

Kontinuierliche Emissionsmesstechnik

– Planung, Installation, Inbetriebnahme, Wartung und Kosten in Abfallverbrennungs- und Mitverbrennungsanlagen –

Stephan Rupp

1.	Planung und Projektierung	516
2.	Installation	520
3.	Inbetriebnahme.....	522
4.	Wartung	523
5.	Kosten	524

Für die unterschiedlichen Anforderungen an die Emissionsmesssysteme stehen dem Markt verschiedene ausgereifte Gerätetechniken zur Verfügung. In teilweise sehr unterschiedlicher Art und Weise erfüllen sie den Anspruch an Messgenauigkeit, Verfügbarkeit, einfache Bedienung und auch den Wunsch nach längeren Wartungszyklen.



Bild 1: Verschiedene Systeme für Messeinrichtungen nach 17. BImSchV

Je nach Konstellation – Anlagenbetreiber oder Anlagenbauer, Generalunternehmer oder Verfahrenslieferant, Kaufmann oder Techniker – können schließlich trotz gleicher Voraussetzungen sehr unterschiedliche Emissionsmesssysteme zum Einsatz kommen. Diese müssen ihre Leistungsfähigkeit im alltäglichen

Betrieb unter Beweis stellen. Schwachstellen, die aufgrund dieser Entscheidungen später auftreten, sind oft nur kostenintensiv – wenn überhaupt – zu beseitigen.

Um dies zu vermeiden, sind interessenfreie projektbegleitende Gespräche eine wichtige Basis für den Aufbau einer Emissionsmesseinrichtung. Dabei sollte es zu Beginn nur eine sehr untergeordnete Rolle spielen, von welchem Hersteller die Geräte oder Systemkomponenten stammen.

Im Zuge von Modernisierungsmaßnahmen haben sich auch langfristige Konzepte bewährt, die der Struktur und den Bedürfnissen einer *gewachsenen Anlage* am ehesten gerecht werden.

1. Planung und Projektierung

In der Planungsphase ist zunächst zu überprüfen, welche gesetzlichen Grundlagen zu beachten sind. Welche Anforderungen werden an die Anlage gestellt? Welche weiteren Rahmenbedingungen liegen vor (wie etwa örtliche Gegebenheiten und Bedürfnisse)? Und nicht zu unterschätzen: Welche Termine sind zu beachten?

Ausgewählte *gesetzliche Grundlagen für die Emissionsüberwachung*

- 17. BImSchV – Verordnung über die Verbrennung und Mitverbrennung von Abfällen vom 14.08.2003 (zuletzt geändert am 27.01.2009)
 - * Festlegung der Emissionsgrenzwerte
 - * Festlegung der zu messenden Schadstoffe und Bezugsgrößen
 - * Vorgaben zur Emissionsdatenauswertung
- Art. 11 Abs. 11 der Richtlinie 2000/76/EG vom 04.12.2000 über die Verbrennung von Abfällen
 - * Definition der Verfügbarkeit für Emissionsmesssysteme
- Bundeseinheitliche Praxis bei der Überwachung der Emissionen vom 24.06.2005
 - * Konkretisierung der Vorgaben zur Auswertung der Emissionsdaten
- DIN EN 14181 Emissionen aus stationären Quellen – Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen vom September 2004
 - * Anforderung an die Qualitätssicherung für automatische Messeinrichtungen

Ergänzend hierzu sind die Anforderungen laut Genehmigungsbescheid für die kontinuierlich zu messenden Schadstoffe zu beachten. Hier können beispielsweise weitere Schadstoffe wie HF, NO₂ oder auch abweichende Grenzwerte gefordert werden.

Ein besonderes Augenmerk ist dabei auf die Messanlagenverfügbarkeit zu richten. Während andere europäische Staaten inzwischen mit teilweise redundant ausgeführten Messeinrichtungen darauf reagieren, hat Deutschland die bestehenden Anforderungen verschärft:

- Die geforderte Mindestverfügbarkeit der kontinuierlichen Emissionsmeseinrichtungen wurde von 90 Prozent auf 95 Prozent der Anlagenbetriebszeit erhöht.
- Zusätzliche wurde ein 10-Tage-Kriterium eingeführt:
 - * An höchstens 10 Tagen pro Jahr (12 Monate) darf der Tagesmittelwert einer Schadstoff-Konzentration ungültig sein.
 - * Ein Tagesmittelwert ist zu verwerfen, wenn mehr als 5 Halbstundenwerte ungültig sind.

Bei bestehenden Anlagen hat die Umsetzung und Handhabung der DIN EN 14 181 zu großen Unsicherheiten geführt. Oft tauchen Fragen auf wie: Machen wir das nicht alles schon? Muss das denn alles so sein?

Gerade bei Umbauten, Erweiterungen oder Modernisierungen ist es wichtig, die Planungen und Vorhaben rechtzeitig zu kommunizieren.

Das Einbinden der zuständigen Behörde ist genauso zu empfehlen wie der Kontakt zu einer § 26-Messstelle. Bei Unsicherheiten – oder falls ein Vergleich mit anderen Anlagen/Lösungskonzepten gewünscht wird – stehen auch neutrale Partner zur Verfügung.

Bei vollständigen Neubauten setzt man diese Konformitäten meist als selbstverständlich voraus.

Zu den *anlagenspezifischen Anforderungen und Gegebenheiten* zählen beispielsweise:

- Örtlichkeiten und Zugänglichkeit, weiterer Platzbedarf
- Umgebungseinflüsse
- Rauchgasführung und Messanordnung
- vorhandene Betriebs- und Hilfsmittel
- Qualifikation und Möglichkeiten des Betriebspersonals

Für die Auswahl der Technik sind wichtige Entscheidungen zu treffen. Denn hier handelt es sich teilweise um grundsätzliche Festlegungen:

- extraktive Messtechnik oder in situ
- Einzel- oder Mehrkomponentengeräte
- manuelle, halb- oder vollautomatische Betriebsweise
- Fremd- und/oder Eigenbetreuung

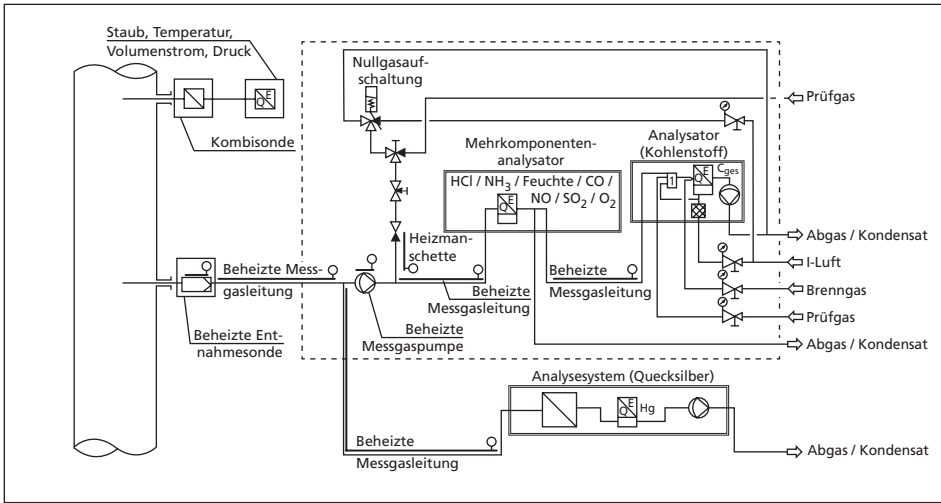


Bild 2: Gaslaufplan Mehrkomponenten-Emissionsmesssystem – Heißmesssystem mit einem Mehrkomponentenanalysator

In der Aufzählung wurde bewusst der Punkt *Signalverarbeitung* ausgespart. Denn leider werden die Signale der Emissionsmessungen immer wieder auch für Betriebs- und Prozessregelungen eingeplant und verwendet. Zwar scheint dieser Gedanke etwas Bestechendes zu haben und drängt sich als kostengünstige Lösung auf. Doch sollte man sich der damit einhergehenden Probleme bewusst sein:

- Die behördlich geforderten Emissionsmesssysteme dienen der Überwachung – zum Schutz der Bevölkerung. Sie sind vom Grundsatz her nicht als Ersatz für eine Prozessanalysemessung gedacht.

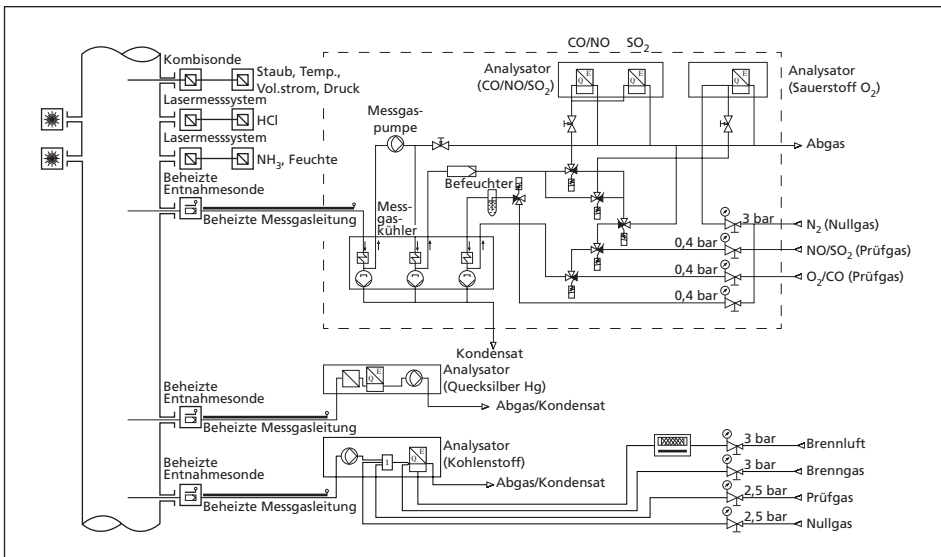


Bild 3: Gaslaufplan Laser- und Kaltmesssystem

Tabelle 1: Technischer Gerätevergleich für Wartung, Instandhaltung und Betrieb von Mehrkomponentenanalysensystemen für 17. BImSchV-Lösungskonzepte (Werksangaben)

Hersteller	ABB	Dr. Födisch	Sick Maihak	Siemens	Siemens	ABB	Bernt
Typ	Cemas FTIR NT	MCA 04	MCS 100 E	LDS 6	Ultra-/Oxymat 6	AO2000	LaserGas I/II
Eignungsprüfung	17. BImSchV	17. BImSchV	17. BImSchV	17. BImSchV	17. BImSchV	17. BImSchV	17. BImSchV
Instrumentenluft	7 bar trocken, ölfrei	7 bar trocken, ölfrei	6 bar trocken, ölfrei	4 bar trocken, ölfrei	keine	keine	4 bar trocken, ölfrei
Instrumentenluftverbrauch Normalbetrieb	1.700 l/h	–	–	etwa 2.400 l/h pro Flansch	–	–	etwa 2.400 l/h pro Flansch
Instrumentenluftverbrauch Nullzyklus	1.700 l/h	450 l/h	650 l/h	–	–	–	–
Gehäuseaufform	Systemschrank 210 x 80 x 60 cm	Systemschrank 210 x 80 x 60 cm	Systemschrank 210 x 80 x 60 cm	19" 4HE	19" 4HE	19" 4HE	LaserGas I: 40 x 30 x 20 cm
Betriebsspannung	400 V 1.600 VA	400 V 1.200 VA	400 V 2.300 VA	230 V 50 VA	230 V 70 VA	230 V 70 VA	230 V 100 VA
Typ Messgaspumpe	Injektor/keine bewegten Teile	mechanisch (Membran)	mechanisch (Membran)	keine	mechanisch (Membran)	mechanisch (Membran)	keine
Kalibrierung	NP automatisch EP 12-jährlich	NP automatisch EP 1/4-jährlich	NP automatisch EP 1/4-jährlich	NP 1/2-jährlich EP 1/2-jährlich	NP wöchentlich EP wöchentlich	NP wöchentlich EP wöchentlich	NP 1/2-jährlich EP 1/2-jährlich
Wartung Sonde/Schrank	etwa jährlich: Filter/Dichtung reinigen/tauschen	etwa halbjährlich: Pumpe überholen etwa jährlich: Filter/Dichtung reinigen/tauschen	etwa halbjährlich: Pumpe überholen etwa jährlich: Filter/Dichtung reinigen/tauschen	etwa jährlich: Optik/Einsteckrohre reinigen Sensoren neu ausrichten	etwa halbjährlich: Pumpe überholen etwa jährlich: Filter/Dichtung reinigen/tauschen	etwa halbjährlich: Pumpe überholen etwa jährlich: Filter/Dichtung reinigen/tauschen	etwa jährlich: Optik/Einsteckrohre reinigen Sensoren neu ausrichten
Wartung Analysator	etwa jährlich: Überprüfung Linearität und Querempfindlichkeit	etwa jährlich: Überprüfung Linearität und Querempfindlichkeit	etwa jährlich: Überprüfung Linearität und Querempfindlichkeit	–	etwa jährlich: Überprüfung Linearität und Querempfindlichkeit	etwa jährlich: Überprüfung Linearität und Querempfindlichkeit	–

NP: Nullpunkt EP: Endpunkt

- Eine von Anfang an richtig konzipierte, separate Prozessmessung kann stets besser auf die Bedürfnisse der Anlage und des Betriebes abgestimmt werden als ein Messsignal aus einer Emissionsmessung. Selbst wenn diese Lösung am Anfang mehr Geld kostet, ist sie doch mittel- und langfristig gesehen oft die preiswertere Variante. Denn mit einem optimierten Verfahren ist in der Summe mehr Geld einzusparen als mit einer schlechten Kompromisslösung.

Bei Erneuerungen und Modernisierungsmaßnahmen sollte die Abfolge aller Schritte optimiert werden; denn ein hoher Vorfertigungsgrad mit sinnvollen Schnittstellen kann die Projektlaufzeit erheblich verkürzen. Lange Lieferzeiten einzelner Komponenten sind dabei zu berücksichtigen.

2. Installation

Schon bei der Installation ist darauf zu achten, dass die Punkte aus der Planung wie

- Zugänglichkeit der Messtechnik
- Zugänglichkeit der Messstellen
- soweit erkennbar Umgebungseinflüsse
- oder die generelle Anordnung

vollständig berücksichtigt wurden. Haben sich Änderungen ergeben oder liegen neue Erkenntnisse vor, so kann man in diesem Stadium oft noch schnell und ohne großen finanziellen Aufwand reagieren. Ist die Anlage erst in Betrieb, wird es problematischer.

Besonders wichtig: Nicht nur die Messtechnik, sondern auch die Anschlüsse, die eventuellen Bedien- und Steuerelemente, aber auch die Hilfsenergien müssen leicht zugänglich bzw. auch absperrbar sein (*Reparaturfreundlichkeit*).

Handelt es sich dagegen um eine **Modernisierung oder um Erweiterungen**, ist ein hoher Vorfertigungsgrad oft nur schwer realisierbar. In diesem Fall gilt die Zusammenarbeit mit erfahrenen und routinierten Technikern und Ingenieuren als beste Versicherung für einen reibungslosen Projektverlauf. Denn diese sind es gewohnt, auch außerhalb des Rahmens einer *Black Box* (oder in diesem Fall: eines *Gerätegehäuses*) anlagen- und kundenorientiert zu agieren.

Dies soll an drei Beispielen aus dem Tätigkeitsgebiet der enUMtec GmbH verdeutlicht werden. Bei diesen Beispielen handelte es sich jeweils um Verbrennungsanlagen für Hausmüll – also um Emissionsmessenrichtungen nach der 17. BImSchV:

Beispiel 1 – 2005/2006

- 3 Verbrennungslinien
- Erstellung eines Gesamtkonzepts für den Standort
- Erneuerung der gesamten Messtechnik einschließlich Rechner

- kompletter Wechsel der Hersteller und der Messverfahren
- neue Stützen (Typ und Anordnung)
- Kundenwunsch: die vorhandenen Schränke sollten bleiben.
 - * Demontage der Systemeinheiten
 - * vollkommen neuer Systemaufbau vor Ort
 - * neue Verkabelung (elektrisch und pneumatisch)
- Die Arbeiten konnten nur im Zuge einer Revision durchgeführt werden.
- Verfügbare Zeit: einschließlich Signalprüfung maximal vier Wochen pro Linie.

Fazit: Revisionszeiten und Abläufe wurden nicht behindert, die Verbrennungslinien konnten planmäßig ihren Betrieb aufnehmen.

Beispiel 2 – 2007

- 2 Verbrennungslinien
- Erneuerung der 15 Jahre alten $C_{ges.}$ -Messungen
- Geräteauswahl für eine problemlose Systemeinbindung
- Systemschränke sollten beibehalten werden
 - * *Ausschlachten* der Systemeinheiten
 - * vollkommen neuer Systemaufbau vor Ort
- Ausführung bei laufendem Betrieb (mit Genehmigung)
- Zeitbedarf: einschließlich Signalprüfung etwa zwei bis drei Tage pro Linie

Fazit: Die Maßnahmen konnten problemlos durchgeführt werden, die Systemeinbindung hat sich im weiteren Betrieb bewährt.

Inzwischen wird eine solche Geräteerneuerung auch bei laufendem Betrieb vorgenommen und vor allem: ohne den Verlust eines Tagesmittelwertes.

Beispiel 3 – 2005

- 2 Verbrennungslinien
- Erneuerung der zehn Jahre alten Emissionsrechner mit Schränken
- neue Montageplatten – hoher Vorfertigungsgrad
- komplette Verdrahtung vor Ort (etwa 180 E/A Signale)
- Ausführung bei laufendem Betrieb (mit Genehmigung)
- Zeitbedarf: einschließlich Signalprüfung insgesamt etwa vier Tage

Fazit: Auch hier konnten, dank gezielter Vorbereitung und konstruktiver Zusammenarbeit mit dem Betreiber, die Maßnahmen ohne Probleme durchgeführt werden.

Tabelle 2: Technischer Gerätevergleich für Wartung, Instandhaltung und Betrieb von Flammenionisationsdetektoren (FIDs) (Werksangaben)

Hersteller	ABB	M+A	Sick	Siemens
Typ	MultiFID 14	Thermo-FID	EuroFID	Fidamat 6
Eignungsprüfung	17. BlmSchV	17. BlmSchV	17. BlmSchV	17. BlmSchV
Brenngas	Wasserstoff 5,0	Wasserstoff 5,0	Wasserstoff 5,0	Wasserstoff 5,0
Brenngasverbrauch	3,0 l/h	2,4 l/h	1,8 l/h	1,5 l/h
Instrumentenluft	4 bar trocken, ölfrei	5 bar trocken, ölfrei	4,5 bar trocken, ölfrei	4 bar trocken, ölfrei
Instrumentenluftverbrauch	1.500 l/h	2.000 l/h	360 l/h	50 l/h
Messgaseingangsdruck	800 – 1.200 hPa absolut	750 – 1.600 hPa absolut	atmosphärisch +/- 50 hPa	atmosphärisch
Gehäusebauform	19" 4HE	19" 3HE	19" 3HE (Bed.) 40 x 34 x 19 cm	19" 4HE
Betriebsspannung	230 V 185 VA	230 V 250 VA	230 V 280 VA	230 V 150 VA
Typ Messgaspumpe	Injektor/keine bewegten Teile	Injektor/keine bewegten Teile	Injektor/keine bewegten Teile	mechanisch (Membran)
Katalysator für Brennluft	erforderlich (extern)	erforderlich (eingebaut)	erforderlich (extern)	erforderlich (extern)
Kalibrierung	automatisch	automatisch	automatisch	automatisch
Wartung	etwa jährlich: Filter/Dichtung reinigen/tauschen	etwa jährlich: Filter/Dichtung reinigen/tauschen	etwa jährlich: Filter/Dichtung reinigen/tauschen	etwa halbjährlich: Pumpe überholen. etwa jährlich: Filter/Dichtung reinigen/tauschen

3. Inbetriebnahme

Gerade bei Neuanlagen muss spätestens zur Inbetriebnahme das Betriebspersonal integriert werden.

Spätere Schulungen bzw. Einweisungen gehören zwar zum Alltag, haben aber auch ihre negativen Seiten: Man erklärt eine moderne Messtechnik in wenigen Stunden, lässt idealerweise auch noch ein wenig daran *drehen* und Parameter ändern und erwartet danach vom Mitarbeiter die optimale Betreuung dieser Messtechnik. Kommen dann noch Geräte eines bisher nicht vertretenen Herstellers oder ein vorher nicht installiertes Messverfahren zum Einsatz, kann es problematisch werden.

Sind die Signalchecks abgeschlossen, ist die Funktion der Peripheriegeräte sichergestellt, dann geht es an die Inbetriebnahme des eigentlichen Analyzesystems. Abhängig vom Umfang und von der Anzahl der Anlagen dauert dies je nach eingesetzter Messtechnik wenige Stunden oder mehrere Tage. Auch sollte man bei Neuanlagen und neuen Systemen ein gewisses Einlaufverhalten – trotz Werkskalibrierung, Voralterung oder dergleichen – nicht ausschließen.

Hilfsmittel wie Prüfgase, Kalibrierküvetten, Prüfgasgeneratoren oder auch eine gravimetrische Vergleichsmessung für Staub gehören dabei zum Alltag.

Aber auch hier ist der bestimmungsgemäße Gebrauch zu bedenken: Bei der Erstinbetriebnahme einer neuen Anlage ist die Emissionsmesstechnik nicht dafür ausgelegt, um zum Beispiel Brenner oder auch das Verfahren selber einzustellen oder zu optimieren. Hierdurch entstehende Schäden können weit reichende, kostenintensive Folgen haben. Selbst wenn eine solche Inbetriebnahme *erfolgreich* war, treten später meist Folgeschäden auf, die massiv zu Lasten der Betriebszeiten und/oder der Wartungszyklen gehen können.

4. Wartung

Nach wie vor ist der Wunsch nach einer wartungsarmen Technik und nach immer längeren Wartungszyklen ungebrochen. Dieser Wunsch führt jedoch zwangsläufig zu komplexeren Systemen. Und daraus wiederum folgen meistens höhere Investitionskosten. Wichtig ist daher eine langfristige Kostenbetrachtung, die sowohl Investition als auch Unterhalt umfasst.

Längere Wartungszyklen bieten aber nicht nur Vorteile. Betriebe, die ihre Systeme in Eigenregie betreuen, kommen seltener damit in Kontakt. Das heißt: Eingriffe und Wartungsarbeiten dauern länger – und führen auch nicht unbedingt immer zum Erfolg.

Den wirklichen Schlüssel zu einer hohen Anlagenverfügbarkeit bilden auf die Betriebsbedürfnisse abgestimmte Wartungskonzepte. Nur diese bieten eine ausreichende Sicherheit.

Zu den typischen Konzeptbausteinen gehören:

- Wartungen mit unterschiedlichen Intervallen
- Inspektionen
- Rufbereitschaft
- 24-Stunden-Service
- Ersatz- und Verschleißteilplanung
- Vorhalten von Ersatzgeräten
- Fernwartung mit Protokoll
- Telefonunterstützung

Je enger der Betreiber und das externe Personal zusammenarbeiten, umso schneller und zielgerichteter können auftretende Probleme beseitigt werden – und das innerhalb eines vertretbaren Kostenrahmens.

Es ist erwiesen, dass fehlende vorbeugende Wartung eine der Hauptursachen für Störungen ist. Jede Störung verursacht ungeplante Kosten. Daher sollte schon in der Planungs- und Projektierungsphase an die Folgekosten gedacht werden.

Jedoch ist nicht nur die fehlende Wartung als Störungsursache zu nennen. Weiterhin gehören – von wirklich unplanbaren Defekten abgesehen – unter anderem dazu:

- Ausfall mechanisch oder elektrisch stark beanspruchter Teile (Pumpen, Heizungen, usw.)
- Taupunktunterschreitungen
- Fehlbedienung
- Rechnerprobleme (fast jedes System enthält heute einen kleinen PC)
- Gerätedriften oder Querempfindlichkeiten

Um schleichende Gerätefehler zu erkennen, sind die CUSUM¹-Regelkarten – in welcher Form auch immer – ein gutes Hilfsmittel.

Grundlegend hat sich – im Hinblick auf die geforderten Verfügbarkeiten – ein Zusammenwirken von Betriebs- und externem Wartungspersonal bewährt.

Denn die Anforderungen für den Dauereinsatz liegen sehr hoch:

- kontinuierliche Emissionsmessenrichtungen: mindestens 95 Prozent Verfügbarkeit
- Messeinrichtungen für den Sauerstoffgehalt: mindestens 98 Prozent Verfügbarkeit
- elektronische Auswerteeinrichtungen: mindestens 99 Prozent Verfügbarkeit
- Begrenzung der Anzahl der ungültigen Halbstunden- und Tagesmittelwerte

5. Kosten

Die Anforderungen an die Verfügbarkeit der Technik sind sehr hoch. Daher sollte man im ersten Ansatz weniger die Frage nach den Kosten stellen, sondern vielmehr die Frage: *Was kann ich mir denn leisten – nämlich an Ausfallzeiten?*

Selbstverständlich ist es in der heutigen Zeit fatal, die Kostenseite zu ignorieren. Doch auf Grund der großen Bandbreite der Technik, der Vielfalt der Anlagen und der Anwendungen sowie der unterschiedlichen Möglichkeiten des Einzelnen gleicht selbst die größte Schätzung eher einem Lesen im Kaffeesatz. Eine seriöse Aussage oder gar das Nennen konkreter Werte sind im Rahmen des vorliegenden Beitrags nicht möglich.

Der Leser kann jedoch auf Grund des oben Gesagten die einzelnen Posten für seinen konkreten Fall budgetieren.

Eine vergleichende Kostenbetrachtung sollte sich jedoch mindestens aus folgenden Positionen zusammensetzen:

- Herstellungskosten inklusive Montage, Inbetriebnahme, usw.; einschließlich der Personalschulung und der Prüfmittel.

¹ engl.: Cumulative SUM

- Wartungskosten (z.B. auf zehn Jahre hochgerechnet); einschließlich Eigen- oder Fremdkosten.
- Ersatz- und Verschleißteile (ebenfalls auf zehn Jahre betrachtet); einschließlich der Kosten für Verfügbarkeit und Lagerhaltung.

In diesem Zusammenhang ist auch das *Life Cycle Costing* eine sinnvolle Entscheidungshilfe. Damit lässt sich sehr anschaulich darstellen, dass hohe Anschaffungskosten oft durch niedrige Folgekosten mehr als kompensiert werden.

Oder andersherum ausgedrückt: Eine preiswerte Anschaffung kann sich bei einer Gesamtbetrachtung im Nachhinein als sehr kostspielig herausstellen.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Immissionsschutz, Band 1

– **Planung, Genehmigung und Betrieb von Anlagen** –

Karl J. Thomé-Kozmiensky, Michael Hoppenberg

– Neuruppin: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky, 2010

ISBN 978-3-935317-59-7

ISBN 978-3-935317-59-7 TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky

Copyright: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky

Alle Rechte vorbehalten

Verlag: TK Verlag Karl Thomé-Kozmiensky • Neuruppin 2010

Redaktion und Lektorat: Professor Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Karl J. Thomé-Kozmiensky,

Dipl.-Ing. Ernst Thomé, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc. und Dr.-Ing. Stephanie Thiel

Erfassung und Layout: Nicole Bäker, Janin Burbott, Petra Dittmann, GINETTE Teske

Druck: Mediengruppe Universal Grafische Betriebe München GmbH, München

Foto auf dem Buchdeckel: Nicole Bäker, Molchow

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien, z.B. DIN, VDI, VDE, VGB Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.