Natürliche Wärmeanomalien im Untergrund – eine bislang wenig genutzte Energiequelle

Dipl.-Geol. Dr. Kersten Roselt
JENA-GEOS®-Ingenieurbüro GmbH
EnergieWerkStadt eG

Veranstaltung des Solarteam im Netzwerk der Energiemetropole Leipzig, 6. Juni 2017

JENA-GEOS®

www.jena-geos.de

- Altlasten und Umweltschäden
- Bauplanung und –überwachung
- Bodenbewertung und Landnutzungsplanung
- Environmental Due Diligence und Risikoprognosen
- Erneuerbare Energien und Energie-Effizienz
- Energetischer Stadtumbau, Quartierslösungen
- Flächenrevitalisierung und Standorterschließung
- Forschung, Aus- und Weiterbildung
- Geologie und Lagerstätten
- Geotechnik und Ingenieurgeologie
- Hydrogeologie und Geothermie
- Kartierung, GIS und Atlanten
- Klimafolgen und Anpassungsstrategien
- Kriegs- und Kampfmittelschäden
- Umweltverträglichkeitsuntersuchung u. -baubegleitung

Deutscher Akkreditierungs Rat DAR

ilac-MRA

JenArea21 Die Technologieregion

BDG Berufsverband Deutscher Geowissenschaftler e.V.

Großer Preis des MITTELSTANDES Oskar-Patzelt-Stiftung

CLEANTECH Initiative Ostdeutschland

REFINA

GEOKOMPETENZ

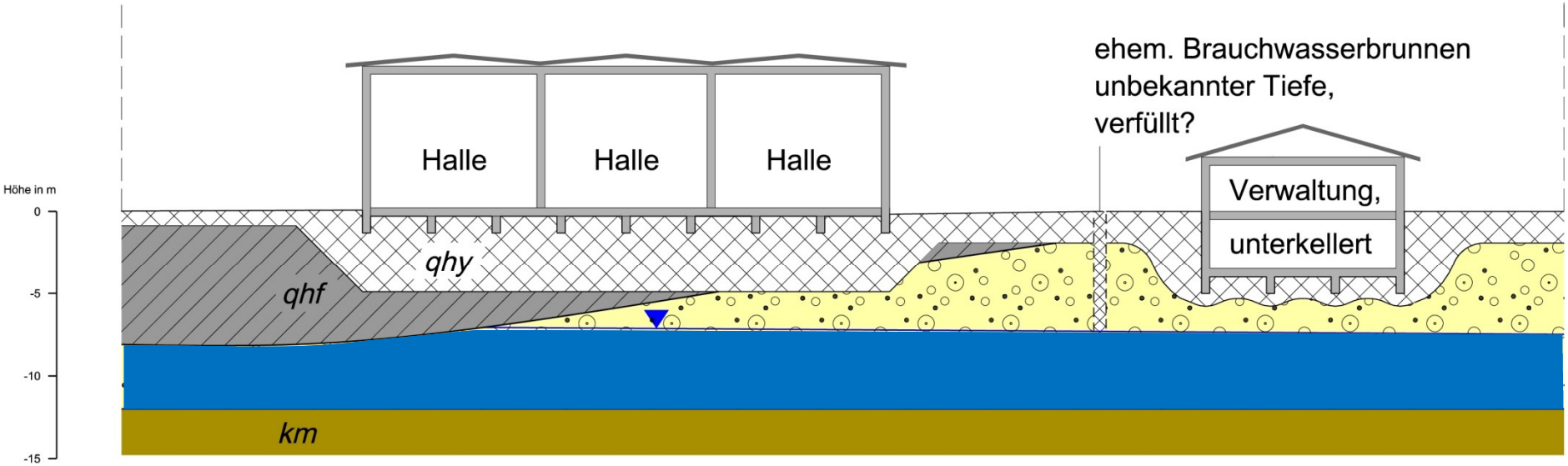
JENA GEOS Ingenieurbüro GmbH

Aquifer-Wärmespeicher

- nutzen das Wasser von Grundwasserleitern
- Wasserzirkulation zwischen Förder- und Schluckbrunnen
- offenes System, Wirkungsgrad max. 70 %
- erhöhte Anforderungen zum Schutz des Grundwassers

JENA GEOS Ingenieurbüro GmbH

oberflächennahe Systeme



Legende

Holozän

Auffüllung, anthropogen
qhy

Auelehm
Schluff, kiesig
qhf

Pleistozän

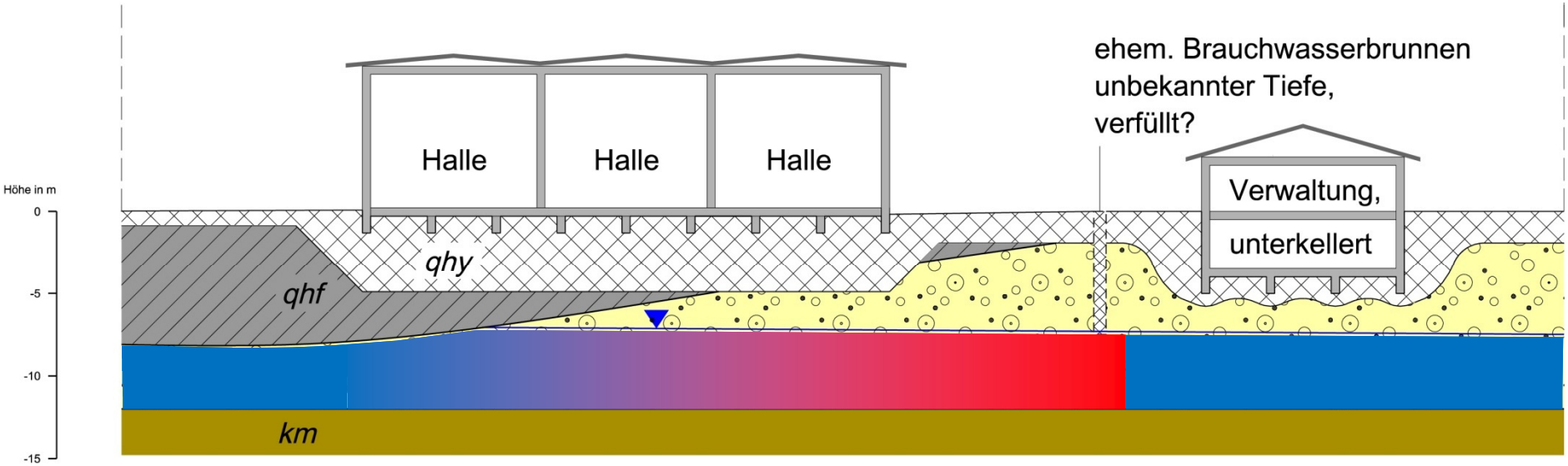
Terrassenschotter
Sand, kiesig
qwN

Keuper

Ton
km

JENA GEOS Ingenieurbüro GmbH

oberflächennahe Systeme



Legende

Holozän

Auffüllung, anthropogen
qhy

Auelehm
Schluff, kiesig
qhf

Pleistozän

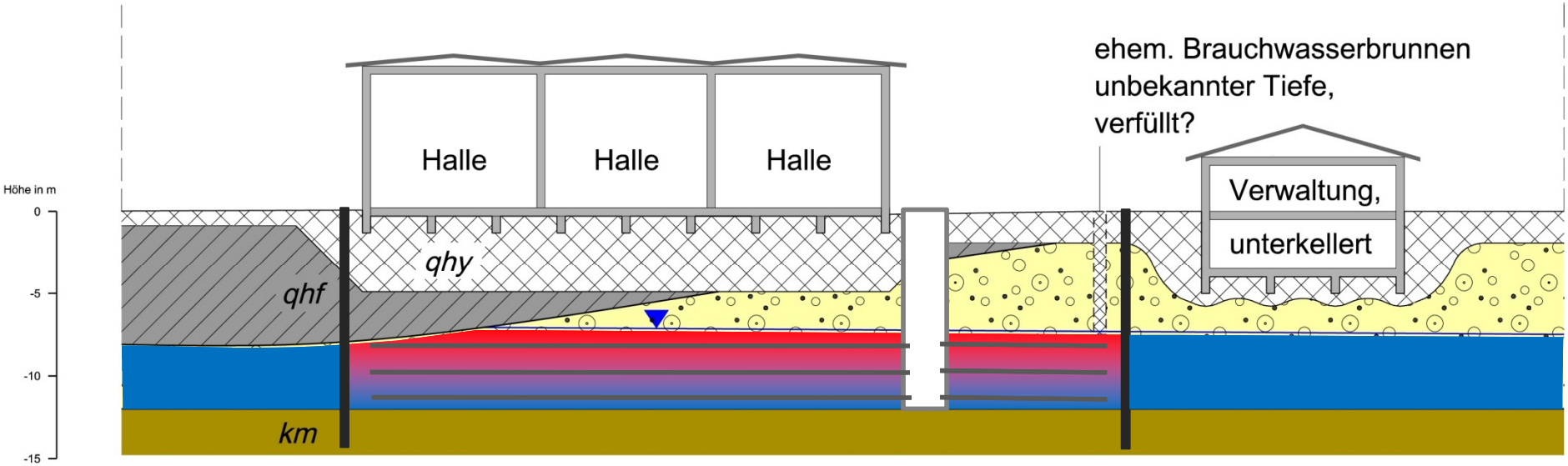
Terrassenschotter
Sand, kiesig
qwN

Keuper

Ton
km

JENA GEOS Ingenieurbüro GmbH

oberflächennahe Systeme



Legende

Holozän

Auffüllung, anthropogen
qhy

Auelehm
Schluff, kiesig
qhf

Pleistozän

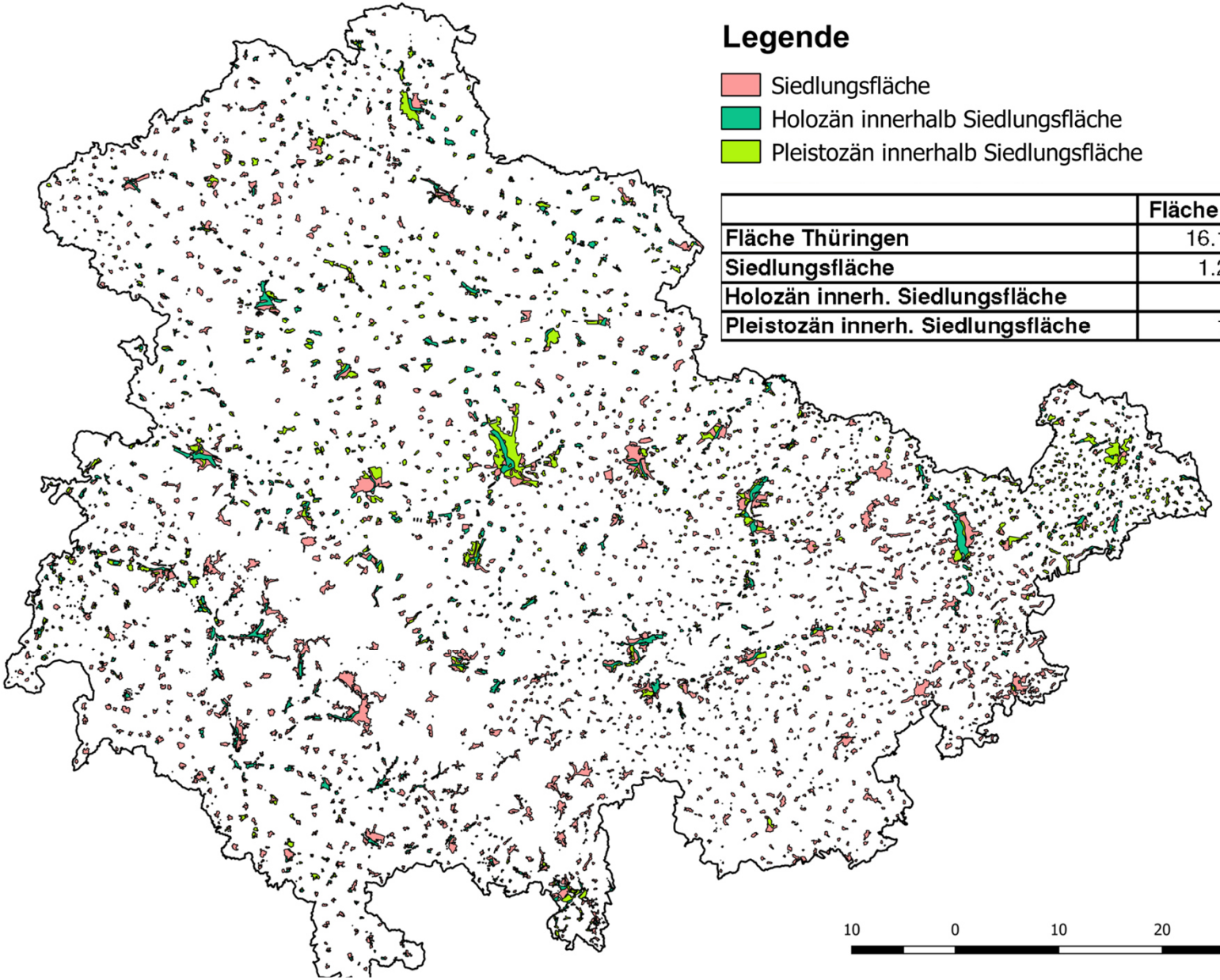
Terrassenschotter
Sand, kiesig
qwN

Keuper

Ton
km

JENA GEOS Ingenieurbüro GmbH

geologische Voraussetzungen



Legende

- Siedlungsfläche
- Holozän innerhalb Siedlungsfläche
- Pleistozän innerhalb Siedlungsfläche

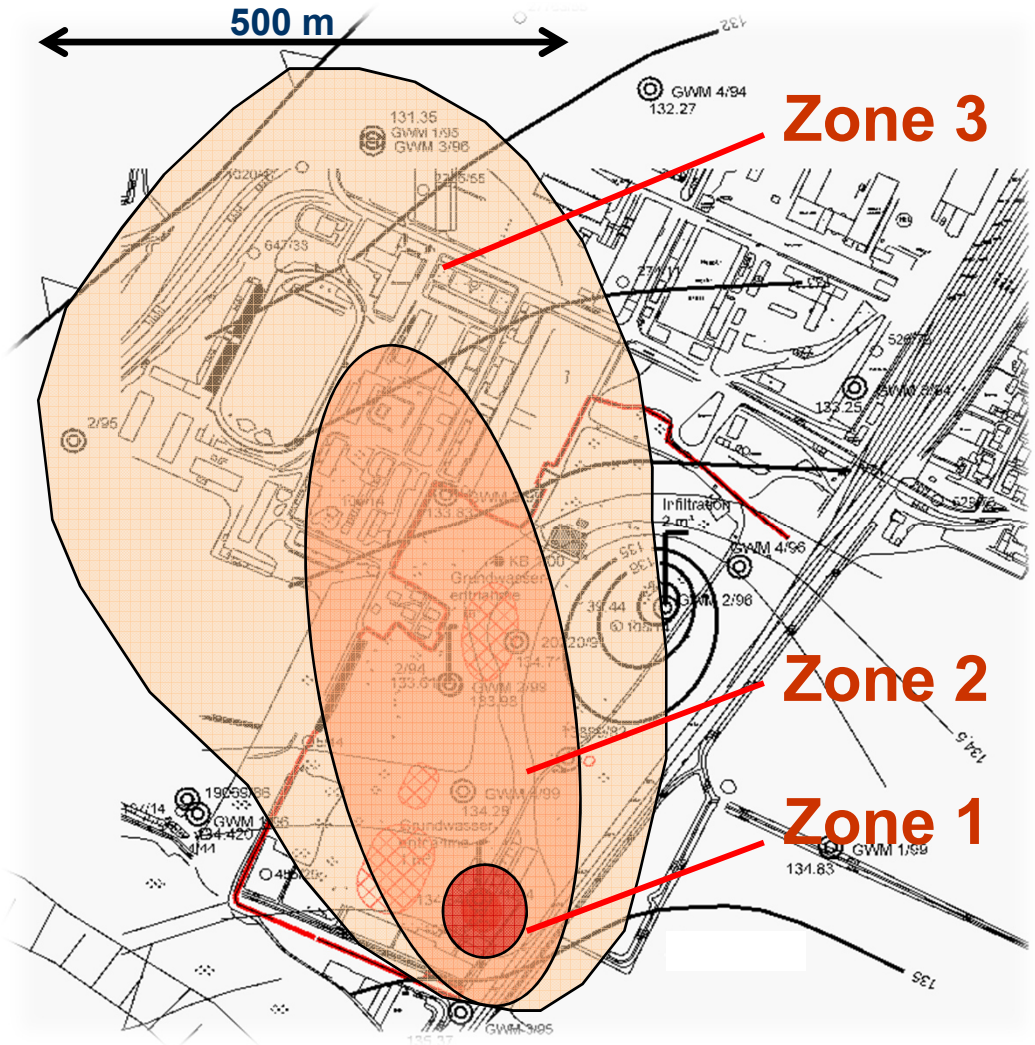
	Fläche (km²)	Fläche (%)
Fläche Thüringen	16.171,00	
Siedlungsfläche	1.284,94	100,00
Holozän innerh. Siedlungsfläche	95,62	7,44
Pleistozän innerh. Siedlungsfläche	102,29	7,96

10 0 10 20 30

JENA GEOS Ingenieurbüro GmbH

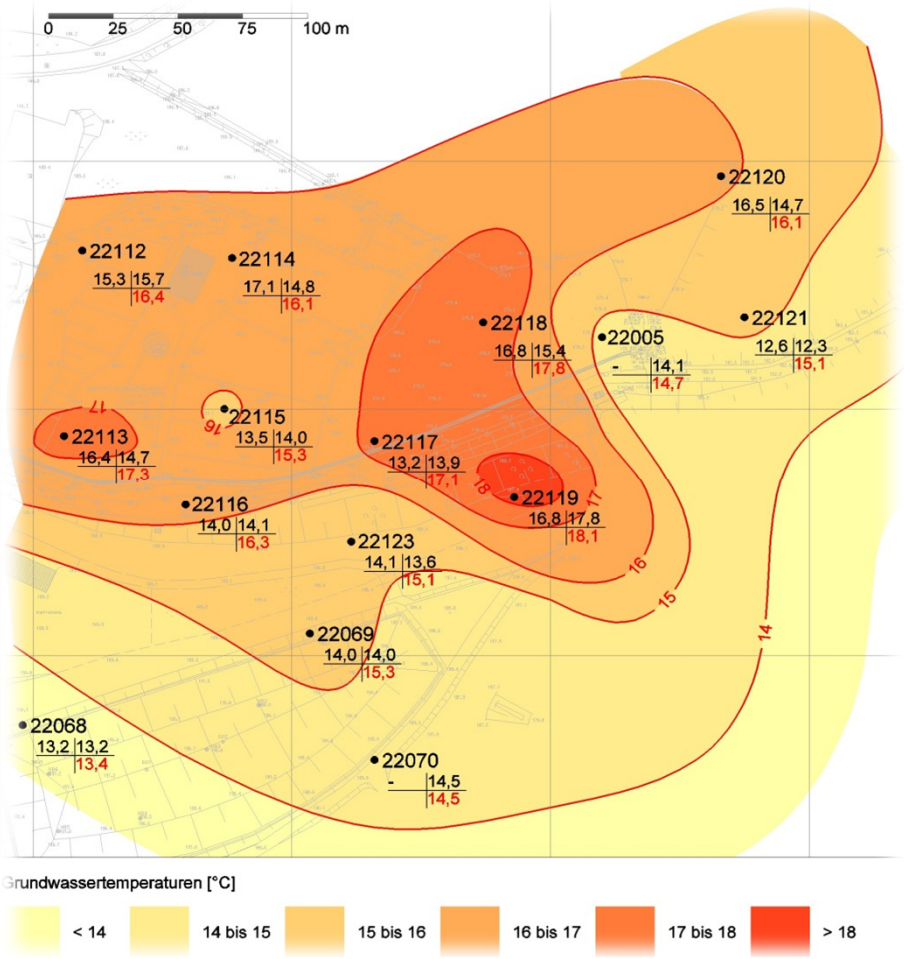
Grundwasserschäden / ENA

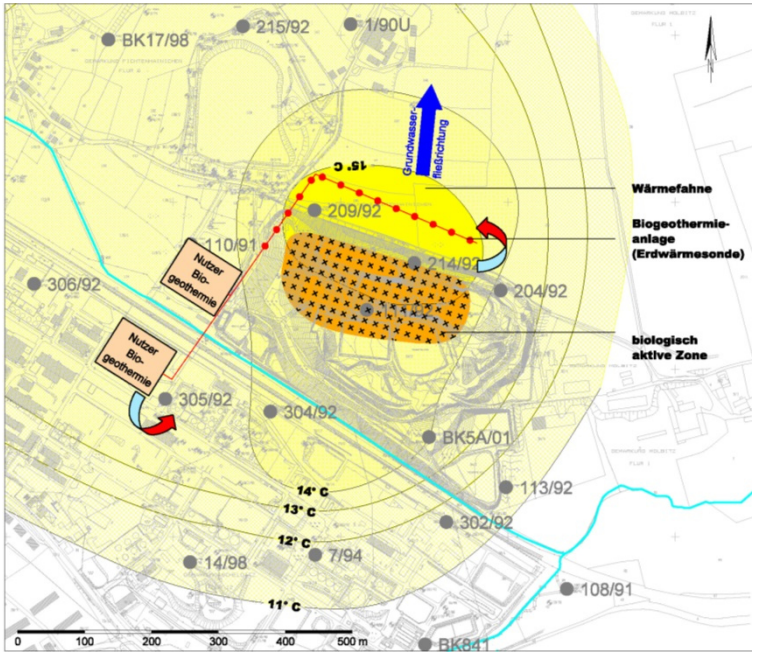
- mikrobieller Abbau von organischen Schadstoffen, z. B. von Mineralölen, Phenolen, Benzol,….
- Freisetzung von Wärme im Bereich des Grundwasserkörpers
- signifikante Erwärmung des Grundwassers im Abstrom von ehemaligen Deponien und karbochemischen Standorten



Schadstoff-Fahne (bezogen auf Konzentrationen)

„BIOGEOTHERMIE“





Anordnung des Testfeldes

Temperatur-Anomalie im Grundwasser hervorgerufen durch natürlichen mikrobiellen Abbau

Ergebnisse aus energetischer Sicht

Der Boden ist bis in 30 m Tiefe um 4 - 5 K aufgeheizt.

Die Wärmeanomalie (DT>4K) umfasst eine Fläche > 100.000 m².

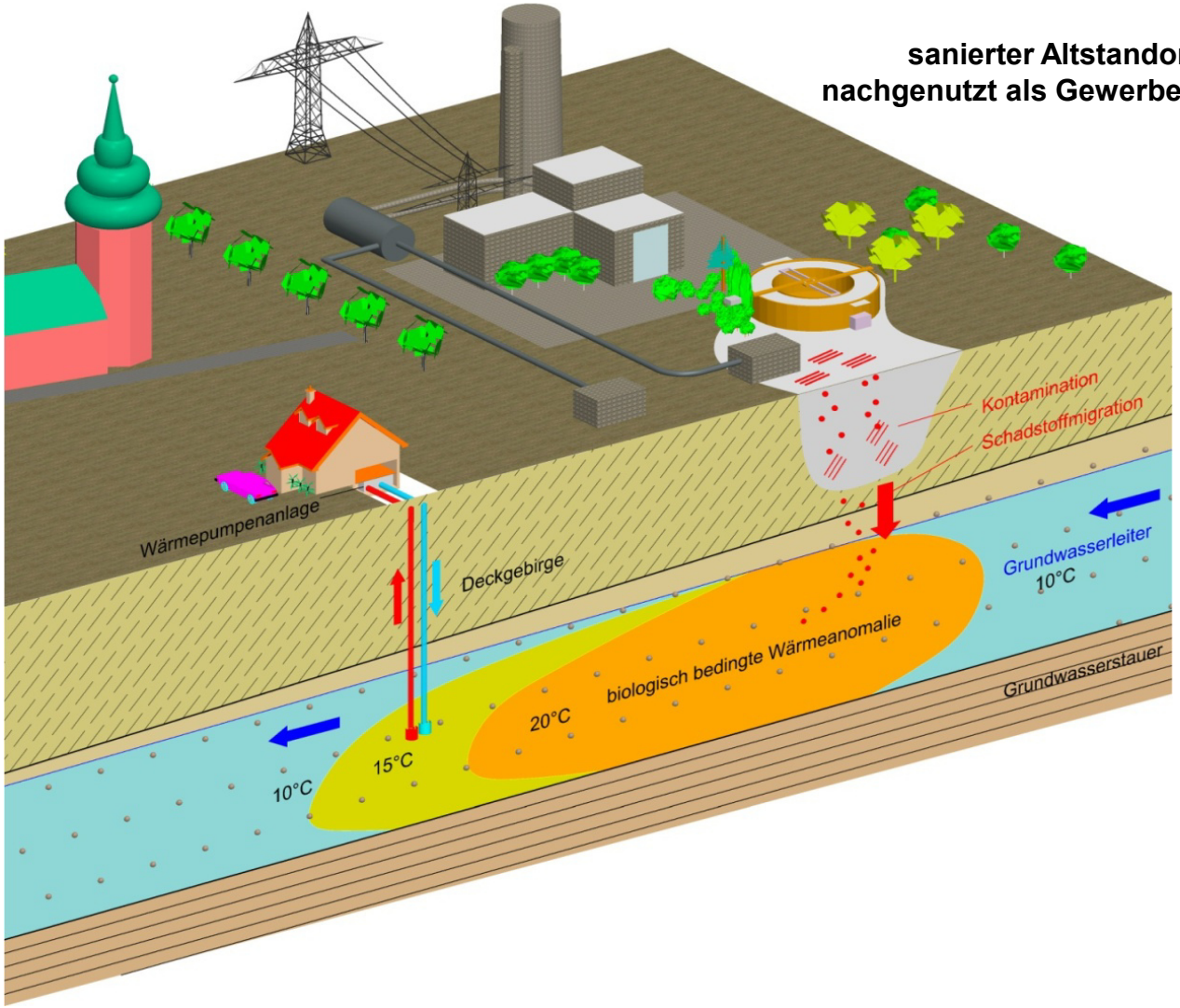
Die Wärmeproduktion dauert noch an.

Die Modellrechnungen ergeben für die letzten 50 Jahre eine durchschnittliche Wärmeentstehungsrate: 0,4 W/m² = 400 kW/km².

Potenzial des Teststandortes ermöglicht nachhaltige Wärmeversorgung von ca. 50 Einfamilienhäusern (Wärmeentzug durch EFH ca. 7000 kWh).

Auch wenn die Wärmeproduktion zum Erliegen kommt, könnten die 50 EFH weitere 16 Jahre beheizt werden. Erst danach wäre die durchschnittliche Bodentemperatur auf dem Niveau eines konventionellen Standortes.

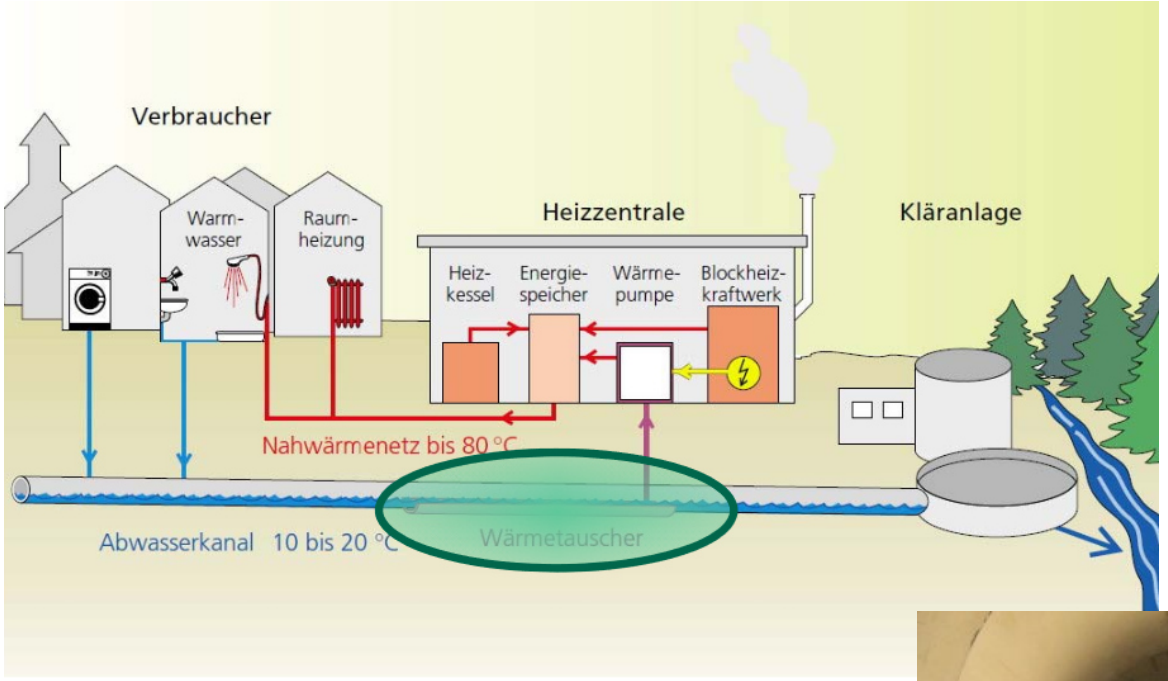
Schematisches Wirkungsprinzip



- Das Wirkungsprinzip einer BIOGEOTHERMIE-Anlage ähnelt einer herkömmlichen oberflächennahen Geothermie-Anlage.
- Anpassung an besondere Bedingungen erforderlich

Schematische Darstellung des Wirkungsprinzips einer BIOGEOTHERMIE-Anlage

Abwasserwärmenutzung



Quellen:

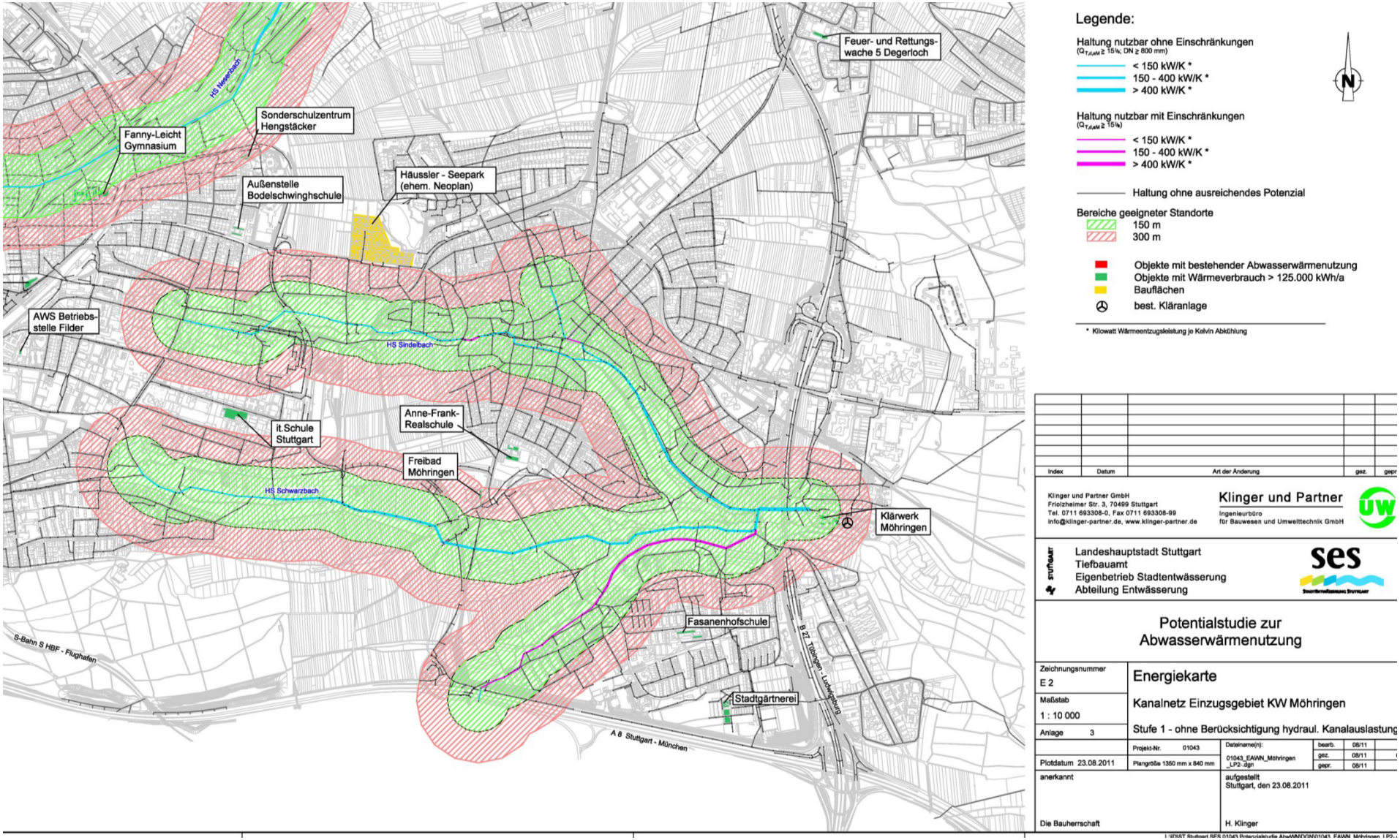
- ECO.S Energieconsulting Berlin
- DBU
- Stadt Stuttgart

Abwasserwärmenutzung

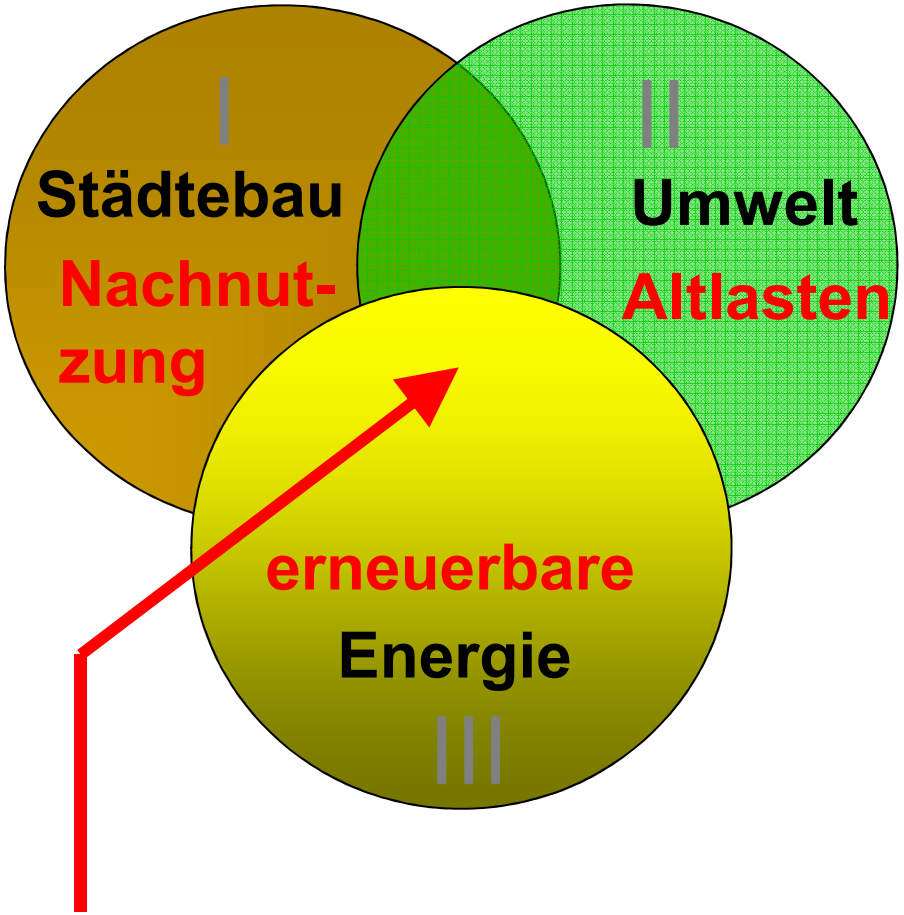
Beispiel Neckarpark Stuttgart

Neckarpark Stuttgart Bad Cannstatt
Mercedes-/Benzstraße
Gesamtareal 220.000 m²
Nettogeschossfläche 170.000 m²
Entzugsleistung Abwasserwärme: 2 MW
Bauherr: Landeshauptstadt Stuttgart

Potenzialkarten Abwasserwärmenutzung



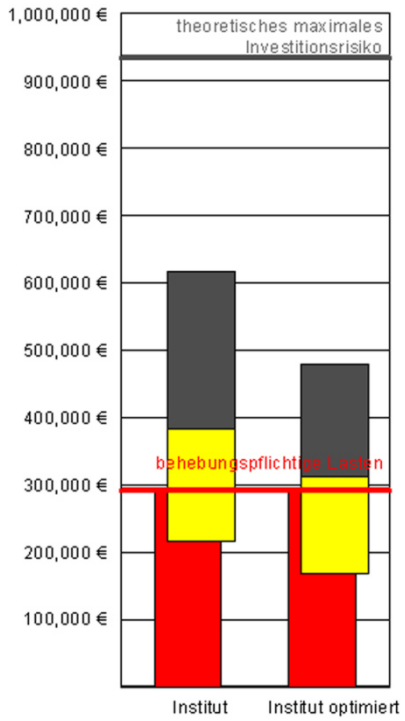
optirisk®



Optimierungspotenzial

www.optirisk.de

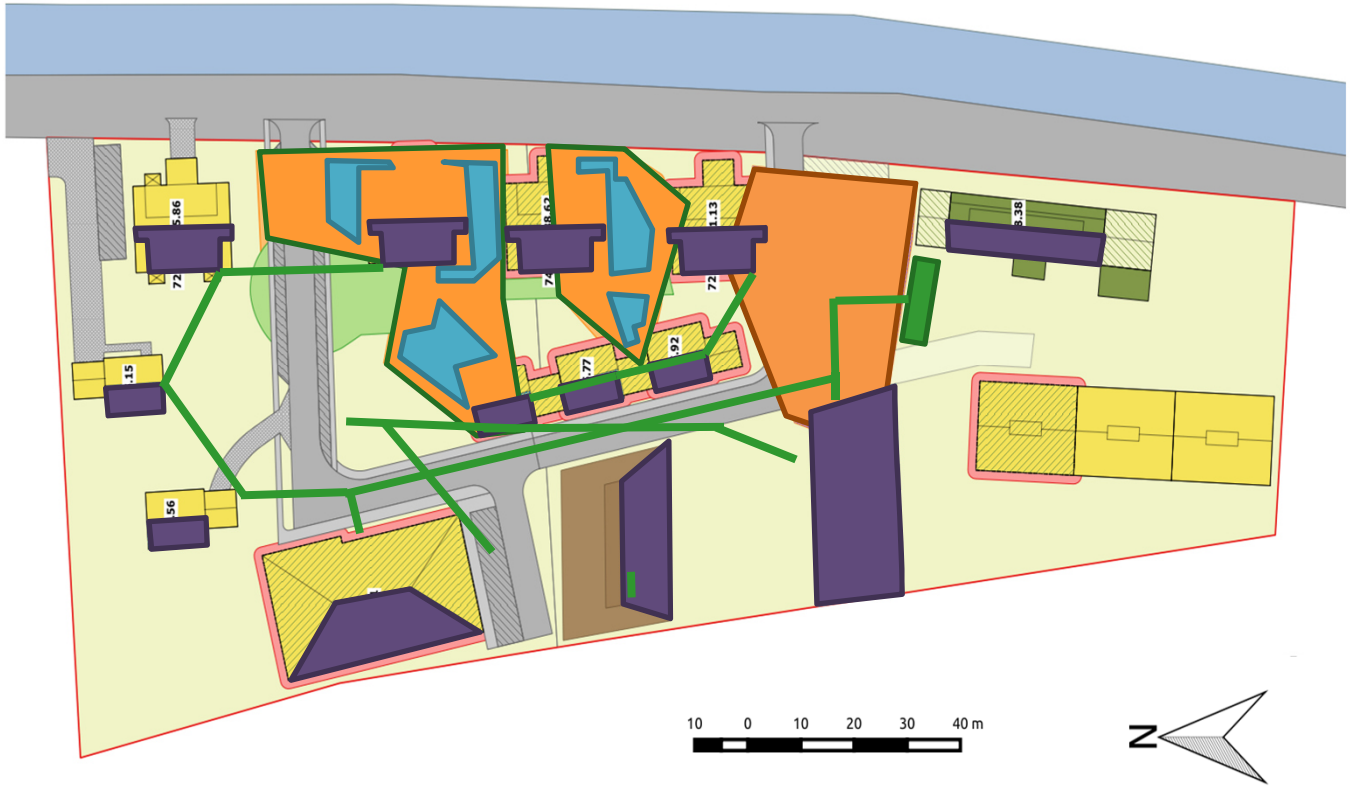
„Integrierte Standortentwicklungs-konzepte“



Kosten-
einsparungen

Integrierte Quartierskonzepte und Altlastensanierung

Praxisbeispiel – Szenario III
Erweiterte Lösung mit Synergieeffekt



PHOTOVOLTAIK-thermische Module

- Elektr. Deckung: ≈ 130 %

ERDWÄRME-KOLLEKTOR, Speicher:

- Einsparung: ≈ 109.000 €

NAHWÄRME-NETZ, Gaskessel

- Therm. Deckung: ≈ 180 %

Quelle: A. Gordt, R. Jäckel, J. vom Schloß, P. Zacharias, W. Großkopf, 2016

Integrierte Quartierskonzepte und Altlastensanierung

Praxisbeispiel – Ergebnisse

Szenario	konven-tionell	I	II	III
Stromertrag (kWh/a)	193.958	128.914	128.914	250.744
Deckungsgrad Strom	100%	66%	66%	129%
Wärmeertrag (kWh/a)	604.709	36.216	36.216	1.093.353
Deckungsgrad Wärme	100%	6%	6%	181%
Kosten	139.055 €	226.195 €	208.841 €	1.907.338 €
Emissionen (t CO_2/a)	268	200	200	50
Gesamteinsparung AET (t CO_2/a)		68	68	218
Amortisationsdauer (a)		10,1	9,3	13,5

Integrierte Quartierskonzepte und Altlastensanierung

Fazit: Altlastensanierungen haben bauliche Synergien
mit der Errichtung Alternativer Energietechnologien

- Größte bauliche Schnittmenge bei Geothermie und Solarenergie
- Kosteneinsparungen besonders durch Synergie bei Erdarbeiten
- Praxisbeispiel: Autarke Versorgung mit 13 Jahren Amortisation
- Extrapolation auf D:
  - 3,17 TWh Wärmepotential in Altlasten
  - 2,3 TWh durch thermische Speicher im Boden
  - Thermischer Energieverbrauch 2014: 1168 TWh (0,3%, 0,2%) R1
  - 1 Mio. t CO2-Einsparung möglich (2014 125 Mio. t, 0,8%)

R1 Gesamte Wärmeproduktion, inkl. Industrie

Reinhard; 07.10.2016

Einbindung in Quartierslösungen

POTENZIAL ERNEUERBARE ENERGIEN

TEILTHEMA
ÜBERSCHUSS/DEFIZIT WÄRME

Gebäude (Solarthermie) [kWh]
- 50.000 bis 110.000
- 0 bis 50.000
- -100.000 bis 0
- -200.000 bis -100.000

Grundstück (Geothermie) [kWh]
- 360.000 bis 713.320
- 0 bis 360.000
- -75.000 bis 0
- -158.000 bis -75.000
- Energetische Versorgungseinheit

Ressourcen
Klimaschutz
Ökologie
Städtebau
Architektur
Gebäudetechnik

effort
Energieeffizienz vor Ort

Versorgungsgrade

Versorgungsgrad STROM
(Gebäude + Freifläche)

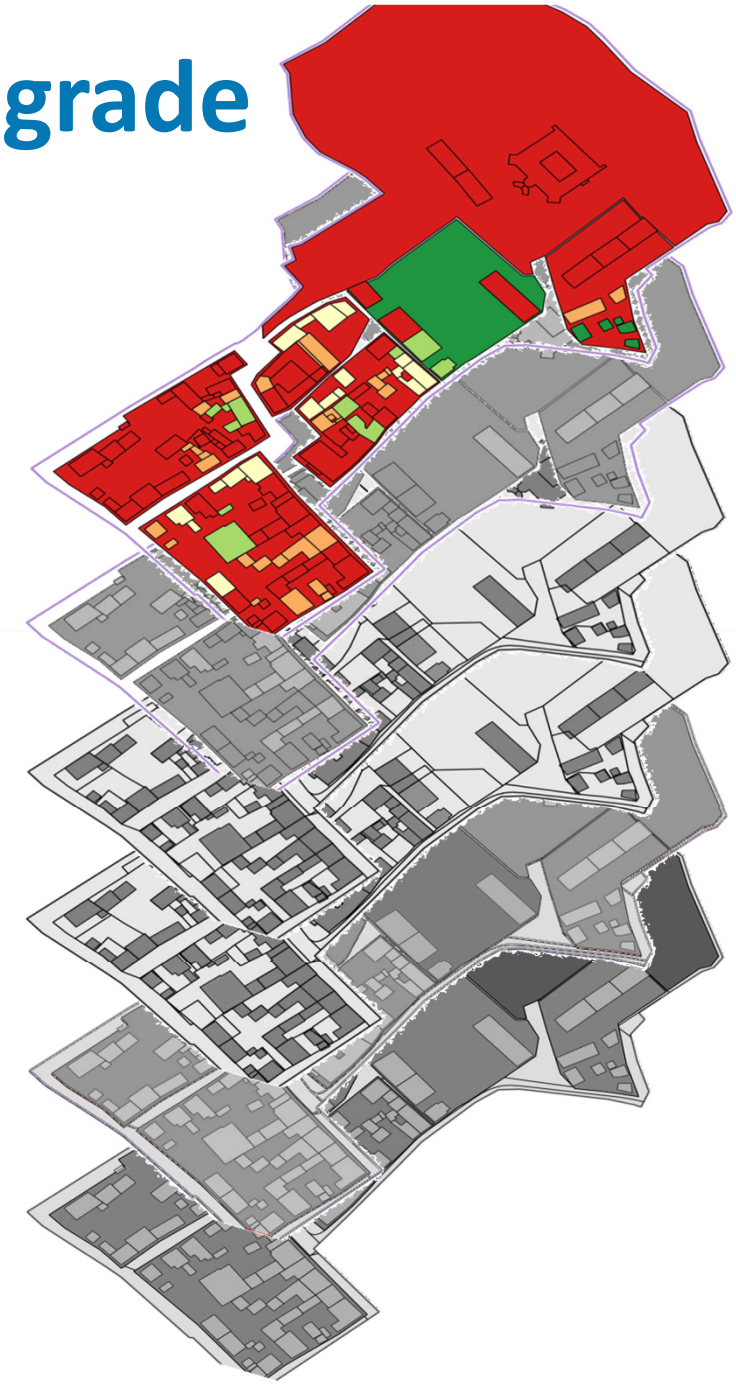
Versorgungsgrad WÄRME
(Gebäude + Freifläche)

SOLARTHERMIE
(Gebäude)

PHOTOVOLTAIK
(Gebäude)

PHOTOVOLTAIK
(Freifläche)

GEOTHERMIE
(Freifläche)



Ressourcen
Klimaschutz
Ökologie
Städtebau
Architektur
Gebäudetechnik

effort
Energieeffizienz vor Ort

Schlüsselmaßnahmen Quartiersumbau

OPTIMIERTE MASSNAHMEKARTE

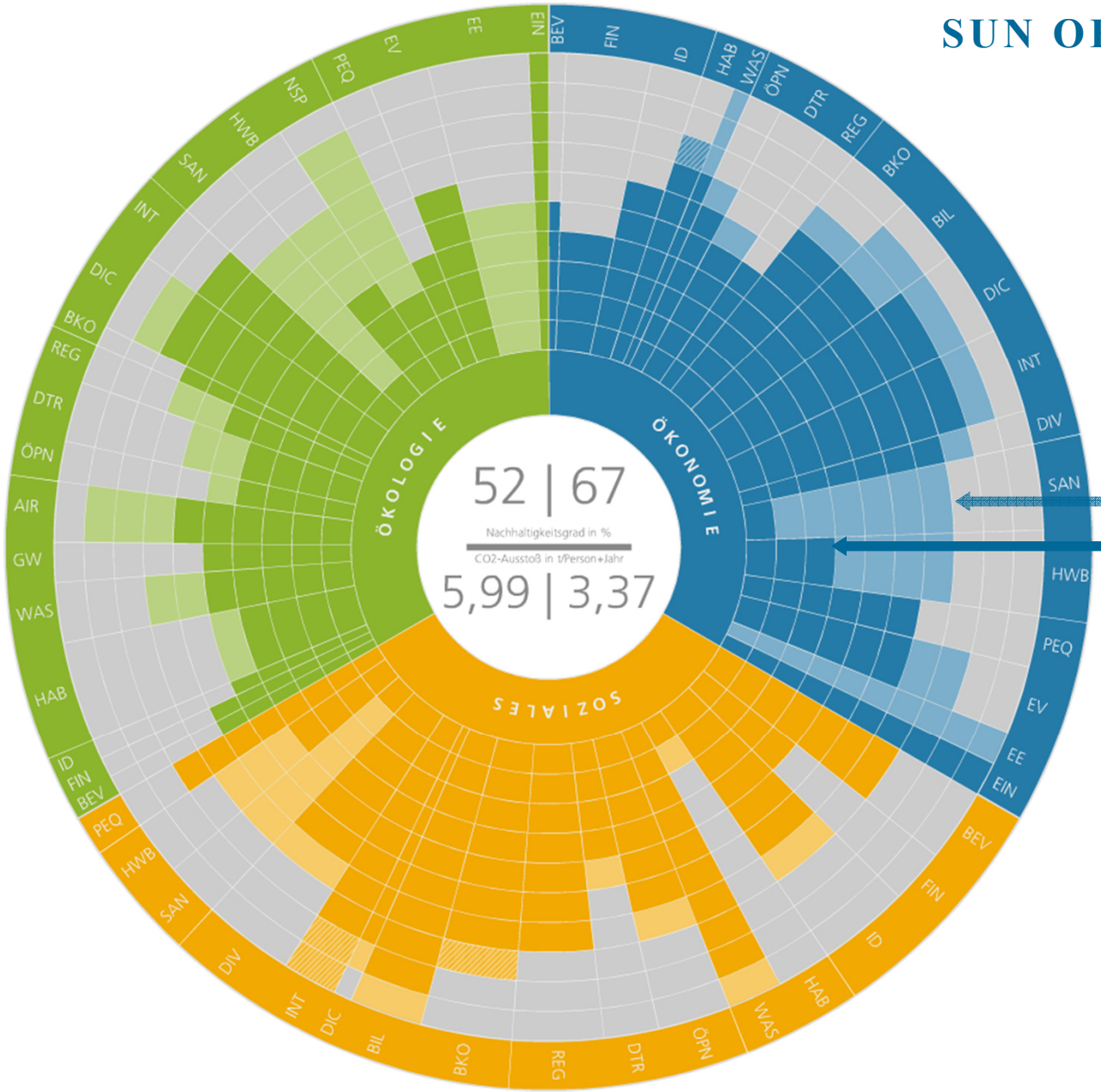
INITIALE SCHLÜSSELPROJEKTE

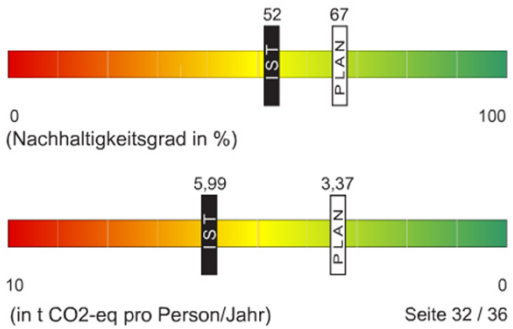
Kategorie	Ersparnis des Heizwärmebedarf um 60%	Erneuerung der Anlagentechnik	Nutzung von Solarthermie
1	■	■	■
2	■	■	
2	■		■
2		■	■
3	■		
3		■	
3			■
4	Ersparnis unter 60%		

Ressourcen
Klimaschutz
Ökologie
Städtebau
Architektur
Gebäudetechnik

effort
Energieeffizienz vor Ort

effort – SUN OF SUSTAINABILITY





PLAN

IST

Ressourcen
Klimaschutz
Ökologie
Städtebau
Architektur
Gebäudetechnik

effort
Energieeffizienz vor Ort

Vielen Dank!

Dipl.-Geol. Dr. Kersten Roselt

JENA-GEOS®-Ingenieurbüro GmbH

EnergieWerkStadt eG

www.energie-werk-stadt.de

Nachhaltigkeit mit *effort* – INDIKATORENSETS

Nr.	Indikatorenset	Ökologie	w	Ökonomie	w	Soziales	w
1	Bevölkerungsstruktur und - entwicklung	BEV	1	BEV	1	BEV	4
2	finanzielles Potenzial der Bevölkerung	FIN	1	FIN	5	FIN	3
3	Identität	ID	1	ID	3	ID	5
4	Habitatqualität und Artenvielfalt	HAB	5	HAB	2	HAB	3
5	Zustand lokaler Wasservorkommen	WAS	3	WAS	1	WAS	3
6	Zustand des Grundwassers	GW	2				
7	Luftqualität	AIR	3				
8	Sicherung und Förderung des ÖPNV	ÖPN	2	ÖPN	2	ÖPN	4
9	Sicherung und Förderung der Straßenverkehrssysteme	DTR	3	DTR	3	DTR	3
10	Sicherung und Förderung regionaler Strukturen	REG	2	REG	2	REG	5
11	Baukultur & Ortsbild	BKO	1	BKO	4	BKO	5
12	Erscheinungsbild			BIL	4	BIL	4
13	Bauliche Dichte	DIC	4	DIC	5	DIC	1
14	Nutzungsintensität	INT	3	INT	5	INT	3
15	Diversifikation / Vielfalt			DIV	2	DIV	5
16	Sanierungsgrad	SAN	3	SAN	5	SAN	3
17	Heizwärmebedarf	HWB	3	HWB	5	HWB	3
18	Nutzung Sanierungs-POTENZIAL	NSP	3	NSP	5	NSP	3
19	Primärenergiequalität	PEQ	2	PEQ	3	PEQ	2
20	Energieverbrauch	EV	3	EV	4		
21	Potenzial erneuerbarer Energien	EE	5	EE	2		
22	Energetische Infrastruktur	EIN	1	EIN	2		

© effort

Ressourcen
Klimaschutz
Ökologie
Städtebau
Architektur
Gebäudetechnik

effort
Energieeffizienz vor Ort