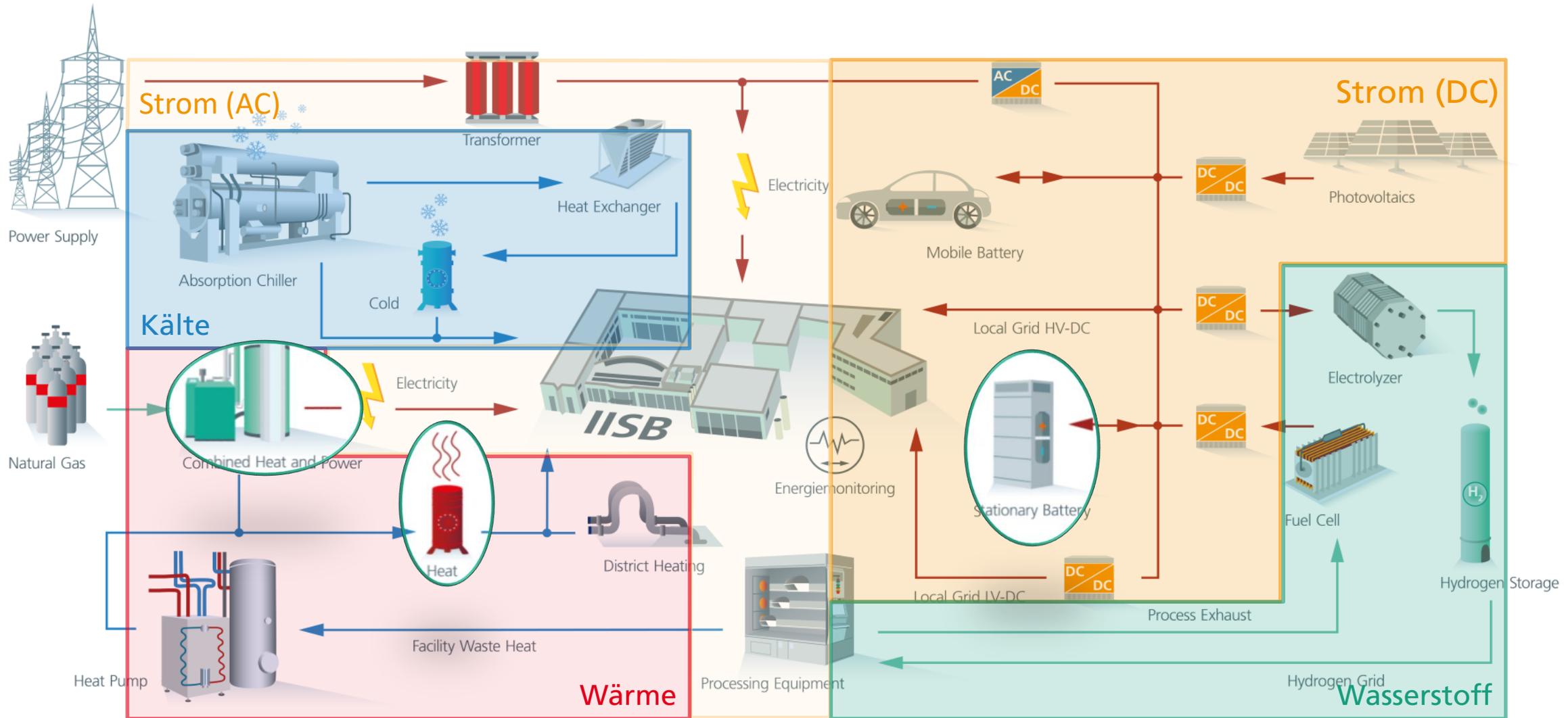

BHKW, WÄRMESPEICHER UND BATTERIE MIT INTELLIGENTER BETRIEBSSTRATEGIE ZUR STROM-/ WÄRMEVERSORGUNG UND LASTSPITZENREDUKTION

Christopher Lange, Intelligente Energiesysteme – Energietechnik



Stand: 21.04.2021

Reallabor am Fraunhofer IISB als Plattform für angewandte Energieforschung



KWK-Anlage im Reallabor des Fraunhofer IISB

- **Blockheizkraftwerk (BHKW)**
 - Typ: Erdgas-BHKW
 - Elektrische Nennleistung: 150 kW
 - Wärmenennleistung: 210 kW
- **Wärmespeicher**
 - Typ: Sensible Verdrängungsspeicher
 - Speichervolumen: 24 m³
 - Besonderheit: unterteilt in zwei Speicher
 - serieller, paralleler und einzelner Betrieb
 - verschiedene Ladesysteme
- Weitere Infos: <https://www.energy-seeds.org/>



© Kurt Fuchs / Fraunhofer IISB. KWK-Anlage am Fraunhofer IISB Wärmespeicher (links) und BHKW (rechts)

KWK-Anlage im Reallabor des Fraunhofer IISB

■ Blockheizkraftwerk (BHKW)

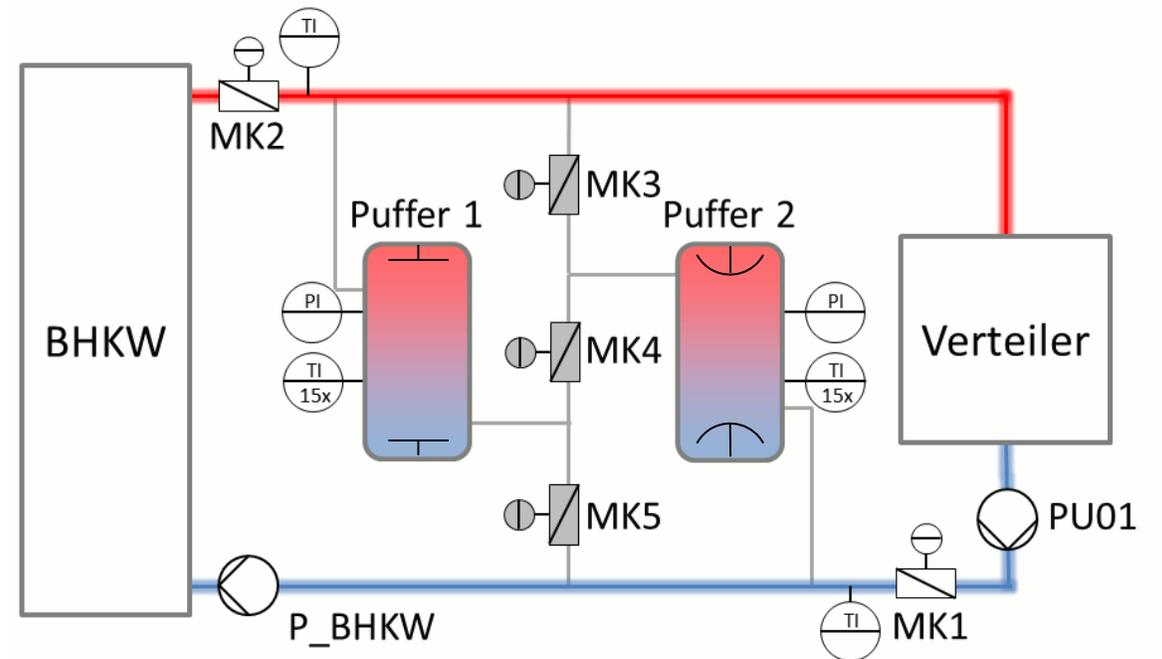
- Typ: Erdgas-BHKW
- Elektrische Nennleistung: 150 kW
- Wärmenennleistung: 210 kW

■ Wärmespeicher

- Typ: Sensible Verdrängungsspeicher
- Speichervolumen: 24 m³
- Besonderheit: unterteilt in zwei Speicher
 - serieller, paralleler und einzelner Betrieb
 - verschiedene Ladesysteme

- Weitere Infos: <https://www.energy-seeds.org/>

Aktueller Modus
Aus



© Fraunhofer IISB. Hydraulische Verschaltung der KWK-Anlage mit Wärmespeichern (Animation)

Batteriespeicher im Reallabor des Fraunhofer IISB

■ Batteriespeicher

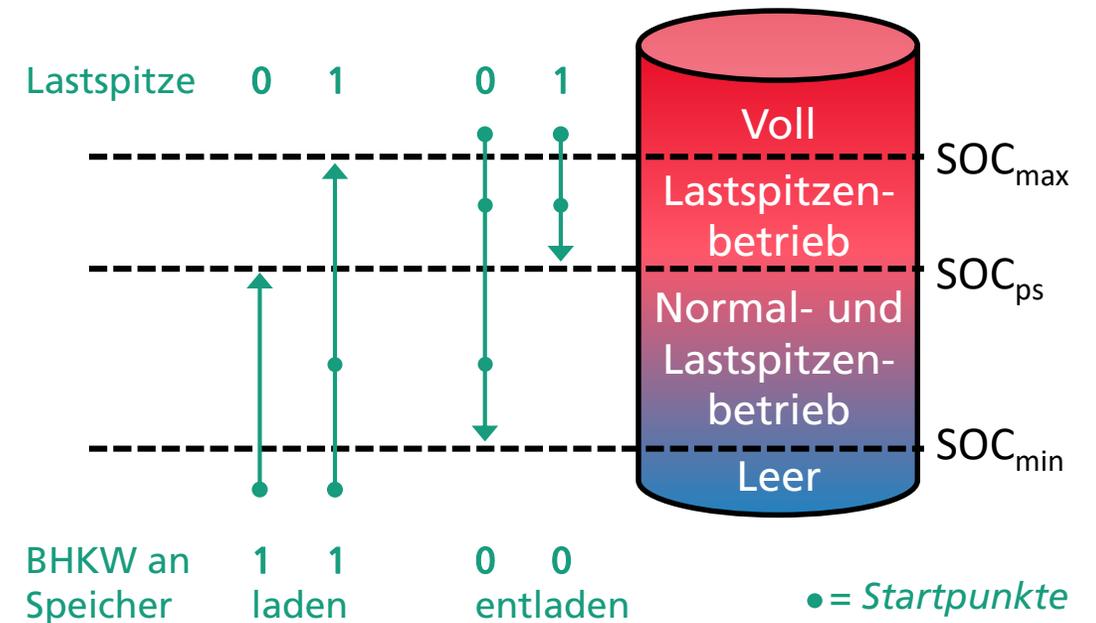
- Modulares System mit 5 Batterieschränken á
 - Leistung: 100 kW
 - Kapazität: 20 kWh
- 14 Batteriemodule je Schrank mit integrierter Überwachungselektronik
- Batteriemanagementsystem (BMS) je Schrank (foxBMS: <https://foxbms.org/>)
- Batteriezellen: Lithiumionen-Akkumulatoren



© Kurt Fuchs / Fraunhofer IISB. Batteriespeicher und Leistungselektronik am Fraunhofer IISB

Intelligente Betriebsstrategie

- Intelligente Betriebsstrategie zur Kombination von
 - wärme-/stromgeführtem Betrieb
 - Lastspitzenbetrieb (bzw. externe Anforderung)
 - Vorgehen:
 - Unterteilung des Wärmespeichers in virtuelle Ladezonen (siehe Abbildung)
 - Deterministischer endlicher Zustandsautomat zur Herstellung des Betriebsmodus und zur Ansteuerung der Stellglieder
 - Batteriespeicher zur Überbrückung des Anfahrvorgangs und zur Dynamikerhöhung
- Vorteil: Nachrüstung bestehender KWK-Anlagen



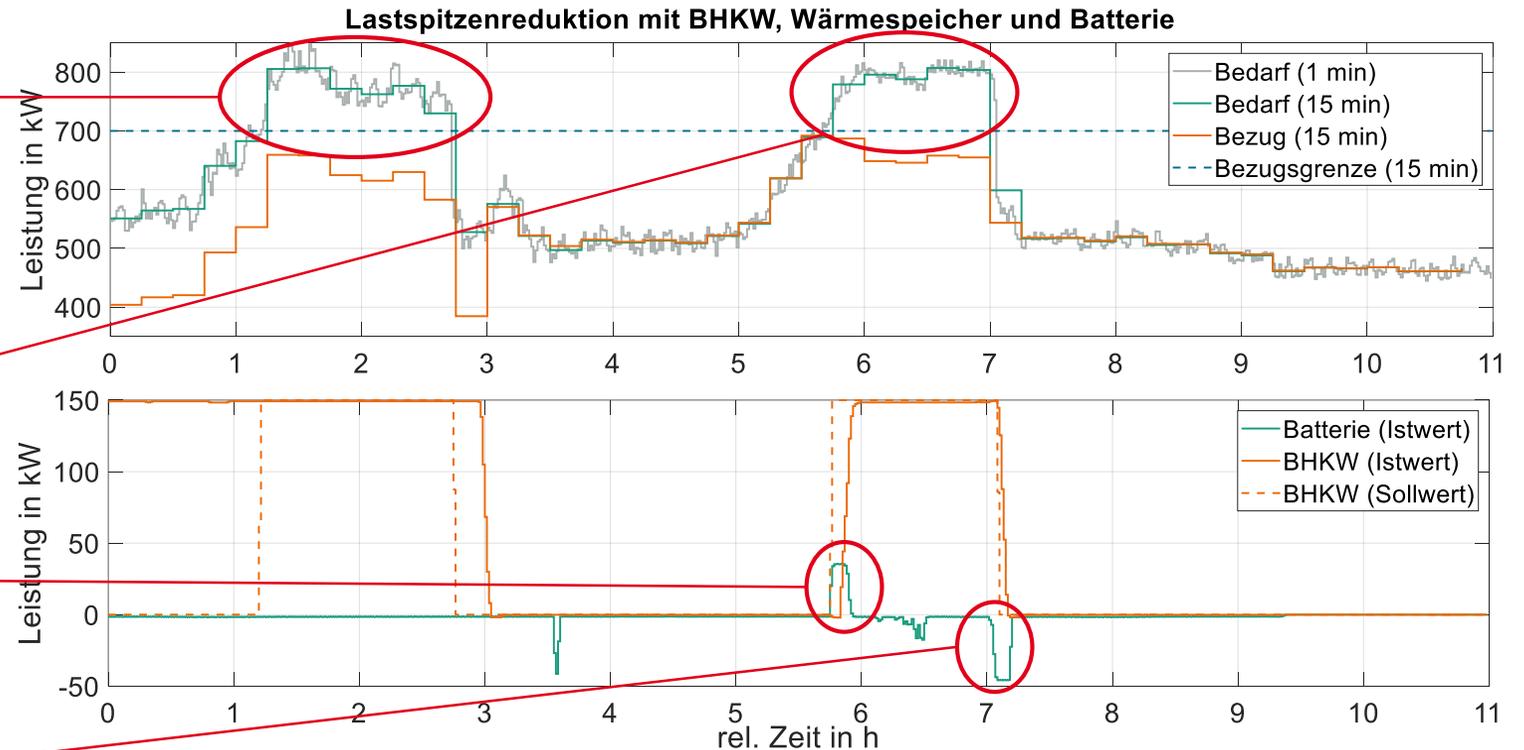
Lastspitzenreduktion

1. Lastspitze: BHKW läuft bereits (durch wärmegeführten Betrieb), daher keine weiteren Maßnahmen nötig

2. Lastspitze: BHKW muss zugeschaltet werden, reservierte Speicherkapazität wird genutzt

Batteriespeicher überbrückt den Anfahrvorgang des BHKW

Batteriespeicher wird mit „überschüssiger“ Leistung beladen



© Fraunhofer IISB. Messergebnis zur Lastspitzenreduktion mit BHKW, Wärmespeicher und Batterie

Betriebsdaten der Anlage

Zeitraum: Mitte Juli 2019 bis Dezember 2020

■ Laufzeit

- BHKW zugeschaltet: 7552 h
- betrachteter Zeitraum: 12097 h
- Anteil: entspricht 62 %

■ Energiebilanz

- elektrische Energie: 1,12 GWh
 - Wärmeenergie: 1,69 GWh
 - benötigte Erdgasenergie: 3,26 GWh
- Gesamtwirkungsgrad im Betrieb: 86,2 %
- Laufzeit pro Taktung: 17 h



Auszeichnung des BHKW des
Fraunhofer IISB als „BHKW des Jahres“

Kontakt

Fraunhofer Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB

Schottkystr. 10, 91058 Erlangen

Christopher Lange M.Eng.

Tel.: +49 (0) 9131 761-107

christopher.lange@iisb.fraunhofer.de

www.iisb.fraunhofer.de

www.energy-seeds.org

ENERGY MANAGEMENT @BOSCH NUREMBERG

ANDREAS GRAUVOGL
ROBERT BOSCH GMBH

Robert Bosch GmbH – NuP1

Overview (2019)

NuP1  4 Product areas  1,900 Employees  127,000 qm Plant area

Gasoline Direct Injection (GI)



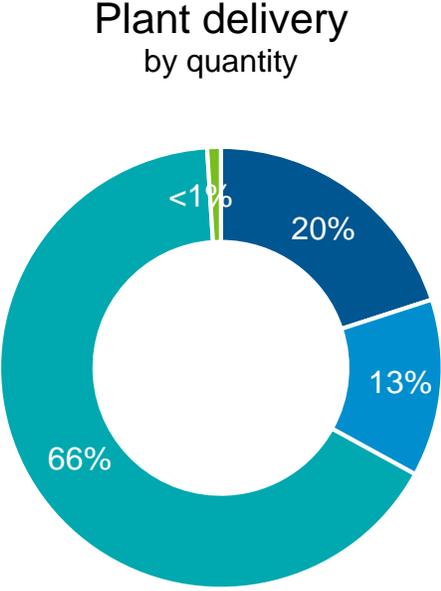
Transmission Control (TC)



Air Management (AM)



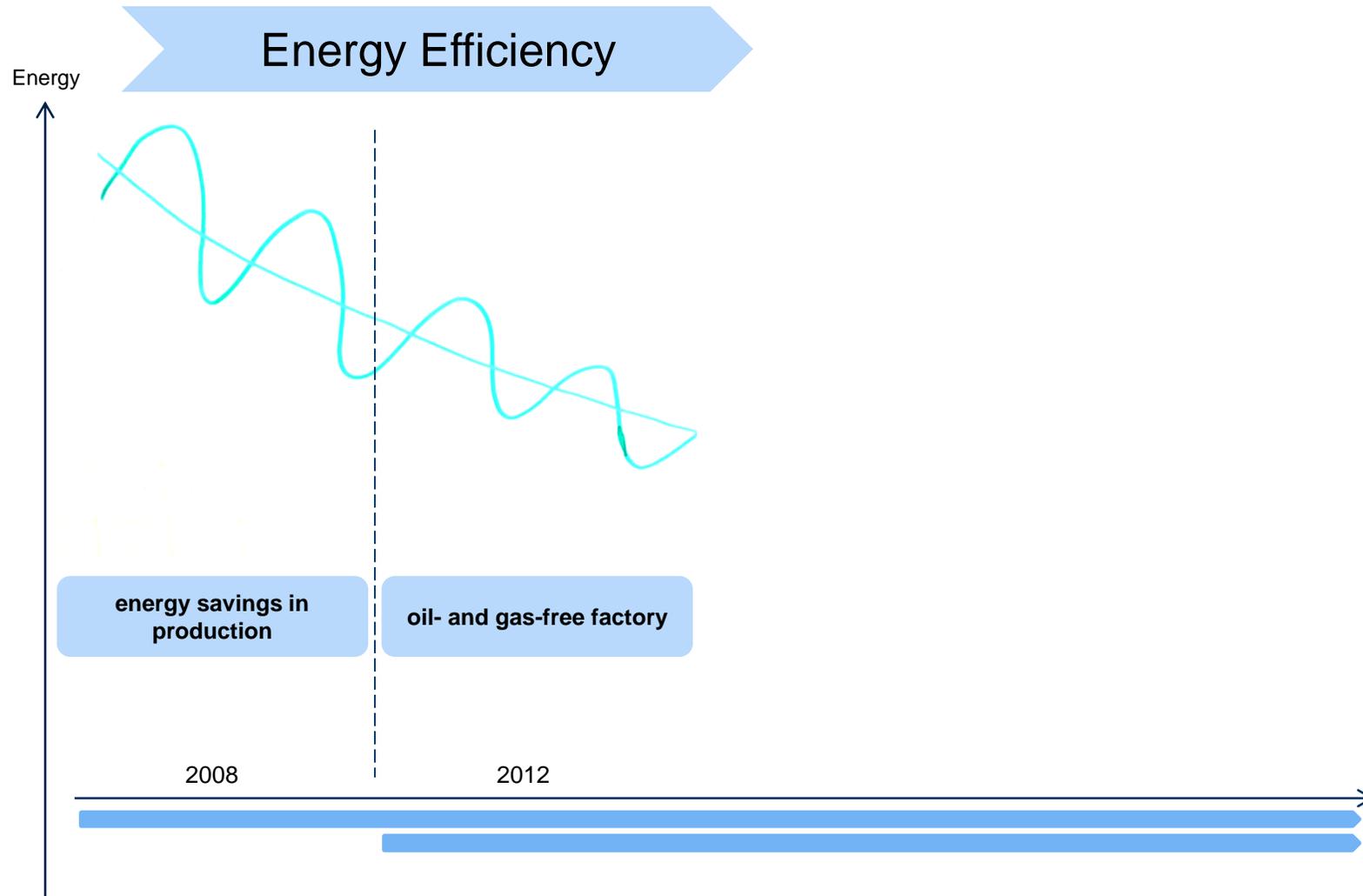
Exhaust Gas Treatment (ET)



■ PS-GI ■ PS-AM ■ PS-TC ■ PS-ET

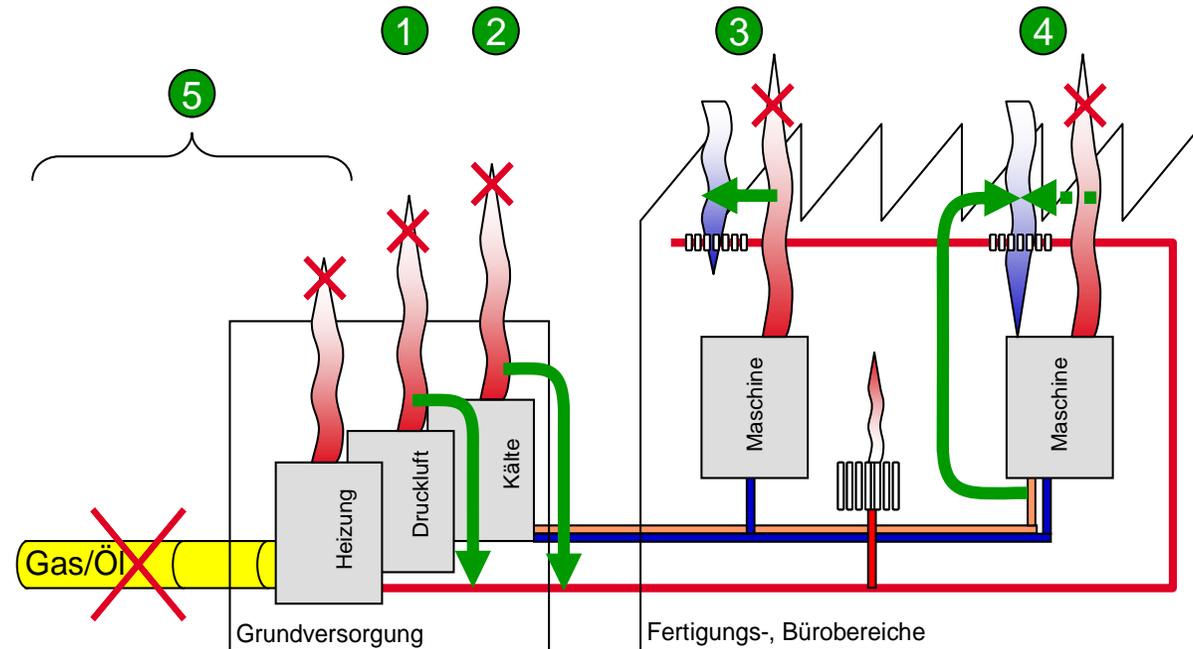
Energy Management @ Bosch Nuremberg

Timeline



Oil- and gas-free factory Measures

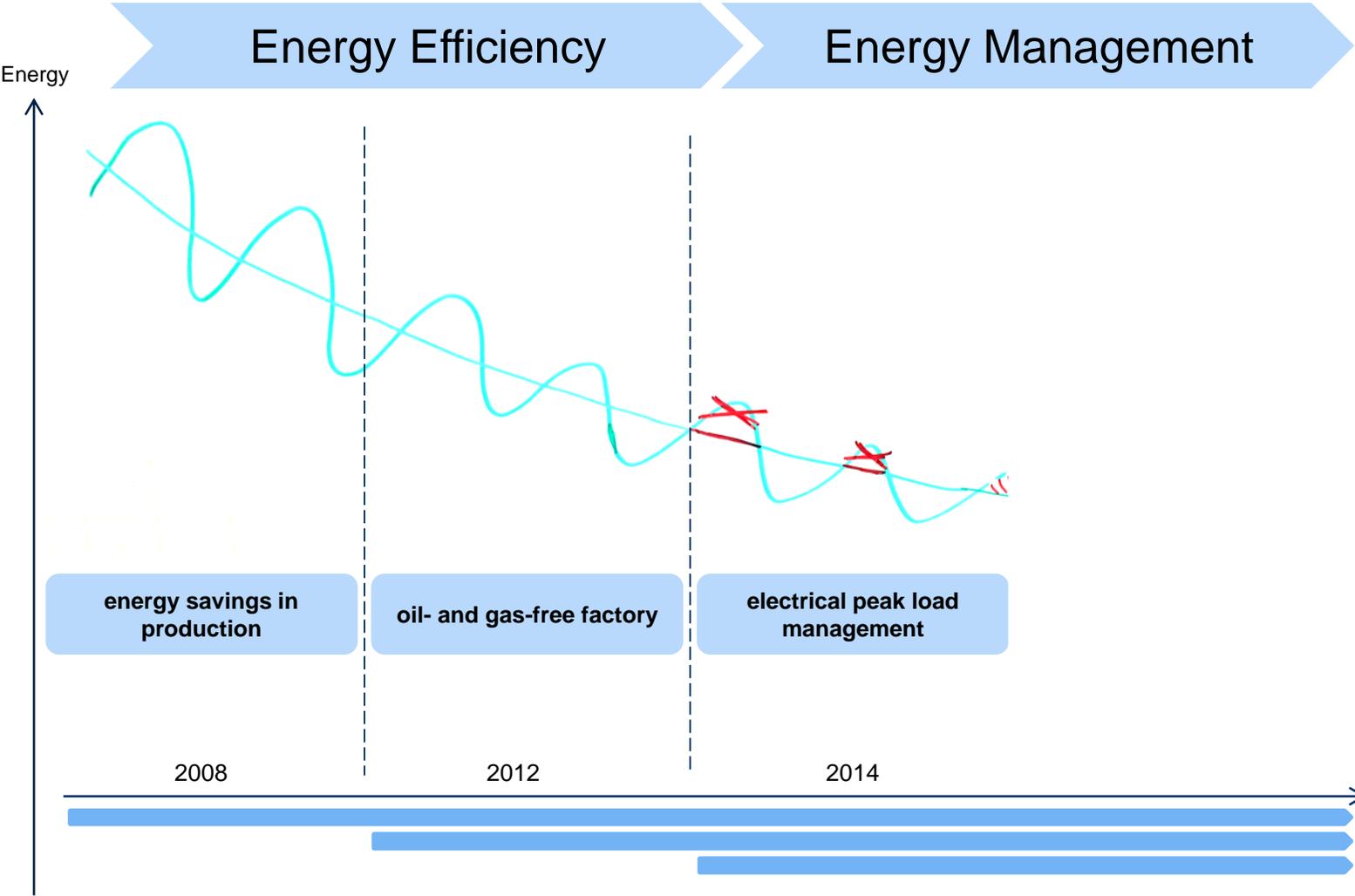
- 1 Heat recovery from compressed air supply
- 2 Heat recovery from cooling unit
- 3 Improved heat recovery in air ventilation
- 4 Demand driven heating and air ventilation
- 5 Switching off heating boilers (possible through measure 1-4)



⇒ Heating without oil- and gas-usage down to -5°C

Energy Management @ Bosch Nuremberg

Timeline



Load management

Motivation

Leveling of the power consumption leads to energy cost savings up to 13,6%

Challenge:

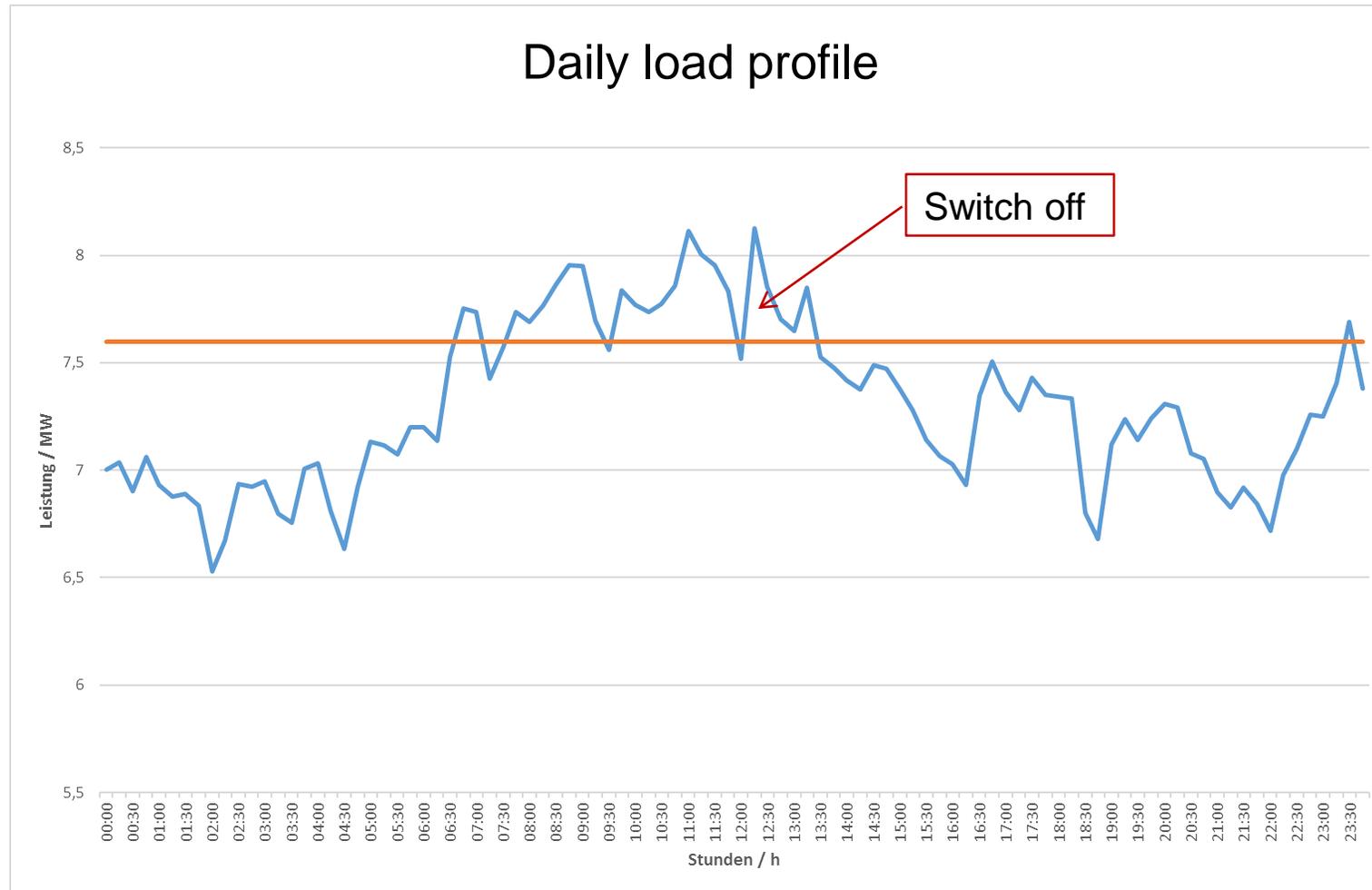
Keep the limit within 35,000 measurements / year

$$\frac{\text{Total electricity demand in kWh}}{\text{Peak load in kW}} \geq 7,000 \text{ h}$$

57.3 Mio. kWh
↓
E-max. 8,185 kW

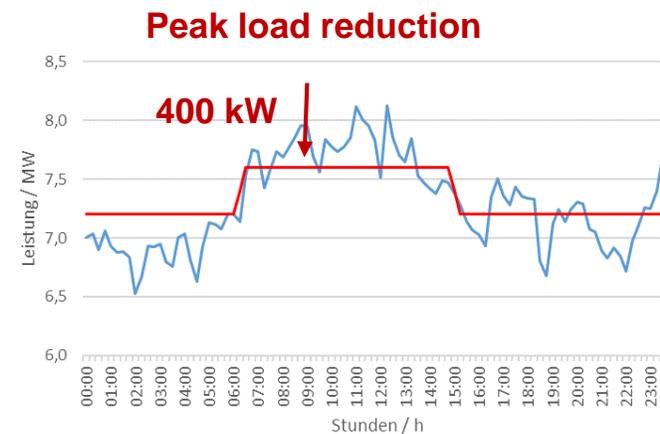
Load management

Load profile



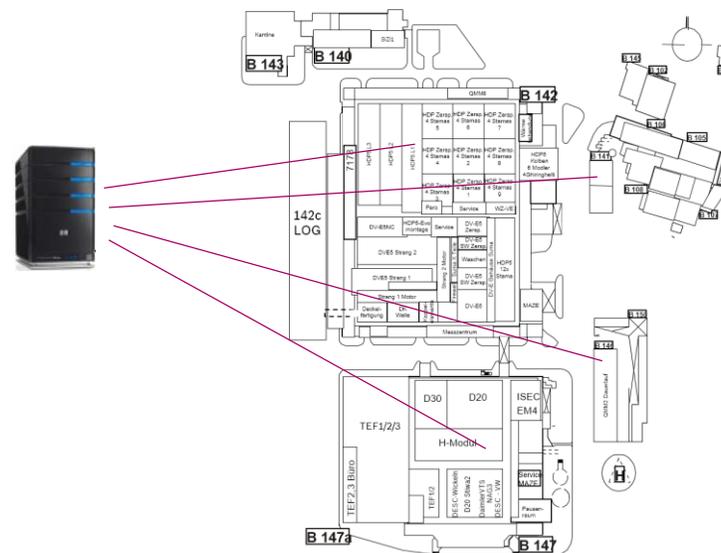
Load management Requirements

- ▶ 640 measuring instruments ensure transparent current measurement; 15.400 data collection points



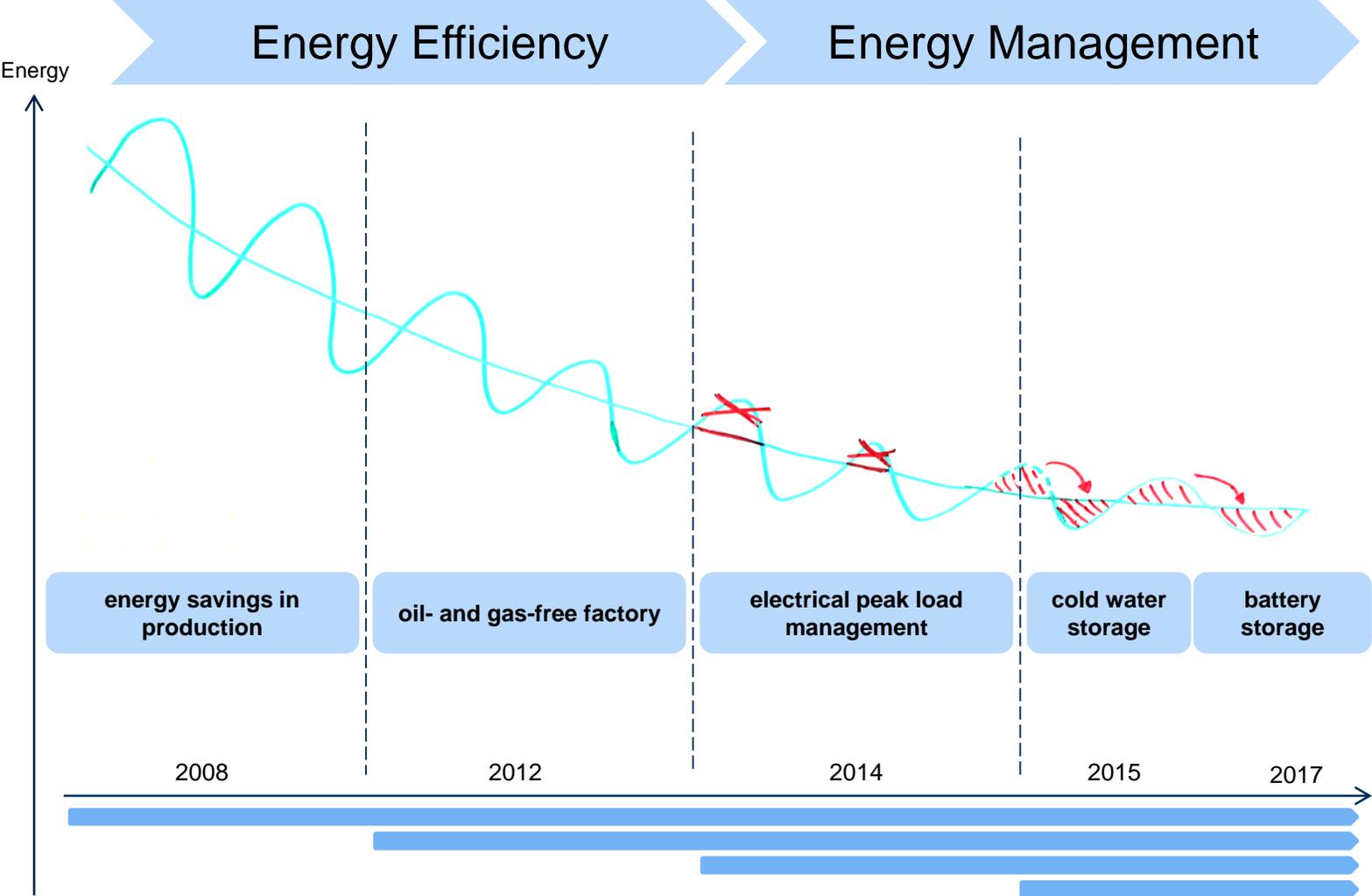
- ▶ Central building control system

- E-Max program installed
- Load forecast every minute
- Units could be shut down automatically by 90 routines (if necessary)



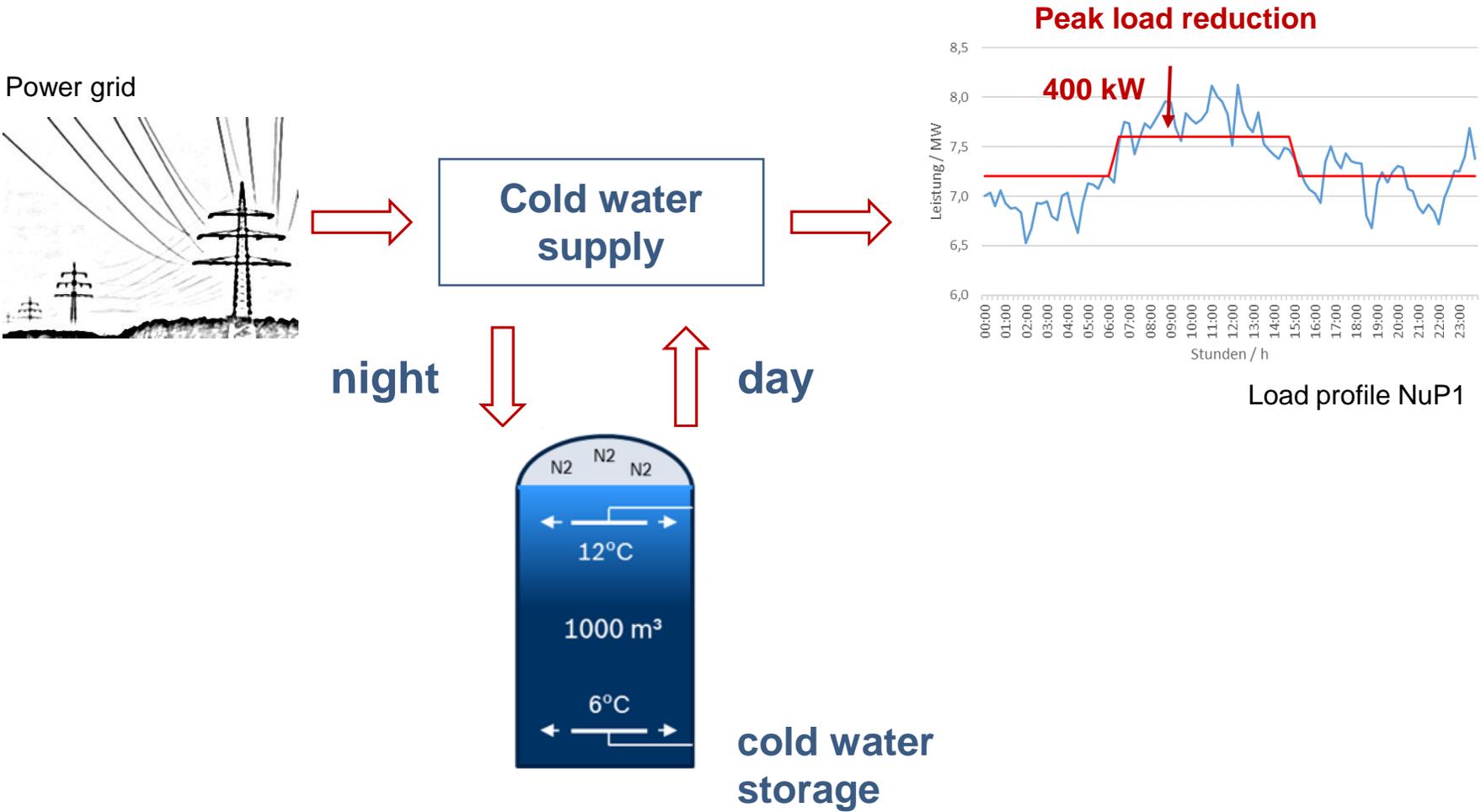
Energy Management @ Bosch Nuremberg

Timeline



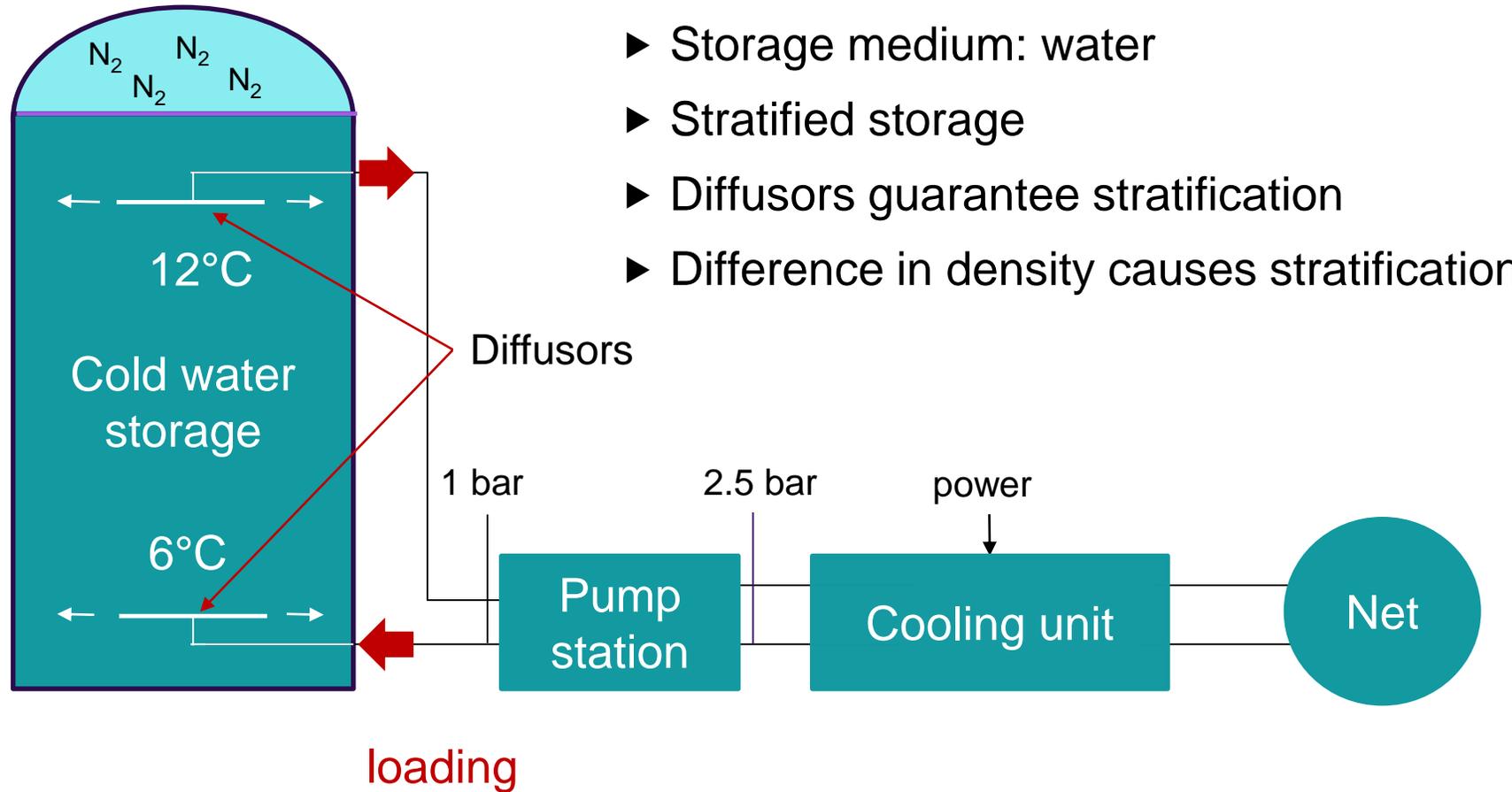
Cold water storage

Implementation in load management



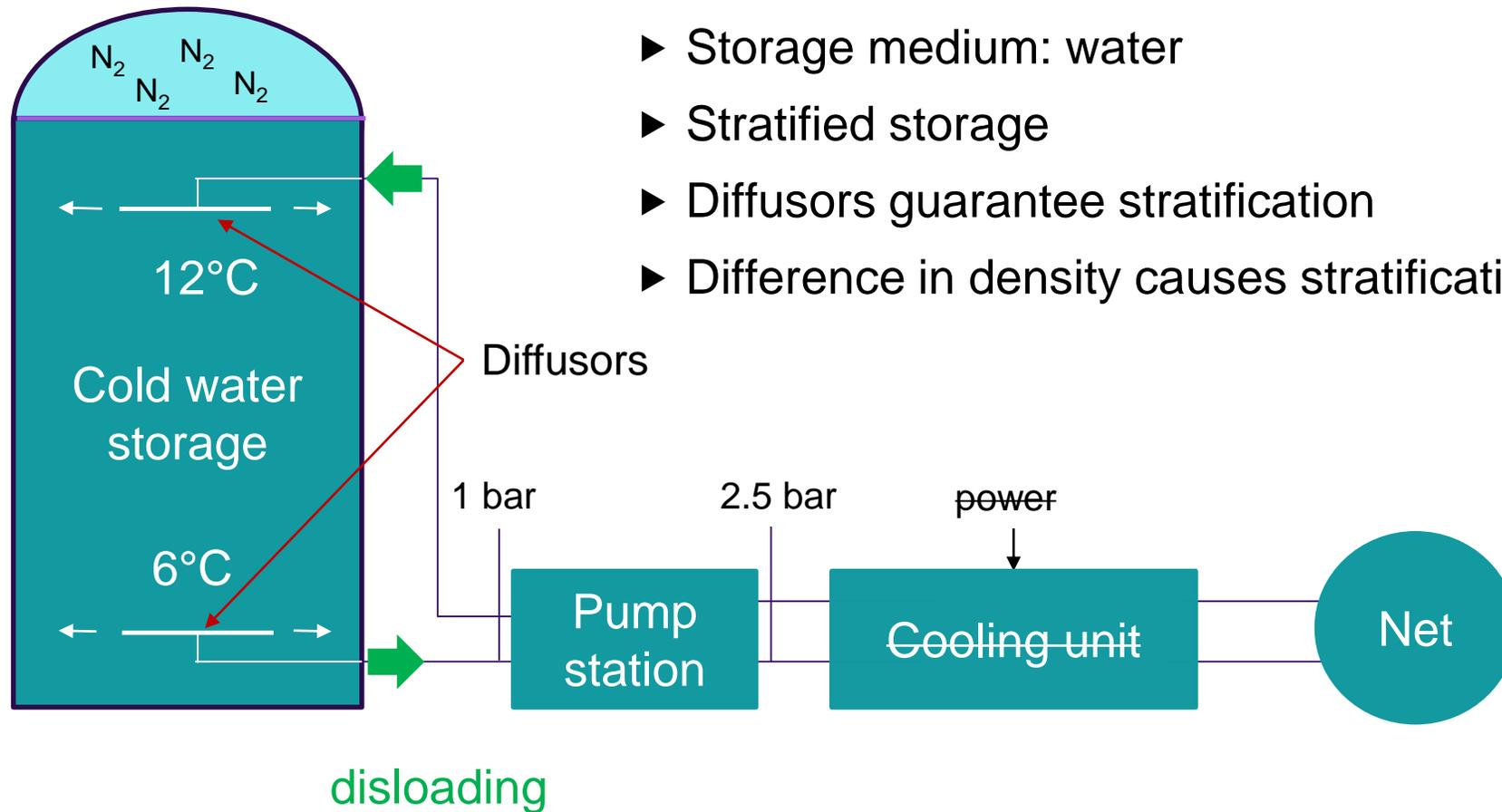
Cold water storage

Operation



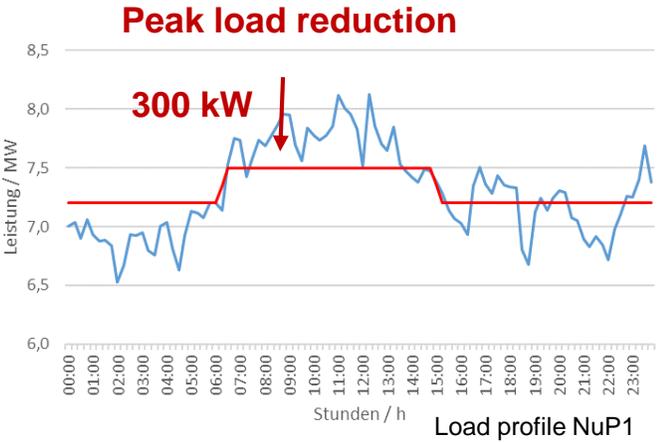
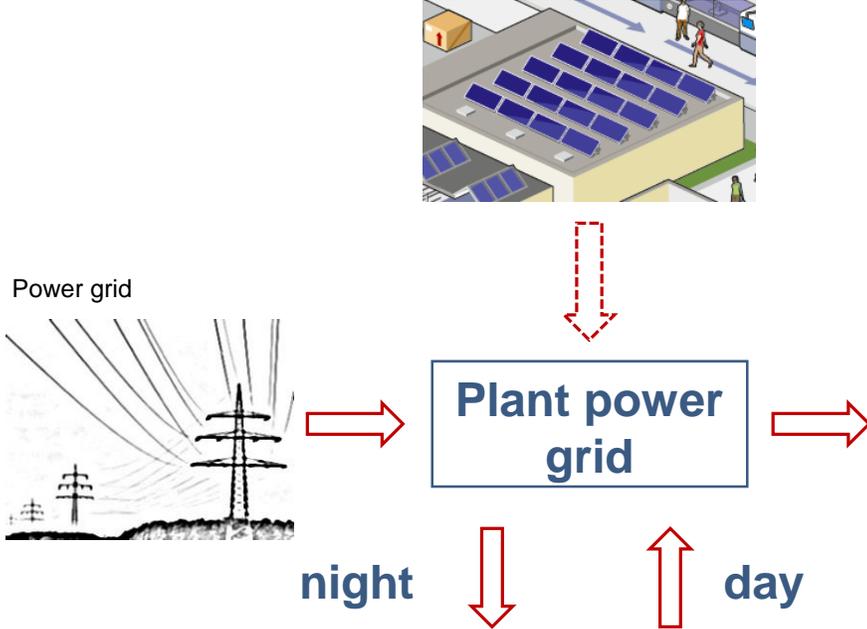
Cold water storage

Operation



Battery storage

Implementation in load management



Storage battery

Battery storage

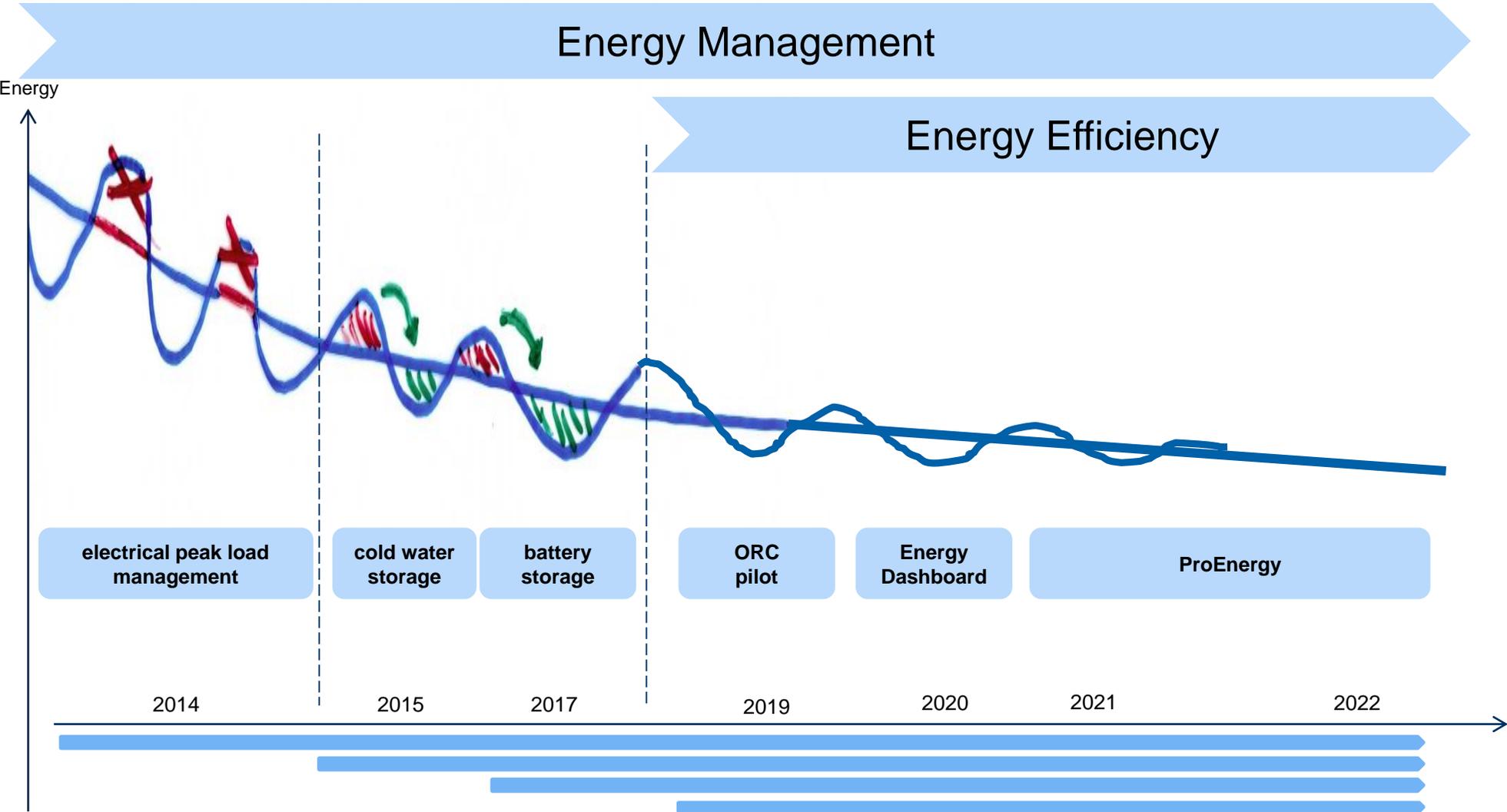
Facts

- ▶ Capacity: 800 kWh / 300 kW
- ▶ Start of operations: 03/2017
- ▶ Daily usage: approx. 20 times
- ▶ Li-ion technology
- ▶ Fast reaction time (within 3s)
- ▶ Implementation within the building control system



Energy Management @ Bosch Nuremberg

Timeline



Energy Management @ Bosch Nuremberg

Further development

PROENERGIE - BAYERN



Effizienz- und Flexibilitätsgewinn durch Optimierung von Betriebsstrategien der energetischen Gebäudeinfrastruktur basierend auf prognostizierten Energiebedarfen der Produktion



Bayerische
Forschungsförderung

- Fördergeber Bayerische Forschungsförderung (BFS):
Förderung von wissenschaftlich-technologischen Forschungsvorhaben für Kooperationsprojekte Wissenschaft/Wirtschaft
- Sieben bayerische Firmen bzw. bayerische Industriestandorte
- Zwei Fraunhofer-Forschungseinrichtungen IISB und IPA (Erlangen, Bayreuth)



BOSCH
Technik fürs Leben

brose
Technik für Automobile

GKN
GKN AEROSPACE

Eirenschmalz
Effizienz in Blech



iprotex

Rauschert



Fraunhofer
IISB

Fraunhofer
IPA

Kontakt

- **Fraunhofer IISB**

Christopher Lange M.Eng.

+49 (0) 9131 761-107

christopher.lange@iisb.fraunhofer.de

Weitere Infos: www.energy-seeds.org



- **Robert Bosch GmbH**

Andreas Grauvogl

+49 (0) 0911 6651300

andreas.grauvogl@de.bosch.com

