Der energetische Fingerabdruck von Gebäuden.

Ein Versuch zur Kategorisierung der Performance.

Zentrum für Integrale Gebäudetechnik
Prof. Dr. Axel Seerig

11. ZIG-Planerseminar, Horw, 25. März 2015

Stellen wir uns vor …

Aufgabe:
Energetisches Benchmark aller Primarschulen in der Schweiz.

Datenbasis
- ¼-Stunden-Leistungsmessung

Fragen
- Auffindung der „typischen" Primarschule
- Auffinden von Ausreissern
- Trenderkennung

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Statistik Schweiz

Aktuell | Themen | Regional | International | Infothek | Dienstleistungen | Institutionen | Chron

- 15 - Bildung, Wissenschaft
  - Übersicht
    - Panorama
    - Bildungslandschaft Schweiz
    - Die wichtigsten Zahlen
    - Das Thema von A bis Z
    - Neues im Thema
    - Agenda
  - Bildungsindikatoren
  - Bildungssystem
    - Detaillierte Daten
    - Analysen
  - Obligatorische Schule
    - Detaillierte Daten
  - Sekundarstufe II: Allgemein- und Berufsbildung
    - Übersichtstabellen
  - Tertiärstufe: Höhere Berufsbildung
    - Übersichtstabellen
    - Detaillierte Daten

Bundesamt für Statistik > Themen > 15 - Bildung, Wissenschaft > Obligatorische Sch
Daten > Primar- und Sekundarstufe I > **Übersicht**

Seite

Obligatorische Schule - Indikatoren

Primar- und Sekundarstufe I: Übersicht

	1990	2000	2005	2010
Schülerinnen / Schüler	**711'907**	**807'347**	**806'905**	**757'335**
Primarstufe	404'154	473'739	454'092	431'998
Sekundarstufe I	271'589	285'014	304'064	288'002
- davon Grundansprüche	85'105	80'103	82'315	75'881
- davon erweiterte Ansprüche	161'449	162'996	177'157	170'375
- davon ohne Selektion	25'035	41'915	44'592	41'746
Besonderer Lehrplan	36'164	48'594	48'749	37'335
Lehrkräfte (in Vollzeitäquivalenz)[1)]	**...**	**53'277**	**52'400**	**49'212**
Klassengrössen Primarstufe	**19.0**	**19.9**	**19.5**	**2)**
Klassengrössen Sekundarstufe I	**17.8**	**19.0**	**19.1**	**2)**

ca. 4.500 Primarschulen in der Schweiz

- Installation ¼-h-Leistungsmessung
- Monitoring von 1 Wert (elektrische Leistung)
- **ca. 430.000 Werte / Tag**
- **ca. 160 Millionen Werte / Jahr**

Schneider Electric - ION EEM : Dashboard
Persönliche Zusammenfassungen
Trend Analyse
Reports
Kostenstellenzuordnung
Administration
Logout
Kennzahlen Energie (kWh)
Halle 2 und 3 - kWh nicht normalisiert
Halle 2 und 3 - kWh normalisiert nach Anwesenheit
Jan 01 2007 to Mrz 31 2007
Halle 2 - kWh-Total
Halle 3 - kWh-Total
Technikblog
Monday 14 October 2013
Sandweg
» View weekly
« Previous
Betriebsdatenauswertung
Charge: Kaffee_CH_ Jun. 12
Menge in Tassen: 202
Datum: 02.06.2012
Materialverbrauch
Energieverbrauch (EV)
Kosten für Materialverbrauch:
Kosten für Energieverbrauch:
Kosten für Anlagenbelegung:
SunSolutions
eSight
CUSUM Analyse Grafiek
Grafiek
Gegevens
Informatie
[Ketelhuis].[Gas ketels] versus [Ketelhuis].[Stoom]
Vanaf 1-1-2006 0:00
Tot 2-9-2006 23:59
Pas datum aan
De grafiek op deze datum aanpassen geeft een besparing van 6.736,60 m3
Acties
Sluit Venster
Besparing gestart
Stijgend energiegebruik
Aandacht blijft nodig
Toch ruim 6.700 m3 gas bespaard in 22 weken ten opzichte van hoogste niveau (week 14)
Edit Dashboard
Last: 2 Months Month Week Day Hour
Power
Mission Control
Lounge
Bathroom
Bedroom
Outside
Last 30 days: Hover on bar for info, press to zoom in
View: monthly view
Power now
987W
Energy used today:
14.6 kWh
Temperatures
Outside
8.7C
Inside
20C
Monatsbericht
Aufteilung Gesamtstrom
Strom Kälte
Strom Lüftung
Strom Beleuchtung
Strom EDV
Strom Aufzug
Verwalter
Zeitzone
Europe/Berlin, UTC+1
Januar, 2013
Gesamt
Durchschnitt
Seite 1 von 1
Di, 30 Apr 2013

Thesen

1) Feldmessungen = extrem hohen Datenmengen

2) Speicherplatz heute (nahezu) unbegrenzt

3) Manuell kaum mehr auswertbar

4) Herkömmliche Systeme der Gebäudeautomation = Individualbetrachtungen

5) Hoher Automatisierungsgrad erforderlich

6) Hoher Automatisierungsgrad = hoher Anspruch an Auswertintelligenz

Herausforderung

Mit dem **Minimum an Informationen** über Gebäude und Technik (nahezu) automatisiert Potenziale erkennen.

Potenzial = Abweichung vom Normalwert

Zentrale Frage: Was ist „normal" für ein Gebäude?

Der energetische Fingerabdruck von Gebäuden.

Ein Versuch zur Kategorisierung der Performance.

Fingerabdruck des Menschen

Grundmuster:

1) Grobe Merkmale
   linke und rechte Schleife,
   gespannter Bogen, Wirbel

2) Feine Merkmale
   Porenstruktur

Energetische Fingerabdruck eines Gebäudes

Grundmuster:

1) Grobe Merkmale
   linke und rechte Schleife, gespannter Bogen, Wirbel
   Typische Zeitreihen infolge Gebäudetyp, Nutzung, Baukonstruktion, Technischen Systemen etc.

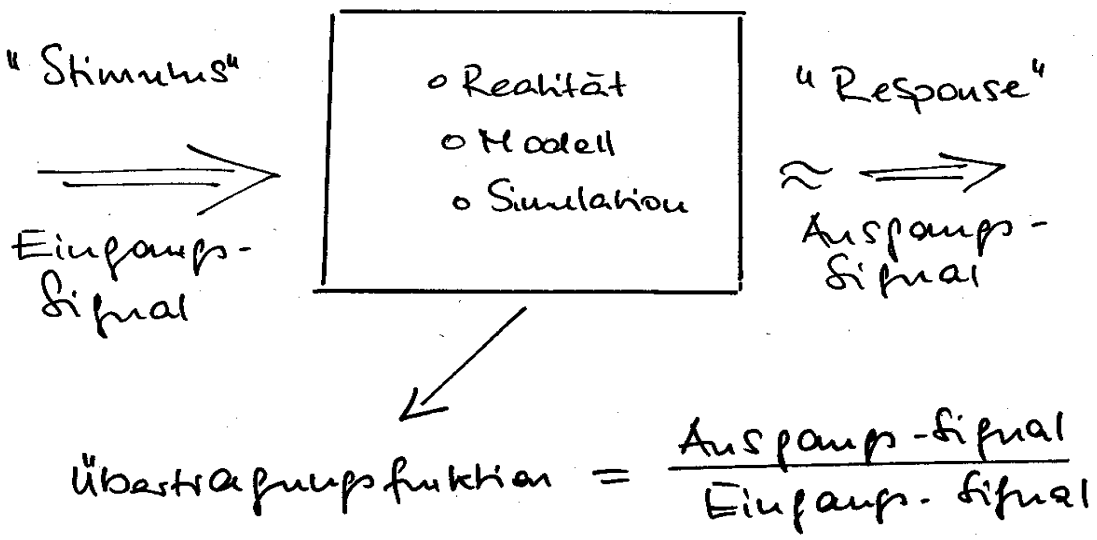
2) Feine Merkmale
   Porenstruktur
   Physikalische Abhängigkeiten (Wetter, Regelung)

Ermittlung des Fingerabdrucks

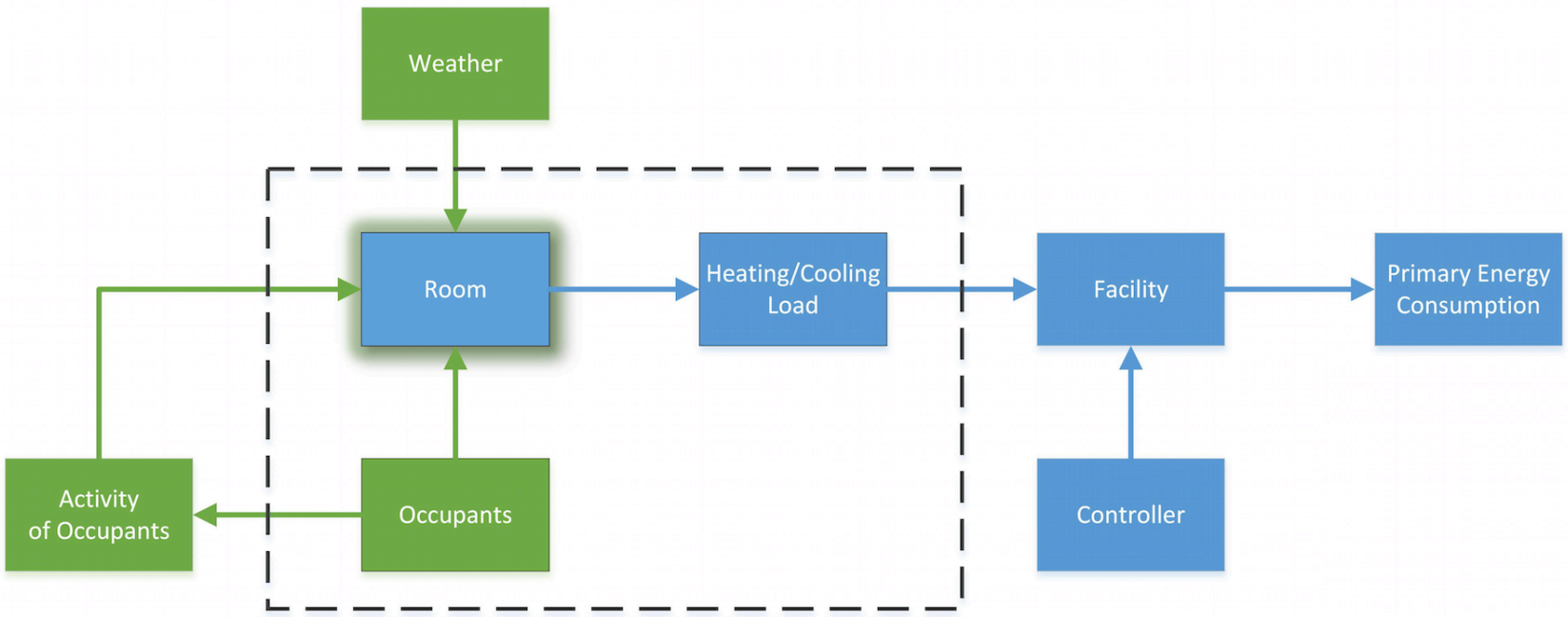
Der „normale" oder typische Fingerabdruck eines Gebäudes ergibt sich aus der

Schwankungsbreite stochastischer Grössen um ihren Mittelwert

(Zeitreihen von Nutzung und Wetter).



Wirkungskette Gebäude



Beispiel

Einfluss des Parameters
„Personenbelegung"
auf die Heiz- und Kühllast eines Raumes.

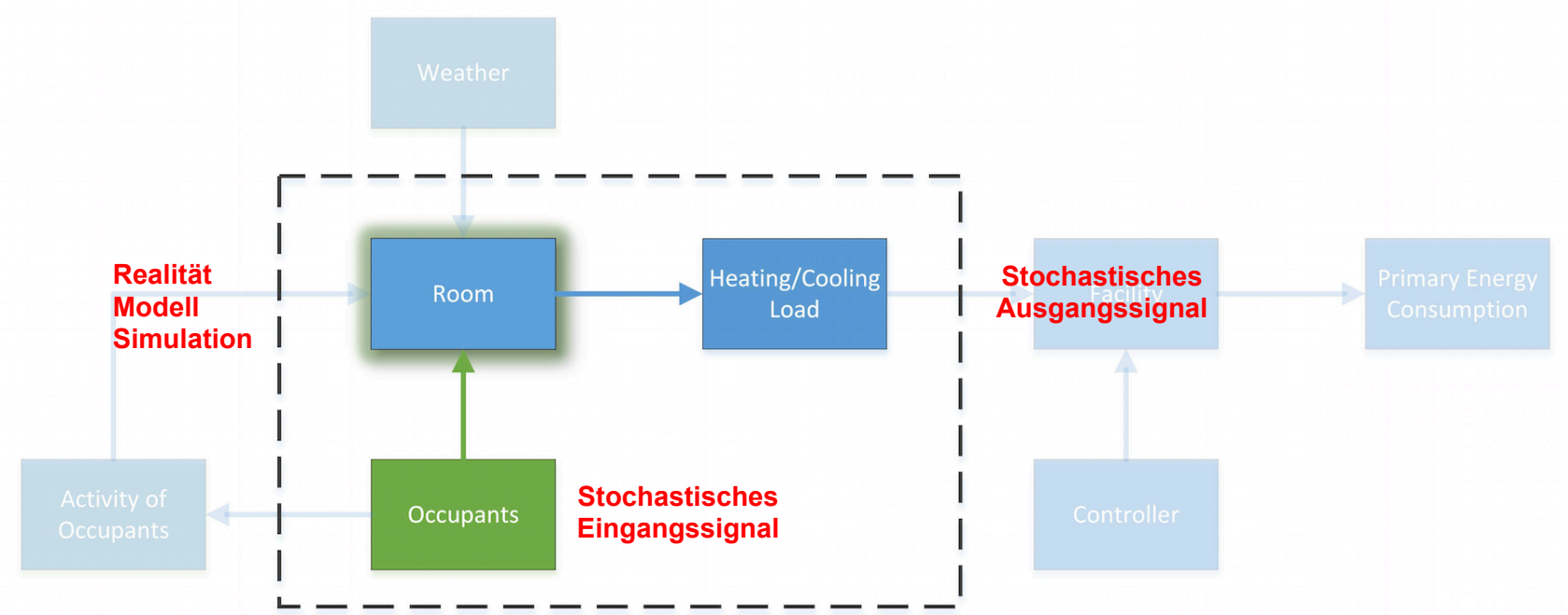
Raummodel

- Dynamisches Simulationsmodell mit IDA-ICE
- Mittleres Profil Personen nach SIA 382/2

Nutzungsmodell

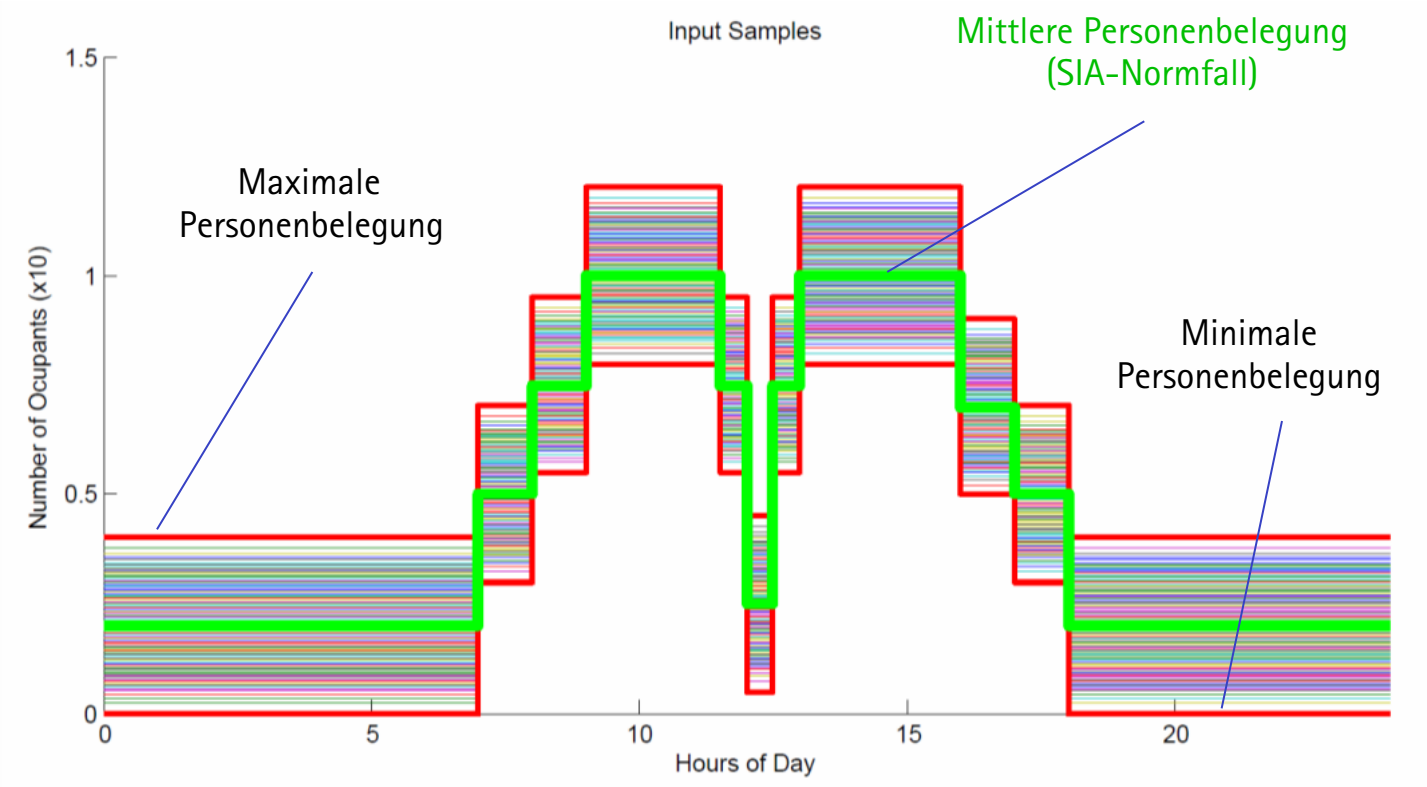
- Stochastische Verteilung der Personenbelegung um den SIA-Mittelwert
- Co-Simulation mit Matlab

Wirkungskette Raum

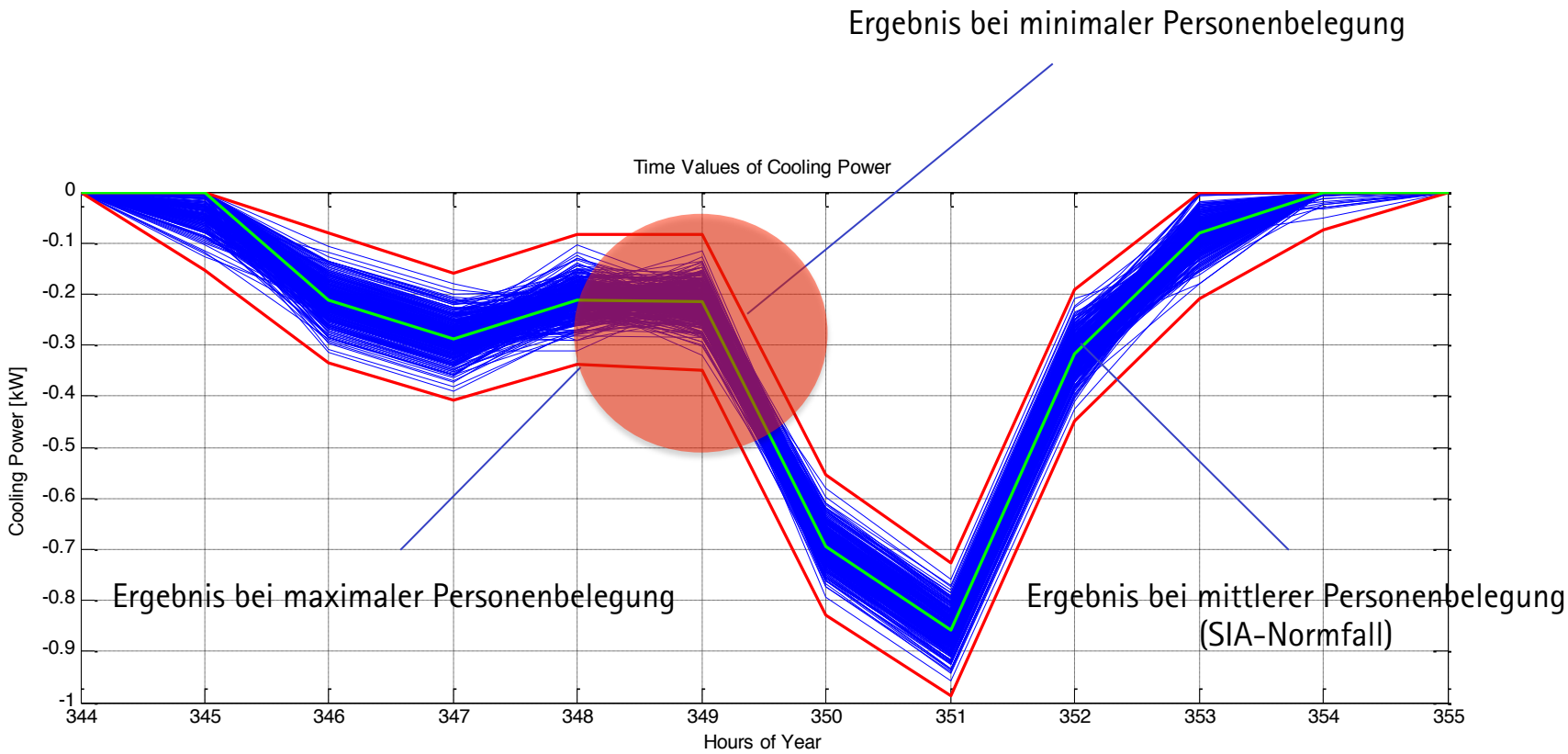


Stochastisches Eingangssignal

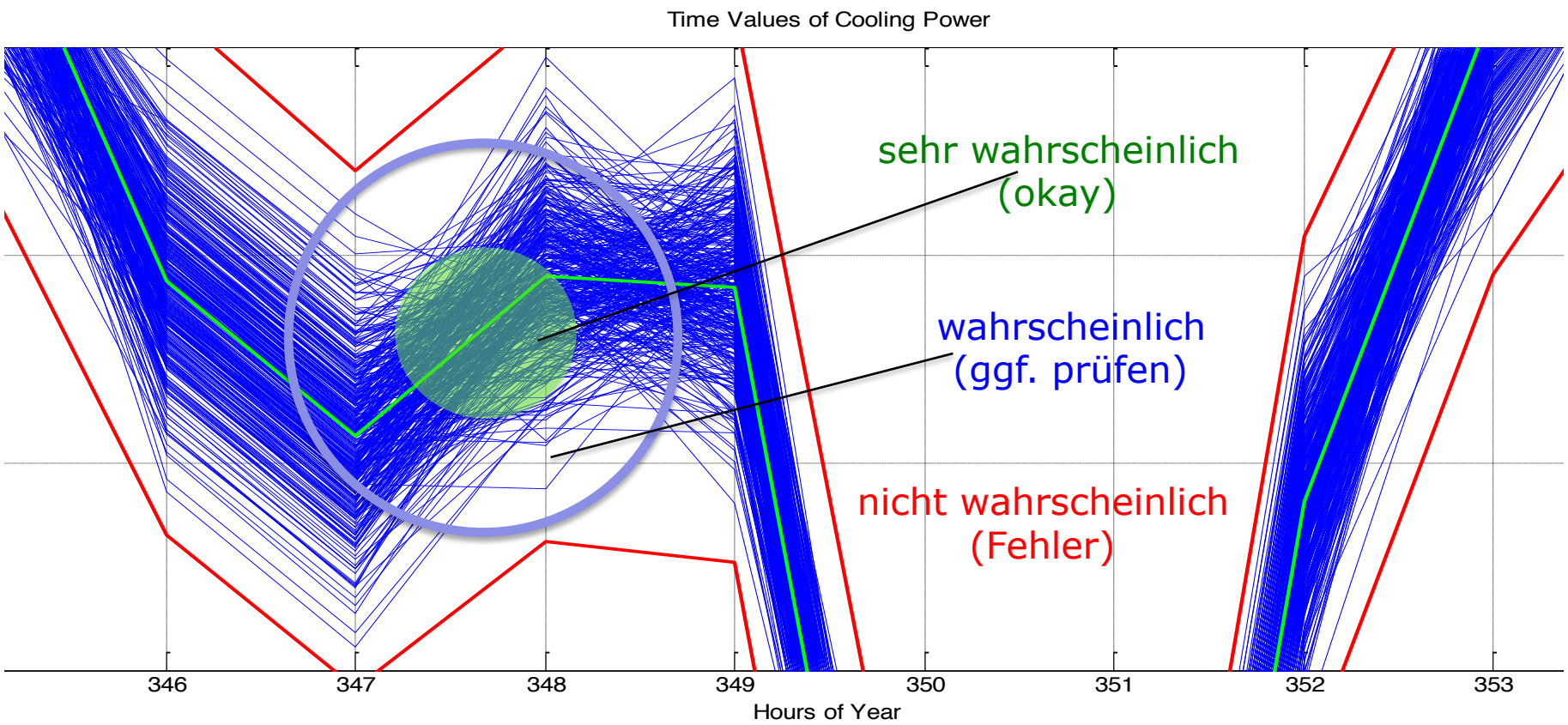
Personenbelegung nach SIA 382/2, Bandbreite, Häufigkeiten



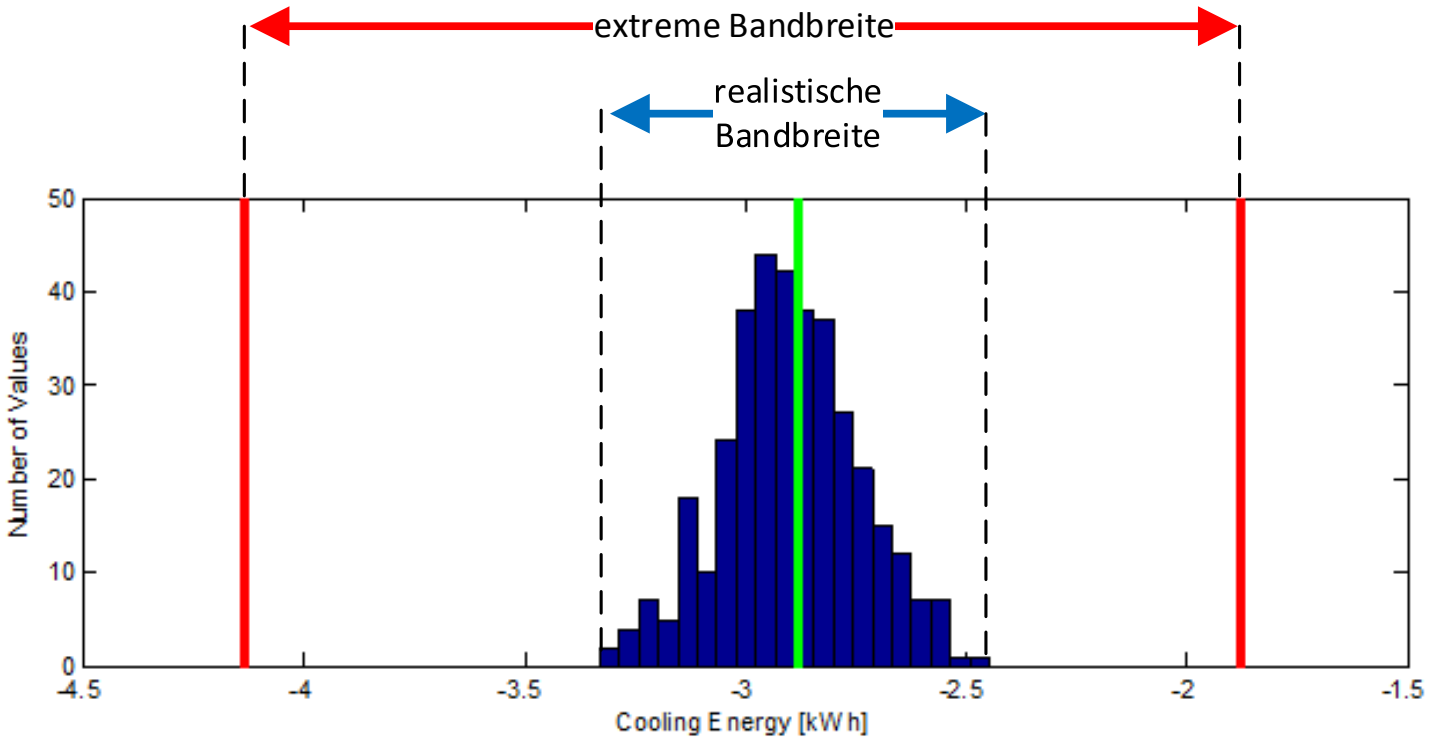
Stochastisches Ausgangssignal
Kühllast im Raum, **Zeitreihe für ein typisches Gebäude**



Stochastisches Ausgangssignal
Kühllast im Raum, **Zeitreihe für ein typisches Gebäude**

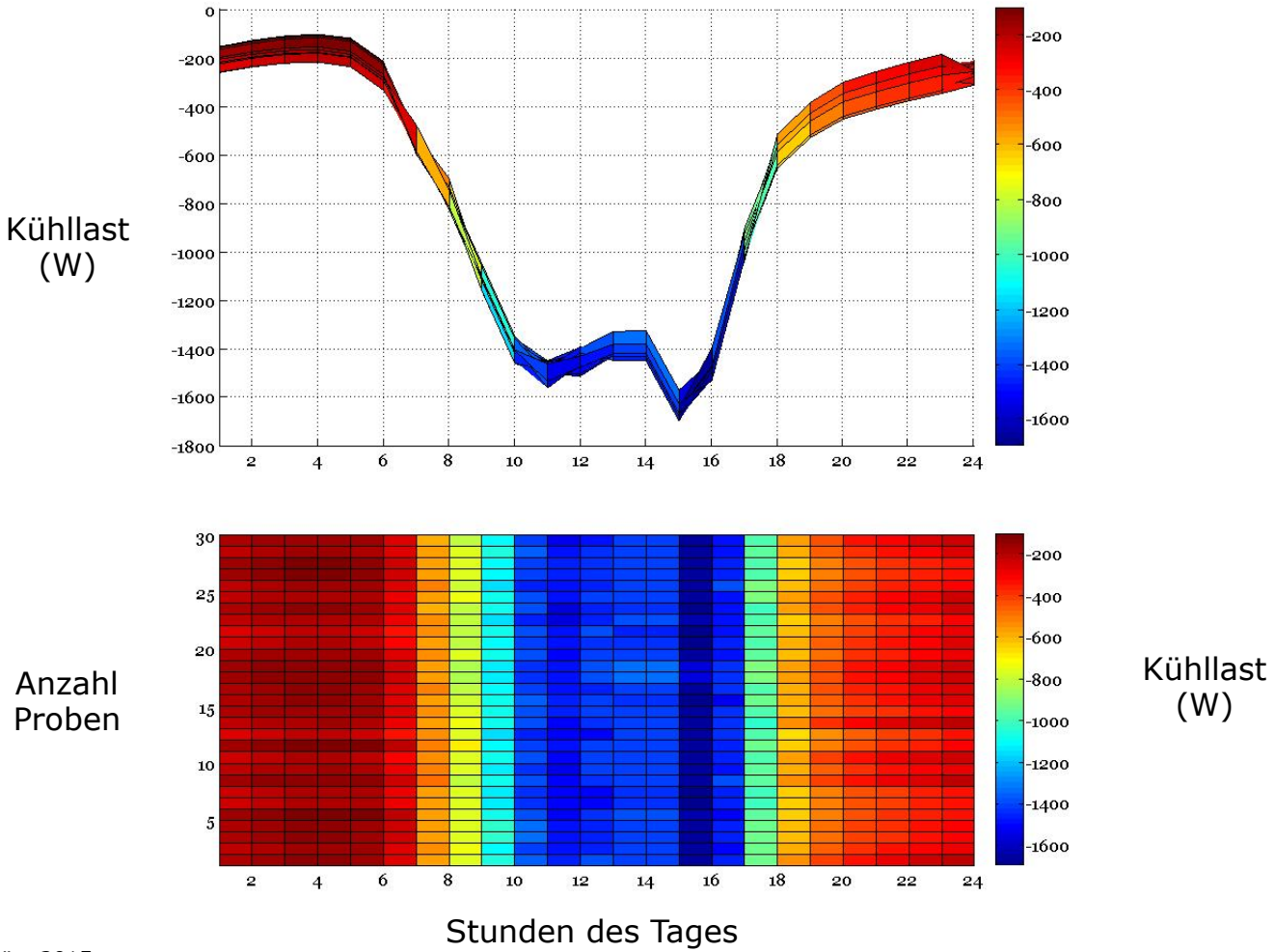


Stochastisches Ausgangssignal
Kühllast im Raum, **Häufigkeit für ein typisches Gebäude**



Leistungsspitze: 2.8 kW (real -9% / + 13%, Bandgrenze +- 30%)
Tagesverbrauch: 17.3 kWh (real +- 12%, Bandgrenze +- 26%)

Stochastisches Ausgangssignal
Kühllast im Raum, **Leistungsmuster für ein typisches Gebäude**

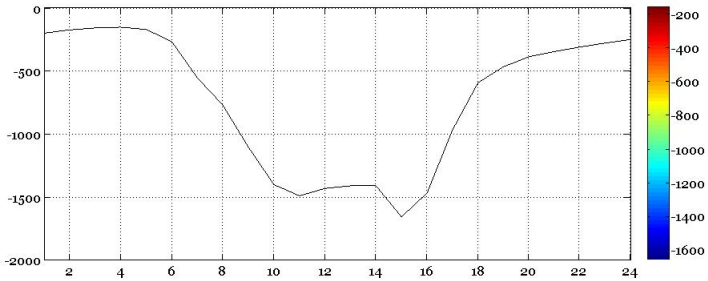


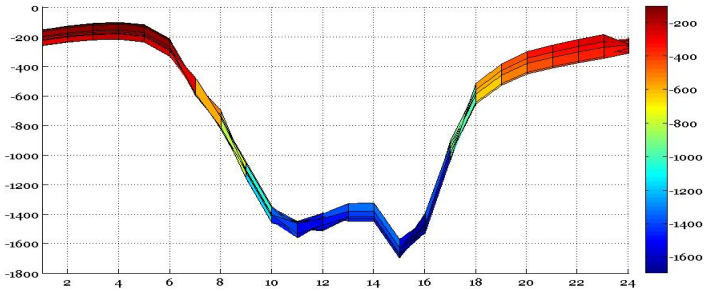
Vergleich der Ausgangssignale eines typischen Gebäudes

Statistisches Ausgangssignal (Median)

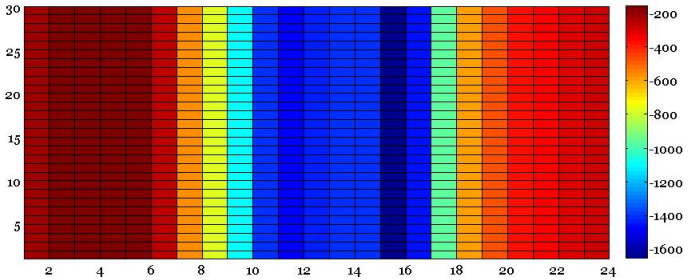
Stochastisches Ausgangssignal

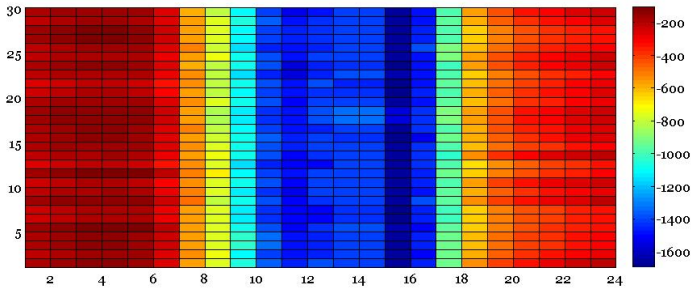
Kühllast (W)





Anzahl Proben





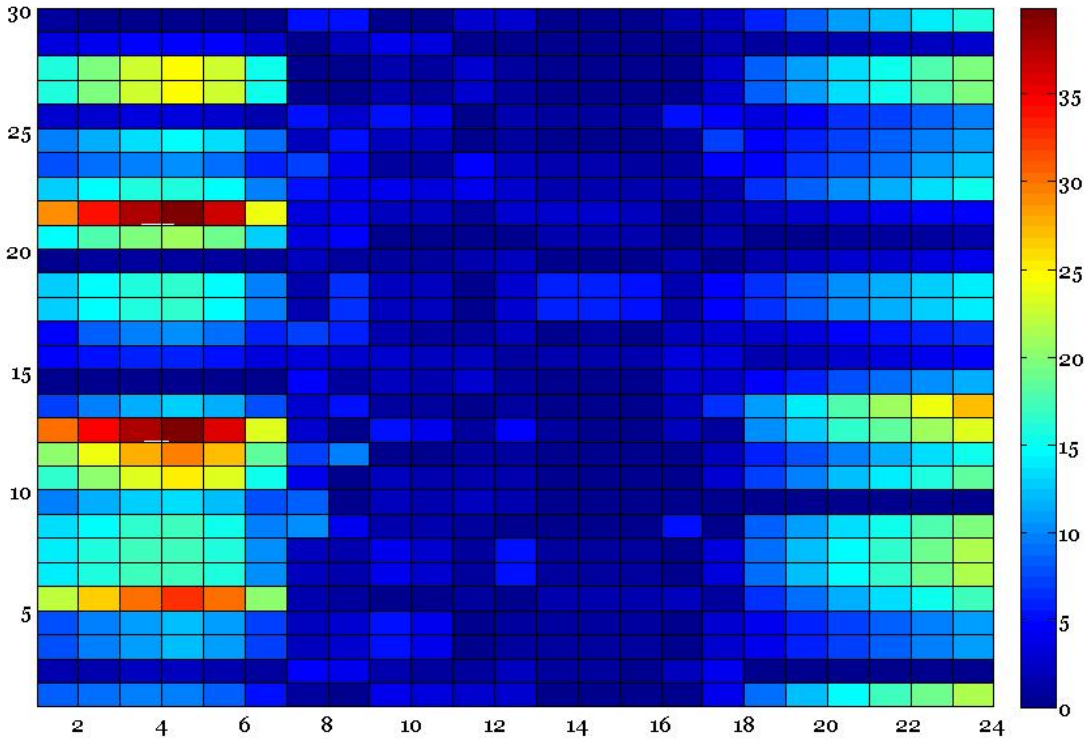
Kühllast (W)

Stunden des Tages

Stunden des Tages

Differenzsignal
als „**normales**“ energetisches Störungsmuster des Nutzers

Anzahl Proben

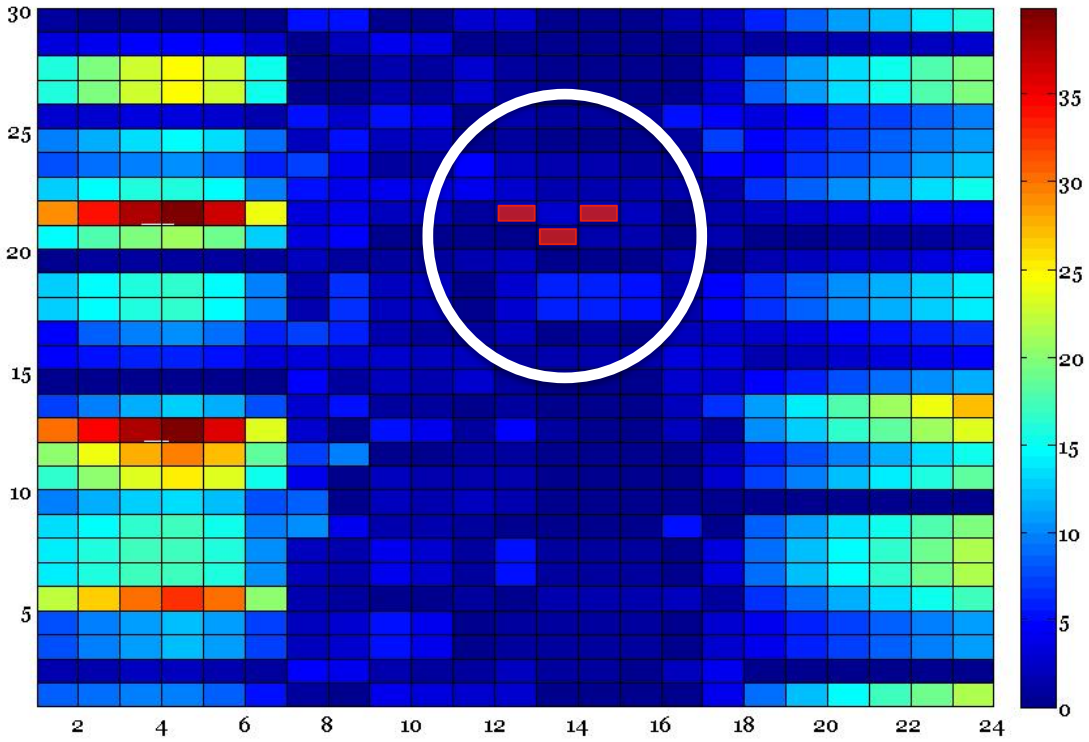


Stunden des Tages

% Abweichung vom Median

Differenzsignal
als „**atypisches**" energetisches Störungsmuster des Nutzers

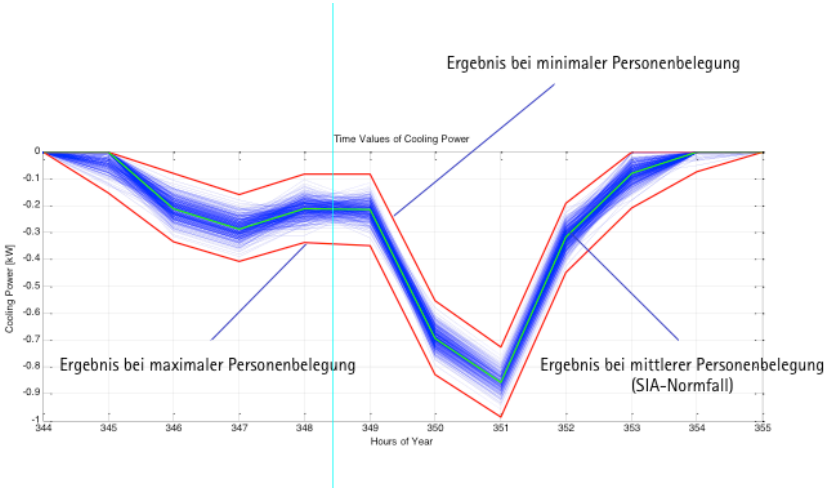
Anzahl Proben



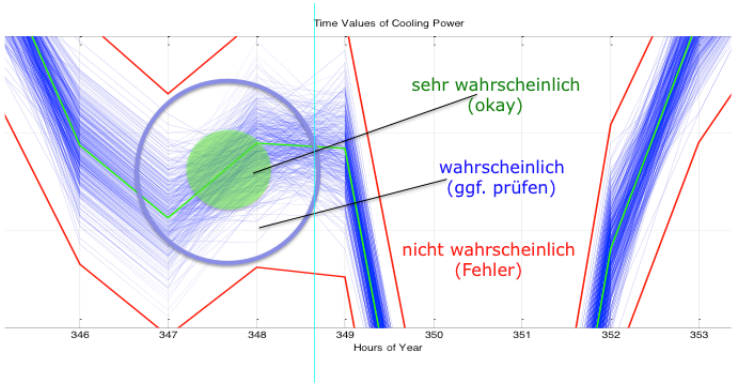
Stunden des Tages

% Abweichung vom Median

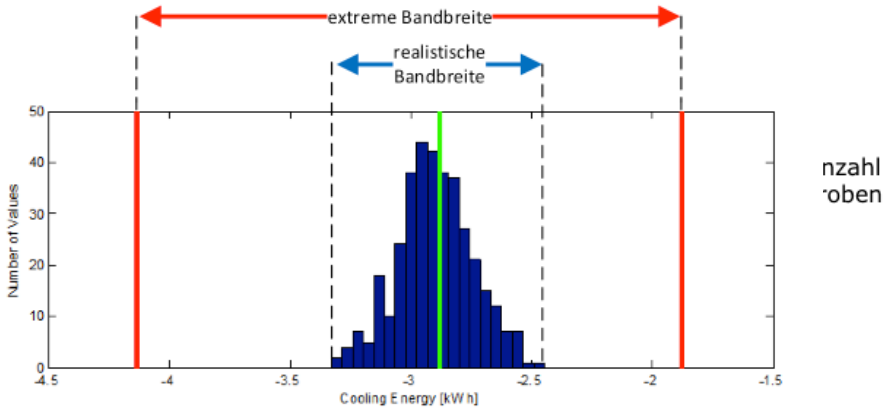
Fazit 1:
Mathematische Merkmale des Fingerabdrucks (grobe Merkmale)



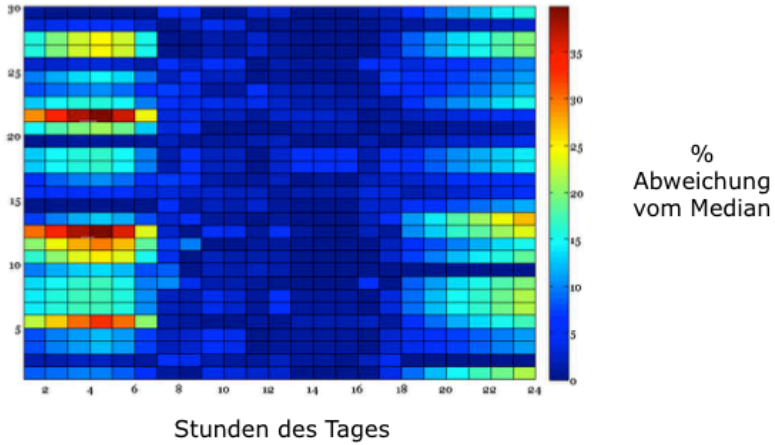
Zeitreihe



Bandbreiten



Häufigkeit



Störungsmuster

Fazit 2:
Der Fingerabdruck ist …

1) Herkömmliche Systeme der Gebäudeautomation = Individualbetrachtungen
   … implementierbar in bestehende Systeme

2) Speicherplatz heute (nahezu) unbegrenzt
3) Feldmessungen = extrem hohen Datenmengen
   … robust für grosse Datenmengen

4) Manuell kaum mehr auswertbar
5) Hohe Datenmenge = hohe Anforderungen an Automatisierung
   … (voll-) automatisierbar

6) Hoher Automatisierungsgrad = hoher Anspruch an Auswertintelligenz
   … erweiterbar, verfeinerbar (z.B. Kognition)

Fazit 3:

Der Fingerabdruck ist …

… mehr als ein Versuch zur Kategorisierung der Performance.

Zentrum für Integrale Gebäudetechnik
Prof. Dr. Axel Seerig

11. ZIG-Planerseminar, Horw, 25. März 2015