

# **INCAMPUS**

INNOVATIVE TECHNOLOGIEN

SMARTE ENERGIE

# INHALT

## Einleitung

---

**04** **Der INCampus**  
Zukunftstechnologie im naturnahem Raum

**05** **Der INCampus**  
Innovativ und ökologisch

**06** **Rückblick**  
Das ist geschafft

**07** **Meilensteine**  
Weg in die Zukunft

## Energiekonzept

---

**08** **Smartes Energiekonzept**  
Low Exergy

**09** **Geringe Temperaturen**  
Weniger Verbrauch

**10** **Unsere Vision**  
Nullenergie-Campus

**11** **Schritt für Schritt**  
Mehr Energieeffizienz

**12** **67 x Potential**  
Innovationsbausteine

**13** **Energiesysteme**  
Intelligent vernetzt

## Grundbausteine

---

**14** **LowEx-Netz**  
Innovativ heizen und kühlen

**16** **Reversible Wärmepumpen**  
Wärme und Kälte nach Bedarf

**18** **Cross Energy Concept**  
Das „Gehirn“ des INCampus

## Innovationsbausteine

---

**20** **Innovationsbausteine**  
Clever kombiniert

**21** **Perfektes „Teamwork“**  
Zu jeder Zeit

## Forschung & Planung

---

**22** **Energetisches Testfeld**  
Projekt Zukunft

**23** **3D-Modell**  
Perfekt geplant



Visualisierung Verlängerung Eriagstraße (Blick von Süd nach Nord)

# DER INCAMPUS

## ZUKUNFTSTECHNOLOGIE IM NATURNAHEM RAUM

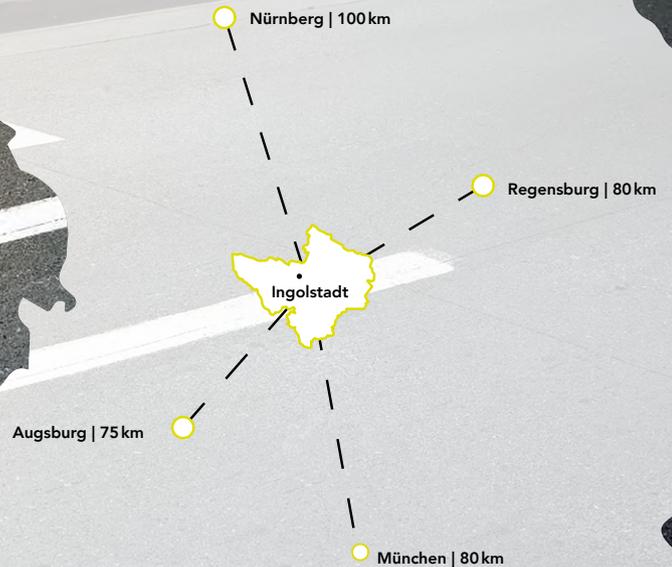
### Innovationen mit Standortvorteil

Das ehemalige Bayernoil-Raffineriegelände ist ideal gelegen: Mitten in Bayern zwischen den Metropolen München und Nürnberg, direkt verbunden mit wichtigen Eisenbahnlينien und der Autobahn A9.

In unmittelbarer Nachbarschaft: das Stammwerk AUDI. Dieser Standortvorteil schafft Synergien und bietet die beste Basis für innovative Technologieprojekte wie Autonomes Fahren, Elektromobilität und intelligente Vernetzung.

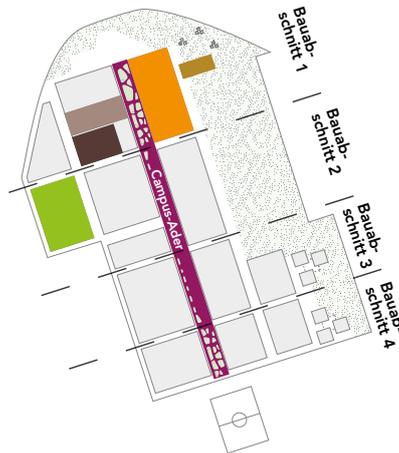
### 75 ha mit Zukunft

60 ha Fläche für modernstes Gewerbe- und Industriegebiet  
15 ha Fläche für Natur und Landschaft durch Renaturierung



**75 ha**  
mit Zukunft

- Projekthaus
- Zentrum für Fahrzeugsicherheit
- Rechenzentrum
- Energiezentrale
- Funktionsgebäude

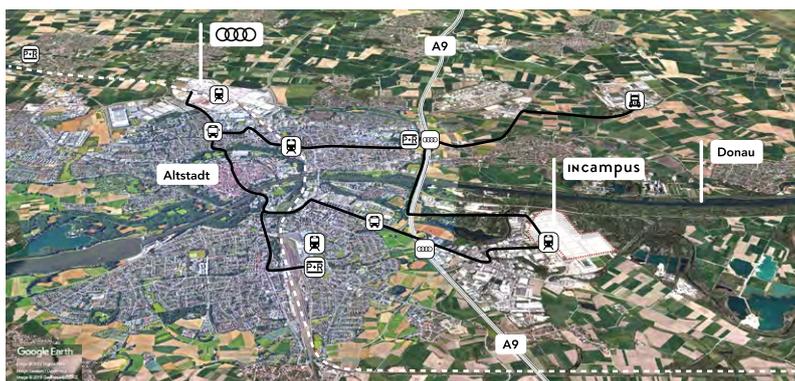


### Starke Partner: AUDI und Ingolstadt

INCampus ist ein Joint Venture von AUDI und der Stadt Ingolstadt. Aufgaben sind die Sanierung des ehemaligen Raffineriegeländes sowie die Entwicklung, Planung und Realisierung von Infrastrukturprojekten und Gewerbeimmobilien.

Derzeit sind auf zwei von insgesamt vier Bauflächen geplant:

- Projekthaus für Zukunftstechnologien
- Fahrzeugsicherheitszentrum
- Rechenzentrum
- Energiezentrale
- Funktionsgebäude (Objektschutz/ Brandschutz/ Medizinische Versorgung)
- Infrastruktur



# DER INCAMPUS

## INNOVATIV UND ÖKOLOGISCH

### INNOVATIVE TECHNOLOGIEN

INCampus bietet ideale Infrastruktur für

- Autarke Technologie-Cluster
- Kooperationen mit externen Dienstleistern
- Strategische Innovationsthemen

Grundlegende Vorteile des INCampus

- Standort mit großem Identifikationspotential für Mitarbeiter und Öffentlichkeit
- Offene Integration in das Umfeld (Audi Sport Park, Auwald/Donau, Gewerbegebiet)
- Modulare Ausbaufähigkeit in mehreren Phasen
- Zukunftsorientierte Nachhaltigkeit, Ökologie und Biodiversität

Mission

autarke  
Technologie-Cluster

Kooperationen mit externen  
Entwicklungsdienstleistern

strategische  
Innovationsthemen

### ENERGIE UND NACHHALTIGKEIT

Bei der Entwicklung des INCampus stehen zukunftsfähige und nachhaltige Konzepte im Fokus – sowohl beim Bau der Gebäude als auch bei der Energieversorgung des Technologieparks.



**Basis-Prämissen:**

- Zukunftsfähig
- Versorgungssicher
- Modular ausbaufähig
- Wirtschaftlich



**Innovations-Prämissen:**

- Höchste Energieeffizienz
- Vermeidung Energieverluste
- Nutzung innovativer Systeme



**Motivation:**

- Energiewende
- Zwei-Grad-Ziel der internationalen Klimapolitik
- CO<sub>2</sub>-Belastung reduzieren
- Einsparung von Energie
- Regenerative Energien nutzen
- Sektorkopplung umsetzen
- Digitalisierung

# RÜCKBLICK

## DAS IST GESCHAFFT

### Umweltschonende Sanierung

Die Umwandlung des ehemaligen Bayernoil-Raffineriegeländes in einen modernen Technologiepark ist eines der größten Sanierungsprojekte in Deutschland. Dabei handelt es sich um die erste komplette Sanierung eines Raffineriegeländes in Bayern.

In einem Fünfjahresplan beseitigt die INCampus GmbH zunächst umweltgerecht 900 Tonnen Schweröl, 200 Tonnen leichtflüchtige Schadstoffe sowie 100 Kilogramm perfluorierte Chemikalien auf einer Fläche von 75 Hektar – 15 Hektar der Gesamtfläche werden naturnah gestaltet.

#### Einzelne Maßnahmen:

- Air Sparging
- Bodenaushub mit Bodenwäsche
- Abstromsicherung mit Grundwasseraufbereitung

Landleveling auf einer Fläche von **65.000 m<sup>2</sup>**

### „Kraterlandschaft“ beseitigen

Beim so genannten Landleveling wurden in Stufe 1 bereits rund 65.000m<sup>2</sup> durch die Sanierung der entstandenen „Kraterlandschaft“ auf ein einheitliches Geländeniveau gebracht. Hierbei wurden ca. 21.000m<sup>3</sup> Erdreich bewegt.



Vor dem Landleveling



Nach dem Landleveling



**20.000 Volt**  
Kabelsysteme

Verlegung Kabelsysteme

### INCampus mit Strom versorgen

Um den Technologiepark nachhaltig mit Strom zu versorgen, bauten die Stadtwerke Ingolstadt eine neue Trasse vom Umspannwerk Kothau bis zum INCampus – sie ist ca. 5,5 km lang und umfasst drei Kabelsysteme mit jeweils 20.000 Volt. Hierbei musste sogar die Autobahn A9 gequert werden.

**5.500 m**  
Stromtrasse



Verlauf erdverlegte Stromtrasse



Baufeld 1, März 2019

# MEILENSTEINE

## WEG IN DIE ZUKUNFT

### 2010 – 2013

Rückbau der restlichen Tankfelder;  
Reinigung, Demontage und  
Rückbau der Prozessanlagen;  
Sprengung der Kamine

### 2010

Eröffnung des Audi Sportparks und  
der Zufahrtsstraßen, Nutzungsbeginn  
Gewerbegebiet am Sportpark

### 2015

**April:** Gründung der INCampus GmbH (Joint-Venture zwischen der  
AUDI AG und der Stadt Ingolstadt)

**November:** Grundstückskauf: INCampus GmbH erwirbt 75 Hektar des  
ehemaligen Raffineriegelände

### 2016

**Mai:** Verabschiedung des  
Sanierungsvertrags

### 2016 – 2018

Beginn der Sanierungsarbeiten

**April 2017:** Verabschiedung  
des Bebauungsplans

### November

**2018** Beginn Erd- und  
Rohleitungsbau

### Juli 2019

Baubeginn Energiezentrale

### Ende 2021

Fertigstellung Bauschnitt 1,  
Infrastruktur und Energiezentrale

# SMARTES ENERGIEKONZEPT

## LOW EXERGY



### INCampus setzt auf LowEx-System

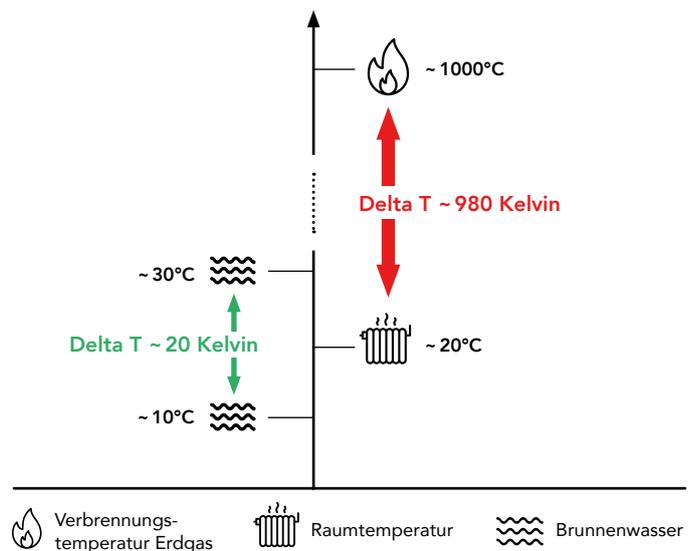
Möglichst wenig hochwertige Energie verbrauchen: Dies ist die Leitidee des Low Exergy-Konzepts. Exergie ist der Anteil der Energie, der Arbeit verrichten kann (z. B. Strom in Licht umwandeln) – Anergie ist der Anteil, der keine Arbeit verrichten kann (z. B. Abwärme).

In konventionellen Energiesystemen wird Exergie oft unnötig verschwendet. Ein fortschrittliches LowEx-System trägt entscheidend dazu bei, Energie einzusparen und bei der Energieversorgung unabhängiger von fossilen Brennstoffen wie Öl oder Gas zu werden.

### Der Temperaturunterschied macht's

In einem herkömmlichen Heizkessel wird bei über 1.000°C Erdgas verbrannt, um anschließend Räume auf eine Temperatur von ca. 20°C zu heizen. Hier wird ein hoher Anteil an wertvoller Exergie verschwendet.

Bei LowEx-Systemen wird mit geringem Energieaufwand und Abwärme das gewünschte Temperaturniveau erreicht: z. B. 10°C kaltes Brunnenwasser wird mit Wärmepumpen auf 30°C erwärmt und zum Heizen genutzt.



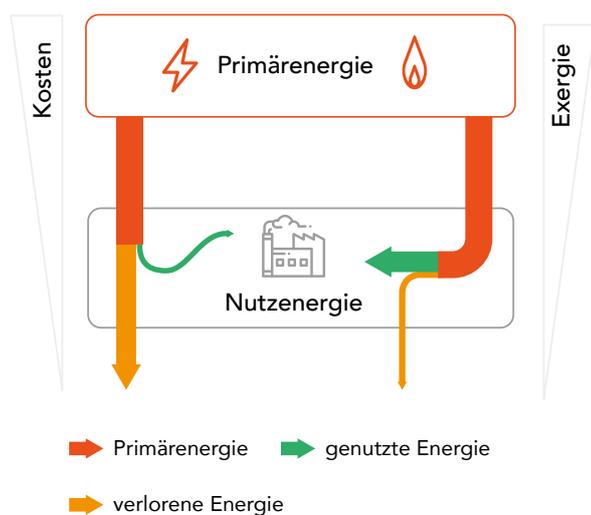
**Fazit:** LowEx-Systeme sparen nicht nur Energie, sondern hochwertige **Exergie** – und sind deshalb besonders umweltfreundlich.

# GERINGE TEMPERATUREN

## WENIGER VERBRAUCH

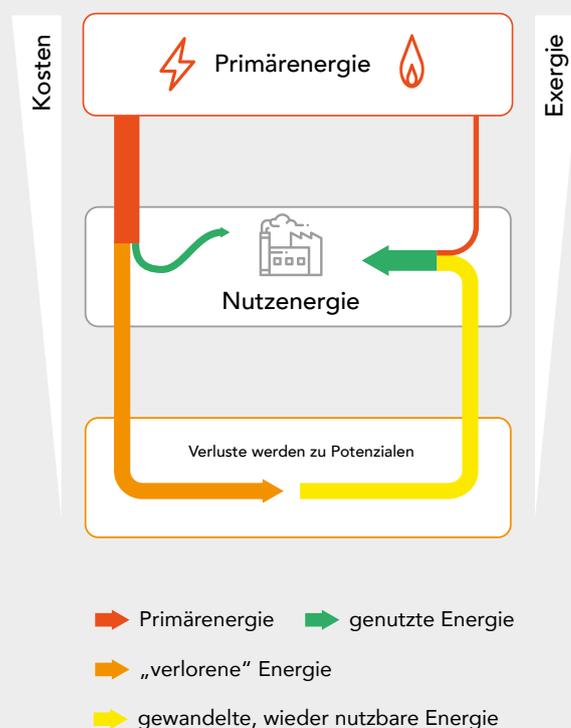
### Nachteile konventioneller Energiesysteme

- Hohe Systemtemperaturen
- Getrennte Erzeugung von Wärme und Kälte
- Energie- und kostenintensive Rückkühlung notwendig
- Abwärme wird nicht genutzt
- Verbrauchsabhängige Erzeugung
- Hohe Energiekosten
- Hoher Verbrauch von Primärenergie



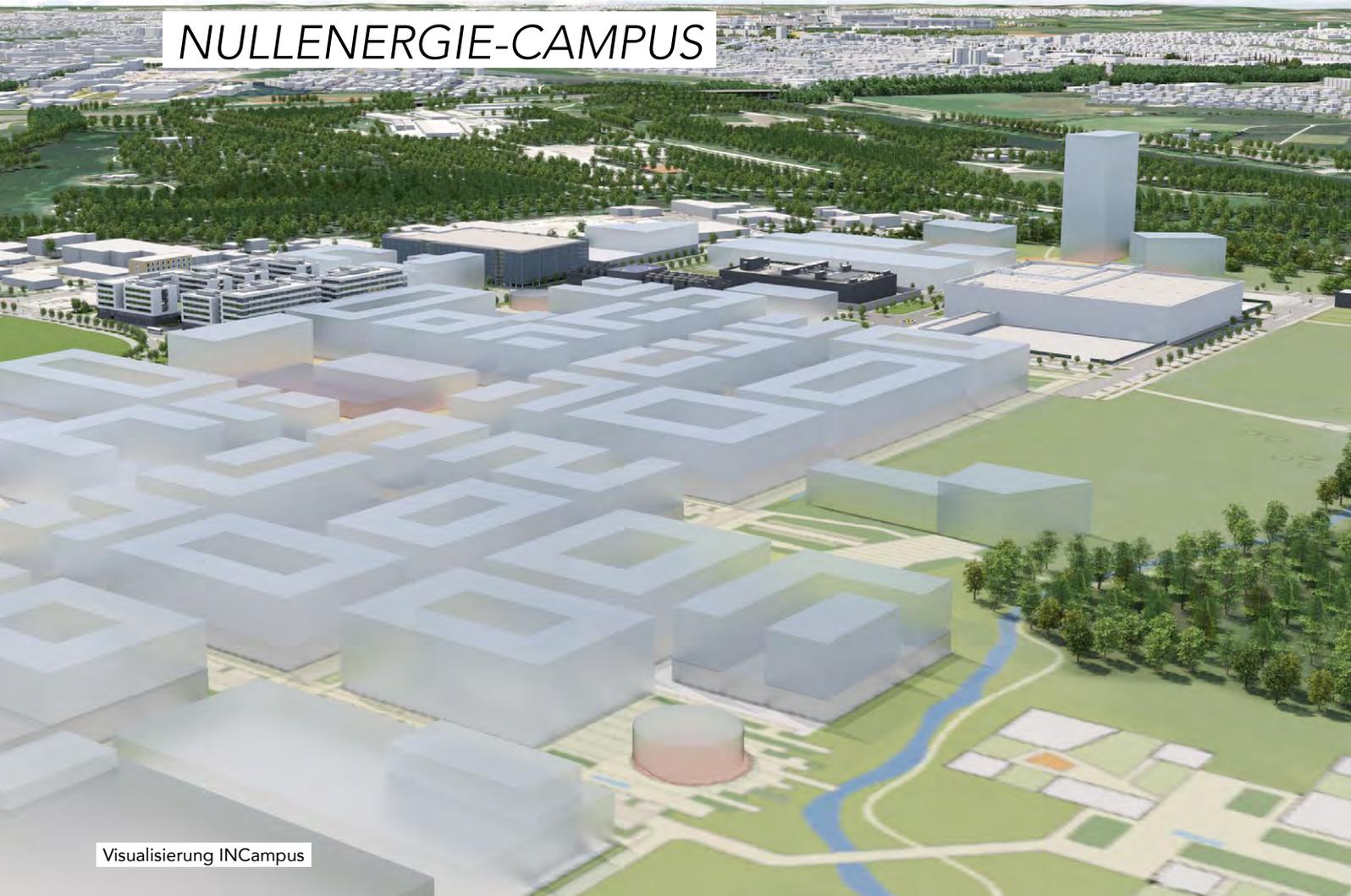
### Vorteile des smarten LowEx-Systems

- Niedrige Systemtemperaturen
- Zeitgleiche Erzeugung von Wärme und Kälte
- Abwärme und regenerative Energien eingebunden
- Einsatz von reversiblen Wärmepumpen
- Integration von thermischen Speichern
- Intelligentes Lastmanagement
- Weniger Emissionen und Energiekosten



# UNSERE VISION

## NULLENERGIE-CAMPUS



Visualisierung INCampus

### Energiewende für ein ganzes Quartier

Ökologie und Nachhaltigkeit spielen bei der Entwicklung des INCampus eine zentrale Rolle. In Zeiten von Passiv- und EnergiePlus-Häusern sollen nicht nur die Gebäude, sondern das gesamte Quartier energieeffizient gestaltet werden.

Als Nullenergie-Campus soll der Technologiepark in Zukunft genauso viel Energie erzeugen wie er verbraucht. Dazu müssen die energetischen Potenziale optimal ausgenutzt werden: Oft besteht bei modernen Gebäuden ein gleichzeitiger Bedarf an Wärme und Kälte. Statt diesen wie bislang getrennt zu decken, werden hier neue Wege beschritten.

Die Vision Nullenergie-Campus soll durch energieeffiziente Gebäude, einen hohen Anteil an Eigenerzeugung, Nutzung von regenerativen Energien und Abwärme, Energiespeicherung sowie intelligente Regelungssysteme erreicht werden.



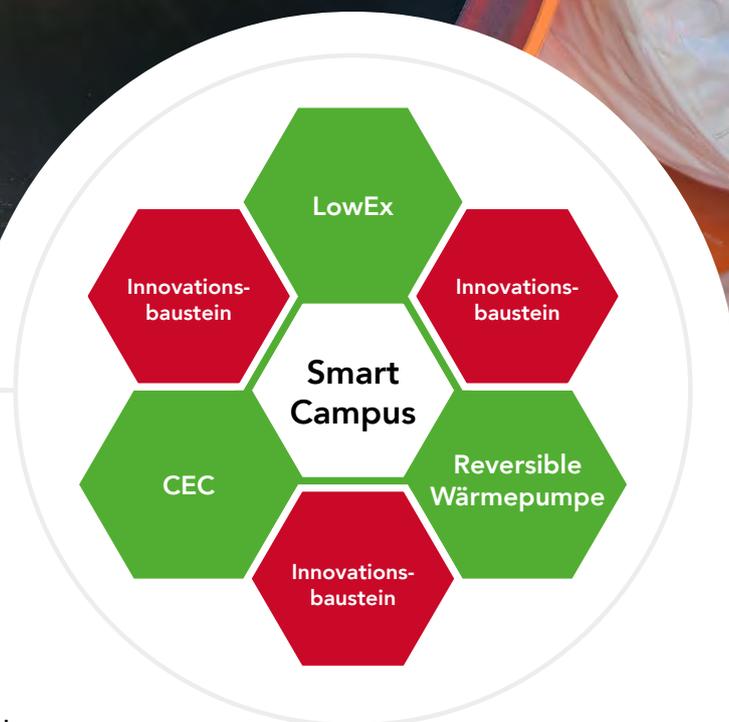
#### Ideale Bedingungen aus energetischer Sicht

- Grundwasser vorhanden
- Nähe zur Donau
- Bestehende Becken zur Nachnutzung
- Neubauten nach aktuellem Stand der Technik („Greenfield“)
- Rechenzentrum als Abwärmequelle vorhanden



# SCHRITT FÜR SCHRITT

## MEHR ENERGIEEFFIZIENZ



- Baustufe 1    ● Baustufe 3    ● Grundbaustein
- Baustufe 2    ● Baustufe 4    ● Innovationsbaustein

### Energiekonzept als modulares System

Das Energiekonzept des INCampus basiert auf drei Grundbausteinen: LowEx-Netz, reversible Wärmepumpen und Cross Energy Concept. In jeder Ausbauphase lassen sich innovative Bausteine integrieren: Diese können sowohl Energieerzeuger, Energiewandler oder Energiespeicher sein.

Das modulare Konzept lässt sich flexibel an den aktuellen Energiebedarf und neue technologische Entwicklungen anpassen. Die Vision des Nullenergie-Campus kann so schrittweise umgesetzt werden – ganz im Sinne eines zukunftsorientierten und nachhaltigen Energiekonzepts.

# 67 x POTENTIAL

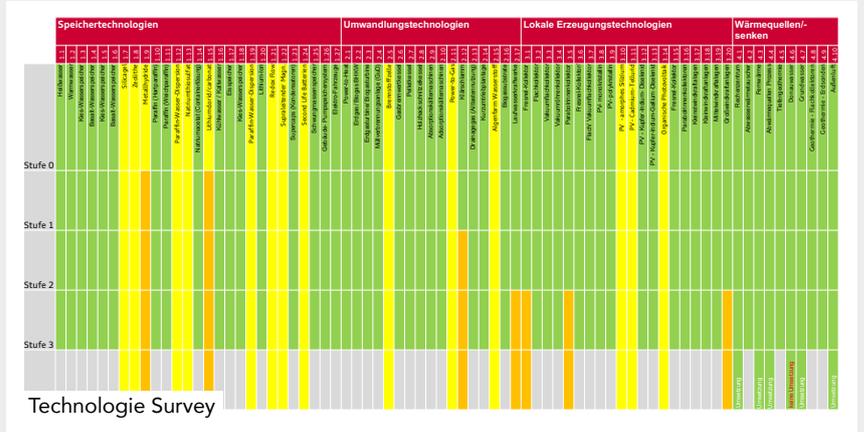
## INNOVATIONSBAUSTEINE

### Fast alle Technologien nutzbar

Das Fraunhofer Institut Magdeburg hat ein Technologie Survey durchgeführt: Welche Technologien für Erzeugung, Wandlung und Speicherung von Energie können beim INCampus eingesetzt werden?

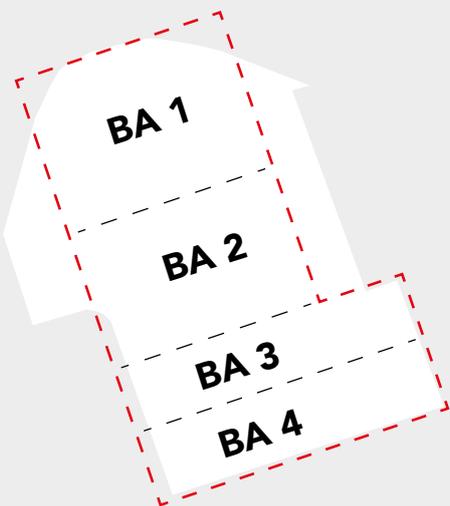
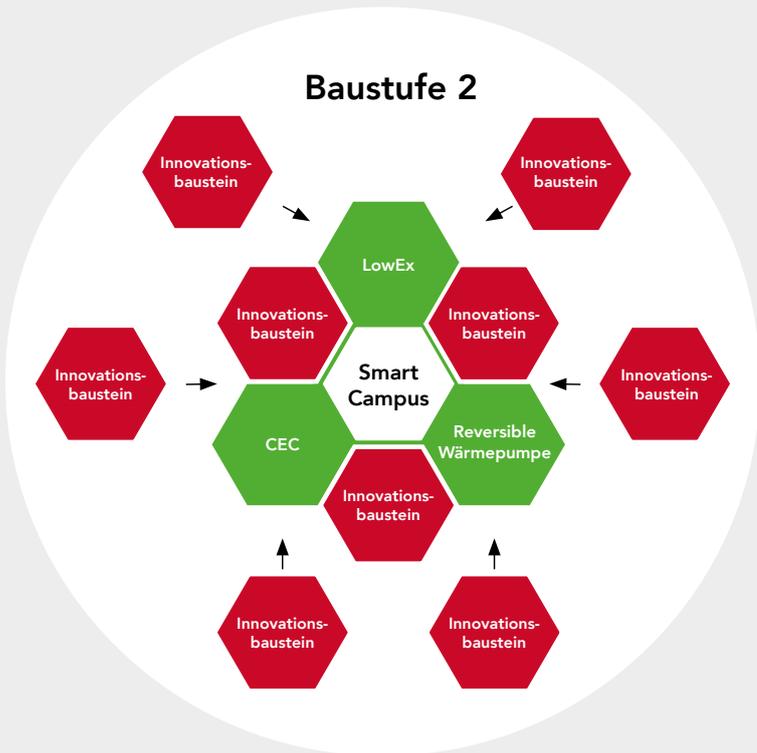
Ergebnis: Von den 74 analysierten Innovationsbausteinen lassen sich 67 problemlos integrieren. Dies zeigt eindrucksvoll, wie flexibel und zukunftsfähig das entwickelte Energiekonzept ist.

Neben der technischen Umsetzbarkeit wurden auch die Entwicklungspotenziale einzelner Technologien untersucht: z. B. die Wirkungsgradsteigerung bei der Photovoltaik von rund 15% auf 40%.



### Innovationen ganz nach Bedarf

Für die Baustufe 2 des Energiekonzepts gilt: Alle Innovationsbausteine lassen sich durch den modularen Ausbau bedarfsabhängig integrieren – das macht das Energiekonzept besonders flexibel und wirtschaftlich.



### Jede Ausbaustufe neu bewerten

Bei zukünftigen Bauprojekten wird geprüft, ob der Energiebedarf über bestehende Innovationsbausteine abgedeckt werden kann. Die Auswahl zusätzlicher Bausteine erfolgt nach technischen und wirtschaftlichen Kriterien.

# ENERGIESYSTEME

## INTELLIGENT VERNETZT

### Sektorkopplung als Schlüsselement

Moderne Gebäude benötigen häufig gleichzeitig Wärme und Kälte. Dazu sind verschiedene Prozesse erforderlich, die bislang meist getrennt ablaufen. Für die energetisch heterogene Struktur des INCampus braucht es neue Wege, um Energie effizient einzusetzen.

Neben aktivem Lastmanagement und dezentralen Energiespeichern steht die so genannte Sektorkopplung im Vordergrund: Dabei werden die Energiesektoren Elektrizität, Wärmeversorgung, Kälte, Kühlwasser und Mobilität intelligent miteinander vernetzt.

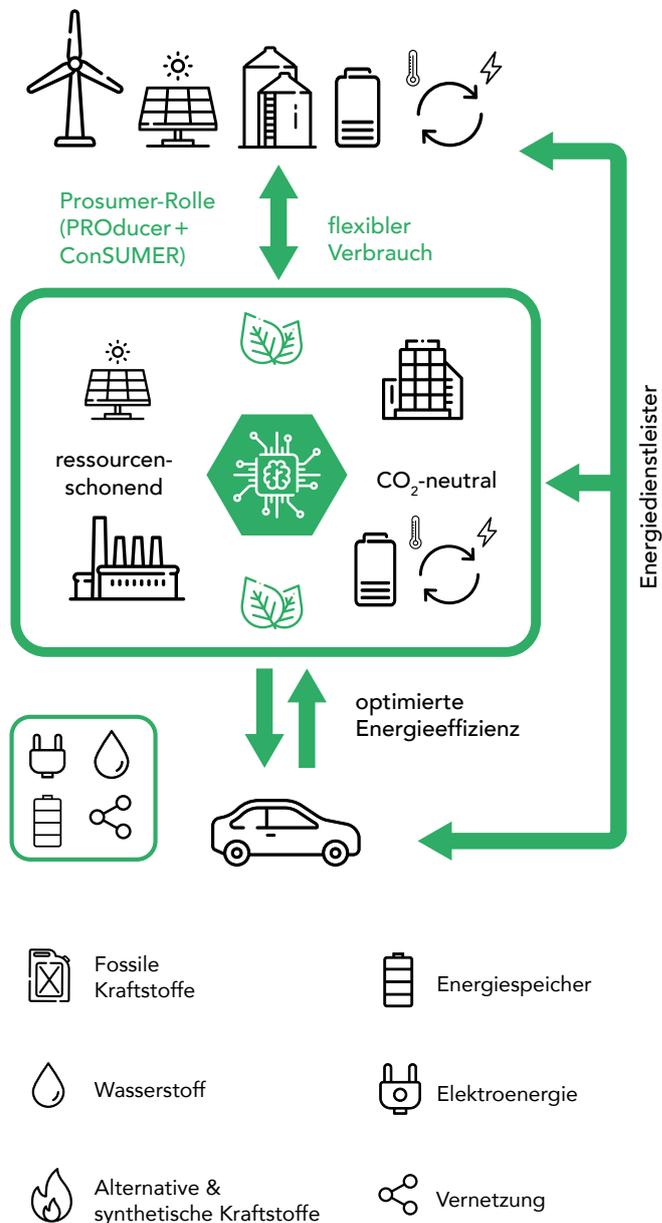
Durch die Vernetzung von elektrischer und thermischer Energie sowie Energiespeichern lassen sich CO<sub>2</sub>-Emissionen wirksam reduzieren und wertvolle Ressourcen schonen – die beste Basis, um die Vision eines Nullenergie-Campus real werden zu lassen.

### Voraussetzungen für Nullenergie-Campus

- Energieeffiziente Gebäude
- Hoher Anteil an Eigenerzeugung
- Nutzung regenerativer Energien
- Nutzung von Abwärme
- Energiespeicherung
- Intelligente Regelungssysteme



**Sektorkopplung:** Kopplung von elektrischer und thermischer Energie sowie Energiespeichern.



# LOWEX-NETZ

## INNOVATIV HEIZEN UND KÜHLEN



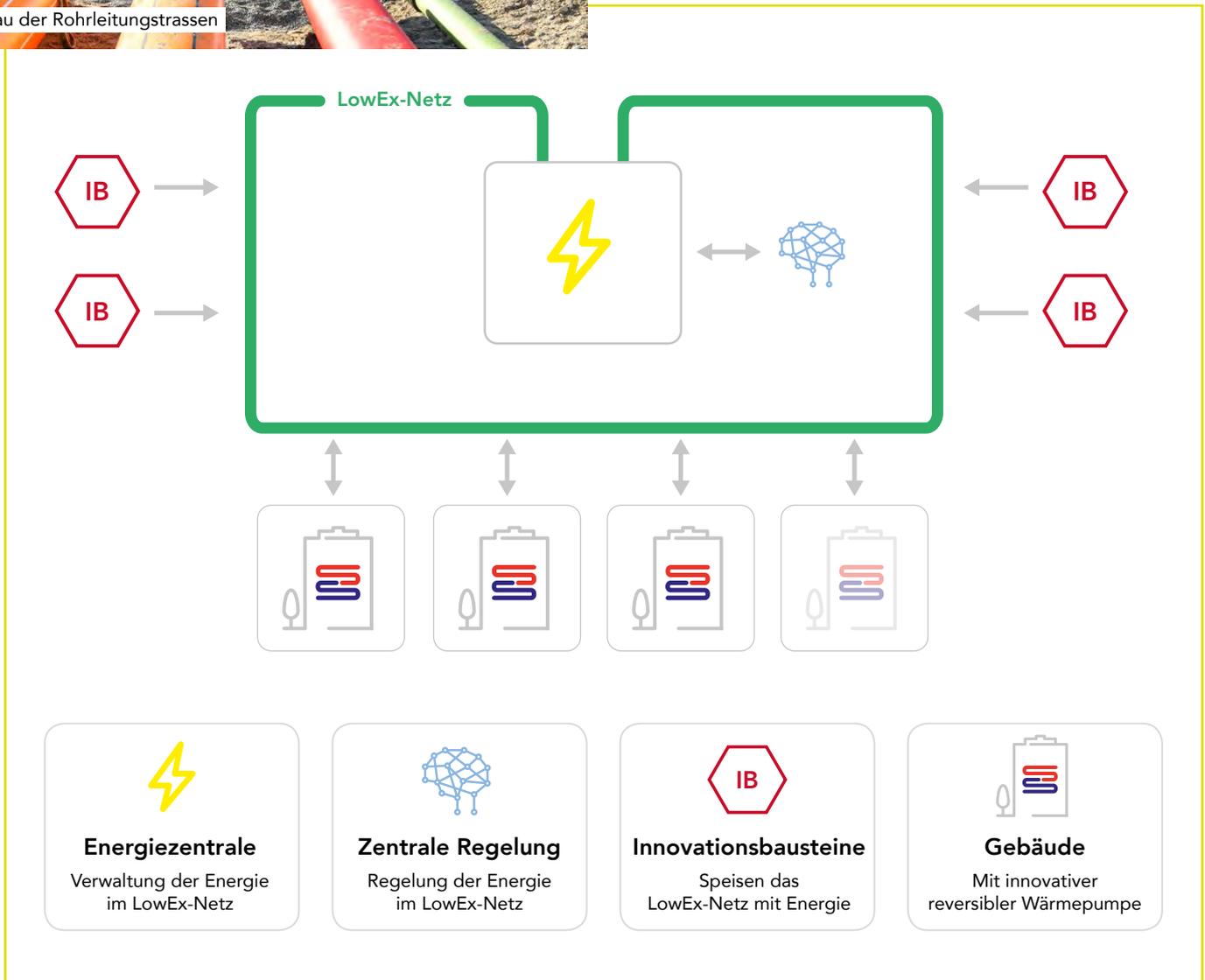
Bau der Rohrleitungstrassen

### Verbraucher werden zu Erzeugern

Das LowEx-Netz dient allen Gebäuden auf dem INCampus als Wärmequelle und Wärmesenke. Es besteht aus einem kombinierten Rohrleitungsnetz, das in beide energetische Richtungen offen ist. Gebäude mit einer hohen Kühllast geben anfallende Abwärme in das Netz, Gebäude mit einer hohen Heizlast entnehmen die nötige Energie dem LowEx-Netz. So werden Verbraucher zu Erzeugern.

Die Temperatur des Netzes bewegt sich bewusst unter Ausnutzung der saisonalen Schwankung zwischen 5°C und 30°C – das ist ideal, um z. B. Umweltwärme oder Abwärme in das Netz einzuspeisen. Das LowEx-Netz spart höherwertige Energie (Exergie) ein und macht gleichzeitig herkömmlich nicht mehr nutzbare Energie (Anergie) wieder nutzbar. Es findet eine Art Upcycling der Abwärme statt.

Nahezu alle Technologien für Energieerzeugung, -wandlung und -speicherung lassen sich problemlos in das Netz integrieren – die optimale Basis für ein zukunftsorientiertes Energiekonzept.



Leitungslänge  
**9.100 m**



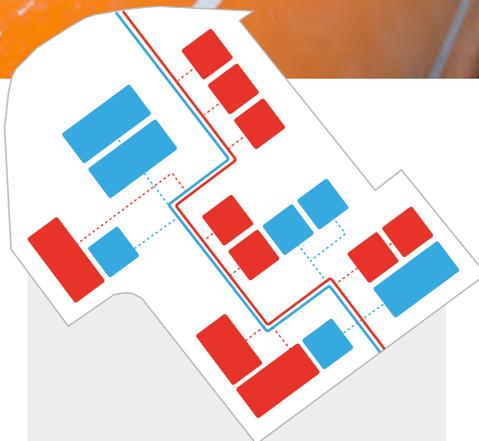
Wasserinhalt  
**2.200.000 l**

Verlegung LowEx-Netz

**UPCYCLING VON ABWÄRME**  
 Effiziente Nutzung der Abwärme

Durch die geringe Systemtemperatur zwischen 5°C und 30°C lässt sich z. B. ideal Umweltwärme aus Grundwasserbrunnen oder Abwärme aus dem Rechenzentrum des Campus einspeisen.

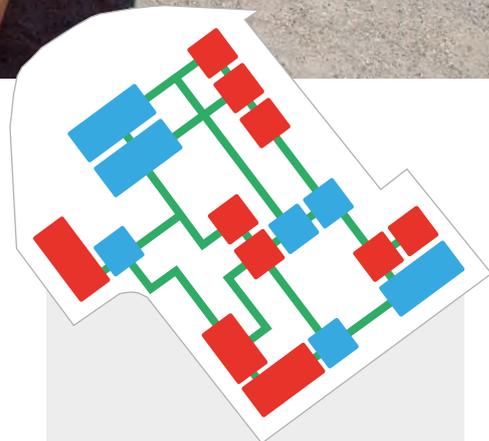
Das LowEx-Netz mit 2.200 m<sup>3</sup> Leitungsinhalt (im Endausbau) ist wie ein großer Pufferspeicher im Untergrund. In Verbindung mit reversiblen Wärmepumpen lassen sich so alle Gebäude auf dem INCampus effizient heizen und kühlen.



**Ohne LowEx**

- Getrennte Wärme- / Kältenetze verschwenden Primärenergie
- Abwärmepotenzial geht verloren

- Kühlbedarf (Ab)Wärmepotenzial
- Wärmebedarf Kältepotenzial



**Mit LowEx**

- Abwärmepotenziale werden genutzt
- Überschüssige Energien werden zwischen den Gebäuden ausgetauscht

- Austausch von Wärme- oder Kältepotenzialen, Wärmepumpen regeln das Temperaturniveau

# REVERSIBLE WÄRMEPUMPEN

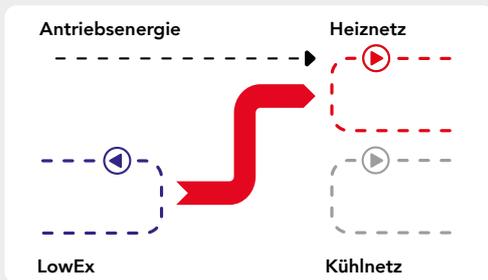
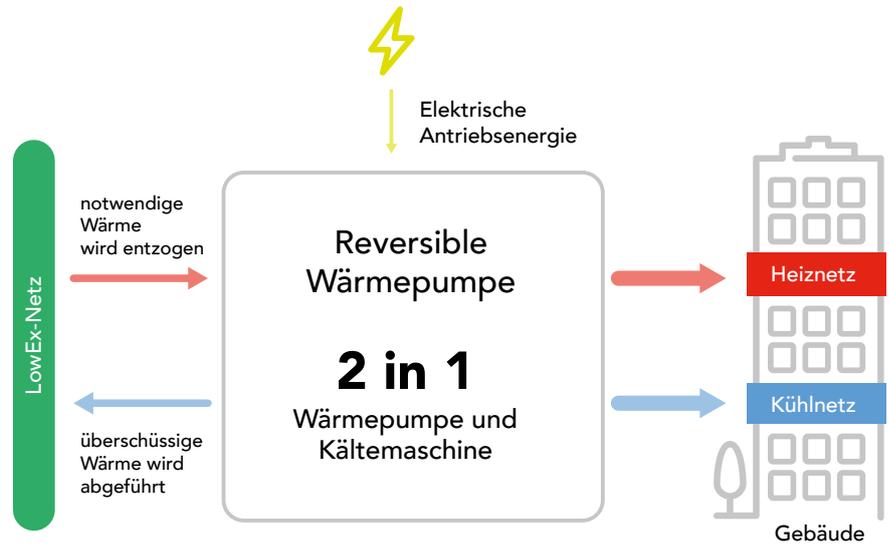
## WÄRME UND KÄLTE NACH BEDARF

### Das Funktionsprinzip Kühlschrank

Eine Wärmepumpe funktioniert ähnlich wie ein Kühlschrank: Durch elektrische Energie wird thermische Energie umgewandelt – je nach Bedarf zum Heizen oder Kühlen von Systemen.

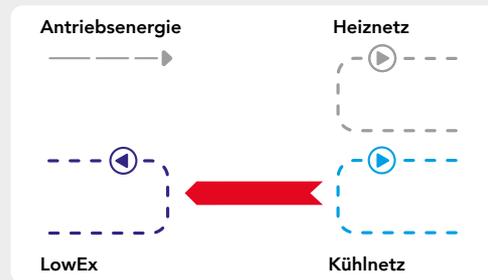
So lassen sich mit einer Wärmepumpe z. B. mit 1 kWh elektrischer Energie 5 kWh thermische Energie erzeugen. Im Idealfall wird überschüssige Wärme gleich in die Heizkreise umgeleitet und auf das notwendige Temperaturniveau angehoben.

Energetisch besonders effizient ist der Dualbetrieb der reversiblen Wärmepumpe, d. h. die gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Kälte – so lässt sich der Verbrauch wertvoller Ressourcen deutlich senken.



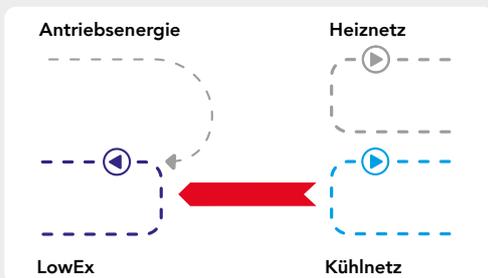
#### Heizbetrieb

Das LowEx-Netz dient als Wärmequelle. Die Temperatur wird von der Wärmepumpe auf das für das Gebäude erforderliche Niveau angehoben.



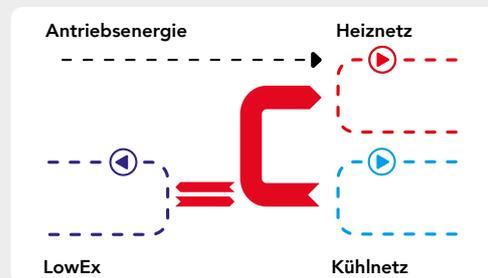
#### Naturalkühlbetrieb

Das LowEx-Netz dient als Wärmesenke. Reicht das Temperaturniveau aus, fällt nur die geringe Antriebsenergie der Umwälzpumpen an.



#### Mechanischer Kühlbetrieb

Reicht das Temperaturniveau im LowEx-Netz für die Naturalkühlung nicht aus, schaltet das System auf Kältemaschinenbetrieb um.

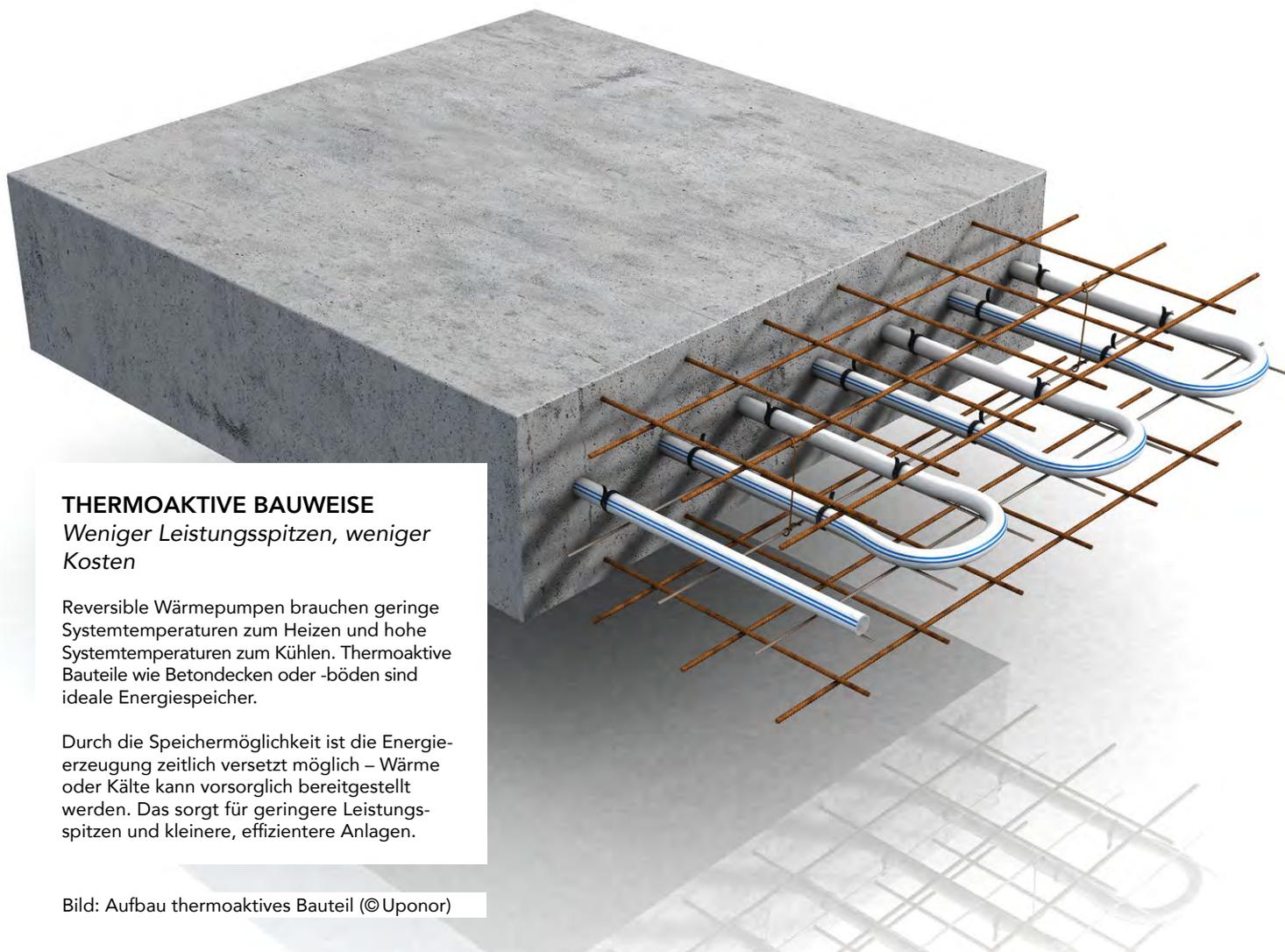


#### Dualbetrieb

Bei gleichzeitigem Kühl- und Heizbedarf wird die Energiebilanz geprüft – und das LowEx-Netz als zusätzliche Wärmequelle oder -senke genutzt.



Durch den Einsatz von reversiblen Wärmepumpen und deren integrierte Umschaltung ist es möglich, Wärme und Kälte zeitgleich zu produzieren. Somit findet eine optimale Wärmerückgewinnung statt und nur die fehlende / überschüssige Energie wird aus dem LowEx-Netz zur Verfügung gestellt / abgeführt.



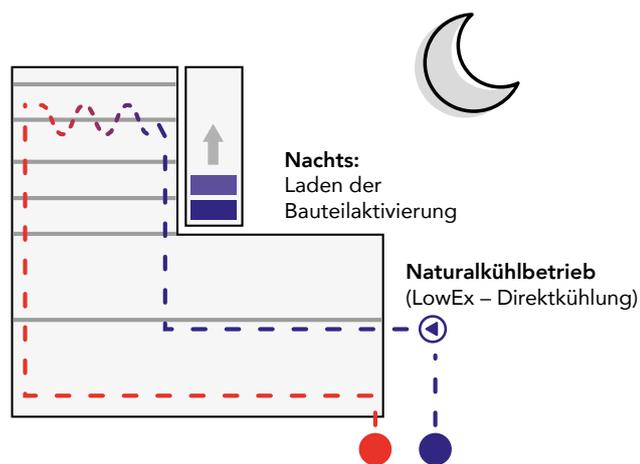
**THERMOAKTIVE BAUWEISE**

*Weniger Leistungsspitzen, weniger Kosten*

Reversible Wärmepumpen brauchen geringe Systemtemperaturen zum Heizen und hohe Systemtemperaturen zum Kühlen. Thermoaktive Bauteile wie Betondecken oder -böden sind ideale Energiespeicher.

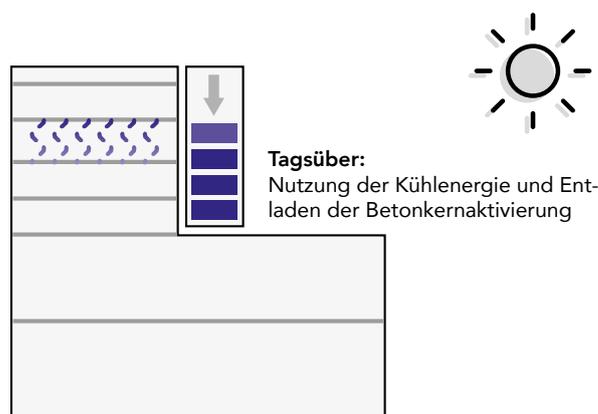
Durch die Speichermöglichkeit ist die Energieerzeugung zeitlich versetzt möglich – Wärme oder Kälte kann vorsorglich bereitgestellt werden. Das sorgt für geringere Leistungsspitzen und kleinere, effizientere Anlagen.

Bild: Aufbau thermoaktives Bauteil (© Uponor)



**Nachts**

Die thermoaktiven Bauteile werden bevorzugt nachts geladen. Der thermische Speicher wird vorgekühlt – mit positiven Effekten für die Kälteerzeugung (z. B. freie Kühlung) und ein besseres Lastmanagement.



**Tagsüber**

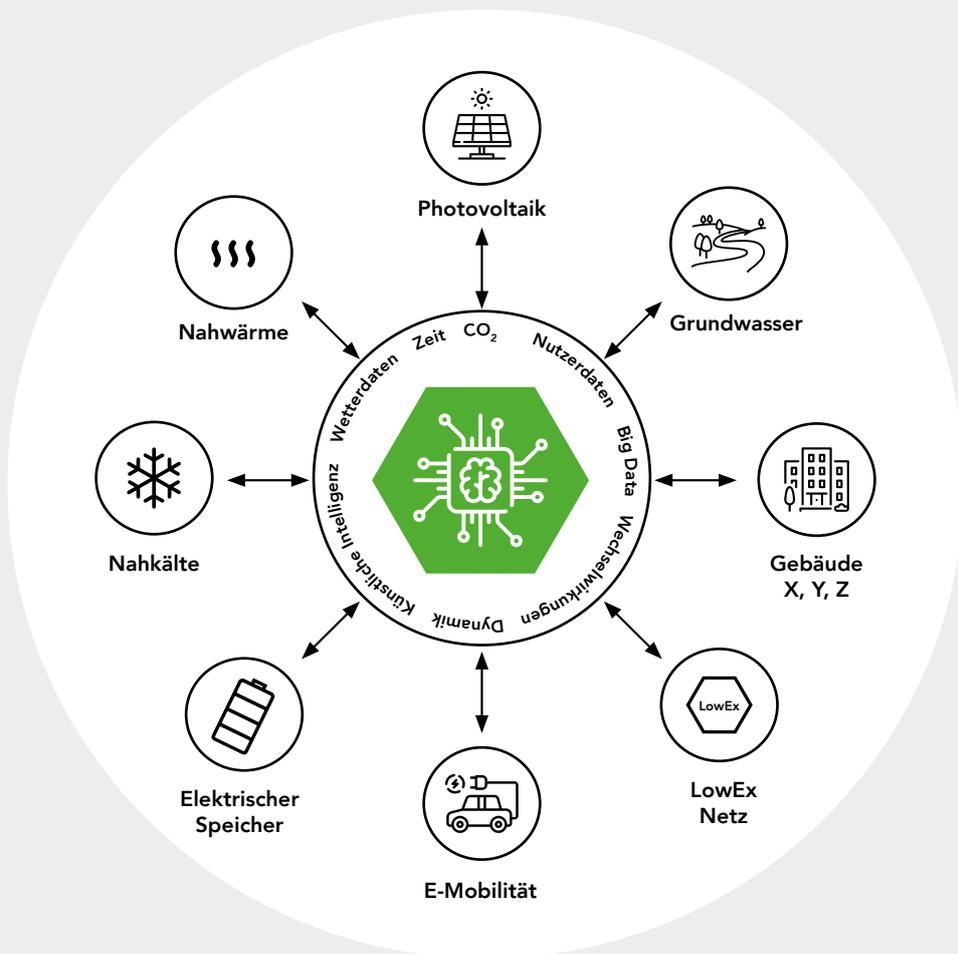
Tagsüber geben die vorgeladenen, gekühlten thermoaktiven Bauteile die Kühlenergie an das Gebäude langsam ab und tragen so zu einem angenehmen Raumklima bei.

# CROSS ENERGY CONCEPT

## DAS „GEHIRN“ DES INCAMPUS

Das Energiemanagement des INCampus wird durch ein smartes Cross Energy Concept (CEC) geregelt. Es steuert Energieerzeuger und -verbraucher, speichert und wandelt überschüssige Energien, dämpft Spitzen und schiebt Lasten.

Aktuelle Wetterprognosen sowie historische Nutzungsdaten fließen in das System ein – und gewährleisten neben der Versorgungssicherheit einen wirtschaftlichen und nachhaltigen Umgang mit wertvollen Ressourcen.



### Mit Power in die Zukunft

- Optimale Integration erneuerbarer Energien und dezentraler Erzeugung
- Einsatz neuer Technologien (z. B. Smart Services, Elektromobilität)
- Steigerung der Effizienz im Energiesystem und Optimierung der Infrastruktur
- Einsatz von innovativen Energiespeichern

### Das Cross Energy Concept

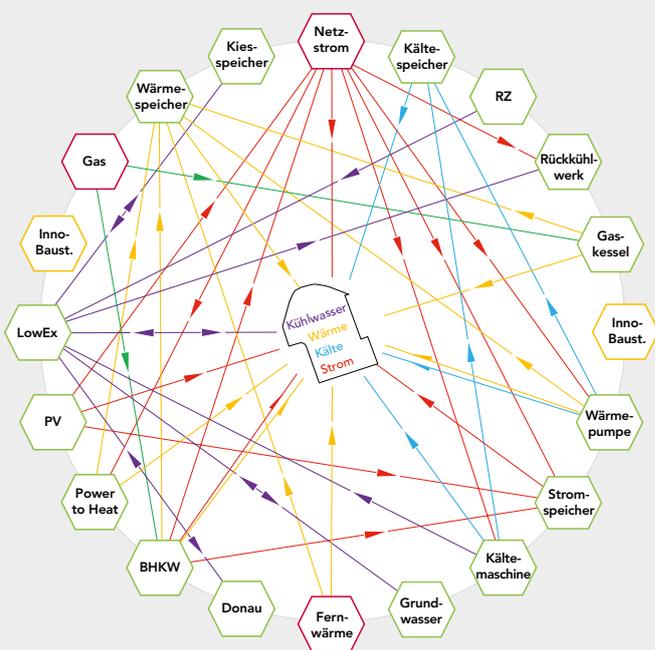
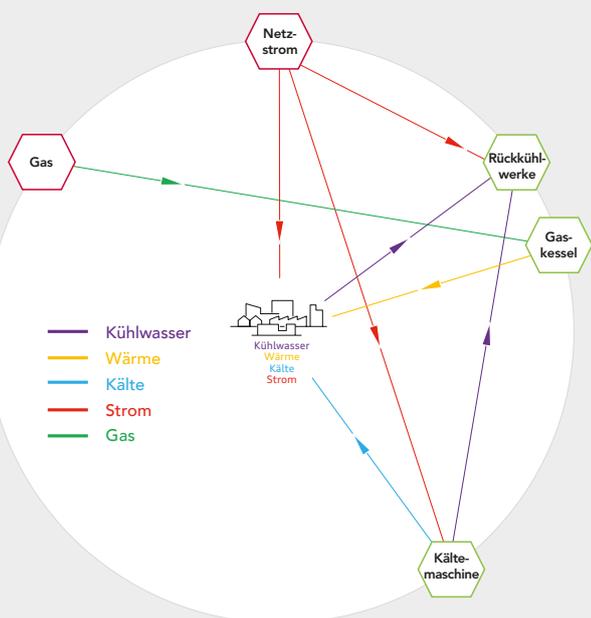
- Modelliert einzelne Teilaspekte
- Berücksichtigt Wechselwirkungen aller Energieträger
- Überwacht und simuliert Energieflüsse
- Setzt Prognosefunktionen von Einflussgrößen ein (z. B. Außentemperatur, solare Einstrahlung)
- Ermittelt Einsparpotentiale mit mathematischen Analyseverfahren
- Misst alle relevanten Energieverbräuche und Parameter

### SMART UND EFFIZIENT

#### KI für weniger CO<sub>2</sub>

Das smarte Energiekonzept des INCampus setzt Künstliche Intelligenz (KI) ein, um die verschiedenen Energieerzeuger, -verteiler und -speicher optimal zu nutzen und permanent zu verbessern.

Dazu werden kontinuierlich Daten gesammelt und mithilfe mathematischer Analyse- und Prognoseverfahren die beste Strategie für Betriebssicherheit, CO<sub>2</sub>-Einsparung und Kostenoptimierung ermittelt.



Hinweis: Beispieldarstellung

### Klassische Energieversorgung

Verbraucher werden auf direktem Weg mit Heiz- und Kühlenergie oder Strom versorgt. Mögliche Synergieeffekte werden dabei oft vernachlässigt – etwa bei Gebäuden mit gleichzeitigem Heiz- und Kühlbedarf.

### Energiekonzept des INCampus

Durch Vernetzung verschiedenster Energieerzeuger und Speicher wird der Bedarf an Primärenergie deutlich gesenkt. Das CEC-System eröffnet neue Chancen, um Synergien zu nutzen und nachhaltig zu wirtschaften.

# INNOVATIONSBAUSTEINE

## CLEVER KOMBINIERT

### Energie braucht Flexibilität

Das Energiekonzept des INCampus zeichnet sich durch höchste Flexibilität aus: Verschiedene Energieerzeuger, -verteiler und -speicher werden effektiv miteinander kombiniert – je nach Ausbauphase können zum Projekt passende innovative Technologien ergänzt werden.

So dienen Wärmepumpen als Energiewandler. Thermische Speicher (z. B. in Gebäuden) ermöglichen die Zwischenlagerung von Energie. Erprobte Techniken wie Photovoltaik-Anlagen mit nachgelagerten Speichern stützen die lokale Energieerzeugung und verringern Transportverluste.

### Aktuell geplante Innovationsbausteine



#### Grundwassernutzung/ Sanierungsbrunnen

Im Zuge der großflächigen Sanierung des Geländes mit Brunnen wird das umgewälzte Wasser als Energielieferant zum Heizen oder Kühlen genutzt.



#### Thermoaktive Bauteile

Bei den geplanten Gebäuden des INCampus kommen thermoaktive Bauteile (z. B. Betondecken mit hoher Masse) zum Heizen und Kühlen zum Einsatz.



#### Abwärmenutzung Rechenzentrum

Die Abwärme der Server wird in das LowEx-Netz als nutzbare Energie eingespeist und wiederverwendet – die Kühlleistung des Rechenzentrums reduziert sich.



#### Thermische Speicher

Drei thermische Speicher in der Energiezentrale speichern Wärme und Kälte. Der Wärme-Überschuss im Sommer wird dem System im Winter wieder zugeführt.



#### Photovoltaik- Anlagen

Moderne Photovoltaik-Anlagen mit nachgelagerten Speichern übernehmen einen Teil der elektrischen Grundlast – und stützen so die Energieversorgung.



#### Speicher- technologien

Im Sinne der Sektorkopplung nehmen Batteriespeicher überschüssige Energie von Photovoltaik-Anlagen auf und tragen zur Netzentlastung und -regulierung bei.



#### E-Mobilität/ Smart Charging

Elektrofahrzeuge können an Ladestationen auf dem gesamten Campus „betankt“ werden – im Idealfall kommt der Strom aus lokalen Photovoltaik-Anlagen.



#### Intelligente Straßenbeleuchtung

Smarte LED-Straßenleuchten erfassen Bewegungen von Fahrzeugen oder Fußgänger und dimmen bzw. erhellen die Beleuchtung automatisch nach Bedarf.

# PERFEKTES „TEAMWORK“

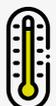
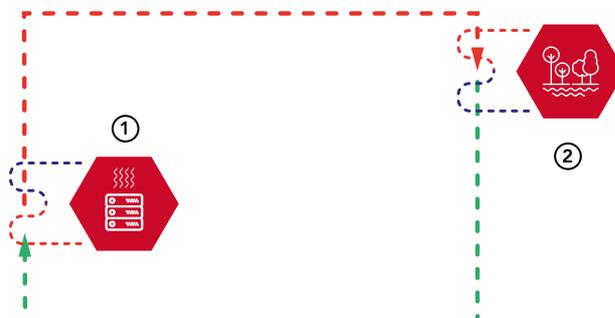
## ZU JEDER ZEIT



### Frühling

In den Übergangszeiten wird mit der Abwärme aus dem Rechenzentrum das LowEx-Netz temperiert, Überschüsse können über die Sanierungsbrunnen abgeführt werden.

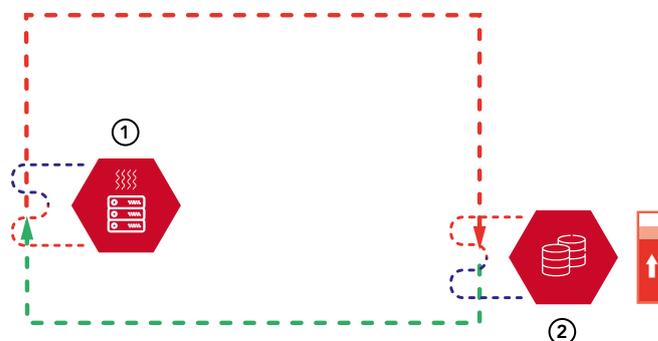
- ① Rechenzentrum dient als Wärmequelle
- ② Wärmeabgabe an den Sanierungsbrunnen



### Sommer

Die Abwärme aus den Rechenzentren oder der Gebäude wird in die thermische Langzeitspeicher eingelagert.

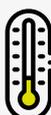
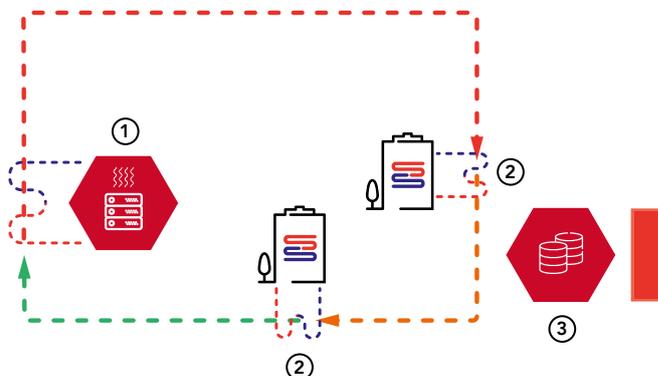
- ① Rechenzentrum dient als Wärmequelle
- ② Wärmeabgabe an den Speicher



### Herbst

Die Abwärme des Rechenzentrums wird bei Bedarf über Wärmepumpen auf das notwendige Temperaturniveau gehoben. Da es in manchen Gebäuden auch Kühlbedarf geben kann, ist eine gleichzeitige Rückkühlung in das LowEx-Netz möglich.

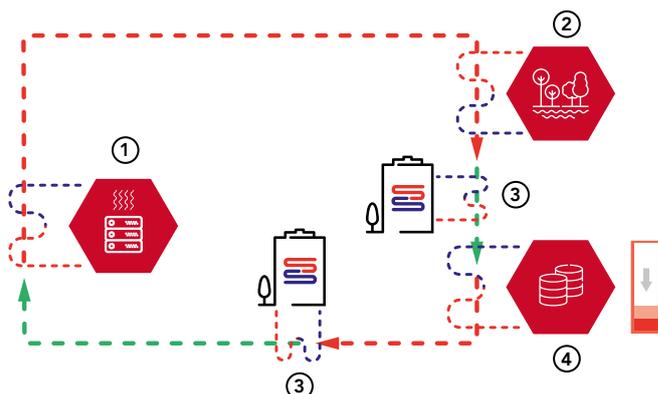
- ① Rechenzentrum dient als Wärmequelle
- ② Abwärme an die Gebäude und Rückkühlung in das LowEx-Netz
- ③ Voller Speicher



### Winter

Die Wärmequellen Rechenzentrum und Sanierungsbrunnen geben Wärme ans LowEx-Netz ab. Parallel kann dem thermischen Speicher Wärme entzogen werden und über die Wärmepumpen auf das notwendige Temperaturniveau angehoben werden.

- ① Rechenzentrum dient als Wärmequelle
- ② Sanierungsbrunnen dient als Wärmequelle
- ③ Abwärme an die Gebäude und Rückkühlung in das LowEx-Netz
- ④ Voller Speicher dient als Wärmequelle



# ENERGETISCHES TESTFELD

## PROJEKT ZUKUNFT



Bestehende Erdbecken (ehemals Feuerlöschbecken)

Erdspeicheranlage  
**28.779 m<sup>3</sup>**  
 Gesamtvolumen (brutto)

### Wertvolles Know-how für die Zukunft

Das zukunftsorientierte Energiekonzept des INCampus bietet ideale Voraussetzungen, um neue Technologien zu erproben. Die hier gewonnenen Erkenntnisse können auch für andere Standorte wegweisend sein – und einen wertvollen Beitrag zur Energiewende leisten.

### Forschungsprojekt Thermische Speicher

Gemeinsam mit der Technischen Hochschule Ingolstadt (THI) wurde das Forschungsprojekt „Entwicklung von multifunktionalen und kombinierten großskaligen Erdbecken-Langzeitspeicher für Wärme und Kälte 2018“ gestartet – hierbei wird die energetische Nachnutzung der ehemaligen Becken untersucht.

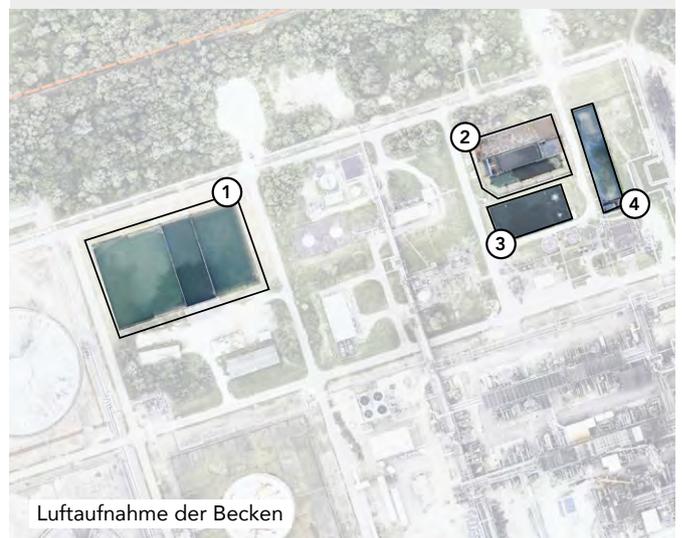
Die Erdspeicheranlage in Ingolstadt wäre mit einem Gesamtvolumen von 28.779 m<sup>3</sup> (brutto) die größte in Deutschland. Anders als bei Saisonspeichern wird hier jedoch keine solare Wärme gespeichert, sondern die überschüssige Wärme und Kälte des LowEx-Netzes eingespeichert.

Da hier gleichzeitig verschiedene Beckentypen betrieben werden, öffnet dieses Forschungsprojekt die Tür zur nächsten Generation von Großspeichern: kombinierte Multifunktionspeicher. Die hieraus gewonnenen Ergebnisse sollen ab 2022 in das Projekt einfließen.

Das Forschungsprojekt wird durch das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst gefördert.

### Ehemalige Becken aus Raffineriezeiten

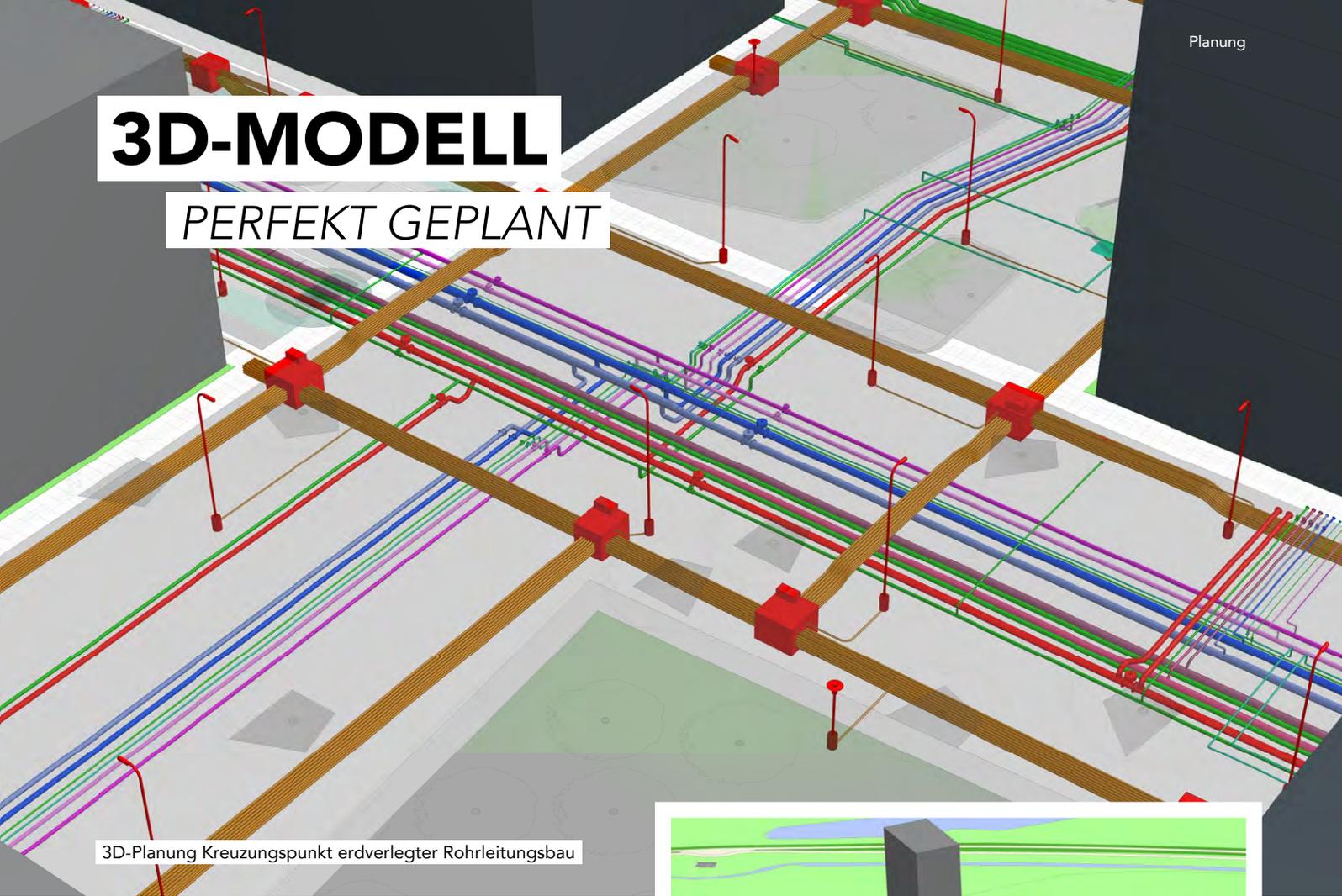
- ① Feuerlöschbecken
- ② Nachbelüfterbecken I
- ③ Belebungsbecken I+II, Nachklärbecken
- ④ Regentiefbecken



Luftaufnahme der Becken

# 3D-MODELL

## PERFEKT GEPLANT



3D-Planung Kreuzungspunkt erdverlegter Rohrleitungsbau

### Digitaler Zwilling der Technik

Die komplette Infrastruktur des INCampus einschließlich der Energiezentrale wurde mit Hilfe aufwendiger 3D-Modelle geplant – verschiedene Gewerke können so optimal geplant und umgesetzt werden.

Dabei wurde gewissermaßen ein „digitaler Zwilling“ der geplanten Technik geschaffen. Der komplette Campus mit allen Gebäuden und technischen Anlagen, die Bestandteil des Energiekonzeptes sind, wurde mit Simulationen abgebildet und optimiert.

Diese Simulation wurde bewusst als Planungswerkzeug genutzt, um eine möglichst wirtschaftliche und energieeffiziente Dimensionierung der Anlagen zu erreichen – und das Konzept des smarten Technologieparks erfolgreich umzusetzen.



3D-Planung Infrastruktur



3D-Planung erdverlegter Rohrleitungsbau



3D-Planung Energiezentrale

# **IMPRESSUM**

## **AUDI Werksplanung/ Planung Energie und Gebäudetechnik**

### **Projektleitung Energiekonzept**

Markus Faigl  
markus.faigl@audi.de

### **Projektleitung CEC/Dynamisches Energiemanagement**

Klaus Göttl  
klaus.goettl@audi.de

### **Quellennachweis**

Bilder:  
AUDI AG und INCampus GmbH  
AUDI Team Digitales Fabrikmodell  
Planungsgruppe M+M AG  
Ing. Büro ROPLAN GbR  
Uponor  
Pexels GmbH  
Shutterstock, Inc.  
iStockphoto LP

Texte:  
INCampus GmbH

Agentur: nuts communication GmbH

Stand: April 2019