



IN-CAMPUS

INNOVATIVE TECHNOLOGIEN
SMARTE ENERGIE

INHALT

Einleitung

- 04** Der IN-Campus
Zukunftstechnologie im naturnahen Raum
- 05** Der IN-Campus
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

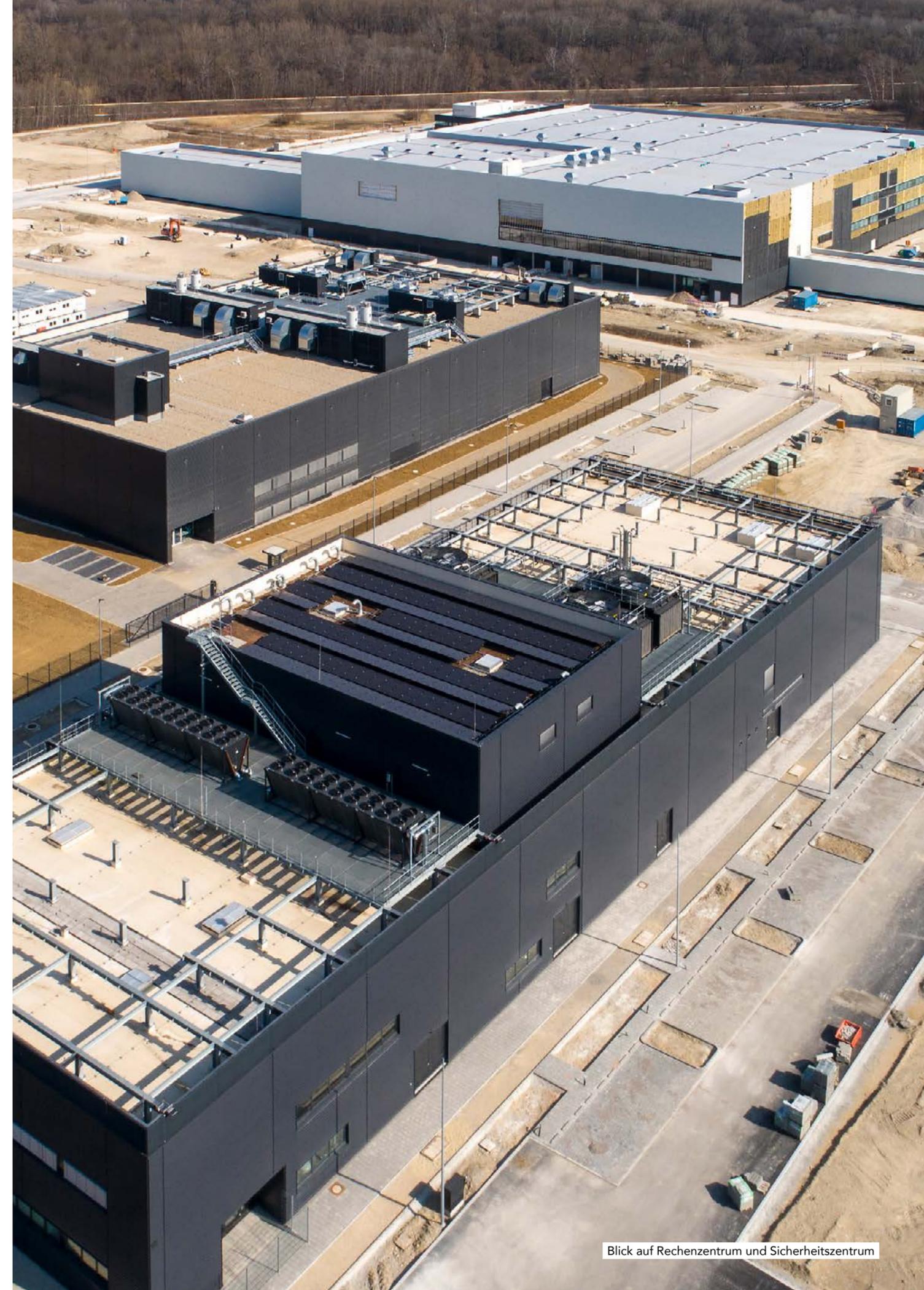
- 14** LowEx-Netz
Innovativ heizen und kühlen
- 16** Reversible Wärmepumpen
Wärme und Kälte nach Bedarf
- 18** Cross Energy Concept
Das „Gehirn“ des IN-Campus
- 20** Grundbaustein – „CEC“
Dynamisches Energiemanagement-system
- 21** IN-Campus – CEC-System
Strategische Optimierung

Innovationsbausteine

- 22** Zentrale Intelligenz
Die Umschaltmatrix
- 24** Innovationsbausteine
Clever kombiniert
- 25** Perfektes „Teamwork“
Zu jeder Zeit
- 26** Innovationsbausteine
Thermische Nutzung, Abstromsicherung, Abwärmennutzung, Rechenzentrum, Hermische Speicher, Sprinklertanks, Energiezentrale

Forschung & Planung

- 28** Symbiose Photovoltaik
Gründach Energiezentrale
- 29** Monitoring
- 30** Energetisches Testfeld
Vom Feuerlöschbecken zum thermischen Speicher
- 31** 3D-Modell
Perfekt geplant



Blick auf Rechenzentrum und Sicherheitszentrum

DER IN-CAMPUS

ZUKUNFTSTECHNOLOGIE IM NATURNAHEN RAUM

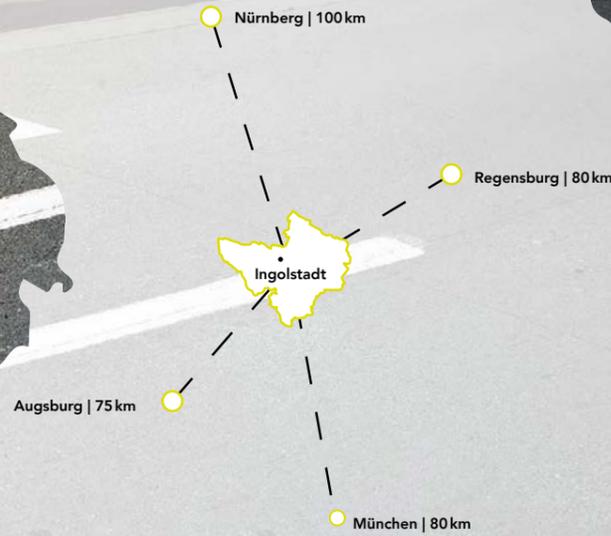
Innovationen mit Standortvorteil

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

In unmittelbarer Nachbarschaft: Das Stammwerk der AUDI AG. 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



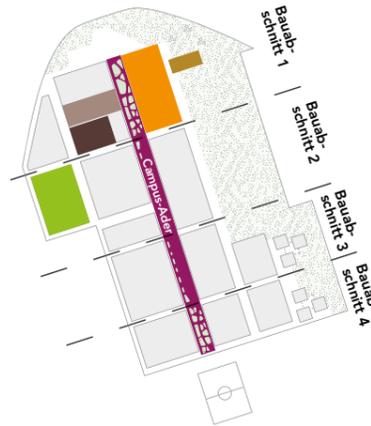
75 ha
mit Zukunft

Starke Partner_innen: Audi und die Stadt Ingolstadt

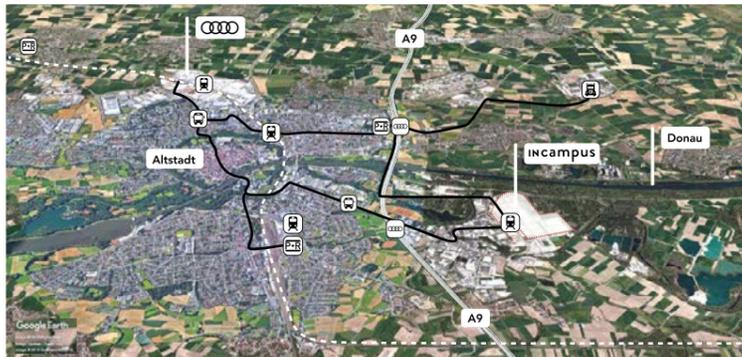
Der IN-Campus ist ein Joint Venture von Audi und der Stadt Ingolstadt. Aufgaben sind die Sanierung des ehemaligen Raffineriegeländes sowie die Entwicklung, Planung und Realisierung von Infrastrukturprojekten und Gewerbeimmobilien.

Derzeit sind auf zwei von insgesamt vier Bauflächen geplant:

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



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



DER IN-CAMPUS

INNOVATIV UND ÖKOLOGISCH

INNOVATIVE TECHNOLOGIEN

IN-Campus bietet ideale Infrastruktur für

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

Grundlegende Vorteile des IN-Campus

- Standort mit großem Identifikationspotential für Mitarbeiter_innen 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 IN-Campus 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
- CO₂-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 IN-Campus 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
- Abstomsicherung mit Grundwasseraufbereitung

Landleveling auf einer Fläche von **65.000 m²**



Vor dem Landleveling



Nach dem Landleveling

„Kraterlandschaft“ beseitigen

Beim so genannten Landleveling wurden in Stufe 1 bereits rund 65.000m² durch die Sanierung der entstandenen „Kraterlandschaft“ auf ein einheitliches Geländeniveau gebracht. Hierbei wurden ca. 21.000m³ Erdrich bewegt.



20.000 Volt
Kabelsysteme

Verlegung Kabelsysteme

IN-Campus mit Strom versorgen

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

5.500 m
Stromtrasse

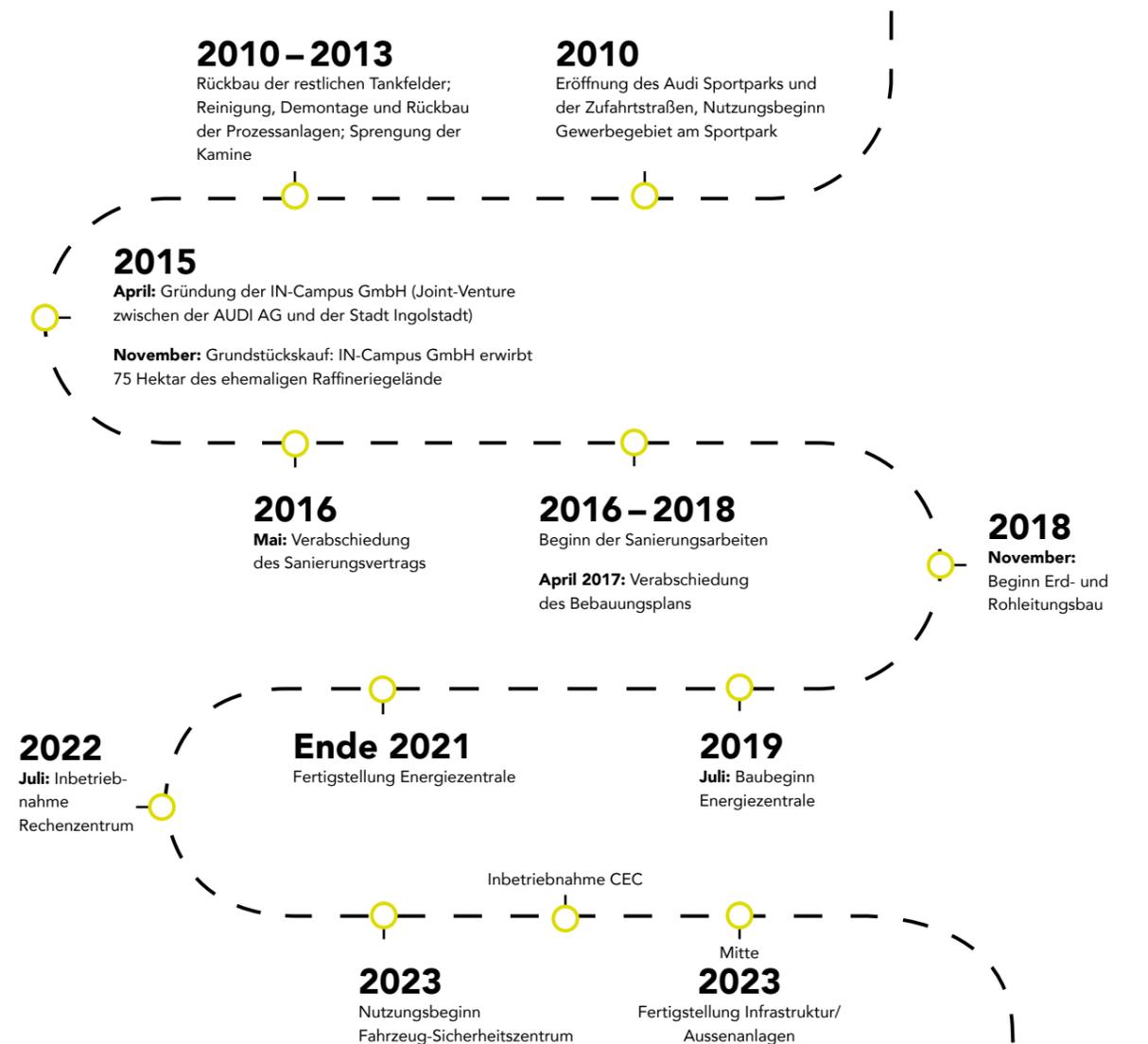


Verlauf erdverlegte Stromtrasse



MEILENSTEINE WEG IN DIE ZUKUNFT

Rückkühlleinrichtung Dachaufsicht Energiezentrale



SMARTES ENERGIEKONZEPT

LOW EXERGY



IN-Campus setzt auf LowEx-System

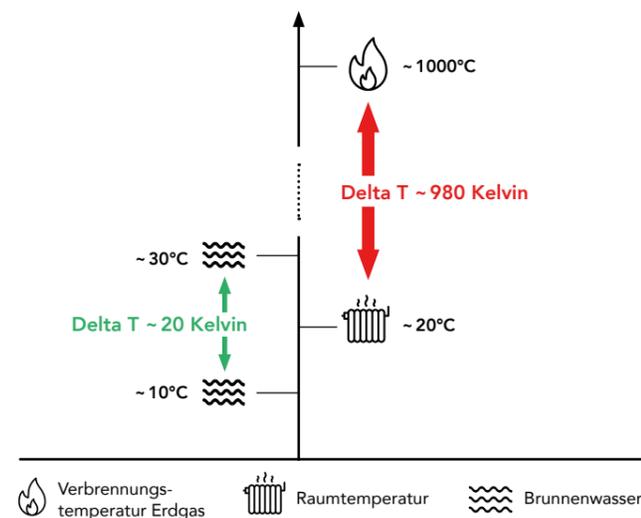
Möglichst wenig hochwertige Energie verbrauchen: Dies ist die Leitidee des Low Exergy-Konzepts. Exergie ist der Anteil der Energie, der Arbeit verrichten kann (z.B. Strom in Licht umwandeln) – Anergie ist der Anteil, der keine Arbeit verrichten kann (z.B. Abwärme).

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.



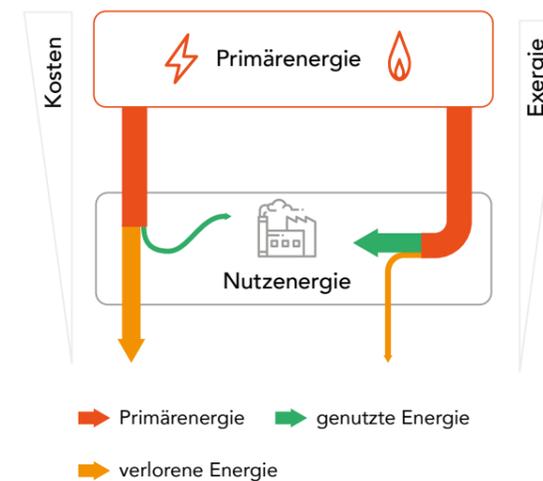
Fazit: LowEx-Systeme sparen nicht nur Energie, sondern hochwertige **Exergie** – und sind deshalb besonders umweltfreundlich.

GERINGE TEMPERATUREN

WENIGER VERBRAUCH

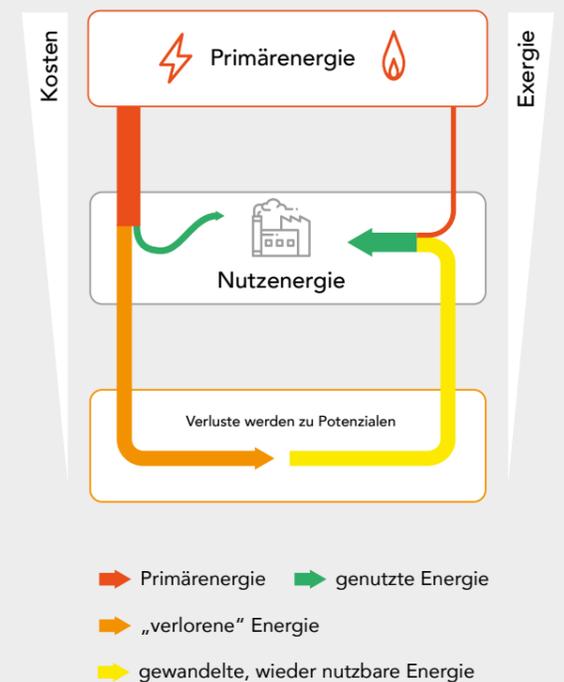
Nachteile konventioneller Energiesysteme

- 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



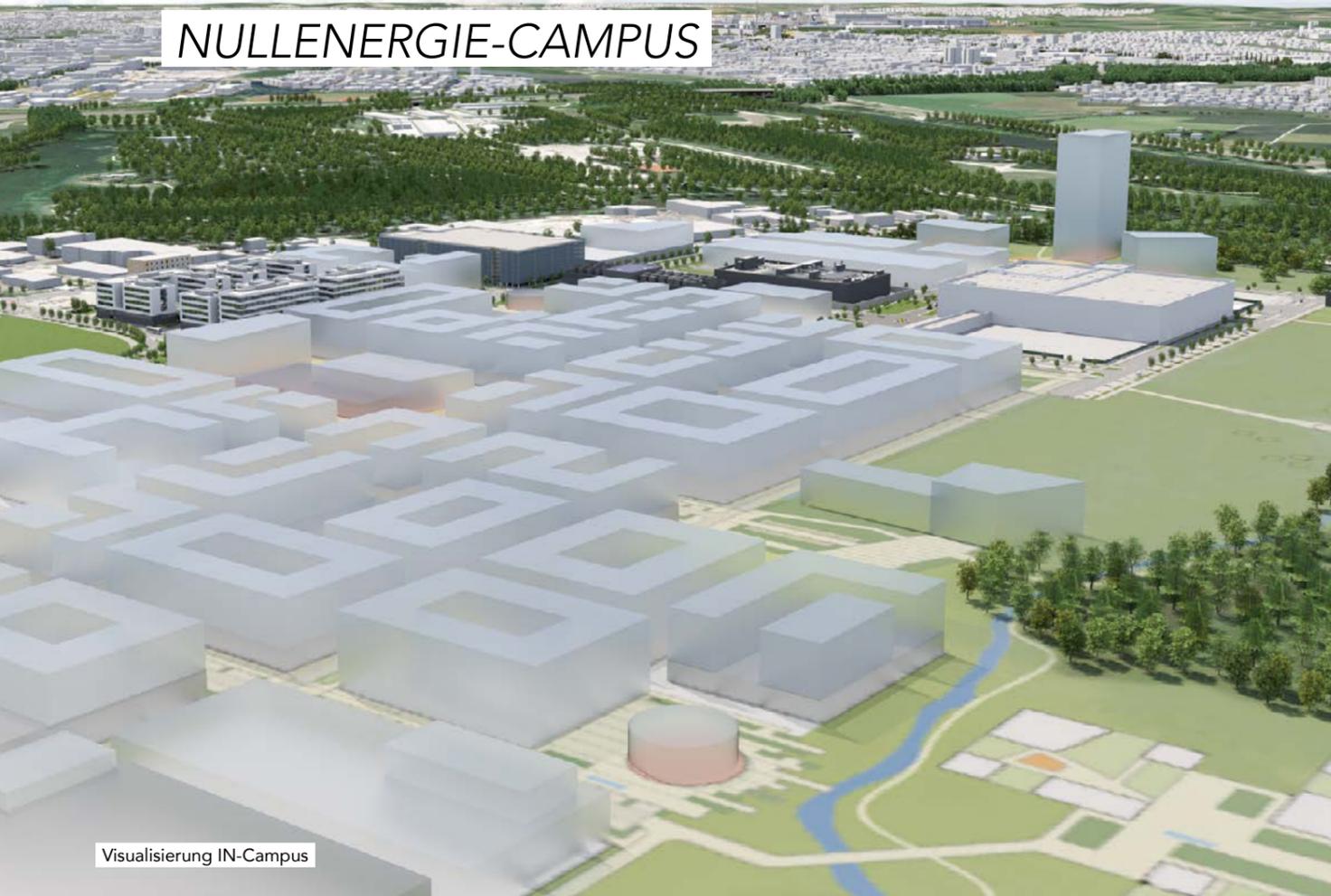
Vorteile des smarten LowEx-Systems

- 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 IN-Campus

Energiewende für ein ganzes Quartier

Ökologie und Nachhaltigkeit spielen bei der Entwicklung des IN-Campus 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.



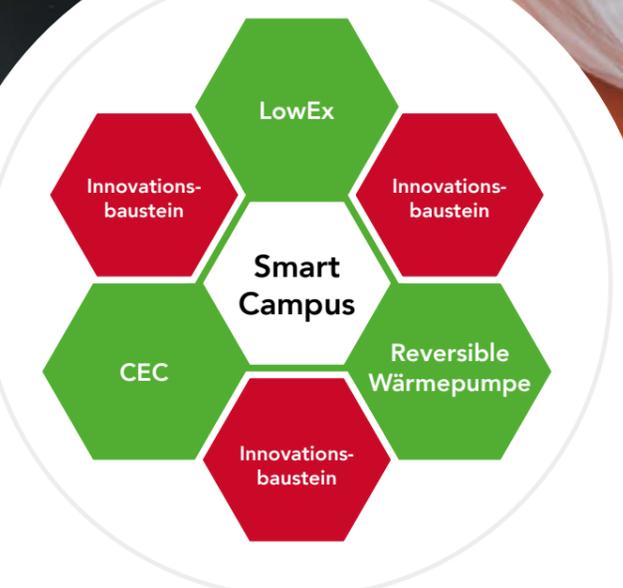
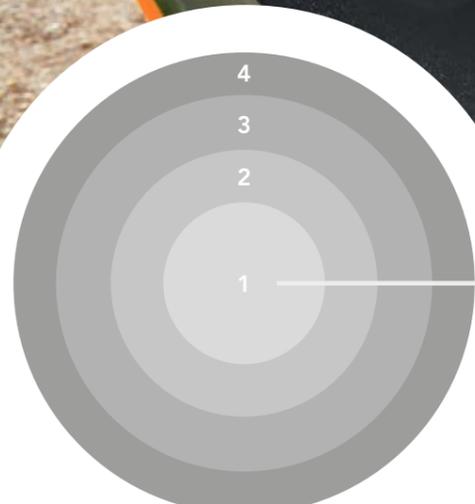
Ideale Bedingungen aus energetischer Sicht

- 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 2
- Baustufe 3
- Baustufe 4
- Grundbaustein
- Innovationsbaustein

Energiekonzept als modulares System

Das Energiekonzept des IN-Campus 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

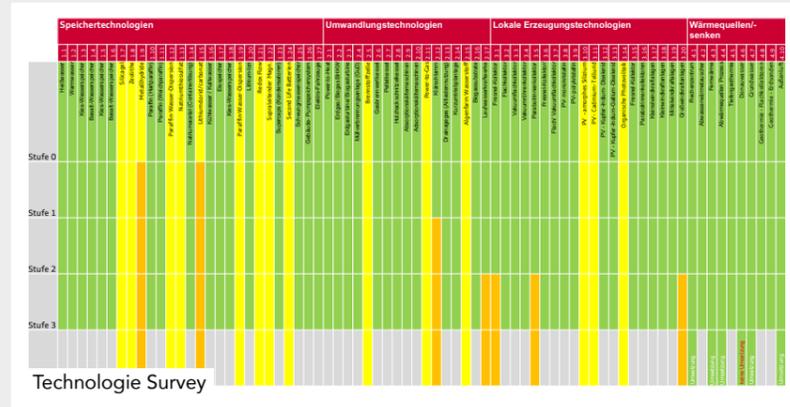
INNOVATIONSBAUSTEINE

Fast alle Technologien nutzbar

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

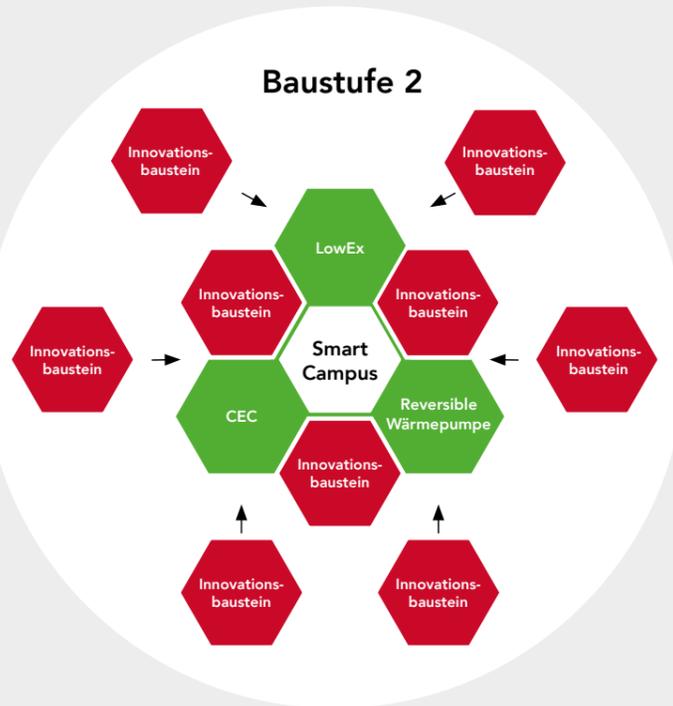
Ergebnis: Von den 74 analysierten Innovationsbausteinen lassen sich 67 problemlos integrieren. Dies zeigt eindrucksvoll, wie flexibel und zukunftsfähig das entwickelte Energiekonzept ist.

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



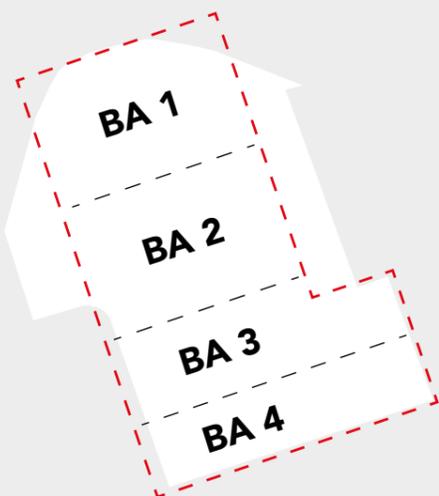
Innovationen ganz nach Bedarf

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 IN-Campus braucht es neue Wege, um Energie effizient einzusetzen.

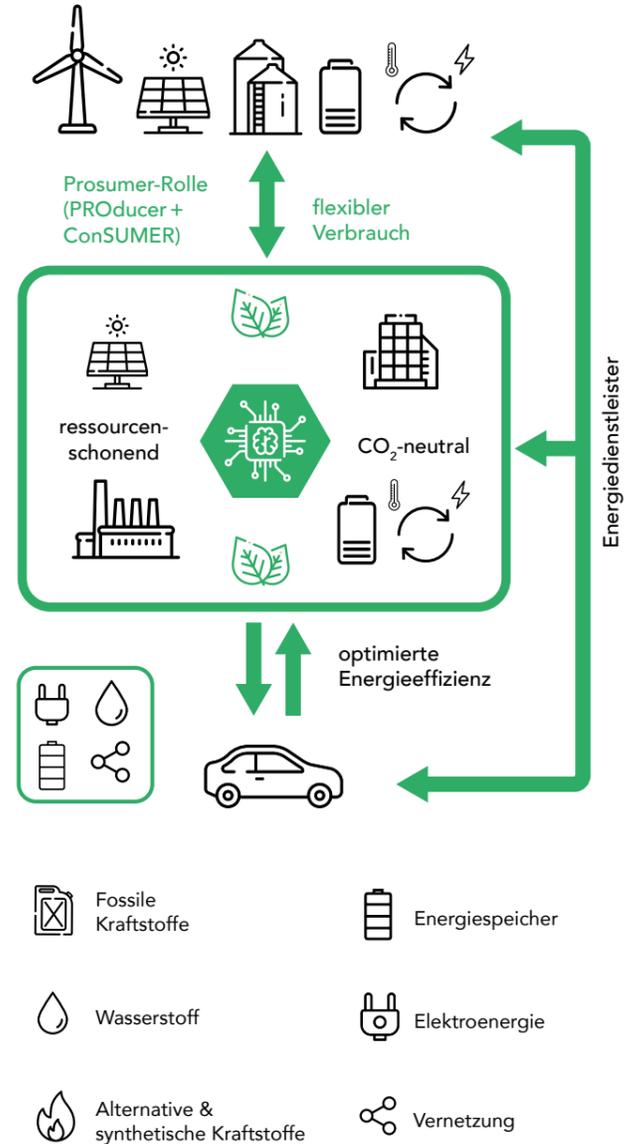
Neben aktivem Lastmanagement und dezentralen Energiespeichern steht die so genannte Sektorkopplung im Vordergrund: Dabei werden die Energiesektoren Elektrizität, Wärmeversorgung, Kälte, Kühlwasser und Mobilität intelligent miteinander vernetzt.

Durch die Vernetzung von elektrischer und thermischer Energie sowie Energiespeichern lassen sich CO₂-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.



- Fossile Kraftstoffe
- Energiespeicher
- Wasserstoff
- Elektroenergie
- Alternative & synthetische Kraftstoffe
- Vernetzung

LOWEX-NETZ

INNOVATIV HEIZEN UND KÜHLEN



Bau der Rohrleitungstrassen

Verbraucher werden zu Erzeugern

Das LowEx-Netz dient allen Gebäuden auf dem IN-Campus 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 BA1
3.000 m
Gesamt
9.100 m

Wasserinhalt BA1
1.220.000 l
Gesamt
2.200.000 l

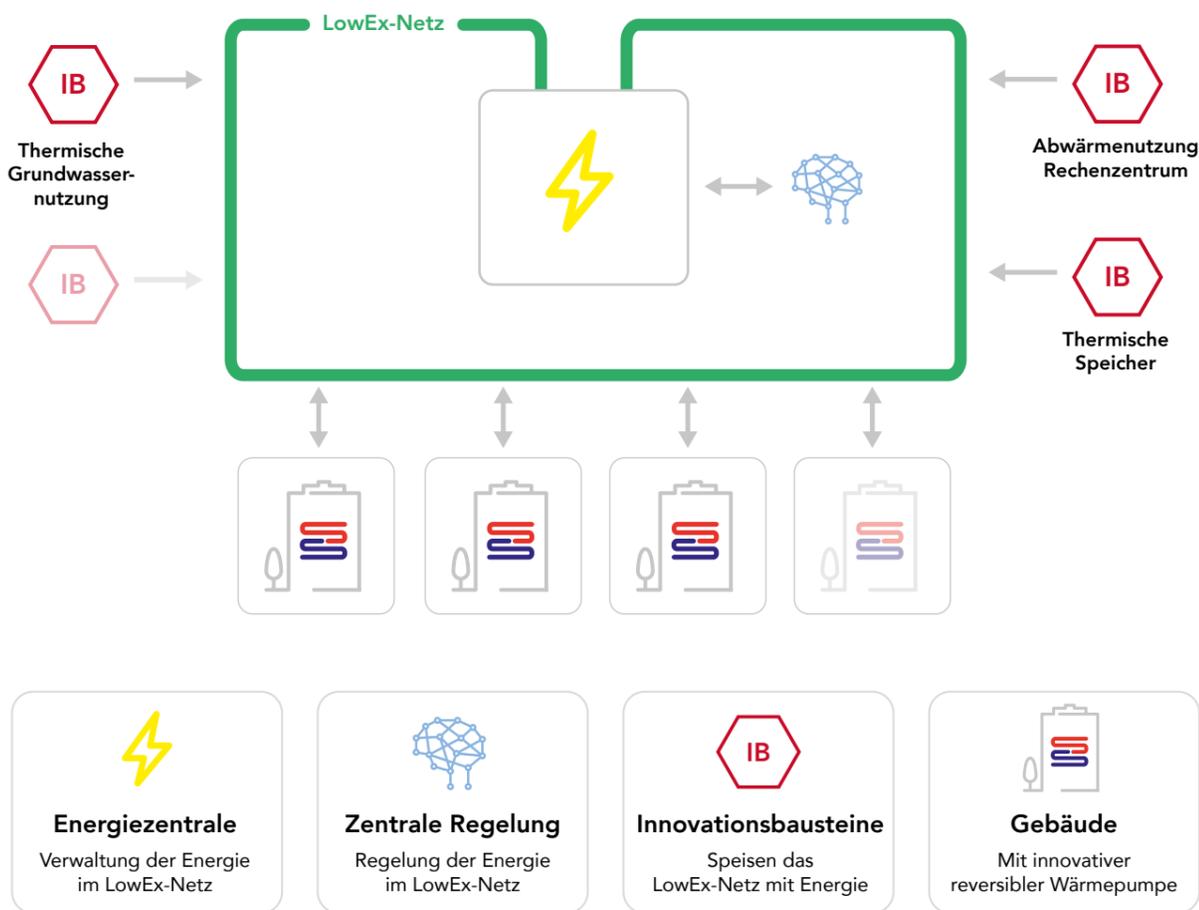
Verlegung LowEx-Netz



Hydraulische Verteilung Energiezentrale



Medienauspeisung Energiezentrale



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.

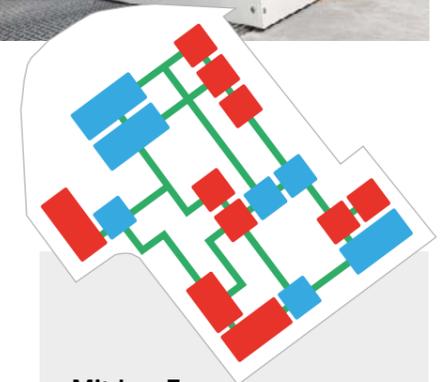
Das LowEx-Netz mit 2.200 m³ Leitungsinhalt (im Endausbau) ist wie ein großer Pufferspeicher im Untergrund. In Verbindung mit reversiblen Wärmepumpen lassen sich so alle Gebäude auf dem IN-Campus effizient heizen und kühlen.



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

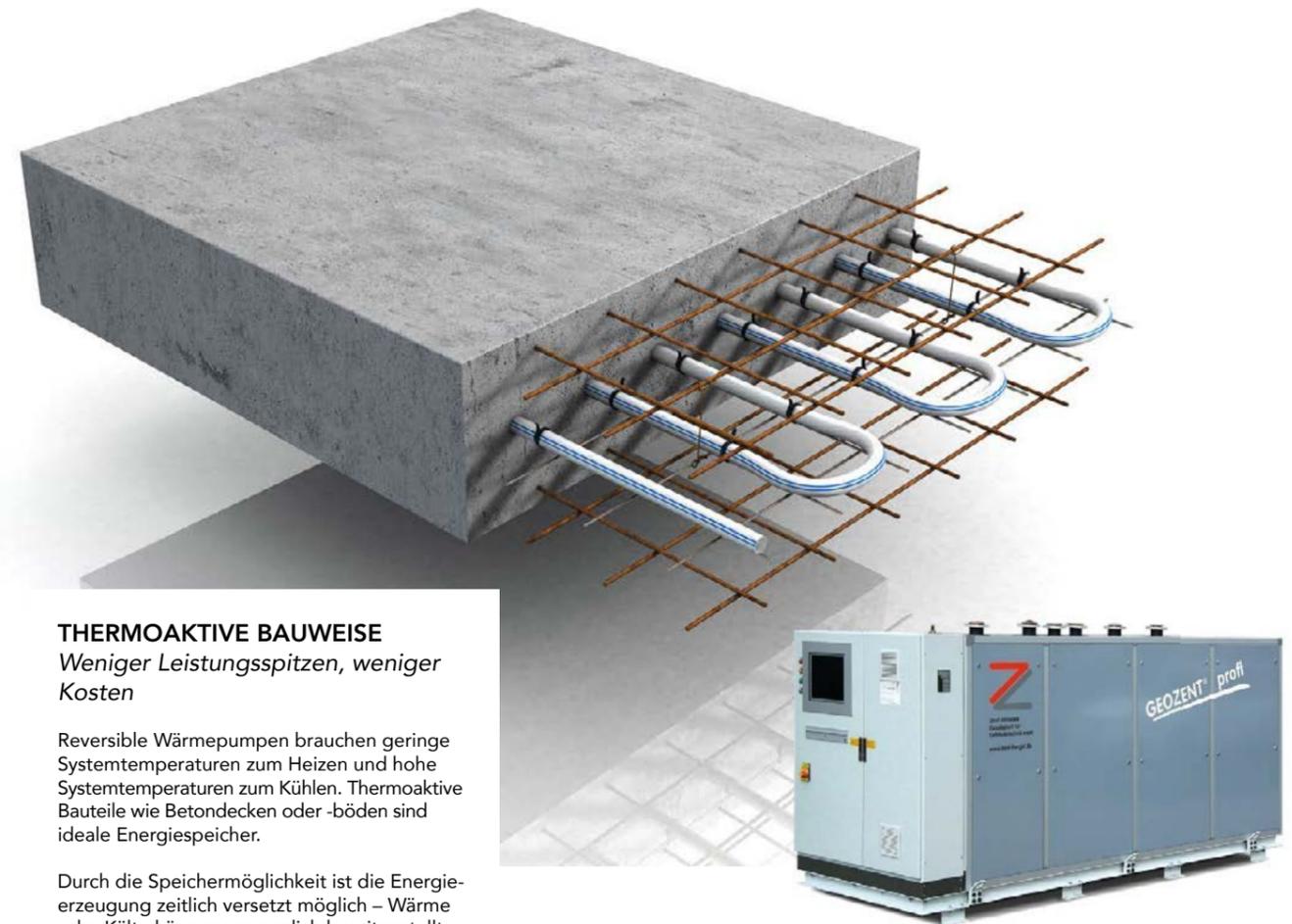
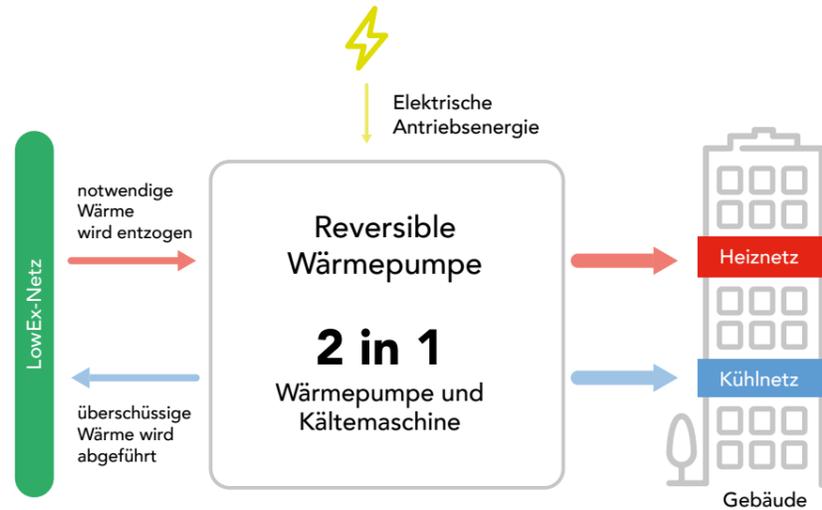
WÄRME UND KÄLTE NACH BEDARF

Das Funktionsprinzip Kühltank

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.



THERMOAKTIVE BAUWEISE

Weniger Leistungsspitzen, weniger Kosten

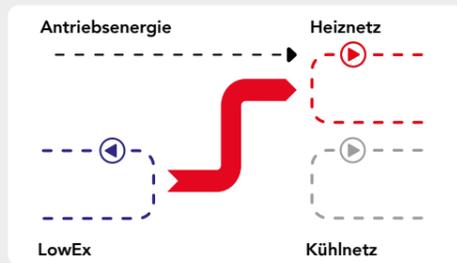
Reversible Wärmepumpen brauchen geringe Systemtemperaturen zum Heizen und hohe Systemtemperaturen zum Kühlen. Thermoaktive Bauteile wie Betondecken oder -böden sind ideale Energiespeicher.

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

Bild: Aufbau thermoaktives Bauteil (©Uponor)

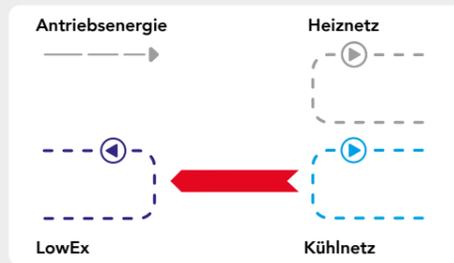
POWER TO HEAT 2.0

Eine Anlage für Wärme und Kälteerzeugung



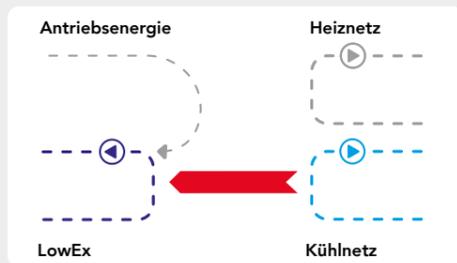
Heizbetrieb

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



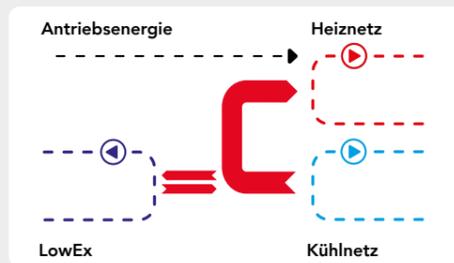
Naturalkühlbetrieb

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



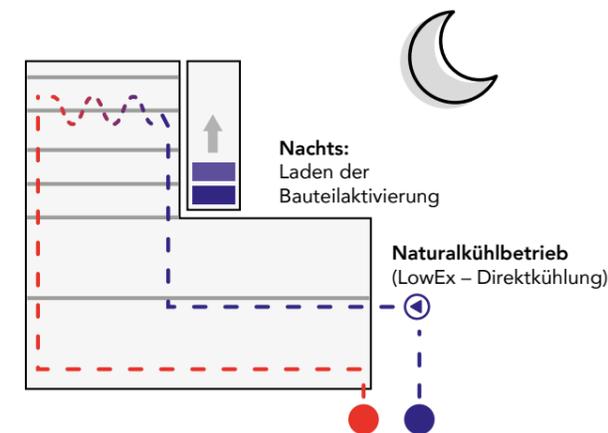
Mechanischer Kühlbetrieb

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



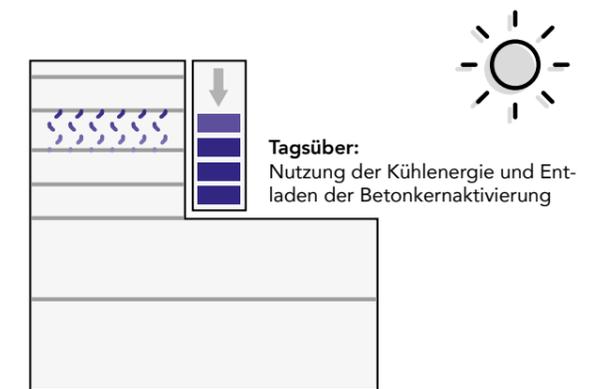
Dualbetrieb

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



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.

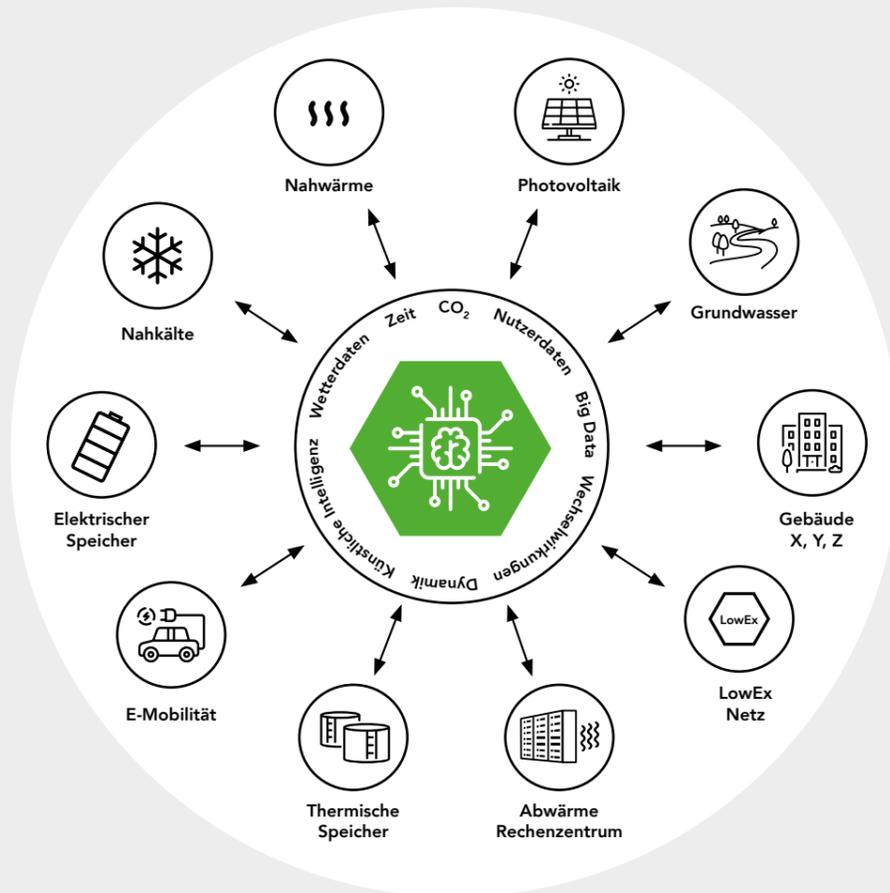
i Durch den Einsatz von reversiblen Wärmepumpen und deren integrierte Umschaltung ist es möglich, Wärme und Kälte zeitgleich zu produzieren. Somit findet eine optimale Wärmerückgewinnung statt und nur die fehlende/überschüssige Energie wird aus dem LowEx-Netz zur Verfügung gestellt/abgeführt.

CROSS ENERGY CONCEPT

DAS "GEHIRN" DES IN-CAMPUS

Das Energiemanagement des IN-Campus 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

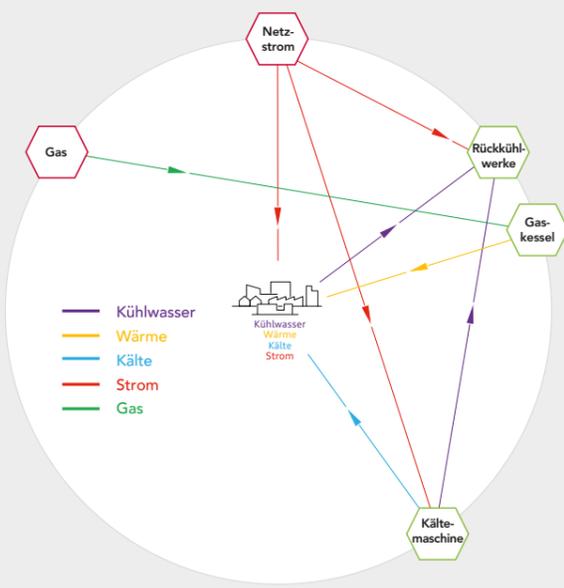
Das Cross Energy Concept

- 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 CO₂

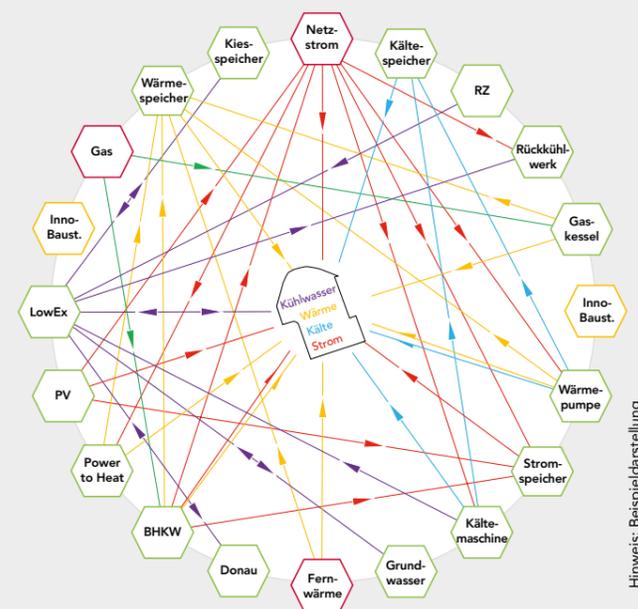
Das smarte Energiekonzept des IN-Campus setzt Künstliche Intelligenz (KI) ein, um die verschiedenen Energieerzeuger, -verteiler und -speicher optimal zu nutzen und permanent zu verbessern.

Dazu werden kontinuierlich Daten gesammelt und mithilfe mathematischer Analyse- und Prognoseverfahren die beste Strategie für Betriebssicherheit, CO₂-Einsparung und Kostenoptimierung ermittelt.



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.



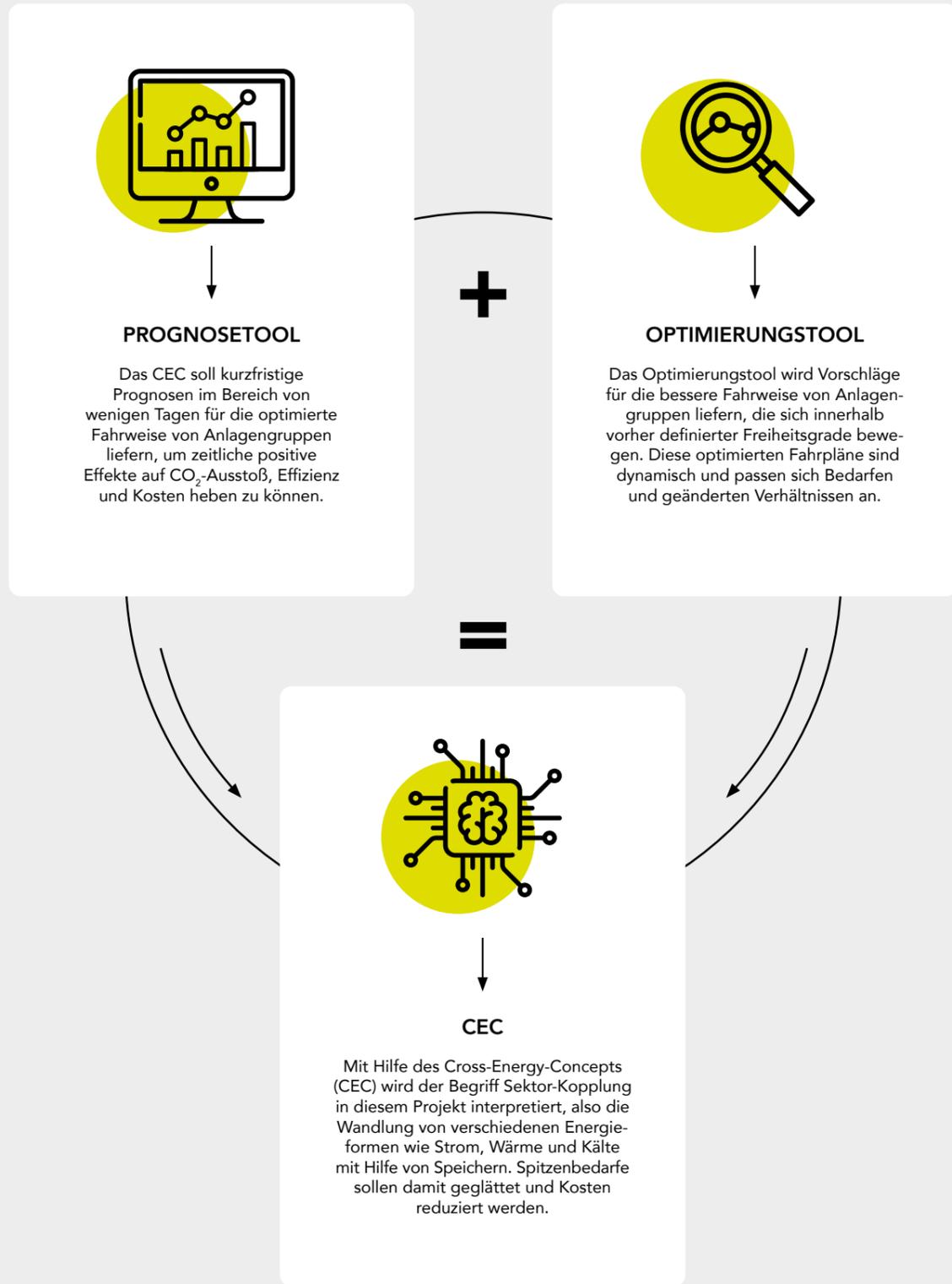
Energiekonzept des IN-Campus

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

Hinweis: Beispielarstellung

GRUNDBAUSTEIN – „CEC“

DYNAMISCHES ENERGIEMANAGEMENTSYSTEM

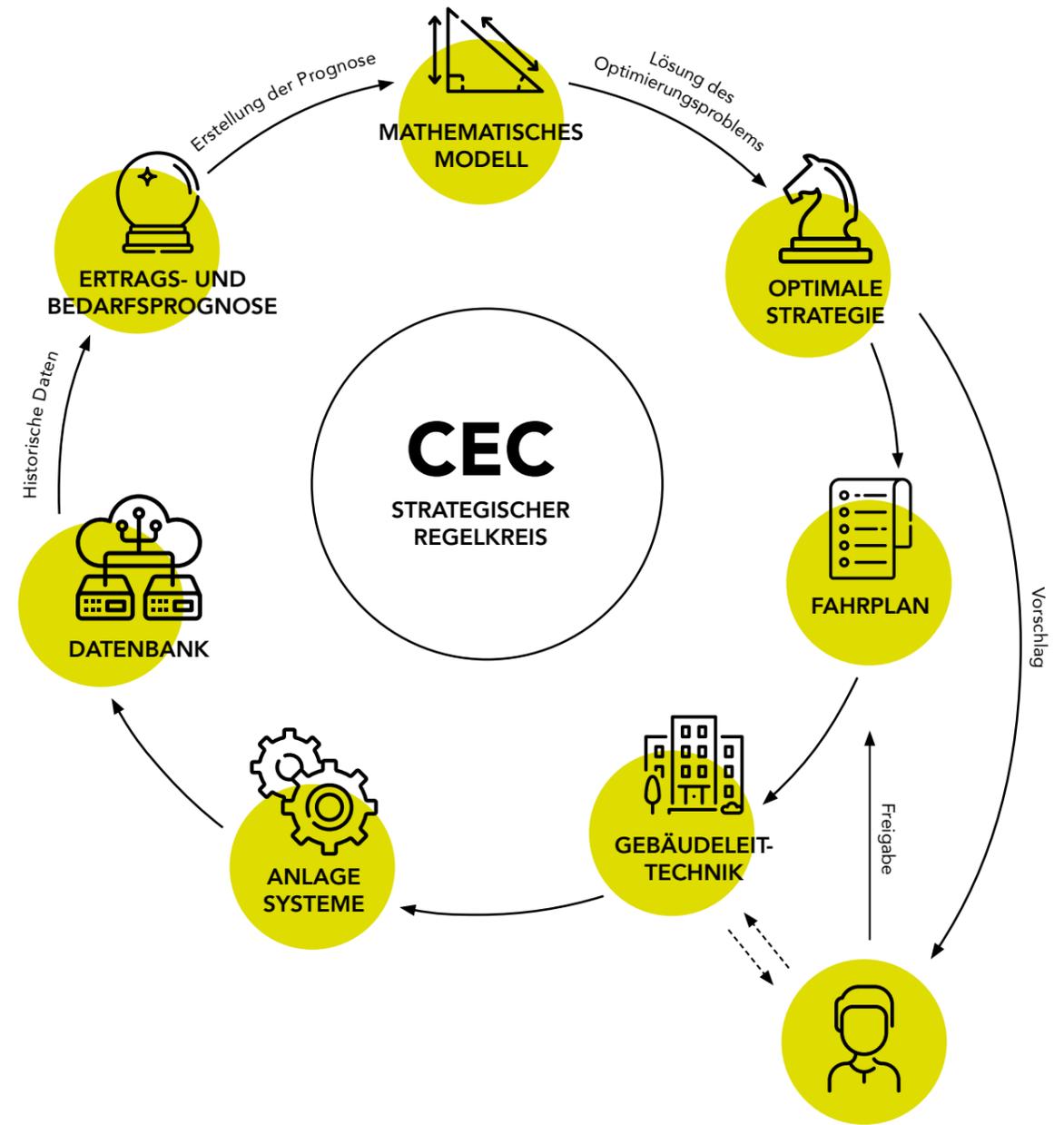


IN-CAMPUS – CEC-SYSTEM

STRATEGISCHE OPTIMIERUNG

Das CEC-System nutzt vorhandene aktuelle und gesammelte Betriebsdaten aus der Gebäudeleittechnik. In Kombination mit den verfügbaren Anlagen werden in einer Datenbank Zeitreihen gebildet. Daraus lassen sich Ertrags- und Bedarfsprognosen errechnen. Mittels mathematischer Modelle der Anlagengruppen

wird eine optimale Strategie für die Fahrweise der Anlagen vorgeschlagen. Der Betreiber überwacht das System und hat dabei immer die Möglichkeit einzugreifen und den Fahrplan zuzulassen oder zu übersteuern.



ZENTRALE INTELLIGENZ: DIE UMSCHALTMATRIX

QUELLEN / SENKEN / SPEICHERN

Mit den einzelnen Anlagengruppen innerhalb der Energiezentrale und in Verbindung mit der Infrastruktur des Medien-Leitungsnetzes (LowEx-Netz) ergeben sich etliche Verschaltungsmöglichkeiten (über 60). Mit Hilfe einer Umschaltmatrix wurden mögliche und sinnvolle Kombinationen ermittelt und eingestuft. Je nach Witterungsbedingungen, Verfügbarkeit und Bedarf erfolgt dann die Wahl des passenden Szenarios. Alle Kriterien werden permanent neu bewertet, sodass ein Wechsel des Szenarios automatisch eingeleitet wird, falls sinnvoll.

Anlage	Verbrauch																Legende	
	FEW	KMG/L	LWP	KMV	BWA	DOW	SST	RKG	RKO	RZQL	GWV	G-HT WG	GKV	G-NT KG	ESP	KSP		LOX
FEW	X																	
KMG/L		X																
LWP			X															
KMV	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DWA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
DOW	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SST	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RKG	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RKO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
RZQL										X								
GWV										X								
G-HT WG											X							
GKV												X						
G-NT KG	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ESP	X																	
KSP																		
LOX																		



INNOVATIONSBAUSTEINE

CLEVER KOMBINIERT

Energie braucht Flexibilität

Das Energiekonzept des IN-Campus 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 IN-Campus 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.



Speichertechnologien

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.

= bereits umgesetzt

PERFEKTES „TEAMWORK“

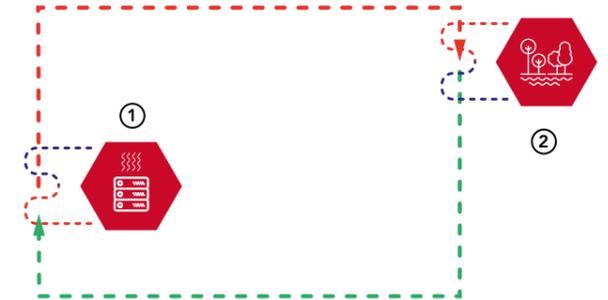
ZU JEDER ZEIT



Frühling

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

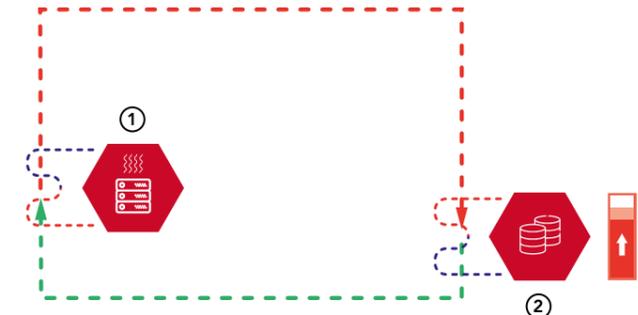
- ① Rechenzentrum dient als Wärmequelle
- ② Wärmeabgabe an den Sanierungsbrunnen



Sommer

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

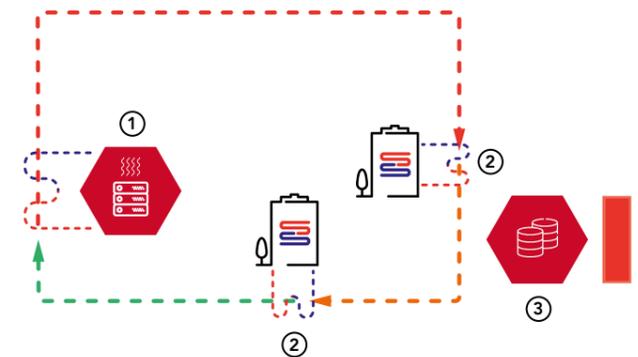
- ① Rechenzentrum dient als Wärmequelle
- ② Wärmeabgabe an den Speicher



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.

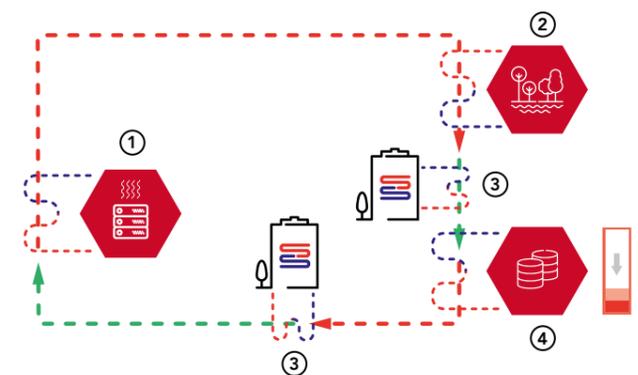
- ① Rechenzentrum dient als Wärmequelle
- ② Abwärme an die Gebäude und Rückkühlung in das LowEx-Netz
- ③ Voller Speicher



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

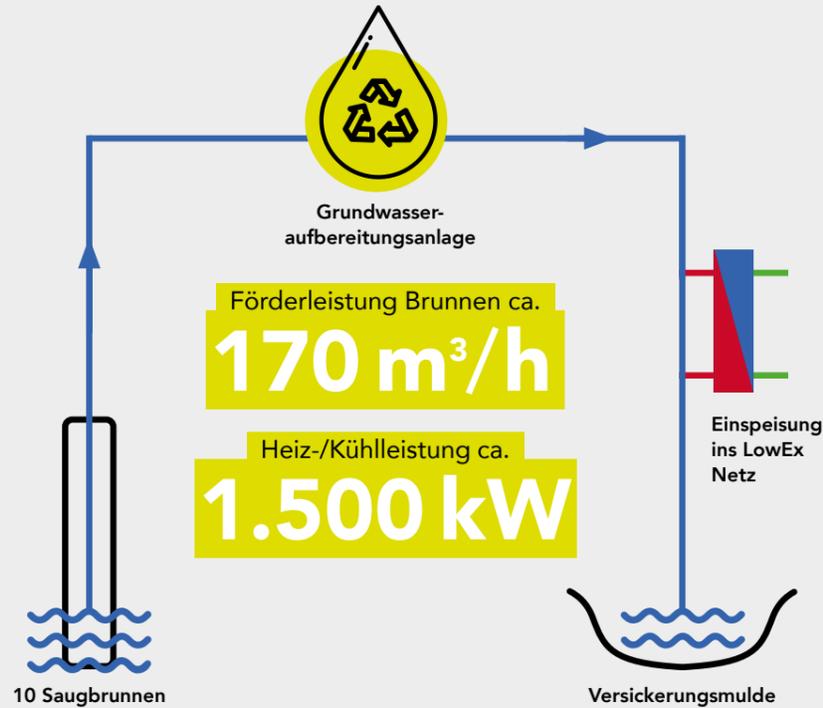


INNOVATIONSBAUSTEINE

THERMISCHE NUTZUNG ABSTROMSICHERUNG

Abstromsicherung – Brunnengalerie zum Schutz der angrenzenden Flächen:

Eine Galerie aus zehn Brunnen sorgt dafür, dass belastetes Grundwasser nicht in die angrenzenden Flächen abströmt. Diese Brunnen fördern bis zu ca. 170 Kubikmeter belastetes Wasser je Stunde aus dem Boden. Eine mehrstufige Grundwasseraufbereitungsanlage reinigt es, bevor es über großflächige Versickerungsbecken im Nordosten des Geländes wieder in den Grundwasserkreislauf geleitet wird. Das geförderte Grundwasser kann zum Heizen und Kühlen verwendet werden. Hierzu wird es abgekühlt bzw. aufgeheizt bevor es versickert wird.



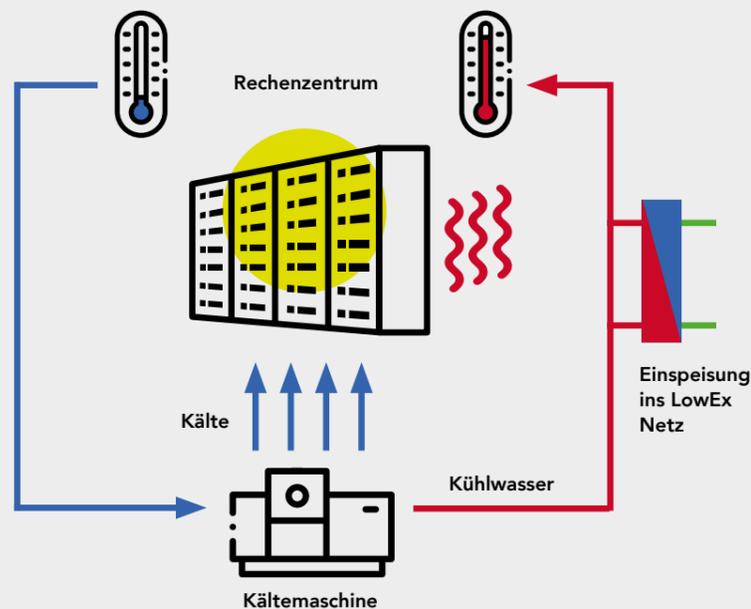
ABWÄRMENUTZUNG RECHENZENTRUM

Bytes for Heat

Für den digitalen Fortschritt schafft das Rechenzentrum die notwendige Grundversorgung für sensible IT-Systeme und unterstützt digitale Zukunftsprojekte mit modernster Hard- und Software.

Beim Betrieb des Data Centers erwärmen sich die Server, was erfordert, sie kontinuierlich zu kühlen. Es entsteht Wärme, die bei klassischen Energiekonzepten oftmals ungenutzt und unter weiterem Energieaufwand an die Umwelt abgegeben wird.

Die anfallende Abwärme aus dem Rechenzentrum des IN-Campus wird über das LowEx-Netz zur Beheizung des gesamten IN-Campus verwendet. Ist wie z. B. in den Sommermonaten kein Heizbedarf vorhanden, kann ein Großteil der Energie im thermischen Speicher zwischengespeichert werden.



THERMISCHE SPEICHER SPRINKLERTANKS ENERGIEZENTRALE

Beschreibung des Projekts

Die Sprinklertanks werden zur thermischen Nutzung über Plattenwärmetauscher ins LowEx-Netz eingebunden. Dank der großen Speichervolumen sind die Sprinklertanks gleichzeitig auch Energiespeicher.

Thermische Speicherkapazität

Tank 1	30 MWh
Tank 2	50 MWh
Tank 3	50 MWh

Mögliche Einspeisung von

Wärmeleistung	1.500 kW
Kälteleistung	1.500 kW

Abmessungen

Tank 1	750 m³
Tank 2	1200 m³
Tank 3	1200 m³



SYMBIOSE PHOTOVOLTAIK

GRÜNDACH ENERGIEZENTRALE

Beschreibung des Projekts

Die Dachfläche über dem Penthaus wird mit extensiver Dachbegrünung und einer Photovoltaik-Anlage ausgestattet. Die Dachbegrünung dient parallel als Auflast zur Befestigung der PV-Unterkonstruktion.

Dachbegrünung:

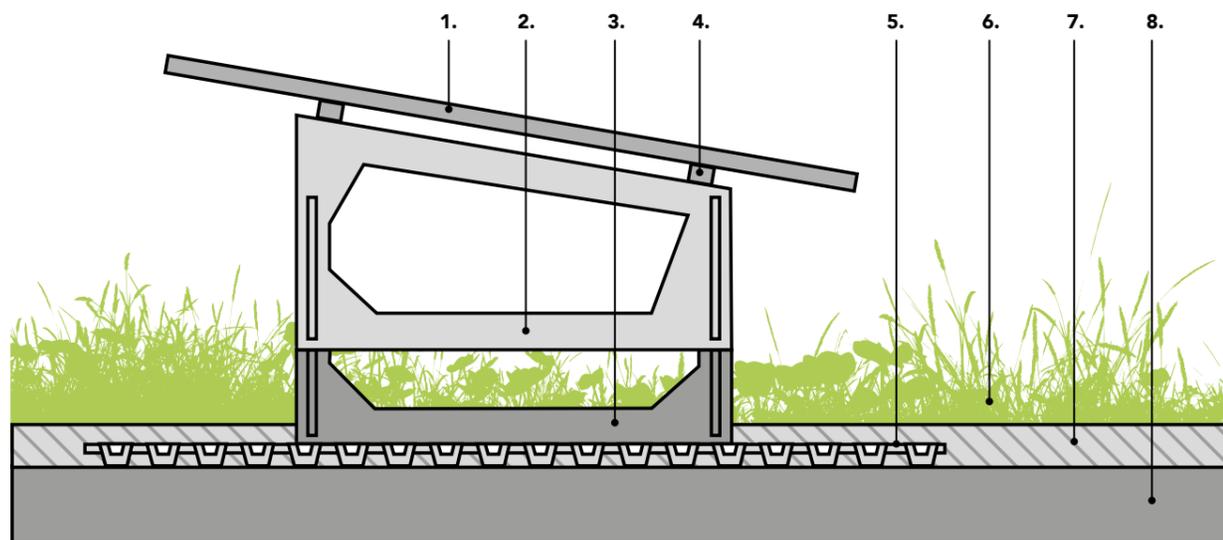
Höhe des Dachaufbaus	12 cm extensive
Dachbegrünung Grünfläche	610 m ²
Verwendetes Granulat	Dachgartensubstrat
Saatgut	siehe Saatgutliste

Photovoltaik-Anlagen

Fläche	360 m ²
Art der Zellen	Monokristallin
Nennleistung	89 KW Peak
Ertragsmenge	85.000 kWh pro Jahr
Wirkungsgrad	23 %



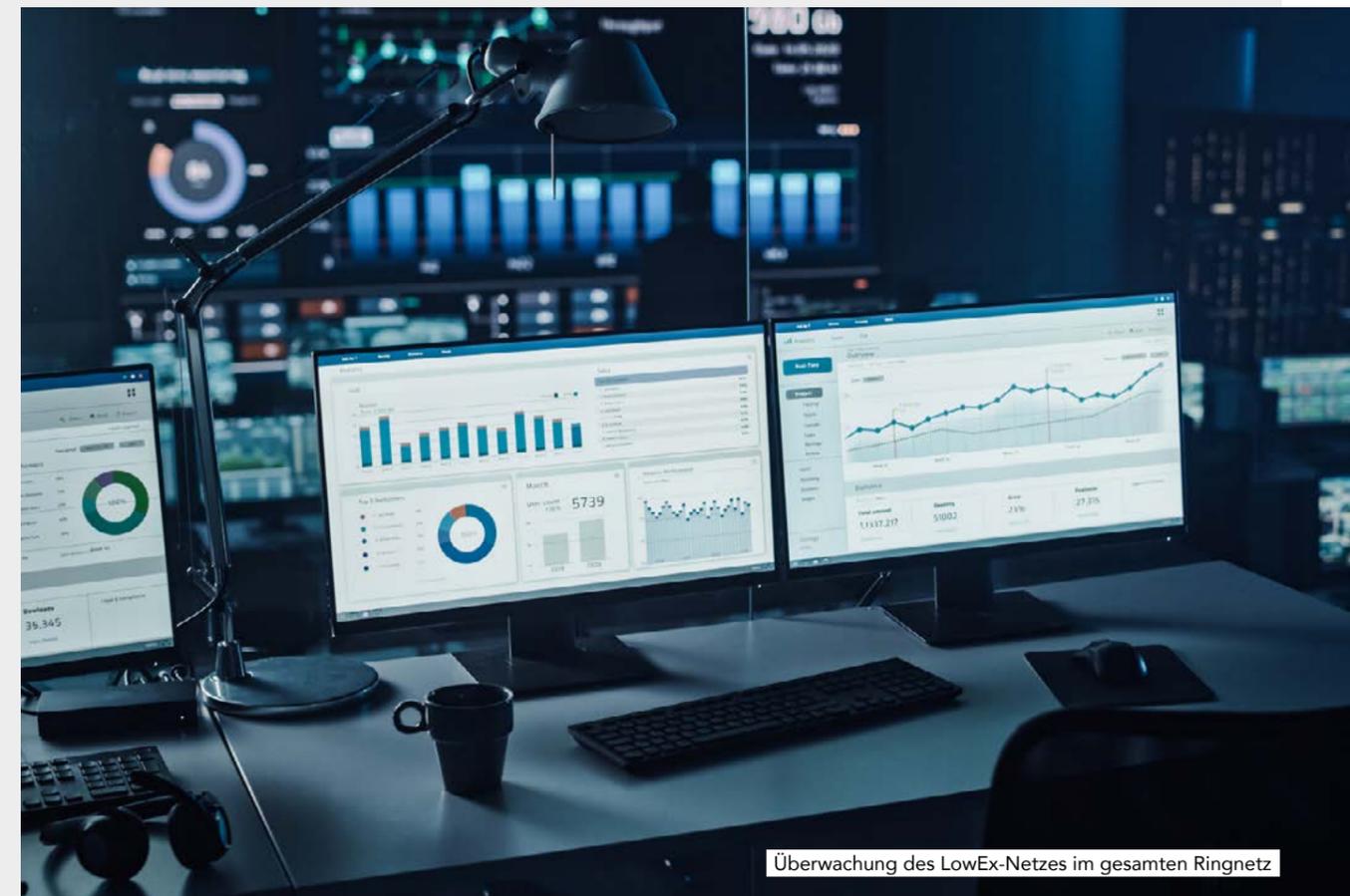
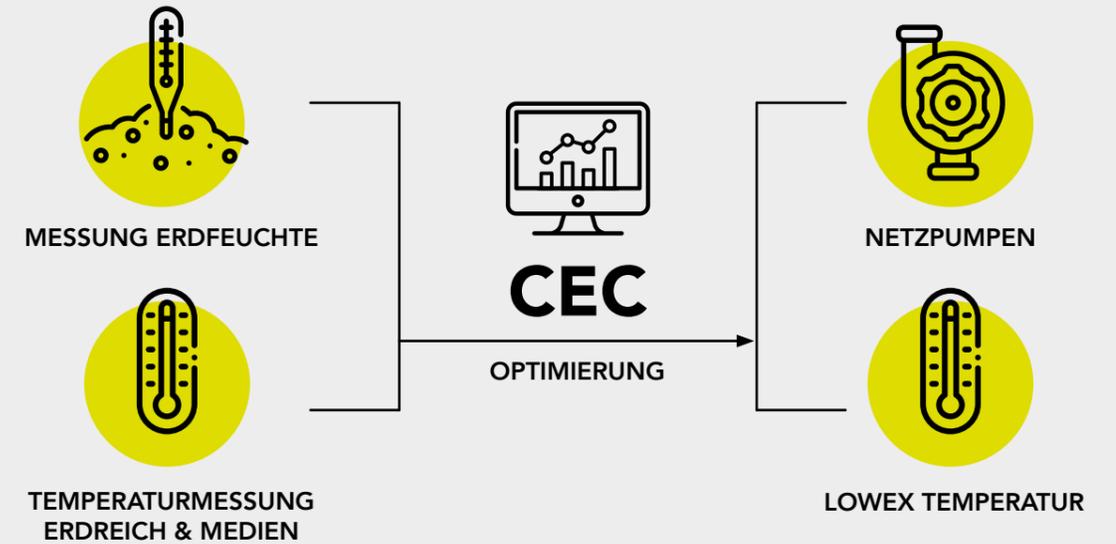
1. Solarpanel
2. Grundrahmen
3. Höhenverstellbar max. 21 cm
4. Montageprofil
5. Trägerplatte
6. Begrünungsebene
7. Systemerde
8. Tragkonstruktion mit wurzelfester Dachabdichtung



MONITORING

Über ein umfangreiches Monitoring des LowEx Netz werden die Temperaturen des Erdreichs und die Medientemperaturen des LowEx-Netzes im gesamten Ringnetz überwacht. Neben der Temperatur wird auch die Erdfeuchte und somit der

Grundwasserstand erfasst. Über die gesammelten Daten lassen sich Optimierungen im Hinblick auf die Fahrweise der Netzpumpen ableiten.



Überwachung des LowEx-Netzes im gesamten Ringnetz

ENERGETISCHES TESTFELD

VOM FEUERLÖSCHBECKEN ZUM
THERMISCHEN SPEICHER



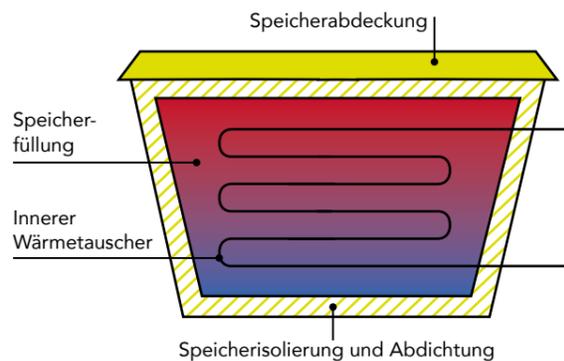
Erdspeicheranlage
28.779 m³
Gesamtvolumen (brutto)

Gesamtspeicherkapazität
428,6 MWh



Thermische Speicher Kies-Wasser-Speicher

Die Speicherfüllung der Becken besteht aus einem Zweiphasenge-
misch aus Kies und Wasser (32/45).



Wertvolles Know-how für die Zukunft

Das zukunftsorientierte Energiekonzept des IN-Campus 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.

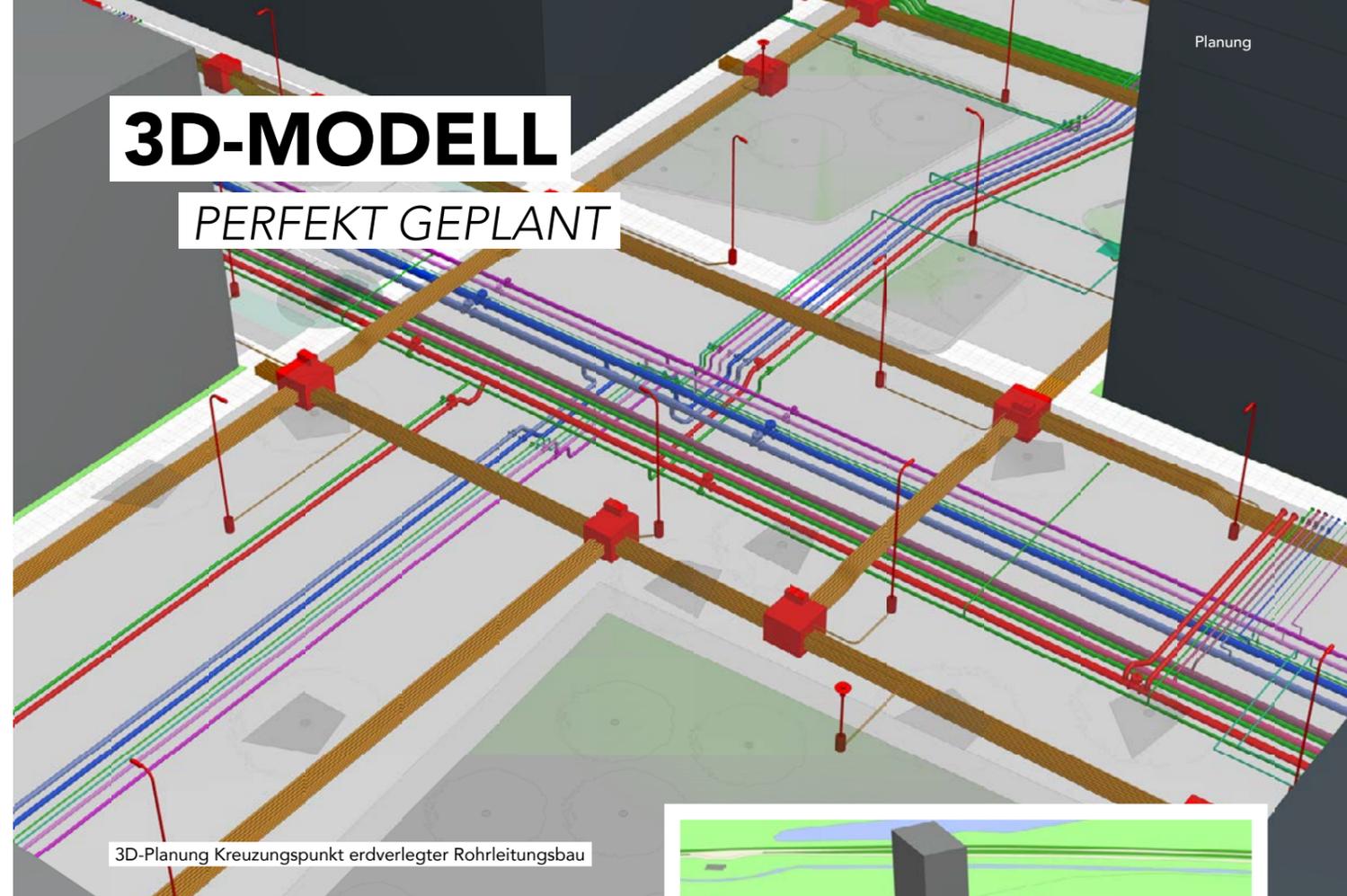
Die Erdspeicheranlage in Ingolstadt ist mit einem Gesamtvolumen von 28.779 m³ (brutto) die größte in Deutschland. Anders als bei Saisonspeichern wird hier jedoch keine solare Wärme gespeichert, sondern die überschüssige Wärme und Kälte des LowEx-Netztes eingespeichert.

Durch die Reaktivierung des vorhandenen Feuerlöschbeckens soll ein thermischer Energiespeicher entstehen. Dies ermöglicht die Speicherung von Wärme und Kälte. Zudem können so Spitzenlasten geschickt verschoben und ausgekoppelt werden. Dies führt zu einer gleichmäßigen Energieversorgung, steigert die Effizienz und Wirtschaftlichkeit des IN-Campus.

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

3D-MODELL

PERFEKT GEPLANT



3D-Planung Kreuzungspunkt erdverlegter Rohrleitungsbau

Digitaler Zwilling der Technik

Die komplette Infrastruktur des IN-Campus 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 IN-Campus GmbH
Audi Team Digitales Fabrikmodell
Planungsgruppe M+M AG
Ing. Büro ROPLAN GbR
Uponor
Pexels GmbH
Shutterstock, Inc.
iStockphoto LP

Texte:
IN-Campus GmbH

Agentur: nuts communication GmbH

Stand: Mai 2022