

Stefan Gottschalk / Facility Management Engineering / 06.07.2016

Vorstellung der umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen beim Unternehmen PHOENIX CONTACT



Energieeffizienzmaßnahmen beim Unternehmen PHOENIX CONTACT

Agenda

- Phoenix Contact – Firmenvorstellung
- Motivation
- Umgesetzte Effizienzmaßnahmen
 - Stromeigenerzeugung
 - Kältetechnik
 - Allgemein
- Energiebedarf und CO₂ Emissionen

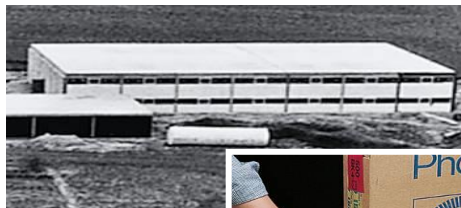
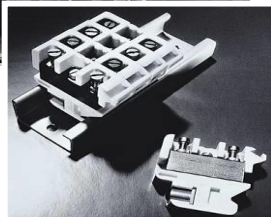


Phoenix Contact – Firmenvorstellung

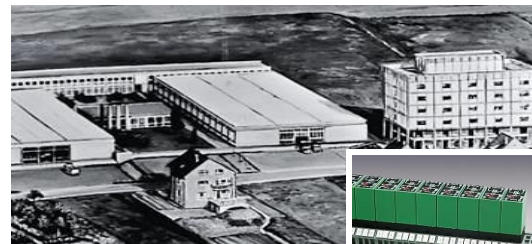
Entwicklung



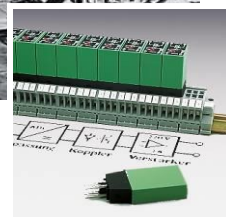
1923



50er



60er



80er



Heute



Phoenix Contact – Firmenvorstellung

PHOENIX CONTACT Stammsitz



Phoenix Contact – Firmenvorstellung

PHOENIX CONTACT Electronics

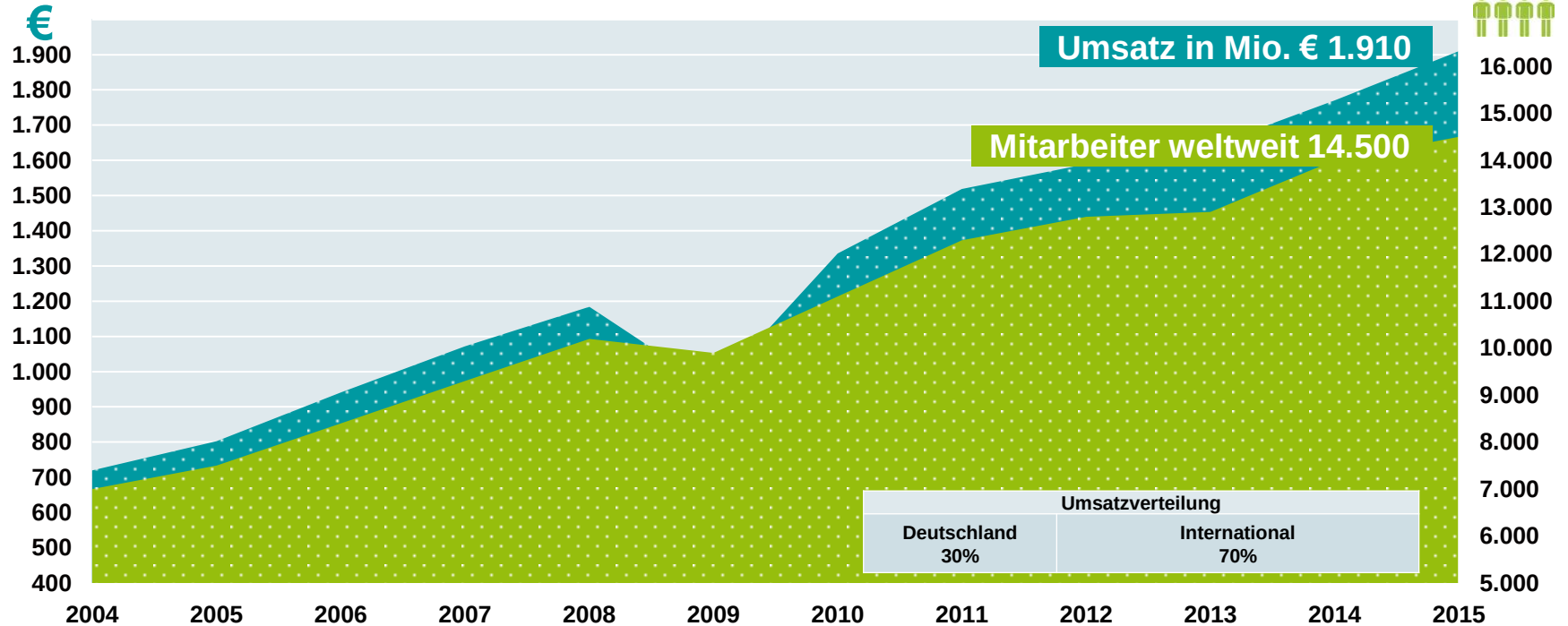


Phoenix Contact – Firmenvorstellung

Weltweiter Vertrieb



Mitarbeiter/Umsatz



Phoenix Contact – Firmenvorstellung

Märkte



Energie-
versorgung



Prozessindustrie



Automobil



Windindustrie



Tele-
kommunikation



Bahnindustrie



Wasserwirtschaft



Maschinenbau



Industrieelektronik



Gebäude-
automation

Phoenix Contact – Firmenvorstellung

Energiemanagement ISO 50001



Eingeführt seit 2013

- An vier nationalen Produktionsstandorten

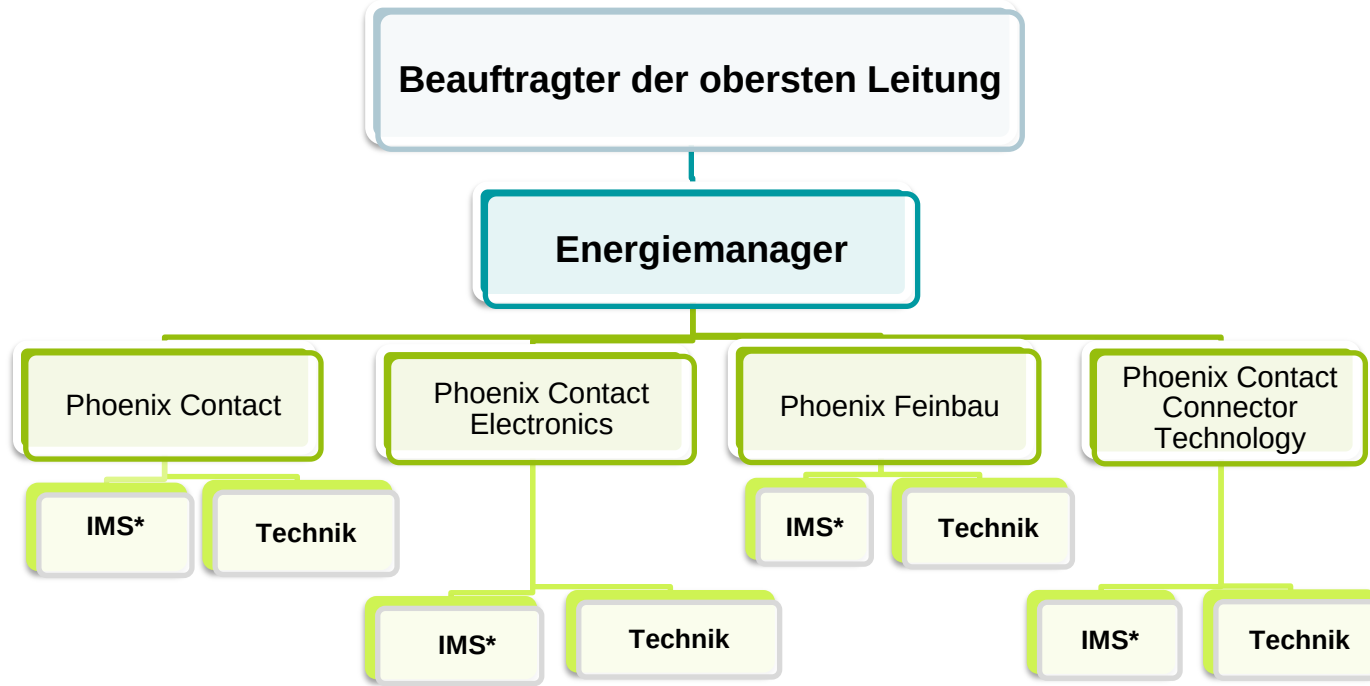
Zielsetzung :

- Energieverbrauchsentwicklung darstellen
- Schwachstellen identifizieren
- Mitarbeitersensibilisierung
- Verpflichtung Umwelt
- Kosteneinsparung
- Wirtschaftlichkeit steigern



Regelmäßiger Austausch im Energieteam

Verantwortlichkeiten – Energieteam



* Integriertes Managementsystem (IMS)

Energieeffizienzmaßnahmen beim Unternehmen PHOENIX CONTACT

Agenda

- Phoenix Contact – Firmenvorstellung
- Motivation
- Umgesetzte Effizienzmaßnahmen
 - Stromeigenerzeugung
 - Kältetechnik
 - Allgemein
- Energiebedarf und CO₂ Emissionen



Energie – Warum darüber nachdenken?

- Energiesparziele der Bundesregierung
 - Treibhausgasemissionen bis 2020 um 40 % ggü. 1990 verringern, bis 2050 um mind. 80 %
 - Anteil der erneuerbaren Energien an Stromerzeugung 35 % bis 2020, 40 – 45 % bis 2025, 55 – 60 % bis 2035, 80 % bis 2050
 - Primärenergieverbrauch bis 2020 um 20 %, bis 2050 um 50 % ggü. 2008 senken



Energie – Warum darüber nachdenken?

- Gesetzliche Anforderungen steigen, steuerliche Vorteile nutzbar machen
 - EnEV / EEWärmeG / EEG / StromStG / EnergieStG / ...
- Steigenden Energiekosten entgegenwirken
- Geringere Energiekosten bedeuten mehr Geld für die eigentlichen Unternehmensaufgaben
- Systematisches Energiemanagement senkt die Energiekosten nachhaltig und trägt dazu bei den Bestand des Unternehmens zu sichern
- Teilweise lange Fragebögen von Kunden zum Thema Energie



Motivation

Energieeffizienz als Grundsatz



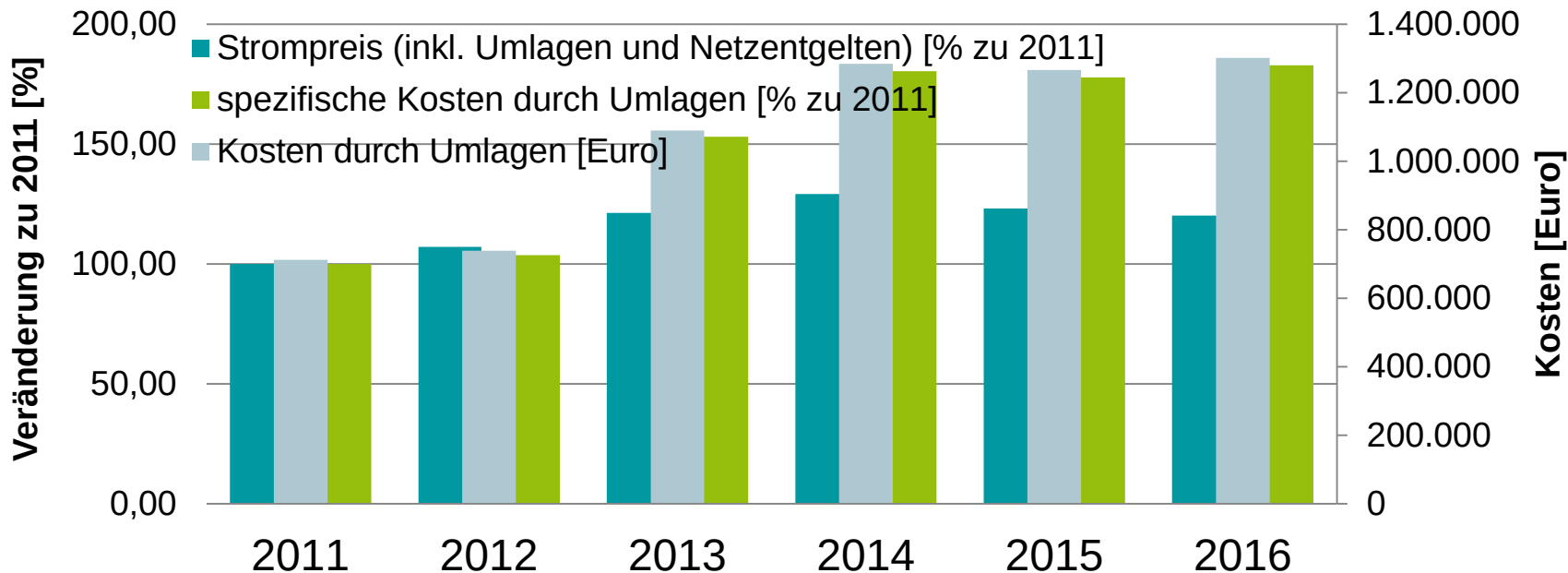
„Wir gestalten Fortschritt mit innovativen Lösungen, die begeistern“

- Entwicklung **energieeffizienter Produkte**
- Entwicklung und Einsatz von **umweltfreundlichen Technologien**
- **effiziente Produktion**

Motivation

Umlagenentwicklung der letzten Jahre

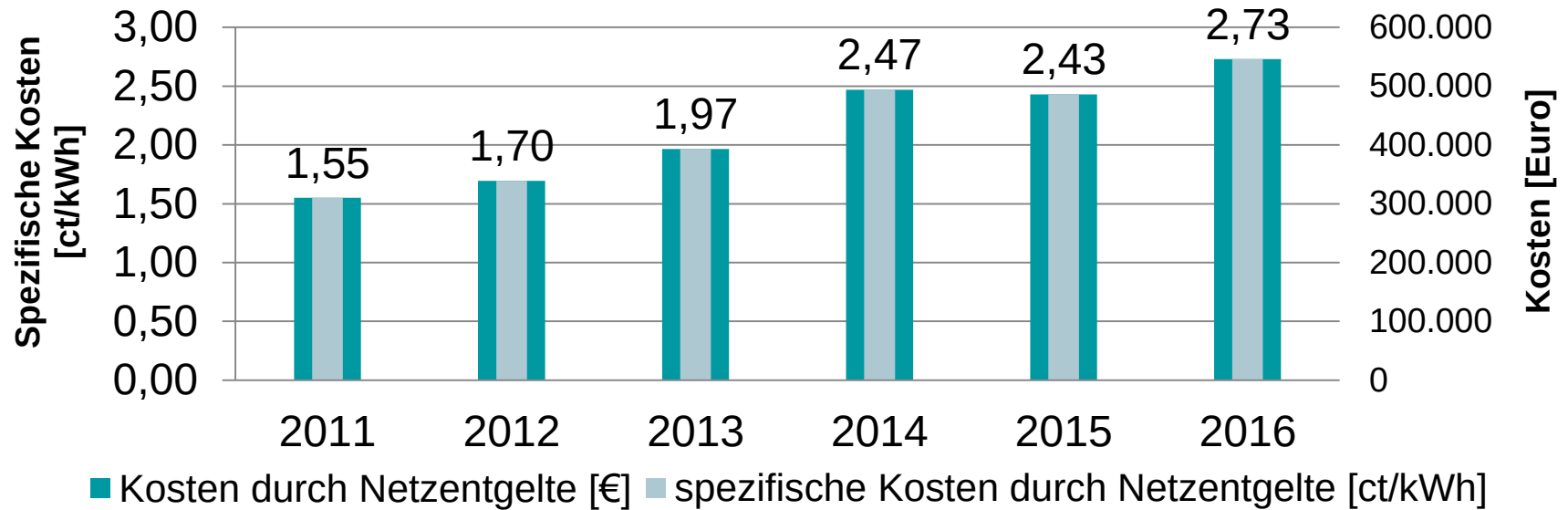
- Basis: Jahresstrombedarf 20.000.000 kWh



Motivation

Netzentgeltentwicklung der letzten Jahre

- Basis: Jahresstrombedarf 20.000.000 kWh
Lastspitze: 5.000 kW (Mittelspannung)



Agenda

- Phoenix Contact – Firmenvorstellung
- Motivation
- Umgesetzte Effizienzmaßnahmen
 - Stromeigenerzeugung
 - Kältetechnik
 - Allgemein
- Energiebedarf und CO₂ Emissionen



Eigenerzeugung – Voraussetzungen / Motivation

- Voraussetzung
 - Ganzjähriger Wärme- bzw. Kältebedarf
 - Passende Differenz zwischen Strom- und Gaspreisen (nach Möglichkeit Faktor 3 - 4)
- Phoenix Contact 2008
 - Heizölbedarf: $\approx 950.000 \text{ l}$
 - Strombedarf: $\approx 40.000 \text{ MWh}$
 - Faktor 4 zwischen Strom- und Gaspreis
 - Subvention des KWK-Stroms durch die Regierung möglich



Gute Voraussetzungen für KWK-Anlagen

Umgesetzte Effizienzmaßnahmen - Stromeigenerzeugung

Blockheizkraftwerke

2 Module, errichtet in 2008

Modul 1

- 12-Zylinder
- 1.166 kW elektrische Leistung
- 1.272 kW thermische Leistung

Modul 2

- 8-Zylinder
- 772 kW elektrische Leistung
- 861 thermische Leistung



1 Modul, errichtet in 2013

Modul 1

- 12-Zylinder
- 889 kW elektrische Energie
- 896 kW thermische Energie



Jenbacher
gas engines

Die erzeugte elektrische Energie wird in das 30kV Netz von Phoenix Contact eingespeist.

Anteil der selbsterzeugten Strommenge am Gesamtstrombedarf: >47%
(>20.000.000 kWh/Jahr, entsprechend zirka 5.000 Haushalte)

Blockheizkraftwerke

- Motortausch im Jahr 2016 nach 48.000 Betriebsstunden
 - Grundlegend zwei Möglichkeiten
 1. Einbau von generalüberholten Motoren
 2. Einbau von fabrikneuen Motoren
 - Bei generalüberholten Motoren keine erneute KWK-Vergütung
 - Bei fabrikneuen Motoren erneute KWK-Vergütung bei Invest > 25 % des Invests der Neuanschaffung der Anlage
- Einbau von fabrikneuen Motoren
- KWK-Vergütung für weitere 30.000 VBS (zirka 1,5 Mio. Euro)

Blockheizkraftwerke

- Zukünftige Konzepte
 - Stromseitige Kopplung der Standorte Blomberg und Schieder (Entfernung zirka 4 km)
 - Bessere Ausnutzung der bestehenden Anlagen
 - Potential für neue Anlagen
 - Nutzung der ORC-Technologie in Verbindung mit einem weiteren Blockheizkraftwerk (Umwandlung der Wärme in zusätzlichen Strom)

Photovoltaikanlage – Gebäude 32

Anlage 1

- 387 Solarmodule
- 7 Inverter
- Gesamtleistung: 69,66 kWp

Anlage 2

- 45 Solarmodule
- 6 Inverter
- Gesamtleistung: 8,63 kWp

Gesamtanlage

- 432 Solarmodule
- 13 Inverter
- Gesamtleistung: 78,29 kWp
- Modulfläche: 720 m³

Energiegewinn (Strom) $\approx$ 80.000 kWh/Jahr, entsprechend 20 Haushalte

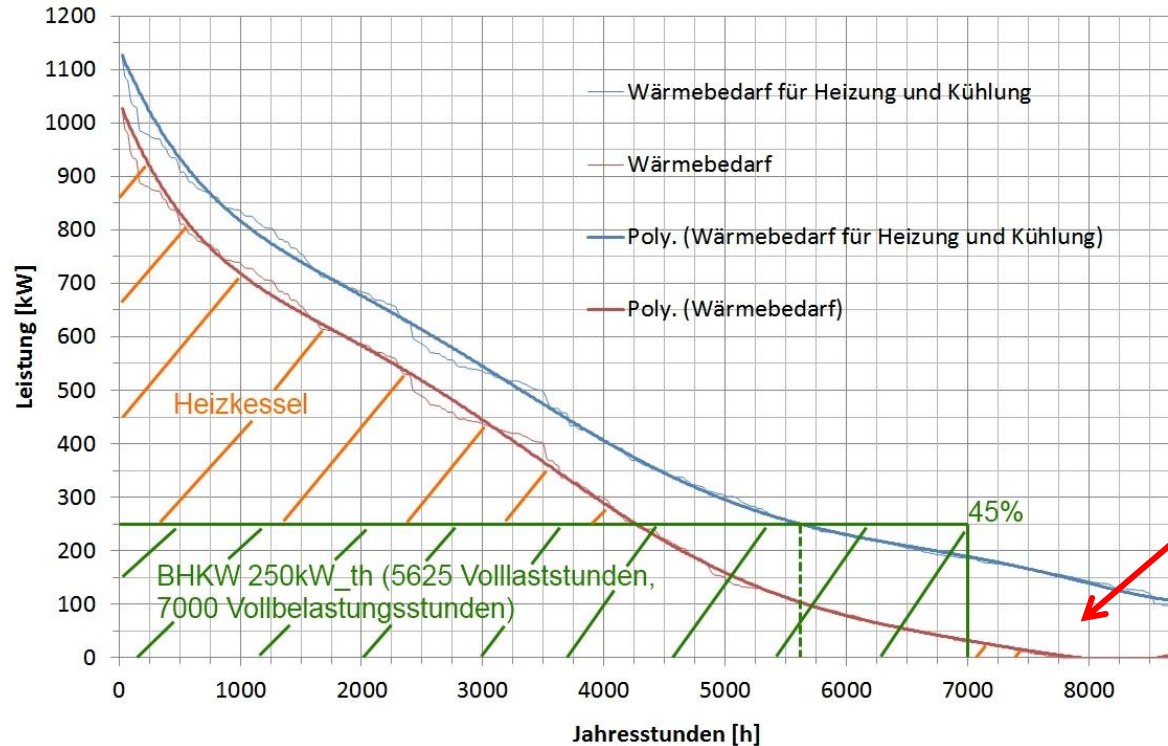
Energieeffizienzmaßnahmen beim Unternehmen PHOENIX CONTACT

Agenda

- Phoenix Contact – Firmenvorstellung
- Motivation
- Umgesetzte Effizienzmaßnahmen
 - Stromeigenerzeugung
 - Kältetechnik
 - Allgemein
- Energiebedarf und CO₂ Emissionen



Absorptionskältemaschinen



Absorptionskältemaschinen

2 Module, errichtet in 2008

- 700 kW Kälteleistung
- 1000 kW Wärmebedarf

1 Modul, errichtet in 2013

- 760 kW Kälteleistung
- 1085 kW Wärmebedarf

Kälteerzeugung: >5.000.000 kWh/Jahr
(zirka 50 % der gesamten
Kälteerzeugung am Standort)



Umbau Kältezentrale G11

- Vorher:
 - Für fast jedes Gebäude eine eigene Kaltwasserpumpe (insgesamt mehr als 15 Stk.)
 - Durch die vielen Pumpen Kältenetz nicht abgeglichen (hoher Aufwand für die Regelung)
 - Kältemaschinen in G11 verteilt, jede Kältemaschine an einen eigenen Verteiler angeschlossen (kein hydraulischer Abgleich)
 - Bei derzeitiger Witterung zirka 10-15 Kaltwasserpumpen in Betrieb
 - Darüber hinaus sechs zusätzliche, unregelte Kühlwasserpumpen, die über eine Stufenschaltung geregelt wurden

Umbau Kältezentrale G11

- Nachher:
 - Alle Kältemaschinen zentral in einem Raum (zwei Kältemaschinen wurden ersetzt)
 - Alle Kältemaschinen fahren auf einen gemeinsamen Kälteverteiler
 - Mittels 5 Schubpumpen wird das Kaltwasser im Werk verteilt (Entfall der 15 einzelnen Pumpen)
 - Geregelt wird nach Druckdifferenz des schlechtesten Strangs
 - Bei derzeitiger Witterung eine Kaltwasserpumpe (50% Last) in Betrieb
 - Die sechs Kühlwasserpumpen wurden durch Drehzahlgeregelte ersetzt

Kältezentrale – Gebäude 11

- 4 Kompressionskältemaschinen
 - Die produzierte Kälte wird mittels fünf Hocheffizienzpumpen (IE4) über das gesamte Firmengelände verteilt
- Einsatz von Kältemaschinen mit Turbo-Kompressoren
 - $COP \approx 8-10$

Energieeinsparung (Strom) $\approx$
285.000 kWh/Jahr, entsprechend
zirka 72 Haushalte



Kältezentrale – Gebäude 34

- Zwei Absorptionskältemaschinen mit je 700 kW Kälteleistung
- Eine Kompressionskältemaschinen (700 kW) für die Spitzenlastzeiten
- Die Kältezentralen in Gebäude 11 und Gebäude 34 wurden direkt verbunden, um die Kälte der AKM optimal nutzen zu können
 - Später: Nachrüstung eines Wärmeübertragers aus Sicherheitsgründen (indirekte Trennung der Netze)

Sprinklertanks als Kältespeicher

- Zwei Sprinklertanks werden als Kältespeicher genutzt
- Vorteile
 - Nutzung als Notkühlung für z.B. EDV-Bereiche
 - Längere Betriebsdauer der Absorptionskältemaschinen und dadurch höhere Betriebsstunden der Blockheizkraftwerke
 - Kältemaschinen müssen nicht für die Spitzenlast ausgelegt und können somit kleiner dimensioniert werden
 - Zukünftig: In Zeiten günstiger Energiepreise (oder sogar negativer) kann der Speicher geladen werden

Energieeinsparung
(Strom) ≈ 120.000
kWh/Jahr, entsprechend
zirka 30 Haushalte

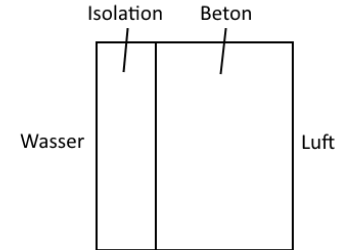
Sprinklertanks G32 - Rechenbeispiel

- Option 1: KKM laden den Speicher auf
 - Nutzen: Da keine Tag / Nacht Tarife bzw. keine variablen Strompreise nicht relevant
 - Aber: evtl. Potential im Bereich Lastmanagement
- Option 2: Aufladen durch die Absorber in G34
 - Nutzen: BHKW können länger laufen, um den Speicher zu laden (wärmegeführt), die KKM muss nicht bzw. weniger betrieben werden
- Option 3: Kältemaschinen kleiner dimensionieren, da Speicher vorhanden ist
 - Bestandsanlage, nicht möglich

Sprinklertanks als Kältespeicher - Rechenbeispiel

- Rahmendaten:

- Volumen $V = 540 \text{ m}^3$
- Umgebungstemperatur $\vartheta = 20 \text{ °C}$
- Oberfläche $A = 210 \text{ m}^2$
- Wärmedurchgangskoeffizient $k = 0,5055 \text{ W / (m}^2\text{K)}$
- Nutzung des Speichers für Klimakälte
($\vartheta_V = 6 \text{ °C} / \vartheta_R = 12 \text{ °C}$)
- Aufgrund Temperaturdifferenz im Wärmeübertrager Speicher nur bis 8 °C herunterkühlbar (Bestand, bei Neuauslegung größer dimensionieren)



Sprinklertanks als Kältespeicher - Rechenbeispiel

- Im Speicher speicherbare Kältemenge:
 - $Q = m * c_p * \Delta T = 540.000 \text{ kg} * 4,19 \text{ kJ} / (\text{kgK}) * 4 \text{ K}$
 $= 2.512 \text{ kWh}$
- Verluste
 - Mittlere logarithmische Temperaturdifferenz: 9,87 K
 - $Q_v = k * A * \Delta T = 0,5055 \text{ W} (\text{m}^2\text{K}) * 210 \text{ m}^2 * 9,87 \text{ K}$
 $= 1,05 \text{ kW}$ (entsprechend 25 kWh/Tag)
- Zu vernachlässigen

Sprinklertanks als Kältespeicher - Rechenbeispiel

- Nutzen – Variante 1: Das BHKW würde ohne Speicher stehen, da die Wärme nicht abgenommen werden kann
 - Für 2.512 kWh Kälte werden 3.589 kWh Wärme benötigt ($\zeta = 0,7$)
 - Bei der Produktion von 3.589 kWh Wärme entstehen 3.303 kWh Strom
 - Erlös für Stromproduktion inkl. Kältenutzung: 7 ct / kWh Strom
- $E = 3.303 \text{ kWh} * 7 \text{ ct / kWh} \approx 230 \text{ Euro pro Aufladung}$

Sprinklertanks als Kältespeicher - Rechenbeispiel

- Nutzen – Variante 2: Das BHKW ist stromgeführt und würde auch ohne den Speicher laufen, jedoch kann die Wärme genutzt werden, anstatt über den Kühlturm gefahren zu werden
 - 2.512 kWh Kälte, die sonst konventionell erzeugt werden müsste
 - 3.303 kWh Strom, für die es eine KWK-Vergütung gibt
 - COP der Kältemaschine: 4
 - Erlös für Kälteerzeugung mittels AKM
- $E = 2.512 \text{ kWh} / 4 * 16 \text{ ct} / \text{kWh} + 3.303 \text{ kWh} * 2,64 \text{ ct} / \text{kWh}$
 $\approx 190 \text{ Euro pro Aufladung}$

Sprinklertanks als Kältespeicher - Rechenbeispiel

- Wirtschaftlichkeit:
 - Kosten für Umrüstung des Sprinklertanks: 40.000 Euro
 - Aufladungen pro Jahr: zirka 100 (Erlös: 19.000 Euro)
- Statische Amortisationsdauer: 2,1 Jahre

Energieeffizienzmaßnahmen beim Unternehmen PHOENIX CONTACT

Agenda

- Phoenix Contact – Firmenvorstellung
- Motivation
- Umgesetzte Effizienzmaßnahmen
 - Stromeigenerzeugung
 - Kältetechnik
 - Allgemein
- Energiebedarf und CO₂ Emissionen



Umgesetzte Effizienzmaßnahmen - Allgemein

Heizungszentrale – Gebäude 11

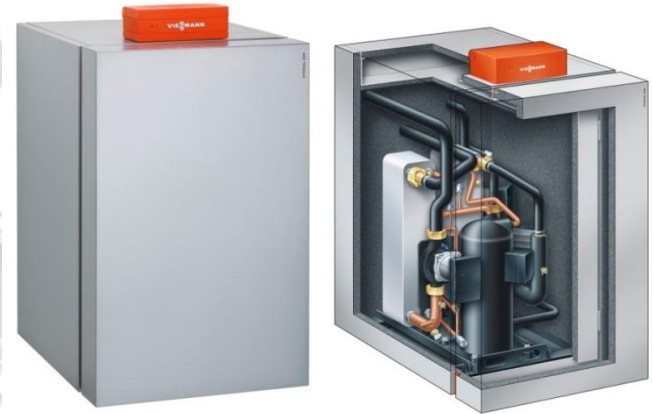
- Wärmeverteilung mittels hocheffizienter Pumpen über das gesamte Firmengelände
- 35 m³ Warmwasserspeicher
 - Optimierte Nutzung der Wärme, die durch die Blockheizkraftwerke erzeugt wurde



Wärmepumpe – Gebäude 36

- Wärmeversorgung für Gebäude 36 (Nutzfläche 5.000 m²) mittels zweier Wärmepumpen in Gebäude 34 (Produktionsgebäude)
- Die Abwärme der Spritzgießmaschinen dient als Wärmequelle

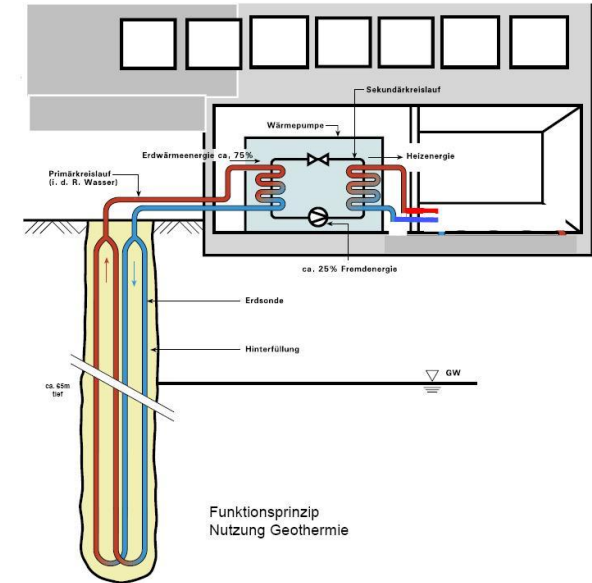
Energiegewinn (thermische Energie)
≈ 300.000 kWh/Jahr, entsprechend
zirka 20 Haushalte



Geothermie – Gebäude 18a

- Wärmepumpe für Gebäude 18a
 - 100 kW Wärmeleistung
 - Wärmequelle: Geothermie
 - 20 Erdbohrungen mit einer Tiefe von je 65m
- Im Sommer wird die Wärmepumpe zur Kühlung von Gebäude 18a eingesetzt (Regeneration des Erdbodens)

Energiegewinn (Wärme) ≈ 150.000 kWh/Jahr,
entsprechend zirka 10 Haushalte
Energiegewinn (Kälte) ≈ 60.000 kWh/Jahr



Umgesetzte Effizienzmaßnahmen - Allgemein

Rechenzentrum – Gebäude 17

- Einsatz einer Warmgangeinhausung für das Rechenzentrum
 - Präzise Verteilung der Kälte- und Wärmeströme mittels der Einhausung

Energieeinsparung (Strom) $\approx$
750.000 kWh/Jahr, entsprechend
zirka 190 Haushalte



Umgesetzte Effizienzmaßnahmen - Allgemein

LED Beleuchtung – Gebäude 9

- Ersatz von 442 konventionellen Leuchten durch 517 LED Leuchten im gesamten Obergeschoss von Gebäude 9

Energieeinsparung (Strom) $\approx$
170.000 kWh/Jahr, entsprechend
zirka 43 Haushalte



Airleader Steuerung – Gebäude 11

- Kompressormanagement für die Druckluftzentrale in Gebäude 11
 - Reduzierung der Leerlaufzeiten
 - Auswahl des effizientesten Kompressors für den jeweiligen Bedarf

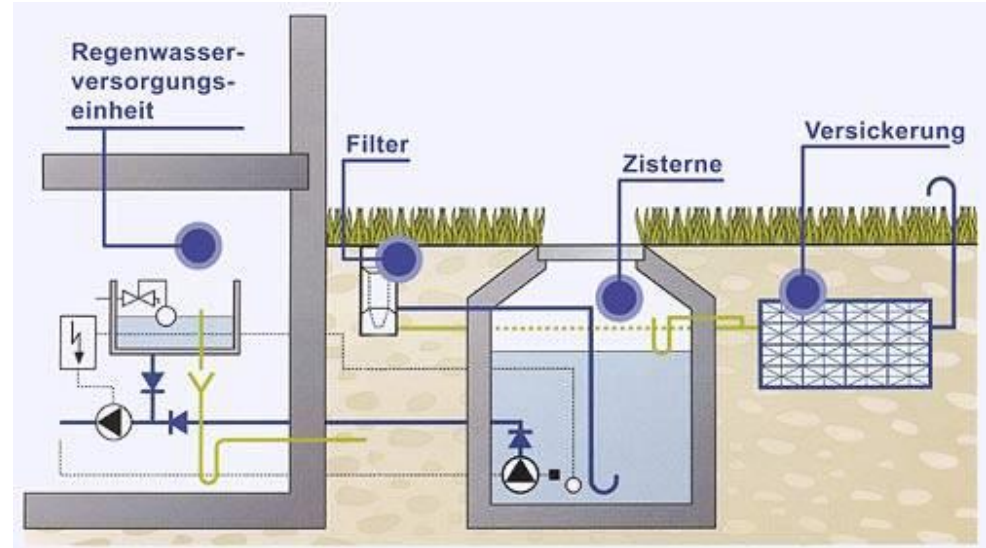
Energieeinsparung (Strom) $\approx$
70.000 kWh/Jahr, entsprechend
zirka 18 Haushalte



Regenwasser Aufbereitung

- Das Regenwasser wird in unterirdischen Speichern aufgefangen
 - Nutzung als Toilettenwasser

Wassereinsparung ≈ 2.000 m³/Jahr, entsprechend zirka 25 Haushalte



Umgesetzte Effizienzmaßnahmen - Allgemein

Austausch von ungeregelten Pumpen

- Alte, ungeregelte Pumpen werden Stück für Stück gegen Hocheffizienzpumpen ausgetauscht

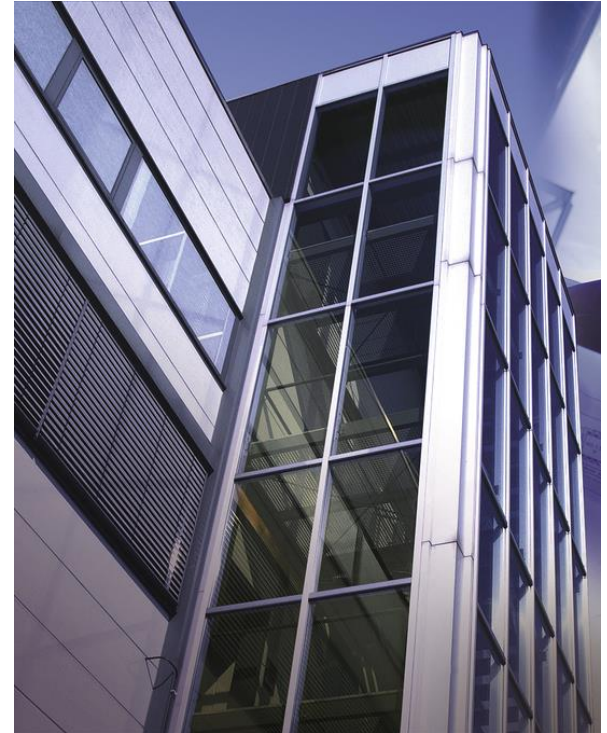
Bisherige Energieeinsparung (Strom)
≈ 140.000 kWh/Jahr, entsprechend
zirka 35 Haushalte



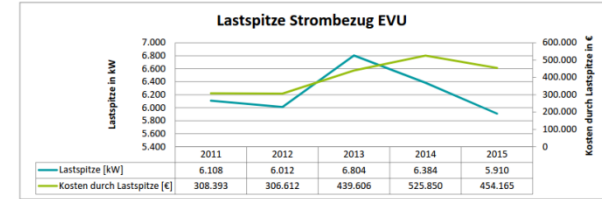
Umgesetzte Effizienzmaßnahmen - Allgemein

Gebäudeautomation

- Steuerung der Rolläden nach Sonneneinstrahlung und Außentemperatur
- Steuerung der Beleuchtungsstärke von fensternahen Leuchten nach Tageslichteinstrahlung
- Tageslicht- und zeitabhängige Steuerung der Außenbeleuchtungen
- Automatische Abschaltung der Flurbeleuchtung nach Tageslichtintensität
- Abschaltung der Heizung / Kühlung bei Über- oder Unterschreiten von Temperaturgrenzen
- Zeitschaltung für Lüftung und Klimatisierung in Bürobereichen



Lastspitzenmanagement



- Analyse des Jahreslastgangs zur Identifizierung der Ursache von Lastspitzen und Möglichkeiten zur Kompensation
 - Ausfall von Blockheizkraftwerken (zirka 1.000 kW)
- Programmierung eines Baustein für den automatischen Start von Notstromgeneratoren zur Kompensation der Lastspitzen
- Definition von Anlagengruppen, um diese bei Bedarf wegzuschalten
- Zukünftig: Einbindung der Ladestationen für Elektrofahrzeuge in das Lastmanagement (6 x 22 kW)

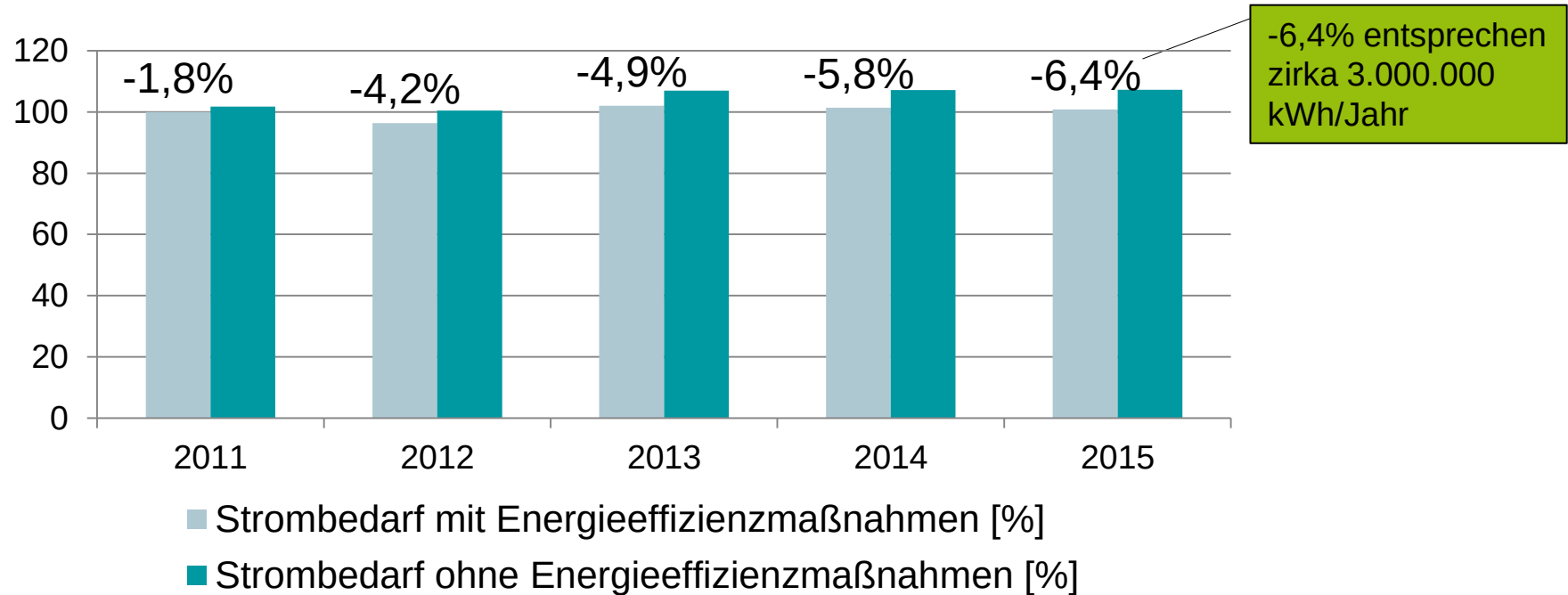
Agenda

- Phoenix Contact – Firmenvorstellung
- Motivation
- Umgesetzte Effizienzmaßnahmen
 - Stromeigenerzeugung
 - Kältetechnik
 - Allgemein
- Energiebedarf und CO₂ Emissionen



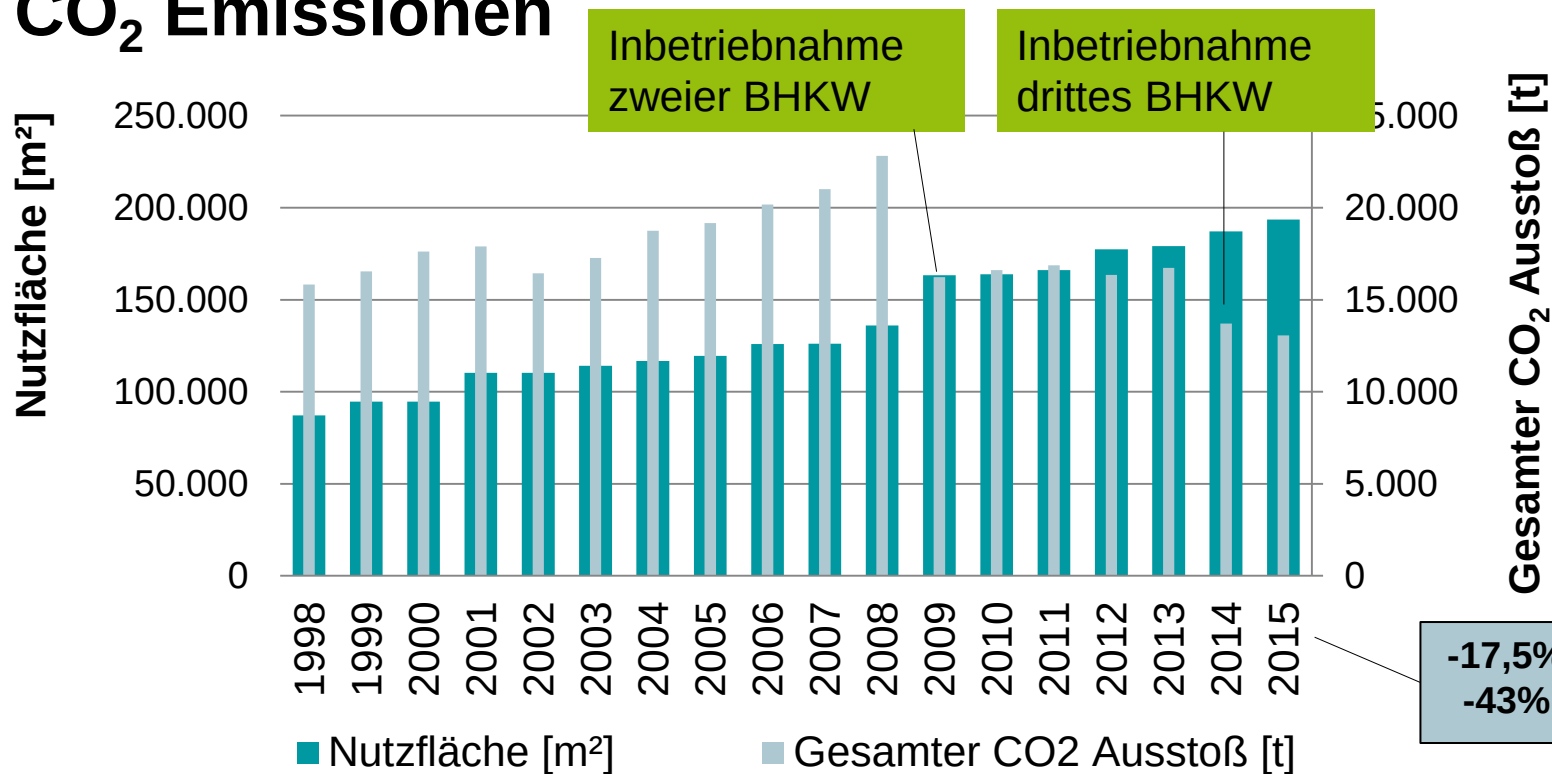
Energiebedarf und CO₂ Emissionen

Auswirkung der Energieeffizienzmaßnahmen auf den Energiebedarf



Energiebedarf und CO₂ Emissionen

CO₂ Emissionen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Kontakt Daten:



Stefan Gottschalk
Energiemanagementbeauftragter

Technical Facility Management

Tel.: 05235 / 342314

<mailto:sgottschalk@phoenixcontact.com>

www.phoenixcontact.com

