Zeitschrift: Plan : Zeitschrift für Planen, Energie, Kommunalwesen und Umwelttechnik = revue suisse d'urbanisme

Herausgeber: Schweizerische Vereinigung für Landesplanung

Band: 26 (1969)

Heft: 2

Artikel: Kritische Betrachtungen zum heute üblichen Vorgehen bei der Planung und Realisierung von Abwasserreinigungsanlagen

Autor: Christen, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-782963

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Kritische Betrachtungen zum heute üblichen Vorgehen bei der Planung und Realisierung von Abwasserreinigungsanlagen

J. Christen, dipl. Ing. ETH, Von Roll AG, Zürich

1. Einleitende Bemerkungen

Vor Jahren waren Planung und Erstellung der Abwasserreinigungsanlagen fast ausschliesslich ein Tätigkeitsgebiet des Bauingenieurwesens. Die Abwassertechnik wurde als Teilgebiet des Wasserbaues analog zu den übrigen Baufachgebieten, wie Strassenbau, Statik, Eisenbetonbau, Stahlbau usw., gelehrt, erlernt und angewendet. Man unterschied die Systeme und Verfahren der Abwasserreinigung einzig nach den allgemein bekannten Verfahrensprinzipien, wie beispielsweise nach Tropfkörper- und Belebtschlammverfahren. Die Maschinenfirmen wurden nur zur Konstruktion und Lieferung der elektromechanischen Ausrüstung auf dem Submissionswege beigezogen, womit sie keinen namhaften Einfluss auf die Gesamtkonzeption oder auf das Verfahren der Abwasserreinigung nehmen konnten. Diese Art der Planung und Erstellung von Abwasserreinigungsanlagen entspricht den Grundsätzen des SIA und war bisher das in der Schweiz übliche Vorgehen.

Seit dem Auftreten verschiedener in- und ausländischer Firmen sind Planung und Erstellung von Abwasserreinigungsanlagen aller Grössen nun auch zu einem Tätigkeitsfeld von Firmen geworden, für welche die SIA-Grundsätze keine Verbindlichkeit haben.

Die als firmeneigene, patentierte Systeme oder gar als Spezialverfahren lancierten Anlagen, für die kein SIA-Reklameverbot gilt, verschaffen den sogenannten «Ingenieuranlagen» das Beiwort «konventionell».

Wir werden in den folgenden Betrachtungen feststellen, dass die firmeneigenen Systeme keine grundlegenden Neuheiten darstellen, sondern dass sie im Grunde nach den Erkenntnissen der allgemein anerkannten Abwassertechnik konzipiert sind und dass die Bekken demzufolge weder oberflächen- noch inhaltsmässig von den sogenannten «konventionellen» Becken wesentlich abweichen können. Hält man sich diese Tatsache bei der Beurteilung und dem Vergleich verschiedener Projekte, Verfahren oder Systeme stets vor Augen, dann ist man schon recht bald in der Lage, die Projekte zu beurteilen. Die folgenden Betrachtungen beschränken sich auf das Belebtschlammverfahren.

2. Die verschiedenen Verfahren der Abwasserreinigung mit Belebtschlamm

Grundsätzlich können bei der Abwasserreinigung mit Belebtschlamm zwei Verfahren unterschieden werden, nämlich

— die (konventionellen) einstufigen Verfahren
— die mehrstufigen Verfahren

2.1 Die (konventionellen) einstufigen Verfahren

Bei den einstufig biologischen Verfahren wird in der sogenannten mechanischen Abwasserbehandlung das anfallende Rohabwasser geklärt. In der anschliessenden biologischen Reinigung werden bei Vollreinigung etwa 80 bis maximal 95 Prozent der echt und kolloidal gelösten Verunreinigungen (ausgedrückt in BSB_5) aus dem Abwasser entfernt (entspricht etwa einer 65- bis 88prozentigen Entfernung der organischen Kohlenstoffverbindungen).

Der aus der mechanischen Abwasserbehandlung und der biologischen Abwasserreinigung anfallende Schlamm (Primär- und Ueberschuss-Schlamm) muss stabilisiert, d. h. in eine Form gebracht werden, in der er zu keinen Geruchsbelästigungen mehr Anlass bieten sollte.

Heute kennt man dafür folgende Verfahren (wir zählen sie der Häufigkeit und Bedeutung nach auf):

— Die anaerobe Schlammstabilisierung, als *Schlammfaulung* in den Faulräumen bekannt.
— Die aerobe Schlammstabilisierung oder Schlammbelüftung, oft auch Schlammstabilisierung oder kurz Stabilisierung genannt (was bei Nichtfachleuten oft Verwirrung stiftet, da die Schlammfaulung und die unten erwähnten Verfahren den Schlamm ebenfalls stabilisieren).
— Die thermischen Behandlungsarten (Erhitzung des Frischschlammes auf über 170 °C meist mit anschliessender Entwässerung).

Die einstufig biologischen Verfahren haben sich für die Reinigung von häuslichen, gewerblichen und industriellen Abwässern in unzähligen Anlagen des In- und Auslandes bestens bewährt und eignen sich nach Ansicht verschiedener Abwasserfachleute für Konzentrationen des vorgeklärten Abwassers bis etwa 400 mg BSB_5/l.

Bauwerk	Einstufig	Mehrstufig	Bemerkungen
Zulaufbauwerke	(Pumpwerk) Zulaufkanal Regenwasser-entlastung (Regenwasser-klärbecken)	(Pumpwerk) Zulaufkanal Regenwasser-entlastung (Regenwasser-klärbecken *)	Hochwasser-, Fein- oder Not-entlastung
Mechanische Abwasser-behandlung	Rechen Sandfang (Oel-Fett-Abscheider) Vorklärung	Rechen Sandfang (Oel-Fett-Abscheider) (Vorklärung *)	* Regenwasser-klärbecken bei Mischkanalisation obligatorisch, wenn auf das Vor-klärbecken ver-zichtet werden will
Biologische Abwasser-reinigung	Belüftungsbecken Nachklärbecken	1. Belüftungs-becken 1. Nachklärbecken 2. Belüftungs-becken 2. Nachklärbecken usw.	
Chemische Abwasser-behandlung	(Elimination der entrophierenden Stoffe)	(Elimination der eutrophierenden Stoffe)	
Schlamm-behandlung	Faulung oder Belüftung usw.	Faulung oder Belüftung usw.	

2.2 Die mehrstufigen Verfahren

Bei den mehrstufigen biologischen Verfahren werden in der mechanischen Abwasserbehandlung, wie bei den einstufigen Verfahren, die Grobverunreinigungen aus dem Abwasser entfernt.
Zum Unterschied zu den einstufigen Verfahren wird bei den mehrstufigen die biologische Abwasserreinigung in mehreren *hintereinandergeschalteten* Belüftungs- und Nachklärbecken vollzogen.
Bei einer zweistufig biologischen Anlage wird das mechanisch behandelte Abwasser in ein erstes Belüftungsbekken und hierauf in ein erstes Nachklärbecken geleitet. Vom ersten Nachklärbecken gelangt es sodann in ein zweites Belüftungsbecken und von diesem in ein zweites Nachklärbecken.
Der anfallende Schlamm kann wie bei den einstufigen Verfahren anaerob (durch Faulung), aerob (durch Belüftung) oder thermisch behandelt werden.
Mehrstufige biologische Verfahren haben sich für die Reinigung konzentrierter Abwässer, häuslichen und vor allem industriellen Ursprungs bestens bewährt. Mehrstufige biologische Anlagen sind den einstufigen überlegen, sobald die Konzentrationen des vorgeklärten Abwassers etwa 400 mg BSB_5/l übersteigen und wo der Abfluss immer noch den eidgenössischen Richtlinien entsprechen muss (Reinigungsgrade von 95 % und mehr). Mehrstufige Verfahren sind zudem als einzige geeignet, grosse Mengen hochkonzentrierter Industrieabwässer befriedigend zu reinigen.

2.3 Gegenüberstellung einstufiger — mehrstufiger Verfahren

Bauwerke, in Klammern fakultativ.

3. Voraussetzungen für die Abwasserreinigung

Bevor wir auf die grundsätzlichen Möglichkeiten bei der Realisierung einer Abwasserreinigungsanlage eintreten, sollen zwei Hauptfaktoren, die Reinigungsleistung und die Dimensionierung der Abwasserreinigungsanlage, in ihrer Bedeutung klargestellt werden. Die Kosten der Anlage werden bewusst nicht als Hauptfaktor bezeichnet, denn sie sind lediglich eine Folge der Dimensionierung.

3.1 Die Reinigungsleistung

Für die Festlegung der Reinigungsleistung einer Abwasserreinigungsanlage sind in der Schweiz primär die kantonalen Gewässerschutzämter zuständig. Diese stützen sich auf die vom Eidgenössischen Departement des Innern erlassenen Richtlinien über die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer. Diese Richtlinien definieren den nach der Reinigung noch zulässigen Gehalt an Abwasserinhaltsstoffen. Für die Auswahl eines bestimmten Systems oder Verfahrens muss man somit darauf achten, dass in jedem Falle (im 24-Stunden-Mittel und im Mittel tagsüber) die geforderten Leistungen erbracht werden.

3.2 Dimensionierung der Anlagen

Die Abwasserreinigung unterliegt physikalischen, chemischen und biochemischen Gesetzmässigkeiten. Die Technik kann deshalb nur unwesentlich die Dimensionierung beeinflussen. Verfahren mit einer technischen Konzeption, die einen optimalen Ablauf der naturgegebenen Vorgänge gewährleistet, müssen zwangsläufig die gleichen Dimensionen aufweisen. Der Verfasser hatte Gelegenheit, die verschiedensten Abwasserreinigungssysteme und -verfahren im In- und Auslande zu besichtigen, mit den zuständigen Klärmeistern, Behörden und Fachleuten zu diskutieren und Einsicht in Versuchs- und Untersuchungsprotokolle zu nehmen. Die Ausweitung aller Daten hat das nicht unerwartete Ergebnis gezeitigt, dass alle nach den heutigen Erkenntnissen dimensionierten Anlagen gut funktionieren und dass dort, wo Anlagen schlecht funktionieren, fast immer physikalische oder biochemische Gebote ausser acht gelassen, falsch interpretiert oder zuwenig berücksichtigt wurden.
Es ist klar, dass Erstellungs- und Betriebskosten von Anlagen um so geringer sind, je knapper die Anlagen und die maschinellen Einrichtungen bemessen worden sind. Bei teuren Bauten, wie es Abwasserreinigungsanlagen darstellen, soll auch die spätere Leistung bei Vollbelastung befriedigend sein. Sie dürfen deshalb nicht unterdimensioniert werden.
Angebote, die wesentlich kleinere Kosten für den Bau und die elektromechanischen Ausrüstungen und auch geringe Betriebskosten versprechen, müssen deshalb besonders kritisch betrachtet werden. Für einen Bauherrn, der sich gegen Unterdimensionierungen absichern will, gibt es folgende Wege:
a) Die Dimensionierung wird von neutralen Fachleuten (Ingenieurbüros, Amtsstellen oder Hochschulinstituten) überprüft oder in Sonderfällen durchgeführt.
b) Der Bauherr lässt sich die Leistungsdaten von der Lieferfirma garantieren.
Der erste Weg ist bei «konventionellen» Anlagen leicht zu beschreiten, da die Anlagen ohnehin von neutralen Büros dimensioniert und oft auch von der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz (EAWAG) überprüft werden. Bei «Firmenanlagen» bietet dieser Weg jedoch Schwierigkeiten, sobald man die Firmen zueinander in Konkurrenz stellt. Im harten Konkurrenzkampf, wie er im Abwasserfach immer mehr üblich zu werden scheint, weigert sich eine Firma, bei der Dimensionierung Expertensicherheiten einzuschliessen, und verweist auf ihre Garantien. Man muss deshalb ins Pflichtenheft als Bedingung aufnehmen, dass die offerierenden Firmen sich bereit erklären, die Empfehlungen von Experten zu berücksichtigen.
Dieses Vorgehen führt also zwangsläufig zum Expertengutachten. Stellt man die Firmen nicht in Konkurrenz zueinander, dann bieten sich im allgemeinen keine Schwierigkeiten, wenn bei der Dimensionierung Sicherheiten verlangt werden.
Der erste Weg (a) ist demnach bei konventionellen Anlagen durchaus gangbar; bei Firmenanlagen hingegen kann er nur beschritten werden, wenn ein entsprechend detailliertes Pflichtenheft vorliegt und die Projekte von Experten begutachtet werden.
Der zweite Weg (b), der über die Garantien führt, ist sehr problematisch. Garantien werden sicher geleistet, wenn der Projektverfasser ein angemessenes Recht auf Einschluss von Sicherheit hat. Sie werden allerdings auch geleistet, wenn er auf die Sicherheitsfaktoren infolge Konkurrenzdrucks verzichtet. Dabei entstehen jedoch folgende Probleme:
Beim Nachweis der garantierten Leistung müssen verschiedene schwer überschaubare Voraussetzungen erfüllt sein. So stellt der Lieferant an die Qualität des vom Bauherrn gelieferten Abwassers Anforderungen, deren Nichteinhaltung er mit den gleichen Argumenten bestreitet wie der Bauherr die Nichteinhaltung der garantierten Leistungen. Die Lieferfirma kann mit Fug und Recht erwarten, dass der Abwasserreinigungsanlage nur Abwasser zugeleitet wird, das den Anforderungen der Richtlinien des Eidgenössischen Departementes des Innern vom 1.9.1966 entspricht. Dort wird auch die Beschaffenheit von Abwässern beschrieben, die überhaupt in die Kanalisationen geleitet werden dürfen. In den meisten Fällen wird es für den Bauherrn äusserst schwierig und sehr kostspielig sein, den Nachweis zu erbringen, dass sein Rohabwasser den obgenannten Richtlinien entspricht.
Der Leistungsnachweis wird von der Lieferfirma kurz nach der Inbetriebsetzung der Anlage erbracht, also dann, wenn die Belastung den im Pflichtenheft verankerten Grundlagen (z. B. der Belastung im Jahre 1990) noch nicht entspricht.
Für Anlagen mit einer gewissen Minimalgrösse (etwa 15 000 angeschlossene hydraulische Einwohnergleichwerte) ist aus technischen Gründen eine mehrstrassige Konzeption empfehlenswert. Bei mehrstrassigen Anlagen kann der Leistungsnachweis bei Inbetriebnahme einigermassen zuverlässig erbracht werden, indem nur eine Strasse in Betrieb genommen wird und die Anlage so mit dem anfallenden Abwasser nicht nur hydraulisch, sondern auch biochemisch ausgelastet werden kann.
Für kleinere Anlagen (mit weniger als 10 000 bis 15 000 angeschlossenen hydraulischen Einwohnergleichwerten) ist

eine mehrstrassige Konzeption aus technischen und aus finanziellen Gründen in den wenigsten Fällen zu empfehlen. Der Leistungsnachweis ist bei diesen Anlagen bei der Inbetriebnahme praktisch nicht zu erbringen (hydraulisch unter Umständen, indem die Wassermenge durch Zupumpen von Bach-, See- oder Grundwasser auf den Sollwert gebracht wird; die künstliche «BSB-Schaffung» durch irgendwelche Substratbeigaben ist nach Ansicht der Abwasserbiologen sehr problematisch). Der Bauherr wird vor Gericht kaum nachweisen können, dass die erstellte Anlage der zukünftigen Sollbelastung nicht angemessen sein wird, es sei denn, die Anlage funktioniere schon bei der Unterbelastung nicht befriedigend.
Das Problem der Leistungsgarantien erschöpfend zu behandeln, würde zu weit führen (es wird im Abschnitt 5.2.3 noch einmal kurz darauf eingetreten). Es sei aber die durch Erfahrung erhärtete These unterstrichen:
Ein Bauherr, der zu Recht die Leistung seiner bezahlten Abwasserreinigungsanlage vor Gericht beanstandet, wird höchstens nach jahrelangen Prozessen sein Recht erlangen, und dies kommt ihm teurer zu stehen, als was er beim Bau der Anlage eingespart hat. Den Weg über die Garantien allein wird man aus diesem Grunde nur mit Bedenken wählen.
Diese Erläuterungen über die Dimensionierung und die Garantieprobleme sollen die grundsätzlichen Schwierigkeiten zeigen, vor die ein Bauherr bei der Systemwahl gestellt wird. In der Praxis haben sich denn auch die Abwasserzweckverbände ganz unterschiedlichen Möglichkeiten zugewendet. Es lassen sich dabei aber doch drei grundsätzlich verschiedene Wege erkennen, die hier kurz beschrieben werden sollen.

4. Das Vorgehen bei der Realisierung einer Abwasserreinigungsanlage

4.1 Die drei Hauptmöglichkeiten

— Die herkömmliche Möglichkeit: Man beauftragt ein beratendes Ingenieurbüro; Konkurrenzkämpfe bei der Anlagendimensionierung kommen hier nicht ins Spiel (konventionelles Vorgehen).

— Die sogenannte «französische Möglichkeit» ist gekennzeichnet durch den Wettbewerb einer beschränkten Anzahl von Grossfirmen auf Grund eines staatlichen Pflichtenheftes, die autoritäre Stellung der Aufsichtsbehörden und die starke Entschlusskraft des Bauherrn (Vorgehen mit Generalunternehmer).

— Die dritte Möglichkeit ist eine Kombination der beiden andern Möglichkeiten; es werden sowohl die Dienste von Vertrauensingenieuren wie von Grossfirmen beansprucht (Vorgehen mit Generallieferant).

Vorgehen konventionell	Vorgehen mit Generalunternehmer	Vorgehen mit Generallieferant
1. Entschluss zum Bau einer Anlage	1. Entschluss zum Bau einer Anlage	1. Entschluss zum Bau einer Anlage
2. Grundlagenbeschaffung	2. Grundlagenbeschaffung	2. Grundlagenbeschaffung
3. Auftrag an Ingenieur zur Ausarbeitung eines Vorprojektes	3. Erstellen eines Pflichtenheftes durch beratenden Ingenieur und Behörde	3. Erstellen eines Pflichtenheftes durch beratenden Ingenieur und Behörde
4. Prüfung des Vorprojektes durch Bauherr und Behörde	4. Zulassungsverfahren für den Wettbewerb	4. Projektierungswettbewerb unter Generallieferanten (ohne Bauteil)
5. Kreditbeschaffung	5. Bauprojekt für die schlüsselfertige Anlage inkl. Inbetriebnahme	5. Projektvergleich durch Bauherrn, beratenden Ingenieur und Behörde
6. Allgemeines Bauprojekt durch Ingenieur	6. Offertvergleich durch Bauherrn und Behörde	6. Gutachten durch Experten
7. Genehmigung durch Behörde	7. Projekt- und Offertbereinigung	7. Projekt und Offertbereinigung
8. Detailprojekt und Submission für die Unternehmer und Lieferanten	8. Kreditbeschaffung	8. Bestimmung des Generallieferanten
9. Vergebung der Bauarbeiten und der elektrisch-mechanischen Ausrüstungen	9. Vergebung an den Generalunternehmer	9. Allgemeines Bauprojekt durch Ingenieurbüro
10. Ausführung	10. Ausführung	10. Genehmigung des allgemeinen Bauprojektes durch die Behörde
		11. Kreditbeschaffung
		12. Detailprojektierung
		13. Submission des baulichen Teiles
		14. Vergebung der Bauarbeiten
		15. Ausführung

4.2 Kritische Bemerkungen zu den einzelnen Möglichkeiten

4.2.1 Zum konventionellen Vorgehen

Dieses Vorgehen ist das übliche. Es lässt sich sowohl für die «konventionellen» Anlagen wie für die «Firmensysteme» anwenden. Erfahrene Ingenieurbüros, die bereits einige Anlagen erstellt haben, wählen in der Regel keine Firmensysteme. Ingenieurbüros hingegen, die sich zum erstenmal mit einem Abwasserreinigungsprojekt befassen, bevorzugen die Mitarbeit von Firmen, die die abwassertechnische Bemessung besorgen und dem Ingenieurbüro lediglich die Bearbeitung des bautechnischen Teiles überlassen. So oder so wird die Anlage frei, d. h. ohne Konkurrenzdruck bemessen, und sämtliche Verbesserungsvorschläge von allfälligen Experten werden berücksichtigt.

Die Vorteile dieses Vorgehens sind:

— Der Bauherr hat die grösstmögliche Sicherheit, in den Besitz einer gutbemessenen Anlage zu kommen, die bis zum Erreichen des Ausbauziels befriedigt.

— Planung und Bau schreiten rasch voran.

— Die Bauarbeiten können im Submissionsverfahren nach Möglichkeit an ortsansässige Unternehmen vergeben werden.

Als Nachteile sind anzuführen:

— Luxuriös gebaute und ausgerüstete Anlagen (es gibt dafür Beispiele in der Schweiz) betrachtet der Bauherr seiner Sachunkenntnis wegen als normal. Ein unverantwortlich handelnder Ingenieur kann so den Bauherrn dazu bringen, eine zu teure Anlage zu wählen. Nach der SIA-Honorarordnung wird das Ingenieurhonorar weniger nach dem Aufwand als nach der Höhe der Bausumme berechnet.

— Auch bei seriösen Projekten und Kostenberechnungen werden dem Bauherrn während der Planung von Firmen gratis Pseudoofferten beschert, die ihn an der Zweckmässigkeit seiner Planung zweifeln lassen. Es entstehen hieraus oft politische Ränkespiele, die Zwietracht in die Abwasserzweckverbände bringen, enorme Zeitverluste zur Folge haben und dem Gewässerschutz auf keine Weise dienen.

4.2.2 Zum Vorgehen mit Generalunternehmer

Dieses Vorgehen war bisher in der Schweiz nicht üblich. Es wird vor allem in Frankreich praktiziert, wo mehrere Firmen zur Projektierung eingeladen werden, in einer gewissen (meist zu knapp bemessenen) Frist gratis das komplette Projekt einer schlüsselfertigen Anlage (inkl. Inbetriebnahme, Einarbeitung und sämtliche Garantien) auszuarbeiten.

Als Vorteile dieses Vorgehens sind zu nennen:

— Der Bauherr wählt zum vornherein nur Firmen, die ihm genehm sind und die in seinen Augen das Projekt auch zu realisieren in der Lage sind.
— Der Bauherr kennt auf Grund der Offerten die verbindlichen Preise der verschiedenen Projekte.
— Die Anlagen können in sehr kurzer Zeit erstellt und in Betrieb genommen werden.

Als Nachteile fallen folgende Punkte ins Gewicht:

— Die örtlich ansässigen Unternehmen werden meist nicht berücksichtigt.
— Die Anlagen werden unter Konkurrenzdruck in jeder Beziehung minimal dimensioniert. Man konzipiert auch grössere Anlagen aus Kostengründen wenn immer möglich einstrassig.
— Wenn die Vollbelastungsverhältnisse erreicht sind und die Anlage ungenügend funktioniert, hat der Bauherr meist keine Möglichkeit mehr, auf den Generalunternehmer zurückzugreifen, da die Garantien normalerweise schon abgelaufen sind.
— Nachträglich vom Generalunternehmer verlangte Preiserhöhungen bedingen eine weitgehend sachkundige und kompetente Aufsicht der Behörden.

Das Vorgehen mit Generalunternehmen kann sich in Frankreich nur halten, weil dort die Garantiefragen keine derart wichtige Rolle spielen und die Reinigungsanforderungen nicht so streng wie in der Schweiz sind.
Die Realisierung einer Abwasserreinigungsanlage mit Generalunternehmen kann nur befriedigend gelöst werden, wenn ein sehr umfangreiches, detailliertes und sorgfältig ausgearbeitetes Pflichtenheft vorliegt und nur Projekte berücksichtigt werden, die sich strikte an das Pflichtenheft halten.

4.2.3 Das Vorgehen mit Generallieferant und beratendem Ingenieur

Dieses Vorgehen ist eine Kombination der beiden oben erwähnten Möglichkeiten.

Die Vorteile sind hier:

— Die Gesamtkonzeption der Anlage kann durch die Lieferfirma optimal auf ihre elektromechanischen Ausrüstungen ausgerichtet werden.
— Die Vergebung des baulichen Teiles der Anlage berücksichtigt auf dem Submissionswege nach Möglichkeit ortsansässige Unternehmen.

Folgende Nachteile fallen stark ins Gewicht und rücken das Vorgehen mit Generallieferanten in ein ungünstiges Licht:

— Das ganze Vorgehen wird zur Farce, wenn der Bauherr zum vornherein einen bestimmten Generallieferanten bevorzugt und weitere Generallieferanten nur der Form halber zur Projektierung einlädt.
— Die sogenannten «Gratisprojekte» sind bei diesem Verfahren volkswirtschaftlich gesehen ohnehin ein Unsinn. Die Kosten für ein Projekt belaufen sich meist auf viele tausend Franken und müssen später vom Bauherrn trotz allem beglichen werden.
— Das Vorgehen mit Generallieferanten ist zudem das komplizierteste und die meiste Zeit in Anspruch nehmende Verfahren (vergleiche Tabelle 4.1).
— Das Verfahren kann nur erfolgversprechend angewendet werden, wenn ein sorgfältig ausgearbeitetes, alle Details und speziellen Wünsche des Bauherrn enthaltendes Pflichtenheft vorliegt und die Konkurrenten gezwungen werden, sich strikte daran zu halten.

5. Bemerkungen zum Pflichtenheft

5.1 Der Zweck des Pflichtenheftes

Wiederholt wurde auf die Wichtigkeit eines Pflichtenheftes, vor allem beim Vorgehen mit einer Generalunternehmung oder mit einem Generallieferanten, hingewiesen.
Den Zweck des Pflichtenheftes kann man wie folgt umschreiben:
Das Pflichtenheft enthält die Vorschriften des Bauherrn und der zuständigen Amtsstellen für den Bau, die elektromechanische Ausrüstung und die Inbetriebnahme der Abwasserreinigungsanlage. Es regelt die Lieferbedingungen und Garantiebestimmungen und gibt Auskunft über das Vorgehen bei der Erbringung des Leistungsnachweises.
Im folgenden sollen einige Grundsätze, die bei der Aufstellung eines Pflichtenheftes zu beachten sind, kurz skizziert werden:

5.2 Grundsätze und Richtlinien für die Aufstellung eines Pflichtenheftes

Um seiner Aufgabe gerecht werden zu können, muss das Pflichtenheft folgende Angaben enthalten:

a) die Bemessungsgrundlagen
b) die Normen und Vorschriften, die bei der Dimensionierung der einzelnen Anlageteile zu beachten sind
c) die Richtlinien und Grundsätze für die Kostenberechnung (Baukosten, Kosten für die elektromechanische Ausrüstung, Berechnung der Betriebskosten)
d) das Vorgehen beim Erbringen des Leistungsnachweises
e) die Lieferbedingungen und Garantiebestimmungen
f) die Sonderwünsche des Bauherrn

5.2.1 Die Bemessungsgrundlagen

Unter Bemessungsgrundlagen werden folgende Werte verstanden:

— Einwohnerzahl
— hydraulische und biochemische Industriegleichwerte
— Schlammeinwohnergleichwerte
— der massgebende spezifische Abwasseranfall (in Litern pro Einwohnergleichwert und pro Tag)
— der spezifische BSB_5-Anfall (in g BSB_5 pro Einwohnergleichwert und pro Tag)
— der spezifische Schlammanfall.

Es empfiehlt sich, diese Werte für folgende drei Zeitpunkte anzugeben:

— Inbetriebnahme der Anlage
— Erstausbau
— Vollausbau.

5.2.2 Normen und Vorschriften

Wenn nichts Spezielles erwähnt wird, gelten hier bezüglich der Abwassertechnik die Richtlinien

— über die Beschaffenheit abzuleitender Abwässer (vom 1. September 1966) und
— über die technische Gestaltung und Bemessung von Abwasseranlagen (vom 1. Mai 1967).

5.2.3 Richtlinien und Grundsätze für die Kostenberechnung

Für die Kostenberechnung müssen genaue und konkrete Angaben über die einzelnen Positionen gemacht werden. Der Umfang der Kosten für den Bau und die elektromechanische Ausrüstung steht an sich nicht zur Diskussion; er muss höchstens aus Gründen der leichteren Vergleichbarkeit etwas reglementiert werden.
Bei den Nebenkosten muss eher genau festgelegt werden, inwieweit sie im Angebot einzurechnen sind, da nur so eine eindeutige Situation geschaffen werden kann, die es nachher auch erlaubt, die Angebote wirklich kostenmässig miteinander zu vergleichen.
Unter Nebenkosten sind etwa folgende Leistungen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit) zu verstehen:

— elektrische Energie und Trinkwasser während des Baues (Zuleitung, Gebühren usw.)
— Miete des für die Installation der Baustelle benötigten Platzes
— Herrichten der Baustelle (Entfernen von Bäumen und Strauchwerk, Abfuhr von Deponien, Abbruch von Gebäuden usw.)
— Erstellen der Zufahrten
— Installation der Baustelle
— Einholen aller Bewilligungen (Baubewilligungen usw.)
— Entschädigungen an Dritte für Inkonvenienzen usw.
— Landerwerb

— Versicherungen während des Baues (Haftpflicht, Diebstahl, Feuer usw.)
— Inbetriebsetzung der Anlage und chemische Analysen
— Erstellen des Ablaufkanales

Das Problem der zu erwartenden Betriebskosten ist von grosser Bedeutung, handelt es sich doch um jährlich wiederkehrende Ausgaben. Die Unterlagen zur Vorausberechnung sind allerdings sehr mangelhaft, denn vertrauenswürdige Messungen an bestehenden Anlagen sind nur wenige gemacht worden. Die Zusammenstellungen von effektiven Betriebskosten, in die der Verfasser Einsicht hatte, zeigen enorme Streuungen und lassen nur beschränkt Prognosen für zu erstellende Anlagen zu.
Das einzig richtige Vorgehen wäre, die installierte Leistung in Kilowatt der bei den verschiedenen Projekten vorgesehenen Motoren zu addieren und beispielsweise 33 Prozent dieser Summe als Vergleichsbasis für den Stromverbrauch zu wählen. Auf dieser Basis hätte man es leicht, die massgebenden Stromkosten zu vergleichen. Aber alles, was einfach erscheint, hat auch einen Haken: Die installierte Leistung ist ein bemessener Wert und wird von allen Firmen unterschiedlich angegeben. Es ist beispielsweise erstaunlich, dass deutsche und schweizerische Firmen durchaus stärkere Motoren einsetzen *als andere ausländische Firmen,* auch wenn es sich um gleiche Maschinen handelt. Beim Stromvergleich müssen deshalb die effektiven Motorenleistungen und Betriebsstunden verglichen werden. Für die Stromkostenberechnung sind eigentlich nur die grossen Stromverbraucher, die Abwasserbelüftung, die Schlammbelüftung (bei der aeroben Schlammbehandlung), die Faulraumumwälzung und eine allfällige Schlammentwässerung massgebend.
Die übrigen Betriebskosten, wie Löhne des Bedienungspersonals, Unterhaltskosten, Reparaturen usw. sind, objektiv betrachtet, bei allen Systemen etwa gleich gross.
Es ist erwiesen, dass beispielsweise die feinblasigen Belüftungen und die Kreiselbelüfter für das Eintragen von 1 kg Sauerstoff in das Abwasser etwa gleich viel Strom verbrauchen, während die anderen Belüftungsarten (mittel- und grobblasige Belüfter) wesentlich mehr Strom benötigen. Desgleichen bedarf eine aerobe Schlammstabilisierung wesentlich mehr an Strom als die Schlammfaulung.
Aus all dem ergibt sich, dass ein System, das eine grobblasige Abwasserbelüftung vorsieht und den Schlamm aerob stabilisiert, mit wesentlich höheren Betriebskosten rechnen muss als beispielsweise eine Anlage mit einer feinblasigen Druckluftbelüftung oder einer Kreiselbelüftung und einer Schlammausfaulung in Faulräumen.
Die höheren Betriebskosten werden dann meist so «frisiert», dass der erforderliche Sauerstoffeintrag nach einer günstigeren Formel berechnet wird und kleinere Personal- und Wartungskosten eingesetzt werden. (Welche Belüftungsformel die wirklichkeitsgetreusten Werte ergibt, darüber streiten sich die Gelehrten; wenn der Bauherr aber richtig entscheiden soll, dann muss ein Vertrauensingenieur alle Projekte mit demselben «Formelmasstab» vergleichen können.)
Um diesen Schwierigkeiten auszuweichen, empfiehlt es sich deshalb auch, die Betriebskostenrechnung im Pflichtenheft zu regeln, in dem man beispielsweise feste Beträge für folgende Positionen zum vornherein einsetzt:

— Personalkosten (einschliesslich Sozialleistungen)
— Kosten für das Trinkwasser
— Stromverbrauch für Innen- und Aussenbeleuchtung
— Wartungskosten (Putzmittel, Werkzeuge, Schmiermittel, Schneeräumung usw.)
— Unterhalt, Revisionen und Ersatzteile
— administrative Kosten (Büromaterial, Broschüren usw.)
— Verschiedenes und Unvorhergesehenes.

Beim Vergleich der Betriebskosten unterscheiden sich die verschiedenen Projekte somit nur noch im Stromverbrauch.
Bei einem Projektwettbewerb hatte der Verfasser als Mitarbeiter der Experten Gelegenheit, mehrere Projekte miteinander zu vergleichen. Dabei konnte er feststellen, dass die Summe der installierten Leistung sämtlicher Motoren je nach Projekt zwischen 110 PS und 330 PS schwankte.
Die Motorenleistungen haben weder mit dem Reinigungsverfahren noch mit der Reinigungsleistung direkt etwas zu tun. Das erkennt man auch daran, dass bei einem Projekt mit 110 installierten PS pro installierte PS rund 6000 kWh/Jahr, beim Projekt mit 330 installierten PS etwa 3000 kWh/Jahr, angegeben wurden.
Auch ein stark ausgelasteter Motor übersteht 12 Monate Garantiefrist. Abwasserreinigungsanlagen sollen jedoch Jahrzehnte ihren Dienst erfüllen.
Aus diesen Gründen wird man den Betriebskosten bei der Beurteilung von Projekten leider nicht die Bedeutung zumessen können, die ihnen eigentlich zukäme.

5.2.4 Bemerkungen zu den Garantien

Schon im Abschnitt 3.2 wurde die Frage der Garantien angeschnitten. Da der Verfasser feststellen musste, dass sich Bauherren von Abwasserreinigungsanlagen oft durch abgegebene Garantien in falsche Sicherheit wiegen lassen und hoffen, sich durch umfangreiche Garantiebedingungen in ihren Pflichtenheften gegen Fehlprojektierungen absichern zu können, soll auf die Garantiebestimmungen noch ein Blick geworfen werden.
Sehr oft kann der Fachmann feststellen, dass Garantien keine praktische Bedeutung haben (vergleiche Abschnitt 3.2, Bemerkungen über den Leistungsnachweis).
Es wäre aber sicher falsch, aus dieser Tatsache den voreiligen Schluss ziehen zu wollen, Garantien hätten überhaupt keinen Sinn. Im folgenden wird versucht, einige Richtlinien über den Umfang von sinnreichen Garantien aufzustellen.

Es gibt zunächst zwei Hauptgruppen:

a) Garantien für den baulichen Teil und die elektromechanischen Ausrüstungen
b) Leistungsgarantien der Abwasserreinigungsanlagen.

Während bei der Gruppe a die Situation normalerweise nicht sonderlich problematisch ist, gibt der ganze Komplex der Leistungsgarantien doch einige Nüsse zu knacken.
Umfassend wird sich das Problem der Leistungsgarantien wohl nie lösen lassen. Man wird jedoch schon recht befriedigende Resultate erhalten, wenn man nur den Garantien, die sich einigermassen zuverlässig und eindeutig definieren und überprüfen lassen, Bedeutung zumisst.

Im konkreten Falle würde der Verfasser etwa folgende Garantien als sinnreich betrachten:

a) Die Leistung des Belüfters in Reinwasser vor der Inbetriebnahme der Anlage. Bestimmung der Belüftungskonstante Kt (h^{-1}) und des Sauerstoffertrages (kg O_2/kWh)
b) Messung des Strombedarfes der wichtigsten Stromverbraucher unter Betriebsverhältnissen (Abwasserpumpwerke, Rechengutzerkleinerung, Vorbelüftung, Abwasserbelüftung, aerobe Schlammstabilisierung, Schlammfaulung, Schlammentwässerung)
c) Messung des Sauerstoffgehaltes im Belüftungs- und Nachklärbecken (gleichzeitig mit b)
d) Bestimmung der Schwebestoffe im Abfluss des Nachklärbeckens mit der Membranfiltermethode im 24-Stunden-Mittel und im Mittel tagsüber (gleichzeitig mit b) und c)
e) Abflusskonzentration (BSB_5 oder COD oder org. C) im 24-Stunden-Mittel und im Mittel tagsüber (gleichzeitig mit b), c), d)
f) Eventuell Chemikalienbedarf für chemische Abwasserbehandlung (gleichzeitig mit b), c), d) und e)

5.2.5 Die Sonderwünsche des Bauherrn

Das Pflichtenheft sollte auch die Sonderwünsche des Bauherrn enthalten.
Der Bauherr kann doch im voraus sagen, ob er im Regenwasserklärbecken eine mechanische Räumung wünscht, ob das Rechengut nicht zerkleinert werden soll, ob die Abwasserbelüftung eine Druckluftbelüftung sein soll und ob bei der Schlammbehandlung Faulräume nicht in Frage kommen.
Es mutet jeweils sonderbar an, wenn Projekte mit Argumenten abgelehnt werden wie:

Die gewählte Lösung ist veraltet. Jene Ausrüstung wird nicht gewünscht. Dieses Verfahren kommt nicht in Frage. Die Situation wäre doch viel eindeutiger, wenn diese Wünsche aus dem Pflichtenheft ersichtlich wären, so dass der Projektverfasser von Anfang an den Sonderwünschen des Bauherrn entsprechen kann.

6. Die Beurteilung von Projekten

6.1 Allgemeine Bemerkungen

Unsere Darlegungen haben versucht, die ganze Problematik der Planung und der Projektierung von Abwasserreinigungsanlagen aufzuzeigen. In der Tat stellt die Wahl eines bestimmten Abwasserreinigungsverfahrens, die sogenannte «Systemwahl», die Bauherren oft vor unüberwindbare Schwierigkeiten. Es wurde versucht, die Bedeutung der Aufstellung eines guten Pflichtenheftes als Voraussetzung für vergleichbare Projekte hervorzuheben. Projektvergleiche und die Projektauswahl erfordern aber trotzdem noch eine Menge Fachkenntnisse. Ein Zweckverband wird normalerweise allein kaum über die notwendigen Fachkenntnisse verfügen, um ein Pflichtenheft aufzustellen und dann das beste Projekt auszulesen. Brauchbare Pflichtenhefte können nur durch erfahrene Abwasserfachleute in Zusammenarbeit mit den zuständigen Gewässerschutzämtern ausgearbeitet werden.
Sollte in Zukunft die Planung von Abwasserreinigungsanlagen in vermehrtem Masse Generalunternehmen oder Generallieferanten übertragen werden, dann könnte die Projektierung gesteuert werden, indem beispielsweise die EAWAG oder der Verband schweizerischer Abwasserfachleute (VSA) Richtlinien für die Aufstellung von Pflichtenheften ausarbeiten und herausgeben würden.

Die Beurteilung der Projekte und die Auswahl eines Projektes zur Ausführung sollte nach folgenden Gesichtspunkten erfolgen:

a) technische Beurteilung
b) Beurteilung im Hinblick auf die Wartung und den Betrieb der Anlage
c) Beurteilung der Projekte hinsichtlich der Kosten
d) Beachtung der übrigen Aspekte.

6.2 Das Vorgehen bei der Beurteilung von Projekten

6.2.1 Die technische Beurteilung

Die technische Beurteilung eines Projektes sollte die Ueberprüfung und Kontrolle folgender Punkte umfassen:

— Dimensionierung der einzelnen Anlageteile
— Gestaltung der einzelnen Anlageteile
— Zweckmässigkeit der elektromechanischen Ausrüstung
— Hydraulische Berechnung und hydraulisches Längenprofil der Anlage
— Nachprüfung, ob das Pflichtenheft und die Vorschriften der Gewässerschutzämter eingehalten wurden.

6.2.2 Beurteilung im Hinblick auf die Wartung und den Betrieb

Hier sollte man etwa folgende Punkte überprüfen:

— Gesamtkonzeption der Anlage (Blockbauweise, Streubauweise usw.)
— Zweckmässigkeit der Anordnung der Bauwerke (im ganzen gesehen und in Relation zueinander)
— Zufahrts- und Zugangsmöglichkeiten.

Im speziellen sollten folgende Punkte beachtet werden:

— Rechengut und Rechengutbeseitigung (Stapelung, Abfuhr und Deponie oder Verbrennung, Zerkleinerung usw.)
— Betrieb und Wartung des Sandfanges (Austrag des Sandfanggutes, Beschaffenheit des Sandfanggutes, Stapelung, Abfuhr, Deponiemöglichkeit)
— Schlammablass und Schwimmschlammentfernung bei der Vorklärung
— Betrieb des Belüftungsbeckens (Reguliermöglichkeiten, Sauerstoffeintrag in kg O_2/h und Sauerstoffertrag in kg O_2/kWh, Betriebssicherheit des Belüfters)
— Rücklauf- und Ueberschuss-Schlammförderung
— Schlammbehandlung (Betriebssicherheit, Wassergehalt des Endproduktes, Beseitigungsmöglichkeiten)
— Betriebsgebäude (ob spartanisch, normal oder luxuriös).

6.2.3 Beurteilung im Hinblick auf die Kosten

Die Ueberprüfung der Kosten erstreckt sich hauptsächlich auf die Nachprüfung der Vollständigkeit. Bei den Kosten der elektromechanischen Ausrüstung muss beachtet werden, ob die Ausrüstung den gewünschten Standard hat oder ob unter Umständen eine Minimallösung gewählt wurde.

Bei der Betriebskostenrechnung geben vor allem der Vergleich der installierten, der verbrauchten Leistung, der angegebenen Betriebsstunden und der daraus resultierende Stromverbrauch (in KWh/Tag) wertvolle Hinweise, wie seriös ein Projekt ausgearbeitet wurde. Bei den Kostenvergleichen sollte man nachprüfen, ob bei den Baukosten dem Baugrund und der Wasserhaltung gebührend Rechnung getragen wurde; ob ferner bei den elektromechanischen Ausrüstungen die Montagebeihilfekosten und die Kosten für den Korrosionsschutz (Sandstrahlen, Feuerverzinken, Anstriche, Schlussanstriche usw.) enthalten sind und ob die Kosten für die Inbetriebsetzung und die chemischen Analysen nicht vergessen wurden.

Im Gesamttotal der Kosten sollte neben den Honoraren auch ein angemessener Betrag für Verschiedenes und Unvorhergesehenes eingeschlossen sein.

6.2.4 Beachtung der übrigen Aspekte

Sind die zu vergleichenden Projekte in technischer, betrieblicher und kostenmässiger Hinsicht (Uebereinstimmung der Kosten in der Grössenordnung von ± 5 % der ermittelten Kosten wird als Kostengleichheit betrachtet) einander ebenbürtig, dann werden schliesslich Punkte wie:

— Landbedarf
— Erweiterungsmöglichkeit im Hinblick auf den Vollausbau
— architektonische Gestaltung der Hochbauten
— Gestaltung im Hinblick auf den Landschaftsschutz
— Präsentation des Projektes
— Sympathie zum Projektverfasser

den Ausschlag geben (oder vielleicht das Los!).

7. Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

In den einleitenden Bemerkungen wurden eine Standortbestimmung vorgenommen und die Probleme diskutiert, die aufgetreten sind, seit sich nicht nur private Ingenieurbüros, sondern auch Firmen mit der Planung, Projektierung und Realisierung von Abwasserreinigungsanlagen befassen. Die heute bekannten Verfahren, ein- und mehrstufige biologische Abwasserreinigungsanlagen, werden einander gegenübergestellt. Ein Kapitel widmet sich dem Vorgehen bei der sogenannten «Systemwahl» und kritisiert vor allem die oft zu leichtfertig abgegebenen Garantien und deren Ueberbewertung von seiten der Bauherrschaft. Die verschiedenen Möglichkeiten, die für die Realisierung einer Abwasserreinigungsanlage in Frage kommen können (konventionelles Vorgehen, Vorgehen mit Generalunternehmung, Vorgehen mit Generallieferant) werden kritisch betrachtet, und es ergibt sich, dass das konventionelle Vorgehen noch immer die optimale Möglichkeit darstellt. Die Bedeutung des Pflichtenheftes für die Realisierung einer Abwasserreinigungsanlage wird wiederholte Male unterstrichen, und es werden einige Grundsätze für die Aufstellung von brauchbaren Pflichtenheften angegeben.

Das Schlusskapitel widmet sich dem heiklen Problem der Systemwahl und kommt zum Schluss, dass bei Projekten, die in technischer, betrieblicher und kostenmässiger Hinsicht einander ebenbürtig sind, schliesslich Nebensächlichkeiten den Ausschlag geben müssen.