

BTW 2019

Konzept und Implementierung eines echtzeitfähigen Model Management Systems

Am Beispiel zur Überwachung von
Lastprognosen im Intraday Stromhandel

Yvonne Hegenbarth
Solution Engineer

Gerald H. Ristow
Senior Research Manager

Yvonne.Hegenbarth@softwareag.com

Gerald.Ristow@softwareag.com

07. März 2019, Universität Rostock



Agenda

1. Use Case „Kurzfristiger Spotmarkt“

2. Angewandte Verfahren

3. Echtzeitfähiges Model Management System

4. Ergebnis

5. Ausblick

Use Case „Kurzfristiger Spotmarkt“

Energiewirtschaft Deutschland



Kurzfrister Spotmarkt

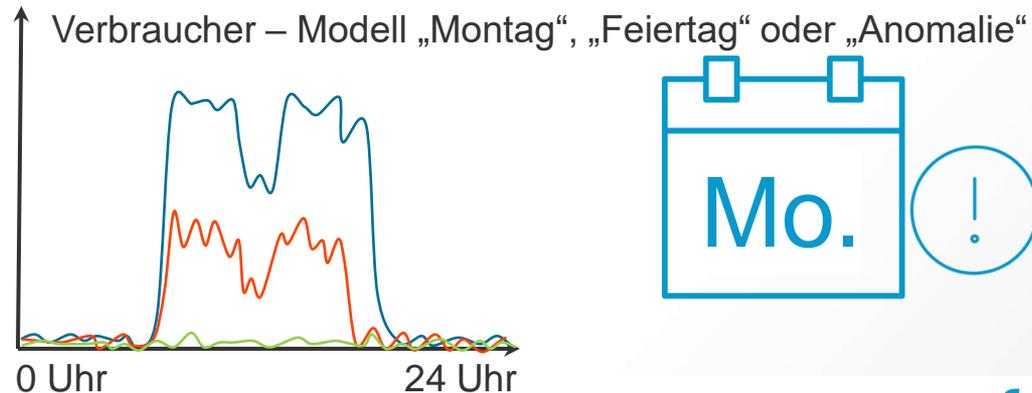
Use Case

- Stabiles Stromnetz in Deutschland & Zuwachs von erneuerbaren Energie
- Handel im Strommarkt auf Basis von Last- und Erzeugungsprognosen
- Kurzfristiger Spotmarkt:
 - Day-Ahead: Ein Tag vor Auslieferung
 - Intraday: Bis zu fünf Minuten vor Auslieferung
- Analyse des Stromabnahmeverhalten der Kunden



Stromverbrauchsdaten

- 3 Verbraucher / Datensätze im Zeitraum ca. 2 Jahre
- Partitionierung
 - Historisch (Analyse): 365 Tage
 - Simulation (Auswertung): 245 Folgetage
- Aufzeichnung im 15 Minuten Intervall à 96 Messpunkte pro Tag
- Beispiel:



Zielsetzung



Mensch als Akteur und
Überwacher entlasten



Erkennung einer
Modellabweichung
(Concept Drift)



Anpassung des Modells
an den aktuellen
Zeitreihenverlauf

Echtzeitfähiges Model Management System



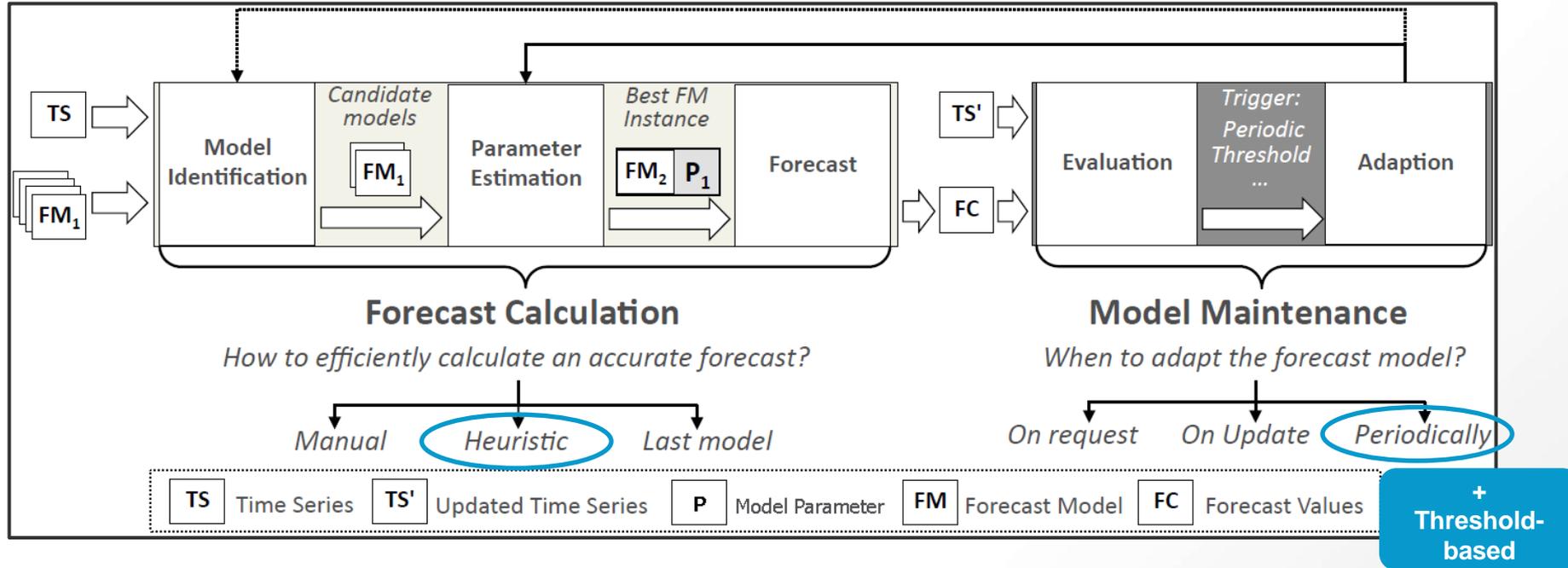
Angewandte Verfahren

Vorhersagende Modelle berechnen, warten
und Änderungen erkennen



Berechnung und Wartung von Modellen

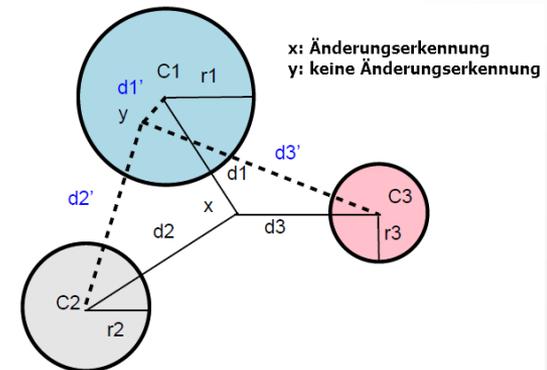
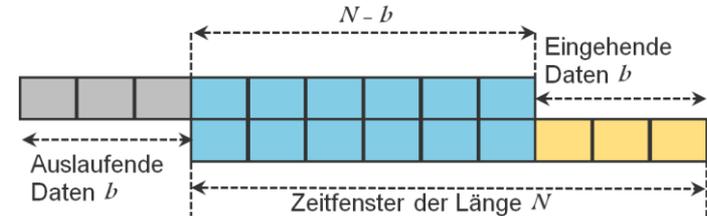
[Dannecker2015]



Änderungen im Datenstrom erkennen

[Tran2013]

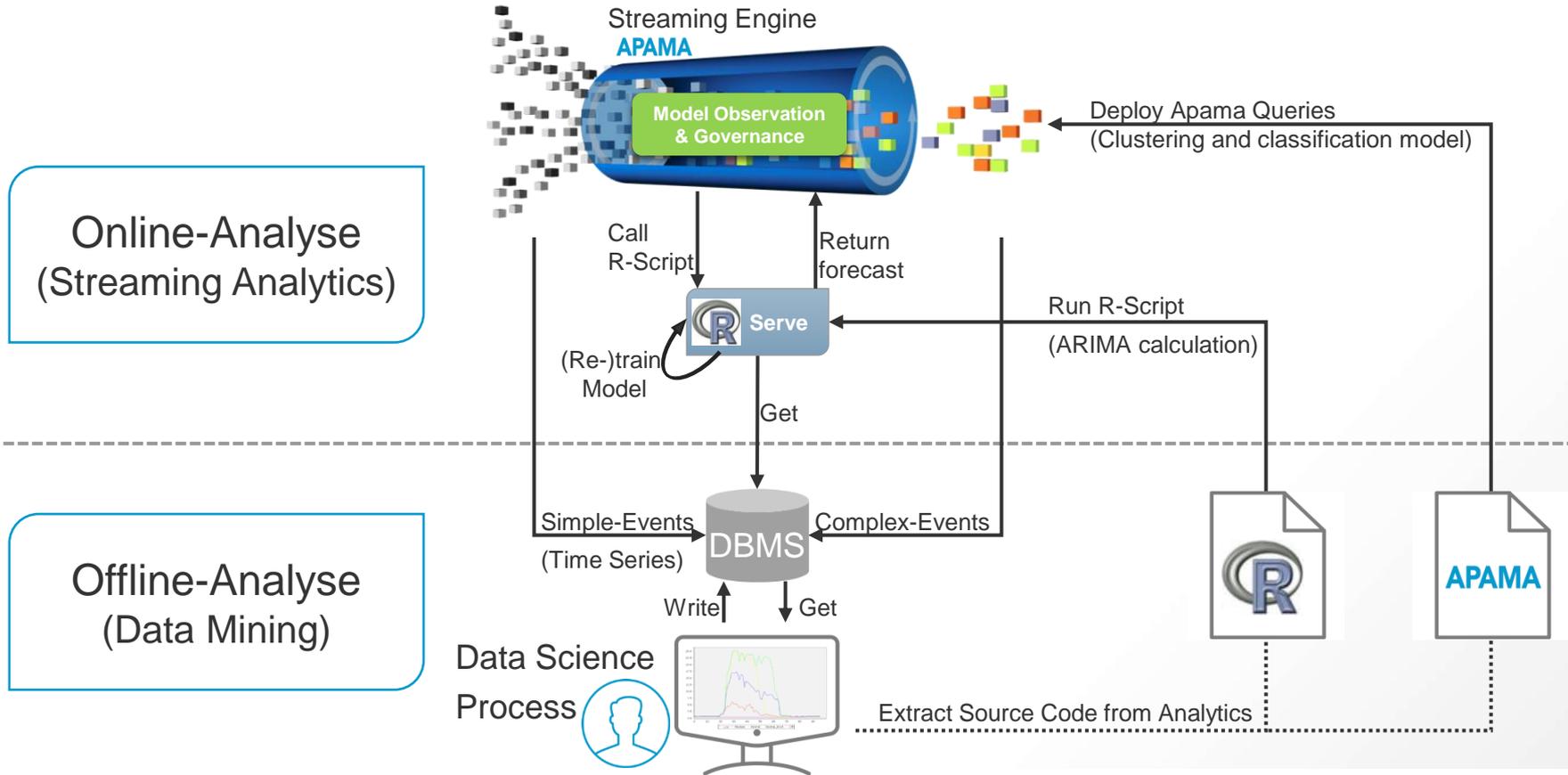
- Fensterbasierte Änderungserkennung
 - Gleitendes Fenster (Sliding Window)
 - Vergleiche zwei Fenster mit Distanzfunktion
 - Distanz größer als Schwellwert?
→ Änderungserkennung
- Clusterbasierte Änderungserkennung
 - Zuordnung von neuen Tupeln einem Cluster
 - Tupel nicht im Radius eines Clusters?
→ Änderungserkennung



Echtzeitfähiges Model Management System

Architektur und Prozessablauf

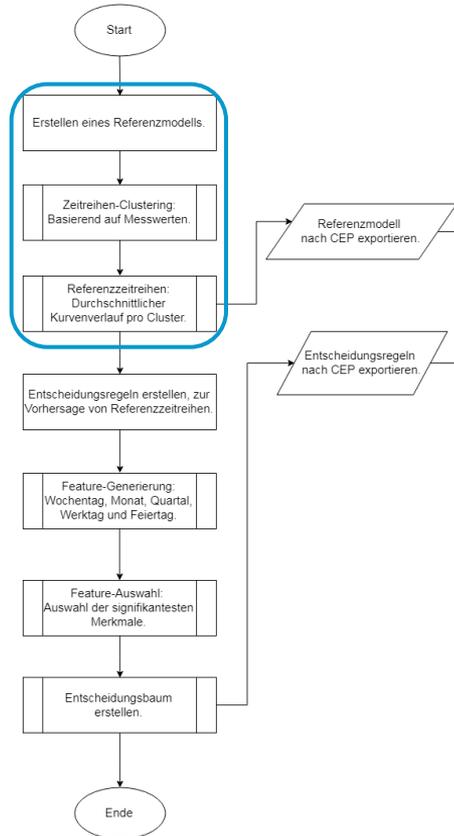
Architektur



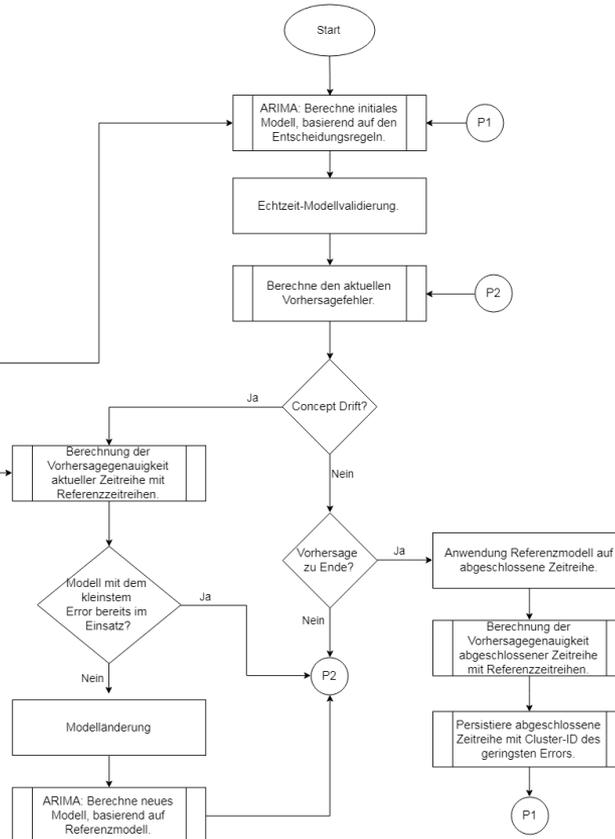
Konzept – Prozessablauf

Clustering

Offline-Analyse:



Online-Analyse:



Clusteranalyse

Historische Daten

- Ziel: Formähnliche Zeitreihen in historischen Daten gruppieren, beschriften und abstrahieren → Referenzmodell
- Vorgehen: Zeitreihe segmentieren, dann Clustern
- Beispiel:

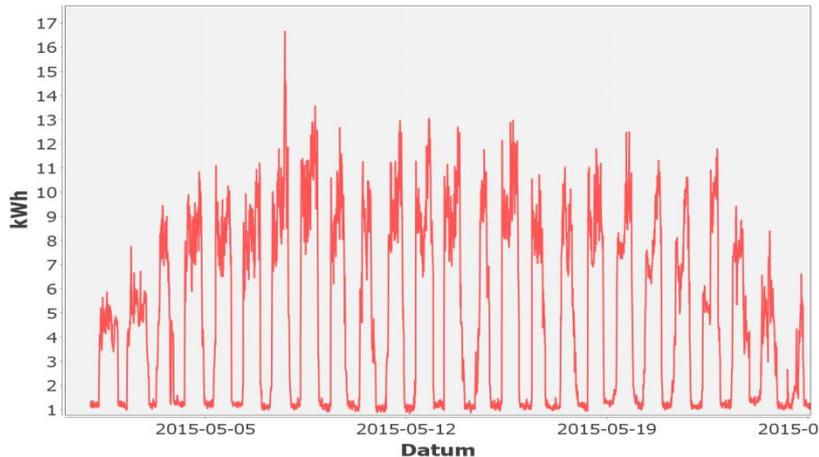


Abb. 1: Eine Zeitreihe, Zeitraum 25 Tage

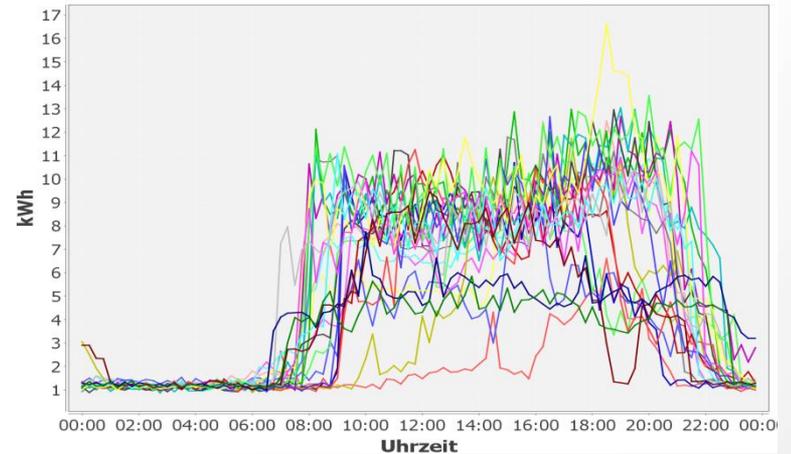
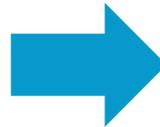


Abb. 2: 25 Zeitreihen, Zeitraum 1 Tag

Clusteranalyse

Historische Daten

- Ziel: Formähnliche Zeitreihen in historischen Daten gruppieren, beschriften und abstrahieren → Referenzmodell
- Vorgehen: Zeitreihe segmentieren, dann Clustern
- Beispiel:

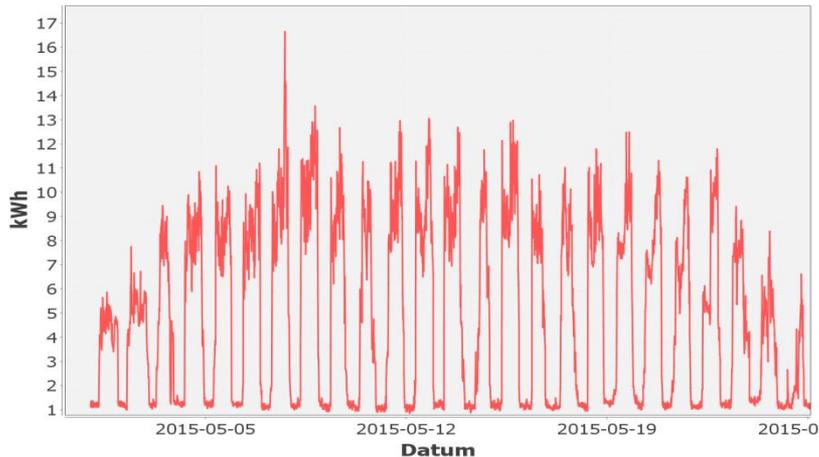


Abb. 1: Eine Zeitreihe, Zeitraum 25 Tage

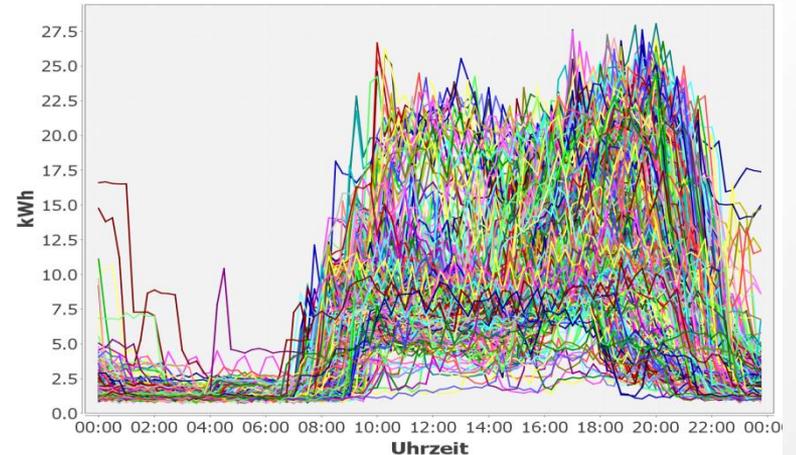


Abb. 3: 365 Zeitreihen, Zeitraum 1 Tag

Clusteranalyse

Historische Daten

- Ziel: Formähnliche Zeitreihen in historischen Daten gruppieren, beschriften und abstrahieren → Referenzmodell
- Vorgehen: Zeitreihe segmentieren, dann Clustern
- Beispiel:

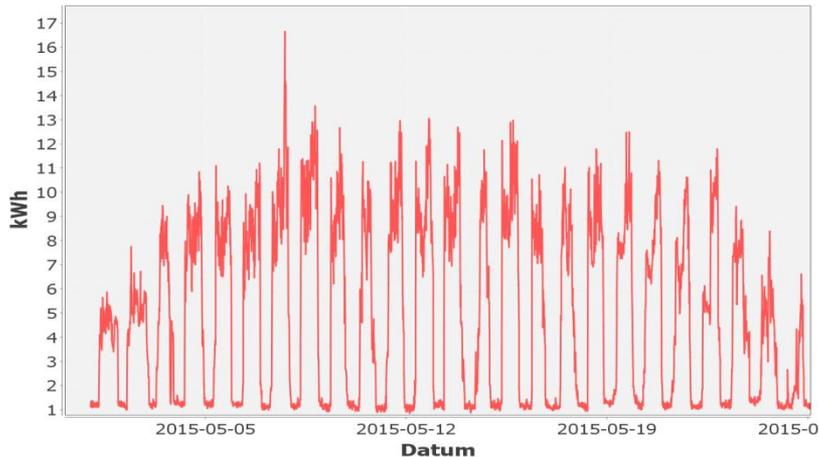


Abb. 1: Eine Zeitreihe, Zeitraum 25 Tage

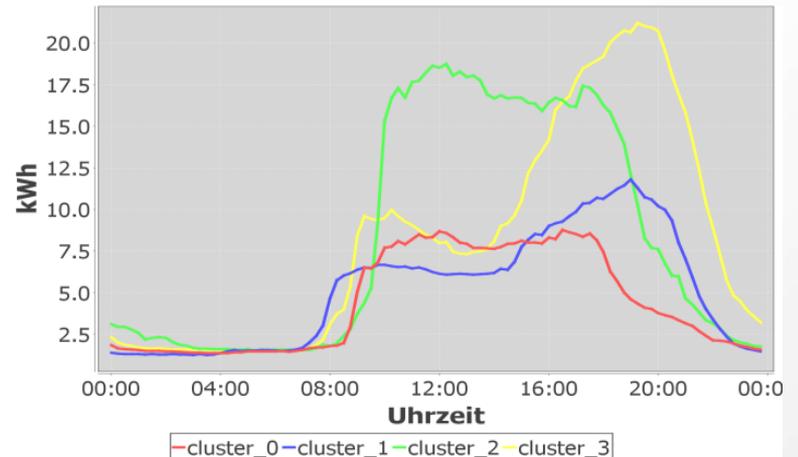


Abb. 4: Referenzmodell, basierend auf 365 Zeitreihen

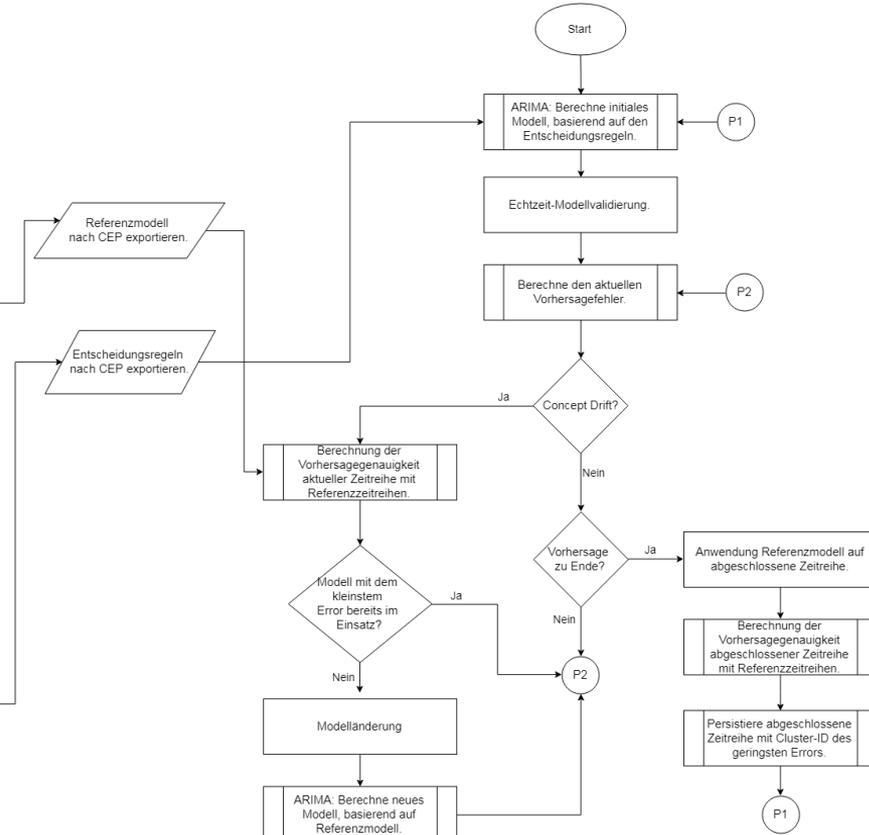
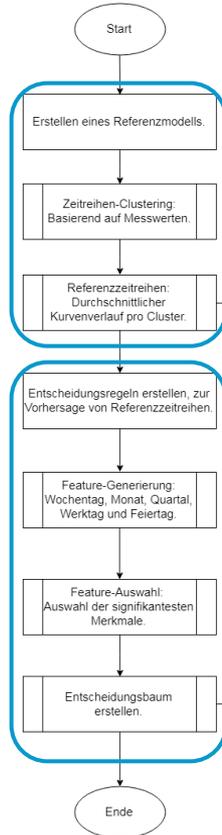
Konzept – Prozessablauf

Offline-Analyse:

Online-Analyse:

Clustering

Klassifikation



Klassifikationsanalyse

Historische Daten

- Ziel: Referenzzeitreihe (Cluster-ID) für den Folgetag „beschreibend“ vorhersagen
- Vorgehen: Merkmalsgenerierung und –auswahl

Monat, Quartal, Jahreszeit, Wochentag, Arbeitstag und Feiertag

- Ergebnis Merkmalsauswahl
 - Verbraucher I: *Wochentag*
 - Verbraucher II: *Quartal* und *Arbeitstag*
 - Verbraucher III: *Wochentag*

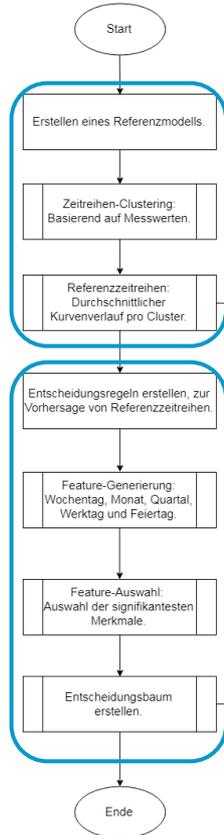
Konzept – Prozessablauf

Offline-Analyse:

Online-Analyse:

Clustering

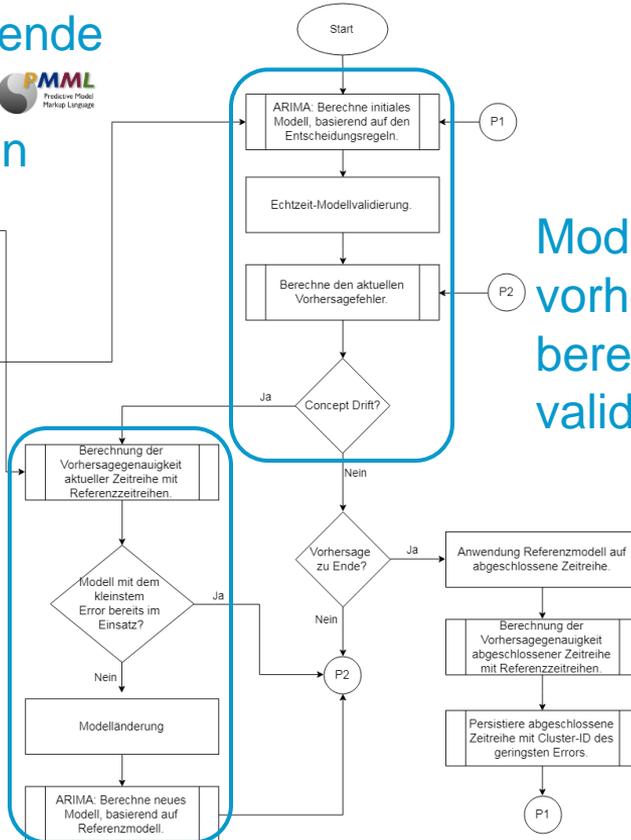
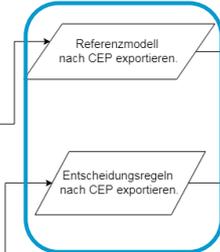
Klassifikation



Beschreibende
Modelle
Exportieren



Neues
Modell
(ARIMA)
berechnen



Modell Zeitreihen-
vorhersage (ARIMA)
berechnen &
validieren

Online-Analyse

Konzept Modelländerung

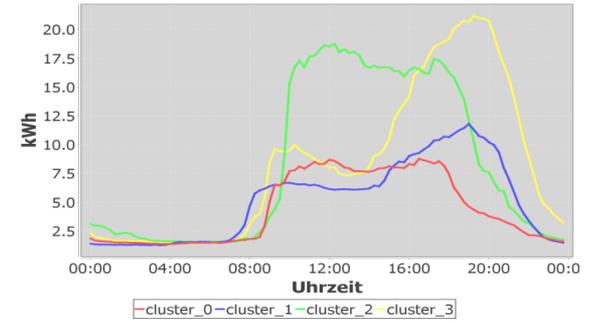
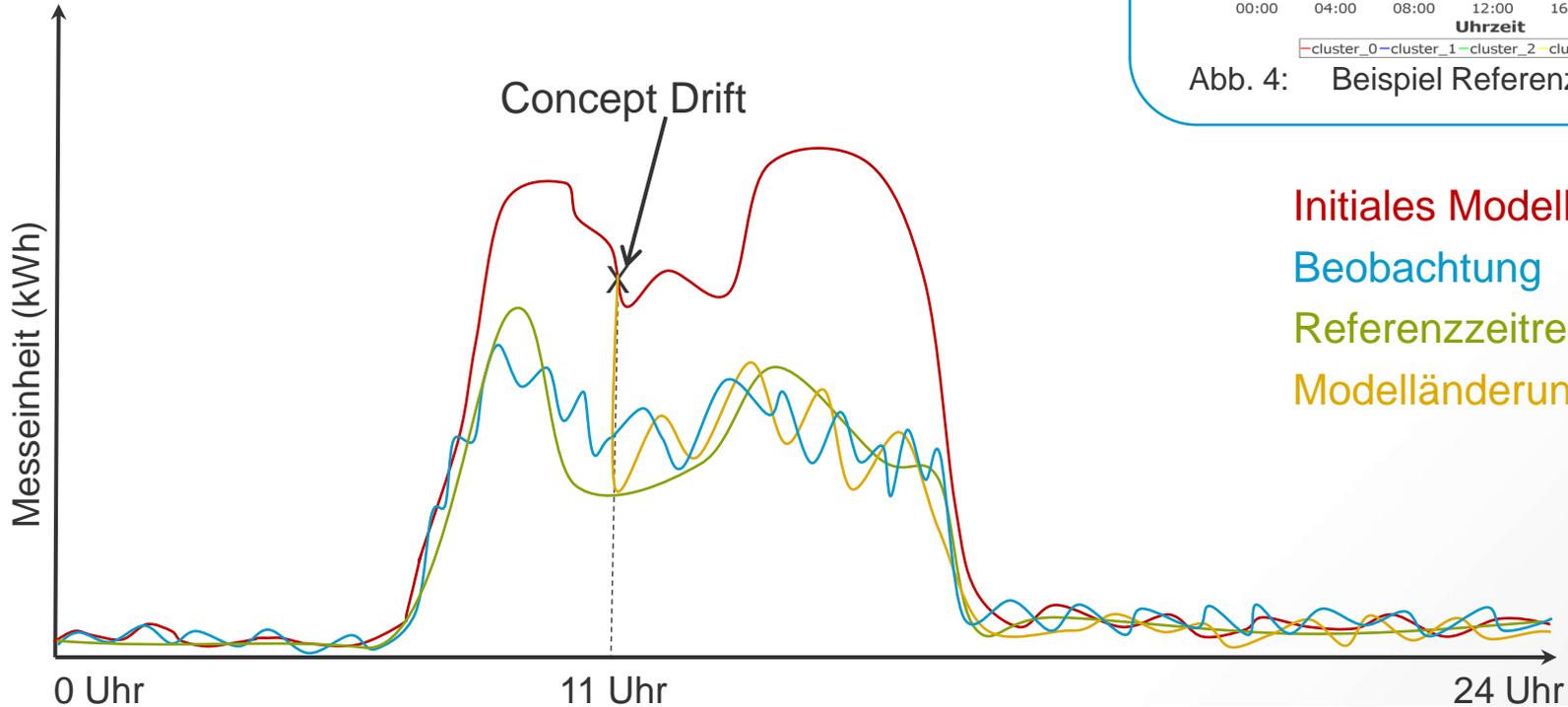


Abb. 4: Beispiel Referenzmodell

Initiales Modell (Day-Ahead)

Beobachtung

Referenzzeitreihe

Modelländerung (Intraday)

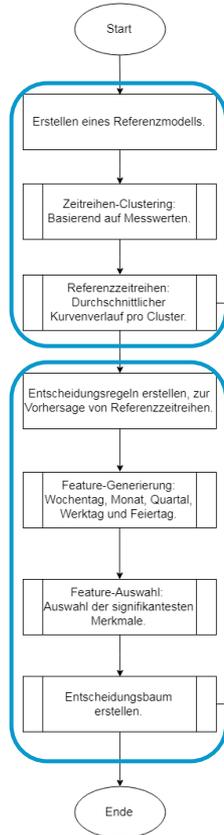
Konzept – Prozessablauf

Offline-Analyse:

Online-Analyse:

Clustering

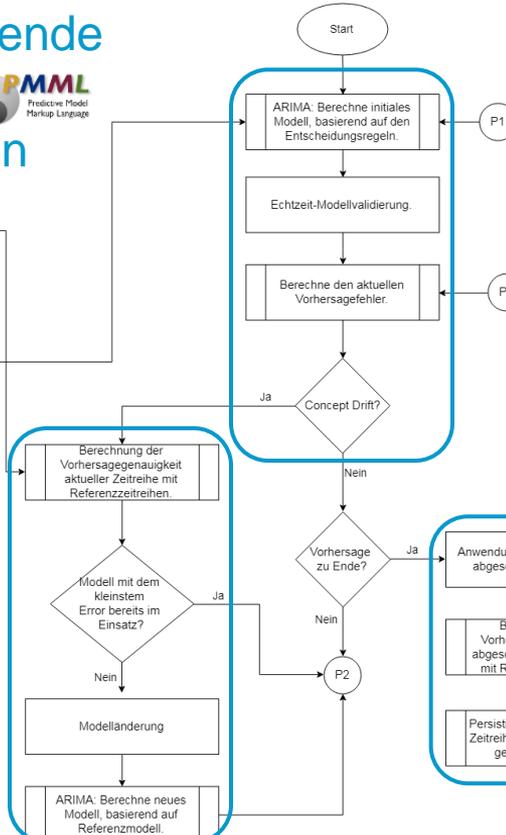
Klassifikation



Beschreibende
Modelle
Exportieren



Neues
Modell
(ARIMA)
berechnen



Modell Zeitreihen-
vorhersage (ARIMA)
berechnen &
validieren

Zeitreihe labeln
und speichern

Ergebnis



Entwicklung des Datenstrom

Auswertung – Zusammenfassung

Concept Drift

Das vorhersagende Modell (*prädiktiv*), wie z.B. ARIMA, muss an das neue Konzept im Datenstrom angepasst werden.



Concept Evolution

Das beschreibende Modell (*deskriptiv*), wie z.B. Clustering oder Klassifikation, muss an das neue Konzept im Datenstrom angepasst werden.



Das „echtzeitfähige Model Management System“ hat auch im Zuge einer Concept Evolution weiterhin angemessene Vorhersagen treffen können.

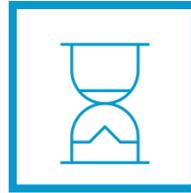
Ausblick

Wie geht es weiter?

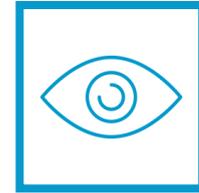
Ausblick



Einsatz der Technologie im
BMW Förderprogramm
„enera“ zur Analyse von
Smart Meter Daten



Berechnungsaufwand der
„heuristischen“ Strategie
verkürzen, z.B. mit einfachen
Modellen (Mean und Naiv)



Clusterbasierte Änderungs-
erkennung zur automatisierten
Modellabweichung und Concept
Evolution Erkennung



Quellnachweis

- [Dannecker2015] Dannecker, Lars: *Energy Time Series Forecasting – Efficient and Accurate Forecasting of Evolving Time Series from the Energy Domain*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 2015
- [Tran2013] Tran, Dang-Hoan: *Change detection in streaming data*, Technische Universität Ilmenau, Germany, Diss., 2013.
- [Mohammad2010] Mohammad, Masud M. ; Chen, Qing ; Khan, Latifur ; Aggarwal, Charu ; Gao, Jing ; Han, Jiawei ; Thuraisingham, Bhavani: *Addressing Concept-Evolution in Concept-Drifting Data Streams*. In: Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Data Mining. Washington, DC, USA : IEEE Computer Society, 2010 (ICDM '10). – ISBN 978–0–7695–4256–0, 929–934
- [Haque2016] Haque, Ahsanul ; Khan, Latifur ; Baron, Michael ; Thuraisingham, Bhavani ; Aggarwal, Charu: *Efficient handling of concept drift and concept evolution over Stream Data*. In: 2016 IEEE 32nd International Conference on Data Engineering (ICDE), 2016, S. 481–492

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Konzept und Implementierung eines
echtzeitfähigen Model Management Systems

Yvonne Hegenbarth
Solution Engineer

Yvonne.Hegenbarth@softwareag.com

Gerald H. Ristow
Senior Research Manager

Gerald.Ristow@softwareag.com

