



Das Potenzial der Erdwärme in Bayern

Lehrstuhl Hydrogeologie
AG Geothermie

Dr. Kai Zosseder

**1. Forum Erdwärme und
Wärmepumpen in Bayern**

30. Januar 2019



Bereits aufgetretene und erwartete Klimaänderungen in Bayern

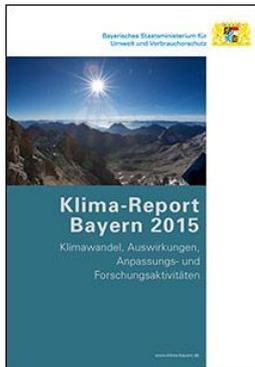
Jetzt:

- Allgemeiner Temperaturanstieg
- Umverteilung der innerjährlichen Niederschläge
- Zunahme von Starkregenereignissen
- Abnahme der Schneebedeckung
- Verschiebung der phänologischen Phasen

Zukunft:

- Temperaturanstieg um 1,1 °C bis Ende des Jahrhunderts; um 3,1 °C in ferner Zukunft
- Ab 2020 eindeutiges Klimasignal in der Temperaturerhöhung (Abweichung vom natürlichen Schwankungsbereich)

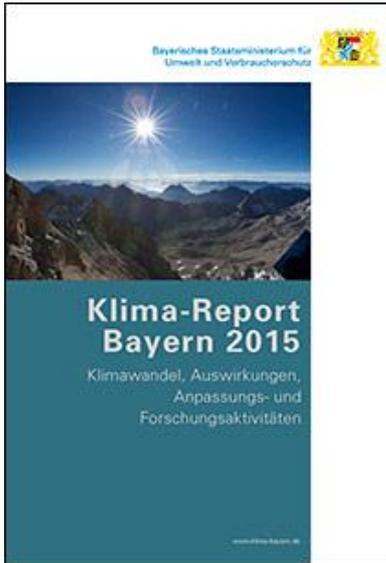
*Am stärksten vom Klimawandel betroffen: die Alpen.
Überdurchschnittliche Erwärmung
→ hoher Betroffenheit in biologischer Vielfalt,
Wasserwirtschaft, Bauwesen, Verkehr, Tourismus sowie
Industrie und Gewerbe.*



Bayerische Klima-Anpassungsstrategien

www.umweltbundesamt.de; 04.10.2018

Ohne eine Verringerung von CO₂ und anderen Treibhausgasen wird der Klimawandel zerstörerische und unumkehrbare Folgen für die Erde haben. Die Chance, noch einzugreifen, ist fast vertan."



WMO-Generalsekretär Petteri Taalas



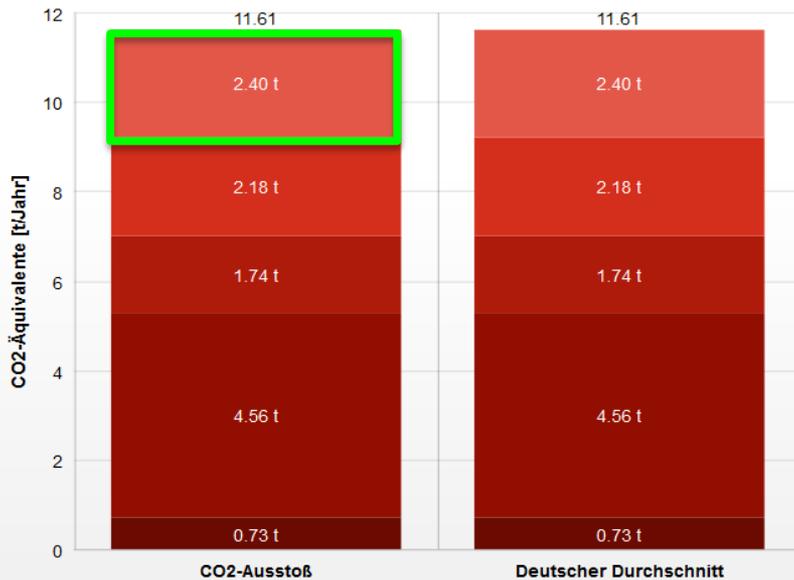
Meine CO₂-Bilanz

Start **Heizung** Strom Mobilität Ernährung Sonstiger Konsum Mein Ergebnis

Meine CO₂-Bilanz

In der CO₂-Bilanz werden verschiedene Bereiche Ihres Lebens von der *Heizung* bis hin zum *sonstigen Konsum* betrachtet. Berechnet wird nicht nur Ihr CO₂-Ausstoß, sondern auch das, was Sie bei sich selbst oder bei anderen vermeiden.

CO₂-Ausstoß im Vergleich



CO₂-Ausstoß

Der *persönliche CO₂-Ausstoß* zeigt Ihnen wie viel Tonnen CO₂-Äquivalente bei Ihrem heutigen Lebensstil ausgestoßen werden.

Neben CO₂ werden die Treibhausgase Methan und Lachgas berücksichtigt, die mit der entsprechenden Klimawirkung in CO₂-Äquivalente umgerechnet werden. Außerdem wird die zusätzliche Klimawirksamkeit des Fliegens berücksichtigt.

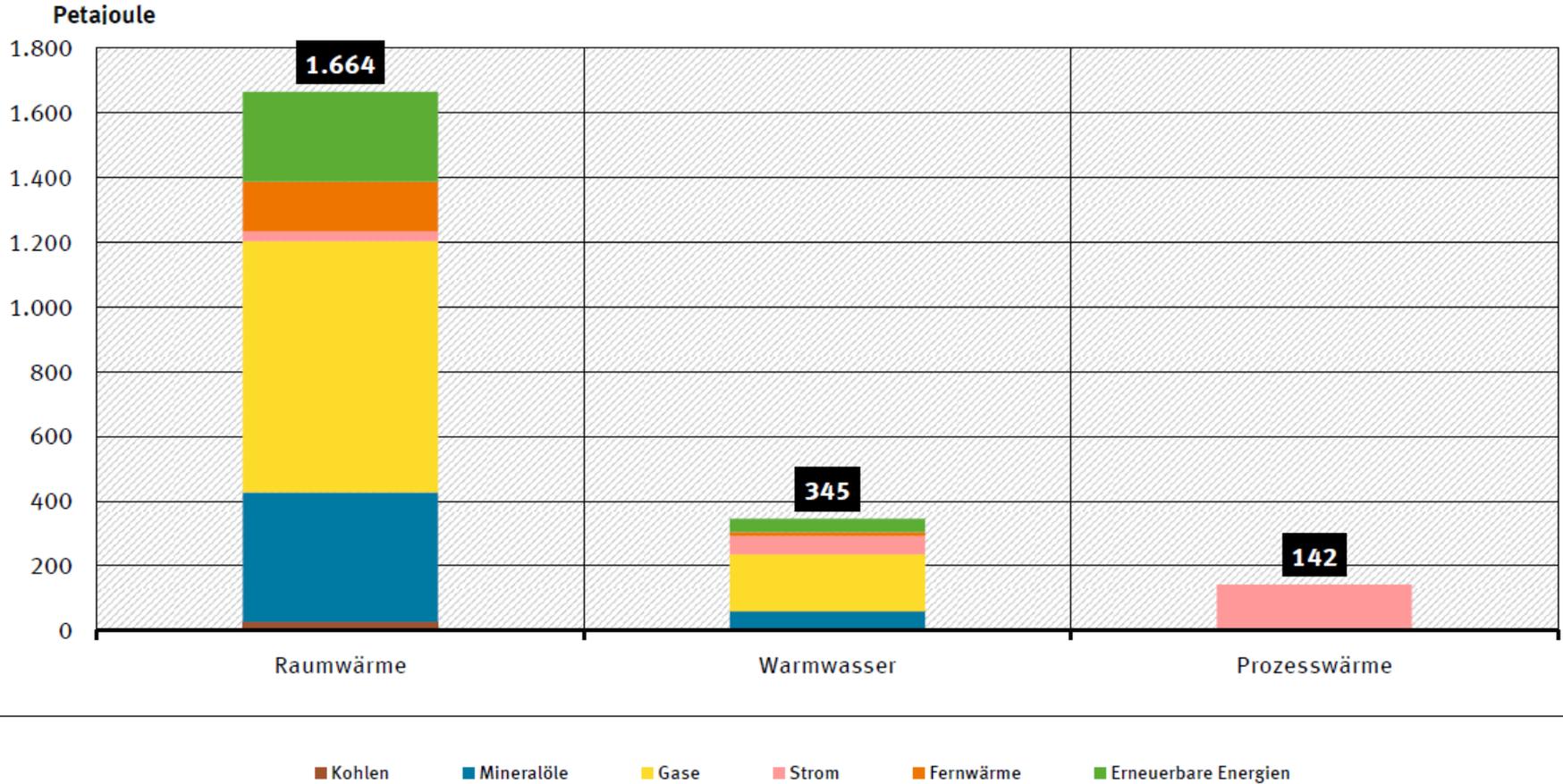
Um diesen einordnen zu können, wird Ihnen zum Vergleich auch immer der *deutsche Durchschnitt* angezeigt.

- Heizung & Strom
- Mobilität
- Ernährung
- sonstiger Konsum
- Öffentliche Emissionen

Energieverbrauch Heizen:
Alleine für das Heizen kommen **pro Jahr für jeden Deutschen 1,71 Tonnen Kohlendioxid** zusammen

[→ Meine CO₂-Bilanz starten](#)

Energieverbrauch der privaten Haushalte für Wärmezwecke 2016



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen: Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2016, Stand 11/2017

Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen

Reduzierung des Treibhausgas-Footprints



Bayern unterstützt das europäische Klimaziel aktiv und will **bis 2050** die Treibhausgasemissionen auf unter **2 Tonnen pro Einwohner und Jahr senken.**



Um die Klimaschutzziele bis 2030 zu erreichen, müssen die Ambitionen in allen Sektoren deutlich erhöht werden – aktuell beträgt die Distanz deutlich mehr als 300 Mio. t CO₂

Bei Fortschreibung des aktuellen Trends verfehlt Deutschland sein rechtlich verbindliches (Nicht-ETS)-Klimaschutzziel für die Jahre 2021 bis 2030 um 616 Millionen Tonnen CO₂.

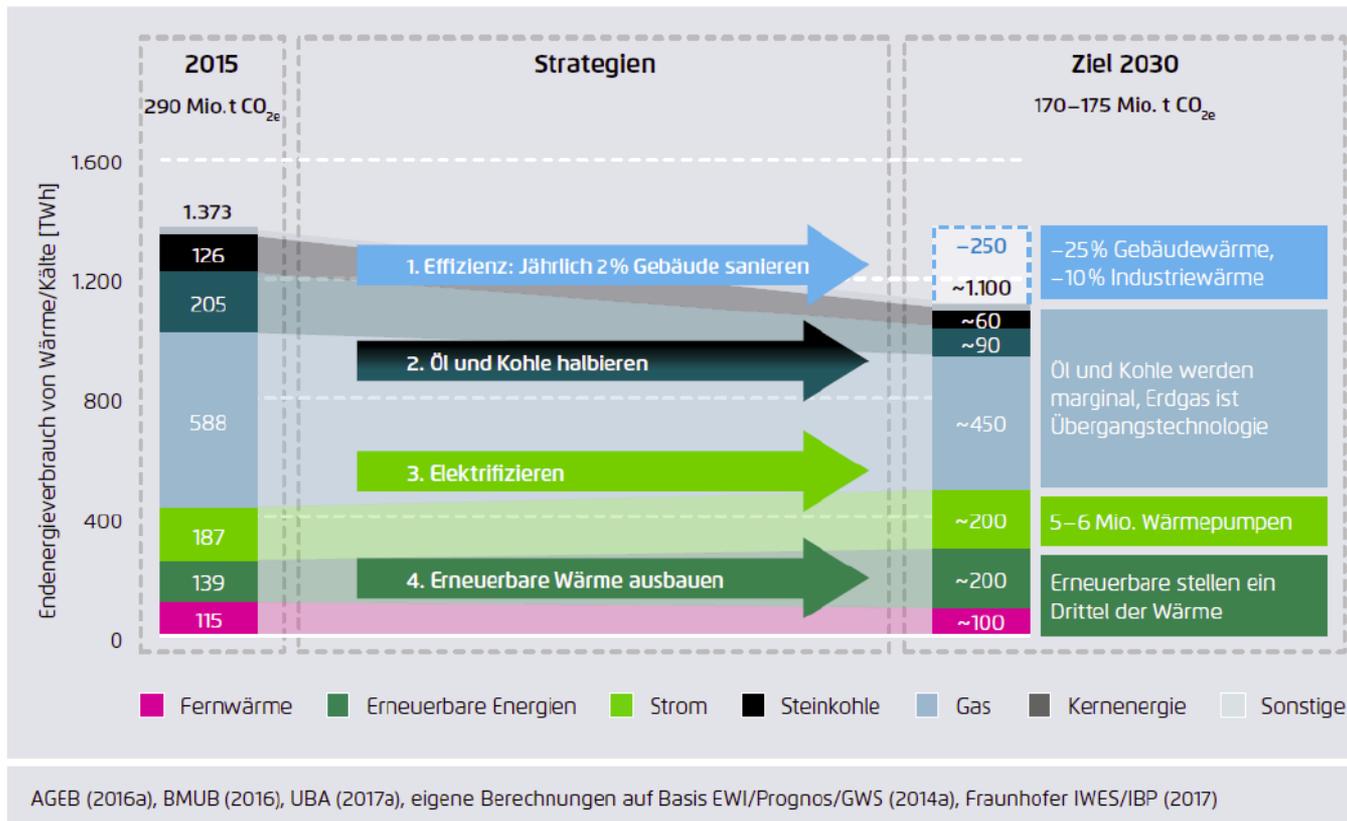
AGORA 2018

Die Herausforderungen zum Erreichen der gesetzten Klimaziele 2030 ist gewaltig und eine **Wärmewende im Gebäudebereich ist unumgänglich und muss dringend adressiert werden**

Bei einer Zielverfehlung muss Deutschland von anderen EU-Mitgliedstaaten Nicht-ETS Emissionsrechte kaufen – mit großen Kostenrisiken für den Bundeshaushalt in Höhe von insgesamt 30-60 Mrd. EUR.

Die Alternative lautet: zu Hause investieren – Wärmewende 2030:

Gebäude sanieren (2% p.a.), Kohle- und Ölverbrauch halbieren, Erneuerbare Wärme und Elektrifizierung ausbauen



- Herausforderung: Der größte Energiesektor hat die langlebigsten Kapitalstöcke
- Vier Strategien für die Wärmewende 2030:
- *Efficiency First*: Gebäudewärme sinkt um ein Viertel, Industriegwärme um ein Zehntel
- Kohle- und Ölverbrauch mehr als halbieren, Erdgas als Übergangstechnologie nutzen
- Erneuerbare stellen ein Drittel der Wärme
- Wärmesektor mit 5 – 6 Mio. Wärmepumpen elektrifizieren

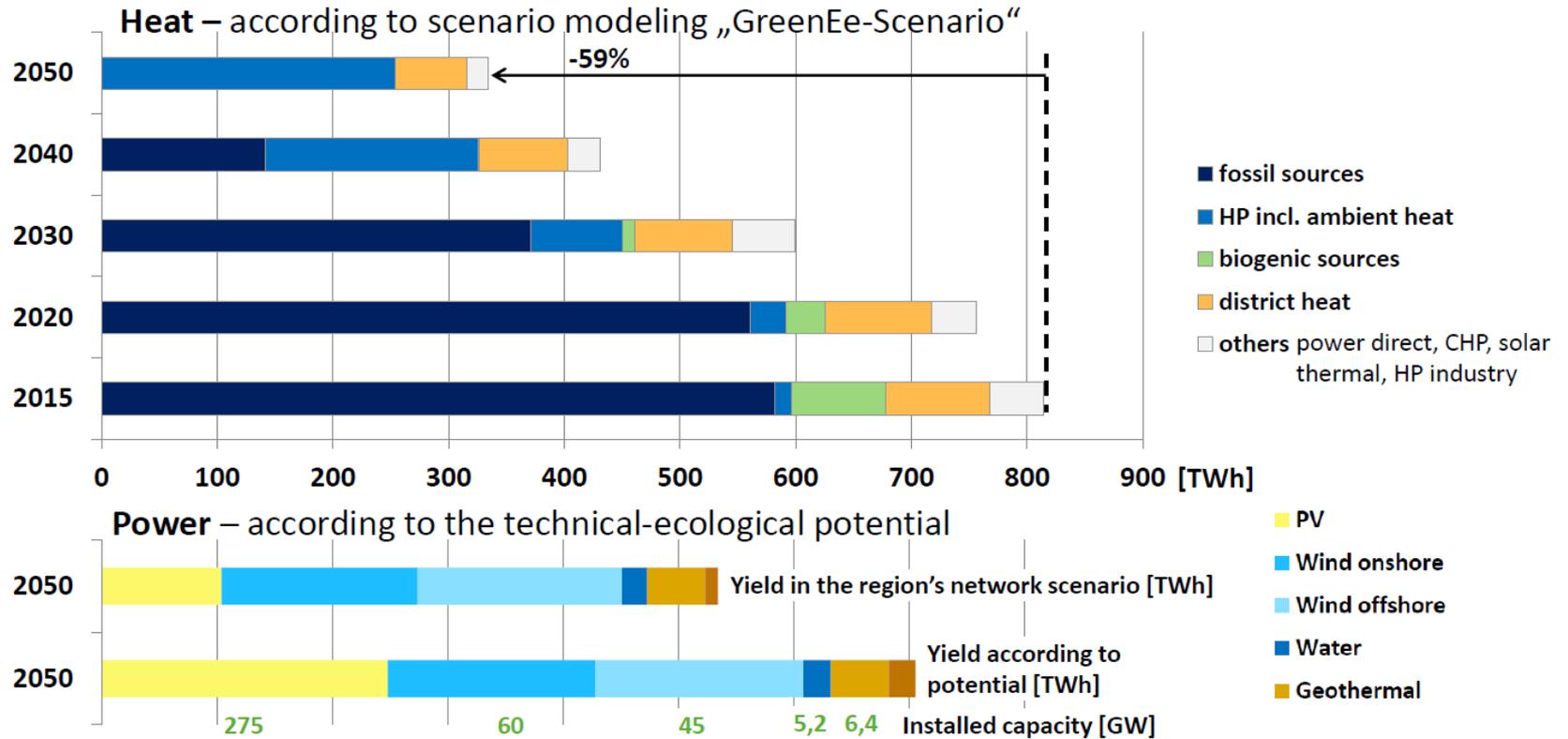
AGEB (2016a), BMUB (2016), UBA (2017a), eigene Berechnungen auf Basis EWI/Prognos/GWS (2014a), Fraunhofer IWES/IBP (2017)

Energieversorgung mit reduzierten CO₂-Emissionen

Szenarien des Umweltbundesamtes

3 HEAT SUPPLY BECOMES RENEWABLE — UBA MODEL CALCULATIONS AND SCENARIOS

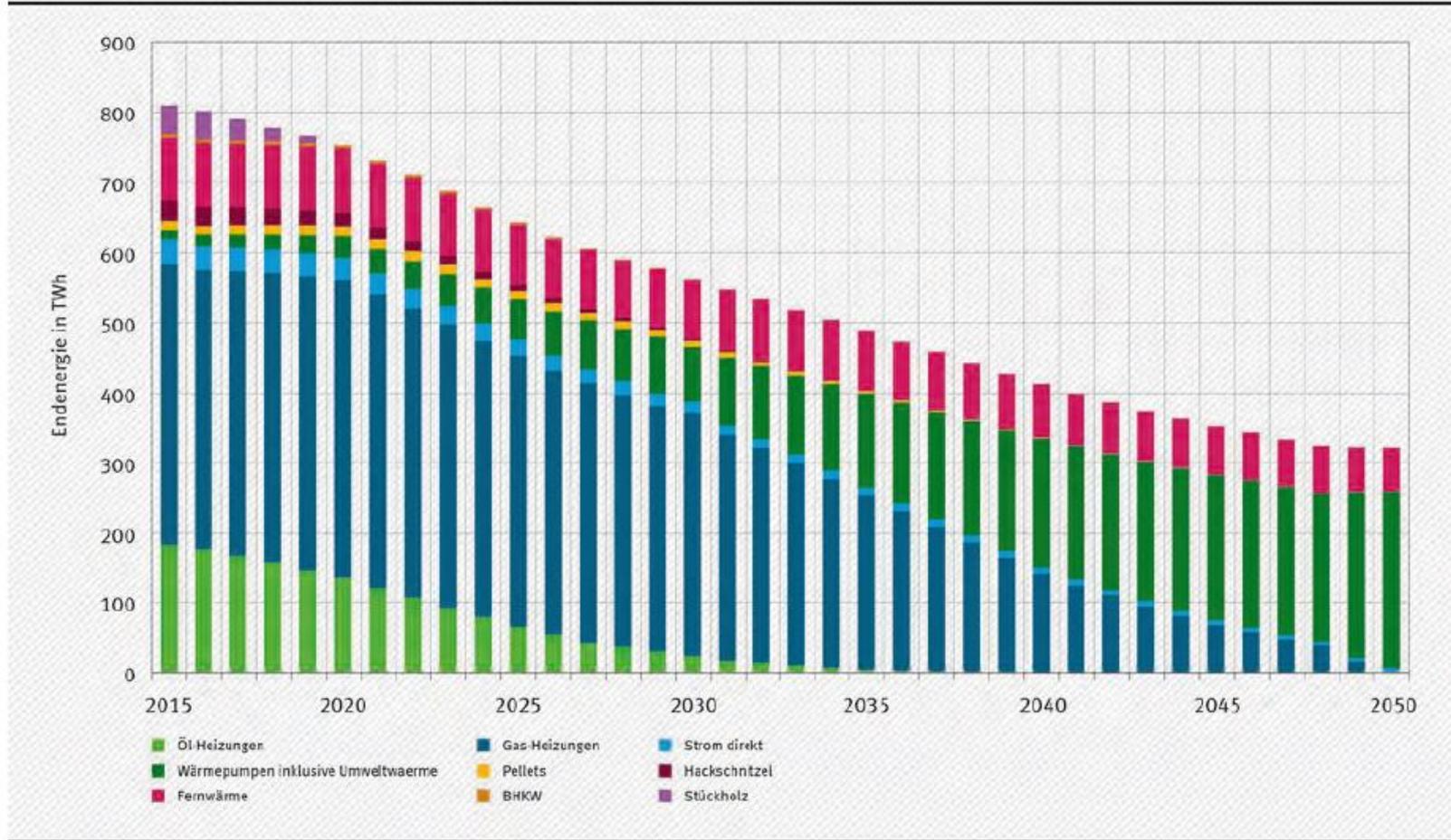
Heat Supply and Power Supply with Low-carbon Technologies



Data source: GÜNTNER, J. et al.: Den Weg zu einem treibhausgasneutralen Deutschland ressourcenschonend gestalten, Umweltbundesamt, (2017)
 KLAUS, T. et al.: Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen, Umweltbundesamt (2010)

ADD. 2.0

Entwicklung des Endenergiebedarf für Raumheizung und Warmwasser für den gesamten Gebäudebestand nach Art der Heiztechnik im GreenEe-Szenario



Quelle: eigene Darstellung der Modellberechnungen

Erdwärme hat das Potenzial aktiv das Klima zu schützen.

Im Gegensatz zur Verwendung der **Umgebungsluft** als Quelle:
„Erdgekoppelte“ Wärmepumpen haben eine deutlich höhere Effizienz



Bei der notwendigen Erhöhung des Wärmepumpenanteils an der Energieversorgung muss der **Fokus auf der Erdwärme** liegen, **um den Verbrauch der Primärenergie signifikant zu senken.**



Dennoch betrug der Anteil **erdgekoppelte Wärmepumpen** in den letzten drei Jahren **nur um die 30 % des Wärmepumpenmarktes.**

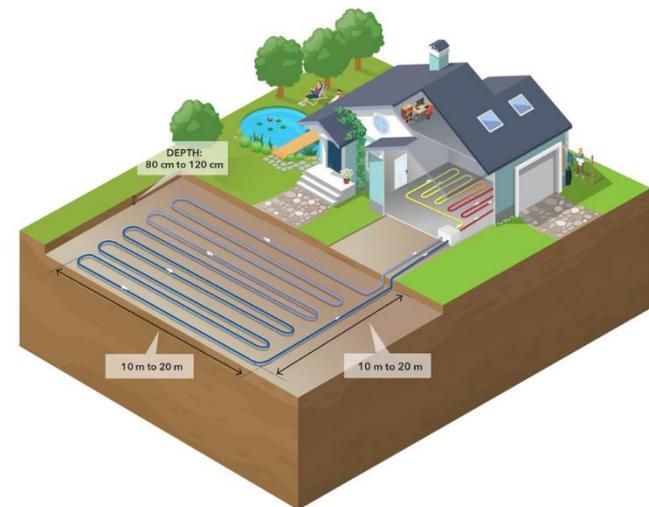
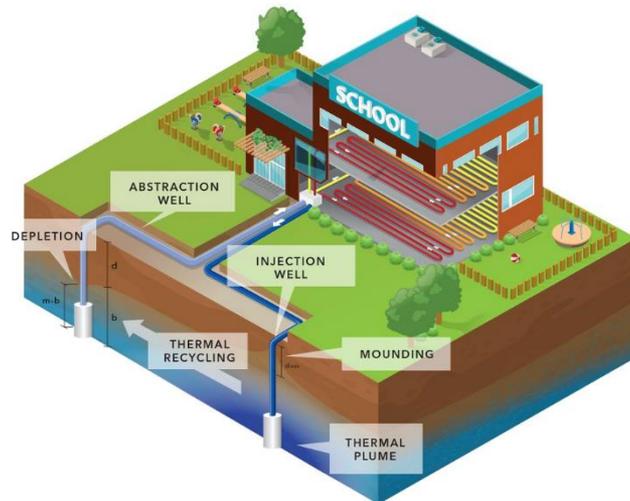
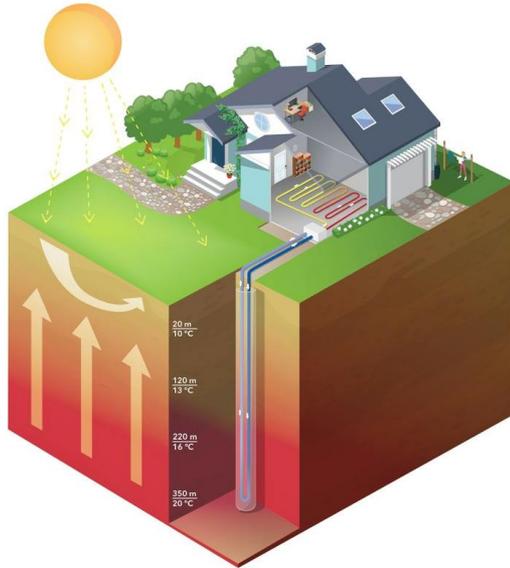
Hier besteht dringender Handlungsbedarf.

Klimaschutz erfordert

- Ökoeffizienz (Ressourceneffizienz)
- Ökosuffizienz (Mäßigung)
- Ökokonsistenz (Rückführbarkeit in den Naturkreislauf)



Erdwärme kann einen bedeutenden Beitrag zu Ökoeffizienz und Ökokonsistenz leisten



Was macht die Erdwärme interessant?

- erneuerbar und autark
- nahezu überall und jederzeit verfügbar
- benötigt keinen Transport von Energie
- erzeugt keine direkten Emissionen
- greift nicht ins Landschaftsbild ein
- Speichermöglichkeit

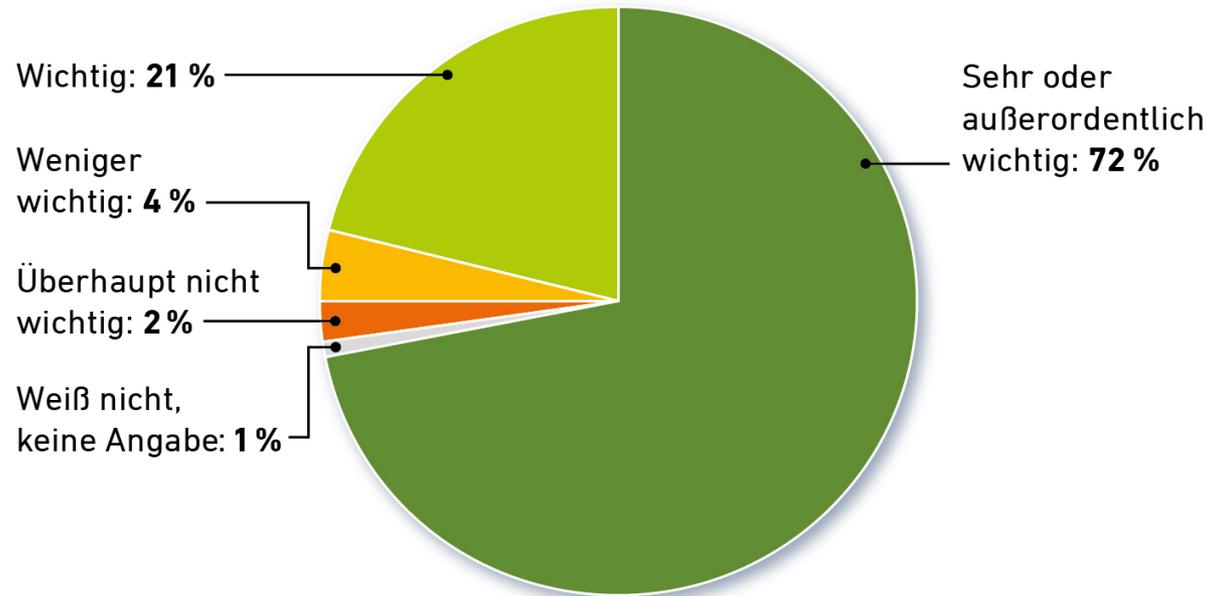


Die oberflächennahe Geothermie bietet das Potenzial ca. 80 % des Energiebedarfs im Gebäudesektor regenerativ aus Erdwärme zu decken.

Wo sind die Barrieren ?

93 Prozent der Bevölkerung in Deutschland unterstützen den verstärkten Ausbau Erneuerbarer Energien

Stärkere Nutzung und Ausbau Erneuerbarer Energien sind ...



Quelle: Umfrage von Kantar Emnid im Auftrag der Agentur für Erneuerbare Energien, 1.021 Befragte
Stand: 9/2018

© 2018 Agentur für Erneuerbare Energien e.V.

Wo sind die Barrieren ?

Viele regenerative Energiequellen werden strategisch im Gebäudebereich betrachtet

– zum Beispiel:

- in Energiestrategien oder Energienutzungspläne auf kommunaler und regionaler Ebene
- oder bei der Energieberatung

→ das **Potenzial der Erdwärme ist dort aber nur selten zu finden.**

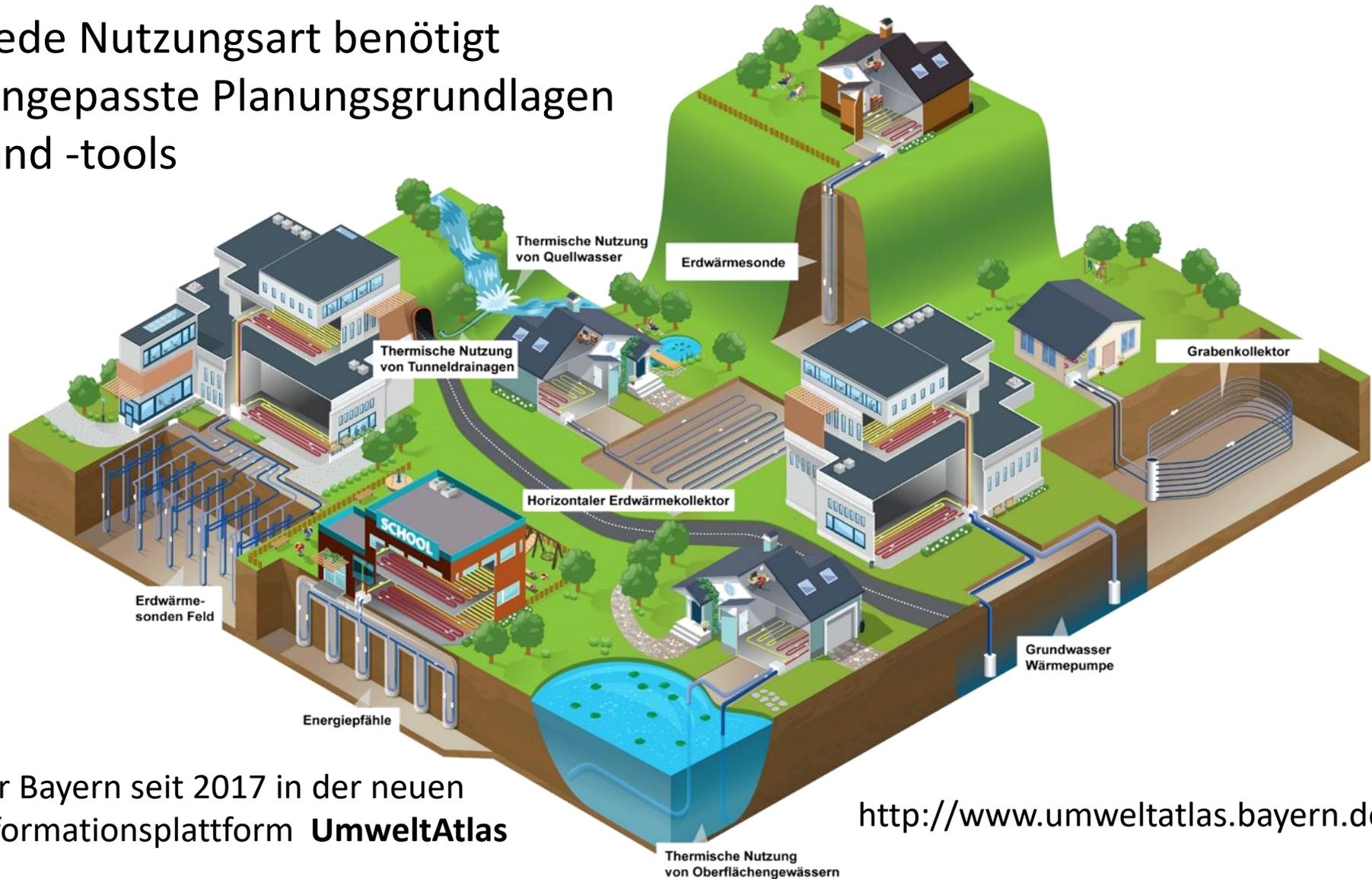
Warum?

- Nutzungspotenzial und Anwendungsfälle sind nicht bekannt
- Variable Regularien und Genehmigungspraxis

→ Planungsunsicherheit

- ...Kosten, geringer Wissensaustausch (Fortbildung, Bekanntheitsgrad),...

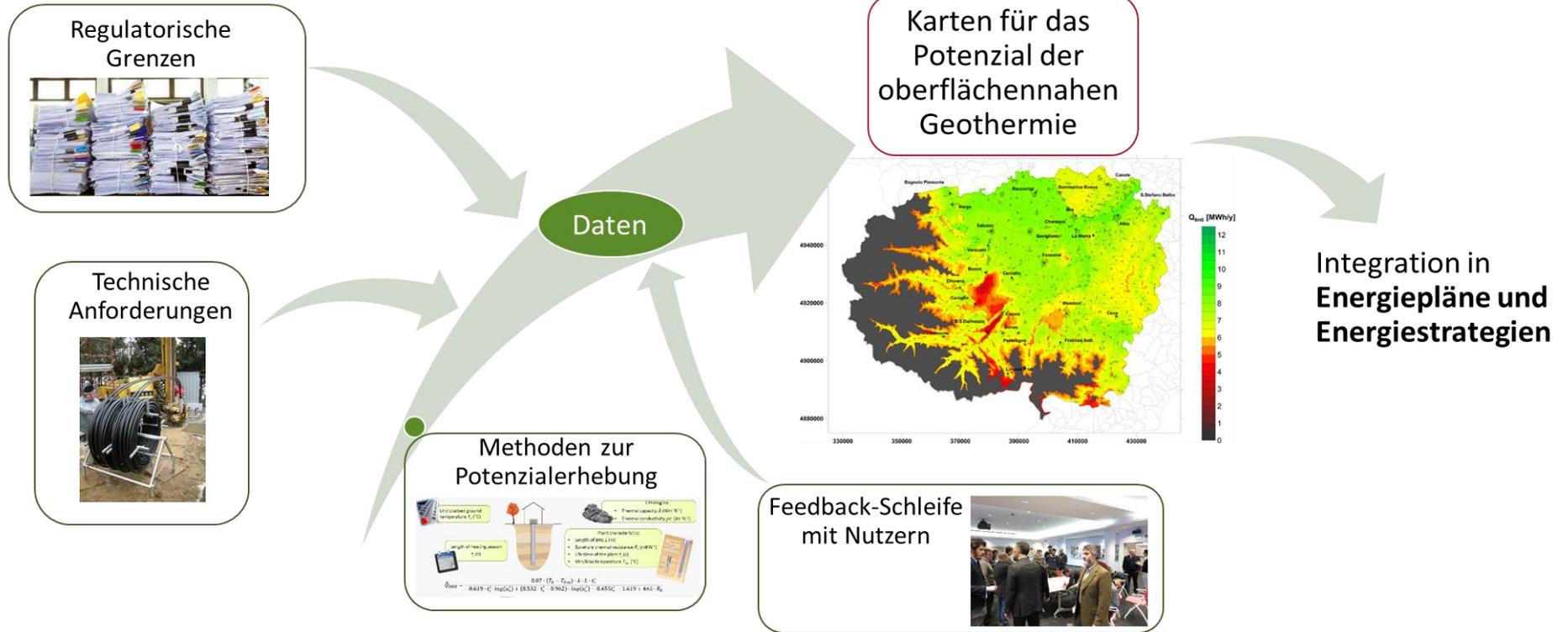
Jede Nutzungsart benötigt angepasste Planungsgrundlagen und -tools



Für Bayern seit 2017 in der neuen Informationsplattform **UmweltAtlas**

<http://www.umweltatlas.bayern.de>

Quantitative Erhebung des Nutzungspotenzial



Quantitative Erhebung des Nutzungspotenzial

Undisturbed ground temperature T_0 (°C)

Length of heating season t_c (s)

Lithologies:

- Thermal capacity λ (Wm⁻¹K⁻¹)
- Thermal conductivity ρc (Jm⁻³K⁻¹)

Plant characteristics:

- Length of BHE L (m)
- Borehole thermal resistance R_b (mKW⁻¹)
- Life time of the plant t_s (s)
- Min/Max temperature T_{lim} (°C)

$$\bar{Q}_{BHE} = \frac{0.07 \cdot (T_0 - T_{lim}) \cdot \lambda \cdot L \cdot t_c'}{-0.619 \cdot t_c' \cdot \log(u_s') + (0.532 \cdot t_c' - 0.962) \cdot \log(u_c') - 0.455t_c' - 1.619 + 4\pi\lambda \cdot R_b}$$

Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Energy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/energy

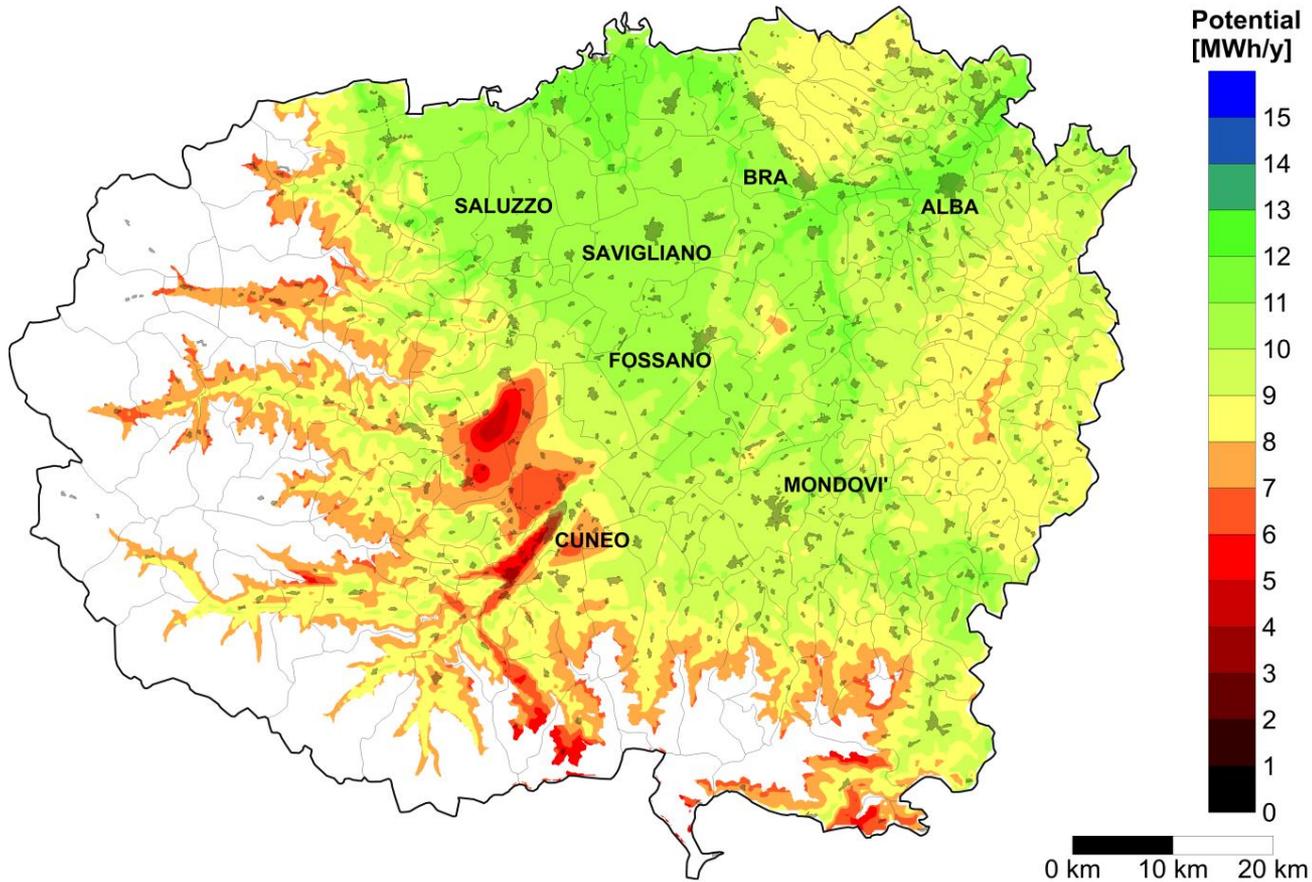
G.POT: A quantitative method for the assessment and mapping of the shallow geothermal potential

Alessandro Casasso¹, Rajandrea Sethi^{*}

DIATI – Politecnico di Torino, Corso Duca degli Abruzzi 24, 10129, Torino, Italy

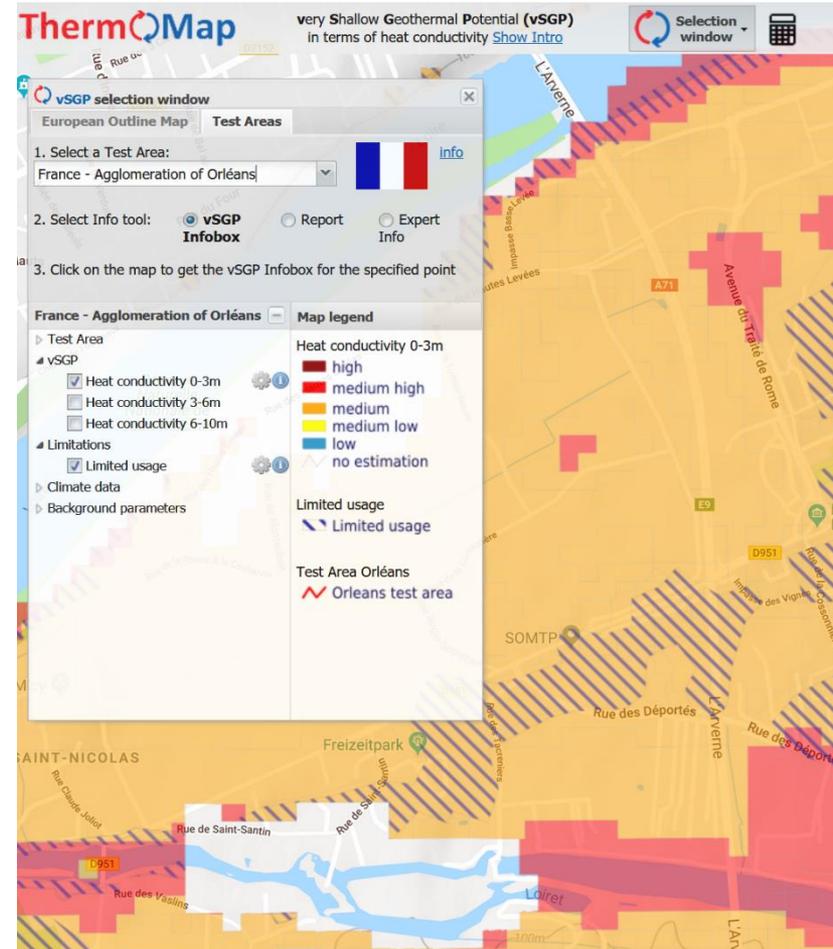
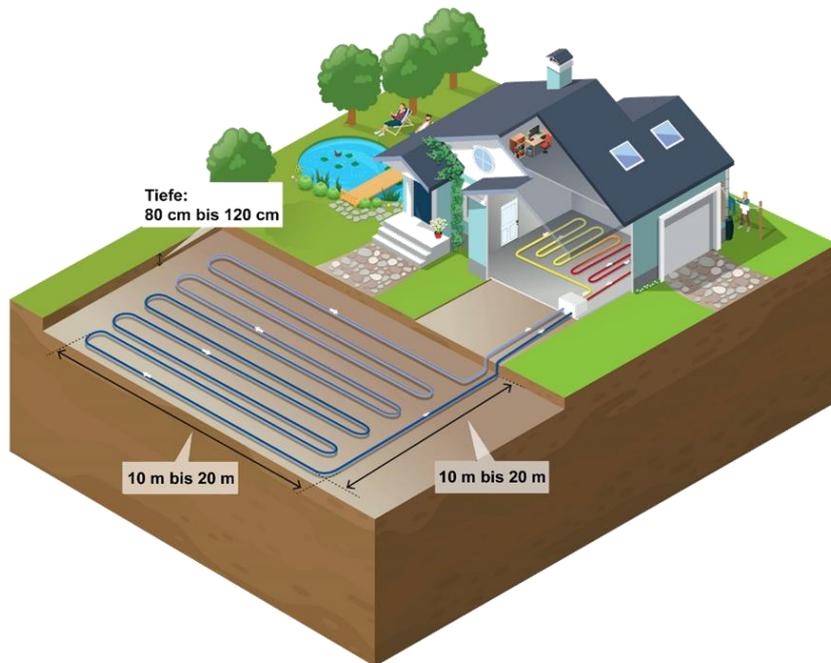
Quantitative Erhebung des Nutzungspotenzial

Cuneo province, Slovenia



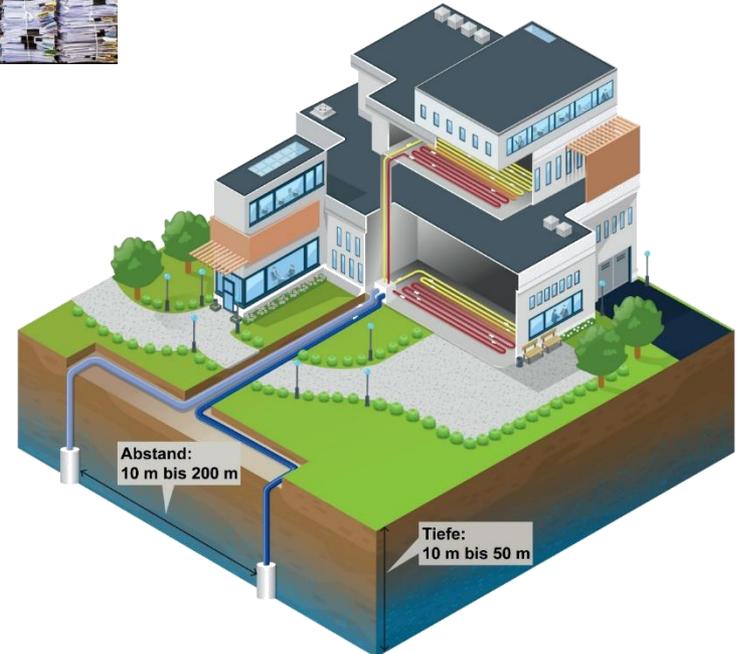
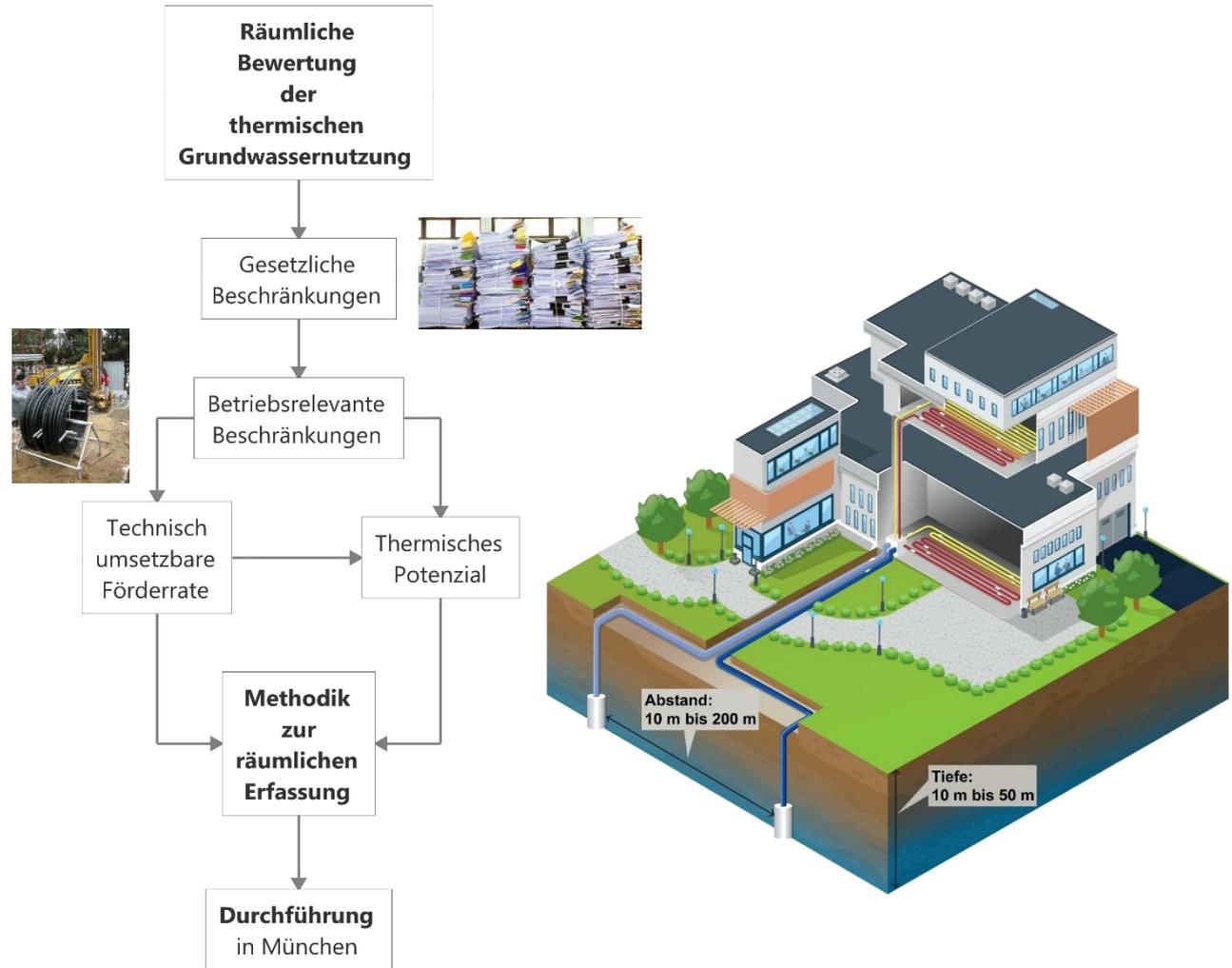
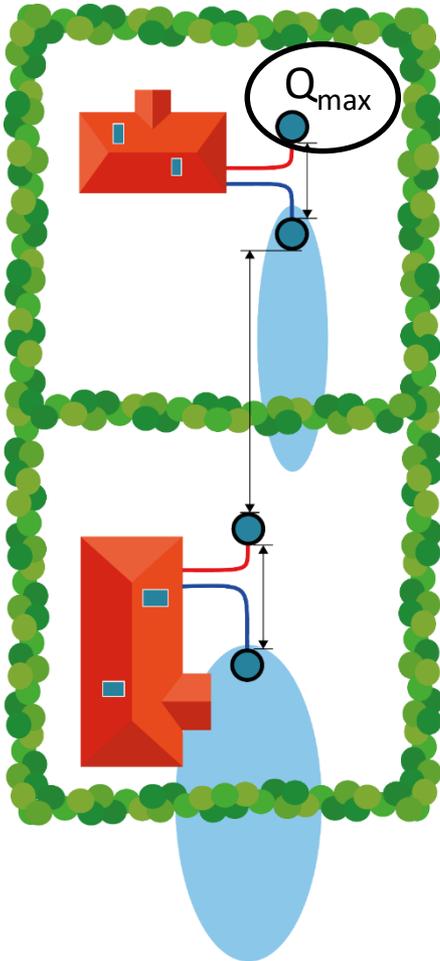
Quantitative Erhebung des Nutzungspotenzial

ThermMap
MapViewer



<http://geoweb2.sbg.ac.at/thermomap/>

Quantitative Erhebung des Nutzungspotenzial

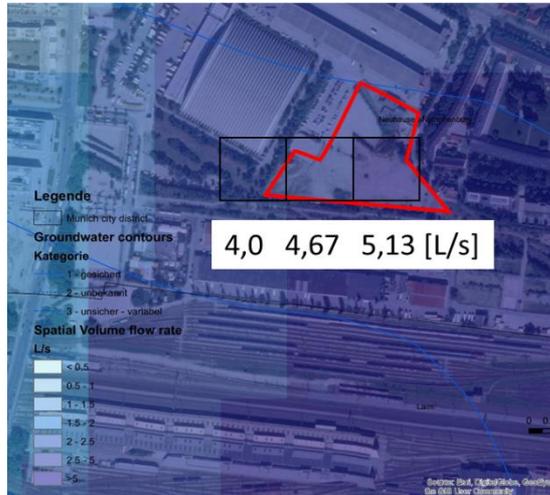


Quantitative Erhebung des Nutzungspotenzial

Karte des Potenzials zur Nutzung von Grundwasserwärmepumpen (Mw/a)

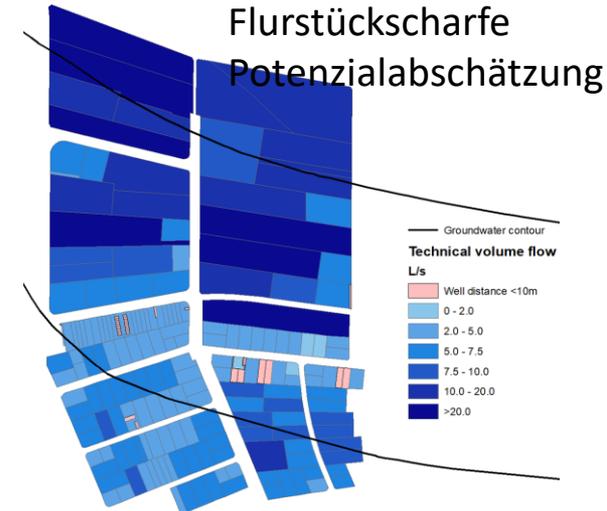
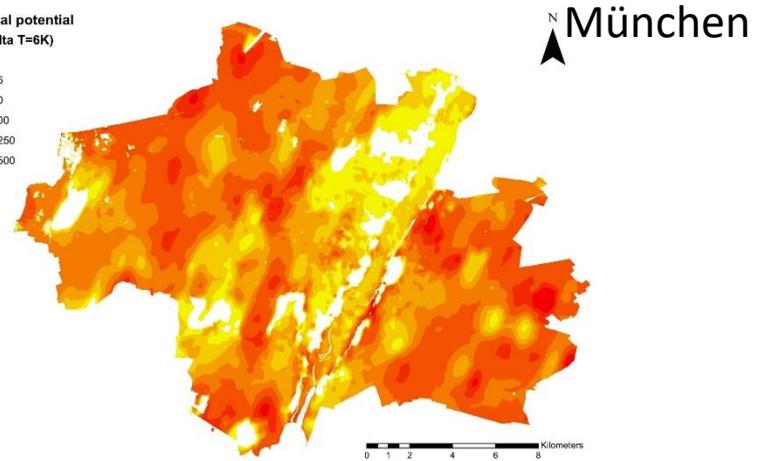
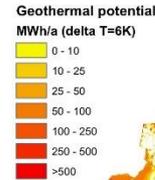
„Beispiel Neubaugebiet München“

Leistung der geothermischen Wärmequelle bei Standardnutzung:



Thermische Leistung der Wärmepumpe bei JAZ=4:

$$13,8 \frac{L}{s} \rightarrow 361 [kW]$$

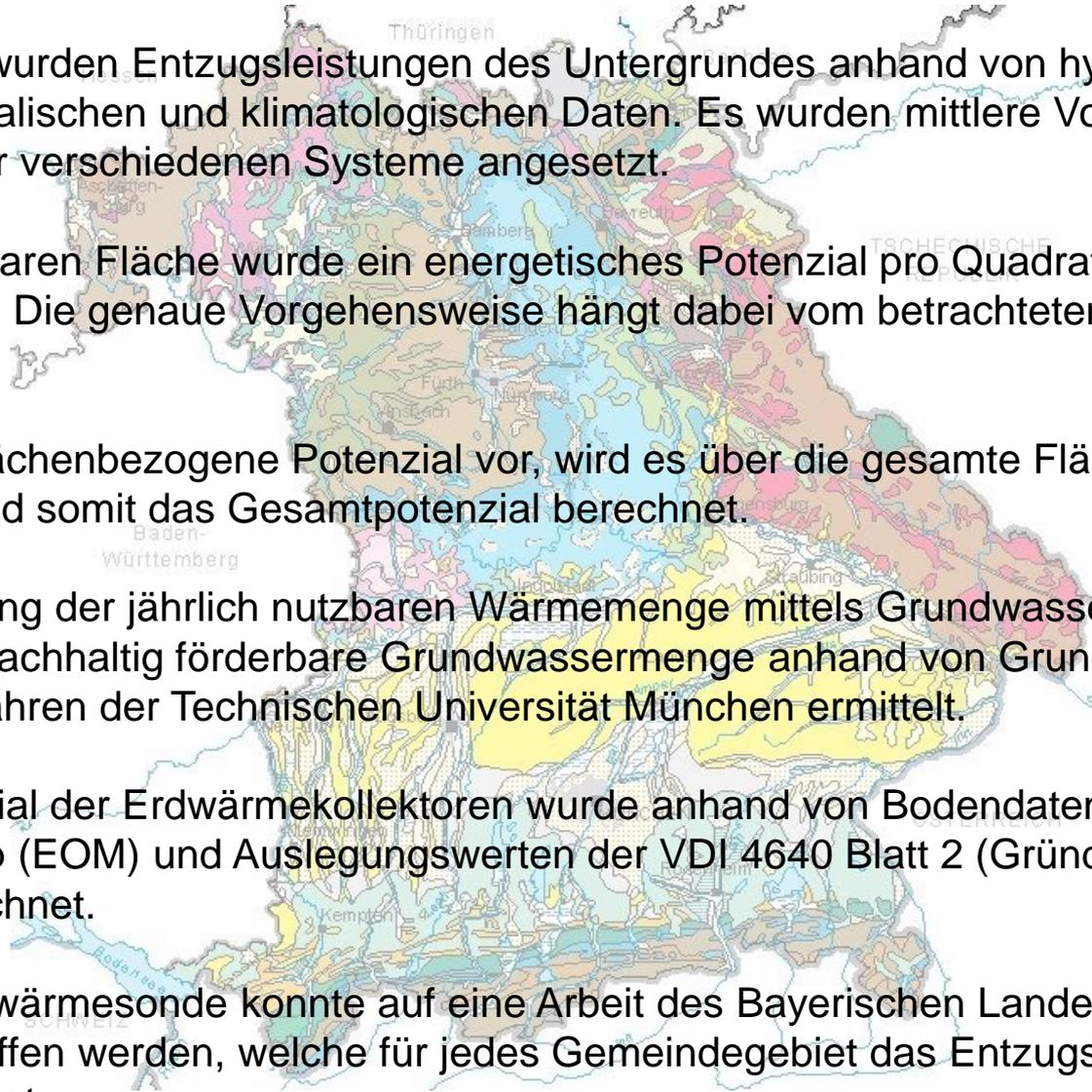


Integration in

Teil-Energienutzungsplan von München

Erdwärmepotenzial Bayern

- Berechnet wurden Entzugsleistungen des Untergrundes anhand von hydrogeologischen, petrophysikalischen und klimatologischen Daten. Es wurden mittlere Volllaststunden für die Nutzung der verschiedenen Systeme angesetzt.
- Jeder nutzbaren Fläche wurde ein energetisches Potenzial pro Quadratmeter Fläche zugeordnet. Die genaue Vorgehensweise hängt dabei vom betrachteten geothermischen System ab.
- Liegt das flächenbezogene Potenzial vor, wird es über die gesamte Fläche Bayerns integriert und somit das Gesamtpotenzial berechnet.
- Zur Ermittlung der jährlich nutzbaren Wärmemenge mittels Grundwasser-Wärmepumpen wurde die nachhaltig förderbare Grundwassermenge anhand von Grundwasserdaten und einem Verfahren der Technischen Universität München ermittelt.
- Das Potenzial der Erdwärmekollektoren wurde anhand von Bodendaten der European Outline Map (EOM) und Auslegungswerten der VDI 4640 Blatt 2 (Gründruck: Stand Mai 2015) berechnet.
- Bei der Erdwärmesonde konnte auf eine Arbeit des Bayerischen Landesamtes für Umwelt zurückgegriffen werden, welche für jedes Gemeindegebiet das Entzugspotenzial bereits berechnet hat.

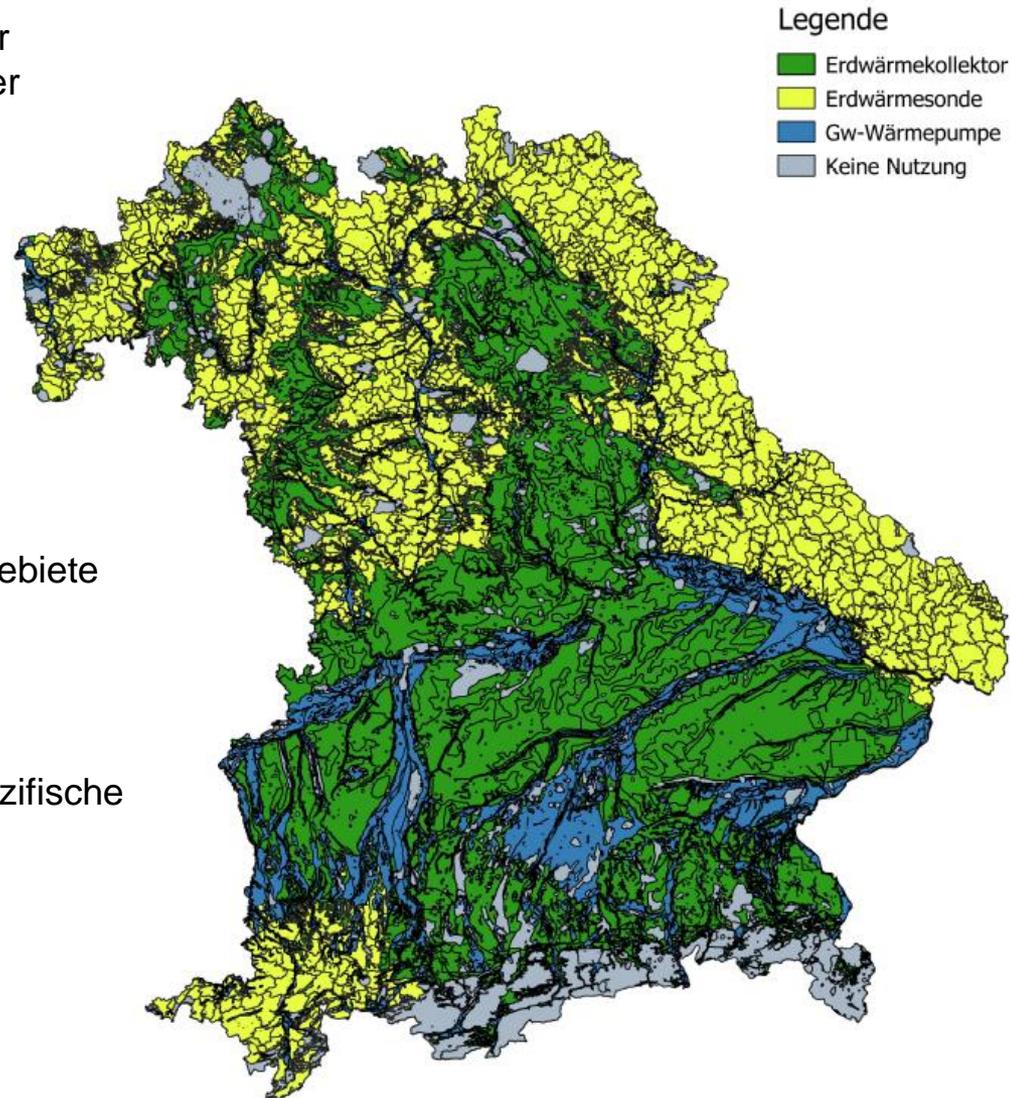


Erdwärmepotenzial Bayern

- In Bayern lässt sich ein Großteil der Flächen mindestens durch eines der oberflächennahen geothermischen Systeme nutzen (Erdwärmesonde, Grundwasser-Wärmepumpe und Erdwärmekollektor).

Flächen die nicht geeignet sind:

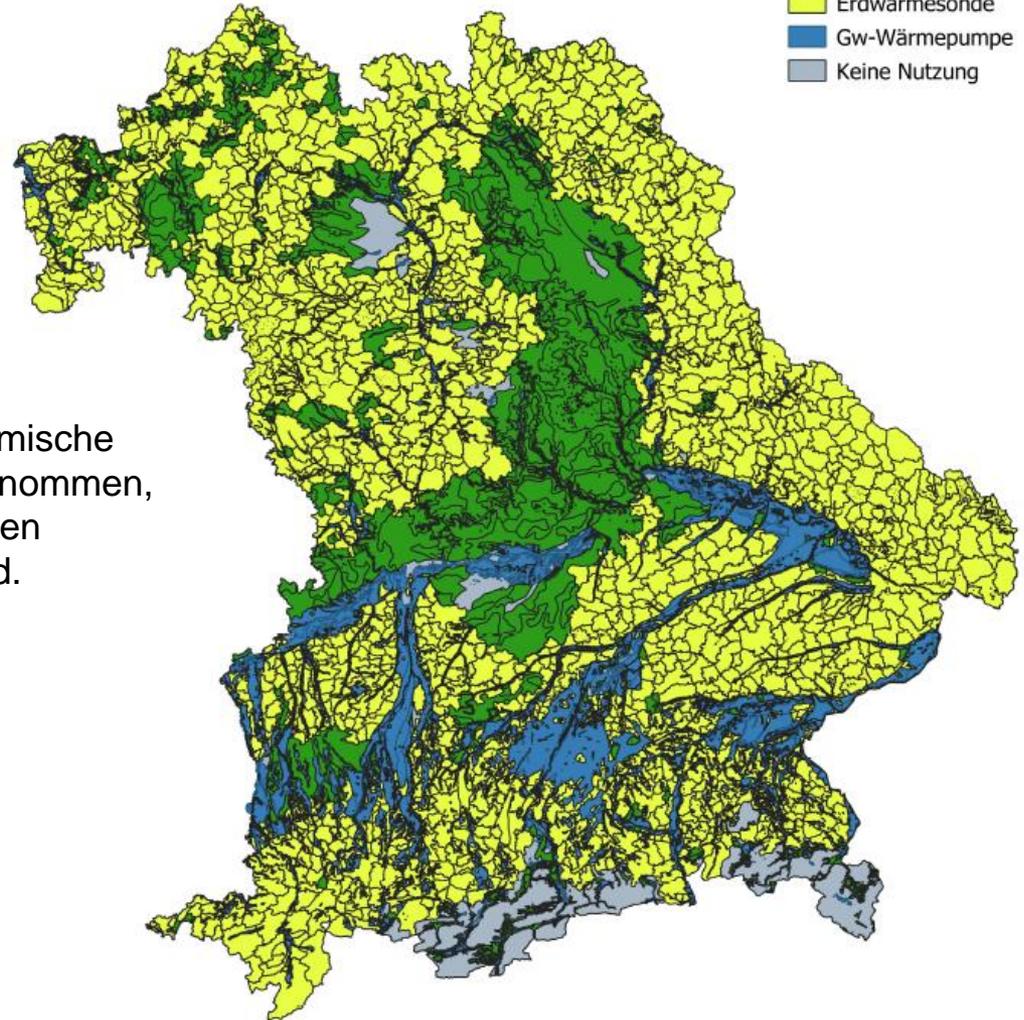
- Wasserschutzgebiete
- Hangbewegung – Gefährdungsgebiete
- Naturschutzgebiete
- Sumpf- und Mooregebiete
- Dazu kommen für das jeweilige geothermische System noch spezifische Kriterien dazu



Erdwärmepotenzial Bayern

Legende

- Erdwärmekollektor
- Erdwärmesonde
- Gw-Wärmepumpe
- Keine Nutzung



- Bei den für die oberflächennahe geothermische Nutzung geeigneten Gebieten wird angenommen, dass pro Fläche nur eines der betrachteten geothermischen Systeme verwendet wird.

Für das mittlere Szenario ergeben sich bei angesetzten 2.000 Volllaststunden eine Jahresarbeit von $3,411 \times 10^{10}$ kWh/a.

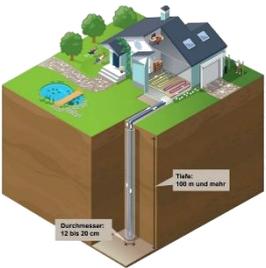
Für eine Alternative mit kleinen Anlagen (Förderrate von 1 l/s) ergibt sich eine Jahresarbeit von $7,280 \times 10^{11}$ kWh/a.

Szenario I: Gesamtpotenzial ergibt bei 2.400 Volllaststunden eine Jahresarbeit von $5,579 \times 10^{10}$ kWh/a.

Szenario II: Hier beträgt die Jahresarbeit $8,300 \times 10^{10}$ kWh/a.

Szenario I: Gesamtpotenzial ergibt bei 1.800 - 2.400 Volllaststunden bei Kollektoren: $9,185 \times 10^{12}$ kWh/a.

Szenario II: Gesamtpotenzial ergibt bei 1.800 - 2.400 Volllaststunden bei Horizontalen Kollektoren: $7,259 \times 10^{12}$ kWh/a.



Erdwärmepotenzial Bayern

Das Potenzial der drei geothermischen Systeme in Bayern zusammen beträgt mindestens:

8,070 10^{12} kWh pro Jahr

→ als Vergleich: Das technische Potential der Photovoltaik beträgt in Bayern laut EuPD Research4 $2,738 \times 10^{10}$ kWh/a.

→ die Summe der drei Einzelpotentiale würde ausreichen, um 238 Millionen durchschnittlicher Einfamilienhäuser zu versorgen. Nur für die derzeit bebaute Fläche wären es ca. 2,15 Mio. Einfamilienhäuser.

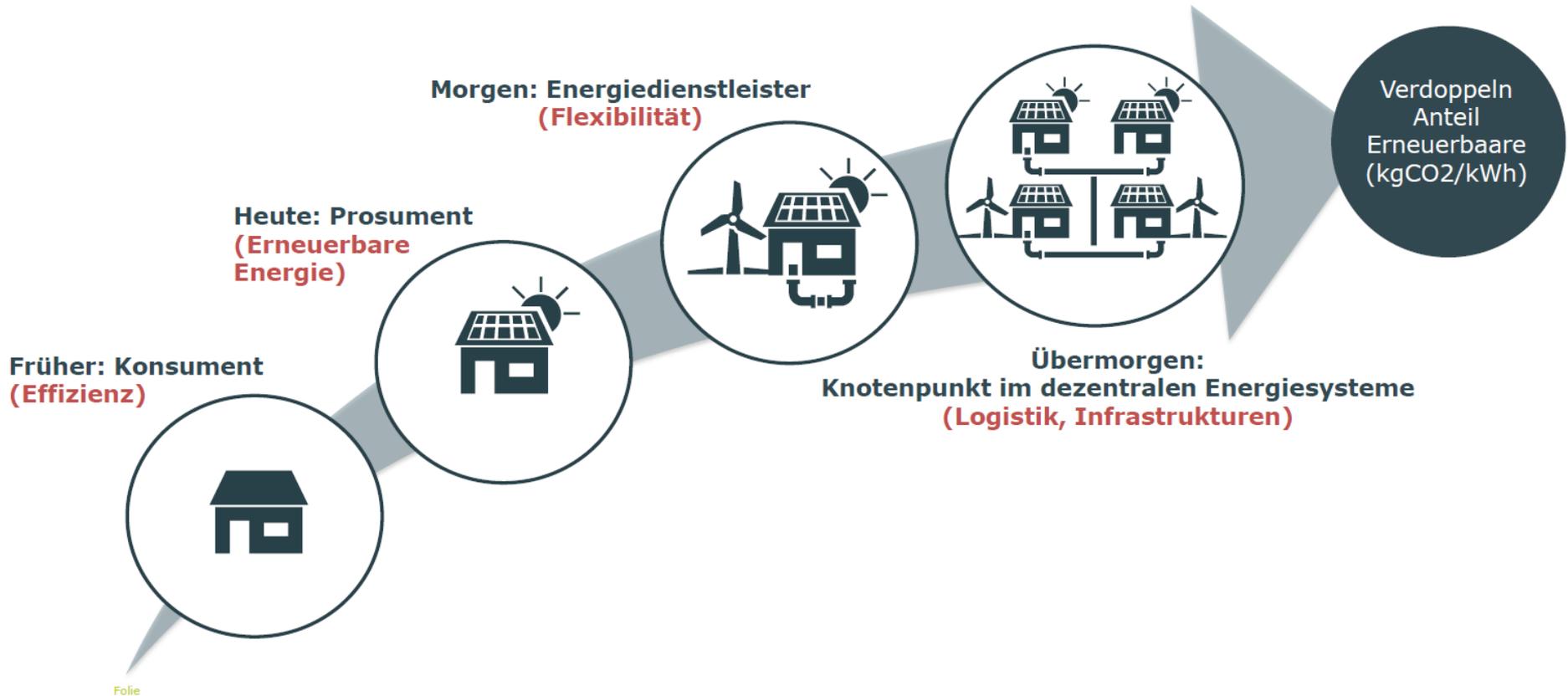
→ Diese hypothetische Überlegung soll veranschaulichen, dass das Potenzial der Erdwärme den Wärmebedarf Bayerns weit übersteigt.

Laut Fortschrittsbericht 2016/17 wurden in Bayern im Jahr 2016 etwa $2,7 \times 10^9$ kWh durch Erdwärme bereitgestellt.

Allein das Potenzial der Grundwasser-Wärmepumpe beträgt das 270-fache davon.

→ Laut Länderarbeitskreis Energiebilanzen⁵ wurden im Jahr 2014 etwa $8,7 \times 10^{10}$ kWh/a des Primärenergieverbrauchs in Bayern durch erneuerbare Energien gedeckt. Das entspricht 12,0% des berechneten Potenzials der GWP.

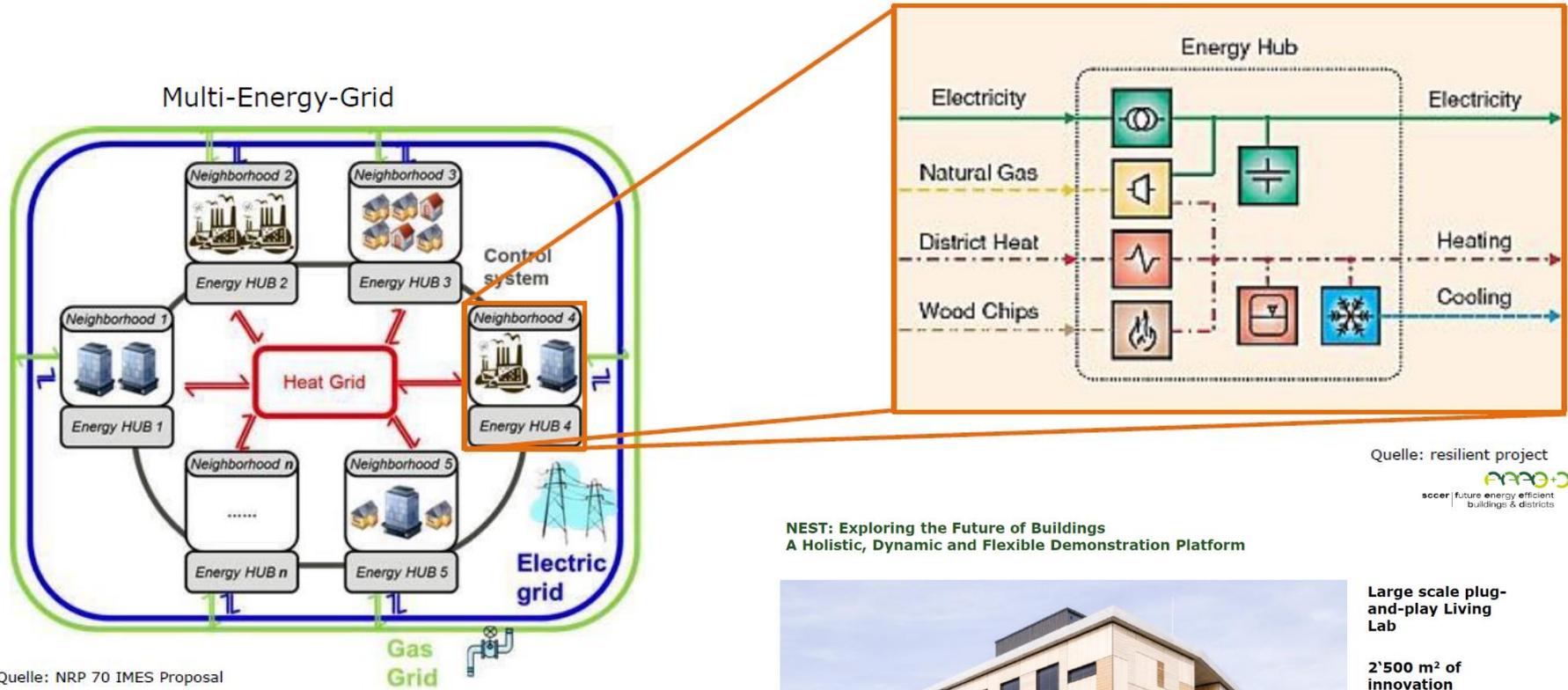
Die Evolution des Gebäudes im Energiesystem



Quelle: Prof. Sulzer SCCER

Potenzial im Gebäude der Zukunft?

Renewable Decentralised Energy System (RDES)



Quelle: NRP 70 IMES Proposal

Quelle: resilient project
 sccer | future energy efficient buildings & districts

NEST: Exploring the Future of Buildings
 A Holistic, Dynamic and Flexible Demonstration Platform



Photo: Roman Keller

Large scale plug-and-play Living Lab

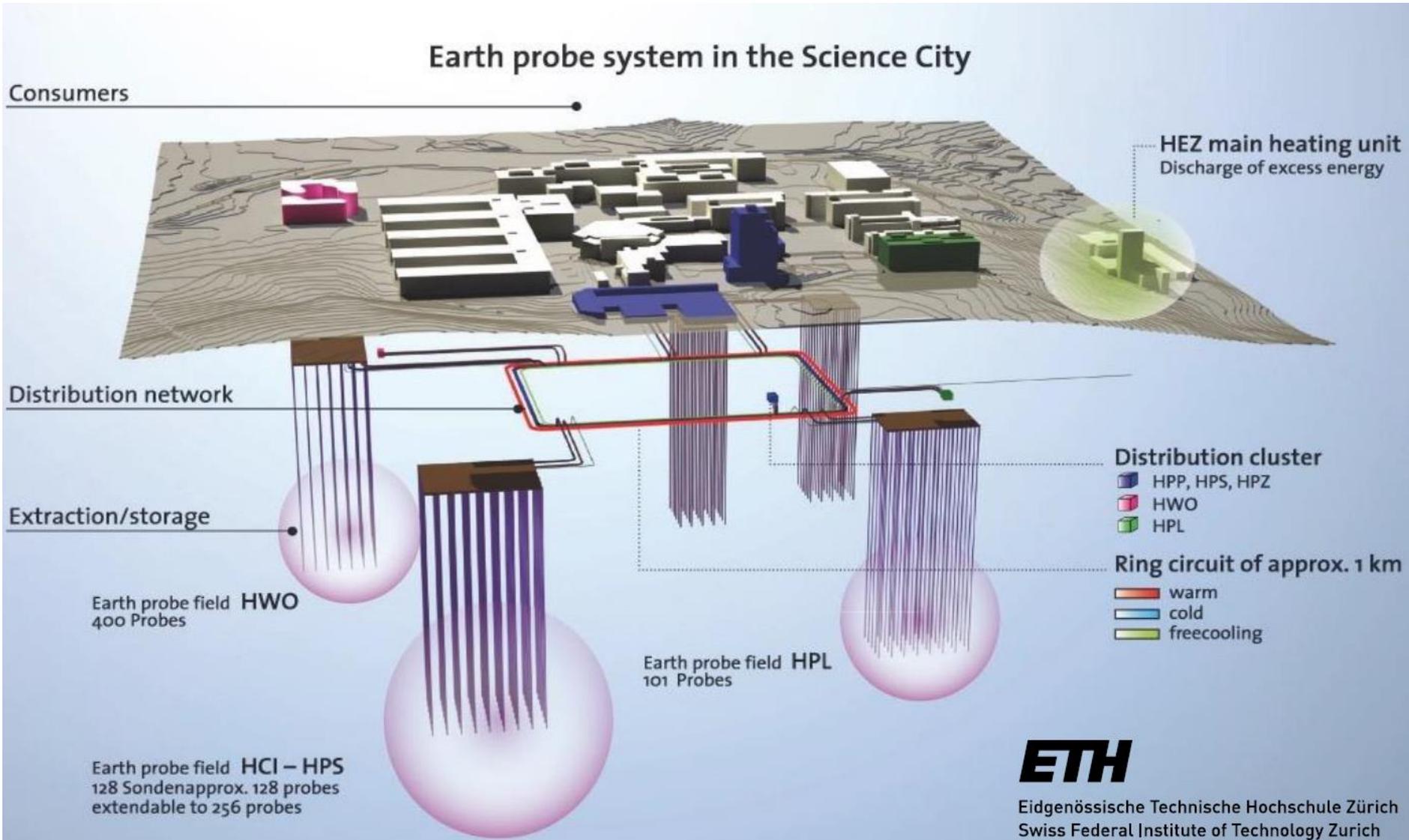
2'500 m² of innovation space

Energy Hub Interface

Public Private Partnership (Research – Business – Society)

Quelle: Prof. Sulzer SCCER

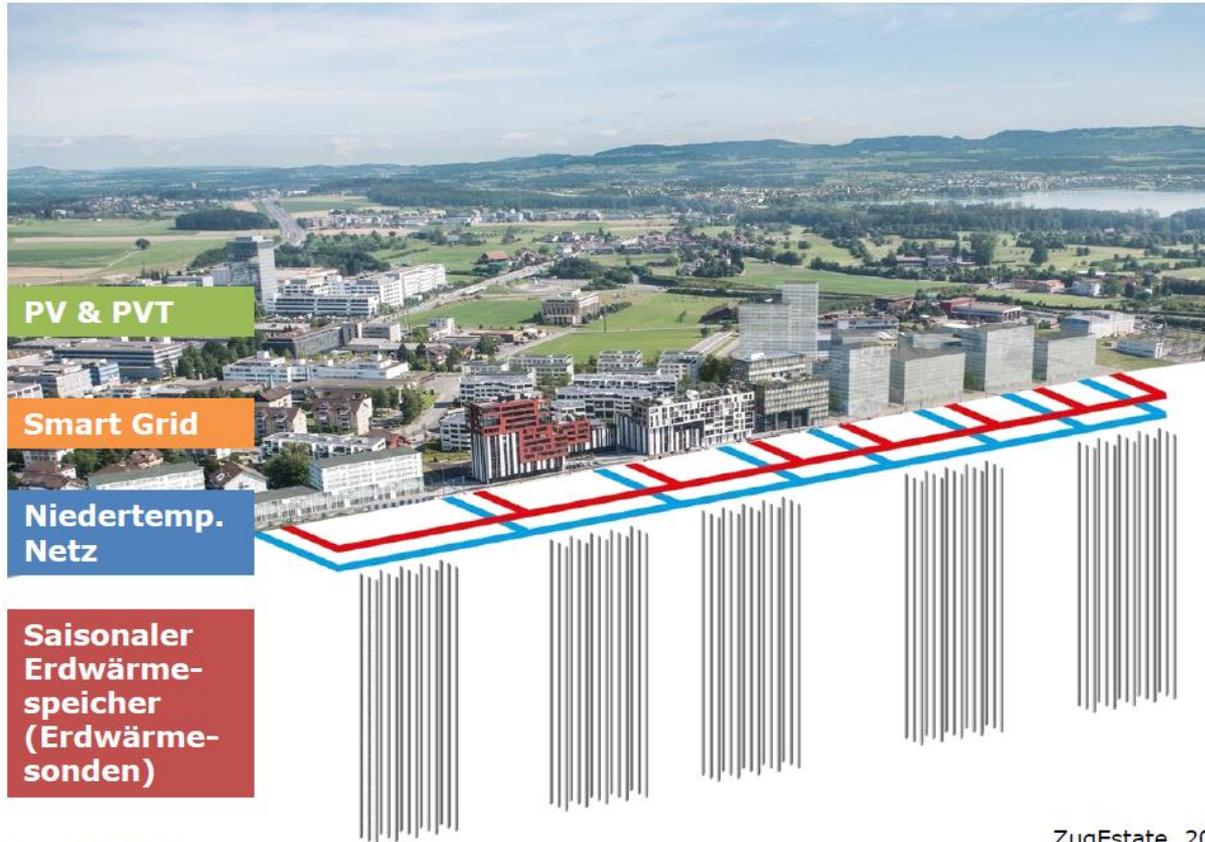
Potenzial im Gebäude der Zukunft?



Quelle: Prof. Sulzer SCCER

Potenzial im Gebäude der Zukunft?

Areal Suurstoffi → Energy Hub



Energiebezugsfläche heute
62'000 m² EBF

Energiebezugsfläche Endausbau
165'000 m² EBF

PV(T): 6'200 m² heute
PV(T): 10'300 m² Endausbau

Sonden: 215 Stk. heute
Sonden: 750 Stk. Endausbau

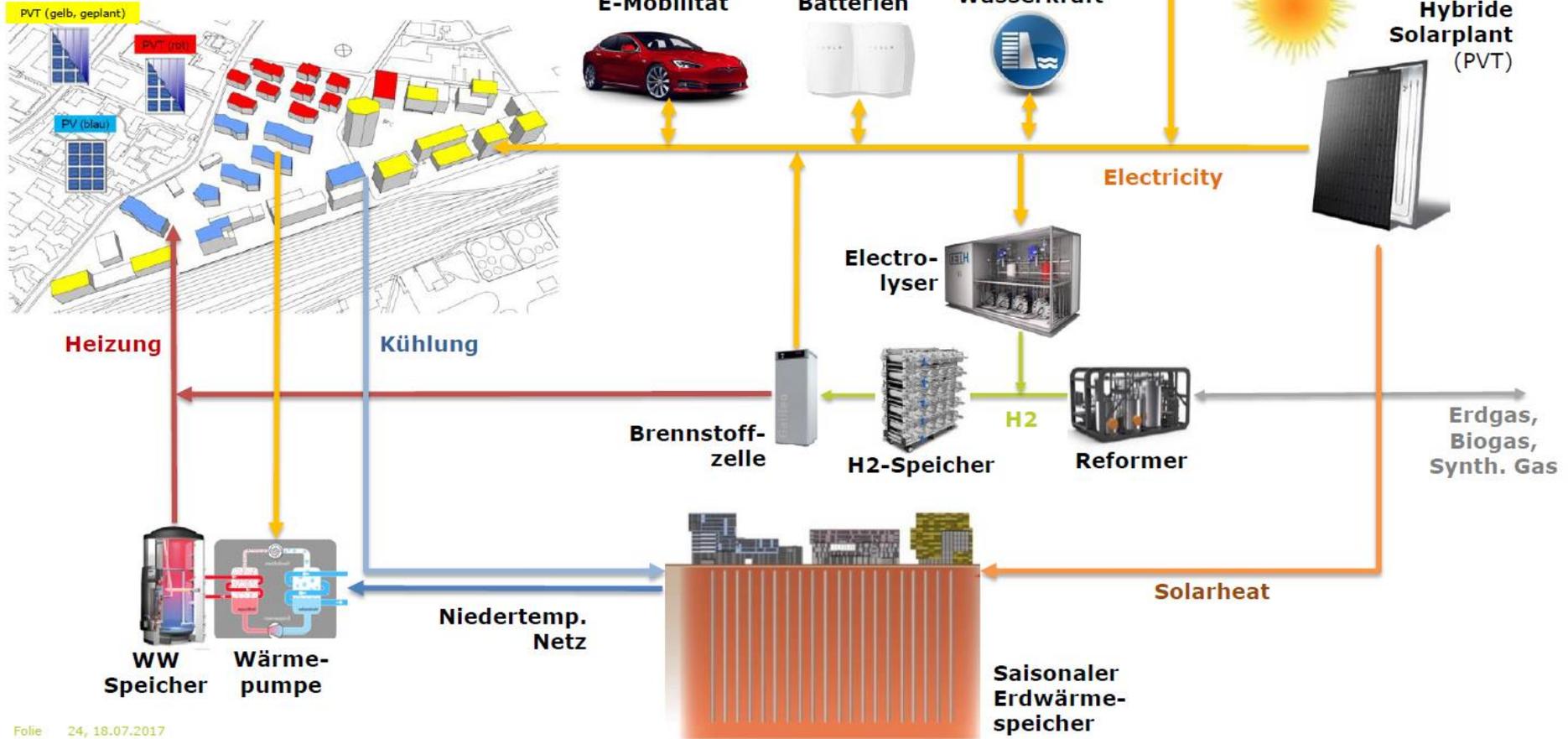
Folie 21, 18.07.2017

ZugEstate, 2015

Quelle: Prof. Sulzer SCCER

Potenzial im Gebäude der Zukunft?

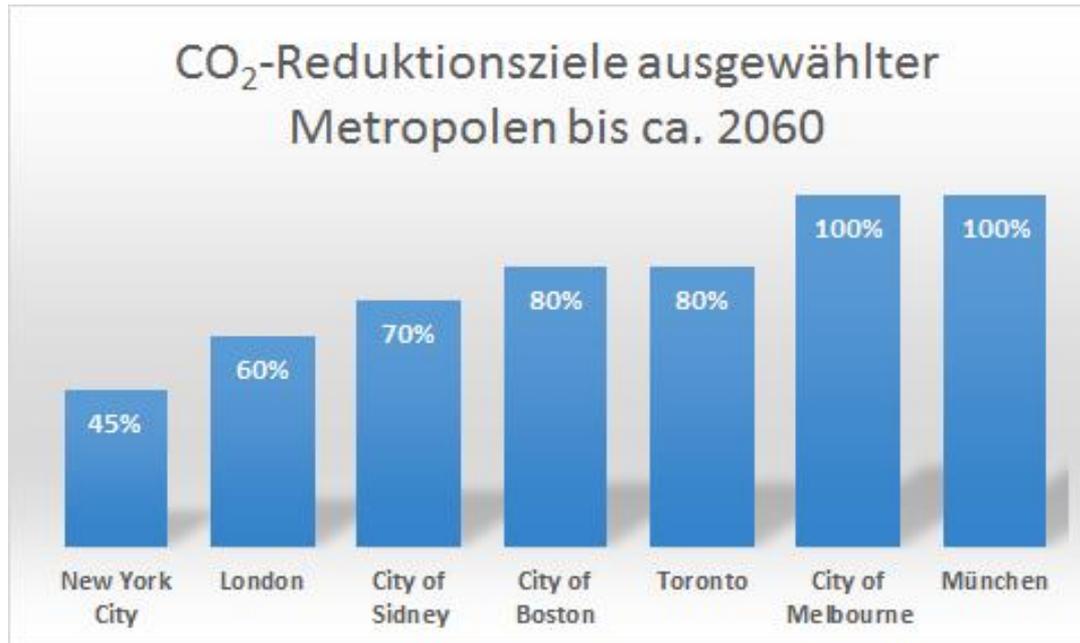
Energy Hub Suurstoffi



Folie 24, 18.07.2017

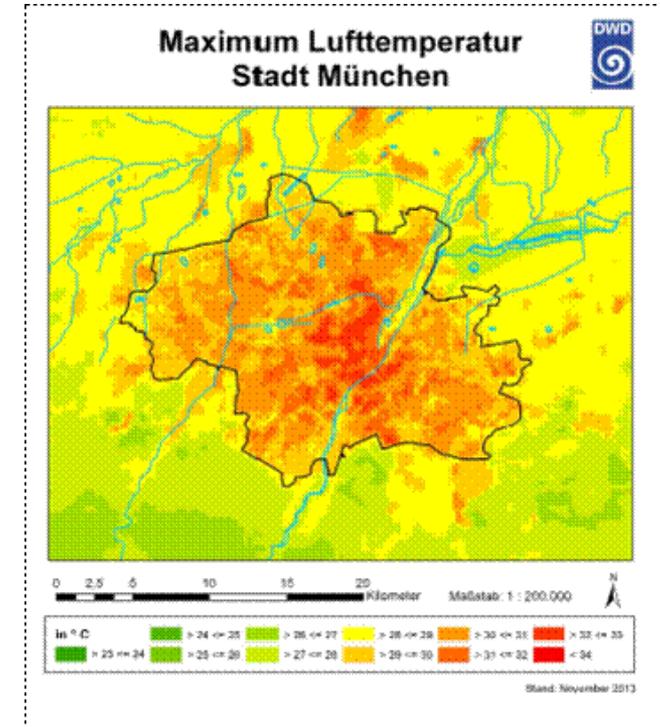
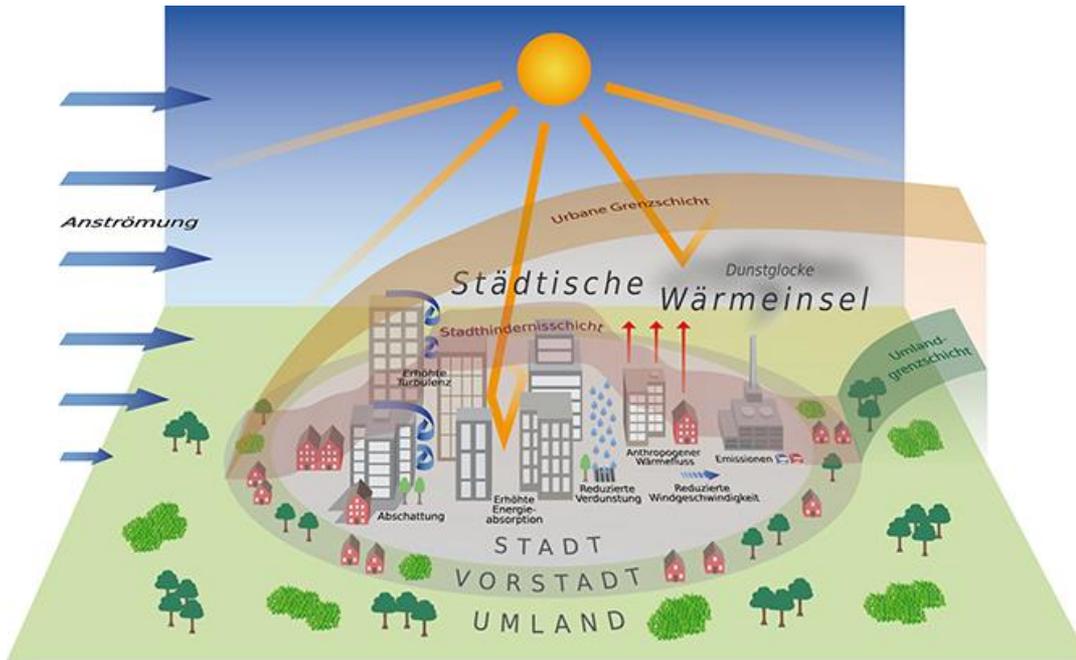
Quelle: Prof. Sulzer SCCER

Aufgaben/Potenziale in der Zukunft?



Hohe kommunale Ziele haben weltweit große Bedeutung

Aufgaben/Potenziale in der Zukunft?



Aufgaben/Potenziale in der Zukunft?

Tabelle 1:
Klimaauswirkungen und
Herausforderungen
für die LH München

Auswirkung Klimawandel	Herausforderungen für die LHM
<p>Änderung der Lufttemperatur im Sommer (je nach Modell circa + 3.7 °C für den Zeitraum 2071-2100 gegenüber Zeitraum 1971-2000 oder circa + 5.5 °C für 2050 gemäß BayFORKLIM).</p> <p>Im Winter wird die Temperatur geringfügig zunehmen</p>	<p>Starker Anstieg der Stromnachfrage aufgrund eines erhöhten Kühlbedarfes bei Gebäuden, Anpassungen bei Gebäuden zur Reduktion des Kühlbedarfs</p> <p>Gesundheit der Bevölkerung in Hitzeperioden gefährdet</p>
<p>Abnahme der Niederschlagsmengen im Sommer, aber Zunahme von Intensivniederschlägen</p>	<p>Die Spitzenbelastungen für Kanalisationssysteme und Kläranlagen nehmen zu</p> <p>Überschwemmungsgefahr macht Schutz und Frühwarnung erforderlich</p> <p>Steigender Bewässerungsbedarf gärtnerischer und landwirtschaftlicher Kulturen</p> <p>Wasserknappheit in Trockenperioden (Trinkwasser, Bewässerung) möglich</p>
<p>Weniger Stürme, aber Zunahme sehr starker Stürme</p>	<p>Die Energieversorgung, insbesondere von Strom via Hochspannungsleitungen aus dem Umland, wird nicht mehr so zuverlässig sein wie bisher (gefährdete Versorgungssicherheit)</p>

Landeshauptstadt München: Aktualisierung der Leitlinie Ökologie 2011

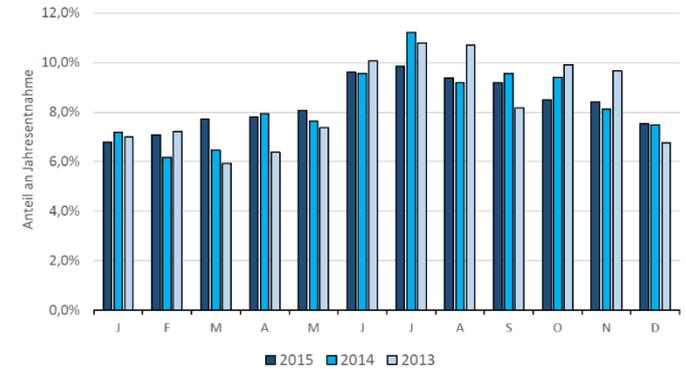
Aufgaben/Potenziale in der Zukunft?

Anzahl

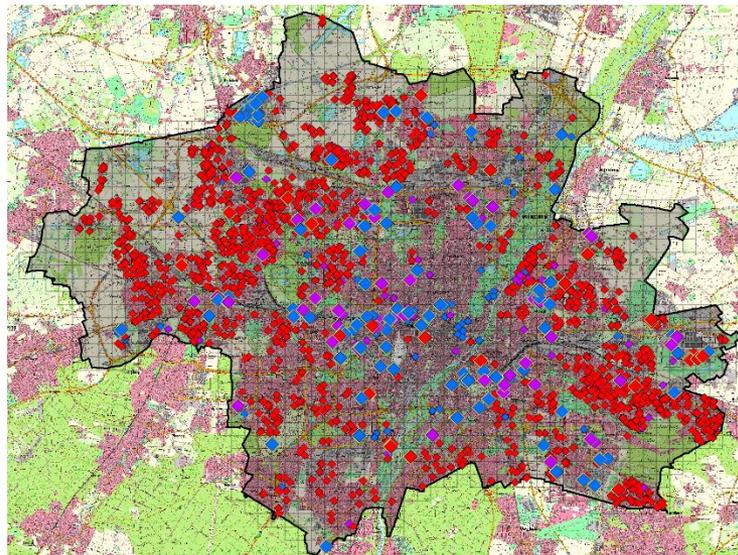
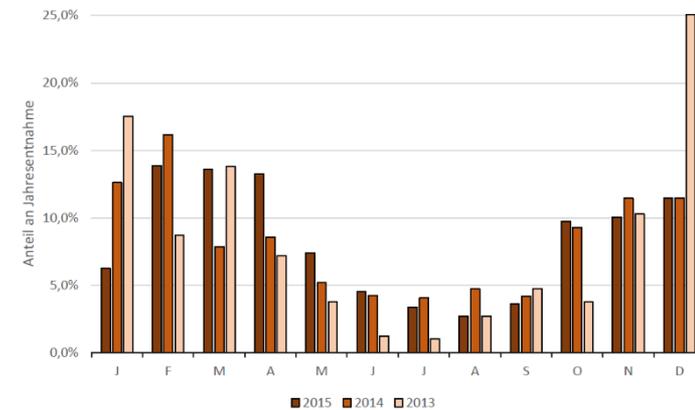
	Heizen	Kühlen	Heizen & Kühlen
Anzahl	1.653	179	136
[%]	84,0	9,1	6,9
Summe	1.968		

Entnahmemenge

	Heizen	Kühlen	Heizen & Kühlen
Gen. Menge [m ³ /a]	25.114.738	86.413.976	31.527.442
[%]	17,6	60,4	22,0
Summe [m ³ /a]	143.056.156		



Kühlanlagen –
Monatlich prozentualer Anteil an ihrer
Jahresentnahmemenge
- Heizanlagen



Legende

- Stadtgrenze

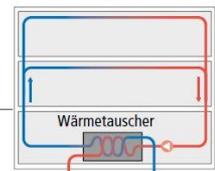
Anlagen >100.000 m³ genehmigte Jahresentnahme

- Heizanlagen
- Kühlanlagen
- Heiz-Kühl-Mischanlagen

Anlagen <100.000 m³ genehmigte Jahresentnahme

- Heizanlagen
- Kühlanlagen
- Heiz-Kühl-Mischanlagen

Gebäudekühlung durch Fernkälte



Fernkälteleitung

rückführende Leitung mit erwärmtem Wasser

Fließrichtung des Grundwassers



Pumpe

U-Bahn

Drainagerohr

grundwasserführende Schicht

abschließende Gesteinsschicht

Dükeranlage

Beispiel Fernkälte

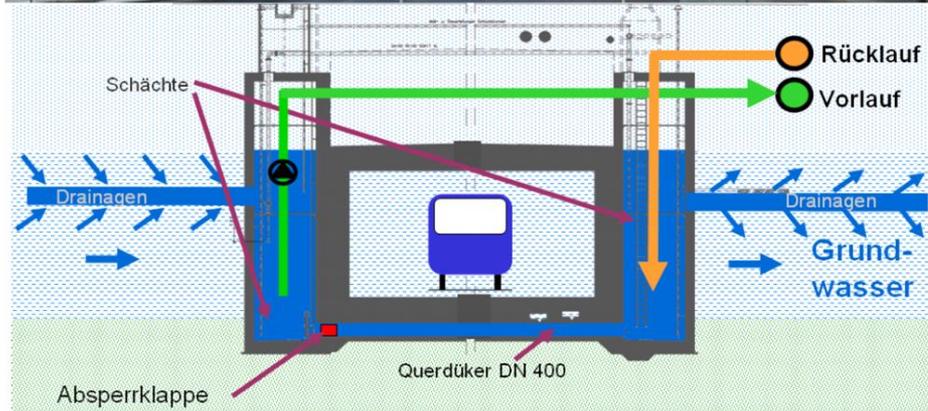




Bild 2-3: Dükerschacht in Bau

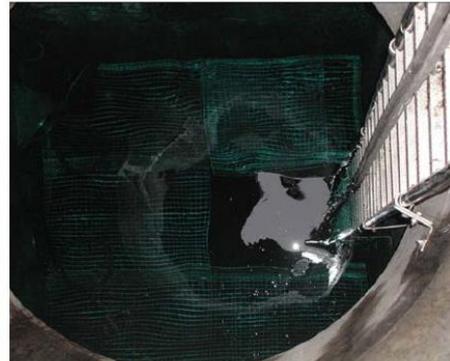


Bild 2-4: Düker in Betrieb



Einsatz von Fernkälte aus Grundwasserüberleitungen für ein Rechenzentrum in München

Abschlussbericht

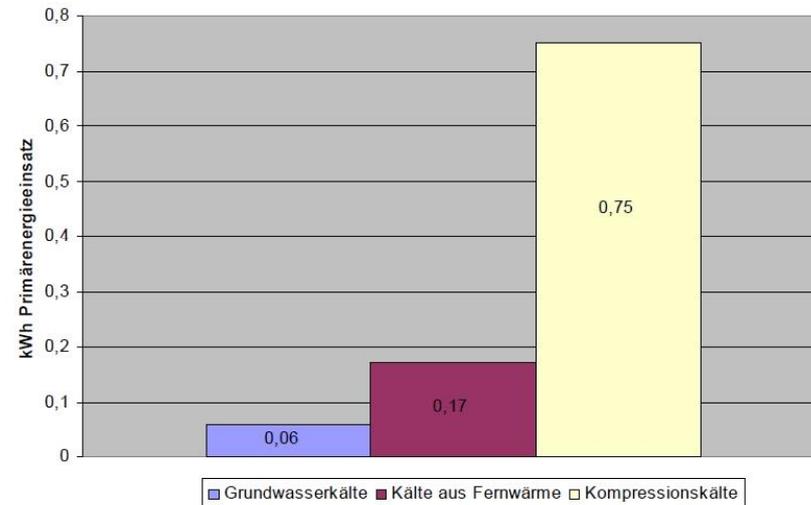
Nutzung des anströmenden Grundwassers mit einer Temperatur von 11-13°C

Direktkühlung

ca. 5 MW Kälteleistung

Jahresarbeitszahl ca. 40

5000 t CO₂/a wird eingespart



Juni 2006

Diagramm 2-6: Vergleich der Kühlvarianten auf Basis von Primärenergieeinsatz

M. Arnold (2006)

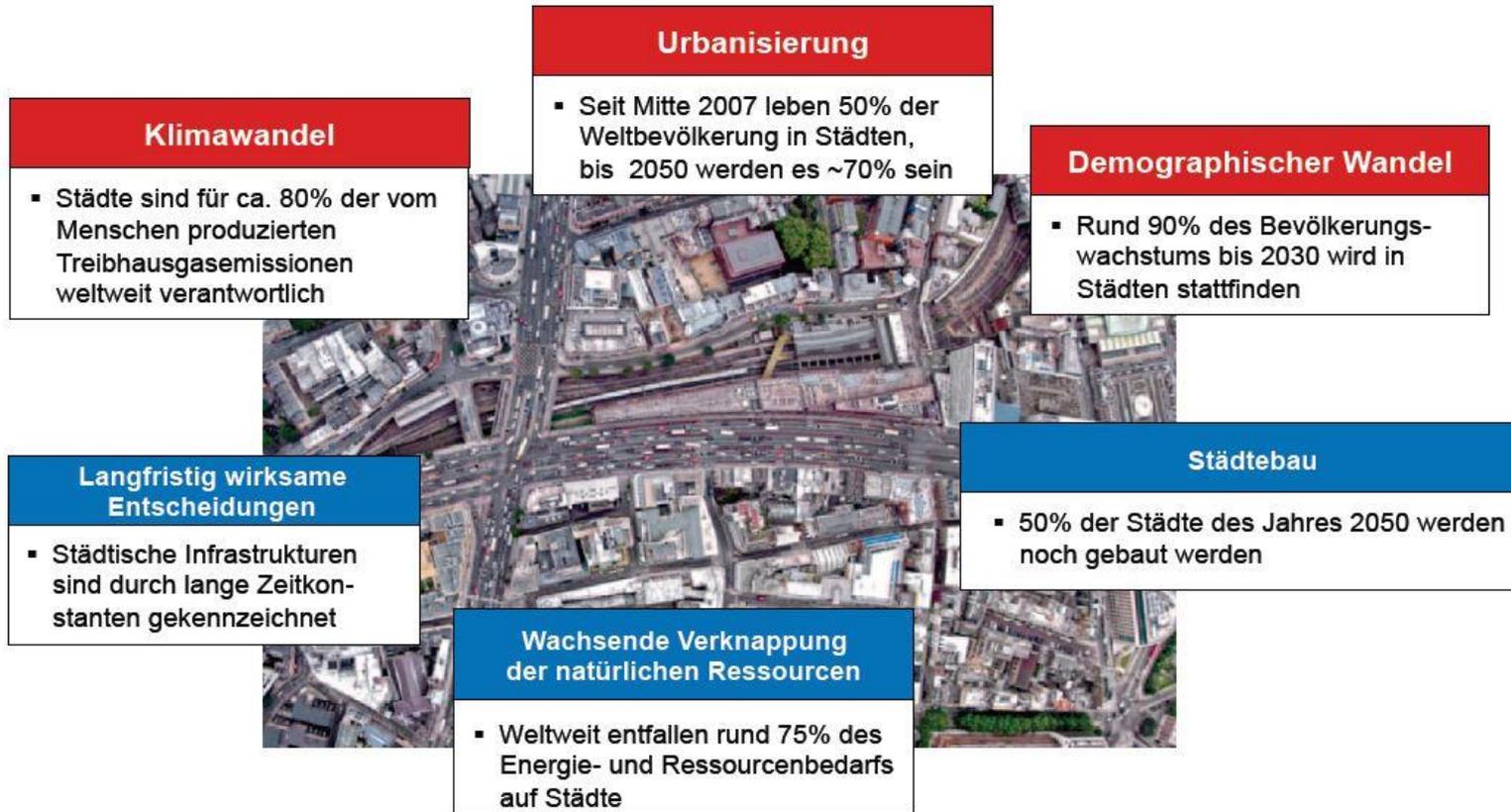
Fernkälte BMW-FIZ		
<u>Standort:</u> Brunnenanlage Dülferstraße / Feldmochinger Anger, München	<u>Eigentümer:</u> SWM	<u>Leistung:</u> 5,3 MW
<u>Anlagenbeschreibung:</u> Zur Kälteversorgung des Kunden BMW FIZ werden aus U-Bahn-Dükeranlagen und Brunnen bis zu 255 l/s quartäres Grundwasser gefördert, zur Kühlung genutzt und um 5 K erwärmt wieder versickert. Die Inbetriebnahme erfolgte 2004.		

Gesamtkälteverbund SWZ		
<u>Standort:</u> Brunnenanlage Emmy-Noether-Str. München	<u>Eigentümer:</u> SWM	<u>Leistung:</u> 1,9 MW
<u>Anlagenbeschreibung:</u> Bis zu 90 l/s quartäres Grundwasser, das in der Grundwasserreinigungsanlage „Funnel-and-Gate“ gefasst wird, werden zur Kühlung genutzt und um 5 K erwärmt wieder versickert. Die Inbetriebnahme erfolgte 2007		

Anlage: Fernkälte Stachus		
<u>Standort:</u> Stachusbauwerk, München	<u>Eigentümer:</u> SWM	<u>Leistung:</u> ca. 2,5 MW (dir. Kühlung)
<u>Anlagenbeschreibung:</u> Die Kältezentrale Stachus versorgt ein Fernkältenetz. Die gesamte Kälteleistung beträgt 8,8 MW aus direkter Kühlung und 5 Kompressionskältemaschinen. Dem westlichen Stadtgrabenbach werden bis zu 210 l/s Kühlwasser entnommen zur direkten Kühlung des Fernkältenetzwassers und zur Rückkühlung der Kältemaschinen. Die max. Erwärmung beträgt 10 K. Die Inbetriebnahme erfolgte 2010.		

Fernkälte Moosach		
<u>Standort:</u> Brunnenanlage Postillonstraße, München	<u>Eigentümer:</u> SWM	<u>Leistung:</u> 2,5 MW
<u>Anlagenbeschreibung:</u> Zur Kälteversorgung des Rechen- und Dienstleistungszentrums der Landeshauptstadt München wird aus drei Entnahmehbrunnen bis zu 120 l/s quartäres Grundwasser gefördert. Die Versickerung des um 5 K erwärmten Wassers erfolgt in zwei Schluckbrunnen. Die Anlage wird 2014 in Betrieb genommen.		

Aufgaben/Potenziale in der Zukunft?



Quelle: Siemens 2009, Wuppertaler Institut 2009

Klimaschutz als Aufgabe der integrierten Stadtentwicklung

- Klimaschutz fängt vor Ort, fängt bei den einzelnen Gebäuden und Standorten an
- Klimaschutzmaßnahmen von der gebäudebezogenen Perspektive in die Quartiersperspektive erweitern
- Lokale Handlungsfelder erweitern über:
 - Regionale Klimaschutz- und Handlungskonzepte
 - Regionale CO₂-Bilanzierung
 - Überkommunales/regionales Flächenmanagement
 - kooperative Maßnahmen und Projekte



Anwendungs-Potenziale

GROB-WERKE Mindelheim



Palazzo Lombardia



Lido Benediktbeuern



Gipfelstadl Wagrain (1850m)



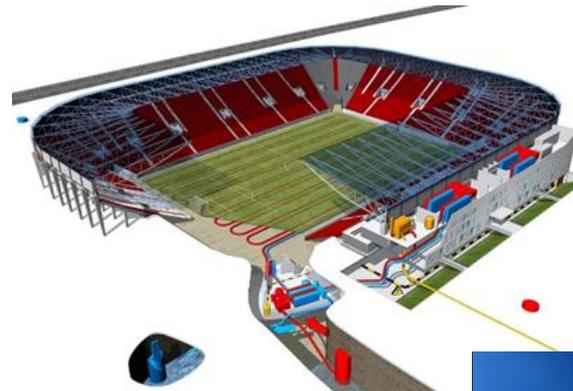
Weichenheizung Oberstdorf



Wohnpark Laupheim



Maison LOSTAN, Aosta



Fußballstadion FC Augsburg



Tunnel -St-Bernard



Einfamilienhaus Kranzberg



National Nordic Ski Resort Kranjic Slowenien

Anwendungs-Potenziale

National Interprofessional Nordic Center Kranj (Slovenia)



Anwendungs-Potenziale

Schwimmbad Benediktbeuern

Thermische Nutzung von Quellwasser zur Beheizung des Schwimmbadwassers:

- Nutzung der alten Trinkwasserquellen und des noch bestehenden Leitungssystems
- Quellschüttung 5 – 8 L/s bei 5 – 12 C°
- Seit 2011 werden 33.000 L Heizöl pro Jahr eingespart
- Reduktion der CO₂ – Emissionen um 56 t/a

Freibad mit 1.100 m³ Wasservolumen bei 26°C



160 kW Wärmepumpe mit Trennwärmetauscher

Abfluss des Quellwassers im freien Gefälle
 → Kein zusätzlicher Stromverbrauch



Quelle: GUT (H. Tauchmann)

Anwendungs-Potenziale

Ice sport place “Pala Vuerich”

Pontebba, Italy

Elevation 570 m, average air temperature 9 °C

Cooling and heating

- + Seasonal usage
- + Groundwater heat pump:
 - 2 Production- and 1 Injection well á 30 m
 - Groundwater temperatur 8 – 10 °C
- + Energy cost saving: 40 %
- + CO₂-Emissionen reduction: 244 t/a



Hotel Crystal

Obergurgl, Austria

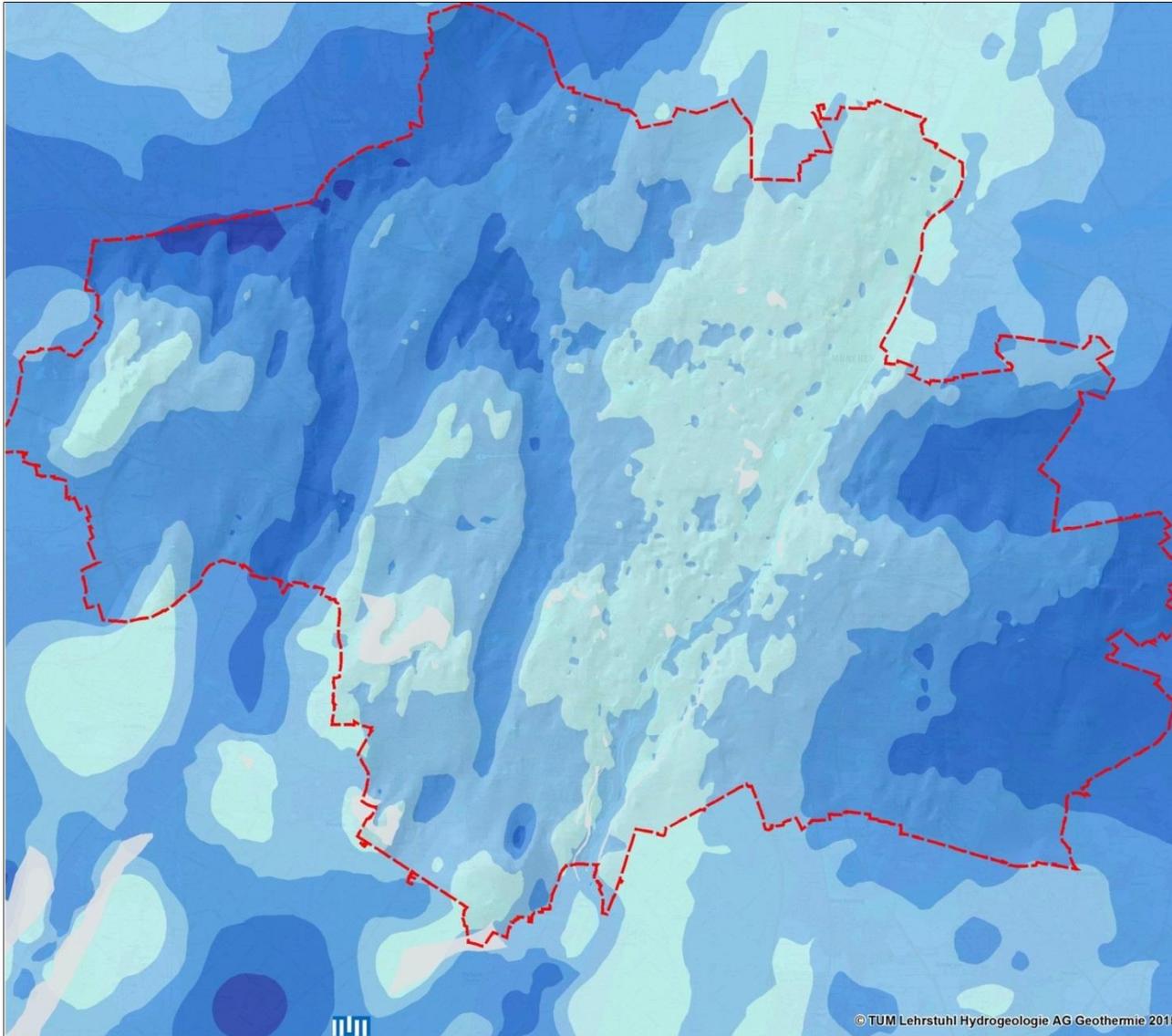
Elevation 1905 m, average air temperature 6 °C

Wintersports hotel with a BHE field

- + Annual heating and hot domestic water
- + Peak loads at winter times
- + 67 x 120m BHE combines with photovoltaic 300 m²
- + Climated space: 40.000 m³
- + Saving of 90.000 L heating oil per year
- + Pay back period: 12 – 14 a



BACK UP



Gw-Mächtigkeit

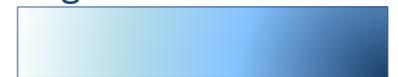
Grundwassererfüllte
Rinnenstrukturen im
Stadtgebiet

Geringe Mächtigkeiten
im Bereich der
Hochflächen

„Grundwasserfreie“
Bereiche

Gw-Mächtigkeit
zw. 0-20 m

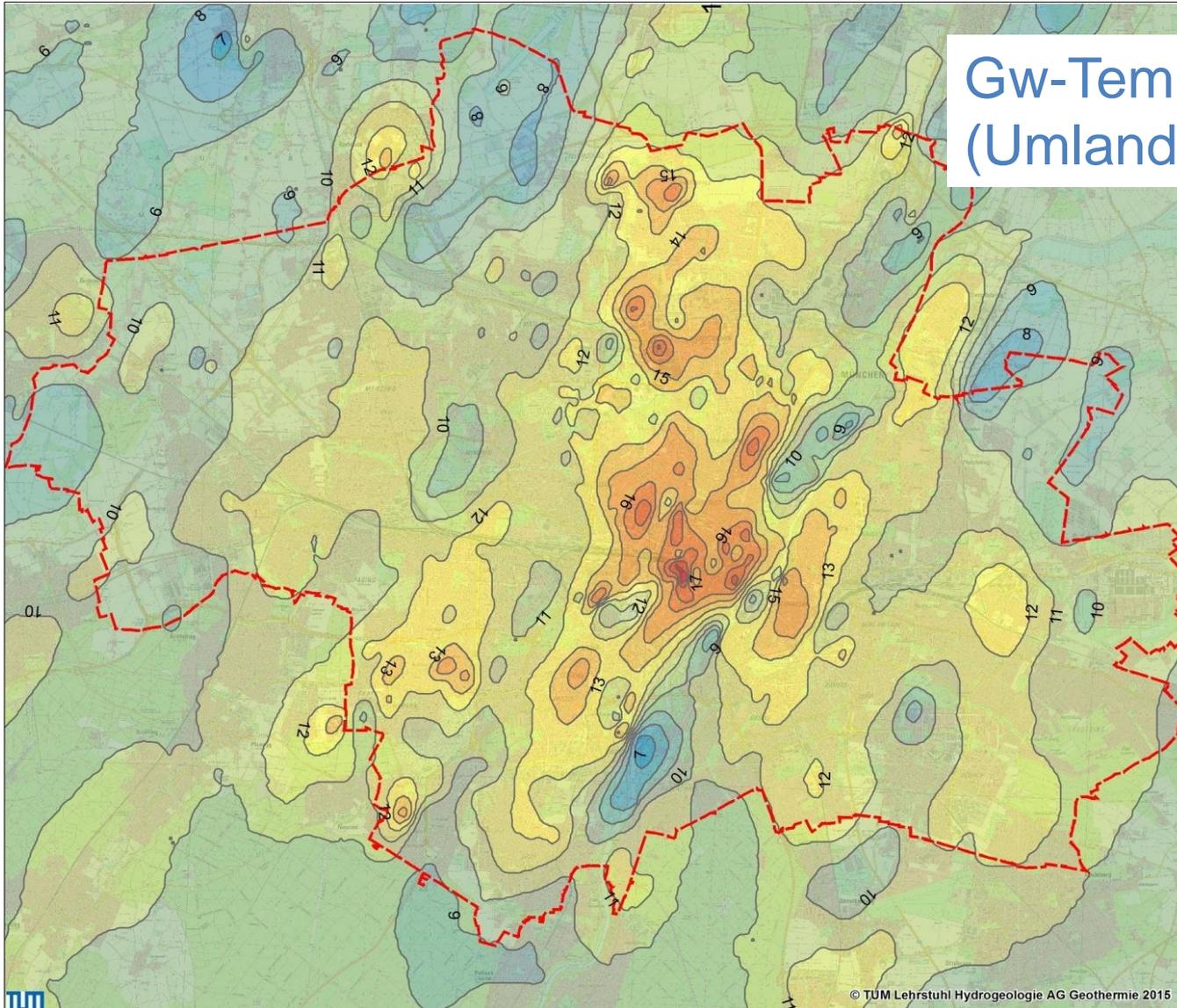
Legende:



0 m

20 m

Gw-Temperaturverteilung (Umland & Stadt)



Einflüsse:

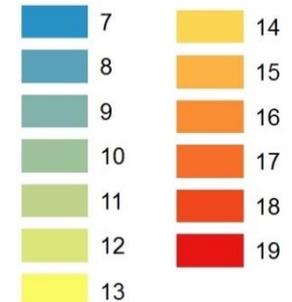
- Geothermische Nutzungen
- U-Bahn
- Infrastruktur
- Geologie

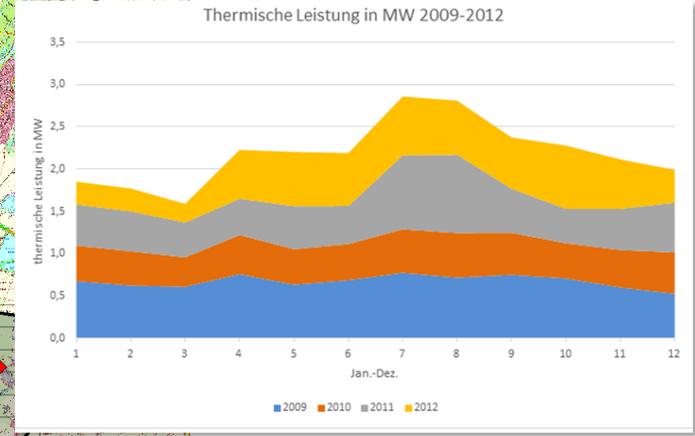
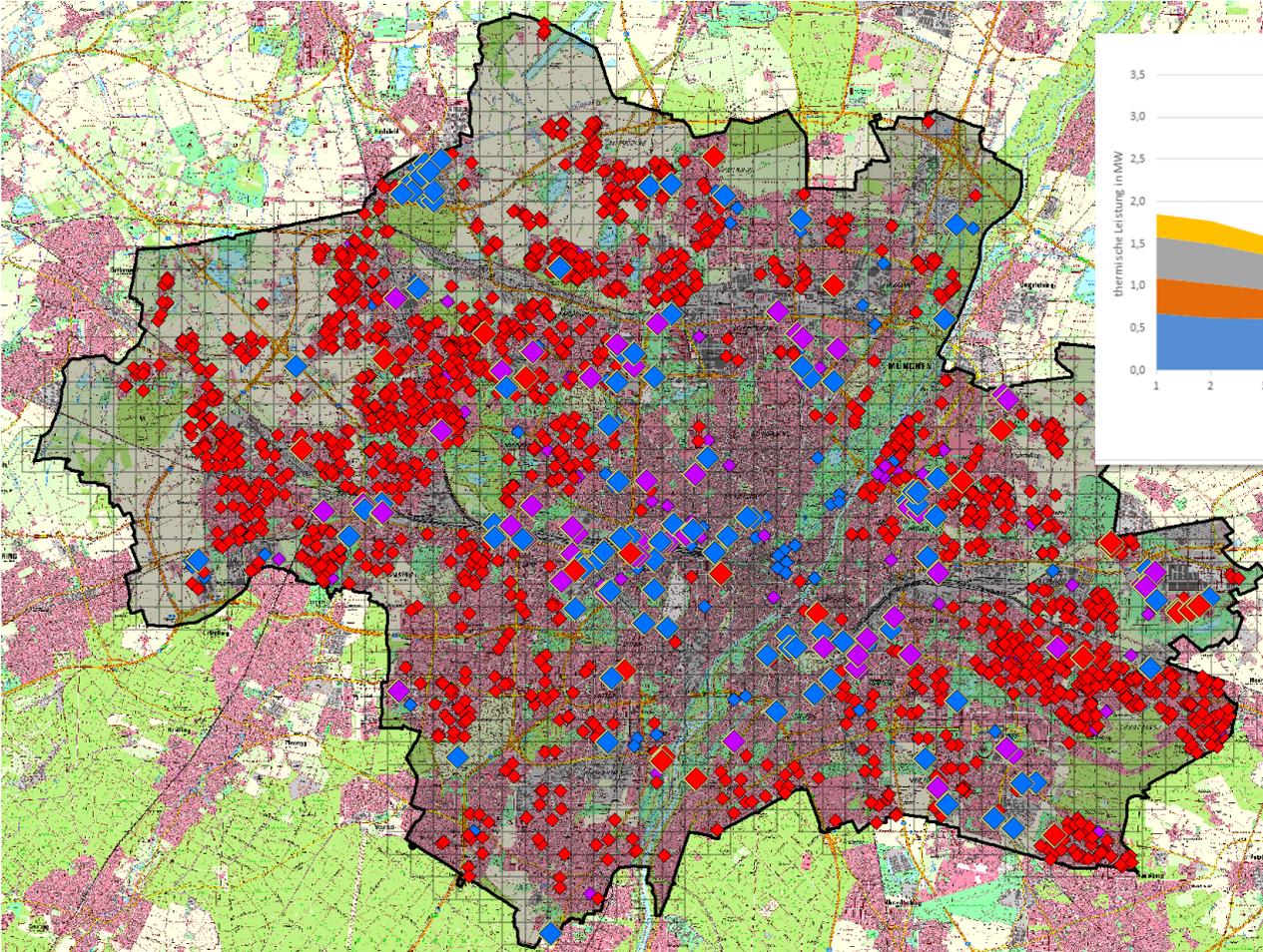
1.479 Temperaturdaten

Min-Max: 5,9 – 20,5°C

Median: 10,6°C

[°C]





Legende

- Stadtgrenze

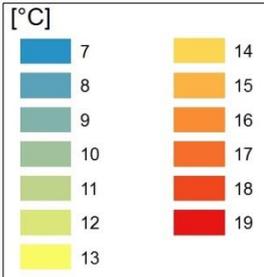
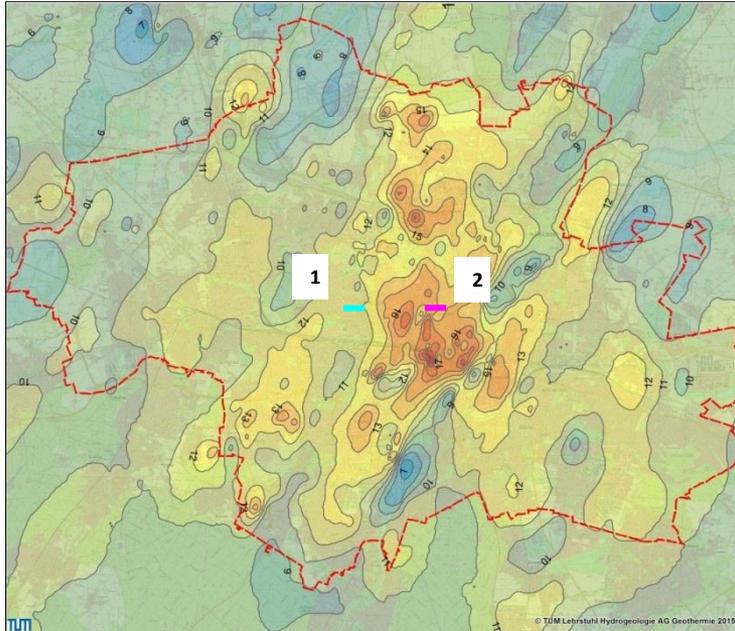
Anlagen >100.000 m³ genehmigte Jahresentnahme

- Heizanlagen
- Kühlanlagen
- Heiz-Kühl-Mischanlagen

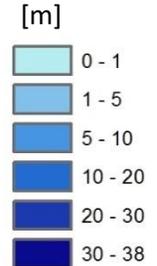
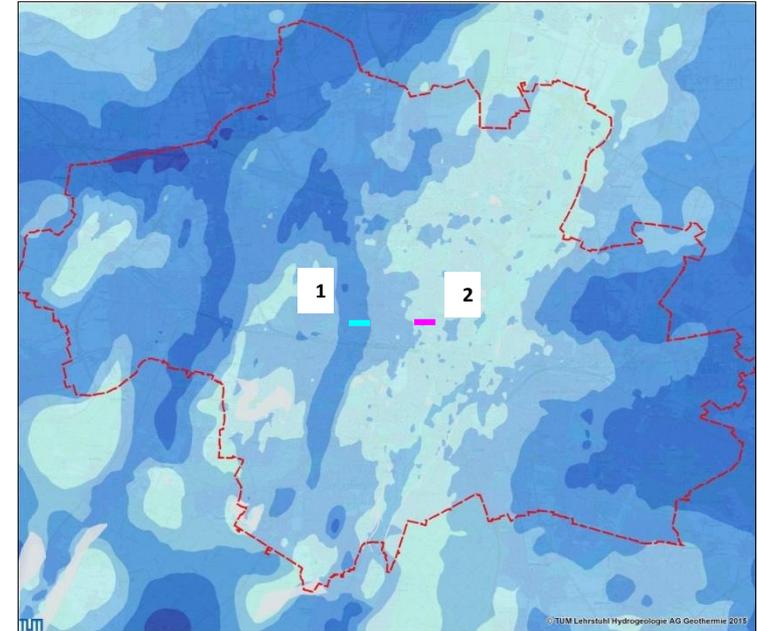
Anlagen <100.000 m³ genehmigte Jahresentnahme

- Heizanlagen
- Kühlanlagen
- Heiz-Kühl-Mischanlagen

Grundwassertemperatur
Stadtgebiet

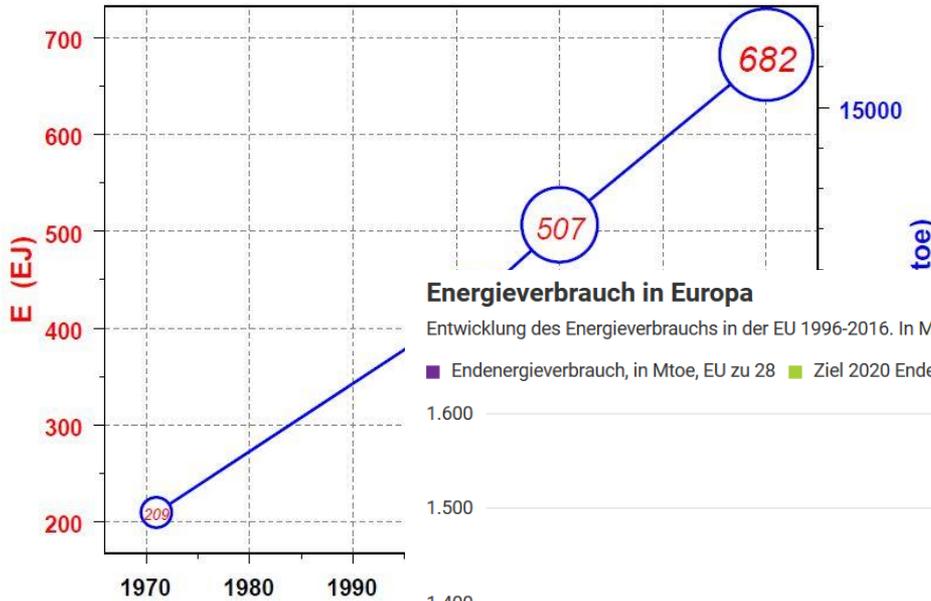


Grundwassermächtigkeit
Stadtgebiet



- Fall 1:** Im Profil (ca. 1 km Länge): Hoher Grundwasserzustrom, konstante kühle Temperaturen → **ideal für eine Kühlnutzung:**
 Mit den erhobenen Daten und einer möglichen Temperaturspreizung von 5 K sind ca. **8 MW Nutzung** möglich.
- Fall 2:** Im Profil (ca. 1 km Länge): Niedriger Grundwasserzustrom, konstante hohe Temperaturen → **keine Kühlnutzung möglich.**

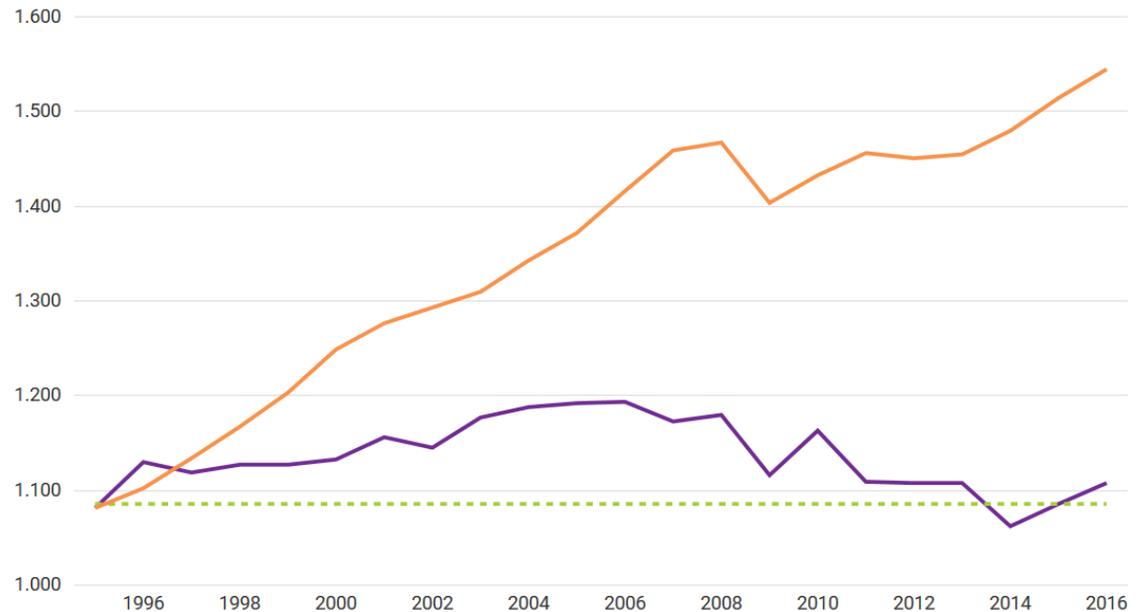
Energieversorgung mit reduzierten CO₂- Emissionen



Energieverbrauch in Europa

Entwicklung des Energieverbrauchs in der EU 1996-2016. In Millionen Tonnen Öläquivalent (Mtoe).

■ Endenergieverbrauch, in Mtoe, EU zu 28 ■ Ziel 2020 Endenergieverbrauch, in Mtoe ■ Reales BIP (1995 = 1082,6)



Von EDJN Bearbeitung und Veröffentlichung dieser Grafik

Quelle: Eurostat, Alternatives Economiques

Fig. 8.3. Global primary energy consumption in 2010 and 2030 in EJ (left axis) [2002IEA; 2003IEA]; 1 Mtoe = 41.868 PJ.