



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement des Innern EDI
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie **MeteoSchweiz**

Das numerische Wettervorhersagemodell COSMO von MeteoSchweiz und seine Anwendung für die Gebäudeklimaregulierung

Francis Schubiger

MeteoSchweiz

francis.schubiger@meteoswiss.ch

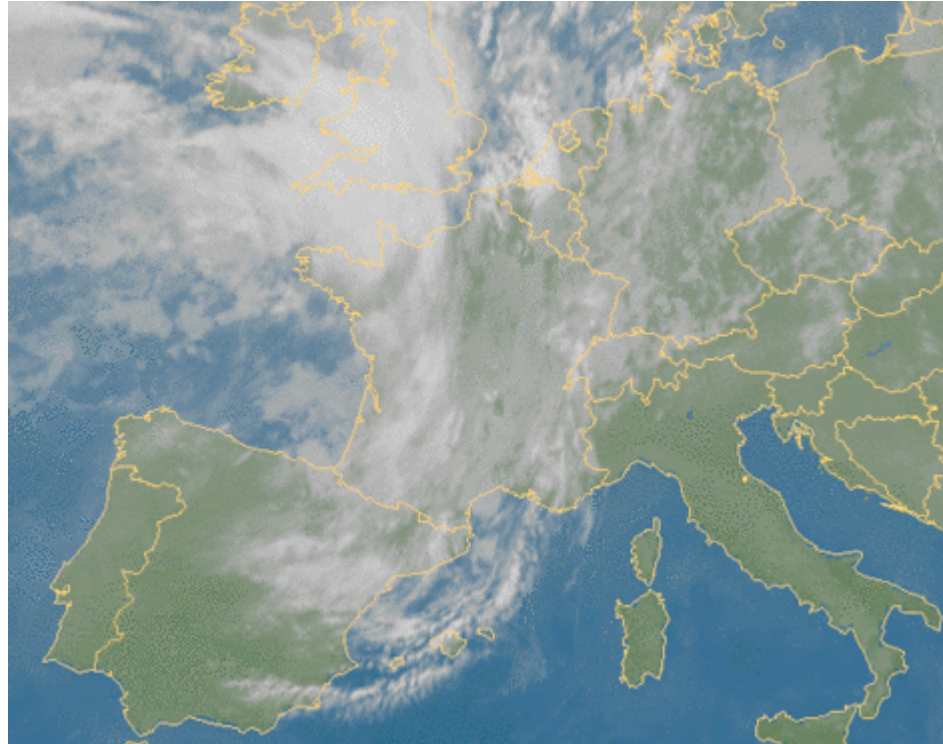
5. Planerseminar Hochschule Luzern

24. März 2009





Das Wetter in Europa...



beobachtet vom Satellit

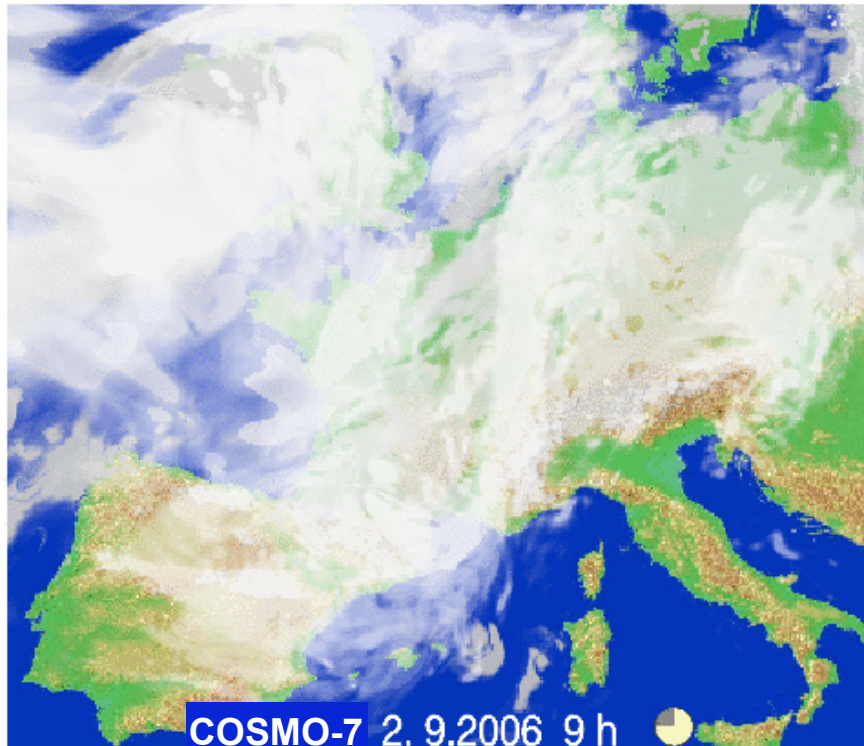


Kann man das mit dem Computer berechnen?

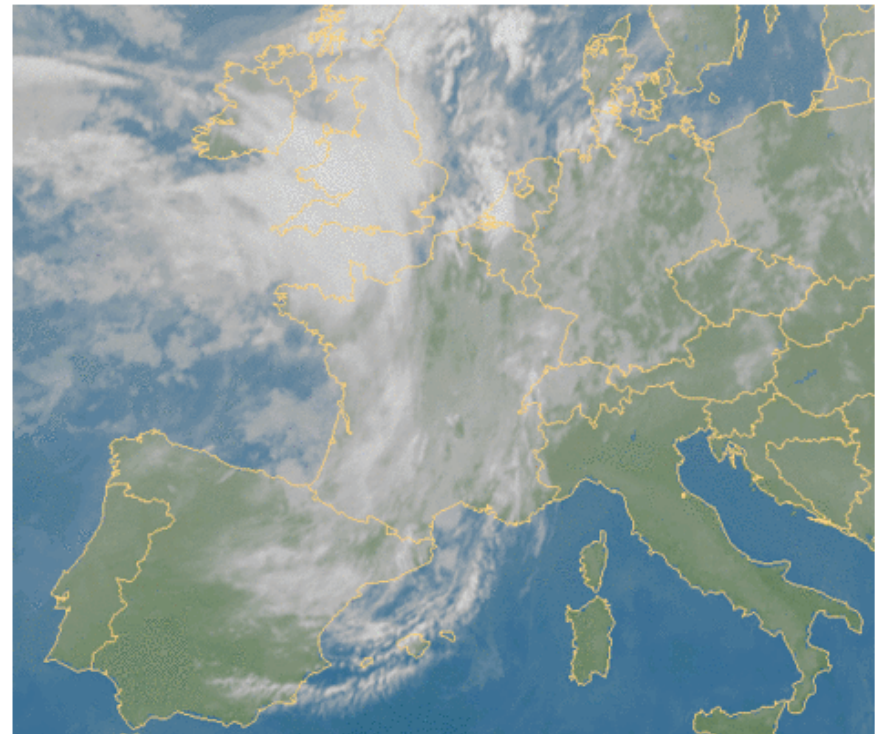




Ja, man kann....



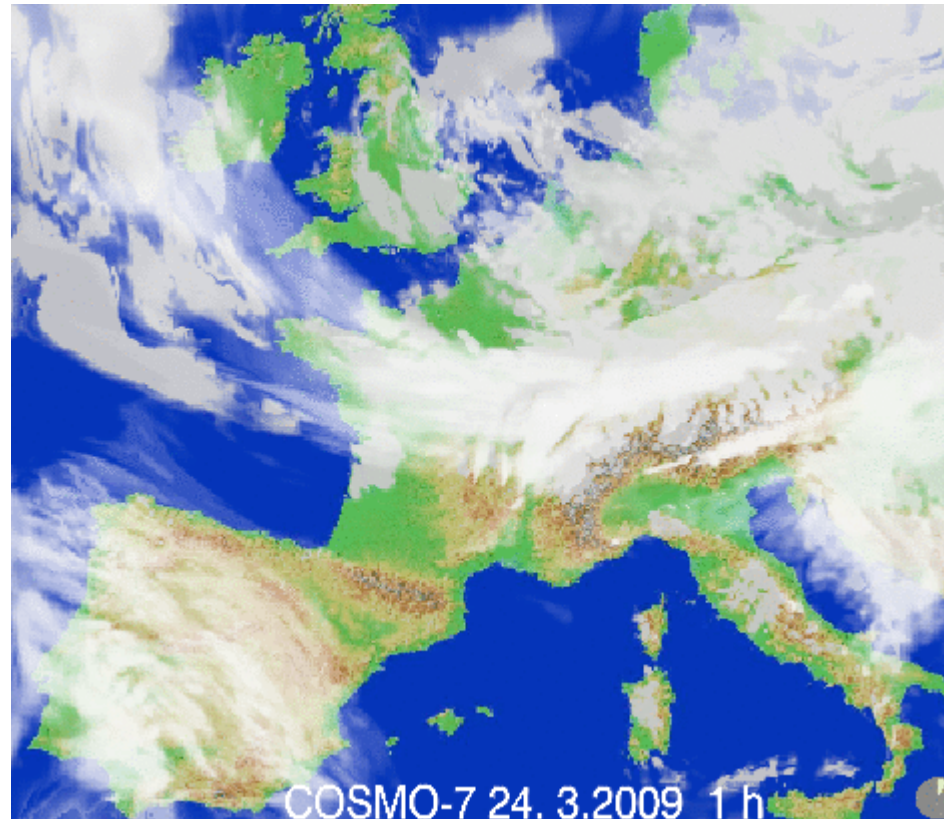
berechnet



beobachtet



...und sogar in die Zukunft hinaus!



voraus berechnet



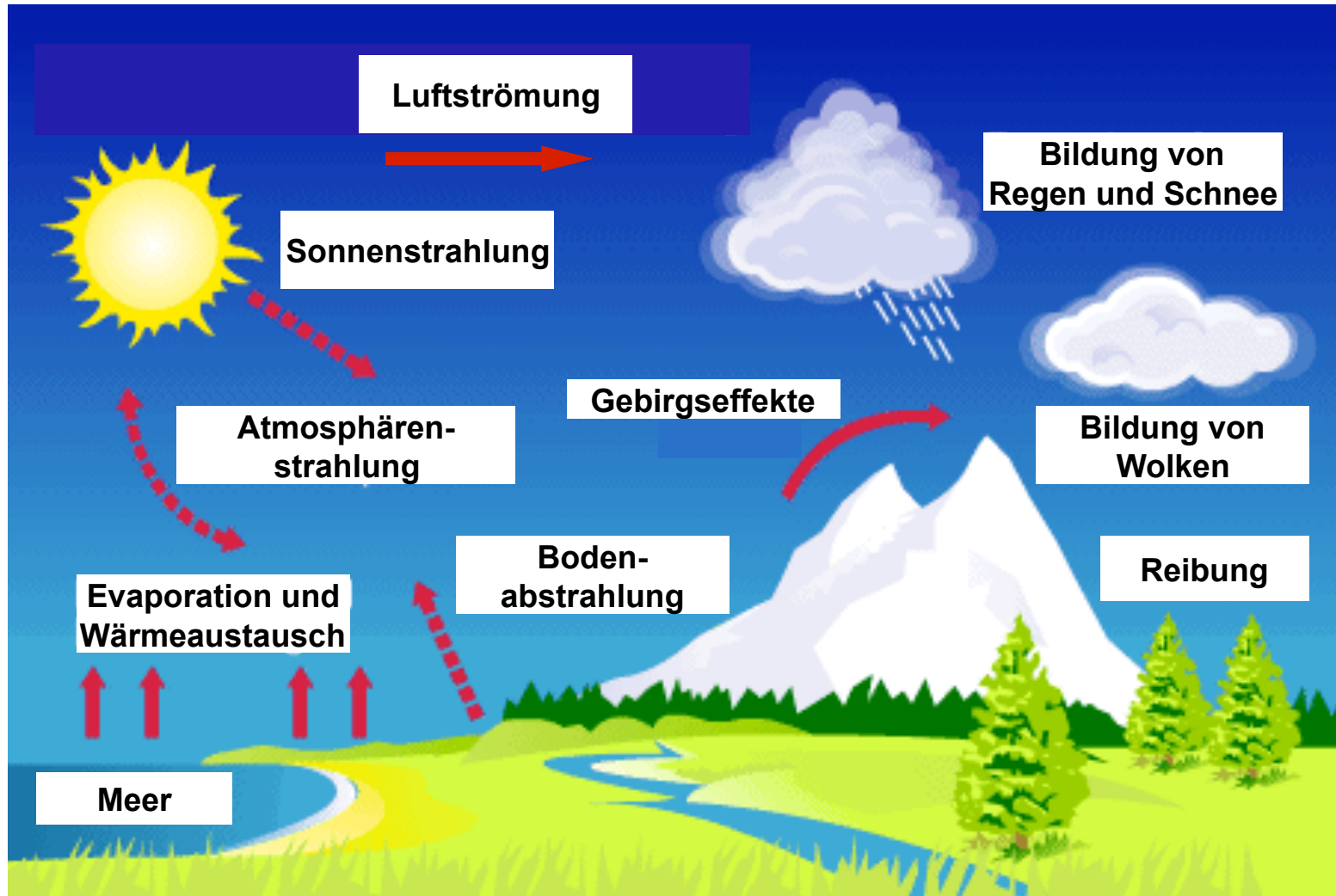
Numerisches Wettermodell: Zutaten

Man nehme...

- **Physikalische Gesetze** geltend für die Atmosphäre (in Form von Differentialgleichungen)
- **Anfangsbedingungen** (Ist-Zustand der Atmosphäre)
- **Computerprogramm**, das daraus den Zustand der Atmosphäre in der Zukunft berechnet



Atmosphärische Prozesse





Gesetze der Atmosphäre

- **Gute Nachricht: Die Gleichungen der Atmosphäre sind bekannt** (Navier-Stokes Gleichungen):

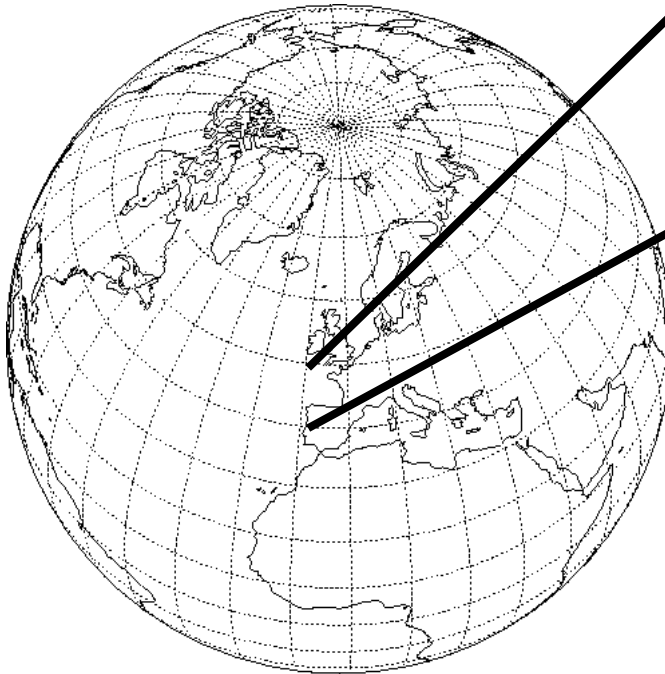
7 Gleichungen mit 7 Unbekannten
(Druck, Temperatur, 3 Windrichtungen, Dichte, Feuchte)

- **Schlechte Nachricht: Sie lassen sich nicht exakt lösen**
- Ausweg: Man löst sie auf einem Rechengitter numerisch (d.h. mit einem Computerprogramm)



Modellgitter

Der Raum wird in kleine Zellen aufgeteilt



1 Wert für jeden Parameter:

- Druck
- Temperatur
- Wind
- Feuchte
- ...

Maschenweite

Höhe über Meer

25 km

5 km

0 km

W

O

**Modell-
schichten**

Millionen von Gitterzellen!



Parametrisierungen

- Viel passiert aber innerhalb einer Gitterzelle, z.B.
 - Wolkenprozesse
 - Turbulenz
 - Strahlung
- Diese Prozesse werden grob durch einfache Formeln schematisiert (parametrisiert)
- Höhere Auflösung: Weniger zu parametrisieren

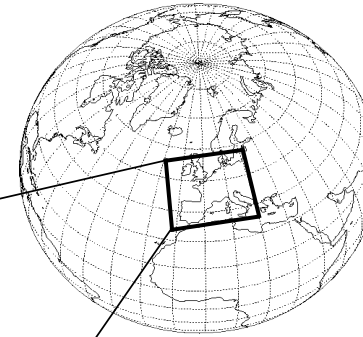
Gitterzelle



Maschenweite

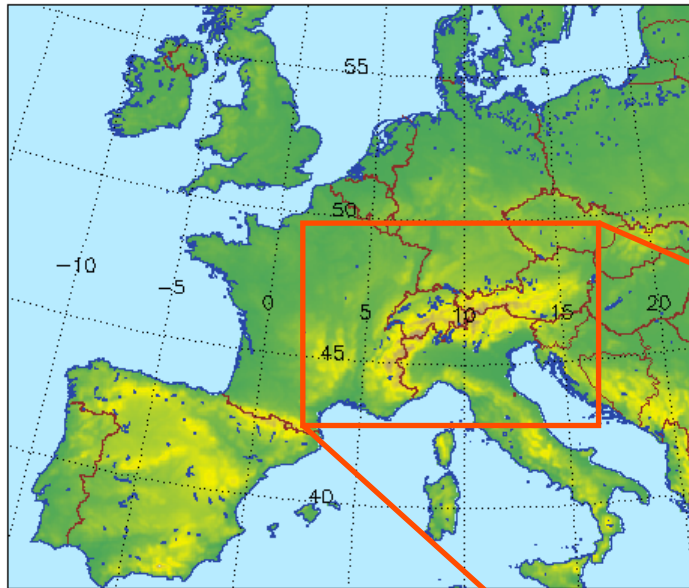


MeteoSchweiz: COSMO-Modellkette

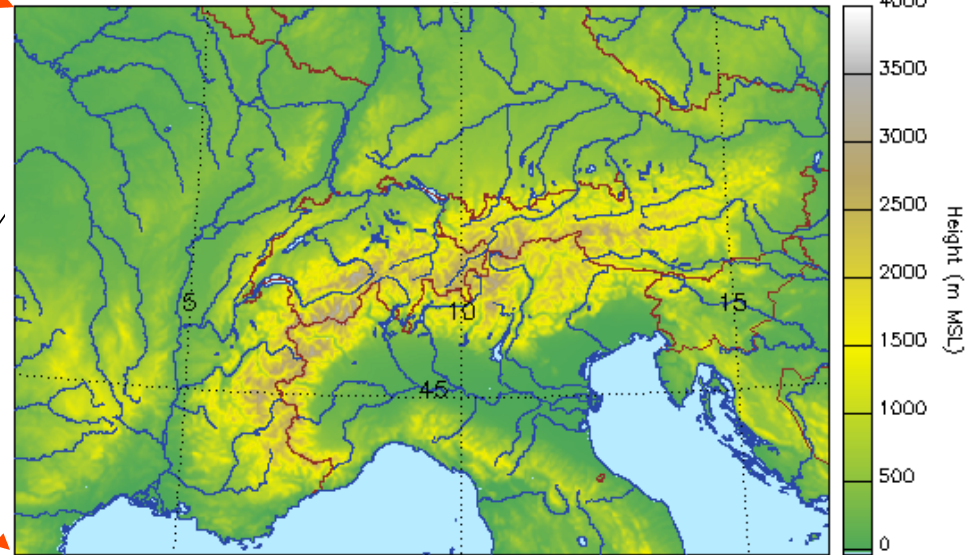


EZMW / IFS
25km Maschenweite
synoptische Skala

COSMO-7: 6.6 km Maschenweite, 60 Schichten
eigene Assimilation, 2x täglich bis +72h



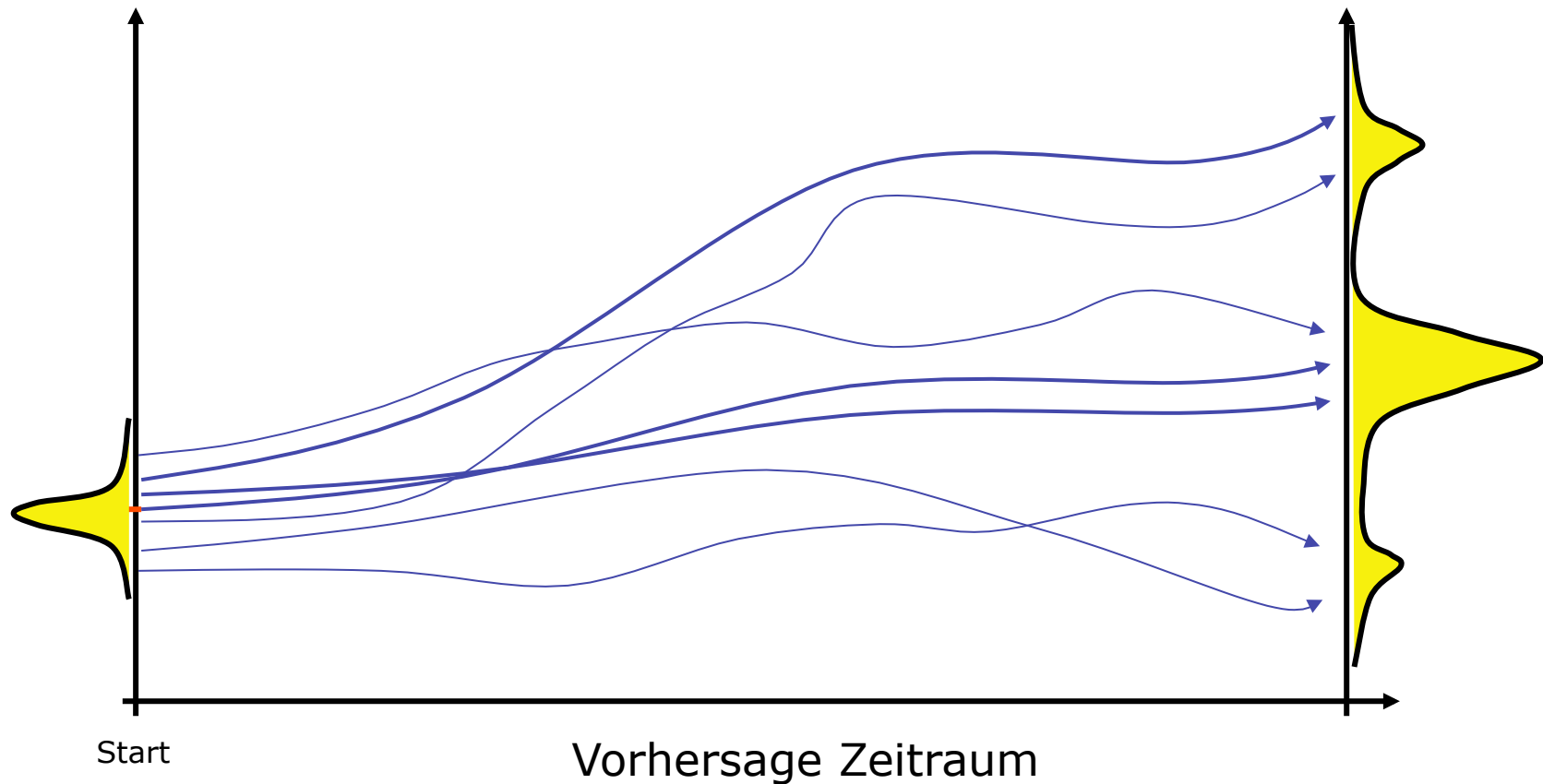
COSMO-2: 2.2 km Maschenweite, 60 Schichten
eigene Assimilation, 8x täglich bis +24h





Prognose-Unsicherheit

Wettersystem ist chaotisch → schnelles Wachstum kleiner Störungen (Schmetterlingseffekt):



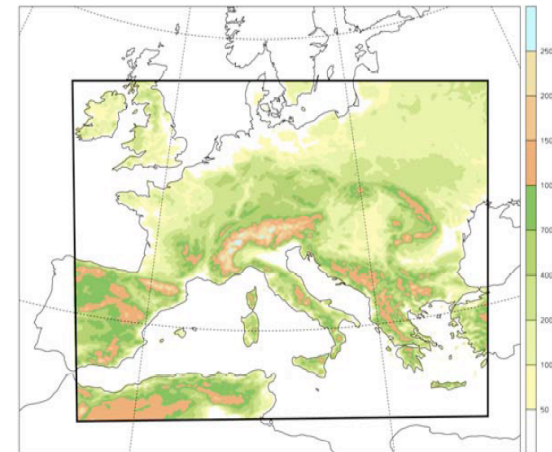


COSMO-LEPS

COSMO - Limited-area Ensemble Prediction System

Eckdaten:

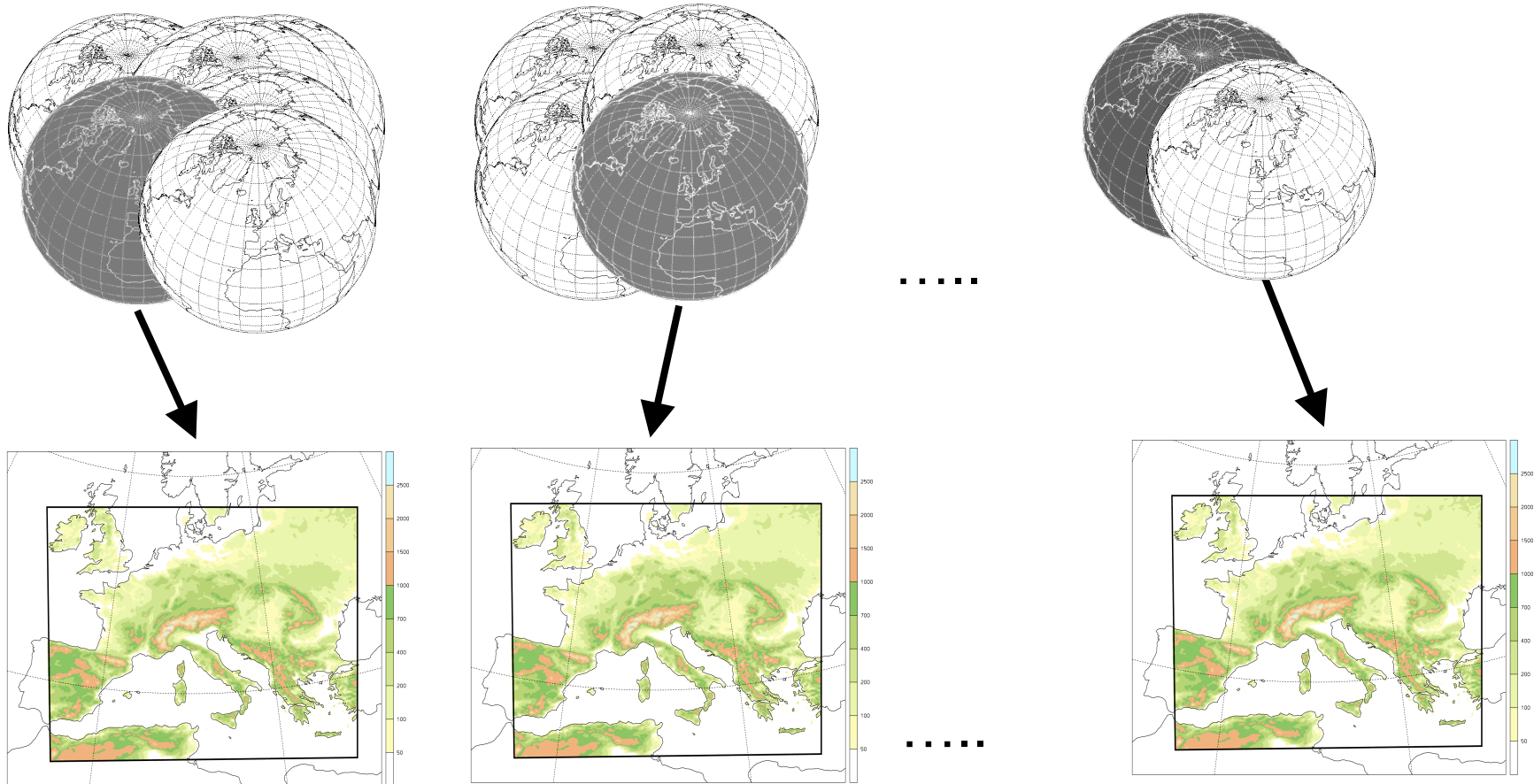
- 5-Tages Vorhersagen (132 Stunden)
- Gebiet: Europa
- Maschenweite ~10 km, 40 Modell-Schichten
- Berechnung am EZMW
- 16 Vorhersagen („Member“)





COSMO-LEPS Strategie

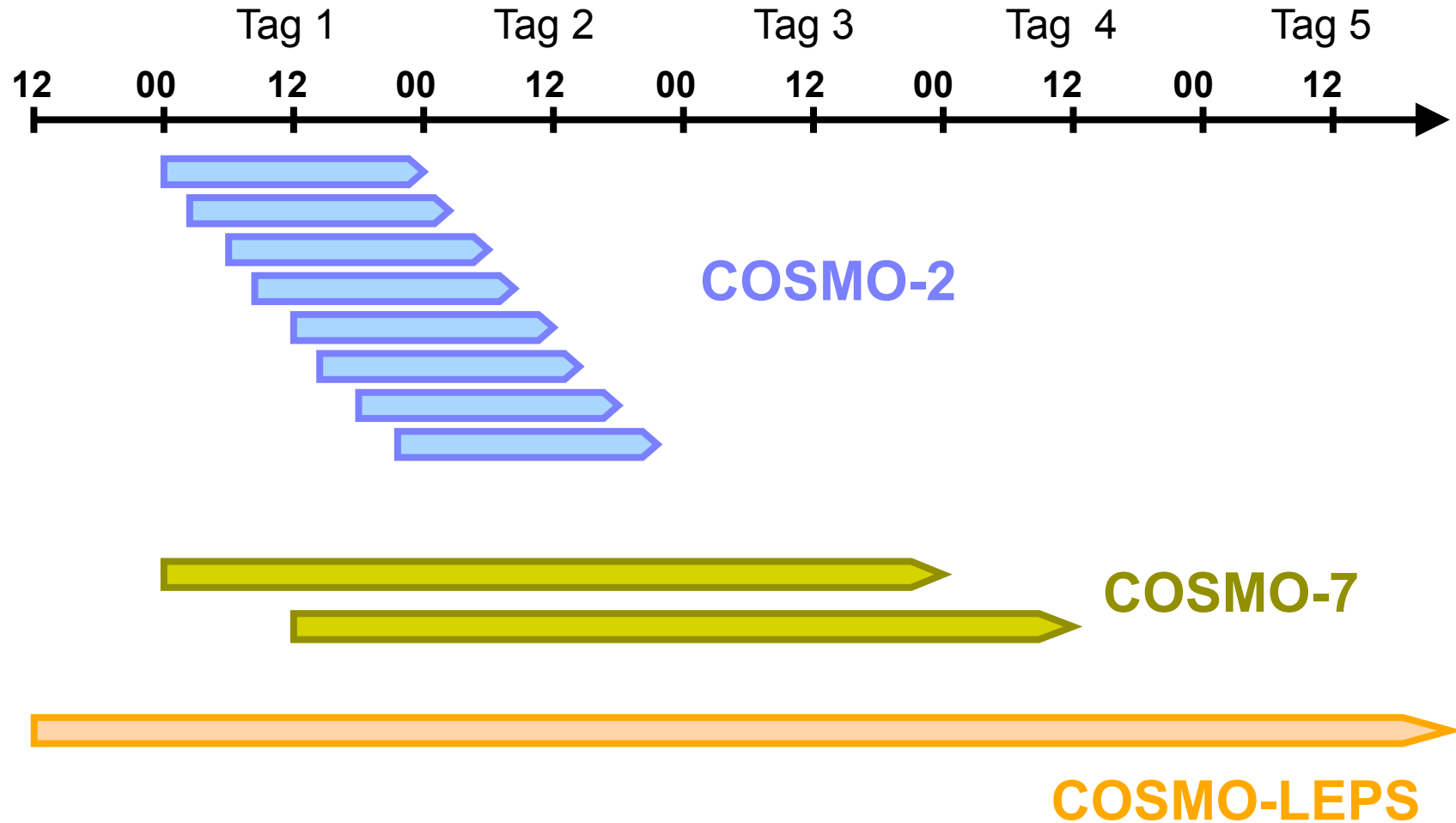
Globale Ensemble des EZMW: 102 Members eingeteilt in 16 Gruppen



16 COSMO Simulationen gewichtet anhand der Gruppengrösse



Unsere COSMO Modell-Palette





Unsere Kunden im Segment Energie

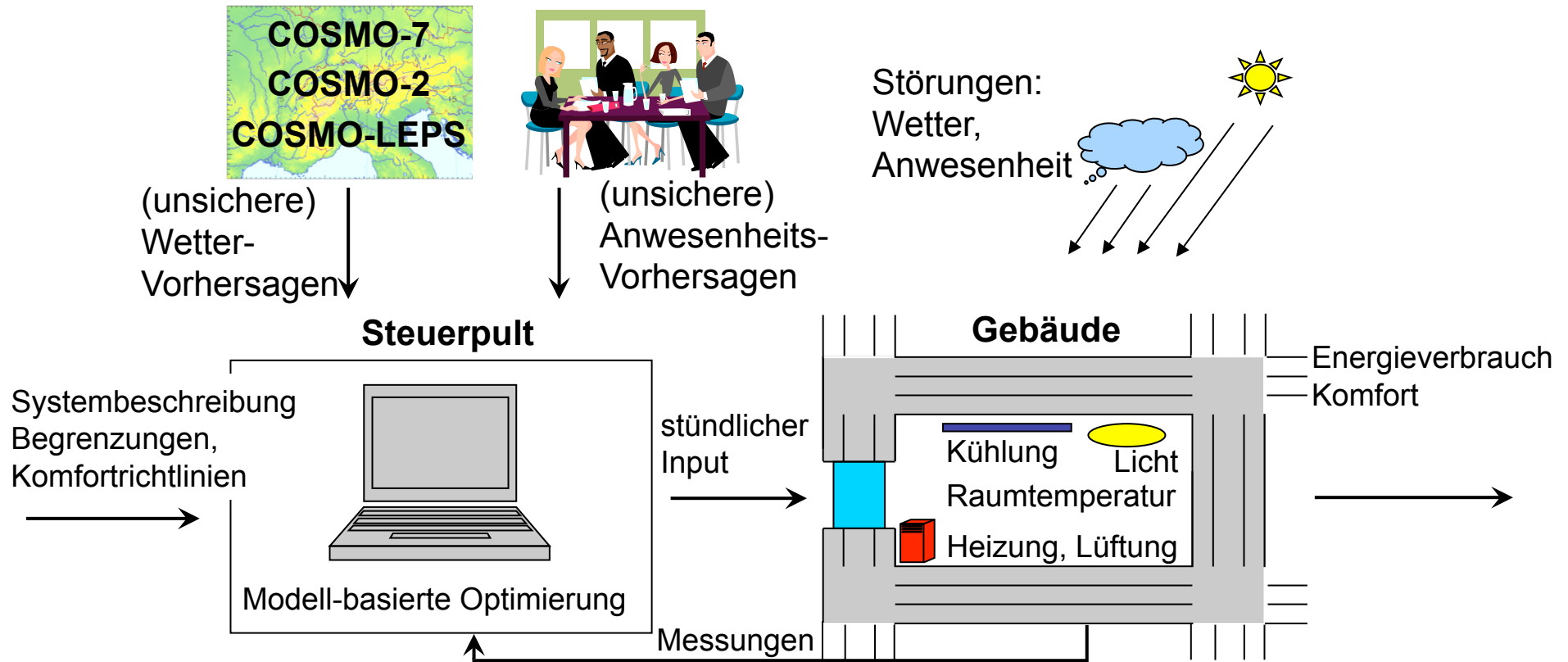
- Gebäudeautomation
 - Siemens Schweiz AG (**Forschungsprojekt OptiControl**)
 - Geschäftshäuser
 - ABB Power Tower Baden
 - Sunrise tower Zürich
 - Geschäftshaus Leonardo Zürich-Oerlikon
 - Hürlimann Areal City Süd, Zürich
 - Neue Monte Rosa Hütte (2885 m)
- Stromlastvorhersagen - Energiehandel
 - Girsberger Informatik, Efforte,
- Gaswirtschaft (jeweils Winterhalbjahr)



Projekt OptiControl

www.opticontrol.ethz.ch

Verwendung von Wetter- und Anwesenheits-Vorhersagen für die optimale Gebäudeklimaregelung



Partners:



MeteoSchweiz





Projekt OptiControl (2)

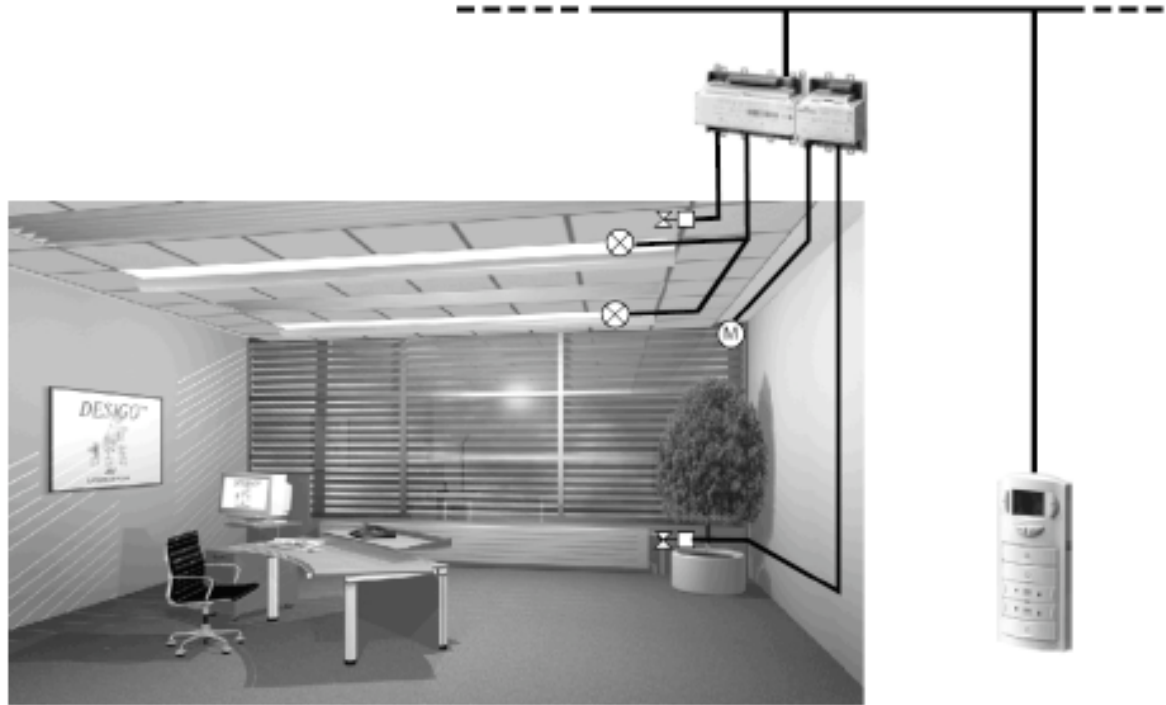
- Ziele
 - Entwicklung von Methoden zur Nutzung von Wetter- und Anwesenheits-Vorhersagen um
 - die Energieeffizienz und den Komfort von Gebäuden zu erhöhen
 - Strom-Spitzenlasten zu begrenzen
- Ergebnisse
 - Neue Regelungs-Verfahren / Methoden
 - Software/ Tools
 - Kosten-/Nutzen Analyse
 - Anwendung an Demonstrator-Objekten



Kontrollaufgabe – Integrierte Raum-Automatation

Integrierte Kontrolle der

- Heizung
- Kühlung
- Lüftung
- Beleuchtung
- Storen



eines einzelnen Raumes oder einer Gebäudezone



Kontrollaufgabe – Varianten der Gebäude-Systeme

Gebäude-System

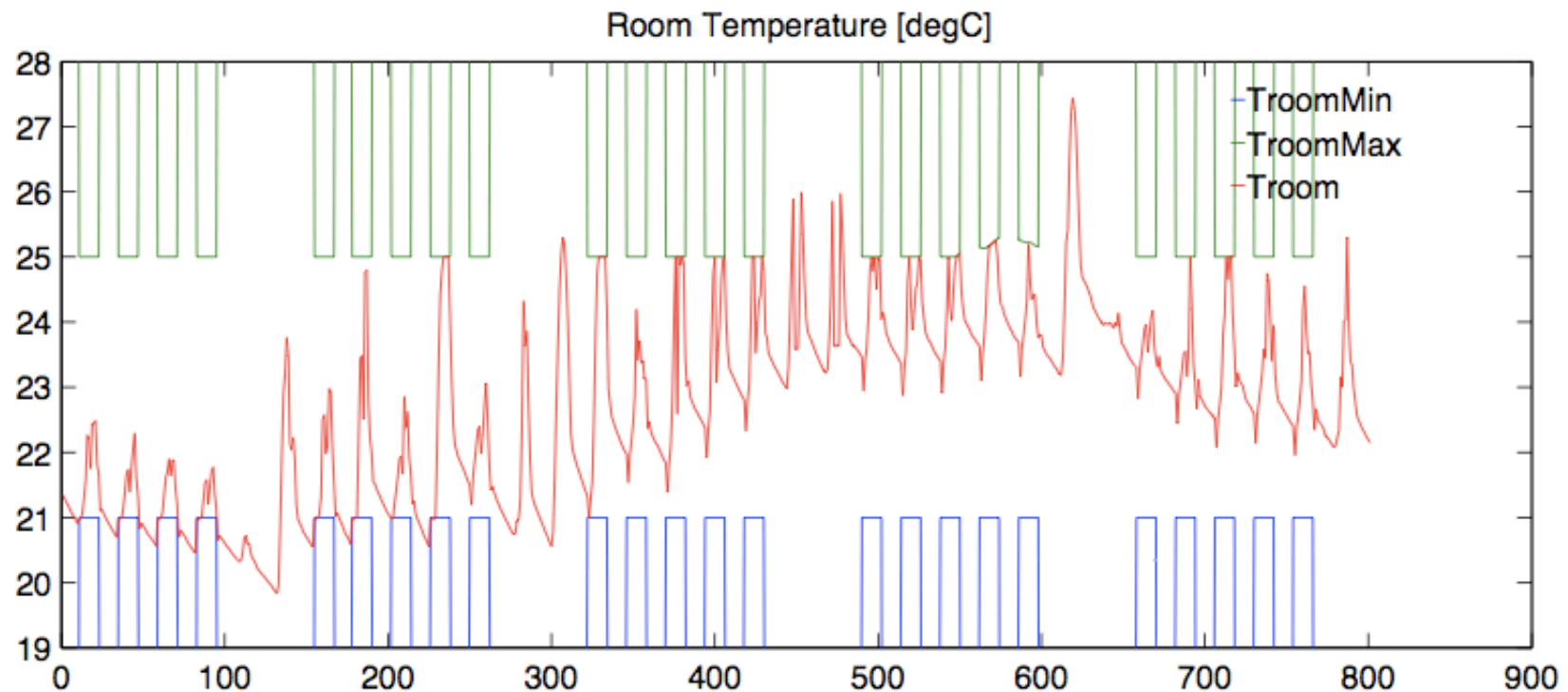
Automatisierte Subsysteme

	S1	S2	S3	S4
Storen	x	x	x	x
Elektrische Beleuchtung	x	x	x	x
Mech. Lüftung: Volumenstrom, Heizung, Kühlung	–	x	x	x
Mech. Lüftung: Energierückgewinnung	–	x	x	x
Natürliche Lüftung (nur während der Nacht)	–	–	–	x
Träge Kühldecke	x	x	–	–
Freie Kühlung mit nassem Kühlturm	x	x	–	–
Heizkörperheizung	x	x	–	–
Fußbodenheizung	–	–	–	x



Kontrollaufgabe

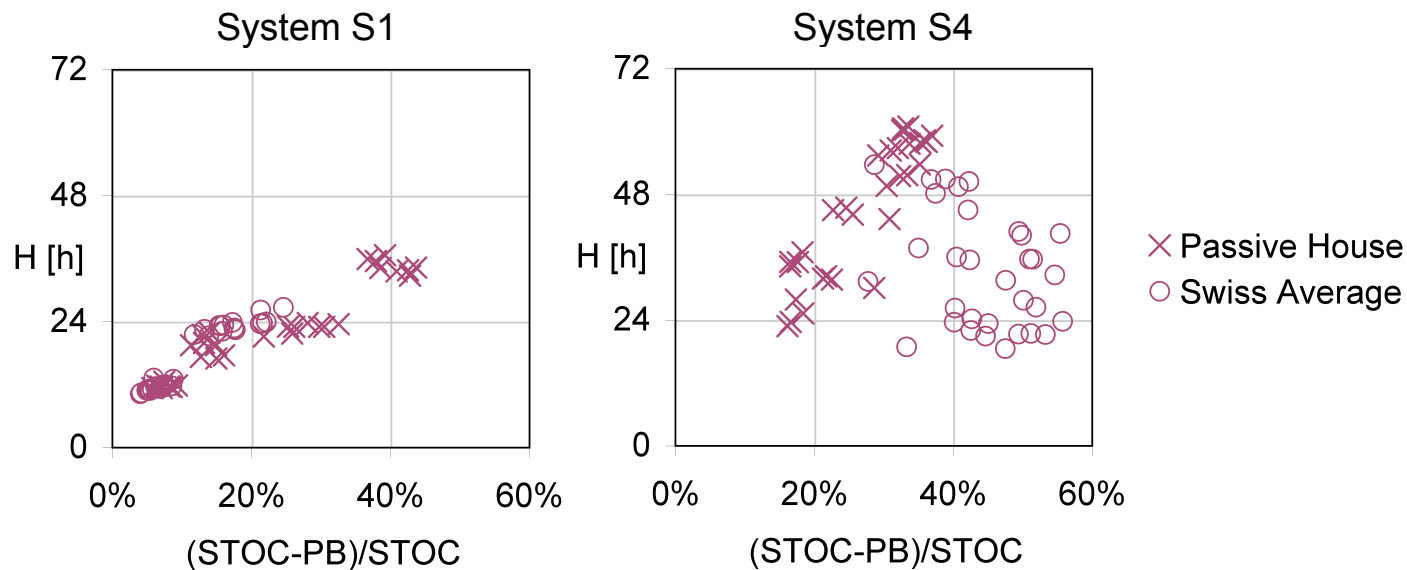
Die Raumtemperatur mit minimalem Energieverbrauch im vorgeschriebenen Komfortbereich halten (Ausnutzen Komfortband/Gebüudemasse, optimale Nutzung billiger Energiequellen)



Dimitrios Gyalistras, Projektleiter OptiControl



Erforderliche Vorhersage-Horizonte zum Erreichen des minimal möglichen Energieverbrauchs bei vorgegebenen Komfortanforderungen („Performance Bound“)



Vorhersage-Horizont hängt stark vom Gebäude-System ab

Dimitrios Gyalistras, Projektleiter OptiControl

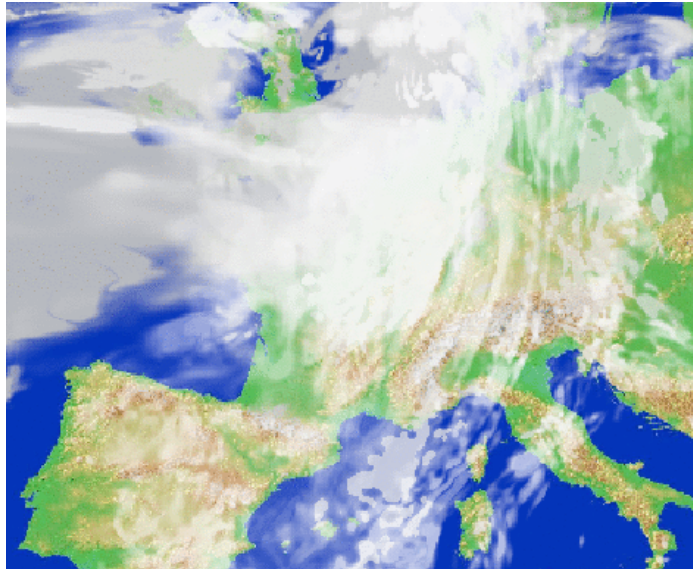


Zusammenfassung der ersten Ergebnisse des Projekts OptiControl

- Identifikation von etlichen Fällen mit hohem Verbesserungspotential (Energie u/o Komfort) dank verbesserter Kontrolle
- Zusatznutzen – auch von Wettervorhersagen - variiert stark von Fall zu Fall
- Passende Werkzeuge (“tools”) und Datensätze sind wichtig, um für den Einzelfall korrekte Aussagen machen zu können
- Detaillierte Studien mit aufwändigen Kontrollalgorithmen können nützlich sein für die Bestimmung von einfachen, verbesserten Kontrollstrategien



Besten Dank für die Aufmerksamkeit !



Fragen?



COSMO-LEPS & COSMO-7 Meteogram 2009-03-23 12 UTC
Luzern 47.0N 8.3E 456m (LEPS 719m / COSMO-7 530m)

— Median ■ 25% - 75% - - - - Min / Max — COSMO-7 - - - - Obs

