

Leitfaden zur Modernisierung von Abwasserinfrastrukturen im ländlichen Raum im Zuge des demografischen Wandels

1 Ausgangssituation

Die rückgehende Bevölkerungszahl im Zuge des demografischen Wandels wird dazu führen, dass viele der derzeit überlasteten oder nicht mehr dem Stand der Technik entsprechenden Abwassersysteme mittel- bis langfristig wieder entlastet werden. Ein Neubau moderner Kläranlagen oder die vollständige Sanierung maroder Abwasserkanäle wäre zudem aufgrund des absehbaren Bevölkerungsrückgangs nur noch in seltenen Fällen ökonomisch vertretbar. Gleichzeitig bieten neue Methoden (z. B. moderne Mess- und Automationstechnik) die Möglichkeit, Abwassersysteme kostengünstig zu ertüchtigen. Dieser Leitfaden zeigt einige Anwendungsbeispiele für angepasste Lösungskonzepte für den ländlichen Raum auf und gibt Hinweise zur Entscheidungsunterstützung (Bild 1). Es gilt zu beachten, dass es „den“ ländlichen Raum nicht gibt und damit keine allgemein gültige Lösung! D. h. jeder Einzelfall muss individuell geprüft und hierfür angepasste Lösungskonzepte entwickelt werden.

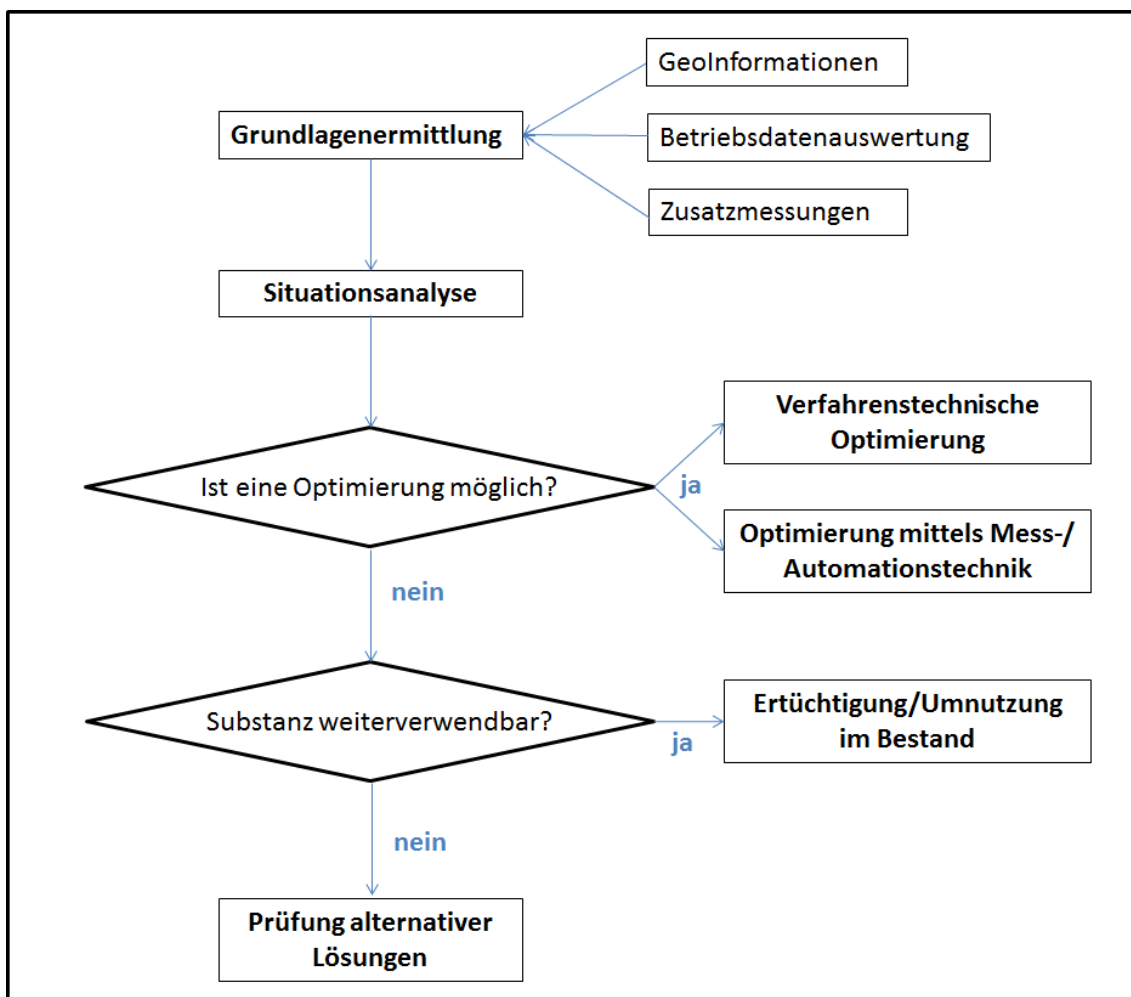


Bild 1: Schematische Vorgehensweise

2 Grundlagenermittlung

Zahlreiche Projektverläufe – nicht nur im Bereich der Abwasserreinigung – verdeutlichen, dass sowohl die Investitions- als auch die späteren Betriebskosten sich am deutlichsten zu Beginn eines Projektes beeinflussen lassen (Bild 2). Leider zeigen zahlreiche Projekte der Abwasserreinigung aus der Vergangenheit, dass dieser wichtigen Phase oft nicht genügend Beachtung geschenkt wird; u. a. ist dies auch auf die verhältnismäßig geringe Vergütung nach der Honorarordnung für Ingenieure und Architekten (HOAI) zurückzuführen. Die Folge sind zahlreiche Abwassersysteme, bei denen Planungsannahmen und tatsächliche Belastungssituationen stark voneinander abweichen, was wiederum oft negative Folgen auf die Investitions- und Betriebskosten mit sich bringt. In Zukunft wird es sich der ländliche Raum bei immer knapper werdenden finanziellen Ressourcen nicht mehr leisten können, falsche oder überhöhte Investitionen zu tätigen. **Aus diesem Grund sollte der Grundlagenermittlung höchste Beachtung geschenkt werden!** In diesem Zusammenhang gilt es insbesondere auch alle verfügbaren GeoInformationen zusammen zu tragen (siehe Abschnitt 3). Weiterhin gilt es sorgsam zu prüfen, ob die vorhandenen Daten statistisch ausreichend sind, um zuverlässige Aussagen über die tatsächliche Belastungssituation treffen zu können. Die Praxis zeigt, dass dies bei kleineren und mittleren Kläranlagen im ländlichen Raum oft nicht gegeben ist, da zum Beispiel die Probenanalytik nicht repräsentativ für die tatsächliche Belastung einer Abwasseranlage ist. Im Zweifelsfall empfiehlt es sich, ergänzende Messungen durchzuführen, um die Datenbasis verlässlich abzusichern; dies kann in der Regel für einen überschaubaren finanziellen Betrag erfolgen.

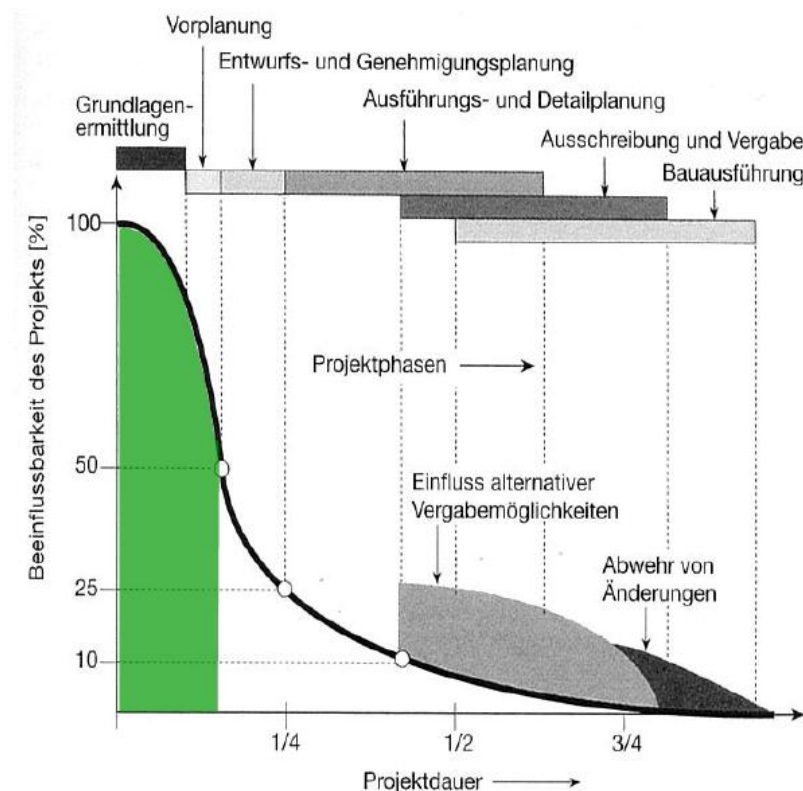


Bild 2: Projektkostenkurve (Alda [2013])

Ein Beispiel hierfür zeigt Bild 3: Eine alte Kläranlage musste saniert werden. Bei der Auswertung der Betriebsdaten wurden immer wieder extreme Belastungsspitzen registriert, was zu einer erheblichen Überdimensionierung der ländlichen Kläranlage im Vergleich zur angeschlossenen Einwohnerzahl geführt hätte. Um die Daten auf Plausibilität zu prüfen, wurden diverse Echtzeit-Messgeräte für eine Dauer mehrerer Wochen in den Zulauf zur Kläranlage installiert. Durch die lückenlose Überwachung des Kläranlagenzulaufs konnten in schneller Folge zahlreiche illegale Einleitungen detektiert werden, die mit eine Ursache für die ungewöhnliche hohe Belastung der Kläranlage waren und die in der Folge abgestellt werden konnten. Derartige Beispiele verdeutlichen, dass durch ergänzende Messungen nicht nur die Datengrundlage verbessert werden kann, sondern auch widrige Randbedingungen (z. B. illegale Einleitungen, Spülstoßeffekte o.ä.) identifiziert und quantifiziert werden können.

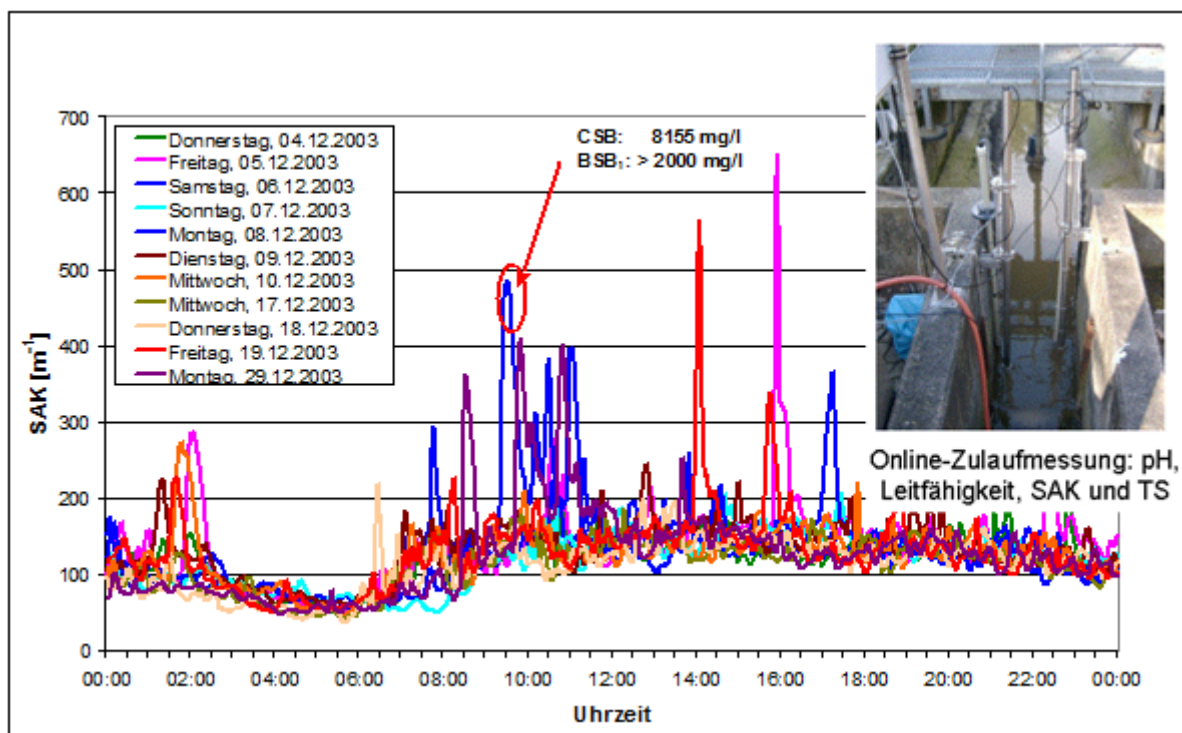


Bild 3: Beispiel für eine temporäre Zuflussanalyse mittels Echtzeitmessungen im Zulauf einer Kläranlage im Zuge einer Grundlagenermittlung (Wiese [2010])

3 Geoinformationssysteme (GIS)

Die zukünftigen Bedingungen sollten aufgrund der langen Systembindungsdauer bereits heute bei der Planung und Sanierung von Infrastrukturmaßnahmen berücksichtigt werden. Hinzu kommt, dass nach wie vor Gelder ineffizient ausgegeben werden, da zum Beispiel Planungsprozesse zwischen den einzelnen Infrastrukturbetreibern (Ver- und Entsorger, Kommunen, Telekommunikationsunternehmen etc.) nicht abgestimmt werden. Viele im Kommunalwesen vorhandene Informationen haben zudem einen Ortsbezug. Dabei handelt es sich nicht nur um Infrastrukturdaten, sondern auch um Sozialstrukturen (z. B. Bevölkerungsentwicklung, Wohnungsleerstände). Unter diesen Randbedingungen gewinnt der Einsatz von Geografischen Informationssystemen (GIS) seit einigen Jahren immer mehr an Bedeutung. Um einen möglichst großen Nutzen zu erhalten, sollten diese Daten jedoch in einem System gebündelt werden, das allen Mitarbeitern zur Verfügung stehen muss, die

einen Nutzen für ihre tägliche Arbeit daraus ziehen können. Neben der Zusammenführung von Informationen ist mit modernen Geoinformationssystemen aber auch das Ziel einer (Teil-)Automatisierung von routinemäßigen Arbeitsvorgängen möglich. Da kommunale Mitarbeiter immer mehr Aufgaben übernehmen müssen und der ländliche Raum besonders stark vom Fachkräftemangel betroffen sein wird, sollten daher die Mitarbeiter von wiederkehrenden Vorgängen (z. B. automatisierte Planauskünfte, teilautomatisierte Anpassung von Beitrags- und Gebührenbescheiden) soweit wie möglich entlastet werden, damit sie sich auf die schwierigen Aufgaben konzentrieren können.

Ein solches System ist im osthessischen Landkreis Fulda seit einigen Jahren kreisweit im Aufbau (Wiese [2010]): In der Zwischenzeit nehmen neben der Landkreisverwaltung Fulda noch 23 Städte und Gemeinden aus der Region Osthessen an diesem System teil. Weiterhin ist es gelungen, auch regionale Versorgungsunternehmen für eine Teilnahme an dem System zu gewinnen. Sofern keine rechtlichen Gründe dagegen sprechen, gestatten die jeweiligen Teilnehmer den anderen Partnern in bilateralen Verträgen die Nutzung ihrer Daten: So haben zum Beispiel die Kommunen Einsicht in die Leitungsdaten der Versorgungsunternehmen oder die Kommunen gestatten der Wasserbehörde Einblicke in ihre Kanal- und Kanalschadenskataster. Der Landkreis Fulda hat zum Beispiel die Digitalisierung und zentrale Bereitstellung aller Flächennutzungspläne organisiert und erhält im Gegenzug Einblick in die digitalen Bebauungspläne der Kommunen. Weiterhin vermittelt der Landkreis die Einbindung von Daten der oberen Behörden und Ministerien (z. B. Karten zur Wasser- und Naturschutzgebieten). Ein derartiges Konzept lässt sich – unabhängig von der gewählten Software – stufenweise auch auf andere Regionen übertragen.

4 Optimierung bestehender Abwassersysteme

Auf der Grundlage einer fundierten Grundlagenermittlung (Abschnitt 2) und der Zusammenführung aller verfügbarer Informationen (Abschnitt 3) gilt es zunächst abzuschätzen, ob ein verbesserungsbedürftiges Abwassersystem nicht kostengünstig optimiert werden kann. Die Praxis zeigt, dass in vielen Fällen durch den Einsatz neuer, kostengünstiger und innovativer Methoden (z. B. moderne Mess- und Automationstechnik) ein Ausbau oder eine grundlegende Sanierung von Abwasseranlagen vermieden werden kann. **Daher gilt: Optimierung geht immer vor Sanierung und Neubau!** Weiterhin können durch Optimierungsmaßnahmen oft auch die Betriebskosten deutlich und nachhaltig gesenkt werden.

4.1 Ertüchtigung durch Mess- und Automationstechnik

Viele der (älteren) Belebtschlammmanlagen haben Probleme, die immer strengeren Überwachungswerte einzuhalten. Die Fortschritte im Bereich der Mess- und Automationstechnik gestatten jedoch oft eine kostengünstige Ertüchtigung der Kläranlagen bezüglich einer stofflichen und hydraulischen Leistungssteigerung (Tabelle 1). Begünstigt wird dieser Trend noch dadurch, dass die Kosten für Messtechnik und Automationstechnik in den letzten zwei Jahrzehnten stark gesunken sind: So sind zum Beispiel die Jahreskosten (Investitions- und Betriebskosten) für Ammonium-Prozessmessgeräte durch die Einführung ionenselektiver Elektroden zwischen 1994 und 2009 von ca. 14.000 €/a auf nur noch ca. 2.200 €/a gesunken (Wiese [2010]). Dies hat zur Folge, dass der Einsatz von online-Messtechnik auch für kleinere und mittlere Kläranlagen zunehmend interessanter und wirtschaftlicher wird, was

neue Möglichkeiten einer belastungsabhängigen Steuerung und Regelung dieser Kläranlagen möglich macht. Ein Beispiel wird in Wiese [2005] beschrieben: Die hessische Gemeinde Messel ist als Naherholungsgebiet sehr beliebt und aufgrund des Weltnaturerbes „Grube Messel“ auch überregional touristisch bekannt. Dies und die leistungsschwachen Einleitgewässer haben dazu geführt, dass die Kläranlage Messel (4.500 EW) sehr strenge Auflagen für das Einleiten von Abwasser (z. B. < 3 mg/l NH₄-N) einhalten muss. Obwohl daher um die Jahrtausendwende eine moderne SBR-Kläranlage errichtet wurde, war es aufgrund ausgeprägter Belastungsspitzen (z. B. Spülstoßeffekte) nicht immer möglich, die Überwachungswerte mit der damaligen Betriebsweise sicher einzuhalten. Im Rahmen des DBU-Forschungsprojektes 17258 wurde daher auf Basis nachgerüsteter Messgeräte ein neues Automationskonzept entwickelt, welches belastungs- und situationsabhängig alle Reserven der Kläranlage bei Bedarf konsequent nutzt. Dieses neue Steuerungs- und Regelungskonzept ist seit 2004 ohne Probleme im Einsatz. Vor und nach der Umstellung auf das neue Automationskonzept wurden umfangreiche Vergleichsmessungen durchgeführt (Bild 4), die die Vorteilhaftigkeit der Modifikation eindeutig belegen.

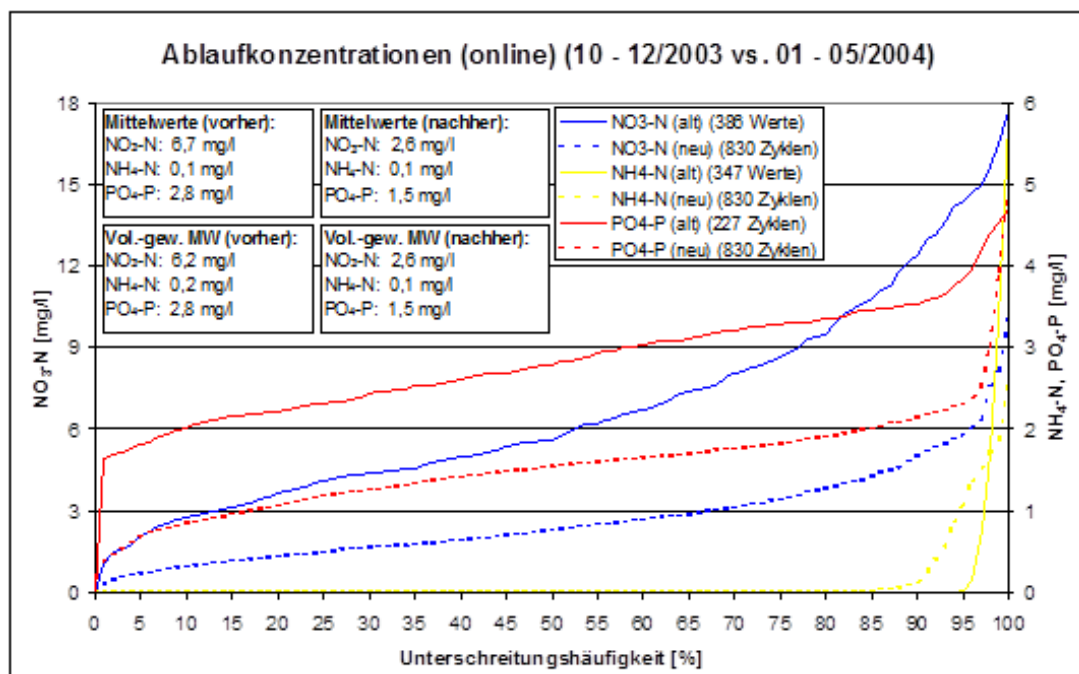


Bild 4: Statistische Auswertung der während der Klarwasserabzugsphase ermittelten NH₄-N-, NO₃-N- und PO₄-P-Konzentrationen während der Erprobungsdauer vs. den Vergleichswerten vor der Erprobung (Wiese [2005])

Die Ergebnisse dieses neuen Konzeptes können wie folgt zusammengefasst werden:

- Kosten für die Nachrüstung der Messtechnik und Automation: < 200 Tsd. €
- Sichere Einhaltung der Überwachungswerte
- Reduzierung der Emissionen aus der Kläranlage: N_{ges} (- 58 %) und P_{ges} (-46 %)
- Bei Bedarf ist eine Erhöhung der hydraulischen Behandlungskapazität kurzzeitig um bis zu 100 %, im Dauerbetrieb um bis zu 50 % möglich, sodass bei Mischwasserzufluss die Emissionen aus dem Kanalnetz um bis zu 25 % reduziert werden könnten.

Derartige Konzepte sind günstiger als eine bauliche und maschinentechnische Sanierung und Erweiterung von Kläranlagen und bieten den Vorteil, dass sich auch die Betriebskosten (z. B. Abwasserabgabe, Energie- und Fällmittelkosten) deutlich reduzieren lassen.

Tabelle 1: Einsatz von Mess- und Automationstechnik auf Belebungsanlagen

Modernisierungsansatz	Einbau von Mess- und Automationstechnik
Größe	ab 1.000 EW
Gewässeranforderungen	beliebig
Ertüchtigungsziel	Nitrifikation und Denitrifikation, chemische und biologische Phosphorelimination
Entwässerungssystem	Mischsystem, Trennsystem
Spezifische Kosten	i.d.R. zwischen 30.000 und 200.000 €
Anwendungsbeispiele	<ul style="list-style-type: none"> - Regelung der Zuflussmenge - Steuerung und Regelung der Rezirkulation - Steuerung und Regelung der chemischen Phosphorelimination - Optimierung der biologischen Phosphorelimination - Regelung der Rücklaufschlammführung - Regelung der internen Rezirkulation
Begünstigende Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> - Bausubstanz in einem brauchbaren Zustand - Veraltete Mess- und Automationstechnik - Manipulierbare Stellglieder bereits vorhanden - (spezifisch) hoher Energieverbrauch - (spezifisch) hoher Fällmittelverbrauch
Einwohnerentwicklung	In der Regel bei allen Einwohnerentwicklungen denkbar, jedoch wird bei einem starken Belastungsanstieg eine derartige Maßnahme zwar entlasteten wirkend, in vielen Fällen aber alleine nicht ausreichend sein.

4.2 Verfahrenstechnische Optimierung

Weiterhin besteht die Möglichkeit einer verfahrenstechnischen Optimierung, wie z.B.:

- hydraulische Optimierung der Nachklärbecken
- Aktivierung der biologischen Phosphorelimination durch die Schaffung fakultativ anaerober Zonen
- Aufstockung des Belebungsbeckenvolumens durch Beckenkronenerhöhung

Ein gutes Beispiel hierfür ist die Kläranlage Rasdorf (2.000 EW) in der Rhön, deren Reinigungsleistung lange Zeit ungenügend war. Ursächlich hierfür war ein ausgeprägter Propfenstromcharakter der Anlage, der in Kombination mit starken Belastungsschwankungen immer wieder zu hohen Ammonium- und Gesamtstickstoffkonzentrationen im Kläranlagenablauf führte. Die Kosten für die Erweiterung der noch relativ neuen Kläranlage wurden durch ein Ingenieurbüro mit ca. 500 Tsd. € abgeschätzt, was die Finanzkraft der kleinen Gemeinde überfordert hätte. Die Lösung lag daher in einer Betriebsoptimierung: Die Prozessführung der Anlage wurde geändert (z. B. Schaffung einer Denitrifikationszone) und

durch das Anbringen von Edelstahlblechen auf der Betonkrone wurde das Belebungsbeckenvolumen vergrößert, sodass zusätzliche Festbetten eingebaut werden konnten (Bild 5). Diese Maßnahmen führten bereits zu einer deutlichen Verbesserung der Reinigungsleistung und haben weniger als 100 Tsd. € gekostet. Aktuell erfolgt noch eine Ertüchtigung durch Nachrüstung einer chemisch-physikalischen Phosphorelimination sowie einer $\text{NH}_4\text{-N}$ -basierten Belüftungsregelung zur Steigerung der Energieeffizienz.



Bild 5: Modifizierung einer Festbettbiologie (1 = Aufstockung des Wasserspiegels durch Edelstahlbleche, 2 = Einbau zusätzlicher Festbetten)

Derartige Ansätze lassen sich oft kostengünstig bzw. zum Bruchteil herkömmlicher Sanierungs- und Erweiterungsansätze realisieren. Hierbei handelt es sich jedoch um Spezialfälle, die eine sorgfältige individuelle Prüfung erforderlich machen. Allgemein gültige Aussagen lassen sich daher nicht oder nur schwer machen.

4.3 Energieoptimierung und erneuerbare Energien

Energiekosten machen bei kleinen Kläranlagen im ländlichen Raum bereits heute einen erheblichen Teil der Betriebskosten aus, zumal aufgrund geringer Abnahmemengen die Stromkosten inkl. aller Steuern und Abgaben bereits deutlich über $20 \text{ ct/kWh}_{\text{el}}$ liegen. Der geringe Grad an Mess- und Automationstechnik und die oft veraltete Maschinentechnik führen zudem oft zu einem aus energetischer Sicht ineffizienten Anlagenbetrieb. Aus diesem Grund wird nach Möglichkeiten gesucht, den Energiebedarf zu reduzieren und den verbliebenen Energiebedarf nach Möglichkeit durch erneuerbare Energie zu decken. Hierdurch können die Haushalte strukturschwacher Kommunen dauerhaft entlastet werden.

4.3.1 Energieeffizienz

In den letzten beiden Jahren wurden zahlreiche Energieoptimierungsanalysen für Kläranlagen der Größenklassen 1 und 2 durchgeführt. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist dabei eindeutig: Auch für kleinere und technisch einfache Kläranlagen ist eine Energieeffizienzanalyse sinnvoll, zumal es mittlerweile sowohl auf Bundes- als auch auf Länderebene attraktive Förderprogramme gibt (z. B. Klimaschutzteilkonzeptförderung). Anschaulich verdeutlicht dies Tabelle 2, die das Einsparpotenzial von vier kleinen und mittleren Kläranlagen (3 Abwasserteichanlagen, 1 Belebtschlammanlage) in Osthessen zeigt.

Tabelle 2: Energieeinsparpotenziale von Kläranlagen im ländlichen Raum (Tews [2013])

Parameter	Einheit	Teich-KA 1	Teich-KA 2	Teich-KA 3	Belebungs-KA
Belastung	EW	5.500	3.500	900	1.500
Energiebedarf	MWh/a	180	130	40	105
Einsparpotenzial	MWh/a	54	65	11	35
Einsparpotenzial	%	30	50	27	33

4.3.2 Erneuerbare Energie

Es gibt in der Zwischenzeit auch für kleinere und mittlere Kläranlagen interessante und wirtschaftliche Einsatzformen für Erneuerbare Energie (Strom und Wärme):

- Mit steigenden Strombezugskosten von über 20 ct/kWh_{el} und sinkenden Modulpreisen (< 1.200 €/kWp) für Photovoltaikanlagen wird die vollständige Eigennutzung von PV-Strom wirtschaftlich immer interessanter; in Einzelfällen ergeben sich bereits Amortisationsdauern von unter 8 Jahren.
- Abwasserwärmenutzung: Auf einer osthessischen Kläranlage der Größenklasse 3 wird die Abwasserwärme mit Hilfe eines Wärmetauschers im Nachklärbecken genutzt, um das Betriebsgebäude zu heizen; das Konzept hat sich bereits über mehrere Jahre bewährt.
- Abwärmenutzung: Auf einer osthessischen Kläranlage der Größenklasse 3 wird seit 2012 die Abwärme der Drehkolbengebläse mit Hilfe eines Wärmetauschers genutzt, um das Betriebsgebäude zu heizen. Langzeitergebnisse stehen jedoch noch aus.

4.3.3 Zentralisierte, anaerobe Schlammbehandlung

Zurzeit wird auf den meisten Belebtschlammanlagen im ländlichen Raum eine aerobe Schlammstabilisierung praktiziert. Dieses Verfahren ist jedoch sehr energieintensiv. Mit steigenden Energiepreisen sollte daher über eine Umstellung auf eine anaerobe Klärschlammstabilisierung nachgedacht werden, wodurch sich sogar Erneuerbare Energie in Form von Klärgas erzeugen lässt. Um eine kritische Größe zu erreichen, kommen auch Konzepte für eine zentralisierte, anaerobe Schlammbehandlung in Frage. So wird zum Beispiel beim Abwasserverband Freigericht (Main-Kinzig-Kreis) seit 2008 ein solches Konzept verfolgt. Dabei wurde die Kläranlage Niedermittlau (43.000 EW) mit einem Anaerobreaktor, einem Gasspeicher, einem BHKW und einer Schlamm entwässerung ausgestattet. Die benachbarte Kläranlage Neuenhaßlau (17.600 EW) verfügt hingegen über keine eigene Schlammbehandlung, d. h. der Überschussschlamm wird über eine Druckrohrleitung zur Kläranlage Niedermittlau gepumpt und dort zentral behandelt, d. h. maschinell voreingedickt, anaerob behandelt und maschinell entwässert. Das Konzept hat sich bewährt, sodass jetzt geprüft wird, ob sich dieses Konzept auch auf mehrere Kläranlagen der Größenklasse 2 bis 3 kopieren lässt. Ein solches Konzept hat Schmitt [2008] bereits theoretisch untersucht.

5 Ertüchtigung oder Umnutzung im Bestand

5.1 Abwasserteichanlagen

In der Region Osthessen sind Abwasserteichanlagen noch weit verbreitet, d. h. es gibt noch 82 Teichkläranlagen, davon 32 mit mehr als 1.000 EW! Viele dieser Teichanlagen sind aber nicht mehr in der Lage, die Überwachungswerte dauerhaft einzuhalten. Besonders im Sommer kommt es immer wieder zu Überschreitungen! Wenn bei Abwasserteichen Modernisierungsbedarf besteht, dann kommen u. a. folgende Ansätze in Frage:

- Anschluss an eine größere, moderne Kläranlage und Aufgabe der alten Teichkläranlagen
- Ertüchtigung der Abwasserteiche durch Einbau von getauchten Festbetten
- Umbau der Abwasserteiche zu einer Belebtschlammanlage (z. B. SBR-Kläranlage)
- Vollständig dezentraler Lösungsansatz (z. B. Kleinkläranlagen) (Abschnitt 6)

Bei der Bewertung dieser Alternativen können die folgenden Hinweise hilfreich sein (Tabellen 3 bis 6). Bild 6 zeigt eine dieser Kläranlagen: Bei dieser Abwasseranlage in der Rhön ging es zum einen um eine Erhöhung der Behandlungskapazität, da ein weiterer Ortsteil angeschlossen werden sollte und zum anderen um eine Verbesserung der Reinigungsleistung. Die Kläranlage bestand im Urzustand aus einem belüfteten Abwasserteich, einer nachgeschalteten Festbettstufe mit einem Lammellenabscheider und einem Schönungsteich. Da das Betriebspersonal bereits bei der Altanlage positive Erfahrung mit Festbetten sammeln konnte, wurde der Entschluss gefasst, zusätzliche Festbetten in den belüfteten Teich einzubauen. Dazu wurde ein Teil abgetrennt und drei Pakete mit getauchten Festbetten eingebaut; diese Festbetten werden über Membrantellerbelüfter und zwei energieeffiziente Drehkolbengebläse mit Luft versorgt. Der vordere Teil des Abwasserteiches wurde derart umgebaut, dass er zum einen als Schlammstapel und zum anderen als Denitrifikationsstufe genutzt werden kann; hierzu erfolgt eine Rückführung von nitratreichem Abwasser aus dem Ablauf des Lammellenabscheiders. Der Vorteil dieser Lösung war, dass die Ertüchtigung und Erweiterung dieser Kläranlage von 650 auf 950 EW für nur 120 Tsd. € möglich war; dies entspricht einem Bruchteil dessen, was der Neubau einer Kläranlage gekostet hätte.

Derartige Konzepte lassen sich ggf. auch stufenweise ertüchtigen, d. h. jeweils nur so ertüchtigt, dass sie die jeweiligen Standards einhalten. Mit der Zeit geht die Belastung der Anlagen zurück, was wiederum in weiter zurückgehenden Emissionen aus diesen Kläranlagen führen wird. Ähnliche Ansätze sind auch für andere Kläranlagentypen denkbar. Damit erreicht man einen schrittweisen Rückgang der Emissionen zu vertretbaren Kosten.



Bild 6: Ertüchtigung einer Teichkläranlage durch die Nachrüstung von getauchten Festbetten (1 = Bauphase, 2 = nach Inbetriebnahme)

Tabelle 3: Anschluss an eine größere Kläranlage

Modernisierungsansatz	Zentralisiertes Abwasserreinigungskonzept
Einsatzbereich	beliebige Größe
Gewässeranforderungen	keine
Ertüchtigungsziel	Nitrifikation und Denitrifikation, Phosphorelimination
Entwässerungssystem	Mischsystem
Spezifische Kosten	k. A.
Begünstigende Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> - Topografie ermöglicht Anschluss in freiem Gefälle - Die zentrale Kläranlage hat ausreichende Reservekapazitäten - Geologie erleichtert Tiefbaumaßnahmen - Komplette Teichanlage nicht weiter als Kläranlage verwendbar - Teile der Teichanlage zur Mischwasserbehandlung weaternutzbar
Einwohnerentwicklung	Auf Sicht von 20 Jahren ist nur mit einem moderaten Bevölkerungsrückgang zu rechnen

Tabelle 4: Modernisierung Abwasserteiche (Einbau getauchter Festbetten)

Modernisierungsansatz	Einbau getauchter Festbetten
Einsatzbereich	< 3.000 EW
Gewässeranforderungen	leistungsfähig bis leistungsstark
Ertüchtigungsziel	Nitrifikation und Denitrifikation, chemische Phosphorelimination
Entwässerungssystem	Mischsystem
Spezifische Kosten	120 bis 450 €/EW
Begünstigende Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> - Sohle der Teiche ist bereits befestigt - Teiche dienen zur Mischwasserbehandlung - Kanalisation kann über > 20 Jahre weiterverwendet werden - Topografie erschwert Anschluss an zentrale Kläranlage - Mittlerer bis hoher Fremdwasseranfall
Einwohnerentwicklung	Auf Sicht von 20 Jahren ist nur mit einem moderaten bis mittleren Bevölkerungsrückgang zu rechnen

Tabelle 5: Umbau der Abwasserteiche in ein Belebtschlammverfahren

Modernisierungsansatz	Umwandlung in eine Belebtschlammanlage (z. B. SBR-Anlage)
Einsatzbereich	> ca. 2.000 EW
Ertüchtigungsziel	Nitrifikation und Denitrifikation, biologische und chemische Phosphorelimination
Gewässeranforderungen	Leistungsschwach bis leistungsfähig
Entwässerungssystem	Mischsystem
Spezifische Kosten	< 1.000 €/EW
Begünstigende Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> - Teiche können einfach zu zentralen Komponenten der Neuanlage umgerüstet werden (z. B. Regenüberlaufbecken, Schlammstapelbehälter, Mengenausgleich) - Kanalisation kann über > 20 Jahre weiterverwendet werden - Topografie erschwert Anschluss an zentrale Kläranlage - Niedriger bis mittlerer Fremdwasseranfall
Einwohnerentwicklung	Auf Sicht von 20 Jahren ist nur mit einem moderaten bis mittleren Bevölkerungsrückgang zu rechnen

Tabelle 6: Vollständig dezentraler Lösungsansatz

Modernisierungsansatz	Dezentrale Abwasserreinigung mittels Kleinkläranlagen
Einsatzbereich	i.d.R. < 400 EW
Ertüchtigungsziel	Nitrifikation und Denitrifikation, biologische Phosphorelimination
Gewässeranforderungen	Einzelfallprüfung
Entwässerungssystem	Trennsystem
Spezifische Kosten	i.d.R. < 1.500 €/EW
Begünstigende Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> - Kanal stark sanierungsbedürftig - Regenwasser kann dezentral (z. B. im Garten zurückgehalten werden)
Einwohnerentwicklung	Auf Sicht von 20 Jahren ist mit einem starken Bevölkerungsrückgang zu rechnen

Werden Teichkläranlagen aufgegeben und durch neue Anlagen ersetzt bzw. an eine zentrale Kläranlage angeschlossen, so gilt es zu prüfen, ob nicht Teile dieser Teichanlagen weitergenutzt werden können (Tabellen 7 und 8). Der linke Teil von Bild 7 zeigt einen ehemaligen Schönungsteich, der umgebaut wurde zu einem Schlammstapelbehälter (ca. 550 m³) und zu einem trichterförmigen Nachklärbecken (ca. 220 m³) für einen vorge-schalteten Rotationstauchkörper. Der Umbau erfolgte in Erdbauweise mit PE-Folien; diese Technik hat sich beim Bau landwirtschaftlicher Güllelagunen bereits seit vielen Jahren bewährt. Bei der Maschinen- und Elektrotechnik (z. B. Pumpentechnik) wurde hingegen Material eingesetzt, das auch auf modernen Belebungsanlagen zum Einsatz kommt. Die Umnutzung des Schönungsteichs hat ca. 160 Tsd. € gekostet, was etwa 200 €/m³ entspricht. Die Kostenrichtwerte für vergleichbare Bauwerke aus Stahlbeton liegen zwischen 300 €/m³ für Schlammstapelbehälter und 1.000 €/m³ für Nachklärbecken.

Der rechte Teil von Bild 7 zeigt einen ehemaligen belüfteten Abwasserteich (800 m³) auf einer Kläranlage, die 2007/2008 in eine aerob stabilisierende Belebungsanlage mit Kombibecken umgebaut wurde. Da der alte Abwasserteich bereits über eine Betonsohle verfügte und zusätzliche Mischwasserbehandlungskapazität benötigt wurde, lag ein Umbau in ein Durchlaufbecken im Nebenschluss nahe. Die Umbaukosten beliefen sich auf 150 Tsd. € oder 190 €/m³, was ebenfalls deutlich günstiger als ein Neubau ist.



Bild 7: Umbau alter Abwasserteiche (1 = Umbau eines Schönungsteiches in ein Nachklärbecken und einen Schlammstapelbehälter, 2 = Umbau eines Abwasserteiches in ein Regenüberlaufbecken)

Tabelle 7: Umnutzung eines aufgelassenen Abwasserteichs zum Regenüberlaufbecken

Umnutzungsansatz	Umbau von Teichen zu Regenüberlaufbecken
Einsatzbereich	keine Einschränkung
Ertüchtigungsziel	Schaffung von zusätzlichen Kapazitäten zur Mischwasserbehandlung
Entwässerungssystem	Mischsystem
Spezifische Kosten	ab 150 €/m ³
Begünstigende Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> - Abwasserteich verfügt bereits über eine Betonsohle - Abwasserteich verfügt bereits über ein Entlastungsbauwerk - Auftriebssicherheit kann kostengünstig sichergestellt werden

Tabelle 8: Umnutzung eines aufgelassenen Abwasserteichs zu Schlammstapelbehältern

Umnutzungsansatz	Umbau von Teichen zu Schlammstapelbehältern
Einsatzbereich	keine Einschränkung
Ertüchtigungsziel	Schaffung von zusätzlichen Schlamm lagerkapazitäten
Entwässerungssystem	Mischsystem, Trennsystem
Spezifische Kosten	ca. 200 €/m ³

5.2 Tropfkörperanlagen

In der Region Osthessen gibt es vereinzelt noch Tropfkörperkläranlagen. Während diese Kläranlagen gut Kohlenstoffverbindungen abbauen und zum Teil auch nitrifizieren können, so sind diese Anlagen nicht oder kaum in der Lage zu denitrifizieren und halten damit oft nicht mehr sicher die Überwachungswerte für Gesamtstickstoff ein. Wenn bei Tropfkörperanlagen Modernisierungsbedarf besteht, dann kommen neben einem Neubau u. a. folgende Ansätze in Frage:

- Anschluss an eine größere, moderne Kläranlage und Aufgabe der alten Tropfkörperkläranlagen (siehe Abschnitt 1.1)
- Ertüchtigung der Tropfkörperanlage durch eine vorgeschaltete Denitrifikation (Bilder 8/9)
- Vollständig dezentraler Lösungsansatz (z. B. Kleinkläranlagen) (siehe Abschnitt 6)

Bei der Bewertung dieser Alternativen können die folgenden Hinweise hilfreich sein (Tabellen 3, 6 und 9).

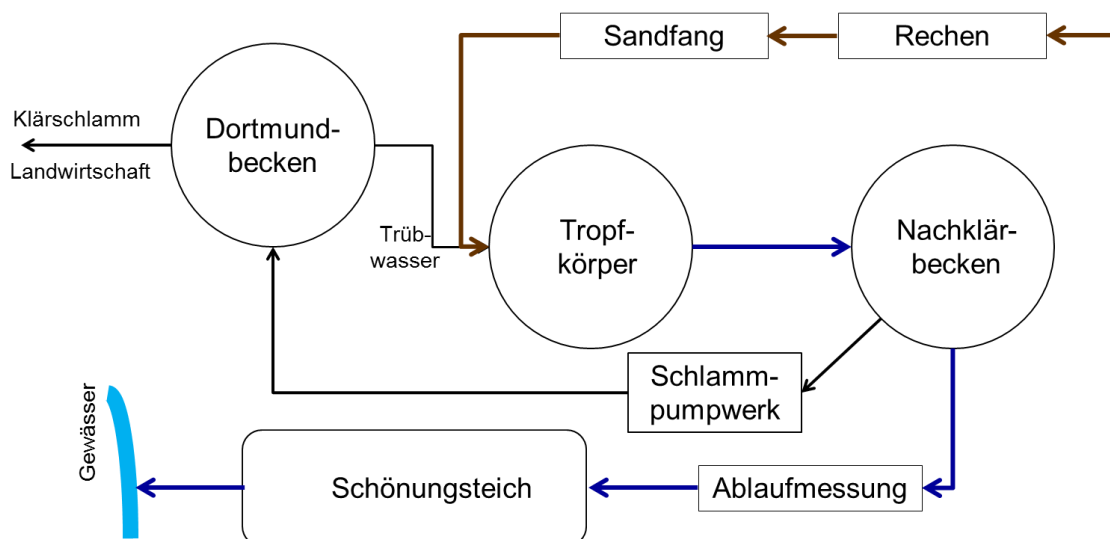


Bild 8: Fließschema einer Tropfkörperanlage vor der Modernisierung

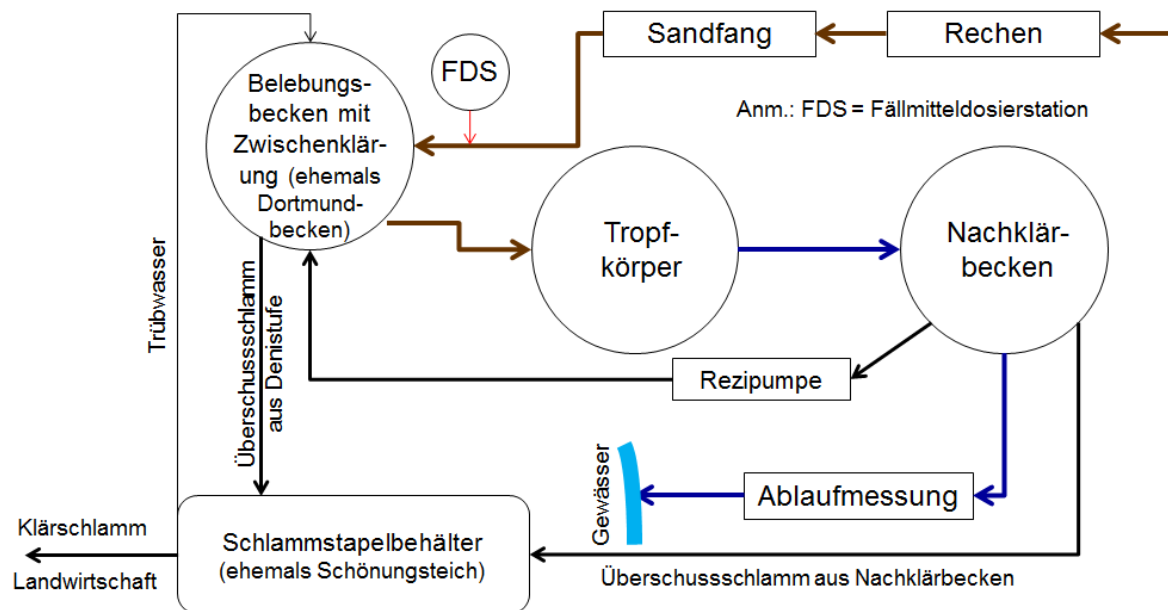


Bild 9: Fließschema einer Tropfkörperanlage mit vorgeschalteter Denitrifikation nach Modernisierung

Ein ähnliches Konzept wie in Bild 9 vorgestellt wurde in den 1990er Jahren erfolgreich auf einer ländlichen Kläranlage in der Westpfalz realisiert; das Konzept hat sich gut bewährt und ist noch heute problemlos im Einsatz.

Tabelle 9: Nachrüstung einer vorgeschalteten Denitrifikation in eine Tropfkörperanlage

Modernisierungsansatz	Ertüchtigung eines Tropfkörpers mittels vorgeschalteter Denitrifikation
Einsatzbereich	i.d.R. < 2.000 EW
Gewässeranforderungen	leistungsfähig bis leistungsstark
Ertüchtigungsziel	Nitrifikation und Denitrifikation, chemische Phosphorelimination
Entwässerungssystem	Mischsystem
Spezifische Kosten	k. A.
Begünstigende Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> - Bausubstanz (v.a. Tropfkörper) mit überschaubarem Aufwand sanierbar - Dortmund- oder Emscherbrunnen als Vorreinigung bereits vorhanden - Schönungsteich vorhanden (z. B. als Schlammstapel nutzbar) - Mittlerer bis hoher Fremdwasseranfall
Einwohnerentwicklung	Auf Sicht von 20 Jahren ist nur mit einem moderaten Bevölkerungsrückgang zu rechnen

Im begrenzten Umfang bietet sich ein solches Konzept auch für Kläranlagen mit Rotations-tauchkörpern an.

6 Dezentrales Lösungskonzept mittels Kleinkläranlagen

Im Abschnitt 5.1 wurde bereits ausgeführt, dass im Einzelfall auch die Rückkehr zu einem vollständigen dezentralen Abwasserreinigungskonzept ein Überlegung wert sein kann. Wie Tabelle 6 verdeutlicht, kommen derartige Ansätze insbesondere dann in Frage, wenn ein Ortsteil aufgrund des demografischen Wandels sehr stark ausdünnert und der Kanal stark sanierungsbedürftig ist. In diesem Fall kommen moderne Kleinkläranlagen in Frage, die bei ordnungsgemäßen Einbau und entsprechender Pflege und Wartung gute bis sehr gute Reinigungsleistungen erreichen können. Wie der Umbau eines Altsystems aussehen könnte verdeutlicht schematisch Bild 10. In einer osthessischen Gemeinde wurde vor einigen Jahren für einen ganzen Ortsteil eine dezentrale Abwasserreinigung mittels Kleinkläranlagen realisiert, sodass auf diesen Erfahrungen aufgebaut werden kann.

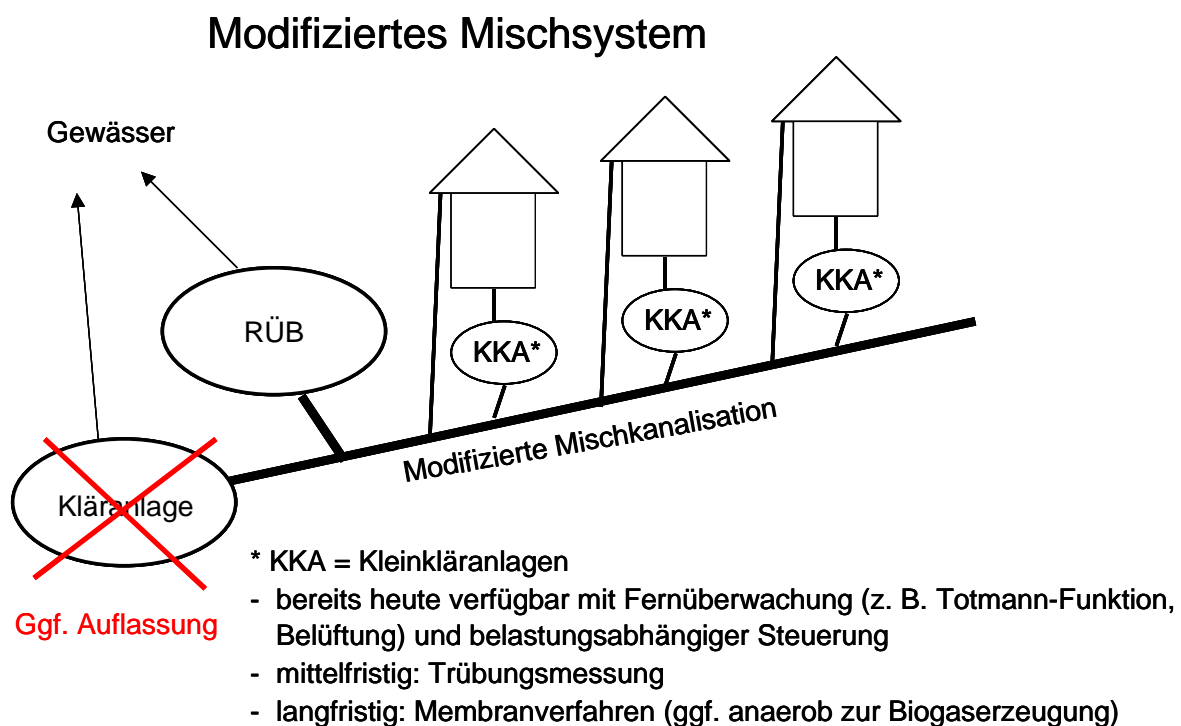


Bild 10: Dezentrales Lösungskonzept auf Basis von Kleinkläranlagen (Wiese [2010])

7 Sanierungsbedarf bei Kanalisationen

Unsere herkömmliche Ver- und Entsorgungsinfrastruktur ist im ländlichen Raum auf Dauer oft zu teuer und zu unflexibel. Darüber hinaus gilt es die folgenden Aspekte zu beachten:

- Der Fremdwasseranteil im ländlichen Raum ist sehr hoch; zum Teil über 80 %! Das Ziel des Bundes und des Landes Hessen ist aber < 50 %. Dies lässt sich im ländlichen Raum mit der derzeitigen Infrastruktur nur sehr schwierig und teuer realisieren!
- Viele Freispiegelkanäle sind bereits heute sanierungsbedürftig!
- Freispiegelkanäle führen angesichts des Trinkwasserrückgangs zu betrieblichen Problemen durch Ablagerungen (z. B. Geruch, verstärkte Korrosion).

- Freispiegelkanäle müssen regelmäßig auf Dichtheit überprüft werden („EKVO“), was erhebliche Kosten verursacht.

D. h. es muss nach Alternativen zu herkömmlichen Entwässerungskonzepten gesucht werden.

7.1 Vakuumentwässerungen zur Neuerschließung

Im ländlichen Raum ist der Aufwand für Bau und Betrieb von konventionellen Kanalisationen oft sehr hoch, nicht zuletzt aufgrund der oftmals ausgeprägten Topografie (z. B. Pumpstationen) und der geringen Einwohnerzahl je laufenden Meter Kanal. Noch immer gibt es Gebiete im ländlichen Raum, die noch nicht an die öffentliche Kanalisation angeschlossen sind oder bei denen dezentrale Lösungen (z. B. Kleinkläranlagen) aufgrund besonderer Umweltauflagen (z. B. Wasserschutzgebiet) nicht in Frage kommen. Der Trend geht zudem Weg von der Mischkanalisation hin zur Trennkanalisation. Bei diesen Anwendungsfällen sollte darüber nachgedacht werden, ob nicht auf eine Vakuumentwässerung zurückgegriffen werden kann. Dieses System bietet diverse Vorteile, wie zum Beispiel:

- Minimale Verlegetiefe und geringere Rohrleitungsdurchmesser (DN 80 – DN 200)
- Flexibles Rohrleitungssystem ermöglicht das Umgehen von Hindernissen
- Erheblich kürzere Bauzeiten
- Niedrigere Baukosten (bis zu ca. 20 % Einsparung)

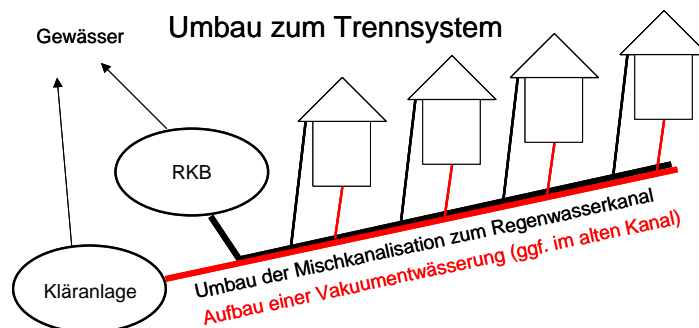
Derartige Systeme wurden bereits in mehreren osthessischen Einzugsgebieten eingesetzt (z. B. Scheppenbachtal, Rommerz, Gichenbachtal). Im Falle der Vakuumentwässerung „Scheppenbachtal“ konnten gegenüber der ursprünglichen Planung „Freispiegelkanalisation“ etwa 18 % bzw. ca. 400 Tsd. € Einsparung erzielt werden (Bild 11) (Wiese [2010]).



Bild 11: Vakuumentwässerung (1 = Hausanschlussschacht, 2 = Vakuumstation)

7.2 Vakuumentwässerung als Ersatz schadhafter Kanalisationen

Im ländlichen Raum ist der Zustand vieler Kanalisationen sehr schlecht. Dies hat zur Folge, dass der Sanierungsaufwand im Einzelfall sehr hoch sein kann. Weiterhin ist es vielfach kaum möglich, sämtliche Drainagen abzukoppeln, ohne die Substanz der Gebäude zu beschädigen. In derartigen Fällen sollte darüber nachgedacht werden, ob die Verlegung einer Vakuumentwässerung nicht eine kostengünstige Alternative sein kann. Der Altkanal kann weiterhin zur Ableitung von Fremd- und Regenwasser genutzt werden, sodass hierdurch auch eine Umwandlung vom einem Misch- in ein Trennsystem möglich ist (Bild 12, Tabelle 10). Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass hierzu auf den Grundstücken in der Regel eine Entflechtung von Schmutz- und Regenwasserleitungen erfolgen muss. Hier empfiehlt es sich, diesen Prozess intensiv während der Planungs- und Bauphase durch Fachleute und in enger Abstimmung mit dem Grundstückseigentümer abzustimmen, um Fehlanschlüsse und unnötige Kosten zu vermeiden.



Anmerkung:

- Der Mischwasserkanal wird zum Regenwasserkanal umgebaut.
- Der Schmutzwassertransport erfolgt über eine Vakuumkanalisation (bei größeren Querschnitten ist eine Verlegung im Regenwasserkanal vorstellbar).
- Die Kläranlage wird konzentriertes Abwasser behandeln. Die geringeren Mengen erleichtern zudem einen Ausbau auf weitergehende Reinigungsstufen (z. B. prioritäre Stoffe).
- Das Regenüberlaufbecken wird zum Regenklärbecken; auf den Bau weitergehender Maßnahmen (z. B. Bodenfilter) kann verzichtet werden.

Bild 12: Umbaukonzept für eine schadhafte Freispiegelkanalisation (Wiese [2010])

Tabelle 10: Vakuumentwässerung als Alternative zur Kanalnetzsanierung

Modernisierungsansatz	Umwandlung eines Mischsystems in ein Trennsystem mit Vakuumentwässerung
Größe	i.d.R. < 1.000 EW
Entwässerungssystem	Mischsystem
Spezifische Kosten	k. A.
Begünstigende Faktoren	<ul style="list-style-type: none"> - stark sanierungsbedürftige Mischkanalisation - hoher Fremdwasseranteil (> 75 %) - nicht oder nur schwer abklemmbare Drainagen - kompakte, überschaubare Dorfstruktur (z. B. Haufen-/Straßendorf) - Mitverlegung in Kanälen möglich
Einwohnerentwicklung	Auf Sicht von 20 Jahren ist nur mit einem moderaten bis mittleren Bevölkerungsrückgang zu rechnen

7.3 Grabenlose Sanierung

In vielen Fällen lässt sich kostengünstig eine grabenlose Kanalsanierung als Alternative zu einer offenen Kanalsanierung realisieren. Diese zum Teil neuartigen Sanierungskonzepte sollten auch zunehmend im ländlichen Raum geprüft werden.

8 Veränderung der Standards im ländlichen Raum

Die Geschichte der Siedlungsentwicklung zeigt, dass (größere) Siedlungen bevorzugt an mittleren und größeren Gewässern entstanden sind. Dies war nicht nur auf eine bessere Verkehrsanbindung zurückzuführen, sondern im Wesentlichen auch dadurch bedingt, dass hier eine ausreichende Wasserversorgung und Abwasserableitung sichergestellt werden konnte. Heute siedeln Menschen in größerer Zahl auch im ländlichen Raum, dessen Gewässer – zumeist der Quell- und Oberlaufbereich! – noch klein und leistungsschwach sind. Durch die Einführung einer immissionsorientierten Betrachtungsweise („Was kann das Gewässer verkraften?“) durch Hessen (z. B. BWK-Merkblatt M3), den Bund (z. B. WHG) und die EU (z. B. Wasserrahmenrichtlinie) muss der ländliche Raum zukünftig in vielen Fällen aber höhere Anforderungen einhalten als große Kommunen an leistungsstärkeren Gewässerabschnitten! Es muss daher – vor allem durch auch durch die Politik – kritisch hinterfragt werden, ob hier nicht Anpassungen für den ländlichen Raum vorgenommen werden können.

Ein gutes Beispiel ist hierfür die Untersuchung von Hausanschlussleitungen auf Dichtigkeit: Zurzeit ist die Untersuchung der Hausanschlussleitungen in Hessen ausgesetzt. Angesichts weiterer Regelungen (z. B. auf Bundesebene) ist aber damit zu rechnen, dass die Vorgabe mittelfristig in einer – ggf. modifizierten Form – wieder in Kraft treten wird. Wegen der großen Grundstücke, der oft alten Bausubstanz sowie des demografischen Wandels (mit vermutlich negativen Einflüssen auf viele Immobilienpreise) würden in vielen Fällen hohe Kosten für die Untersuchung und Sanierung der Hausanschlussleitungen auf die Eigentümer zukommen; in Einzelfällen können die Kosten sogar den Immobilienwert übersteigen! Es muss daher konstruktiv überlegt werden, ob die Standards im ländlichen Raum angepasst werden können (z. B. nur in Wasserschutzgebieten) bzw. Ausnahmeregelungen für Härtefälle eingeführt werden (z. B. Aufschub für Gebäude, die mittelfristig nicht mehr bewohnt werden).

Literaturverzeichnis

- Alda J. [2013]: Belüftertausch aber richtig!, http://www.tuttahs-meyer.de/tum_de/service/downloads/view.php?id=19
- Schmitt T. G. (Hrsg.) [2008]: Forschungsprojekt „Energie- und Kostenoptimierung durch Schaffung von semizentralen Schlammbehandlungscetern“, Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft, TU Kaiserslautern
- Tews S. [2013]: Energieoptimierung für kleinere und mittlere Kläranlagen, Vortrag und Foliensatz, Seminar „Energie- und Prozessoptimierung auf Abwasseranlagen“ der Fa. GKU, Siemens und Hach Lange, 19. März 2013, Fulda
- Wiese J. [2005]: Entwicklung von Strategien für einen integrierten Betrieb von SBR-Kläranlagen und Mischkanalisationen – Simulation und Großtechnik, Schriftenreihe des Fachgebietes Siedlungswasserwirtschaft, Band 19, TU Kaiserslautern
- Wiese J. [2010]: Die Siedlungswasserwirtschaft im ländlichen Raum, Demographischer Wandel zum Thema „Wasserversorgung und kommunales Abwasser“, Regierungspräsidium Kassel/Umweltallianz Hessen, 5. Mai 2010, Kassel