

© EnergieAgentur.NRW; Quellen: US, NASA, DLR, ICRU, DLR

EnergieAgentur.NRW 

## Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

IHK Online-Seminar - Markus Hankammer, 08.09.2021

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Durchschnittlicher Strom- und Heizenergieverbrauch

→ Energiekennzahl Betriebsfläche



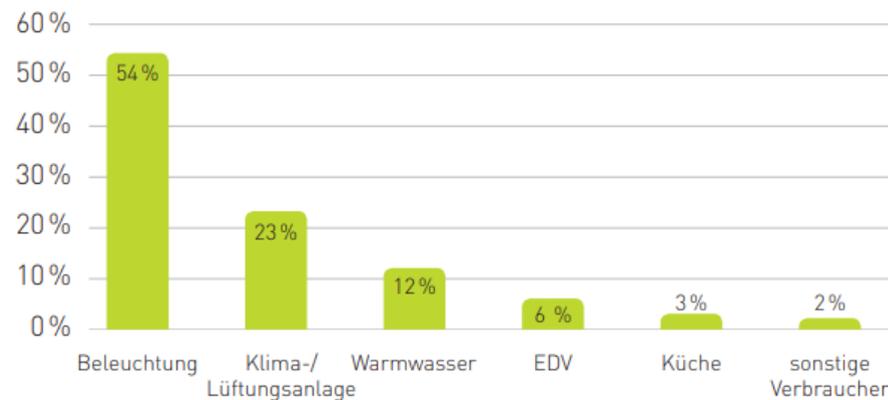
→ Energiekennzahl Betriebsfläche



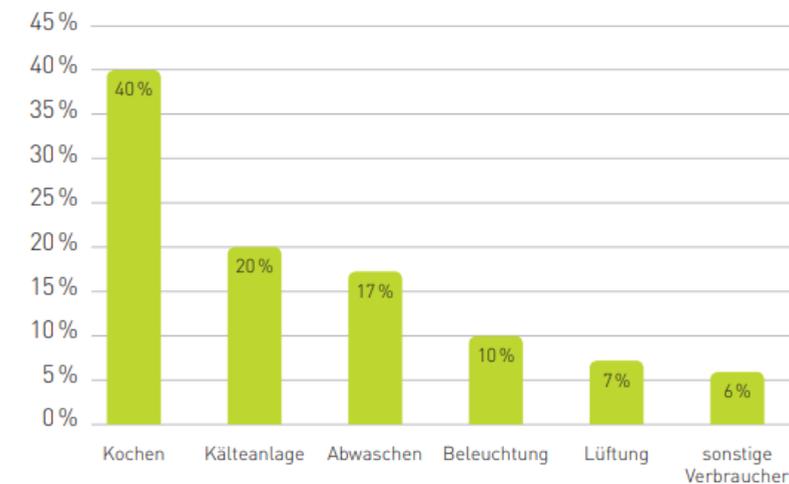
Einzelhandel  
Gastronomie



Aufteilung des Stromverbrauchs



Aufteilung des Stromverbrauchs (ohne elektrische Warmwasserbereitung)



Quelle: dena

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Basics: Gastronomie - Zubereitung

- Kochprozesse verursachen in der Gastronomie den größten Anteil am Energieverbrauch
- Dabei ist Strom als Energieträger am teuersten (außer Sie erzeugen Ihren Strom selbst)
- Günstiger und umweltfreundlicher ist der Einsatz von Gas, bzw. Bio-Gas
- Achten Sie beim Neukauf von Kochgeräten sowie Grill- und Backöfen auf eine hohe Energieeffizienz
- Das Kochen auf Induktionsherden verbraucht weniger Strom als auf konventionellen Elektroherden
- Außerdem geben Induktionsplatten sofort Hitze
- Öffnen Sie Pizzaöfen und Salamander bei Betrieb nur kurz
- Kochschränke und -kammern/Kombianlagen minimieren Aufheizphasen, Kochtemperaturen und –zeiten
- Halten Sie Türen von Kochschränken und -kammern so kurz wie möglich offen
- Halten Sie den Wasserinhalt von Töpfen gering und passen Sie die Kochtemperaturen dem Kochgut an
- Schalten Sie Kaffeemaschinen außerhalb der Betriebszeiten aus.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Basics: Gastronomie – Kühlen und Gefrieren

- Die Lagerung erfordert den Einsatz von Kühlaggregaten, die viel Strom durch hohe Laufzeiten verbrauchen. Auch hier lässt sich Energie einsparen
- Wählen Sie beim Kauf von einfachen Kühl- und Gefrierschränken die Energieeffizienzklasse A+++
- Überprüfen Sie die notwendige Kühltemperatur regelmäßig und passen Sie sie gegebenenfalls an
- Stellen Sie Kühl- und Gefriergeräte nicht direkt neben warmen Geräten wie Heizungen, Herden oder Warmwassereinrichtungen auf
- Halten Sie die Türen von Kühlschränken und Kühlräumen so kurz wie möglich offen, um das Eindringen warmer, feuchter Luft zu minimieren
- Befüllen Sie die Kühlmöbel bedarfsgerecht und ermöglichen Sie ein schnelles Finden des benötigten Kühlguts
- Tauen Sie gefrorene Lebensmittel im Kühlschrank oder -raum auf

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Basics: Gastronomie – Kühlen und Gefrieren

- Tauschen Sie defekte Türdichtungen von Kälteanlagen aus
- Reinigen Sie den Verflüssiger in der Kompressionskälteanlage regelmäßig
- Überprüfen Sie die Regelung Ihrer Kälteaggregate. Das reduziert den Strombedarf im Teillastbetrieb und vermindert Stromspitzen
- Prüfen Sie, ob es möglich und sinnvoll ist, die Abwärme der Kälteanlagen für eine Unterstützung der Warmwasserbereitung oder Heizung einzusetzen. So kann bezahlte Energie doppelt genutzt werden

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Basics: Gastronomie – Beleuchtung

- Die Akzentbeleuchtung im Geschäft ist ständig eingeschaltet? Dann tauschen Sie Glühlampen gegen Energiesparlampen oder LEDs aus und minimieren Sie die Energiekosten für die Beleuchtung so um rund 80 Prozent
- Prüfen Sie den Einsatz von modernen LED-Lampen
- Setzen Sie Dämmerungsschalter für die Beleuchtung von Außenwerbung und Parkplätzen ein. Das reduziert den Verbrauch der Außenbeleuchtung um bis zu 50 Prozent

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Basics: Gastronomie – Raumwärme, Warmwasser, Klima

- Ihre Gäste fühlen sich bei einer Temperatur von 20 - 22°C und einer Luftfeuchtigkeit von 50 - 65% am wohlsten.
- Generell gilt: Eine Absenkung der Raumtemperatur nach Geschäftsschluss spart Energie.
- Ältere Heizungskessel arbeiten in der Regel unwirtschaftlich, da sie hohe Bereitschafts- und Abgasverluste haben. Moderne Brennwertkessel erreichen hohe Jahresnutzungsgrade, da sie die Kondensationswärme des Abgases nutzen
- Ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage ist eine geringinvestive Effizienzmaßnahme. Dazu gehört auch, dass die Temperatur- und Pumpenregelung dem Bedarf angepasst wird
- Statten Sie Ihre Armaturen im Arbeits- und im WC-Bereich mit Durchflussmengenbegrenzern aus
- Sie nutzen im Sommer eine Klimaanlage? Dann halten Sie Fenster und Türen möglichst geschlossen. Split-Klimageräte führen die Innenraumwärme an die Außenluft ab
- Verringern Sie außerhalb der Öffnungszeiten den Luftmengentausch und die Kühlung der Raumluft über eine Klimaanlage oder schalten Sie diese wenn möglich aus

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Basics: Gastronomie – Lüftungsanlagen

- Regelmäßige Wartung des Luftfilters
- Einstellen der Luftmengen nach Bedarf. Eine Reduzierung der Luftzufuhr um nur 20 Prozent halbiert bereits den Stromverbrauch des Ventilators
- Die warme Abluft sollte über einen Wärmetauscher zur Wärmerückgewinnung genutzt werden, um die Zuluft, also die kalte Außenluft, vorzuwärmen.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Basics: Einzelhandel – Beleuchtung

- Akzent-, Schaufenster- und Allgemeinbeleuchtung sowie die Außenwerbung machen in der Summe einen hohen Anteil an den Gesamtenergiekosten im Einzelhandel aus. Moderne Lichttechnik reduziert den Energieverbrauch der Beleuchtung um bis zu 80 Prozent und ist sehr langlebig. Sie reduziert auch die Betriebskosten und schont das Klima. Durch diese Maßnahmen ergeben sich enorme Einsparpotenziale
- Die Akzentbeleuchtung im Geschäft ist ständig eingeschaltet? Dann tauschen Sie Glühlampen gegen Energiesparlampen und LEDs aus und minimieren Sie die Energiekosten für die Beleuchtung so um rund 80 Prozent. Prüfen Sie auch den Einsatz von modernen LED-Beleuchtungen
- Ersetzen Sie 70-Watt-Halogenstrahler durch Strahler mit Spiegel oder CDM-T-35- Watt-Lampen bei der Schaufensterbeleuchtung, reduzieren Sie den Energieverbrauch hier um bis zu 50 Prozent
- Tauschen Sie Opalwannenleuchten für die Allgemeinbeleuchtung gegen Reflektor- oder Spiegelrasterleuchten für T5-Leuchtstofflampen aus. T5-Lampen mit elektronischem Vorschaltgerät (EVG) sparen im Vergleich zu T8-Lampen mit konventionellem Vorschaltgerät (KVG) bis zu 30 Prozent Energie ein
- Setzen Sie Dämmerungsschalter für die Beleuchtung von Außenwerbung und Park- plätzen ein. Das reduziert den Verbrauch der Außenbeleuchtung um bis zu 50 Prozent
- Schalten Sie die Beleuchtung in Personalräumen bedarfsgerecht.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Basics: Einzelhandel – Klima- und Lüftungsanlagen

- Ihre Kunden fühlen sich bei Temperaturen um 20-22°C und bei einer Luftfeuchtigkeit von 50-65 Prozent am wohlsten.
- Warten Sie den Luftfilter regelmäßig
- Reduzieren Sie die Luftzufuhr um nur 20 Prozent, lässt sich der Stromverbrauch des Ventilators halbieren
- Sie nutzen im Sommer eine Klimaanlage? Dann halten Sie Fenster und Türen möglichst geschlossen. Kann dies nicht gewährleistet werden, ist der Einsatz einer Klimaanlage nicht sinnvoll
- Verringern Sie außerhalb der Öffnungszeiten den Luftmengen-tausch und die Kühlung der Raumluft über eine Klimaanlage oder schalten Sie diese wenn möglich aus.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Basics: Einzelhandel – Büro- und andere Elektrogeräte

- Der Stromverbrauch von Informations- und Kommunikationsgeräten trägt einen großen Anteil zu den Energiekosten bei – hier liegt ein enormes Einsparpotenzial
- Vermeiden Sie Leerlaufverluste und versetzen Sie Ihre Geräte auch während kurzer Pausen möglichst schnell in den „Schlafmodus“. So arbeiten Ihre Geräte bis zu 15 Prozent energieeffizienter
- Verzichten Sie auf Bildschirmschoner, die unnötig Strom verbrauchen. Schalten Sie den Monitor bei kurzen Unterbrechungen in den Ruhemodus
- Tauschen Sie Röhrenmonitore durch Flachbildschirme aus
- Memo-Switch-Schalter schalten Geräte selbstlernend in den Stand-by-Betrieb. Die Einsparung liegt bei circa 40 Prozent
- Steckerleisten mit Netzschalter trennen die Netzteile der Geräte nach Arbeitsende vom Stromnetz
- Achten Sie beim Einkauf von Bürokommunikationsgeräten auf die Energieeffizienzlabel.

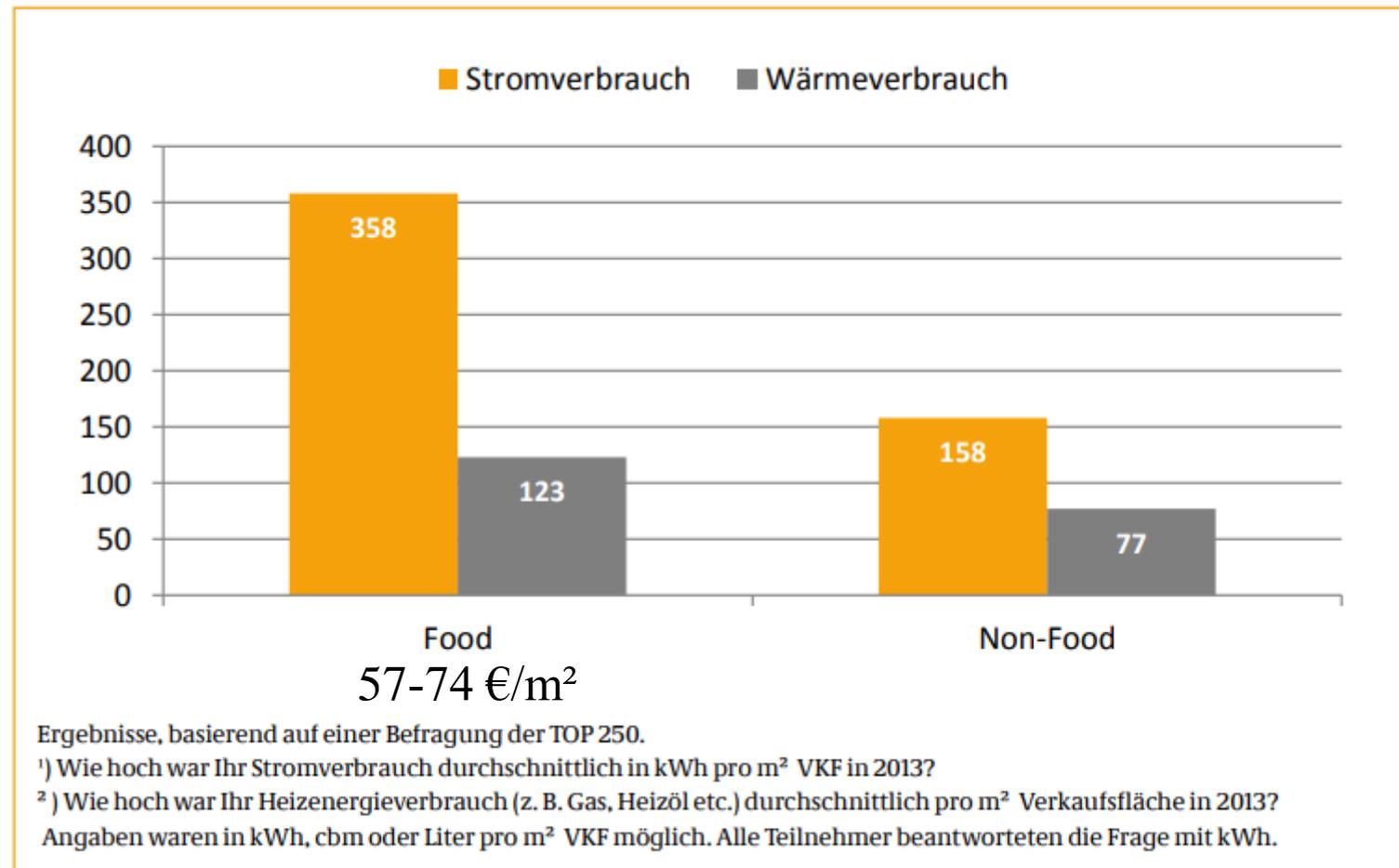
# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Basics: Einzelhandel - Raumwärme

- Ältere Heizungskessel arbeiten in der Regel unwirtschaftlich, da sie hohe Bereitschafts- und Abgasverluste haben
- Moderne Brennwertkessel erreichen hohe Jahresnutzungsgrade, da sie die Kondensationswärme des Abgases nutzen
- Ein hydraulischer Abgleich der Heizungsanlage ist eine geringinvestive Effizienzmaßnahme. Dazu gehört auch, dass die Temperatur- und Pumpenregelung dem Bedarf angepasst wird
- Generell gilt: Eine Absenkung der Raumtemperatur nach Geschäftsschluss spart Energie
- Prüfen Sie bei offenen Eingängen den Einsatz von Wärmeschutzvorhängen und Luftschleusen bzw. -schleiern
- Neue hocheffiziente Fenster mit Dreischeiben-Wärmeschutzverglasung und gedämmten Fensterrahmen reduzieren die Energieverluste über Fenster deutlich und steigern gleichzeitig den Komfort im Winter

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Durchschnittlicher Strom- und Heizenergieverbrauch im Einzelhandel

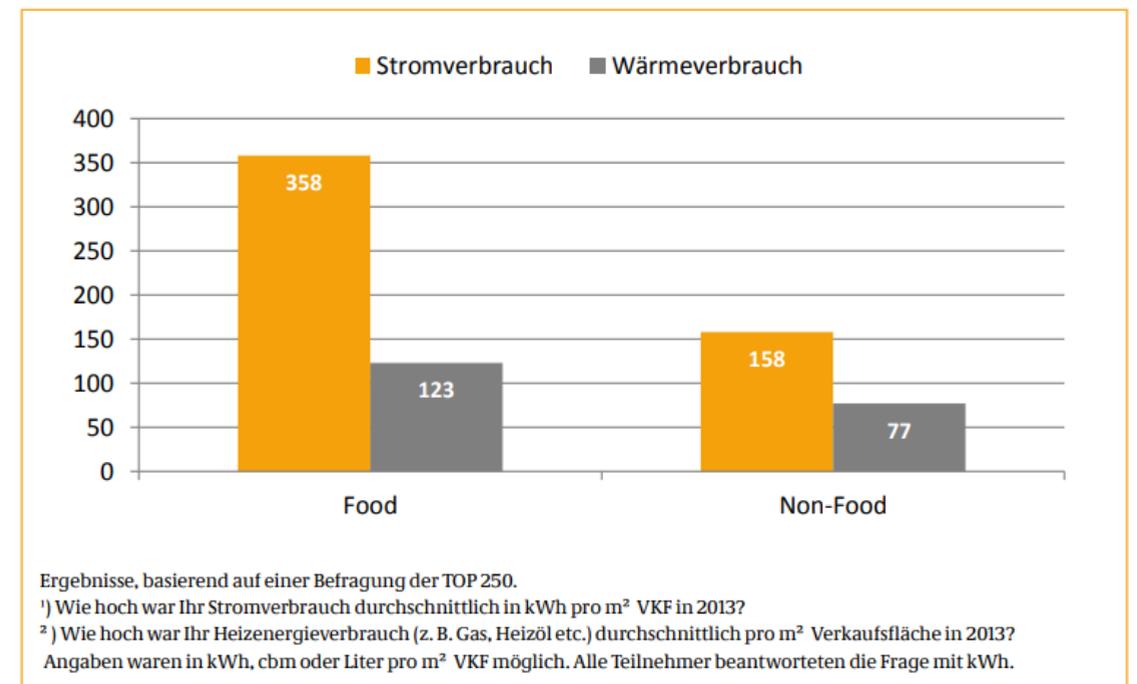
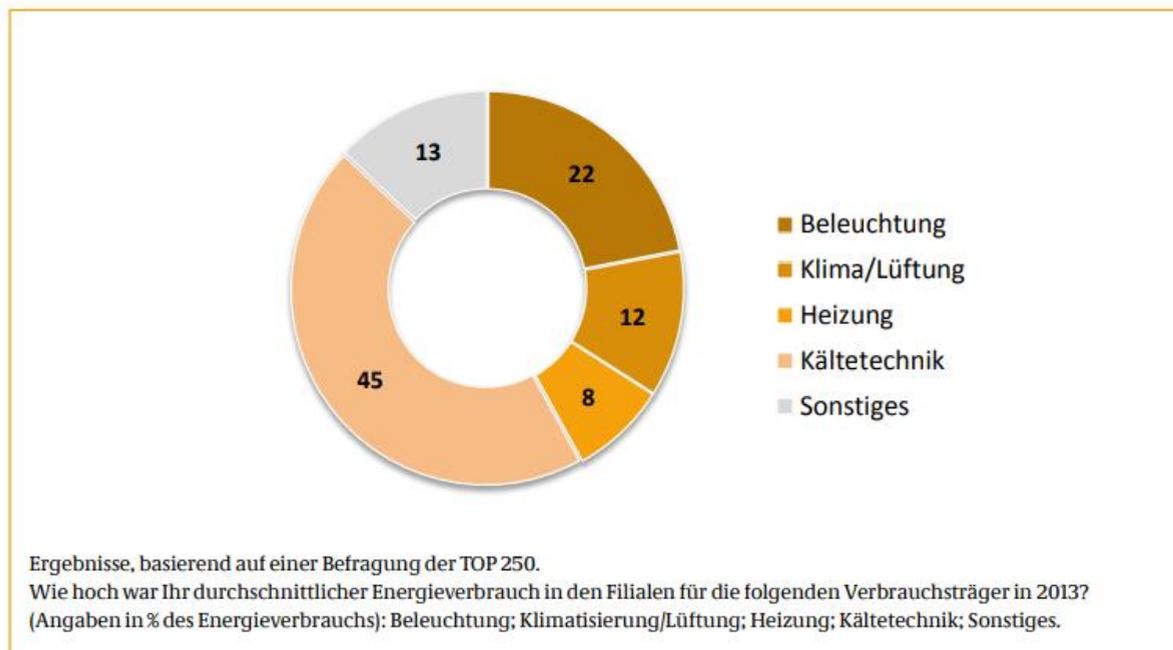


Quelle: dena

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Durchschnittlicher Strom- und Heizenergieverbrauch im Einzelhandel

- Entscheidender Unterschied zwischen Food und Non-Food Verkaufsstellen liegt in dem Betrieb von Kühlmöbeln, bzw. Kälteanlagen, die im Food-Bereich unverzichtbar sind

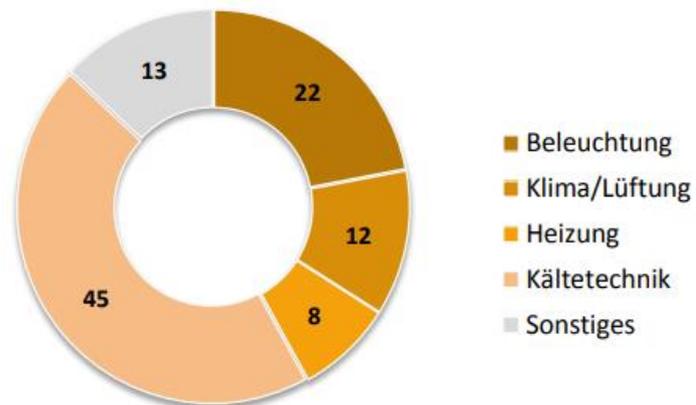


# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Durchschnittlicher Strom- und Heizenergieverbrauch im Einzelhandel

- Im Non-Food Bereich ist die Beleuchtung mit einem Anteil von 53% der größte Energieverbraucher

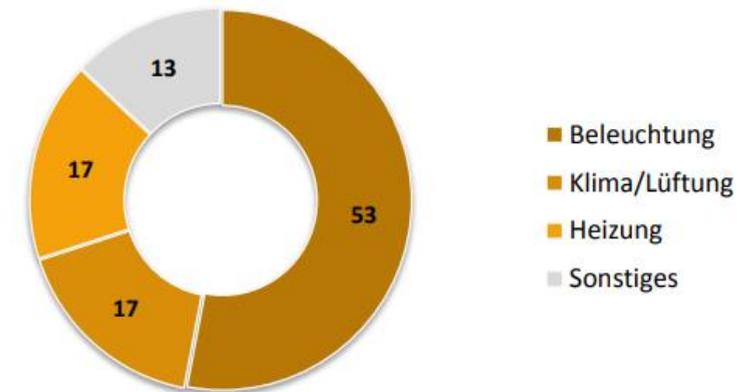
### Food



Ergebnisse, basierend auf einer Befragung der TOP 250.

Wie hoch war Ihr durchschnittlicher Energieverbrauch in den Filialen für die folgenden Verbrauchsträger in 2013?  
(Angaben in % des Energieverbrauchs): Beleuchtung; Klimatisierung/Lüftung; Heizung; Kältetechnik; Sonstiges.

### Non-Food

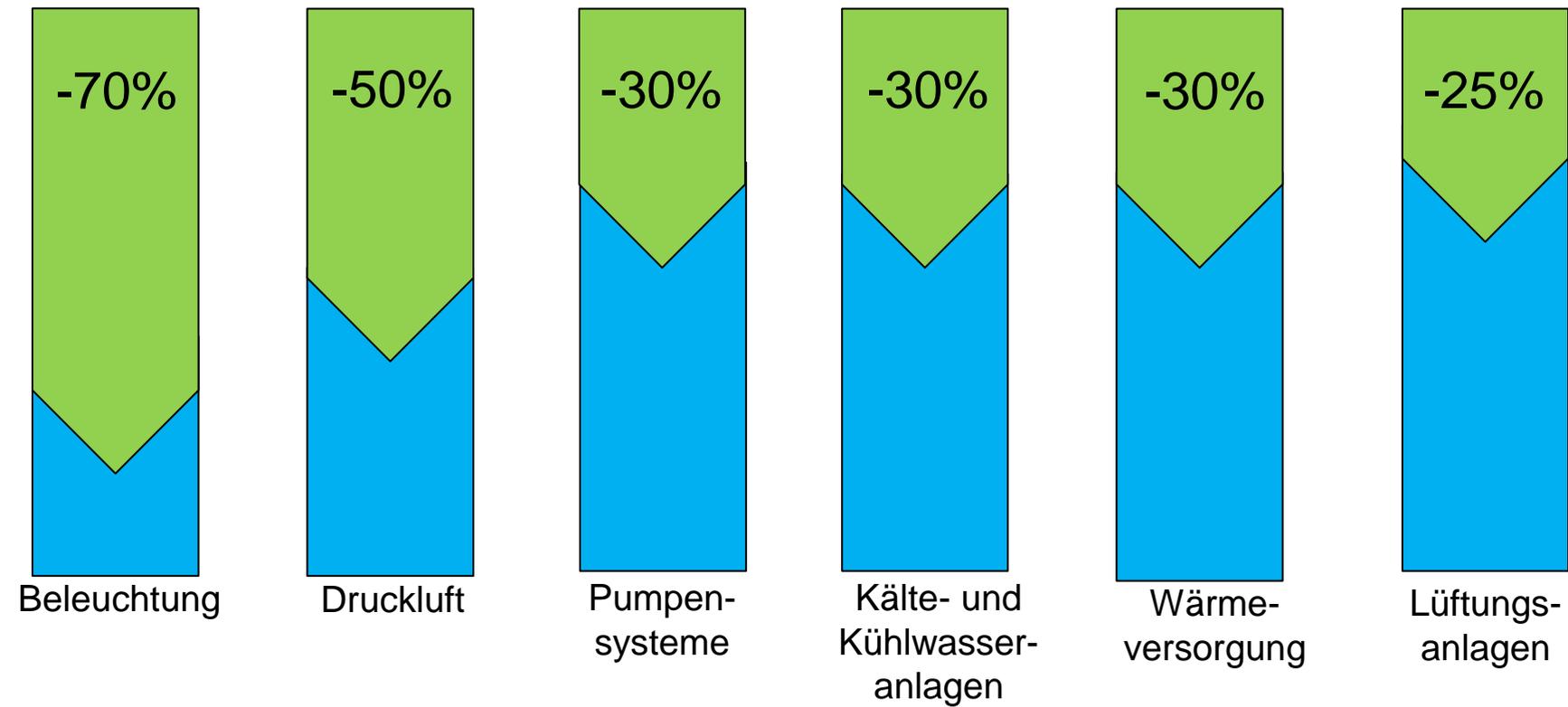


Ergebnisse, basierend auf einer Befragung der TOP 250.

Wie hoch war Ihr durchschnittlicher Energieverbrauch in den Filialen für die folgenden Verbrauchsträger in 2013?  
(Angaben in % des Energieverbrauchs): Beleuchtung; Klimatisierung/Lüftung; Heizung; Sonstiges.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

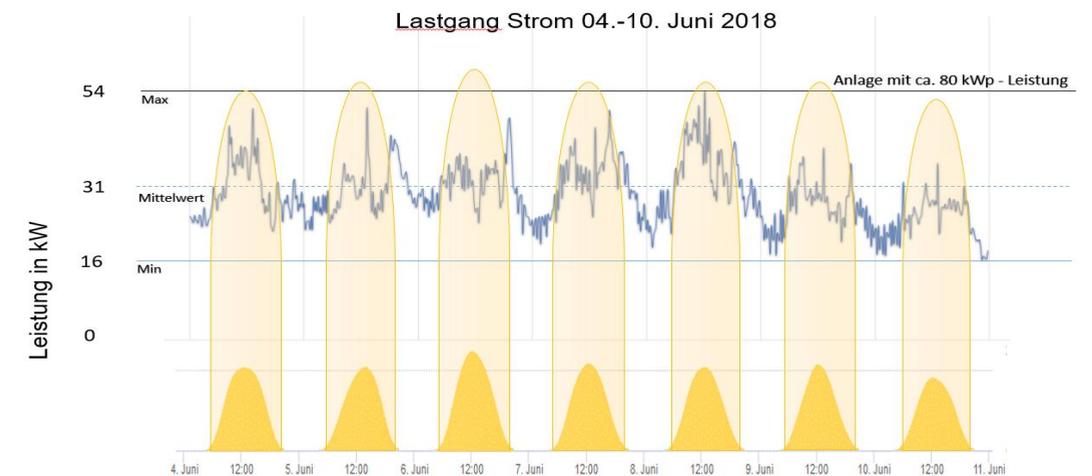
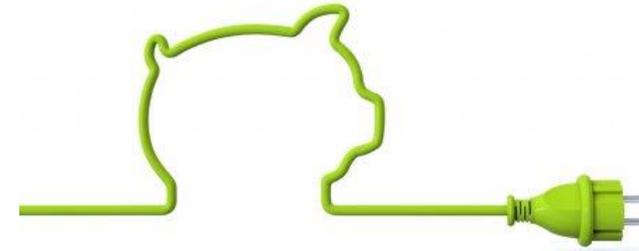
## Energieeinsparpotentiale



# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Energieeinsparpotentiale

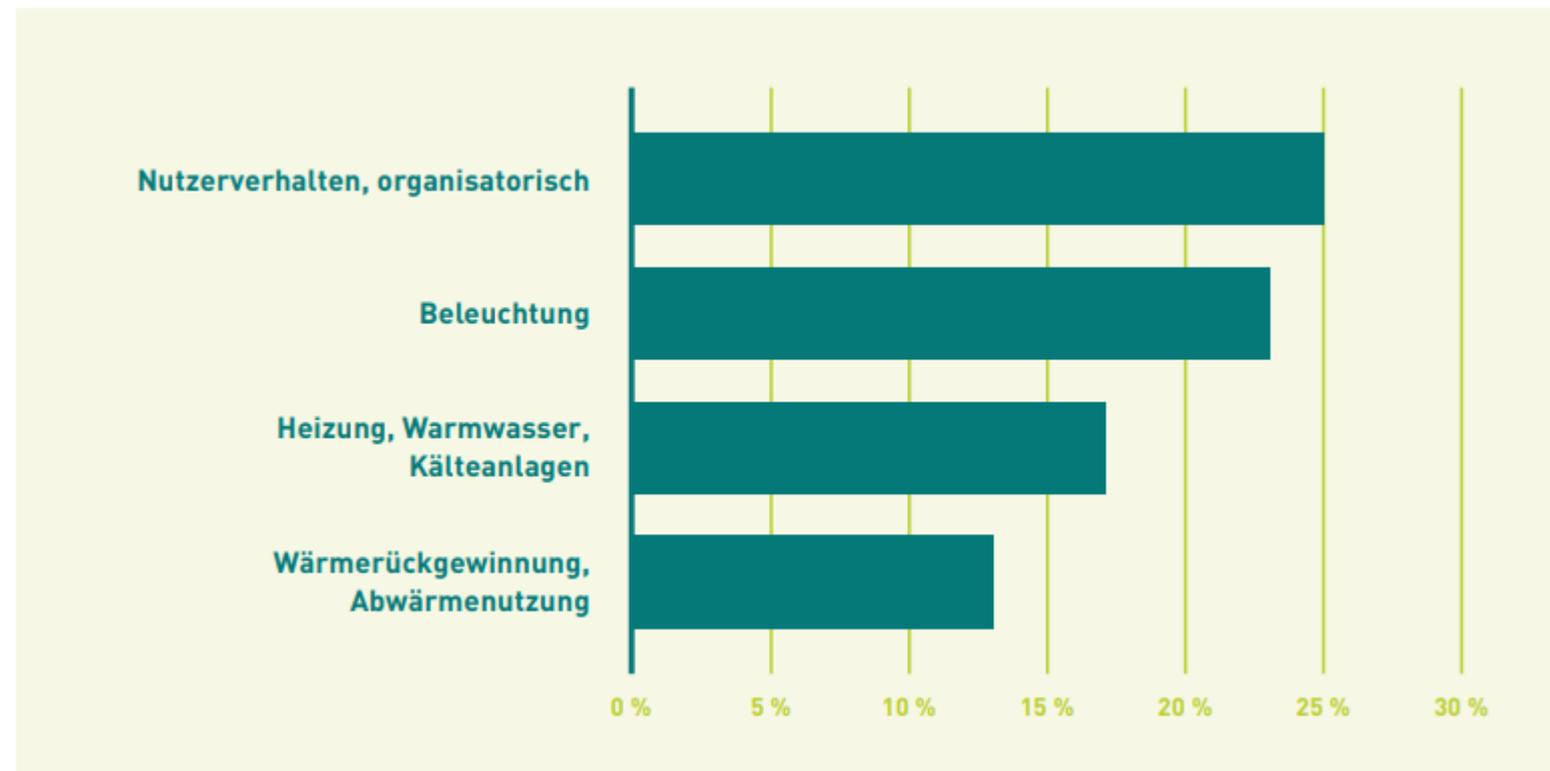
- Effizienzpotenziale finden
- Potenziale nutzen
  - nichtinvestive Maßnahmen (Licht aus, Temperatur senken, Leckagen finden)
  - investive Maßnahmen (LED, Wärmerückgewinnung, Antriebe)
  - organisatorische Maßnahmen (optim. Betriebsabläufe, Energiebeauftragter)
- Energieeinkauf optimieren
- Strom selbst erzeugen (z.B. Photovoltaik)



# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Durchschnittlicher Strom- und Heizenergieverbrauch

- In aktuellen Energieberichten werden in der Branche Änderungen am Nutzerverhalten empfohlen, da hier große Einsparungsmöglichkeiten vorliegen



# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Durchschnittliche Priorisierung von Energieeffizienzmaßnahmen

- Beleuchtung ist – trotz hohem Anteil der Kälteanlagen – die Hauptpriorität
  - Dies liegt i.d.R. daran, dass Kälteanlagen höhere Investitionen erfordern und längere Amortisationszeiten aufweisen

### Food

Priorität	Kategorie	Bandbreite Einsparpotenzial
1	Beleuchtung	10 bis 50 %
2	Kühlung (LEH)	10 bis 50 %
3	Lüftung/Klima/Wärmerückgewinnung/Regeltechnik	5 bis 25 %
4	Energiecontrolling/-management	1 bis 10 %
5	Mitarbeitersensibilität	3 bis 5 %

### Non-Food

Priorität	Kategorie	Bandbreite Einsparpotenzial
1	Beleuchtung	10 bis 30 %
2	Lüftung/Klima/Wärmerückgewinnung/Regeltechnik	5 bis 30 %
3	Energiecontrolling/-management	1 bis 15 %
4	Mitarbeitersensibilität	3 bis 10 %

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Beleuchtung

- Bereits Standard - innen:
  - Bedarfsorientierte Schaltung in Abhängigkeit von Öffnungszeiten, Reinigung, Warenanlieferung, etc.
    - Bei Arbeitsbeginn zu einem Drittel angeschaltet
    - Bei Ladenöffnung vollständig
- Bereits Standard - außen:
  - Zeit-, Helligkeits- und bedarfsabhängige Steuerung von
    - Außenreklame
    - Parkplatzbeleuchtung
    - Werbestrategien

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Beleuchtung

- Wahl des Leuchtmittels ist entscheidend
- LED übertrifft bereits die Werte von Lichtausbeute und Farbwiedergabe anderer Beleuchtungssysteme

→ Lichtstrom und Lichtausbeute
→ Beleuchtungsstärke
→ Spektrum und Farbwiedergabe
→ Abstrahlung und Lichtverteilung
→ Lebensdauer
→ Alterungseigenschaften
→ Regelbarkeit
→ Anschaffungskosten

	Lichtausbeute in lm/W	Lebensdauer in h	Anmerkungen
LED	100 - 180	bis 50.000	→ Höchste Effizienz → Lange Lebensdauer → Gute Farbwiedergabe, unterschiedliche Lichtfarben → Flexible Anwendung, Einsatz in allen Bereichen → Relativ teuer in der Anschaffung → Wartungsfrei → Empfindlich gegenüber Feuchtigkeit und Wärme
Natriumdampf- hochdrucklampe	80 - 150	ca. 12.000	→ Hohe Lichtausbeute → Gelbe Lichtfarbe, schlechte Farbwiedergabe → Nur für Außenbeleuchtung (Straßen, Tunnel, Häfen)
Halogen- metaldampflampe	80 - 120	ca. 10.000	→ Gute Effizienz → Gute Farbwiedergabe → Kompakte Bauweise
Leuchtstofflampe (T5)	100	ca. 20.000	→ Gute Lichtausbeute → Gute Wirtschaftlichkeit → Robust → Einsatz in Flächenbeleuchtung
Kompaktleuchtstofflampe (Energiesparlampe)	60 - 80	ca. 9.000	→ Verboten seit April 2015
Quecksilberdampf- hochdrucklampe	30 - 60	ca. 10.000	→ Verboten seit April 2015
Halogenglühlampe	20 - 30	ca. 2.500	→ Verboten seit September 2016
Glühlampe	10 - 15	ca. 1.000	→ Verboten seit September 2009

# Effizienzpotentiale

## Effizienz von Beleuchtungssystemen

*Einsparpotential bis zu 20%*

### Darauf muss ich achten:

- Bedarfsorientiert ausrichten  
(Zonierung, Präsenzmelder)
- Umrüstung auf LED und Austausch T8 Leuchtstoffröhren gegen T5 mit elektr. Vorschaltgeräten
- Tageslichtnutzung erhöhen  
(Helligkeitsabhängige Sensorik)
- Regelmäßige Reinigung
- Wand und Inneneinrichtung möglichst hell

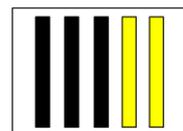
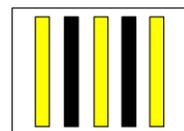
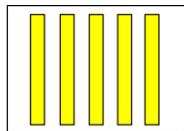
# Effizienzpotentiale

## Effizienz von Beleuchtungssystemen

- ✓ Beleuchtungsstärke nach Arbeitsstätten-Richtlinie (ASR) planen (Siehe auch DIN EN 12464-1)
- ✓ Tageslichtsteuerung / Bewegungsmelder / Zeitschaltuhren installieren / Dimmen



- ✓ Gruppenschaltung von Leuchten ermöglichen



# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Beleuchtung

LED.Check

EnergieAgentur.NRW 

BERECHNUNG | ERGEBNIS |

### Berechnung

#### Kosten

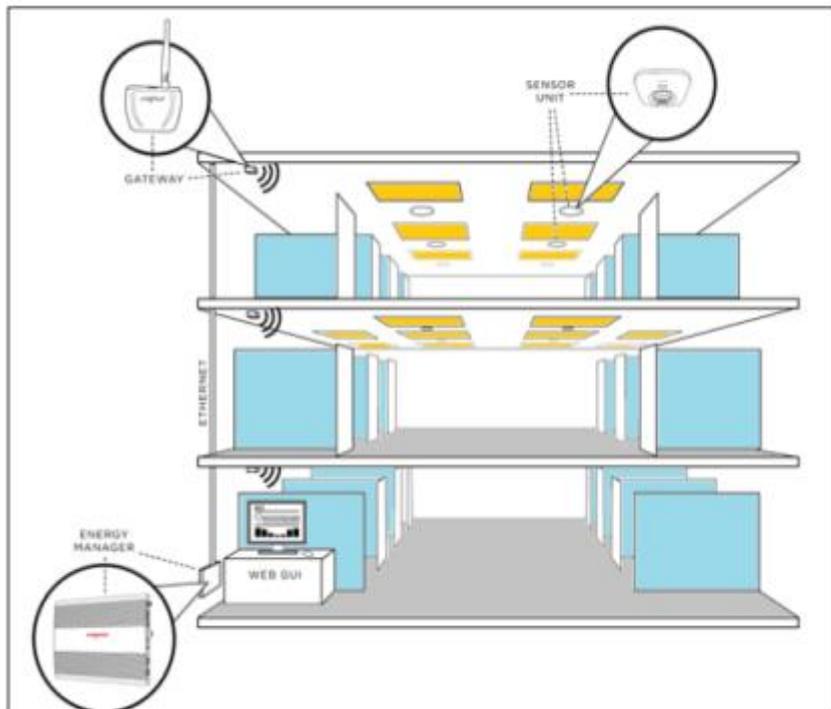
Leistungspreis:  € / kW  
Strompreis:  € / kWh

#### Halle 1

Art des Vorschaltgerätes:  ▼  
Röhrenlänge:  ▼ cm  
Lampenleistung: 0 Watt  
Anzahl Lampen:  ▼  
Tägliche Betriebsdauer:  ▼ Stunde(n)  
Jährliche Betriebsdauer:  ▼ Tag(e)  
Jährliche Betriebsdauer: 0 Stunde(n)  
Anschaffungskosten altes Leuchtmittel:  €  
Anschaffungskosten LED:  €  
Lebensdauer altes Leuchtmittel:  Stunde(n)  
Lebensdauer LED:  Stunde(n)

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Beleuchtung



## e Grundaufbau des Systems



### Sensoren:

- Installiert in einer 1:1 Beziehung / Leuchte
- Misst Belegung, Licht, Temperatur
- Sendet Daten an das Gateway



### Gateways

- Datenpunkt zwischen Energy Manager und Sensor
- Drahtlos für den Sensor, LAN gebunden für den Energy Manager
- Sendet Updates und Befehle an den Sensor



### Energy Manager

- Verarbeitet alle Daten und Befehle
- Zugriff über Web-Browser von lokalen Arbeitsplätzen
- Administration aller Profile, Einstellungen und Sensoren

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Beleuchtung

**enlighted™**  
A Siemens Company

**TRiALED**  
LED LICHT: MADE IN GERMANY

### Lichtmanagement Sensorik

- Die modernsten Sensoren zur Steuerung der Räumlichkeiten



Micro Sensor



Aufputz Sensor



Highbay Sensor IP65



Bluetooth



Bewegung



Temperatur



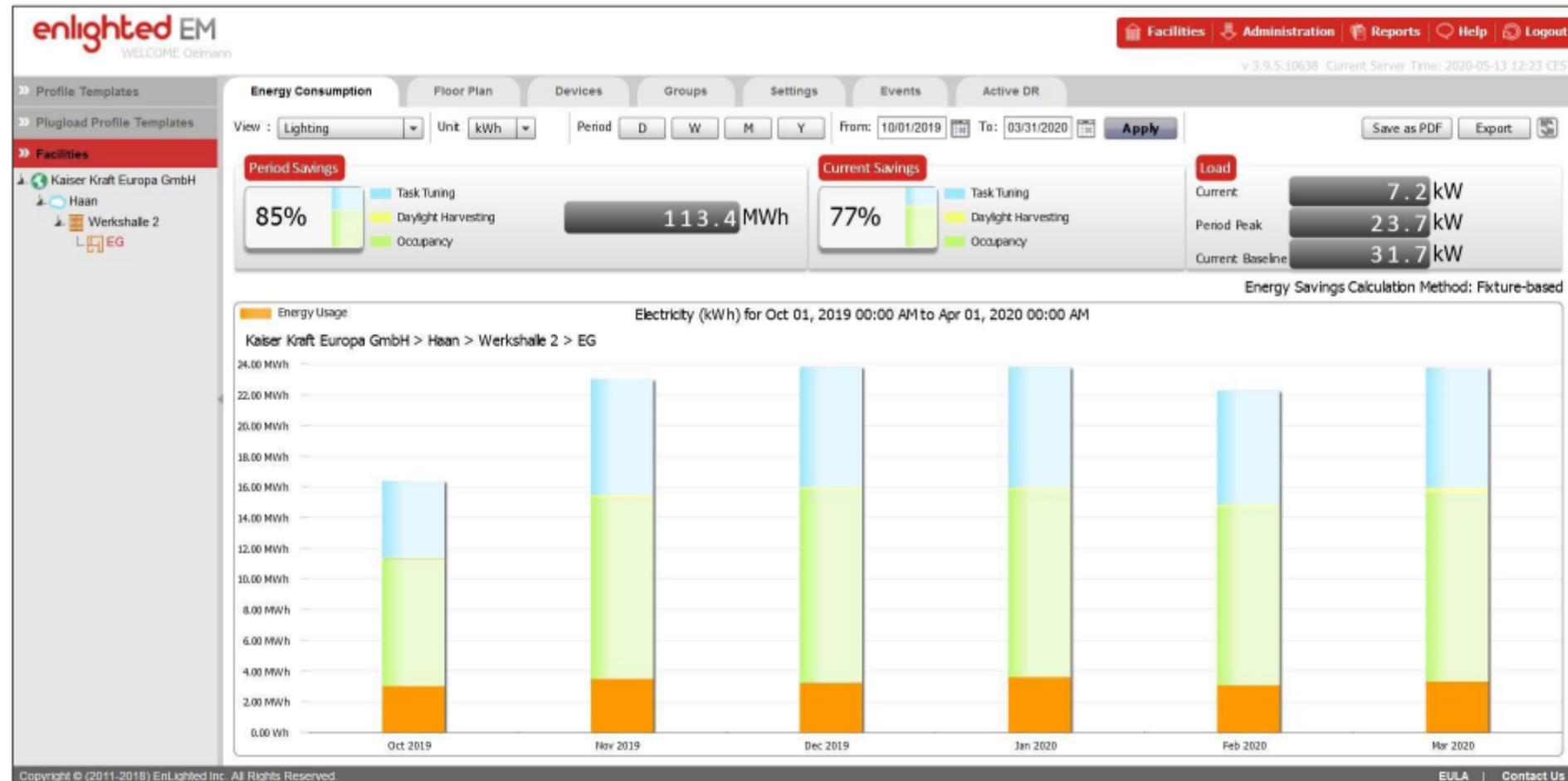
Tageslicht



Leistung

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Beleuchtung



### Legende:

- **Blauer Bereich:** Einsparung\* durch reduzierte Leistung
- **Grüner Bereich:** Einsparungen durch Bewegungsmelder
- **Orangener Bereich:** Tatsächlicher Verbrauch

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

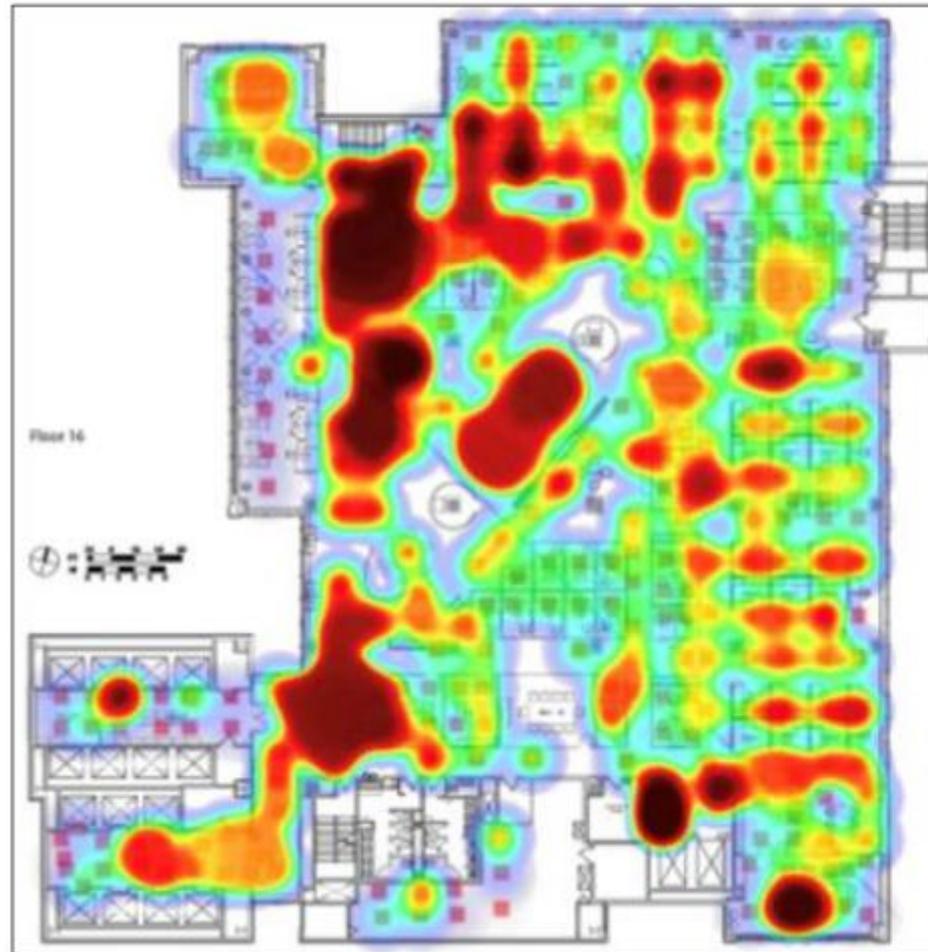
## Beleuchtung



- Jeder Lichtpunkt wird visualisiert und kann einzeln angesprochen werden.
- Jeder Lichtpunkt liefert Daten für das Gebäude 4.0.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Beleuchtung



- Die Heatmap schlüsselt die Belegungs- und Bewegungsstrukturen auf.
- Die Eingrenzung kann auf individuelle Zeiträume eingegrenzt werden.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Gebäudesanierungsmaßnahmen

- Zum überwiegenden Teil werden Gebäude als Mieter genutzt
  - Fokus auf Anlagentechnik
- Falls das Gebäude als Eigentümer genutzt wird sollten Gebäudesanierungsmaßnahmen geprüft werden
  - Fokus auf Dämmmaßnahmen
  - Fokus auf Heizsystem, Lüftung, etc.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

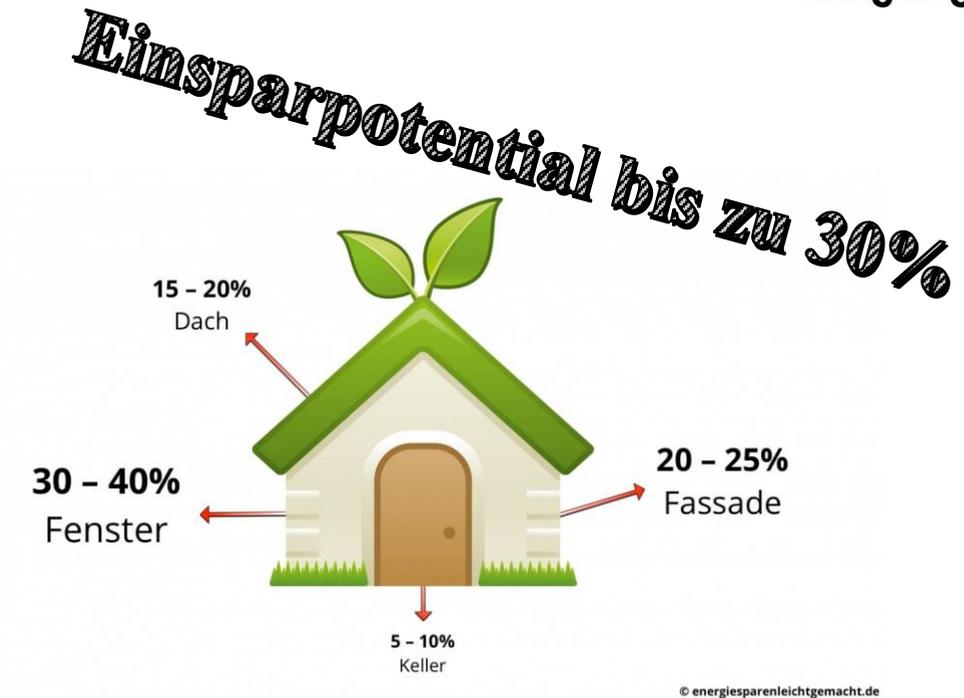
## Gebäudesanierungsmaßnahmen

- In unseren Breiten muss ein gutes, ausgeglichenes Gebäude sehr gut gedämmt sein und unnötige Wärmeverluste vermeiden
- Es braucht einen optimalen Sonnenschutz
- Die Oberflächen sollten zum Heizen und Kühlen bei geringen Temperaturunterschieden verwendet werden
- Auch eine regenerative Energieversorgung und
- Die Verwendung regional nachwachsender Baustoffe sind wichtig

# Effizienzpotentiale Wärmeverluste Gebäudehülle

## Darauf muss ich achten:

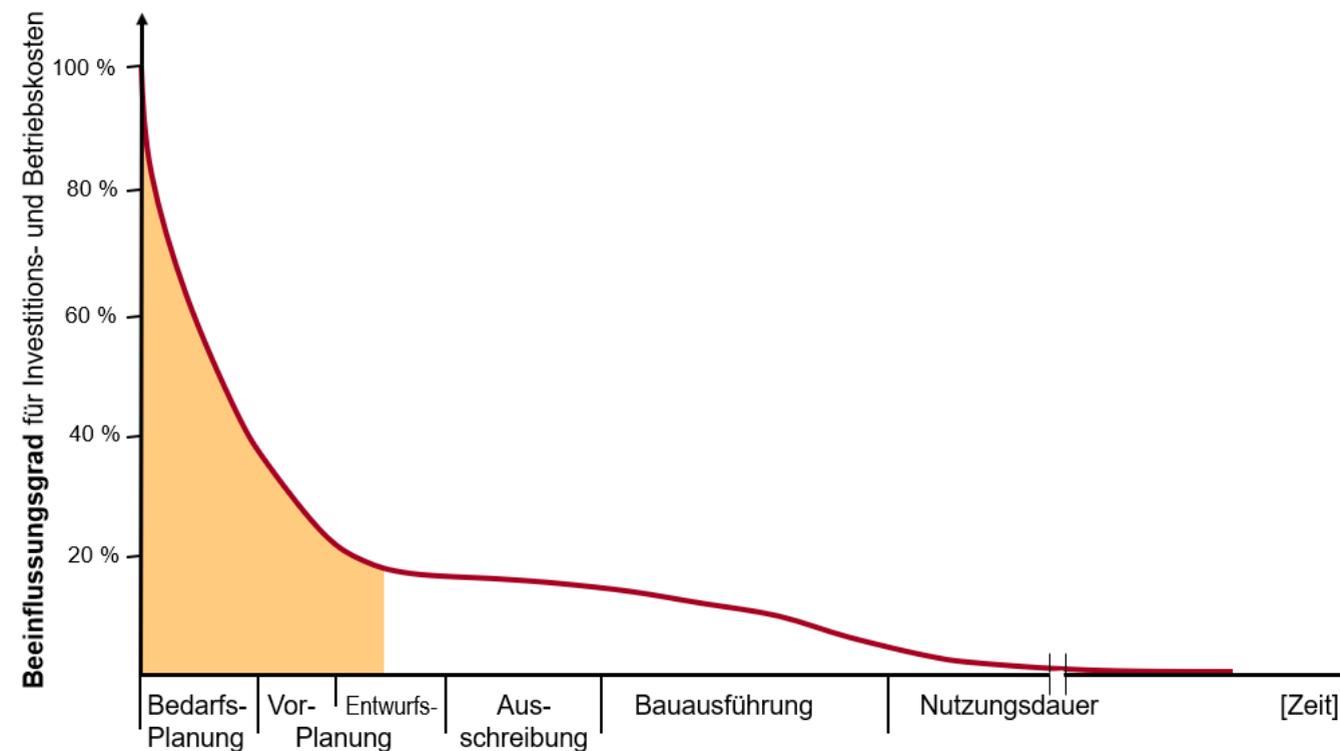
- Dämmung der Gebäudehülle
- Erneuerung der Fenster (Wärmeschutzverglasung)
- Einbau einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung
- Klare Trennung von beheizten und unbeheizten Bereichen
- Schnelle selbstschließende Türen und Tore (Windfänge im Eingangsbereich / Schnellauftore im Hallenbereich)



# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Gebäudesanierungsmaßnahmen

- Einflussmöglichkeiten auf die Energiekosten sind zu Beginn einer Gebäudeplanung am größten



# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

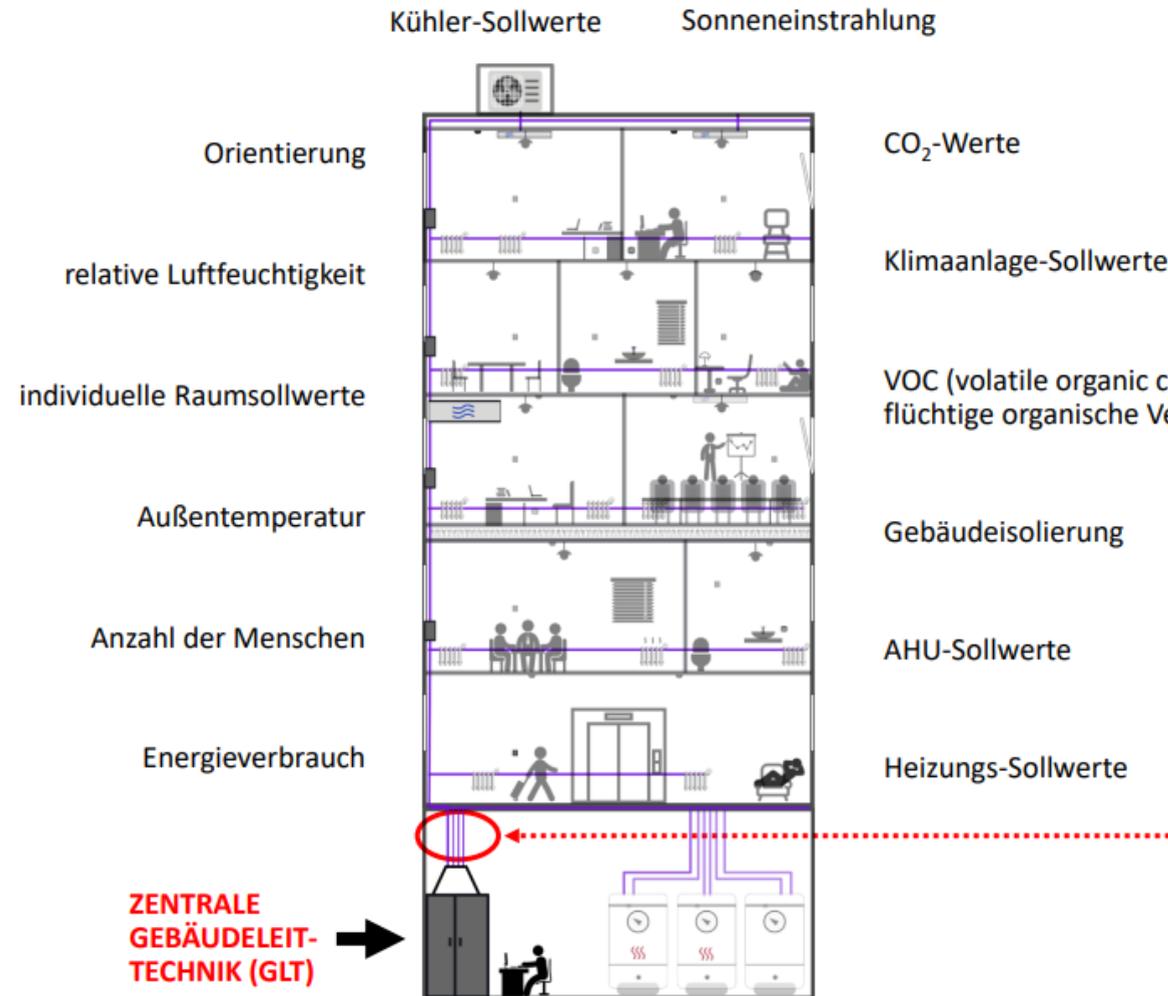
## Heizsystem

- **Faustregel:**
  - Außerhalb der Öffnungszeiten die Temperaturen möglichst gering halten
  - Temperaturbedürfnisse des Personals können von den Bedürfnissen der Kunden erheblich abweichen
  - **Beispiel:**
    - Im Winter tragen Kunden warme Kleidung und eine Temperatur von 16°C wäre in Ordnung. Aus arbeitsschutzrechtlichen Gründen wird man jedoch auf 20 – 22°C aufheizen.
    - Im Sommer steigt die Erkältungsgefahr für Kunden und Personal wenn zu sehr heruntergekühlt wird
  
- **1°C Absenkung = 6% Energieeinsparung**

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Energiemanagement

**DABEL**



**UNMÖGLICH FÜR EINEN MENSCHEN**



Ein Gebäude erzeugt mehr als 22.000 Innen- und Außenraumvariablen pro Minute

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Energiemanagement

### ERGEBNISSE – NUR MIT EINEM SOFTWARE-UPDATE VON DABEL



- **+35% Einsparung** HLK-Verbrauch und CO<sub>2</sub> Emissionen.
- +50% proaktive Reduktion der Anomalien und Betriebsprobleme.
- 1 Woche Implementierungsdauer.
- 6.000 m<sup>2</sup>, GLT von Honeywell im Einsatz, läuft seit Juni 2019.

**+10.100**  
Entscheidungen pro Monat ohne menschliches Eingreifen, z. B. Ventileinstellungen



- **+22% Einsparung** HLK-Verbrauch und CO<sub>2</sub> Emissionen.
- +50% proaktive Reduktion der Anomalien und Betriebsprobleme.
- 1 Woche Implementierungsdauer.
- 5.500 m<sup>2</sup>, GLT von Honeywell im Einsatz, Lläuft seit Januar 2020.

**42%**  
Einsparung  
Kühlenergie

**39%**  
Einsparung  
Heizenergie

**0,13 - 0,25 €/m<sup>2</sup>**  
Ersparnis pro Gebäude und Monat

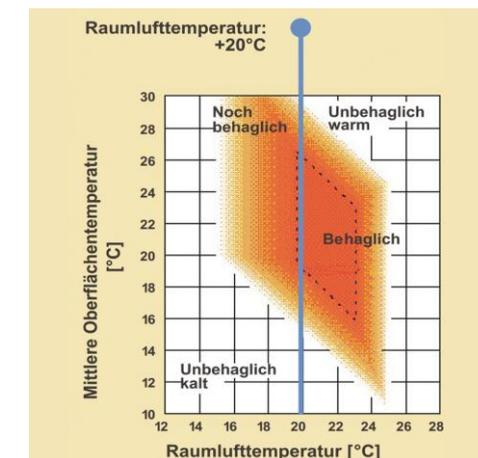
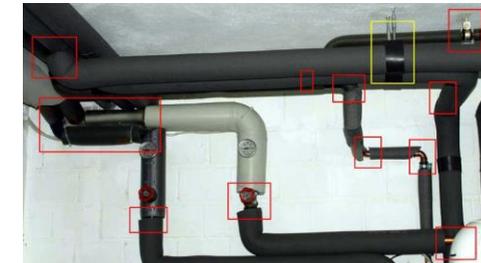
# Effizienzpotentiale

## Effizienz von Heizsystemen

*Einsparpotential bis zu 20%*

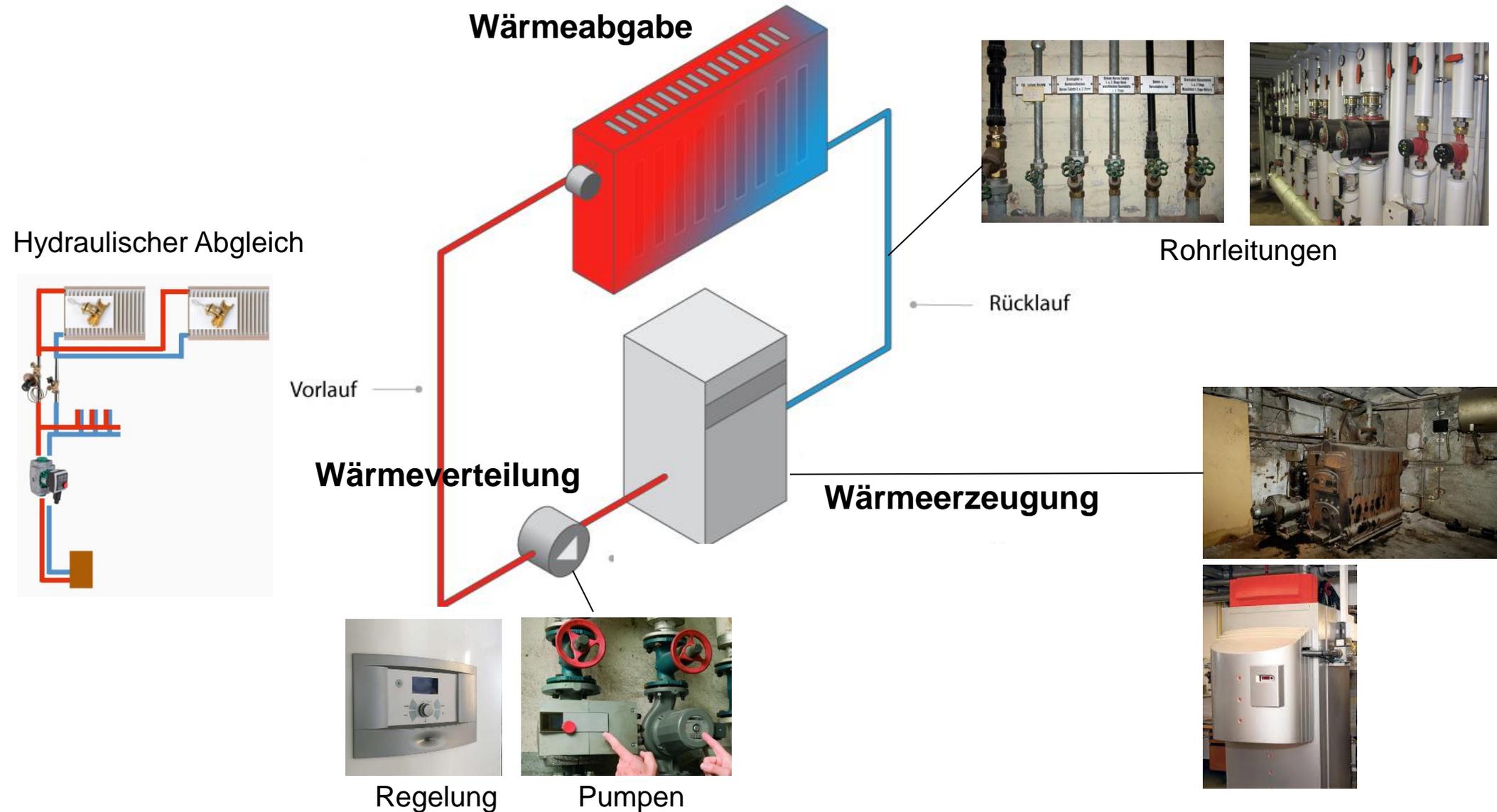
### Darauf muss ich achten:

- Heizkessel prüfen  
(Überdimensionierung, Hydraulischer Abgleich, Austausch gegen moderne Kesseltechnik)
- Hocheffiziente Umwälzpumpen
- Effiziente Wärmeübergabesysteme  
(z.B. Deckenstrahlplatten statt Luftheritzer)
- Wärmedämmung von Rohren, Wartungsintervalle einhalten
- Abgas-Wärmerückgewinnung
- Nachtabsenkung (Anpassung Temperatur an Betriebszeiten)



# Effizienzpotentiale

## Effizienz von Heizsystemen



# Effizienzpotentiale

## Effizienz von Heizungsanlagen

		Energieverbrauch [kWh/a]			Kosten [€/a]
	<b>Pumpe (alt)</b>	<b>400-600</b>			<b>150-180</b>
	Elektroherd	450			135
	Kühlschrank	330			100
	Waschmaschine	200			60
	Fernseher	200			60
	<b>Pumpe (neu)</b>	<b>50-100</b>			<b>15-30</b>

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Kältetechnik

- Bereits Standard:
  - Verglasung von Kühlmöbeln
  - Austausch veralteter steckerfertiger Kühlmöbel
  - Einsatz energieeffizienter Kälteanlagen

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Kältetechnik

- Basics:
  - Wärmeeintrag ins Gebäude durch Verschattung vermeiden
  - Effiziente Beleuchtung mit wenig Wärmeabgabe, bzw. geringer thermischer Last, verwenden
  - Nutzung von effizienter adiabater Kühlung prüfen
    - Dabei wird die Abluft mit Wasser befeuchtet (ca. 10-12°C) und dabei abgekühlt
    - Die warme Zuluft gibt dann über einen Wärmeübertrager die Wärme an die kühle Abluft ab
    - **Einsparung bis zu 80% möglich**

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Kältetechnik

- Achten Sie zum Beispiel auf energieeffiziente Kühlmöbel



# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Kältetechnik

- Einsparmöglichkeiten:
  - Truhen vom Netz nehmen
  - Temperaturen nicht unnötig unterschreiten
  - Maximal verfügbare Füllräume einhalten
  - Standort im Markt
  - Beleuchtung
  - Regelmäßige Wartung
  - Verbundkühlmöbel und Abwärmenutzung
  - Abdecken offener Kühlmöbel

Strombedarf <sup>10</sup> von Kühlmöbeln pro m <sup>3</sup> Lagervolumen – Plus-Kühlung (NK = Normalkühlung)		
	offen	geschlossen
Regale	785,- EUR/m <sup>3</sup> bis 3.567,- EUR/m <sup>3</sup>	613,- EUR/m <sup>3</sup> bis 1.385,- EUR/m <sup>3</sup>
Truhen	1.284,- EUR/m <sup>3</sup> bis 6.303,- EUR/m <sup>3</sup>	212,- EUR/m <sup>3</sup> bis 357,- EUR/m <sup>3</sup>



# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Kältetechnik

- Einsparmöglichkeiten:
  - **Truhen vom Netz nehmen**
  - Temperaturen nicht unnötig unterschreiten
  - Maximal verfügbare Füllräume einhalten
  - Standort im Markt
  - Beleuchtung
  - Regelmäßige Wartung
  - Verbundkühlmöbel und Abwärmenutzung
  - Abdecken offener Kühlmöbel

### → Truhen vom Netz nehmen

Für die Kühlung außerhalb der Öffnungszeiten können Zeitschaltuhren eingesetzt werden, sodass die Kühltruhen für Waren, die nicht notwendigerweise gekühlt werden müssen, nach Ladenschluss automatisch abgeschaltet werden.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Kältetechnik

- Einsparmöglichkeiten:
  - Truhen vom Netz nehmen
  - **Temperaturen nicht unnötig unterschreiten**
  - Maximal verfügbare Füllräume einhalten
  - Standort im Markt
  - Beleuchtung
  - Regelmäßige Wartung
  - Verbundkühlmöbel und Abwärmenutzung
  - Abdecken offener Kühlmöbel

### → Temperaturen nicht unnötig unterschreiten

Für Tiefkühlprodukte liegt die empfohlene Temperatur bei -19 °C, für Speiseeis bei -21 °C. Jedes Grad darunter liefert keinen Mehrwert in Bezug auf Qualität und Sicherheit. Es gilt die Faustregel, dass sich für jedes Grad zu niedrig gewählter Temperatur der Energiebedarf um jeweils 4 % erhöht. Nicht immer liefert das fest installierte Thermometer genaue Zahlen, ein Nachmessen lohnt sich also.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Kältetechnik

- Einsparmöglichkeiten:
  - Truhen vom Netz nehmen
  - Temperaturen nicht unnötig unterschreiten
  - **Maximal verfügbare Füllräume einhalten**
  - Standort im Markt
  - Beleuchtung
  - Regelmäßige Wartung
  - Verbundkühlmöbel und Abwärmenutzung
  - Abdecken offener Kühlmöbel

### → Maximal verfügbare Füllräume einhalten

Ein Großteil der Wärme gelangt über die Raumluft in die Kühlmöbel. Luftschleier helfen dabei, den Temperatur-austausch deutlich zu vermindern. Wird die maximale Füllhöhe einer Kühltruhe überschritten oder wird die Ware über den Rand des Kühlregals hinaus gestapelt, kommt es zu einer Unterbrechung dieses Luftstroms. In Folge des-sen erhöht sich der Energieverbrauch und die Produkt-qualität leidet.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Kältetechnik

- Einsparmöglichkeiten:
  - Truhen vom Netz nehmen
  - Temperaturen nicht unnötig unterschreiten
  - Maximal verfügbare Füllräume einhalten
  - **Standort im Markt**
  - Beleuchtung
  - Regelmäßige Wartung
  - Verbundkühlmöbel und Abwärmenutzung
  - Abdecken offener Kühlmöbel

### → Standort im Markt

Kühlgeräte in wärmerer Umgebung können bis zu 30 % mehr Strom verbrauchen. Daher sollte darauf geachtet werden, die Kühlmöbel in möglichst kühlen Bereichen fern von Sonneneinstrahlung und anderen Wärmequellen aufzustellen.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Kältetechnik

- Einsparmöglichkeiten:
  - Truhen vom Netz nehmen
  - Temperaturen nicht unnötig unterschreiten
  - Maximal verfügbare Füllräume einhalten
  - Standort im Markt
  - **Beleuchtung**
  - Regelmäßige Wartung
  - Verbundkühlmöbel und Abwärmenutzung
  - Abdecken offener Kühlmöbel

### → Beleuchtung

Auch bei Kühlmöbeln sollte die Art der Beleuchtung beachtet werden. LED's sind nicht nur im Betrieb stromsparender sondern überzeugen auch durch eine wesentliche geringere Wärmeentwicklung und auf die Ware spezialisierte Farbabstimmung.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Kältetechnik

- Einsparmöglichkeiten:
  - Truhen vom Netz nehmen
  - Temperaturen nicht unnötig unterschreiten
  - Maximal verfügbare Füllräume einhalten
  - Standort im Markt
  - Beleuchtung
  - **Regelmäßige Wartung**
  - Verbundkühlmöbel und Abwärmenutzung
  - Abdecken offener Kühlmöbel

### → Regelmäßige Wartung

Eine intakte Funktionsweise ist für einen energieeffizienten Betrieb essentiell. Daher sollte die bestimmungsgemäße Funktionsbereitschaft der Kühltruhen regelmäßig überprüft werden. Verschmutzungen können den Betrieb stören. So kann bspw. eine starke Verschmutzung des Verflüssigers den Energiebedarf um 15 % erhöhen.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Kältetechnik

- Einsparmöglichkeiten:
  - Truhen vom Netz nehmen
  - Temperaturen nicht unnötig unterschreiten
  - Maximal verfügbare Füllräume einhalten
  - Standort im Markt
  - Beleuchtung
  - Regelmäßige Wartung
  - **Verbundkühlmöbel und Abwärmenutzung**
  - Abdecken offener Kühlmöbel

### → Verbundkühlmöbel und Abwärmenutzung

Die Installation steckerfertiger Kühlmöbel ist im Vergleich zu Verbundkühlmöbeln mit zentraler Kälteerzeugung deutlich einfacher und bedarf keiner baulicher Veränderungen am Standort. Verbundkühlmöbel bieten jedoch den Vorteil, dass sich durch die Zentralkühlung die Abwärme nutzen lässt. Diese kann im Anschluss für die Warmwasseraufbereitung und die Gebäudebeheizung genutzt werden. Dadurch lässt sich der Wirkungsgrad der Anlage erheblich steigern und den Gesamtenergieverbrauch des Marktes um ein beträchtliches Maß reduzieren.

Jedes steckerfertige Kühlmöbel hat eine warme Rückseite, worüber die aus dem Kühlraum entzogene Wärme abgeführt wird und unkontrolliert in den Verkaufsraum gelangt. Im Sommer verursacht dieser Wärmeinfall gegebenenfalls zusätzlichen Energieverbrauch über die Klimaanlage. Die Entscheidung zwischen den Varianten "steckerfertig" oder "zentrale Kälteanlage" bestimmen die Anforderungen an die Größe der benötigten Lagerflächen und die Flexibilität bei der Aufstellung im Verkaufsraum. Auch wenn die zentral gekühlten Geräte letzten Endes immer effizienter sind, so lässt sich das mobile Kühlmöbel je nach Saison im Laden flexibel umstellen.

Während kleinere Lebensmittelläden meist nicht von den Vorteilen einer zentralen Anlage profitieren können, da sie sich hier nicht amortisieren, setzen große Handelsketten auf eine optimale Kombination zwischen beiden Lösungen.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Kältetechnik

- Einsparmöglichkeiten:
  - Truhen vom Netz nehmen
  - Temperaturen nicht unnötig unterschreiten
  - Maximal verfügbare Füllräume einhalten
  - Standort im Markt
  - Beleuchtung
  - Regelmäßige Wartung
  - Verbundkühlmöbel und Abwärmenutzung
  - **Abdecken offener Kühlmöbel**

### → Abdecken offener Kühlmöbel

Man stelle sich vor, die Kühlschranktür zu Hause würde den ganzen Tag offen stehen. In vielen Supermärkten ist das leider immer noch Realität. Abdeckungen haben sich bei Tiefkühlmöbeln schon erfolgreich durchgesetzt, für Kühlregale hat diese Lösung leider noch Seltenheitswert. Dabei lassen sich durch den Einbau von Glastüren bis zu 40 % der gesamten Energie einsparen. Die Investitionskosten sind vergleichsweise gering und eine schnelle Amortisation ist durch die hohe Einsparung gewährleistet. Verschiedene Studien haben gezeigt, dass Glasabdeckungen von Kühlmöbeln auch vom Kunden akzeptiert werden und sich nicht negativ auf das Kaufverhalten auswirken. Im Falle einer Entscheidung gegen die Glastürvariante sollte zumindest der Einsatz von Nachtrollos in Erwägung gezogen werden. Damit kann man den Energiebedarf außerhalb der Ladenöffnungszeiten verringern. Den Kaltluft einfall in den Verkaufsraum durch offenstehende Kühlmöbel sollte man nicht unterschätzen. So kommt es z.B. häufig vor, dass direkt oberhalb eines Kühlregals ein Klima-Deckengerät angeordnet ist (manchmal ist es auch ein Türluftschleier). Dieses Gerät versucht nun die Raumlufttemperatur auf Sollwert zu halten. Hier heizen und kühlen dann zwei Geräte um die Wette.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Lüftungstechnik

- Basics:
  - Neben Temperierung ist die Luftqualität entscheidend
  - Permanente Frischluftzufuhr ist notwendig
  - Durch Einsatz einer Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung können bis zu 70% der Wärme aus der Abluft an die Zuluft übertragen werden
  - Dabei sollte die Lüftungsregelung an den CO<sub>2</sub>-Gehalt der Luft gekoppelt werden
  - Türluftschleieranlagen verhindern das Vermischen verschiedener Luftdrücke, welche durch das Temperaturgefälle zwischen Innenraum und Außenluft entstehen
  - **Je größer das  $\Delta T$ , desto größer der Energieverlust**

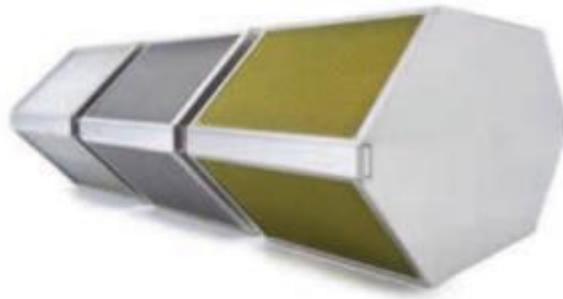
ICS 91.140.30		VDI-RICHTLINIEN		Juli 2010 July 2010	
VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE		Raumlufttechnik Verkaufsstätten (VDI-Lüftungsregeln)  Air conditioning Sales outlets (VDI ventilation code of practice)		VDI 2082  Ausg. deutsch/englisch Issue German/English	
Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.			The German version of this guideline shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.		
<b>Inhalt</b>	Seite	<b>Contents</b>	Page		
Vorbemerkung	2	Preliminary note	2		
Einleitung	2	Introduction	2		
<b>1 Anwendungsbereich</b>	2	<b>1 Scope</b>	2		
<b>2 Normative Verweise</b>	3	<b>2 Normative references</b>	3		
<b>3 Begriffe</b>	3	<b>3 Terms and definitions</b>	3		
<b>4 Aufgaben der Lüftung</b>	4	<b>4 Ventilation tasks</b>	4		
4.1 Grundlagen	4	4.1 Fundamentals	4		
4.2 Lufttechnische Systeme	4	4.2 Ventilation systems	4		
4.3 Sonstige Anlagen	6	4.3 Other systems	6		
<b>5 Anforderungen</b>	6	<b>5 Requirements</b>	6		
5.1 Bauliche Anforderungen	6	5.1 Constructional requirements	6		
5.2 Brandschutz	7	5.2 Fire protection	7		
5.3 Technische Anforderungen	8	5.3 Technical requirements	8		
5.4 Hygiene	12	5.4 Hygiene	12		
<b>6 Bemessung der Anlage und Anlagentechnik</b>	13	<b>6 System dimensioning and technical systems</b>	13		
6.1 Lasten	13	6.1 Loads	13		
6.2 Freie Lüftung	14	6.2 Natural ventilation	14		
6.3 Maschinelle Lüftung	16	6.3 Mechanical ventilation	16		
6.4 Tür-/Torluftschleieranlagen	19	6.4 Door/gate air curtains	19		
6.5 Entrauchung	22	6.5 Smoke removal	22		
<b>7 Betriebliche Anforderungen</b>	23	<b>7 Operational requirements</b>	23		
7.1 Normalbetrieb	23	7.1 Normal operation	23		
7.2 Brandschutz im Betrieb	24	7.2 Fire protection during operation	24		
<b>8 Hinweise zur technischen Abnahme</b>	25	<b>8 Guidance on technical acceptance</b>	25		
8.1 Allgemeines	25	8.1 General	25		
8.2 Unterlagen	25	8.2 Documentation	25		
8.3 Prüfungen zur Abnahme der Lüftungsanlagen	26	8.3 Acceptance testing of ventilation systems	26		
8.4 Abnahmeprotokoll	26	8.4 Acceptance report	26		
Schrifttum	27	Bibliography	27		
VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG) Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung VDI-Handbuch Raumlufttechnik					

Raumluftanforderungen, wie Temperaturen und Luftgeschwindigkeiten in Abhängigkeit der Raumnutzung und Hinweise zum effizienten Betrieb von raumlufttechnischen Anlagen

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Lüftungstechnik

### Plattenwärmeübertrager PWÜ



Bildquelle: Klingenburg GmbH

- mittlere Effizienz
- preiswert
- begrenzt in der Größe
- nur bedingt regelbar
- erfordert örtliche Nähe von Fortluft und Außenluft

### Kreislauf-Verbund-System KVS



Bildquelle: System HPWRG  
by HOWATHERM®; Copyright: ©kaschikrev

- geringe Effizienz mit konventionellen Systemen
- höhere Effizienz mit Hochleistungs-KVS
- bei hoher Effizienz teurer
- unbegrenzt in der Größe
- Fortluft und Außenluft können räumlich getrennt sein
- gut regelbar
- keine Schadstoffübertragung
- keine Feuchteübertragung möglich

### Rotationswärmeübertrager Rotor



Bildquelle: Klingenburg GmbH

- hohe Effizienz
- preiswert
- auch für große Luftmengen verfügbar
- gut regelbar
- erfordert örtliche Nähe von Fortluft und Außenluft
- Feuchteübertragung ohne Kondensation möglich
- geringe Leckagen nicht auszuschließen

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Lüftungstechnik

- Basics:
  - Umluft ist keine Wärmerückgewinnung
  - Umluft kann bei Luftheiz- oder Luftkühlanlagen sinnvoll sein, um größere Lasten zu decken
  - Im Komfortbereich bedeutet Umluftnutzung allerdings einen zusätzlichen Transportaufwand ohne einen hygienischen Austausch der Luft
  - Grundsätzlich ist es empfehlenswert den Umluftanteil durch eine variable Volumenstromregelung über eine Wärmerückgewinnung zu führen und die Temperatur bei Bedarf der Frischluft zuzuführen

### **Ziel der Wärmerückgewinnung:**

- Übertragung von Wärme aus der Abluft an die Frischluft
  - Kälterückgewinnung im Sommer
  - Ggf. Feuchteübertragung von Abluft an Frischluft

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Energiemanagement

- Einführung, bzw. Ausbau des Energiecontrollings
- Installation von Unterzählern zur Aufschlüsselung des Energieverbrauchs
- Identifizierung der Hauptverbraucher

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Energiemanagement

### Projekt "Strategische Stromverbrauchsoptimierung im Einzelhandel"

#### Ausgangssituation

Die Nebenkostenabrechnung war der einzige Hinweis auf den Energieverbrauch, eine wirklich Transparenz der Energieverbräuche lag nicht vor. So konnten auch keine geeigneten Energieeinsparmaßnahmen identifiziert werden. Lediglich der Austausch der Beleuchtung hin zu LED wurde erkannt und sukzessive umgesetzt.

In den Shops schaltete der erste Mitarbeiter die 100% Beleuchtung ein, und der letzte Mitarbeiter schaltete die 100% Beleuchtung wieder aus. Die Mitarbeiter sind ca. 1,5 Stunden vor und 1 Stunde nach der Geschäftsöffnung im Shop.

Die Lüftungs-/Klimaanlage wurden nicht ein-/ausgeschaltet. Hier wurde lediglich die Temperatur entsprechend der Bedürfnisse eingestellt. Das bedeutete aber, dass die Lüftungsanlage unter Umständen 24/7 in Betrieb war.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Energiemanagement

### Projekt "Strategische Stromverbrauchsoptimierung im Einzelhandel"

#### Lösung

EnergiData GmbH installiert für Bestseller Germany in den Stores das Energiemanagement-System MinEnergi 2.0. Mit diesem Energiemanagement-System werden die Energieverbräuche (Gesamt, Beleuchtung, Lüftung) in den einzelnen Stores transparent und online dargestellt. Zusätzlich wird mittels einer Steuerung der Energieverbrauch auf ein Minimum reduziert, ohne das Wohlbefinden der Kunden und Mitarbeiter zu beeinträchtigen. Die Steuerung schaltet einzelne Energieverbraucher (Beleuchtung, Lüftung, Klimaanlage) aktiv an und ab, und stellt so dem jeweiligem Store die Energie zur Verfügung, die der Store benötigt. Hierbei werden die Bedürfnisse der Kunden und Shop-Mitarbeiter berücksichtigt.

Die FullService Dienstleistung von EnergiData ermöglicht Bestseller sich auf das Kerngeschäft, dem Verkauf von Mode, zu konzentrieren, der Energieverbrauch wird von EnergiData kontrolliert und verbessert. Das FullService Konzept von EnergiData beinhaltet verschiedene Dienstleistungen im Bereich Energiemanagement. So werden alle Installationen von EnergiData durchgeführt. Nach der Installation werden die Mitarbeiter im Store geschult. Die Mitarbeiter müssen wissen, wie sie mit dem Energiemanagement-System in besonderen Situationen umzugehen haben. Im laufenden Betrieb kontrolliert EnergiData den Energieverbrauch in den Stores in regelmäßigen Abständen, so dass Unregelmäßigkeiten sofort identifiziert und beseitigt werden. Sollten zusätzliche Energieeinsparmaßnahmen identifiziert werden, informiert EnergiData die Verantwortlichen von Bestseller und spricht die weitere Vorgehensweise ab.

# Energieeffizienz in Einzelhandel und Gastronomie

## Energiemanagement

### Projekt "Strategische Stromverbrauchsoptimierung im Einzelhandel"

#### Ergebnis

Bestseller Stores	Einsparung pro Jahr [€]	Einsparung [%]	ROI [Jahr]
Hamburg	60.490 €	29,75%	0,09
Köln 1	3.320 €	1,59 %	2,65
Köln 2	19.573 €	55,08 %	0,31
Mannheim	57.691 €	54,31 %	0,11
Osnabrück	23.471 €	27,47 %	0,35
Berlin	27.599 €	25,50 %	0,30
Moers	21.113 €	54,32 %	0,33
Ulm	9.094 €	15,35 %	1,13
Kempten	17.442 €	37,84 %	0,60
Münster	19.349 €	41,16 %	0,37
Gütersloh	22.972 €	35,92 %	0,17
Bocholt	28.644 €	36,92 %	0,14
Frankfurt 1	58.546 €	59,91 %	0,07
Frankfurt 2	37.656 €	51,64 %	0,14

# Effizienzpotentiale Controlling

## Darauf muss ich achten:

- Einbau gesonderter Zähler für Hauptverbraucher
- Auswahl eines Energiebeauftragten
- Mitarbeiter sensibilisieren
- Energieberatung durchführen lassen
- Energiemanagement einführen

# Effizienzpotentiale Energiekennzahlen

→ ermöglichen eine Überwachung und Vergleich der Energieverbräuche!

→ werden je nach Betrieb bezogen auf:

- die **Zeit**

z. B. Verbrauch pro Jahr [**kWh/a**]

- betriebswirtschaftliche Daten

z. B. Verbrauch pro Umsatz [kWh/€]

- die Produktion

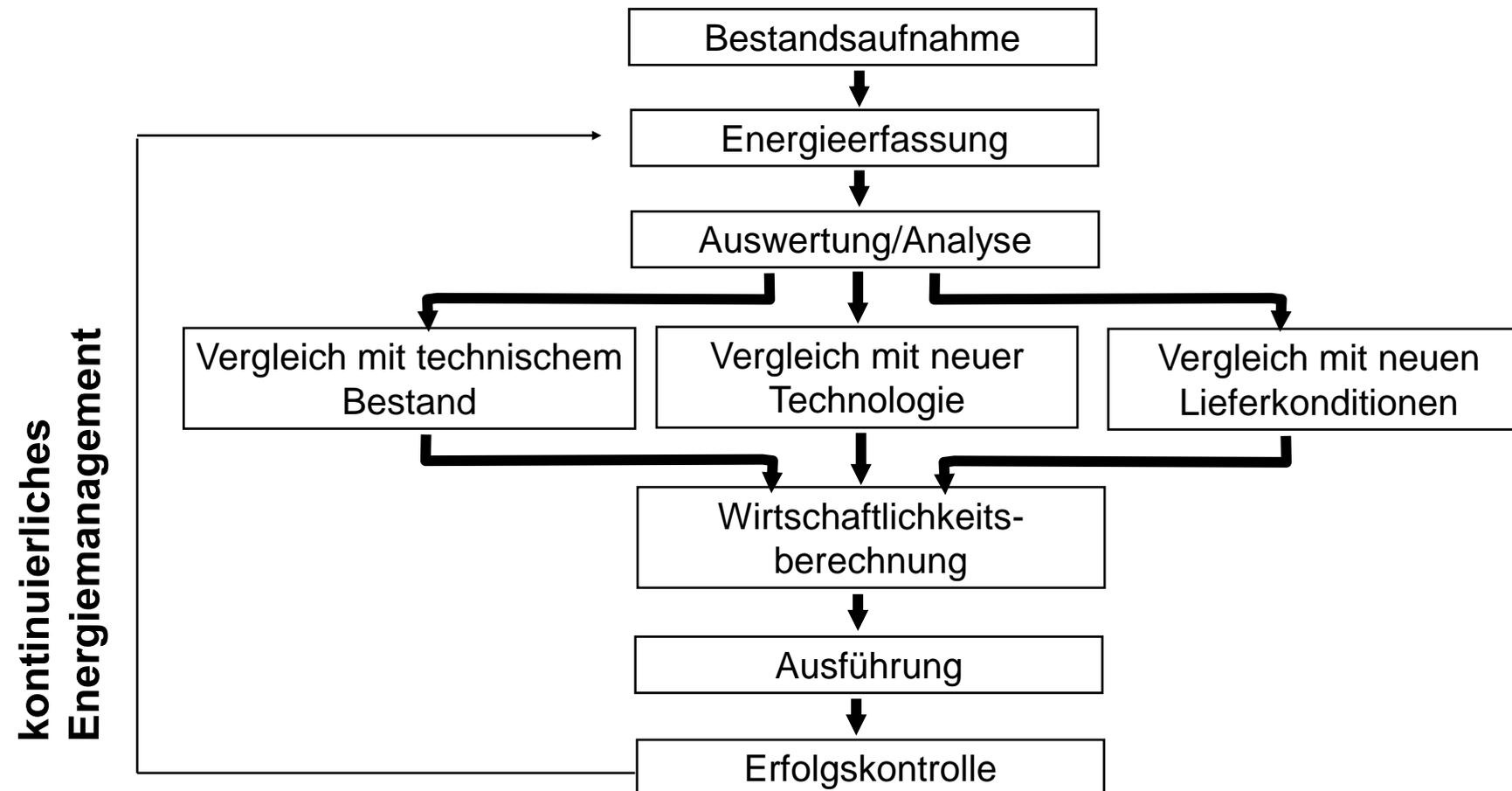
z. B. Verbrauch pro Tonne Produkt  
[kWh/t]

- die Gebäudefläche

z.B. Verbrauch pro m<sup>2</sup> [kWh/m<sup>2</sup>]

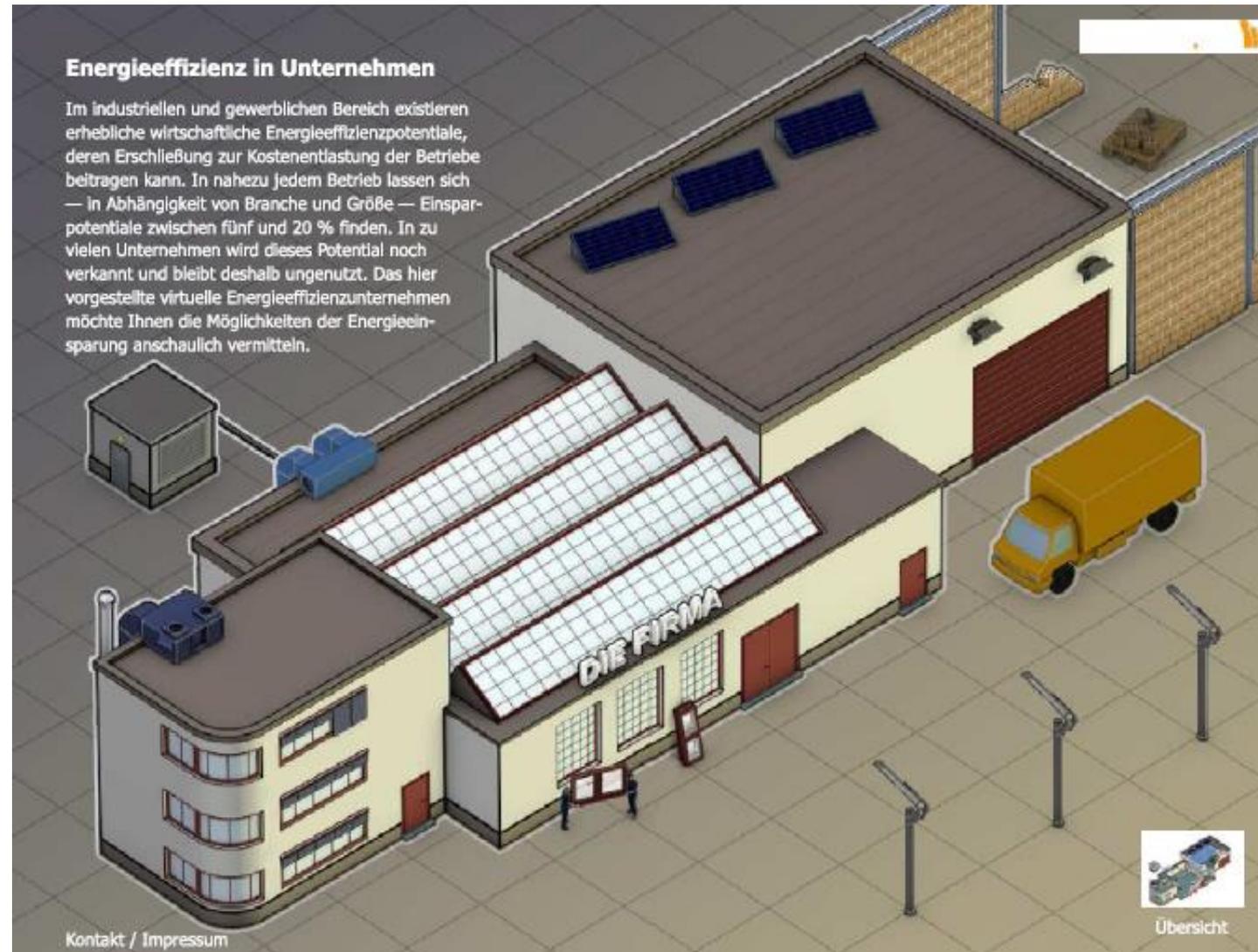
# Effizienzpotentiale

## Controlling - Energiemanagement



# Effizienzpotentiale

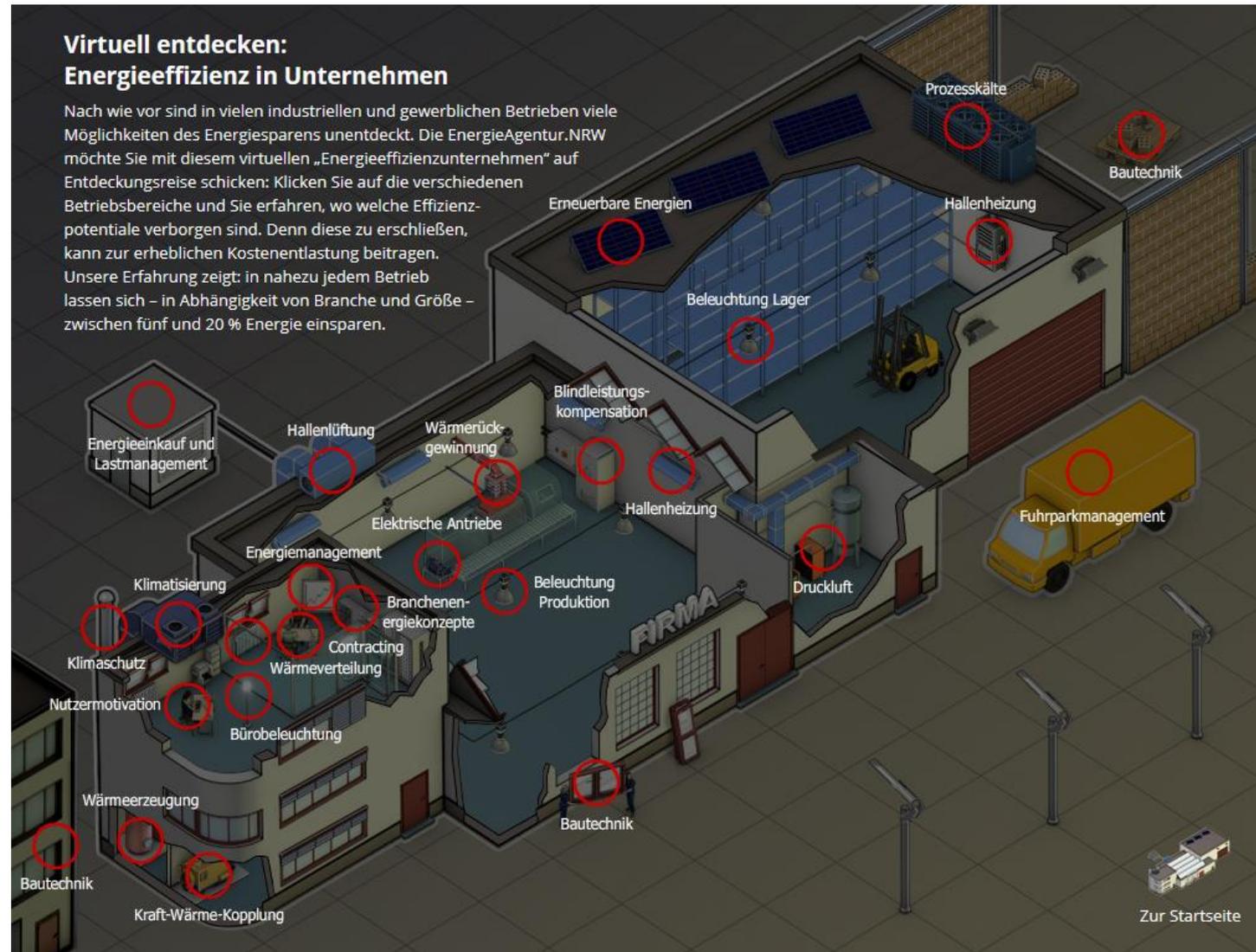
## Energieeinsparpotentiale – Übersichtstool der EA.NRW



<https://www.energieagentur.nrw/tool/virtuelles-unternehmen/index.php>

# Effizienzpotentiale

## Energieeinsparpotentiale – Übersichtstool der EA.NRW



<https://www.energieagentur.nrw/tool/virtuelles-unternehmen/index.php>

Weitere Informationen: [www.energieagentur.nrw](http://www.energieagentur.nrw)



**Markus Hankammer, B.Eng.**

Beratung  
Klimaschutz und Energieeffizienz

**2021:**  
0202/24552156  
[hankammer@energieagentur.nrw](mailto:hankammer@energieagentur.nrw)

**ab 2022:**  
0173/4866796  
[markus.hankammer@online.de](mailto:markus.hankammer@online.de)