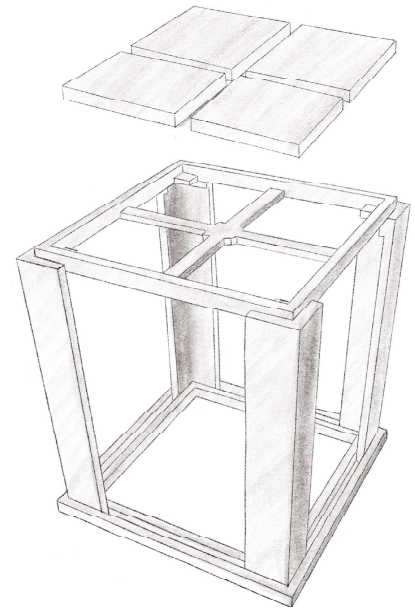


## Funktion

Überprüfen der  
Dämmfähigkeit  
verschiedener Materialien



## Skizze



## Anwendungsbereiche



Bauunternehmen



Textilindustrie

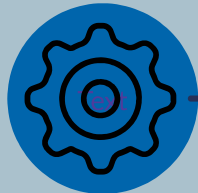


Raumfahrt



Baustoffindustrie

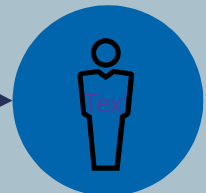
## Ziel



Demonstrationsobjekt  
auf Messen



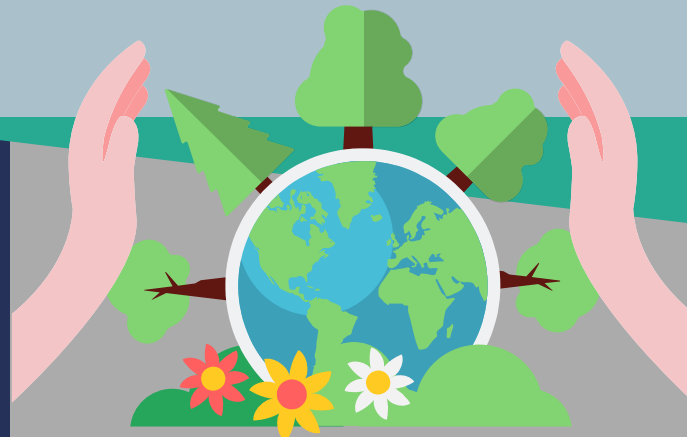
Mehr Interessenten



Neue Kunden

## Vorteile

- zukunftssicher
- großer Marktsektor
- einfacher Aufbau
- kompakte Form für Messen
- modularer Aufbau
- > individuelle Kundenanpassung



- energieeffizientes Bauen
- Umweltschutz
- nachhaltig für die Zukunft

## Funktion

Überprüfen der Dämmfähigkeit verschiedener Materialien



## Anwendungsbereiche



Bauunternehmen



Textilindustrie

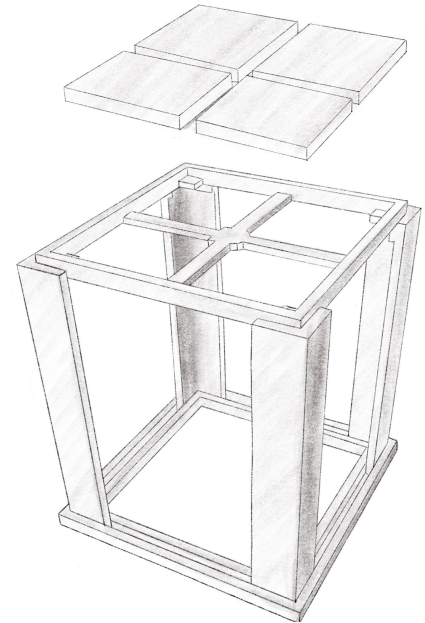


Raumfahrt

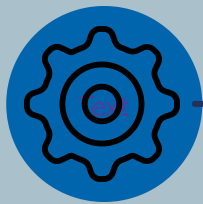


Baustoffindustrie

## Skizze



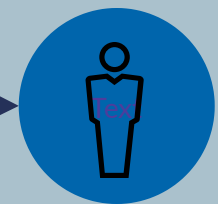
## Ziel



Demonstrationsobjekt auf Messen



Mehr Interessenten



Neue Kunden

## Vorteile

- zukunftssicher
- großer Marktsektor
- einfacher Aufbau
- kompakte Form für Messen
- modularer Aufbau
- > individuelle Kundenanpassung



- energieeffizientes Bauen
- Umweltschutz
- nachhaltig für die Zukunft



# Portfolio

Wärmedämmung und energieeffizientes Bauen

BeING Inside 2023  
Gruppe 1 - Heatwave

# Inhaltsverzeichnis

<b>Was ist Thermografie?</b> .....	2
<i>Warum ist eine Temperaturmessung eines Objekts, das sich im thermischen Gleichgewicht mit seiner Umgebung befindet, zwecklos?</i>	2
<i>Wie lässt sich ein thermisches Ungleichgewicht herstellen?</i>	2
<i>Welche Objekteigenschaften haben Einfluss auf die räumliche und zeitliche Temperaturänderung?</i>	3
<b>Unsere Idee (Demonstrator)</b> .....	4
<i>Ziel</i>	4
<b>Anwendungsbereiche</b> .....	4
<i>Gründe für energieeffizientes Bauen als wachsenden Markt</i>	5
<b>Pro/Contra</b> .....	5
<b>Verbesserungsmöglichkeiten des Modells</b> .....	6
<i>Fehlerbetrachtung</i>	6
<i>Optimierung</i>	6
<b>Quellen</b> .....	7

## Was ist Thermografie?

Die Thermografie ist eine Methode zur Erkennung und Messung von Wärmestrahlung bestimmter Wellenlängen. Dabei wird eine Infrarotkamera verwendet, um ein Bild von Objekten auf Grundlage ihrer Infrarotstrahlung zu erstellen.

Infrarotstrahlung ist Energie, die vom Körper aufgrund von ihrer Temperatur abgegeben wird. Diese Energie wird von der Infrarotkamera erfasst und gemessen. Anschließend wird die Temperatur mit Hilfe von verschiedenen Farben oder Schattierungen dargestellt.

Die Thermografie wird in verschiedenen Bereichen wie Wissenschaft, Technik, Medizin und Bauwesen eingesetzt. In der Medizin kann die Thermografie beispielsweise zur Erkennung verschiedener Krankheiten wie Brustkrebs eingesetzt werden. Im Bauwesen dient es zur Erkennung von Mängeln in Baumaterialien und Gebäudestrukturen.

**Unsere Idee:** Überprüfen von Dämmungsvermögen verschiedener Materialien wie Textilien, Papier usw.

## Thermisches Gleichgewicht

Ein thermisches Gleichgewicht liegt vor, wenn zwei Systeme mit gleicher Temperatur miteinander in Kontakt sind. Zur Entstehung wird Wärmeenergie von dem heißeren System auf das kühlere System übertragen, bis sich die Temperaturen angleichen. Dann hört der Wärmefluss auf, weil sich das Objekt und die Umgebung im thermischen Gleichgewicht befinden.

Die Messung der Temperatur eines Objekts, das sich im thermischen Gleichgewicht mit seiner Umgebung befindet, ist in den meisten Fällen nutzlos, da die Objekte auf der Infrarotkamera gleich aussehen und damit nicht sichtbar sind.

Es gibt jedoch einige Ausnahmen, bei denen die Messung der Temperatur eines Objekts, das sich im thermischen Gleichgewicht mit der Umgebung befindet, von Nutzen sein kann. Zum Beispiel bei einigen technischen Anwendungen, bei denen die Umgebungstemperatur gemessen werden muss. Dies ist aber nicht immer direkt möglich, weshalb die Temperaturmessung eines Objekts im thermischen Gleichgewicht verwendet wird.

**Problem bei uns:** Stoffe und Luft haben gleiche Temperatur. Somit kann das Dämmungsvermögen nicht mit der Kamera gezeigt werden.

## Wie lässt sich ein thermisches Ungleichgewicht herstellen?

Ein thermisches Ungleichgewicht entsteht, wenn ein Objekt mehr oder weniger Wärme aufnimmt als es abstrahlt oder an die Umgebung abgibt. Es gibt mehrere Möglichkeiten, ein thermisches Ungleichgewicht zu erzeugen, zum Beispiel:

### **1. Änderungen der Umgebungstemperatur:**

Wenn die Umgebungstemperatur steigt oder fällt, kann ein Objekt im thermischen Ungleichgewicht sein. Wenn Sie zum Beispiel ein Objekt in einen kalten Raum stellen, verliert es schneller an Temperatur als bei normalen Verhältnissen.

### **2. Änderung des Wärmestroms:**

Wenn ein Gegenstand mehr Wärme aufnimmt als er abstrahlt oder an die Umgebung abgibt, beginnt er sich zu erwärmen. Um ein Wärmeungleichgewicht zu schaffen, kann der Wärmestrom zum

Objekt erhöht werden, z. B. durch Erhöhung der Leistung einer Heizung oder der Sonneneinstrahlung.

### **3. Änderung der Eigenschaften eines Objekts:**

Die Eigenschaften eines Objekts können die Wärmebilanz beeinflussen. Zum Beispiel kann die Oberfläche eines Objekts mit einem Material bedeckt sein, welches die Wärme nicht gut abstrahlt oder im Inneren hält. Dies kann zu einem thermischen Ungleichgewicht führen. Auch eine Änderung der Form oder Größe eines Objekts kann das Verhältnis zwischen seinem Volumen und seiner Oberfläche beeinflussen, was zu einer Änderung des Wärmestroms führen kann.

### **4. Sich ändernde äußere Bedingungen:**

Bestimmte Veränderungen der äußeren Bedingungen, wie Luftfeuchtigkeit oder Windgeschwindigkeit, können das thermische Ungleichgewicht beeinflussen. So kann beispielsweise ein Objekt in einer Umgebung mit hoher Luftfeuchtigkeit weniger Wärme abgeben als ein Objekt in trockener Umgebung, was zu einem thermischen Ungleichgewicht führt.

**Unsere Lösung:** Nutzung einer künstlichen Wärmequelle in Form einer Infrarotlampe. Durch den entstehenden Wärmestrom wird das Dämmungsvermögen visualisiert.

## **Welche Objekteigenschaften haben Einfluss auf die räumliche und zeitliche Temperaturänderung?**

Die Eigenschaften eines Objekts, die sich auf die räumliche und zeitliche Veränderung seiner Temperatur auswirken können, lassen sich in zwei Hauptkategorien einteilen: interne und externe. Zu den internen Eigenschaften eines Objekts gehören seine Zusammensetzung, Wärmekapazität, Wärmeleitfähigkeit und Dichte. Die Zusammensetzung eines Objekts kann bestimmen, wie schnell es sich erwärmt oder abkühlt, da verschiedene Materialien eine unterschiedliche Wärmeleitfähigkeit und Wärmeaufnahmekapazität haben. Die Wärmekapazität eines Gegenstands bestimmt, wie viel Wärme übertragen werden muss, um seine Temperatur um einen bestimmten Betrag zu ändern, während die Dichte seine Fähigkeit, Wärme zu speichern, beeinflusst. So ändern Objekte mit hoher Wärmekapazität und hoher Dichte ihre Temperatur langsamer.

Zu den externen Eigenschaften eines Objekts gehören seine Größe, Form, Oberfläche und Umgebung. Die Größe eines Objekts kann bestimmen, wie viel thermische Energie erforderlich ist, um seine Temperatur zu ändern. Größere Objekte benötigen mehr von dieser, um sich vollständig an die Umgebungstemperatur anzupassen. Auch die Form eines Objekts kann die Verteilung der Wärme in seinem Inneren und auf seiner Oberfläche beeinflussen. Die Oberfläche eines Objekts beeinflusst seine Fähigkeit, Wärme abzustrahlen und zu absorbieren und wie schnell es Wärme verliert oder speichert. Letztendlich kann auch die Umgebung die Temperatur eines Objekts durch Konvektion, Wärmeleitung und -strahlung beeinflussen.

Alle diese Eigenschaften stehen in Wechselwirkung zueinander, und eine Änderung einer dieser Eigenschaften kann zu einer Änderung der Temperatur des Objekts führen. Befindet sich beispielsweise ein Objekt mit großer Wärmekapazität und hoher Dichte in einer Umgebung mit hoher Temperatur, erwärmt es sich langsam, behält aber die Wärme länger, auch wenn sich die Umgebung abgekühlt hat. Befindet sich das Objekt mit einer großen Oberfläche in einer kalten Umgebung, kühlt es dagegen schnell ab, da es seine Wärme über die Oberfläche schnell verliert.

**Wichtig für uns:** Verschiedene Materialien brauchen unterschiedlich viel Zeit, um sich zu erwärmen.

## Unsere Idee (Demonstrator)

Eine Wärmequelle (Infrarotlampe) wird auf einem Untergrund befestigt und leuchtet Richtung Decke. Über ihr steht ein selbstentworfenes Gestell, welches von einem 3D-Drucker angefertigt wurde. Die Oberfläche bietet Platz für vier verschiedene Module. Die Infrarotkamera misst von oben die Oberflächentemperatur der Stoffe.

verwendete  
Module  
unseres  
Demonstrators



Skizze des  
Gestells



Die Module, die verwendet werden können, sind aufgrund verschiedener Anwendungsmöglichkeiten gewählt. Zum einem sind es Stoffe, die für den Bau genutzt werden. Das sind zum Beispiel Mörtel, Metall, Bauschaum, Holz und Styropor in verschiedenen Dicken. Das Metall liegt in normaler Form, aber auch lackiert vor. Zum anderen gibt es Stoffe, die nur zur Erweiterung der Kollektion der Module beitragen. Dies sind unter anderem Papier und Pappe. Zusätzlich gibt es ein einlagiges und ein zweilagiges Stück Stoff, welches zur Veranschaulichung für einen weiteren Anwendungsbereich, der Textilindustrie, dient. Mithilfe der Infrarotlampe werden die Module durch direkte Wärmestrahlung erhitzt. Die Kamera verdeutlicht unterschiedliche Temperaturen. Bei Stoffen, die gut Wärme dämmen, ist eine Temperaturänderung nur langsam erkennbar. Sich schneller erwärmende Stoffe sind wärmedurchlässiger, was durch eine schnellere Farbveränderung in dem Bild der Infrarotkamera sichtbar wird.

## Ziel

Mithilfe des Demonstrators kann die Fähigkeit der Kamera verdeutlicht werden, schlecht isolierte Stellen im Bau zu finden, um Wärmebrücken zu beheben. Außerdem kann die Dämmfähigkeit von verschiedenen Stoffen verglichen werden.

## Anwendungsbereiche

Unser Demonstrator verdeutlicht verschiedene Anwendungsmöglichkeiten der Thermographie, mit denen auch weitreichende Branchen als Kunden angesprochen werden können. Primär wird mithilfe unseres Demonstrators gezeigt, wie Werkstoffe auf Wärmeleitfähigkeit und Wärmedämmfähigkeit überprüft werden können. Damit ist es möglich, bereits eingebaute und genutzte Dämmungen sowie Isolierungen flächendeckend oder gezielt an Grenzflächen zu überprüfen. Außerdem kann die Wahl neuer Dämm- und Isolierstoffe vereinfacht werden. Dafür kann das optimale Material ermittelt werden, welches die Wärme am besten isoliert. Zusätzlich kann für das Material die optimale Stärke ermittelt werden, welche das effektivste Preis-Leistungs-Verhältnis hat. Dafür kann die Gesamtleistung der Dämmung verbessert werden und gleichzeitig es möglich die Preise gering zu halten.

Anwendbar sind diese Möglichkeiten im energieeffizienten Bauen, aber auch in der Entwicklung dünner, aber gut wärmeisolierender Kleidung. Auch Prozesse, die gekühlt werden müssen, können optimiert werden.

Abschließend kann man sagen, dass durch diese Anwendungsbereiche weitere Kunden in den Bereich der Infrarottechnik gelockt werden können. Dazu zählen Bauunternehmen, die Textilindustrie und potentiell auch die Raumfahrt, welche auf gut wärmedämmende Stoffe angewiesen ist.

## **Gründe für energieeffizientes Bauen als wachsenden Markt**

Heutzutage wird großer Wert auf Umweltschutz und Nachhaltigkeit gelegt. Nur mit Energieeffizienz und nachhaltigen Entscheidungen können Ökosysteme erhalten bleiben und der Klimawandel verlangsamt werden. Durch energieeffizientes Bauen und Wohnen kann ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden.

Energieeffizienz ist aber nicht nur aus Umweltgründen, sondern auch aus Kostengründen wichtig. Mithilfe der Infrarotkameras können Wärmebrücken entdeckt sowie anschließend behoben werden, so dass Energie gespart werden kann. Dadurch können Strom- und Heizkosten gesenkt werden. Außerdem bietet es viele Vorteile, darunter die Erhöhung des Wohnkomforts und eine Steigerung des Immobilienwerts. Dadurch wird ebenfalls die Lebensqualität gefördert. Die staatlichen Förderungen können dabei genutzt werden, um energieeffizientes Bauen und Wohnen kostengünstig zu ermöglichen.

Insgesamt gibt es viele Gründe, warum Energieeffizienz und Nachhaltigkeit wichtiger denn je sind. Durch energieeffizientes Bauen und Wohnen kann die Umwelt geschützt und Geld gespart werden, um eine bessere Zukunft für alle zu schaffen.

Für InfraTec bedeutet dies eine Investition in einen zukunftssicheren und wachsenden Markt.

## **Pro und Contra**

Thermografie ist eine faszinierende Technologie, die viele Vorteile bietet. Sie wird in verschiedenen Branchen und Anwendungen eingesetzt und ist aufgrund ihrer Vielseitigkeit und Praktikabilität sehr beliebt. Unser Demonstrator bietet dabei viele Vorteile, um die Thermografie an Unternehmen zu bringen. So kann man mehr Interessenten aus den Bereichen energieeffizientes Bauen und Wärmedämmung gewinnen und ihnen die Bedeutung von Infrarotkameras näher zu erklären. Eine Infrarotkamera bietet dabei viele Vorteile, die für Unternehmen und Organisationen von großem Nutzen sein können.

Unser Demonstrator visualisiert komplexe Prozesse und hilft vor allem Neukunden die Thermografie zu verstehen. Darüber hinaus ist die Technologie des energieeffizienten Bauens zukunftssicher und es wird auch noch in Zukunft einen großen Markt dafür geben. Um potenziellen Kunden die Produkte von InfraTec zu vermitteln, kann man den Demonstrator z.B. auf einer Messe an einem Stand aufbauen. Dafür ist es besonders vorteilhaft, dass der Demonstrator einfach und schnell aufzubauen ist und die Größe des Demonstrators perfekt für einen Messestand geeignet ist. Auch der Transport sollte kein Problem darstellen, da er aus kompakten Einzelteilen besteht. Zudem ist unser Demonstrator durch austauschbare Module stark individualisierbar und kann einfach an die Wünsche und Forderungen von Kunden angepasst werden. Dabei sind die vielen verschiedenen Stoffe und Materialien besonders vorteilhaft.

Den Kunden kann somit an ihren selbst ausgewählten Materialien vorgeführt werden, wozu Infrarot-Kameras in der Lage sind.

Dies macht unseren Demonstrator zu einem äußerst praktischen und vielseitigen Modell, welches zur Veranschaulichung vieler verschiedener Anwendungen eingesetzt werden kann.



Allerdings sind uns bei dem gesamten Projekt einige Sachen aufgefallen, die wir mit unserer Idee und unserem Demonstrator nicht ganz umsetzen können.

Beispielsweise gäbe es einen viel zu großen Materialkatalog, sodass die gute Transportfähigkeit, die eine der Voraussetzungen von „InfraTec“ war, möglicherweise hinfällig ist. Außerdem befürchten wir, dass der bekannte Eye-catcher Effekt, um potenzielle Kunden auf Messeveranstaltungen zum Stand zu führen, nicht gegeben ist. Zudem ist es mit unserem Demonstrator nicht möglich die zeitliche und geometrische Auflösung der High-End-Kameras zu demonstrieren.

Andererseits müssen deshalb nicht die besten Kameras vorgeführt werden, wodurch sich die potentielle Kundschaft vergrößert.

Insgesamt bietet unser Demonstrator also viele Vorteile und ist deshalb ideal für die Vorstellung der Infrarotkameras auf Messen und Lernveranstaltungen.

## Verbesserungsmöglichkeiten des Modells

### Fehlerbetrachtung

Das Modell soll Kunden von der Nutzbarkeit der Kameras in ihrem Anwendungsbereich überzeugen. Ein Beispiel für diese Anwendung ist die Überprüfung der Wärmedämmung von Häusern. Diese Möglichkeit wird anschaulich dargestellt, jedoch es gibt einige Punkte, deren Einfluss auf die Messung schlecht einschätzbar sind.

Als Erstes fällt auf, dass sich die einzelnen Materialien durch ihre unterschiedliche Stärke schlecht miteinander vergleichen lassen. Das Papierstück ist im Vergleich zu der Holzplatte deutlich dünner, sodass die Wärme schneller auf der Oberfläche messbar ist, obwohl das Material an sich sehr ähnlich ist.

In unserem Modell kann die Luft ungehindert um das Material herumströmen. Der Einfluss davon auf die Temperaturmessung ist ebenfalls schlecht einschätzbar. Im reellen Anwendungsfall kann die Luft nicht um das Dämmungsmaterial strömen, sodass die Wärme nur durch die Wand nach außen gelangt.

Weiterhin kann man einwenden, dass das Modell die Überprüfung von Wärmedämmung darstellen soll, aber der Fokus nur auf kleinen Flächen liegt. Im Modell achtet man auf winzige Löcher, die in der wirklichen Anwendung der Kameras irrelevant sind. Dort kommt es eher auf die großflächige Anwendung an, weshalb die im Modell genutzte Kamera aufgrund ihrer geringen Auflösung in diesem Fall nicht ausreichend sein könnte.

### Optimierung

Im Rahmen der Projektwoche wurde das Modell nur zur Demonstration der Idee erstellt und ist deshalb nicht optimal umgesetzt. Für den Einsatz auf Messen muss ein stabileres und hitzebeständigeres Gestell, zum Beispiel aus Metall, verwendet werden. Außerdem wäre eine andere Wärmequelle vorteilhaft, da die Höhe des Modells dadurch verringert werden könnte. Damit wäre zum Beispiel die Kundeninteraktion am Messestand einfacher. Zudem sind die vorhandenen Module nur grob gefertigt. Diese müssten ordentlicher, sorgfältiger und genauer produziert werden, um die Veranschaulichung der Kameraauflösung zu verbessern und die Materialien, zum Beispiel durch gleichmäßige Materialstärke zu vereinheitlichen. Um Temperaturvariationen durch die nahen Ränder der aktuell kleinen Module zu verringern, kann die Gesamtgröße des Demonstrators auf die Möglichkeiten des Messestandes angepasst werden.

## Quellen

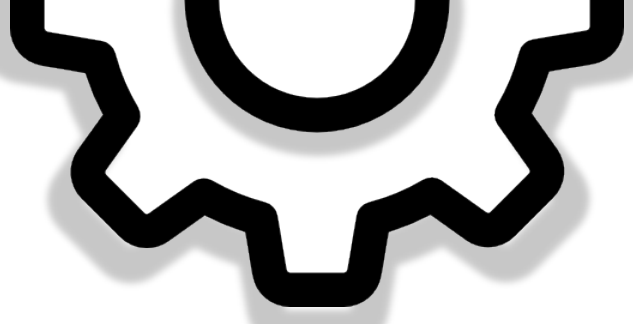
<https://www.infratec.de/thermografie/>

<https://ufpro.com/de/blog/ultimate-leitfaden-zur-warmisolierung>

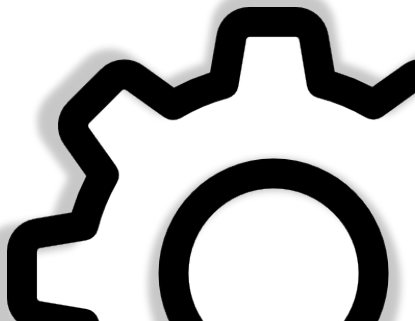
<https://www.daemmstoffshop.de/wissenszentrum/was-sagt-der-r-wert-aus>

<https://ag-energiebilanzen.de/energieverbrauch-faellt-2022-auf-niedrigsten-stand-seit-der-wiedervereinigung/>

<https://redshift.autodesk.de/articles/nachhaltiges-bauen> <https://www.careelite.de/warum-nachhaltig-bauen-vorteile/>



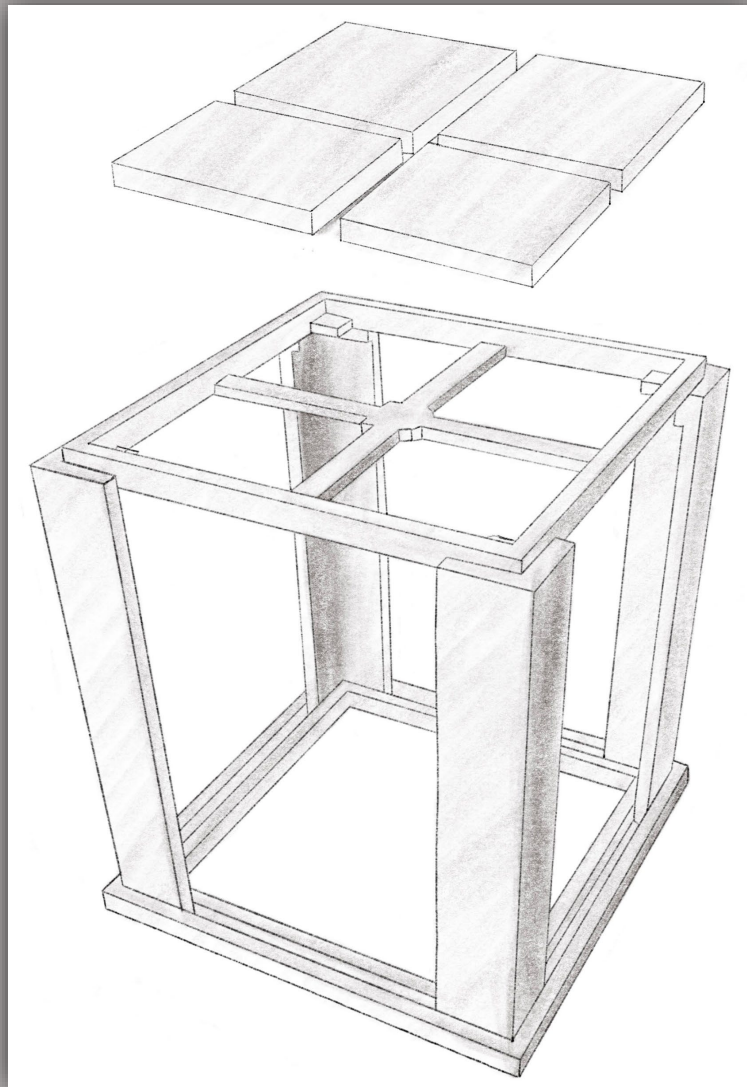
**B** **E** **E** **I** **N** **G**



energieeffizientes Bauen

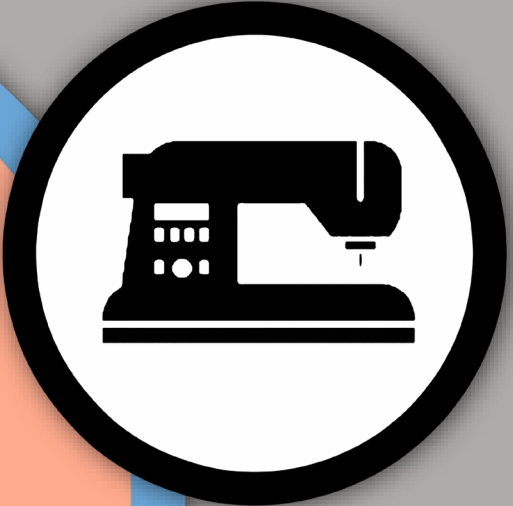




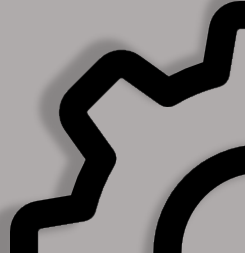


INFRAtec.





INFRA<sup>T</sup>EC.






## Vorteile:

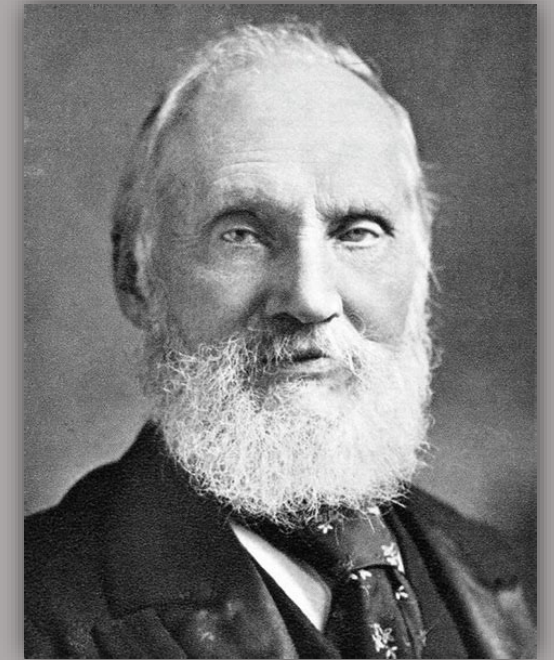
- zukunftssicher
- individuelle Anpassung auf Kunden
- großer Markt
- perfekte Transportgröße





“If you cannot measure it, you  
cannot improve it.”

Lord Kelvin



INFRA<sup>T</sup>EC.

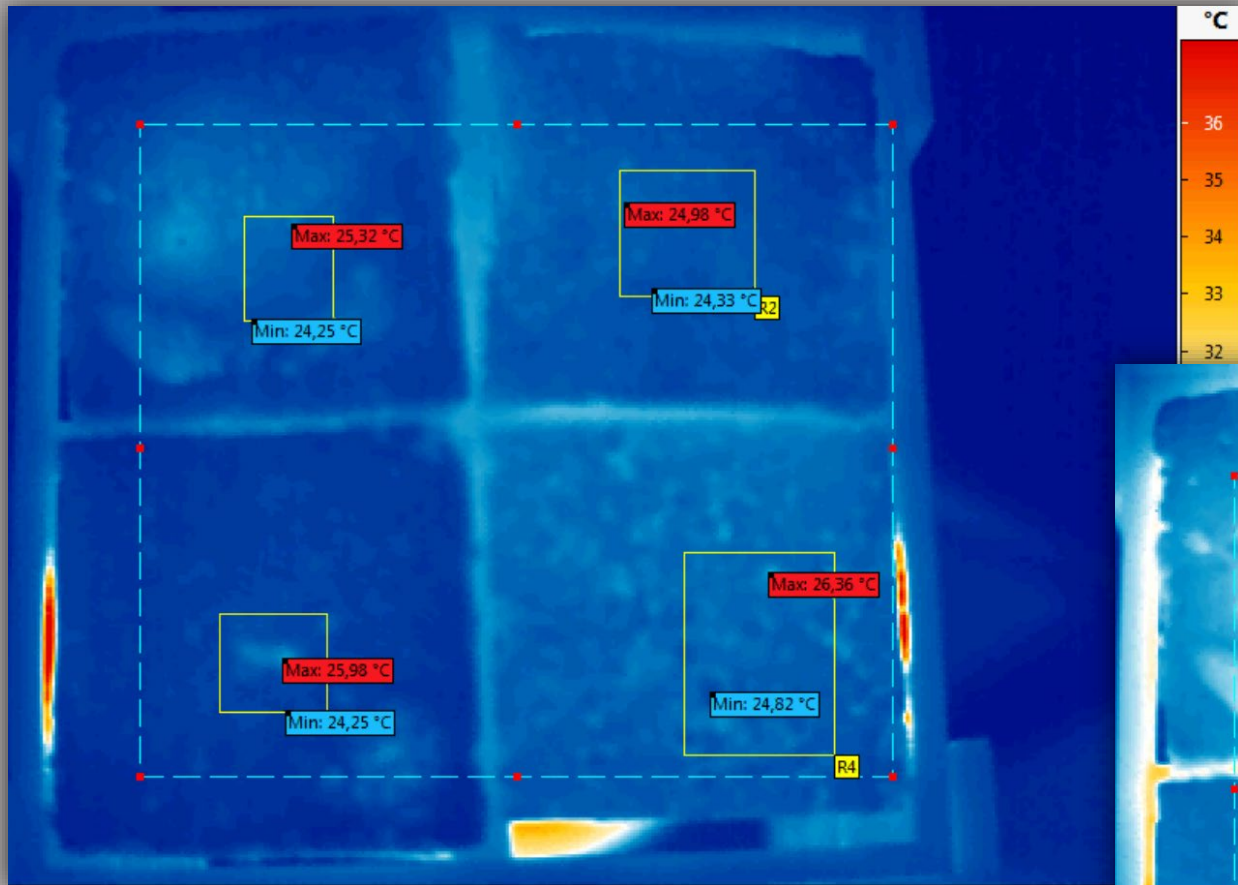




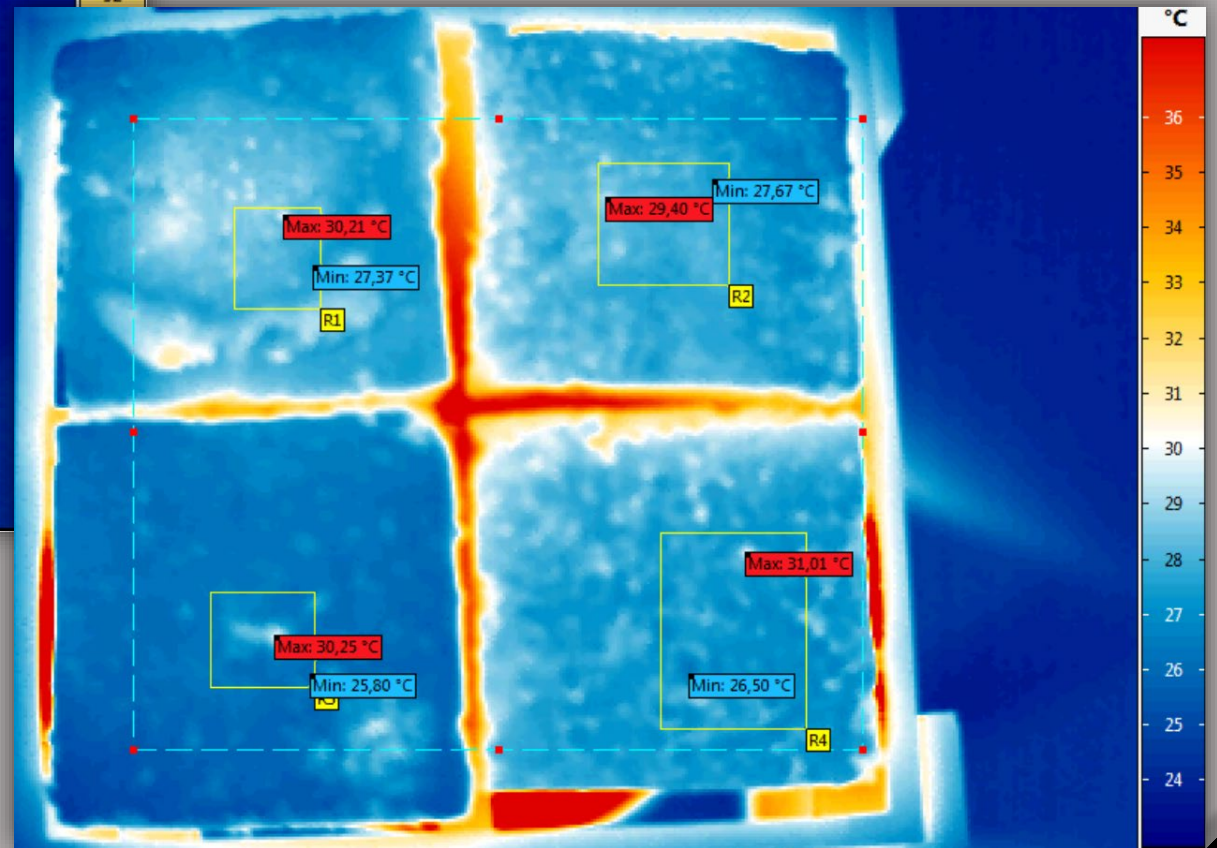
heatwave

BREINING

BREINING



oben: Bauschaum-Module



unten: Styropor-Module