Bundesamt
für Wirtschaft und
Ausfuhrkontrolle

80 MILLIONEN GEMEINSAM FÜR ENERGIEWECHSEL

Leitfaden zur Erstellung von Energieauditberichten

nach den Vorgaben der DIN EN 16247-1 und den Festlegungen des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA)

Wichtiger Hinweis zur jeweils geltenden Fassung

Hinweis: Dieses Merkblatt wird regelmäßig überarbeitet und ist jeweils nur in seiner aktuellen Fassung gültig. Regelungen und Anforderungen vorangegangener Versionen haben, sobald eine überarbeitete Version des Merkblatts veröffentlicht wird, keine Gültigkeit mehr.

Die aktuell gültige Version finden Sie auf der Internetseite des BAFA, www.BAFA.de in der Rubrik Energie → Energieberatung & Energieaudit → Energieaudit nach EDL-G unter Informationen zum Thema in Publikationen.

In diesem Dokument finden Sie jeweils nur die zum aktuellen Zeitpunkt gültige Version des Merkblatts. Zur Vermeidung von Missverständnissen werden vorangegangene Versionen entfernt. Hinweise zu den aktuellen Änderungen und den vorangegangenen Versionen finden Sie in der nachfolgenden Änderungschronik.

Der Zeitpunkt des aktuellen Stands dieser Fassung ist im Impressum angegeben.

Vorwort

Deutschland und die europäische Union haben sich ehrgeizige Ziele zur Steigerung der Energieeffizienz gesetzt. Um einen Beitrag zur Erreichung des europäischen Energieeinsparziels zu leisten, wurde die Energieeffizienzrichtlinie 2012/27/EU erlassen, die am 04. Dezember 2012 in Kraft getreten ist.

Die Energieeffizienzrichtlinie sieht zahlreiche Maßnahmen vor, die von den Mitgliedstaaten umgesetzt werden müssen. U.a. ist in Art. 8 Absatz 4-7 der Energieeffizienzrichtlinie geregelt, dass alle Mitgliedstaaten die Verpflichtung für Unternehmen, die kein kleines und mittleres Unternehmen (KMU) sind, ein Energieaudit durchzuführen, umsetzen müssen.

Dieser Leitfaden richtet sich an Energieauditoren und zum Energieaudit verpflichtete Unternehmen (Nicht-KMU) und soll als Hilfestellung zur korrekten Durchführung sowie Dokumentation eines Energieaudits nach den Anforderungen des Energiedienstleistungsgesetzes (EDL-G) und der DIN EN 16247-1 dienen.

Die Anforderungen an die Durchführung der Energieaudits sind in § 8a des Energiedienstleistungsgesetzes (EDL-G) geregelt. Das Energieaudit muss nach § 8a Absatz 1 Nr. 1 EDL-G insbesondere den Anforderungen der DIN EN 16247-1 entsprechen. Gemäß der DIN EN 16247-1 ist ein Energieaudit eine systematische Inspektion und Analyse des Energieeinsatzes und des Energieverbrauchs einer Anlage, eines Gebäudes, eines Systems oder einer Organisation mit dem Ziel, Energieflüsse und das Potenzial für Energieeffizienzverbesserungen zu identifizieren und über diese zu berichten.

Im Rahmen der Energieaudits nach EDL-G sind die verpflichteten Unternehmen als Auditobjekte zu betrachten. Die Standorte dieser Unternehmen sind demnach der Bilanzierungsrahmen der relevanten Untersuchungen und Analysen nach DIN 16247-1. Ausgangspunkt für die energetische Inspektion nach DIN 16247-1 und dem EDL-G ist der Gesamtenergieverbrauch des jeweilig verpflichteten Unternehmens.

„**Die Europäische Norm 16247-1 definiert die Eigenschaften eines qualitativ guten Energieaudits**.
Sie legt die Anforderungen an Energieaudits und entsprechende Verpflichtungen innerhalb des Energieauditprozesses fest. Sie berücksichtigt, dass es dabei Unterschiede beim Vorgehen bei einem Energieaudit, beim Anwendungsbereich, den Zielen und der Gründlichkeit gibt, versucht aber, gemeinsame Aspekte des Energieaudits zu harmonisieren, um mehr Klarheit und Transparenz in den Markt für Energieauditdienstleistungen zu bringen. Obwohl der Energieauditprozess als einfache chronologische Abfolge dargestellt ist, werden jedoch Wiederholungen bestimmter Schritte nicht ausgeschlossen.“ (DIN, 2016)

In den folgenden Kapiteln wird der relevante, nach DIN EN 16247-1 geforderte Inhalt von Auditberichten im Rahmen der Vorgaben des §8 Energiedienstleistungsgesetzt (EDL-G) erläutert und dargestellt. Der Leitfaden soll die Durchführung von Energieaudits und die damit verbundene Erstellung von normkonformen Energieauditberichten veranschaulichen und die Qualität der Energieaudits vereinheitlichen. Der Bericht des Energieauditors muss transparent, schlüssig und nachvollziehbar sein. Es soll eine ausführliche Dokumentation des Auditprozesses gegeben sein.
Die hier aufgeführten Inhalte sind **nicht** als Musterbericht zu verstehen, sondern zeigen die vom BAFA verlangten Berichtsinhalte im Rahmen der Durchführung von Energieaudits nach DIN 16247-1 und dem EDL-G. Alle weiteren zu berücksichtigende Anforderungen im Rahmen der Durchführung von Energieaudits regelt das Merkblatt für Energieaudits.

Änderungschronik

Angaben, Beschreibung zu den Änderungen zur vorangegangenen Version in dem jeweils aktuellen Dokument mit Verweis zu dem Kapitel in dem aktuellen Dokument.

1. Änderung (Stand 20.03.2019)

I, II, III	Anforderung gemäß Ziffer 5.3 Buchstabe d) und f) der DIN EN 16247-1 wurden eingefügt.
IV	Nummer 4 „Aufschlüsselung des Gesamtenergieverbrauchs“
V	Nummer 1.2.2 „Ergebnisdarstellung der Wirtschaftlichkeitsrechnung“
VI	Nummer 2.4 „Erweiterung der Unternehmensstruktur“ wurde eingefügt

2. Änderung (Stand 21.03.2019)

Vorwort	Allgemeine Überarbeitung

3. Änderung (Stand 21.03.2019)

V	Nummer 2.2.1 „Modernisierung von Motoren und Antrieben“ überarbeitet.

4. Änderung (Stand 26.06.2019)

VI	Nummer 2 „MSV Anwendung im Wiederholungsaudit“ überarbeitet.

5. Änderung (Stand 22.07.2019)

Allg. Info	Überarbeitung der Summe der Gesamteinsparungen in den Tabellen 1 und 29.

6. Änderung (Stand 25.07.2019)

VI	Nummer 1 und 2.3. Der Satz „Unberücksichtigt bleibt der Energieverbrauch von Unternehmen oder Standorten, die nach § 8 Abs. 3 EDL-G von der Auditierung freigestellt sind (siehe Ziffer 2.4 Merkblatt)“ wurde gestrichen.

7. Änderung (Stand 06.08.2019)

IV	Nummer 2.1. Anwendung der 90%-Regelung im Gruppenverbund wurde überarbeitet. Eine Beispieltabelle zur Dokumentation der Anwendung wurde eingefügt.

8. Änderung (Stand 21.03.2019)

V	Nummer 2 ff., Anpassung der Wirtschaftlichkeitsberechnungen der Beispielmaßnahmen unter Berücksichtigung einer Energiepreissteigerung i.H.v. 4%. Maßnahmenübersicht (Tabellen 1,8 und 29), Ergebnisse der internen Verzinsung sowie des Kapitalwerts angepasst. Änderung des Begriffs „Bezugszeitraum“ in „Betrachtungszeitraum“.

9. Änderung (Stand 21.03.2019)

VI	Nummer 2.4. Erweiterung der Unternehmensstruktur wurde überarbeitet. Unternehmen, die von einem Nicht-KMU aufgekauft werden, gelten sofort als Nicht-KMU. Ein solches Unternehmen muss das Energieaudit innerhalb von 20 Monaten ab dem ersten Tag des Geschäftsjahres, ab dem es erstmals als Nicht-KMU gilt, durchführen.

10. Änderung (Stand 25.11.2019)

V	Nummer 2.1. Klarstellung Energie- und Brennstoffeinsparung überarbeitet.

11. Änderung (Stand 28.11.2019)

VI	Nummer 2.1 Wiederholungsaudit: Anwendung der 90%-Regel im Gruppenverbund wurde überarbeitet. Die Verweise auf die relevanten Kapitel im BAFA-Merkblatt für Energieaudits wurden angepasst.

12. Änderung (Stand 26.05.2020)

VI	Nummer 1 Anwendung im Multi-Site-Verfahren. Übertragung der Ergebnisse der untersuchten repräsentativen Standorte innerhalb eines Clusters wurde ergänzt.

13. Änderung (Stand 01.07.2020)

Allg. Info	Anpassung Referatsbezeichnung von 526 in 513

14. Änderung (Stand 30.11.2020)

Allg. Info	Anpassung Referatsbezeichnung von 513 in 514

15. Änderung (01.09.2026)

Allg. Info	Redaktionelle Änderungen, Sicherstellung von Formatvorgaben und Neuordnung von Abschnitten. Titelseite, Änderungschronik überarbeitet.
Allg. Info	Anpassung der Referatsbezeichnung von 514 in 512.

Inhaltsverzeichnis

Wichtiger Hinweis zur jeweils geltenden Fassung **2**
Vorwort **3**
Änderungschronik **4**
Inhaltsverzeichnis **6**
Abkürzungsverzeichnis **8**
I. Erläuterung der Normpunkte **10**
1. Beschreibung 10
2. Aufbau des Energieauditberichts 12
II. Zusammenfassung **13**
1. Erkenntnisse der energetischen Analyse 13
2. Übersicht der Energieeinsparpotentiale 13
3. Ausblick auf konkrete Optionen zur Umsetzung von Maßnahmen 16
3.1 Energieliefer-Contracting 16
3.2 Einspar-Contracting 16
3.3 Betriebsführungs-Contracting 16
III. Hintergrundinformationen **17**
1. Allgemeine Informationen zum Unternehmen 18
2. Beschreibung der untersuchten Standorte 18
3. Normen und Vorschriften 18
4. Ergebnisse der Auftakt-Besprechung 19
5. Anwendungsbereich, gesetzte Ziele und Erwartungen 20
IV. Analyse des Energieverbrauchs **21**
1. Betrachtungszeitraum 22
2. Energieverbrauch 23
3. Bestandsaufnahme (90%-Regelung) 24
4. Aufschlüsselung des Gesamtenergieverbrauchs 25
4.1 Beschreibung der Gebäudetechnik/ Querschnittstechnologien 30
4.2 Beschreibung der Produktionsprozesse und –anlagen 31
4.3 Beschreibung des Transports 32
4.4 Beschreibung der Gebäudehülle 33
5. Lastprofile 34
6. Energieleistungskennzahlen 35
V. Ermittlung und Darstellung von Energieeinsparmaßnahmen **37**
1. Darstellung und Berechnung der Einsparpotentiale 38
1.1 Energetische Bewertung des IST-Zustandes 38
1.2 Wirtschaftlichkeitsanalyse 39
1.2.1 Umfang von Kosten und Einsparungen 39
1.2.2 Ergebnisdarstellung der Wirtschaftlichkeitsrechnung 41
1.2.3 Weitere Bewertungsmöglichkeiten der Wirtschaftlichkeit 42

2. Beispiele für die Darstellung, Beschreibung und Berechnung von Potentialen 43
2.1 Sanierung der Gebäudehülle am Beispiel Fenstertausch 44
2.2 Anlagentechnik/Querschnittstechnologie 45
2.2.1 Modernisierung von Motoren und Antrieben 45
2.2.2 Information- und Kommunikationstechnik 47
2.2.3 Klima- und Lüftung 48
2.2.4 Druckluft mit Nutzung Abwärme 51
2.2.5 Beleuchtung 53
2.3 Transport 55
3. Maßnahmenplan 57
3.1 Definition von Rangfolgekriterien 57
3.2 Maßnahmenplan 57
3.3 Umsetzungsplan 57
3.4 Finanzierungs- und Umsetzungsmodelle 58
VI. Anwendung des Multi-Site-Verfahrens (MSV) 59
1. MSV Anwendung im Erstaudit 63
1.1 Unternehmensintern 63
1.2 Unternehmensübergreifend (Gruppenenergieaudit) 66
2. MSV Anwendung im Wiederholungsaudit 68
2.1 Wiederholungsaudit: Anwendung der 90%-Regel im Gruppenverbund 68
2.2 Bildung von Cluster im Wiederholungsaudit 69
2.3 Unternehmensübergreifend (Gruppenenergieaudit) 70
2.4 Erweiterung der Unternehmensstruktur 72
Impressum 74

Abkürzungsverzeichnis

Abs.	Absatz
AfA	Sogenannte AfA-Tabellen, Abschreibungstabelle für allgemein verwendbare Anlagegüter
Art.	Artikel
BAFA	Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, Bundesoberbehörde des Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
bh	Betriebsstunden
BHKW	Blockheizkraftwerk - erzeugt durch Verbrennung von Brennstoffen wie Erdgas gleichzeitig elektrischen Strom und nutzbare Wärme
bzw.	beziehungsweise
DENA	Deutsche Energie-Agentur
DESTATIS	Statistische Bundesamt, eine Bundesoberbehörde des Bundesministerium des Innern
DGK	Durchschnittlich gebundene Kapital
DIN	Deutsches Institut für Normung
EDL-G	Gesetz über Energiedienstleistungen und andere Energieeffizienzmaßnahmen
EDV	Elektronische Datenverarbeitung
EEW	Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft
EN	Europäische Norm
EnEfG	Gesetz zur Steigerung der Energieeffizienz in Deutschland (Energieeffizienzgesetz)
EnEV	Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung - EnEV)
etc.	et cetera, im Sinne von „und so weiter“
EU	Europäische Union
EUR	Währung Euro
EVU	Energieversorgungsunternehmen
ggf.	gegebenenfalls
GWh	Gigawattstunden
GWh/a	Gigawattstunden pro Jahr
i.H.v	in Höhe von
IE	im Zusammenhang mit elektrische Antriebe - International Energy Efficiency Class (Internationale Energieeffizienzklasse) IE1 bis IE5
IKT	Informations- und Kommunikationstechnik, umfasst alle technischen Mittel zur Verarbeitung, Speicherung und Übertragung von Informationen sowie der Kommunikation.
ISO	International Organization for Standardization
IT	Informationstechnik oder Informationstechnologie
k.A.	keine Angaben
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau, die deutsche Förderbank des Bundes und der Länder
KMU	Kleinst-, kleine oder mittlere Unternehmen im Sinne der Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003
Komp.	im Zusammenhang mit Durkluft, Druckluft-Kopressor
kW	Leistung, Leistungsaufnahmen in Kilowatt, 1000 W= 1 kW
kWh	Kilowattstunden
kWh/a	Kilowattstunden pro Jahr
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung. Die gleichzeitige Erzeugung von elektrischer Energie (Strom) und nutzbarer Wärme aus einem Brennstoff.
LED	LED für das englische „Light Emitting Diode“, auf Deutsch Leuchtdiode
min.	mindestens

Mio.	Millionen
MsbG	Messstellenbetriebsgesetz
MSV	Multi-Site-Verfahren
MWh/a	Megawattstunden pro Jahr
Nicht-KMU	Unternehmen, die keine Kleinst-, kleine oder mittlere Unternehmen (KMU) im Sinne der Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 sind
Nr.	Nummer
PKW	Personenkraftwagen
PV	PV-Anlage = Photovoltaikanlage
RLT	RLT-Anlage - Raumlufttechnik oder Raumlufttechnische Anlage
spez.	spezifisch, spezifischer
u. a.	unter anderem
VALERI	Bewertung von energiebezogenen Investitionen – DIN EN 17463
VDI	Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Richtlinie, anerkannte und praxiserprobte technische Regel oder Handlungsempfehlung, die vom Verein Deutscher Ingenieure e. V. herausgegeben wird.
vgl.	vergleiche
W	Watt (physikalische Einheit der Leistung), Leistung, Leistungsaufnahme in Watt
WLG	Wärmeleitgruppe oder Wärmeleitfähigkeitsgruppe
WRG	Wärmerückgewinnung
z.B.	zum Beispiel

I. Erläuterung der Normpunkte

Gemäß der DIN EN 16247-1, Teil 1 ist ein Energieaudit eine systematische Inspektion und Analyse des Energieeinsatzes und des Energieverbrauchs einer Anlage, eines Gebäudes, eines Systems oder einer Organisation mit dem Ziel, Energieflüsse zu untersuchen, Ergebnisse der Analyse des IST-Zustandes darzustellen und Potentiale für Energieeffizienzverbesserungen daraus zu identifizieren. Über die durchgeführten Analysen und Ergebnisse ist in einem Energieauditbericht zu berichten. Im Zuge einer Schwachstellenanalyse des energetischen IST-Zustandes sollen von dem Energieauditor Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz identifiziert werden. In einem weiteren Schritt werden die verschiedenen Maßnahmen energetisch bewertet und durch Wirtschaftlichkeitsberechnungen monetär beurteilt, so dass Unternehmen im Ergebnis auf einen Blick erkennen können, welche Investitionen sich in welchem Zeitraum rechnen. Nachfolgend sind die zu einem typischen Auditprozess gehörenden Elemente stichpunktartig aufgeführt. Maßgeblich sind die Regelungen der DIN EN 16247-1 und die festgelegten Anforderungen des BAFA. Dieser Leitfaden soll die geforderten Inhalte an ein Energieaudit nach DIN EN 16247-1 konkretisieren und die vom BAFA im Rahmen des EDL-G verlangten Dokumentationen veranschaulichen.

1. Beschreibung

Ziffer 5.1 Einleitender Kontakt
In einem einleitenden Kontakt muss der Energieauditor mit der Organisation die Rahmenbedingungen des Energieaudits festlegen. Mit dem Unternehmen sind Vereinbarungen über die Ziele, Grenzen, Gründlichkeit, Zeitraum, usw. zu treffen. Relevante Informationen über Kontext, energetische Gesamtsituation, Einflüsse auf den Energieverbrauch, Format des Berichtes, sind zu erfragen und das Unternehmen ist über die für die Durchführung des Energieaudits benötigten Ressourcen aufzuklären.

Ziffer 5.2 Auftakt Besprechung
Ziel der Auftakt-Besprechung ist es, den vorhergehenden, einleitenden Kontakt zu vertiefen. Das jeweilige Unternehmen wird entsprechend über die Ziele, den Anwendungsbereich, die Grenzen und die Tiefe des Energieaudits informiert und die praktische Ausgestaltung des Energieaudits wird abgestimmt. Es ist vom Unternehmen eine Person zu benennen, welche unternehmensintern für das Energieaudit verantwortlich ist und dem Energieauditor bei der Durchführung des Energieaudits unterstützt. Der Energieauditor muss mit dem Unternehmen eine Vereinbarung für benötigte Ressourcen (Betriebsmittel und Daten, Zugänge zu den relevanten Bereichen, Sicherheit, Datenschutz, ggf. Messmittel, etc.) treffen.

Ziffer 5.3 Datenerfassung
Der Energieauditor muss Informationen und Daten der energieverbrauchenden Systeme, Prozesse und Einrichtungen erfassen und die quantifizierbaren Parameter, die den Energieverbrauch beeinflussen, ermitteln. Vorherige Untersuchungen im Unternehmen in Bezug auf Energie und Energieeffizienz bzw. der Betrieb von Energiemanagementsystemen, sowie Energietarife, aber auch Konstruktions-, Betriebs- und Wartungsdokumente und relevante Wirtschaftsdaten sind hier zu berücksichtigen.
Die Energieverbräuche einer 12-monatigen, aufeinanderfolgenden Datenbasis werden in einer zeitlichen Auflösung (z.B. jährliche oder monatliche Rechnungen, 15-minütige Ablesungen) für die verschiedenen eingesetzten Energieträger über eine elektronische Datenerfassung (z.B. Excel, geeignete Software) gesammelt und entsprechend verarbeitet und analysiert. Darüber hinaus sind alle betrieblichen Entwicklungen und Ereignisse in der Vergangenheit, die den Energieverbrauch innerhalb einer Verpflichtungsperiode beeinflusst haben könnten zur erfassen. Vor allem sind die vorgeschlagenen Energieeffizienzmaßnahmen aus einem ggf. vorherigen Energieaudit aufzunehmen und zu bewerten.

Ziffer 5.4 Außeneinsatz
Der Energieauditor muss die zu prüfenden Objekte begehen, um den Energieeinsatz zu evaluieren bzw. zu plausibilisieren. Daneben sind Bereiche und Prozesse zu ermitteln, in denen zusätzliche Daten benötigt werden. Arbeitsabläufe sowie das Nutzerverhalten und ihr Einfluss auf den Energieverbrauch und die Effizienz sind zu untersuchen und zu analysieren. Auf dieser Basis soll der energetische IST-Zustand auf Schwachstellen untersucht und erste Verbesserungsvorschläge identifiziert werden. Es sollte sichergestellt werden, dass bereits vorhandene Messungen unter realen Bedingungen stattfinden und verlässlich sind.
Die Begehung vor Ort dient zur Aufnahme und Untersuchung der Energieeffizienz von wesentlichen Energieverbrauchern und Systemen. Es sind alle relevanten Daten und Dokumente der unterschiedlichen Energieverbraucher und Systeme dem Energieauditor bereitzustellen.

Ziffer 5.5 Analyse
In dieser Phase stellt der Energieauditor die bestehende Situation der energiebezogenen Leistung fest. Hierbei muss eine Aufschlüsselung des Energieverbrauchs auf der Verbrauchs- und Versorgungsseite stattfinden. Auf dieser Grundlage bestimmt er Ansätze zur Verbesserung der Energieeffizienz. Diese Verbesserungsmöglichkeiten müssen nach festgelegten Kriterien bewertet werden. Die Zuverlässigkeit der Daten, die angewandten Berechnungsmethoden sowie die getroffenen Annahmen sind aufzuzeigen.
Die sich an die Begehung und die Datenerfassung anschließende Detailanalyse der Daten und Informationen untersucht die Aufteilung der Energieströme auf die verschiedenen Verbraucher und die damit verbundene Identifizierung von Energieeffizienzmaßnahmen. Damit ist die Frage zu klären, welche Verbraucher benötigen die meiste Energie und stellen damit die größten Hebel zur Energieeinsparung dar (Feststellung der Hauptenergieverbraucher). Es wird in Abhängigkeit von der Datenlage die zeitliche Verbrauchsstruktur analysiert (Lastprofile). Damit soll u.a. die Frage geklärt werden, ob außerhalb der Nutzungs- oder Produktionszeiten ein Energiefluss von Verbrauchern stattfindet. Damit können oftmals geringinvestive organisatorische Maßnahmen zur Energieeinsparung gefunden werden (z.B. Grundlastoptimierung, Nutzerverhalten. Schließlich werden für die vor Ort gefundenen, ineffizienten Energieverbraucher effizientere Geräte ermittelt. Dabei wird die Bestandssituation bezüglich des Energieverbrauchs zum Bezugspunkt (Ausgangsbasis) detailliert auf Schwachstellen analysiert, auf die sich mögliche Einsparungen beziehen. Für das Festlegen dieser energetischen Ausgangsbasis werden, soweit möglich, Einflussparameter, wie beispielsweise die Witterung, über eine sinnvolle Bereinigung herausgerechnet.
Die durch die höhere Effizienz der Austauschgeräte mögliche Energieeinsparung ist die Grundlage für eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der zu tätigenden Investition. Ebenso werden weitere, nicht energiebezogene Gewinne, wie z.B. eine erhöhte Produktivität oder geringerer Wartungsaufwand berücksichtigt. Diese Wirtschaftlichkeitsbetrachtung hat mehrere Sichtweisen, die über die weit verbreitete reine statische Amortisationsberechnung hinausgehen. Dahinter steht einerseits eine dynamische Berechnung, die sowohl Energiepreissteigerungen wie auch Kapitalkosten berücksichtigt, andererseits spielt die Lebensdauer der Geräte bzw. Anlagen eine wichtige Rolle. Denn je länger ein effizienteres Gerät eingesetzt werden kann, desto häufiger ergibt sich die jährliche Energieeinsparung gegenüber der Ist-Situation und desto größer ist damit die summierte Energieeinsparung. Diesem Umstand trägt die reine Amortisationsbetrachtung keine Rechnung. Daher ist die Amortisationszeit als Kriterium für Wirtschaftlichkeit von Energieeffizienzvorhaben ungeeignet. Eine dynamische Betrachtung erfolgt z.B. über eine Kapitalwertbetrachtung oder die interne Verzinsung.

Ziffer 5.6 Energieauditbericht
Der Bericht des Energieauditors muss transparent, schlüssig und nachvollziehbar sein. Er enthält eine Zusammenfassung, allgemeine Informationen zum Hintergrund und zur Durchführung, die detaillierte Dokumentation des Energieaudits (Untersuchung und Analyse des energetischen IST-Zustandes) und die Potentialanalyse der Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz.

Ziffer 5.7 Abschlusspräsentation
Um die Durchführung des Energieaudits abschließen zu können, muss der Energieauditor dem Unternehmen in einer Abschlusspräsentation die Ergebnisse des Audits erläutern. Anschließend wird der endgültige Energieauditbericht ausgehändigt und das Energieaudit ist damit fertiggestellt.

2. Aufbau des Energieauditberichts

Im Rahmen dieses Leitfadens werden die im nachfolgenden Verzeichnis aufgeführten Inhalte nach DIN EN 16247-1 detailliert beschrieben. Die Dokumentation eines Energieauditberichts kann anhand folgender Struktur ausgerichtet werden:

1. Zusammenfassung (Kapitel II)

a) Allgemeinverständliche, kurze textliche Zusammenfassung der wesentlichen Auditergebnisse
b) Rangfolge der Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz und tabellarische Zusammenfassung
- *Kurzbeschreibung der Maßnahme*
- *Geschätzte Netto-Investitionskosten*
- *Zu erwartenden energetische/finanzielle Einsparungen*
- *Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsberechnung*
- *CO_2-Einsparungen*

c) Hinweise auf mögliche Förderprogramme
d) Ausblick auf konkrete Optionen zur Umsetzung von Maßnahmen

2. Hintergrundinformationen (Kapitel III)

a) allgemeine Informationen über das beratene Unternehmen und die methodische Vorgehensweise des Energieauditors
Dokumentation der Anwendung des Multi-Site-Verfahrens (Kapitel VI)
- *Beschreibung der Unternehmens- /Konzernstruktur*
- *Auflistung aller teilnehmenden Unternehmen mit Darstellung Ihrer Standorte und des jeweiligen Energieverbrauchs/ Gesamtenergieverbrauchs*
- *Definition der Vergleichskriterien, Bildung und Beschreibung der Cluster*
- *Auflistung der untersuchten Standorte und Erstellung der Standortberichte*

b) Ziele und Erwartungen des Energieaudits
c) Kurze Beschreibung der zu untersuchenden Objekte/des zu untersuchenden Objektes
d) Normen/ Vorschriften
e) Angabe vorheriger energietechnischer Untersuchungen

3. IST-Zustand (Kapitel IV)

a) Textlich nachvollziehbare Beschreibung und tabellarische sowie grafische Darstellung zur Bestandsaufnahme der Energieströme
- *Aufschlüsselung des Energieverbrauchs und Aufteilung auf Energieverbraucher*
- *Energieflüsse / Energiebilanz*

b) Relevante Messungen dokumentieren
- *Gründe für vorgenommene Messungen beschreiben*
- *Beschreibung und Angaben zur Qualität der gemessenen, geschätzten oder erhobenen Daten*
- *Sofern vorhanden, Angaben zu ausgewerteten Lastprofilen*

c) Darstellung der detailliert untersuchten Objekte/Gewerke

4. Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz (Kapitel V)

a) Festlegung der Kriterien für die Rangfolge von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz
b) Nachvollziehbare Beschreibung der vorgeschlagenen Maßnahmen und Empfehlungen für die Umsetzung
c) Annahmen, die für die Berechnung von Einsparungen verwendet wurden und die resultierende Genauigkeit der Empfehlungen
d) Informationen über anwendbare Zuschüsse und Beihilfen
e) Wirtschaftlichkeitsanalyse für jede Verbesserungsmaßnahme auf Grundlage einer Kapitalwertberechnung
f) mögliche Wechselwirkungen mit anderen vorgeschlagenen Empfehlungen
g) Mess- und Nachweisverfahren, die für eine Abschätzung der Einsparungen nach der Umsetzung der empfohlenen Möglichkeiten anzuwenden sind

5. Anhang

a) Details zu relevanten Berechnungen mit Angabe der angewandten Berechnungsmethoden, Energieverbraucherlisten, erstellte Tabellen, etc.

II. Zusammenfassung

Gemäß den Anforderungen der DIN EN 16247-1 Ziffer 5.6.2 muss der Bericht eine Zusammenfassung der Ergebnisse des Energieaudits enthalten.
Die Zusammenfassung ist im Wesentlichen ein **„Abstract“** über die Erkenntnisse der energetischen Analyse sowie die daraus abgeleiteten Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz. Sie dient der auditierten Organisation als Orientierung in Form einer übersichtlichen Inhaltsangabe und soll auf den ersten Blick die Ergebnisse des Energieaudits wiedergeben. Dementsprechend beschreibt die Zusammenfassung den Aufbau und Inhalt des Energieauditberichtes textlich und stellt die Ergebnisse des durchgeführten Energieaudits in tabellarisch übersichtlicher Form dar.

Die Zusammenfassung der Auditergebnisse muss folgende Punkte enthalten:

- Allgemeinverständliche, textliche Zusammenfassung der wesentlichen Auditergebnisse mit einer rückblickenden Bewertung vorheriger Untersuchungen (Energieaudit).
- Übersicht der identifizierten Energieeinsparpotentiale mit den wichtigsten Kenngrößen
- Angabe der festgelegten Kriterien zur Rangfolge der Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz
- Hinweise auf mögliche Förderprogramme
- Ausblick auf konkrete Optionen zur Umsetzung von Maßnahmen

1. Erkenntnisse der energetischen Analyse

Im ersten Punkt sollen die allgemeinen Erkenntnisse des Energieaudits kurz zusammengefasst werden. Die auditierte Organisation ist zu Beginn über ihre energetische Ausgangslage aufzuklären, dabei muss ebenfalls über betriebliche Entwicklungen und Ereignisse, die in der Vergangenheit einen Einfluss auf den Energieverbrauch hatten (z.B.: Schließung von Standorten, durchgeführte Maßnahmen), eingegangen und berichtet werden. Grundsätzlich sind diese Informationen auf den Gesamtenergieverbrauch zu beziehen. Eine erste Übersicht soll einen Überblick über die eingesetzten Energieträger liefern. Auf eine detaillierte Bewertung des Energieverbrauchs ist an dieser Stelle zu verzichten. Es sollte an diesem Punkt auf das ausschlaggebende Kapitel im Energieauditbericht verwiesen werden.

2. Übersicht der Energieeinsparpotentiale

Die Übersicht der identifizierten Einsparpotentiale muss klar und strukturiert dargestellt werden. Am besten eignet sich eine tabellarische Übersicht für die Darstellung der Ergebnisse.

Folgende Informationen sind in einer tabellarischen Übersicht aufzuführen:

- Rangfolge der Maßnahmen nach festgelegten Priorisierungskriterien
- Bezugsort Gebäude/Unternehmen/Standort
- Bezeichnung der Maßnahme
- Investitionskosten in €/a
- Einsparung Energiekosten in €/a
- Einsparung Endenergie in passender Einheit (z.B. kWh/a bzw. MWh/a)
- Einsparung Emission in t CO_2/a
- Ergebnisse der Wirtschaftlichkeitsanalyse
  - Kapitalwert
  - Interne Verzinsung

Die identifizierten Maßnahmen müssen bei Betrachtung von mehreren Gebäuden, Unternehmen oder Standorten **einen eindeutigen Bezug zum jeweiligen verpflichteten Unternehmen aufzeigen**. Die Inhalte der Tabelle sind übersichtlich und geordnet nach einer Rangfolge mit festgelegten Kriterien darzustellen. Für die einzelnen Ergebnisse sind sinnvolle Größeneinheiten zu wählen.

Maßnahmen die durch vorherige Untersuchungen bzw. Energieaudits identifiziert und nicht innerhalb der Verpflichtungsperiode durch das Unternehmen durchgeführt wurden, sind ebenfalls in der Übersicht aufzunehmen. Diese Maßnahmen sollten gegenüber denen des aktuellen Energieaudits hervorgehoben werden. Es muss dabei beachtet werden, dass eventuell eine erneute Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchgeführt und ein Abgleich mit aktuellen Förderprogrammen erfolgen muss.

Beispieltabelle für einen Hauptstandort eines Unternehmens. Als Rangfolge wurde hier die interne Verzinsung (Rentabilität) angesetzt. Die Maßnahme Nummer 3 „Regelung Lüftung“ wurde bereits in einem vorherigen Energieaudit identifiziert und bewertet.

Hauptstandort			Einsparung pro Jahr (statisch)			Interne Verzinsung	Kapitalwert	Anmerkung
Nr.	Maßnahme	Investitions-Volumen	kWh	Euro	CO_2 [t]	[%]	Euro	
1	Fahrertraining	6.000,00 €	107.774,3	12.777,36 €	29,5	-	-	
2	Beleuchtung	46.420,00 €	199.824,0	39.964,80 €	23,08	94%	656.266,40 €	
3	Regelung Lüftung	60.000,00 €	140.905,2	28.181,04 €	13,17	53%	397.787,05 €	Energieaudit 2015
4	Druckluft	18.000,00 €	65.485,0	7.092,20 €	3,9	44%	78.772,75 €	
5	Ersatz Motoren	15.000,00 €	11.720,0	2.344 €	6,45	18%	26.213,69 €	
6	Fenstertausch	2.750.000,00 €	2.282.120,5	147.293 €	725,6	8%	3.305.279,75 €	
7	Ersatz PCs	315.000,00 €	117.040,0	23.408 €	64,37	-47%	-241.985,94 €	
Summe		**3.210.420,00 €**	**2.924.869,0**	**261.060,40 €**	**866,07**	-	**4.222.333,70 €**	

Tabelle 1: Beispiel Maßnahmentabelle

Mögliche Förderprogramme:

Maßnahme	Förderinstitution	Stand	Programm	Förderung
2,6	KfW	2019	KfW-Energieeffizienzprogramm– Energieeffizient Bauen und Sanieren (Programm-Nummer: 276, 277, 278)	Die KfW finanziert bis zu 100 Prozent der förderfähigen Kosten, in der Regel bis zu 25 Mio. Euro pro Vorhaben.
3,4,5	BAFA	2019	EEW – Energieeffizienz und Prozesswärme aus erneuerbaren Energien in der Wirtschaft	Zuschuss Modul 1 bis 200.000 Euro Zuschuss Modul 4 bis 10.000.000 Euro

Tabelle 2: Beispielhafte Fördermitteltabelle

3. Ausblick auf konkrete Optionen zur Umsetzung von Maßnahmen

Unter diesem Punkt ist zu beschreiben, wie bzw. auf welchem Weg das Unternehmen die Maßnahmen umsetzen könnte (vorgeschlagenes Umsetzungsprogramm). Oftmals werden die nötigen Investitionen mit Eigenkapital getätigt und die relevanten Energieeinsparmaßnahmen können somit vom Unternehmen in Eigenregie finanziert, umgesetzt und betrieben werden. In diesen Fällen wäre die Umsetzung der Maßnahmen kurz zu beschreiben und aufzuführen. Es gibt aber für Unternehmen, die Maßnahmen umsetzen möchten bzw. bei denen Maßnahmen im Rahmen der Auditierung identifiziert wurden, auch die Möglichkeit diese im Rahmen von Contracting-Modellen zu realisieren. Im Rahmen folgender Modelle könnte eine Umsetzung der Maßnahmen mit Contracting durchgeführt werden:

3.1 Energieliefer-Contracting

Im Rahmen dieses Modells übernimmt der Contractor auf Basis langfristiger Lieferverträge eine Energieerzeugungs- oder Umwandlungsanlage und betreibt diese. Diese Anlage wird entweder neu errichtet oder eine vorhandene Anlage wird zum Betrieb übernommen. Der Contractor übernimmt hier alle anfallenden Investitionen für den Bau und den Betrieb. Dieser stellt die Energie bereit und liefert diese gegen ein verhandeltes Entgelt an den Kunden (Contractingnehmer). Über dieses Entgelt wird die Anlage refinanziert.

3.2 Einspar-Contracting

Beim Energiespar-Contracting oder auch Energie-Einspar-Contracting genannt, werden individuell auf ein Gebäude bzw. auf Anlagen zugeschnittenen Effizienzmaßnahmen durch den Energiedienstleister (Contractor) umgesetzt, mit dem Ziel, Energie und Kosten beim Kunden (Contractingnehmer) einzusparen. Hierbei spielt die Senkung des Energieverbrauchs die Hauptrolle. Es wird demnach das Ziel verfolgt, dass neue oder bestehende Anlagen durch den Contractor energetisch optimiert und betrieben werden. Wie auch beim Energieliefer-Contracting plant, baut, finanziert und überwacht der Contractor die Effizienzmaßnahmen und Anlagentechnik und betreibt und optimiert kontinuierlich die Anlagen und Geräte. Die Energiekosteneinsparung garantiert der Contractor vertraglich. Für seine Dienstleistungen und die getätigten Investitionen erhält er einen Teil der Einsparungen und refinanziert so seinen Aufwand.
Erfüllt der Contractor seine vertraglich vereinbarte Energiekosteneinsparung nicht, so muss dieser dem Kunden den jeweiligen Differenzbetrag zum Erreichen dieser vereinbarten Energiekosteneinsparung auszahlen.
Der andere Teil der Einsparungen bleibt dem Kunden als Gewinn. Die Energielieferung ist im Energiespar-Contracting nicht enthalten, das heißt der Kunde bleibt Vertragspartner der Energieversorgungsunternehmen (z. B. für Strom, Gas oder Fernwärme).

3.3 Betriebsführungs-Contracting

Bei diesem Modell übernimmt der Contractor die Betriebsführung von bestehenden Anlagen und verfolgt das Ziel, den wirtschaftlichen, energieeffizienten und ressourcenschonenden Betrieb zu gewährleisten.

Kommen diese Modelle für eine Maßnahme in Frage, so ist deren Umsetzung zu beschreiben und anhand technischer und wirtschaftlicher Berechnungen zu belegen.

III. Hintergrundinformationen

In diesem Kapitel sind gemäß den Anforderungen der DIN EN 16247-1 Ziffer 5.6.2 die Hintergründe des durchgeführten Energieaudits und die mit der Auditierung verbundenen Ziele und Erwartungen zu beschreiben. Insbesondere müssen Angaben zum Unternehmen hinterlegt werden. Es ist mit kurzen Worten zu erläutern, in welchem Markt das Unternehmen aktiv ist bzw. welche Produkte oder Dienstleistungen das Unternehmen anbietet, welchen Tätigkeiten dieses nachgeht und wie viele Standorte das Unternehmen in Deutschland betreibt und vom Energieaudit erfasst werden.

Zudem sind Informationen über die methodische Vorgehensweise des Energieauditors, insbesondere bei Anwendung eines Multi-Site-Verfahrens (Kapitel VI), inklusive der verwendeten einschlägigen Normen und Vorschriften anzugeben.

Die untersuchten Standorte, Gebäude und Anlagen des Unternehmens sind zu beschreiben. Der energetische Zustand des betrachteten Unternehmens sowie in der Vergangenheit evtl. durchgeführte Effizienzmaßnahmen sind hier kurz zu erläutern. Die wichtigsten energieverbrauchenden Anlagen (z.B.: Metallbearbeitungsmaschinen, Absauganlagen, etc.), Systeme (z.B. Beleuchtung, Druckluft), Prozesse und die Energieversorgung sind zu beschreiben sowie der Bestand an Managementsystemen (Qualität, Umwelt, Energie oder andere) ist aufzuführen.

Nach Ziffer 5.3 sind die betriebliche Entwicklung und Ereignisse in der Vergangenheit, die den Energieverbrauch in der Verpflichtungsperiode beeinflusst haben, zu erfassen. Daneben sind vorherige Energieaudits sowie Untersuchungen in Bezug auf Energie und Energieeffizienz ebenfalls zu erfassen und über deren Ergebnisse zu berichten.
Auch sind ggf. geplante Projekte, die einen maßgeblichen Einfluss auf den künftigen Energieverbrauch haben oder sonstige anstehende Änderungen, die einen Einfluss auf die Auditierung und das Ergebnis haben können, hier zu beschreiben.

Die Informationen zum Hintergrund müssen folgende Punkte enthalten:

- Allgemeine Informationen über das auditierte Unternehmen, den Energieauditor und die methodische Vorgehensweise
- Anwendung des Multi-Site-Verfahrens, gebildete Clusterkriterien, ausgewählte Standorte zur Vor-Ort-Untersuchung (Beschreibung in Kapitel VI)
- Beschreibung der/des betrachteten Objekte(s)
- Relevante Normen und Vorschriften
- Ergebnisse und Vereinbarungen der Auftaktbesprechung
- Anwendungsbereich, gesetzte Ziele und Erwartungen

1. Allgemeine Informationen zum Unternehmen

Die allgemeinen Informationen müssen einen Überblick über die Situation zum Zeitpunkt der Auditierung wiedergeben. Diese Informationen werden für eine nachvollziehbare Dokumentation und Plausibilisierung der energetischen Analyse benötigt. Folgende Informationen sind dabei zu dokumentieren:

- In welcher Branche ist das Unternehmen tätig.
- Aufbau der Unternehmensstruktur und Anzahl der Mitarbeiter, Standorte bzw. verbundene Unternehmen.
- Was wird in Sachen Energieeffizienz und Umweltschutz bereits unternommen.
- Ergebnisse bereits durchgeführter Energieaudits oder Untersuchungen im Bereich Energie und Energieeffizienz.

2. Beschreibung der untersuchten Standorte

Die auditierten Standorte müssen für die Plausibilisierung der Ergebnisse, entweder unter einem separaten Kapitel oder unter den jeweiligen energetischen Analysen, detailliert beschrieben werden. Folgende Informationen sind zu dokumentieren:

- Benutzungsart (Verwaltungsgebäude, Lager, Fertigung, Produktion usw.)
- Baujahr der Gebäude
- Gebäudeart (Fachwerk, Betonbau, Ziegel usw.)
- Nutzfläche, ggf. Einteilung in Nutzungszonen nach DIN 18599 (Büro, Lager, Fertigung etc.)
- Energieausweis
- Besonderheiten (Denkmalschutz, Passivhaus usw.)

Die Informationen sind nachvollziehbar und in einer übersichtlichen Struktur zu dokumentieren. Ggf. ist ein Lageplan mit Verweis der einzelnen Gebäude den Unterlagen beizufügen. Zudem muss angegeben werden, in welchen Besitzverhältnissen die betrachteten Objekte stehen.

3. Normen und Vorschriften

Unter dem folgenden Punkt sind alle vom Energieauditor verwendeten einschlägigen Normen und Vorschriften anzugeben und gegebenenfalls zu erläutern. Die Darstellung kann dabei wie folgt aufgeführt werden:

Nr.	Norm/Vorschrift	Fundstelle/ Paragraph	Standard-Geber	Stand	Inhalt/Forderung
1	Gesetz über Energiedienstleistungen und Energieeffizienzmaßnahmen (EDL-G)	§ 8	DE	14.04.2015	Verpflichtung zur Durchführung von Energieaudits für Nicht-KMU
2	DIN EN 16247-1 Energieaudit-Teil 1: Allgemeine Anforderungen	Gesamtausgabe	DIN	2012-10	Anforderungen an ein Energieaudit
3	Merkblatt für Energieaudits nach den gesetzlichen Bestimmungen der §§ 8 ff. EDL-G	Gesamtausgabe	BAFA	2019	Umsetzungshilfe
4	Leitfaden für Energieaudits nach den Vorgaben der DIN EN 16247-1	Gesamtausgabe	BAFA	2019	Aufbau und Inhalte Energieauditbericht

Tabelle 3: Beispielhaft Darstellung verwendeter Normen, nicht abschließend

4. Ergebnisse der Auftakt-Besprechung

Der Energieauditor muss mit der Organisation die Rahmenbedingungen der Auditierung festlegen. Insbesondere sind die mit der Auditierung verbundenen Ziele und Erwartungen sowie die Kriterien, an denen Energieeffizienzmaßnahmen gemessen werden sollen zu bestimmen.

Hier sind insbesondere die zur Verfügung gestellten Energiedaten, Anforderungen an Messungen und Vorgehensweisen für die Installation von Messausrüstungen zu erläutern. Ferner sollte die konkrete Abstimmung über die praktische Durchführung des Energieaudits geklärt werden. Dazu gehört, dass das Unternehmen eine für die Begleitung des Energieaudits verantwortliche Person benennt.

Ziffer 5.2 der DIN EN 16247-1 besagt, dass im Rahmen einer Auftakt-Besprechung zwischen dem Energieauditor und der Organisation der Anwendungsbereich und die Ziele des Energieaudits abzustimmen sind.
Der Inhalt und die Ergebnisse der Auftaktbesprechung sind dementsprechend zu dokumentieren.
Ggf. ist hier ein Protokoll der Auftaktbesprechung zu hinterlegen. Darüber hinaus sind alle Teilnehmer der Besprechung aufzunehmen.

Folgende Punkte müssen aus der Dokumentation hervorgehen:

- Zeitpunkt und Ort der Besprechung
- Teilnehmer
- Inhalt der Besprechung (Welche Themen wurden besprochen z.B. Vorgehensweise, Definition von Kennzahlen und Bewertungskriterien, Fokus der energetischen Analyse, Ziele und Erwartungen siehe Punkt 5)
- Ergebnisse und Vereinbarungen

5. Anwendungsbereich, gesetzte Ziele und Erwartungen

Gemäß Ziffer 5.1 Buchstabe a) Nummer 1) bis 3) der DIN EN 16247-1 muss der Energieauditor den Anwendungsbereich und den Grad der Gründlichkeit des Energieaudits mit der Organisation vereinbaren bzw. festlegen. Im Rahmen der Durchführung der Energieaudits sind die Mindestkriterien durch
EDL-G § 8a Absatz 1 Nummer 5 vorgegeben.

EDL-G § 8a Absatz 1 Nummer 5:
„Das Energieaudit muss verhältnismäßig und so repräsentativ sein, dass sich daraus ein zuverlässiges Bild der Gesamtenergieeffizienz ergibt und sich die wichtigsten Verbesserungsmöglichkeiten zuverlässig ermitteln lassen."

In der Gesetzesbegründung heißt es zu § 8a Absatz 1 Nummer 5:

Die in § 8a Absatz 1 Nummer 5 **vorausgesetzte Verhältnismäßigkeit und Repräsentativität** ist jedenfalls dann gegeben, wenn gewährleistet ist, dass auf der Basis einer Gesamterfassung der Energieverbräuche eines verpflichteten Unternehmens **mindestens 90 Prozent des gesamten Energieverbrauchs** den energieverbrauchenden Anlagen und Geräten des Unternehmens zugeordnet werden.

Die Ziele des Energieaudits sind durch § 8a Absatz 1 Nummer 2 bis 5 weitestgehend geregelt und müssen den folgenden Punkten entsprechen:

- Die Erfassung des energetischen Ist-Zustandes des Unternehmens
  (100% Gesamtenergieverbrauch)
- Die Identifizierung der wesentlichen Energieverbraucher
  (min. 90% Gesamtenergieverbrauchs)
- Die Beschreibung und Analyse des energetischen IST-Zustands
- Die Ermittlung von Energieeinsparmaßnahmen
- Die umsetzungsorientierte, wirtschaftliche und energetische Bewertung von Energieeinsparmaßnahmen

IV. Analyse des Energieverbrauchs

Von der **Repräsentativität** des Energieaudits wird in jedem Fall dann ausgegangen, wenn auf Basis einer Gesamterfassung der Energieverbräuche eines Unternehmens **mindestens 90 Prozent des gesamten Energieverbrauchs** vom Energieaudit erfasst wird. Es muss somit zunächst die Basis des gesamten Energieverbrauchs definiert werden, um bei der Durchführung des Energieaudits eine Konzentration auf die wesentlichen Energieverbraucher vornehmen zu können.

Der gesamte Energieverbrauch wird hierbei als die Menge der eingesetzten und vom Unternehmen selbst verbrauchten Endenergie in dem maßgeblichen betrachteten Zeitraum (Betrachtungszeitraum) im gesamten Unternehmen (Definition Unternehmen siehe Merkblatt Energieaudits) definiert. Hierbei sind alle Energieträger zu berücksichtigen (Strom, Brennstoffe, (Fern/Nah-) Wärme, erneuerbare Energieträger, Kraftstoffe, etc.).
Es müssen alle Anlagen, Standorte, Prozesse, Einrichtungen und der Transport des Unternehmens erfasst werden. Auch Verkaufsräume, Verwaltungsräume, Lagerräume oder vergleichbare Räumlichkeiten sind bei der Ermittlung des Gesamtenergieverbrauchs zu berücksichtigen, wenn das Unternehmen in diesen Energieträger einsetzt bzw. verbraucht.

Das Energieaudit ist dann als verhältnismäßig einzustufen, wenn es sich bei der Ermittlung des Gesamtenergieverbrauchs auf die in Deutschland und damit im Geltungsbereich des EDL-G befindlichen Anlagen, Standorte, Prozesse, Einrichtungen und den Transport beschränkt.

Folgende Punkte müssen aus der Dokumentation der Analyse hervorgehen:

- Darstellung des Gesamtenergieverbrauchs (100%) des Unternehmens
- Aufschlüsselung des Gesamtenergieverbrauchs auf Standorte
- Grafische Darstellung des Energieverbrauchs und Aufteilung an den Standorten
- Aufschlüsselung des Energieverbrauchs auf Verbraucher oder Verbrauchergruppen an den Standorten (Untersuchung von mindestens 90% des Gesamtenergieverbrauchs)
- Analyse und Bewertung von Lastprofilen der Standorte
- Beschreibung von Anpassungsfaktoren an den Standorten
- Bildung und Bewertung von geeigneten Energieleistungskennzahlen an den Standorten

1. Betrachtungszeitraum

Bei der Berechnung des gesamten Energieverbrauchs muss ein Betrachtungszeitraum von **12 aufeinander folgenden Monaten** zugrunde gelegt werden. **Der Betrachtungszeitraum muss für alle Energieträger der gleiche sein**. Wenn Daten für Teile des Betrachtungszeitraums fehlen, können Schätzungen bzw. nachvollziehbare Hochrechnungen verwendet werden, um etwaige Lücken zu schließen. Kann ein gemeinsamer Betrachtungszeitraum für Teile des Unternehmens nicht zu Grunde gelegt werden, müssen die Gründe im Energieauditbericht nachvollziehbar beschrieben werden.

Nach DIN EN 16247-1 Ziffer 5.5 Buchstabe a) ist die bestehende, energetische Situation als Bezugspunkt der Analyse zu definieren bzw. es ist an dieser Stelle die **12-monatige Datengrundlage (Betrachtungszeitraum)** zu definieren. Der Betrachtungszeitraum sollte so gewählt werden, dass sich aus der Analyse der energetischen Ausgangsbasis ein zuverlässiges Bild der **aktuellen** Energieverbrauchstrukturen abbilden lässt.

Die Festlegung soll am folgenden **Beispiel** veranschaulicht werden:

Ein Unternehmen muss sein Energieaudit bis zum 15. Dezember 2019 fertigstellen. Da das Unternehmen über eine Vielzahl von Standorten verfügt, muss mit den Vor-Ort-Besichtigungen frühzeitig begonnen werden. Das Unternehmen **kann** den Betrachtungszeitraum auf das Jahr **2017** festlegen und mit den Besichtigungen Anfang 2018 beginnen. **Idealerweise wäre jedoch ein jüngerer Betrachtungszeitraum** zu wählen, hier 2018. Anschließend müssen die Analysen und Auswertungen mit der Fertigstellung des Energieauditberichtes bis zum 15. Dezember 2019 abgeschlossen sein.



Abbildung 1: Abbildung des repräsentativen Betrachtungszeitraums

2. Energieverbrauch

Im Rahmen der Datenerfassung muss der Gesamtenergieverbrauch (100%) des jeweiligen Unternehmens ermittelt werden. Gemäß EDL-G § 8a Abs. 1 Nummer 2 muss das Energieaudit auf aktuellen, kontinuierlichen oder zeitweise gemessenen, belegbaren Betriebsdaten zum Energieverbrauch beruhen. Darüber hinaus fordert Absatz 2, dass die nach Abs. 1 verwendeten Daten dem Unternehmen auf eine Weise übermittelt werden, die es ihm ermöglicht, die Daten für eine historische Analyse und für die Rückverfolgung der Leistung aufzubewahren. Für eine Nachvollziehbarkeit der Daten ist es zwingend notwendig, dass die Quellen (Rechnungen EVU, Messstellen innerhalb des Unternehmens, etc.) der erhobenen Daten dokumentiert und bewertet werden. Eine Dokumentation der Quellen (Kopie Abrechnung) kann im Anhang des Energieauditberichts hinterlegt werden. Aus diesen Unterlagen können ebenfalls die spezifischen Energiekosten übernommen werden.

Gemäß den oben beschriebenen Anforderungen müssen alle Energieträger die das Unternehmen in dem definierten Betrachtungszeitraum bezieht, aufgenommen werden. Für die Dokumentation des Gesamtenergieverbrauchs eignet sich am besten eine tabellarische Dokumentation der einzelnen Energieträger.

Die Bestandsaufnahme der Energieströme und Energieträger sollte folgende Angaben enthalten:

- Art des Energieträgers
- Energieverbrauch jedes Energieträgers in kWh/a oder MWh/a
- Prozentuale Zuordnung in Abhängigkeit des Gesamtenergieverbrauchs
- Energiekosten jedes Energieträgers in €/a
- Grafische Darstellung, z.B. anhand eines Kuchen-/ Balkendiagramms

Tabelle 4:

Energieträger	Menge	Anteil Energie	Kosten	Anteil Kosten	CO_2	Anteil CO_2	Erfassung/ Quelle
	[kWh]	[%]	[€]	[%]	[t]	[%]	
Strom	4.866.591,0	63,4	780.815,73	80,7	2.749,6	78,4	Abrechnung EVU
Gas	1.945.673,0	25,4	82.756,57	8,6	480,6	13,7	Abrechnung EVU
Diesel	859.525,0	11,2	103.557,23	10,7	275,1	7,8	Fahrtenbücher
Summe	**7.671.789,0**	**100**	**967.129,53**	**100**	**3.505,3**	**100**	

Beispielhafte tabellarische Darstellung der Gesamt-Energieströme eines Unternehmens

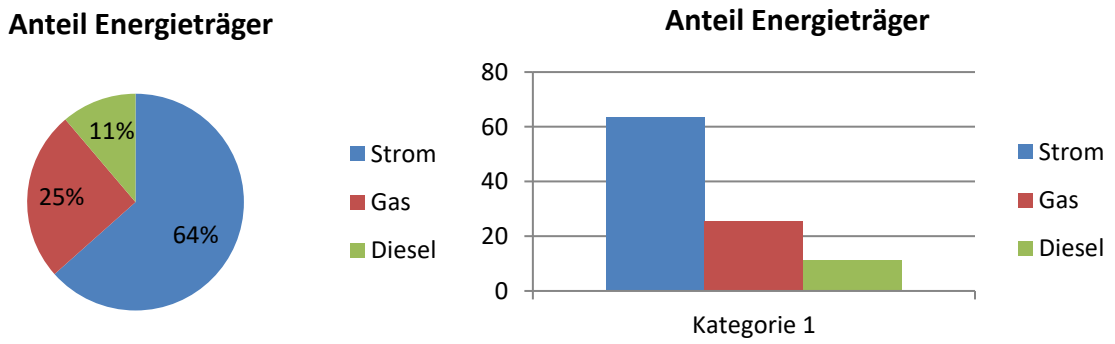


Abbildung 2: Beispielhafte grafische Aufteilung der Energieträger

3. Bestandsaufnahme (90%-Regelung)

Sobald der Gesamtenergieverbrauch ermittelt wurde, sind Bereiche zu identifizieren, die zusammen betrachtet ein zuverlässiges Bild über die Energieverbrauchsstruktur ergeben. Davon ist in jedem Fall dann auszugehen, wenn die identifizierten Bereiche **mindestens 90% des Gesamtenergieverbrauchs** des verpflichteten Unternehmens ausmachen.

Für das Unternehmen besteht die Möglichkeit 10% des gesamten Energieverbrauchs vom Energieaudit bzw. von einer detaillierten Analyse auszunehmen (**90%-Regelung**). Die Auswahl, ob Standorte, Anlagen, Prozesse oder Energieträger oder eine Kombination davon ausgenommen werden sollen, kann vom Unternehmen entschieden werden. Die folgenden Abbildungen sollen die Anwendung der 90%-Regelung anhand von Beispielen eines Unternehmens veranschaulichen:

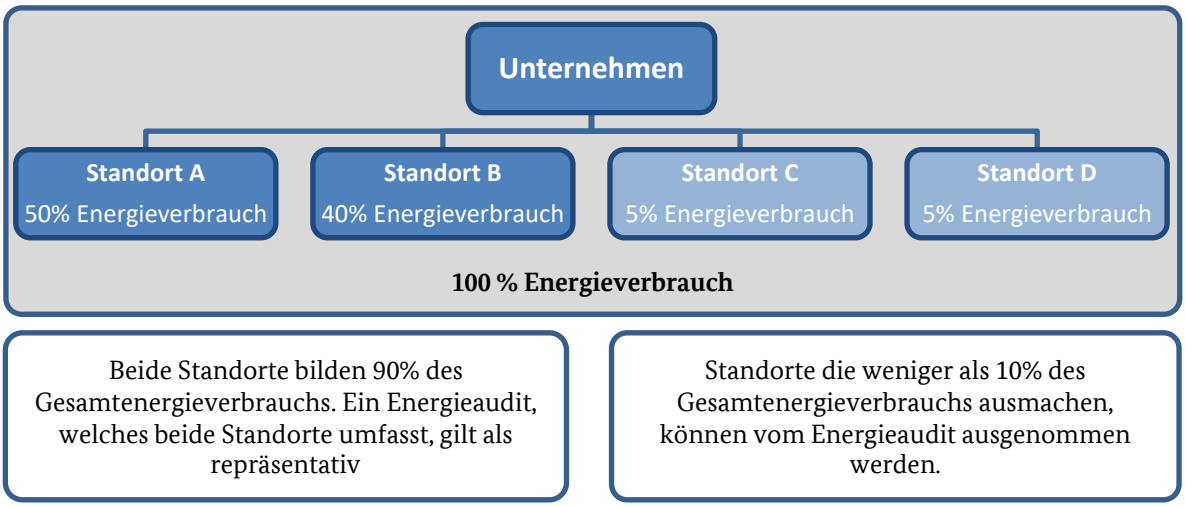


Abbildung 3: Anwendung 90%-Regelung auf Standorte

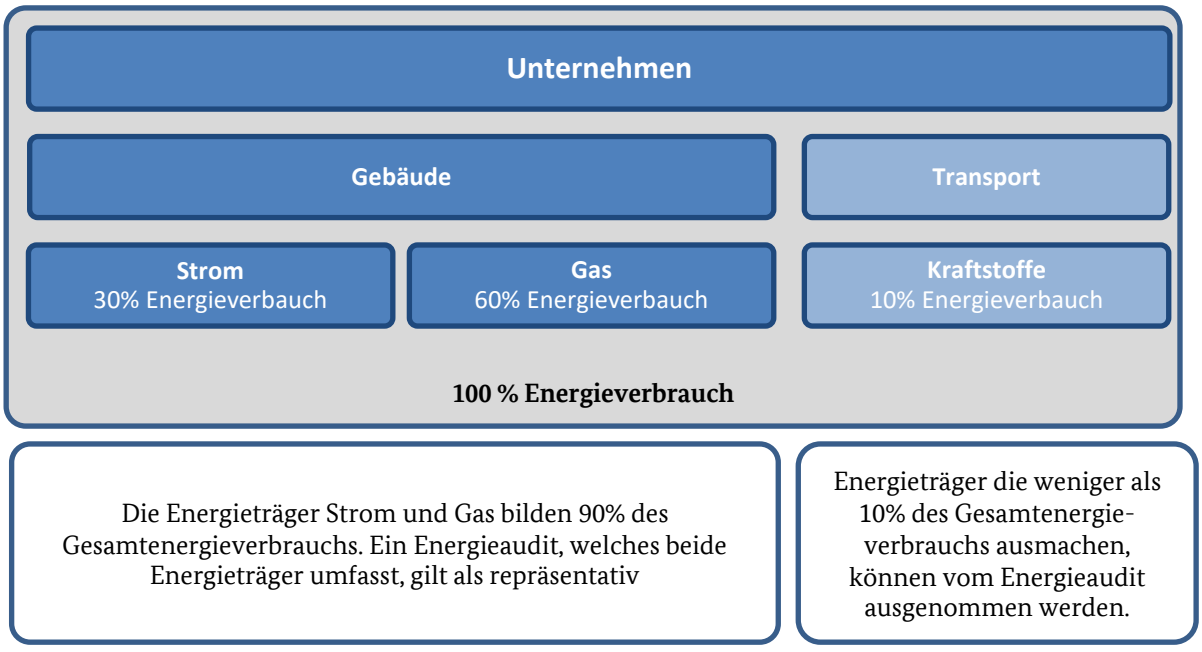


Abbildung 4: Anwendung 90%-Regelung auf Energieträger

Die Anwendung der 90%-Regelung innerhalb eines Multi-Site-Verfahrens wird unter Kapitel VI detailliert aufgeführt.

4. Aufschlüsselung des Gesamtenergieverbrauchs

Unter diesem Punkt muss der energetische IST-Zustand des Unternehmens beschrieben, analysiert und bewertet werden. Es sind die energieerzeugenden, transportierenden und verbrauchenden Anlagen schematisch darzustellen und textlich zu beschreiben. Die eingesetzten Energieträger sind sowohl absolut als auch prozentual bezogen auf den Energieverbrauch des untersuchten Objekts anzugeben. Die erhobenen Daten sind durch grafische Abbildungen darzustellen.

Der erfasste Energieverbrauch (Endenergie) sollte nach Energiequellen dargestellt und muss bis auf die Ebene der Endverbraucher/Gewerke, wie z.B. Beleuchtung/ Klima/ Lüftung/ Heizung, aufgeschlüsselt und abgebildet werden. Einzelne kleine Verbraucher (z.B. Leuchten) dürfen zu Verbrauchergruppen (z.B. Hallenbeleuchtung) innerhalb der auditierten Organisation/Objekts zusammengefasst werden. Dabei ist zu beachten, dass die gebildeten Verbrauchergruppen in einem Anlagenkataster aufgeschlüsselt vorliegen bzw. hinterlegt werden. Die Darstellung von Zwischenebenen (Unternehmen/Gebäude/Anlagen) ist bei größeren Strukturen für eine bessere Übersicht anzuwenden.

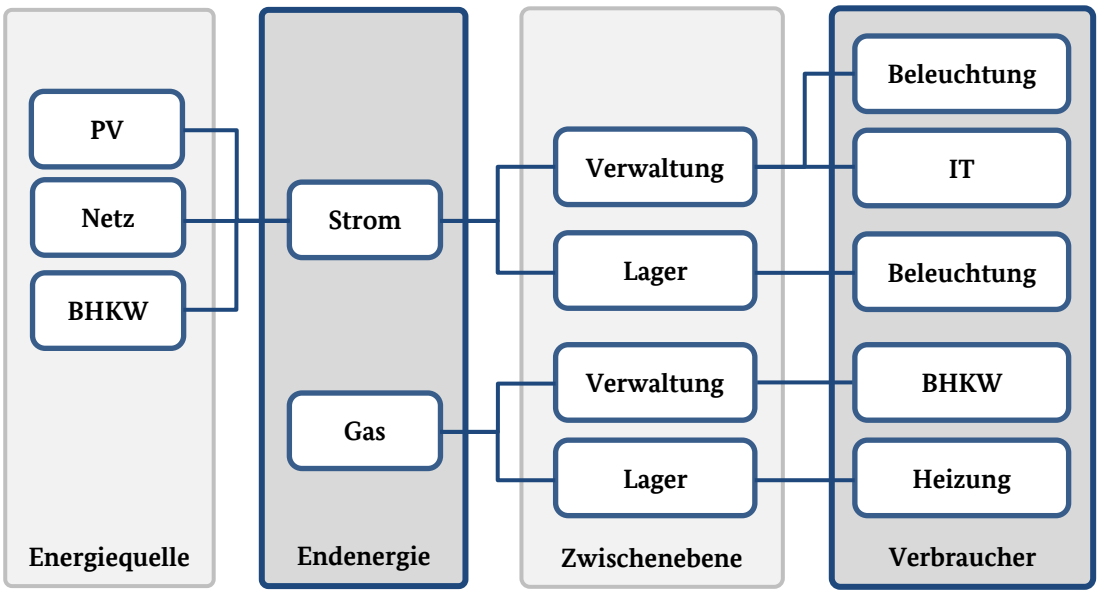


Abbildung 5: Beispielhafte Darstellung eines Energieflusses mit Zwischenebene (Gebäude)

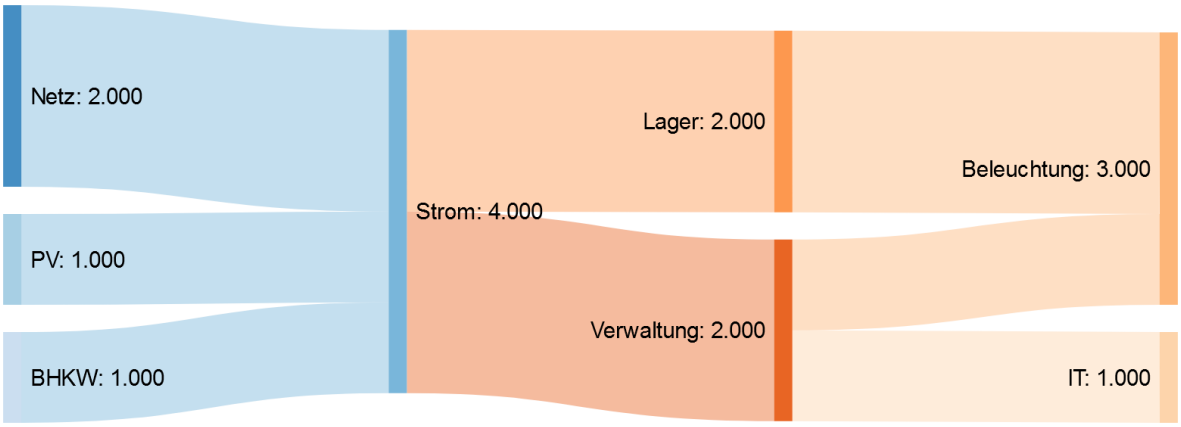


Abbildung 6: Beispielhafte Darstellung eines Energieflusses (Strom) mit Zwischenebene (Gebäude) als Sankey-Diagramm

Grundlage für die Erhebung und Bewertung des Energieverbrauchs ist nach DIN EN 16247-1 Ziffer 5.5 eine umfassende, systematische Bestandsaufnahme und Analyse der Energieströme des Unternehmens zusammen mit einer übersichtlichen Dokumentation der Ergebnisse.

Die Aufnahme des IST-Zustands muss insbesondere umfassen:

- Darstellung des Gesamtenergieverbrauchs (100%) und der Gesamtenergiekosten des Unternehmens (Strom, Wärme, Kraftstoffe, etc.)
- Detaillierte Beschreibung der energetischen Ausgangslage (Gewerke, Systeme, Technologien)
- Aufschlüsselung von mind. 90% des Gesamtenergieverbrauchs auf die verantwortlichen Energieverbraucher (System, Anzahl, Leistung, Betriebsstunden, Auslastung, Energieverbrauch)
- Grafische Darstellung von Energiebilanzen bzw. der ermittelten Energieflüsse (Sankey-, Balken-, Kuchendiagramme)
- Textliche Analyse des energetischen IST-Zustandes des Unternehmens und Zusammenfassung der Erkenntnisse aus der Analyse (Schwachstellenanalyse)

Falls relevante Messungen während des Energieaudits vorgenommen wurden, sind diese darzulegen. Es sind die Beschaffenheit und Qualität der verwendeten bzw. zur Verfügung gestellten Daten sowie die Gründe für durchgeführte Messungen zu kommentieren. Etwaige bei der Datenerfassung und während des Außeneinsatzes aufgetretene Probleme sind aufzuzeigen. Es ist darzulegen, ob die Ergebnisse der Analyse auf Berechnungen, Simulationen oder Schätzungen basieren. Die angewendeten Methoden und alle getroffenen Annahmen sind gemäß den Anforderungen nach DIN EN 16247-1 Ziffer 5.5 d) Nummer 3) zu dokumentieren.

Bei der Erfassung der Energiedaten (Verbräuche, Lastprofile, etc.) sind neben der Anwendung von Messverfahren auch anerkannte Schätzverfahren zulässig. Beim ersten Energiecheck sollte zunächst ermittelt werden, welche Messpunkte im Betrieb vorhanden sind oder welche Energieverbraucher bereits an einem Energiezähler angeschlossen sind. Informationslücken werden dann durch energierelevante Messungen bzw. Schätzungen/ Hochrechnungen im Rahmen der Detailanalyse geschlossen.

Insbesondere bei nicht kontinuierlich gemessenen Verbrauchern, für die eine Ermittlung des Energieverbrauchs mittels Messung nicht oder nur mit einem erheblichen Aufwand möglich ist, kann der Energieverbrauch auch durch nachvollziehbare Hochrechnungen von bestehenden Betriebs-, Energie- und Lastkenndaten, ggf. unter Einbeziehung zeitweise installierter Messeinrichtungen (zum Beispiel Stromzange, Wärmezähler) ermittelt werden. Insbesondere für Beleuchtung, für Bürogeräte und weitere Einzelverbraucher kann eine Schätzung/ Hochrechnung des Energieverbrauchs vorgenommen werden. Die Entscheidung, ob eine Messung notwendig ist und in welchen Bereichen möglicherweise auf eine Messung verzichtet werden kann, ist vom Energieauditor in Abstimmung mit dem Unternehmen zu treffen.

Auf den folgenden Seiten werden die tabellarische und grafische Darstellung des Gesamtenergieverbrauchs und die Aufschlüsselung auf die Verbraucher beispielhaft für ein Unternehmen aufgeführt.

Unternehmen/ Standort	System	Energieform	Anzahl [Stk.]	Leistung je Gerät [kW]	Leistung System [kW]	Betriebs-stunden [h]	Auslastung [%]	Energieverbrauch [kWh]	Anteil am Gesamt-energieverbrauch [%]
	Beleuchtung Büros	Strom	752	0,06	45,12	6.000,00	100%	270.720,00	4,43%
	Beleuchtung Produktion	Strom	2.000	0,06	120,00	6.000,00	100%	720.000,00	11,78%
	Druckluft Komp. 1	Strom	1	22,00	22,00	6.000,00	71%	93.720,00	1,53%
	Druckluft Komp. 2	Strom	1	15,00	15,00	6.000,00	9%	8100,00	0,13%
	Druckluft Komp. 3	Strom	1	7,50	7,50	6.000,00	9%	4.050,00	0,07%
	EDV	Strom	700	0,12	84,00	1.760,00	100%	147.840,00	2,42%
	RLT	Strom	20	10,00	200,00	5.000,00	100%	1.000.000,00	16,36%
	Klimageräte	Strom	13	5,50	71,50	2.500,00	100%	178.750,00	2,92%
	Produktionsanlagen	Strom	k.A	k.A	344,71	5.000,00	100%	1.723.550,00	28,20%
	Zusatzheizung Wärmebehandlung Öl	Wärme	1	190,00	190,00	100,00	100%	19.000,00	0,31%
	Heizung Gas	Wärme	2	450,00	900,00	2.161,86	100%	1.945.674,00	31,84%
	Gesamt Strom							**4.146.730,00**	**67,85%**
	Gesamt Wärme							**1.964.674,00**	**32,15%**
	Gesamtenergieverbrauch							**6.111.404,00**	**100%**

Tabelle 5: Beispielhafte tabellarische Aufschlüsselung des Gesamtenergieverbrauchs

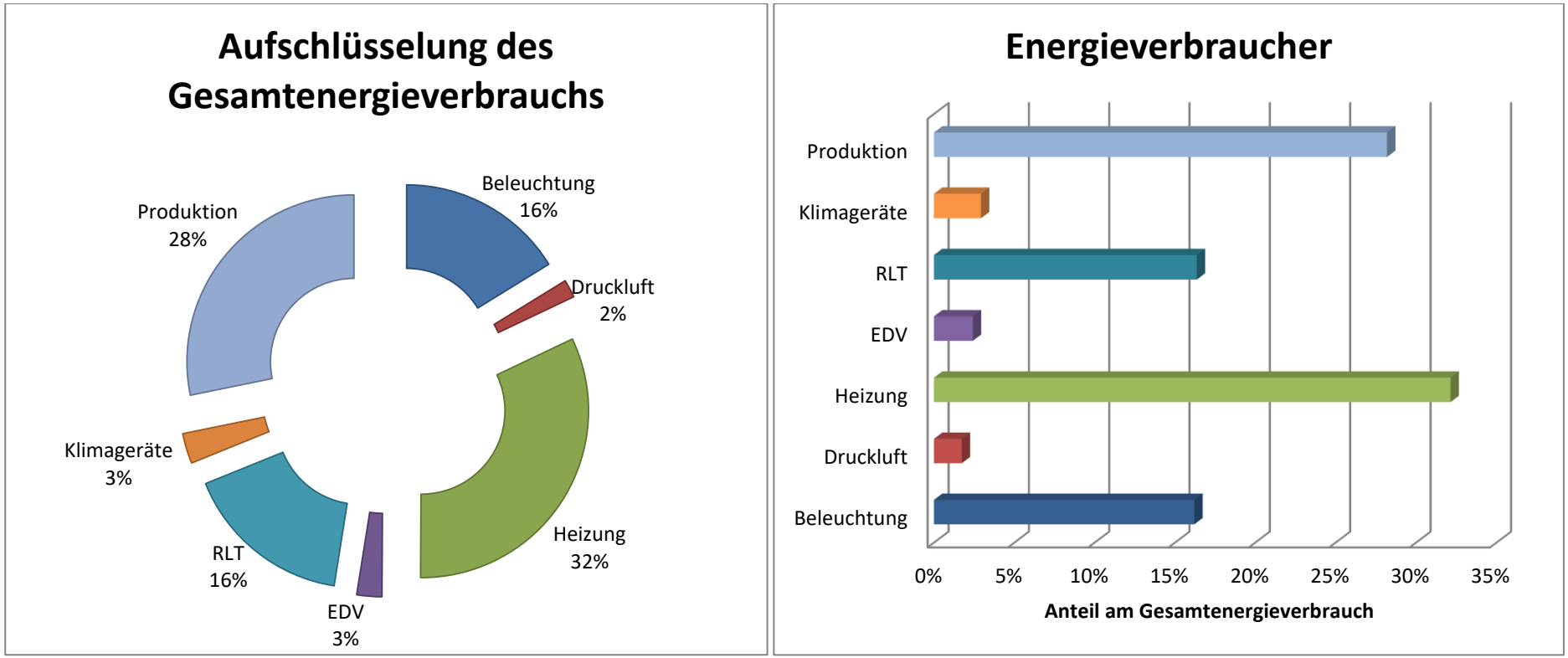


Abbildung 7: Beispielhafte grafische Darstellung der Aufschlüsselung der Energieverbraucher und der jeweilige Anteil am Gesamtenergieverbrauch anhand von Kuchen- bzw. Balkendiagrammen

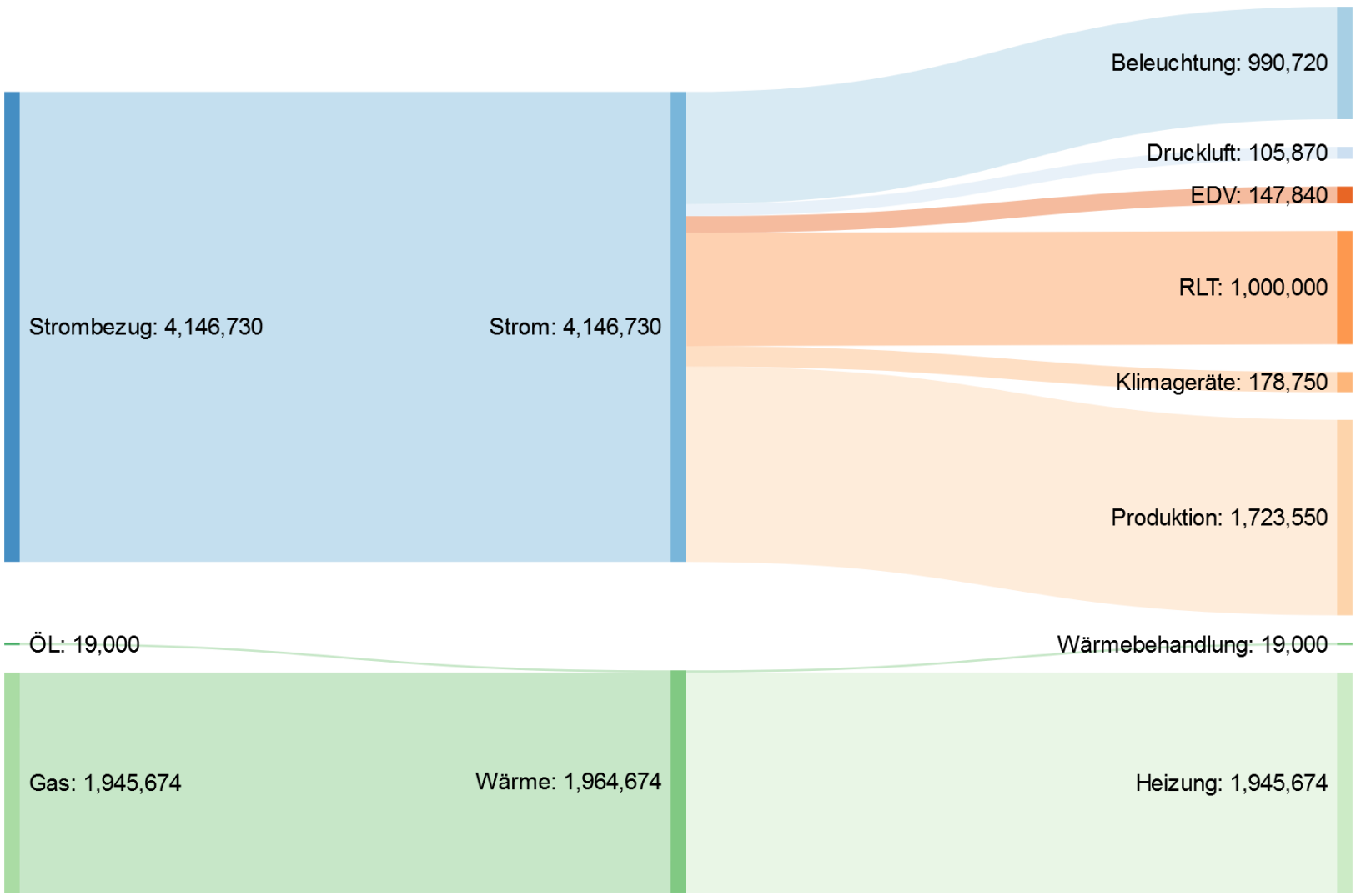


Abbildung 8: Beispielhafte grafische Energieflussverteilung des Unternehmens anhand eines Sankey-Diagramms ohne Berücksichtigung von Umwandlungsverlusten

4.1 Beschreibung der Gebäudetechnik/ Querschnittstechnologien

Im Rahmen der Datenaufnahmen müssen die Anlagen deren technischen Daten aufgenommen wurden für eine historisch nachvollziehbare Dokumentation beschrieben werden. Bei Aufnahme der nachfolgenden Technologien sind die aufgeführten Punkte zu ermitteln und zu beschreiben:

- **Strom- und Wärmeerzeugung:** Beschreibung des Zustands der bestehenden Wärmeerzeuger oder der bestehenden KWK-Anlage und des Heizsystems einschließlich Besonderheiten und Schwachstellen. Dazu gehören insbesondere Angaben zu Typ, Baujahr, Nennleistung, Brennstoffart, Pufferspeicher, Außentemperaturregelung, Dämmung, Heizungspumpe, hydraulischem Abgleich, ggf. relevantes Hydraulikschema.

- **Warmwasserversorgung:** Beschreibung der Art und des Alters der Warmwasserbereitung, des Zustands und der Größe des Warmwasserspeichers und des bestehenden Warmwasserversorgungssystems einschließlich Besonderheiten und Schwachstellen (ganztägige Zirkulation, Dämmung, dezentrale Versorgung).

- **Beleuchtungssystem:** Beschreibung der Art und des Zustands des Beleuchtungssystems einschließlich Besonderheiten und Schwachstellen. Dazu gehören insbesondere Angaben zu Typ, Anzahl, elektrische Leistungsaufnahme, Betriebsstunden sowie zur Präsenz- und tageslichtabhängigen Steuerung.

- **RLT-Anlagen:** Beschreibung der Art und des Zustands der Raumlufttechnischen Anlagen einschließlich Besonderheiten und Schwachstellen. Dazu gehören insbesondere Angaben zu Typ, Baujahr, Volumenstrom, Luftleistung, Betriebsstunden, spezifische Leistungsaufnahme, Art der Wärmerückgewinnung, Betriebsstunden.

- **Klima- und Kälteanlagen:** Insbesondere sind Angaben zu Typ, Einsatzbereich, Baujahr, Art des Verdichtersystems, Kühlleistung, elektrische Leistungsaufnahme, Betriebsstunden, Kältemittel, Steuerung und Regelung sowie zur Kälteleistungskennzahl zu machen. Ferner sind erkannte Schwachstellen und Besonderheiten bei der Kälteerzeugung und -verteilung zu beschreiben.

- **Druckluftanlagen:** Insbesondere sind Angaben zu Typ, Baujahr, Nennleistung, Betriebsstunden, Nenndruck in bar Überdruck, zur Drehzahlregelung, zur Wärmerückgewinnung und zu Kältetrocknern zu machen. Bei mehreren Kompressoren sind die Effizienz der gesamten Druckluftstation zu bewerten sowie Angaben zur übergeordneten Steuerung zu machen. Ferner sind erkannte Schwachstellen und Besonderheiten bei der Drucklufterzeugung und -verteilung zu beschreiben.

- **Elektrische Antriebe und Pumpen:** Sofern für weitere, nicht bereits an anderer Stelle aufgeführte Elektromotoren und elektrisch angetriebene Pumpen große Einsparpotentiale bestehen, sind insbesondere Angaben zu Typ, Baujahr, Nennleistung sowie zu Schwachstellen und Besonderheiten anzugeben

- **Informations- und Kommunikationstechnologien:** Sofern bei der IKT große Einsparpotentiale bestehen, sind insbesondere die Art und der Zustand sowie die elektrische Leistungsaufnahme der eingesetzten Endgerätetechnik (Drucker, Computer, Monitore, Netzwerkinfrastruktur, Server) sowie etwaiger vorhandener Rechenzentren (Dimensionierung und Auslastung, Wärmemanagement, etc.) zu beschreiben.

- **Sonstige Gebäudetechnik:** Beschreibung sonstiger Gebäudetechnik (Aufzüge, etc.) und der bestehenden Gebäudeautomation.

4.2 Beschreibung der Produktionsprozesse und –anlagen

Bei Produktionsprozessen sind, je nach Gegebenheit, die wichtigsten energierelevanten Produktionsprozesse und –anlagen einschließlich der Besonderheiten und erkannten Schwachstellen zu beschreiben. Dazu gehören insbesondere Informationen zur Art des Prozesses, zur Art und zum Zustand der eingesetzten Technologien, zur Prozesssteuerung und –Regelung, Energierückgewinnungssystemen, sowie ggf. zu den Wartungs- und Instandhaltungszyklen.

Die tatsächlichen, energiebezogenen Leistungen sind in Bezug auf den ermittelten optimalen Energiebedarf der Nutzmittelprozesse und Herstellungsverfahren zu bewerten. Der Energieverbrauch ist nach Quellen sowie nach Prozessen und Nutzmitteln in absoluten Zahlen und in einheitlichen Energieeinheiten aufzuschlüsseln.

Die Energiebilanz des Ist-Zustands der betroffenen Prozesse und Anlagen sollte z.B. anhand eines Blockdiagramms unter Verwendung der üblichen Einheiten für Energie (im Falle von Wärme und Kälte: Temperatur und Druck) dargestellt werden. Eine Darstellung könnte wie folgt aussehen.

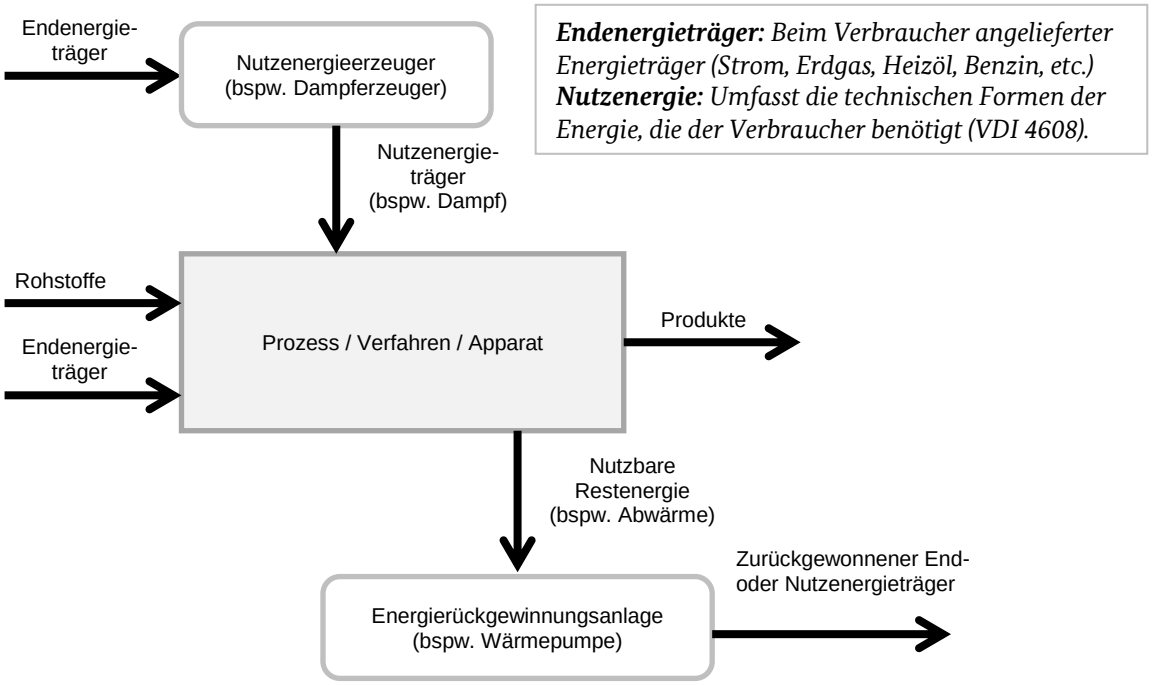


Abbildung 9: Beispielhafte Darstellung eines Produktionsprozesse

4.3 Beschreibung des Transports

Bei Unternehmen, die über eine Vielzahl an vergleichbaren Fahrzeugen verfügen, wird das Energieaudit als verhältnismäßig und repräsentativ bewertet, wenn sich bei der Untersuchung der Fahrzeuge der Außeneinsatz des Energieauditors auf miteinander vergleichbare Fahrzeuge beschränkt (z.B.: PKW; gleicher Typ, gleiches Baujahr, vergleichbare Motorisierung). Die Anzahl und Auswahl der Fahrzeuge ist vom Energieauditor zusammen mit dem Unternehmen zu bestimmen und muss derart erfolgen, dass eine verlässliche Bewertung der energetischen Gesamtsituation des Fuhrparks ermöglicht wird.

Im Transportbereich sind folgende Angaben zu machen:

- Beschreibung der Fahrzeugflotte (Alter, Art, Euro Norm, Art des Einsatzes, Kraftstoffart, Kraftstoffverbrauch, Motorisierung, Technische Ausstattung) einschließlich der Besonderheiten und Schwachstellen.
- Angabe zur durchschnittlichen jährlichen Laufleistung der Fahrzeuge, zur Gesamtfahrleistung der Fahrzeugflotte sowie zum Durchschnittsverbrauch.
- Ggf. weitere Informationen zum Fuhrparkmanagementsystem, zu gefahrenen Routen und den Planungsgrundsätzen, zum Fahrerverhalten und –Kontrolle, zu Instandhaltungsprogrammen, Reifendruckkontrollen, etc.

Folgend soll anhand eines einfachen Beispiels eine Darstellung und Aufschlüsslung des Fuhrparks verdeutlicht werden.

	Fahrzeug 1	Fahrzeug 2	Fahrzeug 3
Hersteller	1	2	3
Art	PKW	PKW	PKW
Modell	4x4	Coupé	Kombi
Anzahl	1	1	1
Leistung	130 kW	45 kW	120 kW
Hubraum in Liter	2,0	1,0	2,4
Kraftstoff	Diesel	Benzin	Diesel
Fahrleistung/Jahr	45.000 km	5.400 km	20.000 km
Kraftstoff pro 100km	7,5 l	4,6 l	8,6 l
Kraftstoff pro Jahr	3.375 l	248,4 l	1.720 l
Energieverbrauch	**30.712,5 kWh**	**2.235,6 kWh**	**15.652 kWh**
Energiekosten	**4.050,00 €**	**347,76 €**	**2.064,00 €**

Tabelle 6: Beispielhaft Fuhrpark Aufschlüsselung

4.4 Beschreibung der Gebäudehülle

Die bauphysikalische Erfassung und Untersuchung der Gebäudehülle ist **kein** verpflichtend vorgeschriebener Untersuchungsbestandteil eines Energieaudits nach der DIN EN 16247-1. Bei der Ermittlung des Gesamtenergieverbrauchs kann der Gebäudehülle nicht eindeutig ein Verbrauch zugewiesen werden. Der Wärmeverbrauch wird vielmehr durch die energetischen und bauphysikalischen Eigenschaften der Gebäudehülle beeinflusst. Fallen Schwachstellen auf, so sollte darauf hingewiesen werden.

Sofern die Gebäudehülle als Untersuchungsgegenstand im Rahmen der technischen Detailanalyse festgelegt wurde, sind nachfolgend aufgeführte Punkte zu ermitteln und zu beschreiben:

- Beschreibung des/der Gebäude(s) (Baujahr, Nutzungsform) mit seinen baulichen Besonderheiten sowie Darlegung der Grenzen der thermischen Hülle inklusive Fotos des/der Gebäude(s).
- Angabe zur Gebäudenutzfläche.
- Textliche Beschreibung des energetischen und baulichen Zustands der Gebäudehülle.
- Auflistung von Ursachen vorhandener unkontrollierter Lüftungswärmeverluste (z. B. undichte Fenster, Türen, etc.).
- U-Wert-Tabelle für den Ist-Zustand der Gebäudehülle, in der die Mindestanforderungen nach der gültigen EnEV gegenübergestellt werden, und zwar für alle Bauteile der thermischen Hülle, insbesondere für alle Außenwände, Dachflächen, Fenster, Dachflächenfenster, Außentüren.
- Darstellung der Energiebilanz des Ist-Zustands der/des Gebäude(s) in kWh/a und Prozent.
- Aufzeigen geeigneter Verbrauchskennwerte (Heizenergieverbrauchskennwert, Stromenergieverbrauchskennwert, kWh/(m²*a), etc.).
  Hinweis: Diese Verbrauchskennwerte dienen zur globalen Einordnung des Wärmeverbrauchs eines Gebäudes im Vergleich zu vergleichbar genutzten Gebäuden. Eine Aussage zur thermischen Qualität der Hülle leisten diese Kennwerte nicht.

5. Lastprofile

Gemäß DIN EN 16247-1 Ziffer 5.5 a) Nummer 3 sind sogenannte Lastprofile aufzunehmen und zu analysieren. Sofern von Dritten zur Verfügung gestellte Lastgänge vorliegen, sind diese mit geeigneten Tools zu analysieren, aufzubereiten und zu beschreiben. Diese werden bei einem **Stromverbrauch von mind. 100.000 kWh/a** und einem **Wärmeverbrauch von 1.500.000 kWh/a** vom jeweiligen Energieversorgungsunternehmen (EVU) zur Verfügung gestellt.

Auszug aus dem Messstellenbetriebsgesetz (MsbG):

Gesetz über den Messstellenbetrieb und die Datenkommunikation in intelligenten Energienetzen (Messstellenbetriebsgesetz - MsbG)

§2 Begriffsbestimmung:

Letztverbraucher*: natürliche oder juristische Personen, die Energie für den eigenen Verbrauch oder für den Betrieb von Ladepunkten zur Versorgung von Elektrofahrzeugnutzern beziehen,*

Zählerstandsgangmessung*: die Messung einer Reihe viertelstündig ermittelter Zählerstände von elektrischer Arbeit und stündlich ermittelter Zählerstände von Gasmengen,*

§ 55 Messwerterhebung Strom

(1) Die Messung entnommener Elektrizität erfolgt

1. *bei Letztverbrauchern mit einem **Jahresstromverbrauch von über 100.000 Kilowattstunden** durch eine Zählerstandsgangmessung oder, soweit erforderlich, durch eine viertelstündige registrierende Lastgangmessung,*
2. *sobald Letztverbraucher mit einem Jahresstromverbrauch bis einschließlich 100.000 Kilowattstunden mit einem intelligenten Messsystem ausgestattet sind, durch eine Zählerstandsgangmessung,*
3. *sobald unterbrechbare Verbrauchseinrichtungen nach § 14a des Energiewirtschaftsgesetzes mit einem intelligenten Messsystem ausgestattet sind, durch eine Zählerstandsgangmessung,*
4. *im Übrigen bei Letztverbrauchern durch Erfassung der entnommenen elektrischen Arbeit entsprechend den Anforderungen des im Stromliefervertrag vereinbarten Tarifes.*

Das Standartlastprofil z.B. für elektrische Energie oder Erdgas zeigt den zeitlichen Verlauf der bezogenen Leistung an. Es kann als Tagesprofil für einen Tag gelten, aber es gibt auch z.B. Jahresprofile, die die jahreszeitlichen Schwankungen zeigen. Andere (gleichbedeutende) Bezeichnungen sind Lastkurve und Lastgang.

Die Lastganganalyse ist ein Verfahren zur Erfassung des Energieverbrauchs (Wärme, Kälte und Strom) in Abhängigkeit von der Zeit (Zeitperiode – Tag, Woche, Monat oder Typtage). Die Lastganganalyse mit Auswertung des Verbrauchs über der Zeit kann verwendet werden, um Laufzeiten, Leistungsanteile und Energieanteile wichtiger Verbraucher zu bestimmen.

In erster Linie werden Stromlastgänge aufgezeichnet. Aber auch wärme- und Kälteenergiemengen können gemessen werden. Die Aufzeichnung dient in der Regel hauptsächlich zur Erfassung der Abrechnungszählung. Die Messungen können jedoch auch zur Leistungsoptimierung über die Lastganganalyse verwendet werden (Lastspitzenoptimierung).

Die Lastganganalyse nach DIN EN 16247-1 Ziffer 5.5 a) Nummer 3) ist ein Hilfsmittel, dass die Beurteilung der aktuellen, energetischen Situation eines Unternehmens unterstützt. Anhand der Analyse ist es möglich Lastspitzen zu identifizieren oder überdurchschnittlich hohe Grundlasten festzustellen. Eine Lastganganalyse ist durchzuführen, um evtl. Potentiale identifizieren zu können (wenn vorhanden).

Wird das Lastgangprofil eines Tages ausgewertet, liefern die Zu- und Abschaltpunkte Hinweise auf die Leistung der entsprechenden Verbraucher sowie deren Betriebsdauer. Werden Lastgänge verschiedener Monate (andere äußere Klimadaten) überlagert, können Abhängigkeiten der Verbraucher von der Außentemperatur ermittelt werden (Leistung der Kühlung, Beleuchtung usw.)
(Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), 2011)

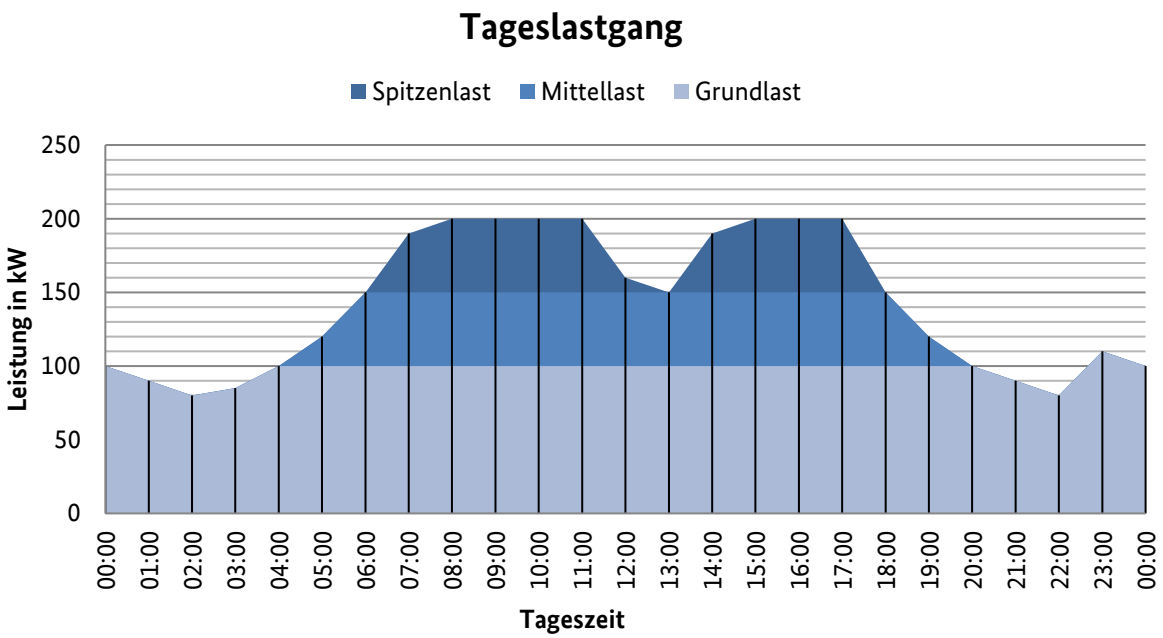


Abbildung 10: Beispielhafter Verlauf eines Tageslastganges

Das konkrete Lastprofil jedes Verbrauchers hängt erheblich von dessen Geräteausstattung und seinen Betriebszeiten ab. Früh morgens und spät abends treten meist wesentlich stärkere Spitzen auf, wenn Anlagen hochgefahren oder z.B. die Beleuchtung eingeschaltet werden. Daneben lassen sich die Betriebszeiten einiger Hauptverbraucher identifizieren.

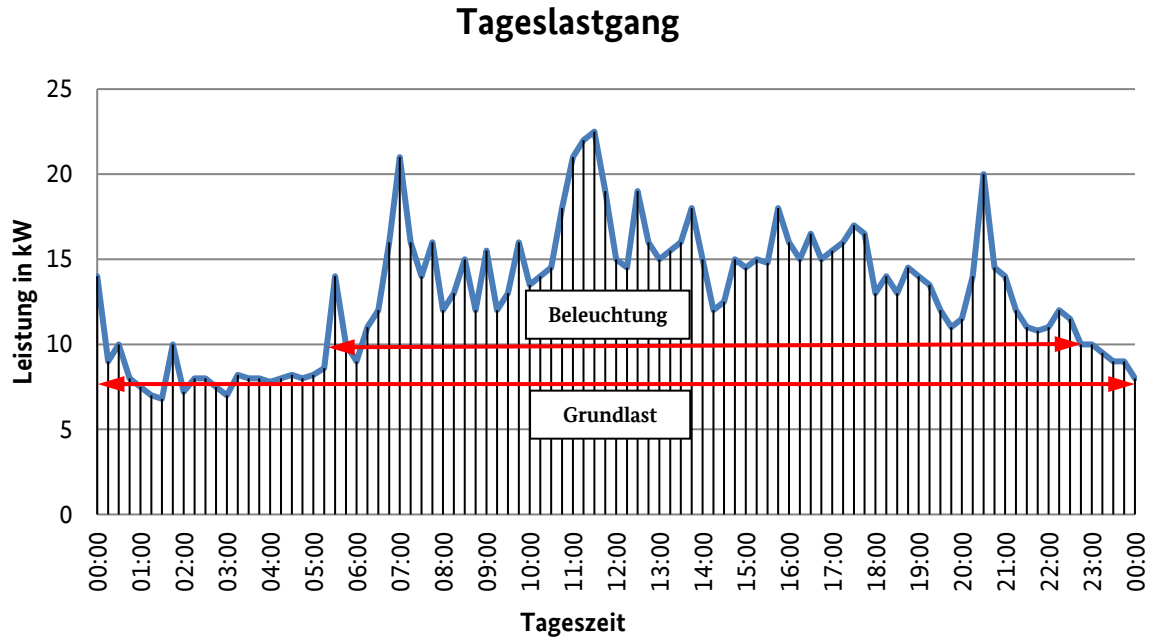


Abbildung 11: Beispielhafter Verlauf eines Tageslastganges mit Identifizierung von Verbraucher

6. Energieleistungskennzahlen

Gemäß DIN EN 16247-1 Ziffer 5.5 a) Nummer 5) sind eine oder mehrere Energieleistungskennzahlen, die zur Evaluierung des auditierten Objekts geeignet sind, zu bilden.

Kennzahlen ermöglichen die Bewertung und Überwachung der Energieeffizienz vom gesamten Unternehmen, Prozessen oder einzelnen Bereichen. Dabei ist auf aussagekräftige Energiekennzahlen zu achten, die für die Verbesserung der Energieeffizienz sinnvoll sind. Um eine möglichst zielgerichtete Anwendung zu erreichen, sollte bei der Erstellung insbesondere auf folgende Punkte eingegangen werden:

- Zielgruppe (Geschäftsführung, Mitarbeiter, etc.)
- Aussageziel mit Begründung
- Wirkung
- Aufwand
- Nutzen/Anwendbarkeit

Bezugswerte für Kennzahlen sollten, wenn möglich folgendes umfassen:

- Gesetzliche Bestimmung zu Neubauten (EnEV)
- Gesetzliche Bestimmungen für Sanierung (EnEV, KfW)
- Beste, am Markt verfügbare Technik
- Typische (statistische) Werte für bereits vorhandene oder neu errichtete Gebäude

Beispiele für jährliche Kennzahlen:

- Energieverbrauch/spez. Verbraucher bezogen auf die Bezugsfläche in kWh/m² pro Jahr oder auf das Raumvolumen kWh/m³ pro Jahr
  Bsp.: Heizung kWh/m², Warmwasser kWh/m³, Nutzung kWh/Person

Das nachfolgende Beispiel soll verdeutlichen, dass mit der Bildung geeigneter Kennzahlen schnell eine Aussage über den energetischen Zustand mehrerer Objekte getroffen werden kann. Mittels dieser Methode können Objekte identifiziert werden die einen erhöhten Energieverbrauch vorweisen. In einem weiteren Schritt besteht die Möglichkeit mögliche Energieeinsparpotentiale zu ermitteln.

Kennwert ist (kWh/m²a) - Kennwert soll (kWh/m²a) x m² = rechnerisches Einsparpotential

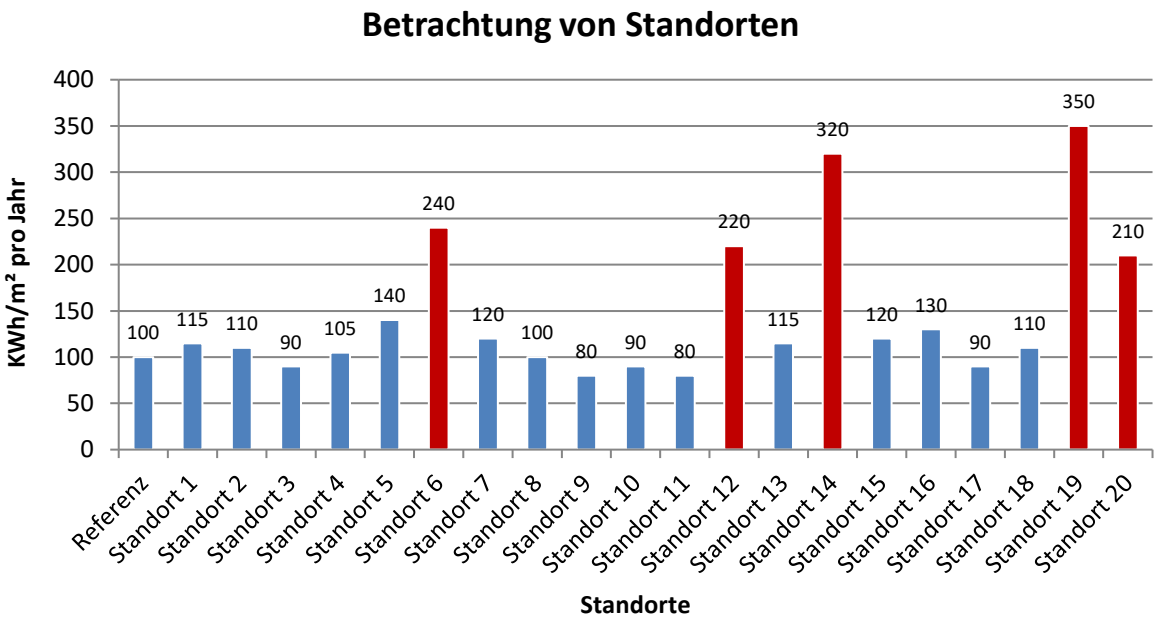


Abbildung 12: Kennzahlen zum Vergleich der energetischen Situation mehrerer Standorte

V. Ermittlung und Darstellung von Energieeinsparmaßnahmen

Gemäß DIN EN 16247-1 Ziffer 5.5 sind auf Grundlage der Analyse des Energieverbrauchs (siehe Kapitel IV) geeignete Energieeinsparmaßnahmen zu ermitteln und auf Grundlage der unter Buchstabe b) geforderten Gesichtspunkte zu bewerten und darzustellen.

Der Auditbericht muss alle Möglichkeiten zur Verbesserung der Energieeffizienz aufzeigen und insoweit folgende Punkte enthalten:

- Kriterien für die Rangfolge von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz
- Ausführliche Beschreibung der ermittelten Energieeinsparmaßnahmen
- Dokumentation der angewandten Berechnungsverfahren
- Informationen über anwendbare Zuschüsse und Beihilfen
- Wirtschaftlichkeitsanalyse für jede Maßnahme
- Mögliche Wechselwirkungen mit anderen vorgeschlagenen Empfehlungen
- Mess- und Nachweisverfahren, die für eine Abschätzung der Einsparungen nach der Umsetzung der empfohlenen Möglichkeiten anzuwenden sind

Die identifizierten Energieeinsparmaßnahmen müssen insbesondere folgende Punkte umfassen:

- Textliche Beschreibung der Maßnahmen (ausführlicher IST-SOLL-Vergleich);
- Angaben zur Energieeinsparung (kWh/a), zu Energiekosteneinsparungen (Euro/a), zu CO_2-Einsparungen (Tonnen CO_2/a), zu den voraussichtlichen Investitionskosten (Euro) und der Nutzungsdauer der Investitionsgüter (a);
- bei Maßnahmen in Bezug auf die Gebäudehülle: U-Wert, Dämmstärke, Wärmeleitgruppe (WLG), jeweils nach Sanierung;
- bei Maßnahmen in Bezug auf die Gebäudetechnik/Querschnittstechnologien: Leistung oder spezifische Leistung, Verbrauchskennwerte, evtl. Änderung im Nutzungs-/Verbrauchsprofil, jeweils nach Sanierung;
- bei Maßnahmen in Bezug auf Produktionsprozesse- und anlagen: Möglichkeiten der Prozessoptimierung, Einfluss auf Verbrauch und energiebezogene Leistung, Vorteile, die nicht auf die Energieeffizienz bezogen sind;
- bei Maßnahmen in Bezug auf den Transport: optimale Konfiguration der aktuellen Flotte, Kriterien für eine Erneuerung der Flotte, Verbrauchskennwerte, evtl. Schulungsplan;
- Mögliche Wechselwirkungen mit anderen vorgeschlagen Maßnahmen

Nach Möglichkeit ist bereits eine Empfehlung für die Durchführung von Maßnahmen in aufeinander abgestimmten Schritten (Maßnahmenplan) abzugeben. Im Rahmen dieses Ablaufplans für die Umsetzung sollten die notwendigen Schritte, wie z.B. Beauftragung, Baumaßnahmen, Installation, Abnahme, etc., sowie den zugehörigen Zeitplan ausgearbeitet werden. Im Rahmen der Umsetzungsplanung sollte durch den Energieauditor die Eignung zur Umsetzung der Maßnahme durch ein Contracting-Modell eingeschätzt werden.

Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz, die aus vorherigen Energieaudits oder vorheriger Untersuchungen identifiziert und vorgeschlagen wurden, jedoch nicht durch das Unternehmen umgesetzt wurden, sind ebenfalls aufzuzeigen.

1. Darstellung und Berechnung der Einsparpotentiale

Auf Grundlage der Analyse des Energieverbrauchs (Kapitel IV) sind durch den Energieauditor Einsparpotentiale zu ermitteln und geeignete Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz zu bestimmen. Aus dem Energieauditbericht muss ersichtlich sein, aus welchen Erkenntnissen der Analyse des IST-Zustandes die Maßnahme identifiziert und anhand welcher Annahmen diese technisch und wirtschaftlich berechnet und bewertet wurden. Mittels einer Beschreibung muss nachvollziehbar dargelegt werden, warum das bestehende System durch ein effizienteres ausgetauscht werden kann.

Der Energieauditor muss eine nachvollziehbare Berechnungsdokumentation der identifizierten Einsparpotentiale mit relevanten Informationen zu der jeweiligen Maßnahme, aufbauend auf der Schwachstellenanalyse des IST-Zustandes (IST-SOLL-Vergleich), erstellen. Die Identifizierung von Energieeinsparmaßnahmen basiert immer auf den Ergebnissen/Erkenntnissen der Analyse des
IST-Zustandes. Somit sind die Maßnahmen so zu berechnen und darzustellen, dass technisch und wirtschaftlich nachvollziehbare Aussagen getroffen werden können. Dazu müssen die bestehenden Systeme mit den erarbeiteten, effizienteren Systemen verglichen werden. Die Auswertung dieses Vergleiches liefert dann die Ergebnisse der Potentialanalyse. Der Vergleich muss auf technisch angemessen und nachvollziehbaren Berechnungsmethoden basieren. Eine reine, prozentuale Einschätzung von vermeintlichen Einsparungen reicht nicht aus.

Eine detaillierte und nachvollziehbare Potentialanalyse soll so ausgeführt sein, dass sie als Entscheidungsgrundlage und im Rahmen einer geplanten Umsetzung als Planungshilfe
verwendet werden kann. Ebenso sollen aus den Daten der Wirtschaftlichkeitsrechnung entsprechende Aussagen für die Finanzierung der Maßnahmen aus Eigen- und oder Fremdkapital abgeleitet werden.

1.1 Energetische Bewertung des IST-Zustandes

Für jede Maßnahme ist als Ausgangszustand das Ergebnis der IST-Analyse heranzuziehen. Dazu muss der Energieverbrauch des bestehenden Systems aufgeführt werden. Zu den relevanten Angaben gehören:

- Anzahl und Art des Systems
- Anschlussleistung des Systems in kW
- Betriebsstunden des Systems in h/a
- Anpassungsfaktor des Systems
- Energieverbrauch des Systems in kWh/a oder MWh/a
- Weitere relevante Informationen aus der Analyse des IST-Zustandes.

Den jeweiligen Erkenntnissen der IST-Analyse werden die identifizierten Potentiale mit gleichen Parametern gegenübergestellt. Im Rahmen der Berechnung werden dann die jeweiligen Energieeinsparungen berechnet. Die Berechnung der Energieeinsparung ist Voraussetzung für jede weitere Größe, die berechnet werden muss (finanzielle Einsparungen, CO_2-Einsparungen, etc.).

1.2 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Für die jeweiligen Maßnahmenvorschläge ist eine Wirtschaftlichkeitsanalyse durchzuführen. Die Bewertung der Wirtschaftlichkeit für die im Rahmen des Energieaudits entwickelten Energieeffizienzmaßnahmen sollte auf dem Kapitalwert der Investition und der internen Verzinsung (Rentabilität) beruhen. **Hierzu sind die Annahmen bzgl. der Nutzungsdauer, der Investitionsgüter in Jahren, der verwendete kalkulatorische Zinssatz, die verwendete Energiepreissteigerung sowie die verwendeten Energiepreise zu dokumentieren und zu erläutern, auf welcher Grundlage sie festgelegt worden sind**. Neben den Investitionskosten sind die zu erwartenden Energiekosteneinsparungen und die Betriebskosten zu ermitteln – ggf. zu schätzen – und zu berücksichtigen. Hierzu zählen insbesondere die Energie-, Wartungs- und Instandhaltungskosten.

1.2.1 Umfang von Kosten und Einsparungen

Eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung betrachtet eine Maßnahme von der Investition bis zum Ende der angegebenen Nutzungsdauer. Es sollten alle zu erwartenden Kosten ermittelt werden. Hierzu gehören:

- **Investitionskosten:** Die Investitionskosten umfassen die Summe aus Komponenten-, Installations-, Abbruch- und Entsorgungs- sowie Planungskosten umgerechnet in eine jährliche Annuität (Zins und Tilgung). Bei kleinen bis mittleren Investitionen in Querschnittstechnologien wie z.B. Beleuchtung, Druckluft, Abwärmenutzung wird in der Regel die gesamte Investitionssumme berücksichtigt.

- **Energierelevanter Investitionsanteil:** Bei umfassenden Sanierungen, Austausch von Fertigungsanlagen oder ähnlichen Maßnahmen bei denen die Energieeffizienz eher einen kleinen Anteil der Investitionen ausmacht wird empfohlen den energierelevanten Anteil der Investitionen zu ermitteln und zu berücksichtigen. Dies kann bei einer Gebäudedämmung der Wert der Dämmung sein der über die gesetzliche Mindestanforderung hinausgeht. Bei der Anschaffung einer Maschine mit einer integrierten Abwärmenutzung kann ggf. der Wert der Abwärmenutzung als energetisch relevanter Investitionsanteil berücksichtigt werden.

- **Nutzungsdauer:** technische Nutzungsdauer nach VDI 2067 (ggf. in Anlage beschreiben) oder AfA Zeitraum: aus der finanzwirtschaftlichen Sicht eines Unternehmens/ finanzierenden Bank ist der AfA Zeitraum relevant, auch hier können bei Bedarf in Anlage Werte hinterlegt werden.

- **Zuschüsse und Restwert:** Die Investitionskosten sind ggf. um einmalige Zuschüsse aus Förderprogrammen zu kürzen, ebenso muss der Restwert berücksichtigt werden.

- **Dynamische Energiekosten:** In Cash flow Berechnungen werden die Einsparungen der Energiekosten aus dem Basiswert des Energieverbrauchs vor Durchführung der Maßnahme (Energieverbrauchsbaseline) und dem Energiepreis berechnet. Bei leitungsgebundenen Energieträgern werden die Einsparungen bei den Verbrauchs- und Leistungswerten gegenüber der Energieverbrauchsbaseline für Verbrauch und Leistung ermittelt. Anschließend erfolgt die Bewertung dieser Einsparung mit den Energiekosten zum Zeitpunkt des Energieaudits mit oder ohne Steigerung. Die Steigerung kann einerseits pauschal geschätzt oder anhand empirischen Werten z.B. der Steigerung zurückliegender Jahre, pauschale prozentuale Steigerungsrate). Der Energieverbrauch vor der Sanierung kann gemessen und aufbereitet oder ein plausibilisierter Rechenwert sein.

- **Dynamische Betriebskosten:** Zur Berechnung der eingesparten Betriebskosten werden die Kosten für die technische und organisatorische Betriebsführung vor und nach der Sanierung ermittelt und ggf. mit anhand des Lohnkostenindex jährlich angehoben.

- **Dynamische Wartungs- und Instandsetzungskosten:** Zur Berechnung der eingesparten Wartungs- und Instandsetzungskosten werden die Kosten vor und nach der Sanierung ermittelt. Sofern keine buchhalterisch erfassten Werte vorliegen kann in Anlehnung an die VDI 2067 Blatt 1 ein rechnerischer prozentualer Wert der Erstinvestition angesetzt werden. Dieser beträgt bei Regelungstechnik, Motoren bis 2-3% im Mittel über die technische Lebensdauer, bei Energieerzeugungsanlagen ca. 2%. Anlagen am Ende der technischen Lebensdauer werden mit den doppelten Mittelwerten näherungsweise angesetzt.

- **Demontage und Entsorgungskosten** für die Altanlagen sind einzukalkulieren.

- **Schadstoffbehandlung:** Eine häufige Ursache für Kostensteigerungen und eine schlechte Projektperformance sind Kostensteigerungen durch nicht erkannte Schadstoffe. Durch eine sorgfältige Analyse der Schnittstellen soll

sichergestellt werden, dass das Risiko von Kostensteigerungen durch die Beseitigung verdeckter Schadstoffe während der Planungs- und Bauphase möglichst gering bleiben. Für die Ermittlung von Steigerungsraten können entsprechende empirische Vergangenheitswerte aus einschlägigen, frei zugänglichen DESTATIS- Werten für Brennstoffe, Lohn- und Gehaltskosten sowie Investitionsgüter eingesetzt werden.

  - **Abschreibungszeitraum:** Für die Ermittlung der Abschreibungszeiträume nach AfA sind die Tabellen des Bundesministeriums für Finanzen relevant https://www.bundesfinanzministerium.de/Web/DE/Themen/Steuern/Steuerverwaltungu-Steuerrecht/Betriebspruefung/AfA_Tabellen/afa_tabellen.html

- **Bandbreiten für die kalkulatorischen Zinssätze:** bei Unternehmen werden Investitionen anhand der Verzinsung des eingesetzten Kapitals bewertet, die Bandbreite liegt (Stand 2018) zwischen 7 und 10%. Investitionen in Energieeffizienzmaßnahmen können alternativ anhand der Verzinsung von „Greenbonds“ erfolgen: 0,375- 4,5 %.

1.2.2 Ergebnisdarstellung der Wirtschaftlichkeitsrechnung

Die Mehrheit der Endkunden eines Energieaudits entscheidet anhand von wirtschaftlichen Kriterien. Eine stringent aufbereitete und aussagefähige Wirtschaftlichkeitsberechnung ermöglicht Unternehmen eine Entscheidung vorzubereiten und damit die Umsetzungsquote der in den Audits vorgeschlagenen Maßnahmen deutlich zu erhöhen.

Folgend ist die relevante Berechnungsgrundlage für eine Wirtschaftlichkeitsanalyse zusammengefasst dargestellt. Siehe hierzu auch nachfolgende Grafik

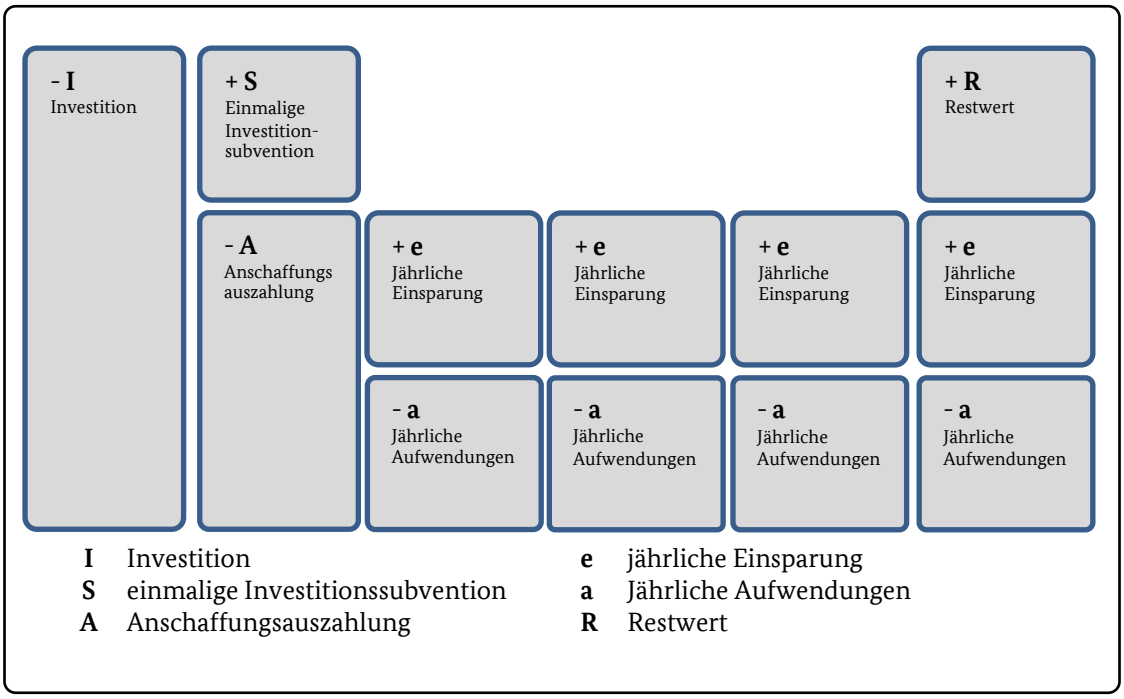


Abbildung 13: Schematische Darstellung der Wirtschaftlichkeitsanalyse für Energieeffizienzmaßnahmen im Rahmen des Energieaudits

- **Kapitalwert:**

Ein positiver Kapitalwert (C_0 in €) zeigt eine wirtschaftlich vorteilhafte Maßnahme und ein negativer Kapitalwert zeigt eine wirtschaftlich unvorteilhafte Maßnahme. Der Kapitalwert wird ermittelt, indem die Einsparung (E in €) mit dem Kapitalzinssatz (i in %) über den Betrachtungszeitraum (T in Jahren) abgezinst wird und die Investition (I in €) abgezogen wird. Dieses Verfahren ist anwendbar bei gleichbleibenden Einsparungen über den gesamten Betrachtungszeitraum. Bei dynamischen Einsparungen oder zusätzlichen Investitionen(Ausgaben) über den Betrachtungszeitraum muss jede einzelne Einsparung mit dem jeweiligen Barwertfaktor(Abzinsungsfaktor) abgezinst werden.

$$C_0 = -I + \sum_{t=1}^{T} \frac{E}{(1+i)^t}$$

- **Interne Verzinsung:**

Bei der internen Verzinsung (iV in %) wird der Zinssatz gesucht, bei dem der Kapitalwert Null beträgt.

$$C_0 = -I + \sum_{t=1}^{T} \frac{E}{(1+iV)^t}$$

Für die Berechnung der internen Verzinsung muss der Zinssatz ermittelt werden. Bei einer zeitlich begrenzten Nutzungsdauer und einer gleichbleibenden Einsparung lässt sich die interne Verzinsung auf vereinfachte Weise ermitteln.

$$0 = \frac{\mathrm{E}\,(1+\mathrm{iV})^{\mathrm{T}} - 1}{\mathrm{iV}\,(1+\mathrm{iV})^{\mathrm{T}}} - \mathrm{I}$$

1.2.3 Weitere Bewertungsmöglichkeiten der Wirtschaftlichkeit

- **Return on Investment (ROI)**

Die Berechnung des ROI wird aus dem Verhältnis des Gewinns (d G = E- A) und aus den von den Einsparungen(E in €) abgezogenen Ausgaben(A in €) zum durchschnittlich gebundenen Kapital (DGK) berechnet. Das durchschnittlich gebundene Kapital ermittelt sich aus der Investition (I-S) /2 und dem Abzinsungsfaktor n+1/n.

$$ROI = \frac{d\,G}{DGK} = \frac{E - A}{\left(\frac{I-S}{2} * \left(n + \frac{1}{n}\right)\right)}$$

- **Dynamische Amortisation / Dynamic Pay Back Period:**

Die dynamische Amortisationszeit gibt das Verhältnis aus (Investition I in € – Subvention S in €) zum (auf heute) diskontierten Barwert der (Einsparungen E in € – Ausgaben A in €) und des Restwerts R. Der diskontierte Barwert der Einsparungen, Ausgaben und des Restwerts entspricht wiederum dem Kapitalwert.

$$DPBP = \frac{(I - S)}{\left(R * \frac{i}{(1+i)^{\mathrm{n}} - 1}\right) + \left((E - A) * \frac{(1+i)^{\mathrm{n}} - 1}{i(1+i)^{\mathrm{n}}}\right)} = \frac{(I-S)}{C_0}$$

- **Annuitätenverfahren**

Das Annuitätenverfahren übersetzt die Investition abzüglich der Subvention S (I- S) und den Restwert (R in €) in jährlich gleichbleibende Zahlungen und fügt diese den jährlichen Einsparungen E und Ausgaben A hinzu. Die Ausgaben werden von den Einsparungen abgezogen, ist das Ergebnis positiv, „lohnt“ sich die Investition. Dieses Verfahren ist anwendbar bei gleichbleibenden Einsparungen und Ausgaben. Bei dynamischen Einspar- und Ausgabenwerten muss jeder einzelne Wert mit dem jeweiligen Barwertfaktor auf den heutigen Zeitpunkt abgezinst werden.

$$E - A = E + R * \frac{i}{(1+i)^{\mathrm{n}} - 1} - \left(A + (I - S) * \frac{i\,(1+i)^{\mathrm{n}}}{(1+i)^{\mathrm{n}} - 1}\right)$$

2. Beispiele für die Darstellung, Beschreibung und Berechnung von Potentialen

Unter dem folgenden Punkt werden für die einzelnen Gewerke **beispielhaft** Maßnahmen beschrieben und rechnerisch plausibilisiert. Dies soll veranschaulichen, wie Potentiale im Rahmen eines Energieaudits nach DIN EN 16247-1 angemessen berechnet und dargestellt werden. Daneben werden unterschiedliche Dokumentationsvarianten aufgeführt. Die relevanten Annahmen zu den beispielhaften Potentialen sind in den einzelnen Unterkapiteln enthalten.

Allgemein sind folgenden Informationen der ermittelten Maßnahmen im Energieauditbericht zu dokumentieren:

- Beschreibung des bestehenden Systems
- Beschreibung der Maßnahme zur Effizienzsteigerung
- Dokumentation der getroffenen Annahmen und verwendeten Parameter
- Dokumentation der angewendeten Methode zur Berechnung des Einsparpotentials

Die in der Tabelle aufgelisteten Maßnahmen werden beispielhaft unter den nachfolgenden Punkten dargestellt:

			Einsparung pro Jahr (statisch)			Interne Verzinsung	Kapitalwert
Nr.	Maßnahme	Investitions-Volumen	kWh	Euro	CO_2 [t]	[%]	Euro
1	Fahrertraining	6.000,00 €	107.774,30	12.777,36 €	29,50	-	-
2	Beleuchtung	46.420,00 €	199.824,00	39.964,80 €	23,08	94%	656.266,40 €
3	Regelung Lüftung	60.000,00 €	140.905,20	28.181,04 €	13,17	53%	397.787,05 €
4	Druckluft	18.000,00 €	65.485,00	7.092,20 €	3,90	44%	78.772,75 €
5	Ersatz Motoren	15.000,00 €	11.720,00	2.344,00 €	6,45	18%	26.213,69 €
6	Fenstertausch	2.750.000,00 €	2.282.120,50	147.293,00 €	725,60	8%	3.305.279,75 €
7	Ersatz PCs	315.000,00 €	117.040,00	23.408,00 €	64,37	-47%	-241.985,94 €
Summe		**3.210.420 €**	**2.924.869,00**	**261.060,40 €**	**866,07**		**4.222.333,70 €**

Tabelle 7: Beispielhafte Gesamtübersicht von identifizierten Maßnahmen

Die Einsparungen in kWh, Euro und CO_2 werden der Einfachheit halber statisch dargestellt. Die Berechnung des Kapitalwertes und der internen Verzinsung erfolgt jedoch **dynamisch über die jeweilige Nutzungsdauer mit Berücksichtigung einer Energiepreissteigerung von 4% pro Jahr.**

Beispiel für eine detaillierte Auflistung:

Nr. 1	Maßnahme			
Umstellung der Beleuchtung auf LED. Derzeit werden in den Produktionshallen 752 T8-Leuchtstoffröhren mit 48 Watt + 12 Watt (Vorschaltgerät) bei 6.000 bh pro Jahr betrieben. Eine Umstellung auf 422 28 Watt LED Panels mit einem angenommenen Stückpreis von ca. 110 € würde bei einer berechneten Einsparung von ca. 40.000 €/a eine Rentabilität von 86% über die Nutzungsdauer bringen.	**Investition**	46.420,00	Euro
	Nutzungsdauer	15	Jahre
	Einsparung	199.824,00	$kWh_{el.}/a$
		0,00	$kWh_{th.}/a$
		39.964,80	Euro/a
		23,08	CO_2/a
	Interne Verzinsung	94	%
	Kapitalwert	656.266,40	Euro

Tabelle 8: Beispielhafte Einzelübersicht einer Maßnahme

2.1 Sanierung der Gebäudehülle am Beispiel Fenstertausch

Ein großer Bürokomplex ist bisher nur mit alten, 2-fach-verglasten Aluminiumfenstern ausgestattet. Folgende Randparameter wurden zugrunde gelegt:

- Fläche Büro: ca. 25.000 m²
- Baujahr 1980
- Heizungssystem: Öl, Wirkungsgrad 80%
- Energieverbrauch nach Kennwert ca. 200 kWh/m²a = 5.000.000 kWh (500.000 l Heizöl, CO_2-Emissonsfaktor Heizöl = 317,93 g/kWh)
- Nutzungsdauer 30 Jahre
- Fensterfläche: (Angeordnet an Vorder- und Rückseite des Bürokomplexes)
  - Annahme: Höhe des Komplexes = 54m, Länge des Komplexes= 131m Außenwandfläche = 2*54m*131m = 14.148m²
  - Anteil der Fensterfläche ca. 60% A = **8.488,80m²**
- U_a-Wert alte Aluminiumfenster = **3,4 W/(m²K)**
- **U_n-Wert der neuen, 3-fach-verglasten Fenster = 0,7 W/(m²K)**

Berechnungsgrundlagen und Annahmen für die Berechnung der Energieeinsparung bei der Fenstersanierung:

Wärmedurchgangskoeffizient für das bisherige Fenster		**Ua**	**3,4**	**W/m²K**
Gesamtfensterfläche die ausgetauscht wird		A	8.488,80	m²
Gradtagszahl für den Wohnort	Frankfurt/M.	Gt	3.319	Kt/a
Heizwert für Heizöl		Hu	11.800	Wh/kg
Wirkungsgrad der Heizungsanlage		h	80	%
Preis für Heizöl			64	Cent/Liter
Umrechnungsfaktor Heizöl l/kg			1,19	
Wärmedurchgangskoeffizient für das neue Fenster		Un	0,7	W/m²K

Tabelle 9: Annahmen für die Berechnung

Formel für die Berechnung der Energie- und Brennstoffeinsparung:

Energieeinsparung durch den Fenstertausch:

$$E_{Heizöl} = \frac{(\mathrm{Ua} - \mathrm{Un}) * \mathrm{A} * \mathrm{Gt} * 24}{\eta} = \frac{\left(3{,}4\ \frac{W}{m^2K} - 0{,}7\frac{W}{m^2K}\right) * 8.488{,}80m^2 * 3.319K\frac{t}{a} * 24\frac{h}{t}}{0{,}8} = \mathbf{2.282.120{,}5\ kWh}$$

Das entspricht einer Einsparung an Brennstoff von **230.1460,05 l** Heizöl (Umrechnung anhand von Umrechnungsfaktor und Heizwert).

Zusammenfassung:
Endenergieeinsparung (thermisch) : $\mathbf{2.282.120{,}5\ kWh/a}$
CO_2-Emissionsreduzierung: **725,6 tCO_2**
Energiekosteneinsparung: $\mathbf{147.293\ €/a}$ **(statisch)**
Investitionskosten: ca. 2.560 Fenstergruppen (2m x 1,6m) = 1.250.000€ + Montage 1.500.000€ = **2.750.000€**
Energiepreissteigerung: **4%**
Nutzungsdauer: **30a**
Interne Verzinsung: **8%**
Kapitalwert: **3.305.279,75 €**

Der hier aufgeführte Fenstertausch führt zu einer immensen Energieeinsparung und Emissionsreduzierung. Entgegen stehen die hohen Investitionskosten. Betrachtet man jedoch die Nutzungsdauer ist das Projekt an sich rentabel und amortisiert sich nach ca. 15 Jahren (dynamisch). Es ist eine Investition für die Zukunft, um die Belastung der Umwelt durch CO_2-Emissionen zu entlasten.

2.2 Anlagentechnik/Querschnittstechnologie

Eines der größten Energieeinsparpotentiale verbirgt sich im Bereich der Anlagentechnik bzw. in den Querschnittstechnologien. Unter Querschnittstechnologien sind Technologien, die durch ein sehr breites Anwendungsspektrum branchenübergreifend zum Einsatz kommen, zu verstehen. In den nachfolgenden Punkten werden **Beispiele** für die Ermittlung und Dokumentation dieser Energieeinsparpotentiale aufgezeigt.

2.2.1 Modernisierung von Motoren und Antrieben

Es soll eine Presse mit einem elektrischen Antrieb von 22 kW (IE1) Anschlussleistung ohne IE-Klassifikation (ungeregelt) modernisiert werden. Nach Durchführung einer Messung der Presse im Produktionsbetrieb, sowie während der Rüstzeit konnte folgendes festgestellt werden.

- Leistungsaufnahme im Leerlauf ca. 6 kW
- Leistungsaufnahme im Produktionsbetrieb ca. 10 kW

Es wird mit 4. 000 Betriebsstunden pro Jahr gerechnet (Zweischichtbetrieb: 16 h an 250 Tagen)

Der Anteil Leerlauf beträgt ca. 20 %, der Anteil Produktion ca. 80 % an der Gesamtlaufzeit der Presse.
Der Energieverbrauch im IST-Zustand wird wie folgt berechnet:

$$Q_{el,IST} = P_{el,leer} \cdot 20\% \cdot h + P_{el,Prod} \cdot 80\% \cdot h = 6\ kW \cdot 20\% \cdot 4000\frac{h}{a} + 10\ kW \cdot 80\% \cdot 4000\frac{h}{a}$$

$$\boldsymbol{Q_{el,IST} = 36.800\ \frac{kWh}{a}}$$

Der elektrische Antrieb soll mit einem neuen **IE4** Motor und einem **Frequenzumformer** zur geregelten Betriebsweise ausgestattet werden. So kann der Energieverbrauch der Presse nachhaltig gesenkt werden.

Bedingt durch die Betriebsweise der Presse wird der neue elektrische Antrieb auf die gleiche elektrische Leistungsaufnahme ausgelegt (22 kW). Von entscheidender Bedeutung für den Betrieb der Presse ist nicht die elektrische Leistung unter Volllast (Nennlast P_N), sondern das **Betriebsverhalten bei Teillast**. Daher ist die zu erzielende Energieeinsparung nicht nur der Vorteil der Wirkungsgradsteigerung bei Nennleistung des neuen elektrischen Antriebs zu berücksichtigen, sondern insbesondere der günstigere Wirkungsgradverlauf im Teillastbereich.

Zur Ermittlung der erwarteten Energieeinsparung wird davon ausgegangen, dass ein IE4-Antrieb gegenüber einem IE3-Antrieb einen **um 1,5 % höheren Wirkungsgrad** gleichbleibend über alle Belastungen besitzt, wenn gleich bei niedriger Belastung der Wirkungsgradvorteil des IE4-Antriebs steigt.

Im Leerlauf der Presse wird demnach der bestehende Antrieb (IE1) bei einer Belastung von

$$\frac{P}{P_N} = \frac{6\ kW}{22\ kW} = 27{,}3\%$$

betrieben. Der bisherige 22 kW Antrieb hat einen Wirkungsgrad von **87 %.** Die mechanische Antriebsleistung der Presse in Leerlauf beträgt demnach

$$P_{el,leer} = 87\% \cdot 6\ kW = 5{,}2kW$$

Im Produktionsbetrieb der Kalibrierpresse wird der bestehende Antrieb bei einer Belastung von

$$\frac{P}{P_N} = \frac{10\ kW}{22\ kW} = 45{,}5\%$$

Betrieben. Der bisherige 22 kW Antrieb erreicht dabei höchstens einen Wirkungsgrad von ca. **90,5 %**. Die mechanische Antriebsleistung der Presse im Produktionsbetrieb beträgt demnach

$$P_{el,Prod} = 90{,}5\% \cdot 10\ kW = 9{,}05\ kW$$

Bei Änderungen der Drehzahl ändert sich die mechanische Leistung wie folgt:

$$\frac{P_{SOLL}}{P_{IST}} = \frac{n_{SOLL}}{n_{IST}} \rightarrow P_{SOLL} = P_{IST} \cdot \frac{n_{SOLL}}{n_{IST}}$$

Im Leerlauf soll die Drehzahl der Presse auf 70 % der bisherigen Drehzahl (n_{SOLL} / n_{IST} = 0,7) gesenkt werden. Die zukünftige mechanische Leistung im Leerlauf beträgt damit

$$P_{leer,SOLL} = 5{,}2\ kW \cdot 70\% = 3.64\ kW$$

Der Wirkungsgrad des zukünftigen Antriebs wird im Leerlauf auf ca. 89,5 %. Damit ergibt sich eine elektrische Antriebsleistung von

$$P_{el,leer,SOLL} = \frac{3{,}64\ kW}{89{,}5\%} = 4{,}07\ kW$$

Der daraus resultierende neue Verbrauch an elektrischer Energie im Leerlauf beträgt:

$$Q_{el,leer,SOLL} = 4{,}07\ kW \cdot 20\% \cdot 4000 \frac{h}{a} = \mathbf{3.256} \frac{\boldsymbol{kWh}}{\boldsymbol{a}}$$

Im Produktionsbetrieb soll die Drehzahl der Presse ebenfalls auf 70 % der bisherigen Drehzahl (n_{SOLL} / n_{IST} = 0,7) gesenkt werden. Die zukünftige mechanische Leistung im Produktionsbetrieb beträgt damit

$$P_{Prod,SOLL} = 9{,}05kW \cdot 70\% = 6{,}34kW$$

Der Wirkungsgrad des zukünftigen Antriebs wird auf ca. 93 % geschätzt. Damit ergibt sich eine elektrische Antriebsleistung von

$$P_{el,Prod,SOLL} = \frac{6{,}34kW}{93\%} = 6{,}82kW$$

Der daraus resultierende neue Verbrauch an elektrischer im Lastfall Energie beträgt:

$$Q_{el,Prod,SOLL} = 6{,}82kW \cdot 80\% \cdot 4000 \frac{h}{a} = \mathbf{21.824} \frac{\boldsymbol{kWh}}{\boldsymbol{a}}$$

Der zukünftig erwartete Energieverbrauch (Leerlauf + Lastfall) beträgt damit **25.080 kWh/a.**
Die Energieeinsparung/ Energiekosteneinsparung bei der Modernisierung des Antriebsmotors lässt sich demnach wie folgt darstellen (der Strompreis wird mit 0,20 €/ kWh angenommen):

Energieeinsparung Modernisierung elektrische Antriebe		
Energieverbrauch IST:	**36.800**	**kWh/a**
Energieverbrauch SOLL:	**25.080**	**kWh/a**
Energieeinsparung Strom:	**11.720**	**kWh/a**
Energiekosteneinsparung Strom:	**2.344**	**€/a**
Investitionskosten	**15.000**	**€**
Nutzungsdauer	**15**	**Jahre**
Energiepreissteigerung	**4**	**%**
Interne Verzinsung	**18**	**%**
Kapitalwert	**26.213,69**	**€**

Tabelle 10: Zusammenfassung der Ergebnisse

In Anbetracht der ermittelten Rentabilität ist die Modernisierung des Antriebssystems ggf. nur bei einer Instandhaltungsmaßnahme der Anlage zu empfehlen.

2.2.2 Information- und Kommunikationstechnik

Ein großer Verwaltungstrakt ist bisher nur mit alten Desktop-PCs ausgestattet. Ein großes, energetisches Einsparpotential liegt demnach im Tausch der alten Hardware (Leistungsaufnahme je PC ca. 120 W) durch neue, energieeffiziente PC-Technik. Thin Clients (Leistungsaufnahme je PC ca. 25 W) bieten sich, je nach Einsatzgebiet, für diese Vorhaben an. Die Betriebsstunden werden mit 8 h/d an 220 Arbeitstagen angenommen (1.760 h). Der Strompreis wird mit 0,20 €/ kWh angenommen.

Folgende Randparameter sind zugrunde gelegt:

System	Anzahl	Leistung in kW	Betriebsstunden in h/a	Energieverbrauch in kWh	Energiekosten in €
Desktop-PC	700	0,120	1.760	147.840	29.568

Tabelle 11: Randparameter IST-Zustand

Durch den kompletten Tausch der vorhandenen PCs durch Thin-Clients werden folgende Parameter erreicht:

System	Anzahl	Leistung in kW	Betriebsstunden in h/a	Energieverbrauch in kWh	Energiekosten in €
Thin Clients	700	0,025	1.760	30.800	6.160

Tabelle 12: Ergebnisse PC-Tausch

Zusammenfassung PC-Austausch:
Endenergieeinsparung (elektrisch) : **117.040 kWh/a**
Energiekosteneinsparung: **23.408 €/*a***

Investitionskosten: **315.000 €** (ca. 450 €/ Stück)
Energiepreissteigerung: **4%**
Nutzungsdauer: **3 Jahre**
Interne Verzinsung: **-47%**
Kapitalwert: **-241.985,94 €**

Auf Grund der hohen Anschaffungskosten gegenüber der zu erwartenden Energiekosteneinsparung, wäre ein sukzessiver Austausch der bestehenden IT-Infrastruktur zu empfehlen.

2.2.3 Klima- und Lüftung

Beschreibung der Ausgangslage:
Durch die Vor-Ort-Besichtigung des Holzbearbeitungszentrums in Frankfurt wurde die Betriebsweise der dort seit 1970 betriebenen Absauganlage aufgenommen und untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass der Anlagenpark für die damals dimensionierte Anlage stark von der heutigen Ausgangslage abweicht. Durch das Zusammenlegen einiger Bearbeitungsschritte innerhalb des Produktionsprozess auf Bearbeitungszentren konnte dieser verkleinert werden. Durch die Reduzierung von Absaugstellen wird ein max. Absaugvolumen i.H.v. 52.000 m³/h zum heutigen Zeitpunkt nicht mehr benötigt. Daneben wurde durch eine zeitliche Dokumentation der Arbeitsabläufe ein variabler Abluftvolumenstrom aufgenommen welcher durch die derzeitige Betriebsweise der Anlage nicht berücksichtigt wird.

Die nachfolgende Berechnung soll das Einsparpotential aufzeigen, welches mittels neuer Auslegung und Einbau einer bedarfsgeregelten Steuerung anhand eines Standardlastprofils erzielt werden könnte.

Bewertung IST-Zustand:
Die Anlage der Späneabsaugung befindet sich im Kern außerhalb des Gebäudes. Abgesaugt wird primär aus der Holzbearbeitung. Von den einzelnen Absaugstellen gehen die Absaugkanäle zentralisiert zur Außeneinheit. Die eingesetzte elektrische Energie wird hauptsächlich für den Antrieb der Lüfter aufgewendet.
Derzeit beträgt die installierte Leistung der Lüftung insgesamt 55,5 kW durch zwei Lüftereinheiten mit jeweils 3 Lüftern. Die erste Lüftungseinheit weist einen Nennvolumenstrom von 27.000 m³/h mit einer Motorleistung von insgesamt 33 kW auf. Die zweite Lüftungseinheit weist einen Nennvolumenstrom von 25.000 m³/h bei einer Motorleistung von 22,5 kW auf. Insgesamt liegt die Luftleistung somit bei 52.000 m³/h. Die gefilterte Luft wird ganzjährig an die Außenumgebung abgegeben.
Die Anlage wird im Zweischichtbetrieb 16 h/Tag 50 Wochen im Jahr betrieben. Die Lüftungsanlage wird zu Beginn des Arbeitstages eingeschaltet und am Ende des Tages ausgeschaltet. Dies ergibt eine jährliche Laufzeit von 4.000 h/a.

Daten	Wert	Einheit
Leistung Lüftung alt	55,5	kW
Nennvolumenstrom alt	52.000	m³/h
Betriebszeiten der Anlage	4.000	h/a

Tabelle 13: Randparameter Lüftung im IST-Zustand

Der aktuelle Verbrauch ergibt sich somit aus der installierten Nennleistung und der Laufzeit. Bei der Gesamtleistung von 55,5 kW und einer jährlichen Laufzeit von 4.000 h liegt ein Stromverbrauch i.H.v. 222.000 kWh/a vor.

Beschreibung der durchzuführenden Maßnahme:
Die in der bestehenden Anlage verbauten Lüftereinheiten sollen gegen drei neue Lüfter mit Frequenzumrichter und einer Leistung von jeweils 18,5 kW ersetzt werden. Die Lüftereinheiten weisen bei einer Gesamtleitung von 55,5 kW einen max. Nennvolumenstrom von insgesamt 40.000 m³/h auf.

Daten	Wert	Einheit
Leistung Lüftung neu	55,5	kW
Nennvolumenstrom neu	40.000	m³/h
Betriebszeiten der Anlage	4.000	h/a

Tabelle 14: Randparameter Lüftung SOLL-Zustand

Bewertung Soll-Zustand:
Die Verringerung des Energieverbrauchs kann mittels folgender Vorgangsweise errechnet werden:
Durch die Drehzahlregelung ist ein Betrieb in Teillast möglich, wodurch ein angepasster Luftvolumenstrom transportiert werden kann. Für die Ermittlung der Auslastung wurde ein ***Standardlastprofil eines Industrieventilators*** verwendet. (siehe folgende Abbildung)

Betriebs -zeit	Volumenstrom -anteil
0,5	5
1	10
2,5	15
3,5	20
6	25
8	30
9	35
10	40
11	45
10	50
9	55
8	60
6,5	65
5,5	70
3	75
2	80
2	85
1	90
1	95
0,5	100

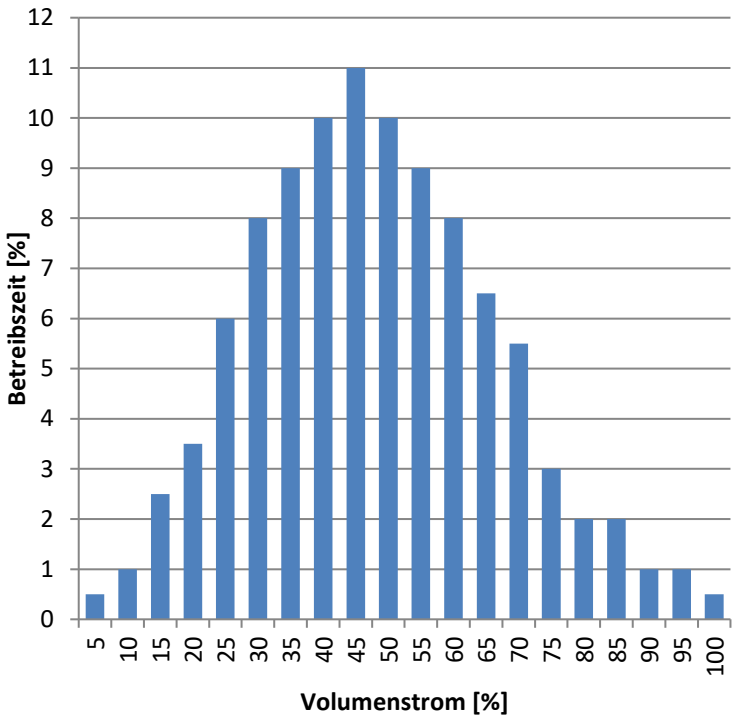


Tabelle 15: Standardauslastungsverteilung Industrieventilatoren

Quelle: *Leitfaden für Audits an Lüftungsanlagen*, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft; Österreichische Energieagentur, Wien, 2010
Anhand dieses Profils kann die neue Lastverteilung ermittelt werden. Dies erfolgt mit folgender Formel:

$$\left(\frac{\dot{V}_x}{\dot{V}_N}\right)^3 = \frac{P_x}{P_N}$$

$\dot{V}_x$	Teillastvolumenstrom	m³/h
$\dot{V}_N$	Nennvolumenstrom	m³/h
P_x	Teillastleistung	kW
P_N	Nennleistung	kW

Das Ergebnis dieser Berechnung ist in der folgenden Tabelle enthalten:

Volumenstrom		Lastprofil Gesamtvolumenstrom		Drehzahlregelung		
[%]	m³/h	h/a	m³/a	%	kW	kWh
5%	2.000	20	40.000	1,0%	0,56	24,3
10%	4.000	40	160.000	1,0%	0,56	48,6
15%	6.000	100	600.000	1,0%	0,56	121,5
20%	8.000	140	1.120.000	1,0%	0,56	170,2
25%	10.000	240	2.400.000	2,0%	1,11	583,4
30%	12.000	320	3.840.000	3,0%	1,67	1.166,8
35%	14.000	360	5.040.000	5,0%	2,78	2.187,8
40%	16.000	400	6.400.000	7,0%	3,89	3.403,3
45%	18.000	440	7.920.000	10,0%	5,55	5.348,0
50%	20.000	400	8.000.000	13,0%	7,22	6.320,3
55%	22.000	360	7.920.000	17,0%	9,44	7.438,6
60%	24.000	320	7.680.000	22,0%	12,21	8.556,8
65%	26.000	260	6.760.000	28,0%	15,54	8.848,5
70%	28.000	220	6.160.000	35,0%	19,43	9.359,0
75%	30.000	120	3.600.000	43,0%	23,87	6.271,7
80%	32.000	80	2.560.000	52,0%	28,86	5.056,3
85%	34.000	80	2.720.000	62,0%	34,41	6.028,6
90%	36.000	40	1.440.000	73,0%	40,52	3.549,1
95%	38.000	40	1.520.000	86,0%	47,73	4.181,1
100%	40.000	20	800.000	100,0%	55,50	2.430,9
		4.000	**76.680.000**			**81.094,8**

Tabelle 16: Ergebnisse der Lastverteilungsberechnung

Durch das angenommene Lastprofil berechnet sich ein jährlicher Energieverbrauch der neuen drehzahlgeregelten Absauganlage von **81.094,8 kWh**. Bei einem durchschnittlichen spezifischen Strompreis i.H.v. 0,20 €/ kWh ergibt sich folgende finanzielle Einsparung:

	Einheit	IST-Zustand	Soll-Zustand	Einsparung
Volumenstrom	m³/a	208.000.000	76.680.000	128.320.000
Energieverbrauch	kWh/a	222.000	81.094,8	140.905,2
Energiekosten	**€/a**	**44.400**	**16.218,96**	**28.181,04**

Tabelle 17: Einsparungen

Ein weiterer Einspareffekt wird durch den verringerten Abluftvolumenstrom erzeugt. Die Reduzierung von 208.000.000 m³/a auf 76.680.000 m³/a bewirkt eine Entlastung der thermischen Energie die für das Aufheizen der Zuluft der Werkshalle benötigt wird.

Bewertung der Energieeinsparmaßnahme:
Die Umstellung der bestehenden Abluftanlage auf einen dynamischen Betrieb (ausgelegt auf ein Standardlastprofil), könnte eine Energiekostenersparnis von ca. **28.200,00 €** pro Jahr erzielen.
Bei einer Nutzungsdauer von 14 Jahre und einer Energiepreissteigerung i.H.v. 4% ergibt sich ein positiver Kapitalwert von 397.787,05 €. Die Maßnahme kann daher als sehr rentabel eingestuft werden.

		Einsparung pro Jahr			Wirtschaftlichkeit	
Maßnahme	Investitions-Volumen	kWh	Euro	CO_2 [t]	Interne Verzinsung [%]	Kapitalwert [Euro]
Regelung Lüftung	60.000,00	140.905,2	28.181,04	13,17	53	397.787,05

Tabelle 18: Zusammenfassung der Maßnahme

2.2.4 Druckluft mit Nutzung Abwärme

In einer Firma werden die Bereiche Produktion, Werkstatt und Montage von drei Druckluftkompressoren (ungeregelte Schraubenkompressoren) ohne Frequenzumrichter mit Druckluft versorgt. Davon werden zwei primär aus Gründen der Redundanz betrieben. Der alte Hauptkompressor (Bereich Produktion) soll durch einen neuen Kompressor mit Frequenzumrichter ersetzt werden.
Folgende Rahmenbedingungen werden für die Berechnung des Einsparpotentials festgelegt:

Bezeichnung	Verwendete Parameter
Heizölpreis	0,061 €/kWh
Strompreis	0,20 €/kWh
Nutzungszeiten Druckluft	6.000 h/a (Dreischichtbetrieb, 24 h an 250 d)
Investitionskosten	Ca. 18.000 € (Druckluft, WRG und Montage)

Tabelle 19: Randparameter Druckluft

Für die Berechnung der Energieverbräuche der Druckluftbereitstellung im IST-Zustand und im beschriebenen SOLL-Zustand wurden folgende Grundlagenparameter herangezogen:

- Installierte Kompressoren
- Leistungsaufnahme
- Druckluftniveau
- Art der Verwendung der anfallenden Abwärme (ggf. WRG)

Die Kompressoren im IST-Zustand weisen folgende Nennleistungen auf:

- Produktion: 22 kW (ungeregelt)
- Werkstatt: 15 kW (ungeregelt)
- Montage: 7,5 kW (ungeregelt)

Der alte Hauptkompressor in dem Bereich Produktion soll durch einen neuen Druckluftkompressor mit Frequenzumrichter ersetzt werden.

- Produktion: Kompressor mir Frequenzumrichter 22 kW

Um den Energieverbrauch der Kompressoren im IST- und SOLL-Zustand (Lastlauf, Leerlauf, Stillstand) erfassen zu können, werden eine Leistungsmesstechnik und ein Betriebsstundenzähler eingesetzt.
Die Auswertung der Messtechnik (Leistung über Leistungsmesstechnik, Betriebsstunden aus der Steuerung des jeweiligen Kompressors ausgelesen) ermöglicht nun detaillierte Angaben zu den Energieverbräuchen der Kompressoren im IST-Zustand. Folgende Tabelle zeigt die Ergebnisse der IST-Zustandsanalyse.

Energieverbrauch Druckluftkompressoren IST-Zustand					
Bereiche		**Leistung** [kW]	**Betriebszeiten** [h/a]	**Stromverbrauch** [kWh/a]	**Energiekosten** [€/a]
Produktion	Lastlauf	22	3.750	82.500	16.500
	Leerlauf	11,5	1.000	11.500	2.300
	Stillstand	0	1.250	0	0
			Summe:	**94.000**	**18.800**
Werkstatt	Lastlauf	15	500	7.500	1.500
	Leerlauf	6,5	50	325	65
	Stillstand	0	5.450	0	0
			Summe:	**7.825**	**1.565**
Montage	Lastlauf	7,5	500	3.750	750
	Leerlauf	3	50	150	30
	Stillstand	0	5.450	0	0
	Summe:			**3.900**	**780**
	Gesamt:			**105.725**	**21.145**

Tabelle 20: Energieverbrauch Druckluft im IST-Zustand

Die Kompressoren geben ca. 50°C warme Abluft an den jeweiligen Kompressorraum ab. Diese Räume erwärmen sich dadurch auf ca. 35-40°C. Die Abwärme der Kompressoren ist momentan ungenutzt und die geschätzte Abwärmeleistung beträgt ca. 9kW. Die Erwärmung der Kompressorräume wirkt sich sehr nachteilig auf die Wirkungsgrade der Kompressoren aus. Weiterhin befinden sich in diesen Räumen Kälteanlagen und Kaltwassertanks. Demnach ist es unbedingt notwendig, dass die anfallende Abwärme vermieden wird.

Die Leerlaufzeiten des neuen Kompressors können sich durch die bedarfsabhängige Reglung auf 0 reduzieren Der neue Kompressor hat eine durchschnittliche Wirkleistungsaufnahme von 13,5 kW. Der Jahresenergieverbrauch des neuen Systems wurde mit 6.000 Vollbenutzungsstunden angenommen. Die Redundanzkompressoren kommen kaum noch zum Einsatz und dienen somit hauptsächlich als Ersatz bei einem Ausfall des Hauptkompressors.

Die nachfolgende Tabelle zeigt die Ergebnisse im SOLL-Zustand:

Energieverbrauch Druckluftkompressoren SOLL-Zustand					
Bereiche		**Leistung** [kW]	**Betriebszeiten** [h/a]	**Stromverbrauch** [kWh/a]	**Energiekosten** [€/a]
Produktion	Lastlauf	13,5	6.000	81.000	16.200
	Leerlauf	11,5	0	0	0
	Stillstand	0	0	0	0
			Summe:	**81.000**	**16.200**
Werkstatt	Lastlauf	15	100	1.500	300
	Leerlauf	6,5	20	130	26
	Stillstand	0	5.880	0	0
			Summe:	**1.630**	**326**
Montage	Lastlauf	7,5	100	750	150
	Leerlauf	3	20	60	12
	Stillstand	0	5.880	0	0
	Summe:			**810**	**162**
	Gesamt:			**83.440**	**16.688**

Tabelle 21: Ergebnisse Druckluft SOLL-Zustand

Die ungenutzte Abwärme könnte über eine Wärmerückgewinnungseinrichtung am neuen Hauptkompressor installiert werden. Geht man aus von einem Wärmerückgewinnungsgrad von ca. 80%, einer Betriebszeit von 6.000 h/a und einer Abwärmeleistung von 9 kW, so könnten 43.200 kWh Wärme zurückgewonnen werden. Diese könnte zur Heizungsunterstützung (z.B. Warmwasseraufbereitung) eingesetzt werden.

Die Ergebnisse der Optimierungsanalyse sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

Energieeinsparung Druckluftkompressoren		
Energieverbrauch IST:	**105.725**	**kWh/a**
Energieverbrauch SOLL:	**83.440**	**kWh/a**
Energieeinsparung Strom:	**22.285**	**kWh/a**
Energieeinsparung WRG:	**43.200**	**kWh/a**
Gesamteinsparung:	**65.485**	**kWh/a**
Energiekosteneinsparung Strom:	**4.457**	**€/a**
Energiekosteneinsparung Wärme:	**2.635,2**	**€/a**
Gesamtkosteneinsparung:	**7.092,20**	**€/a**
Energiepreissteigerung:	**4**	**%**
Nutzungsdauer:	**12**	**Jahre**
Interne Verzinsung:	**44**	**%**
Kapitalwert:	**78.772,75**	**€**

Tabelle 22: Zusammenfassung der Ergebnisse der Maßnahme

2.2.5 Beleuchtung

Als Maßnahme zur Effizienzsteigerung soll in den aufgelisteten Räumen, der Fertigung, der Bearbeitung und der Gießerei das bestehende Beleuchtungssystem auf LED umgestellt werden. Aktuell werden in diesen Räumen T8-Leuchtstoffröhren mit 48 W Leistung und 12 W Verlustleistung der Vorschaltgeräte betrieben. Für die Berechnungen werden 6.000 Betriebsstunden (bh) für einen 3-Schichtbetrieb angesetzt.

Ort/Raum	Anzahl Leuchten	Leuchtmittel	Leistung [W]	Betriebs stunden	Verbrauch [kWh]
Fertigung	148	T8 Leuchtstoffröhre	60	6.000	53.280,00
Bearbeitung	454	T8 Leuchtstoffröhre	60	6.000	163.440,00
Gießerei	150	T8 Leuchtstoffröhre	60	6.000	54.000,00
Gesamt	**752**				**270.720,00**

Tabelle 23: Beleuchtung im IST-Zustand

Als Ausgangswerte wurden eine Raumhöhe von jeweils 5m bzw. 4m für die Gießerei angenommen. Ausgehend von der DIN EN 12464-1 „Licht und Beleuchtung von Arbeitsstätten“ wurde die benötigte Lichtleistung mit folgenden Werten angenommen:

Ort/Raum	Gebäude	Art	Lichtleistung [lx]
FH 1.17-1.19	Gebäude 1	Fertigung	500
B1.02	Gebäude 3	Bearbeitung	500
FG 2.13	Gebäude 1	Gießerei	200

Tabelle 24: Lichtleistung

Um die Lichtleistung zu gewährleisten wurden die Räume mit folgender Anzahl der Leuchten ausgelegt. Die Planung wurde mittels Simulationssoftware (DIALux) gestützt. Zum Einsatz kommen dabei LED-Leuchtbänder mit einer Gesamtleistungsaufnahme von 28W (Stückpreis 110€) und einer Lebensdauer von 35.000 bh. Insgesamt können durch die Maßnahme **199.824,00 kWh pro Jahr** eingespart werden, was einer Menge von **118,5 t CO_2** (593 g CO_2/kWh) entspricht.

Ort/Raum	Anzahl Leuchten	Leuchtmittel	Leistung [W]	Verbrauch IST [kWh]	Verbrauch SOLL [kWh]	Einsparung [kWh]
Fertigung	70	LED	28	53.280,00	11.760,00	41.520,00
Bearbeitung	267	LED	28	163.440,00	44.856,00	118.584,00
Gießerei	85	LED	28	54.000,00	14.280,00	39.720,00
Gesamt	**422**			**270.720,00**	**70.896,00**	**199.824,00**

Tabelle 25: Beleuchtung im SOLL-Zustand

Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit zeigt dabei folgende Ergebnisse:
Folgenden Parameter wurden verwendet:
Strompreis: 0,20 €/kWh
Kapitalzinssatz: 2,0 %
Nutzungsdauer: 15 Jahre
Energiepreissteigerung: 4%

	Investition* [€]	Einsparung [€]	Kapitalwert [€]	Interne Verzinsung [%]
Gesamt	**46.420,00**	**39.964,80**	**656.266,40**	**94**

Tabelle 26: Zusammenfassung der Ergebnisse

*Investitionskosten ohne Montagekosten (+ ca. 20-30% je nach Aufwand)

Die Betrachtung der Wirtschaftlichkeit präsentiert deutlich positive Ergebnisse. In Anbetracht der hohen Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen, sollte der Austausch des Beleuchtungssystems zeitnah erfolgen.

Als weiteren Effekt der Umstellung der Beleuchtung kann die Reduzierung der Anschlussleistung und somit die Senkung des Leistungsbedarfs gesehen werden. Hatte die alte Beleuchtung in den

betrachteten Räumen noch einen Anschlusswert von ca. 45 kW, so konnte dieser Wert durch die Umstellung auf LED auf ca. 12 kW und somit um 33 kW reduziert werden. Da die Beleuchtung aufgrund des 3-Schichtsystems an allen Produktionstagen 24 h brennt, kann von einer Reduzierung des Leistungsbedarfs und somit der Grundlast um ca. 33 kW ausgegangen werden. Dies schlägt sich in dem vom Netzbetreiber aufgerufenen Gesamtleistungspreis nieder.

2.3 Transport

Nach Aufnahme der spezifischen Kraftstoffverbräuche von insgesamt 300 Fahrzeugen der Fahrzeugflotte, stellt sich die Häufigkeitsverteilung wie folgt dar:

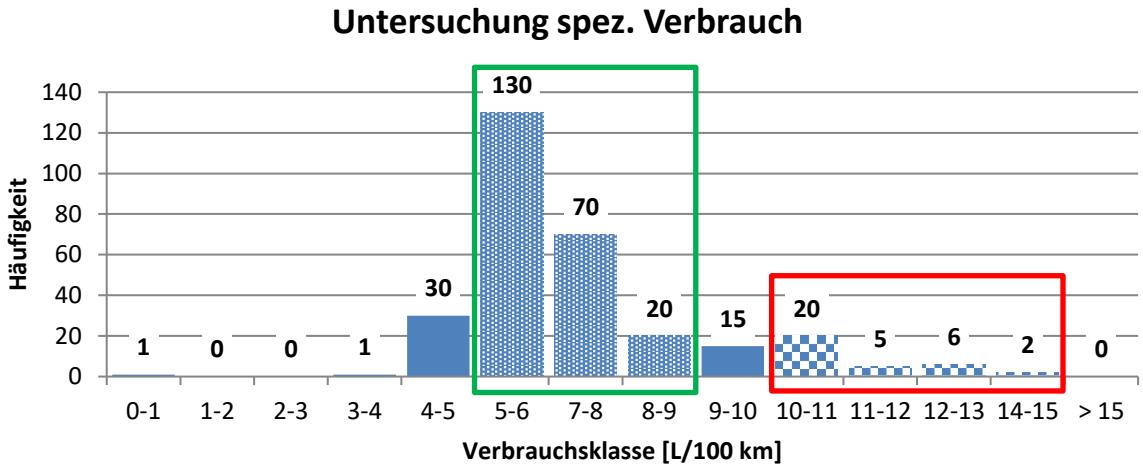


Abbildung 14: Verbrauchsklassen

Der linke Bereich markiert den am häufigsten auftretenden spez. Verbrauch innerhalb der Fahrzeugflotte. Dieser Bereich ist gemäß Herstellerangaben als Normalbereich zu werten. Ein spezifischer Verbrauch größer 10 L/100 km ist demzufolge als erhöhter Kraftstoffverbrauch zu bewerten. Insgesamt betrifft das 33 von 300 Fahrzeugen. Die spezifischen Verbräuche kleiner 4 L/100 km werden als Messfehler verworfen.

Im Folgenden wird untersucht, welche Faktoren (Stadtverkehr, Landverkehr, Autobahn, Langstrecke, Fahrer, Fahrzeug usw.) einen Einfluss auf den spez. Verbrauch bewirken. In der folgenden Abbildung weisen die Fahrzeuge im rechts umrahmten Bereich, einen spezifischen Verbrauch über 10 L/100 km auf. Aus der Abbildung ist zu entnehmen, dass Fahrzeuge unabhängig von deren Fahrleistung von einem erhöhten Verbrauch betroffen sind. Es lässt sich somit keine Abhängigkeit zwischen Fahrleistung und erhöhtem Verbrauch feststellen.

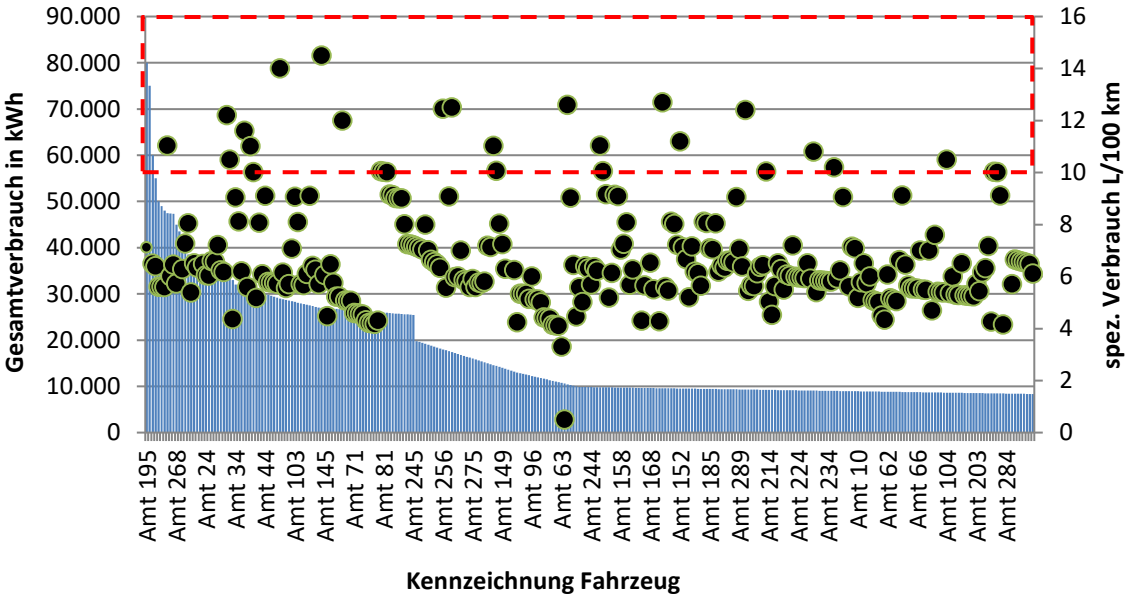


Abbildung 15: Verteilung spezifischer Kraftstoffverbrauch

Als weitere mögliche Einflussfaktoren kommen noch der Fahrzeugtyp und das Fahrerverhalten in Betracht. Beide Faktoren sind beeinflussbar, sei es durch die Modernisierung der Fahrzeugflotte oder über entsprechende Mitarbeitersensibilisierung.

Für die Ermittlung des Energieeinsparpotentials wurden alle Verbräuche derjenigen Fahrzeuge aufsummiert, deren spez. Verbrauch > 10 L/100km beträgt. Aus dem Gesamtkraftstoffverbrauch in Höhe von 389.854 Litern sowie einer Fahrleistung von insgesamt 5.850.385 km, konnten somit 29.560 Liter Kraftstoffverbrauch und 245.990 km Fahrleistung dem erhöhten Verbrauch zugeordnet werden. Bei einem angenommenen Durchschnittsverbrauch von 7,5 L/100 km, ergibt sich für die ermittelte Fahrleistung ein Verbrauch in Höhe von 18.449,25 Litern. Daraus ergibt sich, dass **11.110,75 Liter** Kraftstoff theoretisch eingespart werden können.

	Verbrauch [Liter]	Fahrleistung [km]	Spez. Verbrauch [L/100km]
Gesamte Fahrzeugflotte	389.854,00	5.850.385,00	6,66
Gruppe Erhöhter Verbrauch > 10 L/100km	29.560,00	245.990,00	12,02
Mittlerer Verbrauch	18.449,25	245.990,00	7,5
Einsparung	**11.110,75**		

Tabelle 27: Ergebnisse der Analyse des Kraftstoffverbrauchs

Bewertung der Energieeinsparmaßnahme:
Durch Maßnahmen wie eine Modernisierung der Fahrzeugflotte, gezielten Einsatz bestimmter Fahrzeugtypen und einem Fahrertraining besteht die Möglichkeit den identifizierten Bereich des erhöhten Kraftstoffverbrauchs zu reduzieren. Würde dieser Bereich auf einen Durchschnittsverbrauch gesenkt, könnte bei einem mittleren Kraftstoffpreis in Höhe von 1,15 €/L, eine Kostenersparnis in Höhe von **12.777,36 Euro** pro Jahr erzielt werden. Ein Fahrertraining mit Kosten i.H.v. 6.000,00 € würde sich innerhalb eines Jahres amortisieren.

		Einsparung pro Jahr			Wirtschaftlichkeit	
Maßnahme	**Investitions-Volumen**	**kWh**	**Euro**	**CO_2 [t]**	**Interne Verzinsung [%]**	**Kapitalwert [Euro]**
Fahrertraining	6.000,00 €	107.774,3	12.777,36 €	29,5	-	-

Tabelle 28: Ergebnisse der Untersuchung des Fuhrparks

Für diese Maßnahme existiert keine Nutzungsdauer. Demnach können die wirtschaftlichen Größen Kapitalwert und interne Verzinsung nicht berechnet und angegeben werden.

3. Maßnahmenplan

3.1 Definition von Rangfolgekriterien

Die mit dem Unternehmen abgestimmten Kriterien für die Rangfolge von Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz sind zu erläutern. Mögliche Kriterien sind z.B. die Wirtschaftlichkeit und Rentabilität der ermittelten Energieeinsparmaßnahmen oder die Höhe der notwendigen Investitionen.

3.2 Maßnahmenplan

Gemäß DIN EN 16247-1 Ziffer 5.6.2 Buchstabe a) muss die Zusammenfassung der Ergebnisse in Form eines Maßnahmenplans dokumentiert werden. Aus diesem Plan müssen die wichtigsten Kennzahlen für eine ökologische und wirtschaftliche Bewertung der ermittelten Energieeinsparmaßnahmen hervorgehen. Darüber hinaus muss die mit dem Unternehmen vereinbarte Bewertung und Definition der Rangfolgekriterien eindeutig ersichtlich sein.

			Einsparung pro Jahr (statisch)			Interne Verzinsung	Kapitalwert
Nr.	Maßnahme	Investitions-Volumen	kWh	Euro	CO_2 [t]	[%]	Euro
1	Fahrertraining	6.000,00 €	107.774,30	12.777,36 €	29,50	-	-
2	Beleuchtung	46.420,00 €	199.824,00	39.964,80 €	23,08	94%	656.266,40 €
3	Regelung Lüftung	60.000,00 €	140.905,20	28.181,04 €	13,17	53%	397.787,05 €
4	Druckluft	18.000,00 €	65.485,00	7.092,20 €	3,90	44%	78.772,75 €
5	Ersatz Motoren	15.000,00 €	11.720,00	2.344,00 €	6,45	18%	26.213,69 €
6	Fenstertausch	2.750.000,00 €	2.282.120,50	147.293,00 €	725,60	8%	3.305.279,75 €
7	Ersatz PCs	315.000,00 €	117.040,00	23.408,00 €	64,37	-47%	-241.985,94 €
Summe		**3.210.420,00 €**	**2.924.869,00**	**261.060,40 €**	**866,07**		**4.222.333,70 €**

Tabelle 29: Zusammenfassende Maßnahmentabelle

3.3 Umsetzungsplan

Anschließend ist mit Absprache des auditierten Unternehmens anhand der festgelegten Kriterien ein Maßnahmenplan zu erstellen und die Schritte der Umsetzung sind zu beschrieben. Folgendes Beispiel zeigt eine grafische Darstellung eines Maßnahmenplans in Form eines zeitlichen Umsetzungs-/Ablaufplans für ein Jahr.

Maßnahme	Jan.	Feb.	Mrz.	Apr.	Mai	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.
Fahrertraining												
Beleuchtung												
Regelung Lüftung												
Druckluft												
Ersatz Motoren												
Fenstertausch												
Ersatz PC												

Legende

	Vorbereitung/Planung
	Durchführung

Tabelle 30: Beispielhafter Umsetzungsplan

Ebenfalls sollten die für die einzelnen Maßnahmen zuständigen/beauftragten Personen benannt und im Maßnahmenplan hinterlegt werden.

3.4 Finanzierungs- und Umsetzungsmodelle

Wie schon erwähnt, kann die Finanzierung der Maßnahmen durch Eigenkapital und/ oder Fremdkapital erfolgen. Bei der Umsetzung durch Contracting kann eine Finanzierung außerhalb der Bilanz durchgeführt werden. Insbesondere beim Einsatz von komplexeren technischen Lösungen ist für den wirtschaftlichen Betrieb häufig spezifisches Know-How erforderlich, dass über eine Contracting-Lösung zugänglich gemacht werden kann. Es ist das jeweilige Contracting Modell maßnahmenbasieren zu beschreiben bzw. zu berechnen.

VI. Anwendung des Multi-Site-Verfahrens (MSV)

Bei Unternehmen, die über eine Vielzahl an vergleichbaren Standorten verfügen, wird das Energieaudit als verhältnismäßig und repräsentativ bewertet, wenn Energieaudits nur an einer repräsentativen Anzahl von Standorten durchgeführt werden. Zu diesem Zweck können sogenannte Multi-Site-Verfahren zur Anwendung kommen, bei denen Cluster von Standorten gebildet werden.

Der Energieauditor legt mit dem Unternehmen fest, in wie weit die Standorte im Rahmen eines Multi-Site-Verfahrens miteinander, unter den nachfolgenden Aspekten, vergleichbar sind.

Das Energieaudit ist dann als verhältnismäßig und repräsentativ anzusehen, wenn Energieaudits nach der DIN EN 16247-1 an einer Anzahl an Standorten des jeweiligen Clusters durchgeführt werden, die der Quadratwurzel der Gesamtzahl an Standorten des jeweiligen Clusters, gerundet auf die höhere ganze Zahl, entspricht. Dies bedeutet, dass zunächst aus der Anzahl aller Standorte des Unternehmens geeignete Cluster mit **vergleichbaren Standorten** zu bestimmen sind. Zur Bestimmung der vom Energieaudit zu erfassenden Standorte, ist in jedem gebildeten Cluster die Quadratwurzel aus der gesamten Anzahl an Standorten des Clusters zu ziehen.

Die in den untersuchten Standorten gewonnenen Erkenntnisse und mögliche **Energieeffizienzmaßnahmenvorschläge müssen auf die nicht untersuchten Standorte übertragbar sein**. Mittels der Übertragbarkeit ist das Energieeinsparpotential anhand der identifizierten **Energieeffizienzmaßnahmen auf das Cluster hochzurechnen und im Energieauditbericht darzulegen.** Wurde das Multi-Site-Verfahren im Rahmen eines Gruppenverbunds durchgeführt, müssen zusätzlich die ermittelten Energieeinsparpotentiale auf die teilnehmenden Unternehmen zutreffend zugewiesen werden.

Die Prozesse oder Tätigkeiten müssen an allen Standorten im Wesentlichen gleichartig sein und mit ähnlichen Methoden und Verfahren durchgeführt werden. Wenn an einigen der in Betracht kommenden Standorte ähnliche, aber weniger Prozesse als an anderen Standorten durchgeführt werden, können sich diese Standorte für das Multi-Site Verfahren eignen. Voraussetzung ist, dass diese/r Standort/e, an dem/denen die meisten Prozesse oder kritische Prozesse abgewickelt werden, einem vollständigen Energieaudit unterliegt/unterliegen.

Unternehmen, die ihre Geschäfte an verschiedenen Standorten durch miteinander verknüpfte Prozesse abwickeln, sind ebenfalls für die stichprobenartige Überprüfung geeignet. Sind die Prozesse an den einzelnen Standorten nicht ähnlich, aber deutlich miteinander verknüpft, so muss der Plan zur stichprobenartigen Überprüfung wenigstens ein Beispiel eines jeden Prozesses, der von dem Unternehmen durchgeführt wird, beinhalten.

Besonders folgende Unternehmensformen sind für die Anwendung des Multi-Site-Verfahrens geeignet und können für Ihre vergleichbaren Standorte innerhalb der Unternehmensstruktur Cluster bilden:

- Unternehmen, die mit einem Lizenzvertrag arbeiten (Franchising)
- Unternehmen, die eine Filialstruktur aufweisen (z.B. Lebensmittel, Kleidung, Banken)
- Unternehmen mit einem Netzwerk an Vertriebsniederlassungen
- Dienstleistungsunternehmen mit mehreren Standorten, die eine vergleichbare Dienstleistung anbieten
- Unternehmen mit mehreren Zweigstellen

Cluster von beispielsweise Produktionsstätten oder Krankenhäuser können unter Anbetracht der meist sehr unterschiedlichen Gegebenheiten nur unzureichend oder gar nicht gebildet werden, da bei diesen Einrichtungen in den meisten Fällen keine eindeutige Vergleichbarkeit der energetischen Infrastruktur im Cluster gewährleistet werden kann. Es ist in solchen Fällen nicht möglich, die Ergebnisse aus Standortuntersuchungen auf die restlichen, im Cluster befindlichen Standorte im Rahmen einer Vergleichbarkeit zu übertragen. Sollten sich ausnahmsweise Strukturen in den benannten Bereichen vorfinden, die eine Vergleichbarkeit mittels der nachfolgenden Kriterien ermöglichen, dann müssen diese nachvollziehbar und eindeutig in der Beschreibung und Definition der Clusterkriterien dargelegt werden.

Bei der Bildung von Clustern im Rahmen der Anwendung des Multi-Site-Verfahrens sollten folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Art der Tätigkeiten bzw. Hierarchiestufen (Verwaltungsgebäude, Filialen, Lager etc.)
- Energetischen Situation der Standorte (Energieverbrauch)
- Technische Infrastruktur (Energieträger, Verbraucherstruktur bzw. Verteilung der technischen Gewerke).

- Größe, Baujahr und ggf. Sanierung der Gebäude

Die **Standorte sind anhand der genannten Kriterien zu Vergleichen** und dann in sogenannte Cluster zusammenzufassen. Die Wurzelfunktion bestimmt dann die Vor-Ort zu untersuchenden Standorte.

Im Rahmen der innerhalb von vier Jahren stattfindenden Wiederholungsaudits, gelten die oben beschriebenen Regelungen gleichermaßen. Bereits in vorangegangenen Energieaudits untersuchte Standorte sollten im Rahmen von Wiederholungsaudits nicht Gegenstand eines Energieaudits sein, sofern noch andere, nicht untersuchte Standorte in den gebildeten Clustern vorhanden sind.

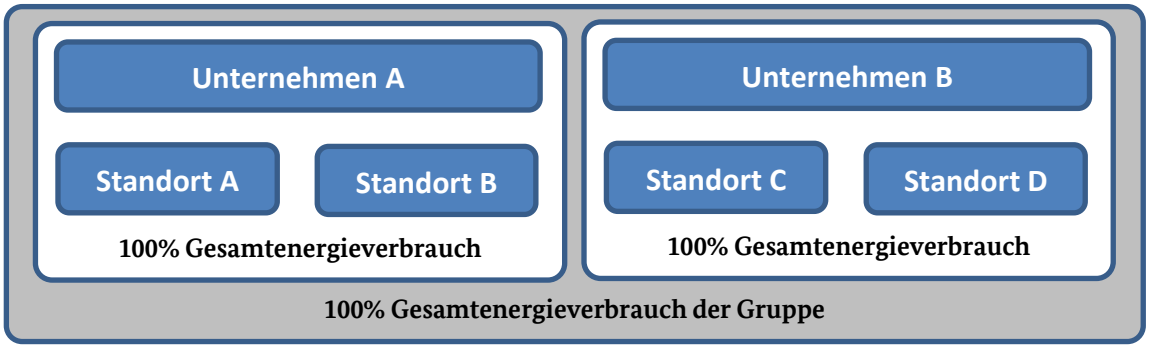
Der Sinn und Zweck des Multi-Site-Verfahrens ist, durch geeignete Vergleichskriterien, mehrere **gleichartige** Standorte zu definieren und somit die Anzahl der Außeneinsätze zu reduzieren. Demnach müssen die Auditberichte der Standorte, welche einer kompletten Analyse unterzogen wurden, auf die restlichen, im Cluster befindlichen Standorte übertragbar sein bzw. müssen diesen als Nachweis zur Erfüllung der Energieauditpflicht ausgehändigt werden (eine repräsentative Anzahl dieser restlichen Standorte ist dann im Wiederholungsaudit zu untersuchen). Dieses Verfahren kann auch bei verbunden Unternehmen eingesetzt werden.

Folgende Informationen sind bei Anwendung des Multi-Site-Verfahrens zu dokumentieren:

- Beschreibung über Aufbau und Struktur des auditierten Unternehmen bzw. Organisation
- Dokumentation des Gesamtenergieverbrauchs
- Aufteilung des Gesamtenergieverbrauchs auf alle Standorte
- Anwendung der 90% Regel auf den Gesamtenergieverbrauch
- Beschreibung der Clusterkriterien
- Einteilung der Standorte auf gebildete Cluster
- Anzahl und Kennzeichnung der auditierten Standorte je Cluster

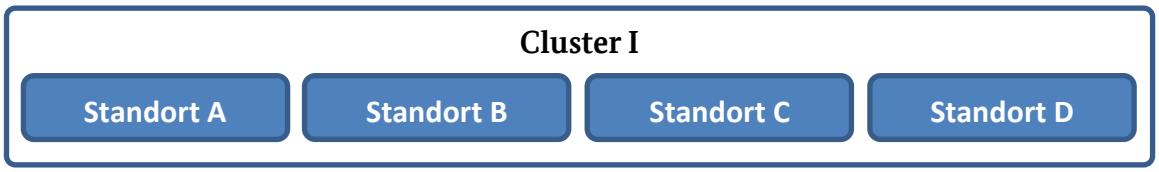
Die nachfolgenden Punkte erläutern die Vorgehensweise der Durchführung bei einem Erstaudit sowie bei einem Wiederholungsaudit. Darüber hinaus wird die Durchführung und Dokumentation innerhalb eines Unternehmens als auch im Rahmen eines unternehmensübergreifenden Gruppenenergieaudits erläutert und anhand eines Beispiels veranschaulicht.

Schritt I:
Beschaffung der Informationen über Aufbau und Struktur des Unternehmens bzw. der Organisation.
Aufnahme der Standorte der am teilnehmenden Unternehmen und Ermittlung des Gesamtenergieverbrauchs.

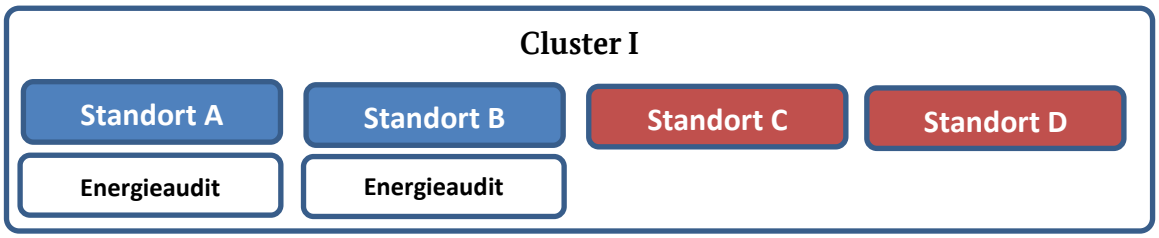


Prüfung der geforderten Repräsentativität und eventuelle Anwendung der 90%-Regelung entweder auf den Gesamtenergieverbrauch jedes einzelnen Unternehmens (Erst-Energieaudit) oder auf den Gesamtenergieverbrauch der Gruppe (Wiederholungs-Energieaudit).

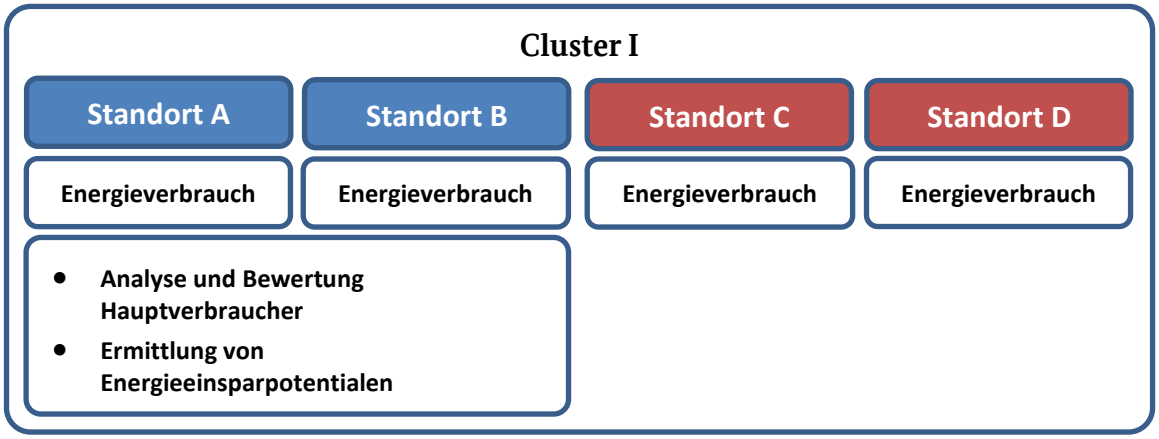
Schritt II:
Anhand der vorliegenden Informationen überprüfen in weit sich Cluster bilden lassen. Anschließend Clusterkriterien definieren und Standorte innerhalb eines Unternehmens oder Konzerns in Cluster zusammenfassen.



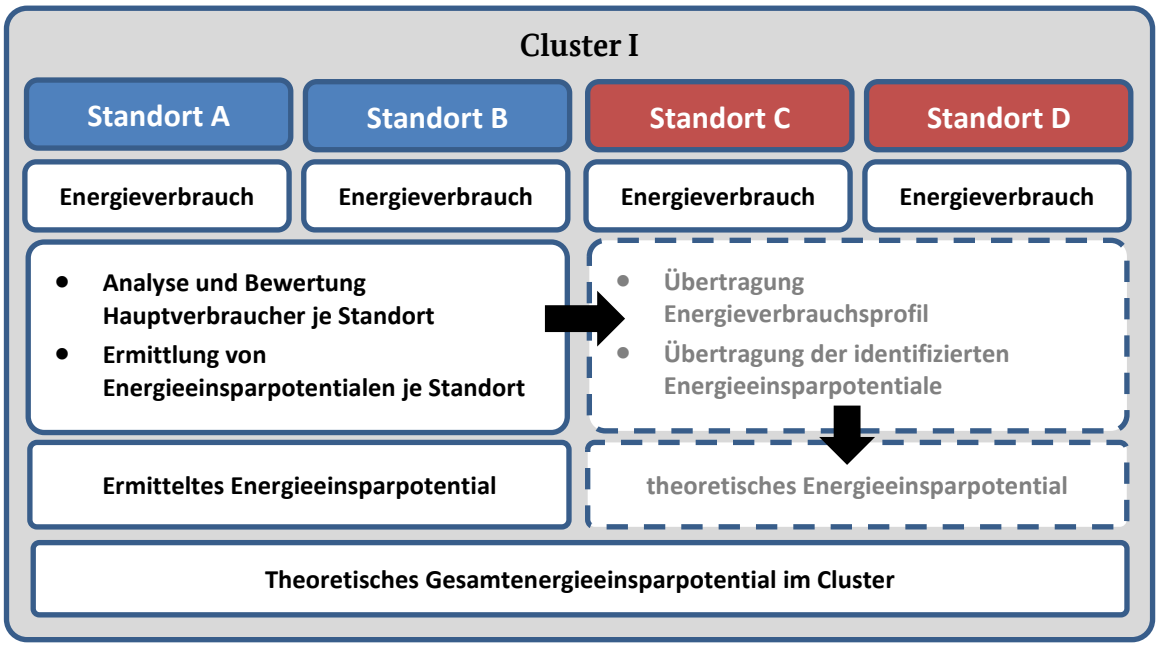
Anzahl der Standorte ermitteln, die zur geforderten Repräsentativität Vor-Ort besichtigt und nach den Anforderungen der DIN EN 16247-1 analysiert werden müssen.



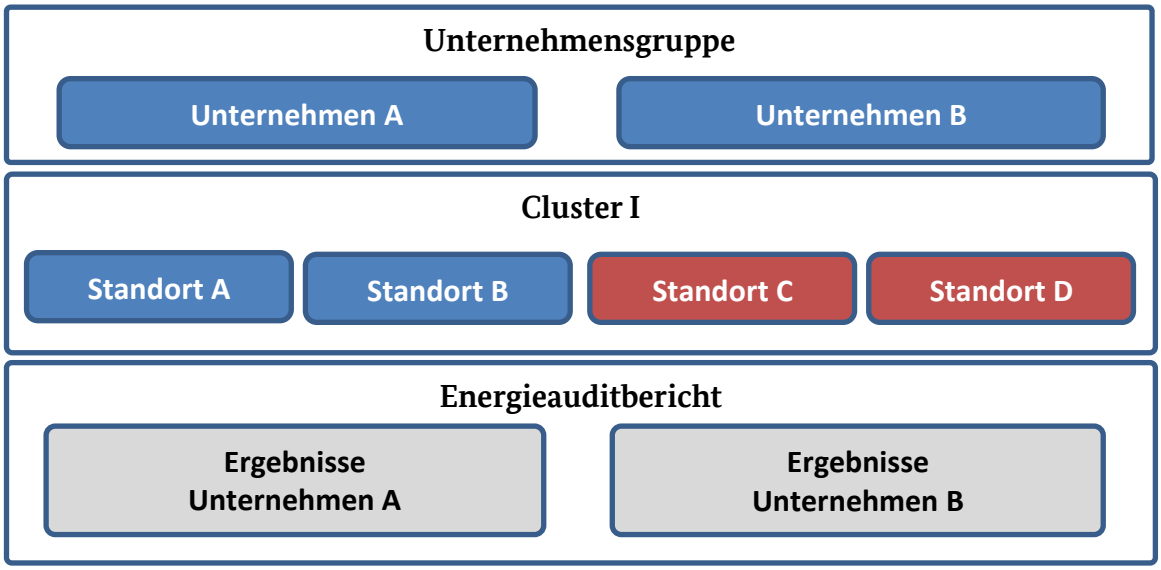
Schritt III:
Durchführung der Energieaudits an den im Cluster festgelegten repräsentativen Standorten. Analyse des Energieprofils und Bewertung der Hauptverbraucher. Identifizierung und Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen an den untersuchten Strandorten.



Schritt IV:
Übertragung der Erkenntnisse aus der Analyse des Energieverbrauchprofils sowie der identifizierten Energieeinsparmaßnahmen. Ermittlung eines theoretischen Gesamtenergieeinsparpotentials für das untersuchte Cluster.
Eine Unterteilung der Energieeinsparpotentiale auf Unternehmensebene innerhalb eines Clusters ist nur dann notwendig, wenn das Multi-Site-Verfahren im Rahmen eines Gruppenenergieaudits (Konzern) durchgeführt wurde. Auch wenn kein Standort des betreffenden Unternehmens innerhalb eines Clusters auditiert wurde, ist durch die energetische Vergleichbarkeit der Standorte im Cluster gewährleistet, dass ein theoretisches Energieeinsparpotential auf den Erkenntnissen der untersuchten Standorte abgebildet werden kann.



Schritt V:
Wurde die Analyse und Bewertung der Verbraucherstruktur sowie die identifizierten Energieeinsparpotentiale auf die gebildeten Cluster übertragen, dann muss im Anschluss das Unternehmen bzw. müssen die am Multi-Site-Verfahren teilnehmenden Unternehmen über die Ergebnisse in Form eines Energieauditberichts informiert werden.

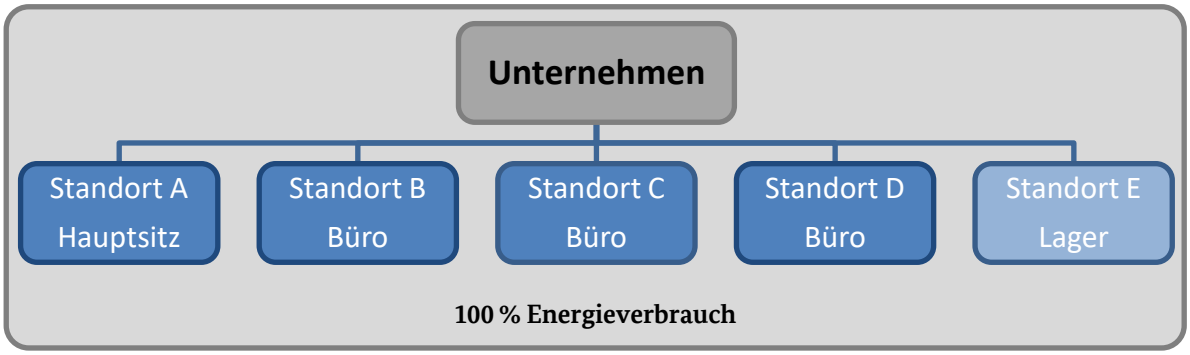


1. MSV Anwendung im Erstaudit

Generell gilt im Rahmen des Energieaudits, dass mind. 90% des Gesamtenergieverbrauchs **eines Unternehmens** auditiert werden müssen. Um den 100% Gesamtenergieverbrauch des jeweiligen Unternehmens bestimmen zu können ist es notwendig, dass dieser erfasst und auf die jeweiligen Standorte aufgeschlüsselt wird (Details zur Bestandsaufnahme siehe Kapitel IV Nummer 3).

1.1 Unternehmensintern

Bei der Anwendung des Multi-site-Verfahrens innerhalb eines Unternehmens muss zunächst der Gesamtenergieverbrauch im Betrachtungszeitraum ermittelt werden.



Die Zuordnung der Energievierbräuche kann zur Übersicht z.B. in Form einer aussagekräftigen Tabelle realisiert werden. Dies gilt im Rahmen dieser Gesamtenergieverbrauchsaufschlüsselung auch für die Standorte, die anhand des Cluster Verfahrens nicht Vor-Ort untersucht werden. Anhand der Energieverteilung innerhalb der Unternehmensstruktur können anschließend Bereiche identifiziert werden die weniger als 10% des Gesamtenergieverbrauchs ausmachen. Diese Bereiche können von der Auditierung unberücksichtigt bleiben (Bsp.: Standort E).

	Strom [kWh]	Wärme [kWh]	Kraftstoffe [kWh]	Summe [kWh]	Anteil [%]
Standort A	60.000	180.000	6.000	**246.000**	**30**
Standort B	30.000	90.000	3.000	**123.000**	**15**
Standort C	50.000	150.000	0	**200.000**	**25**
Standort D	50.000	150.000	0	**200.000**	**25**
Standort E	10.000	30.000	1000	**41.000**	**5**
Summe	**200.000**	**600.000**	**10.000**	**810.000**	**100**

Tabelle 31: Standortauflistung

Im zweiten Schritt sind die Kriterien zu bestimmen anhand deren die Einteilung der Standort in Cluster vorgenommen wird. Dabei ist drauf zu achten, dass mittels Kriterien die Standorte innerhalb der Cluster ein vergleichbares Tätigkeitfeld sowie vergleichbares energetisches Verbraucherprofil aufweisen.

Cluster	Anzahl Standort	Clusterkriterien/Merkmale
Cluster I:	1	Hauptsitz des Unternehmens, Zentrale, Bürotätigkeiten, Klimaanlage
Cluster II:	3	Büro, administrative Bürotätigkeiten, keine besonderen energetischen Verbraucher
Cluster III:	1	Lagerlogistik, keine besonderen energetischen Verbraucher

Tabelle 32: Beispiel Clustereinteilung

Im nachfolgenden Schritt sind die Standorte zu dokumentieren, welche für die gebildeten Cluster für eine Auditierung ausgewählt wurden. Standorte die mittels 90%-Regelung von einer Auditierung ausgenommen wurden, sind ebenfalls aufzunehmen und zu kennzeichnen.

Unternehmen	Standorte	Cluster	90%-Regelung	Art der Erfüllung
Unternehmen	Standort A	I	-	Energieaudit
	Standort B	II	-	Energieaudit
	Standort C		-	Hochrechnung Cluster
	Standort D		-	Energieaudit
	Standort E	III	angewendet	entfällt

Tabelle 33: Auswahl der zu untersuchenden Standorte

Nach der durchgeführten Clustereinteilung und Zuordnung der Standorte muss für das Unternehmen für mindestens drei der insgesamt fünf Standorte ein Energieaudit gemäß den Anforderungen der DIN EN 16247 erfolgen. Die Dokumentation der Analyse und Ergebnisse können entweder in einem Energieauditbericht zusammengefasst oder in separaten Standortberichten dargestellt werden.

Hinweis:
In der Online-Energieauditerklärung müssen nur diejenigen Cluster gemeldet werden in denen repräsentative Standorte untersucht und deren Ergebnisse auf die restlichen Standorte im Cluster übertragen wurden. Der im Beispiel Cluster betreffende Standort E wurde anhand der 90%-Regelung von einer detaillierten Betrachtung ausgeschlossen, somit enthält der Cluster keinen repräsentativen Standort. Im Umkehrschluss würde, bei vorheriger Anwendung der 90%-Regelung, Cluster III vollständig entfallen. Cluster III muss in der Online-Energieauditerklärung nicht gemeldet werden.

Übertragung der Ergebnisse der untersuchten Standorte innerhalb eines Clusters:
Wurden die repräsentativen Standorte innerhalb eines Cluster nach den Anforderungen der DIN EN 16247-1 auditiert, müssen im Anschluss die Ergebnisse der energetischen Verbrauchsaufteilung auf die restlichen Standorte im Cluster abgebildet werden. Die Methode, welche für die Übertragung festgelegt wurde, muss nachvollziehbar im Energieauditbericht dokumentiert werden und kann vom jeweiligen Energieauditor mit dem Unternehmen festgelegt werden. Aus der Übertragung der Erkenntnisse ergibt sich ein repräsentatives Bild über die energetische Situation im Unternehmen.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine beispielhafte Aufteilung der Energieverbrauchsaufteilung auf die Hauptverbraucher an den untersuchten Standorten B und D im Cluster II. Die Aufteilung wurde mittels der Ergebnisse der Verbraucheranalyse der repräsentativen Standorte auf den im Cluster nicht untersuchten Standort C übertragen. Für die Übertragung wurde in diesem Beispiel der Mittelwert herangezogen.

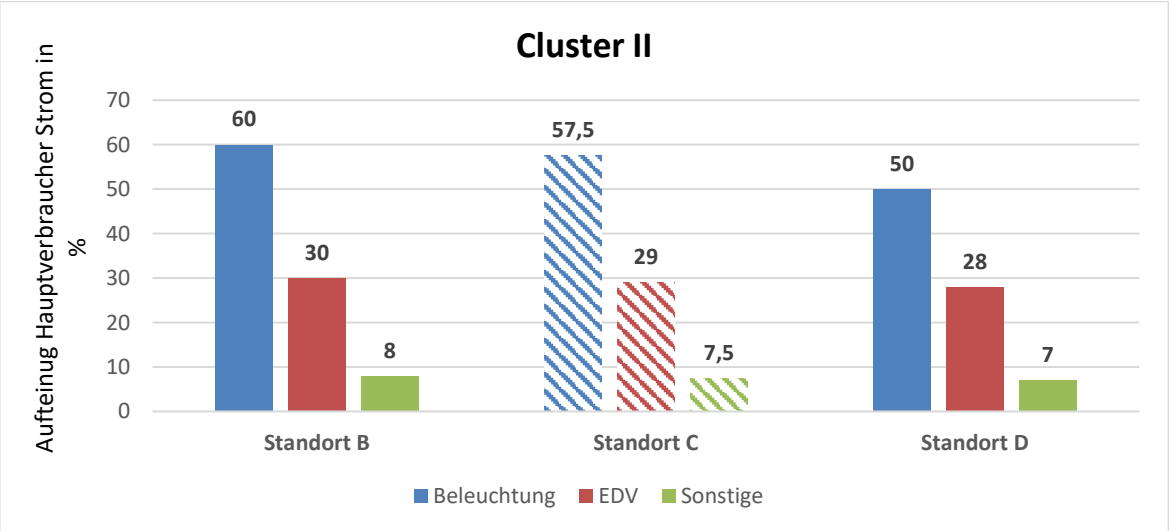


Abbildung 16: Aufteilung Energieverbrauch eines gebildeten Clusters

Nach erfolgter Übertragung der Verbrauchsaufteilung auf den gesamten Cluster, kann im Anschluss das Gesamteinsparpotential ermittelt werden. Die an den repräsentativen Standorten festgestellten Energieeinsparpotentiale können auf ein theoretisches Gesamteinsparpotential hochgerecht werden.

Im nachfolgenden Beispiel, wurden die ermittelten Energieeinsparpotentiale im Bereich Beleuchtung auf die am Standort D übertragene Verbrauchsaufteilung hochgerechnet. Mittels dieser Methode lässt sich ein Gesamtenergieeinsparpotential für den gesamten Cluster herleiten.

Optimierung der Beleuchtung in Cluster II									
	Strom-Verbrauch	Anteil Beleuchtung	Verbrauch Beleuchtung	Einsparung		spez. Energiekosten	Einsparung Kosten	Investition	Methode der Ermittlung
	[kWh/a]	[%]	[kWh/a]	[%]	[kWh]	[€/kWh]	[€]	[€]	
Standort B	30.000	60,0	18.000	40	7.200	0,22	1.584,00	4.153,85	Energieaudit
Standort C	50.000	57,5	28.750	35	10.063	0,21	2.113,13	6.634,62	Hochrechnung
Standort D	50.000	55,0	27.500	30	8.250	0,21	1.732,50	6.346,15	Energieaudit
∑ Cluster II	**130.000**		**74.250**		**25.513**		**5.429,63**	**17.134,62**	

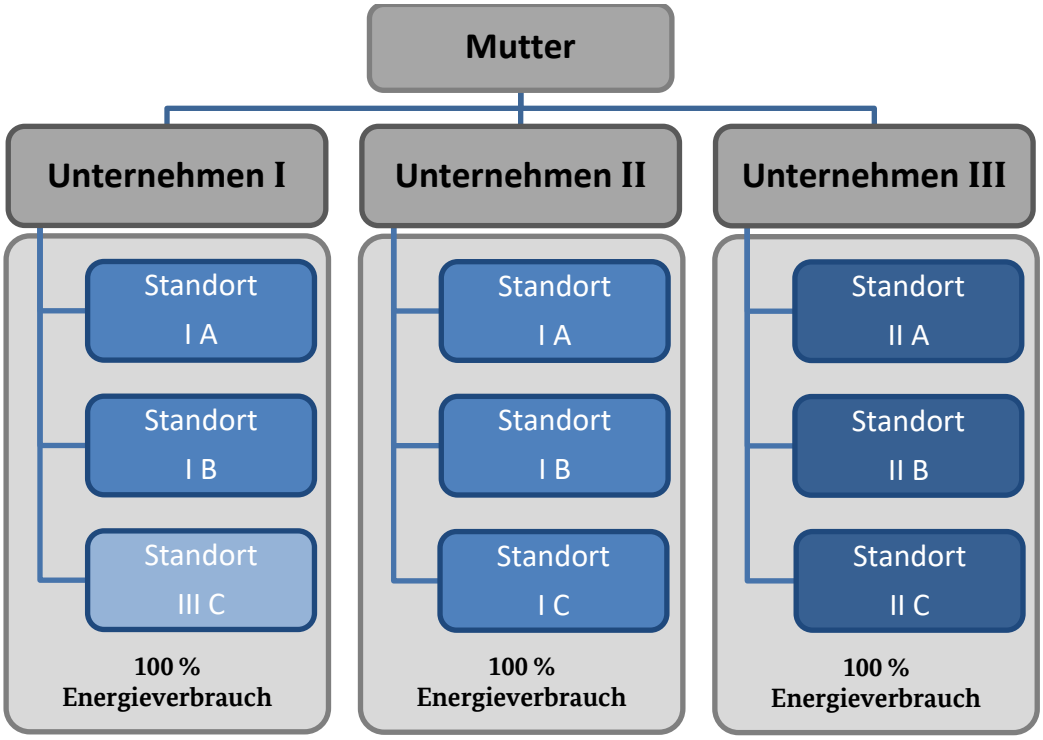
Tabelle 34: Beispiel Ermittlung eines Energieeinsparpotential im Cluster

Die Dargestellte Methode zur Übertragung der Ergebnisse ist nur eine Möglichkeit ein Potential für den gesamten Cluster zu ermitteln. Je höher der Grad an Informationen der Standorte im Cluster ist, umso genauer kann das Energieeinsparpotential ermittelt werden. Liegt z.B. die Information über eine bereits erfolgte Modernisierung des Beleuchtungssystems an einem Standort vor, dann kann dieser von der Hochrechnung ausgeschlossen werden.

Das ermittelte Energieeinsparpotential, kann im Rahmen der Online-Energieauditerklärung in der Auflistung der Maßnahme für das Unternehmen eingetragen werden. Auf eine Auflistung aller einzelnen Standortmaßnahmen kann in der Online-Energieauditerklärung verzichtet werden. Es ist ausreichend, wenn das gesamte Energieeinsparpotential für ein und dieselbe Maßnahme in Summe gemeldet wird.

1.2 Unternehmensübergreifend (Gruppenenergieaudit)

Es besteht die Möglichkeit, auch unternehmensübergreifend zu clustern, sprich die Anwendung des Multi-Site-Verfahren auf verbundene bzw. verpartnerte Unternehmen auszuweiten. Dabei ist jedoch zu beachten, dass durch die Clusterung nur Außeneinsätze eingespart werden können. Durch die Anwendung muss nur eine repräsentative Anzahl an Standorten in einem Cluster (Wurzel) Vor-Ort untersucht werden. Dabei besteht weiterhin die Pflicht zur Durchführung eines Energieaudits für jedes teilnehmende Unternehmen im Gruppenverbund und weiterhin der Nachweis der Repräsentativität von mind. 90% des untersuchten Gesamtenergieverbrauchs eines Unternehmens.



Für den Nachweis der Repräsentativität der durchgeführten Energieaudits ist es zwingend notwendig, dass der Gesamtenergieverbrauch (100%) aller teilnehmenden Unternehmen innerhalb des Gruppenaudits erfasst wird. Dabei ist darauf zu achten, dass eine Zuordnung der Unternehmen zu den Standorten nachvollziehbar dokumentiert wird. Im weiteren Schritt kann anhand des aufgenommen Gesamtenergieverbrauch der jeweiligen Standorte Bereiche innerhalb eines Unternehmens identifiziert werden, die vom Energieaudit nicht erfasst werden müssen (Bsp.: Unternehmen I, Standort C).

Unternehmen	Standort	Cluster	Strom [kWh]	Wärme [kWh]	Summe [kWh]	Anteil [%]
Unternehmen I	Standort A	I	100.000	300.000	400.000	45
	Standort B	I	100.000	300.000	400.000	45
	Standort C	III	20.000	60.000	80.000	10
Summe			**220.000**	**660.000**	**880.000**	100
Unternehmen II	Standort A	I	100.000	300.000	400.000	33
	Standort B	I	100.000	300.000	400.000	33
	Standort C	I	100.000	300.000	400.000	33
Summe			**300.000**	**900.000**	**1.200.000**	100
Unternehmen III	Standort A	II	10.000	30.000	40.000	33
	Standort B	II	10.000	30.000	40.000	33
	Standort C	II	10.000	30.000	40.000	33
Summe			**30.000**	**90.000**	**120.000**	100

Tabelle 35: Standortauflistung

Sollte eine Zuordnung der einzelnen Energieverbräuche der Unternehmen auf Grundlage von schwierigen Erfassung und Abrechnungsmodalitäten (Bsp.: Mehrere Unternehmen in einem Gebäude mit Gesamtabrechnung) und eine Ermittlung der Verbrauchsanteile durch Kennwerte nicht möglich sein, dann ist über diese Problemstellung ausführlich im Energieauditbericht zu berichten.

Es muss immer ersichtlich sein, wie die teilnehmenden Unternehmen durch die Anwendung des Multi-Site-Verfahrens im Gruppenverbund ihre jeweilige Auditpflicht erfüllen.
Im zweiten Schritt sind die Clusterkriterien zu bestimmen anhand die Einteilung der Standorte vorgenommen wurde. Dabei ist darauf zu achten, dass die Standorte innerhalb der Cluster ein vergleichbares Tätigkeitfeld sowie Verbrauchsprofil aufweisen.

Cluster	Anzahl Standort	Anzahl E-Audits	Clusterkriterien/Merkmale
Cluster I:	5	3	Verwaltung des Unternehmens, Zentrale, Bürotätigkeiten, Klimaanlage
Cluster II:	3	2	Büro, administrative Bürotätigkeiten, keine besonderen energetischen Verbraucher
Cluster III:	1	1	Verpackungsstationen/ Lagerlogistik, Haupttätigkeit Verpackung der Ware durch Mitarbeiter, keine besonderen energetischen Verbraucher

Tabelle 36: Einteilung in geeignete Cluster

Im nachfolgenden Schritt sind die Standorte zu dokumentieren, welche für die gebildeten Cluster für eine Auditierung ausgewählt wurden. Standorte die mittels 90%-Regelung von einer Auditierung ausgenommen wurden, sind ebenfalls aufzunehmen und zu kennzeichnen. In der nachfolgenden Tabelle ist ersichtlich, dass im Unternehmen I Standort C mittels 90%-Regelung ausgenommen wurde.

Unternehmen	Standorte	Cluster	90%-Regelung	Art der Erfüllung
Unternehmen I	Standort A	I	-	Energieaudit
	Standort B		-	-
Unternehmen II	Standort A		-	Energieaudit
	Standort B		-	Energieaudit
	Standort C		-	-
Unternehmen III	Standort A	II	-	Energieaudit
	Standort B		-	Energieaudit
	Standort C		-	-
Unternehmen I	Standort C	III	angewendet	entfällt

Tabelle 37: Standortauswahl für die Vor-Ort-Untersuchungen

Aus der vorherigen Tabelle ist zu entnehmen, dass für ein repräsentatives Energieaudit bei mindestens fünf von insgesamt neun Standorten ein Energieaudit gemäß den Anforderungen der DIN EN 16247-1 durchzuführen ist. Für die geforderte Repräsentativität sind gemäß den Anforderungen drei Energieaudits in Cluster I und zwei in Cluster II durchzuführen und zu dokumentieren. Auch im Gruppenverbund kann die Dokumentation in Form eines Gesamtberichts oder einzelnen Standortberichten erfolgen.

2. MSV Anwendung im Wiederholungsaudit

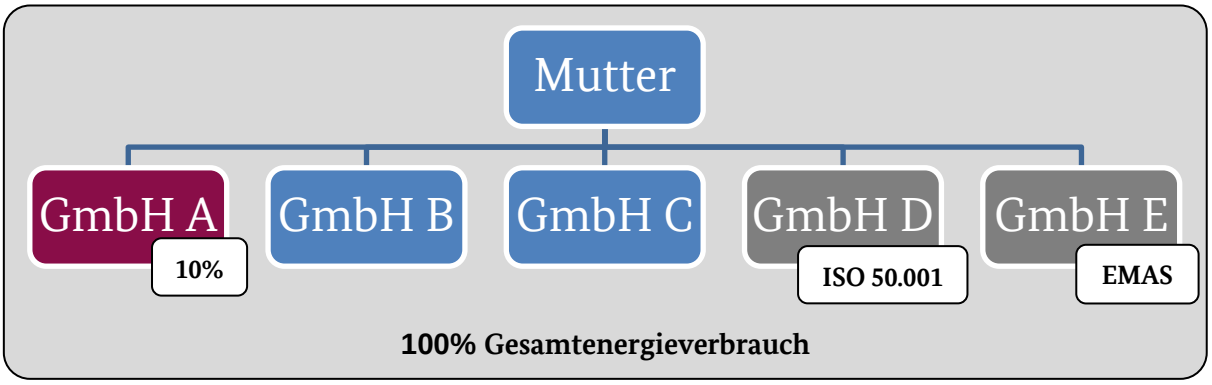
Für Unternehmen die in ihrer ersten Verpflichtungsperiode erfolgreich ein Energieaudit durchgeführt oder über ein zertifiziertes Energie- oder Umweltmanagementsystem verfügt haben, sind alle nachfolgende Energieaudits Wiederholungsaudits. Die nachfolgenden Regelungen betreffen nur die Unternehmen die ein Wiederholungsaudit durchführen.

2.1 Wiederholungsaudit: Anwendung der 90%-Regel im Gruppenverbund

Das Energieaudit wird in diesem Fall dann als verhältnismäßig und repräsentativ bewertet, wenn mindestens 90 Prozent des gesamten Energieverbrauchs der Gruppe vom Energieaudit erfasst sind. Im Rahmen eines Gruppenaudits kann somit bis zu 10 % des gesamten Energieverbrauchs aller teilnehmenden Unternehmen vom Energieaudit ausgenommen werden. Neben Standorten, Anlagen, Prozessen oder Energieträgern können hier auch einzelne Unternehmen mit geringem Energieverbrauch, die in Summe nicht mehr als 10 % des Energieverbrauchs der Gruppe ausmachen, ausgenommen werden.

Diese Regelung bezieht sich ausschließlich auf die Unternehmen, die im Gruppenverbund ein Wiederholungs-Energieaudit durchführen. Der Energieverbrauch von Unternehmen mit zertifizierten Energie- oder Umweltmanagementsystemen kann in die Gesamtenergieverbrauchsbilanz des Gruppenaudits mit aufgenommen werden.

Der Gesamtenergieverbrauch (100%) der Gruppe bildet sich somit aus allen am Gruppenenergieaudit teilnehmenden Unternehmen. Dazu gehören ebenfalls Unternehmen die über ein zertifizierte Energie- oder Umweltmanagementsystem verfügen. Die Anwendung der 90%-Regel kann demnach auf alle am Gruppenaudit teilnehmenden Unternehmen angewendet werden.



Für eine nachvollziehbare Darstellung der Anwendung der 90%-Regelung im Gruppenverbund sollte diese in einer übersichtlichen tabellarischen Form dokumentiert werden. Aus der Übersicht muss hervorgehen, welche Unternehmen sich an dem Gruppenenergieaudit beteiligt haben, wie hoch deren Energieverbrauch (Aufgeteilt nach Energieträgern) ist und wie sich dieser in der Gruppenstruktur aufteilt.
Darüber hinaus sind die Anforderungen gemäß Ziffer 3.3.1 und 3.3.7 Merkblatt Energieaudits zu beachten.

Teilnehmende Unternehmen	Energieträger [kWh]			Gesamt-verbrauch [kWh]	Anteil an Gruppe [%]	Art der Durchführung
	Strom	Gas	Benzin			
GmbH A	1.000.000	1.000.000	-	2.000.000	10%	90%-Reglung
GmbH B	1.000.000	1.000.000	1.000.000	3.000.000	15%	Energieaudit
GmbH C	1.000.000	1.000.000	1.000.000	3.000.000	15%	Energieaudit
GmbH D	2.000.000	2.000.000	2.000.000	6.000.000	30%	ISO 50.001
GmbH E	2.000.000	2.000.000	2.000.000	6.000.000	30%	EMAS
Summe	**7.000.000**	**7.000.000**	**6.000.000**	**20.000.000**	**100%**	**Gruppenaudit**

Tabelle 38: Dokumentationsbeispiel

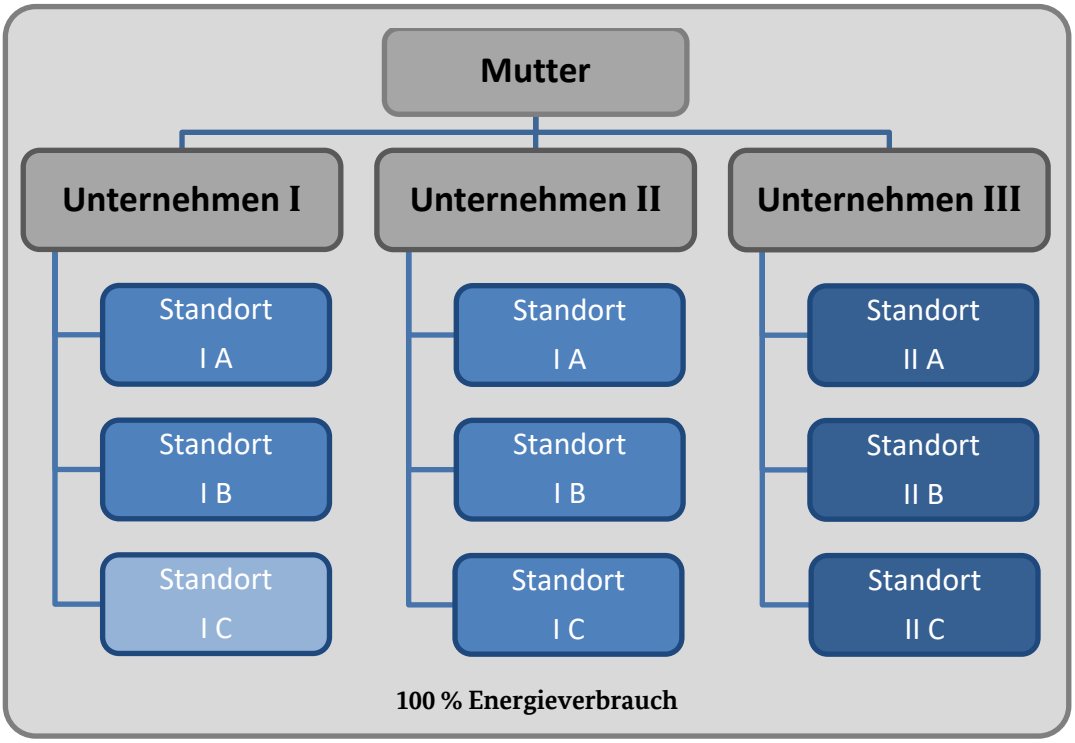
Wurde im Rahmen eines Wiederholungsaudits von dieser Anwendung Gebrauch gemacht dann müssen für die erforderliche Repräsentativität die restlichen 90% des Gesamtenergieverbrauchs den entsprechenden Verbrauchern bzw. Verbrauchergruppen zugeordnet werden. Demnach muss der Gesamtenergieverbrauch der Mutter sowie von GmbH B und C zu 100% untersucht und zugeordnet werden. **Eine weitere Anwendung der 90%-Regelung ist nicht zulässig.**

2.2 Bildung von Cluster im Wiederholungsaudit

Der Gesamtenergieverbrauch eines Unternehmens muss im Rahmen der Energieauditpflicht immer erfasst werden. Die Anwendung des Multi-Site-Verfahrens bietet die Möglichkeit, lediglich die Vor-Ort-Untersuchungen zu reduzieren (Wurzelfunktion). Die untersuchten Standorte müssen die energetische Situation des Unternehmens repräsentativ für die nicht untersuchten Standorte widerspiegeln. Generell sind die Ergebnisse der Detailuntersuchungen und die identifizierten Potentiale der ausgewählten Standorte auf die im Cluster befindlichen hochzurechnen, um ein aussagekräftiges Ergebnis für das Cluster bzw. Unternehmen zu erhalten (siehe Kapitel IV Nummer 1.1). Demnach sind die Clusterkriterien so zu wählen, dass alle im Cluster befindlichen Standorte vergleichbar sind. So soll gewährleistet werden, dass egal welche Standorte Vor-Ort untersucht werden, die Ergebnisse und Untersuchungen immer auf die restlichen Standorte übertragbar sind.

2.3 Unternehmensübergreifend (Gruppenenergieaudit)

Im Gegensatz zu einem Erstaudit im Gruppenverbund besteht bei der Durchführung eines Wiederholungsaudits die Möglichkeit die 90%-Regelung auf den Gesamtenergieverbrauch der Gruppen anzuwenden. Für die Erweiterte Anwendung ist es dennoch notwendig, dass der Gesamtenergieverbrauch der einzelnen Unternehmen und deren Standorte aufgenommen werden. Die nachfolgende Grafik zeigt den Erweiterten Bilanzierungsraum für die Anwendung des Multi-site-Verfahren im Gruppenverbund im Rahmen eines Wiederholungsaudits.



Im weiteren Schritt kann anhand des aufgenommen Gesamtenergieverbrauch der jeweiligen Standorte Bereiche innerhalb einer Gruppe identifiziert werden, die vom Energieaudit nicht erfasst werden müssen.

		Strom [kWh]	Wärme [kWh]	Summe [kWh]	Anteil [%]
Unternehmen I	Standort A	100.000	300.000	400.000	18
	Standort B	100.000	300.000	400.000	18
	Standort C	20.000	60.000	80.000	4
Summe		**220.000**	**660.000**	**880.000**	40
Unternehmen II	Standort A	100.000	300.000	400.000	18
	Standort B	100.000	300.000	400.000	18
	Standort C	100.000	300.000	400.000	18
Summe		**300.000**	**900.000**	**1.200.000**	54
Unternehmen III	Standort A	10.000	30.000	40.000	2
	Standort B	10.000	30.000	40.000	2
	Standort C	10.000	30.000	40.000	2
Summe		**30.000**	**90.000**	**120.000**	6
Summe Gesamt				**2.200.000**	100

Tabelle 39: Standortauflistung

Da bei der Anwendung des Multi-Site-Verfahrens davon ausgegangen werden muss, dass für die nicht untersuchten Standorte im jeweiligen Cluster lediglich "vergleichbare" Ergebnisse erzielt werden können, müssen in den Wiederholungsaudits die Standorte untersucht werden, welche sich im gleichen Cluster befinden und bei der vorherigen Auditierung vom Außeneinsatz ausgeschlossen wurden (Wurzelfunktion). So kann gewährleistet werden, dass in mehreren Auditperioden alle relevanten bzw. sich in einem Cluster befindlichen Standorte Vor-Ort bzw. im

Detail untersucht und analysiert wurden. Demnach müssen im Wiederholungsaudit die Standorte für das Multi-Site-Verfahren ausgewählt werden, welche noch nicht Vor-Ort untersucht wurden.

Unternehmen	Standorte	Cluster	90%-Regelung	Art der Erfüllung
Unternehmen I	Standort A	I	-	-
	Standort B		-	Energieaudit
Unternehmen II	Standort A		-	-
	Standort B		-	Energieaudit
	Standort C		-	Energieaudit
Unternehmen III	Standort A	II	angewendet	entfällt
	Standort B		angewendet	entfällt
	Standort C		angewendet	entfällt
Unternehmen I	Standort C	III	angewendet	entfällt

Tabelle 40: Auswahl der Vor-Ort zu untersuchenden Standorte

2.4 Erweiterung der Unternehmensstruktur

Erweitert sich ein Gruppenverbund bzw. Konzern innerhalb einer Verpflichtungsperiode, dann ist folgendes zu beachten:

I Verpflichtungsperiode:
Im Rahmen einer Verpflichtungsperiode erwirbt ein Konzern (hier im Beispiel: Mutter mit Unternehmen A, B und C) mehr als 50% der Anteile von Unternehmen D. Im weiteren Verlauf kann der Konzern im Zuge eines Wiederholungsaudits die 90%-Regelung auf die Unternehmensebene (Unternehmen A, B und C) anwenden. Eine Aufnahme von Unternehmen D ist jedoch nicht zulässig, da sich für Unternehmen D durch die Konzernzugehörigkeit eine erste Verpflichtung ergibt. Somit muss Unternehmen D mind. 90% seines eigenen Gesamtenergieverbrauchs für sein erstes Energieaudit erfassen. Das Unternehmen E ist im Rahmen der ersten Verpflichtungsperiode ein eigenständiges Unternehmen ohne jegliche Verbindungen zu den hier aufgeführten Unternehmen und ist somit als KMU nicht verpflichtet ein Energieaudit durchzuführen.

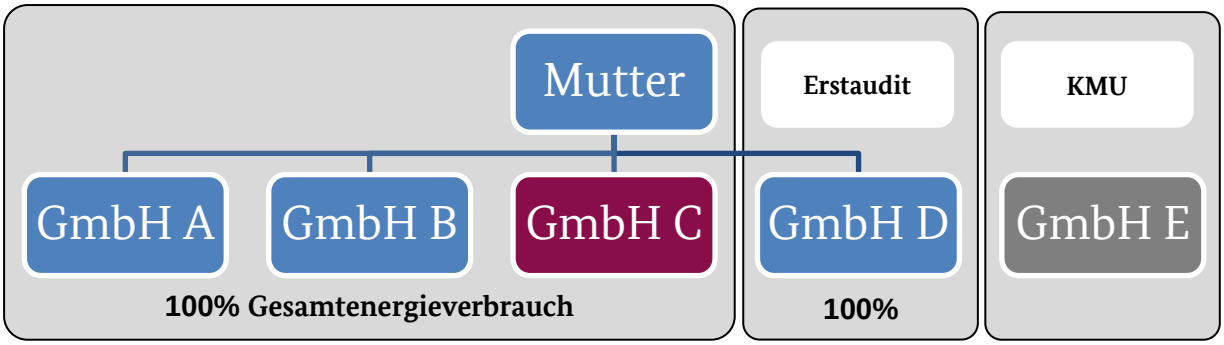


Abbildung 17: Auditierung einer Gruppe mit Aufnahme eines Unternehmens

II Verpflichtungsperiode:
In der zweiten Verpflichtungsperiode kann das Unternehmen D nun auch am Wiederholungsaudit im Gruppenverbund teilnehmen, da dieses sich nun auch im Wiederholungsaudit-Prozess befindet. Die 90%-Regel kann nun auf die Unternehmen A, B, C und D angewendet werden. Der Konzern hält in dieser Verpflichtungsperiode über 50% Anteile am Unternehmen E. Unternehmen E ist somit nun auch als Nicht-KMU einzustufen und muss sein erstes Energieaudit innerhalb von 20 Monaten ab dem ersten Tag des Geschäftsjahres, ab dem es erstmals als Nicht-KMU gilt, durchführen. Dieses kann, wie vormals Unternehmen D, nicht in die Anwendung der 90%-Regel im Gruppenverbund integriert werden, da dieses sein erstens Energieaudit durchführen muss und somit mind. 90% seines eigenen Gesamtenergieverbrauchs untersuchen muss.

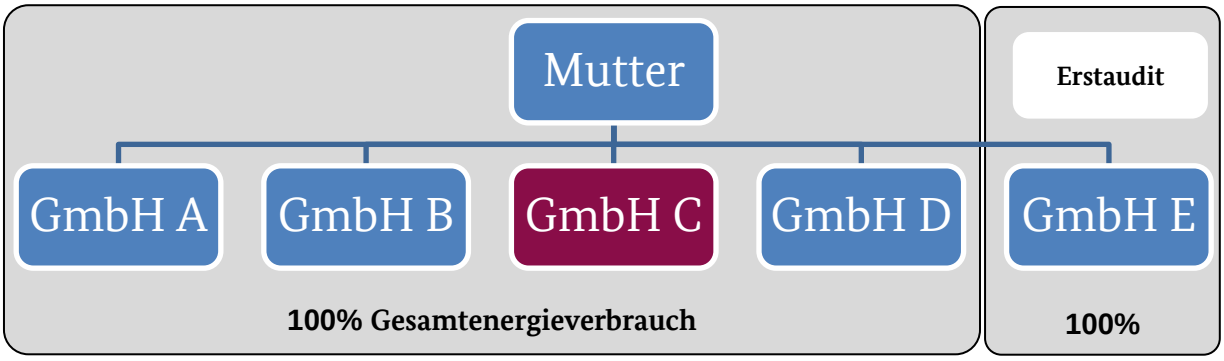


Abbildung 18: Auditierung einer Gruppe im Wiederholungsaudit nach Aufnahme eines Unternehmens

III Verpflichtungsperiode:
Nun befinden sich alle zum Konzern gehörenden Unternehmen in dem Wiederholungsaudit. In der dritten Verpflichtungsperiode kann nun die 90%-Regel auf alle zum Konzern gehörenden Unternehmen angewendet werden.

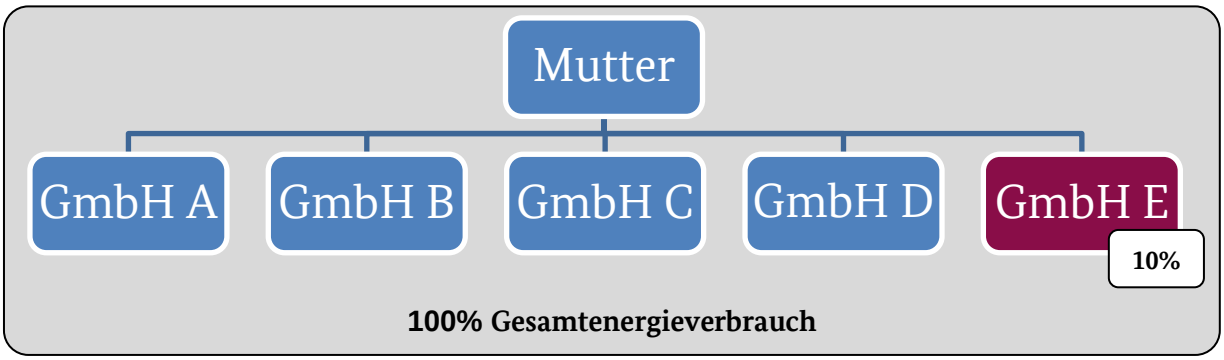


Abbildung 19: Auditierung einer Gruppe mit Anwendung der 90%-Regelung auf alle Unternehmen im Rahmen eines Wiederholungsaudits

Impressum

Herausgeber
Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle
Leitungsstab Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Frankfurter Str. 29 - 35
65760 Eschborn

http://www.bafa.de/

Referat: 512
E-Mail: energieaudits@bafa.bund.de

Tel: +49(0)6196 908-1245
Fax: +49(0)6196 908-11 1245

Stand
01.09.2026

Bildnachweis



Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle ist mit dem audit berufundfamilie für seine familienfreundliche Personalpolitik ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von der berufundfamilie GmbH, einer Initiative der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle ist mit dem audit berufundfamilie für seine familienfreundliche Personalpolitik ausgezeichnet worden. Das Zertifikat wird von der berufundfamilie GmbH, einer Initiative der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung, verliehen.