

# Hygiene und Komfort im Kontext von Effizienz und Nachhaltigkeit

Prof. Dr.-Ing. Lars Kühl

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften,  
Salzdahlumer Straße 46-48, D – 38 302 Wolfenbüttel

Unternehmergespräch Energie in Goslar  
Donnerstag, 12. September 2024, Niedersächsischer Hof, Klubgartenstr. 1 in Goslar

Wirtschaftsförderung Region Goslar GmbH & Co. KG  
Klubgartenstraße 5, 38640 Goslar



## Inhalt

- Gebäuderelevanter Energieverbrauch und Emissionen
- Kosten, Energieverbrauch und Nachhaltigkeit im Gastgewerbe (Hotelbereich)
- Probleme beim Betrieb von Trinkwasser-Verteilnetzen warm und kalt in Bezug auf die Hygiene, den Komfort, die Energieeffizienz und die Wirtschaftlichkeit
- Aufgaben der Forschung zur Verbesserung der Situation in der Trinkwarmwasserversorgung in den Bereichen Hygiene, Komfort, Planungssicherheit und Wirtschaftlichkeit
- Übersicht über die F+E-Vorhaben
  - **Optisan**,
  - **Hottawa** undmit Arbeitsbereichen, Zielvorgaben, Vorgehen und angestrebten Ergebnissen
- Anwendungsbeispiel Energiekonzept
- Anwendungsbeispiel Monitoring und Energieeffizienz
- Zusammenfassung

„Optisan“



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

Fkz 03EN1049A

„Hottawa“



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

Fkz 03EN1083A



## Gebäuderelevanter Energieverbrauch im Kontext des Gesamtenergieverbrauchs und der Emissionen

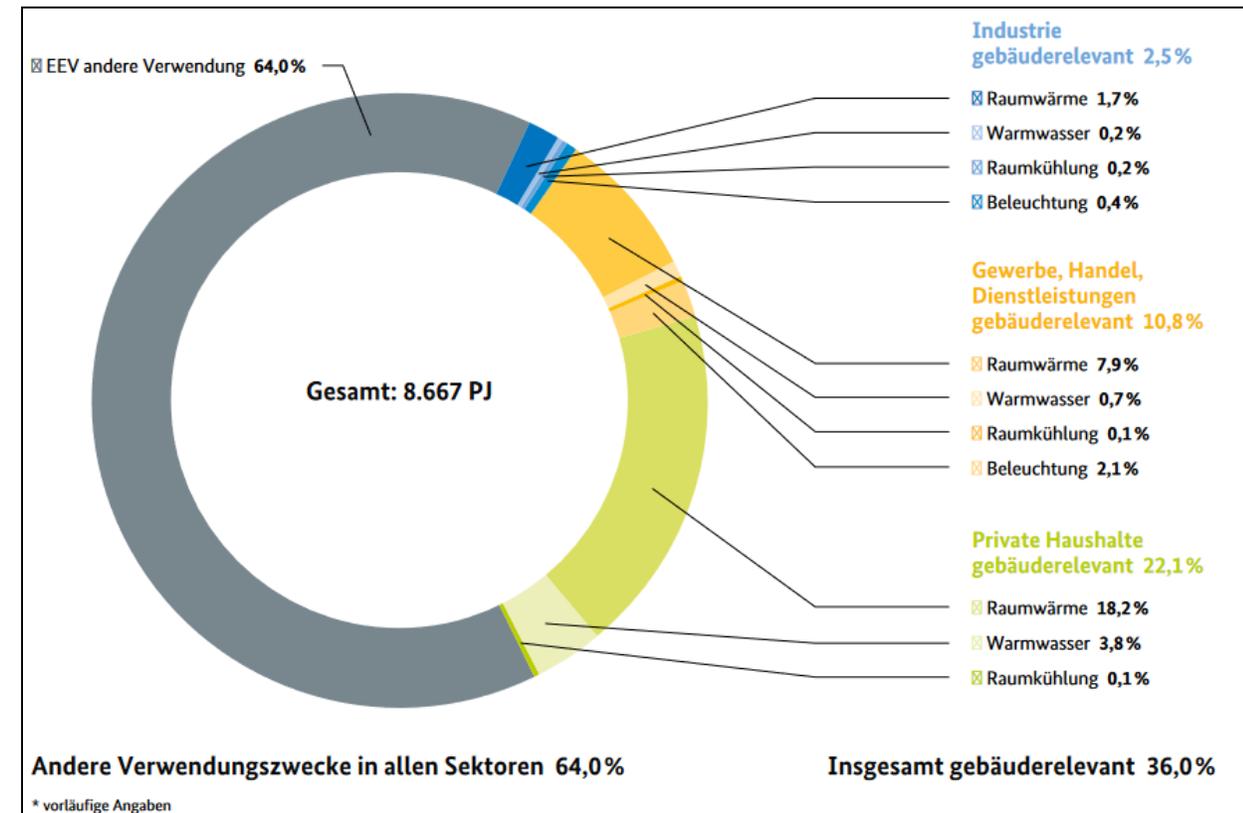
Die Umsetzung der Energiewende erfordert:

- einen effizienten Einsatz neuer und bestehender Technologien
- eine Steigerung des Einsatzes regenerativer Energieträger

⇒ **Es ergibt sich eine direkte Auswirkung auf eine effiziente, hygienische und bedarfsgerechte Trinkwarmwasserbereitung in Gebäuden.**

Die Entwicklung im Trinkwasserbereich ist:

- stetige Anteilszunahme des Endenergieverbrauchs an Trinkwarmwasser in Bezug auf den Gesamtendenergieverbrauch
- dagegen erfolgt eine Abnahme des gesamte Endenergieverbrauch (seit 2008 um 6,7 %)
- ⇒ **Entwicklung des Energieverbrauch zur Trinkwarmwasserbereitung gegen den allgemeinen Trend**
- ⇒ **erhebliches Potenzial bei Aufnahme und Optimierung bestehender Trinkwasserversorgungsanlagen**



## Energieeinsparung im Hotel – über unterschiedliche Maßnahmen auf allen Verbrauchsebenen

### Heizung und Trinkwarmwasser

- Erneuerung der Heizungsanlage, alternative Brennstoffe
- Kontaktschalter: Fensteröffnung regelt Heizung herunter
- Vernetztes Hotel: Buchungsprogramm temperiert freie Zimmer herunter
- Dämmung des Außenwände und des Rohrleitungsnetzes
- Solarthermie zur Heizungsunterstützung
- Heizanlage optimieren, thermischer Abgleich
- Kraft-Wärme-Kopplung (KWK, BHKW)
- Energy Contracting

### Kühlung

- Lagerfläche optimal ausnutzen
- Abwärme nutzen
- Korrekte Temperaturen wählen
- Kondensatoren regelmäßig reinigen
- Für ausreichend Abluft sorgen
- Regelmäßig Eis entfernen

### Elektrische Energie

- Küchengeräte auf Gas umstellen
- Photovoltaik für den Eigenbedarf nutzen
- Energieeffiziente Beleuchtung und LED-Technik
- Tageslicht automatisiert nutzen (Lichtsensor plus Dimmtechnik)
- Effizientere PCs und Fernsehen
- Minibars optimieren, Rückseite belüften
- Waschmaschinen: Warmwasser aus der Heizanlage anschließen

### Lüftung und Klimatechnik

- Klimaanlage optimieren: hohes Potential
- Passiver Sonnenschutz: Sonnenabweisende Folien
- Lüftungsanlage optimieren, regelbare Lüfter
- Regelmäßig Wartung und Reinigung der Filter

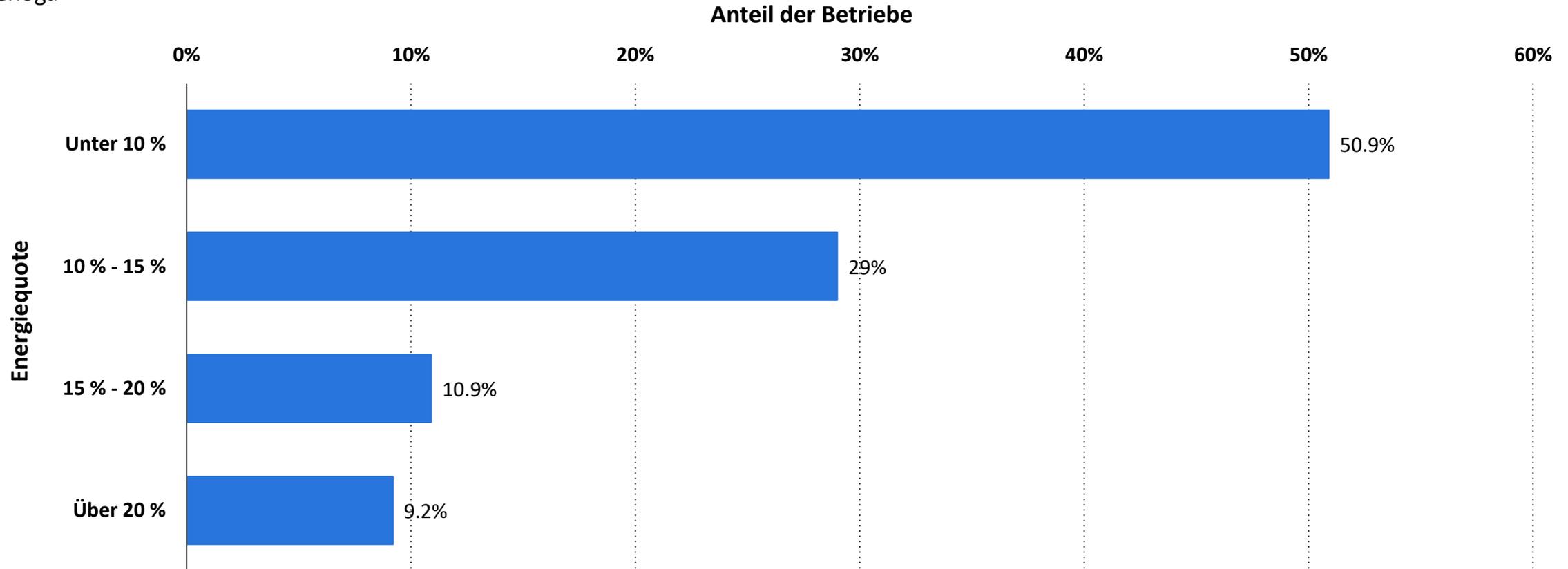


Quelle: [www.energieeffizienz-im-betrieb.net](http://www.energieeffizienz-im-betrieb.net)



## Anteil der Energiekosten vom Umsatz im Gastgewerbe in Deutschland in 2022

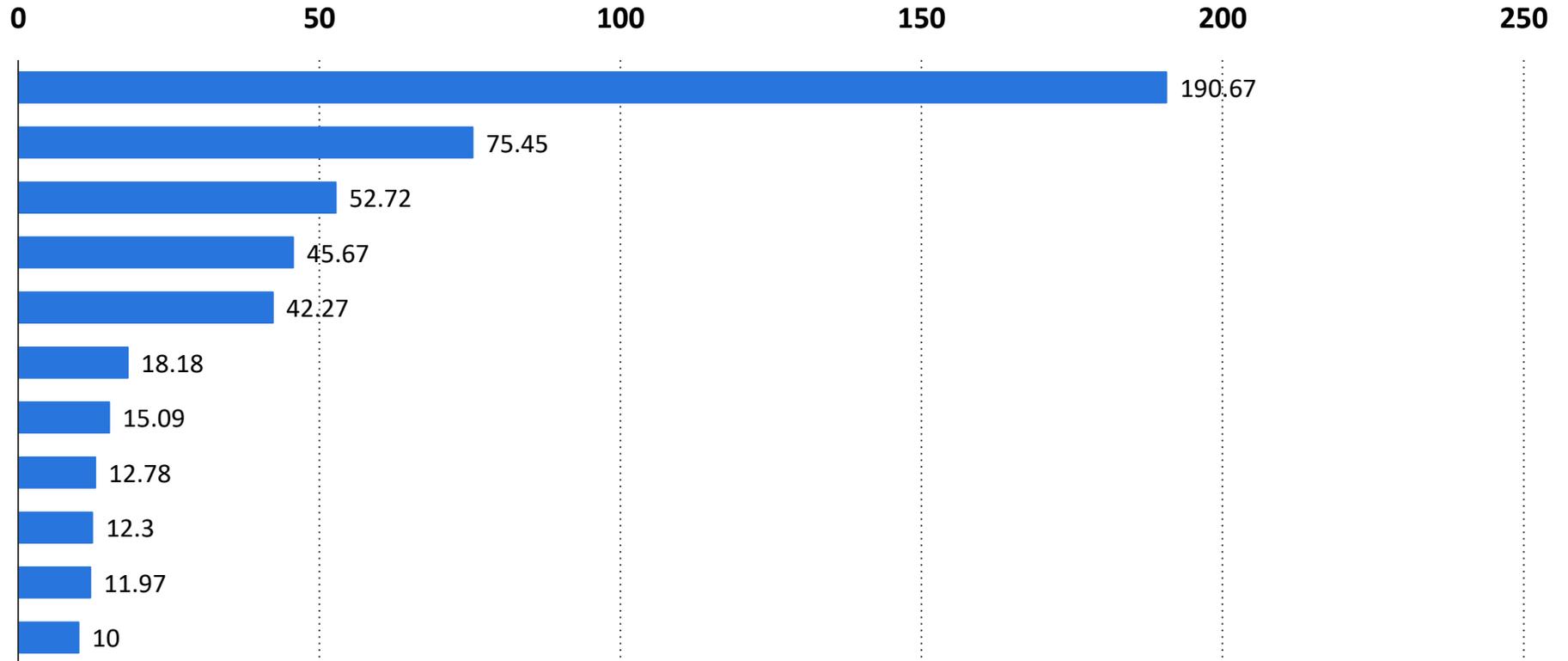
Umfrageergebnis zum Anteil der Energiekosten vom Umsatz im Gastgewerbe in Deutschland im September 2022, 3850 Befragte, Mitgliedsunternehmen Dehoga





Übernachtungen in Beherbergungsstätten in Deutschland nach Betriebsart im Jahr 2023 (in Millionen)

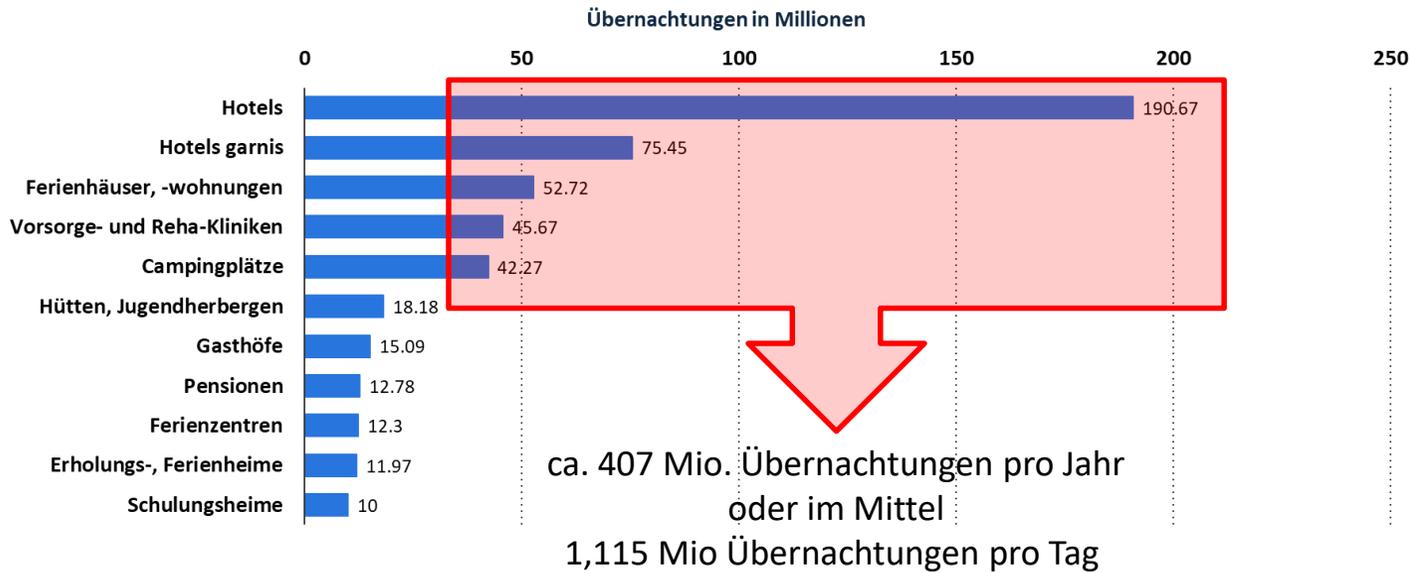
Übernachtungen in Millionen



- Hotels sind die beliebteste Reise-Unterkunftsart in Deutschland (12.196 Stck.). Im Jahr 2023 übernachteten rund 191 Mio. Personen in Hotels in Deutschland
- Hotel garnis liegen mit 75 Millionen Übernachtungen auf Platz 2, Ferienhäuser und Campingplätze erreichen nicht die Übernachtungszahlen

Quelle: Statistisches Bundesamt

Abschätzen des Wärmebedarfs und der Emissionen NUR zur Trinkwarmwasserbereitung



B.2.1 Flächen- und Nutzungsbezogener Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung

Tabelle B.3 — Netto-Energiebedarf für die Trinkwassererwärmung je Tag

Art der Nutzung	Spezifischer Energiebedarf für die Versorgung mit erwärmtem Trinkwasser $q_{w,b,d}$		Bezugsfläche
	Nutzungsabhängig	Flächenbezogen	
Einfaches Hotel	1,5 kWh je Bett und Tag	190 Wh/(m <sup>2</sup> ·d)	Hotelzimmer
Mittelklasse-Hotel	4,5 kWh je Bett und Tag	450 Wh/(m <sup>2</sup> ·d)	Hotelzimmer
Luxusklasse-Hotel	7,0 kWh je Bett und Tag	580 Wh/(m <sup>2</sup> ·d)	Hotelzimmer
Restaurant, Gaststätte/Schankraum	1,5 kWh je Sitz und Tag	1.250 Wh/(m <sup>2</sup> ·d)	Öffentliche Räume
Heim (Seniorenheim, Waisenhaus usw.)	3,5 kWh je Person und Tag	230 Wh/(m <sup>2</sup> ·d)	Zimmer

Quelle:  
[DIN EN 12831-3 (2017-09)]

B.2.2 Energiebedarf für erwärmtes Trinkwasser, beruhend auf dem erforderlichen Volumen

Tabelle B.4 — Werte für die Berechnung der Anforderungen für erwärmtes Trinkwasser je Tag

Art der Tätigkeit	$V_{w,fd,day}$ [l/d]	$f$
Gastronomie, 2 Mahlzeiten je Tag Traditionelle Küche	21	Anzahl der Gäste je Mahlzeit
Gastronomie, 2 Mahlzeiten je Tag Selbstbedienung	8	Anzahl der Gäste je Mahlzeit
Gastronomie, 1 Mahlzeit je Tag Traditionelle Küche	10	Anzahl der Gäste je Mahlzeit
Gastronomie, 1 Mahlzeit je Tag Selbstbedienung	4	Anzahl der Gäste je Mahlzeit
Hotel, 1 Stern, ohne Wäscherei	56	Anzahl der Betten
Hotel, 1 Stern, mit Wäscherei	70	Anzahl der Betten
Hotel, 2 Sterne, ohne Wäscherei	76	Anzahl der Betten
Hotel, 2 Sterne, mit Wäscherei	90	Anzahl der Betten
Hotel, 3 Sterne, ohne Wäscherei	97	Anzahl der Betten
Hotel, 3 Sterne, mit Wäscherei	111	Anzahl der Betten
Hotel, 4 Sterne und GC (Golfclub), ohne Wäscherei	118	Anzahl der Betten
Hotel, 4 Sterne und GC, mit Wäscherei	132	Anzahl der Betten

Quelle: [DIN EN 12831-3 (2017-09)]

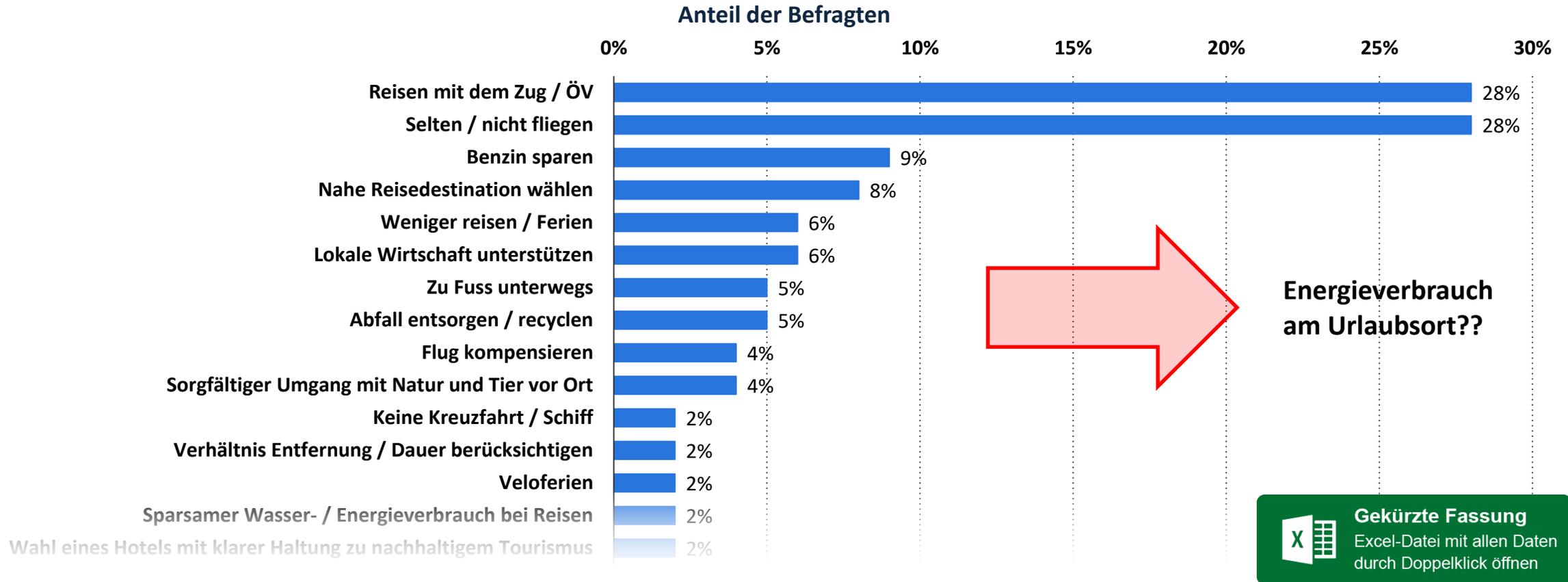
Abschätzung der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei einer mittleren Übernachtungszahl und einem mittleren Standard:

$$4,5 \frac{\text{kWh}}{\text{Übern.} \cdot \text{d}} \cdot 1.115.069 \text{ Übern.} \cdot 365 \frac{\text{d}}{\text{a}} = 1.831.500 \frac{\text{MWh}}{\text{a}}$$

Bei einer Trinkwarmwasserbereitung über Gas-Heizkessel mit einem Nutzungsgrad von  $\eta = 0,85$  und einem Verteilungsnutzungsgrad von  $\eta = 0,5$  einem Emissionsfaktor von 240 g/kWh CO<sub>2</sub>-Äquivalent ergeben sich jährliche Emissionen von:

1.034.259 T CO<sub>2</sub>/a  $\Rightarrow$  CO<sub>2</sub> Äquivalent von 116.209 Pers.

Was tun Sie um nachhaltig zu reisen? Maßnahmen der Schweizer zum nachhaltigen Reisen 2019 (Umfrageergebnis bei 1.024 Befragten)



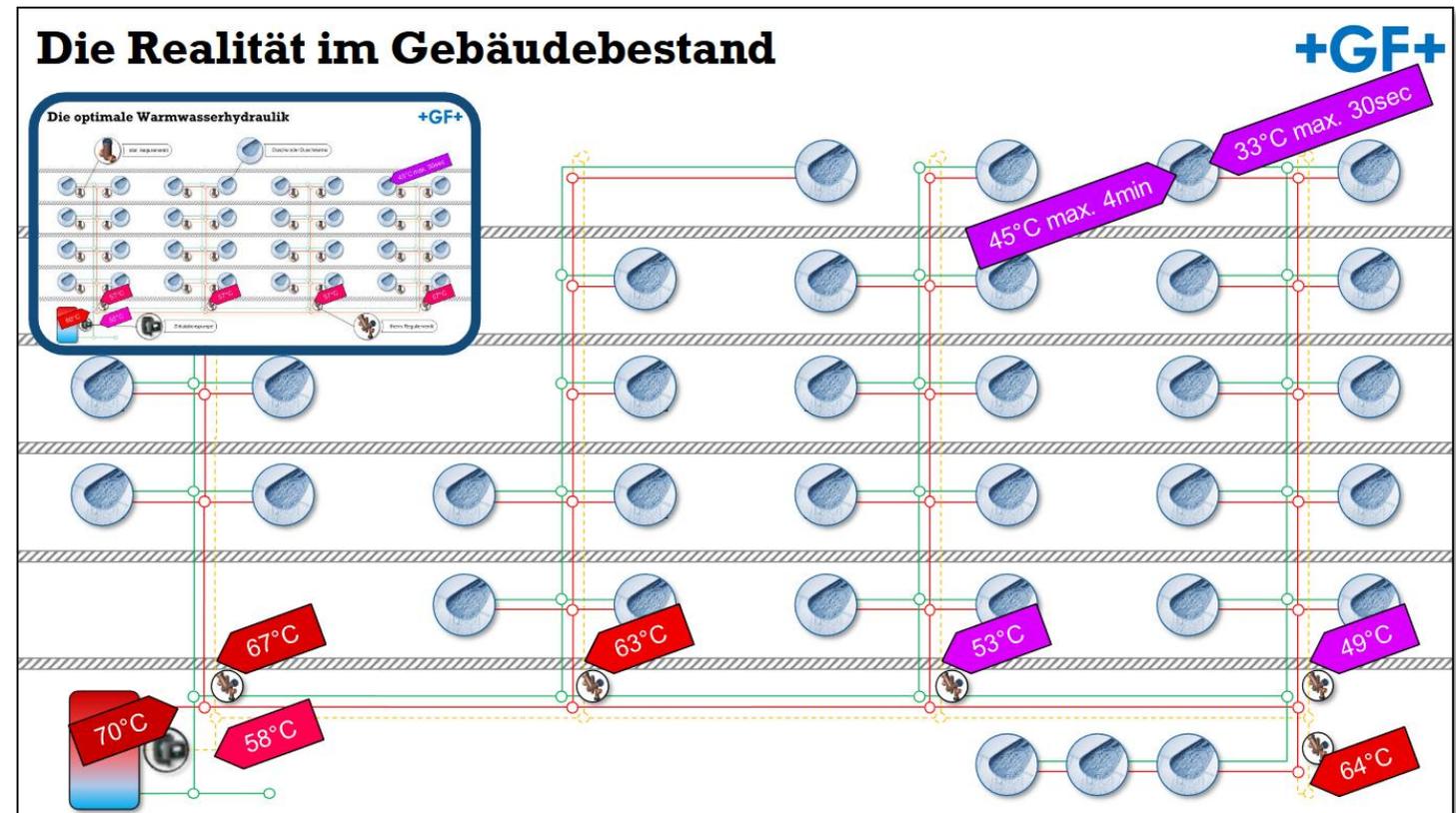
- In einer Umfrage zum Buchungs- und Reiseverhalten der Schweizer Bevölkerung im Jahr 2019 gaben 28 Prozent der Befragten an, als Maßnahme zum nachhaltigen Reisen den Zug bzw. den Öffentlichen Verkehr zu nutzen, nur lediglich 6 Prozent der Befragten reduzieren die Häufigkeit ihrer Reisen bzw. Ferien

## Trinkwarmwasserversorgung - Problemstellung im Gebäudebestand

- **Probleme in der Hydraulik** von Trinkwarmwasserverteilsystemen im Bestand durch :
  - Veränderung der Rohrquerschnitte durch Kalkablagerungen
  - unzureichend durchströmte Rohrabschnitte im Netz durch reduzierte/fehlende Nutzung (T-Stück-Installation)
  - fehlender hydraulischer Abgleich / hydraulische Einregulierung von Strängen in verzweigten Netzen
  - im Bestand ergänzte, die Anlagenhydraulik verändernde Rohrleitungen ...
- **Probleme im Temperaturniveau** in der Verteilung und an den Zapfstellen durch:
  - fehlende / beschädigte Wärmedämmung der Rohrleitungen
  - fehlender hydraulischer Abgleich Netz ...
- **Probleme im Fachhandwerk** in Bezug auf die Behebung der bestehenden Probleme:
  - häufig schlechte/fehlende Dokumentation der Anlagen
  - fehlendes Know-How zur selbstständigen Lösung der hydraulischen Probleme in verzweigten Netzen
  - wirtschaftl. und energet. Bewertung von Optimierungsstrategien aufgrund fehlender Werkzeuge nicht gegeben ...
- **Ist-Situation im Bestand:**
  - hohe Energieverluste und hygienische Probleme im Anlagenbetrieb
  - häufig Umsetzung nicht ziel- und problemorientierter Sanierungsmaßnahmen (Volumenstrom erhöhen, ...)

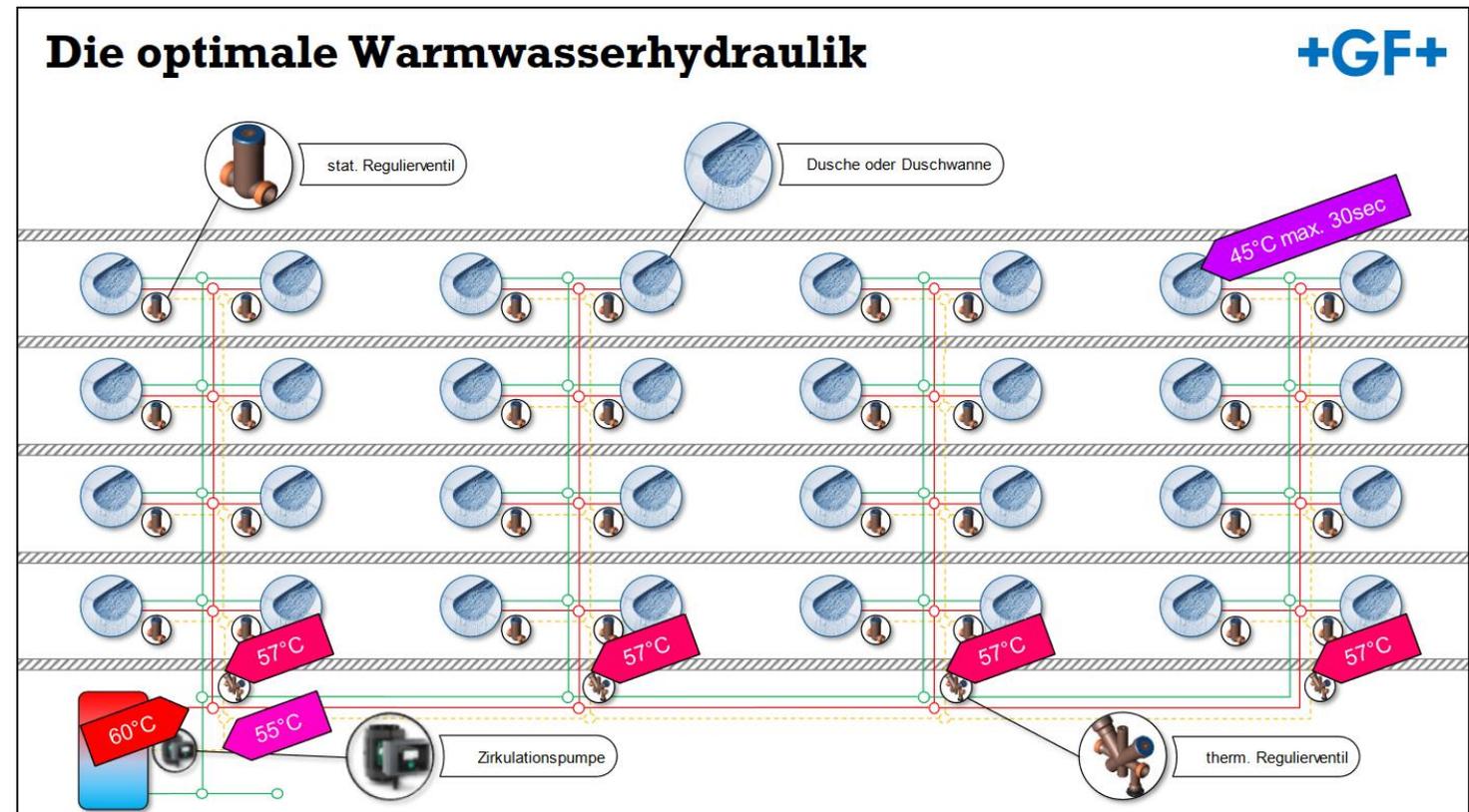
## Probleme im Bestand – fehlender hydraulischer Abgleich im System

- ein fehlender hydraulischer Abgleich im System führt in der Regel mit zunehmender Entfernung der Zapfstelle zu einem erheblichen Warmwassertemperaturabfall
- direkt am Speicher und an speichernahen Zapfstellen werden die Temperaturen jedoch mit einem Temperaturniveau von 60°C und mehr eingehalten
- die Bereitstellung der erforderlichen 45°C dauert erheblich zu lang
- ein hygienisch einwandfreier Betrieb der Warmwasserbereitstellung ist nicht mehr gewährleistet
- „Optimierungen“ beschränken sich auf die zusätzliche Erhöhung des Temperaturniveaus und Anheben des Volumenstroms in der Zirkulationsleitung



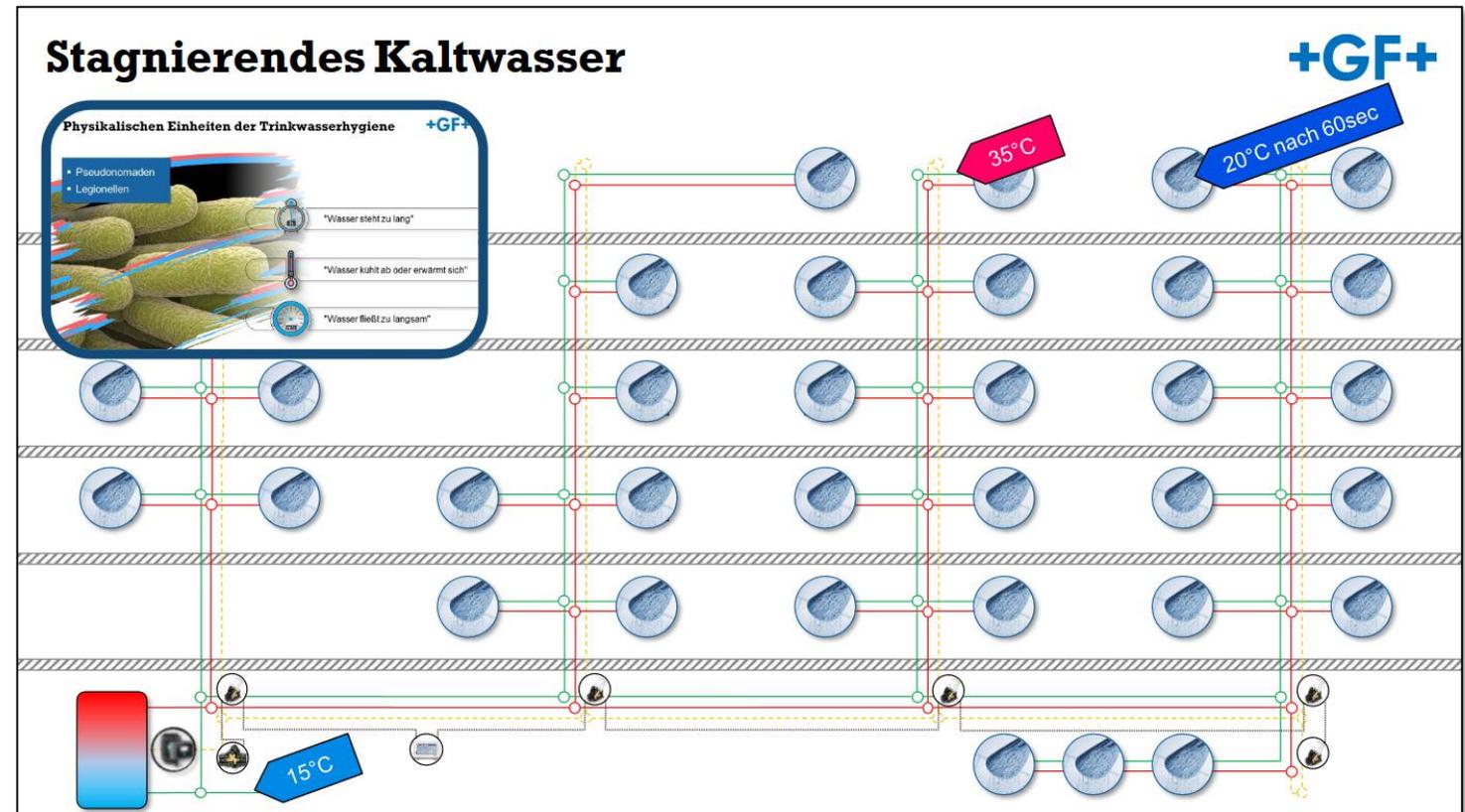
## Optimierung des Betriebes mit hydraulischem Abgleich im System

- mit Durchführung eines hydraulischen Abgleichs kann eine hygienisch einwandfreie Warmwasserbereitstellung bis zum letzten Verbraucher gewährleistet werden
  - eine Senkung der Warmwasserspeichertemperatur auf die vorgeschriebenen 60 °C kann vorgenommen werden
- ⇒ dies führt zur Senkung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen



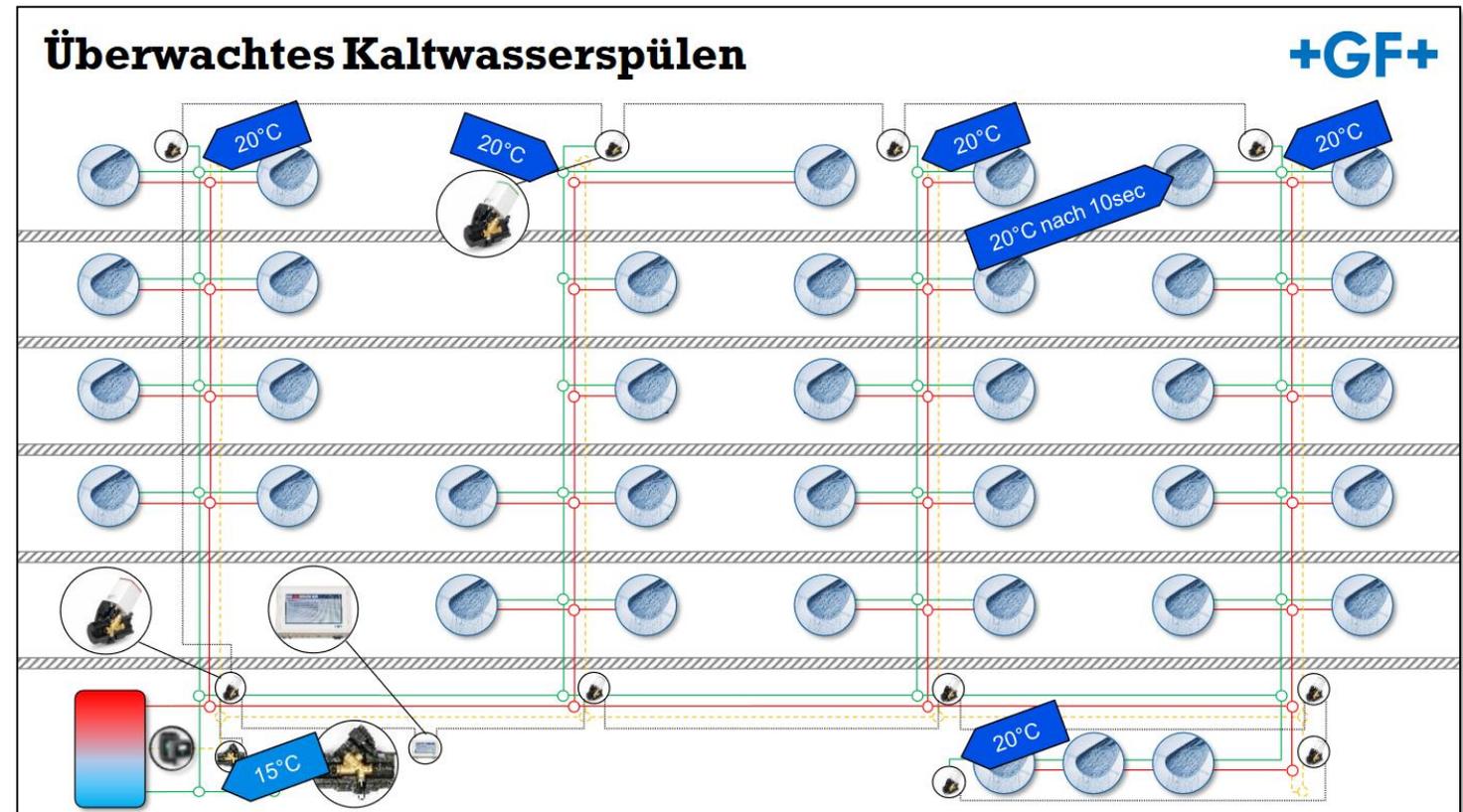
## Probleme im Bestand - unzureichende Durchströmung, fehlende Nutzung, schadhafte Wärmedämmung

- in unzureichend gedämmten Trinkwasserleitungen bzw. bei Nichteinhaltung eines bestimmungsgemäßen Gebrauchs des Trinkwasserversorgungssystems kommt es häufig zu einer Erwärmung des Kaltwassers oder Abkühlung des Warmwassers im Verteilnetz
- dieser Umstand begünstigt das Legionellenwachstum
- ⇒ ein hygienisch einwandfreier Betrieb der Trinkwasserbereitstellung ist nicht mehr gewährleistet



## Optimierung des Betriebes durch Regelmäßiges Spülen der Kaltwasserleitungen

- bei fehlender oder unzureichender Wärmedämmung an Trinkwasserleitungen bzw. der Feststellung einer Nichteinhaltung eines bestimmungsgemäßen Gebrauchs des Trinkwasserversorgungssystems können regelmäßige Spülungen (z.B. durch automatische Spüleinrichtungen) einer Stagnation und somit einer Erwärmung/ Abkühlung des Trinkwassers im Verteilnetz vorbeugen
- ⇒ ein schadhaftes Legionellenwachstum kann so verhindert werden.





## Problemstellung - Planung: Veraltete Grundlagen - Überdimensionierung der Trinkwarmwassersysteme

### Höherer Energieverbrauch und Probleme in Bezug auf die Trinkwasserhygiene

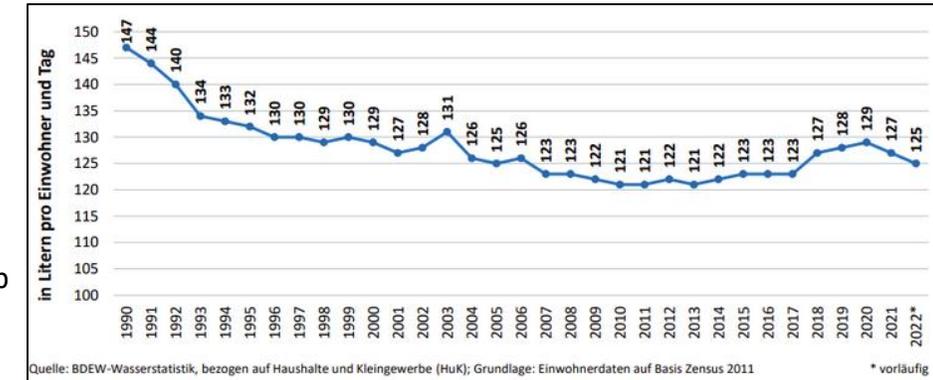
⇒ **Dimensionierung** der gebäudetechnischen Anlagen zur Trinkwarmwassererzeugung, -speicherung und -verteilung in der Regel **zu großzügig:**

- Bemessungsgrundlage für die bereitzustellende Menge an Trinkwarmwasser in Wohngebäuden gemäß **DIN 4708: 140 l** je Entnahme
- Vorgaben aus DIN 4708 letztmalig überarbeitet in 1990
- **Gesamtbedarf an Trinkwasser** je Person und Tag mit **125 l** pro Person und Tag in 2022 unterhalb des als angemessen bestimmten Warmwasserbedarfs

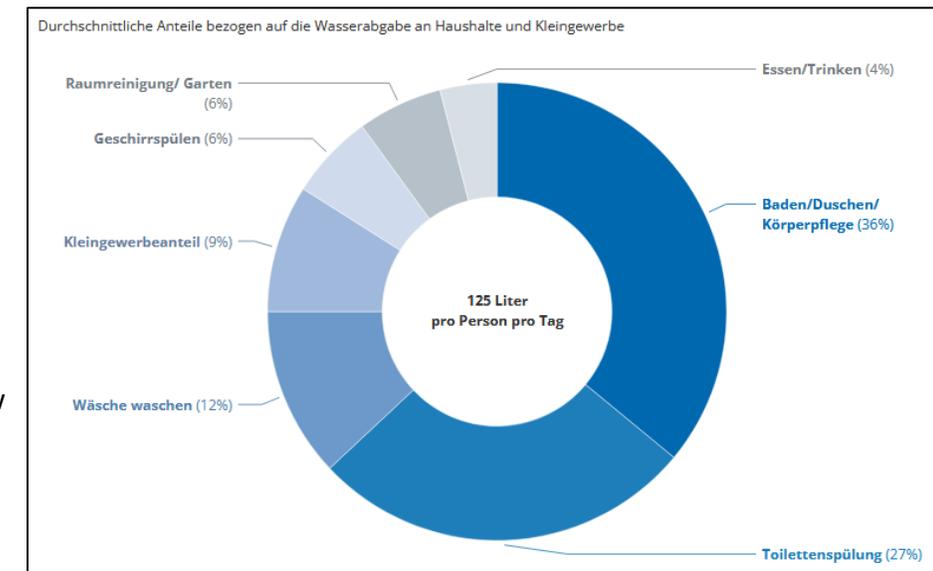
Auswirkungen auf die **Energieeffizienz**, die **Hygiene** und die **Wirtschaftlichkeit:**

- überdimensionierter Wärmeerzeuger hat aufgrund **Taktung** einen entsprechend höheren Energiebedarf
- **erhöhter Energiebedarf** mindert Wirtschaftlichkeit
- zu groß dimensioniertes Speicher- und Verteilsystem weist aufgrund der **größeren Oberfläche** höhere **Wärmeverluste** auf
- in zu groß dimensionierten Trinkwasserverteilnetzen steigt durch **Stagnation** das hygienische Risiko

Trinkwasserverbrauch pro Person und Tag



Trinkwasseranwendung in Haushalt und Kleingewerbe 2022





**Aufgaben der Forschung zur Verbesserung der Situation in der Trinkwarmwasserversorgung in den Bereichen Hygiene, Komfort, Planungssicherheit und Wirtschaftlichkeit**

**Bestandsanalyse und Optimierung**

Schaffung von einfach und sicher anwendbaren Analyse-, Dokumentations- und Optimierungswerkzeugen für Bestandsanlagen

„Optisan“



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

Fkz 03EN1049A

**Angepasste Planungsgrundlagen**

Aufnahme von aktuellen Lastprofilen für die Trinkwarmwassernutzung in den wesentlichen Anwendungsfällen zur Erhöhung der Planungssicherheit

„Hottawa“



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

Fkz 03EN1083A

**Einfache Bemessungsregeln**

Anpassung / Modifizierung von Verfahren zur Bestimmung von Leistungsdaten von Trinkwarmwasserspeichern und deren Auslegung

„NL-Sim“



Az 23\_NL-Sim



## Forschungsvorhaben „Optisan“

### Softwaregestützte energet. und hygienische Analyse und Optimierung von Trinkwarmwasserverteilnetzen in Bestandsgebäuden

Förderkennzeichen: 03EN1049A

Projektlaufzeit: 01.01.2022 – 31.12.2024

#### Verbundpartner:

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften  
Fakultät Versorgungstechnik  
Salzdahlumer Str. 46 – 48, D – 38 302 Wolfenbüttel

Georg Fischer GmbH  
Daimlerstr. 6, D – 73095 Albershausen

CAD - Agentur Essen Lehmann & Yilmaz GmbH  
Limbecker Platz 10, D – 45127 Essen

Hottgenroth Software GmbH & Co. KG  
Von-Hünefeld-Str. 3, D – 50829 Köln

„Optisan“



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

Fkz 03EN1049A

#### Beratende Partner:

DVGW e.V. – Deutscher Verein des Gas- und  
Wasserfaches e.V.

BTGA – Bundesindustrieverband Technische  
Gebäudeausrüstung e.V.

BDH – Bundesverband der  
Deutschen Heizungsindustrie



## Optisan - Projektinhalt

2 Schemadarstellung  
Drag and Drop Fenster

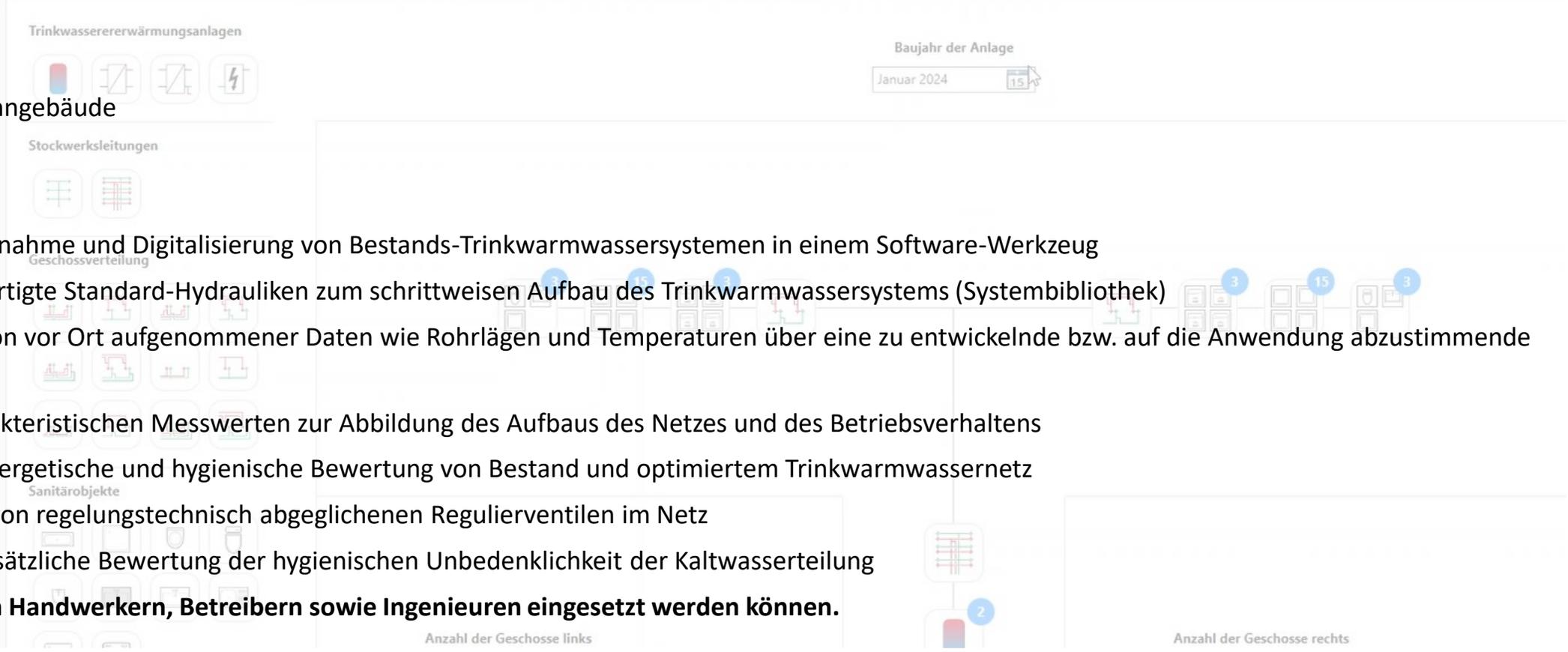
### Entwicklung einer Software zur standardisierten Aufnahme und Bewertung von Trinkwarmwassersystemen in Bestandsgebäuden:

- Krankenhäuser
- Pflegeheime
- Mehrfamilien-Wohngebäude
- (Hotels)

#### Ziele

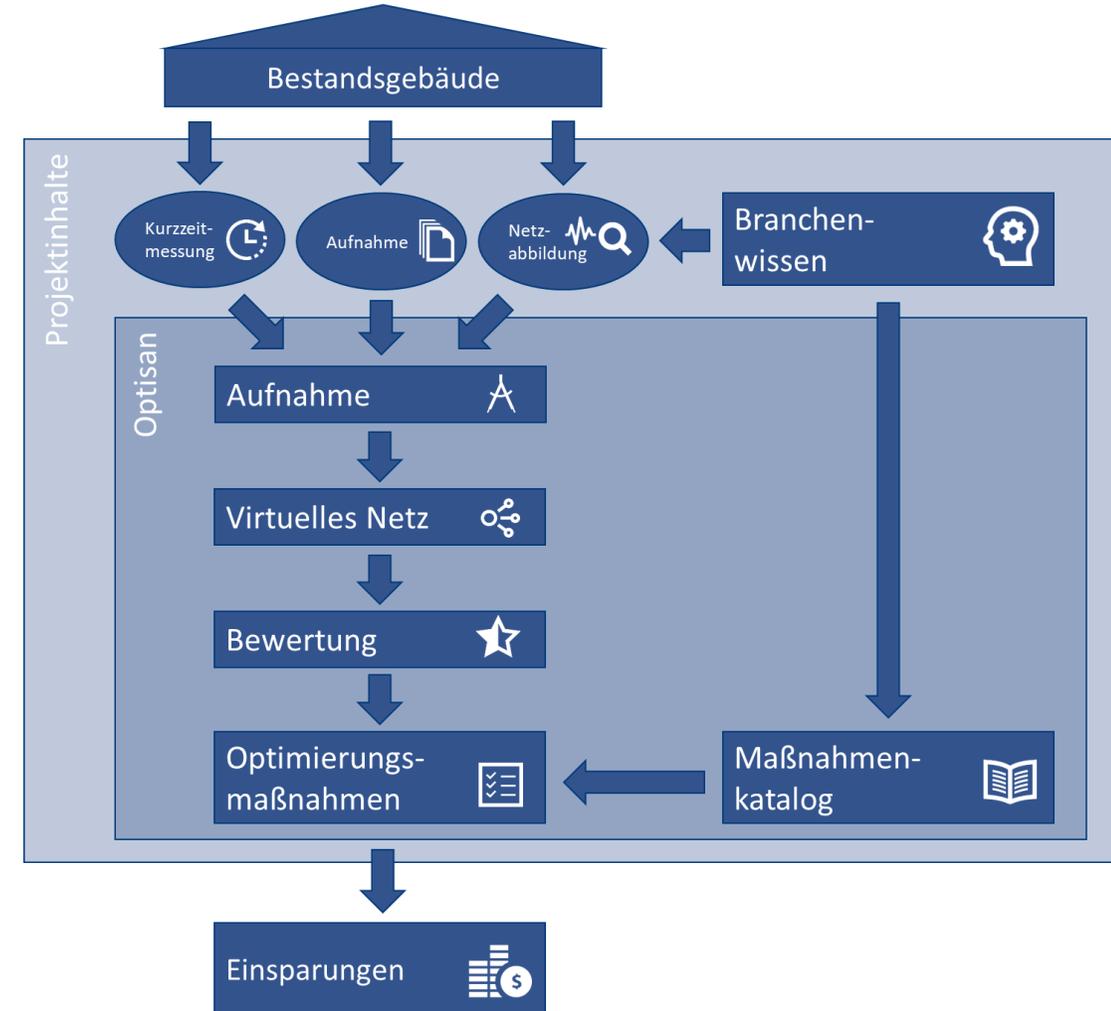
- menügeführte Aufnahme und Digitalisierung von Bestands-Trinkwarmwassersystemen in einem Software-Werkzeug
- Zugriff auf vorgefertigte Standard-Hydrauliken zum schrittweisen Aufbau des Trinkwarmwassersystems (Systembibliothek)
- Übertragbarkeit von vor Ort aufgenommenen Daten wie Rohrlagen und Temperaturen über eine zu entwickelnde bzw. auf die Anwendung abzustimmende Messtechnik
- Einlesen von charakteristischen Messwerten zur Abbildung des Aufbaus des Netzes und des Betriebsverhaltens
- wirtschaftliche, energetische und hygienische Bewertung von Bestand und optimiertem Trinkwarmwassernetz
- Berücksichtigung von regelungstechnisch abgeglichenen Regulierventilen im Netz
- ergänzende grundsätzliche Bewertung der hygienischen Unbedenklichkeit der Kaltwasserteilung

**Das Werkzeug soll von Handwerkern, Betreibern sowie Ingenieuren eingesetzt werden können.**



### Optisan - Softwaregestützte Bewertung und Optimierung von Bestandsnetzen:

- Aufnahme des Netzes vor Ort mit begleitenden Messungen an definierten Punkten, menügeführte Führung durch die Arbeitsschritte, Dokumentation durch vorgefertigte Standard-Anlagenhydrauliken
- Aufbau eines virtuellen Netzes als Modell der Bestandsanlage zur Vorbereitung von weitergehenden Untersuchungen
- Bewertung der Bestandssituation mit Zuordnung der vor Ort aufgenommenen Messwerte (Temperatur, Volumenstrom, ...)
- Ableitung und Untersuchung von Sanierungs-/ Optimierungsstrategien zur Senkung der Wärmeverluste im Netz, Reduzierung des Pumpenstromes, Lösung hygienischer Probleme, ...
- Bewertung der Lösungsansätze, Diskussion, Entscheidung, Sanierung

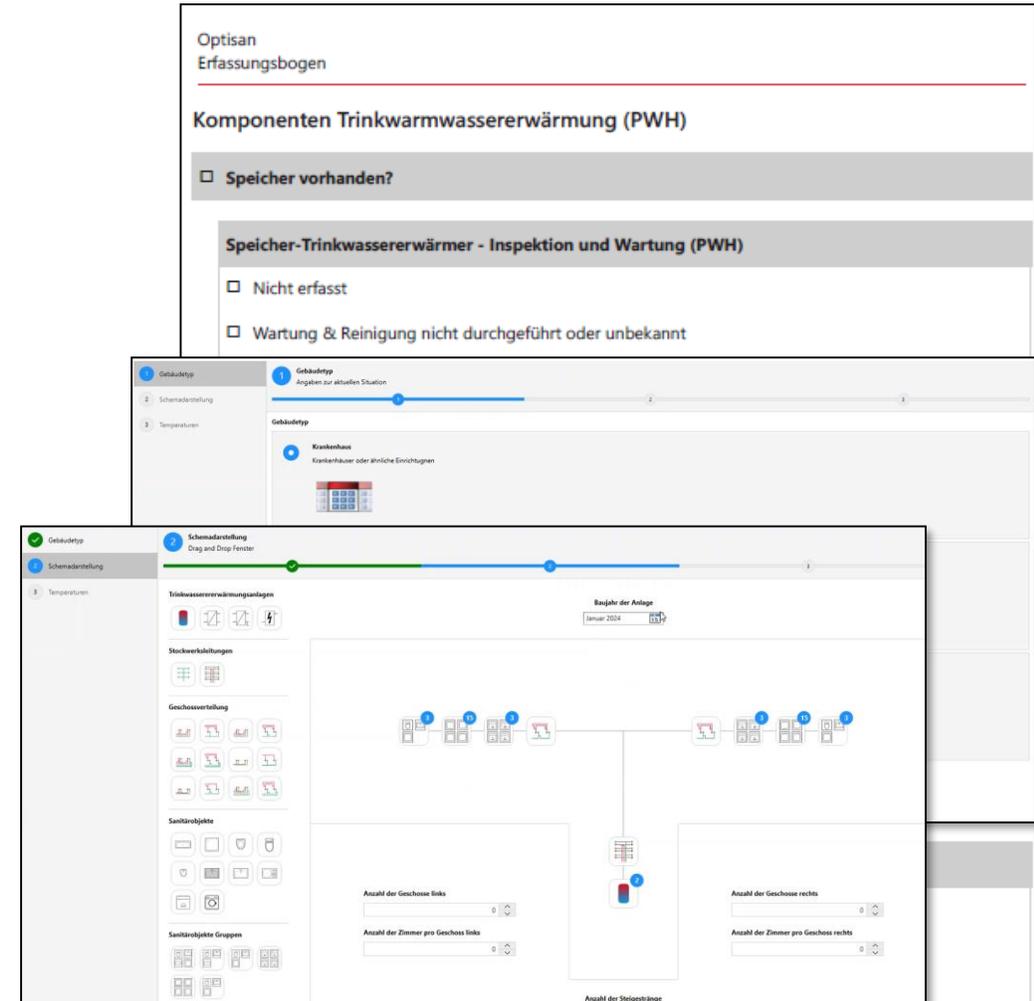


## Optisan – angestrebtes Forschungsergebnis

Der Einsatz der Software strebt eine Sensibilisierung der Anlagenbetreiber, Handwerker und Ingenieure an, Fehlfunktionen und Optimierungspotenziale des bestehenden Trinkwassersystems in Bezug auf hygienische sowie energetische Aspekte zu identifizieren.

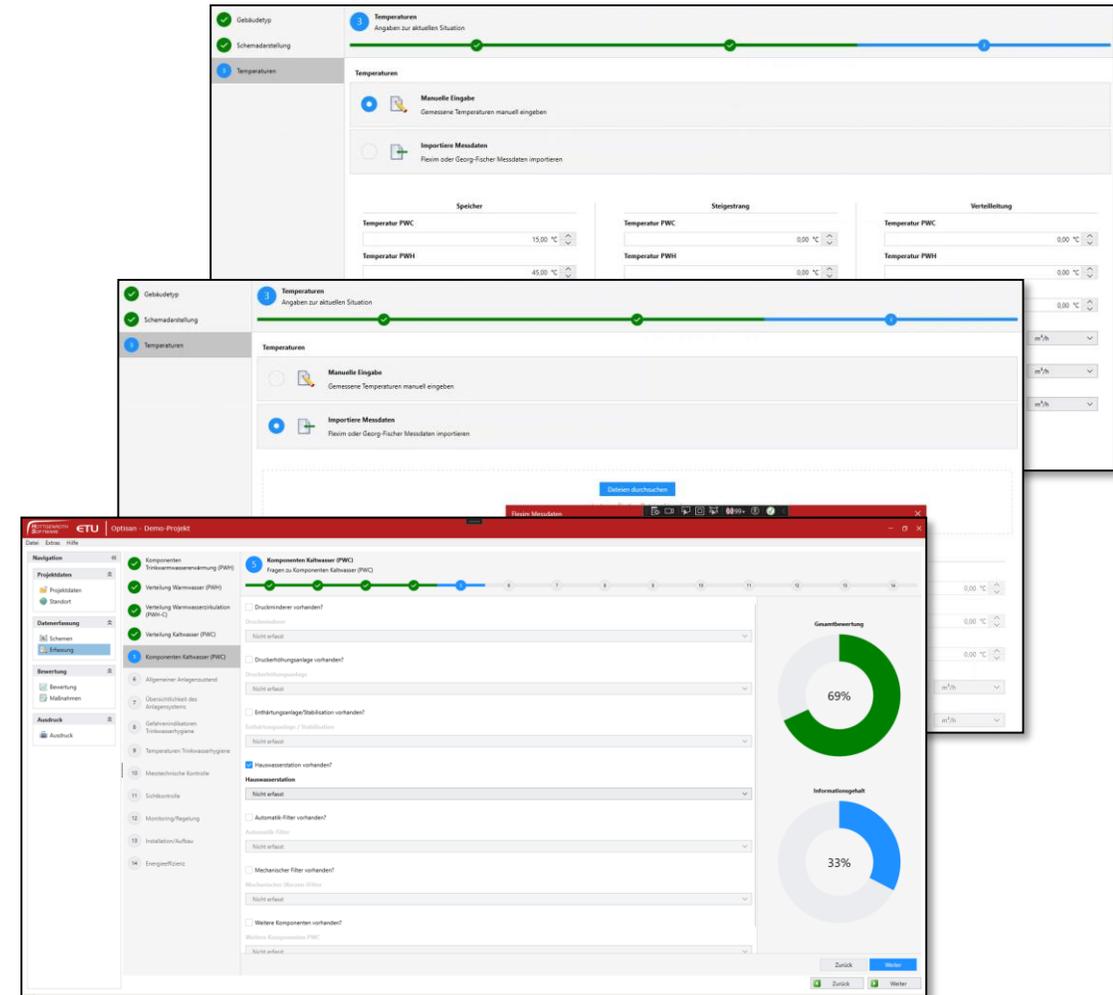
## Die Anwendung des Werkzeugs soll unterstützen und durch einfache und intuitive Bedienbarkeit

- **Anreize zur Minimierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen** schaffen  
⇒ Optimierungsmaßnahmen ermöglichen oft Energieeinsparungen/ finanzielle Einsparungen
- **Sicherheit im Umgang** mit Trinkwasser vermitteln ⇒ Trinkwasserhygiene
- Informationen und Problemstellungen **an Handwerker oder Ingenieure weitergeben** und Handlungsbedarf anmelden  
sowie **Interesse** wecken bzw. die Trinkwasserproblematik ins **Bewusstsein** bringen



## Angestrebte Eigenschaften des Verfahrens bzw. des zu entwickelnden Werkzeugs:

- **strukturierte Erfassung und Veranschaulichung** der Anlagenhydraulik bei meist unvollständigen Planunterlagen/ unübersichtlichen Heizzentralen  
⇒ tabellarische und aufeinander aufbauende Abfragen sowie grafische Erfassung über Systembibliothek
- **messtechnische Erfassung** von Regelparametern  
⇒ Vorschläge zu einfacher Messmethodik (Volumenstrom, Temperatur)
- **schnelle Identifizierung** von Problemstellungen/ Optimierungspotenzial  
⇒ Maßnahmen und Hinweisliste





## Forschungsvorhaben „Hottawa“

### Zapfprofile für Wohngebäude zur energieoptimierten und hygienischen Planung von Trinkwarmwasserverteilnetzen in Neubau und Bestand

Förderkennzeichen: 03EN1083A

Projektlaufzeit: 01.12.2023 – 30.11.2026

Verbundpartner:

Ostfalia Hochschule für angewandte Wissenschaften  
Fakultät Versorgungstechnik  
Salzdahlumer Str. 46 – 48, D – 38 302 Wolfenbüttel

Georg Fischer GmbH  
Daimlerstr. 6, D – 73095 Albershausen

Fachhochschule Münster  
Fachbereich Energie · Gebäude · Umwelt  
Stegerwaldstraße 39, D – 48565 Steinfurt

„Hottawa“



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

Fkz 03EN1083A

Beratende Partner:

DVGW e.V. – Deutscher Verein des Gas- und  
Wasserfaches e.V.

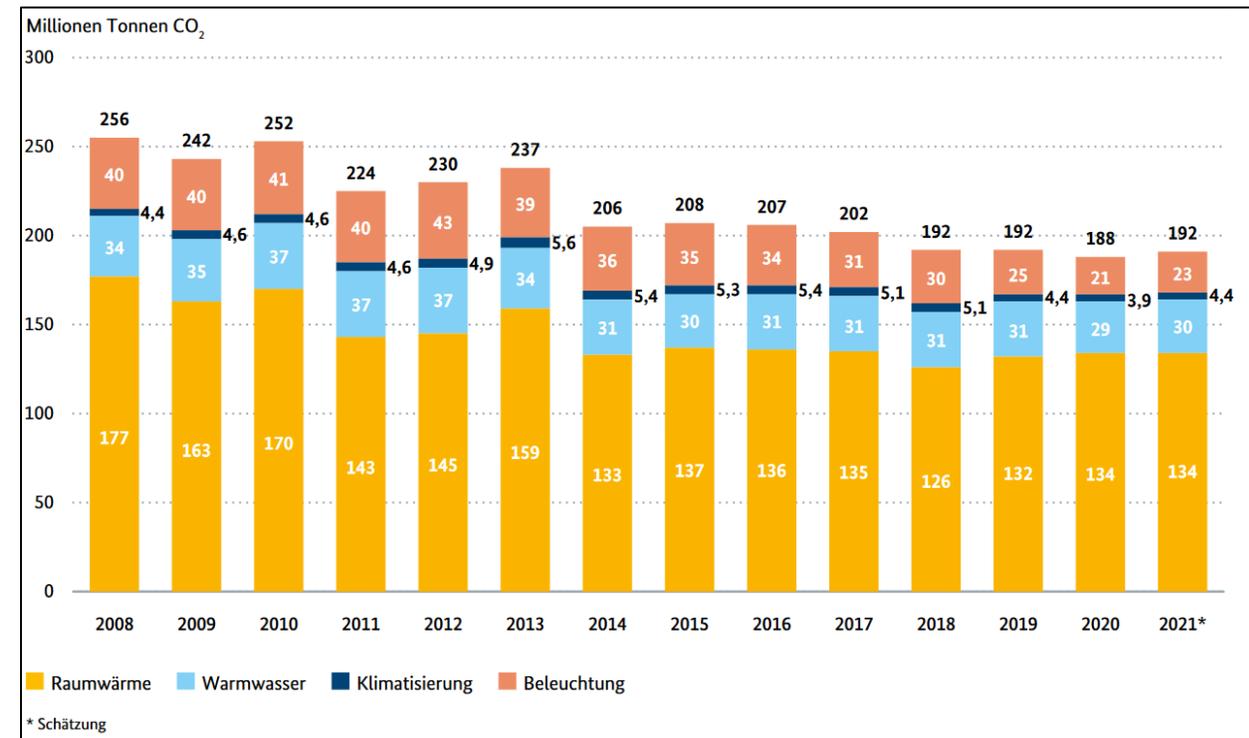
BTGA – Bundesindustrieverband Technische  
Gebäudeausrüstung e.V.

## HOTTAWA - Projektziele

Ziel des Forschungsprojektes ist die Entwicklung und Validierung von Dimensionierungsgrundlagen zur Optimierung von Energieeffizienz u. Hygiene  
Zusammenhang mit der Trinkwarmwasserbereitstellung:

- Entwicklung und Validierung von **Standardzapfprofilen als Referenzprofile** je definierter Wohngebäudeklasse anhand der ermittelten Warmwasserbedarfe
- **Einbindung von regenerativen Energien**  
aufgrund bedarfsgerechter dynamischer Dimensionierung
- Entwicklung einer **Ergänzung zum nationalen Entwurf der DIN EN 12831-3/A100**
- ⇒ **Anwendung der Standardzapfprofile in Auslegungszusammenhängen** von Trinkwarmwasseranlagen in Wohn- und wohnähnlichen Gebäuden in Neubau und Bestand
- ⇒ Steigerung der **Energieeffizienz, der Hygiene** und der **Wirtschaftlichkeit** bei gleichzeitiger Reduzierung der **CO<sub>2</sub>-Emissionen**

CO<sub>2</sub> - Emissionen des gebäuderelevanten  
Endenergieverbrauchs in Wohn- und  
Nichtwohngebäuden

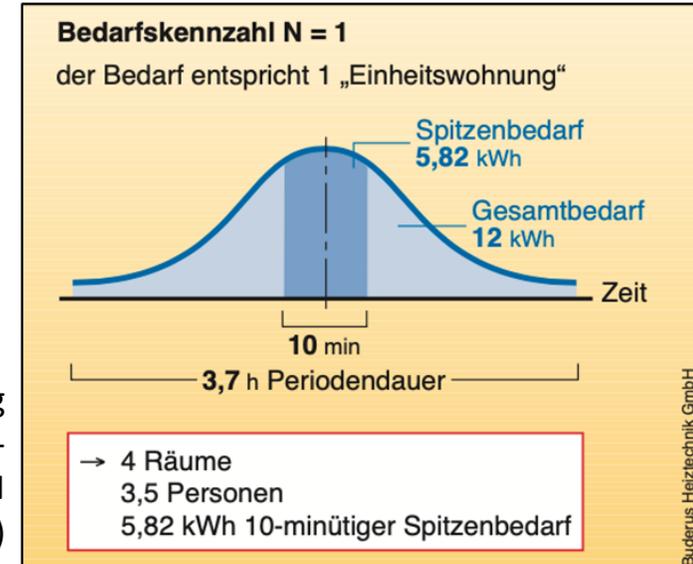


Quelle: BMWI. Energieeffizienz in Zahlen. Stand: 2022

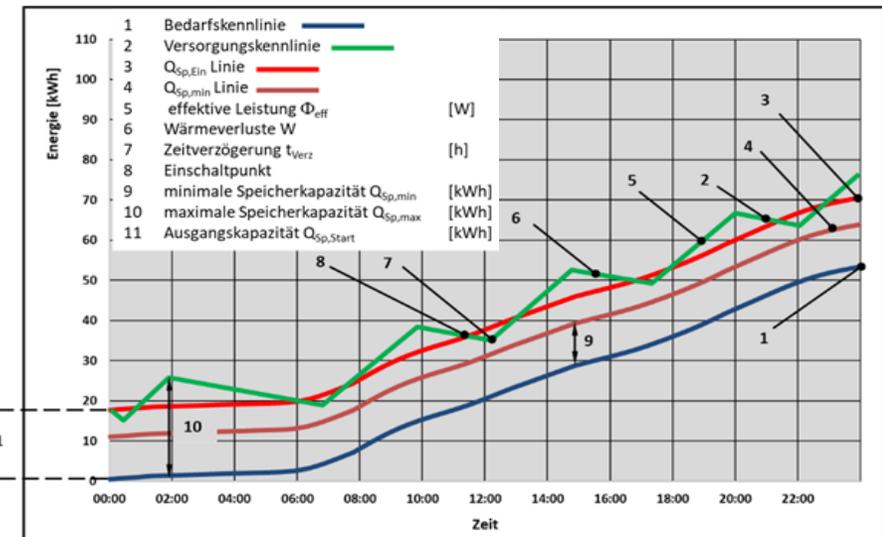
## HOTTAWA – Motivation, Überführung und Verwertung der Projektergebnisse

- **Bedarfsbestimmung** zur Auslegung von Trinkwarmwasseranlagen in Wohngebäuden auf Grundlage von **DIN 4708** über die Bedarfskennzahl, definiert als Bedarf einer normal ausgestatteten Einheitswohnung in einem gemischt belegten Wohngebäude mit beständiger Notwendigkeit zur Bereithaltung von Trinkwarmwasser: **140 l je Entnahme**
- durchschnittlicher **Gesamtbedarf an Trinkwasser in 2022: 125 l je Person und Tag**
- davon etwas mehr als **ein Drittel Trinkwarmwasser (36 %)**
- DIN EN 12831-3/A100: **Aussagekräftige nationale Referenz-Bedarfsprofile fehlen**, lediglich vereinzelte Definitionen von Bedarfsprofilen im Zusammenhang mit Solarthermie (VDI 6002) sowie herstellerseitig im Zusammenhang mit Sonderbauvorhaben
- **Basis einer bedarfsorientierten Auslegung von Trinkwarmwasseranlagen** in Wohngebäuden und Gebäuden aller Art sollten **messdatengestützte Verbrauchsanalysen** sein (wie DIN EN 12831)

Summenkennlinienverlauf –  
Anwendungsbeispiel  
nach DIN EN 12831-3  
(2017-04)

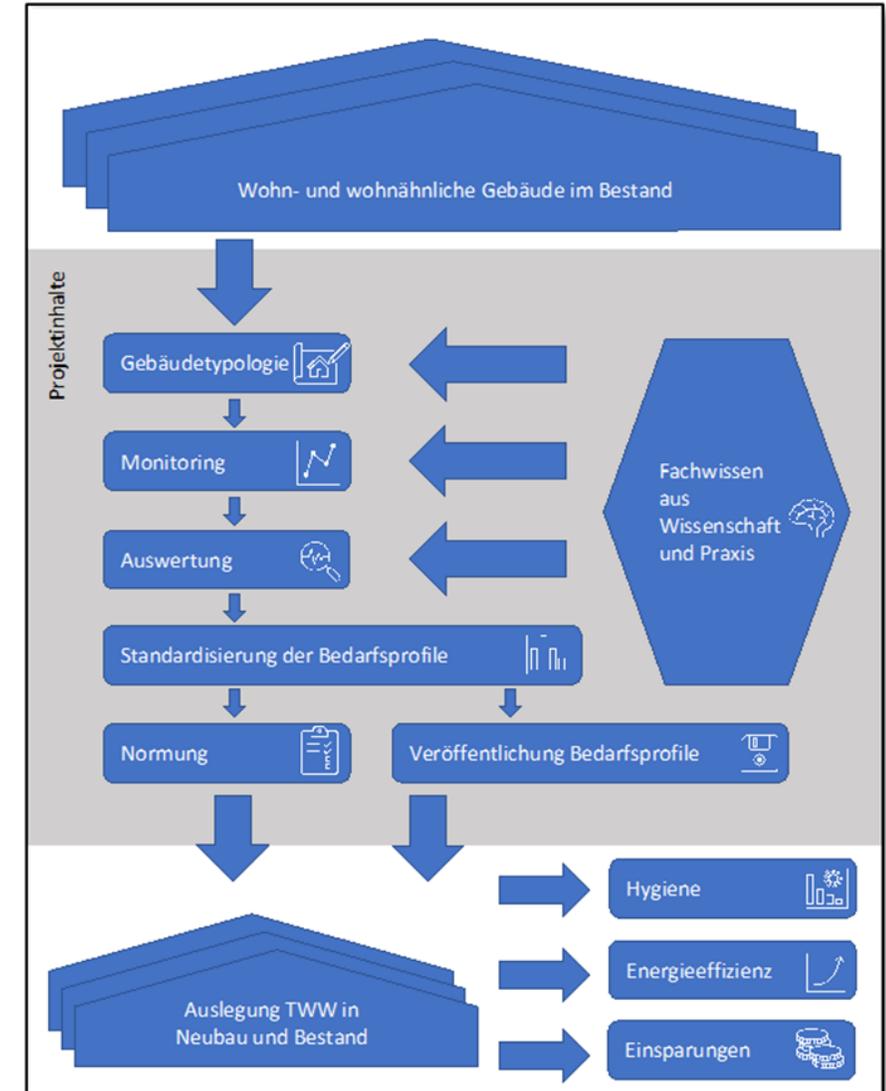


Bedarfsverteilung  
einer Einheits-  
wohnung gemäß DIN  
4708 (1994-04)



## HOTTAWA - Verwertbarkeit

- die im Forschungsprojekt erarbeiteten Ergebnisse und Erkenntnisse finden **Eingang in die Lehre**, so dass die Studenten unmittelbar davon profitieren
- **Austausch** mit Planern, Architekten, Bauherren und anderen Fachleuten auf Fachkonferenzen
- aufgrund der Erkenntnisse aus diesem Forschungsprojekt können im Bereich der Produktentwicklung **passgenaue Produkte** in das Produktportfolio der **Speicherhersteller** aufgenommen oder **Systemanpassungen** vorgenommen werden
- **Erweiterung des Dienstleistungsportfolios** mit einem Beratungsangebot zur effizienten Auslegung von Trinkwarmwasseranlagen
- **Verfügbarkeit von realen Referenzbedarfsprofilen** zur Verwendung in Auslegungssituationen von Trinkwarmwasseranlagen in Wohn- und wohnähnlichen Gebäuden
- **Steigerung der Energieeffizienz und Erhöhung der Wirtschaftlichkeit in der Gebäudeinfrastruktur** durch Reduzierung der Dimensionen
- **Minimierung hygienischer Risiken** durch Vermeidung von Stagnation





## AP 1: Definition der Gebäudeklassen - Hotels

### Hotels

- Business, Sport/Freizeit, Wellness, B&B, Pension, Resort, Anzahl der Zimmer, Ausstattung an TWW-Verbrauchern, Restaurant



Wellness Hotel



Resort



Business + Fitness Hotel



## AP 1: Definition der Gebäudeklassen – Erfassung der Gebäude

### Fragebogen

#### Teil 1

- Anzahl der Geschosse
- Zusammenfassung der Technik der TWW-Anlage
- Art des TWW-Verteilungssystems
- Anzahl der Nutzer/Bewohner

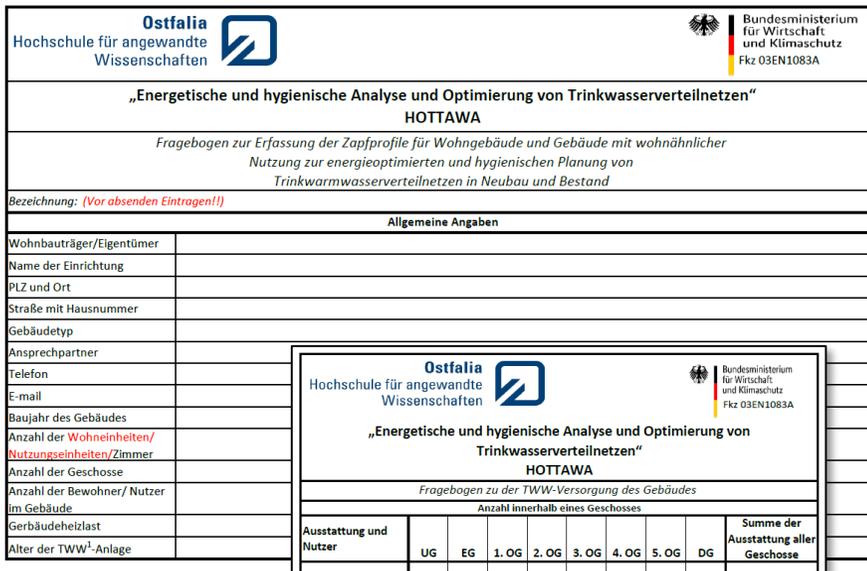
[..\Gebäudefragebogen HOTTAWA\\_Lydia Anpassung.pdf](#)

#### Teil 2

- Überblick über alle TWW-Verbraucher im Gebäude
- TWW-Verbraucherverteilung im Gebäude über die Geschosse
- Anzahl der Nutzer innerhalb eines Geschosses

[..\Gebäudefragebogen HOTTAWA\\_Lydia Anpassung 2.pdf](#)

**Der Aufbau des Fragebogens ist abzustimmen und anzupassen**



**Ostfalia** Hochschule für angewandte Wissenschaften

**Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz** Fkz 03EN1083A

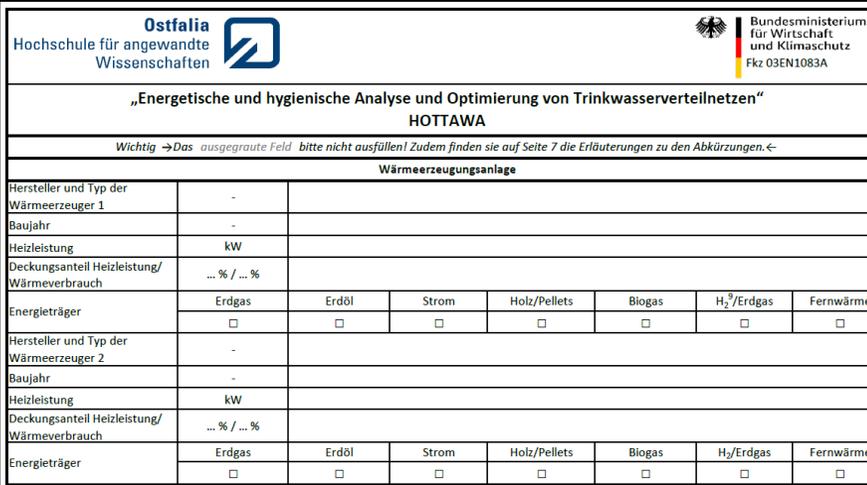
**„Energetische und hygienische Analyse und Optimierung von Trinkwasserverteilnetzen“**  
HOTTAWA

Fragebogen zur Erfassung der Zapfprofile für Wohngebäude und Gebäude mit wohnähnlicher Nutzung zur energieoptimierten und hygienischen Planung von Trinkwarmwasserverteilnetzen in Neubau und Bestand

Bezeichnung: (Vor absenden Eintragen!)

**Allgemeine Angaben**

Wohnbauträger/Eigentümer	
Name der Einrichtung	
PLZ und Ort	
Straße mit Hausnummer	
Gebäudetyp	
Ansprechpartner	
Telefon	
E-mail	
Baujahr des Gebäudes	
Anzahl der Wohneinheiten/ Nutzungseinheiten/Zimmer	
Anzahl der Geschosse	
Anzahl der Bewohner/ Nutzer im Gebäude	
Geräudeheizlast	
Alter der TWW <sup>1</sup> -Anlage	



**Ostfalia** Hochschule für angewandte Wissenschaften

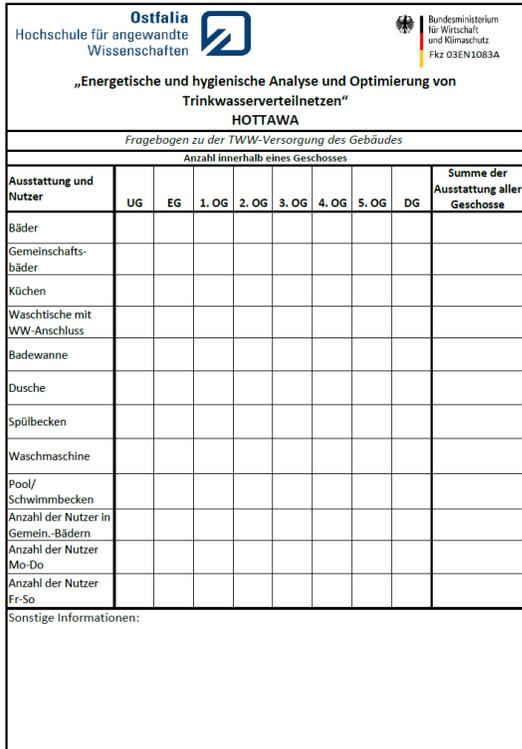
**Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz** Fkz 03EN1083A

**„Energetische und hygienische Analyse und Optimierung von Trinkwasserverteilnetzen“**  
HOTTAWA

Wichtig → Das ausgegrauete Feld bitte nicht ausfüllen! Zudem finden sie auf Seite 7 die Erläuterungen zu den Abkürzungen. ←

**Wärmeerzeugungsanlage**

Hersteller und Typ der Wärmeerzeuger 1	-							
Baujahr	-							
Heizleistung	kw							
Deckungsanteil Heizleistung/ Wärmeverbrauch	... % / ... %							
Energieträger	<input type="checkbox"/>							
Hersteller und Typ der Wärmeerzeuger 2	-							
Baujahr	-							
Heizleistung	kw							
Deckungsanteil Heizleistung/ Wärmeverbrauch	... % / ... %							
Energieträger	<input type="checkbox"/>							



**Ostfalia** Hochschule für angewandte Wissenschaften

**Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz** Fkz 03EN1083A

**„Energetische und hygienische Analyse und Optimierung von Trinkwasserverteilnetzen“**  
HOTTAWA

Fragebogen zur TWW-Versorgung des Gebäudes

Anzahl innerhalb eines Geschosses

Ausstattung und Nutzer	UG	EG	1. OG	2. OG	3. OG	4. OG	5. OG	DG	Summe der Ausstattung aller Geschosse
Bäder									
Gemeinschaftsbäder									
Küchen									
Waschtische mit WW-Anschluss									
Badewanne									
Dusche									
Spülbecken									
Waschmaschine									
Pool/ Schwimmbaden									
Anzahl der Nutzer in Gemein.-Bädern									
Anzahl der Nutzer Mo-Do									
Anzahl der Nutzer Fr-So									
Sonstige Informationen:									



### Hottawa - Schlussfolgerungen – zukünftiger Nutzen aus dem Forschungsvorhaben

Aus der praktischen Anwendung der Referenzlastprofile folgt:

- |  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| ⇒ geringeres <b>Speichervolumen</b> für Trinkwarmwasser        | ⇒ | <b>geringere Verluste</b>   |   |
|  | ⇒ | <b>Reduzierung Materialeinsatz</b>  | ✓ |
| ⇒ geringere <b>Leitungsquerschnitte</b>                        | ⇒ | <b>geringere Verluste</b>   | ✓ |
|  | ⇒ | <b>Reduzierung Materialeinsatz</b>  | ✓ |
| ⇒ bedarfsgerechte <b>Systemdimensionierung</b>                 | ⇒ | <b>geringerer Trinkwasser- und<br/>Trinkwarmwasserverbrauch</b>             | ✓ |
|  | ⇒ | <b>sichere Integration regenerativer Energien u. höhere Deckungsanteile</b> |   |
| ⇒ lastgerechte <b>Trinkwarmwasserbereitung und -verteilung</b> | ⇒ | <b>Verbesserung der<br/>Trinkwarmwasserhygiene</b>                          | ✓ |
|  | ⇒ | <b>Verbesserung der Energieeffizienz im<br/>Gebäudebereich</b>              |   |

## Anwendungsbeispiel Energiekonzept: Kloster Bursfelde – Tagungshaus und Pilgerherberge

- Hauptgebäude des Klosters mit Tagungshaus
- Südlich des Klosters: Pastorenhaus und Diakonenhaus
- Nördlich des Klosters: Pilgerherberge



Diakonenhaus



Pastorenhaus



Kloster Bursfelde mit Nebengebäuden (Google Maps)



Hauptgebäude/Tagungshaus Kloster Bursfelde

## Kloster Bursfelde – Tagungshaus



Tagungshaus Kloster Bursfelde



Seminarräume und Flurbereich

Die Wärmeversorgung des Klosters erfolgt über zwei Ölkessel mit je 165 kW Heizleistung (Wärmeverbrauch 244.700 kWh/a)



Kloster Bursfelde – Pilgerherberge (Nutzung Mai – September)



Pilgerherberge Kloster Bursfelde  
(ehemaliges Scheunengebäude)



Innenraum mit Aufenthaltsbereich und  
Sanitäreanlagen einfacheren Standards

Die Pilgerherberge wird über einen  
Gasbrennwertkessel mit einer  
Leistung von ca. 20 kW versorgt.  
(Wärmeverbrauch 20.500 kWh/a)



## Messungen zur Bewertung des Wärmeverbrauchs und des Anteils der Trinkwarmwasserbereitung

- Außentemperaturfühler an der Außenwand des Gebäudes
- Zwei Ultraschalldurchflussmessgeräte inkl. Vor- und Rücklauftemperatursensor zur Erfassung der Wärmeströme im Kesselkreis sowie der Trinkwarmwasserbereitung

Heizkessel



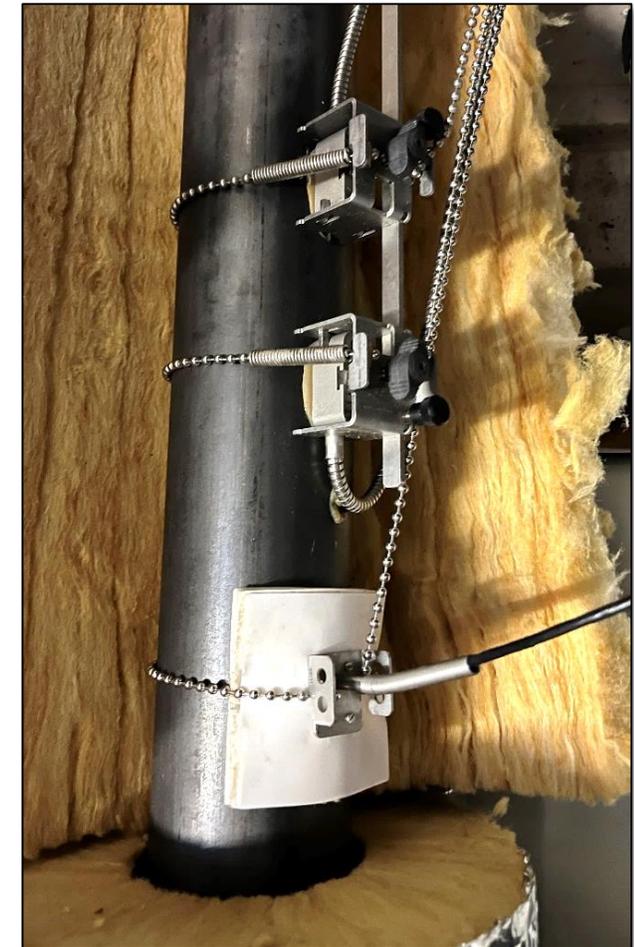
Ultraschalldurchflussmessgerät  
„Fluxus“



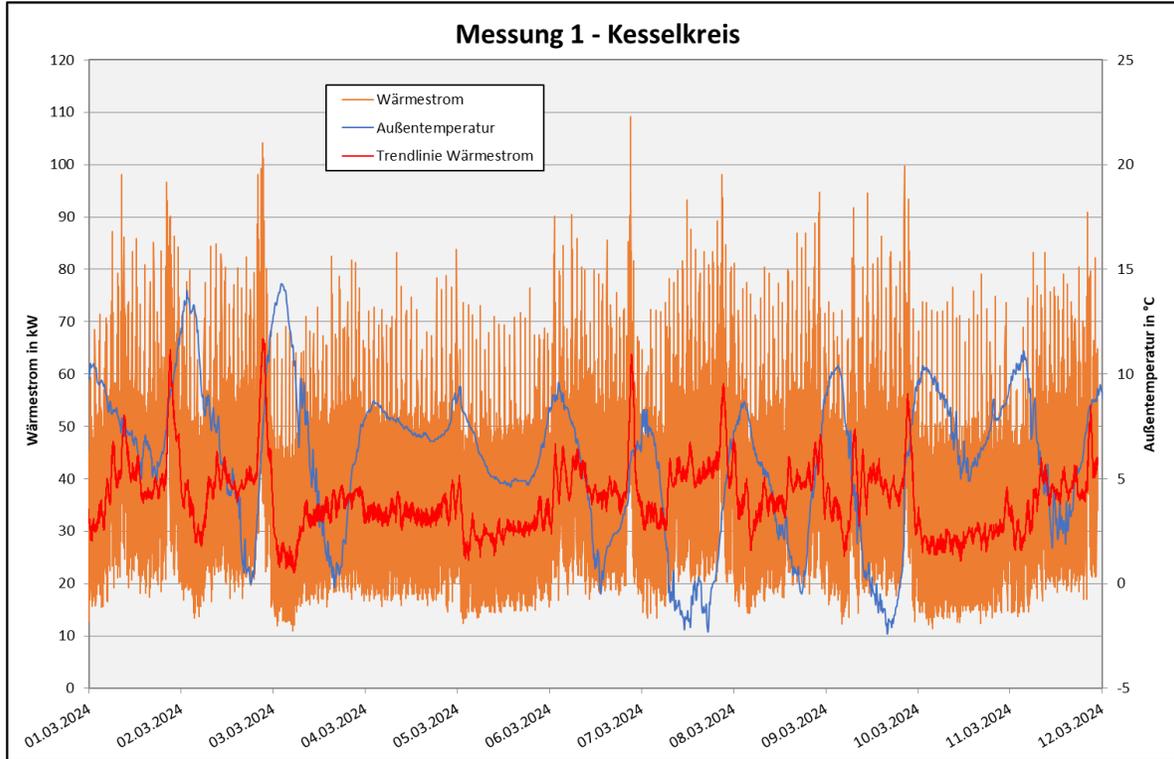
Rücklauftemperatursensor



Sensoren Ultraschall-  
Durchflussmessgerät



## Ergebnisse Messung

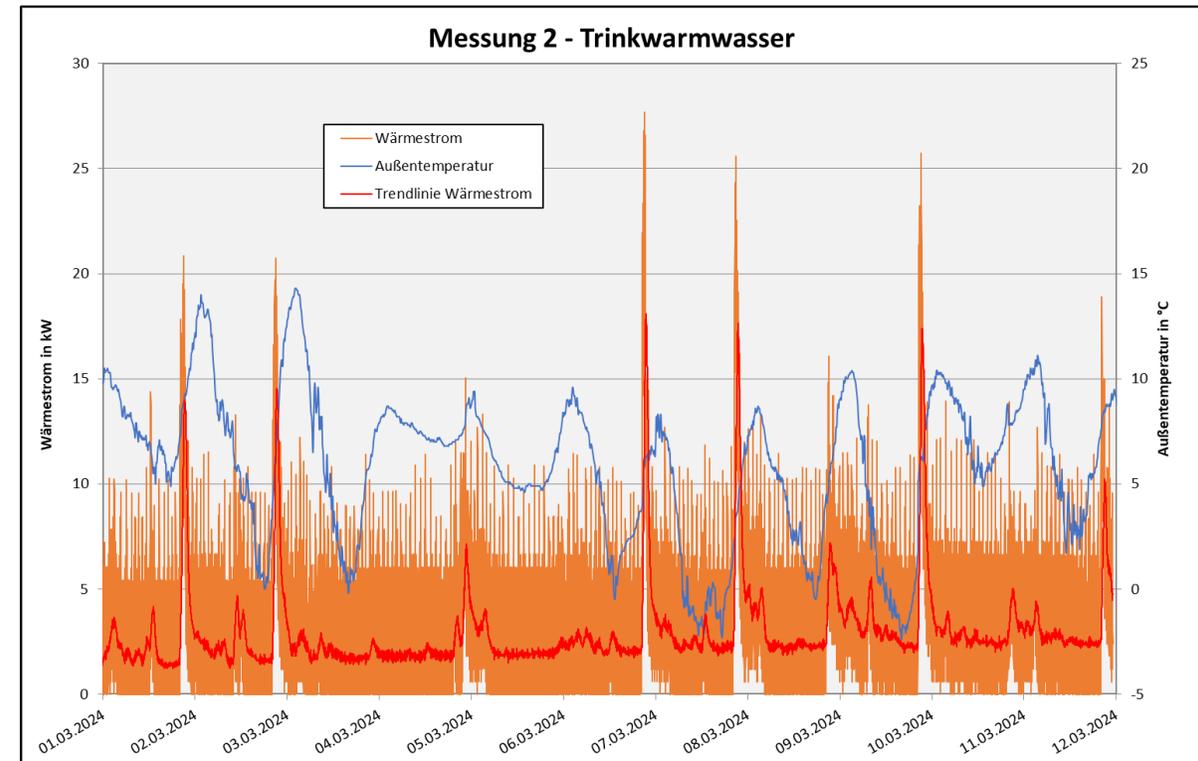


### Heizung und Trinkwarmwasser

- Wärmestrom liegt nie unter 10 kW
- Meist im Bereich zwischen 15 und 50 kW
- Maximaler Wärmestrom von 110 kW

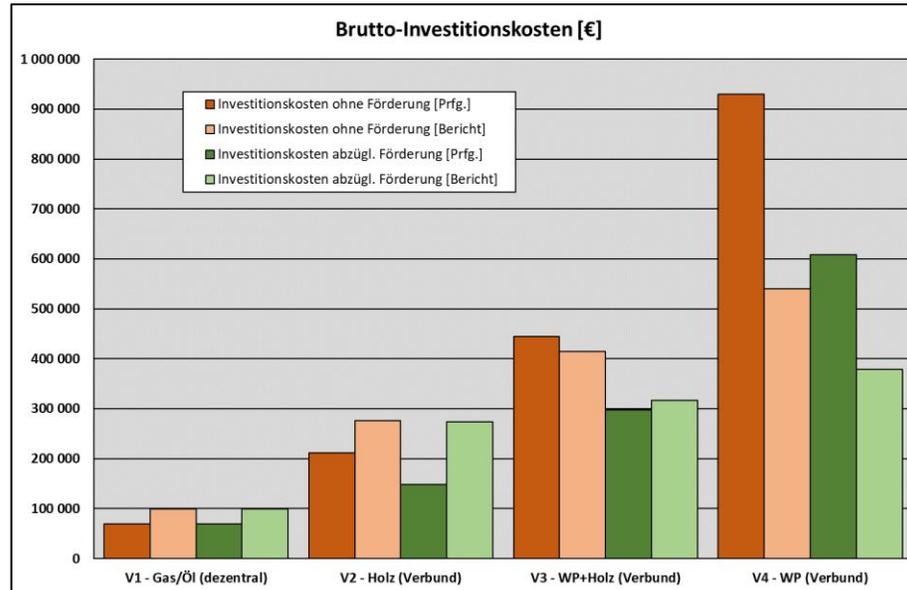
### Nur Trinkwarmwasser

- Einzelne Spitzenlasten von bis zu 27 kW erkennbar
- Spitzenlasten fallen immer morgens gegen 9 Uhr an
- Auftretende Last in der Regel 5 kW, im Durchschnitt 2,9 kW



### Abgleich der Wirtschaftlichkeitsberechnung in Bezug auf berücksichtigte Energiekosten

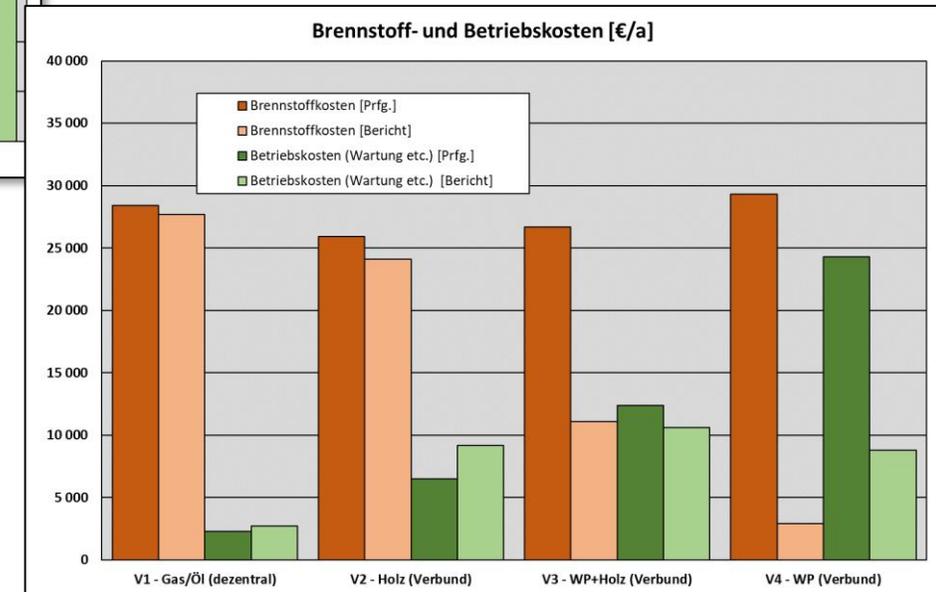
- Untersucht und bewertet die bestehende Wärmeversorgung des Klosters inkl. Pastorenhaus und Diakonenhaus
- Vergleich von Varianten zur zukünftigen Wärmeversorgung:
  - Erneuerung der bestehenden Öl- und Gaskessel
  - Holzpelletkessel zur Versorgung der Gebäude im Verbund mittels Wärmenetz
  - Erdwärmepumpe zur Versorgung der Gebäude im Verbund mittels Wärmenetz
  - Kombination aus Holzpelletkessel und Erdwärmepumpe zur Versorgung im Verbund mittels Wärmenetz



	Heizöl-/Flüssiggaskessel dezentral	Verbund mit Holzpelletkessel	Verbund mit Wärmepumpe u. Holzpelletkessel	Verbund mit Wärmepumpe
Energieträger	fossil	erneuerbar	erneuerbar	erneuerbar
Investition	gering	hoch	hoch	sehr hoch
Wärmeerzeugungskosten	mäßig	hoch	mäßig	gering
wirtschaftliche Einflussgrößen	Heizöl-/Flüssiggaspreis	Holzpelletpreis	Holzpellet-/Strompreis	Strompreis
Schwankungsbreite Brennstoffpreise	hoch	hoch	mäßig	mäßig
Vorgehen bei der Realisierung	schrittweise	konzentriert	konzentriert	konzentriert
Bedienaufwand	gering	mäßig	mäßig	gering
Versorgungssicherheit	hoch	hoch	sehr hoch	hoch
Umweltentlastung	gering	hoch	hoch	sehr hoch

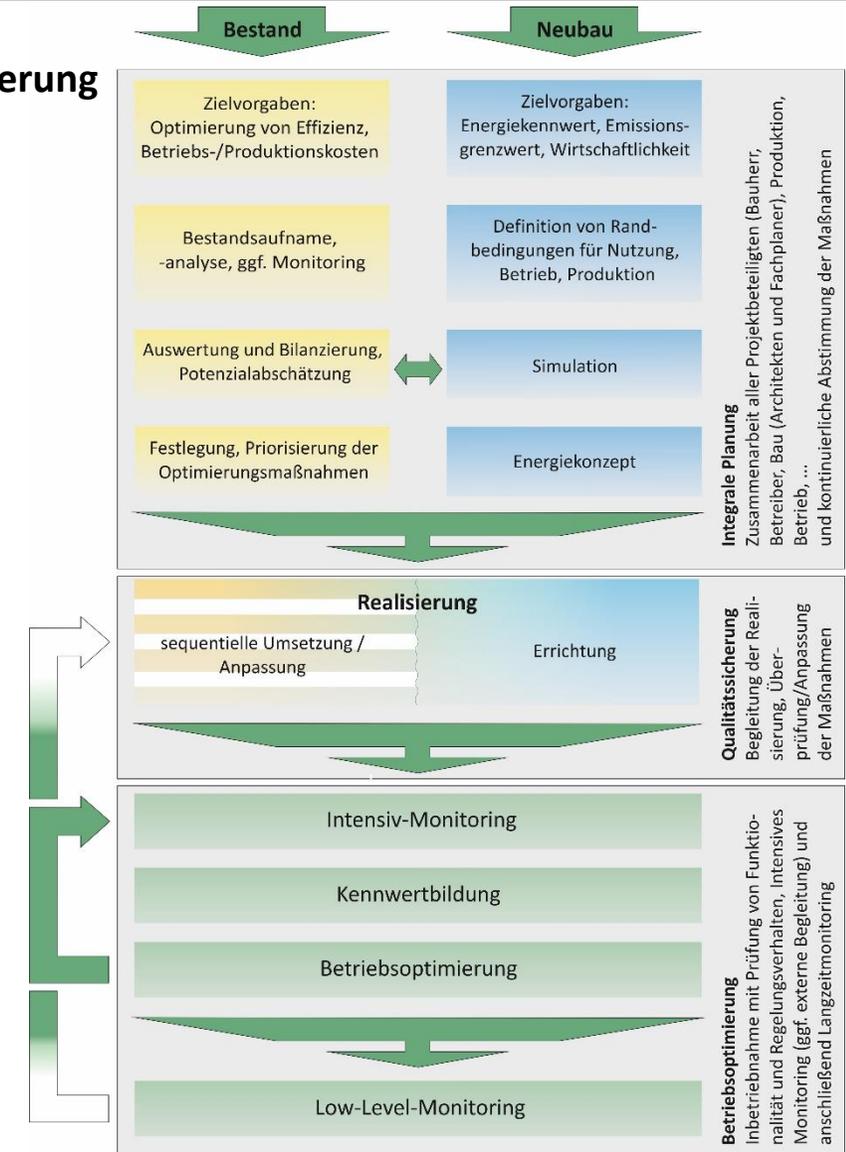
### Wesentliche Unterschiede Bericht und Prfg.

- Investitionskosten WP (Prfg.: ca. 120 T€ / Bericht: ca. 80 T€, jeweils netto) sowie die Erdwärmesonden (Prfg.: ca. 130 €/m / Bericht: ca. 70 €/m, jeweils netto)
- Stromkosten: Prfg.: 340 €/MWh, Bericht: 34 €/MWh
- Förderungen



## Effizienzmaßnahmen in Neubau und Bestand - Monitoring als Schlüssel zur Betriebsoptimierung

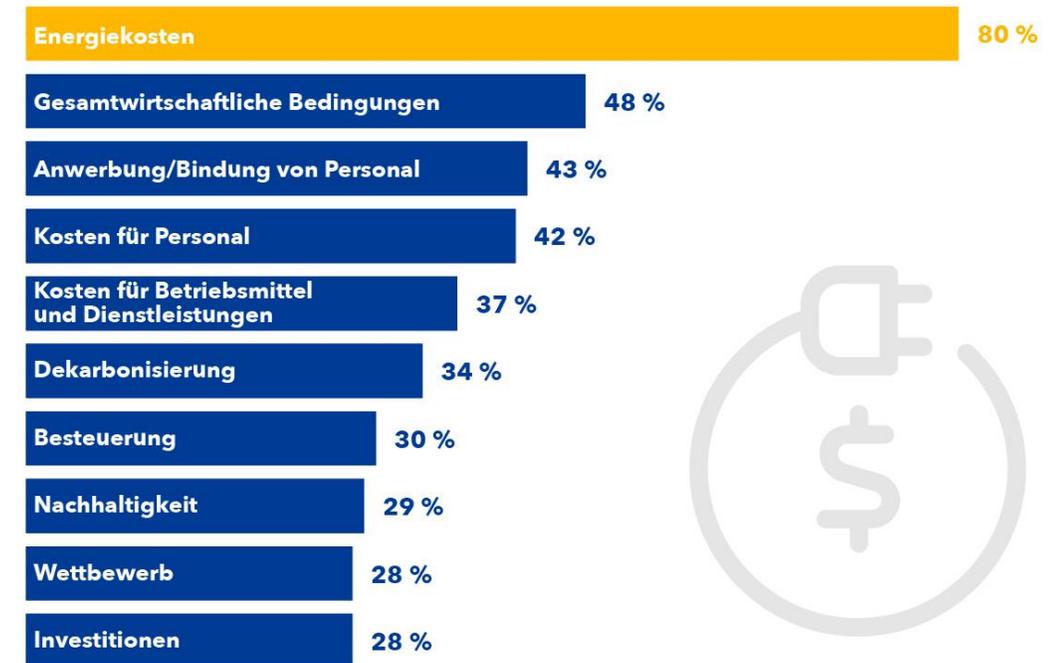
- Im Bestand Entwicklung der Optimierungs- bzw. Sanierungsstrategien über die Analyse des Betriebsverhaltens und der Bildung von Kennwerten und Benchmarking, bei Neubauten in der Regel simulationsgestützte Entwicklung von Integralen Versorgungskonzepten
- Identifikation von Wartungsmängeln (Filter, ...), Fehlfunktionen (Leistung, Volumenströme, Ein- und Ausschalttemperaturen, ...), Mehrverbrauch, ...
- Abschätzung der energetischen und wirtschaftlichen Potenziale von Einzel- oder Verbundmaßnahmen, Festlegung der Reihenfolge der Umsetzung – Priorisierung
- Planung im Kontext der Umsetzbarkeit im laufenden Betrieb bzw. Produktionsprozess
- (sequentielle) Umsetzung der Maßnahmen, Begleitung im Rahmen einer Qualitätssicherung
- Messtechnische Begleitung der durchgeführten energetischen Sanierungsmaßnahmen im Betrieb im Rahmen eines **Intensivmonitorings** (kurze Messintervalle u. kontinuierliche Auswertung,  
**Evaluierung und Betriebsoptimierung**, ggf. Anpassung der Maßnahmen, im Anschluss **Langzeitmonitoring** (längere Messintervalle und abschnittsweise (Monat, Quartal, Jahr) Auswertung



## Zusammenfassung

- Die Trinkwarmwasserbereitung hat in Gebäuden mit wohnähnlicher Nutzung einen aufgrund der wärmeschutzseitigen Anforderungen an Neu- und Bestandsgebäude einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung von Energieverbrauch und Emissionen
- Insbesondere im Hotelgewerbe ergeben sich hierdurch hohe Wärmeverbrauchswerte und vor allem trinkwarmwasserbedingte Lastspitzen
- Die relevanten Normen und Richtlinien zur Anlagenauslegung sind anzupassen (Lastprofile), entsprechende Auslegungs- und Bewertungswerkzeuge insbesondere für die Analyse und Bewertung der Verbrauchssituation im Bestand sind erforderlich
- Die Hygieneanforderungen sind bei allen energetischen Maßnahme zu beachten und anzupassen
- Bei der Integration von regenerativen Energien zur Wärmeversorgung von Hotels bzw. auch wohnähnlich genutzten Gebäuden ist die Anforderung der Deckung des Trinkwarmwasserbedarfs zu beachten, bei Konzeptentwicklung ist auf aktuelle Förderbedingungen und Kosten Bezug zu nehmen
- Insbesondere Anlagen zur Integration regenerativer Energien in die Heizung und Trinkwarmwasserbereitung sind sorgfältig auszulegen (ggf. Messungen im Bestand) und im Betrieb messtechnisch zu begleiten (Monitoring!!!)

## Steigende Energiekosten sind bei weitem die größte Herausforderung für europäische Hoteliers



Anmerkungen: n = 1.000; die Befragten sind Führungskräfte/Manager im europäischen Beherbergungsgewerbe.  
Quelle: Statista & Booking.com European Accommodation Barometer 2022





**Herzlichen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit**