



## „Expertenteam Energiewende im ländlichen Raum“

Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben EW/12/18  
Tätigkeitsschwerpunkt Landespflege

Förderzeitraum:  
22.08.2012 bis 31.05.2014



## **Abschlussbericht zum Forschungsvorhaben EW/12/18**

### **Expertenteam Energiewende im ländlichen Raum**

Projektleiter: LLD Jürgen Eppel

Projektbearbeiter: VA Ina Dick  
LOR Nikolai Kendzia  
LOR Thomas Leopoldseder

Projektlaufzeit: 22.08.2012 bis 31.05.2014

Veitshöchheim, Juni 2014

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau  
Abteilung Landespflege, An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim  
Tel. 0931/9801-401, Fax 0931 / 9801-400  
E-Mail: [poststelle@lwg.bayern.de](mailto:poststelle@lwg.bayern.de)

# Inhaltverzeichnis

<b>1. Zusammenfassung.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Einleitung.....</b>	<b>4</b>
<b>3. Versuche und Projekte.....</b>	<b>5</b>
3.1 <i>Energieverbrauch in Garten- und Landschaftsbauunternehmen.....</i>	5
3.1.1 Zielsetzung.....	5
3.1.2 Material und Methode.....	6
3.1.3 Ergebnisse.....	14
3.1.4 Schlussfolgerung.....	32
3.1.5 Weiterer Forschungsbedarf.....	33
3.2 <i>Motoroptimierungssystem von Moto-E-Motion.....</i>	34
3.2.1 Zielsetzung.....	34
3.2.2 Material und Methode.....	34
3.2.3 Ergebnisse.....	38
3.2.4 Schlussfolgerung.....	42
3.2.5 Weiterer Forschungsbedarf.....	42
<b>4. Energiesparprojekt LWG.....</b>	<b>43</b>
4.1 <i>Energie sparen an der LWG. Ein abteilungsübergreifendes Projekt.....</i>	43
4.1.1 Projekthintergrund.....	43
4.1.2 Ziel.....	43
4.1.3 Methode.....	43
4.1.4 Ergebnis.....	43
<b>5. Ausblick.....</b>	<b>46</b>
5.1 <i>Weitere Aufgaben.....</i>	46
5.1.1 Energieverbrauch im GaLaBau.....	46
5.1.2 Erneuerbaren Energien im GaLaBau.....	47
5.1.3 CO <sub>2</sub> -Ausstoß im GalBaBau.....	47
5.1.4 Landschaftsarchitektur und Energie.....	48
5.1.5 Landschaftsgärtnerische Maßnahmen zur Optimierung der Speicherung und des Transport von Wärmeenergie im Boden.....	48
<b>6. Vorträge.....</b>	<b>49</b>
<b>7. Literatur.....</b>	<b>49</b>
<b>8. Zusammenarbeit.....</b>	<b>50</b>
<b>9. Anhang.....</b>	<b>51</b>
<b>10. Veröffentlichungen.....</b>	<b>58</b>

# 1. Zusammenfassung

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Expertenteam Energiewende im ländlichen Raum“ wurde in der Abteilung Landespflege der LWG eine Umfrage zum Energieverbrauch in den Garten- und Landschaftsbaubetrieben (GaLaBau) durchgeführt und anschließend ausgewertet. In Zusammenarbeit mit dem Verband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e. V. Bayern (VGL) wurden ca. 500 Betriebe kontaktiert, davon konnten 47 Betriebe den Umfragebogen ausgefüllt zurücksenden (Rücklaufquote: 9,4%). Mit den Daten wurde der Strom- und Wärmeverbrauch pro Erwerbstätigen ermittelt und für branchenbezogene betriebliche Vergleiche veröffentlicht. Ebenso konnte der Treibstoffverbrauch, der mit ca. 95 % den meisten Energiebedarf in einem GaLaBau Betrieb ausmacht, näher untersucht werden. In der folgenden Untersuchung von Mai bis August 2013 (Hochsaison) wurde der Treibstoffverbrauch der Bau- und Transportmaschinen getrennt voneinander aufgenommen. Es zeigte sich, dass der meiste Verbrauch (76 %) nicht wie erwartet bei den schweren und leistungsstarken Baumaschinen, wie z.B. Radlader und Bagger, sondern bei den Transportfahrzeugen wie PKW, LKW und Kleintransporter lag. Der Verbrauch der Kleingeräte wie Freischneider oder Heckenschere spielte mit ca. 4 % kaum eine Rolle.

Ein Motoroptimierungssystem der Firma Moto-E-Motion, welches Treibstoffeinsparung verspricht, wurde für eine Anwendung im GaLaBau getestet. Bei dem zweitägigen Test und den gemessenen Verbrauchswerten konnten keine eindeutigen Einsparungen im Treibstoffverbrauch oder verbesserten Fahreigenschaften nachgewiesen werden.

Da auch die Landesanstalt mit ihren ca. 300 Mitarbeiter einen hohen Energiebedarf hat, wurde ein kleines internes Projekt zur Reduzierung des Verbrauchs initiiert. Dabei wurde speziell auf den bewussten Umgang mit Energie in Büroräumen und allgemein im Gebäude eingegangen. Mit Hilfe einer PowerPoint Präsentation wurden die Mitarbeiter informiert. Dabei wurde auf einfach umzusetzende Energiespartipps geachtet.

## **2. Einleitung**

### **Energiewende im ländlichen Raum**

Deutschland hat sich für die Energiewende entschieden. Es soll ein Ende der Nutzung "ergrauter" Energiequellen (Erdöl, Kohle, Atomenergie) und deren Folgen herbeigeführt werden. Der Umbau der Energieversorgung ist eine Herausforderung für alle Beteiligten. Bis zum Jahr 2021 soll laut dem Bayerischen Energiekonzept der Anteil Erneuerbarer Energien am Stromverbrauch 50 % betragen und die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf in Bayern auf deutlich unter 6 Tonnen pro Jahr reduziert werden. Zurzeit liegt der bundesweite CO<sub>2</sub>-Ausstoß pro Kopf bei 9 Tonnen [1].

Um die Energiewende im ländlichen Raum schneller voran zu bringen, wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (BaySt-MELF) landesweit neutrale Fachberater für Landwirte, Kommunen und Investoren eingestellt. Sie erarbeiten Beratungsunterlagen, begleiten kommunale Energiekonzepte und initiieren neue Projekte. Unter anderem wird auch bedarfsgerechte angewandte Forschung betrieben, um einen raschen Wissenstransfer in die Praxis zu erzielen.

Zwei dieser Stellen ergaben sich an der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG), für die Abteilungen Landespflege/ Weinbau (Ina Dick) und Gartenbau (Sebastian Olschowski).

### **Energiewende im GaLaBau**

Die Mechanisierung im Garten- und Landschaftsbau steigt stetig an. Die Energie wird immer teurer, daher ist der GaLaBau gezwungen der Entwicklung entgegenzuwirken und seine Energiekosten zu senken. Wie die Garten- und Landschaftsbaubranche ihren Beitrag zur Energiewende leisten kann, und somit auch zu unerschöpflicher und kostengünstiger Energie kommen kann, wird von der LWG mit verschiedenen Untersuchungen zum Energieverbrauch sowie Maßnahmenentwicklung und -prüfung ausgearbeitet.

## **3. Versuche und Projekte**

### **3.1 Energieverbrauch in Garten- und Landschaftsbauunternehmen**

#### **3.1.1 Zielsetzung**

In der Grünen Branche wurde der Wirtschaftlichkeit des Energieeinsatzes bislang wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Da aber der Maschineneinsatz und die Energiepreise immer mehr wachsen, sollte diesem Thema mehr Beachtung geschenkt werden. Es bestehen noch viele Fragen bezüglich Energiekosten und Energieverbrauch, CO<sub>2</sub>-Ausstoß und Verbesserungen z.B. Effizienzsteigerung und nachhaltigem Umgang mit Ressourcen. Auch der Verband für Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e.V. Bayern (VGL Bayern) sieht die Notwendigkeit und hat sich vorgenommen die Dienstleistungen und das Produkt Garten bis Park umweltschonender zu verrichten und errichten.

Leitsatz – Umwelt. Bundesverband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau e. V. (BGL) [2]:

„Durch unsere Arbeit fördern wir eine intakte und lebenswerte Umwelt. Um diese auch für zukünftige Generationen zu erhalten, haben wir uns verpflichtet, umweltschonend zu handeln sowie entsprechende Maschinen und Techniken einzusetzen. Dazu gehört auch die Verwendung von standortgerechten Pflanzen, ökologisch ausgerichteten Baustoffen, der sparsame Umgang mit Ressourcen sowie die Vermeidung von Abfällen.

Das Bewusstsein unserer Mitarbeiter für einen verantwortungsvollen Umgang mit der Natur wird durch die vorbildhafte Haltung der Unternehmer im Betrieb geschult.

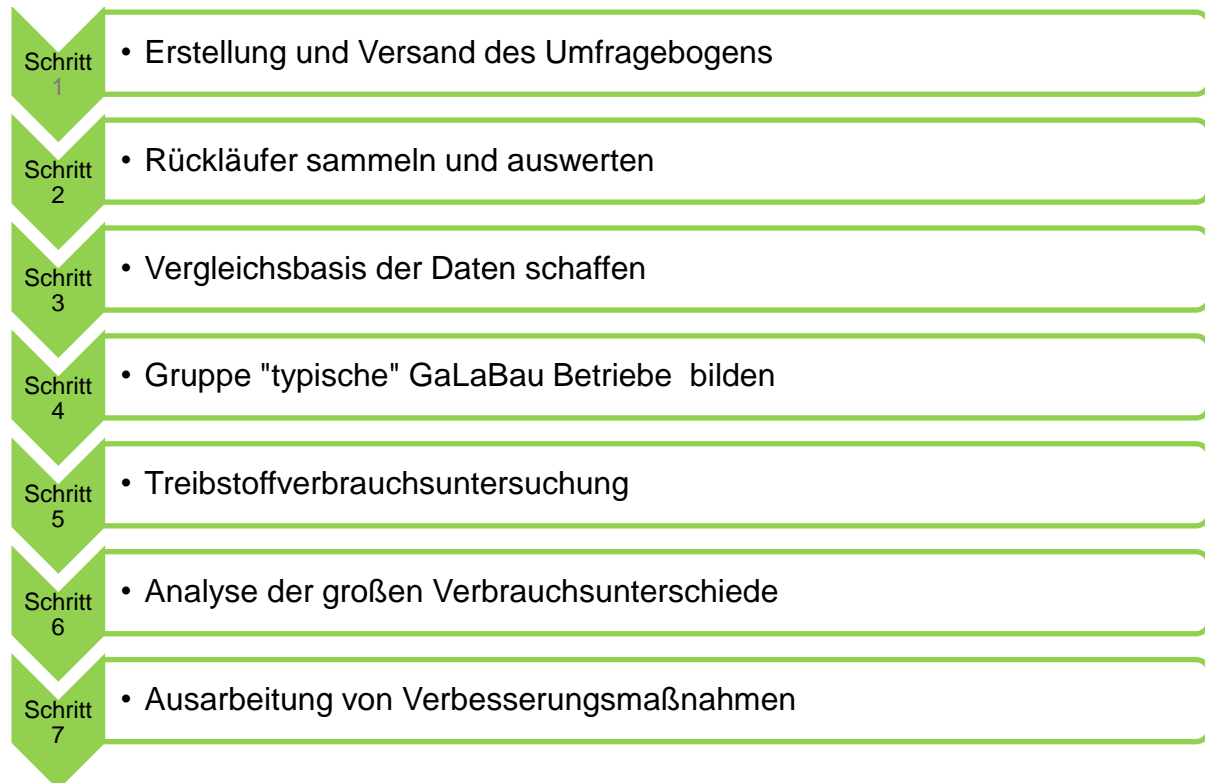
Im Interesse der Allgemeinheit wollen wir unser Wissen und Können bei der nationalen Umsetzung der Beschlüsse der UN-Konferenz von Rio de Janeiro für Umwelt und Entwicklung einbringen. Die Agenda 21, ein Konzept zur nachhaltigen, umweltgerechten Entwicklung, unterstützen wir ausdrücklich. Zusätzlich wollen wir das Umweltbewusstsein in Politik und Gesellschaft erhöhen.“

Deshalb unterstützte der VGL Bayern die Erhebung statistischer Daten zum Energieverbrauch von GaLaBau-Betrieben durch die LWG, die eine Grundlage für Hochrechnungen und Branchenvergleiche schaffen soll. Außerdem können die erfassten Daten als Vergleichswerte bei der einzelbetrieblichen Verbrauchsanalyse herangezogen werden. Die Betriebe bekommen die Möglichkeit ihren Verbrauch mit dem Durchschnittsverbrauch zu vergleichen. Danach werden zur Einsparung von Energie Lösungsansätze entwickelt. Durch die Energieeinsparmaßnahmen wird der Treibhausgas-Ausstoß minimiert, die Umwelt geschont, betriebliche Kosten gesenkt und die eigene Konkurrenzfähigkeit gesteigert.

Da das Fraunhofer Institut eine ähnliche Erhebung für die Branchen Landwirtschaft, Gartenbau und Baubranche durchgeführt hat, war das Ziel der Untersuchung vergleichbare Ergebnisse der GaLaBau Branche mit den anderen Branchen zu bekommen.

### 3.1.2 Material und Methode

Folgende Darstellung zeigt den zeitlichen und methodischen Ablauf der Untersuchung.



Die einzelnen Schritte werden im Folgenden erklärt:



Der Fragebogen wurde in der Mitgliederbekanntmachung des VGL Bayern veröffentlicht und hat somit ca. 500 Mitgliedsbetriebe angesprochen. Zusätzlich stand dieser auf der LWG Homepage zum Download und Druck bereit (siehe Abb. 1-2).





**Bayerische Landesanstalt für  
Weinbau und Gartenbau**

**Untersuchung zum Energieverbrauch im Garten- und Landschafts- und Sportplatzbau**  
Befragungszeitraum 02.12.12 bis 10.01.13

-Rückantwort-  
Bay. Landesanstalt für Wein- und Gartenbau  
Frau Ina Dick - Abteilung Landespflege  
An der Steige 15  
97209 Veitshöchheim  
-vertraulich-

**Absender:**  
Firma: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
Firmensitz: \_\_\_\_\_  
Ansprechpartner: \_\_\_\_\_  
Telefon: \_\_\_\_\_  
Email: \_\_\_\_\_

Fax: 0931/9801-400

Veitshöchheim, 06.12.12

**Fragebogen zu Energieverbrauch**

1. Wie hoch schätzen Sie Ihren Energiekostenanteil inkl. Treibstoff an Ihrem Umsatz ein? \_\_\_\_\_ %

2. Welche der folgenden Aussagen zum Thema Energieeinsparung treffen auf Ihren Betrieb zu?

- In den letzten Jahren wurden energiesparende Maßnahmen ergriffen     Es besteht Handlungsbedarf  
 Maßnahmen laufen gerade oder sind in Kürze geplant                     Kein Interesse an diesem Thema

3. Bitte geben Sie den Energieverbrauch für das Kalenderjahr 2011 an. (falls Menge nicht bekannt, in Euro)

Energieform	Energieart (Beispiele: Erdgas, Heizöl, Diesel)	Menge kWh, Liter, m <sup>3</sup> , etc.	Zeitraum (wenn nicht vom 01.01- 31.12.11)
Wärme			
Strom			
Treibstoff			

4. Bitte geben Sie NUR die Gebäudefläche an, für die obiger Strom- und Wärmeverbrauch angefallen ist.

Gebäude	Fläche	Baujahr / Jahr der letzten energetischen Sanierung			
		vor 1977	1977-2002	2003-2008	ab 2009
Büro, Sozialräume	m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Werkstatt, Maschinenhalle	m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Privat genutzte Fläche	m <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gesamt	m <sup>2</sup>				

Wie viele Personen nutzen die privaten Räumlichkeiten? \_\_\_\_\_

Bitte wenden!

Seite 1 von 2

Abbildung 1: Fragebogen zum Energieverbrauch in den GaLaBau Betrieben. Seite 1.

**5. Für den Vergleich Ihrer Verbrauchswerte benötigen wir noch die Mitarbeiterzahl und ihre Verteilung in der Hauptsaison.**

	Büro, Betriebshof	Baustelle
Mitarbeiter insgesamt, inkl. Geschäftsführung:		
Falls bekannt: produktive Arbeitskraftstunden		

**6. Damit wir statistische Vergleiche erstellen können, benötigen wir den Umsatz und die Verteilung auf die Auftraggeber. Alle Angaben für das Jahr 2011?**

Umsatz Gesamt	Privat	Öffentliche	Wohnungsbau	Industrie	General- unternehmer	Sonstiges
Tsd.€	%	%	%	%	%	%

**7. Bitte geben Sie uns Informationen über besondere Tätigkeiten Ihres Betriebes.**

a.) Führen Sie Arbeiten aus, die nicht zu den klassischen GaLaBau Aufgabenfeldern gehören?  
*Zum Beispiel: Winterdienst, Holzfällungen im Forst, etc.*

b.) Welche energieintensiven Spezialmaschinen besitzen und benutzen Sie?  
*Zum Beispiel Asphaltfertiger, Forstmulcher, Siebanlagen, etc.*

c.) Welche Arbeit vergeben Sie regelmäßig an Subunternehmer?

**8. Welche Ansätze zur Reduzierung von Energieverbrauch und Kosten können Sie sich vorstellen?**

- |   |   |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Gebäudedämmung/-sanierung                      | <input type="checkbox"/> Beauftragung einer Energieberatung               |
| <input type="checkbox"/> Umstellung auf regenerative Energiequellen     | <input type="checkbox"/> Anschaffung von spritsparenden Maschinen         |
| <input type="checkbox"/> Optimierung der Steuerung (Gebäudeleittechnik) | <input type="checkbox"/> Mitarbeiterschulung zur spritsparenden Fahrweise |
| <input type="checkbox"/>  | <input type="checkbox"/>  |

**Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.**

Kontaktperson:

Ina Dick

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau  
 -Abteilung Landespflege- B.Eng. Landschaftsarchitektur

An der Steige 15, 97209 Veitshöchheim, Tel.: 0931/ 9801 428, Fax.: 0931/9801-400

E-Mail: [Ina.Dick@lwg.bayern.de](mailto:Ina.Dick@lwg.bayern.de), [www.lwg.bayern.de](http://www.lwg.bayern.de)

zu Abbildung 2: Fragebogen zum Energieverbrauch in den GaLaBau Betrieben. Seite 2.

## Erläuterungen zum Fragebogen

Die Kontaktdaten der Betriebe wurden nur intern für Rückfragen verwendet. Außerdem wurde die Verteilung der Teilnahme über Bayern geprüft. Die Daten wurden anonymisiert veröffentlicht.

**Frage 1: Wie hoch schätzen Sie Ihren Energiekostenanteil inkl. Treibstoff an Ihrem Umsatz ein?** Mit der ersten Frage sollte geprüft werden ob die Betriebsleiter ihre Energiekosten im Blick haben.

**Frage 2: Welche der folgenden Aussagen zum Thema Energieeinsparung treffen auf Ihren Betrieb zu?** Diese Frage beantwortet wie viel und ob überhaupt Anstrengungen im Bereich Energieeinsparung getroffen worden sind und wie weit nachhaltig und energiesparend die Betriebsleiter denken.

**Frage 3: Bitte geben Sie den Energieverbrauch für das Kalenderjahr 2011 an.** Hier wurden die Menge der Verbräuche und die benutzten Energiearten abgefragt.

**Frage 4: Bitte geben Sie NUR die Gebäudefläche an, für die obiger Strom- und Wärmeverbrauch angefallen ist.** Damit der Heizwärmebedarf mit anderen Branchen verglichen werden konnte, wurde sich stark an der von der Fraunhofer Institut durchgeführten „Studie Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) in Deutschland für die Jahre 2007 bis 2010“ [3] orientiert. Die Baujahresklassen und die Abfrage der privaten Nutzung waren wichtig, da dieser Verbrauch später von dem betrieblichen Verbrauch abgezogen werden musste.

**Frage 5: Für den Vergleich Ihrer Verbrauchswerte benötigen wir noch die Mitarbeiterzahl und ihre Verteilung in der Hauptsaison.**

Es wurde die gesamte Mitarbeiterzahl (Erwerbstätige) erhoben, dabei wurde nicht nach Arbeitszeit und Funktion im Betrieb unterschieden. Es war das Ziel die Daten mit denen aus denen der anderen Branchen Baugewerbe, Landwirtschaft und Gartenbau vergleichen zu können.

**Frage 6: Damit wir statistische Vergleiche erstellen können, benötigen wir den Umsatz und die Verteilung auf die Auftraggeber.** Im GaLaBau gibt es fünf typische Auftraggeber Arten die gleichzeitig auch etwas über die Spezialisierung des Betriebs aussagen. Da ein Betrieb sich nicht ausschließlich auf einen Auftraggeber konzentriert, sondern mehrere Auftraggeber bedienen kann, wurde die Verteilung der Tätigkeiten auf die Auftraggeber in Prozent abgefragt. Ganz wichtig war auch die Umsatzfrage, da mit diesem Wert Hochrechnungen auf die gesamte Branche und auch verschiedene Kostenberechnungen möglich werden.

**Frage 7: Bitte geben Sie uns Informationen über besondere Tätigkeiten Ihres Betriebes. a.) Führen Sie Arbeiten aus, die nicht zu den klassischen GaLaBau Aufgabefeldern gehören? b.) Welche energieintensiven Spezialmaschinen besitzen und benutzen Sie? c.) Welche Arbeit vergeben Sie regelmäßig an Subunternehmer?** Um abweichenden Treibstoffverbräuche zwischen sonst gleich großen und gleich aufgestellten Betrieben begründen zu können, wurden zusätzlich die vom Betrieb ausgeführten GaLaBau untypischen Tätigkeiten abgefragt. Einige Betriebe nutzen die Pause im Winter, um sich mit Winterdienst oder Forstarbeiten zu beschäftigen. Dieser Verbrauch ist für den GaLaBau untypisch. Auch die Information ob die Firma alle Tätigkeiten selber ausführt oder einige energieintensiven Aufgaben an Subunternehmen vergibt, erleichtert den Vergleich.

**Frage 8: Welche Ansätze zur Reduzierung von Energieverbrauch und Kosten können Sie sich vorstellen?** Da es viele Bereiche gibt Energie eingespart werden kann, wurden die Betriebe befragt wo sie selbst sinnvolle Ansätze sehen.

Schritt  
2

- Rückläufer sammeln und auswerten

Die Auswertung erfolgte anonymisiert. Jedem Betrieb wurde eine Betriebsnummer nach Posteingang zugeteilt.

Schritt  
3

- Vergleichsbasis der Daten schaffen

Um eine Vergleichsbasis zwischen den Betrieben zu schaffen, wurden Durchschnittswerte errechnet.

### Berechnungen

Für die Berechnung von Kennzahlen und den Vergleich der Energieverbräuche wurden die im Folgenden dargelegten Formeln und Umrechnungswerte verwendet.

Die Referenzgröße „Umsatz“ erlaubt einen Vergleich unter den Betrieben:

Tatsächlicher Energiekostenanteil vom Umsatz

$$= \frac{\text{Energiekosten(Strom, Wärme, Treibstoff) in €}}{\text{Umsatz in €}} * 100$$

$$\text{Abweichung zwischen geschätztem und tatsächlichen Energiekostenanteil in \%} = \text{geschätzter Energiekostenanteil am Umsatz} - \text{tatsächlicher Energiekostenanteil in \%}$$

Tabelle 1: Zu erwartender Heizenergiebedarf in kWh/ (m<sup>2</sup>\*a) nach Gebäudebaujahr und Nutzungsart.

Nutzungsart	Nach Baujahr/Jahr der letzten energetischen Sanierung			
	bis 1977	1977-2002	2003-2008	ab 2009
Büro	300	170	75	55
Werkstatt, Maschinenhalle	150	85	37	27
Privat	300	170	75	55

Die Kennwerte in der Tabelle 1 wurden aus Datengrundlagen der Förderstufen der KfW Bankengruppe und den Schätzwerten des Ingenieurbüro [http://energieberatung.ibs-hlk.de/eb\\_begr.htm](http://energieberatung.ibs-hlk.de/eb_begr.htm) geschätzt. Die Werte für die Werkstatt und Maschinenhalle wurden aus den Schätzwerten der Büro- und Privatraumverbrauchswerten errechnet. Man nahm an, dass diese Räume ca. die Hälfte an Heizwärmebedarf benötigen als stark beheizte Räume wie zum Beispiel Büroräume.

Bei Gebäuden mit gemischter Wohn- und Betriebs-/Büronutzung kann der erhobener Heizenergieverbrauch wegen fehlender Messeinrichtung nicht exakt zwischen privatem und gewerblichen Verbrauch aufgeteilt werden. Für die Umrechnung

wurden die in Tabelle 1 angegebenen Werte für den zu erwartenden (maximalen) Heizenergiebedarf festgelegt. Anhand der erhobenen Daten zu Fläche und Baujahr/Sanierungsjahr ließ sich für jedes Unternehmen die prozentuale Verteilung des zu erwartenden Heizenergiebedarfs für die verschiedenen Nutzungen abschätzen. Mit Hilfe dieser individuellen Verteilungswerte konnte der tatsächliche Gesamt-Heizenergieverbrauch für die weitere Auswertung auf die verschiedenen Nutzungsarten aufgeteilt werden.

Um mit den Heizenergiekennwerten den angegebenen Privatverbrauch vom betrieblichen Verbrauch zu trennen wurden Gebäudealter und Flächengrößen der Büroräume, privat genutzter Räume, der Maschinenhallen und der Werkstatt abgefragt.

Verbrauchsangaben erfolgen in den für die Energieträger jeweils typischen Maßeinheiten. Beispielsweise wird die Heizölabgabe in Litern verbucht. Vereinzelt sind auch mehrere Maßeinheiten für ein und denselben Energieträger üblich. Beispielsweise kann der Verbrauch an Flüssiggas in der Masseneinheit kg oder der Volumeneinheit Liter erfolgen.

Um die Vergleichbarkeit beim Verbrauch an unterschiedlichen Energieträgern wie Öl oder Gas herzustellen und um die Verbrauchswerte addieren zu können, ist eine Umrechnung der Maßeinheiten in eine gemeinsame Energieeinheit notwendig. Für die Darstellung der Verbräuche wurde die in der Praxis üblicherweise verwendete Energieeinheit Kilowattstunde (kWh) gewählt. Bei Treibstoffangaben wurden Benzin- und 2-Takt Gemisch Verbräuche in Diesel und in kWh umgerechnet.

Tabelle 2: Umrechnungstabelle Energiepreise und Energiegehalt.

	Energiearten	Einheit	kWh	Quelle	Einheit	€	Quelle
Wärme	Heizöl	Liter	9,927	1	Liter	0,8162	3
	Flüssiggas	Liter	7,6615	1	Liter	0,52	4
	Erdgas	m <sup>3</sup>	9,769	1	kWh	0,0666	3
	Pellets, Briketts	kg	5,139	1	kWh	0,05	5
	Hackschnitzel	srm	897,5	2	kWh	0,028	5
	Holzsplit	rm	1610	2	kWh	0,052	5
	Strom	kWh	-	-	kWh	0,2508	3
Fernwärme	kWh	-	-	kWh	0,0823	3	
Strom	-	-	-	-	kWh	0,2508	3
Treibstoffe	Benzin	Liter	9,0109	1	Liter	1,56	3
	Diesel	Liter	9,9643	1	Liter	1,43	3
	2 Takt Gemisch	Liter	9,0109	1	Liter	3,17	6

## Quellen:

- 1 Energieeinheitenumrechner von AG Energiebilanzen e.V.
- 2 Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Traunstein
- 3 Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi)
- 4 Bund der Energieverbraucher
- 5 Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. FNR 2011
- 6 Eigene Berechnung. Mittelwert aus teurem Gemisch und billigem Gemisch.  
Teures Gemisch = 5L benzolarm Einkauf 4,55€/L (Mittelwert zweier Produkte Aspen2 und Stihl Motomix).  
Billiges Gemisch=10 L selbstgemischter 2 Takt Gemisch. Nicht benzolarm.  
Mischverhältnis: 1:50. 9,8 Liter Benzin zum Preis von 1,56€/ l und 0,2 Liter 2 Takt Öl von der Tankstelle Shell zum Preis von 13,49 €/l (Mittelwert aus zwei Ölprodukten 14,99€/ l und 11,99€/ l). Preis vom günstigen Gemisch 1,799 €/l.

Da mit der Umfrage keine Holzmaterialeigenschaften wie Holzart und Wassergehalt (W) abgefragt wurden, hat man für die Energiegehaltumrechnung einen Mittelwert aus zwei üblichen Holzmaterialien als Grundlage gebildet.

### Scheitholz/Brennholz in Raummeter

1 rm Fichten-Brennholz (W=20%) ca. 1330 kWh

1 rm Buchen-Brennholz (W=20%) ca. 1890 kWh

(Quelle: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Traunstein)

Mittelwert:  $1610 \text{ kWh}/\text{rm} = \frac{1330 \text{ kWh}/\text{rm} + 1890 \text{ kWh}/\text{rm}}{2}$

### Hackschnitzel in Schüttraummeter

1 srm Fichten-Hackgut (W=30%) ca. 745 kWh

1 srm Buchen- Hackgut (W=30%) ca. 1050 kWh

(Quelle: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Traunstein)

Mittelwert:  $897,5 \text{ kWh}/\text{srm} = \frac{745 \text{ kWh}/\text{srm} + 1050 \text{ kWh}/\text{srm}}{2}$

Energieverbrauch in Petajoul (PJ) gilt: 1 Mrd. kWh = 1 TWh = 3,6 PJ.



Schritt  
4

- Gruppe "typische" GaLaBau Betriebe bilden

Betriebe die ähnliche Eigenschaften haben und die Mehrheit im Rücklauf ausmachen, wurden zu einer Gruppe „der typische GaLaBau Betrieb“ zusammengefasst. Diese Gruppe besteht aus 16 Betrieben (von 43 Betrieben) und ergibt 25% der abgefragten Betriebe. Die Betriebe dieser Gruppe haben folgende identische Eigenschaften:

- 6 bis 15 Mitarbeiter
- Betriebsgröße 2
- min. 60% des Umsatzes von privaten Auftraggebern

Die Gruppe der „typischen Betriebe“ wurde für den Schritt 5 „Treibstoffverbrauchsuntersuchung“ herangezogen. Es sollten gerade in den für die Branche repräsentativen Betrieben die Energieverbräuche genauer ermittelt werden.

Um den Dieserverbrauch pro Baustellenmitarbeiter und Jahr hochzurechnen wurde der Verbrauch des dreimonatigen Untersuchungszeitraums mit 3 multipliziert. Da der GaLaBauer eine Winterpause einlegt, ergibt die Multiplikation mit 3 eine Arbeitszeit von ca. 9 Monaten im Jahr.

Schritt  
5

- Treibstoffverbrauchsuntersuchung

Da der Treibstoffverbrauch den überwiegenden Teil am Gesamtverbrauch (91%) ausgemacht hat, sollte dieser genauer untersucht werden. Daher wurde eine 3-monatige Treibstoffmessung in der Hauptsaison (Mai- August 2013) durchgeführt. Dabei wurden die Daten von Transport-, Baumaschinen und Kleingeräten von den Betriebszugehörigen selbstständig aufgenommen. Parallel dazu wurde der Maschinenbestand mit Leistungsdaten, Baujahr und Nutzungsintensität erfasst. Dafür wurden sowohl Betriebe aus der Gruppe „typische GaLaBau Betrieb“ als auch Betriebe, die schwerpunktmäßig den öffentlichen Auftraggeber haben, ausgewählt. Mit speziellen Aufnahmelisten („Fahrtenbuch“) für die Betankung der Baumaschinen und Transportfahrzeuge konnten vier Betriebe ihre Daten sammeln und zur Verfügung stellen. Der Verbrauch von Kleingeräten konnte wegen der ungenauen Betankung der Kanister nur schwer oder gar nicht aufgenommen werden (Ausfülllisten siehe Anhang).

### 3.1.3 Ergebnisse

Allgemeine Umfrageergebnisse: 47 Umfragebögen aus ganz Bayern kamen zurück. Davon konnten 43 Bögen in die Auswertung genommen werden. Voraussetzungen für die Auswertung waren folgende Kriterien:

- Betriebssitz in Bayern
- keine für den GaLaBauer branchenfremden Nebentätigkeiten z. B. Natursteinverkauf, Gewächshäuser
- vollständige Angaben



Abbildung 2: Verteilung der teilnehmenden Betriebe (49) an der Energieverbrauchsumfrage auf Bayern.



Die Betriebe im Garten- und Landschaftsbau sind hinsichtlich Größe und Struktur sehr unterschiedlich und daher schwer untereinander vergleichbar. Die Daten der Betriebsgröße 1 konnten nicht ausgewertet werden, da diese Gruppe nur von einem Betrieb vertreten war und diese Betriebsgröße selten Mitglied im Verband ist.

Tabelle 3: Verteilung des Rücklaufs auf die Betriebsgrößen.

Betriebsgrößen	Mitarbeiter	Rücklauf
1	1 - 5	1
2	6 - 15	24
3	16 - 30	8
4	31 - 60	5
5	ab 61	5

Die weiteren Ergebnisse werden nach der Reihenfolge der Fragen im Umfragebogen dargestellt.

**Frage 1:** Wie hoch schätzen sie ihren Energiekostenanteil inkl. Treibstoff an ihrem Umsatz ein?

Einige Betriebe konnten ihren Energiekostenanteil am Umsatz nicht richtig einschätzen. Hier dient unsere Auswertung als Aufklärung und gibt gleichzeitig Hilfestellung. Die Schätzungen des Energiekostenanteils am Umsatz lagen zwischen 0,5% und 30%.

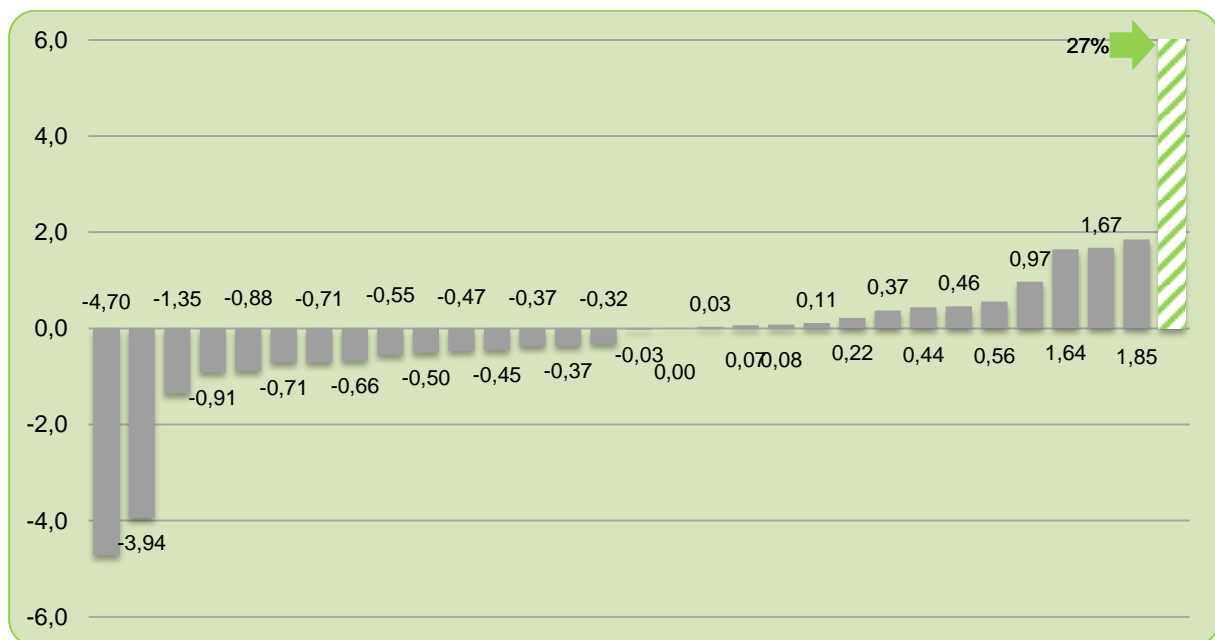


Abbildung 3: Energiekostenanteil am Umsatz. Differenzwert in % von Schätzungswert und realer Wert. n=31

**Frage 2:** Welche der folgenden Aussagen zum Thema Energieeinsparung treffen auf ihren Betrieb zu?

Laut der Untersuchung der LWG haben mehr als die Hälfte der befragten Betriebe bereits Maßnahmen zur Energieeinsparung ausgeführt oder geplant. Trotzdem sind diese Betriebe, vor allem aber die andere Hälfte der Befragten (hochgerechnet auf alle Betriebe in Bayern), das Ziel der von uns ausgearbeiteten Maßnahmen. 29 % geben sogar zu, in ihrem Betrieb Handlungsbedarf zu sehen.

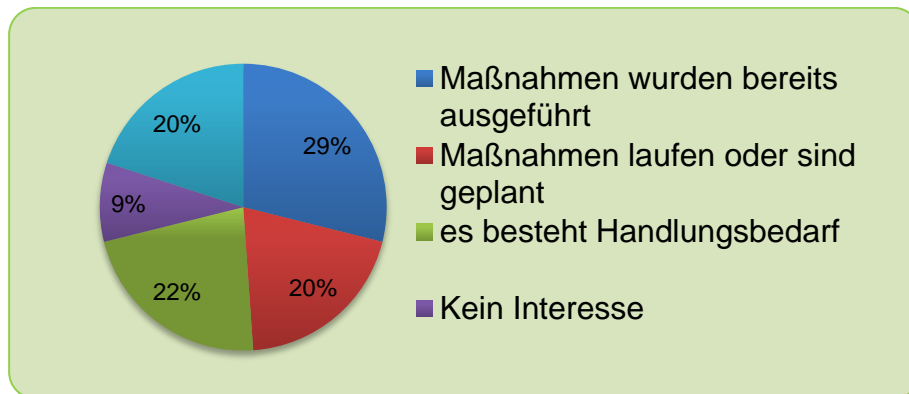


Abbildung 4: Prozentangaben der Antworten. Mehrfachnennungen möglich gewesen. n=34

**Frage 3:** Abfrage der Energieverbräuche und -kosten.

Die wichtigste Erkenntnis der Befragung zum Strom-, Wärme- und Treibstoffverbrauch ist, dass den größten Anteil am Verbrauch der Treibstoffverbrauch mit 90 % ausmacht. Mit jeweils 7 % und 3 % spielen die Wärme- und Stromkosten des Betriebshofs kaum eine Rolle. Aufgrund dieser Feststellung ist die Treibstoffuntersuchung entstanden.

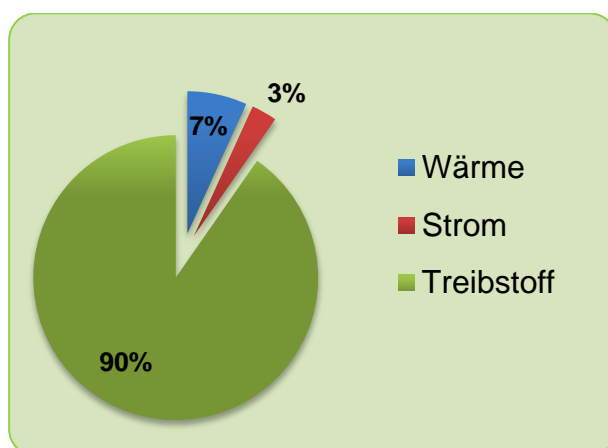


Abbildung 5: Verteilung der betrieblichen Energieverbräuche. n=29

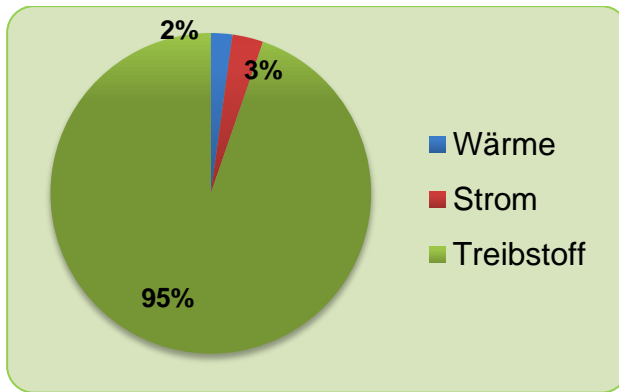


Abbildung 6: Verteilung der betrieblichen Energiekosten auf die drei Energieverbräuche Strom, Wärme und Treibstoff. n=29

Um Betriebe untereinander vergleichen zu können, mussten treffende Bezugseinheiten ausgewählt werden. Dies war die Mitarbeiterzahl (Büro-, Baustellenmitarbeiter). Baustellengröße in Fläche oder Kosten pro Quadratmeter sind keine verlässlichen Bezugseinheiten, da die Fläche unterschiedlich intensiv bebaut oder gepflegt werden kann, daher auch die Kosten für ein m<sup>2</sup> Baustelle stark variieren können.

Tabelle 4: Verbrauch auf die Mitarbeiter (MA) gerechnet.

Verbrauch	Durchschnitt	Datensätze	Spanne	
			von	bis
Heizwärmebedarf je Büromitarbeiter	8.073 kWh	31	741 kWh	31.133 kWh
Stromverbrauch je Büromitarbeiter	3.182 kWh	34	399 kWh	14.892 kWh
Treibstoffverbrauch je MA auf der Baustelle	23.520 kWh	34	995 kWh	87.188 kWh
Treibstoffverbrauch je MA auf der Baustelle in Liter Diesel	2.360 l	34	100 l	8.750 l

Die grün gefärbten Balken in den folgenden Diagrammen zeigen den niedrigsten und höchsten Wert an. Die gestrichelte horizontale Linie zeigt den Durchschnittswert an.

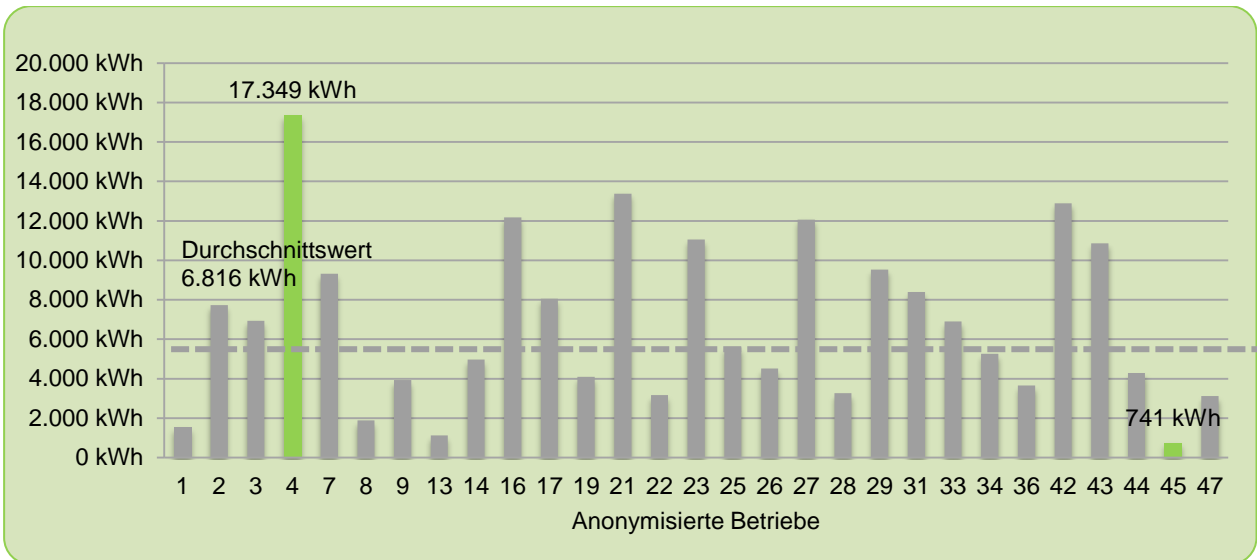


Abbildung 7: Verteilung des betrieblichen Heizwärmebedarfs für 2011 je Büromitarbeiter. n=29

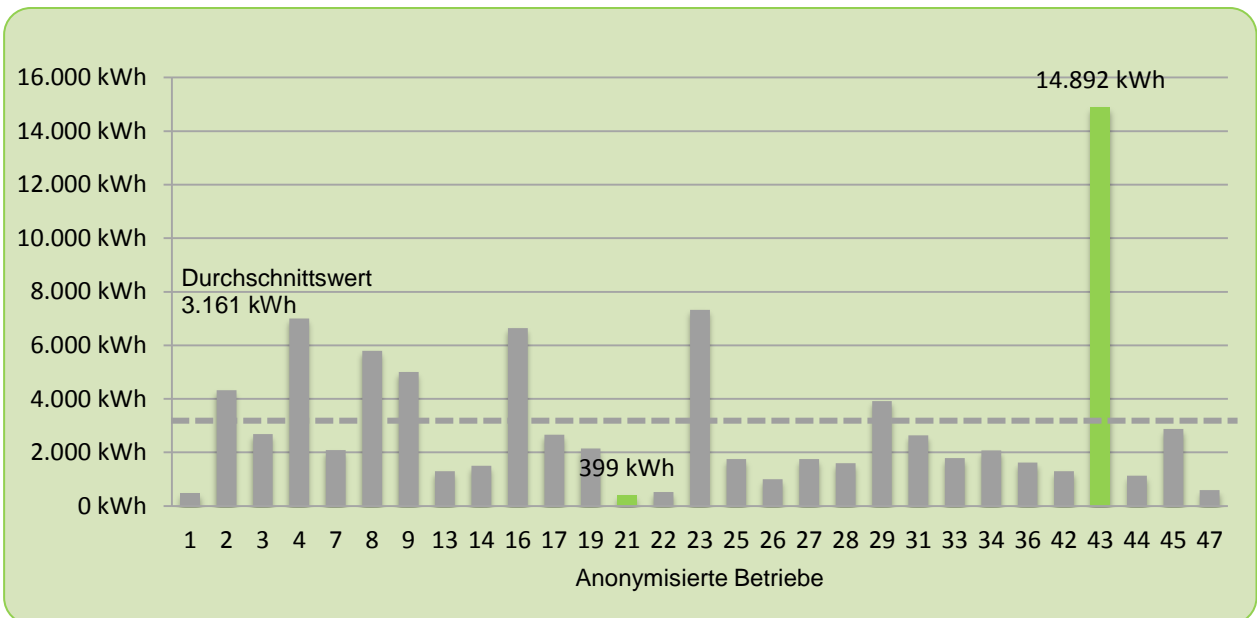


Abbildung 8: Verteilung der betrieblichen Stromverbräuche für 2011 je Büromitarbeiter. n=29

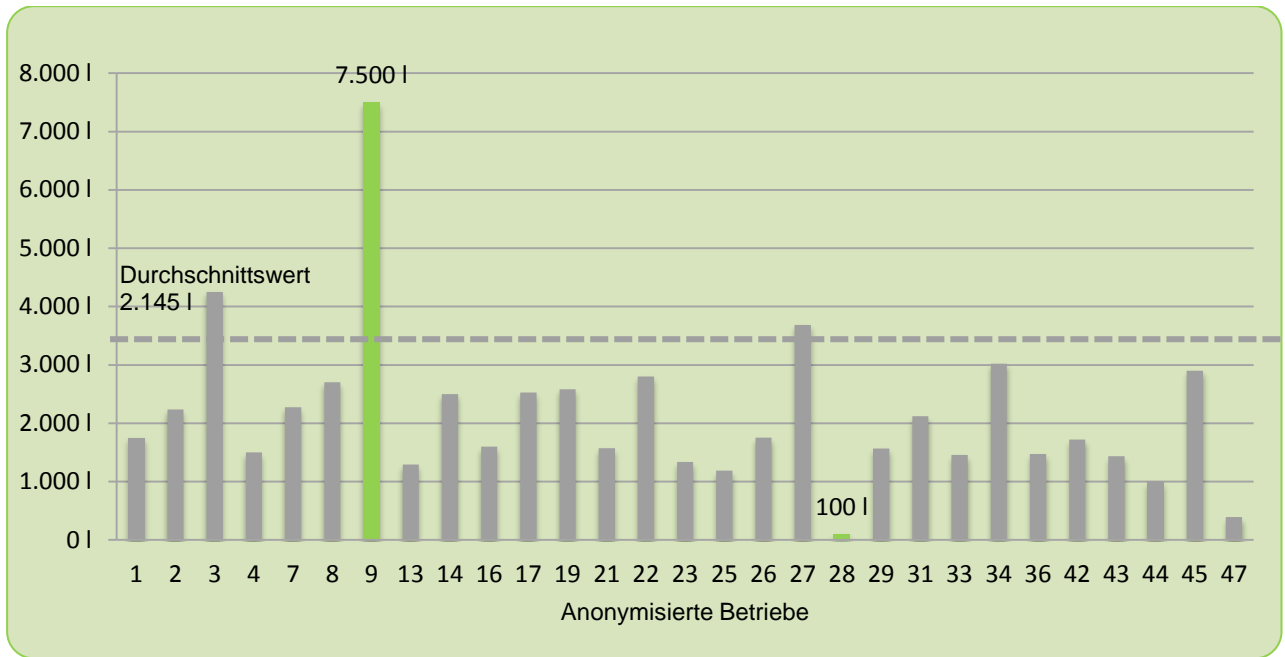


Abbildung 9: Verteilung der Treibstoffverbräuche in Liter Diesel je Baustellenmitarbeiter. n=29

In den Abbildungen 7-10 sind die deutlichen Verbrauchsunterschiede zu erkennen. Dies kann dadurch begründet werden, dass falsche Einheiten angegeben worden sind oder der Betrieb keine Verbrauchsdaten hatte und somit stark geschätzte Werte gegeben wurden.

Tabelle 5: Auswertungsübersicht aller 43 Betriebe. E.= Erwerbstätige.

Nr.	E. Büro	E. Bau- stelle	Heizwär- mebedarf kWh	Brennstoffart	Strom in kWh	Treibstoff in kWh	davon Diesel- anteil	Summe Endenergie In kWh
1	4	16	6.091	Fernwärme	1.877	278.257	98%	286.225
2	1	7	7.733	Erdgas	4.318	155.910	94%	167.961
3	2	4	13.861	Holz Scheite	5.359	169.393	88%	188.613
4	1	11	17.349	Flüssiggas	6.996	164.216	k.A.	188.562
5	2	10	k.A.	k.A.	5.982	69.680	k.A.	75.663
7	4	13	18.622	Erdgas+ Sonnenkollektor	4.183	226.531	k.A.	249.336
8	4	13	7.536	Erdgas	23.174	350.254	97%	380.964
9	4	20	15.704	Flüssiggas+ Heizöl	20.000	1.494.645	100%	1.530.349
10	3	10	k.A.	Gas	k.A.	348.402	k.A.	348.402
11	2	9	k.A.	Wärmepumpe	k.A.	137.619	k.A.	137.619
12	4	26	k.A.	Holz+PV	k.A.	403.554	99%	403.554
13	2	8	2.250	Wärmepumpe	2.600	102.939	k.A.	107.789
14	8	6	39.708	Heizöl	12.000	149.465	100%	201.173
15	11	36	k.A.	Hackschnitzel+ Flüssiggas	k.A.	719.253	100%	719.253
16	3	14	36.505	Holz+Heizöl	19.936	222.977	k.A.	279.418
17	3	9	24.150	Holz	7.974	227.632	92%	259.756
18	2	10	k.A.	Heizöl	4.432	102.145	100%	k.A.
19	16	72	65.518	Heizöl	34.281	1.853.360	100%	1.953.159
20	3	9	k.A.	k.A.	k.A.	246.248	95%	246.248
21	2	8	26.757	Heizöl	797	125.425	k.A.	152.980
22	4	10	12.649	Heizöl	2.100	279.000	100%	293.749
23	6	50	66.273	Heizöl	43.930	666.549	97%	776.752
24	1	11	k.A.	Heizöl+ Hack- schnitzel	6.000	382.629	99%	k.A.
25	8	36	44.674	Flüssiggas	14.020	425.326	97%	484.020
26	1	6	4.509	Heizöl	1.000	104.625	95%	110.134
27	16	59	193.014	Heizöl, Holz bri- ketts	27.971	2.164.764	100%	2.385.749
28	3	7	9.769	Erdgas	4.785	6.968	k.A.	21.522
29	5	25	47.650	Heizöl	19.611	390.341	100%	457.602
30	2	6	40.250	Holz Scheite	14.682	138.623	96%	193.555
31	7	28	58.706	Erdgas	18.480	591.341	100%	668.527
33	7	33	48.300	Holz	12.500	478.286	100%	539.086
34	17	63	89.380	Fernwärme	35.224	1.895.419	98%	2.020.023
35	2	6	k.A.	Holz	4.146	174.186	79%	178.332
36	1	5	3.650	Erdgas	1.625	73.373	100%	78.648
37	3	4	k.A.	k.A.	k.A.	160.265	k.A.	160.265
40	1	2	k.A.	k.A.	k.A.	13.253	94%	13.253
41	3	15	k.A.	k.A.	k.A.	160.563	90%	k.A.
42	5	5	64.400	Hackschnitzel	6.500	85.693	k.A.	156.593
43	7	60	76.000	Erdgas	104.241	856.930	93%	1.037.171
44	1	7	4.289	Wärmepumpe+ Holz	1.130	69.680	k.A.	75.099
45	3	11	2.222	Erdgas	8.612	317.743	k.A.	328.577
46	20	80	181.995	Heizöl	k.A.	6.975.010	100%	7.157.005
47	2	8	62.266	Holz	11.845	311.471	k.A.	385.582

Rechnet man die Energieverbräuche der Befragung über den Umsatz für die ganze bayerische Garten- und Landschaftsbaubranche hoch, kommt eine Menge von 198.986.740 kWh zusammen. Mit dieser Energiemenge können 44.219 Vierpersonen-Haushalte im Jahr mit Strom versorgt werden (Durchschnittlicher Stromverbrauch eines deutschen Vierpersonen-Haushalts 4.500 kWh/a [4]).

Tabelle 6: An Hand des Umsatzes hochgerechneter Energieverbrauch für die bayerische GaLaBau Branche. n=28.

	Verbräuche der befragten Betriebe	Für die Bayerische GaLaBau Branche hochgerechnete Daten
Energieverbrauch	15.225.045 kWh	198.986.740 kWh (7,16 Petajoule)
Energiekosten	2.167.973 €	28.334.753 €
Umsatz	54.324.132 €	710.000.000 €

Der Umsatz der 28 Betriebe, die alle Daten vollständig angegeben habe, beträgt 7,65 % (710.000.000 € / 54.324.132 € \* 100) am gesamten Umsatz der bayerischen GaLaBau Branche im Jahre 2011.

### Energieverbrauch verglichen mit anderen Branchen

Die Ergebnisse der LWG Untersuchung wurden mit den Daten der Fraunhofer Studie „Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD)“ [3] verglichen. Es wurden drei Branchen des GHD, die für den Vergleich mit der GaLaBau Branche interessant sind, ausgewählt.

Der Energiekostenanteil am Umsatz liegt beim GaLaBau bei 4,0 % (davon beträgt der Treibstoffkostenanteil am Umsatz 3,6 %) und im Baugewerbe bei 5,7 % [3] wobei der Wert des Baugewerbes auf Selbsteinschätzung der befragten Betriebe beruht.

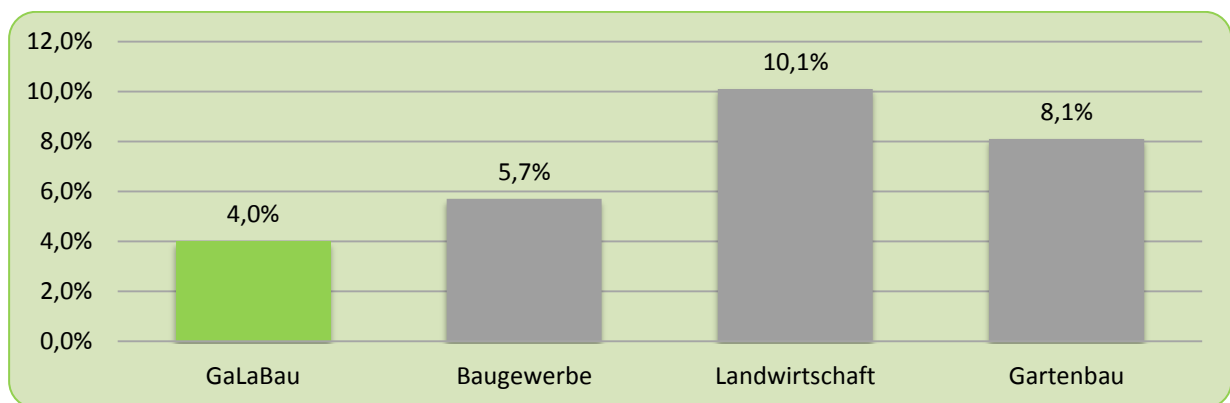


Abbildung 10: Anteil der Energiekosten am Umsatz. Branchendaten der Fraunhofer Studie [3]. n=28

Vergleicht man den Energieverbrauch pro Erwerbstätigen der GaLaBau-Branche von 19.023 kWh mit der Baubranche von 6.981 kWh ist dieser fast dreimal so groß. Dies kann einerseits daran liegen, dass sich bisher vor allem größere Landschaftsbaubetriebe mit reicher Maschinenausstattung an der Umfrage beteiligt haben. Die Gründe dürften andererseits auch darauf zurückzuführen sein, dass in dem Branchenschnitt der Fraunhofer Studie [3] viele Handwerksbetriebe wie Elektroinstallateure und Maler einfließen, die einen sehr geringen Energiebedarf haben.

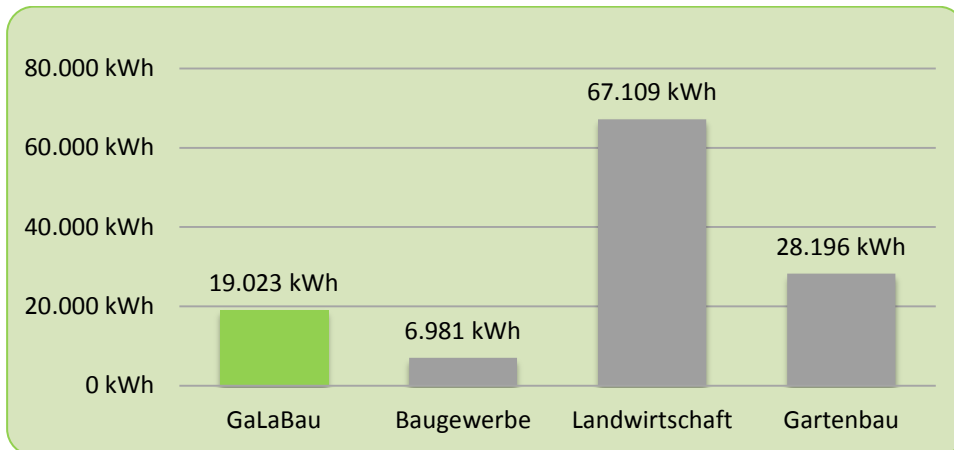


Abbildung 11: Energieverbrauch in kWh pro Erwerbstätigen im Vergleich mit anderen Branchen. Branchendaten der Fraunhofer Studie [3]. GaLaBau Wert aus der LWG Untersuchung n=29



## Energieverbrauch nach Betriebsgrößen

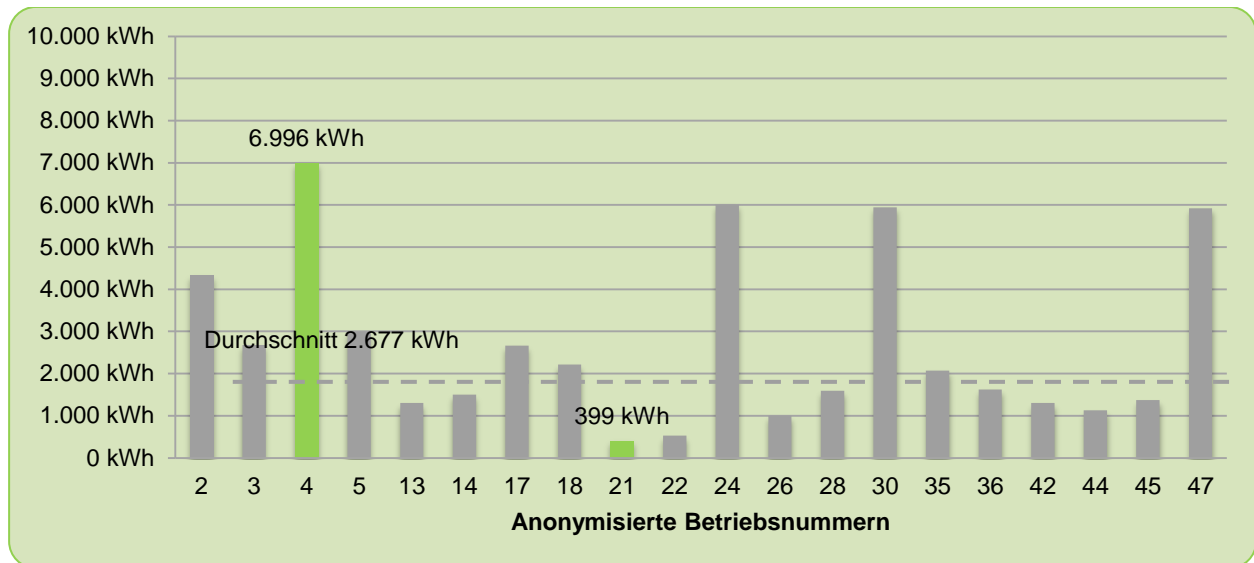


Abbildung 12: Stromverbrauch in kWh je Büromitarbeiter der einzelnen Betriebe in der Betriebsgruppe 2. n=20

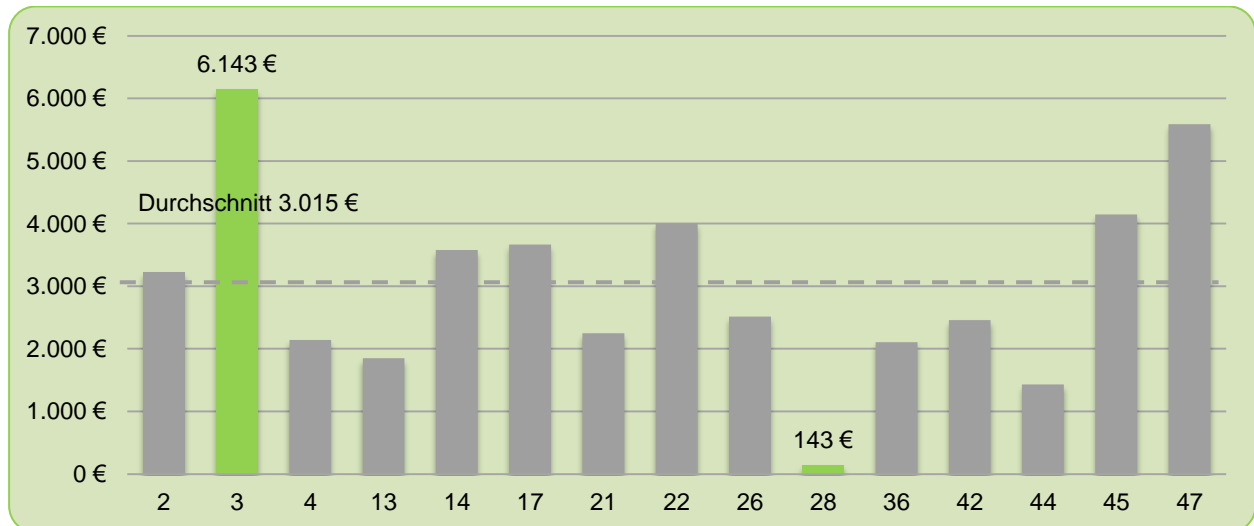


Abbildung 13: Treibstoffkosten je Baustellenmitarbeiter der einzelnen Betriebe in der Betriebsgruppe 2. n=15

Eine Schwierigkeit ergab sich bei der Trennung von Büro- oder Baustellenmitarbeitern, da einige (meistens Unternehmer) in beiden Tätigkeitsfeldern arbeiten.

Tabelle 7: Durchschnittswerte der Energieverbrauchsuntersuchung verschiedener Betriebsgrößen 2, 3, 4, 5.

	2 n≈15	3 n≈6	4 n≈4	5 n≈4
<b>Erwerbstätige gesamt (in der Hochsaison)</b>	10,3	21,6	49,0	82,0
<b>Büromitarbeiter</b>	2,5	3,9	8,3	15,2
<b>Baustellenmitarbeiter</b>	7,8	17,8	40,7	66,8
<b>Tatsächlicher Energiekostenanteil am Umsatz</b>	3,9%	4,1%	2,3%	1,5%

<b>Energieverbrauch (Strom, Wärme, Treibstoff)</b>	181.050 kWh	530.649 kWh	617.097 kWh	2.119.644 kWh
<b>Stromverbrauch</b>	5.176 kWh	14.797 kWh	22.233 kWh	32.492 kWh
<b>Wärmeverbrauch</b>	19.704 kWh	22.018 kWh	54.488 kWh	115.971 kWh
<b>Treibstoffverbrauch</b>	156.170 kWh	493.834 kWh	540.376 kWh	1.971.181 kWh
<b>Anteil Stromverbrauch in %</b>	4%	4%	3%	4%
<b>Anteil Wärmeverbrauch in %</b>	13%	6%	9%	6%
<b>Anteil Treibstoffverbrauch in %</b>	83%	90%	88%	91%
<b>Energiekosten</b>	25.199 €	77.204 €	87.369 €	186.284 €
<b>Energiekosten je Erwerbstätigen</b>	2.458 €	3.522 €	2.627 €	2.272 €
<b>Treibstoffkosten</b>	22.474 €	71.152 €	77.647 €	169.318 €
<b>Treibstoffkosten je Baustellenmitarbeiter</b>	3.015 €	4.041 €	2.182 €	2.584 €
<b>Baustellenstunden</b>	19.404 h	12.686 h	50.025 h	88.068 h
<b>Treibstoffverbrauch in Diesel Liter pro Baustellenmitarbeiter</b>	2.102 l	2.811 l	1.524 l	2.680 l

**Frage 4:** Angaben zu Gebäudealter und Gebäudefläche.

44 % der GaLaBauer nutzen ihr Betriebsgebäude auch privat. Die meisten Gebäude sind zwischen den Jahren 1977 und 2002 errichtet worden. Auch hier ergeben sich Ansatzpunkte für Effizienzsteigerung und Energieeinsparung.

Tabelle 8: Verteilung der Flächen in m<sup>2</sup> auf Büroräume, Werkstatträume, privat genutzte Räume und auf das Baujahr des Gebäudes.

	<b>bis 1977</b>	<b>1977-2002</b>	<b>2003-2008</b>	<b>ab 2009</b>
<b>Büro in m<sup>2</sup></b>	160 m <sup>2</sup>	4.999 m <sup>2</sup>	1.306 m <sup>2</sup>	175 m <sup>2</sup>
<b>In %</b>	2,4%	75,3%	19,7%	2,6%
<b>Werkstatt, Maschinenhalle</b>	2.060 m <sup>2</sup>	6.853 m <sup>2</sup>	870 m <sup>2</sup>	1.794 m <sup>2</sup>
<b>In %</b>	17,8%	59,2%	7,5%	15,5%
<b>Privat genutzte Fläche in m<sup>2</sup></b>	230 m <sup>2</sup>	1.707 m <sup>2</sup>	430 m <sup>2</sup>	558 m <sup>2</sup>
<b>In %</b>	7,9%	58,4%	14,7%	19,1%

Am häufigsten ist der Rohstoff Holz verwendet worden. Die meisten nutzen jedoch vergängliche Rohstoffe wie Heizöl und Erdgas.

Tabelle 9: Rohstoffe für die Wärmeerzeugung von 38 Betrieben.

<b>Rohstoff</b>	<b>Anzahl der Betriebe</b>
<b>Erdgas</b>	8
<b>Flüssiggas</b>	2
<b>Holz</b>	7
<b>Heizöl</b>	9

Fernwärme	2
Strom (Wärmepumpe)	2
Kombiniert aus zwei Quellen	8

Die 8 Betriebe die Energiequellen mit einander kombinieren setzen auf:

- Erdgas + Sonnenkollektoranlage
- Flüssiggas + Heizöl
- Holz + Sonnenkollektoranlage
- Holz + Flüssiggas
- Strom (Wärmepumpe) + Holz
- 3 Betriebe setzen auf Holz + Heizöl.

12 von 38 Betrieben nutzen für die Herstellung ihrer Wärme erneuerbare Energie. Zu den Erneuerbaren Energien zählen Holz und Sonnenkollektoranlagen. Da Wärmepumpen mit Strom betrieben werden und dieser meist noch aus einem Mix von Kohle, Atomkraft, Gas und Erneuerbaren Energien besteht, hat die Wärmepumpe keine Quelle aus regenerativer Energie, ist aber eine effiziente Anlage und trägt somit zur Energiewende bei.

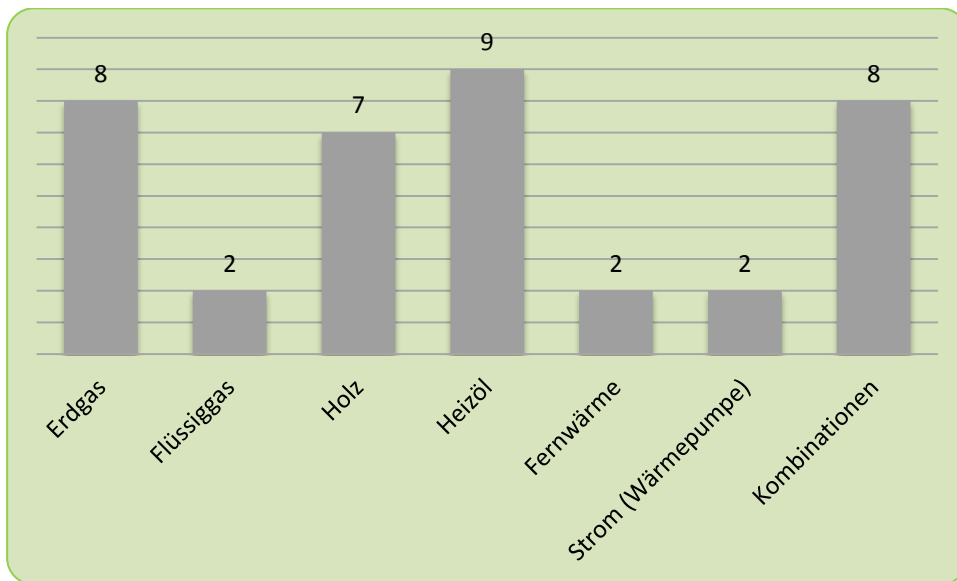


Abbildung 14: Verteilung der Energiequellen für Wärmeerzeugung. n=38

**Frage 5:** Verteilung der Mitarbeiterzahl auf die Betriebsgrößen in der Hauptsaisonzeit.

Die Ergebnisse sind in der Tabelle 7 dargestellt.

**Frage 6:** Umsatz und Verteilung der Aufträge auf die Auftraggeber.

Tabelle 10: Durchschnittlicher Umsatz aller Betriebsgruppen. n=37

	Datensätze	Durchschnitt
<b>Umsatz der Betriebe</b>	37	1.680.679 €
<b>Umsatz pro Mitarbeiter</b>	37	78.418 €

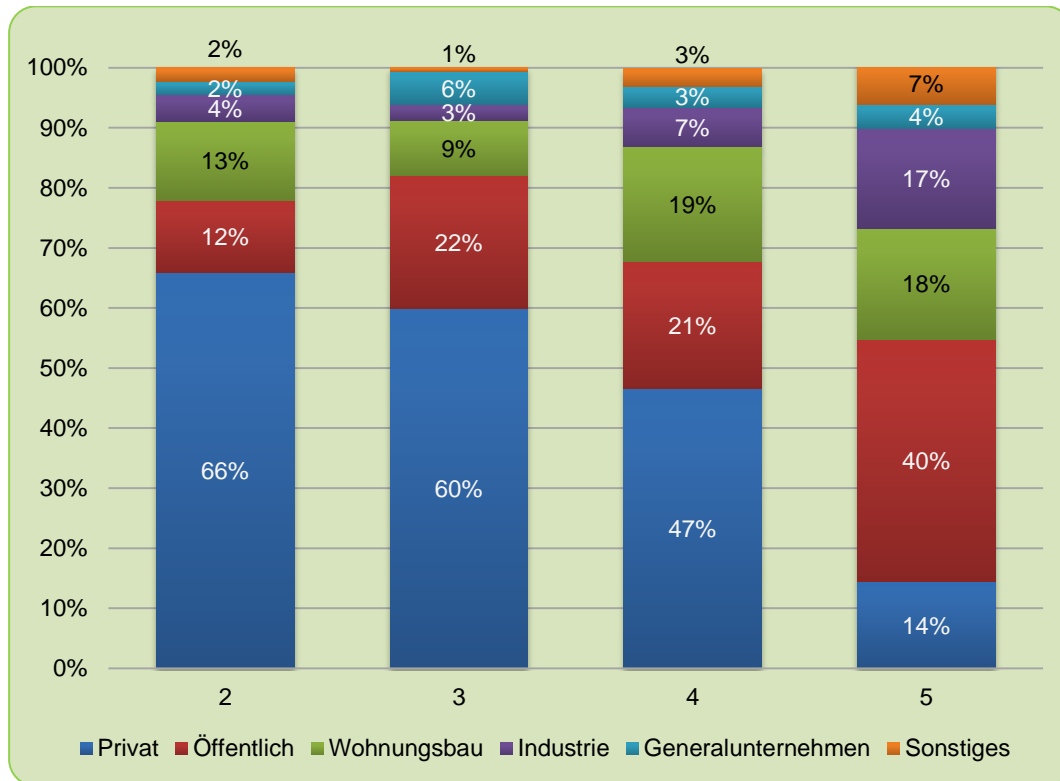


Abbildung 15: Verteilung der Auftraggeber in % in den Betriebsgrößen 2-5.

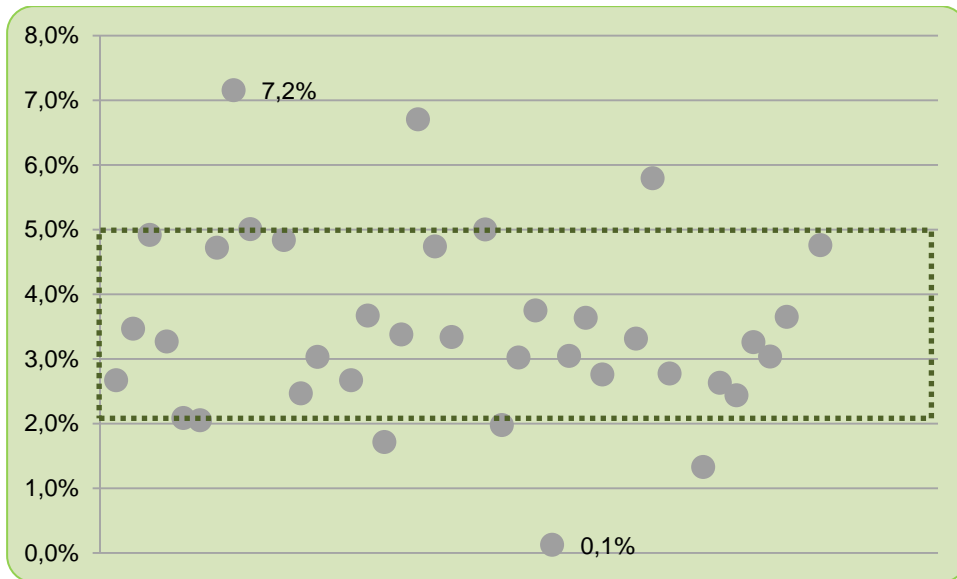


Abbildung 16: Tatsächlicher Treibstoffkostenanteil am Umsatz in % aller Betriebe. n=37

### Frage 7: Ausübung besonderer Tätigkeiten.

12 von 31 Betrieben führen neben ihrer Garten- und Landschaftsbautätigkeit zusätzlich spezielle Tätigkeiten aus. Diese sind zum Beispiel Winterdienst, Holzfällarbeiten, Baumpflege, Zaunbau, Schlosserarbeiten, große Erdarbeiten, Sanierung von Forst- und Flurwegen. Der Winterdienst wird gerne als eine Übergangstätigkeit in den kalten Monaten gesehen, in denen die Arbeit des Gärtners ruht.

Tabelle 11: Antworten auf die Frage 7 (siehe oben) a, b, c.

		Datensätze	Betriebe	Prozent
<b>a</b>	<b>Ausüben von GaLaBau fremde Tätigkeiten</b>	43	12	28 %
	Winterdienst, Holzfällarbeiten, Baumpflege, Zaunbau, Schlosserarbeiten, große Erdarbeiten, Sanierung von Forst- und Flurwegen, Kompostierung			
<b>b</b>	<b>Nutzung von Spezialmaschinen</b>	43	5	12 %
	Forstmulcher, Elektrostapler, Winterdienstanbaugeräte, Siebanlage, Häcksler			
<b>c</b>	<b>Arbeiten an Subunternehmen vergeben</b>	43	32	74 %
	Baumkletterer, Asphaltarbeiten, Stahlbau, Zaunbau, Natursteinpflaster, Teerarbeiten, Kommunale Pflegearbeiten, Erdbewegungen, Abriss, Beregnungsanlage, Holzarbeiten, Sportanlagenbau, Transporte, Pflasterarbeiten, Teichfolieneinbau, Teichtechnik, Häckselarbeiten, Wurzelstockfräsung, Schlosserarbeiten			

**Frage 8:** Welche Ansätze zur Reduzierung von Energieverbrauch und Kosten können Sie sich vorstellen?

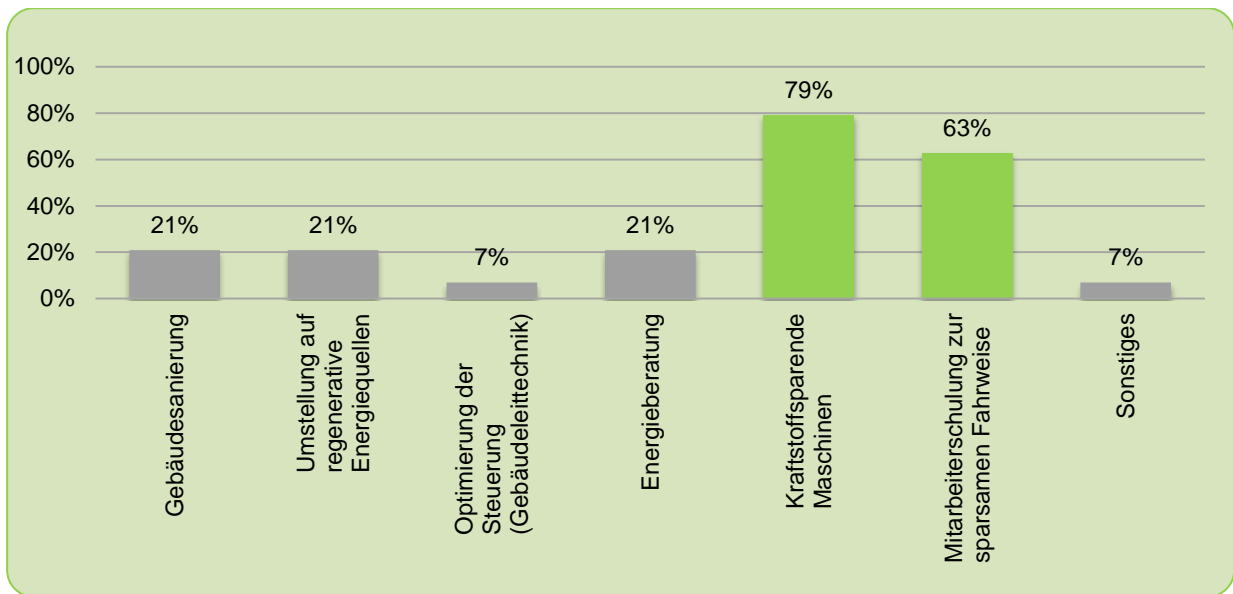


Abbildung 17: Antworten in Prozent auf die Frage: Welche Ansätze zur Reduzierung von Energieverbrauch und Kosten können Sie sich vorstellen? n=43

## Energieverbrauch der Gruppe der „typische GaLaBau Betrieb“

Tabelle 12: Durchschnittswerte der Gruppe „Typischen“ GaLaBau Betriebe. n=16

	Durchschnittsdaten	Spanne	
		von	bis
<b>Erwerbstätige gesamt (in der Hochsaison)</b>	10	6	14
<b>Büromitarbeiter</b>	3	1	8
<b>Baustellenmitarbeiter</b>	7	4	11
<b>Tatsächlicher Energiekostenanteil am Umsatz</b>	4,1%	1,12%	6,70%
<b>Energieverbrauch in kWh</b>	171.620	75.099	337.466
<b>Stromverbrauch in kWh</b>	5.092	797	12.000
<b>Wärmeverbrauch in kWh</b>	18.902	2.222	64.400 kWh
<b>Treibstoffverbrauch in kWh</b>	147.626	69.680	317.743
<b>Anteil Stromverbrauch in %</b>	3%	1%	6%
<b>Anteil Wärmeverbrauch in %</b>	11%	1%	40%
<b>Anteil Treibstoffverbrauch in %</b>	86%	54%	97%
<b>Energieverbrauch je Erwerbstätigen in kWh</b>	17.846	10.410	31.809
<b>Baustellenstunden im Jahr</b>	22.815 h	5.800 h	17.000 h
<b>Treibstoffverbrauch in Diesel pro Baustellmitarbeiter</b>	2.147 l	999 l	4.250 l

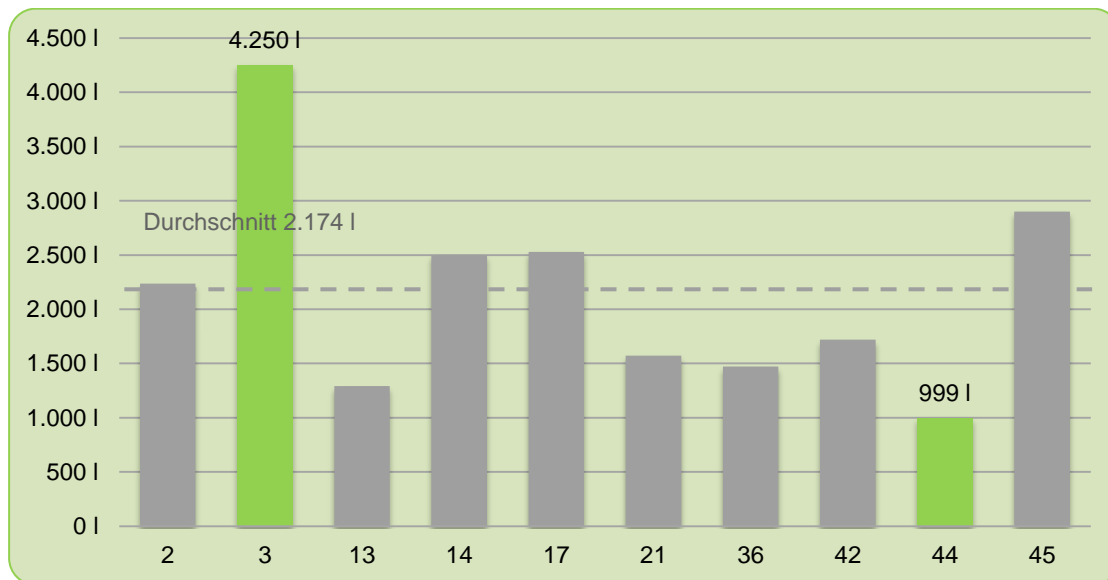


Abbildung 18: Dieselverbrauch in Liter je Baustellenmitarbeiter der Gruppe „Typische GaLaBau Betriebe“. n= 10

Tabelle 13: Durchschnittlicher Umsatz der Betriebe aus der Gruppe „Typische GaLaBau Betriebe“. n=15

	Datensätze	Durchschnitt
Umsatz der Betriebe	15	620.233 €
Umsatz pro Mitarbeiter	15	62.143 €

### Ergebnisse der Treibstoffuntersuchung

Vier Betriebe konnten die Betankungslisten vollständig ausfüllen und zur Auswertung bereitstellen. Drei Betriebe der Betriebsgruppe 2 werden in der Tabelle 13 mit einander verglichen.

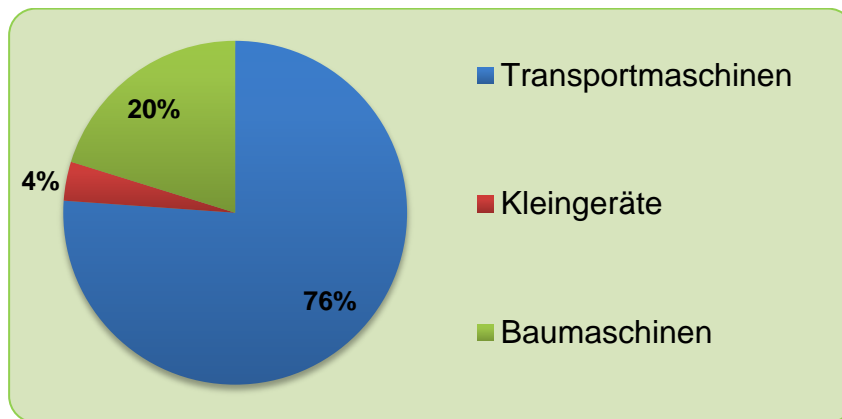


Abbildung 19: Verteilung des Treibstoffverbrauches auf die drei Maschinenarten. n=3

Erstaunlich ist die Tatsache, dass beim Treibstoffverbrauch die Transportmaschinen mit 76 % den überwiegenden Anteil (Baumaschinen 20 %, Kleingeräte 4 %) am gesamten Treibstoffverbrauch ausmachen. Zwar verbrauchen die Baumaschinen in der Stunde mehr Treibstoff, dafür haben sie aber geringere Betriebsstunden, so dass sie den Verbrauch der Transportmaschinen nicht übertreffen.



Tabelle 14: Auswertung der Treibstoffuntersuchung von drei Betrieben der Gruppe „Typische GaLaBau Betriebe“.

Betriebe (Betriebsgröße)	A (2)	B (2)	C (2)
<b>Auftraggeber Schwerpunkt</b>	80 % Private Auftraggeber	80 % Private Auftraggeber	96 % Private Auftraggeber
<b>Mitarbeiter gesamt</b>	8	6	14
<b>Baustellenmitarbeiter</b>	7	5	12
<b>Anzahl der Transportmaschinen</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
<b>gefahrte km</b>	26.407 km	15.491 km	29.776 km
<b>Kilometer pro Tag</b>	281 km	167 km	266 km
<b>kW Leistung des Fuhrparks</b>	609 kW	392 kW	771 kW
<b>Verbrauch in Diesel /Anteil am gesamten Treibstoffverbrauch</b>	2.939 l / 79%	2.240 l / 84%	4.288 l / 65%
<b>Belastung der Maschinen*</b>	1,9	1,8	1,7
<b>Verbrauch Diesel l / kW</b>	4,8	5,7	5,6
<b>Verbrauch Diesel l / km</b>	0,11	0,14	0,17
<b>Anzahl der Baumaschinen</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>Baustellenmitarbeiter pro Baumaschine</b>	1,4	2,5	2,4
<b>Betriebsstunden gesamt</b>	256 h	95 h	781 h
<b>Betriebsstunden am Tag</b>	3 h	1 h	7 h
<b>kW Leistung des Fuhrparks</b>	111 kW	66 kW	205 kW
<b>Verbrauch in Diesel /Anteil am gesamten Treibstoffverbrauch</b>	593 l / 16%	315 l / 12%	2.904 l / 33%
<b>Belastung der Maschinen*</b>	2,3	2,0	1,8
<b>Verbrauch Diesel l / kW</b>	5,3	4,8	12,2
<b>Verbrauch Diesel l / h</b>	2,3	3,3	3,7
<b>Anzahl der Kleingeräte</b>	<b>k.A.</b>	<b>k.A.</b>	<b>10</b>
<b>Verbrauch in Diesel /Anteil am gesamten Treibstoffverbrauch</b>	197l / 4 %	99 l / 4 %	151 l / 2 %
<b>Zusammenfassung aller Maschinen und Geräte</b>			
<b>Treibstoffverbrauch Diesel l</b>	<b>3.729 l</b>	<b>2.654 l</b>	<b>7.619 l</b>
<b>Leistung der Maschinen*</b>	720 kW	458 kW	976 kW
<b>Treibstoffverbrauch* Diesel l / kW Leistung</b>	4,9	5,6	7,7
<b>Hochgerechneter Dieserverbrauch in Liter pro Baustellenmitarbeiter im Jahr</b>	1.766	1.789	2.178

Betrieb C in der Tabelle 13 hat von allen Betrieben der Größe 2 den höchsten Verbrauch für alle seine Maschinen, allerdings ist die Auslastung (Betriebsstundenzahl am Tag) seiner fünf Baumaschinen am höchsten. Grund dafür könnte sein, dass der Betrieb C mit fast doppelt so vielen Baustellenmitarbeitern die Maschinen besser auslastet. Möglicherweise werden die Baumaschinen auf mehreren Baustellen gleichzeitig genutzt. Ungewöhnlich hoch erscheint bei den Baumaschinen der Dieserverbrauch pro kW Leistung (12,2l/kW) bei der Firma C in der Tabelle 13, der an dieser Stelle nicht geklärt werden kann.

### **3.1.4 Schlussfolgerung**

Die Befragung wies Lücken auf, so konnten nicht alle Betriebe Angaben zum Umsatz (n=37) und zu den Arbeitsstunden (produktive Arbeitskraftstunden auf der Baustelle n=23, produktive Arbeitskraftstunden im Büro n=10) machen. Zum Treibstoffverbrauch konnten jedoch alle 43 Betriebe Daten liefern.

Auch beim Strom lassen sich die meisten GaLaBauer noch mit konventionellem Strom beliefern. Ob Stromenergie selbst erzeugt oder Ökostromtarife genutzt werden, wurde mit der Befragung nicht erhoben.

Höhere Verbräuche können durch unterschiedliche Motorisierung (Leistung kW) begründet sein.

Schwierigkeiten macht es, die Belastung der Maschinen durch die ausgeführte Tätigkeit zu bewerten. Die Einschätzung erfolgte durch die Maschinenführer. Eine höhere Belastung sollte einen höheren Verbrauch begründen.

Sehr hohe Betriebsstundenzahlen können auch durch Betrieb im Leerlauf zustande kommen.

Ein Grund für deutliche Unterschiede beim Verbrauch für Transporter kann die Entfernung der Baustellen untereinander und zum Betriebshof sein. "Unnötige" Versorgungsfahrten wie auch das Alter der Maschinen wirken sich negativ auf den Verbrauch aus.

#### **Lösungsansätze zum Energie sparen für Betriebsgebäude und -fläche**

Überall lauern Stromfresser, die gefunden und ersetzt werden müssen.

Da Heizkessel in deutschen Heizungskellern durchschnittlich 24 Jahre alt sind [5] und je älter die Heizanlage desto schlechter ihr Wirkungsgrad ist, sollten alte Heizgeräte durch neue effektivere ersetzt werden.

Es besteht auch die Möglichkeit einen Energiecheck mit einem Energieberater durchzuführen, bei dem energetische Schwachstellen des Betriebs erkannt und Verbesserungsvorschläge gegeben werden. Diese Leistung kostet den GaLaBauer nicht mehr als einen halben Tag Zeit und kann in der etwas ruhigeren Winterzeit erfolgen. Da das Thema Energieverbrauch im GaLaBau noch wenig untersucht ist und die Verbrauchsdaten gerade erst erarbeitet werden sind die Lösungsansätze noch in der Entwicklung.

#### **Lösungsansätze für Maschinen und Transporter**

Zur Minimierung des Treibstoffverbrauchs sollten die Transportwege so kurz wie möglich halten und Mehrfahrten vermeiden.

Nach der Umfrage der LWG sehen 80% der 43 Betriebe den Ansatz zur Reduzierung von Energieverbrauch in der Anschaffung von kraftstoffsparenden Maschinen und 64% in der Schulung der Mitarbeiter für eine sparsame Fahrweise/Führung der Maschinen. Es gibt einige Firmen oder Personen, die sich auf solche Schulungen spezialisiert haben. Auch die Hersteller von Baumaschinen bieten solche Schulungen an.

Weitere Maßnahmen, die zu Einsparungen im Treibstoffverbrauch und zu Reduzierung von Treibhausgasen führen, werden an der LWG entwickelt und geprüft. Dabei gibt es folgende Ansatzpunkte:

- Alternative Antriebe und Antriebsstoffe für Transport- und Baumaschinen

- Neuanschaffung von emissionsarmen, effizienteren LKWs und Maschinen
- Fahrtraining zur sparsamen Fahrweise
- Kleingeräte mit Elektroantrieb, Akku-Nutzung

Bei Transportmaschinen gibt es genügend serienmäßige Alternativen mit Erdgas, die meist weniger CO<sub>2</sub> als die Diesel- oder Benzinantriebe emittieren. Bei der Nutzung von Biomethan wird die Klimabilanz nochmals erheblich besser. Auch die Umrüstung der Transportmaschinen auf Rapsölkraftstoff ist überwiegend möglich. Da der Preis inkl. Energiesteuer für Rapsölkraftstoff höher ist als der von Diesel, ist die Umrüstung momentan jedoch nicht mehr wirtschaftlich. Bei Kleinmaschinen wäre es technisch kein großes Problem, die Benziner auf E85 und die Dieselmotoren auf Biodiesel umzurüsten. Aber da es dafür noch keinen Markt gibt, sind deshalb auch keine Umrüstfirmen bekannt [6].

Die Entwicklung von Technologien für energiesparende Antriebe mobiler Arbeitsmaschinen wird von den Projektträgern Karlsruhe Produktion und Fertigungstechnologien (PTKA-PFT) und Karlsruher Institut für Technologie (KIT) zurzeit erforscht. Dabei möchte man effizientere Antriebe entwickeln, die Energieeffizienz mobiler Arbeitsmaschinen bewerten, den Verbrennungsmotor für Hybridantriebe optimieren, schnelldrehende elektrische Antriebe und den "grünen" Radlader entwickeln [7].

Das Start-Stopp-System in Baumaschinen hat viele Vorteile. Neben Kraftstoffeinsparung und Lärmpegel-Reduzierung ist auch die CO<sub>2</sub> Reduzierung ein wichtiges Argument. Zudem werden durch geringere Betriebsstunden Kosteneinsparung und Vorteile bei dem Wiederverkaufswert erwartet [8]

### 3.1.5 Weiterer Forschungsbedarf

Weiterer Forschungsbedarf liegt darin die Gründe für die unterschiedlichen Verbräuche zu finden und die Betriebsleiter zu informieren.

Schritt  
6

- Analyse der großen Verbrauchsunterschiede

Verbrauchsdaten aller Betriebe werden auf Schwachpunkte analysiert und miteinander verglichen. Diese Aufgabe wird ab 1. Juni 2014 angegangen.

Schritt  
7

- Ausarbeitung von Maßnahmen

Maßnahmen werden nach dem Energie-3-Sprung Prinzip ausgearbeitet: Energieverbrauch vermeiden, Energieeffizienz steigern und Erneuerbare Energie fördern [9].

## 3.2 Motoroptimierungssystem von Moto-E-Motion.

### 3.2.1 Zielsetzung

Das Ziel ist es den Verbrauch von Kraftstoff der viel genutzten Bau- und Transportmaschinen zu reduzieren, dafür wurde das Motoroptimierungssystem ausgesucht und dessen Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs von 5-8 % geprüft.

### 3.2.2 Material und Methode

Es handelt sich hierbei um das System der Firma Moto-E-Motion, das seit 2008 auf dem Markt etabliert ist und Emissionsminimierung und Kraftstoffverbrauchsreduzierung verspricht. Da man Energie nicht vernichten sondern nur umwandeln kann und bei einem Dieselmotor die Verlustenergie 75 % ausmacht, versucht dieses System die Verlustenergie in Vortriebsenergie umzuwandeln. Die schwingungsreduzierenden Anbauteile sollen das Drehmomentverhalten der Verbrennungsmotoren verbessern und durch geringere Drehzahlen den Kraftstoffverbrauch und die Belastungs-/ Verschleißwerte, verringern [10]. Das System bestehend aus den Anbauteilen und stellt von außen über vorhandene Gewinde eine metallische Verbindung zu den Bauteilen her. Dabei werden keinerlei gewährleistungsrelevanten Veränderungen vorgenommen.



Abbildung 20; Anbauteile der Firma Moto – E – Motion. Von links Pipe, Tube, Pipes und Stripe.

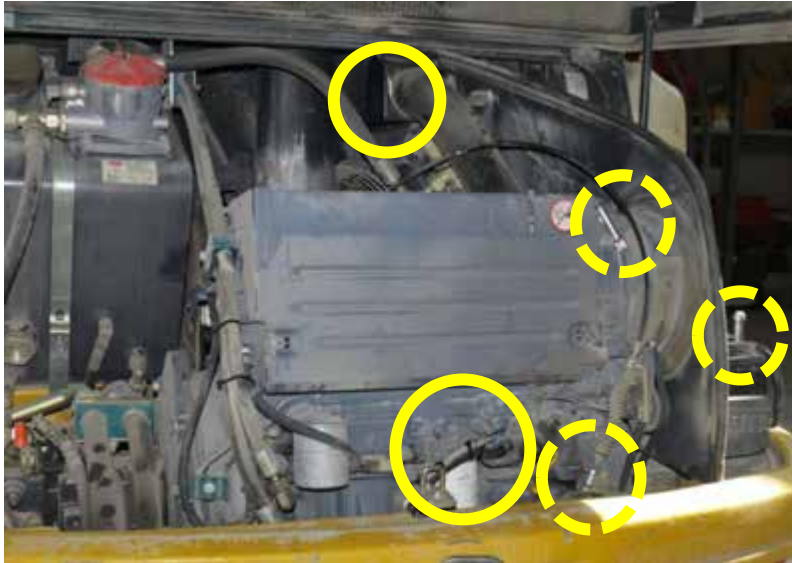


Abbildung 21: Anbaustellen am Motor eines Radladers.

Was wird durch das System, laut Hersteller, verbessert:

1. Höherer Wirkungsgrad des Motors
2. Kraftstoffverbrauchsreduzierung
3. Emissionsminimierung
4. Erhöhung der Lebensdauer des Motors

Mit einer zweitägigen Testfahrt mit dem betriebseigenen Radlader konnten die Veränderung der Verbrauchswerte sowie die Fahrtdauer je Runde im Prüfparcour gemessen und zusätzlich noch die Fahreigenschaften (Eindruck des Fahrers) abgefragt werden. Verschleißreduzierung und Abgaswerte wurden nicht gesondert geprüft, jedoch ist klar, dass mit weniger Treibstoffeinsatz auch weniger Abgase produziert werden.

Dem Radlader, Allrad 420, Bj. 2001, 48 kW, Diesel wurde ein Mischer 886 kg (leer) mit 400 kg Sandmaterial zum dauerhaften Mischen angehängt. Die Betriebstemperatur der Maschine wurde vor jeder Fahrt auf 80 °C gebracht. Auf zwei Tage verteilt wurden Fahrten mit und ohne System gemacht und gemessen.

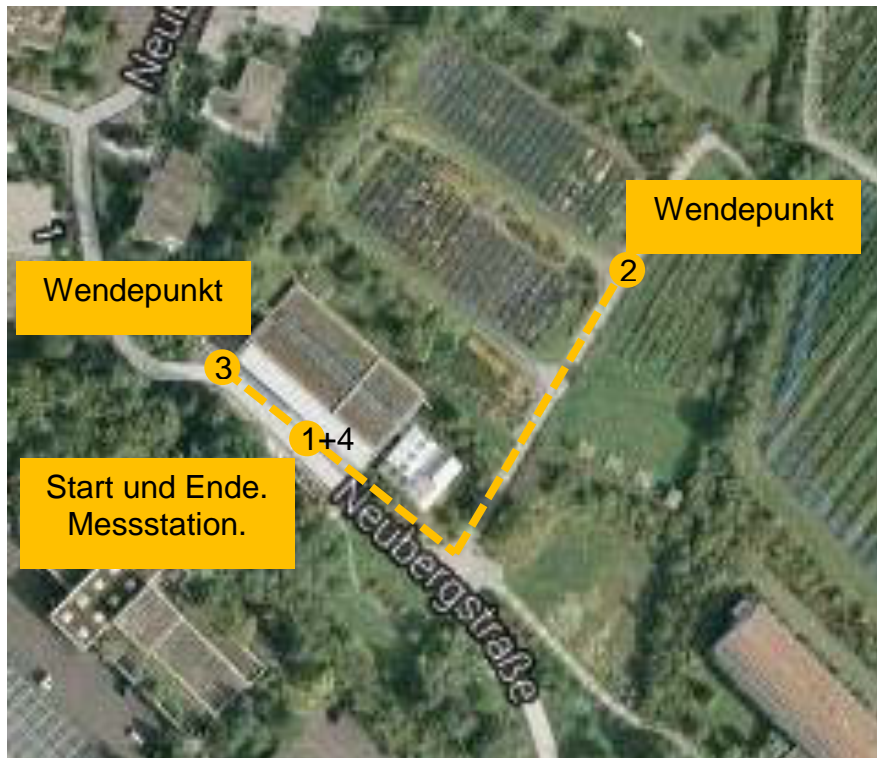


Abbildung 22: Versuchsgelände mit Parcoursstrecke und Stationen.

Eine Fahrt beinhaltete:

- Losfahren bei Punkt 1 (siehe Abb. 23)
- Fahrt der Strecke bis zum Wendepunkt 2
- Rückfahrt bis Wendepunkt 3
- Parken auf der Station 4

Damit die Maschine für die Messung genug Diesel verbraucht wurde die beschriebene Fahrt 12-mal ohne Pause wiederholt. Diese 12 Fahrten ergaben einen Messdurchgang. Die Durchgänge wurden nach einer bestimmten Reihenfolge entweder ohne oder mit eingebautem System von immer dem gleichen Fahrer durchgeführt. Der Fahrer hat keine Information über Systemeinsatz oder -ausbau erhalten und wurde nach jeder Fahrt befragt ob und wie sich das Fahrgefühl verändert hat. Insgesamt konnten acht Messdurchgänge gefahren und gemessen werden.





Abbildung 23: Strecke vom Wendepunkt 2 aus runter.



Abbildung 24: Versuchsbaummaschine. Radlader von Kramer 420, Baujahr 2001.

Tabelle 15: Reihenfolge der acht Messdurchgänge über die zwei Versuchstage.

Tag	Reihenfolge				
<b>Erster Tag</b>	Mit System	Ohne System	Mittagspause	Ohne System	Mit System
<b>Zweiter Tag</b>	Ohne System	Mit System	Mittagspause	Mit System	Ohne System

### 3.2.3 Ergebnisse

Tabelle 16: Messergebnisse am 1. Tag, 05.06.2013

Durchgänge	1	2	Mittags- tags- pause	3	4
<b>Systemeinbau</b>	<b>mit</b>	<b>ohne</b>		<b>ohne</b>	<b>mit</b>
<b>Beginn Uhrzeit</b>	10:52	11:42		13:37	14:25
<b>Ende Uhrzeit</b>	11:18	12:10		14:02	14:51
<b>Fahrdauer hh:mm:ss</b>	0:26:39	0:26:52		0:25:28	0:26:33
<b>Tankgewicht vorher (g)</b>	10.192	10.205		9.992	13.044
<b>Tankgewicht nachher (g)</b>	7.444	7.510		7.327	10.365
<b>Treibstoffverbrauch (g)</b>	2.748	2.695		2.665	2.679
<b>Lautstärke Kabine (dB)</b>	29	21		23	24
<b>Lautstärke Wage (dB)</b>	36	30		34	34
<b>Fahrphysik Benotung</b>	0	-1		+1	-1
<b>Luftfeuchte %rh</b>	70	64		54	50
<b>Temperatur °C</b>	20	21		23	26
<b>Sandfeuchte %rh</b>	9,48	k.A.		k.A.	k.A.
<b>Fahrt</b>	Parcourdauer	Parcourdauer		Parcourdauer	Parcourdauer
<b>1</b>	00:02:25	00:02:30		00:02:20	00:02:22
<b>2</b>	00:02:09	00:02:13		00:02:03	00:02:11
<b>3</b>	00:02:11	00:02:13		00:02:05	00:02:08
<b>4</b>	00:02:11	00:02:12		00:02:09	00:02:15
<b>5</b>	00:02:09	00:02:11		00:02:04	00:02:12
<b>6</b>	00:02:10	00:02:10		00:02:06	00:02:11
<b>7</b>	00:02:08	00:02:10		00:02:05	00:02:11
<b>8</b>	00:02:11	00:02:13		00:02:03	00:02:11
<b>9</b>	00:02:13	00:02:12		00:02:07	00:02:11
<b>10</b>	00:02:10	00:02:09		00:02:05	00:02:12
<b>11</b>	00:02:14	00:02:12		00:02:05	00:02:10
<b>12</b>	00:02:28	00:02:27		00:02:16	00:02:19



Tabelle 17: Messergebnisse am 2. Tag, 06.06.2013

Durchgänge	5	6	Mittags- tags- pause	7	8
<b>Systemeinbau</b>	<b>ohne</b>	<b>mit</b>		<b>mit</b>	<b>ohne</b>
<b>Beginn Uhrzeit</b>	09:46	10:47		12:26	13:10
<b>Ende Uhrzeit</b>	10:13	11:13		12:52	13:37
<b>Fahrdauer hh:mm:ss</b>	00:26:49	00:26:17		00:25:54	00:26:36
<b>Tankgewicht vorher (g)</b>	9.305	10.663		12.410	9.424
<b>Tankgewicht nachher (g)</b>	6.479	8.060		9.780	6.785
<b>Treibstoffverbrauch (g)</b>	2.826	2.603		2.630	2.639
<b>Lautstärke Kabine (dB)</b>	17	15		17	17
<b>Lautstärke Wage (dB)</b>	34	33		32	34
<b>Fahrphysik Benotung</b>	0	-1		+.1	-1
<b>Luftfeuchte %rh</b>	73	64		54	48
<b>Temperatur °C</b>	16	20		23	23
<b>Sandfeuchte %rh</b>	k.A.	k.A.		k.A.	7,84
<b>Fahrt</b>	Parcourdauer	Parcourdauer		Parcourdauer	Parcourdauer
<b>1</b>	00:02:25	00:02:24		00:02:20	00:02:23
<b>2</b>	00:02:11	00:02:10		00:02:06	00:02:11
<b>3</b>	00:02:12	00:02:12		00:02:05	00:02:12
<b>4</b>	00:02:15	00:02:13		00:02:05	00:02:11
<b>5</b>	00:02:12	00:02:13		00:02:07	00:02:14
<b>6</b>	00:02:13	00:02:08		00:02:07	00:02:10
<b>7</b>	00:02:11	00:02:07		00:02:08	00:02:08
<b>8</b>	00:02:09	00:02:08		00:02:09	00:02:09
<b>9</b>	00:02:10	00:02:06		00:02:10	00:02:10
<b>10</b>	00:02:12	00:02:08		00:02:09	00:02:13
<b>11</b>	00:02:12	00:02:10		00:02:08	00:02:12
<b>12</b>	00:02:27	00:02:18		00:02:20	00:02:23

**Tabelle 18: Summierte Ergebnisse der acht Durchgänge.**

<b>Durchgänge</b>	<b>4 Durchgänge mit System</b>	<b>4 Durchgänge ohne System</b>
<b>Dauer aller vier Durchgänge</b>	01:45:23 hh:mm:ss	01:45:45 hh:mm:ss
<b>Durchschnittliche Parcourzeit ohne Anfahrt und Parken</b>	00:02:10	00:02:10
<b>Lautstärke Kabine</b>	21,25 dB	19,50 dB
<b>Dieserverbrauch</b>	13,24 Liter	13,45 Liter
<b>Dieserverbrauch pro Stunde</b>	7,515 l/h	7,631 l/h

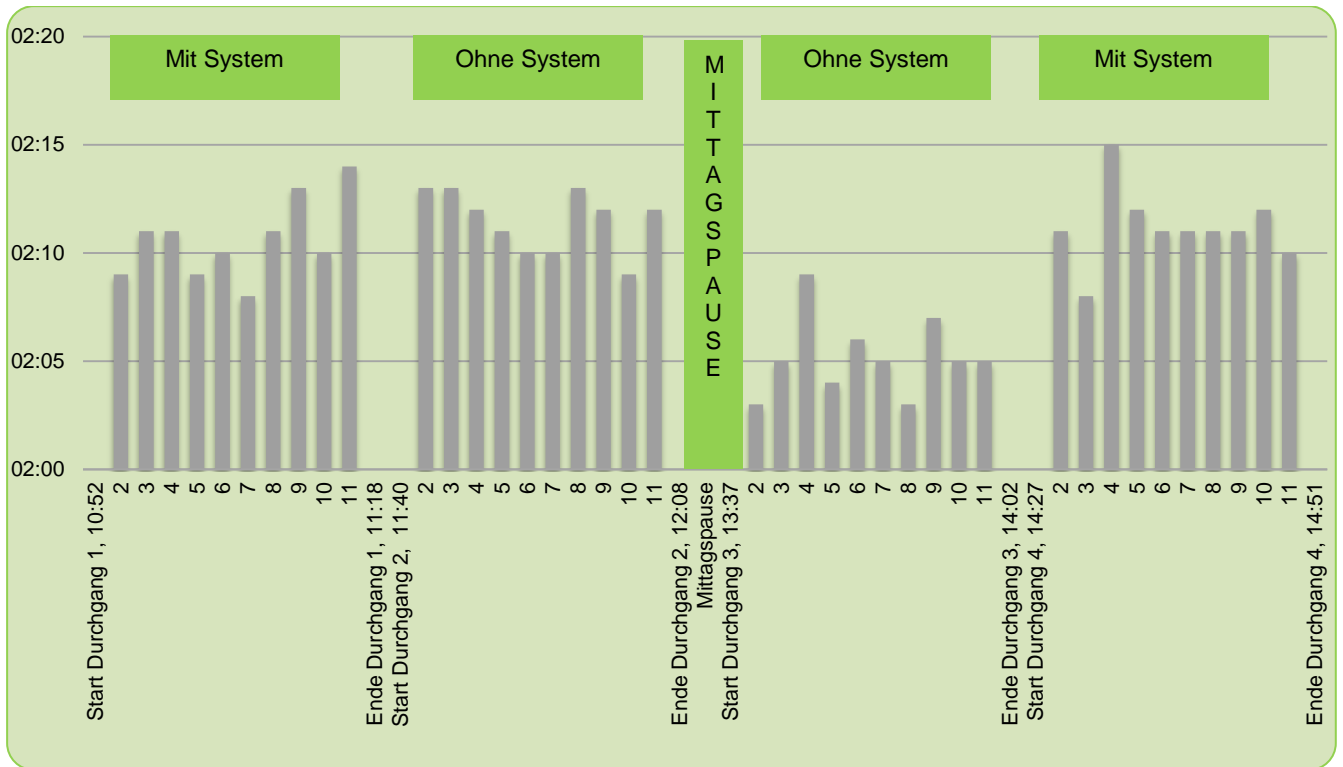


Abbildung 25: Messergebnisse in mm:ss von den einzelnen Parcoursfahrten am Tag 1.

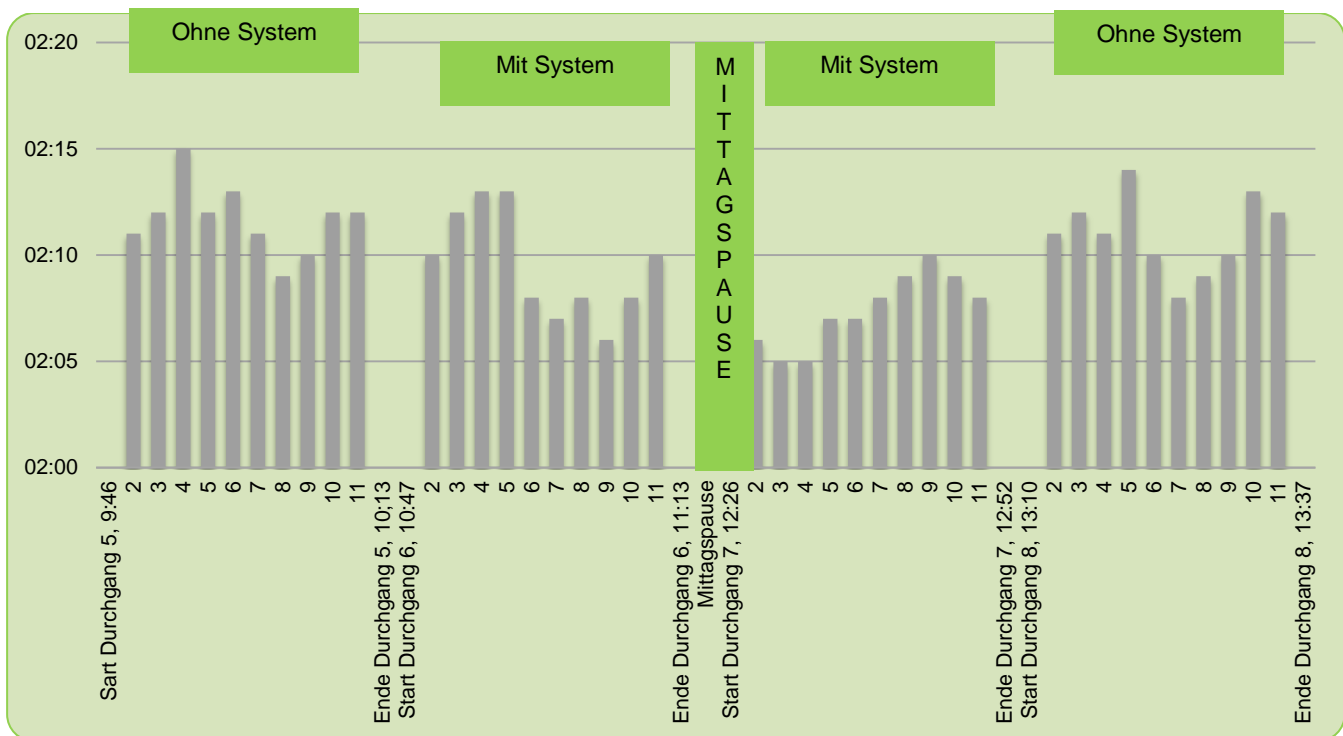


Abbildung 26: Messergebnisse in mm:ss von den einzelnen Parcoursfahrten am Tag 2.

### **3.2.4 Schlussfolgerung**

Es ist ein interessanter Ansatzpunkt, den Rundlauf des Motors einer Maschine und somit auch seinen Wirkungsgrad zu optimieren.

Am ersten Tag wurden geringe Verschlechterungen bei den Fahrten im Systemeinbau im Kraftstoffverbrauch sowie in der Dauer des Fahrzyklus gemessen. Am zweiten Tag konnten geringe Verbesserungen im Kraftstoffverbrauch sowie in der Dauer des Fahrzyklus gemessen werden. Insgesamt ergeben sich jedoch, wie in Tabelle 17 zu sehen, keine großen Unterschiede.

Es konnten keine eindeutigen Verbesserungen oder Verschlechterungen mit eingebautem System gemessen werden. Sowohl das Fahrgefühl (vom Fahrer beurteilt) als auch die Verbesserung im Treibstoffverbrauch und Zeitersparnis konnten wir mit dem Test nicht beweisen. Die Unterschiede zwischen den Fahrten mit und ohne System waren zu gering, dafür hat die Mittagspause, die der Fahrer nach den ersten zwei Durchgängen gemacht hat, einen größeren positiven Einfluss in der Zeitmessung gezeigt als der Unterschied zwischen Fahrten mit und ohne System.

### **3.2.5 Weiterer Forschungsbedarf**

Dieses System hat zu geringe Verbesserungen gebracht. Jedoch gibt es auf dem Markt noch weitere Hilfsmittel die geprüft werden können. Eine Lösung wäre die Schulung der Mitarbeiter zur sparenden Fahrweise.

## **4. Energiesparprojekt LWG**

### **4.1 Energie sparen an der LWG. Ein abteilungsübergreifendes Projekt.**

#### **4.1.1 Projekthintergrund**

Energie sparen kann man überall. Warum dann nicht bei seinem Arbeitsplatz anfangen. Vor allem durch falsches Nutzerverhalten wird viel unnötig Energie verbraucht. Da die LWG viele Mitarbeiter hat, die Energie für Licht Geräte und Wärme gebrauchen, war die Initiative geboren mit einer PowerPoint Präsentation kurz und prägnant Tipps zum sparsamen Umgang mit Strom- und Wärmeenergie zu alle Mitarbeiter zu informieren.

#### **4.1.2 Ziel**

- Stromverbrauch minimieren.
- Wärmbedarf reduzieren.
- Geld einsparen.
- Nachhaltiges Denken und Handeln fördern.

#### **4.1.3 Methode**

Das Projekt wurde von den zwei Energieberatern der LWG, Ina Dick und Sebastian Olschowski, bearbeitet.

Zuerst musste herausgefunden werden wo die größten Einsparpotenziale sind. Danach wurden diese in so einfach wie möglich verständlichen Botschaften in eine PowerPoint Präsentation und Plakat verpackt und an alle Mitarbeiter per Email verschickt. So konnten die meisten erreicht werden und in Ruhe die Informationen aufnehmen.

Um Beispielrechnungen für mögliche Einsparungen machen zu können wurden die Verbräuche der LWG gesammelt und ausgewertet. Mit einem StromCheck Programm von Energie- und Umweltberater Andreas Herschmann [11] konnten die Verbräuche und Einsparungen einzelner Geräte im Büro ermittelt errechnet werden.

Es wurden die „Stromfresser“ im Büro vorgestellt und zwei Verbrauchsvarianten, realistischer Verbrauch (hoch) und sparsamer Verbrauch (niedrig) ausgerechnet.

#### **4.1.4 Ergebnis**

Die LWG hat ca. 300 Mitarbeiter und ca. 156 Büroarbeitsräume [12]. 2011 hat die LWG 171.203 € für Strom und 222.458 € für Erdgas ausgegeben. Die genannten Kosten sind nicht vollständig da nur ein Teil der Gebäude erfasst werden konnte

(Kellerei, Technikhalle, Herrnstraße. Heizzentrale, Küche, Steige Heizzentrale, Bienen Heizzentrale).

Auszüge aus der PowerPoint Präsentation „Energie sparen an der LWG“:

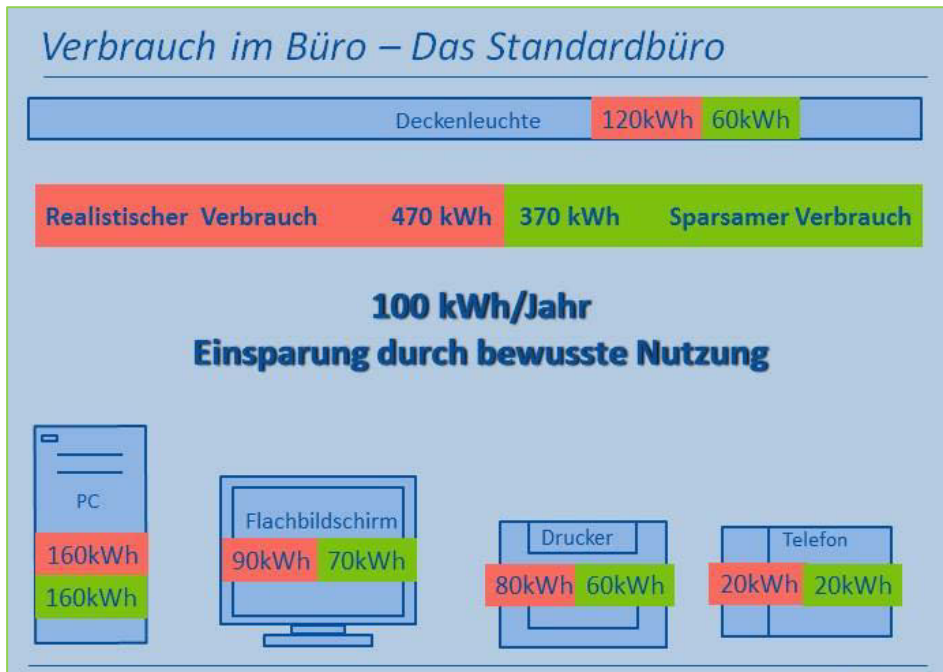


Abbildung 27: Summierter Stromverbrauch der Geräte in dem Standardbüro in einem Jahr.



Abbildung 28: Beispiel für Aufklärungstipps.

Die in der Abbildung 26 errechnete Ersparnis von 100 kWh je Büro im Jahr ergeben 21 %. Mit sehr einfachen Anpassungen kann im Büro 21 % der Bürostromkosten

eingespart werden. Das ergibt zwar nur 16 € pro Büro, doch wenn sich alle Büronutzer bemühen, müsste die LWG im Jahr 2.496 € weniger ausgeben. Die günstigste und umweltschonenste Energie ist die, die nicht gebraucht wird. Hinzu kommen noch die Einsparungspotenziale im Wärmebedarf. Dieser war nicht Thema des Projektes und wurde nicht errechnet, jedoch werden auch hier hohe Einsparpotenziale vermutet. Im Anhang ist das Poster zu dem Projekt.

## 5. Ausblick

Die Verlängerung des Projekts gibt die Möglichkeit, Schritt 7 (Ausarbeitung von Verbesserungsmaßnahmen) aus der Darstellung unter Punkt 3.1.2 Material und Methode und andere Aufgaben zu bearbeiten.

### 5.1 Weitere Aufgaben

#### 5.1.1 Energieverbrauch im GaLaBau

Schritt 6 - Analyse der Verbrauchsunterschiede

Die gesammelten Energieverbrauchsdaten müssen auf Unstimmigkeiten, Fehler und große Differenzen analysiert werden. Dabei entstehen Vermutungen die geprüft werden müssen. So können Stärken eines Betriebes herausgefunden werden und anderen Betrieben nützen. Gleichzeitig kann unnötig hoher Verbrauch eingedämmt werden. Dafür ist eine genauere Beobachtung des Umgangs mit Maschinen während der Arbeitsabläufe im Betrieb notwendig. Mitunter müssen einzelne Strom, Wärme und Treibstoff verbrauchende Geräte oder Maschinen über eine bestimmte Zeit mit Messgeräten ausgerüstet werden.

Wie wirkt sich Verschleiß von Maschinenbauteilen auf den Verbrauch aus? Ist es lohnenswert Maschinen schneller zu ersetzen so, dass man keinen erhöhten Verbrauch hat? Ab wann lohnt es sich Bauteile, z.B. Kraftstofffilter zu wechseln?

Reduziert eine Fahrerschulung den Treibstoffverbrauch der Transport- und Baumaschinen? Und wenn ja, wie viel?

Wie wirken sich Zusatzstoffe wie Diesel Booster, Motoröle, Tabletten, Magnete auf die Leistung aus? Einige Mittel wurden schon getestet und ergab keine positiven Resultate (ADAC e.V.). Für eine abschließende Frage sollte eine ausführliche Recherche ausgeführt werden.

Wo sind Einsparpotenziale in den Betriebsgebäuden wie Maschinenhallen und Werkstätten? Ziel ist es den Strom- und Wärmeverbrauch im Gebäude zu reduzieren, dafür muss ein Maßnahmenkatalog erarbeitet werden. Wo sind die effektivsten Einsparungen zu erwarten?

Was für Einsparungspotenziale bringen alternative Antriebe in mobilen Arbeitsmaschinen? Beispiele: Volvo Radlader mit Hybridantrieb, Atlas AR 65 von Weyhausen mit einem hydrostatischen Antrieb.



Energieeinsparpotenziale vor Ort mittels Energiechecksaufdecken, Mitarbeiter sensibilisieren, Veränderungsmaßnahmen erläutern, alternative Energieerzeugung vorstellen.

### 5.1.2 Erneuerbaren Energien im GaLaBau

Wie kann der GaLaBau die Erneuerbaren Energien fördern? Damit der Einsatz von Erneuerbaren Energie sinnvoll ist, sollten die Stärken der Erneuerbaren Energien erkannt und richtig eingesetzt werden. Daher sollten passende Strategien zur Voranbringung der Erneuerbaren Energien für den GaLaBau ausgearbeitet und im Maßnahmenkatalog festgehalten werden. Diese beziehen sich auf die Herstellung von Strom- und Wärmeenergie für Eigenverbrauch und Einspeisung.

Ist der Einsatz diverser Biokraftstoffe in Bau- und Transportmaschinen sinnvoll (kostensparend und umweltschonend)? Welche Einsparungen sind zu erwarten?

Welche Potenziale hat Grüngutabfall für die Biogasherstellung oder die Herstellung von Pellets?

### 5.1.3 CO<sub>2</sub>-Ausstoß im GaLaBau

Wie kann der GaLaBau Betrieb die CO<sub>2</sub> Emissionen in seinem Arbeitsprozess einsparen, minimieren, neutralisieren, umwandeln oder ganz vermeiden? Beispiele:

- Die Abgaswärme (700°C) aus dem Auspuff der LKWs mit einer zweiten Gasturbine weiter nutzen (Turbocompound, Scania LKW).
- Wertvolle Abgasstoffe (CO<sub>2</sub>) auffangen und als Dünger für Pflanzen nutzen.
- CO<sub>2</sub> Speicherung und Umwandlung durch Gebäudebegrünung.
- Mit einer regionalen Materialwahl können die Transportemissionen reduziert werden.
- Der Kauf von CO<sub>2</sub> Zertifikaten neutralisiert die im Betrieb erzeugten CO<sub>2</sub> Emissionen.

Verbesserung der Marktsituation eines GaLaBau Betriebes durch umweltschonende Dienste. Besteht für den "energiesparenden GaLaBau-Betrieb" (neben der offensichtlichen Energiekosteneinsparung) ein Marketing-Vorteil z.B. durch bessere Akzeptanz bei den Kunden? (Marketing-Konzept in Form eines Flyers konzipieren und per Fragebogenaktion beim Tag der offenen Tür bewerten lassen). Was kostet die Kompensation der CO<sub>2</sub>-Emissionen eines GaLaBau-Betriebs über den Kauf unterschiedlicher "Zertifikate"? (Marktstudie mit Vergleichsrechnung für mehrere Unternehmen). Wie reagieren der Markt und die Kunden darauf?

Welche Potentiale für Energieeinsparung bieten die "Betriebsaufwendungen" der erstellten Gärten? Lässt sich der Verbrauch für Wasserumwälzung und Beleuchtung

durch effizientere Pumpen/Leuchten nennenswert verringern? (Marktstudie mit Vergleichsrechnung für mehrere Gärten)

#### **5.1.4 Landschaftsarchitektur und Energie**

Einsatz von Pflanzenmaterial und Vegetationsflächen zur Effizienzsteigerung des Klimahaushalts von Gebäuden und Quartieren (z.B. Dach- und Fassadenbegrünung als „grüne Klimaanlage“ oder als zusätzliche Wärmedämmung) Gründächer wirken sich thermisch und daher energetisch positiv auf das Gebäude und sein Innenleben aus. Man vermutet Einsparungen im Heizwärmebedarf und Kühlleistung (Sommer). Wie viel Energie kann man durch Dachbegrünung einsparen?

#### **5.1.5 Landschaftsgärtnerische Maßnahmen zur Optimierung der Speicherung und des Transport von Wärmeenergie im Boden**

Verbesserung der Effizienz von Erdwärmetauschern durch Steuerung des Bodentwärmehaushalts mit landschaftsgärtnerischen Maßnahmen: Bepflanzung, Bewässerung, Pflegemaßnahmen. Für die Gebäudebeheizung kommen im Hinblick auf die damit erreichbare CO<sub>2</sub>-Einsparung vermehrt Wärmepumpen zum Einsatz, bei denen dem Erdreich über Soleleitungen Energie entzogen wird. Je höher dort die Bodentemperatur zu Beginn der Heizperiode ist, umso effizienter können die Anlagen arbeiten. Die Wärmemenge, die der Erdkörper im Bereich eines Wärmetauschers im Sommer aufnehmen kann, ist unter anderem abhängig von der Bodentemperatur an der Oberfläche und der Wärmeleitfähigkeit des Bodens. Auf beide Faktoren kann der Landschaftsgärtner durch die Art der Bepflanzung, die Steuerung der Bewässerung und evtl. andere Pflegemaßnahmen Einfluss nehmen [13].

## 6. Vorträge

Dick, I.: Energie im GaLaBau. Mitgliedsversammlung VGL Bayern e. V., München. 28.02.13

Dick, I.: Energiewende im GaLaBau - Wie grün ist die Branche wirklich? 46. Veitshöchheimer Landespflegetage, 05.02.14

## 7. Literatur

[1] Bayerische Energieszenarien 2050. Endbericht vom 31.08.2012.

[2] <http://www.galabau.de/Umwelt.aspx>. Stand 2014

[3] Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung: Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006 und 2007 bis 2010

[4] VDEW- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.

[5] [www.klima-sucht-schutz.de](http://www.klima-sucht-schutz.de)

[6] Persönliche Auskunft von Uwe Fritzsche, Technologie- und Förderzentrum in Straubing (TFZ)

[7] [www.team-mobilemaschinen.de](http://www.team-mobilemaschinen.de)

[8] „Kleine Schritte, Große Wirkung.“ Agrartechnik, August 2013.

[9] Energieatlas Bayern. Stand 2013.

[10] [www.Moto-E-Motion.de](http://www.Moto-E-Motion.de)

[11] Stromcheck. Ingenieurbüro Andreas Herschmann, Pfaffenhofen. Stand 05.03.2013

[12] Daten aus der Geräteverwaltungsliste von FÜAK, Stand 23.07.2013

[13] Thomas Leopoldseder, Stellvertretender Sachgebietsleiter der L3, LWG.

[14] Bundesministerium für Wirtschaft und Technologien 2012.

## 8. Zusammenarbeit

TFZ, LandSchafttEnergie Kollegen

Moto-E-Motion Firma

VGL Bayern e.V.

Insbesondere gilt Dank allen an der Umfrage teilnehmenden GaLaBau-Betrieben.

und für die gute Zusammenarbeit:

- Brigit Weinert, Landesanstalt für Forsten (LWF)
- Uwe Fritzsche, Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe (TFZ)
- Markus Fleder, Moto-E-Motion
- Steffen Keller, Moto-E-Motion
- GaLaBau Firma Johannes Lang, Bessenbach
- GaLaBau Firma Pflanze+Garten, Marktheidenfeld
- GaLaBau Firma Karl GartenDesign, Gochsheim
- GaLaBau Firma Peter Kern, Mömbris

## 9. Anhang

Anhang 1: Versuchsbogen für den Versuch Energieverbrauch im GaLaBau.



Bayerische Landesanstalt für  
Weinbau und Gartenbau



Abteilung Landespflege – Nr. L080\_12

**Energieverbrauch in Garten- und Landschaftsbaubetrieben**  
(Power consumption in gardening and landscaping companies)

**Arbeitsgebiet:** Betriebswirtschaft  
**Kategorien:** Praxisbefragung  
**Schlachworte:** Energie, Strom, Wärme, Kraftstoff, Erneuerbare Energie  
**Bearbeiter:** Ina Dick; Thomas Leopoldseder; Nikolai Kendzia  
**Beginn:** 01. Nov. 2012 **Ende:** 01. Jul. 2013  
**Finanzierung:** Bay. Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten  
**Kooperation mit:** Verband Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau Bayern e.V.

**Hintergrund:**

Der Garten- und Landschaftsbau stellt mit seinen Umsätzen einen nicht unerheblichen Teil der Grünen Branche dar. Da Lohn und Material einen Großteil der Produktionskosten ausmachen, wurde der Wirtschaftlichkeit des Energieeinsatzes bislang wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Somit bestehen noch viele Fragen bezüglich Energiekosten und -verbrauch, Umweltfreundlichkeit, Effizienz, CO<sub>2</sub>-Ausstoß, Verbesserungsmaßnahmen, Modernisierung, Nachhaltigkeit, etc.

**Zielsetzung:**

Die Erhebung statistischer Daten zum Energieverbrauch von GaLaBaubetrieben soll eine Grundlage für Hochrechnungen und Branchenvergleiche schaffen. Außerdem können die erfassten Daten als Vergleichswerte bei der einzelbetrieblichen Verbrauchsanalyse herangezogen werden. So wird es den Betrieben erleichtert, Verbrauch und Kosten einzusparen, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu minimieren, die Umwelt zu schonen und die Konkurrenzfähigkeit zu steigern. Dies ist als Baustein für die Energiewende anzusehen.

**Standort:** -

**Faktoren und Stufen:**

**Bonituren und Messungen:**

**Bemerkungen:** -

**Veröffentlichungen:**

Dick, I. (2013): Erste Ergebnisse der Untersuchung "Energieverbrauch im GaLaBau" – Neue Landschaft 4/2013, Seite 40-41.

**Dienstgebäude:**

Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau • An der Steige 15 • 97209 Veitshöchheim  
 Zentral-Tel. 0931/9801-0 • e-mail: poststelle@lwg.bayern.de • Internet: <http://www.lwg.bayern.de>

– L-12 –

VERSUCHE & PROJEKTE

Anhang 2: Entwicklung von Energiepreisen und Preisindizes in Deutschland [14].

Entwicklung von Energiepreisen und Preisindizes in Deutschland

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
<b>Rohöl<sup>1)</sup></b>																						
Einheit	18,62	18,44	16,33	15,53	16,86	20,29	18,86	12,28	17,44	27,60	23,12	24,36	28,10	36,05	50,64	61,08	69,10	94,10	60,86	77,38	107,44	
<b>Einfuhrpreise:</b>																						
- Rohöl	128,76	115,45	106,94	98,72	94,94	119,00	127,60	86,88	122,70	227,22	201,60	191,36	190,13	221,74	314,47	379,01	389,24	484,14	324,22	446,00	592,82	
- Erdgas	2,439	1,971	2,025	1,881	1,863	2,215	1,959	1,671	2,967	3,875	3,238	3,401	3,288	4,479	5,926	5,550	7,450	5,794	5,725	7,236		
- Steinkohlen	45,36	42,57	36,74	35,91	38,86	38,21	42,45	37,37	34,36	42,09	53,18	44,57	39,87	55,36	65,02	61,76	68,24	112,48	78,81	85,33	106,80	
<b>Verbraucherpreise:</b>																						
<b>Haushalte (einsch. MwSt.)</b>																						
- Heizöl leicht	26,38	24,34	24,77	23,08	21,94	25,92	26,57	22,10	26,52	40,82	38,45	35,14	36,46	40,60	53,59	59,30	58,63	77,13	53,47	65,52	81,62	
- Erdgas <sup>2)</sup>	3,55	3,58	3,55	3,55	3,48	3,35	3,49	3,52	3,38	3,94	4,84	4,53	4,76	4,82	5,34	6,33	6,51	7,10	6,98	6,36	6,66	
- Strom <sup>3)</sup>	14,80	15,51	15,89	16,20	16,36	15,21	15,27	15,48	15,97	14,92	15,44	16,08	16,86	17,51	18,23	18,91	20,15	21,43	22,72	23,42	25,08	
- Briketts	22,39	23,52	24,90	25,72	26,24	27,03	27,60	28,20	28,55	28,53	28,54	29,21	29,35	29,69	30,15	30,72	31,52	31,86	31,83	k.A.	k.A.	
- Fernwärme	11,86	11,89	12,29	12,30	12,34	12,13	12,37	12,51	12,31	13,39	15,69	15,78	15,94	15,96	17,15	19,27	20,50	21,73	22,95	21,38	22,85	
<b>Industrie (ohne MwSt.)</b>																						
- Heizöl schwer <sup>4)</sup>	114,70	103,31	101,46	106,11	106,75	117,62	118,82	100,05	117,88	188,92	168,57	184,42	187,34	175,03	242,64	296,13	288,64	394,46	305,65	395,50	512,68	
- Heizöl leicht <sup>7)</sup>	20,32	17,43	17,27	15,73	14,94	18,48	18,76	14,72	19,28	31,79	29,13	26,65	27,55	31,61	42,42	47,58	46,83	61,76	40,81	52,31	66,51	
- Erdgas <sup>5)</sup>	1,47	1,38	1,32	1,27	1,27	1,29	1,39	1,33	1,27	1,69	2,14	1,95	2,16	2,12	2,46	2,91	2,77	3,36	3,15	2,93	k.A.	
- Strom <sup>5)</sup>	6,91	6,96	7,03	6,82	6,74	6,62	6,37	6,05	5,34	4,40	4,89	5,15	5,79	6,19	6,76	7,51	7,95	8,82	10,04	9,71	k.A.	
<b>Verkehr (einsch. MwSt.)</b>																						
- Normalbenzin	0,65	0,69	0,69	0,77	0,77	0,80	0,83	0,79	0,84	0,99	1,00	1,03	1,08	1,12	1,20	1,27	1,33	1,40	1,28	k.A.	k.A.	
- Superbenzin						0,79	0,83	0,85	0,81	0,87	1,02	1,05	1,10	1,14	1,23	1,29	1,34	1,40	1,28	1,42	1,56	
- Dieselloststoff <sup>6)</sup>	0,55	0,54	0,56	0,59	0,58	0,62	0,64	0,59	0,64	0,80	0,82	0,84	0,89	0,94	1,07	1,12	1,17	1,34	1,09	1,23	1,43	
<b>Preisindizes</b>																						
- Lebenshaltung	2005=100	75,9	79,8	83,3	85,6	87,1	88,3	90,0	91,4	92,7	94,5	95,9	96,9	98,5	100,0	101,6	103,9	106,6	107,0	108,2	110,7	
- Einfuhr	2005=100	92,7	90,5	89,1	89,8	90,1	90,5	93,7	90,8	99,5	100,1	97,9	95,7	96,7	100,0	104,4	105,1	109,9	100,5	108,3	k.A.	

k.A. = keine Angaben

<sup>1)</sup> OPEC Korb

<sup>2)</sup> bei einer Abgabemenge von 1.600 kWh pro Monat inkl. aller Steuern und Abgaben

<sup>3)</sup> Tarifabnehmer (bei einer Abgabemenge von 325 kWh pro Monat), inkl. Ausgleichsabgabe, Stromsteuer und Mehrwertsteuer

<sup>4)</sup> Durchschnittspreis bei Abnahme von 2001 t und mehr im Monat, ab 1993 bei Abnahme von 15 t und mehr im Monat und Schwefelgehalt von maximal 1 %.

<sup>5)</sup> Durchschnittserlöse

<sup>6)</sup> Markenware mit Selbstbedienung

<sup>7)</sup> Lieferung von mindestens 500 t a. d. Großhandels, ab Lager, Werte bis 1998 alte Bundesländer

Quelle: Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie 2012, Ausgewählte Grafiken zu Energiepreisen und -kosten, <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiepreisen-energiepreise-energiekosten.html>





Anhang 4: Betankungslisten für die Treibstoffuntersuchung.

Tankliste Baumaschine	Fahrzeug:			Betrieb Nr.:
Datum	Getankt <i>Liter, kWh, kg</i>	Betriebsstunden	Belastung <sup>2</sup>	Unterschrift
<i>01.04.2013</i>	<i>60 l</i>	<i>10000 h</i>	<i>1</i>	<i>Dick</i>
<sup>2</sup> Siehe Anleitung				




**Anleitung:**

1. Bitte alle betrieblichen Maschinen eintragen die Treibstoffverbrauch haben.  
LKW, PKW, Transporter, Baumaschinen, Kleingeräte, usw.
2. Am Untersuchungsende bitten wir sie alle Listen an die Kontaktadresse zurück zusenden.
3. Für die Spalte Belastung bitte folgendes einschätzen:  
Überwiegende Belastung der Maschine im Untersuchungszeitraum.
4. Bitte bewahren sie alle Rechnungen und Aufzeichnungen für Treibstoffe auch für Motorgemische und 2 Takt Gemische vom Untersuchungszeitraum auf und schicken diese am Ende der drei Monate an die Kontaktperson zurück.


Überwiegende Belastung für zum Beispiel Bagger/ Lader	
überwiegend leichte Hebearbeiten	1 leicht
überwiegend gemischte Tätigkeiten	2 mittel
überwiegend schwere Erdarbeiten	3 schwer

Überwiegende Belastung für Transporter	
überwiegend leichte Beladung, Personentransport, Leerfahrt	1 leicht
überwiegend mittlere Beladung	2 mittel
überwiegend volle Beladung	3 schwer

Anhang 6: Poster zum Forschungsforum Landschaft der FLL, 20.2.2014



## Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau



### Energiewende im Garten-, Landschafts- und Sportplatzbau

Ina Dick, Nikolai Kendzia, Thomas Leopoldeder

Die Energiewende in Deutschland, voranschreitende Automatisierung und steigende Energiepreise zwingen die Branche des Garten- und Landschaftsbaus (GaLaBau) umzudenken und Veränderungen durchzuführen. Sie soll ihrem Ruf als „grüne“ Baubranche gerecht werden.

#### Ziele

Wie kann die GaLaBau Branche ihren Beitrag zur Energiewende leisten? Mit dem **Energie-3-Sprung**:

1 Energieverbrauch vermeiden

2 Energieeffizienz steigern

3 Erneuerbare Energien ausbauen

#### Energieverbrauchsuntersuchung

- 1 Höhe und Verteilung des Energieverbrauchs (Strom, Wärme und Treibstoff) wurden im ganzjährigen Betrieb erfasst. Mit Hilfe von Umfragebögen konnten 47 Datensätze von bayerischen Betrieben gesammelt und 43 davon ausgewertet werden.
- 2 Bildung einer Gruppe der „typische GaLaBau Betriebe“, die die Mehrheit gleicher Betriebe ausmacht. 25 % (16 Betriebe) der abgefragten Betriebe erfüllen die gleichen Eigenschaften (6 bis 15 Mitarbeiter und min. 50% des Umsatzes von privaten Auftraggebern).
- 3 Dokumentation des Treibstoffverbrauchs von 4 Referenzbetrieben während einer 3-monatigen Arbeitsphase. Dabei wurde der Treibstoffverbrauch von Transport-, Baumaschinen und Kleingeräten getrennt aufgenommen. Parallel dazu wurde der Maschinenbestand mit Leistungsdaten, Baujahr und Nutzungsintensität erfasst.
- 4 Verbrauchsdaten aller Betriebe werden auf Schwachpunkte analysiert und untereinander verglichen.
- 5 Maßnahmen zur Erreichung der Ziele des Energie-3-Sprungs werden erarbeitet.

#### Ergebnisse

**Energieverbrauch pro Erwerbstätigen**  
m<sup>2</sup>/J, verglichen mit Branchenwerten der Fraunhoferstudie

Gartenbau	28.196 kWh
<b>GaLaBau</b>	<b>20.993 kWh</b>
Baugewerbe	6.981 kWh

**Verteilung der Energiekosten** m<sup>2</sup>/J

4 % Wärme
5 % Strom
<b>91 % Treibstoff</b>

**Unterschiede im Treibstoffverbrauch der „typischen GaLaBau Betriebe“** m<sup>2</sup>/J, Liter Diesel pro Bauwerkstunde

4.250 l
2.274 l Durchschnitt
95 l

**Energiekostenanteil am Umsatz**  
m<sup>2</sup>/J, verglichen mit Branchenwerten der Fraunhoferstudie

<b>GaLaBau</b>	<b>3,6 %</b>
Baugewerbe	5,7 %
Gartenbau	8,1 %

**Verteilung des Treibstoffverbrauchs** m<sup>2</sup>/J

4 % Kleingeräte
20 % Baumaschinen
<b>76 % Transportmaschinen</b>

**Wo sehen die Betriebe Energieeinsparpotenziale?** m<sup>2</sup>/J



80 % Anschaffung kraftstoffsparender Maschinen
64 % Mitarbeiterschulung zur sparsamen Fahrweise
25 % Gebäudesanierung
20 % Umstellung auf regenerativen Energiequellen
20 % Energieberatung
7 % Optimierung der Gebäudeleittechnik



#### Forschungsbedarf

Wie die Ergebnisse zeigen, liegt das größte Einsparpotenzial im Bereich des Treibstoffverbrauchs. Branche und der Maschinenbau müssen zusammen arbeiten und Lösungen für Effizienzsteigerung und Energieverbrauchsreduzierung finden. Diese Einsparpotenziale im Maschinenbereich werden in der Untersuchung von der Praxis bestätigt. Folgende Fragen insbesondere bei der Entwicklung von Bauteilen sollen untersucht werden:

- Wie wirkt sich Verschleiß auf den Verbrauch aus?
- Wie viel bringt eine Fahrerschulung?
- Tragen Alternative Antriebe und Biokraftstoffe dazu bei, den GaLaBau „grüner“ zu machen?

Auch auf dem Betriebsgelände sind ausreichend Einsparpotenziale vorhanden. Erneuerbare Energien, z. B. Solaranlagen und Grundnutzverwertung, sollen verstärkt genutzt werden.

**Verfasser:** Beierndorfer, Ina; Kendzia, Nikolai (2012): Maschinenrauschstellung im Garten- und Landschaftsbau – Neue Landschaft Nr. 8, S. 33–40.  
 Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsentwicklung: Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2004 bis 2006 und 2007 bis 2010.  
 Thiesler, Ph. (2012): Hybrid-Maschinenantrieb der Zukunft im GaLaBau – Techno Nr. 24, S. 8.

**Kontakt:** Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, An der Unger 15, 85355 Weihenstephan.  
 Kontakt: Tel.: 09251-8921-423, Fax: 09251-8921-400, E-Mail: ina.dick@lwg.lwlw.bayern.de  
 www.lwg.lwlw.bayern.de, www.landwirtschaftsingenieur.de

Anhang 7: Poster zum Projekt „Energie sparen an der LWG“. Dieses Poster wurde in jeder Abteilung aufgehängt.



Bayerische Landesanstalt für  
Weinbau und Gartenbau



## LWG - Mit gutem Beispiel voran! Energiespartipps:

### Strom und Beleuchtung

- Standby-Modus vermeiden
- Mehrfachstecker mit Kippschalter nutzen, um Geräte gemeinsam abzuschalten
- Computer und Geräte nur bei Bedarf hochfahren
- In längeren Arbeitspausen elektrische Geräte ausschalten
- Beleuchtung nur dann nutzen, wenn es notwendig ist
- Beleuchtung in sanitären Anlagen beim Verlassen abschalten



### Heizen

- Raumtemperatur (ohne Komfortverlust) absenken, denn eine Absenkung um 1 °C senkt die Energiekosten um 6 %
- Türen immer geschlossen halten, damit die Wärme nicht in die kühleren Flure abzieht
- Gelegentliches Sturzlüften anstatt dauerhaft gekippter Fenster
- Thermostate auf eine feste Position einstellen
- Wenn Sie mehrere Tage nicht in Ihrem Büro sind, sollte das Thermostat zurückgedreht werden



www.lwg.bayern.de

LandSchafttEnergie



LandSchafttEnergie

## 10. Veröffentlichungen

- Dick, I. (2012): Von Energiecheck bis CO2 Footprint. Schule und Beratung 11-12/12, S. 19-20
- Dick, I. (2013): Erste Ergebnisse der Untersuchung „Energieverbrauch im GaLaBau“. Neue Landschaft 4/13, S.40-41
- Dick, I. (2013): Energieverbrauch im GaLaBau. Schule und Beratung 6/13, S. 38-40
- Dick, I. (2013): Energieverbrauch im Garten- und Landschaftsbau. Verband Ehemaliger Veitshöchheimer e.V. Zeitschrift 115/13, S. 40-42
- Dick, I. (2014): Energiewende im GaLaBau. Wie grün ist die Branche wirklich? 46. Veitshöchheimer Landespflegekongress 167/14 Band 1, S. 67-74