Energiemanagementsystem für den Zweckverband Wasserver- und Abwasserentsorgung „Mittleres Erzgebirgsvorland“ (ZWA) Hainichen

Thomas Voltz, Fabian Musche, Ulrich Pötzsch, Ramona Hälsig, Philipp Bahner, Claus Jungmann, Axel Eichler, Axel Marx, Mandy Radisch und Thomas Grischek

Eingereicht am: 23.06.2016
Begutachtet am (im Peer-Review-Verfahren): 23.08.2016

Energie, Energiemanagement, Software, Wasser, Abwasser

Zwischen Juni 2014 und Oktober 2015 wurde beim Zweckverband für Wasserver- und Abwasserentsorgung „Mittleres Erzgebirgsvorland“ (ZWA) Hainichen ein Energiemanagementsystem (EnMS) gemäß der DIN EN ISO 50001 eingeführt und zertifiziert. Die gesamte Energienutzung des ZWA wurde sichtbar gemacht und kann nun gemanagt werden. In zahlreichen Beratungen mit ZWA-Mitarbeitern wurden Arbeitsprozesse analysiert, Schwächen und Stärken aufgezeigt. Das Energieeffizienz-Netzwerk des ZWA wurde deutlich gestärkt und ein Mitarbeiter als Energiemanager gewonnen. Energieeffizienz besitzt nun einen höheren Stellenwert und wird durch Maßnahmen kontinuierlich gefördert.

An energy management system for the ZWA Hainichen

From June 2014 to October 2015 the Joint Board for Water Supply and Wastewater Disposal “Mittleres Erzgebirgsvorland” (ZWA) Hainichen implemented an energy management system, which was then certified according to the ISO 50001 standard. The ZWA’s complete energy use was made visible and can now be managed. The work processes were analysed in numerous discussions with ZWA personnel, and weaknesses and strengths were brought to light. The energy efficiency network of the ZWA was strengthened and one new staff member acquired as the new energy manager. Energy efficiency enjoys greater importance than before and is continuously promoted through technical measures.

1. Einführung

Der Zweckverband für Wasserver- und Abwasserentsorgung „Mittleres Erzgebirgsvorland“ (ZWA) Hainichen führte vom Juni 2014 bis Oktober 2015 ein Energiemanagementsystem (EnMS) gemäß der DIN EN ISO 50001 ein und ließ es anschließend zertifizieren. In diesem Artikel werden die wesentlichen Arbeitsschritte zur Einführung sowie ausgewählte Erkenntnisse präsentiert. Da im Kern eines EnMS der Antrieb zur kontinuierlichen Verbesserung liegt, werden aktuell laufende sowie geplante Maßnahmen zur technischen und organisatorischen Weiterentwicklung für den ZWA Hainichen vorgestellt.

1.1 Der ZWA Hainichen

Der ZWA Hainichen ist als Vollzweckverband eine Körperschaft des öffentlichen Rechts, dem die kommunale Pflichtaufgabe zur Wasserversorgung und zur hoheitlichen Abwasserentsorgung nach dem 1993 in Kraft getretenen Sächsischen Wassergesetz in Verbindung mit der Gemeindeordnung von seinen Mitgliedsgemeinden übertragen wurde. Das etwa 1000 km^2 große, ländlich

geprägte Ver- und Entsorgungsgebiet des ZWA (**Bild 1**) liegt nordöstlich der Stadt Chemnitz und schließt die Gebiete von 27 Verbandsgemeinden im Trinkwasser und 32 im Abwasser ein. Insgesamt gibt es etwa 470 energieverbrauchende, stationäre Anlagen sowie 150 Fahrzeuge.

1.2 Motivation zum Energiemanagement

Bild 2 zeigt die Kostenaufteilung des ZWA. Obwohl die Energiekosten mit rund 2,8 Mio. € nur 7,1 % der Gesamtkosten ausmachen, entsprechen sie je nach Jahr bis zu 80 % des jährlichen Überschusses. Somit ergibt eine Energiekosteneinsparung von 10 % (circa 280 000 €) eine Erhöhung des Überschusses um bis zu 8 %. Aus dem Überschuss finanziert der ZWA die Tilgung von Krediten, die laufende Erneuerung der technischen Anlagen sowie Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz.

Gleichzeitig wird eine weitere Förderung der Energiewende erwartet, somit auch die Förderung von Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs. Erfahrungen belegen, dass betriebliche Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz neben Kosteneinsparung auch weitere Vorteile bringen [1, 2]:

- vertiefte Kenntnisse der Mitarbeiter über die eigenen Anlagen,
- erhöhte Versorgungssicherheit,
- Tendenz zur zustandsorientierten statt einer ereignisorientierten Instandhaltung.

Die Mitarbeiter des ZWA sind vor allem mit der laufenden Wartung und Instandhaltung sowie Kundenbetreuung beschäftigt. Obwohl bei einem hohen absoluten Energieverbrauch ein Bedarf hinsichtlich einer Senkung der Energiekosten besteht, ist diese mit begrenztem Personal an einer großen Anzahl von Anlagen diverser Art zu realisieren.

1.3 Energiemanagement mit Bezug zur europäischen Energieeffizienzrichtlinie

Seit Ende 2014 gilt in Deutschland das Energiedienstleistungsgesetz (EDL-G), welches in Anlehnung an die EU-Energieeffizienzrichtlinie (EED) von 2012 ein Energieaudit bis zum 5. Dezember 2015 von allen Unternehmen forderte, die nach EU-Definition keine kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) sind. Auch viele kommunale Unternehmen zählen durch ihren öffentlichen Charakter nicht als KMU und unterliegen somit dieser Pflicht. Alternativ zum Energieaudit können alle Nicht-KMU bis Ende 2016 ein EnMS gemäß ISO 50001 oder EMAS einführen und zertifizieren lassen. Im Vergleich zu einem Energieaudit bedeutet die Einführung eines EnMS einen deutlich höheren Zeitaufwand von 6 bis 18 Monaten, je nach Größe und Komplexität des Unternehmens. Jedoch bietet es durch die vollständige Integration in die Unternehmensstruktur wesentliche Vorteile eines kontinuierlichen Verbesserungsprozesses.

1.4 Vor- und Nachteile für die kommunale Wasserwirtschaft

Da die kommunale Abwasserentsorgung als hoheitliche, nicht auf Dritte übertragbare Aufgabe gilt, sind Unternehmen, die diese als wirtschaftlichen Schwerpunkt haben, von der Energieauditpflicht befreit [3]. Zu diesen Unternehmen zählt der ZWA. Somit entfällt aber gleichzeitig für den ZWA der Anspruch auf die Erstattung von Energie- und Stromsteuern nach der Spitzenausgleich-Effizienzsystemverordnung (SpaEfV). Im Gegensatz zur Wasserversorgung zählt Abwasserentsorgung laut aktuellem Gesetzestext nicht als „produzierendes Gewerbe". Könnte der Energieverbrauch für den Teilbetrieb Wasserversorgung geltend gemacht werden, hätte der ZWA Anspruch auf eine Steuererstattung von mehr als 30 000 €/a. Mit dem Energieverbrauch für die Abwasserentsorgung würde der Betrag um weitere 175 000 € steigen [4]. Der Verband Kommunaler Unternehmen fordert die Aktualisierung des veralteten Gesetzestextes, um den Anspruch für die Abwasserentsorgung geltend zu machen [5]. Anträge des ZWA an das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) wurden bis dato mit abschließendem Gerichtsurteil abgelehnt.

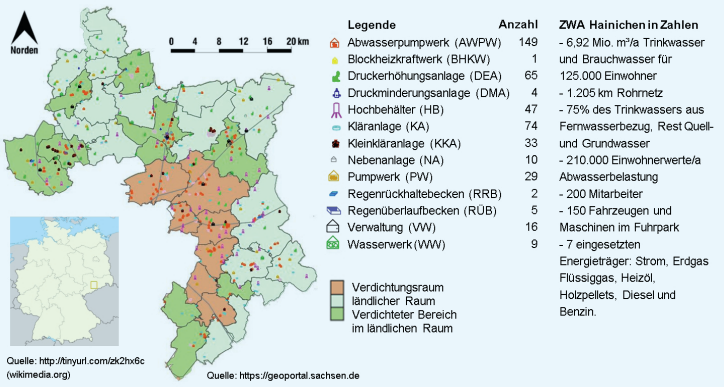


Bild 1: Übersichtskarte des ZWA Hainichen mit energieverbrauchenden Anlagen

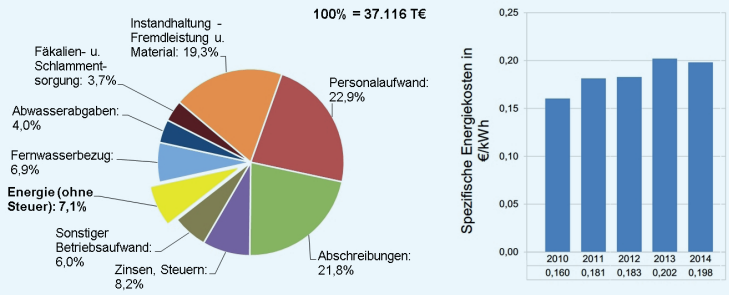


Bild 2: Kostenaufteilung für das Jahr 2015 und Gesamtenergiepreisentwicklung 2010–14

1.5 Ziele des Projekts

Zum Zeitpunkt der Entscheidung für ein EnMS unterlag der ZWA Hainichen nicht der Energieauditpflicht, da diese noch nicht im deutschen Gesetz verankert wurde. Nach aktuellen Informationen wäre der ZWA weiterhin von der Pflicht befreit. Ebenfalls hätte er durch ein EnMS keinen Anspruch auf die Energie- und Stromsteuererstattung gemäß der SpaEfV gehabt. Für die Einführung eines EnMS im ZWA gab es folgende Gründe (mit ungefährer Wichtung):

- Beitrag für die Energiewende, Vorreiterfunktion in der Region (50 %),
- Energiekosten einsparen, um den steigenden Energiepreisen entgegenzuwirken (40 %),
- Steuererstattung einholen, sofern zukünftig möglich (10 %).

Das Hauptziel des Projekts war die Einführung eines EnMS innerhalb von 18 Monaten als lebendiges System im ZWA. Weitere Ziele waren die energetische Untersuchung technischer Anlagen, eine energetische Bilanz des Unternehmens, die Weiterentwicklung der webbasierten Software „cENtERGY" zur Nutzung durch den Energiemanager (EM) und die Schulung und Sensibilisierung des Personals. Zu Beginn zeigten sich folgende Randbedingungen:

Herausforderungen

- sehr viele kleinteilige Anlagen, weit zerstreut über das gesamte Gebiet
- dezentrale Datenhaltung, keine einheitlichen Anlagenbezeichnungen in den Abteilungen
- hohes Maß an Versorgungssicherheit, die der Energieeffizienz teilweise entgegensteht

Vorzüge

- klare Unterstützung durch die Geschäftsleitung
- guter historischer Datenbestand
- technisches Know-how, starkes Interesse an Energieeffizienz aus den Vorjahren
- weitreichende Entscheidungsfreiheit des Projektteams

2. Methodik

Ein EnMS gemäß ISO 50001 ist die Selbstverpflichtung des Unternehmens, sich systematisch mit der Energieeffizienz auseinanderzusetzen und diese durch Prozesssteuerung und Dokumentation kontinuierlich zu verbessern. Die Einhaltung der Normvorgaben wird jährlich von einem externen Auditor geprüft. Diese ist mit der Überwindung erheblicher interner Widerstände verbunden, denn die Einführung eines EnMS sollte vor allem eine Änderung der Unternehmenskultur mit sich bringen, sodass der Impuls zur Energieeffizienzsteigerung in allen Arbeitsprozessen berücksichtigt wird. So lag der Fokus des Projekts auf einer Festhaltung des Ist-Zustands und der anschließenden Erweiterung der Arbeitsprozesse, die für ein erfolgreiches Energiemanagement erforderlich sind. Konkrete technische Verbesserungen waren während der Einführung zweitrangig, aber gleichzeitig notwendig, um das EnMS zum Leben zu erwecken und ein Feedback für dessen Wirksamkeit zu bekommen.

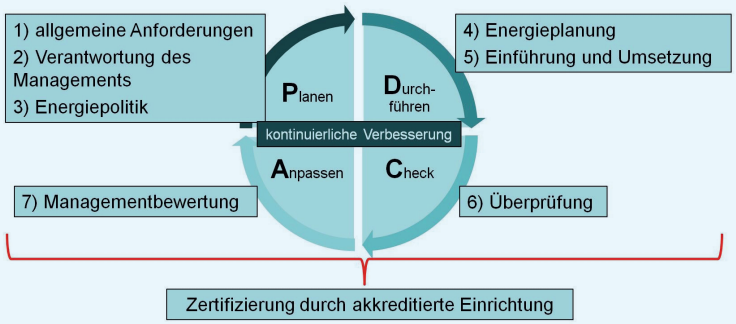


Bild 3: Kontinuierlicher Verbesserungsprozess, dargestellt als PDCA-Zyklus

Gemäß Norm-Definition ist ein EnMS die „Gesamtheit miteinander zusammenhängender oder interagierender Elemente zur Einführung einer Energiepolitik und strategischer Energieziele, sowie Prozesse und Verfahren zur Erreichung dieser strategischen Ziele". Dem EnMS liegt der kontinuierliche Verbesserungsprozess zugrunde, verkörpert durch den PDCA-Zyklus (engl. Plan-Do-Check-Act) (**Bild 3**).

Um den zusätzlichen Aufwand zur Einführung des EnMS mit begrenzter Eigenleistung zu bewältigen, beauftragte der ZWA die Firmen wks Automation (Regel- und Steuertechnik) und intecsoft (Softwareentwicklung). Die Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (HTWD) diente als Bindeglied und übernahm die Verantwortung für die konzeptionelle Begleitung des Vorhabens. **Bild 4** zeigt die wesentlichen Arbeitsschritte in ihrer zeitlichen Abfolge.

- Das externe Projektteam sollte gezielt neue Sichtweisen und Ideen einbringen. In der Anfangsphase waren intensive Beratungen mit Mitarbeitern in der Verwaltung des ZWA erforderlich, um die Unternehmensstrukturen kennenzulernen.
- Durch eine Grobanalyse wurden eine Energiebilanz des gesamten Unternehmens erstellt und eine energetische Bewertung der Anlagen durchgeführt. Zur Bewertung der Anlagen wurde die energiebezogene Leistung für die Bildung von Energieleistungskennzahlen (Energy Performance Indicators, EnPI) ermittelt. Der für die Abwasserbehandlung notwendigen Energie steht die Stärke der Abwasserbelas-

tung entgegen, welche in Einwohnerwerten (EW) erfasst wird. Den technischen Anlagen im Trinkwasserbereich wurde die Bruttonetzeinspeisungsmenge des Wassers (m^3) zugeordnet, und die Aufzeichnungen der Stromzähler wurden mit denen der Wasserzähler verknüpft.

- Im Zuge des Projekts kam durch intecsoft die Information, dass Stromverbrauchsdaten als 15-Minuten-Werte durch die Energieversorger kostenlos als Datenquelle für verschiedene Anlagen zur Verfügung stehen, die in der Regel mehr als 100 000 kWh verbrauchen. Diese sind mit einem besonderen Strom-

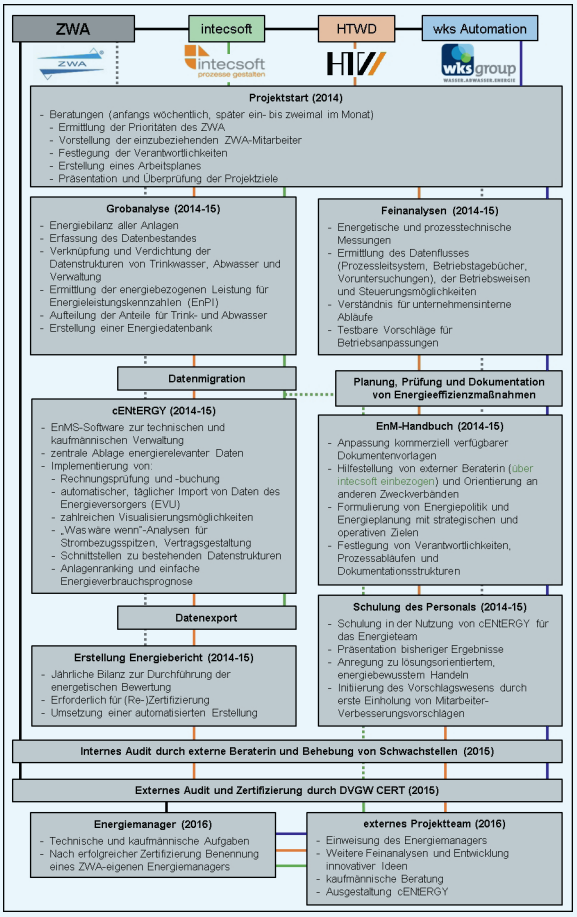
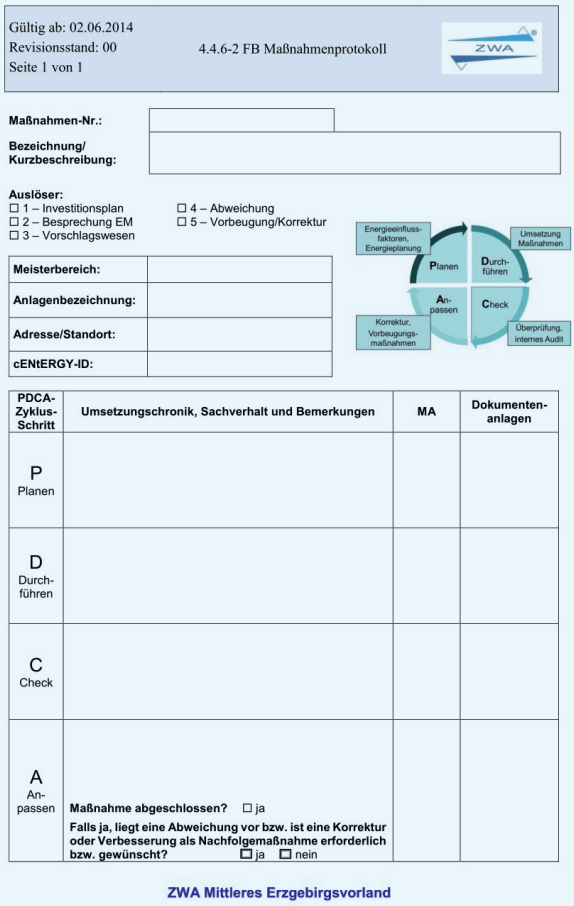


Bild 4: Herangehensweise und Arbeitsschritte – volle Linien weisen auf Hauptakteure hin, gestrichelte Linien auf unterstützende Akteure



Gültig ab: 02.06.2014
Revisionsstand: 00
Seite 1 von 1

4.4.6-2 FB Maßnahmenprotokoll

ZWA

Maßnahmen-Nr.:

Bezeichnung/ Kurzbeschreibung:

Auslöser:
☐ 1 – Investitionsplan
☐ 2 – Besprechung EM
☐ 3 – Vorschlagswesen
☐ 4 – Abweichung
☐ 5 – Vorbeugung/Korrektur

Energieeinfluss-faktoren, Energieplanung – Planen – Durch-führen – Umsetzung Maßnahmen – Check – Überprüfung, internes Audit – An-passen – Korrektur, Vorbeugungs-maßnahmen

Meisterbereich:	
Anlagenbezeichnung:	
Adresse/Standort:	
cENtERGY-ID:	

PDCA-Zyklus-Schritt	Umsetzungschronik, Sachverhalt und Bemerkungen	MA	Dokumenten-anlagen
P Planen			
D Durch-führen			
C Check			
A An-passen	**Maßnahme abgeschlossen?** ☐ ja **Falls ja, liegt eine Abweichung vor bzw. ist eine Korrektur oder Verbesserung als Nachfolgemaßnahme erforderlich bzw. gewünscht?** ☐ ja ☐ nein		

ZWA Mittleres Erzgebirgsvorland

Bild 5: Maßnahmenprotokoll zur Dokumentation von Verbesserungsmaßnahmen

Strategische Energieziele	operative Energieziele	zu erzielende Verbesserung in % bis 2015, bezogen auf EnPI
Verbesserung der Energieeffizienz in Abwasseranlagen	Verringerung des Stromverbrauchs in der Belebung	1
	Verringerung des Stromverbrauchs der Schlamm-entwässerung	
	Verringerung des Grobstoffanteils	
	Energetische Bewertung von Aggregategruppen	
	Verbesserung der Energieeffizienz der Betriebsgebäude	
Verbesserung der Energieeffizienz in Trinkwasseranlagen	Verbesserung der Energieeffizienz von Pumpenanlagen	0,3
	Verbesserung der Energieeffizienz der Betriebsgebäude	
Verbesserung der Energieeffizienz im Fuhrpark	Verringerung der Fahrstrecken	0,1
	Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs	
Verbesserung der Energieeffizienz in der Verwaltung	Verbesserung der Energieeffizienz der Verwaltungsgebäude	*keine, da Kennzahlenbildung noch nicht möglich*

Bild 6: Langfristige strategische und jährliche operative Ziele im EnMS

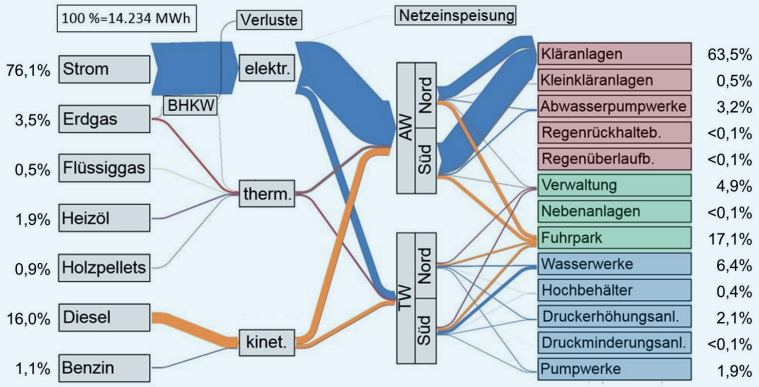


Bild 7: SANKEY Energieflussdiagramm für das Jahr 2014

zähler ausgestattet und bekamen die ZWA-Bezeichnung „Sondertarifanlagen", zu unterscheiden von den „Normaltarifanlagen", die mit normalen Stromzählern ohne Fernübertragung ausgestattet sind.

- Parallel zur Grobanalyse wurden durch die HTWD Feinanalysen an ausgewählten technischen Anlagen durchgeführt.

3. Ergebnisse und Erkenntnisse

3.1 Struktur des EnMS

Energiemanagementhandbuch

Die drei Teile des EnMH beinhalten jeweils eine übergeordnete Anleitung mit 36 Seiten, 20 Prozessanweisungen auf 32 Seiten und 18 Formblättern auf 49 Seiten. Die Erstellung war durch den geforderten inhaltlichen Umfang sehr zeitaufwändig, da viele Teile mehrere Revisionen benötigten. Das EnMH als Endergebnis sollte in Zukunft nur noch geringfügige Änderungen benötigen. **Bild 5** zeigt beispielhaft das Formblatt „Maßnahmenprotokoll", welches zur Dokumentation einer einzelnen Verbesserungsmaßnahme im Rahmen des EnMS dient. Das Formblatt ist als PDF-Formular elektronisch ausfüllbar.

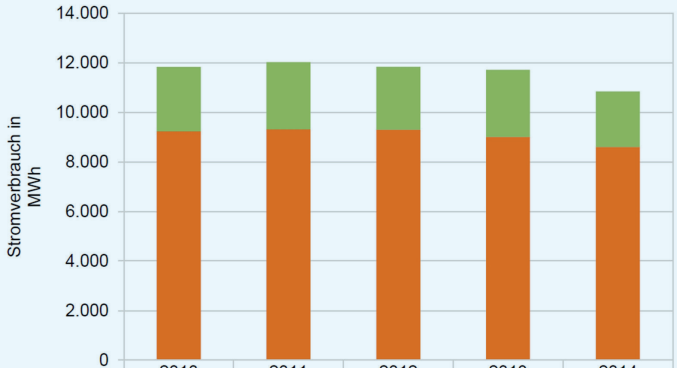
Zertifizierung des EnMS

Das externe Zertifizierungsaudit wurde durch die Vorbereitung unter Einbeziehung einer externen Beratung mit nur einer Abweichung abgeschlossen, welche zwischen der ersten und zweiten Phase korrigiert werden konnte. Es handelte sich dabei um die Festlegung der „energetischen Ausgangsbasis", den Vergleichszeitraum für den Nachweis einer Verbesserung im Sinne der vorgenommenen Ziele. Diese muss laut Normtext einen festen Zeitraum darstellen, und darf sich nicht jährlich ändern (zum Beispiel „Mittelwert der letzten vier Jahre"), wie ursprünglich konzipiert.

Ein weiterer Hinweis der Auditoren war, dass die strategischen Ziele quantifizierbare Verbesserungen beinhalten müssen. Diese müssen keine Mindestzielwerte überschreiten, aber messbar sein. So wurden die strategischen Ziele mit operativen Zielen im Anschluss an das Audit aktualisiert (**Bild 6**).

Energiebericht

„Was nicht gemessen wird, kann nicht gemanagt werden" gilt als Grundregel für das Energiemanagement. In der zweiten Ausgabe für das Bezugsjahr 2014 (erstellt im Sommer 2015) war der Energiebericht ein 99-seitiges Dokument, das einen Überblick über die energetische Lage des ZWA bietet, mit 52 Abbildungen und 15 Tabellen, die Zusammenfassungen für unterschiedliche Kategorien des Anlagenbestandes zeigen. Die letzten 50 Seiten enthalten als Anhang Tabellen der Energieverbrauchsdaten, Energiekosten, energiebezogene Leistungen und EnPIs



	2010	2011	2012	2013	2014
Normaltarifanlagen	2.598,0	2.719,7	2.538,3	2.703,9	2.237,4
Sondertarifanlagen	9.230,7	9.314,9	9.302,2	9.011,7	8.607,0

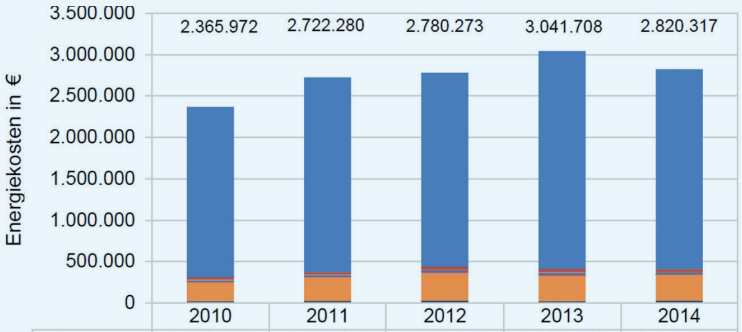
Bild 8: Verteilung des Gesamtstromverbrauchs auf Sonder- bzw. Normaltarifanlagen (Rest)

für alle Anlagen. Die **Bilder 7-12** bieten eine Auswahl der aussagekräftigsten Diagramme. **Bild 7** macht neben der Bedeutung des elektrischen Stroms den hohen Anteil von Diesel deutlich, was vor der Umrechnung von Litern Diesel in MWh und dieser Darstellung nicht bekannt war. Kläranlagen bilden erwartungsgemäß den Schwerpunkt des Energieverbrauchs. Stromverbrauchsdaten wurden bisher in den jährlichen Verbandsversammlungen angesprochen, aber noch nicht im Rahmen des energetischen Gesamtbildes.

Die 22 so genannten Sondertarifanlagen machen < 5 % der circa 450 stromverbrauchenden Anlagen aus, verbrauchen allerdings nahezu 80 % der elektrischen Energie (**Bild 8**). Das entspricht in etwa dem „Pareto-Prinzip" (80/20-Regel). Diese 22 Anlagen (15 Kläranlagen, fünf Wasserwerke, ein Pumpwerk und ein Verwaltungsgebäude) sind somit für gezielte Untersuchungen und Maßnahmen zu favorisieren.

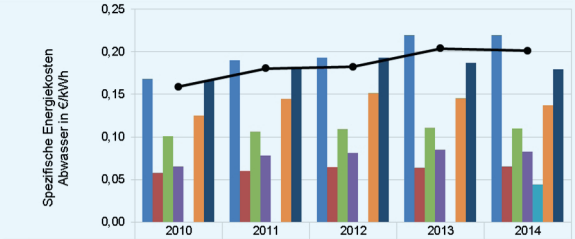
Bild 9 und 10 zeigen die Entwicklung der Gesamtkosten sowie der Preise (spezifische Kosten) der jeweiligen Energieträger im Abwasserbereich von 2010 bis 2014. So wird die kostentechnische Dominanz von Strom und Diesel deutlich. Die geringeren spezifischen Kosten von Holzpellets im Vergleich zu Heizöl und Flüssiggas zeigen den Kostenvorteil von Holzpellets als Brennstoff, ohne Infrastrukturkosten zu berücksichtigen.

Bild 11 zeigt die Entwicklung des absoluten Energieverbrauchs im Jahr 2014 im Vergleich zur festgelegten „energetischen Ausgangsbasis" (Mittelwert der Jahre 2010-2013) für den Abwasser- und Wasserbereich. Obwohl in beiden Fällen eine absolute Verringerung des Verbrauchs erreicht wurde, berücksichtigen diese Zahlen einen wichtigen Einflussfaktor noch nicht: das Wetter. Eine Witterungsbereinigung für den Anlagentyp „Druckerhöhungsanlagen" (n = 65) mit einem hohen Vorkommen von Frostschutz-Elektroheizungen zeigte 46 % weniger



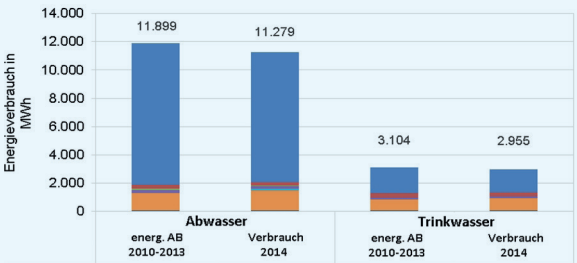
	2010	2011	2012	2013	2014
Strom	2.052.970	2.349.815	2.340.641	2.628.003	2.410.599
Erdgas	30.926	28.662	34.837	42.010	32.657
Flüssiggas	8.815	6.800	9.160	8.132	7.015
Heizöl	23.843	25.278	34.150	32.833	22.406
Holzpellets	0	0	0	0	5.858
Diesel	226.301	284.871	331.901	306.016	313.242
Benzin	23.118	26.855	29.584	24.714	28.539

Bild 9: Kosten je Energieträger des gesamten Unternehmens



	2010	2011	2012	2013	2014
Elektroenergie	0,168	0,190	0,193	0,219	0,219
Erdgas	0,058	0,060	0,065	0,063	0,065
Flüssiggas	0,101	0,106	0,109	0,111	0,110
Heizöl	0,065	0,078	0,081	0,085	0,083
Holzpellets	0,000	0,000	0,000	0,000	0,044
Diesel	0,125	0,144	0,152	0,145	0,137
Benzin	0,166	0,183	0,193	0,187	0,180
gewichtetes Mittel	0,159	0,181	0,182	0,204	0,201

Bild 10: Spezifische Kosten je Energieträger und gewichtetes Mittel im Abwasserbereich



	Abwasser energ. AB 2010-2013	Abwasser Verbrauch 2014	Trinkwasser energ. AB 2010-2013	Trinkwasser Verbrauch 2014
Strom	10.025	9.212	1.822	1.617
Erdgas	250	221	299	277
Flüssiggas	77	64	0	0
Heizöl	245	150	128	122
Holzpellets	0	133	0	0
Diesel	1.234	1.431	759	847
Benzin	68	67	97	92

Bild 11: Gesamtenergieverbrauch der Bereiche Abwasser und Trinkwasser 2014 im Vergleich zur energetischen Ausgangsbasis

Heizbedarf für 2014 (warmer Winter) im Vergleich zu 2013 (kalter Winter), welcher sich als absolute Reduzierung des Stromverbrauchs widerspiegelte. Dieses Beispiel unterstreicht die Notwendigkeit der sachgerechten Berücksichtigung der größten Energieeinflussfaktoren bei der Bildung von EnPI.

Bild 12 zeigt die Entwicklung der EnPI für den gesamten Abwasserbereich, bezogen auf den elektrischen Stromverbrauch. Da es kaum Elektroheizungen in Abwasseranlagen gibt, ist die Aussage belastbar, dass eine Verbesserung der Energieeffizienz um 9 % erzielt wurde.

3.2 Das EnMS-Werkzeug cENtERGY am Beispiel

Unerkannte Heizenergie im Wasserwerk Langenstriegis

Im Februar 2014 wurde im Vorfeld des Projekts die erste Visualisierung der 15-Minuten-Stromverbrauchsdaten in cENtERGY realisiert. Dabei fielen hohe Verbrauchsspitzen im Winter für das Wasserwerk Langenstriegis auf (**Bild 13**). Messungen im Rahmen einer HTWD-Diplomarbeit bestätigten die Vermutung, dass die Verbrauchsspitzen durch Heizenergie (große Filterhalle mit hoher Decke) entstanden. Eine Maßnahme zur Verbesserung der Deckendämmung wurde umgesetzt – mit einer erwarteten Einsparung von circa 3500 €/a. Auf diesem Gebiet besteht noch erhebliches Einsparpotenzial, welches im Rahmen weiterer Untersuchungen abgeschätzt und realisiert werden soll.

Fehlkalibrierung von Sauerstoffsonden auf einer Kläranlage

Während einer Feinanalyse im Juli 2014 wurde festgestellt, dass mehrere Sauerstoffsonden in einem Belebungsbecken einer Kläranlage deutlich geringere Werte anzeigten im Vergleich zu einem portablen Messgerät der HTWD. Da die Gebläse unnötig große Luftmengen förderten, stieg der Stromverbrauch deutlich an (**Bild 14**). Die erneute Kalibrierung aller Sonden brachte sofort eine Senkung des Stromverbrauchs. Im Zeitraum von April bis Juli 2014 entstanden Mehrkosten von circa 10 460 €, davon 2100 € (20 %) für die außergewöhnlich hohe Stromspitze. Ohne die Überprüfung hätten sich weitere 13 000 € Mehrkosten bis Ende 2014 ergeben oder 31 300 € hochgerechnet auf ein Jahr. Im Anschluss wurde die regelmäßige und sachgerechte Kalibrierung von Sauerstoffsonden zum zentralen Thema einer Schulung. Um den Aufwand der Kalibrierung zu minimieren und die Langlebigkeit der Sonden zu verbessern, wurden galvanische Sonden schrittweise durch optische Sonden ausgetauscht.

Strombezugsspitze WW Breitenbonn

Für Sondertarifanlagen wie das Wasserwerk Breitenborn wird der Jahresleistungspreis (€/kW) nach der Registrierten-Lastgangs-Messung (RLM) berechnet. So ist der höchste innerhalb von 15 Minuten gemessene Stromver-

brauch ein entscheidendes Kriterium für Stromkosteneinsparung. Deshalb sollten Strombezugsspitzen vermieden werden. Im Juli 2014 wurde durch eine Baumaßnahme und den Anschluss eines mobilen Gerätes eine Strombezugsspitze von 7,87 kW erzeugt (**Bild 15**). Um die Ersparnis durch die Vermeidung von Strombezugsspitzen zu verdeutlichen, wurde in cENtERGY ein Berechnungstool entwickelt. Am Beispiel des WW Breitenborn hatte der kurzzeitig erhöhte Stromverbrauch zu Mehrkosten in Höhe von 958 € geführt, was 17 % der jährlichen Gesamtkosten entspricht. Auf den entsprechenden Anlagen wurden im Anschluss Hinweisschilder angebracht, um die Mitarbeiter an den besonderen Umgang mit diesen Anlagen zu erinnern. Bei Anlagen mit einer Vielzahl von Aggregaten könnte ein in die Steuerung integriertes Lastmanagement zur Vermeidung der Strombezugsspitzen eingesetzt werden.

Umstellung von SLP auf RLM für KA Lunzenau

Eine typische Anlage mit normalem Stromzähler wird nach dem Standard-Lastprofil-Verfahren (SLP) abge-

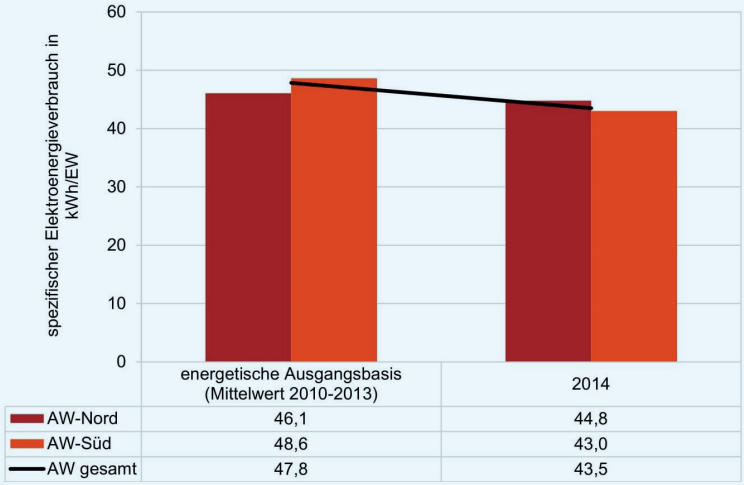


Bild 12: Elektroenergieverbrauch 2014 aller Abwasseranlagen bezogen auf Einwohnerwerte, im Vergleich zur energetischen Ausgangsbasis, aufgeschlüsselt nach Meisterbereichen

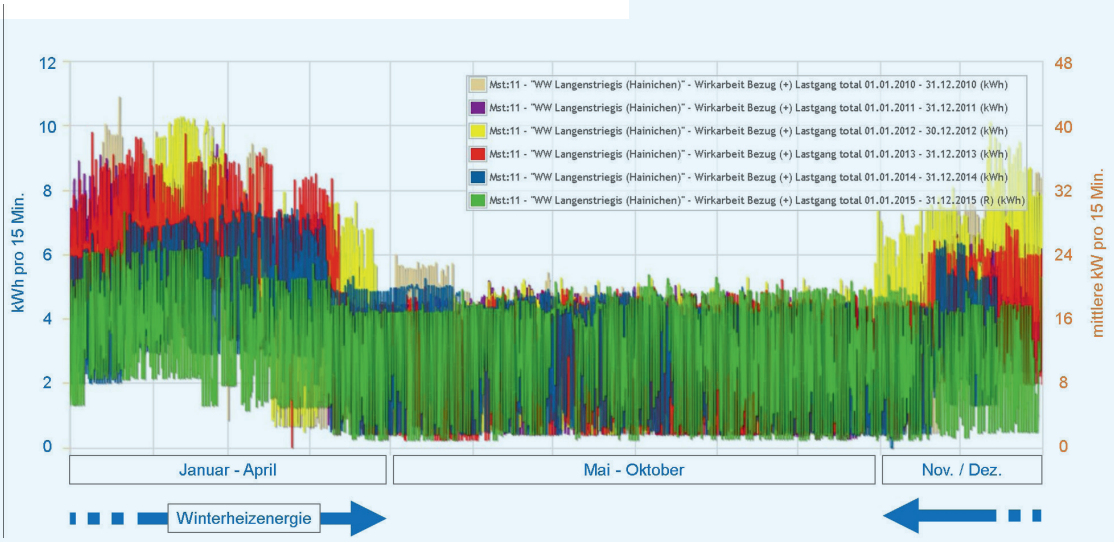


Bild 13: Darstellung von Stromverbrauchskurven in cENtERGY für das Wasserwerk Langenstriegis über fünf Jahre, gestapelt

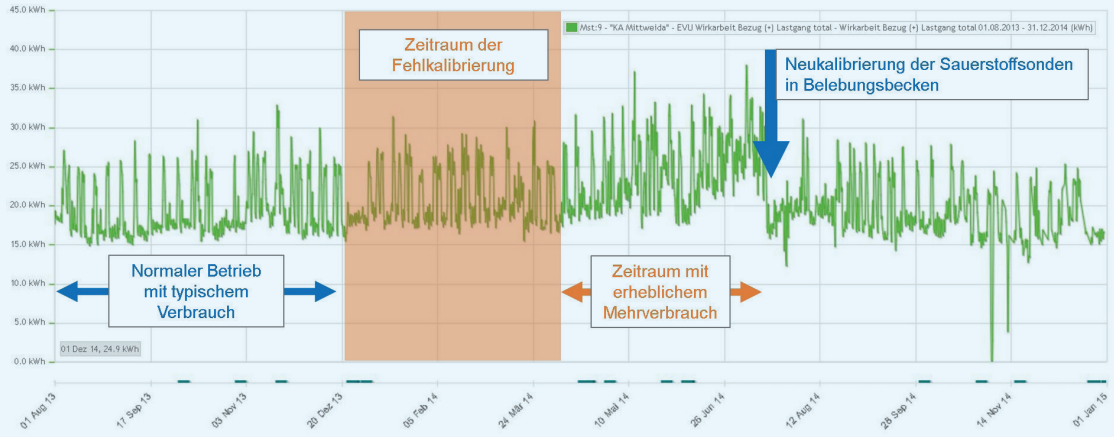


Bild 14: Folgen einer Fehlkalibrierung von Sauerstoffsonden auf einer Kläranlage

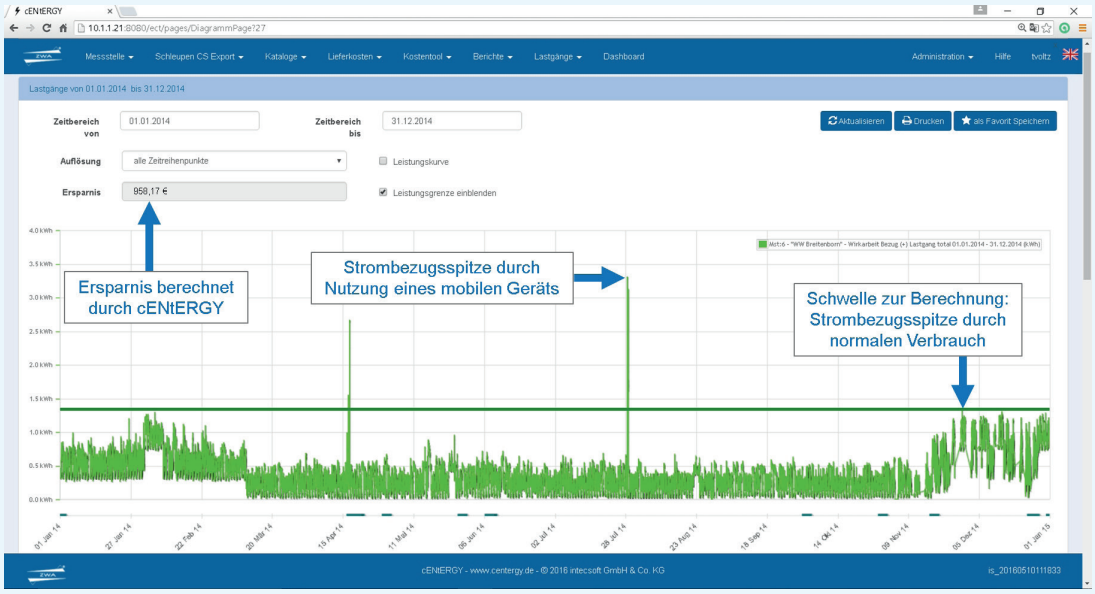


Bild 15: Berechnung der Mehrkosten durch Strombezugsspitze im WW Breitenborn

rechnet. Nur der Verbrauch (kWh) wird bezahlt. Sondertarifanlagen mit ihren RLM-Zählern bekommen meistens durch ihren hohen Verbrauch einen günstigeren gesamten Arbeitspreis (€/kWh), trotz der zusätzlichen Belastung des Leistungspreises auf Basis der Jahresstrombezugsspitze. Auf der Kläranlage Lunzenau wurden circa 7000 €/a allein durch die Umstellung von SLP auf RLM eingespart. Durch die genaue Abbildung der Strompreisbestandteile und Visualisierung des Verbrauchsverhaltens in cENtERGY konnte eine fiktive Rechnung erstellt werden, um diese Kosteneinsparung exakt auszurechnen. Die Umstellung benötigte einen einzigen Antrag an den Energieversorger, mit praktisch keinen weiteren Kosten.

Verbesserung Übertragung Kraftstoffdaten

Durch ein Gespräch mit einer Mitarbeiterin konnte der digitale Export der Kraftstoffverbräuche sowie Kilometerstände von DKV EURO SERVICE eingerichtet werden, die bis dato in Papierform weitergegeben wurden. Heute werden sie monatlich automatisch in cENtERGY eingelesen und abgelegt.

3.3 Was ist aktuell in der Umsetzung?

Automatisierung der Energieberichterstellung durch Datenexport aus cENtERGY

Da die Erstellung des Energieberichts bisher viele manuelle Eingriffe mit direkter Unterstützung des Projektteams erforderte, soll dieser Prozess in Zukunft automatisiert ablaufen. Hierfür werden der Datenexport aus cENtERGY vervollständigt und die bestehende Excel-Datenbank mit flexiblen Diagrammvorlagen zum Datenimport angepasst. Außerdem wird eine Word-Vorlage des Energieberichts mit automatischer Aktualisierung der verknüpften Diagramme aus Excel erzeugt.

Messdatenerfassung im Feld durch Tablets

Die Betriebstagebücher sollen zukünftig durch digitale Eingabegeräte ersetzt werden. Mittels Einlesen eines Barcodes wird die Anlage von dem Gerät erkannt und eine Oberfläche zur Eingabe der Messwerte geöffnet. Nach einem Arbeitstag werden die Daten automatisch von dem Gerät heruntergeladen und der Prozessleitsystem-Datenbank hinzugefügt.

3.4 Zukunftsthemen – was ist geplant?

Als erster Schritt im PDCA-Zyklus ist eine gute Planung entscheidend. Während der Etablierung des EnMS wurden Ideen gesammelt, die genauer definiert und in der Planung berücksichtigt werden:

Erweiterte Nutzung von EnPI

- EnPI für alle Anlagentypen und alle Energieträger
- Definition von Sollwerten aus Erfahrung beziehungsweise Richtlinien, die operative Warnungen auslösen können und strategisch als Maßstab dienen, um das Einsparpotenzial verschiedener Anlagen beurteilen zu können

Neuzeichnung von Trink- und Abwassersystemschemata

- Berücksichtigung der Energiezähler: Welche Anlagen gehören zu welchen Energiezählern?
- eindeutige Zuordnung der Wasserzähler zu ihren Anlagen: Welche Mengen gehören wohin?

Stärkere Berücksichtigung von erneuerbaren Energien
- Kleinturbinen im Zulauf von Trinkwasserbehältern
- Energie(rück)gewinnung an Kläranlagen

Automatisierung der Klimatisierung von Gebäuden und Anlagen
- automatische Auswertung von Wetterdaten und Erzeugung von Handlungsanweisungen
- automatische Steuerung mit Thermostat (Winter) und Hygrostat (Sommer)

Weitere Funktionen für cENtERGY
- Erweiterung von Anlagennoten zur Priorisierung der Anlagen für Maßnahmen
- laufende Sollwertüberwachung und Meldung von Überschreitungen an den EM

3.5 Organisatorische Erkenntnisse

Beratung und klare Aufgabenverteilung sparen Zeit

Die Einbeziehung eines erfahrenen Beraters zur Gestaltung der Arbeitsprozesse und Erstellung des EnMH war für das Projektteam sehr hilfreich. Die Beratung schuf Autorität hinsichtlich der Anforderungen der Norm und stützte das erste interne Audit, was Sicherheit vor dem Zertifizierungsaudit schuf.

Der Arbeitsumfang für EnMS-Aufgaben wird leicht unterschätzt. Der Energiemanager muss vielfältige Aufgaben übernehmen (Energierechnungseingabe und -prüfung), sollte aber neben täglichen Managementaufgaben auch einen Zeitfonds haben, sich mit technischen Auswertungen und der Planung und Umsetzung von Maßnahmen zu beschäftigen.

Ein starkes Unternehmen hat eine starke interne Kommunikation

Obwohl negative Kritik ausgesprochen wurde, haben die regelmäßigen Diskussionen den Austausch zwischen den Abteilungen deutlich gestärkt und somit die Bereitschaft zur engen Zusammenwirkung bei gemeinsamen Anliegen. Dies war oft nur möglich durch das bereits vorhandene Vertrauen und gute Arbeitsklima. Einige Abteilungen erhielten Anstöße zur Verbesserung, um mit dem Stand anderer Abteilungen mitzuhalten. In der Dokumentation von Betriebsbedingungen war zum Beispiel der Wasserbereich noch nicht so fit wie der Abwasserbereich. Der Datenbestand und die Dokumentation waren deutlich schlanker und stärker in Papierform statt als digitale Aufzeichnungen verfügbar. Teilweise war dieser Zustand gesetzlich bedingt, aber auch Ergebnis der Betriebskultur im Meisterbereich Abwasser.

Mitarbeiter als Quelle des Verbesserungspotenzials

Obwohl die Geschäftsleitung und der EM durch den Energiebericht über den energetischen Zustand der Anlagen sowie die Schwerpunkte des Einsparpotenzials gut informiert sind, ist ihr Blick durch ihre Entfernung vom täglichen Betrieb zwangsläufig eingeschränkt. Nur die Mitarbeiter kennen durch den intimen Kontakt mit den Anlagen Details, die zur Umsetzung effektiver Energieeinsparmaßnahmen unentbehrlich sind. Um daraus Gewinn zu ziehen, ist neben einem engagierten EM ein funktionierendes Vorschlagswesen hilfreich. Auch Art und Ton des Feedbacks des EM auf Verbesserungsvorschläge der Mitarbeiter sind entscheidend. Wenn sie das Gefühl haben, nicht ernst genommen zu werden, gehen die Motivation zum Vorschlagswesen und die Akzeptanz des EnMS verloren.

4. Fazit zu Kosten und Nutzen

Das eingeführte, zertifizierte EnMS wird von allen Beteiligten als Erfolg gewertet. Es wurden zahlreiche technische Einsparpotenziale an Anlagen identifiziert sowie eine Energiebilanz für alle Unternehmensbereiche erarbeitet und im Energiebericht festgehalten. Die Software cENtERGY wurde erweitert und nun täglich durch den EM genutzt. Die Mitarbeiter sind geschult und für das EnMS sensibilisiert. Was ergibt der Vergleich von Kosten und Nutzen?

4.1 Kosten

Die Gesamtkosten der Leistungsvergabe beliefen sich über den 18-monatigen Projektzeitraum auf circa 345 000 €. Die Kosten ergaben sich primär durch die Mitwirkung externer Ingenieure, Berater und Softwareentwickler. Der Eigenanteil des ZWA umfasste hauptsächlich Arbeitszeit in Form von Beratungen und technischer Unterstützung und lag bei circa 1 Stunde pro Woche pro Person. Über zwei Monate waren etwa 12 ZWA-Mitarbeiter betroffen, im Normalfall in den restlichen 16 Monaten circa vier Personen beteiligt.

4.2 Nutzen

Diese Kosten mögen sehr hoch wirken. Allerdings war das Projekt ein umfangreiches Gesamtpaket; es enthielt nicht nur den Aufbau und die Einführung des EnMS, sondern auch dessen Integration in technische und organisatorische Abläufe, die technische Ausgestaltung einer maßgeschneiderten Softwareanwendung (Programmierleistung) sowie deren Einbindung in den Softwarebestand, die Vorbereitung und Durchführung von technischen Untersuchungen an Anlagen, Auswertung von Messdaten und Formulierung von Maßnahmenvorschlägen. Seit Projektbeginn wurden durch umgesetzte Maßnahmen circa 137 000 €/a eingespart, die sich jährlich fortsetzen. Nach einer einfachen Rechnung amortisiert sich das EnMS nach circa 2,5 Jahren. Allerdings ist zu erwarten, dass die jährliche Kosteneinsparung in der Zukunft steigt. Großes unerschlossenes Potenzial ist im Energieeinkauf vorhanden, da bisher kaum Maßnahmen

zur Vertragsoptimierung durchgeführt wurden. Das EnMS ist vergleichbar mit einer Investition in eine Anlage, welche ihren Wert über eine lange bis (hoffentlich) unbegrenzte Lebensdauer immer vergrößern wird.

Nur „sichtbare" Energie kann gemanagt werden

Die Erfahrung des Projekts zeigte, dass das Messen eine besondere Motivation erzeugt, dem gemessenen Parameter, dem Prozess oder der Anlage hohe Aufmerksamkeit zu schenken. So wird die Grundregel angepasst zu „was gemessen wird, wird auch gemanagt". Der ZWA lebte Energiemanagement schon seit etwa 2008, hat dies aber nicht gezielt dokumentiert und die Aktivitäten nicht durch eine zentrale Stabsstelle koordiniert. Mit der Einführung des EnMS wurde ein Rahmen geschaffen für alle energierelevanten Themen und Vorschläge. Die Realisierung von Maßnahmen wird durch ein jährliches Budget von 150 000 € ebenfalls gefördert, welches im Rahmen des EnMS deutlich leichter zu begründen ist.

Positive Nebeneffekte

Durch die Beratungen und Interviews hatte der ZWA Gelegenheit, alle Arbeitsprozesse auf den Prüfstand zu legen, Schwächen und Stärken zu erkennen. Auch die Aufgabenverteilung unter Schlüsselpositionen in der Verwaltung wurde überprüft. Für jedes geklärte EnMS-Thema wurde schätzungsweise mindestens ein verwandtes Nebenthema geklärt, sowohl technisch als auch organisatorisch.

Der ZWA ist auf eine Versorgung mit Nachwuchsingenieuren angewiesen. Durch die Einbeziehung der HTWD (Co-Betreuung von einer Bachelorarbeit, zwei Diplomarbeiten, einer Doktorarbeit im Projektzeitraum) konnte ein neuer Mitarbeiter (EM) für den ZWA gewonnen werden.

Danksagung

Die Autoren danken der SOWAG GmbH für den regen Erfahrungsaustausch. Die Mitwirkung der HTWD wurde im Rahmen des Vorhabens „IngenieurNachwuchs2013: Energieeffizienz in der Wasserversorgung (ENWAS)", FKZ: 03FH018I3 vom BMBF gefördert.

Literatur

[1] ACEEE (American Council for an Energy-Efficient Economy): Recognizing the Value of Energy Efficiency's Multiple Benefits. Report IE1502, 2015. Washington, D.C. http://aceee.org/research-report/ie1502 (Zugriff am 21.06.2016).

[2] ECEEE (European Council for an Energy-Efficient Economy): Enhancing the impact of energy audits and energy management in the EU: A review of Article 8 of the Energy Efficiency Directive, 2016. http://www.eceee.org/policy-areas/Industry/eceee-report-article-8-review-corrected (Zugriff am 21.06.2016).

[3] http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energie_audit/faq/index.html#sm130094421-anker

[4] Carl, M.: 2015. Excel-Tool zur Berechnung der Energie- und Stromsteuer für energie- und stromsteuerbegünstigte Unternehmen. Herausgeber IHK Lippe zu Detmold, 2015. https://www.detmold.ihk.de/de/innovation-und-umwelt/energie/energie-und-stromsteuer/150/211 (Zugriff am 21.06.2016).

[5] VKU (Verband Kommunaler Unternehmen): Energie im Fokus 2.0: Energieeffizienz in der kommunalen Wasserwirtschaft. Berlin, 2015. http://www.vku.de/wasser/umwelt/energie-und-wasser/energie-im-fokus-20-belegt-energieeffizienz-der-kommunalen-wasserwirtschaft.html (Zugriff am 21.06.2016).

Autoren

Thomas Voltz M. Sc.

Dipl.-Ing. (FH) **Fabian Musche**

Prof. Dr.-Ing. **Thomas Grischek**
(Korrespondenzautor) |
voltz@htw-dresden.de |
HTW Dresden |
Lehrgebiet Wasserwesen |
Friedrich-List-Platz 1 |
D-01069 Dresden

Dipl.-Ing. (FH) **Ulrich Pötzsch**
Dipl.-Ing. **Ramona Hälsig**
Dipl.-Ing. (FH) **Philipp Bahner**
ZWA Hainichen |
Käthe-Kollwitz-Straße 6 |
D-09661 Hainichen

Dipl.-Inf. **Claus Jungmann**
Dipl.-Inf. **Axel Eichler**
intecsoft GmbH & Co. KG |
Fetscherstraße 32/34 |
D-01307 Dresden

Axel Marx
wks Automation GmbH |
Gasanstaltstraße 10 |
D-01237 Dresden

Mandy Radisch
Ingenieurbüro für Regenerative Energiesysteme |
Kügelgenweg 30 |
D-01108 Dresden