



*Umweltzentrum
des Handwerks Thüringen*

Ergebnisse des Modellprojekts

Optimierung von Energiekreisläufen in Bäckereien und
Konditoreien mittels technisch-technologischer Untersu-
chungen – **ENERGIEOPTIMIERUNG BÄCKER**

Herausgeber: Umweltzentrum des Handwerks Thüringen
In der Schremsche 3
07407 Rudolstadt
Tel: 03672 377180
Fax: 03672 377188
E-Mail: info@umweltzentrum.de

Oktober 2012

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	II
1 Ziel des Projekts	1
2 Betriebs- und Anlagedaten	2
2.1 Jahresumsatz & Mitarbeiter	2
2.2 Energieverbrauchs- und Mehlverbrauchsdaten	3
2.3 Energiekennzahl	4
2.4 Anteil der Energieträger am Gesamtenergieverbrauch	5
3 Thermografische Untersuchungen	6
3.1 Schwachstellen Wärmetechnik	6
3.1.1 Dämmung	6
3.1.2 Dichtigkeit	6
3.2 Schwachstellen an der Kältetechnik	7
3.2.1 Wärmedämmung	7
3.2.2 Leckagen / fehlerhafte Dichtungen	7
3.2.3 Wärmebrücken	7
3.2.4 Standort der Kältetechnik	8
3.2.5 Verschmutzung	8
3.3 Beispielbilder Thermografische Untersuchungen	9
4 Energetische Situationsanalyse	12
Abbildungsverzeichnis	III

1 Ziel des Projekts

Ziel des Vorhabens war es, Anreize zur Erschließung von Energieeinsparpotenzialen zu geben und durch Kostensenkungen die Wettbewerbsfähigkeit der Thüringer Bäckereien und Konditoreien zu stärken. Die Umsetzung der Zielstellung wird den wirtschaftlichen Bestand der betroffenen Betriebe in hohem Maße sichern, da die bisherigen Handlungsweisen nicht dauerhaft als zukunftsfähige Lösung angesehen werden können.

Durch gezielte Analysen, Messungen und Unterstützung der Bäckerei- und Konditoreibetriebe sollten Anreize zur Erschließung dieser Einsparpotenziale geschaffen werden, um eine rationelle und umweltfreundliche Energieverwendung zu unterstützen. Zudem kann durch eine Minimierung der Wärme- und Kälteverluste in Bäckereien und Konditoreien ein aktiver Klimaschutz und signifikante CO₂-Reduzierungen erzielt werden.

2 Betriebs- und Anlagedaten

2.1 Jahresumsatz & Mitarbeiter

Betriebsdaten sind nicht nur sensibel, sondern auch schwierig zu vergleichen. Die erhaltenen Daten wurden ausgewertet und dienen als Grundlage einzelner Kriterien und der Ableitung möglicher Basisdaten und Kennziffern zu den Unternehmen.

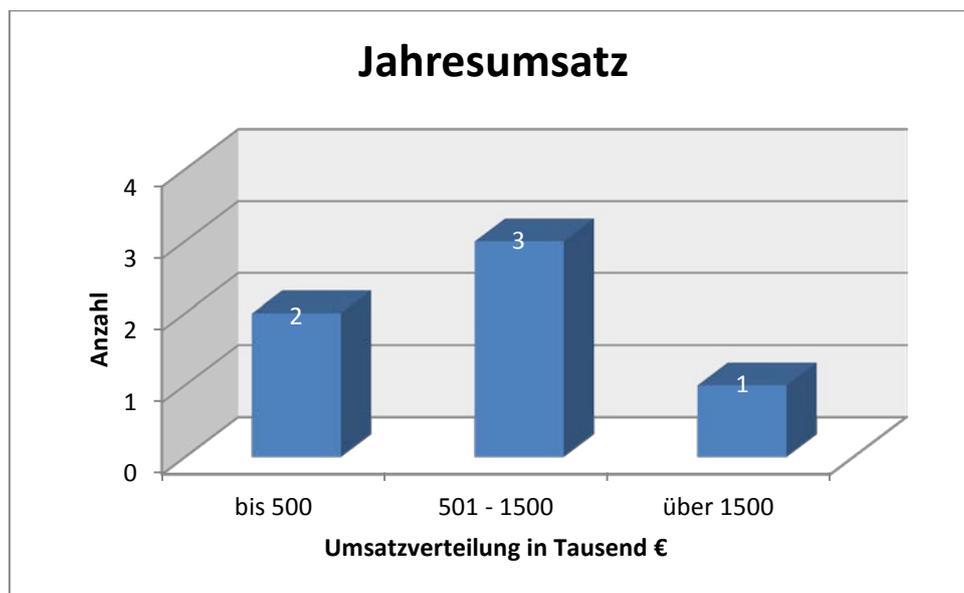


Abbildung 1 Jahresumsatz der Modellbetriebe

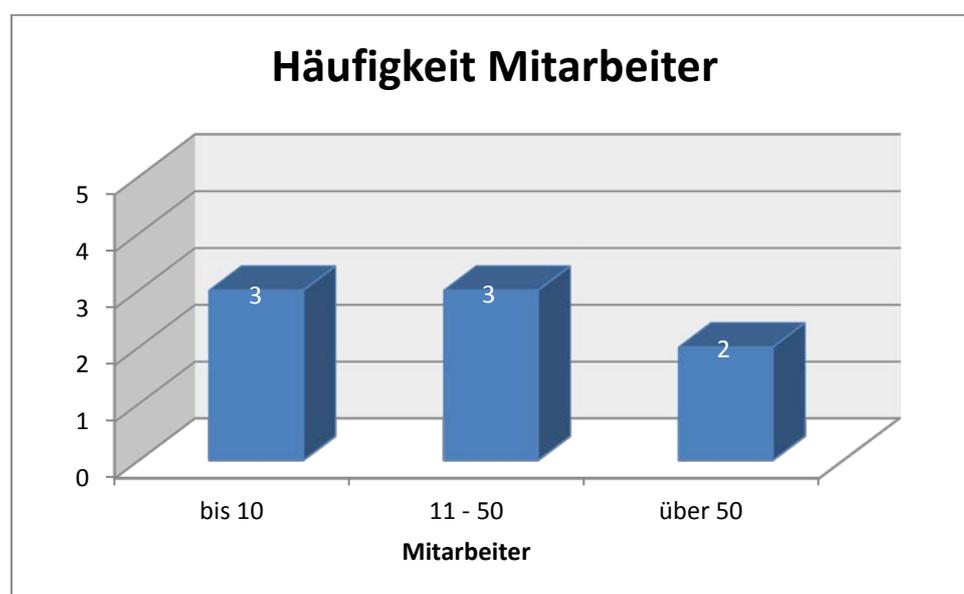


Abbildung 2 Mitarbeiteranzahl der Modellbetriebe

2.2 Energieverbrauchs- und Mehlerverbrauchsdaten

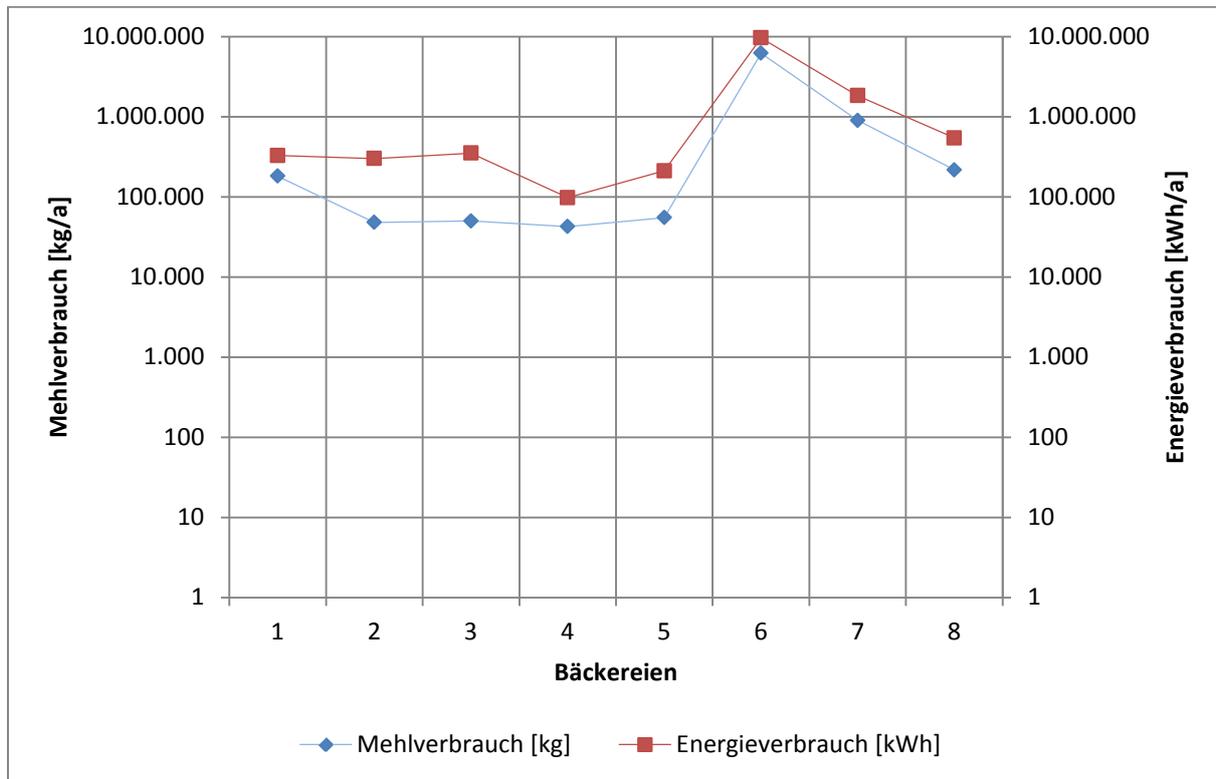


Abbildung 3 Energie- und Mehlerverbrauch

Aus den Energiebezugs- und Mehlerverbrauchswerten (Abb. 1-3) lässt sich die Energiekennzahl der jeweiligen Bäckerei berechnen. Unter einer Energiekennzahl sind Energieverbrauchsdaten bezogen auf eine bestimmte Bezugsgröße zu verstehen. Bei Bäckereien bietet sich als Bezugsgröße der Mehlerverbrauch an. Die typische Energiekennzahl von Bäckereien ergibt somit den Energieeinsatz pro verarbeitetem Kilogramm Mehl.

$$\text{Energiekennzahl} \left[\frac{\text{kWh}}{\text{kg}} \right] = \frac{\text{Energieverbrauch kWh}}{\text{Mehlerverbrauch kg}}$$

Der Branchendurchschnitt liegt bei etwa 2,2 kWh/kg.

2.3 Energiekennzahl

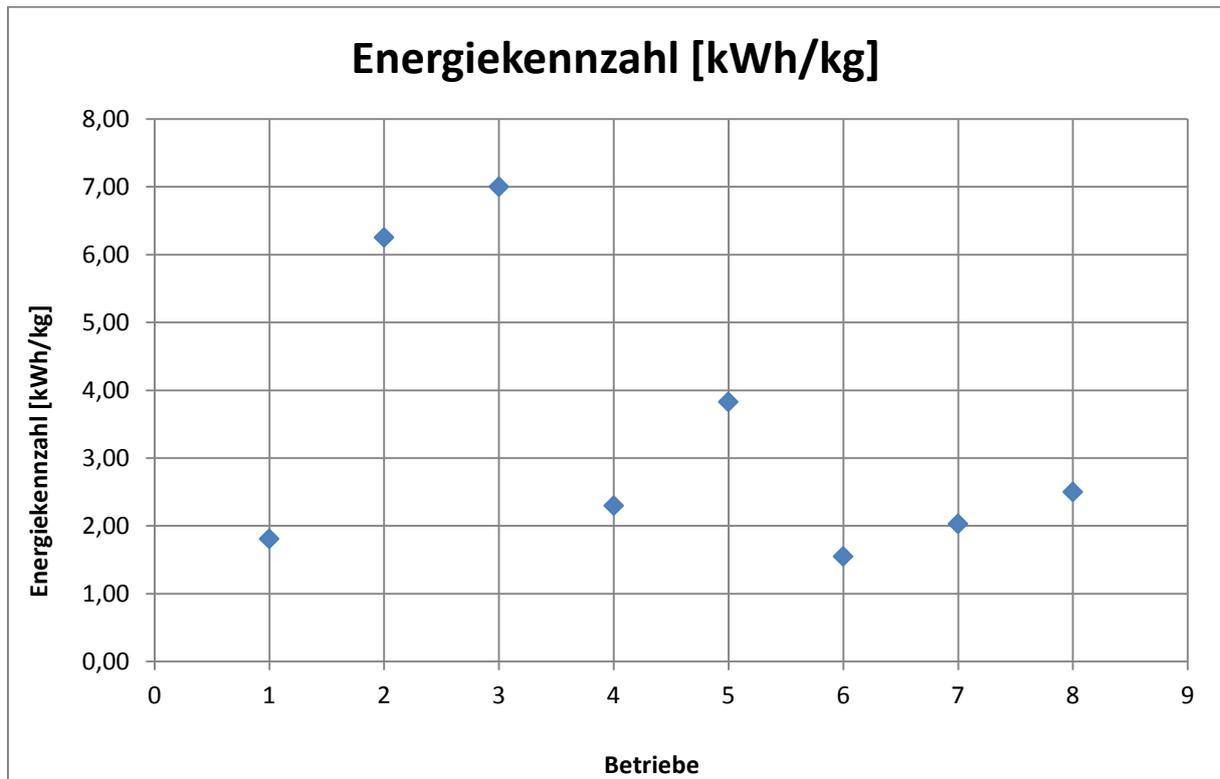


Abbildung 4 Energiekennzahl der einzelnen Betriebe

Die Energiekennzahlen sollten nicht zu einer Bewertung zwischen den einzelnen Unternehmen führen, dazu sind die Basisdaten zu verschieden, wie z. B. Sortimentsaufteilung, Backflächenauslastung, Betrieb eines Cafés usw. Es ist aber sinnvoll innerhalb eines Unternehmens die Energiekennzahl jährlich fortzuschreiben und auszuwerten. Änderungen haben Ursachen und auf diese gilt es zu reagieren. Sinkt die Energiekennzahl, dann wirken die Energieeinsparmaßnahmen, steigt die Kennzahl, sind die Ursachen zu erforschen und Änderungen herbeizuführen. Natürlich sollte die Energiekennzahl dem Unternehmer auch dazu dienen, Ursachen für die Abweichungen zu anderen Bäckereien kritisch zu überprüfen. Kurzfristig eingeleitete Maßnahmen sichern auch die Nachhaltigkeit. Dann ist eine sehr wertvolle Größe mit wenig Aufwand, aber großer Aussagekraft bestimmt worden.

2.4 Anteil der Energieträger am Gesamtenergieverbrauch

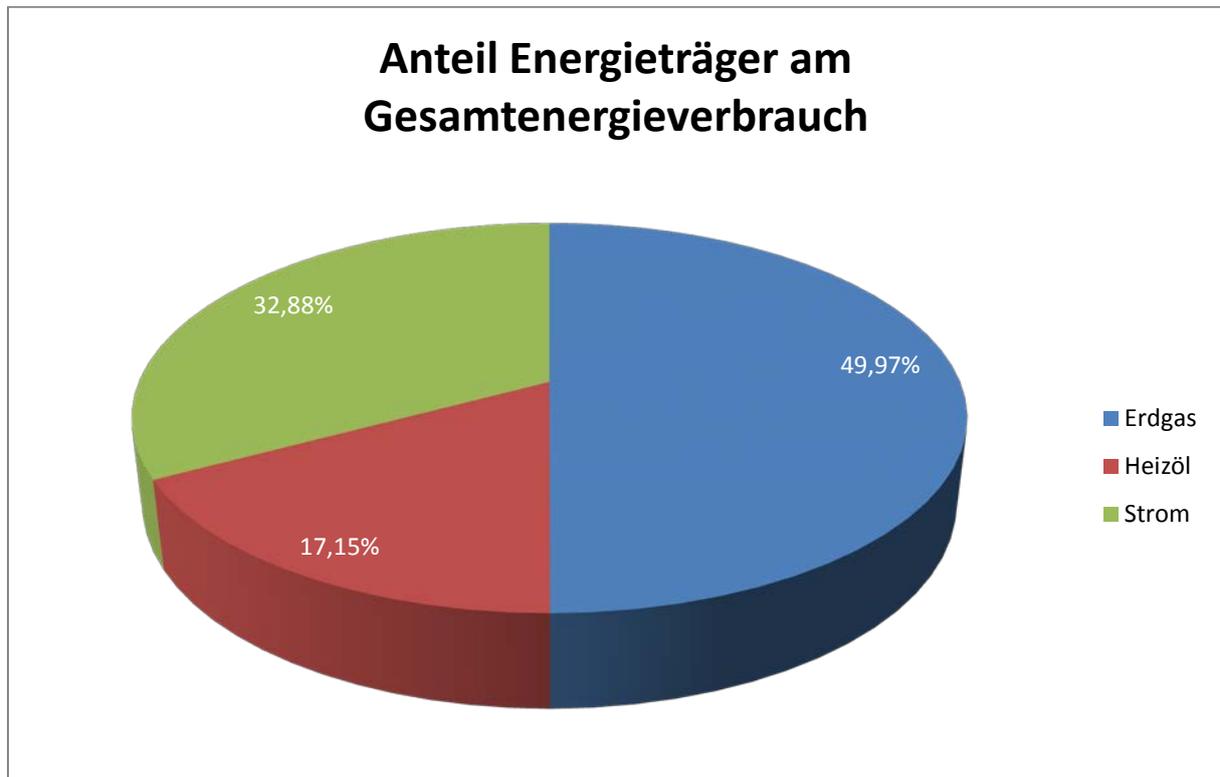


Abbildung 5 Anteil der Energieträger am Gesamtenergieverbrauch

3 Thermografische Untersuchungen

Ziel der thermografischen Untersuchungen war es, folgende energetische Schwachstellen in den Betrieben aufzudecken:

- Wärmetechnik
 - Dämmung
 - Dichtigkeit

- Kältetechnik
 - Wärmedämmung
 - Leckagen / fehlerhafte Dichtungen
 - Wärmebrücken
 - Standort der Kältetechnik
 - Verschmutzung

3.1 Schwachstellen Wärmetechnik

3.1.1 Dämmung

Eine Verringerung der Abstrahlverluste bei Backöfen kann durch eine Wärmedämmung erfolgen. Ob eine Nachrüstung eventueller Wärmedämmungen an einem Backofen technisch möglich und wirtschaftlich sinnvoll ist, muss individuell an den jeweiligen Backöfen entschieden werden. Eine Entscheidungshilfe kann ein Thermogramm des Backofens liefern.

3.1.2 Dichtigkeit

Undichtigkeiten am Backofen führen zu Wärmeverlusten und dadurch zu einem höheren Energiebedarf. Durch eine Thermografieuntersuchung lassen sich eventuelle Undichtigkeiten am Backofen gut darstellen.

3.2 Schwachstellen an der Kältetechnik

3.2.1 Wärmedämmung

Durch eine beschädigte oder fehlende Wärmedämmung wärmeführender Leitungen der Kälteanlage kommt es zu unkontrolliert abgegebener Wärme. Dies kann zum einen zu einer zusätzlichen Erwärmung der Backstube führen und zum anderen kann sich der Aufstellraum der Kälteanlagen zusätzlich erwärmen, die Kälteaggregate arbeiten aber nur bei Raumtemperatur effizient. Eine beschädigte Wärmedämmung ist oftmals mit wenig Aufwand in Eigenregie zu ersetzen. Bei einer fehlenden Dämmung ist generell zu empfehlen alle Versorgungsleitungen zu dämmen. Dies sollte durch einen sachkundigen Fachmann erfolgen, da dieser den richtigen Dämmstoff und –stärke ermitteln kann. Die Auswirkung fehlender oder beschädigter Dämmungen ist in einem Thermogramm sichtbar. Ebenfalls sollten Heizungsleitungen gedämmt sein, um Energieverluste zu verhindern.

3.2.2 Leckagen / fehlerhafte Dichtungen

Leckagen sind ganz vermeidbar, so dass die Minimierung das Gebot der Stunde darstellt. Wichtige Leckagen sind undichte, beschädigte, entfernte oder gar nicht vorhandene Türdichtungen, gewaltsame Durchführungen von Kabeln usw. Durch beschädigte oder poröse Türdichtungen kann dauerhaft warme, feuchte Luft in den Kühlraum eindringen, was den Stromverbrauch erhöht. Zudem kann dies zu einer Vereisung des Verdampfers führen. Leckagen / fehlerhafte Dichtungen können meist in Eigenregie beseitigt werden. Mittels einer Thermografieuntersuchung sind Leckagen meist gut sichtbar.

3.2.3 Wärmebrücken

Eine Wärmebrücke ist ein Bereich einer Anlage, durch den Wärme schneller transportiert wird, als durch die benachbarten Bauteile. In Bezug auf Kälteräume heißt das, dass die Wärme stärker von außen nach innen fließt. Es wird in konstruktive, geometrische und materialbedingte Wärmebrücken unterschieden.

- Konstruktive Wärmebrücken entstehen durch Konstruktionen mit unterschiedlicher Wärmeleitfähigkeit der verwendeten Materialien.
- Geometrische Wärmebrücken ergeben sich beispielsweise durch Ecken oder Vorsprünge in einem ansonsten homogenen Bauteil, wenn die Innenfläche einer größeren Außenfläche, durch welche die Wärme abfließt, gegenüber steht.
- Materialbedingte Wärmebrücken liegen dann vor, wenn in Wärmestromrichtung unterschiedliche Baustoffe im Querschnitt liegen.

Wärmebrücken führen zu höheren Transmissionsverlusten und damit zu einem höheren Kältebedarf. Geometrische Wärmebrücken sind nicht vermeidbar. Konstruktive und materialbedingte Wärmebrücken sind vermeidbar, allerdings nur in der Konstruktions-, Bau und Montagephase. Hier kann die Thermografie nur dann helfen, wenn ihr Einsatz rechtzeitig stattfindet, also spätestens in dem sich anschließenden Gewährleistungszeitraum. Solche Wärmebrücken sind sehr gut in einem Thermogramm sichtbar.

3.2.4 Standort der Kältetechnik

Der Aufstellort der Kälteanlagen sollte so gewählt sein, dass eine ausreichende Belüftung gegeben ist. Der Aufstellort kann sich stark überhitzen, daraus folgt, dass die Laufzeit und der damit verbundene Strombedarf des Aggregats sich erhöhen. Das Aggregat der Kälteanlage ist nur bei Raumtemperatur effizient. Gegebenenfalls muss über eine zusätzlich Be- und Entlüftung im Aufstellraum nachgedacht werden. Der Wärmestau des Kälteaggregats ist sehr gut in einem Thermogramm sichtbar.

3.2.5 Verschmutzung

Wichtig für die Energieeffizienz der Kühlaggregate ist es, dass diese regelmäßig gewartet und gereinigt werden. Gerade in Bäckereien werden diese durch den Mehlstaub schnell verschmutzt und können die Wärme schlechter nach außen abgeben. Dies führt wiederum zu einer längeren Laufzeit der Aggregate und damit zu einem höheren Stromverbrauch. Die Aggregate sollten daher in regelmäßigen Abständen

gereinigt werden. Der Wärmestau der Aggregate kann in einem Thermogramm gut abgebildet werden.

3.3 Beispielbilder Thermografische Untersuchungen

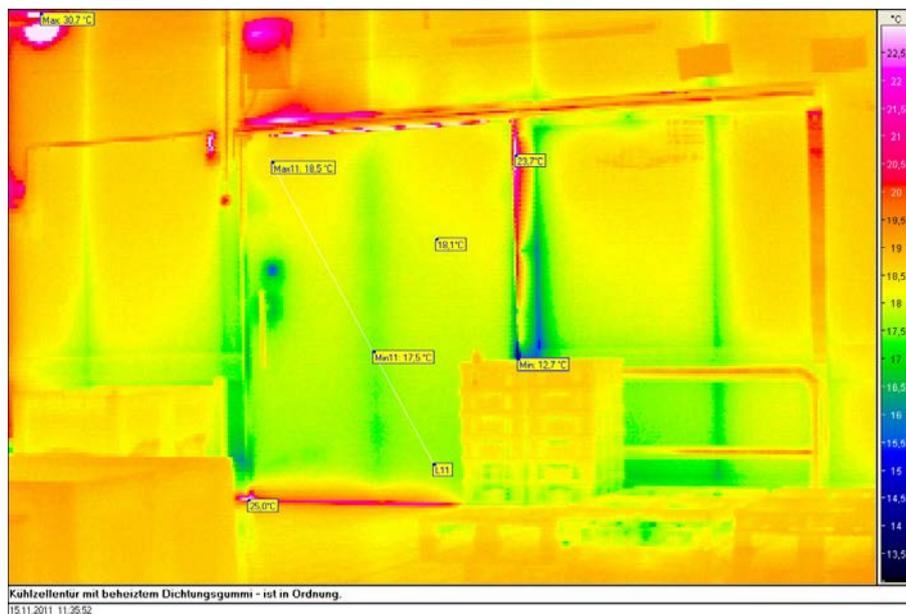


Abbildung 6 Kühlzellentür mit beheizten Dichtungsgummi - Tür ist in Ordnung

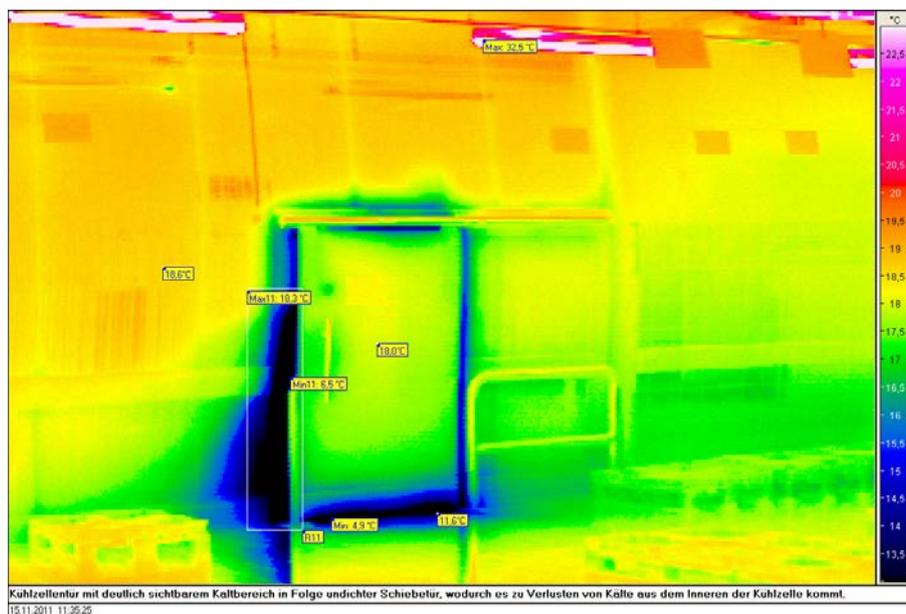


Abbildung 7 Kühlzellentür mit sichtbarem Kältebereich - Undicht!

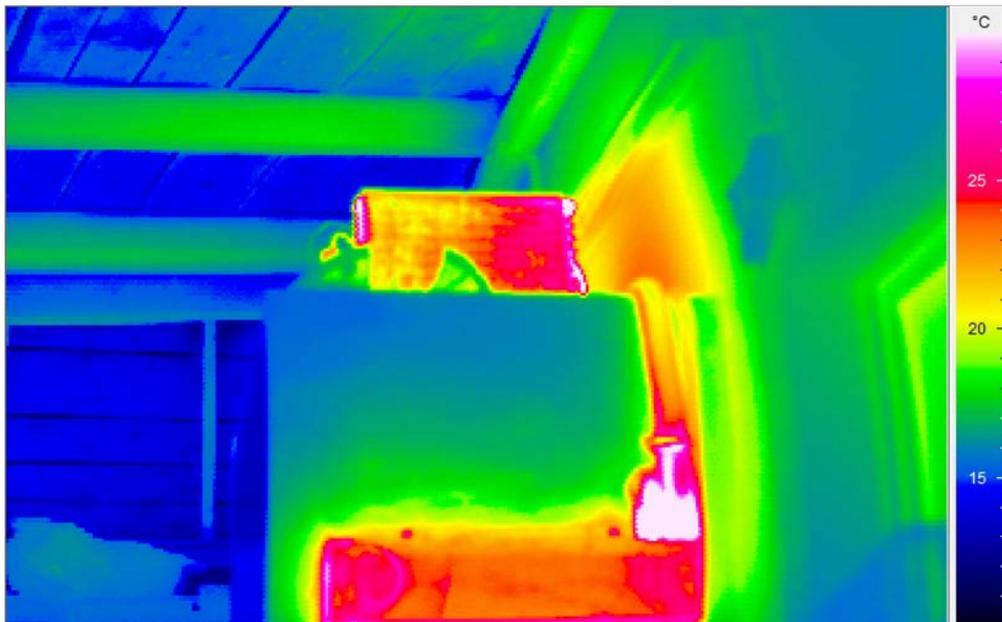


Abbildung 8 Verschmutztes Kälteaggregat - Gefahr Wärmestau!

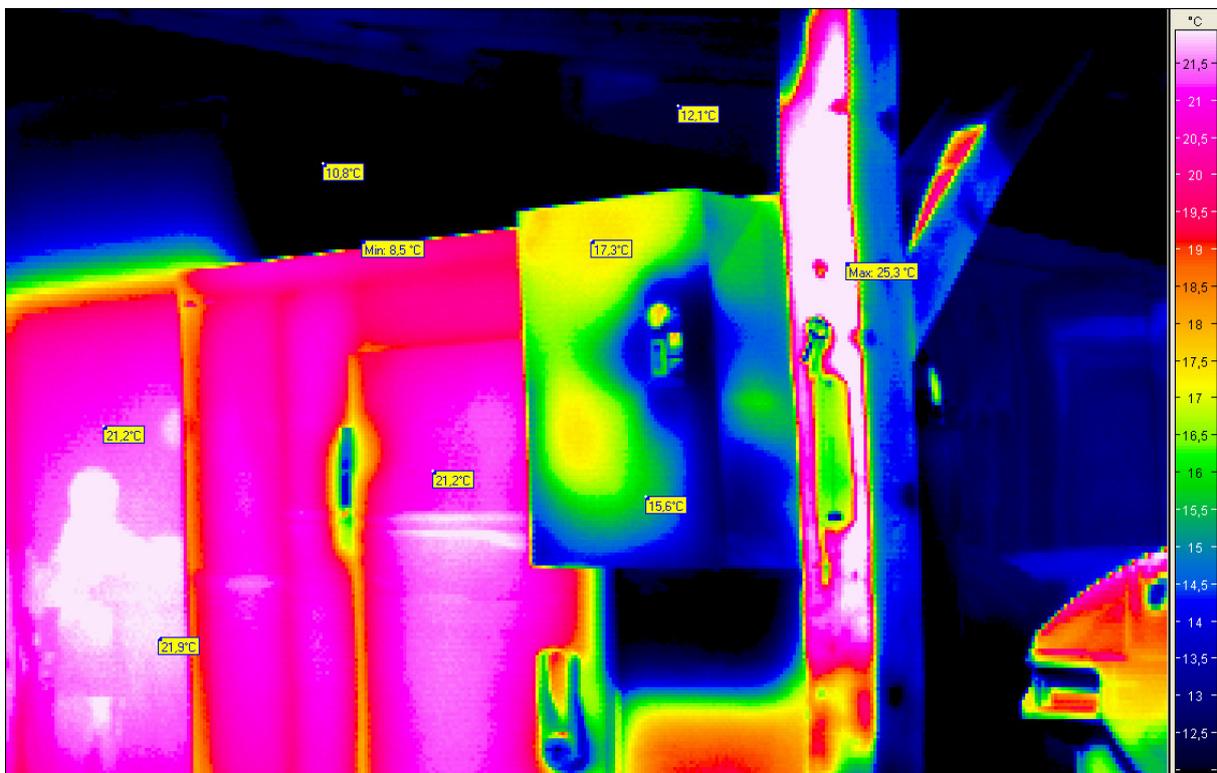


Abbildung 9 Kühlzelle und Verdichter- /Verflüssigereinheit mit voller Sonneneinstrahlung! Hohe Wärmelast für beide!

4 Energetische Situationsanalyse

In drei ausgewählten Modellbetrieben ist eine messtechnisch gestützte Situationsanalyse durchgeführt worden. Ziel war es, Potenziale für den rationellen Energieeinsatz und damit CO₂-Minderungspotenziale aufzuzeigen, Lösungsansätze zur Energieeinsparung zu erkennen und die Durchführung von Energieeinsparmaßnahmen zu unterstützen. Gleichzeitig sollten die ermittelten Kennzahlen der Bäckereibranche eine Einordnung des Betriebes hinsichtlich des Energieverbrauchs auf Basis von Kennwerten ermöglichen und eine Übersicht über mögliche anlagen- und branchenspezifische CO₂-Minderungspotenziale geben.

Schwerpunkt aller Messungen in den drei Modellbetrieben war es, die Abgastemperaturen der Backöfen zu ermitteln, um daraus Erkenntnisse für Energieeinsparmaßnahmen und für eine mögliche Abgaswärmerückgewinnung zu erhalten. Die einzelnen Messungen an den Backöfen und Heizkesseln waren keine Momentaufnahmen der jeweiligen Zustände in Form eines Abnahmeversuches. Es waren Langzeitmessungen im laufenden Back- und Heizbetrieb. Für die Erfassung der Messdaten wurde ein mobiles Energiemonitoringsystem EMoS, bestehend aus Sensorik, Datenerfassungsanlage und Software eingesetzt. Zur Anzeige und Speicherung der gemessenen und berechneten Werte wurde die Software MAT Energy genutzt.

4.1 Beispiel energetische Situationsanalyse



Abbildung 10 Abgastemperaturverlauf eines Backofens

Der Lastgang des Backofens zeigt einen kontinuierlichen Ablauf. Mit fallender Außentemperatur von -10 °C auf -16 °C erhöht sich die Gasbrennerleistung in der Vollaststufe. Dies ist mit einer zu kalten Brenneransaugluft begründet. Hier könnte ein Kreuzstrom Luftwärmetauscher im Abgassystem für eine saubere vorgewärmte frische Brenneransaugluft sorgen.

5 Umsetzung der Ergebnisse

Die Umsetzung der Ergebnisse erfolgt durch die Bäckerei- und Konditoreibetriebe individuell. Unterstützung und Hilfe wird vom Landesverband des Thüringer Bäckerhandwerks und vom Umweltzentrum des Handwerks Thüringen angeboten und gewährleistet. Damit können alle Bäckereien und Konditoreien in Thüringen die Möglichkeiten der Infrarotthermografie und weitere Messverfahren nutzen, um eine effiziente Energienutzung in der Wärme- und Kältetechnik zu sichern. Dies wird zudem zu einem nachhaltigen Klimaschutz beitragen.

6 Zusammenfassung

Die Zielstellung des Projektes, für handwerkliche Bäckereien und Konditoreien unterschiedlicher Größenordnung Energieeinsparpotenziale beim Betrieb der Wärmetechnik und Kälteanlagen aufzuzeigen und branchenspezifische Empfehlungen zu geben, wurde im vollen Umfang erreicht. Durch das Projekt wurden die Möglichkeiten der energetischen Bewertung der Wärmetechnik und Kältetechnik mittels Thermografie erarbeitet und dokumentiert. Zudem wurde in drei Betrieben eine energetische Situationsanalyse durchgeführt. Den Thüringer Bäckereien und Konditoreien stehen damit weitere technische Dienstleistungen des Umweltzentrums des Handwerks zu Verfügung.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Jahresumsatz der Modellbetriebe.....	2
Abbildung 2 Mitarbeiteranzahl der Modellbetriebe.....	2
Abbildung 3 Energie- und Mehlverbrauch.....	3
Abbildung 4 Energiekennzahl der einzelnen Betriebe	4
Abbildung 5 Anteil der Energieträger am Gesamtenergieverbrauch.....	5
Abbildung 6 Kühlzellentür mit beheizten Dichtungsgummi - Tür ist in Ordnung	9
Abbildung 7 Kühlzellentür mit sichtbaren Kältebereich - Undicht!.....	9
Abbildung 8 Verschmutztes Kälteaggregat - Gefahr Wärmestau!	10
Abbildung 9 Kühlzelle und Verdichter-/Verflüssigereinheit mit voller Sonneneinstrahlung! Hohe Wärmelast für beide!	11
Abbildung 10 Abgastemperaturverlauf eines Backofens	13