

## **1 Anforderungskatalog für Energieanalysen von Kläranlagen**

### 1.1 Grundsätzliches

#### **Ziel des Anforderungskataloges für Energieanalysen auf Kläranlagen**

Wesentliche Voraussetzung der Förderfähigkeit von Energieanalysen im Rahmen der Projektförderung gemäß Sonderprogramm nach RZwas2005 ist die verbindliche Anwendung des Anforderungskataloges für Energieanalysen auf Kläranlagen (Anforderungskatalog). Die Anwendung des Anforderungskataloges ist zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer vertraglich zu vereinbaren.

#### **Ziel einer Energieanalyse**

Ziel einer Energieanalyse ist es, dem Kläranlagenbetreiber konkrete Energiesparmaßnahmen mit entsprechenden Angaben zu Energieeinsparungen und Wirtschaftlichkeit aufzuzeigen. Reinigungsleistung, Sicherheit und Betrieb der Kläranlage dürfen dabei aber keinesfalls beeinträchtigt werden. Eine Energieanalyse auf Kläranlagen ist daher ohne umfassende abwassertechnische Kenntnisse des Auftragnehmers (AN) nicht möglich.

#### **Qualifikation des Auftragnehmers**

Der Auftragnehmer hat seine Qualifikation gegenüber dem Auftraggeber nachzuweisen.

Dies kann insbesondere erfolgen

- durch Vorlage einer Referenzliste bereits durchgeführter Energieanalysen,
- durch Vorlage einer Referenzliste bereits erstellter Planungen von Kläranlagen über 10.000 EW oder
- durch den Nachweis des mehrjährigen Betriebes von Abwasseranlagen über 10.000 EW.

## **Systemgrenzen der Energieanalysen**

Die Energieanalysen sollen den Prozess der Abwasserbehandlung vom Zulauf bis zum Ablauf inkl. der Schlammbehandlung bis zur Schlamm Trocknung umfassen. In der Regel ist somit der „Zaun der Kläranlage“ die Systemgrenze.

## **2 Ablauf einer Energieanalyse**

1. Zusammenstellung der Anlagedaten und Betriebsdaten durch den Betreiber
2. Auswertung der Unterlagen auf Plausibilität durch den AN
3. Gemeinsame Anlagenbegehung von AN und Betriebspersonal
4. Aufnahme und Bewertung des Ist-Zustandes durch den AN
5. Entwicklung eines ersten Maßnahmenkataloges durch den AN
6. Gemeinsame Besprechung der Zwischenergebnisse mit Verantwortlichen, Betriebspersonal und AN
7. Festlegung der zu betrachtenden Einzelmaßnahmen
8. Überprüfung der vorgeschlagenen Maßnahmen auf verfahrenstechnische Verträglichkeit
9. Erstellung eines Maßnahmenkatalogs und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durch den AN
10. Ergebnisbericht des AN
11. Besprechung der Ergebnisse mit Verantwortlichen, Betriebspersonal und AN

## **3 Anforderungen im Einzelnen**

### **3.1 Zusammenstellung der Anlagedaten und Betriebsdaten durch den Betreiber**

Folgende Unterlagen bzw. Daten sollten vom Betreiber zur Verfügung gestellt werden; die Notwendigkeit weiterer Daten und das Vorgehen, wenn die nachfolgend aufgeführten Daten nicht verfügbar sind, sind mit dem AN abzustimmen:

- Entwurfsunterlagen (Bemessung)
- Bestandspläne (Verfahrensschemata, Rohrleitungs- und Instrumentenplan, Baupläne, hydraulische Längsschnitte)
- Geplante und bereits durchgeführte Umbau- und Modernisierungsmaßnahmen
- Detaillierte Angaben zur E-MSR Technik (Regelalgorithmen, eingesetztes Prozessleitsystem)
- Liste aller Verbraucher und Antriebe mit Leistungsangaben
- Daten der Aggregate zur Faulgasnutzung (Wärmeleistung, elektrische Leistung, Wirkungsgrade)
- Auflistung von Verbrauchszählern
- Wesentliche Betriebsdaten wie zum Beispiel
  - Zulaufbelastung, Zulaufmenge
  - Ablaufkonzentrationen
  - Interne und externe Analysendaten
  - TS-Gehalt im Belebungsbecken
  - O<sub>2</sub>-Konzentrationen
  - Faulgasproduktion
  - Schlammengen
  - Betriebsstunden aller Verbraucher und Antriebe
  - Energie und Betriebsmittelverbräuche
  - Wärmebedarf (Gebäude, Faulung)
  - Entsorgte Schlammengen
- Versorgungsverträge

- 3.2 Auswertung der Unterlagen auf Plausibilität durch den AN
- Detaillierte Prüfung der zur Verfügung gestellten Daten
  - Abstimmen von ggf. noch erforderlichen Unterlagen, Messungen und Analysen
- 3.3 Gemeinsame Anlagenbegehung von AN und Betriebspersonal
- Installation und Ablesung zusätzlicher Messungen absprechen (so weit notwendig)
  - Abklären von offenen Fragen
  - Aufnahme energetischer und sonstiger Defizite und Probleme durch den AN gemäß Angaben des Betriebspersonals
- 3.4 Aufnahme und Bewertung des Ist-Zustandes durch den AN
- Nachvollziehen der wesentlichen verfahrenstechnischen und betrieblichen Daten der Anlage
  - Aufnahme aller wichtigen Energieverbraucher (ca. 95 % des gesamten Energieverbrauchs) geordnet nach Anlagenteilen (Verfahrensstufen) in der Reihenfolge des Wasserlaufs
  - Ermittlung des Ist-Zustandes in Bezug auf den Elektrizitätsverbrauch und Wärmeverbrauch unterteilt nach den wichtigsten Anlagenteilen
  - Ermittlung spezifischer Kennzahlen und Bewertung anhand energetischer Beurteilungskriterien (vgl. Punkt 4.2)
- 3.5 Entwicklung eines ersten Maßnahmenkataloges durch den AN
- Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse einschließlich eines ersten Maßnahmenkataloges und einer einfachen Kosten-/Nutzenbetrachtung
- 3.6 Gemeinsame Besprechung der Zwischenergebnisse mit Verantwortlichen, Betriebspersonal und AN
- Präsentation der Zwischenergebnisse durch den AN

### 3.7 Festlegung der zu betrachtenden Einzelmaßnahmen

Entscheidung über weiteres Vorgehen:

- Bei nur geringem Einsparpotenzial: Abschluss der Energieanalyse
- Bei relevantem Einsparpotenzial: Festlegung der zu betrachtenden Einzelmaßnahmen durch den Betreiber

### 3.8 Überprüfung der vorgeschlagenen Maßnahmen auf verfahrenstechnische Verträglichkeit

- Reinigungsleistung, Sicherheit und Betrieb der Anlage dürfen nicht gefährdet sein

### 3.9 Erstellung eines Maßnahmenkatalogs und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durch den AN

- Darstellung der festgelegten Einzelmaßnahmen in nachvollziehbarer Form
- Hinsichtlich der Energieeffizienz sind für jede Einzelmaßnahme folgende Angaben zu machen:
  - Energieverbrauch (Elektrizität, Wärme)
  - Energieeinsparung (Elektrizität, Wärme)
  - Energieerzeugung (Elektrizität, Wärme)
- Hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit sind für jede Einzelmaßnahme folgende Angaben zu machen:
  - Nutzungsdauer
  - Gesamtinvestitionen und energiebedingte Mehrinvestitionen
  - Energiekosteneinsparung differenziert nach Elektrizität und Wärme
  - Jahreskosten der energiebedingten Mehrinvestitionen plus zusätzliche Unterhalts- und Betriebskosten (Ermittlung anhand der Leitlinien der LAWA [4] )

- Jahresnutzen (= jährliche Energiekosteneinsparung + Betriebskosteneinsparung)
  - Kosten/Nutzen Verhältnis
  - Die ermittelten Kosten dienen als Grundlage für die Entscheidung, welche Energiesparmaßnahmen realisiert werden. Die Investitionskosten für die Maßnahmen sollten daher mit einer Genauigkeit von +/- 20–25 % angegeben werden.
- Erstellen von Maßnahmenpaketen durch Gliederung der Einzelmaßnahmen in Sofortmaßnahmen (S), kurzfristige Maßnahmen (K) und abhängigen Maßnahmen (A) (vgl. Punkt 4.3)
  - Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse in tabellarischer und graphischer Form für den Ist-Zustand sowie nach Realisierung der Maßnahmenpakete S, S+K, S+K+A
    - Energieverbrauch (Elektrizität, Wärme)
    - Energieeinsparung (Elektrizität, Wärme)
    - Energieerzeugung (Elektrizität, Wärme)
    - Gesamtinvestitionen und energiebedingte Mehrinvestitionen
    - Energiekosteneinsparung (absolut und prozentual)
    - Verbleibende Energiekosten (absolut und prozentual)
    - Jahreskosten und Jahresnutzen
    - Kosten/Nutzen Verhältnis
  - Vergleich und Bewertung der Ergebnisse der Maßnahmenpakete anhand von energetischen Beurteilungskriterien (vgl. Punkt 4.2)

### 3.10 Schlussbericht des AN

Die Ergebnisse insbesondere der Punkte 3.4, 3.8 und 3.9 sind in einem übersichtlichen Bericht darzustellen. Der Bericht hat darüber hinaus folgende Anforderungen zu erfüllen:

- Die für die Entscheidung über eine mögliche Entwurfsplanung notwendigen Erkenntnisse sind enthalten.
- Die Berechnungen und Schlussfolgerungen sind nachvollziehbar dargestellt.
- Die vorgeschlagenen Maßnahmen sind ausreichend detailliert und nachvollziehbar dargestellt, damit sie in der späteren Entwurfsplanung übernommen werden können.
- Alle für das Ergebnis relevanten Betriebsparameter, Grundannahmen, Anlagenzustände, Abgrenzungen usw. sind angegeben.
- Alle notwendigen Angaben sind enthalten, die für eine Erfolgskontrolle der Einzelmaßnahmen und der Maßnahmenpakete notwendig sind.

### 3.11 Gemeinsame Besprechung der Ergebnisse mit Verantwortlichen, Betriebspersonal und AN

- Resultate und Schlussbericht sind dem Auftraggeber in einer Sitzung zu präsentieren.

## 4 Fachliche Hinweise

### 4.1 Grundlagen

Wesentliche Inhalte dieses Anforderungskataloges basieren auf dem Handbuch Energie in Kläranlagen [2] und dem geplanten Pflichtenheft zu Energieanalysen auf Kläranlagen des Landes Hessen [5].

### 4.2 Kennzahlen, Energetische Beurteilungskriterien

Zur Bewertung des energetischen Ist-Zustandes einer Kläranlage oder der Maßnahmenpakete werden ermittelte Kennzahlen mit energetischen Beurteilungskriterien verglichen.

Wichtige Kennzahlen sind u. a.:

- gesamter spezifischer Stromverbrauch der Kläranlage bezogen auf die mittlere BSB5 Belastung [kWh/EW a]
- spezifischer Stromverbrauch der Belebung bezogen auf die mittlere BSB5 Belastung [kWh/EW a]

Bei Anlagen mit Faulung zusätzlich:

- Energetisch verwerteter Anteil des eigenen Faulgases [%]
- Anteil des eigenen Faulgases der in hochwertige Kraft (Direktantrieb) oder in elektrischen Strom umgewandelt wird [%]
- spezifische Faulgasproduktion im Verhältnis zu der in die Faulung eingetragene Trockensubstanz [l/kg oTR] oder bezogen auf die mittlere BSB5 Belastung [Nm<sup>3</sup>/EW a].
- Eigenversorgungsgrad-Elektrizität aus eigenem Faulgas durch Kraft-Wärme-Kopplung (BHKW) (zur besseren Vergleichbarkeit sind andere evtl. vorhandene regenerative Stromerzeuger (z.B. Wasserkraft) nicht zu berücksichtigen) [%]
- Eigenversorgungsgrad-Wärme aus Abwärme der Kraft-Wärme-Kopplung und Direktverfeuerung des eigenen Faulgases [%]

Weitere Informationen zu Kennzahlen und energetischen Beurteilungskriterien können z.B. den Publikationen [1], [2] oder [3] entnommen werden. Die Beurteilungskriterien sind bisher noch nicht einheitlich definiert. Je nach Autor werden Ideal- und Richtwerte [2] bzw. Toleranz- und Zielwerte [1], [3], [5] unterschieden. Herkunft und Definition der energetischen Beurteilungskriterien sind daher im Bericht immer mit anzugeben.

#### 4.3 Kriterien zur Zuordnung der Einzelmaßnahmen

Die Zuteilung der Einzelmaßnahmen erfolgt nach folgenden Kriterien:

- Sofortmaßnahmen (S)
  - sofort zu realisieren, Zeithorizont ca. 0–2 Jahre
  - keine oder geringe Investitionskosten

- gutes Kosten/Nutzenverhältnis (unter 0,3) oder dringende Anpassung an heutige Anforderungen oder Schadensbehebung zur Verminderung von Substanzverlusten
  - verursachen keine Folgeprobleme in Bezug auf spätere Maßnahmen
  - bewirken keine betrieblichen, abwassertechnischen, bauphysikalischen oder technischen Probleme
- Kurzfristige Maßnahmen (K)
- im Rahmen einer energetischen Sanierung oder Erweiterung zu realisieren
  - Zeithorizont ca. 2–3 Jahre
  - Die Maßnahmen werden im Rahmen einer Ausführungsplanung genauer untersucht
- Abhängige Maßnahmen (A)
- im Rahmen eines allgemeinen Umbaus oder einer Erweiterung zu realisieren
  - Zeithorizont ca. 1–10 Jahre
  - Maßnahmen die wegen eines schlechten Kosten-/Nutzenverhältnis oder anderen Abhängigkeiten nur im Zusammenhang mit allgemeinen Sanierungs-, Unterhalts- oder Erneuerungsarbeiten ausgeführt werden können.

## 5 Literatur

- [1] Haberkern, B. et. al: „Steigerung der Energieeffizienz auf kommunalen Kläranlagen“, Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (2006); <http://www.umweltdaten.de/publikationen/fpdf-l/3347.pdf>
- [2] Müller et al.: Energie in Kläranlagen Handbuch; Hrsg: Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft, Nordrheinwestfalen (1999); vergriffen
- [3] Baumann, P.; Roth, M.: Leitfaden Senkung des Stromverbrauchs auf Kläranlagen; Hrsg. DWA Landesverband Baden Württemberg (2008)

- [4] Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA); Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien) (2005)
  
- [5] Theilen et al: Energieanalysen auf Kläranlagen; Vortrag: Zwischenbericht Erarbeitung eines hessischen Pflichtenheftes im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz; DWA-Landesverbandstagung (Hessen) 7.Mai 2009