

# Bericht zum Energieaudit nach DIN EN 16247-1 vom 27.05.2014

für die

**MusterfirmaGmbH**

## **Inhalt:**

1. Zusammenfassung
2. Hintergrund
3. Begehung der MUSTERFIRMA
4. Aufnahme und Weiterentwicklung der Zählerstruktur
5. Verbrauchsdatenerfassung, -auswertung und Kosten
6. Monatsenergiebericht
7. Vorhandene Energieeinsparpotentiale
8. Priorisierung
9. Fördermöglichkeiten/Steuerrückerstattung/Relevante Normen
10. Schlussfolgerung und weiteres Vorgehen

## Anlagen

- Angebot Verbrauchsüberwachung
- Monatsenergiebericht
- Wirtschaftlichkeitsberechnung

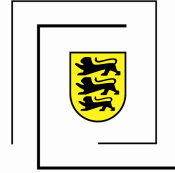
## **Auftraggeber:**

Musterfirma

## **Verfasser:**

Dipl.-Ing. (FH) Horst Fernsner  
M.Sc. Florian Anders

Karlsruhe, Juli 15



## 1. Zusammenfassung

In Zusammenarbeit mit der KEA führen die Musterfirma ein Energieaudit nach DIN EN 16247 durch.

Bei der energetischen Betrachtung des gesamten Unternehmens wurde zunächst der Istzustand erfasst. Weiterhin wurden organisatorische Abläufe, z.B. die Verbrauchsdatenerfassung (Zuständigkeiten, Zuordnung von Verbrauch zu den Kosten) wie auch technisch vorhandene Einsparpotentiale (Wärmerückgewinnung aus der Druckluft, Potential bei den Lüftungen oder eine Automatisierung der Kühlung) untersucht.

Als Datengrundlage für die energetische Betrachtung des Potentials bei der Druckluftversorgung wurden Aufzeichnungen (monatliche Betriebsstunden der Kompressoren, monatlicher Energieverbrauch und Jahreskosten) aus dem Jahr 2010 herangezogen. Gemäß gemeinsamen Absprachen können diese Daten für die zu treffenden Entscheidungen als relevant angesehen werden.

Aus den bei der Untersuchung gewonnenen Daten und Erkenntnissen wurden Optimierungsvorschläge abgeleitet, die der Geschäftsführung vorgestellt wurden. In vertiefenden Gesprächen wurden die Vorschläge konkretisiert und sind in diesem Bericht zusammengefasst dargestellt.

Folgende Maßnahmen sollen prioritär gemäß einem festgelegten Zeitplan umgesetzt werden:

- Optimierung der Verbrauchsdatenerfassung
- Automatisierte Verbrauchsauswertung mit regelmäßigem Reporting
- Erschließung von Einsparpotential bei der Druckluftherzeugung

Die Mitarbeiter wurden über die energetische Optimierung des Unternehmens und die Durchführung des Energieaudits informiert. Mit Hilfe des regelmäßigen Verbrauchsreporting werden verantwortliche Mitarbeiter im Unternehmen über den Energieverbrauch, geplante/umgesetzte Maßnahmen informiert und können über das Berichtswesen eigene Ideen und Anregungen aus Ihren Bereichen u.a. an die Energieverantwortliche der Geschäftsführung weitergeben.



## 2. Hintergrund

Die Musterfirma (MUSTERFIRMA) ist eine eingetragene GmbH, die am Standort in MUSTERSTADT Elastomerteile wie Gummiformartikel, Gummi-Kunststoff und Gummi-Metall-Verbundteile produziert. Das Unternehmen wurde 1954 gegründet und beschäftigt zurzeit ca. 110 Mitarbeiter im Zwei- bis Dreischichtbetrieb von Sonntagabend bis Samstagfrüh.

Energieverantwortliche im Unternehmen ist Frau Musterfrau, die auch die technische Geschäftsführerin der MUSTERFIRMA ist. Externer Energiebeauftragter ist Herr Horst Fernsner von der Klimaschutz- und Energieagentur KEA aus Karlsruhe.

Die MUSTERFIRMA möchte Maßnahmen ergreifen um die Energieeffizienz im Unternehmen kontinuierlich zu steigern. Grundlage für das Audit ist die bisherige Zusammenarbeit der MUSTERFIRMA mit der KEA.

Im Rahmen der Zusammenarbeit wurde für das Audit beschlossen, zunächst folgende Punkte vertiefend zu bearbeiten:

- Erarbeitung von Vorschlägen zur kontinuierlichen Erfassung des Energieverbrauchs und der Energiekosten
- Vorstellung von Möglichkeiten zum Aufbau eines geeigneten Controlling Systems, um den Energieverbrauch bewerten zu können und Maßnahmen zu Verbrauchsreduzierungen einleiten zu können (Verbrauchsdaten Erfassung, Reporting, Ermittlung von geeigneten Kennwerten)
- Aufzeigen und grobe Bewertung von möglichen Einsparpotentialen

Ziel des Audits und dieses Berichts ist es, die Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit einzelner Maßnahmen zur Energieeffizienzsteigerung darzulegen und der Geschäftsleitung die Entscheidung in Bezug auf den Umgang mit und Investitionen in Energie zu erleichtern. Betrachtet wurde dabei das gesamte Werk in Musterstadt.

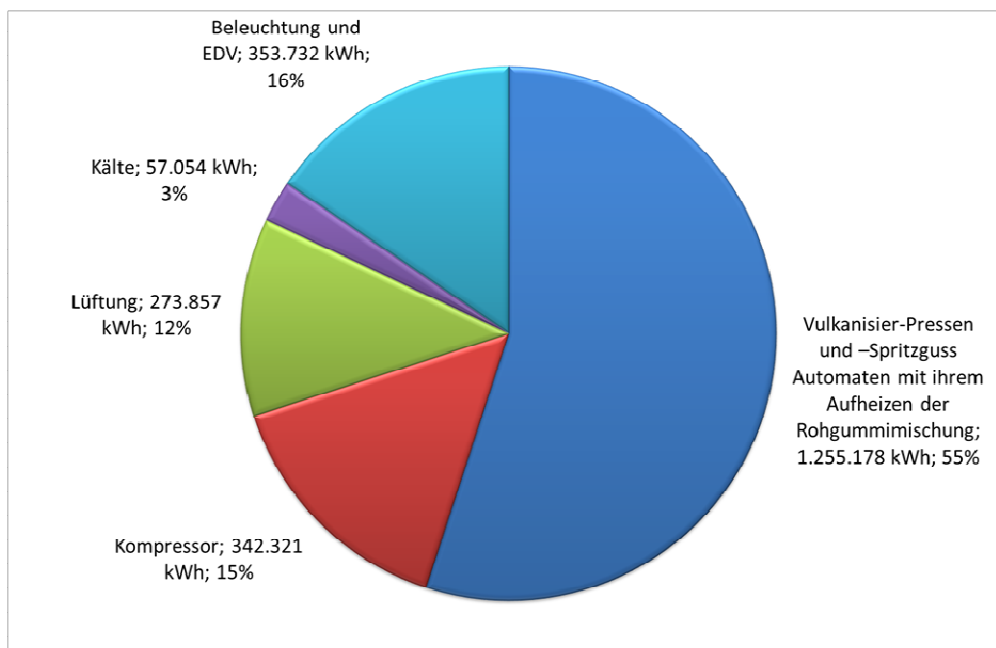
### **Energetische Ausgangslage**

Die MUSTERFIRMA benötigte im Jahr 2013 ca. 653.000 kWh Wärmeenergie (Öl. unbereinigt) und ca. 2.282.000 kWh an elektrischer Energie bei einer abgerechneten Leistung von max. 625 kW.

Die Wärmeenergie wird hauptsächlich zur Beheizung der Verwaltung und der Produktion verwendet. Zu einem geringen Anteil wird Wärme als „Prozesswärme“ für Waschmaschinen benötigt. Die folgende Aufteilung des Stromverbrauchs wurde über die installierte Leistung und die Anlagenlaufzeit der einzelnen Verbraucher berechnet. Die Betriebsstunden der zusammengefassten Hauptverbraucher wurden in Gesprächen mit Musterfrau ermittelt.

Zukünftig soll der Stromverbrauch von ausgewählten Hauptverbrauchern automatisch ermittelt werden.

Die elektrische Leistung wird hauptsächlich für die Vulkanisier-Pressen und –Spritzguss Automaten mit ihrem Aufheizen der Rohgummimischung (ca. 55 %, d.h. 1.255.000 kWh) benötigt. Für den hauptsächlich betriebenen Druckluftkompressor werden ca. 15 % d.h. 342.000 kWh, für die Lüftungsanlage ca. 12 % d.h. 274.000 kWh und für die Kälteerzeugung (Pumpen) ca. 2,5 % d.h. 57.000 kWh benötigt. Der restliche Stromverbrauch verteilt sich auf die Beleuchtung und die EDV.



**Abbildung 1: Verteilung Stromverbrauch 2013**

Bis zum Jahr 2011 erfolgte die Wärmeerzeugung der MUSTERFIRMA durch eine eigenen Ölkesselanlage (zwei Ölkessel). Ende 2011 wurde auf dem Betriebsgelände der MUSTERFIRMA ein biogasbetriebenes BHKW installiert. Das BHKW wird von einem Landwirt betrieben. Das benötigte Gas wird durch eine Gasleitung von der Biogasanlage des Landwirts bis zum BHKW bei der MUSTERFIRMA geleitet. Der elektrische Strom wird in der Trafostation der MUSTERFIRMA in das Firmennetz eingespeist, nicht benötigter Strom wird in das öffentliche Leitungsnetz eingeleitet. Die Wärme wird durch eine Nahwärmeleitung vom BHKW in den Rücklauf der Hauptverteilung bei der MUSTERFIRMA eingespeist. Aus Redundanzgründen und zur Spitzenlastabdeckung bleibt ein Ölkessel bestehen.

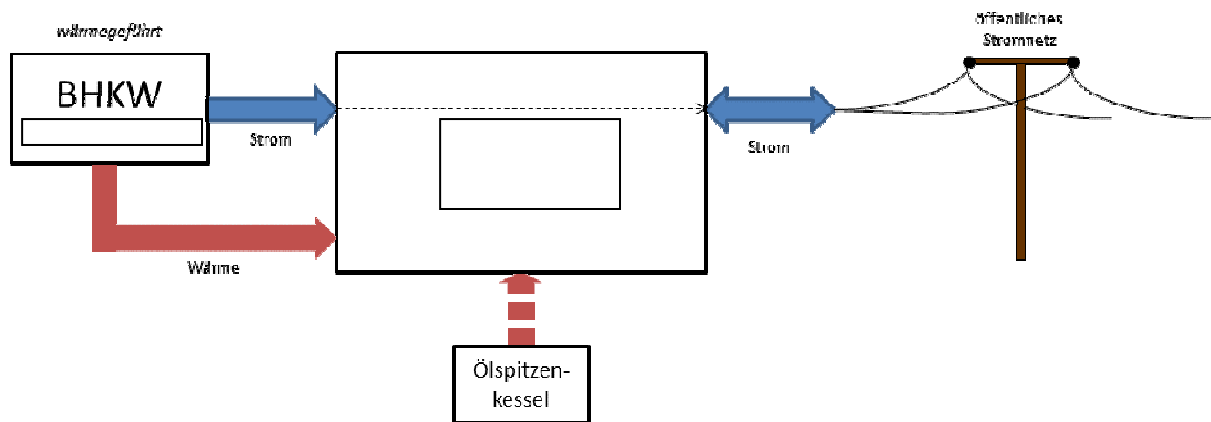


Abbildung 2: Strom- und Wärmeversorgung MUSTERFIRMA

### 3. Begehung der MUSTERFIRMA

Am 10.10.2013 erfolgte eine Begehung der MUSTERFIRMA in Musterstadt. Bei der Begehung wurden zunächst die vorhandene Zählerstruktur (Strom, Wärme und Wasser) und der Aufbau der Stromversorgung der Produktionsanlagen ermittelt. Aufbauend auf die vorhandene Struktur wurden in der weiteren Bearbeitung Vorschläge zur Erweiterung der Struktur entwickelt.

Weiterhin wurde bei der Begehung zusammengefasst, welche Energieeinsparpotentiale im Unternehmen vorhanden sind.

An einem zweiten Termin am 27.05.2014 wurde die Geschäftsleitung über die Ergebnisse und die daraus abgeleiteten Vorschläge informiert, die leitenden Mitarbeiter wurden durch die Geschäftsleitung in persönlichen Gesprächen über die energetische Optimierung des Unternehmens und die Durchführung des Energieaudits informiert und motiviert, sich aktiv an Energie-sparmaßnahmen zu beteiligen.

Alle Ergebnisse mit ausgearbeiteten Optimierungsvorschlägen und von der Geschäftsführung getroffenen Entscheidungen sind in diesem Bericht zusammenfassend dargestellt.

#### 4. Aufnahme und Weiterentwicklung der Zählerstruktur

Für die Aufnahme und die Weiterentwicklung der Verbrauchszählerstruktur werden alle Verbrauchsmedien (Strom, Wärme und Wasser) betrachtet.

##### Zählerstruktur Strom:

Bei der Begehung wurden die Möglichkeiten zur Nachrüstung von Zähleinrichtungen in den Schaltschränken untersucht.

Mit der Geschäftsleitung und dem Betriebselektriker wurde besprochen, für die größten elektrischen Verbraucher in die Schaltschränke jeweils passende Messwandler einzubauen und die Signale der Messwandler auf einen Zähler aufzuschalten.

Neben dem Hauptstromzähler wurden folgende elektrische Hauptverbraucher ermittelt, die sukzessive in die Verbrauchsdatenerfassung aufgenommen werden sollen und im Monatsenergiebericht separat (absoluter Verbrauch und Angabe des Anteils am Gesamtverbrauch) dargestellt werden sollen.

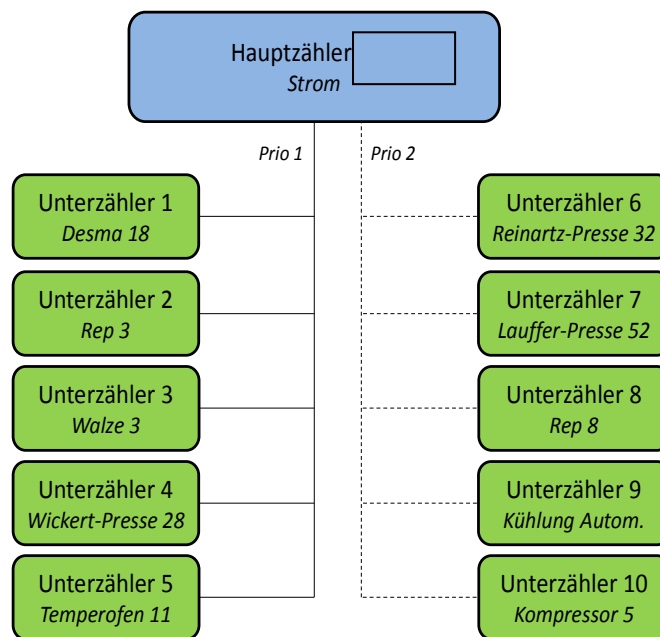
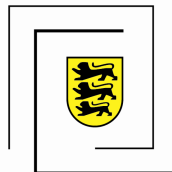


Abbildung 3: Zählerstruktur Strom  
vorhandene Zähler (blau), Erweiterung (grün)



**Tabelle 1: Priorisierte Liste zur Ausstattung mit Stromzählern**

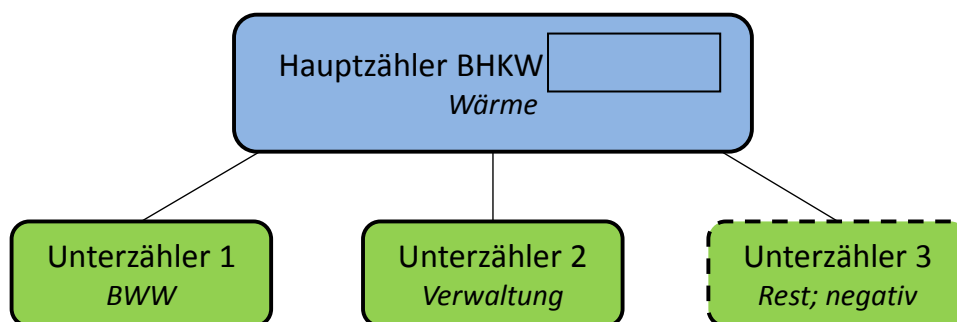
Pos.:	Inv.Nr.	Bezeichnung SBG	Maschinenart	Maschinentyp	Betriebsstd. 01-09.2013 [h]	Anschlußwert: ca. [kW]	Baujahr:
<b>Prio. 1</b>							
1	843	Desma 18	Gummi-Spritzgießmaschine (horizontal)	DESMA 969.300 Z	3892	38	2007
2	103	Rep 3 (groß)	Gummi-Spritzgießmaschine (vertikal)	B 56 EID	3696	40	1989
3	15	Walze 3 (Ruß)	Berstorff-Walzwerk	550 x 1500 mm	1002	90	1965
4	516	Wickert-Pressen 28	Vulkanisierpresse	WKP 4000 S (Vak.)	2826	47	2002
5	1004	Temperofen 11	Kammer-Umluft-Trockner	KUSi 250/15-10-10	4446	26	2009
<b>Prio. 2</b>							
1	52	Reinartz-Pressen 32	Vulkanisierpresse	P 600 E1	2759	31	1996
2	1208	Lauffer-Pressen 52	Vulkanisierpresse	RP 500-OK 1120	(Z) 6399	62	2012
3	107	Rep 8 (klein)	Gummi-Spritzgießmaschine (vertikal)	V 47 Y 10 X	2499	31	1996
4	16	Kühlung Automaten	Kühlmanlage GWK	QMA 1268	6468	10	1988
5	529	Kompressor 5	Schraubenkompressor	BS 25-55	3444	55	1985

Zählerstruktur Wärme:

Bei der Begehung wurden die Möglichkeiten zur Nachrüstung von Zählleinrichtungen in den Wärmeversorgungsleitungen untersucht.

Durch den Einbau von Wärmemengenzähler in Wärmeversorgungsleitungen und den Einbau eines Wasserzählers in die Kaltwasserzuleitung des Brauchwarmwasserspeichers kann der Wärmeverbrauch der Produktion und der Verwaltung getrennt erfasst und angegeben werden.

In der folgenden Zählerstruktur (Wärme) sind die bereits vorhandene Zähler (blau) und Vorschläge zur Erweiterung (grün) dargestellt.



**Abbildung 4: Zählerstruktur Wärme**

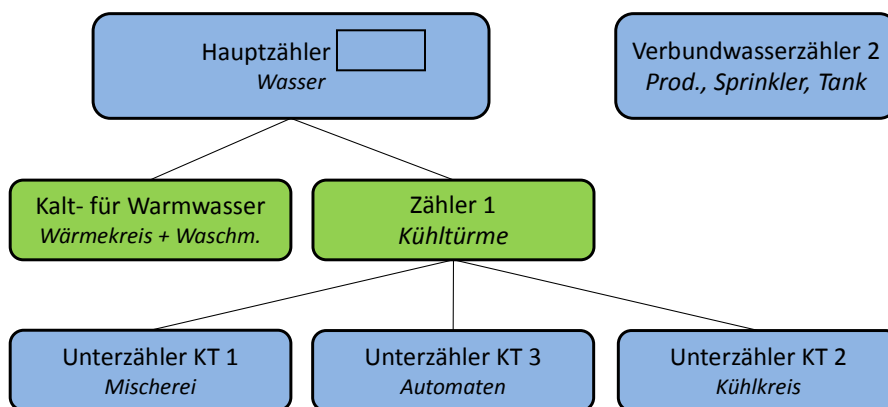
### Zählerstruktur Wasser:

Bei der Begehung wurden die Möglichkeiten zur Nachrüstung von Wasserzählern in den Versorgungsleitungen, hauptsächlich in den Kühlkreisläufen, untersucht.

Durch den Einbau von Wasserzählern kann

- die Wassermenge ermittelt werden, die für die Verdunstungskühltürme benötigt wird,
- diese Wassermenge von der Abwassergebühr befreit werden und
- die Einstellung der Kühlung optimiert werden (Einstellung der Kaltwassertemperatur in Abhängigkeit der Außentemperatur).

In der folgenden Zählerstruktur (Wasser) sind die bereits vorhandene Zähler (blau) und Vorschläge zur Erweiterung (grün) dargestellt.



**Abbildung 5: Zählerstruktur Wasser**

Der Hauptwasserzähler und die drei Kühltürme sollen mit einer Fernüberwachung ausgerüstet werden. Ein Angebot wird vorgelegt. Der Verbundwasserzähler soll weiterhin manuell abgelesen werden.

Abbildung 6 zeigt die Ablesestruktur der Wasserzähler, wie sie durchgeführt werden soll.



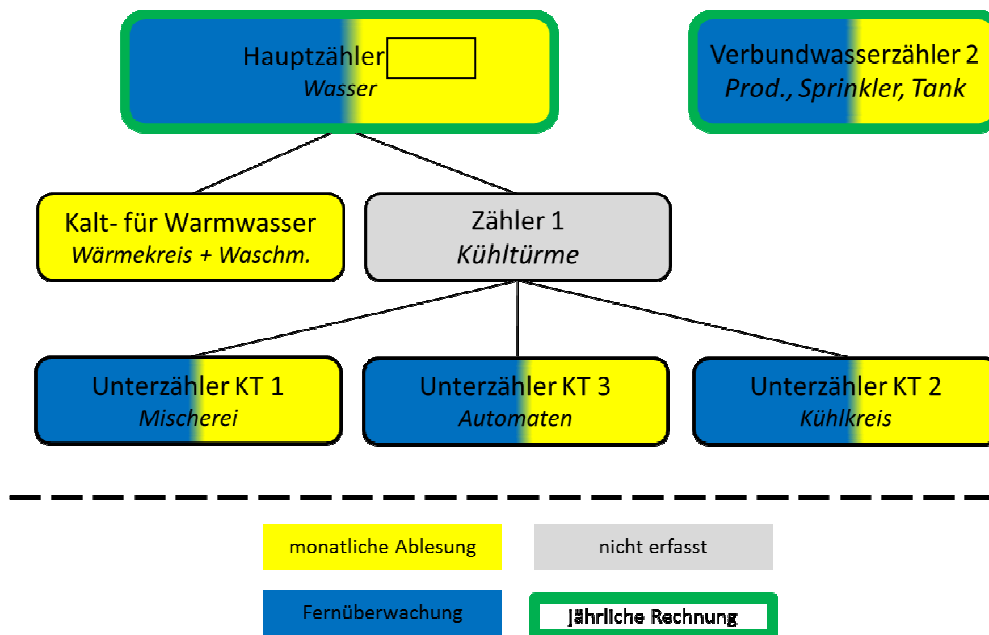


Abbildung 6: Ablesestruktur Wasser

## 5. Verbrauchsdatenerfassung, -auswertung und Kosten

Verbrauchsdaten werden zukünftig teilweise automatisch in 15 Minuten Intervallen über noch zu installierenden Datenlogger wie auch manuell monatlich über automatisch zugesendete Ableselisten erfasst.

Die Datenlogger übermitteln einmal täglich die gesammelten Daten an die internetbasierte Energiemanagementsoftware.

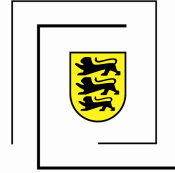
Für verschiedene Nutzer der Software werden unterschiedliche Zugangsberechtigungen (Lese-, Schreib-, Auswertungsberechtigungen) zugeteilt und verwaltet.

### Verbrauchsdatenerfassung Strom

Der Gesamtstromverbrauch über den Hauptzähler der MUSTERFIRMA kann auf zwei unterschiedliche Weisen erfasst werden.

#### 1.) Erfassung über bereitgestellt Daten des Energiedienstleisters der MUSTERFIRMA

Der Energiedienstleister erstellt täglich Lastgangdaten. Hier wird der Bezug über das BHKW mit eingerechnet, es wird also der gesamte Verbrauch der MUSTERFIRMA aufgelistet. Diese Daten können der Energiemanagementsoftware für die Auswertungen über eine Schnittstelle über das Internet zugeleitet werden. Zum automatischen Einlesen der Daten muss die Schnittstelle der Energiemanagementsoftware speziell programmiert werden.



## 2.) Erfassung über Logger

Zur Erfassung des Verbrauchs über Datenlogger wird die Schnittstelle des Stromzählers der MUSTERFIRMA mit einem Datenlogger verbunden, der die Daten dann an die Software übermittelt. Des Weiteren muss der Strom, der vom BHKW geliefert wird, erfasst werden,

Aufgrund von wirtschaftlichen Überlegungen, schlagen wir vor die Daten über Datenlogger (Möglichkeit 2) zu erfassen.

### Hauptstromverbraucher

Um den Stromverbrauch der in Punkt 3 aufgeführter Hauptverbraucher erfassen zu können, müssen an den Verbrauchern den jeweiligen Leistungen entsprechende Messwandler installiert werden. Die Signale der Messwandler werden über Zähleinrichtungen zu den Datenloggern geleitet und täglich in die Energiemanagementsoftware zur Auswertung eingespeist.

Mit der Elektrofirma der MUSTERFIRMA wurde das Vorgehen besprochen, ein Angebot der Firma zur Installation aller Komponenten zur Verbrauchsdatenerfassung (Zähler) liegt diesem Bericht im Anhang bei. Weiterhin liegt dem Bericht ein Angebot zur Installation der Datenlogger inklusive der Aufschaltung auf die Energiemanagementsoftware bei.

### **Verbrauchsdatenerfassung Wärme**

Um den gesamten Wärmeverbrauch zu erfassen wird der bereits vorhandene Wärmemengenzähler in der Leitung vom BHKW zur Verteilung der MUSTERFIRMA mit einem potentialfreien Kontaktausgang ausgestattet, so dass die Verbrauchswerte über einen Datenlogger in die Energiemanagementsoftware übertragen und ausgewertet werden können.

Der vorgeschlagenen Unterzähler für die Verwaltung muss ebenfalls mit einem potentialfreien Ausgang ausgestattet sein.

Zur Erfassung der Wärmemenge für die Warmwasserbereitung soll ein Kaltwasserzähler eingesetzt werden. Der Wasserzähler muss in die Zuleitung zum Speicher installiert werden und wird mit einem optischen Sensor ausgestattet der Impulse an den Datenlogger liefert.

Über eine physikalische Gesetzmäßigkeit kann über den Kaltwasserverbrauch der Wärmeverbrauch für die Brauchwarmwasserbereitung ermittelt werden.

Wir schlagen vor, die Wasserzähler zusätzlich zu der automatischen Verbrauchserfassung auch monatlich manuell abzulesen.

## Verbrauchsdatenerfassung Wasser

Die Hauptwasserzähler und die vorgeschlagenen Unterzähler für den Wasserverbrauch müssen ebenso mit optischen Sensoren nachgerüstet werden, die Impulse an den Datenlogger liefert.

Wir schlagen vor, die Wasserzähler zusätzlich monatlich manuell abzulesen.

## Verbrauchsdatenerfassung Betriebsstundenzähler

Analoge Betriebsstundenzähler wie beispielsweise Druckluftkompressoren müssen in einem noch festzulegenden Zeitraum manuell abgelesen und in die Software eingegeben werden, damit notwendige Auswertungen der Benchmarks (Energieleistungskennzahlen) in einem Controlling Berichten erfolgen können.

## Schema der Verbrauchsdatenerfassung und Verarbeitung

In der folgenden Abbildung ist die Verbrauchsdatenerfassung und –verarbeitung für den Strom und Wärmeverbrauch schematisch dargestellt.

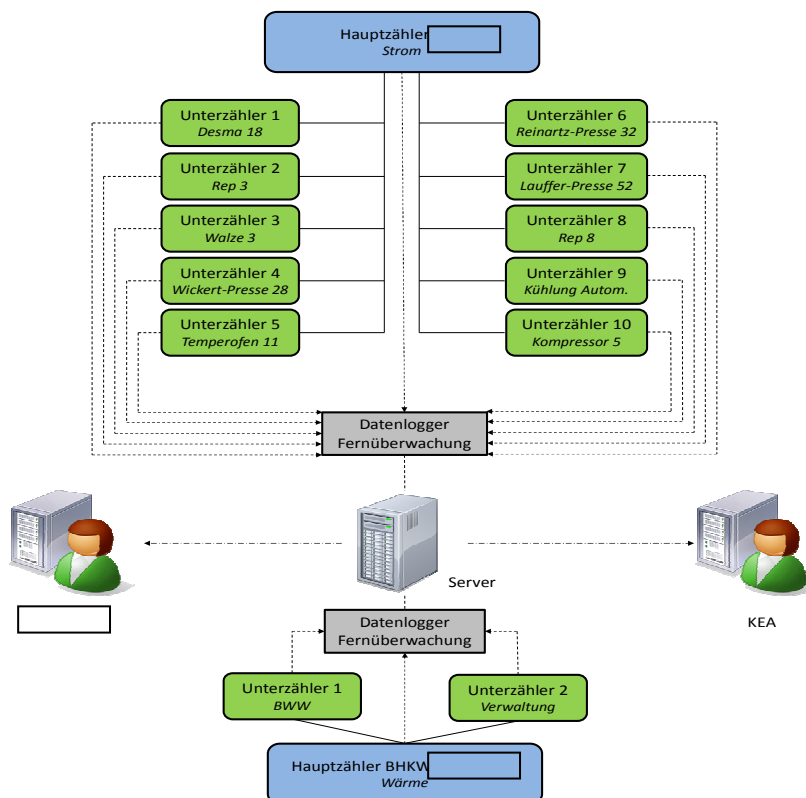
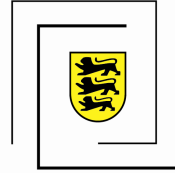


Abbildung 7: Schema Fernüberwachung



## **Kosten zum Aufbau der Verbrauchsdatenerfassung**

Die Kosten für den Aufbau der Verbrauchsfernüberwachung der Priorität 1 setzen sich aus zwei Kostenblöcken zusammen:

- Kosten für die Erfassung von Signalen an den Maschinen (Messwandler, Zählsysteme)  
Für diesen Kostenblock liegt diesem Bericht ein Angebot des Betriebselektrikers bei. Die Kosten betragen ca. 7.000 € Netto.
- Kosten für die Erfassung und Weiterleitung der Verbrauchswerte  
Für die Datenerfassung werden zwei Datenlogger benötigt. Die Kosten für die Arbeit werden in Arbeitsschritten angegeben, da für eine exakte Kalkulation zuerst die genaue Leitungsverlegung mit der Anzahl der Durchdringung von Brandabschnitten geklärt werden muss, was nicht Bestandteil dieses Audits ist.

## **Verbrauchsauswertung**

Um Energieeffizienzmaßnahmen beim Wärmeverbrauch bewerten zu können, wird der Wärmeverbrauch in der Software neben dem tatsächlichen Verbrauch auch witterungsbereinigt (bezogen auf einen noch festzulegenden Standort) angegeben.

Die Verbrauchsauswertung erfolgt auf zwei unterschiedliche Arten:

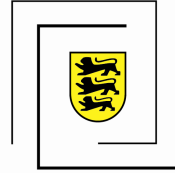
### 1.) Automatisches Verbrauchs-Reporting in festgelegten Zeitintervallen

In einem automatisierten Reporting werden z.B. Monatsenergieberichte erstellt. Alle Verbrauchszähler können hierbei mit unterschiedlichen Datenpunkten (z.B. der Fläche, der produzierten Menge) verknüpft und grafisch dargestellt werden. Somit lassen sich neben der Verbrauchsentwicklung auch geeignete Benchmarks (z.B. Verbrauch in kWh/m<sup>2</sup>) im Reporting darstellen.

Im automatischen Reporting wird neben dem Vergleich des aktuellen Verbrauchs mit historischen Daten auch eine Prognose des Verbrauchs berechnet und angegeben. Die Prognose kann hierbei auch auf die Verbrauchskosten ausgeweitet werden.

### 2.) Manuelle Verbrauchsauswertungen

Mit Hilfe der Software ist es möglich, bei fernüberwachten Zählern den Verbrauchsverlauf aufgeschlüsselt in 15-Minuten-, Stunden-, Tages-, Monats- oder Jahresintervallen für einzelne Zähler, für Verbrauchsgruppen oder den Gesamtverbrauch pro Medium anzuzeigen und mit variablen Zeiträumen zu vergleichen. Bei manuell abgelesenen Zählern kann die Auswertung gemäß dem Ableseintervall erfolgen.



Mit den Auswertungen lassen sich Verbrauchsauffälligkeiten erkennen und Erfolge von durchgeführten Maßnahmen bewerten.

## **6. Monatsenergiebericht**

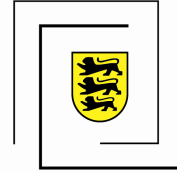
Die Mess- und Ablesedaten werden in eine Software eingelesen, mit den Kosten (aus den Energiebezugsrechnungen) verknüpft und monatlich in Energieberichten, getrennt nach Medien den Strom, Wärme und Wasser, dargestellt.

Weiterhin werden Energieleistungskennzahlen (Benchmarks) im zeitlichen Verlauf grafisch dargestellt.

Um eine exakte Verbrauchsentwicklung der einzelnen Medien zu erreichen sind weitere den Verbrauch beeinflussende Hauptfaktoren (Korrekturfaktoren) zu ermitteln. Die Verbrauchswerte werden beim Medium Wärme witterungsbereinigt und witterungsunbereinigt dargestellt.

Die grafischen Darstellungen im Energieberichte werden sukzessive um die entstehenden Verbrauchsdaten (z.B. Wärmeverbrauch für die Brauchwarmwasser Erwärmung, Stromverbrauch für Maschine Desma 18, oder Wasserverbrauch für Kühlturm 1) erweitert.

Ein erster Monatsenergiebericht liegt diesem Bericht im Anhang bei.



## 7. Vorhandene Energieeinsparpotentiale

Bei der Begehung der MUSTERFIRMA zum Auffinden von Energieeinsparpotentialen wurde der Schwerpunkt auf Einsparpotentiale gelegt, die sich mit geringem Einsatz finanzieller Mittel und mit geringem technischen Einsatz erschließen lassen.

Im Folgenden werden die wichtigsten aufgefundenen Potentiale zusammenfassend beschrieben und im Anschluss priorisierend dargestellt.

### 7.1) Einsparpotentiale bei der Kälteversorgung

Zur Kälteversorgung sind zwei Kühlkreisläufe (Walzen- und Automatenkühlung) mit Kühltürmen (Verdunstungskühltürme) vorhanden.

Die Ventilatoren der Kühltürme werden über eine automatische Temperaturregelung gesteuert (zwei Schaltstufen). Die Kühlkreispumpen werden manuell geschaltet. Gemäß Aussagen des Betriebsleiters werden die Kühlwasserpumpen nicht konsequent abgeschaltet, wenn keine Kühlung benötigt wird. Eine Wasseraufbereitung in beiden Kühlkreisläufen ist nicht notwendig und daher nicht vorhanden.

#### Kühlkreislauf 1 Walzenkühlung, offenes System

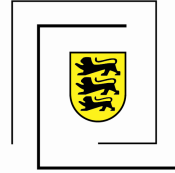
Das warme Kühlwasser aus den Walzen wird in einem Sammelbehälter gesammelt und einem Verdunstungskühlturm zugeführt. Der Kühlturm ist mit einem Ventilator (mit zwei Schaltstufen) ausgerüstet, der in Abhängigkeit der Kaltwassertemperatur geregelt wird. Nach dem Kühlturm wird das Wasser in einem Kaltwassersammelbehälter gesammelt und den Maschinen erneut zugeführt.

#### Kühlkreislauf 2 Automaten, geschlossenes System

Das warme Kühlwasser von allen Maschinen wird in einem Sammelbehälter gesammelt. Danach wird das Kühlwasser über einen Wärmetauscher abgekühlt und wiederum in einem Sammelbehälter gesammelt, bevor es erneut den Maschinen zu Verfügung gestellt wird.

Die Rückkühlung des Warmwasserkreises über den Wärmetauscher erfolgt über den Verdunstungskühlturm.

Gemäß den übermittelten Pumpendaten kann mit der Turmpumpe eine maximale thermische Leistung von 60 kW (bei einer Spreizung von 4 K), mit der Betriebspumpe eine maximale thermische Leistung von 80 kW übertragen werden.



→ Vorschlag 1 (für beide Systeme):

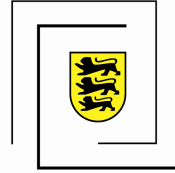
- Einbau einer automatischen Abschaltung der Kühlwasserpumpen
- Erhöhung der Temperaturdifferenz zwischen Warm- und Kaltwasserseite
- danach Überprüfung der Dimensionierung aller Pumpen
- ggf. Optimierung der Pumpenkennlinien
- ggf. Erstellung einer Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für einen Pumpenaustausch

Durch die geringen Temperaturunterschiede zwischen der Warm- und der Kaltwasserseite (max. 5 K) muss von den Kühlwasserpumpen eine große Wassermenge umgepumpt werden. Durch eine Erhöhung der zulässigen Warmwassertemperatur, können die Wasserumwälzmen- gen erheblich gesenkt werden, was zu einer wesentlichen Stromeinsparung (bis zu 50 %) füh- ren kann. Weiterhin kann durch die Erhöhung der Warmwassertemperatur die Laufzeit des Kühlturmventilators reduziert werden.

*Erfahrungen in zahlreichen Firmen zeigen, dass eine schrittweise Erhöhung der oft histo- risch gewachsenen zulässigen Warmwassertemperaturen keine Beeinträchtigungen der Produktqualität, bzw. der Lebensdauer der Maschinen zur Folge hat.*

→ Vorschlag 2 (für beide Systeme):

Die Nachspeisung für das Kühlwasser im offenen, wie auch im geschlossenen System wird nicht gemessen. Eine Abwasserrückvergütung kann daher nicht erfolgen. Wir schlagen vor mit dem Wasserversorger zu klären, welche Bedingungen erfüllt werden müssen, damit das Nachspeisewasser von der Abwassergebühr befreit werden kann (ggf. ge- nügt der Einbau eines ungeeichten Wasserzählers in die Nachspeiseleitung).



## 7.2) Einsparpotential bei der Druckluftversorgung

Die Druckluft wird bei der MUSTERFIRMA GmbH ausschließlich zum Ausblasen von Formteilen aus Spritzgussmaschinen verwendet. Im Betrieb der MUSTERFIRMA sind 5 Druckluftkompressoren vorhanden.

Die Druckluft wird an einer Verteilung in die unterschiedlichen Bereiche der MUSTERFIRMA verteilt.

An der Verteilung sind manuelle Absperrungen vorhanden, die jedoch nicht genutzt werden um die Leckageverluste an den Maschinen außerhalb der Arbeitszeit zu reduzieren.

Die Kompressoren sind einstufig. Keiner der Kompressoren ist mit einer Wärmerückgewinnung ausgestattet. Eine übergeordnete Regelung, die die Kompressoren gemäß der Anforderung schaltet, ist nicht vorhanden.

In der weiteren Betrachtung wird ausschließlich der größte und hauptsächlich in Betrieb befindliche Kompressor (Blitz-Schneider, Schraubenkompressor) betrachtet. Dieser hat eine elektrische Leistung von 55 kW

Eine weiterführende Wirtschaftlichkeitsberechnung ist diesem Bericht beigelegt.

➔ **Vorschlag 1:** Einbau eines Wärmetauschers in den Ölkreislauf des Kompressors und Nutzen der Abwärme zum Heizen und zur Unterstützung der Brauchwarmwassererzeugung

Das folgende Diagramm zeigt, welchen Anteil an der Brauchwarmwassererzeugung, bzw. an der Beheizung der MUSTERFIRMA durch die Wärmerückgewinnung aus dem Druckluftkompressor übernommen werden kann.



### Bilanzierung (täglich) Wärmeverbrauch/Wärmeerzeugung

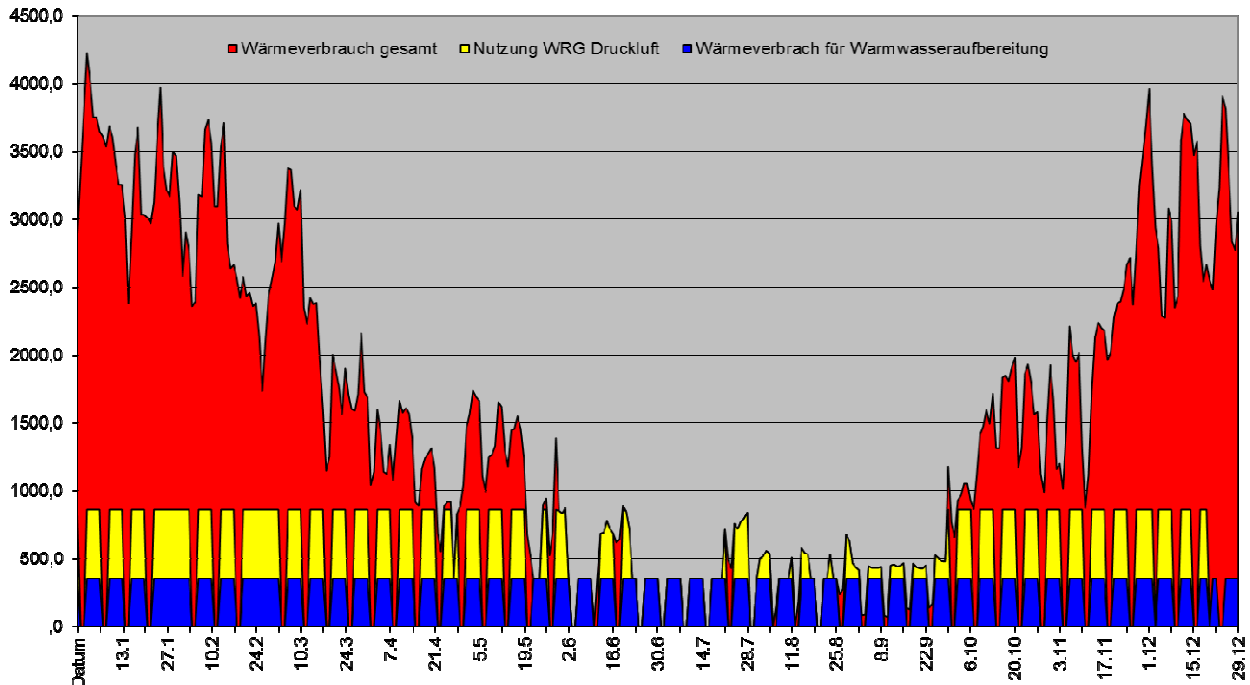


Abbildung 8: Wärmeverbrauch und –erzeugung

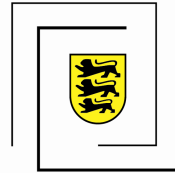
Das Diagramm zeigt, dass ca. 186.000 kWh/a an Nettowärme (ca. 84 %) durch Wärmerückgewinnung aus dem Kompressor genutzt werden kann.

Die Herstellerfirma des Kompressors bietet einen externen Wärmetauscher (Öl/Wasser) zur Auskopplung der Wärme für ca. 2.100 € (inklusive Montagezubehör) an.

Wärmetauscher im Ölkreislauf sind Stand der Technik und werden von den Herstellern der Kompressoren direkt angeboten. Probleme mit Gewährleistungen sind daher nicht vorhanden.

#### ➔ Vorschlag 2: Verminderung der Leckageverluste

Die Betriebsaufzeichnung im Vergleich mit den Produktionszeiten lassen vermuten, dass ein hoher Anteil der Kompressoren Laufzeit für die Abdeckung von Leckageverlusten verwendet werden muss. Daher schlagen wir kurzfristig vor, die vorhandene manuelle Absperrung der Druckluft am Arbeitsende zu schließen. Mittelfristig sollten die Leckagen beseitigt werden.



### 7.3) Einsparpotential bei den Lüftungsanlagen und Luftheritzern

In diesem Punkt wird ausschließlich die Konzeptionierung der Lüftungsanlagen in der Halle der Produktionsfolge 70 „Vulkanisation“ betrachtet und Auffälligkeiten beschrieben.

Diese Untersuchung beschränkt sich darauf, die Konzeption und den Istzustand der durch zahlreiche Umbaumaßnahmen unübersichtlichen Lüftungssituation zu erfassen. Danach werden Vorschläge zur Neukonzeption der Anlage grob beschrieben.

Um eine weiterführende Neukonzeption der Lüftungsanlagen zu erstellen, schlagen wir vor, eine Detailberatung durchzuführen. Neben den Lüftungsanlagen in der Produktionsfolge 70 sind weitere Lüftungsanlagen in der „Silikonfertigung“ vorhanden. Beauftragt die MUSTER-FIRMA eine weiterführende Untersuchung, sollte auch in diesem Produktionsbereich die Konzeption der Lüftungsanlage aufgenommen werden und mit dem Istzustand verglichen werden, bevor Vorschläge zur Anlagenoptimierung erarbeitet werden.

#### Beschreibung der vorhandenen Lüftungskonzeption in der Produktionsfolge 70 „Vulkanisation“

Beim Öffnen der Pressen und Walzen muss die Luft an den Maschinen abgesaugt werden. Die notwendige Zuluft soll über eine Zuluftanlage und 7 Decken-Luftheritzer der Produktionshalle wieder zugeführt werden.

Die Abluft wird einem Kreuzstrom-Wärmetauscher (im Zuluftgerät eingebaut) zugeführt. Die Zuluft der Halle wird ausschließlich über den Wärmetauscher vorgeheizt. Ein Heizregister für die Zuluft ist nicht vorhanden. Die Zuluft wird über Kanäle in die Halle geführt. Die Mitarbeiter in der Halle berichten über Zegerscheinungen während der Heizzeit.

Zur weiteren Beheizung der Halle sind dezentrale Decken-Luftheritzer vorhanden.

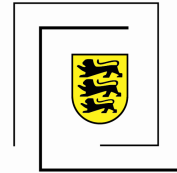
Die Abluft an den Pressen wird über Schläuche direkt an den Maschinen abgesaugt. Für die Abluftanlagen sind in den Kanälen, die die Abluft der einzelnen Maschinen zu dem Gesamtabluftkanal führt, Klappen vorhanden.

Aufgrund der Schließzeiten der Maschinen (nur wenn die Maschine geöffnet ist muss Luft abgesaugt werden) sind maximal 3 bis 5 Maschinen geöffnet, d.h. dort muss abgesaugt werden. Ob die Klappen die Drehzahl des Ventilators regeln, (z.B. über einen Drucksensor) konnte während der Begehung wie auch durch den Betriebselektriker im Nachgang der Begehung nicht ermittelt werden.

Musterfrau teilte uns im Nachgang der Begehung mit, dass an zahlreichen Maschinen die pneumatische Ansteuerung der Klappe durch die Mitarbeiter außer Funktion gesetzt wurde.

#### Bemerkung zum Abluftkanal:

Die Abluft wird durch einen Abluftkanal außerhalb des Gebäudes dem Zuluftgerät mit dem Kreuzwärmetauscher zugeführt (Entfernung ca. 40 m). Der Abluftkanal ist nicht wärmedämmend.



Bemerkung zum Rohrbündelwärmetauscher:

Im Abluftkanal ist ein alter Rohrbündelwärmetauscher vorhanden, der jedoch nicht mehr verwendet wird. Dieser Rohrbündelwärmetauscher sollte ausgebaut werden. Der Druckabfall eines solchen Wärmetauschers beträgt ca. 50 pa, die von den Ventilatoren erbracht werden müssen. Bei einer angenommenen Anlagenlaufzeit von ca. 6.000 h/a und einem Volumenstrom von ca. 40.000 m<sup>3</sup>/h müssen hierfür ca. 6.600 kWh/a aufgewendet werden. Bei spezifischen Kosten von 0,10 €/kWh fallen hierfür ca. 700 € an Stromjahreskosten an.

→ Wir schlagen vor, den Wärmetauscher nach der Neukonzeptionierung der gesamten Lüftungsanlage auszubauen. Weiterhin ist die Pumpe, die das vorerwärmte Wasser zu dezentralen Lufterhitzern führte, elektrisch stillzulegen (bei unserer Begehung war eine LED Anzeige der Pumpe aktiv).

Einsparpotential:

Mit der Annahme, dass die Lüftungen „nur“ in der Produktionsfolge 70 „Vulkanisation“ (ohne die Decken-Luftgeräte) ca. 6.000 h/a in Betrieb sind, werden pro Jahr ca. 280.000 kWh an elektrischer Energie (ca. 12 % der gesamten elektrischen Energie) benötigt.

Gelingt es den Abluftstrom „nur“ auf die Hälfte zu reduzieren, lassen sich ca. 240.000 kWh/a an elektrischer Energie einsparen. Neben der Verbesserung der Behaglichkeit der Mitarbeiter (kein unkontrollierter Kaltluft eintrag in die Halle) lassen sich durch eine Neukonzeptionierung weitere Einsparungen erreichen, da nur noch ein geringerer Frischluftvolumenstrom aufgeheizt werden muss.

Bemerkung:

Eine Halbierung des Volumenstroms hat eine Reduzierung des Bedarfs an elektrischer Energie um 7/8 zu Folge. Dies sollte auch bei den Lufterhitzern für die Lagerhalle bedacht werden.

Tabelle 2 zeigt eine Zusammenfassung der Lüftungsanlagen in der Produktionsfolge 70.

**Tabelle 2: Lüftungsanlagen der Produktionsfolge 70**

Anlagentyp	Luftmenge (m <sup>3</sup> /h)	El. Leistung (kW)	Regelung
Abluftanlage 1	38.000	27	Drehzahlregelung
Abluftanlage 2	17.000	12	Einstufig
Zuluftanlage	28.000	7,5	Einstufig
Decken-Lufterhitzer	ges. ca. 35.000	Unbekannt	Einstufig



#### 7.4) Einsparpotential bei einer Waschmaschine

Für die Produktion sind Waschmaschinen vorhanden. Teilweise sind für die Waschmaschinen nur Warmwasseranschlüsse vorhanden, obwohl nicht ausschließlich warmes Wasser für die verschiedenen Waschgänge benötigt wird (z.B. Spülen).

➔ Vorschlag: Kaltwasserleitungen zu den entsprechenden Waschmaschinen verlegen und anzuschließen

#### 7.5) Einsparpotential bei der Beleuchtung

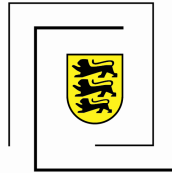
Auf Anregung des Produktionsmeisters der MUSTERFIRMA wurde durch die Geschäftsleitung der MUSTERFIRMA ein Beratungsgespräch mit einem Anbieter für LED-Leuchtmittel gesucht.

Dieses Gespräch überzeugte die Geschäftsführung von der Technik sowie dem ökonomischem und ökologischem Nutzen einer Umrüstung auf LED-Leuchtmittel.

Bei einem zweiten Besuch wurden Musterleuchten für die Zufahrtsbeleuchtung, die Gebäudeaußenbeleuchtung, Deckenstrahler und 2 Stärken LED-Röhren übergeben, die sich derzeit im Test befinden und bereits für sehr gut befunden wurden.

Durch eine ersten Hochrechnung, die sich aber bisher nur auf die Außenbeleuchtung (6x Straße, 12x Gebäude), die Beleuchtung in 2 Fluren (15x Spot, 8x Deckenkassette) und die Beleuchtung in der Vulkanisation (einziger Bereich mit 2- und 3-Schicht-Fertigung: 166 Röhren) erstreckte, konnte bei geschätzten Jahresleuchtdauern eine Einsparung von ca. 38.000 kWh ermittelt werden. Dies entspricht in etwa 1,7% des Gesamtbedarfes.

Die nächsten Schritte werden die Gesamtleuchtmittelerfassung (Leuchtstoffröhren), Zustandsbewertung der Lampenkörper, Lieferantenanfrage, Rentabilitätsberechnung und Investitionsentscheid sein.



## 8. Priorisierung und Umsetzungsplan

Auf Grund der Ausarbeitung dieses Berichtes wurde von der Geschäftsleitung folgende Priorisierung und Umsetzungsplan beschlossen:

### 8.1) Verbrauchsdatenerfassung

Die Erfassung soll bei den Hauptzählern über Fernüberwachung und zusätzlicher manueller Ablesung erfolgen. Weitere Zähler werden monatlich manuell erfasst und in die Software eingegeben. Zielsetzung zur Umsetzung ist Sommer 2014.

- Der Aufbau der Verbrauchsdatenerfassung im Bereich Strom soll in der ersten Stufe nur mit dem Hauptstromzähler erfolgen. Weitere Verbraucher sollen sukzessive unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Lage mit an die Verbrauchsdatenerfassung angeschlossen werden.
- Der Aufbau der Verbrauchsdatenerfassung im Bereich Wärme soll in der ersten Stufe nur mit dem Hauptwärmemengenzähler erfolgen. Der Unterzähler für die Berechnung der Wärme für die Brauchwarmwasserbereitung der Produktion und der Unterzähler für die Verwaltung sollen sukzessive unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Lage mit an die Verbrauchsdatenerfassung angeschlossen werden.
- Der Aufbau der Verbrauchsdatenerfassung im Bereich Wasser soll wie in Abbildung 6 dargestellt erfolgen.

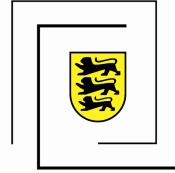
### 8.2) Verbrauchsdatenauswertung

Die Verbrauchsdatenauswertung soll in Form der dargestellten Monatsenergieberichte erfolgen. Alle Medien sollen für ein Jahr monatlich dargestellt werden und mit dem Vorjahresmonat verglichen werden. Kennwerte sollen jährlich dargestellt werden. Zielsetzung zur Umsetzung ist Ende Sommer 2014.

Weiterhin soll

- der Stromverbrauch des Kompressors mit seinem Anteil am Gesamtverbrauch separat,
- der Wärmeverbrauch witterungsbereinigt und –unbereinigt,
- der Stromverbrauchskennwert auf Fertigungsstunden bezogen,
- der Wärmeverbrauchskennwert auf die Fläche bezogen und,
- der Wasserverbrauchskennwert auf Fertigungsstunden bezogen dargestellt werden.

Die Fertigungsstunden werden zunächst manuell täglich erhoben und monatlich übermittelt. Weiterhin wird die Möglichkeit vorgesehen, täglich Fertigungsstunden über einen Untersu-



chungszeitraum einzupflegen und Auswertungen zu erstellen.

### 8.3) Priorisierung zur Erschließung von technischem Einsparpotential

Die in Punkt 7 vorgestellten Maßnahmen werden in der folgenden Tabelle priorisierend in Bezug auf den Einsatz finanzieller Mittel und auf den technischen Aufwand angegeben.

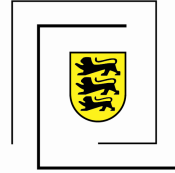
Der finanzielle Aufwand ist bei dem Vorschlag zur Wärmerückgewinnung bei der Druckluft aufgrund von nachgefragten Angeboten beim Hersteller bzw. bei Handwerkern angegeben, bei den weiteren Punkten sind Erfahrungswerte die Grundlagen der Einteilung.

Für die angegebenen Einsparpotentiale sollten speziell für die Überarbeitung des Lüftungskonzeptes vor der Umsetzung weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

**Tabelle 3: Priorisierte Maßnahmenliste**

Quelle	Temperatur C°	Leistung kW	Jahresarbeit MWh/a	Aufwand						Priorität
				Technisch			Finanziell			
				1	2	3	1	2	3	
WRG aus Druckluft	90/70	36	234	x			x			1
Beseitigung Leckagen			12		x		x			1
Lüftung Produktion 70		46	240		x				x	3
Demontage Rohrbündel WT			6,6		x		x			2
Überarbeitung Lüftungskonzept					x			x		2
Kaltwasser für Waschmaschine				x				x		1
Einbau Wasserzähler				x			x			1
Befreiung Abwassergebühr				x			x			1
Kühlwassertemperatur erhöhen					x		x			2
Sanierung Beleuchtung			38	x			x			1
1,2,3: gering/mittel/hoch										

Die Umsetzung der Maßnahmen soll gemäß der Priorität 1 und der zu Verfügung stehenden Ressourcen (finanziell und personell) erfolgen.



## 9. Fördermöglichkeiten/Steuererklärung/Relevante Normen

### BAFA Förderung zur Einführung von Managementsystemen

Über die BAFA werden (mit exakt zu beachtenden Einschränkungen) folgende Tatbestände finanziell gefördert:

- Erstzertifizierung eines Energiemanagementsystems nach DIN EN ISO 50001
- Erstzertifizierung eines Energiecontrollings gemäß dem Anhang der Förderrichtlinie
- Erwerb von Mess-, Zähler- und Sensoriktechnologie (Messtechnik) für Energiemanagementsysteme
- Erwerb von Software für Energiemanagementsysteme

Weitere Informationen:

<http://www.bafa.de/bafa/de/energie/energiemanagementsysteme/richtlinien/>

### KS + für Maßnahmen

Ausgewählte Maßnahmen mit dem Ziel der nachhaltigen Minderung der aus dem Energieverbrauch resultierenden CO<sub>2</sub>-Emissionen werden finanziell gefördert.

Gefördert werden CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch Einzel-Maßnahmen oder Maßnahmen-Kombinationen.

Weitere Informationen:

<http://www4.um.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/6175/>

### KfW für Maßnahmen

Hauptsächlich über günstige Kredite werden Maßnahmen in zahlreichen Themenfeldern von der „Kreditanstalt für Wiederaufbau“ gefördert.

Weitere Informationen:

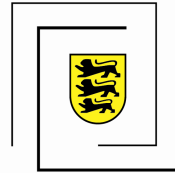
[https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Foerderprodukte/Foerderprodukte-\(S3\).html](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Foerderprodukte/Foerderprodukte-(S3).html)

### KfW und ESF für weitere Beratungen

Beratungsprogramme (finanzielle Zuschüsse) werden u.a. von KfW und dem ESF angeboten:

KfW: <https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie->

ESF: <http://www.gfbb-ka.de/media/uebersicht02.2014.pdf>



## Steuerrückerstattung

Der MUSTERFIRMA stehen als produzierendes Gewerbe Steuerrückerstattungen nach §9b StromStG (Entlastung des produzierenden Gewerbes) zu.

Mit testiertem Energieaudit nach DIN EN 16247-1 kann die MUSTERFIRMA auch in den kommenden Jahren den Spitzenausgleich für Stromsteuer (nach §10 StromStG) in Anspruch nehmen. Dies ist ein nicht zu verachtender Kostenblock. Erst mit Nachweis der Testierung ist im Zuge der Spitzenausgleich-Effizienzsystemverordnung (SpaEfV) dieser Spitzenausgleich möglich.

## Relevante Normen und Richtlinien

In Tabelle 4 sind die relevanten Normen, die den Bereich Energie betreffen, aufgelistet. Die Dokumente sind bei der MUSTERFIRMA im System hinterlegt.

**Tabelle 4: Relevante Normen und Richtlinien**

		Stand
1	Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchG)	17.05.2013
2	Energieeinspargesetz (EnEG)	01.09.2005
3	Eneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG)	07.08.2008
4	1. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) - Kleinf Feueranlagen	20.01.2010
5	Kehr- und Überprüfungsverordnung (KÜO)	16.06.2009
6	Energieeinsparverordnung (EnEV)	24.07.2007
7	Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG	21.10.2009
8	Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU	25.10.2012
9	Richtlinie für die Förderung von Energiemanagementsystemen	22.07.2013
10	Stromsteuergesetz §9b	05.12.2012
11	Energiesteuergesetz	05.12.2012
12	DIN EN 16247 - 1 (Energieaudit)	16.06.2012

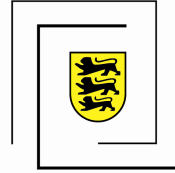
Neben den für den Bereich Energie relevanten Normen ist bei der MUSTERFIRMA eine Liste verfügbar, in der alle regelmäßig durchgeführten Überprüfungen mit dem nächsten Prüfdatum aufgelistet sind.

## **10. Schlussfolgerung und weiteres Vorgehen**

Die Geschäftsleitung der MUSTERFIRMA und deren Energieverantwortliche legten in gemeinsamen Absprachen fest, dass der in Kapitel 8 beschriebenen Umsetzungsplan im Rahmen von jährlichen Energieaudits sukzessive umgesetzt und fortgeschrieben bzw. aktualisiert werden soll.

Weiterhin soll, abgesehen von umzusetzenden Maßnahmen, die Verbrauchsentwick-





lungen fortwährend über den Monatsenergiebericht beobachtet und bewertet werden.

Ergeben sich in Folge der technischen Entwicklung neue Technologien, gesetzlicher Vorgaben oder günstigeren Alternativen zu den bisher eingesetzten Querschnittstechniken bzw. geplanten Aktivitäten, werden diese in den Planungs- und Umsetzungsprozess mit einbezogen.

Die Überprüfung neuer technischer Möglichkeiten führt die KEA regelmäßig durch und informiert die betreffenden Entscheidungsträger im Unternehmen.

Mit der Unterschrift bestätigt der Energieauditor, dass die Auswertungen und Analysen gründlich und nach bestem Gewissen ausgeführt wurden.

Ein Konflikt bezüglich Geschäftsziele, Produkte und Prozesse oder Marketing-Beziehungen besteht nicht, da der Auditor extern bestellt wurde.

Horst Fernsner  
KEA

Musterfrau  
Technische Geschäftsführerin  
Musterfirma