



# Model Predictive Control

in der Gebäudetechnik

---

Von der Planung bis zum Betrieb —  
vorausschauend, lokal, einmalige Investition

Lokal · Sicher · Einmalige Investition



# rhm gmbh

Ingenieurbüro für technische Gebäudeausrüstung · Thomasberg, NÖ



Vom Beginn bis zum Betrieb — wir kombinieren langjährige Erfahrung mit der Liebe zum Detail.

Mit BIM, Simulation und KI erarbeiten wir die optimale TGA-Lösung.

- Gegründet 2007 · 12–15 MA
- BIM seit 2017 (IKEA Wien)
- Schwerpunkt: HKLS, Simulation, MPC



**HKLS+MSR**



**BIM**



**Fachbauaufsicht**



**Simulation**



**MPC**



**Energieopt.**

# Was ist MPC?

Stellen Sie sich eine lange Autofahrt vor ...

## Ohne Navi

Konventionelle Gebäuderegulung

- Tanken wenn der Tank leer ist
- Bremsen erst in der Kurve
- Rasten wenn jemand müde wird
- Essen wenn jemand Hunger hat
- Keine Ahnung was Sprit kostet
- Immer gleich schnell — Berg oder Tal



## Mit Navi + Cruise Control

Model Predictive Control

- Günstigste Tankstelle auf der Strecke
- Kennt jede Kurve und jeden Berg voraus
- Optimale Pausenstrategie: minimale Stopps
- Bestes Essen auf der Strecke eingeplant
- Spritpreise stündlich verglichen
- Fährt gleichmäßig, vorausschauend, effizient

**MPC macht mit Ihrem Gebäude genau das — es plant voraus, kennt alle Kosten, und findet die optimale Strategie. Automatisch.**

# Der MPC-Regelkreis

Vier Schritte — automatisch alle paar Stunden, das ganze Jahr



## 1. Daten sammeln

Wetter, Temperaturen,  
Belegung, Strompreise,  
PV, Feedback



## 2. Modell berechnen

Digitaler Zwilling  
simuliert 24–48h  
voraus



## 3. Optimieren

Algorithmus findet  
beste Einstellungen  
für alle Anlagen



## 4. Umsetzen

Sollwerte an GLT  
— nichts wird  
geändert

# Was MPC alles vorhersagt

Prädiktiv in ALLEN Belangen — 24 bis 48 Stunden voraus



## Wetter & PV

Temperatur, Sonne → PV-Ertrag



## Strompreise

EPEX-Spot → wann günstig?



## Heiz-/Kühlbedarf

Raumweise berechnet



## Leistungen

Lastspitzen → Peak Shaving



## Temperaturen

Speicher, Vor-/Rücklauf



## Abwärme

Laufzeitopt., Start/Stopp

# Wie MPC Vorhersagen erstellt

Messdaten → Musterzerlegung → passende Modelle → optimale Sollwerte



## Messdaten

Alle Betriebszustände  
und Verbräuche



## Muster erkennen

Trend, Tagesmuster,  
Wochenmuster



## Modelle anwenden

Multi-Linear Regression  
Seasonal Forecast



## Optimale Sollwerte

MPC findet die beste  
zukünftige Trajektorie

Beobachtet: Wetter · PV · Nutzungspläne · Leistungsbedarf Heizen/Kühlen/Lüftung/Warmwasser/Strom

# MPC sitzt AUF der bestehenden Technik

Nichts wird geändert — nur intelligenter gesteuert



## MPC-Schicht

Wetter · PV · Strompreise · Gebäudemodell · Feedback → optimale Sollwerte



## Gebäudeautomation (GLT)

PID-Regler, Zeitprogramme, Sicherheit — bleiben erhalten

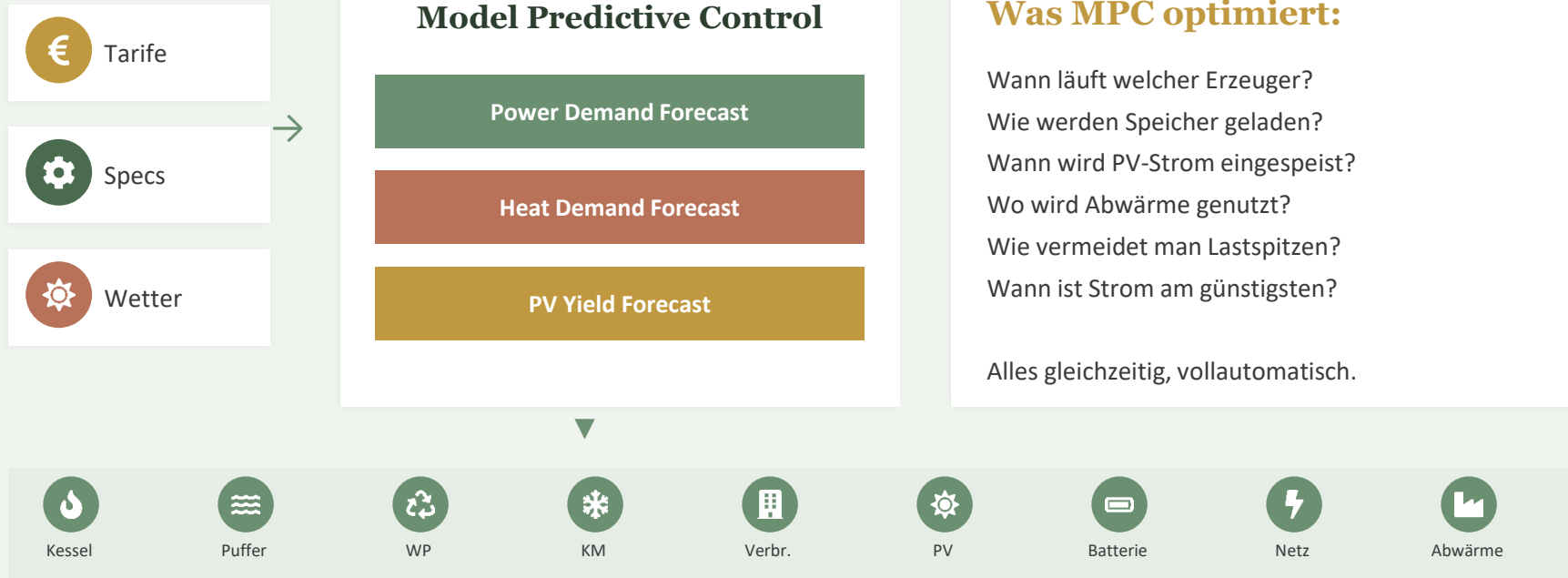


## Feldebene

Sensoren · Ventile · Klappen · Pumpen

# MPC Anlagenarchitektur

So steuert MPC das gesamte Energiesystem



# III

## MPC ab der Planung

Der entscheidende Unterschied — nicht nur im Betrieb, sondern schon im Design

# Co-Simulation: MPC in der Planung

Gebäudesimulation als Basis — MPC als Co-Simulation darauf aufgesetzt

Planungsphase

Bau / IBN

Betrieb

## MPC-Ansatz (rhm)

IDA ICE → Co-Sim mit MPC

Regelstrategien vorab optimiert

Abwärme integriert

Ergebnisse in TGA-Auslegung

Anlage basiert auf

Co-Sim-Ergebnissen:

optimiert ab Tag 1

MPC auf realer Anlage

+ User-Feedback:

nahtloser Übergang

## Maximalvariante: Gesamte TGA im Simulator

WP, Speicher, KM, Heizkreise, Lüftung — alles im Simulator. Jede Komponente vor Bau validiert.

# Simulationsbasierte Heiz- & Kühllast

>40% Reduktion gegenüber normativen Verfahren

## Unser Ansatz

IDA ICE ersetzt die normativen Pauschalverfahren (ÖNORM H 7500, EN 12831) zu 100%.

Reale Wetterdaten, solare Einträge, innere Lasten, Speichermasse — alles detailliert abgebildet.

Die Reduktion gilt für die gesamte Kette: Erzeuger UND Abgabesysteme (FBH, Heizkörper, Fancoils, Rohre, Kanäle).

> 40%

Heiz- & Kühllast-Reduktion

## Gesamte Kette kleiner:

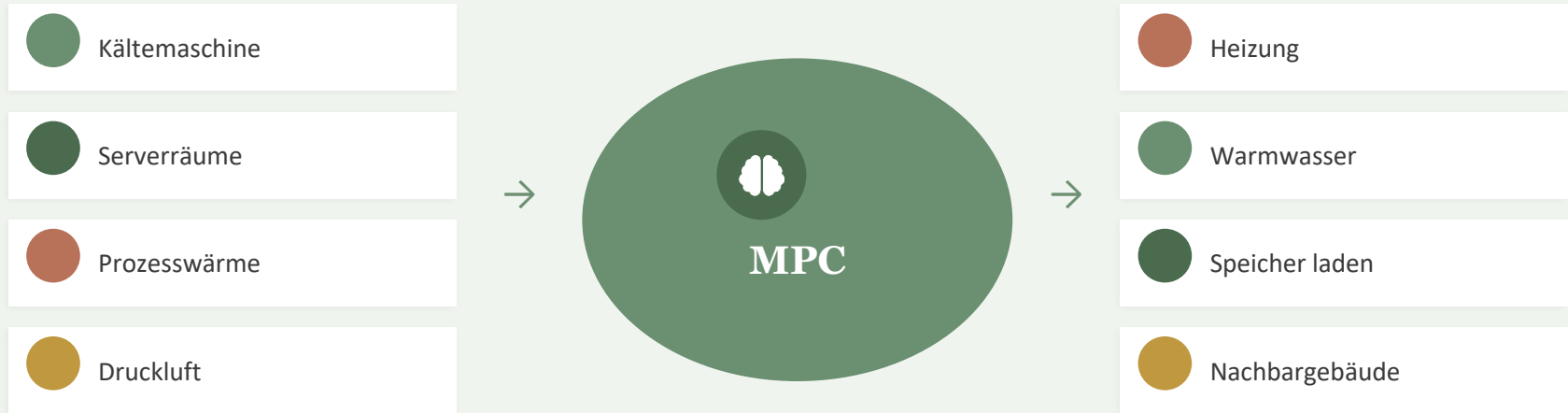
Erzeuger · Abgabesysteme

Rohrdimensionen

Invest- & Betriebskosten

# Abwärme schon im TGA-Design

Bei richtiger Planung deutlich bessere Verwertung als nachträgliche Integration



---

**Abwärmepotenziale bereits in der Planung integriert = deutlich bessere Verwertung als nachträgliche Integration.**

# Energieverbrauchsoptimierung

Weniger Energie — bei gleichem oder besserem Komfort

## Ohne MPC



## Mit MPC



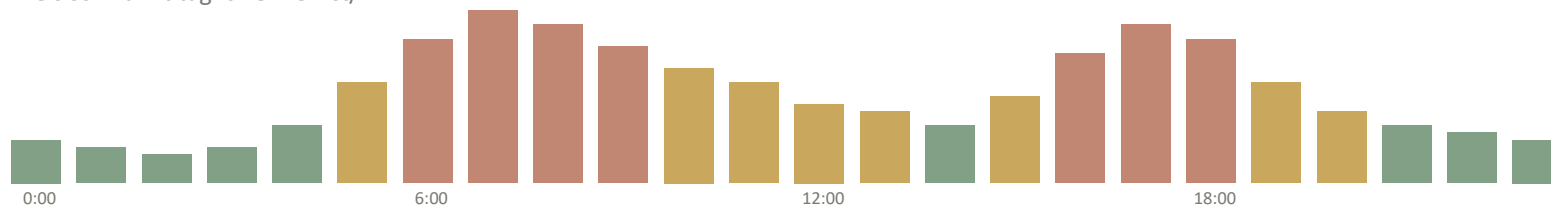
MPC nutzt die thermische Speichermasse als "Batterie". Start-/Stoppsyklen bei KM und WP werden vollautomatisch optimiert.

# Energiekostenoptimierung

Nicht nur weniger — sondern zum richtigen Zeitpunkt

## Börsenstrompreise Österreich (EPEX Spot)

Preis schwankt täglich 5–15+ ct/kWh



## Was macht MPC?

Speicher laden wenn günstig · WP in günstigen Stunden ·  
PV-Eigenverbrauch max. · EEG/PPA integriert

## Bis zu 40% geringere Energiekosten

bei gleichem Verbrauch — nur günstiger

# Energiegemeinschaften & PPA

MPC optimiert auch über Gebäude- und Vertragsgrenzen hinweg

## Energiegemeinschaften

EEG ermöglichen Strom zwischen Teilnehmern zu teilen — MPC optimiert:

- Überschussstrom gezielt einspeisen
- Strombedarf der Gemeinschaft vorhersagen und koordinieren
- Stromnetzkosten reduzieren

## Power Purchase Agreements

Langfristige Stromlieferverträge — MPC kennt die Bedingungen:

- Feste/variable Preise einplanen
- PPA + Spot-Markt kombinieren  
→ maximale Kostenoptimierung
- Eigenverbrauch vs. PPA-Bezug

**MPC integriert EEG- und PPA-Vorhersagen nahtlos: Wann einspeisen, wann beziehen, wann PPA günstiger als Spot?**

# User-Feedback: Komfort aus dem Raum

Nutzer melden ihr Empfinden — MPC passt sich automatisch an



## Nutzer meldet

Website auf  
Smartphone/PC



## Portal sammelt

Raumweise  
ausgewertet



## MPC passt an

Sollwerte  
automatisch



## Besserer Komfort

Handisches Anpassen im 1. Betriebsjahr wird maximal reduziert. Bei Nutzungsänderungen ist die Nachführung problemlos.

# Demand Side, Erzeuger & Wartung



## Demand Side

Lastverschiebung · Peak Shaving  
Gebäudemasse als Puffer  
Dynamische Tarife



## Erzeugerseite

Optimaler WP-Betriebspunkt  
PV-Eigenverbrauch max.  
Abwärme integriert



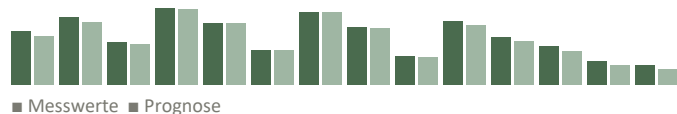
## Wartung

Laufzeitopt. Kältemaschinen  
Start-/Stopp minimiert  
Wartungskosten gesenkt

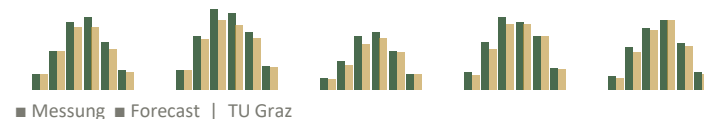
# Prognose-Ergebnisse aus der Praxis

Reale Messwerte vs. Vorhersage — nachweislich funktionierend

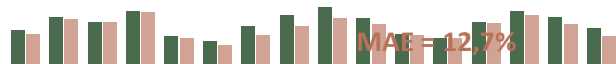
## 48h Demand-Prognose



## PV-Ertrag: 24h Forecast



## Wärmebedarf H2O Hotel



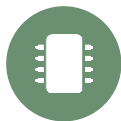
## Prognosequalität

Mean Absolute Error < 1,5K  
für 72h Zonentemperatur-Vorhersage

Je besser die Wetterprognose,  
desto präziser das MPC.

# Lokal · Sicher · Einmalige Investition

Kein SaaS, keine Cloud, keine laufenden Gebühren



## Läuft lokal

Industrie-Embedded-PC im  
Gebäude. Keine große EDV. Kein  
Cloud-Server.



## Datensicherheit

Alle Daten im eigenen Netzwerk.  
Keine Cloud. Für Banken, Behörden  
geeignet.



## Einmalige Kosten

Einmalige Investition. Keine  
Gebühren. CapEx → förderfähig in  
Ö (UFI, bis 30–40%).

# Vergleich: Lokales MPC vs. Cloud

Kriterium	MPC (rhm) — lokal	Cloud-Lösung
Betrieb	Lokal auf Embedded-PC	Cloud-Server
Datensicherheit	Daten im Gebäude	Daten in Cloud
Kosten	Einmalig, förderfähig	Laufend monatlich
Planungsphase	✓ Co-Simulation vor Bau	✗ Erst nach Bau
Heiz-/Kühllast	✓ >40% Reduktion	✗ Kein Einfluss
User-Feedback	✓ Automatisch	✗ Nicht vorgesehen
Abwärme	✓ In Planung integriert	✗ Nur wenn vorhanden
Wartung	✓ Laufzeit-/Start-Stopp	Begrenzt
Abhängigkeit	Keine	Anbieter-Abhängigkeit

# Referenz: Bildungscampus Hausfeld

Wien 22 — Neubau Bildungseinrichtung — rhm gmbh 2026

## Projekt

Neubau Bildungseinrichtung mit Kindergarten, Volksschule und Mehrzweckbereichen.

Planverfasser TGA: rhm gmbh

Bauwerber: Stadt Wien (MA34)

Standort: Lee-Miller-Promenade 5

## Energetische Highlights

- Dezentrale PWT-Wohnungsstationen
- Lüftungsanlagen Heizung: 239 + 103 kW
- Niedertemperatur-Heizkreise (36/25°C)
- Vordruckunabhängige Regelventile
- BACnet-Anbindung aller Regelgruppen
- Wasseraufbereitung gem. ÖNORM H 5195
- MPC-fähige Anlagenarchitektur

# Referenz: NÖM Baden – Versandlager

Komplexes Wärme-/Kältesystem mit Abwärmeintegration — ideales MPC-Projekt

## Erzeugung & Speicher

- 3+1 NH<sub>3</sub>-Kältemaschinen/WP
- 3 FU-Kompressoren je Maschine
- Eisspeicher PCM: 8.000 kWh
- Sprinklertanks: bis 23.260 kWh
- Gleitschichtspeicher
- 5 Rückkühler (adiab. + trocken)
- Freecooling + LWP-Betrieb

## Abwärme & WRG

- Enthitzer: bis 100 kW (74–82°C)
- Ölkühler: bis 230 kW (60–65°C)
- Kondensator: bis 920 kW
- Gesamt bis 4.508 kW Abwärme
- WRG Sprinklertanks: 2×500 kW
- Soleabtauung mit Change-Over
- Produktionsabwärme integriert

## Abgabesysteme

- Umluftkühler: 2.724 kW gesamt
- Betonkernaktivierung: 176 kW
- Kühl-/Heizregel: 113/101 kW
- Fußbodenheizung OG2: 87 kW
- Lüftungsanlagen 6/12 + -6/-1°C
- LAN & Server: 60 kW (6/12°C)
- Temp.-Niveaus: -13°C bis +82°C

**Ammoniak-WP mit Abwärmekaskade, Eisspeicher, Gleitschichtspeicher, BKT, Freecooling — alle Betriebszustände prädiktiv optimierbar.**

# Referenz: GEO.MAT — H2O Therme

Bad Waltersdorf — FFG-Forschungsprojekt · rhm gmbh + AEE INTEC + Ing. Haas GmbH

## Projekt & Standort

- Geothermie: 498m, 9 m<sup>3</sup>/h, 32°C
- Wärmebedarf: 6,4 GWh/a
- Strombedarf: 3,4 GWh/a
- Bidirektionale Fernwärme/-kälte
- Verbund: Therme + 2 Heizwerke
- CO<sub>2</sub>-Einsparung: 635 t/a
- Investitionsvolumen: ca. 13,4 Mio €

## Wärmepumpen & Abwärme

- 3× WP je 500 kW (kaskadiert)
- Natürl. Kältemittel (GWP 0)
- COP 4,18 – 5,7 je Betriebspkt.
- Rückspülwasser: 30°C → 9°C
- Klimakaltwasser: 250+250 kW
- Trinkwasserkühlung: 21→9°C
- Geschichtete Kälte-/Wärmespeicher

## MPC-Integration

- 3-Tages-Vorhersage-Trends
- Fernwärme + Kälte optimiert
- PV-Eigenverbrauch maximiert
- Lastspitzenglättung
- Speichermanagement
- Wettervorhersageintegration
- 15–25% Energieeinsparung

**FFG-Forschungsprojekt: MPC + Deep Learning steuert kaskadische WP mit Geothermie, Abwärme und PV — Ziel: CO<sub>2</sub>-freie Thermalbäder.**

# Zusammenfassung



## **MPC ab der Planung**

Co-Simulation mit IDA ICE — Regelstrategien, Dimensionierung, Abwärme vorab validiert.



## **>40% Lastreduktion**

Simulationsbasierte Heiz-/Kühllast — gesamte Kette kleiner.



## **Abwärme im TGA-Design**

Bei richtiger Planung deutlich bessere Verwertung.



## **Verbrauchs- & Kostenoptimierung**

Weniger Energie + günstiger. EEG/PPA nahtlos integriert.



## **User-Feedback → automatisch**

Komfortempfinden fließt direkt ein. Minimale Nacharbeit.



## **Lokal, sicher, einmalig**

Embedded-PC. Kein SaaS. Förderfähig in Österreich.



## **Prädiktiv in allem**

Wetter, PV, Strompreise, Heiz-/Kühlbedarf, Abwärme, Wartung.



# Vielen Dank!

Fragen & Diskussion

---

rhm gmbh — Ingenieurbüro für technische Gebäudeausrüstung

Thomasberg, Österreich | [www.rhm.at](http://www.rhm.at) | [office@rhm.at](mailto:office@rhm.at)