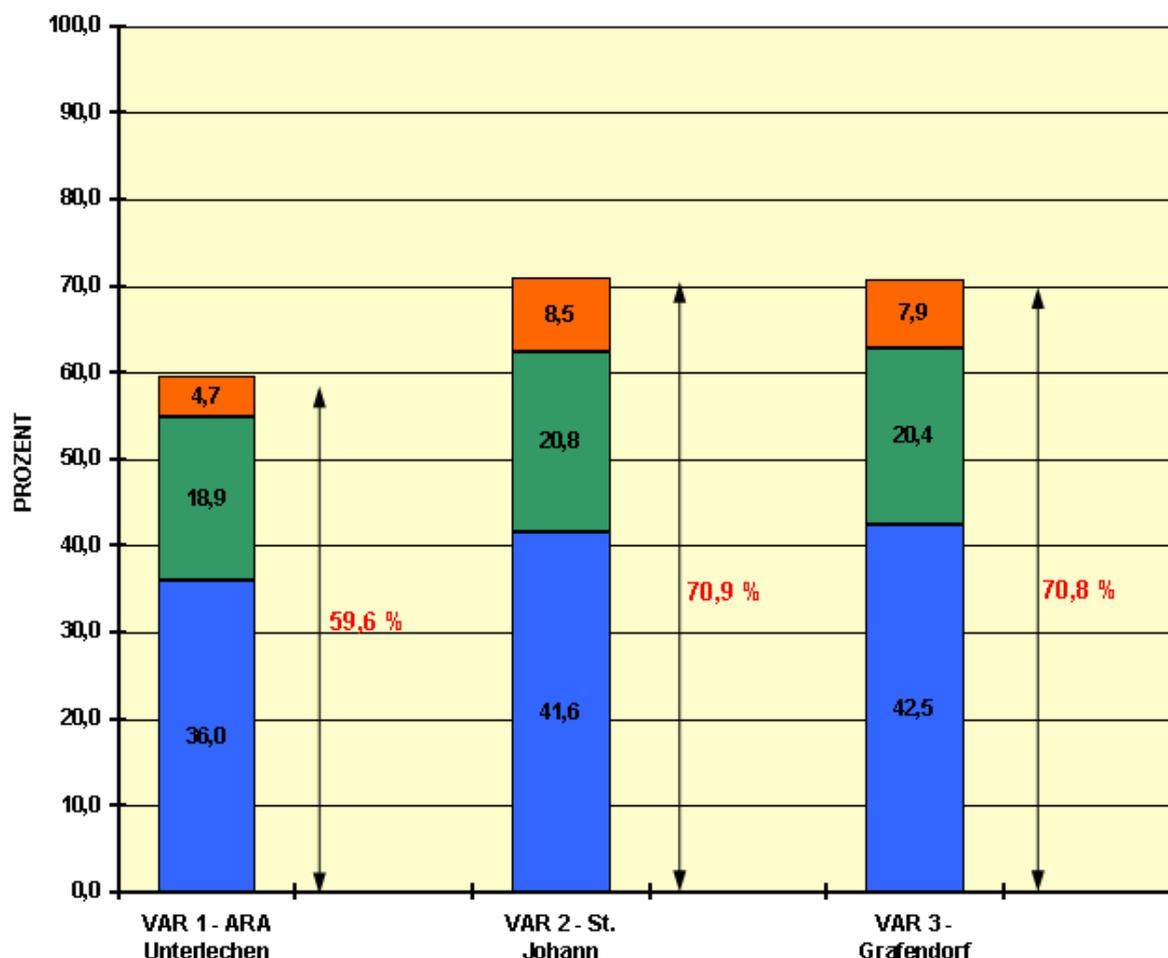


Abb. 4.7.3.3 Zielerreichungsgrad - Ausführung

Der blaue Teil der dreifarbigen Balken stellt jeweils das Kriterium volkswirtschaftliche Kosten dar. Dabei kann man erkennen, dass die Variante "Einleitung ARA Grafendorf" die volkswirtschaftlich günstigste Variante darstellt.

Durch den grünen Teil der Balken wird das Kriterium der betriebswirtschaftlichen Kosten charakterisiert. Hier ist die Variante "Einleitung ARA St. Johann" als betriebswirtschaftlich günstigste Variante anzusehen.

Orangefarben ist der letzte Teil der Balken, der die Ökologie beschreibt, dargestellt. Ökologisch gesehen ist, wie im Abschnitt 4.5 "Ökologische Betrachtung" bereits beschrieben, ebenfalls die Variante 2 "Einleitung ARA St. Johann" zu favorisieren.

4.7.4 Beurteilung der Ergebnisse

In diesem Abschnitt soll nun entsprechend den Forderungen der Steiermärkischen Landesregierung eine abschließende Beurteilung der Ergebnisse unter Einbeziehung aller ökologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte vorgenommen werden.

Entsprechend der Reihung der untersuchten Varianten nach ökologischen und wirtschaftlichen Kriterien, wie in vorigem Abschnitt ausgeführt, kann abschließend folgender Ausführungsvorschlag gemacht werden.

Bei einer strengen Betrachtung der Ergebnisse stellt sich die Variante 2 "Einleitung ARA St. Johann" mit einem Zielerreichungsgrad von 70,9% als beste Variante heraus.

Tatsächlich kann man allerdings die beiden Standardvarianten "Einleitung ARA Grafendorf" und "Einleitung ARA St. Johann" als nahezu gleichwertig ansehen.

Deshalb wird nach dem Ergebnis dieser durchgeführten Untersuchung empfohlen, dem Auftraggeber des Bauvorhabens (Abwassergenossenschaft Unterlechen) eine freie Auswahl einer der beiden als nahezu gleichwertig beurteilten Varianten zu ermöglichen.

5 ZUSAMMENFASSUNG, SCHLUSSFOLGERUNG - AUSBLICK

5.1 Zusammenfassung

Nach Rücksprache mit der Steiermärkischen Landesregierung wurden drei verschiedenen Varianten, die im Rahmen eines Kostenvergleiches und einer ökologischen Betrachtung zu untersuchen sind, festgelegt.

Variante 1 (ARA Unterlechen) umfasst die Errichtung eines Kanalnetzes mit dem das Schmutzwasser vom nördlichen Teil der Abwassergenossenschaft Unterlechen bis zum südlichen Teil der Abwassergenossenschaft Unterlechen gesammelt und abgeleitet wird. Anschließend wird das Abwasser in der Kleinkläranlage, die im südlichen Teil von Unterlechen errichtet wird, gereinigt und in weiterer Folge in den Lungitzbach eingeleitet.

Für Variante 2 (ARA St. Johann) wird das Abwasser ebenfalls in einem Kanalnetz gesammelt und bis zum südlichen Teil von Unterlechen abgeleitet und dem dort situierten Abwasserpumpwerk Wagendorf zugeführt. Von dort wird das Abwasser zu einem vorgesehenen Anschlusspunkt in der Nachbargemeinde Wagendorf gepumpt und über das dortige Kanalnetz der Abwasserreinigungsanlage St. Johann zugeführt.

Die Sammlung des Abwassers erfolgt für Variante 3 (ARA Grafendorf) analog zur Variante zwei. An Stelle des Abwasserpumpwerkes Wagendorf wird jedoch das größere Pumpwerk Grafendorf errichtet, mit dem das Abwasser über eine teilweise mitverlegte Pumpleitung zum Anschlusspunkt Grafendorf gepumpt wird. Von dort wird das Abwasser von Unterlechen gemeinsam mit dem Abwasser von Oberlechen einem weiteren Pumpwerk zugeführt, mit dem das gesamte Schmutzwasser zur Abwasserreinigungsanlage Grafendorf gepumpt wird.

Danach werden diese drei Varianten in einem volkswirtschaftlichen und betriebswirtschaftlichen Kostenvergleich einander gegenübergestellt. Weiters erfolgt eine Beurteilung der ökologischen Auswirkungen, bei einer Realisierung der drei Varianten, im Rahmen einer ökologischen Betrachtung.

Die Variantenuntersuchung wird mit einem Ausführungsvorschlag unter Berücksichtigung der Ergebnisse des Kostenvergleiches und der ökologischen Betrachtung abgeschlossen.

In der Abbildung 5.1.1 ist das Ergebnis des volkswirtschaftlichen Kostenvergleiches für die Standardvariante (150 EW) der drei zu untersuchenden Varianten dargestellt. Auf der horizontalen Achse sind die 3 Varianten dargestellt, wobei jede der drei Varianten in zwei Spalten unterteilt ist.

In der ersten Spalte kann man jeweils das Ergebnis des Kostenvergleiches, der streng nach den standardmäßigen Kostenansätzen, wie von der Steiermärkischen Landesregierung vorgegeben, durchgeführt wurde, ablesen. In diesen Standardansätzen werden die Betriebskosten der Pumpleitungen als Betriebskosten bei den Pumpschächten eingerechnet. Diese Betriebskosten bewirken besonders bei unterschiedlich großen Pumpwerken, wie es in dieser Variantenstudie der Fall ist, eine wesentliche Veränderung des Ergebnisses des Kostenvergleiches. Da diese Betriebskosten in den Standardansätzen sehr gering angesetzt werden, sollen hier die Auswirkungen auf das Ergebnis bei einem Ansatz von höheren Betriebskosten der Pumpleitungen (wie in Abschnitt 4.3.6 erläutert) aufgezeigt werden.

In der zweiten Spalte ist das Ergebnis dargestellt, wenn man die höheren Betriebskosten der Pumpleitungen berücksichtigt. Dadurch tritt eine Erhöhung des Projektkostenbarwertes um den Betrag der höher angesetzten Betriebskosten der Pumpleitungen ein.

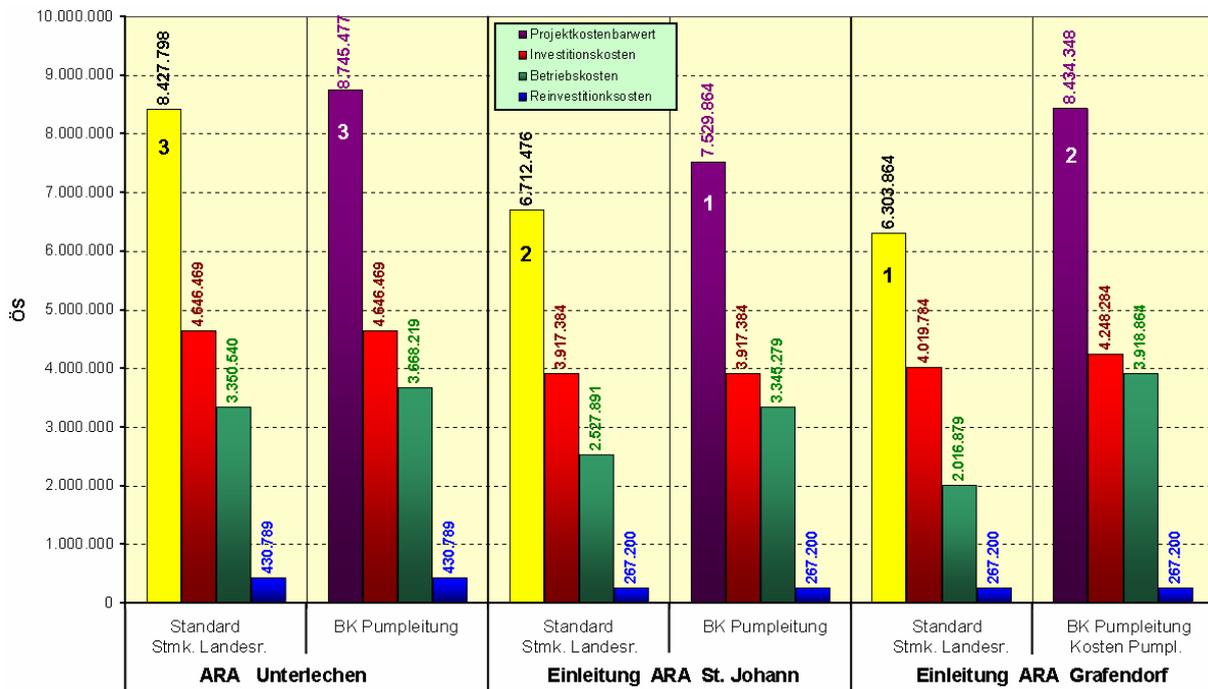


Abb. 5.1.1 Kostenvergleich - volkswirtschaftlich

Einzig bei der Variante "Einleitung ARA Grafendorf" tritt auch eine Erhöhung der Investitionskosten gegenüber der Standardvariante ein, da hier die höheren Herstellkosten für die Verlegung einer Pumpleitung unter der Straße berücksichtigt werden. In der Berechnung nach den Standardkostenansätzen, die durch die

Steiermärkischen Landesregierung vorgegeben sind, werden die Kosten für die Herstellung einer Pumpleitung nur vom Durchmesser abhängig gemacht. Da für die Variante "Einleitung ARA Grafendorf" ein Teil der 1329 m langen Pumpleitung (einheitlicher Durchmesser DN 50) im freien Gelände und ein anderer Teil unter der Straße verlegt wird, für den höhere Investitionskosten anfallen, sollten diese höheren Investitionskosten unbedingt berücksichtigt werden.

Nimmt man in dem in der Abb. 5.1.1 dargestellten, volkswirtschaftlichen Kostenvergleich eine Reihung der einzelnen Varianten nach den Projektkostenbarwerten vor, so kommt man zu folgendem Ergebnis :

- Für eine Berechnung entsprechend den standardmäßigen Kostenansätzen der steiermärkischen Landesregierung :

- 1. Variante "Einleitung ARA Grafendorf"**
- 2. Variante "Einleitung ARA St. Johann"**
- 3. Variante "ARA Unterlechen"**

- Für eine Berücksichtigung der höheren Betriebskosten der Pumpleitungen sowie der höheren Herstellkosten einer unter der Straße verlegten Pumpleitung :

- 1. Variante "Einleitung ARA St. Johann"**
- 2. Variante "Einleitung ARA Grafendorf"**
- 3. Variante "ARA Unterlechen"**

Anhand dieser Reihung der einzelnen Varianten stellt man fest, dass sich das Ergebnis bei einer Berücksichtigung der höheren Betriebskosten der Pumpleitungen wesentlich verändert.

Die Gewährung einer Förderung erfolgt nur bei Realisierung der volkswirtschaftlich kostengünstigsten Variante.

Dadurch erkennt man, dass bei einer Berechnung nach den standardmäßigen Kostenansätzen die Variante "Einleitung ARA Grafendorf" als förderfähig angesehen wird, bei einer Berücksichtigung der höheren Betriebskosten der Pumpleitungen jedoch die Variante "Einleitung ARA St. Johann" förderfähig ist.

Deshalb ist es für die Ermittlung der Förderfähigkeit wesentlich, diese Betriebskosten der Pumpleitungen in ausreichender Höhe zu berücksichtigen.

In der Abb. 5.1.2 sind die Ergebnisse des betriebswirtschaftlichen Kostenvergleiches ersichtlich. Hier werden, analog zum volkswirtschaftlichen Kostenvergleich, die Auswirkungen auf das Ergebnis bei einer Berücksichtigung der höheren Betriebskosten der Pumpleitungen ermittelt und dargestellt.

Eine weitere Erhöhung der Projektkostenbarwerte tritt bei der betriebswirtschaftlichen Betrachtung durch die Berücksichtigung der einmalig anfallenden Einkaufskosten in die Abwasserreinigungsanlagen bzw. die Kanalnetze Grafendorf und St. Johann und durch die Berücksichtigung von etwaigen Annuitäten bei den jährlich zu bezahlenden Benützungsgebühren für die jeweilige Abwasserreinigungsanlage bzw. das jeweilige Kanalnetz ein.

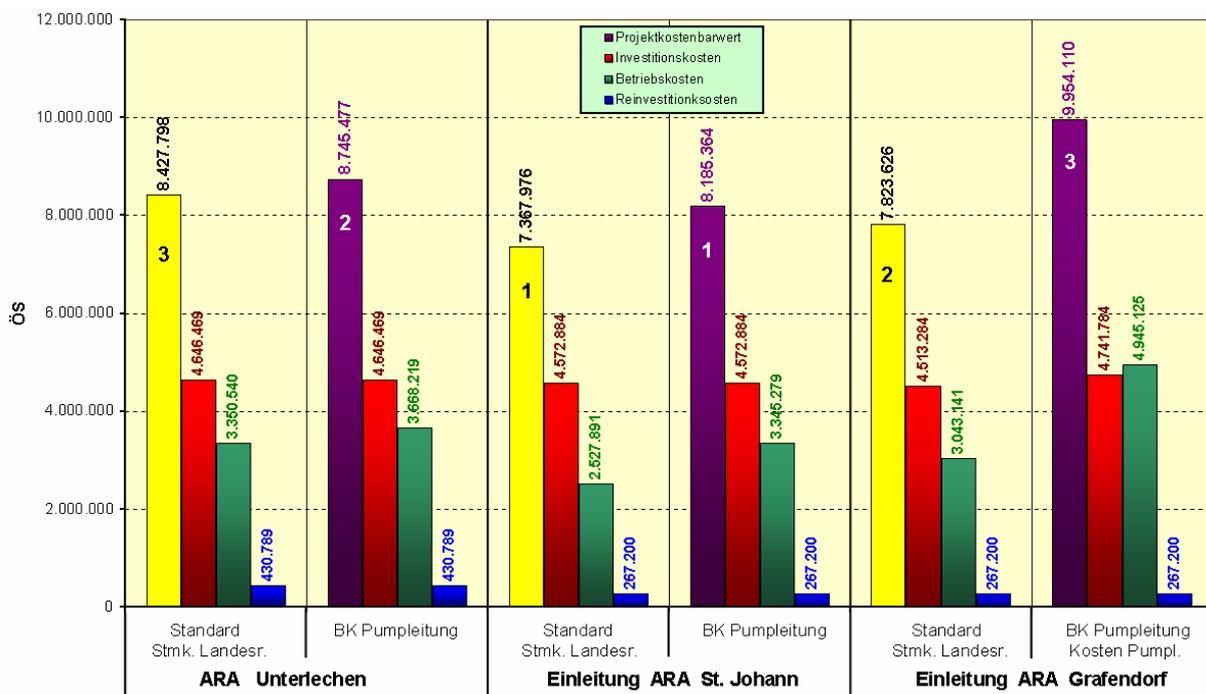


Abb. 5.1.2 Kostenvergleich - betriebswirtschaftlich

Nimmt man für den in der Abb. 5.1.2 dargestellten, betriebswirtschaftlichen Kostenvergleich eine Reihung der einzelnen Varianten nach den Projektkostenbarwerten vor, so kommt man zu folgendem Ergebnis :

- Für eine Berechnung entsprechend den standardmäßigen Kostenansätzen der steiermärkischen Landesregierung :
 1. Variante "Einleitung ARA St. Johann"
 2. Variante "Einleitung ARA Grafendorf"
 3. Variante "ARA Unterlechen"

- Für eine Berücksichtigung der höheren Betriebskosten der Pumpleitungen sowie der höheren Herstellkosten einer unter der Straße verlegten Pumpleitung :

1. Variante **“Einleitung ARA St. Johann“**
2. Variante **“ARA Unterlechen“**
3. Variante **“Einleitung ARA Grafendorf“**

Anhand dieser Reihung der einzelnen Varianten stellt man fest, dass sich das Ergebnis der betriebswirtschaftlichen Untersuchung bei einer Berücksichtigung der höheren Betriebskosten der Pumpleitungen verändert.

Dieses betriebswirtschaftliche Ergebnis spielt für die Entscheidung über die Gewährung der Fördermittel nur dann eine Rolle, wenn zwei Varianten als gleichwertig beurteilt werden können, obwohl diese betriebswirtschaftliche Untersuchung die tatsächlich anfallenden Kosten berücksichtigt und somit ein sehr wichtiges Kriterium darstellt.

In der ökologischen Untersuchung, die entsprechend den durch die Steiermärkische Landesregierung vorgegebenen Kriterien durchgeführt wird, stellt sich die Variante **“Einleitung ARA St. Johann“** als ökologisch Beste heraus. Allerdings spielt dieses Ergebnis für die Entscheidung über die Gewährung von Fördermittel nur ein sehr untergeordnete Rolle, obwohl die Ökologie für die Realisierung von Projekten von großer Bedeutung ist .

Abgeschlossen wird die gesamte Variantenuntersuchung nach volkswirtschaftlichen, betriebswirtschaftlichen und ökologischen Kriterien mit einem Ausführungsvorschlag.

Für die Untersuchung mit den **Standardansätzen** der Steiermärkischen Landesregierung können die Varianten **“Einleitung ARA St. Johann“** und **“Einleitung ARA Grafendorf“** als nahezu **gleichwertig** angesehen werden.

Bei einer **Berücksichtigung der höheren Betriebskosten** der Pumpleitungen in der Untersuchung ist die Variante **“Einleitung ARA St. Johann“** als eindeutig kostengünstigste und damit förderfähige Variante anzusehen.

5.2 Schlussfolgerung - Ausblick

Aufgrund der im Rahmen dieser Variantenuntersuchung durchgeführten Sensitivitätsanalysen wird deutlich, wie sich eine Veränderung verschiedener Parameter der Berechnung auf die Investitionskosten bzw. den Projektkostenbarwert auswirkt.

Im nachfolgenden Abschnitt soll nun auf diese Problematik näher eingegangen werden.

Den **ersten kritischen Parameter** stellen die von den Gemeinden Grafendorf bzw. St. Johann angegebenen **Einkaufskosten** und auch die **jährlich zu bezahlenden Gebühren** für die Kanalbenutzung bzw. die Mitbenutzung der jeweiligen Abwasserreinigungsanlage dar.

Betrachtet man nun zum Beispiel die Variante "Einleitung ARA Grafendorf", so kann man aufgrund der durchgeführten Untersuchung folgende Aussagen treffen :

- Die Gemeinde Grafendorf hat für die Mitbenutzung der Abwasserreinigungsanlage Grafendorf jährliche Kosten in der Höhe von 200 ÖS/EW angegebenen. In diesen jährlichen Kosten von 200 ÖS/EW sind jedoch keine Kreditrückzahlung enthalten.
- Bei einer Berücksichtigung der Kosten für die Rückzahlung der noch offenen Kredite ergeben sich somit jährliche Kosten für die Mitbenutzung der ARA Grafendorf in der Höhe von 435 ÖS/EW entsprechend den Angaben der Gemeinde Grafendorf.
- In der volkswirtschaftlichen Betrachtung werden nur die Kosten von 200 ÖS/EW ohne Kreditrückzahlungen berücksichtigt. Dadurch liegt die Variante "Einleitung ARA Grafendorf" in der volkswirtschaftlichen Betrachtung an erster Stelle und ist somit als beste und volkswirtschaftlich kostengünstigste Variante anzusehen. Da nur die volkswirtschaftlich kostengünstigste Variante gefördert wird, erhält man hier nur eine Förderung wenn die Variante "Einleitung ARA Grafendorf" ausgeführt wird.
- Für die betriebswirtschaftliche Betrachtung werden jedoch auch Kreditrückzahlungen berücksichtigt und deshalb werden die Kosten in der Höhe von 435 ÖS/EW für die Berechnung angesetzt. Das bedeutet für das betriebswirtschaftliche Ergebnis, dass die Variante "Einleitung ARA St. Johann" die kostengünstigste Variante darstellt und die Variante "Einleitung ARA Grafendorf" an die zweite Stelle rückt.

➤ Daraus kann man folgende Schlussfolgerung treffen :

Werden hohe Annuitäten (z.B. 235 ÖS/EW) bei den in der betriebswirtschaftlichen Betrachtung angesetzten Kosten (z.B. 435 ÖS/EW) angenommen, so ergeben sich daraus wesentlich geringere, für die volkswirtschaftliche Betrachtung relevante, anzusetzende Kosten (z.B. 200 ÖS/EW). Dadurch kann es dazu kommen, dass eine Variante in der volkswirtschaftlichen Betrachtung an 1. Stelle liegt (am kostengünstigsten ist) und in der betriebswirtschaftlichen Betrachtung an 2. Stelle liegt (teurer ist).

Deshalb kann für denjenigen, der das Bauvorhaben realisiert ein erheblicher Nachteil entstehen, da er einerseits die volkswirtschaftlich kostengünstigste Variante bauen wird, um die Förderung zu erhalten, andererseits aber durch die wesentlich höheren Gebühren im Endeffekt mehr bezahlt, als wenn man eine andere Variante realisiert.

❖ Fazit – Ausblick :

Durch die Annahme von hohen Annuitäten bei den jährlich zu bezahlenden Gebühren kann das Ergebnis einer Untersuchung sehr leicht verändert werden. Die daraus entstehenden Vorteile bzw. Nachteile für die einzelnen Beteiligten sind aus dem obigen Abschnitt ersichtlich.

Durch den Vergleich des volkswirtschaftlichen und des betriebswirtschaftlichen Ergebnisses erkennt man schnell, ob solche Veränderungen der Ergebnisse durch Annahme von hohen Kreditrückzahlungsanteilen vorliegen.

Deshalb sollten solche großen Annuitäten immer kritisch hinterfragt werden.

Einen **weiteren wesentlichen Punkt** stellen die **Betriebskosten der Pumpleitungen** dar.

In der Berechnung der Standardvariante, deren Ergebnis für die Entscheidung über die Gewährung der Förderung herangezogen wird, werden die Betriebskosten der Pumpleitungen, entsprechend den Vorgaben der Steiermärkischen Landesregierung, bei den Betriebskosten der Pumpschächte berücksichtigt. Die Betriebskosten, die entsprechend den Standardansätzen berücksichtigt werden sind allerdings sehr gering. Dadurch werden die in dieser Untersuchung erheblichen Unterschiede der für die drei Ausführungsvarianten in verschiedener Höhe anfallenden Betriebskosten der Pumpleitungen nicht richtig zum Ausdruck gebracht. In der Praxis treten aber umso größere Betriebskosten auf, je größer der Strombedarf für das dafür benötigte Pumpwerk ist. Da hier große Pumpwerke vorliegen, werden die Betriebskosten höher ausfallen, als in den Standardansätzen berücksichtigt.

Mit Hilfe der im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Sensitivitätsanalyse wird die erhebliche Veränderung des Ergebnisses bei der Berücksichtigung der höheren Betriebskosten der Pumpleitungen aufgezeigt.

➤ Daraus kann man folgende Schlussfolgerung treffen :

Wenn bei einer Variantenuntersuchung sehr unterschiedliche Pumpleitungslängen sowie Förderhöhen und damit verbundene unterschiedlich große Pumpwerke für die einzelnen Varianten vorliegen, so müssen die dafür anfallenden Betriebskosten möglichst genau ermittelt und gesondert berücksichtigt werden, da eine Vernachlässigung dieser höheren Betriebskosten der Pumpleitungen zu einer Änderung des Ergebnisses führen kann.

❖ Fazit – Ausblick :

Besonders wenn große und für die einzelnen Varianten sehr unterschiedliche Pumpleitungslängen und Förderhöhen vorhanden sind, müssen die dadurch entstehenden, höheren Betriebskosten der Pumpleitungen im Berechnungsprogramm gesondert berücksichtigt werden. Dort würde die Vernachlässigung der höheren Betriebskosten der Pumpleitungen zu erheblichen Veränderungen und somit zu einer Verfälschung des Ergebnisses führen.

Ein **anderer kritischer Parameter** betrifft die **Pumpleitungen** selbst. In der Berechnung nach den Richtlinien der Steiermärkischen Landesregierung wird für den Ansatz der Herstellungskosten für den Laufmeter Kanal unterschieden zwischen einer Herstellung des Kanals im "unverbauten Gebiet" und im "verbauten Gebiet". Die Herstellungskosten der Pumpleitungen sind in den Berechnungsansätzen jedoch nur vom Durchmesser der Pumpleitungen abhängig und nicht vom Gebiet (unverbaut oder verbaut) in dem die Leitungen verlegt werden. Im verbauten Gebiet (unter der Strasse) sind die Herstellkosten aber aufgrund des notwendigen Mehraufwandes (z.B. Asphaltarbeiten) wesentlich teurer als im freien Gelände.

Dieser Aspekt wurde in der Sensitivitätsanalyse berücksichtigt. Dabei stellt man fest, dass sich die Ergebnisse erheblich ändern.

➤ Daraus kann man folgende Schlussfolgerung treffen :

Werden die Herstellungskosten von Pumpleitungen nur vom Durchmesser der Pumpleitungen abhängig gemacht, so kommt es zu einer Verfälschung des Ergebnisses, wenn der Fall eintritt, dass ein Teil der Pumpleitung unter der Strasse und ein anderer Teil im freien Gelände verlegt wird.

❖ Fazit – Ausblick :

Für den Fall der Pumpleitungen sollten die Kostenansätze im Berechnungsprogramm nicht nur vom jeweiligen Durchmesser, sondern auch vom Gebiet in dem die Druckleitung verlegt wird (unverbautes Gebiet oder verbautes Gebiet) abhängig sein, damit keine Verfälschung des Ergebnisses eintritt.

Der letzte Punkt behandelt die **ökologische Betrachtung**. Für diese Betrachtung sind seitens der Steiermärkischen Landesregierung nur sehr wenige Vorgaben vorhanden. Dadurch lässt die ökologische Betrachtung sehr viele unterschiedliche Beurteilungen zu und stellt somit eine sehr subjektive Beurteilung der ökologischen Auswirkungen dar.

In der in Abschnitt 4.5 beschriebenen ökologischen Betrachtung dieser Variantenuntersuchung wurde versucht, die ökologische Beurteilung möglichst objektiv zu gestalten. Mit Hilfe eines definierten Zieles soll in der durchgeführten ökologischen Betrachtung für unterschiedliche Kriterien der Zielerreichungsgrad der einzelnen Varianten bestimmt werden. Anhand des Zielerreichungsgrades der einzelnen Varianten kann dann die aus ökologischer Sicht beste Variante gefunden werden.

➤ Daraus kann man folgende Schlussfolgerung treffen :

Die Aussagekraft der ökologischen Untersuchung ist aufgrund einer sehr subjektiven Beurteilung eingeschränkt. Im Weiteren ist die Kontrolle der ökologischen Beurteilung durch die subjektive Sicht schwer möglich.

❖ Fazit – Ausblick :

Im Hinblick auf die ökologische Untersuchung besteht noch ein Entwicklungsbedarf. Ein Ansatz zur Verbesserung der Objektivität in der ökologischen Betrachtung wäre beispielsweise die im Rahmen dieser Variantenuntersuchung aufgezeigte Definition von Zielen mit deren Hilfe die Bestimmung von Zielerreichungsgraden anhand von vorher festgelegten Kriterien möglich wird. Werden dann die Ziele und die Kriterien genau beschrieben und vorgegeben, so kann eine objektive und vor allem einheitliche Beurteilung erreicht werden. Eine gute Möglichkeit wäre eine ökologische Bewertungsmatrix zu entwickeln.

In der durchgeführten Variantenuntersuchung wurden all diese kritischen Parameter im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse berücksichtigt und ihre Auswirkungen auf den Projektkostenbarwert und die Investitionskosten aufgezeigt.

LITERATURVERZEICHNIS

RENNER, H., KAUCH, E. P., SCHLACHTER, H., 1998: Siedlungswasserbau 1, Wasserversorgung, 6., überarbeitete Auflage, Manz- Verlag Wien

RENNER, H., KAUCH, E. P., SCHLACHTER, H., 1998: Siedlungswasserbau 2, Abwasser- und Abfalltechnik, 6., überarbeitete Auflage, Manz- Verlag Wien

ATV-Handbuch, 1994: Planung der Kanalisation, 4. Auflage

KAINZ, H., 2000: Unterlagen zur Vorlesung Siedlungswasserwirtschaft

UNTERLAGEN VON BEHÖRDEN UND GEMEINDEN LT. ADRESSENLISTE

ÖWWV-Regelblatt 5, Wien 1980: Richtlinien für die hydraulische Berechnung von Abwasserkanälen, Regelblätter des österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes

ÖWWV-Regelblatt 9, Wien 1981: Richtlinien für die Anwendung der Entwässerungsverfahren, Regelblätter des österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes

ÖWWV-Regelblatt 11, Wien 1982: Richtlinien für die abwassertechnische Berechnung von Schmutz-, Regen- und Mischwasserkanälen, Regelblätter des österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes

ÖWAV-Regelblatt 21, Wien 1998: Kanalkataster, 2., vollständig überarbeitete Auflage, Regelblätter des österreichischen Wasser- und Abfallwirtschaftsverbandes

ÖWWV-Regelblatt 25, Wien 1992: Abwasserentsorgung in dünn besiedelten Gebieten, Regeln des österreichischen Wasserwirtschaftsverbandes

ADRESSENLISTE DER BETEILIGTEN

- **Amt der Steiermärkischen Landesregierung**

Fachabteilung 3A, Wasserwirtschaftliche Planung

Referat Abwasserentsorgung

Vorstand Hofrat Dipl.-Ing. Bruno Saurer

Betreuer Dipl.-Ing. Peter Rauchlatner

Stempfergasse 7

8010 Graz

Rufnummer :

Sekretariat 0316 / 877 20 26

- **Gemeinde Grafendorf**

Bürgermeister Johann Handler

8232 Grafendorf bei Hartberg

Rufnummer :

Gemeindeamt 03338 / 22 62...-0

- **Gemeinde St. Johann**

Bürgermeister Ing. Günter Müller

8295 St. Johann in der Haide

Rufnummer :

Gemeindeamt 03332 / 628 82...-0

- **Abwassergenossenschaft Unterlechen**

Obmann Schuch Franz

Lechen 20

8232 Grafendorf bei Hartberg

- **Baubezirksleitung Hartberg**

Oberbaurat Dipl.-Ing. Werner Paff

Rochusplatz 2

8230 Hartberg

Rufnummer :

Referat Wasserbau 03332 / 606 330

ANHANG

PLÄNE VON LEITUNGSTRÄGERN

- 6.1.1 Flächenwidmungsplan (Plan Nr.: 01)*
- 6.1.2 Verlauf der Wasserleitung (Plan Nr.: 02)*
- 6.1.3 Verlauf der Trans-Austria-Gasleitung (Plan Nr.: 03)*
- 6.1.4 Lageplan von Unterlechen (Plan Nr.: 04)*

PLÄNE DER UNTERSUCHTEN VARIANTEN

- 6.2.1 Variante I – Lageplan (Plan Nr.: 05)*
- 6.2.2 Variante II – Lageplan (Plan Nr.: 06)*
- 6.2.3 Variante III – Lageplan (Plan Nr.: 07)*
- 6.2.4 Variante I, II, III – Längenschnitt (Plan Nr.: 08, 09, 10)*
- 6.2.5 Variante I – Höhenschichtenplan (Plan Nr.: 11)*