



**ENERGIENUTZUNGSPLAN  
FÜR DIE  
STADT FÜSSEN**

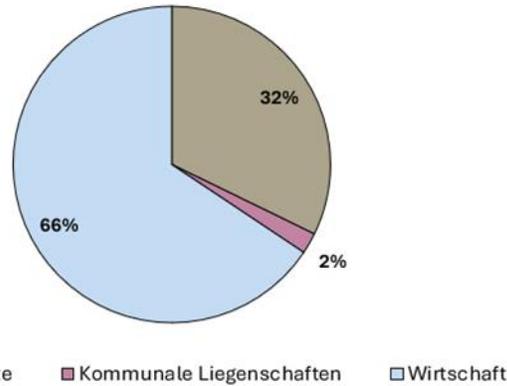
**Abschlusspräsentation**

# Gliederung

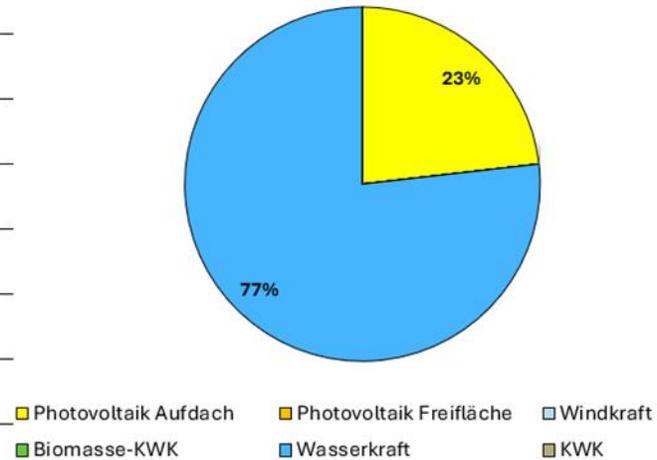
- 1. Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien**
  - 1. Energiebilanz im Ist-Zustand**
  - Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation
  - Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien
  - Energieszenario 2040
  - Maßnahmenkatalog
- 2. Detailprojekt - Wärmenetz**
  - Gebietsumgriff / Trassenverlauf
  - Rechtliche Rahmenbedingungen
  - EE-Potenziale
  - Wirtschaftlichkeit
  - Ausblick
- 3. Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes**
  - Ist-Zustand des Gebäudes
  - Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf
  - Mögliche Wärmeversorgungsvarianten
  - Zusammenfassung und Fazit

# Energiebilanz Strom – Ist-Zustand – Bilanzjahr 2022

Strombezug nach Verbrauchergruppen	MWh/a
 Private Haushalte	20.463
 Kommunale Liegenschaften	1.357
 Wirtschaft	41.660
<b>Summe</b>	<b>63.480</b>

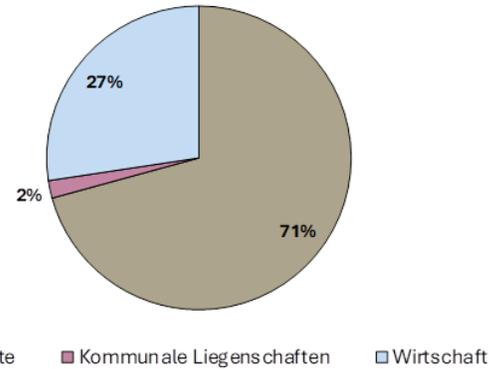


Stromeinspeisung aus EE/KWK	MWh/a
 Photovoltaik Aufdach	6.947
 Photovoltaik Freifläche	0
 Windkraft	0
 Biomasse-KWK	0
 Wasserkraft	23.011
 KWK	0
<b>Summe</b>	<b>29.958</b>

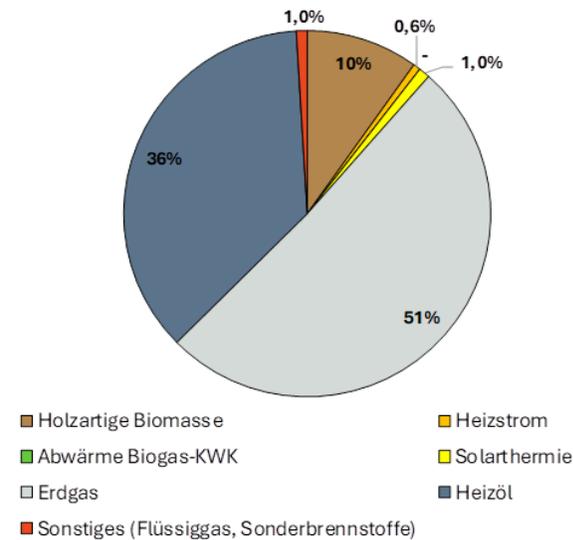


# Energiebilanz Wärme – Ist-Zustand – Bilanzjahr 2022

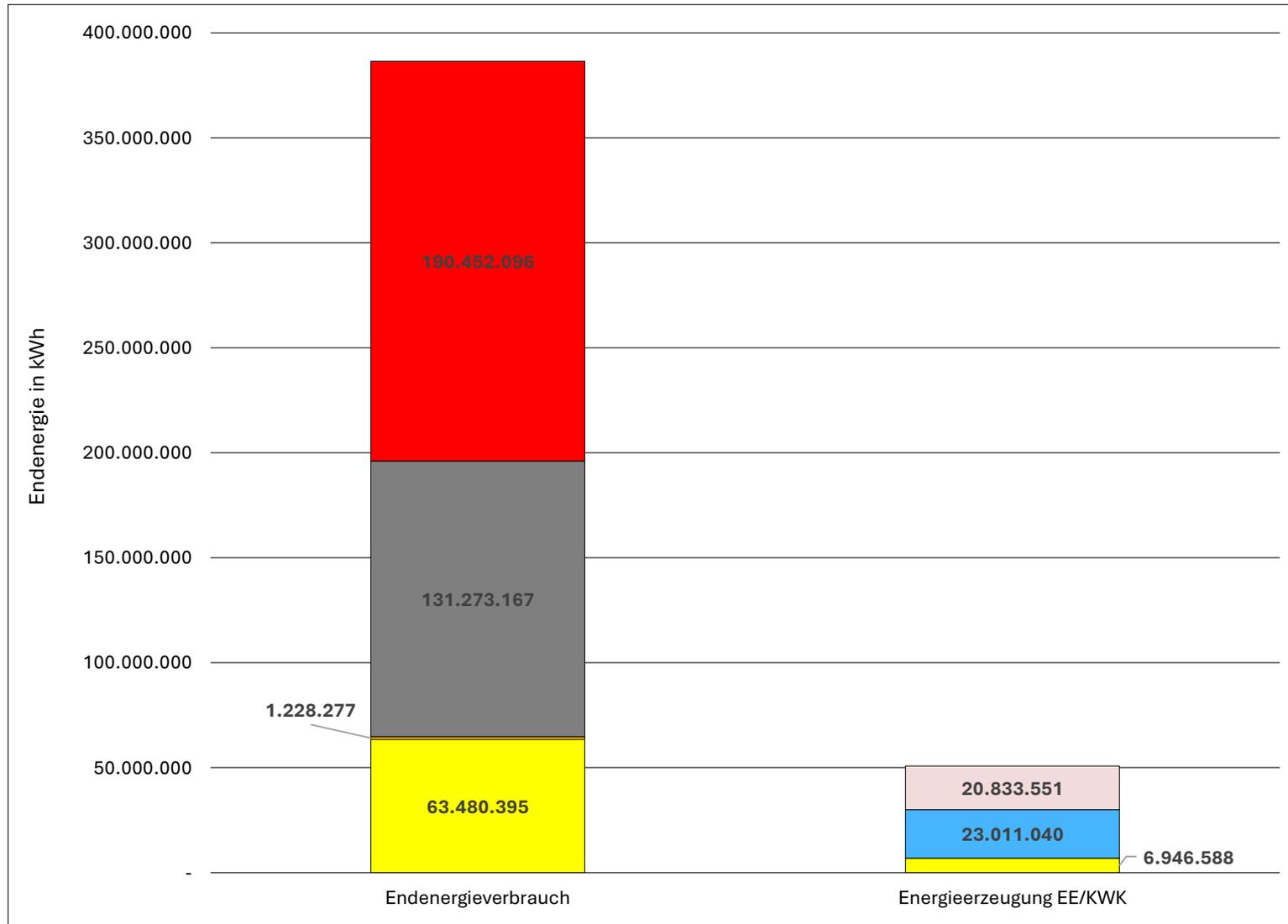
Wärmebedarf nach Verbrauchergruppen	MWh/a
 Private Haushalte	135.571
 Kommunale Liegenschaften	3.593
 Wirtschaft	52.517
<b>Summe</b>	<b>191.680</b>



Energieträger "Thermisch"	MWh/a
 Holzartige Biomasse	18.928
 Heizstrom	1.228
 Abwärme Biogas-KWK	0
 Solarthermie	1.906
 Erdgas	97.907
 Heizöl	69.888
 Sonstiges (Flüssiggas, Sonderbrennstoffe)	1.824
<b>Summe</b>	<b>191.680</b>



# Energiebilanz gesamt – Ist-Zustand – Bilanzjahr 2022



Endenergieverbrauch

- Wärme (ohne Heizstrom)
- Mobilität fossil
- Heizstrom
- Allgemeinstrom

Energieerzeugung EE/KWK

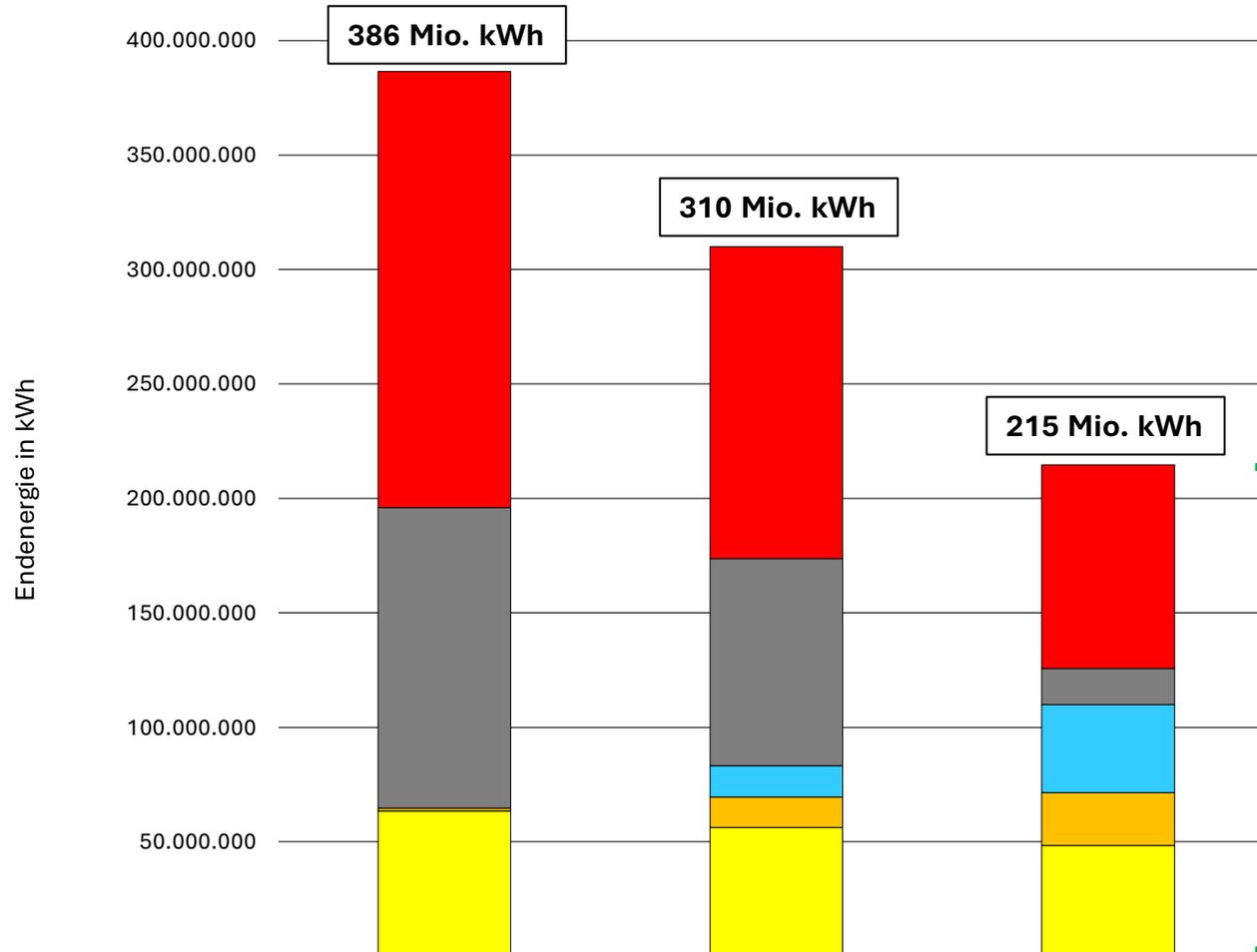
- Wärme regenerativ
- Wasserkraft
- Photovoltaik-Aufdach

# Gliederung

- 1. Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien**
  1. Energiebilanz im Ist-Zustand
  - 2. Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation**
  3. Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien
  4. Energieszenario 2040
  5. Maßnahmenkatalog
- 2. Detailprojekt - Wärmenetz**
  1. Gebietsumgriff / Trassenverlauf
  2. Rechtliche Rahmenbedingungen
  3. EE-Potenziale
  4. Wirtschaftlichkeit
  5. Ausblick
- 3. Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes**
  1. Ist-Zustand des Gebäudes
  2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf
  3. Mögliche Wärmeversorgungsvarianten
  4. Zusammenfassung und Fazit

- Annahmen für Energieeinsparpotenziale
  - GIS-Tool zur Berechnung von Sanierungspotenzialen bei Wohnhäusern anhand Sanierungsquote und Zielwert (Sanierungskataster) → Sanierungsquote: 2 % pro Jahr auf 100 kWh pro m<sup>2</sup>
  - Sonstige Einsparpotenziale in Anlehnung an EU-Effizienzrichtlinie (1,5% pro Jahr)
- Annahmen für Transformationsprozesse (→ steigender Strombedarf)
  - Verstärkter Einsatz von Wärmepumpen (60% aller privater Haushalte bis Jahr 2040)
  - Steigender Anteil der Elektromobilität (88% bis Jahr 2040)

# Energieeinsparung / Effizienzsteigerung / Transformation bis Jahr 2040



Ziel: Prüfung einer Möglichkeit zur bilanziellen Deckung aus 100% erneuerbaren Energien bis zum Jahr 2040

	2022	2030	2040
■ Wärme (ohne Heizstrom)	190.452.096	136.345.845	88.906.929
■ Mobilität fossil	131.273.167	90.461.659	15.752.780
■ Elektromobilität / H2-Mobilität	-	13.603.836	38.506.796
■ Heizstrom	1.228.277	13.327.125	23.080.767
■ Allgemeinstrom	63.480.395	56.250.899	48.360.610

# Gliederung

1. **Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien**
  1. Energiebilanz im Ist-Zustand
  2. Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation
  3. **Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien**
  4. Energieszenario 2040
  5. Maßnahmenkatalog
2. Detailprojekt - Wärmenetz
  1. Gebietsumgriff / Trassenverlauf
  2. Rechtliche Rahmenbedingungen
  3. EE-Potenziale
  4. Wirtschaftlichkeit
  5. Ausblick
3. Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes
  1. Ist-Zustand des Gebäudes
  2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf
  3. Mögliche Wärmeversorgungsvarianten
  4. Zusammenfassung und Fazit

# Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien



Folgende Potenziale wurden im Energienutzungsplan analysiert

- Photovoltaik auf Dachflächen
- Solarthermie auf Dachflächen
- Photovoltaik auf Freiflächen
- Biomasse
- Oberflächennahe Geothermie
- Tiefe Geothermie
- Abwärme (wurde zur Erstellung des Maßnahmenkatalogs anhand des Wärmekatasters herangezogen)

## Solarthermie

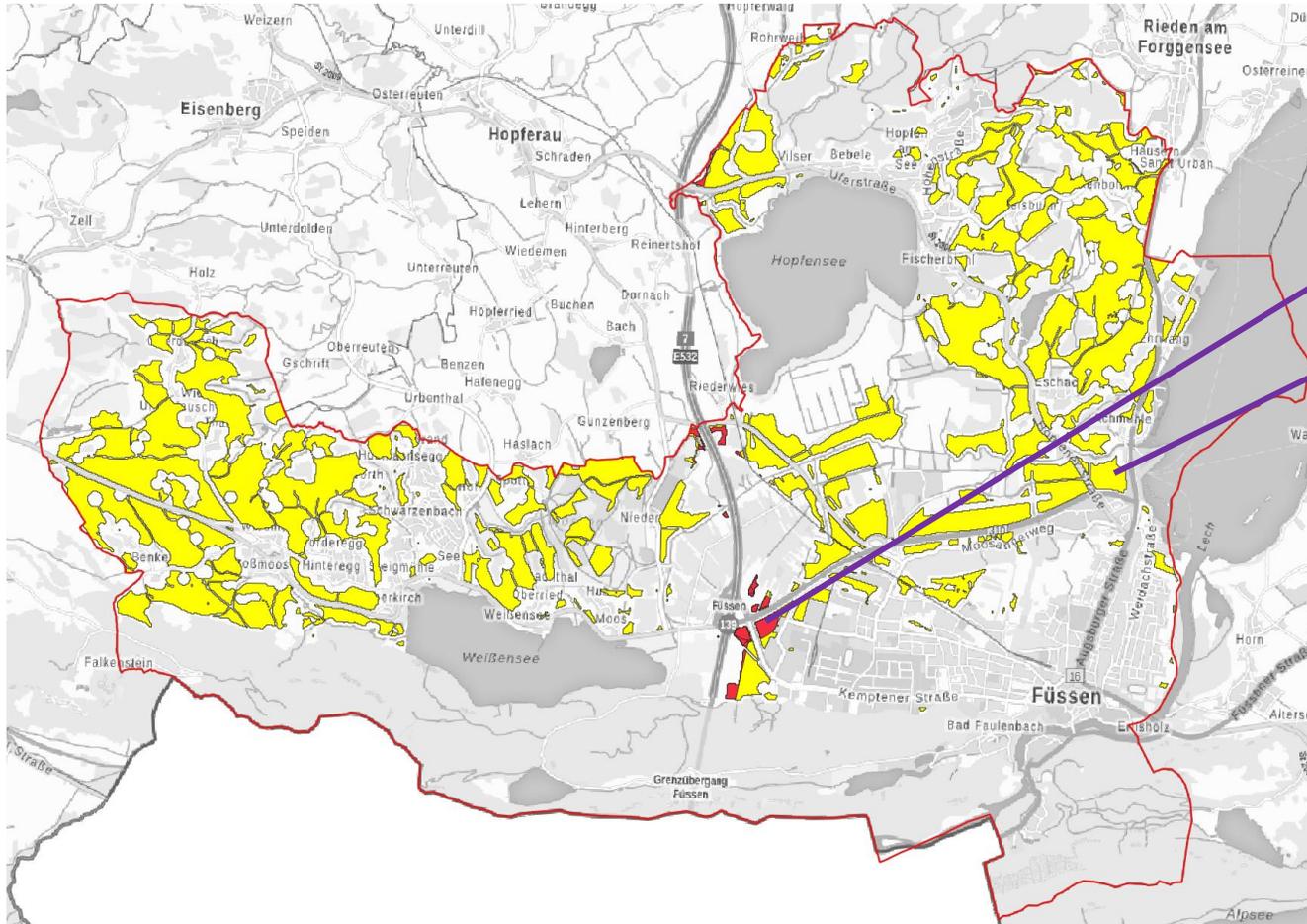
- Solarthermie-Ausbau zur Deckung von 60 % des Warmwasserbedarfs der privaten Haushalte
- Szenario: 5.917.000 kWh aus Solarthermie bis zum Jahr 2040 (Ist: 1.906.000 kWh) → über Dachflächen oder auch Groß-Solarthermieanlagen z.B. in Wärmenetzen

## Aufdach-Photovoltaik

- Analyse des Solarpotenzialkatasters → theoretisches Gesamtpotenzial: rund 98.000.000 kWh
- Davon wird pauschal ein Abzug in Höhe von 30 % aufgrund Statik etc. abgezogen
- Vom übrigen Potenzial werden bis zum Jahr 2040 ca. 50 % genutzt
- Szenario bis zum Jahr 2040: 34.456.111 kWh, davon 6.947.000 kWh Bestand  
(→ ca. „Verfünffachung“)

# Photovoltaik-Freifläche

- GIS-Analyse potenziell geeigneter Flächen anhand eines Standard-Kriterienkatalogs seitens IfE
- Berücksichtigung von Ausschlussflächen, wie z.B. Gewässer, Wälder, Siedlungen, etc.



**Summe der Flächen:**

→ Privilegierte Flächen: 23,5 ha

→ Potenzialflächen: 761 ha

## Aufteilung in zwei Szenarien

Szenario 1: Umsetzung von 1,5 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche (ca. **24 ha**) bei gleichbleibender Erzeugung der anderen ermittelten Potenziale erneuerbarer Energien

Szenario 2: Vollständige Deckung der bilanziellen Lücke → 8,2 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche (ca. **130 ha**) bei gleichbleibender Erzeugung der anderen ermittelten Potenziale erneuerbarer Energien

# Biomasse (Holz)

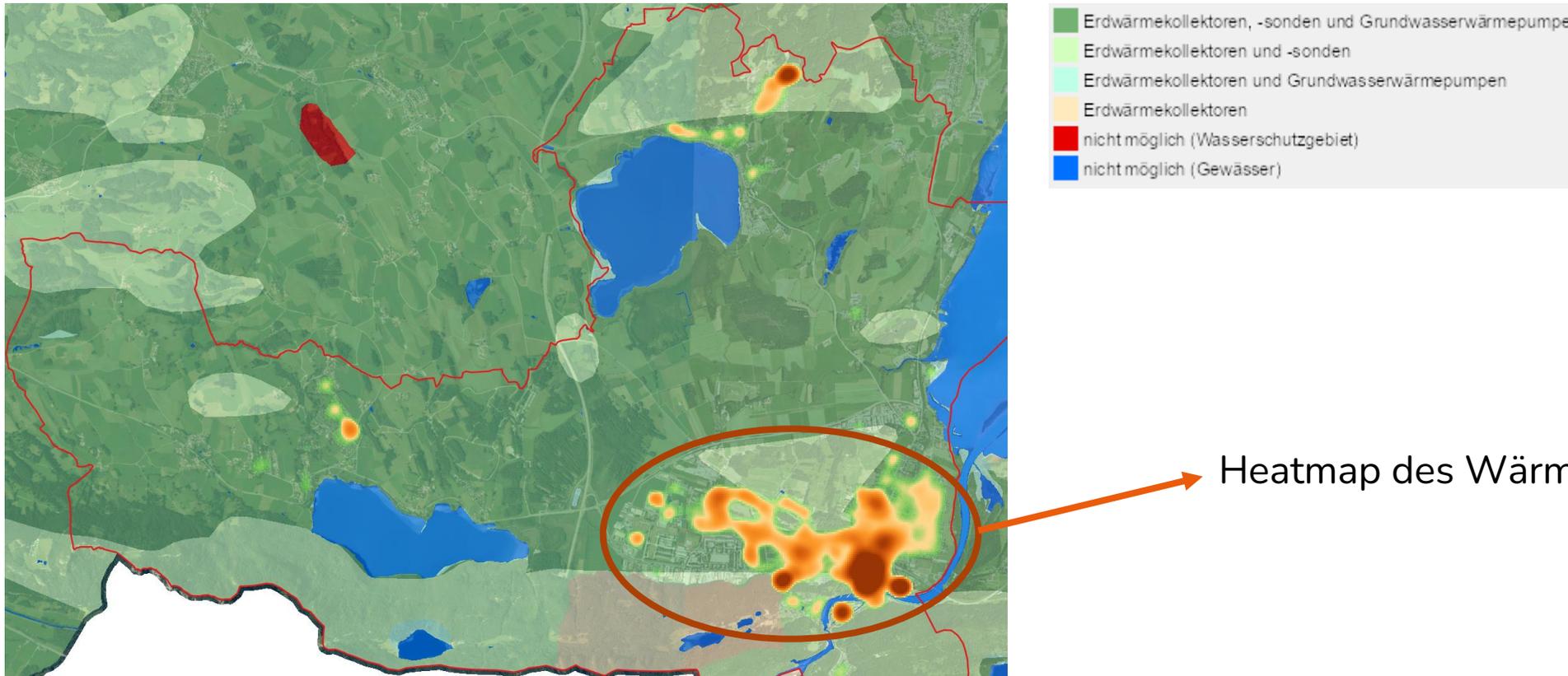


- Ist-Zustand: Verbrauch ca. 18.900.000 kWh (etwa 10 % des gesamten Wärmebedarfs)
- Abstimmung mit Herrn Menck (Forstbedarfsgenossenschaft Allgäu eG):
  - Langsamer Rückgang der holzverarbeitenden Industrie legt neue Potenziale frei
  - In den nächsten 10-20 Jahren werden erhebliche Biomasse-mengen durch Sturm, Schädlingsbefall und klimaangepasste Aufforstungen anfallen
  - Dadurch Steigerung der Verwendung von Energieholz
- Annahme Energienutzungsplan: Steigerung Energieholz-Nutzung um „vorsichtige“ **10 %** im Vergleich zum Ist-Zustand

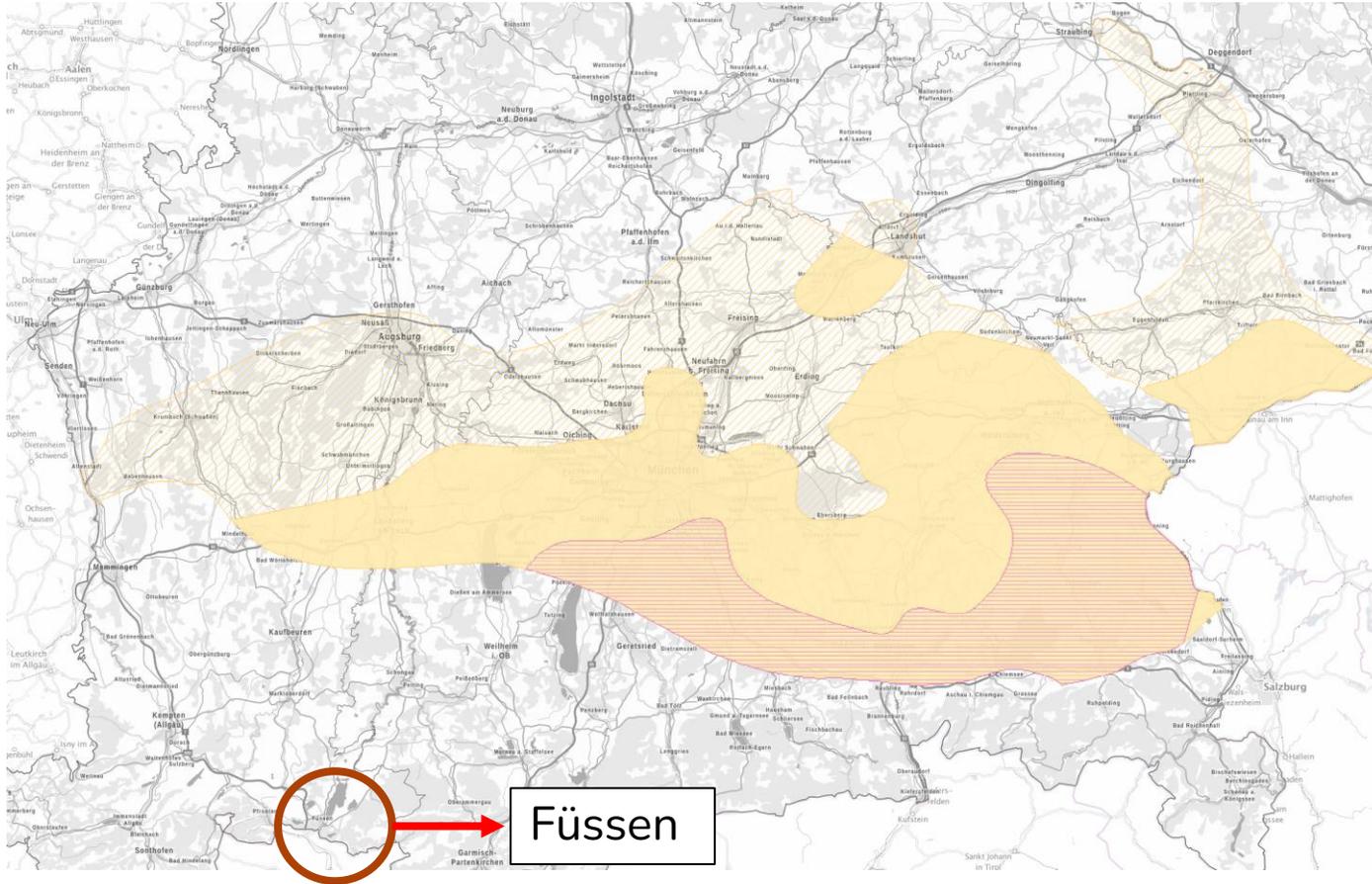
# Oberflächennahe Geothermie

GIS-Verschneidung des Wärmekatasters mit den Potenzialen für oberfl. Geothermie

- Die Potenzialkarte zeigt gute Voraussetzungen im Großteil des Stadtgebiets
- Ansatz: 60% der Wohngebäude werden über Wärmepumpen beheizt (dezentral und über Einsatz von Wärmepumpen in Wärmenetzen) → ca. 1.880 Gebäude



# Tiefe Geothermie



Im Rahmen der Potenzialanalyse konnte kein Potenzial hinsichtlich tiefer Geothermie ermittelt werden:

- Das Kommunalgebiet der Stadt Füssen befindet sich außerhalb der für hydrothermale Strom- und Wärmenutzung geeigneten Gebiete

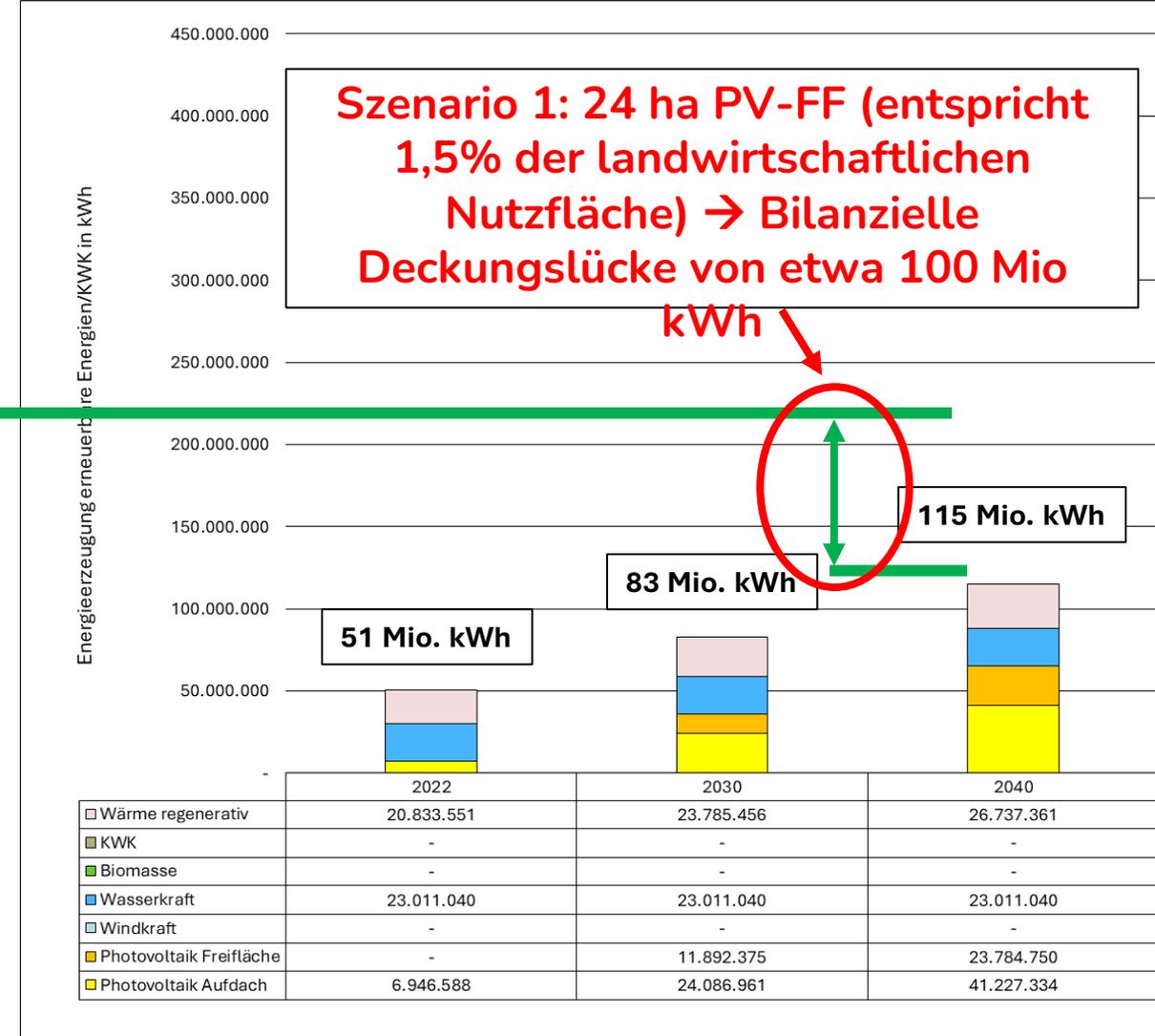
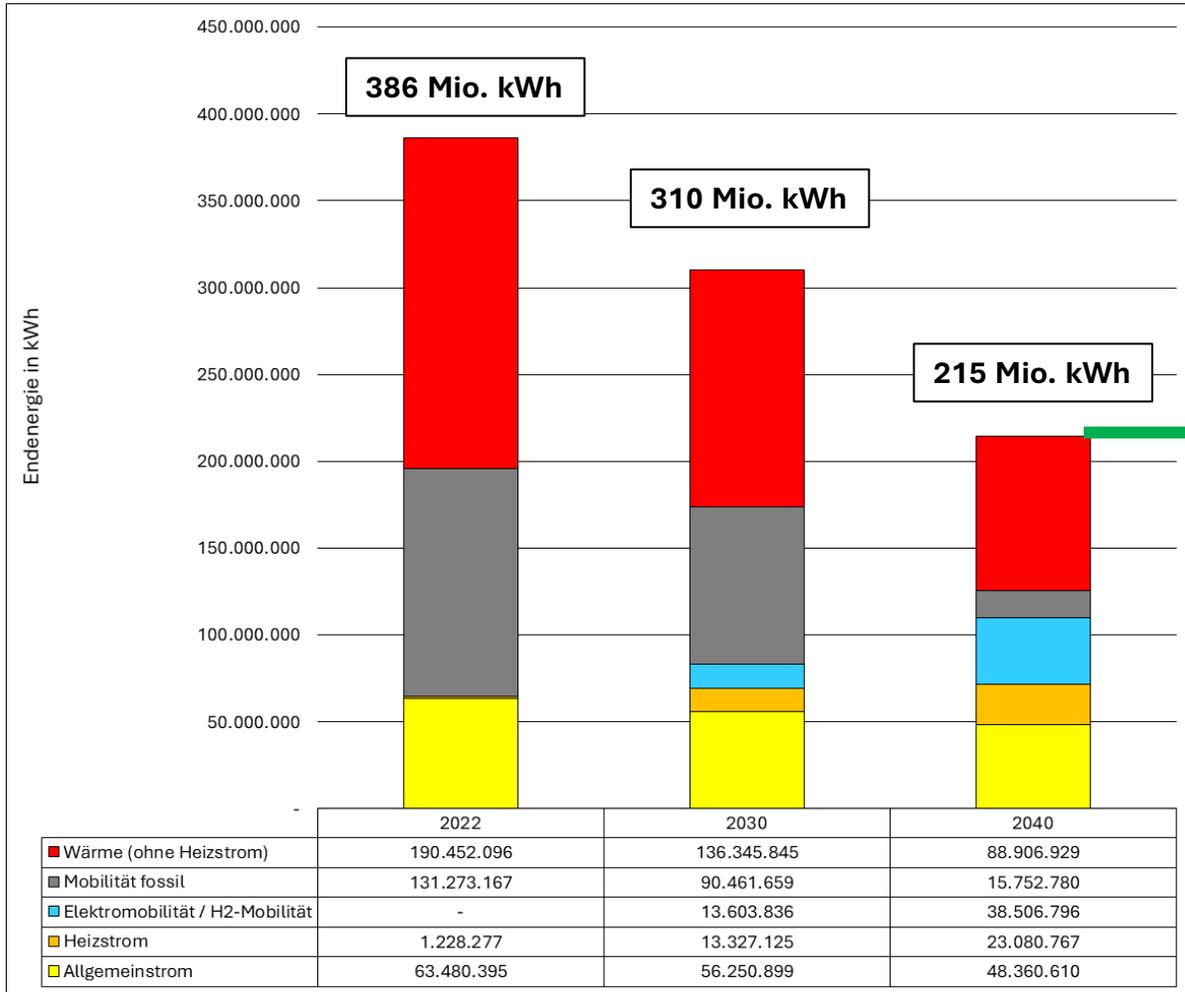
- Gebiete für hydrothermale Stromerzeugung
- Gebiete mit günstigen geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Stromerzeugung (nach derzeitigem Kenntnisstand)
- Gebiete für hydrothermale Wärmegegewinnung
- Gebiete mit günstigen geologischen Verhältnissen für hydrothermale Wärmegegewinnung
- Gebiete mit weniger günstigen geologischen Verhältnissen für hydrothermale Wärmegegewinnung (i. d. R. zusätzlicher Wärmepumpeneinsatz erforderlich)

# Gliederung

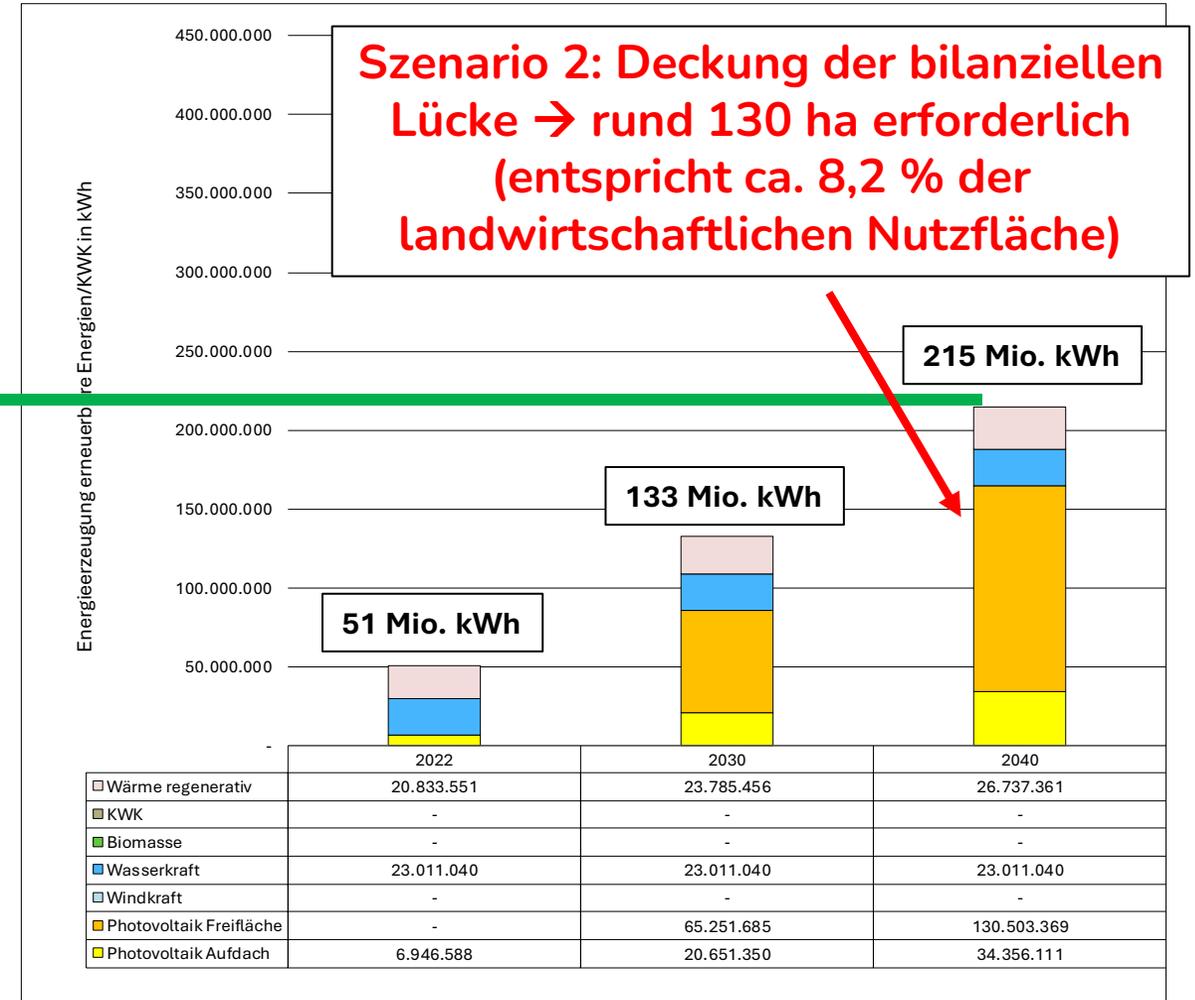
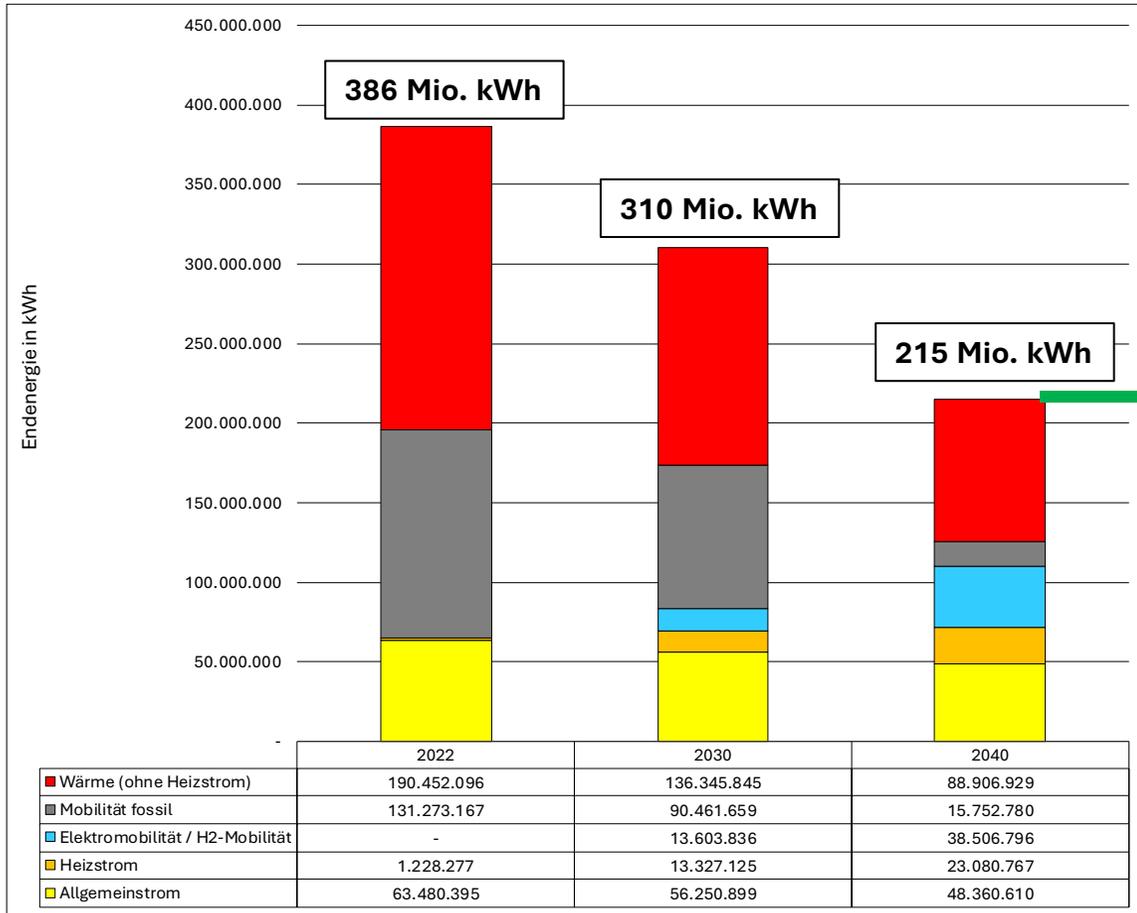
- 1. Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien**
  - 1. Energiebilanz im Ist-Zustand**
  - Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation
  - Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien
  - 4. Energieszenario 2040**
  - Maßnahmenkatalog
- 2. Detailprojekt - Wärmenetz**
  - Gebietsumgriff / Trassenverlauf
  - Rechtliche Rahmenbedingungen
  - EE-Potenziale
  - Wirtschaftlichkeit
  - Ausblick
- 3. Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes**
  - Ist-Zustand des Gebäudes
  - Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf
  - Mögliche Wärmeversorgungsvarianten
  - Zusammenfassung und Fazit

- Energetische Sanierungsrate bei privaten Wohngebäuden 2 % (ca. Verdopplung)
- Energieeinsparung sonstig (Strom und Wärme) 1,5%
- Elektrifizierung des Sektors Verkehr im Jahr 2040 bei 88 %
- Einsatz von Wärmepumpen im Bereich Wärme im Jahr 2040 bei 60 %
- Verdreifachung der Solarthermie auf dem Gebäudebestand
- Verfünffachung der Photovoltaikanlagen auf dem Gebäudebestand
- Ausbau der Holznutzung im Wärmebedarf um 10 % zum Ausgangswert
- Wasserkraftnutzung bleibt konstant (nicht Bestandteil des ENP)
- PV-Freiflächen in zwei Szenarien abgebildet ( **Szenario 1**: 24 ha <-> **Szenario 2**: 130 ha )
  - Annahme: PV-FF variiert, alle anderen Potenziale aus erneuerbaren Energien bleiben konstant
- Windkraft wurde nicht berücksichtigt (nicht Bestandteil des ENP)

# Energieszenario 2040 – Szenario 1



# Energieszenario 2040 – Szenario 2



# Gliederung

1. **Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien**
  1. Energiebilanz im Ist-Zustand
  2. Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation
  3. Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien
  4. Energieszenario 2040
  5. **Maßnahmenkatalog**
2. **Detailprojekt - Wärmenetz**
  1. Gebietsumgriff / Trassenverlauf
  2. Rechtliche Rahmenbedingungen
  3. EE-Potenziale
  4. Wirtschaftlichkeit
  5. Ausblick
3. **Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes**
  1. Ist-Zustand des Gebäudes
  2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf
  3. Mögliche Wärmeversorgungsvarianten
  4. Zusammenfassung und Fazit

# Maßnahmenkatalog

- Identifikation sinnvoller Projektideen mit den Akteuren
- Überführung der Projektideen in einen Maßnahmenkatalog (18 Maßnahmen)

1	Aufbau neuer Wärmeverbundlösungen
2	Prüfung zum Aufbau von Nachbarschafts-Wärmeverbundlösungen
3	Prüfung von Energieeinsparmaßnahmen und effizienter Betrieb kommunaler Liegenschaften
4	Prüfung PV-Anlagen auf kommunalen Liegenschaften
5	Umsetzung von Maßnahmen im Bereich Freiflächen-Photovoltaik
6	Photovoltaikanlagen auf Parkplatzflächen
7	Prüfung verschiedener Möglichkeiten zum Aufbau einer Gesellschafts- / Beteiligungsstruktur zur Umsetzung von Maßnahmen im Bereich erneuerbare Energien schaffen
8	Energie-Einsparförderprogramm
9	Energieberatung für Bürger
10	Energieberatung für Hotels
11	Regelmäßige Sensibilisierung und Information zu Förderprogrammen
12	Regelmäßige Aktualisierung und Evaluation der Energiebilanz aus dem Energienutzungsplan
13	Energiemanagement für kommunale Gebäude fortführen
14	Klimaschutzfreundliche Bauleitplanung
15	Wasserkraft
16	Wärmekataster als Grundlage für die Kommunale Wärmeplanung
17	Entwicklung eines Ladeinfrastrukturkonzepts
18	Personal zur Umsetzung der umfangreichen Maßnahmen

Nr.	Maßnahme	Beschreibung und nächste Schritte	Verantwortliche Akteure
1	Aufbau neuer Wärmeverbundlösungen	<p>Das gebäudescharfe Wärmekataster zeigt Areale im Stadtgebiet mit erhöhter Wärmebedarfsdichte auf. Dies stellt einen ersten Indikator für sinnvoll erschließbare Bereiche über Wärmenetze dar. Ein konkretes Projekt zur Erschließung eines Fernwärmenetzes wurde im Rahmen des Energienutzungsplans ausgearbeitet (Bereich: Kemptener Straße). Es wird empfohlen, für dieses Gebiet eine Machbarkeitsstudie über die Bundesförderung für effiziente Wärmenetze entwickeln zu lassen.</p> <p>Folgende weitere Gebiete konnten im Rahmen des ENP identifiziert werden, die sich ggf. für den Aufbau von Wärmeverbundlösungen eignen könnten. Dies müsste jedoch zunächst technisch und wirtschaftlich geprüft werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hochhäuser in der Mariahilfer Straße</li> <li>- Areal Theresienhof Einkaufszentrum und nördliche Wohngebäude</li> </ul> <p>Zudem haben sich in der Datenerhebung einzelne Unternehmen gezeigt, die gegebenenfalls Abwärme zur Verfügung stellen könnten. Dies könnte in ersten Gesprächen mit den jeweiligen Unternehmen im Rahmen der kommunalen Wärmeplanung geprüft werden, um entsprechende Potenziale zu konkretisieren.</p>	Kommune

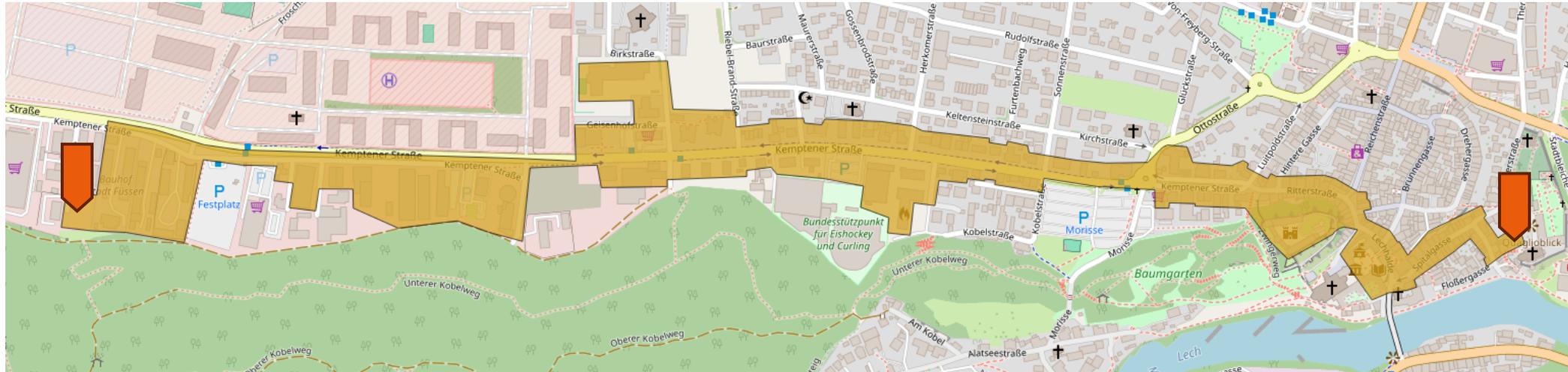


# Gliederung

1. Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien
  1. Energiebilanz im Ist-Zustand
  2. Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation
  3. Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien
  4. Energieszenario 2040
  5. Maßnahmenkatalog
2. **Detailprojekt - Wärmenetz**
  1. **Gebietsumgriff / Trassenverlauf**
  2. Rechtliche Rahmenbedingungen
  3. EE-Potenziale
  4. Wirtschaftlichkeit
  5. Ausblick
3. Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes
  1. Ist-Zustand des Gebäudes
  2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf
  3. Mögliche Wärmeversorgungsvarianten
  4. Zusammenfassung und Fazit

# Gebietsumgriff

## Vorläufiges Potenzialgebiet in Füssen



- Sicheres Abnahmepotenzial durch kommunale Liegenschaften definieren Trasse vor
- Kommunale Liegenschaften alleine reichen nicht für wirtschaftlichen Netzbetrieb aus
  - Nachverdichtung mit privaten Liegenschaften entlang der Trasse zwingend notwendig
- Heizzentrale am Bauhofsgelände
  - Weiterer Erzeuger in der Floßergasse durch Nähe zum Lech denkbar

# Trassenverlauf

## Daten zum Netz



Netzdaten im Vollausbau	
Potenzielle Abnehmer	141
Wärmeabsatz	11.900.000 kWh
Trassenlänge	5.500 m
Wärmebelegung	2.160 kWh/m*a
Netzverlust	15 %

# Gliederung

1. Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien
  1. Energiebilanz im Ist-Zustand
  2. Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation
  3. Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien
  4. Energieszenario 2040
  5. Maßnahmenkatalog
2. **Detailprojekt - Wärmenetz**
  1. Gebietsumgriff / Trassenverlauf
  2. **Rechtliche Rahmenbedingungen**
  3. EE-Potenziale
  4. Wirtschaftlichkeit
  5. Ausblick
3. Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes
  1. Ist-Zustand des Gebäudes
  2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf
  3. Mögliche Wärmeversorgungsvarianten
  4. Zusammenfassung und Fazit

# Rechtliche Rahmenbedingungen

## Aktuelle gesetzliche Anforderungen an die Wärmeversorgung



- **Gebäudeenergiegesetz (GEG)**
- **Gesetz für die Wärmeplanung und zur Dekarbonisierung der Wärmenetze (WPG)**
  - 65 % EE-Anteil für die Wärmeerzeugung bei Kesseltausch
  - Übergangsregelung bis 30.06.2028: fossiler Kessel kann installiert werden aber ab 2029 schrittweise anteiliger Einsatz von EE (z.B. Biomethan)
    - ab 01. Januar 2029 mindestens 15 %
    - ab 01. Januar 2035 mindestens 30 %
    - ab 01. Januar 2040 mindestens 60 %
  - GEG: Wenn sich ein Gebäude an ein Wärmenetz anschließt, dann werden die Pflichten des Gebäudeeigentümers erfüllt – Pflicht für den EE -Einsatz geht an den Wärmenetzbetreiber über!
  - Pflicht für den Einsatz von EE in Bestandswärmenetzen (ab 2030: 30 %, 2040: 80%, 2045: 100%)
  - Neue Wärmenetze mind. 65 % EE
  - → Im BEW 75 % gefordert

# Gliederung

1. Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien
  1. Energiebilanz im Ist-Zustand
  2. Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation
  3. Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien
  4. Energieszenario 2040
  5. Maßnahmenkatalog
2. **Detailprojekt - Wärmenetz**
  1. Gebietsumgriff / Trassenverlauf
  2. Rechtliche Rahmenbedingungen
  3. **EE-Potenziale**
  4. Wirtschaftlichkeit
  5. Ausblick
3. Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes
  1. Ist-Zustand des Gebäudes
  2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf
  3. Mögliche Wärmeversorgungsvarianten
  4. Zusammenfassung und Fazit

# EE-Potenziale

## EE-Potenzial

- Ziel: mind. 75 % erneuerbare Energien bei Inbetriebnahme des Wärmenetzes
  
- Mögliche regenerative Wärmequellen:
  - Biomasse
  - ~~Oberflächennahe Geothermie (Grundwasser, Erdsonden, Erdwärmekollektoren)~~
  - Flusswasser (Einsatzzeiten während der Heizperiode noch unklar → WWA)
  - ~~Abwasser~~
  - Umgebungsluft
  - ~~Solarthermie~~
  - ~~Abwärme~~
  
- Festlegung von möglichen Versorgungslösungen:
  - Biomasse-Kaskade mit/ohne Spitzenlastkessel
  - Biomasse-Kaskade mit Wärmepumpe (Luft oder Flusswasser) und mit Spitzenlastkessel

# Gliederung

1. Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien
  1. Energiebilanz im Ist-Zustand
  2. Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation
  3. Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien
  4. Energieszenario 2040
  5. Maßnahmenkatalog
2. **Detailprojekt - Wärmenetz**
  1. Gebietsumgriff / Trassenverlauf
  2. Rechtliche Rahmenbedingungen
  3. EE-Potenziale
  4. **Wirtschaftlichkeit**
  5. Ausblick
3. Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes
  1. Ist-Zustand des Gebäudes
  2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf
  3. Mögliche Wärmeversorgungsvarianten
  4. Zusammenfassung und Fazit

## Vollkostenrechnung in Anlehnung an die VDI 2067

### Energiepreise (netto):

- Erdgas: 8,0 ct/kWh<sub>Hs</sub> (AP) → Mischpreis: 13,0 ct/kWh
  - Biomethan: 14,0 ct/kWh<sub>Hs</sub> (AP) → Mischpreis: 19,0 – 20,5 ct/kWh
  - Hackschnitzel: 150,0 EUR/t
  - Strom: 20,0 ct/kWh (AP) → Mischpreis: 27,0 – 35,2 ct/kWh
  - CO<sub>2</sub>-Steuer: 65,0 EUR/t
- 
- Kalkulatorischer Zinssatz: 4 %
  - Annahmen sind Schätzwerte
    - Reale Energiepreise können durch ein geändertes Abnahmeprofil deutlich abweichen!

# Wirtschaftlichkeit

## Varianten – Gesamtes Gebiet

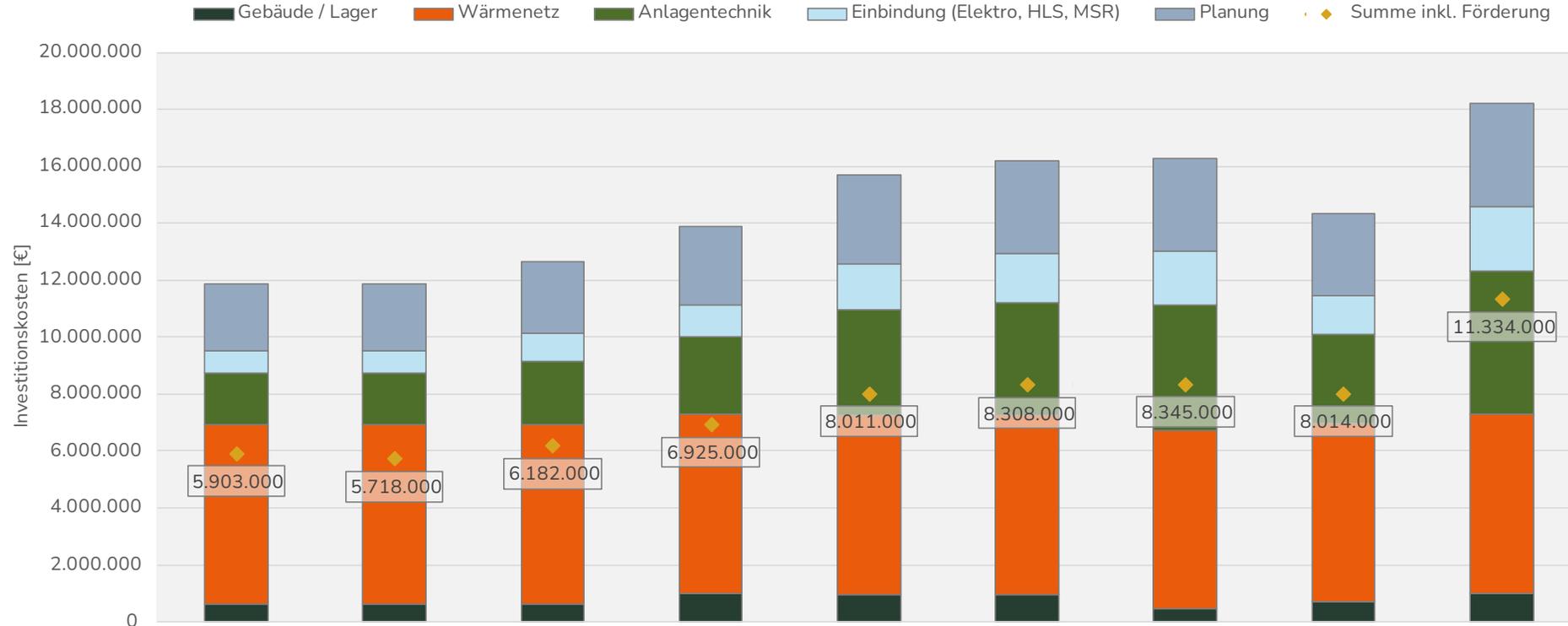


	V 1.1	V 1.2	V 1.3	V 2.1	V 2.2	V 2.3	V 3.1	V 4.1	V 4.2
Erzeuger 1								Biomethan-BHKW 2.000 kW	Biomethan-BHKW 4.500 kW
Erzeuger 2*	Hackgut 1.200 kW	Hackgut 1.200 kW	Hackgut 1.200 kW	Hackgut 1.500 kW	Hackgut 1.200 kW	Hackgut 1.200 kW			Hackgut 1.200 kW
Erzeuger 3*	Hackgut 1.200 kW	Hackgut 1.200 kW	Hackgut 1.200 kW	Hackgut 1.500 kW	Hackgut 1.200 kW	Hackgut 1.200 kW			Hackgut 1.200 kW
Erzeuger 4*				Hackgut 1.500 kW					
Erzeuger 5					Luft-WP 1.200 kW				
Erzeuger 6						Fluss-WP 1.200 kW	Fluss-WP 1.200 kW	Fluss-WP 1.000 kW	Fluss-WP 800 kW
Erzeuger 7							Fluss-WP 1.200 kW		
Spitzenlast	Erdgas 5.000 kW	Biomethan 5.000 kW	PtH 5.000 kW		PtH 5.000 kW	PtH 5.000 kW	PtH 5.000 kW	PtH 5.000 kW	PtH 5.000 kW

\* 1 MW-Grenze für Brennstoffreglementierung nach dem BEW wird überschritten → Nur Waldrestholz als Brennstoff erlaubt!

# Wirtschaftlichkeit

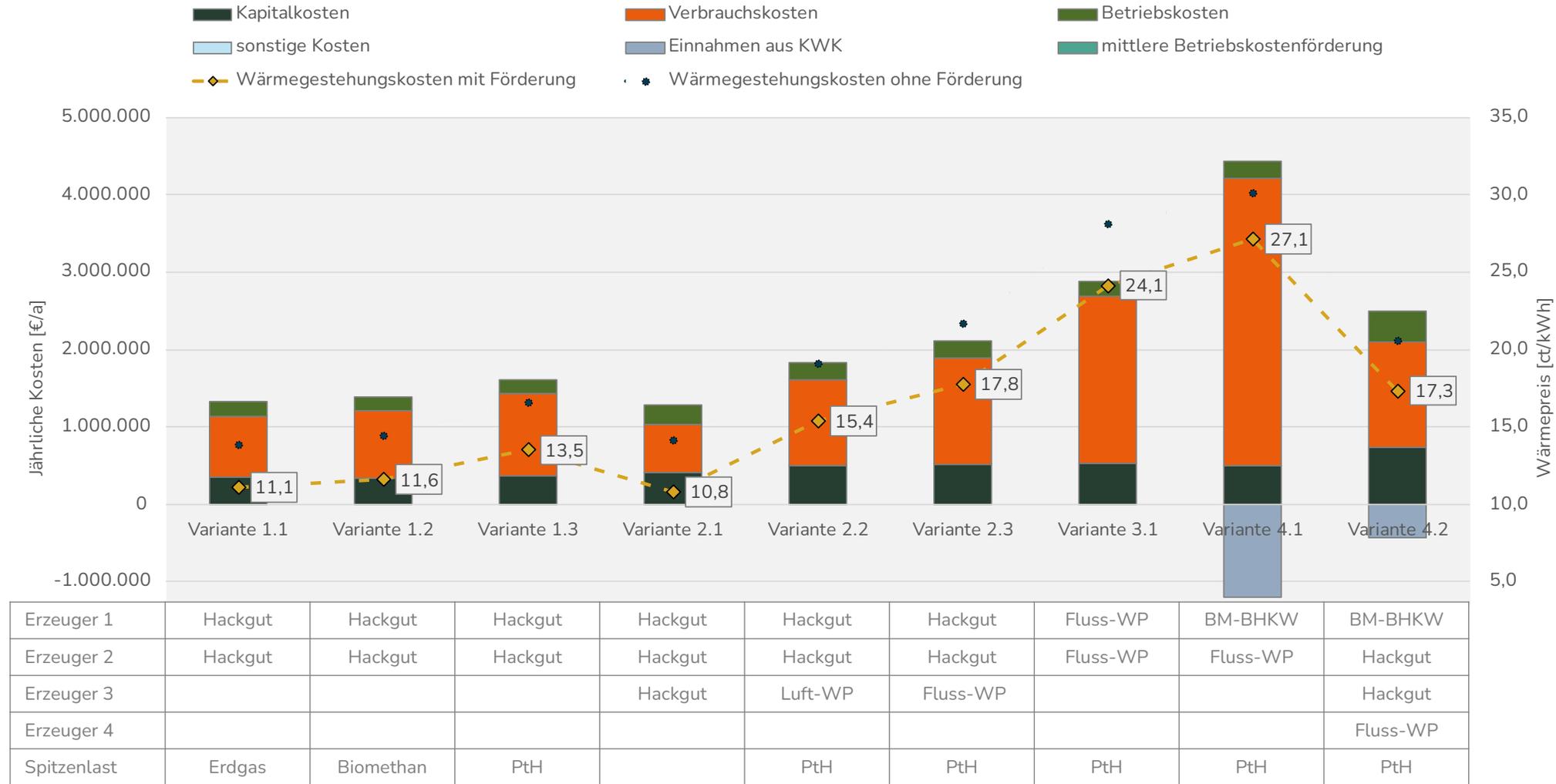
## Investitionskosten – Vollausbau



	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 2.1	Variante 2.2	Variante 2.3	Variante 3.1	Variante 4.1	Variante 4.2
Erzeuger 1	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Fluss-WP	BM-BHKW	BM-BHKW
Erzeuger 2	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Fluss-WP	Fluss-WP	Hackgut
Erzeuger 3				Hackgut	Luft-WP	Fluss-WP			Hackgut
Erzeuger 4									Fluss-WP
Spitzenlast	Erdgas	Biomethan	PtH		PtH	PtH	PtH	PtH	PtH

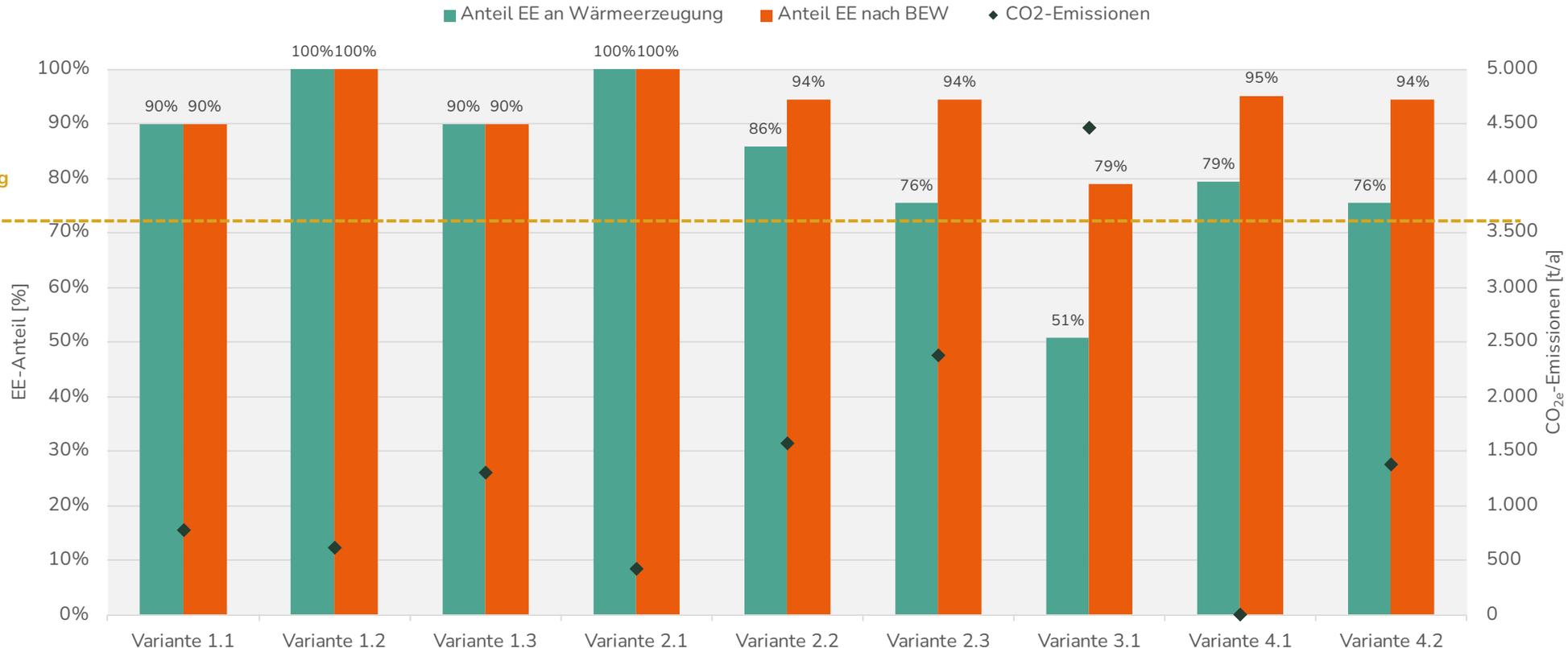
# Wirtschaftlichkeit

## Wärmegestehungskosten – Vollausbau



# Wirtschaftlichkeit

## EE-Anteil und Emissionsbilanz – Vollausbau



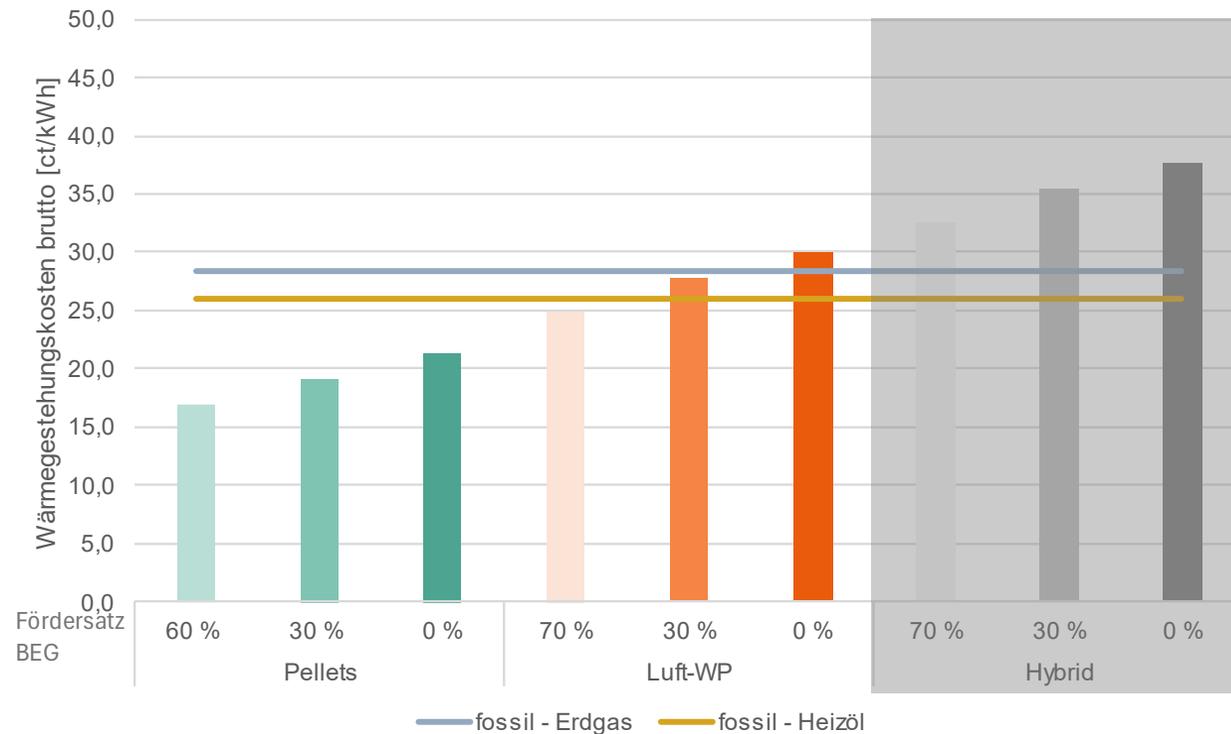
Mindestanforderung nach BEW  
75% EE-Anteil

	Variante 1.1	Variante 1.2	Variante 1.3	Variante 2.1	Variante 2.2	Variante 2.3	Variante 3.1	Variante 4.1	Variante 4.2
Erzeuger 1	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Fluss-WP	BM-BHKW	BM-BHKW
Erzeuger 2	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Hackgut	Fluss-WP	Fluss-WP	Hackgut
Erzeuger 3				Hackgut	Luft-WP	Fluss-WP			Hackgut
Erzeuger 4									Fluss-WP
Spitzenlast	Erdgas	Biomethan	PtH		PtH	PtH	PtH	PtH	PtH

# Wirtschaftlichkeit

## Vergleich - Dezentrale Versorgung

Überblick - Wärmebedarf von 30.000 kWh/a



### Annahmen:

#### ➤ Energiekosten (netto):

- Pellets: 230 EUR/to
- Strom: 26 ct/kWh
- Erdgas: 10 ct/kWh

#### ➤ Betrachtungszeitraum: 20 a

#### ➤ Kalkulatorischer Zins: 4 %

Fernwärme-WGK: 10,8 – 17,8 ct/kWh

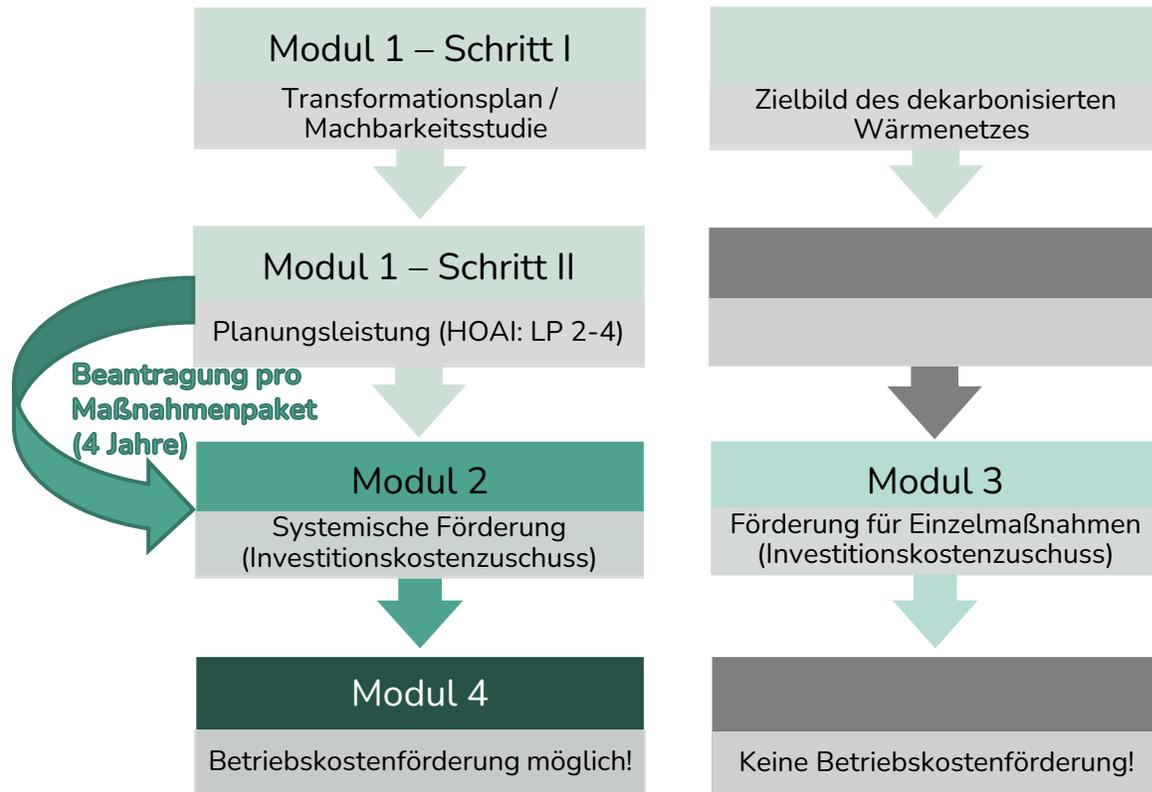
# Gliederung

1. Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien
  1. Energiebilanz im Ist-Zustand
  2. Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation
  3. Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien
  4. Energieszenario 2040
  5. Maßnahmenkatalog
2. **Detailprojekt - Wärmenetz**
  1. Gebietsumgriff / Trassenverlauf
  2. Rechtliche Rahmenbedingungen
  3. EE-Potenziale
  4. Wirtschaftlichkeit
  5. **Ausblick**
3. Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes
  1. Ist-Zustand des Gebäudes
  2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf
  3. Mögliche Wärmeversorgungsvarianten
  4. Zusammenfassung und Fazit

- Projekt befindet sich noch in den „Kinderschuh“
  - Finaler Gebietsumgriff ist noch offen
  - Finales Versorgungskonzept ist noch offen
  
- Fragebogenaktion starten (im Rahmen von Modul 1 – BEW)
  - Unverbindliche Interessensbefragung aller Anlieger in einem erweiterten Gebietsumgriff
  - Bei entsprechender Resonanz aus der Bevölkerung erfolgt der Einstieg ins Förderprogramm BEW mit der Antragstellung
  - Schrittweise Erarbeitung gemäß der Fördermodule mit EXIT-Option nach jedem Modul
    - Machbarkeitsstudie
    - Fachplanung, LPH 2-4 (HOAI)
    - Umsetzung / Fachplanung, LPH 5-8 (HOAI)
    - Betrieb
  
- Baubeginn frühestens Mitte 2026, Endausbau dauert mehrere Jahre

# Ausblick

## Einstieg in die BEW-Förderung



- **Modul 1 – maximaler Fördersatz:**
  - 50 % der zuwendungsfähigen Kosten
  - max. 2.000.000,- EUR
- **Modul 2 / Modul 3 – maximaler Fördersatz:**
  - 40 % der zuwendungsfähigen Kosten\*
  - max. 100.000.000,- EUR
- **Modul 4 – maximaler Fördersatz:**
  - Solarthermie: 1 ct/kWh<sub>th</sub>\*
  - Wärmepumpe (netzbezogener Strom):  
max. 9,2 ct/kWh<sub>th,Umweltwärme</sub> oder 90 % der Stromkosten\*
  - Wärmepumpe (EE-Strom ohne Netzdurchleitung):  
max. 3 ct/kWh<sub>th</sub>\*

\*Wirtschaftlichkeitslückenberechnung notwendig

# Gliederung

1. Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien
  1. Energiebilanz im Ist-Zustand
  2. Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation
  3. Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien
  4. Energieszenario 2040
  5. Maßnahmenkatalog
2. Detailprojekt - Wärmenetz
  1. Gebietsumgriff / Trassenverlauf
  2. Rechtliche Rahmenbedingungen
  3. EE-Potenziale
  4. Wirtschaftlichkeit
  5. Ausblick
3. **Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes**
  1. **Ist-Zustand des Gebäudes**
  2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf
  3. Mögliche Wärmeversorgungsvarianten
  4. Zusammenfassung und Fazit

# 1. IST-Zustand des Gebäudes

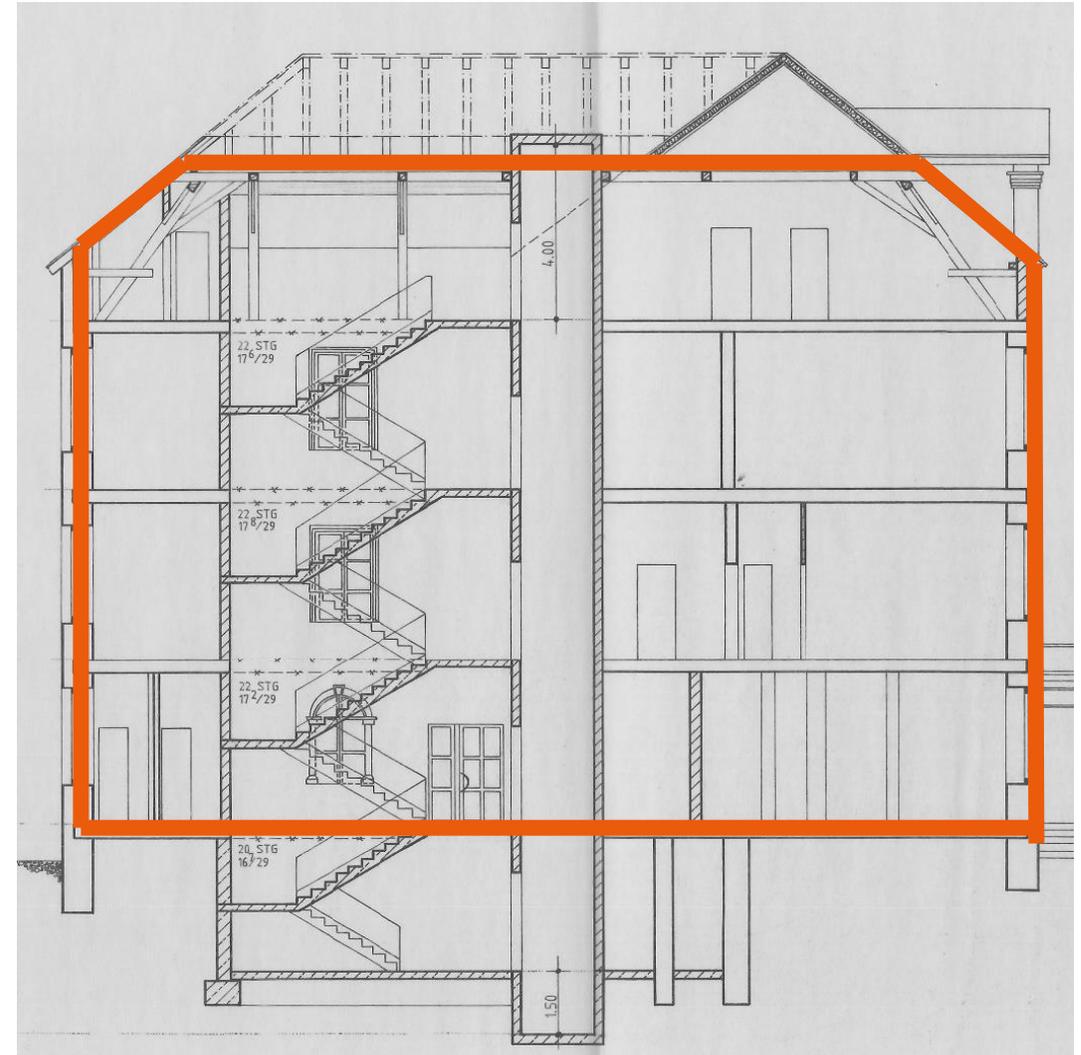
- Füssen Tourismus & Marketing Gebäude
- Baujahr: ca. 1850
- L-förmiges, freistehendes Gebäude, 4 Vollgeschosse, Walmdach mit Zwerchgiebel
- Nettogrundfläche (NGF): 1.482 m<sup>2</sup>
- Denkmalschutz: Einzeldenkmal
- Aktuelle Nutzung: Nichtwohngebäude (Büro- & Verwaltungsgebäude des FTM, VHS, Musikschule und -verein)
- Sanierungen in der Vergangenheit:
  - Innenausbau (ca. 1990er)
  - Dachstuhl (ca. 1990er)
  - Fenster & Fassade (Anstrich ca. 1990er)
  - Anbau zweites Treppenhaus (ca. 1990er)
- Besichtigung VOT 05.07.2024 inkl. Bestandsaufnahme des energetischen IST-Zustandes



Eigene Darstellung, 2024

# 1. IST-Zustand des Gebäudes - Gebäudehülle

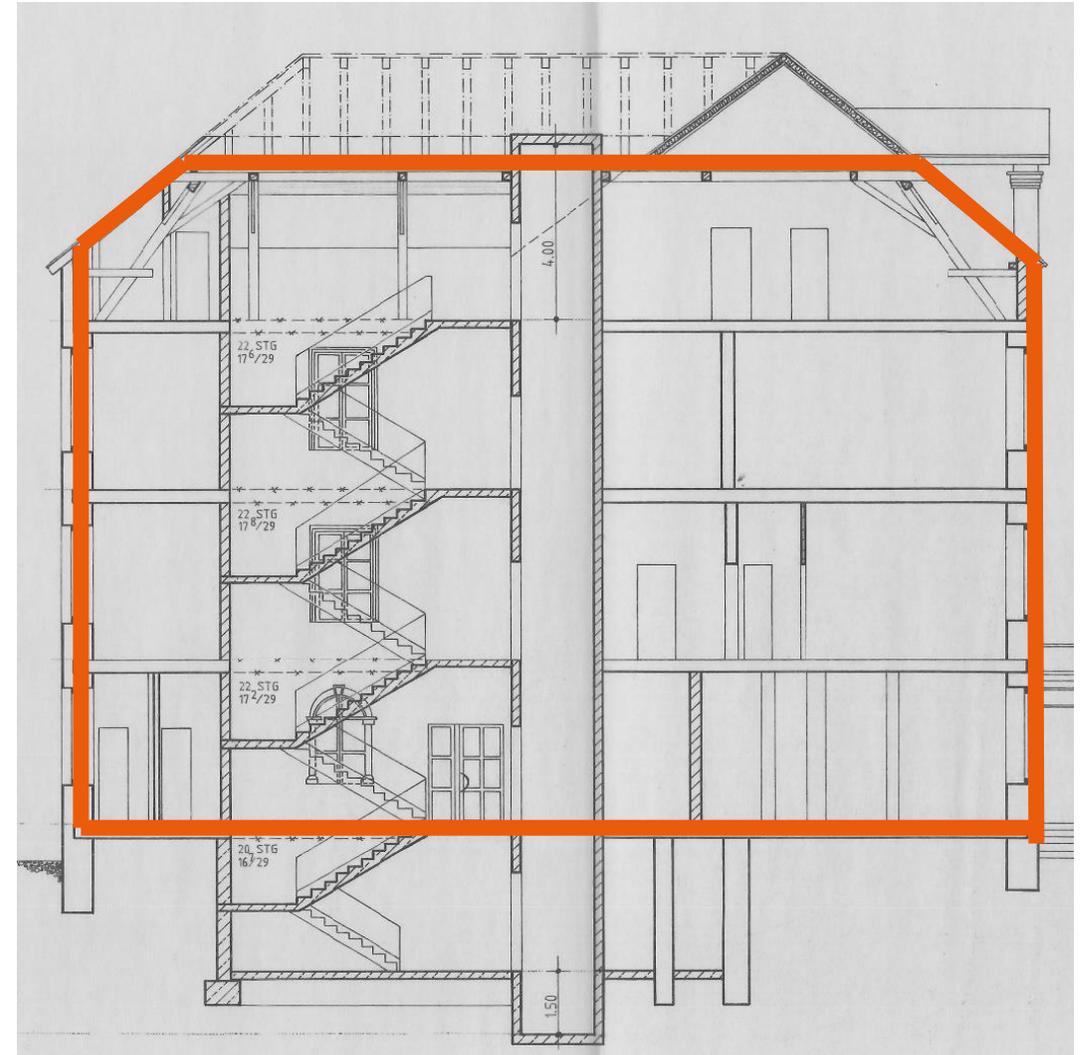
- Informationen zu Baumaterialien und Dicken entweder aus VOT oder aus Planwerk von Beck Architekten und Befunddokumentation Fassade (Hörmann)
  - Keller und Dachboden unbeheizt
  - Definition der thermischen Hülle (orange):
    - Außenwände
    - Fenster & Türen
    - Oberste Geschossdecke (teils Walmdach)
    - Kellerdecke
- Ermittlung der U-Werte **(zerstörungsfrei!)**



In Anlehnung an Stein und Winkelmann, 1991

# 1. IST-Zustand des Gebäudes - Gebäudehülle

- Außenwände:
  - Altbau Mauerwerk verputzt,  $\varnothing$  70 cm dick (nach Beck):  $0,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
  - Anbau Treppenhaus Mauerwerk verputzt ca. 50 cm dick:  $1,24 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- Fenster & Türen
  - historische Verbundfenster: ca.  $2,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
  - Türen: 1,3 bzw. 2,9  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
  - Dachflächenfenster 1990er:  $3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- Oberste Geschossdecke:
  - Holzbalkendecke (Zwischenraumdämmung): ca.  $0,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
  - Walmdach gedämmt ab Höhe Holzbalkendecke Dachboden (Zwischensparrendämmung): ca.  $0,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$   
→ Schätzung!
- Kellerdecke: Gewölbedecke aus Bruchstein, ungedämmt (nach Beck): ca.  $2,2 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  bei 33 cm Dicke



In Anlehnung an Stein und Winkelmann, 1991

# 1. IST-Zustand des Gebäudes - Energieversorgung

- Raumwärmeerzeuger:
  - Gas-Brennwertkessel
  - Vitocrossal 200 Typ CM 2 (fa. Viessmann)
  - Nennleistung: 105 kW
  - Baujahr 2013
  - Standort: Keller
  - Durchschnittlicher Endenergieverbrauch: 103.000 kWh/a (witterungsbereinigt)
  - Errechneter spezifischer Endenergieverbrauch: 70 kWh/(m<sup>2</sup>\*a)
- Wärmeübertragung: Radiatoren (im DG früher auch über Lüftung)
- Trinkwarmwasser: Erzeugung dezentral (Durchlauferhitzer)
- Weitere Anlagen:
  - Raumlufttechnische Anlagen auf Dachboden und im Keller für Versorgung der Räumlichkeiten in EG, OG 1 & 2, sowie DG
  - Aktuell nur Lüftung, keine Raumwärmeversorgung über Lüftung



Eigene Darstellung, 2024

# Gliederung

1. Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien
  1. Energiebilanz im Ist-Zustand
  2. Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation
  3. Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien
  4. Energieszenario 2040
  5. Maßnahmenkatalog
2. Detailprojekt - Wärmenetz
  1. Gebietsumgriff / Trassenverlauf
  2. Rechtliche Rahmenbedingungen
  3. EE-Potenziale
  4. Wirtschaftlichkeit
  5. Ausblick
3. **Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes**
  1. Ist-Zustand des Gebäudes
  2. **Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf**
  3. Mögliche Wärmeversorgungsvarianten
  4. Zusammenfassung und Fazit

## 2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen - Rahmenbedingungen

- Die folgenden Maßnahmen stellen Vorschläge dar und sind noch mit der Denkmalschutzbehörde abzustimmen!
- Zu erwartende Vorgaben aufgrund des Denkmalschutzes:
  - keine Änderung des optischen Erscheinungsbildes des Gebäudes nach außen
  - Geringfügige Änderungen des optischen Erscheinungsbildes des Gebäudes nach innen
  - Dort, wo möglich, stoffl. Erhaltung der historischen Baumaterialien
- Maßnahmen zur Erfüllung SOLL U-Werte nach GEG, ABER:

Bei denkmalgeschützten Gebäuden SOLL U-Werte u.U. nicht einzuhalten nach §105 GEG, wenn „Substanz oder das Erscheinungsbild beeinträchtigt oder andere Maßnahmen zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen“.



Beck, 2024

## 2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen - Zielwerte

Maßnahme	U-Wert IST [W/(m <sup>2</sup> *K)]	U-Wert SOLL (Mindeststandard nach GEG) [W/(m <sup>2</sup> *K)]	Kommentar
1. Energetische Ertüchtigung Fenster	2,6	1,3	Möglichkeit der Rekonstruktion auf höherem energetischem Niveau (bei Denkmalschutzbehörde zu erfragen)
2. Austausch Türen	1,3 bzw. 2,9	1,3 (Fenstertüren)	Möglich, auch in gleicher Optik
3. Innendämmung Außenwand	0,8	0,24	Mit marktüblichen Systemen (bis zu ca. 80 mm dick) Mindestwert nicht einhaltbar. Raumverlust
4. Dämmung OGD & Dach	0,2 bzw. 0,4	0,24	OGD ok, Dachaufbau thermische Hülle nicht zerstörungsfrei einsichtig → unklar, ob notwendig
5. Aufbau Fußbodendämmung EG	2,2	0,50 (Aufbau, nicht Ersatz oder Einbau)	möglich

## 2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen - Energieeinsparpotenziale

Variante	Endenergiebedarf [kWh/a]	Spezifischer Endenergiebedarf [kWh/(m <sup>2</sup> *a)]	Einsparung [kWh] im Vergleich zu IST-Stand	Einsparung [%] im Vergleich zu IST-Zustand
IST-Zustand	103.000	70	-	-
V 1.0: Austausch Fenster & Türen	94.800	64	8.200	7,9
V 2.0: Fußbodendämmung EG	101.400	68	1.600	1,6
V 3.0: Gesamtmodernisierung	93.200	63	9.800	9,5

# Gliederung

1. Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien
  1. Energiebilanz im Ist-Zustand
  2. Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation
  3. Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien
  4. Energieszenario 2040
  5. Maßnahmenkatalog
2. Detailprojekt - Wärmenetz
  1. Gebietsumgriff / Trassenverlauf
  2. Rechtliche Rahmenbedingungen
  3. EE-Potenziale
  4. Wirtschaftlichkeit
  5. Ausblick
3. **Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes**
  1. Ist-Zustand des Gebäudes
  2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf
  3. **Mögliche Wärmeversorgungsvarianten**
  4. Zusammenfassung und Fazit

### 3. Mögliche Wärmeversorgungsvarianten

Variante	Vorteile	Nachteile
Biomasse-Kessel (Pellets)	<p>Heizen mit EE</p> <p>Gute Verfügbarkeit Brennstoff</p>	Pellettank / -lager erforderlich
Biomasse-Kessel (Hackschnitzel)	<p>Heizen mit EE</p> <p>Gute Verfügbarkeit Brennstoff</p>	Hackschnitzellager erforderlich
Wärmepumpe: Sole-Wasser	<p>Heizen mit EE</p> <p>Standorteignung laut Umweltatlas gegeben</p> <p>Kein Lager für Energieträger notwendig</p>	<p>Innerstädtisch problematisch wegen dichter Bebauungsstruktur</p>
Wärmepumpe: Luft-Wasser	<p>Heizen mit EE</p> <p>Kein Lager für Energieträger notwendig</p> <p>Innerstädtisch z.T. machbar</p>	Mitunter niedrigerer COP als bei Sole-Wasser Wärmepumpe
Nah- / Fernwärme	<p>Anforderungen an EE durch Wärmenetzbetreiber zu erfüllen</p> <p>Kein Lager für Energieträger notwendig</p>	Aktuell kein Wärmenetz in unmittelbarer Nähe vorhanden

# Gliederung

1. Energienutzungsplan – Energetische Bestandsaufnahme und Zukunftsszenarien
  1. Energiebilanz im Ist-Zustand
  2. Potenziale zur Energieeinsparung / Transformation
  3. Potenziale zum Ausbau erneuerbarer Energien
  4. Energieszenario 2040
  5. Maßnahmenkatalog
2. Detailprojekt - Wärmenetz
  1. Gebietsumgriff / Trassenverlauf
  2. Rechtliche Rahmenbedingungen
  3. EE-Potenziale
  4. Wirtschaftlichkeit
  5. Ausblick
3. **Detailprojekt – Analyse der energetischen Gebäudemodernisierung des FTM-Gebäudes**
  1. Ist-Zustand des Gebäudes
  2. Ausgewählte Sanierungsmaßnahmen und deren Einfluss auf den Energiebedarf
  3. Mögliche Wärmeversorgungsvarianten
  4. **Zusammenfassung und Fazit**

## 4. Zusammenfassung und Fazit

- Aktuell zu empfehlende Maßnahmen der Gebäudesanierung:
  - Energetische Ertüchtigung der historischen Verbundfenster (Rekonstruktion) → mit Denkmalschutzbehörde abstimmen
  - Austausch der Fenster aus den 1990er und Fenstertüren
  - Dämmung Fußboden EG (nur wenn Arbeiten dort eh anfallen)
- Energieeinsparungspotenzial durch Dämmung der Außenwand größer → mit Denkmalschutzbehörde, Planer und Bauphysiker Möglichkeit der Innendämmung abstimmen
- Ermittlung Aufbau OGD i.H. Kniestock für bessere Einschätzung
- Wärmeerzeugung
  - Netzgebundene Lösungen wegen Platzverhältnisse am sinnvollsten
  - Aktuell kein Wärmenetz in unmittelbarer Nähe
  - Kurz- und mittelfristige Alternative: Luft-Wasser Wärmepumpe
  - Längerfristig: Ergebnisse der Kommunalen Wärmeplanung in Auge behalten!



VIELEN DANK FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT

