

## Entwicklung eines Moduls zur kontinuierlichen energetischen Überwachung und Optimierung von Altholzkraftwerken

Matthias Ehard und Harald Söll

1.	Beschreibung des bilanzierten Kraftwerks .....	804
2.	Erstellung der Energiebilanz.....	804
2.1.	Festlegung der Bilanzgrenzen.....	805
2.2.	Festlegungen des Bilanzierungszeitraums .....	806
2.3.	Datensammlung .....	806
2.4.	Berechnungen.....	807
3.	Ergebnisse .....	808
3.1.	Energiebilanz .....	808
3.2.	Weitere Ergebnisse .....	809
3.3.	Analyse der Ergebnisse.....	809
4.	Optimierungsmaßnahmen .....	810
4.1.	Kraftwerk.....	810
4.2.	Weiterentwicklung des Tools.....	811
5.	Fazit.....	812

Die Veolia Umweltservice Süd GmbH & Co. KG strebt eine kontinuierliche Optimierung Ihrer Anlagen und Prozesse an. Zu diesen Anlagen zählen auch zwei Altholzkraftwerke mit deren charakteristischen Prozessen. Um eine kontinuierliche Verbesserung der energetischen Effizienz der Kraftwerke zu erhalten, ist es wichtig, neben der Hardware auch in eine geeignete Software zu investieren. Aus diesem Grund soll ein Modul zur kontinuierlichen energetischen Überwachung und Optimierung entwickelt werden. Die Hauptaufgabe ist die gegenwärtige Darstellung aller relevanten Energieströme. Um eine derartige Software zu erarbeiten, sind mehrere Arbeitsschritte notwendig. Zu Beginn ist es wichtig eine einfache energetische Bilanzierung des Kraftwerkes anzufertigen. Dadurch werden die ersten Grundlagen für die Entwicklung einer Software geschaffen. Des Weiteren entsteht ein erster energetischer Überblick des Kraftwerkes und es können möglicherweise Hardwareoptimierungsmaßnahmen erkannt werden.

Nach der Entwicklung dieses recht statischen Moduls soll anschließend geprüft werden, in welcher Form und wie weit dieses weiterentwickelt werden soll. Diese Prüfung erfolgt, indem das optimale Kosten-Nutzen-Verhältnis individuell für jedes Modul und Kraftwerk errechnet wird. Nach der erfolgreichen Überprüfung wird im letzten Schritt das Modul in Anlehnung an das zuvor ermittelt Verhältnis digitalisiert.

Bisher wurde für eines der beiden Unternehmenskraftwerke eine Energiebilanz erstellt. Alle weiteren beschriebenen Schritte sind deshalb nur theoretische Überlegungen und werden in näherer Zukunft umgesetzt. Aus diesem Grund wird in den nächsten Seiten vor allem die erste energetische Bilanzierung beschrieben und die möglichen theoretischen Weiterentwicklungsschritte.

## 1. Beschreibung des bilanzierten Kraftwerks

Bei dem analysierten Kraftwerk handelt es sich um eine Altholzverbrennungsanlage mit einem Durchsatz von bis zu 8.000 Kilogramm Holz pro Stunde. Die Feuerungs-wärmeleistung der Anlage im bilanzierten Zeitraum liegt durchschnittlich bei 42 MW und die zugehörige Dampfleistung betrug ungefähr 33 Tonnen pro Stunde.

Die Energiefreisetzung erfolgt in einem stehenden gerüstlosen 3,5-Zug-Kessel. Die Energienutzung des regenerativen Energieträgers Holz besteht dabei vorwiegend in der Erzeugung von Elektroenergie durch zwei Turbinen. Die installierte Generatorleistung dieser beträgt insgesamt 6,5 MW. Darüber hinaus wird auch ein benachbartes Klärwerk mit Wärme versorgt.

Um allen umweltrelevanten Qualitätsanforderungen der unterschiedlichen Altholzklassen gerecht werden zu können, wurde Anfang der 90er Jahre beschlossen, die Anlage mit einer leistungsfähigen Abgasreinigungsanlage auszustatten und auch die Feuerung gemäß den Anforderungen der 17. BImSchV umzubauen.

Diese Maßnahmen wurden anschließend 1998 durch ein förmliches Genehmigungsverfahren nach der 4. BImSchV genehmigt. Zusätzlich ist das Heizkraftwerk auch seit dem Jahr 2001 als Entsorgungsfachbetrieb zertifiziert.

## 2. Erstellung der Energiebilanz

Die Erstellung einer Energiebilanz erschien als passendes Mittel für den ersten Arbeitsschritt der Softwareentwicklung, da bei dieser der gesamte Energiefluss vom Primärenergieträger Altholz bis hin zu den Endenergieträgern Strom und Wärme bilanziert wird. Zusätzlich werden alle entsprechenden Umwandlungsprozesse analysiert. Diese sind zum Beispiel die Verbrennung, die Dampferzeugung und die Elektrizitätsgewinnung.

Des Weiteren werden durch eine Energiebilanz alle wichtigen Rahmenbedingungen für eine verlässliche Reproduzierbarkeit der Ergebnisse definiert. Hierzu zählt zum Beispiel die Festlegung der Bilanzgrenzen und der Messstellen. Nachfolgend werden genau diese Definitionen anhand des bereits analysierten Kraftwerks genauer beschrieben.

## 2.1. Festlegung der Bilanzgrenzen

Zu Beginn einer jeden Energiebilanz ist es notwendig das zu analysierende System exakt einzugrenzen, um klar festzulegen, welche Energie- beziehungsweise Stoffströme mit in die Bilanzierung aufgenommen werden. Diese Abgrenzung erfolgt durch die sogenannten Bilanzgrenzen. Für die Festlegung dieser ist es hilfreich zu Beginn einen Plan des Kraftwerks mit allen zugehörigen Leitungen und Anlagenteilen anzufertigen, da dadurch ein erster guter Überblick geschaffen wird. Des Weiteren bildet ein derartiger Plan die Grundlage für die spätere Visualisierung innerhalb der Software.

In dem hier vorzustellenden Beispiel beinhaltet der Plan die Holzaufbereitung, die Verbrennung, die Dampferzeugung, die Stromerzeugung, den Kühlkreislauf, die Speisewasseraufbereitung und die Abgasreinigung. Bild 1 ist nur eine vereinfachte Darstellung dieses Plans, um ein besseres Verständnis über die Anlage zu geben. Es ist nicht möglich die gesamte Zeichnung übersichtlich und verständlich in diesem Bericht darzustellen. Die Bilanz- beziehungsweise Systemgrenze wurden dann um das gesamte Kraftwerk einschließlich der Altholzaufbereitung gelegt, wie die rote Strichlinie verdeutlicht. Hintergrund dieser Definition ist, dass alle Bereiche welche einen Energiebedarf haben sowie Energie umwandeln mit erfasst werden sollen. Dadurch wird eine ganzheitliche Betrachtung des Kraftwerkes garantiert.

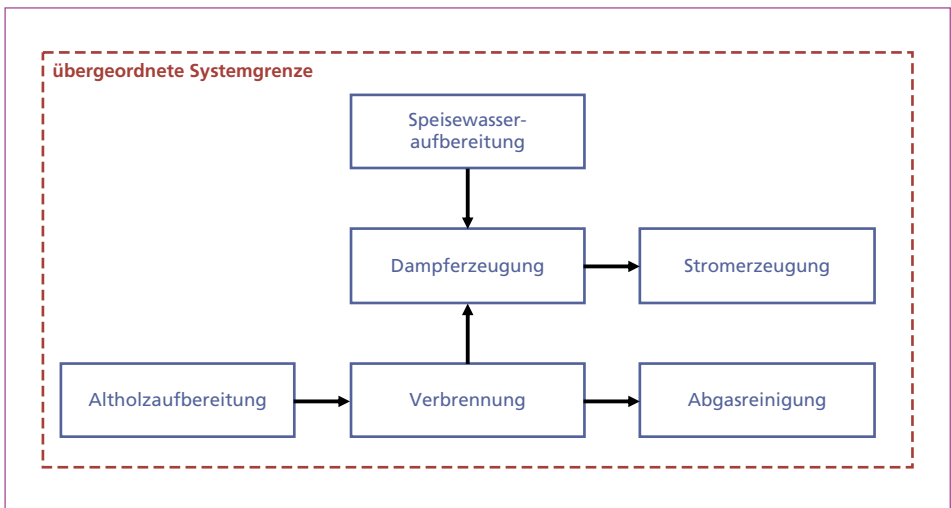


Bild 1: Vereinfachter Kraftwerksplan mit eingezeichneter übergeordneter Systemgrenze

Um bessere Ergebnisse erzielen zu können, war es jedoch notwendig die übergeordnete Systemgrenze in kleinere Teilsystemgrenzen zu zerlegen. Innerhalb dieser Teilsystemgrenzen ist es wichtig, alle relevanten Stoffströme zu hinterlegen. Damit wird ersichtlich, welche der Stoffströme in oder aus den Grenzen fließen. Jenes Verständnis ist essenziell, um eine exakte Ermittlung der Input- beziehungsweise Outputenergieströme zu garantieren. Weiterhin erleichtern derartige Pläne die Bestimmung der Messstellen zu Beginn der Datensammlung.

Das übergeordnete System wurde in folgende Teilsysteme zerlegt:

- Systemgrenze 1 – Kessel/ECO/Überhitzer/E-Filter/Gebläse 1,
- Systemgrenze 2 – Abgasreinigung,
- Systemgrenze 3 – Turbinen/Generator/Kühltürme,
- Systemgrenze 4 – Speisewasseraufbereitung.

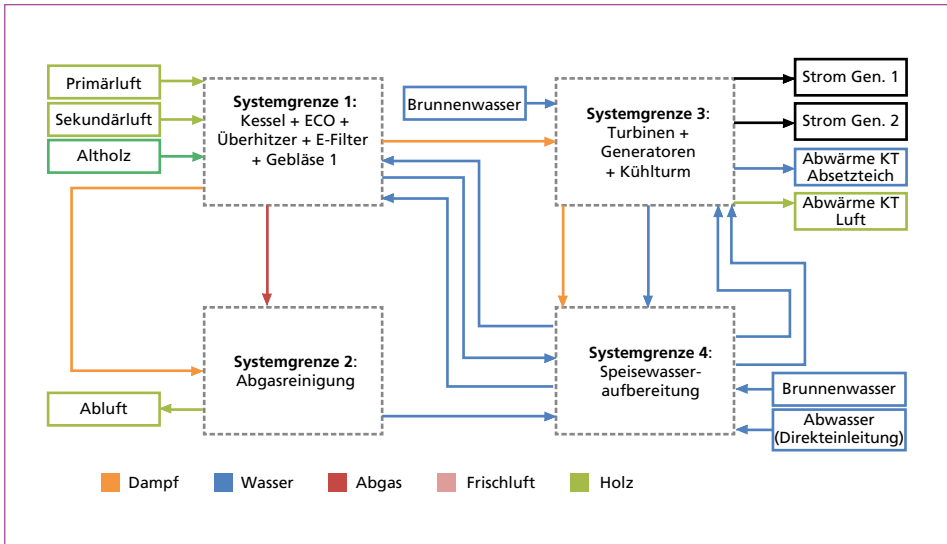


Bild 2: Kraftwerksplan mit eingezeichneten Teilsystemgrenzen

Bei den Teilsystemgrenzen wird die Altholzaufbereitung vorerst nicht weiter berücksichtigt. Diese weist lediglich einen elektrischen Eigenbedarf auf, welcher im Gesamtergebnis dann wieder berücksichtigt wird.

## 2.2. Festlegungen des Bilanzierungszeitraums

Neben den Systemgrenzen ist es auch wichtig einen Bilanzierungszeitraum festzulegen, um die Vergleichbarkeit mit weiteren Bilanzierungen gewährleisten zu können. Der Zeitraum bei dieser Energiebilanz wurde auf 28 Tage festgelegt. Durch die Länge des Zeitraums ist es möglich alle energetisch relevanten Vorkommnisse, wie zum Beispiel Reinigungsstillstände, mindestens einmal mit zu erfassen.

## 2.3. Datensammlung

Nachdem die Systemgrenzen definiert wurden, konnten im nächsten Schritt die Messstellen festgelegt werden. Diese wurden dort gesetzt, wo Stoffströme in ein Teilsystem ein- beziehungsweise austreten..

Anschließend wurden die Stellen ermittelt, wo bereits Messgeräte installiert waren.

Dabei wurde festgestellt, dass nicht an allen gewünschten Punkten bereits Messungen durchgeführt werden. Außerdem wurde ersichtlich, dass es verschiedenen Messverfahren bei den vorhandenen Stellen gibt. Grob konnten diese in die nachfolgenden Arten aufgeteilt werden:

- kontinuierliche Messungen mit Auslesefunktion,
- kontinuierliche Messungen ohne Auslesefunktion.

Bei kontinuierlichen Messungen mit Auslesefunktion werden die Daten über einen bestimmten Zeitraum aufgezeichnet sowie gespeichert und können in definierten Zeitintervallen automatisch in Excel übertragen werden.

Wenn kontinuierliche Messungen ohne Auslesefunktion vorhanden sind, werden die Daten ebenso über einen gewissen Zeitraum aufgezeichnet, jedoch müssen bei diesem Messverfahren die Werte noch händisch in Excel übertragen werden.

Für die Messstellen ohne bereits vorhandene Messeinrichtungen wurde ein Ultraschallmessgerät ausgeliehen, um durch Stichprobenmessungen die notwendigen Daten generieren zu können. Dies war hierfür die einzige praktikable Lösung, um die Einhaltung des Zeit- und Kostenrahmens zu gewährleisten. Diese Stichprobenmessungen erfolgten in einem kurzen Teilzeitraum, da es anders nicht möglich war, für alle Messstellen mindestens einen repräsentativen Datensatz zu erhalten. In der Regel betrug dieser Zeitraum 24 Stunden. Er ergab sich indem von den Bilanzierungstagen alle Feier- und Wochenendtage abgezogen und die übrigen Tage auf die notwendigen Messstellen verteilt wurden.

Weiterhin fallen unter die Kategorie Stichprobenmessungen die Altholz- und Schlackenanalysen, welche für den Heizwert des Altholzes und den Glühverlust der Schlacke benötigt wurden. Hierfür wurden charakteristische Mischproben über den Bilanzierungszeitraum gebildet und für die Analyse an ein spezialisiertes Labor gesendet.

Als Letzter wichtiger Bestandteil für die Berechnungen mussten noch die Daten des Altholzinputs gesammelt werden. Dies erfolgte jedoch über einen etwas anderen Weg als eine direkte Messung. Hierfür wurden die täglichen Anlieferungsmengen innerhalb des Bezugszeitraums, welche über die Waage ermittelt wurden, herangezogen. Diese wurden anschließend auf die Betriebszeit des Kraftwerkes bezogen. Somit konnte der Altholzmassenstrom ermittelt werden.

### 2.4. Berechnungen

Nachdem alle Daten gesammelt wurden, erfolgten die Berechnung der Wärmemengen und der Wirkungsgrade mittels der folgenden drei Hauptformeln:

$$Q = \dot{m} \cdot c \cdot \Delta T \quad (1)$$

$$Q = h \cdot \dot{m} \quad (2)$$

$$\eta = \frac{Q_{ab}}{Q_{zu}} \quad (3)$$

mit Q: Wärmemenge |  $Q_{ab}$ : abgeführt Wärmemenge |  $Q_{zu}$ : zugeführte Wärmemenge |  $\dot{m}$ : Massenstrom | c: spezifische Wärmekapazität  
 $\Delta T$ : Temperaturdifferenz | h: Enthalpie

Diese drei Hauptformeln wurden dann jeweils an die vorhandenen Daten in den Messstellen angepasst. Es war ein notwendiger Schritt, da nicht an allen Stellen die gleichen Parameter gemessen werden konnten. An manchen Stellen wurden zum Beispiel nur die Volumenströme und nicht die Massenströme ermittelt.

Nachdem die Daten gesammelt und Berechnungsformeln bestimmt waren, mussten im nächsten Schritt die Mittelwerte der Messwerte gebildet werden. Dies war aufgrund der nicht durchgehend kontinuierlichen Messungen ein notwendiger Schritt. Die danach berechneten Ergebnisse der Teilsysteme wurden zu den übergeordneten Input- und Outputenergieströmen aggregiert, um somit die Energiebilanz des gesamten Kraftwerks zu generieren.

Für die Berechnungen war es wiederum wichtig Rahmenbedingungen festzulegen, um eine verlässliche Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten. Alle in dieser Energiebilanz durchgeführten Berechnungen beziehen sich daher auf 0 Grad Celsius (273,15 K) und den örtlichen Umgebungsdruck von 975 hPa.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Energiebilanz

Im Bild 3 ist die Energiebilanz des übergeordneten Systems *Kraftwerk* mit den Input-beziehungsweise Outputwärmemengen zu erkennen.

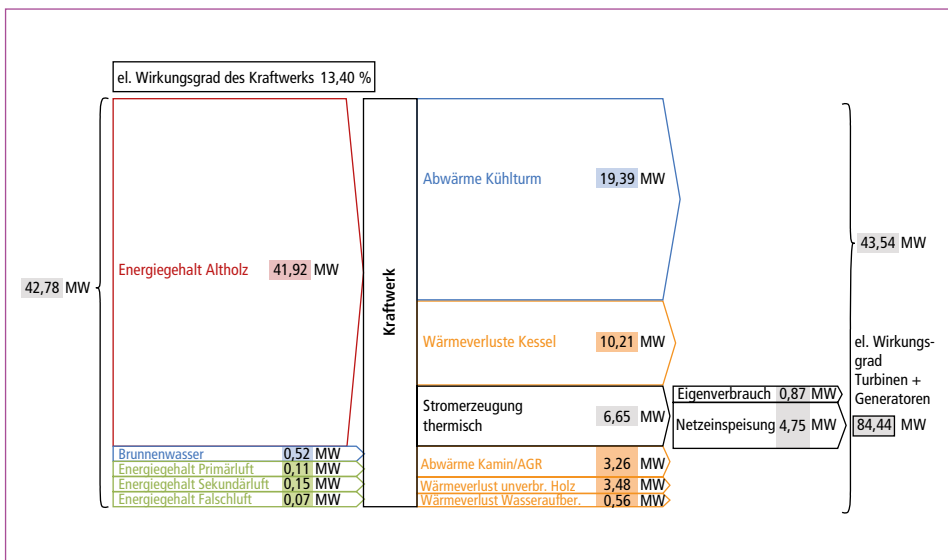


Bild 3: Energiebilanz des übergeordneten Systems *Kraftwerk*

Wie bereits im vorherigen Kapitel erwähnt wird diese aus der Energiebilanz der Teilsysteme berechnet, welche unter Bild 4 zu erkennen ist.

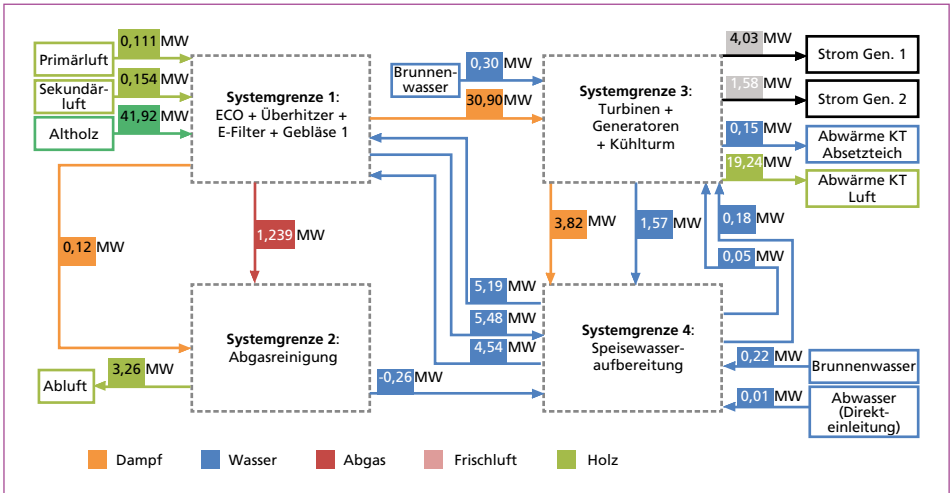


Bild 4: Energiebilanz der Teilsysteme

### 3.2. Weitere Ergebnisse

Neben der Energiebilanz konnten aufgrund der gesammelten Daten noch folgende weitere Ergebnisse gewonnen werden:

- Vergleich von Analyseparametern mit den Grenzwerten,
  - die Analyseparameter der Altholzprobe lagen alle unter den Grenzwerten des Genehmigungsbescheids,
  - aufgrund der Analyseparameter der Schlacke muss diese auf eine Deponie der Klasse III abgelagert werden,
  - die Analyseparameter des Filterstaubs zeigten keine Besonderheiten auf,
- die Kosten für jede Stillstandsstunde des Kraftwerks im Bilanzzeitraum betragen etwa 400 EUR,
- die Kosten für die Erstellung der gesamten Energiebilanz betragen etwa 23.000 EUR.

### 3.3. Analyse der Ergebnisse

Was bei der Analyse der Energiebilanz des gesamten Kraftwerks sofort ins Auge sticht, ist die Differenz von 1,11 MW zwischen dem gesamten Input- und Outputenergiestrom. Dies ist durch den ersten Hauptsatz der Thermodynamik theoretisch nicht möglich. Allerdings gestaltet sich dies in der Praxis meist etwas anders, wie die nachfolgenden Begründungen zeigen.

Als Hauptursache für diese Abweichung konnte die Verrechnung der Ergebnisse aus den verschiedenen Messverfahren auffindig gemacht werden. Um die Wärmemengen errechnen zu können, ist es notwendig die Mittelwerte der kontinuierlichen Messun-

gen mit denen aus den Stichprobenmessungen zu verrechnen. Dabei sind die Stichprobenmessungen vermutlich die Verursacher des Problems, da sie überwiegend die stark schwankenden Speisewasserströme erfasst haben. Außerdem konnte aufgrund des geringen Messzeitraums nur ein geringer Teil der energetischen Geschehnisse festgehalten werden. Dies ist höchstwahrscheinlich nachteilig, wenn der Kessel eines Kraftwerkes im Naturumlaufprinzip betrieben wird. Das Problem bei einem derartigen Naturumlaufkessel sind die schwankenden Massen- beziehungsweise Volumenströme, welche sich aufgrund der sich verändernden Wärmemengen im Feuerraum ergeben. Die Vermutung wird durch die vielen Stichprobenmessungen bestätigt. Es wurde nämlich bei keiner der Messungen des Speisewassers der exakt gleiche Volumen- beziehungsweise Massenstrom gemessen.

Weiterhin könnte noch ein kleiner Teil der Differenz von Mess- und Rundungsfehlern herrühren. Diese fallen aber vermutlich im Vergleich zur vorherigen Ursache sehr gering aus.

Wird aber schlussendlich die Differenz von 1,11 MW auf den gesamten Inputstrom von 42,78 MW bezogen, wird ersichtlich, dass diese nur einen Anteil von 2,6 Prozent hat. Deshalb kann trotzdem von einer ausreichenden Genauigkeit der Messungen sowie der Berechnungen ausgegangen werden.

Bei einer weitgreifenderen Analyse der Ergebnisse konnten noch weitere Auffälligkeiten festgestellt werden. Zum einen ist der Heizwert der analysierten Altholzprobe sehr hoch gewesen. Er lag bei etwa 17.600 kJ/kg. Deshalb werden nun in regelmäßigen Abständen weitere Laboranalysen des Altholzes durchgeführt, um das Ergebnis entweder zu bestätigen oder zu widerlegen. Zum anderen wurde deutlich, dass ohne eine kontinuierliche Messung an allen definierten Messpunkten keine tagesaktuelle Auswertung über den Bilanzzeitraum möglich ist, da die Mittelwerte der Stichprobenmessung nur für den jeweiligen Messtag oder den gesamten Bilanzierungszeitraum verwendet werden können.

## 4. Optimierungsmaßnahmen

Die Optimierungsmaßnahmen zielen vor allem auf die Weiterentwicklung des Überwachungsmoduls ab. Jedoch konnten auch einige kleinere Maßnahmen für die Optimierung des Kraftwerks identifiziert werden. Die Hauptbenefits dieser ersten Energiebilanz bleiben jedoch, dass ein erster genauer energetischer Überblick des Kraftwerkes geschaffen werden konnte und dass der Grundstein für ein kontinuierliches Überwachungsmodul gelegt wurde.

### 4.1. Kraftwerk

Im Kraftwerk selbst wurde durch die Stichprobenmessungen ersichtlich, dass die bereits installierten Messgeräte an einigen Stellen über die Jahre hinweg ungenau geworden sind. Deshalb ist eine Optimierungsmaßnahme diese zu reparieren oder ganz zu



ersetzen. Leider konnten in dem Bilanzzeitraum nicht alle kontinuierlichen Messstellen beziehungsweise Messgeräte überprüft werden. Aus diesem Grund ist die Anschaffung eines eigenen Ultraschallmessgerätes eine weitere mögliche Verbesserungsmaßnahme. Mit diesen können dann beliebig viele Stichprobenmessungen und vor allem auch Messungen über längere Zeiträume erfolgen.

Zusätzlich wird durch diese Analyse verdeutlicht, dass für eine kontinuierliche energetische Überwachung des Kraftwerks weitere Messstellen eingerichtet werden müssten. Bevor jedoch diese zusätzlichen Messstellen eingerichtet werden, sollte das Vorhaben hinsichtlich des Kosten-Nutzen-Aufwands überprüft werden.

### 4.2. Weiterentwicklung des Tools

Wie bereits mehrfach erwähnt muss bei der Weiterentwicklung der Energiebilanz hin zum Überwachungstool vor allem das Kosten-Nutzen-Verhältnis abgestimmt auf die Wünsche und Vorstellungen des Kraftwerksbetreibers berücksichtigt werden. Deshalb gibt es hierfür auch einen Fall mit maximalen sowie minimalen Kosten. Nachfolgend werden diese beiden Möglichkeiten vorgestellt. In der Praxis wird das Modul vermutlich irgendwo zwischen den beiden extremen Weiterentwicklungsmöglichkeiten angesiedelt werden.

Die Weiterentwicklungsmöglichkeit mit dem minimalsten Aufwand ist, dass das Modul nur für die Aufdeckung und Überwachung von weiteren Optimierungsmaßnahmen verwendet wird. Hierfür muss nur ein minimaler zusätzlicher Weiterentwicklungsaufwand erbracht werden, denn es muss nur eine in bestimmten Zeitintervallen wiederkehrende Datensammlung und Berechnung erfolgen. Dabei können die Berechnungen durch Excel mit Hilfe von Makros automatisiert werden kann. Bei der Datensammlung ist es sehr wichtig darauf zu achten, dass die Daten auf die identische Art und Weise gesammelt und aufbereitet werden. Mit den wiederkehrenden Analysen können dann die Hauptpotenziale für eine Effizienzverbesserung der Anlage exakt ermittelt werden. Werden diese Potenziale durch Verbesserungsmaßnahmen ausgeschöpft besteht weiterhin die Möglichkeit durch eine erneute Bilanzierung den Erfolg dieser Maßnahmen zu überwachen. Auch erhält man durch die wiederholte Bilanzierung ein besseres Verständnis für das Kraftwerk.

Die höchste Stufe der Weiterentwicklung wäre eine Software, welche einen kontinuierlichen und vor allem aktuellen Überblick über die Wärmemengen und die elektrischen Leistung des Kraftwerkes gibt. Damit würde sich ein zusätzliches Überwachungsbeziehungsweise Steuerungsinstrument ergeben, welches vor allem in der Post-EEG-Zeit für das Erzielen des optimalen Umsatzes eines Kraftwerkes zu Anwendung kommen könnte. Bisher werden Kraftwerke meist nur über Temperaturen, Drücke, Abgaswerte, Volumen- und Massenströme gesteuert. Für diese Software müsste im ersten Schritte die Basis durch eine Erweiterung der kontinuierlichen Messstellen geschaffen werden. Anschließend würde dann das vorgefertigte Excel-Tool in eine Software überführt werden. Außerdem müssten noch die Schnittstellen geschaffen werden, welche ein automatisches Auslesen der Messwerte erlauben.

## 5. Fazit

Abschließend ist zu sagen, dass die erste Energiebilanz nach den Wünschen und Anforderungen eines jeden Kraftwerksbetreibers weiterentwickelt werden kann und eine durchaus sinnvolle Investition darstellt. Mit dieser wird nämlich die Voraussetzung für energetische Optimierungsmaßnahmen und die Post-EEG-Zeit geschaffen. Das wichtigste Kriterium für die Weiterentwicklung des Moduls ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis, welches von jedem Kraftwerksbetreiber individuell definiert werden muss. Mit der ersten Bilanzierung des Kraftwerkes kann hierfür der Grundbaustein für das Modul gesetzt werden. In dieser werden die Systemgrenzen, die Messpunkte und die Berechnungsgrundlagen bereits festgelegt.

### Ansprechpartner



**Matthias Ehard**

Veolia Umweltservice Süd GmbH & Co. KG  
Trainee der Entsorgungswirtschaft  
Entsorgung  
Werksstraße 2  
96199 Zapfendorf, Deutschland  
+49 151 26139443  
matthias.ehard@veolia.com

**Harald Söll**

Veolia Umweltservice Süd GmbH & Co. KG  
Niederlassungsleiter Biomassekraftwerke  
Entsorgung  
Werksstraße 2  
96199 Zapfendorf, Deutschland  
+49 9547 9226-0  
harald.soell@veolia.com

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar

Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, Peter Quicker, Alexander Gosten (Hrsg.):

**Energie aus Abfall, Band 17**

ISBN 978-3-944310-50-3 Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH

Copyright: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Dr.-Ing. Stephanie Thiel  
Alle Rechte vorbehalten

Verlag: Thomé-Kozmiensky Verlag GmbH • Neuruppin 2020

Redaktion und Lektorat: Dr.-Ing. Stephanie Thiel, Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc.

Erfassung und Layout: Elisabeth Thomé-Kozmiensky, M.Sc., Claudia Naumann-Deppe,  
Sarah Pietsch, Ginette Teske, Janin Burbott-Seidel, Roland Richter,  
Cordula Müller, Gabi Spiegel

Druck: Universal Medien GmbH, München

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk-sendung, 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.