

---

---

# Verteilte Automation für ein intelligentes Netz

Msc. Dipl.-Ing. Mariam Khattabi

---

# Agenda

---

- Motivation
- Systemarchitektur
- Netzstruktur
- Zielsetzung
- Randbedingung
- Verhandlungsbaum
- Grundannahmen

---

# Motivation

Das Finden einer stabilen und für alle beteiligten Akteure zufriedenstellenden Versorgungskonfiguration soll innerhalb einer festen Deadline erfolgen

Innerhalb dieses Intervalls sollen, alle die für einen stabilen Netzbetrieb in einer Zelle notwendigen Prozesse abgeschlossen werden.

Energieverhandlungen sollen jeden Agenten mit seinen unterliegenden Ems zufrieden stellen

---



Einhaltung technischer Randbedingungen, die einen stabilen Netzbetrieb garantieren sowie die Einhaltung von Betriebsmittelgrenzen

Coordination Agents: *Consumer* und *Producer Agenten*, stellvertretend für Haushalte/Gewerbekunden

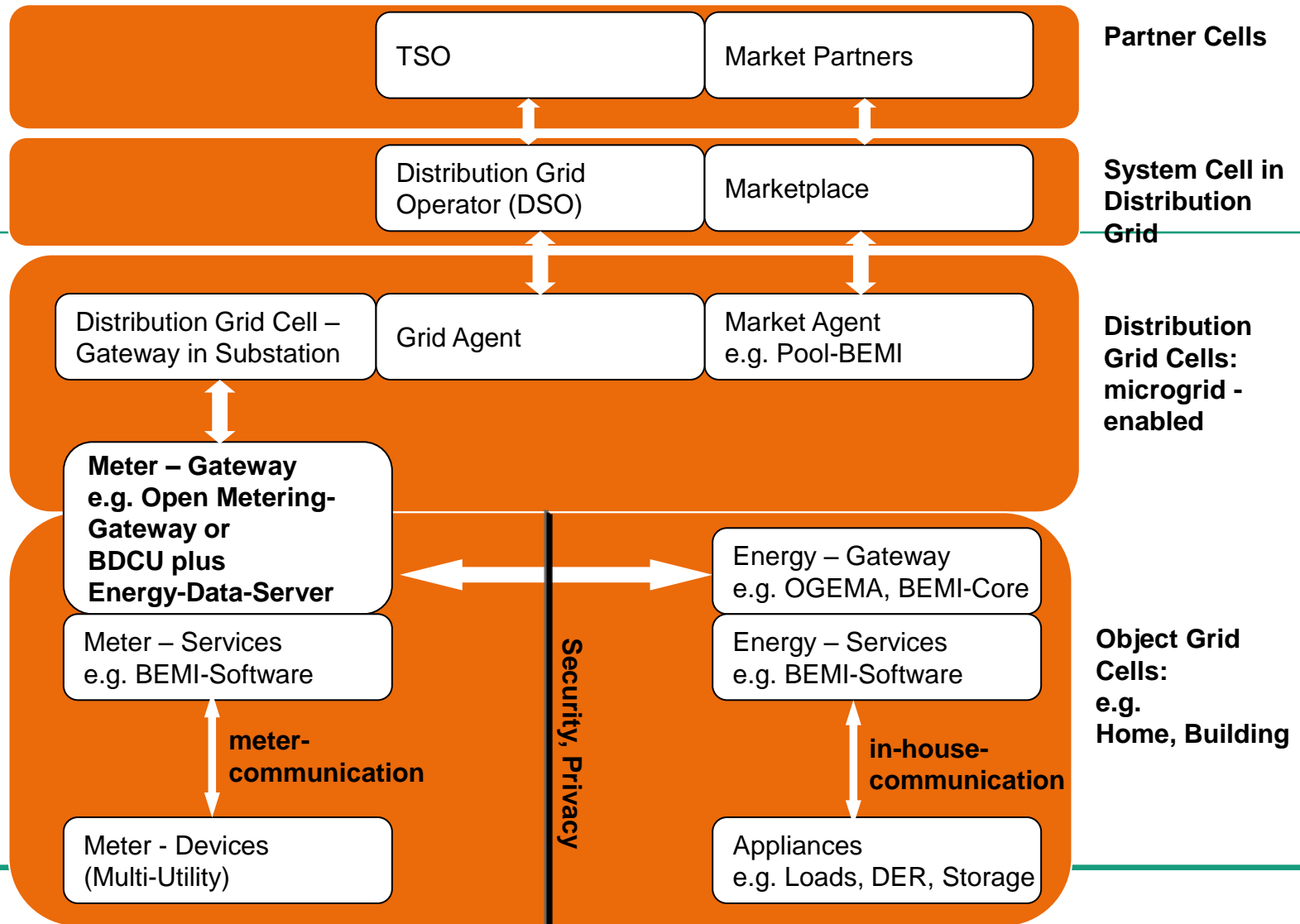
Ticket Distributors: bündeln die Kommunikation zwischen den verteilten Consumer und Producer Agenten und den BGM

Grid Agents: identifizieren Defizite und Überschüsse in der Leistungsbilanz basierend auf ihrer Netzüberwachung

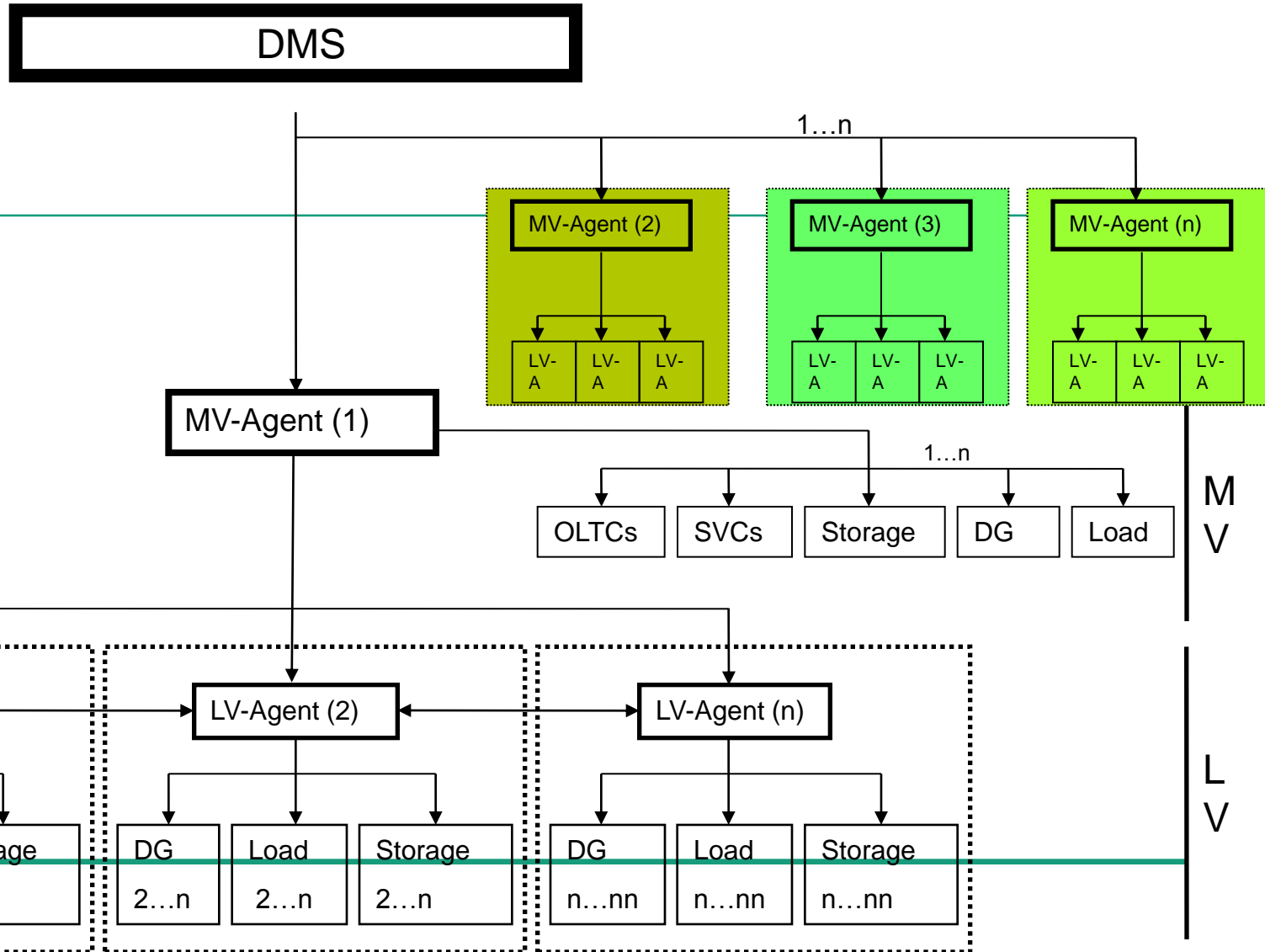
Eine Zelle wird als ein Bilanzkreis behandelt/modelliert

---

# Systemarchitektur



# Netzstruktur



---

# Zielsetzung

---

**Ziel ist ein verteiltes System, in dem Softwareagenten Stellvertretend für unterschiedliche Akteure eines Energiesystems, kooperativ zusammenarbeiten, um ihre stark von einander abweichenden und zum Teil sogar konfligierenden Anforderungen effizient in einem stabilen Gesamtbetrieb zu erfüllen**



Die hoch komplexen Verteilungsprobleme werden dezentral analysiert und verteilt gelöst



Das Übergeordnete Ziel ist es Verteilungsnetze als sichtbare und kontrollierbare Einheiten gegenüber den Übertragungsnetzbetreiber darzustellen

---

# Randbedingungen

---

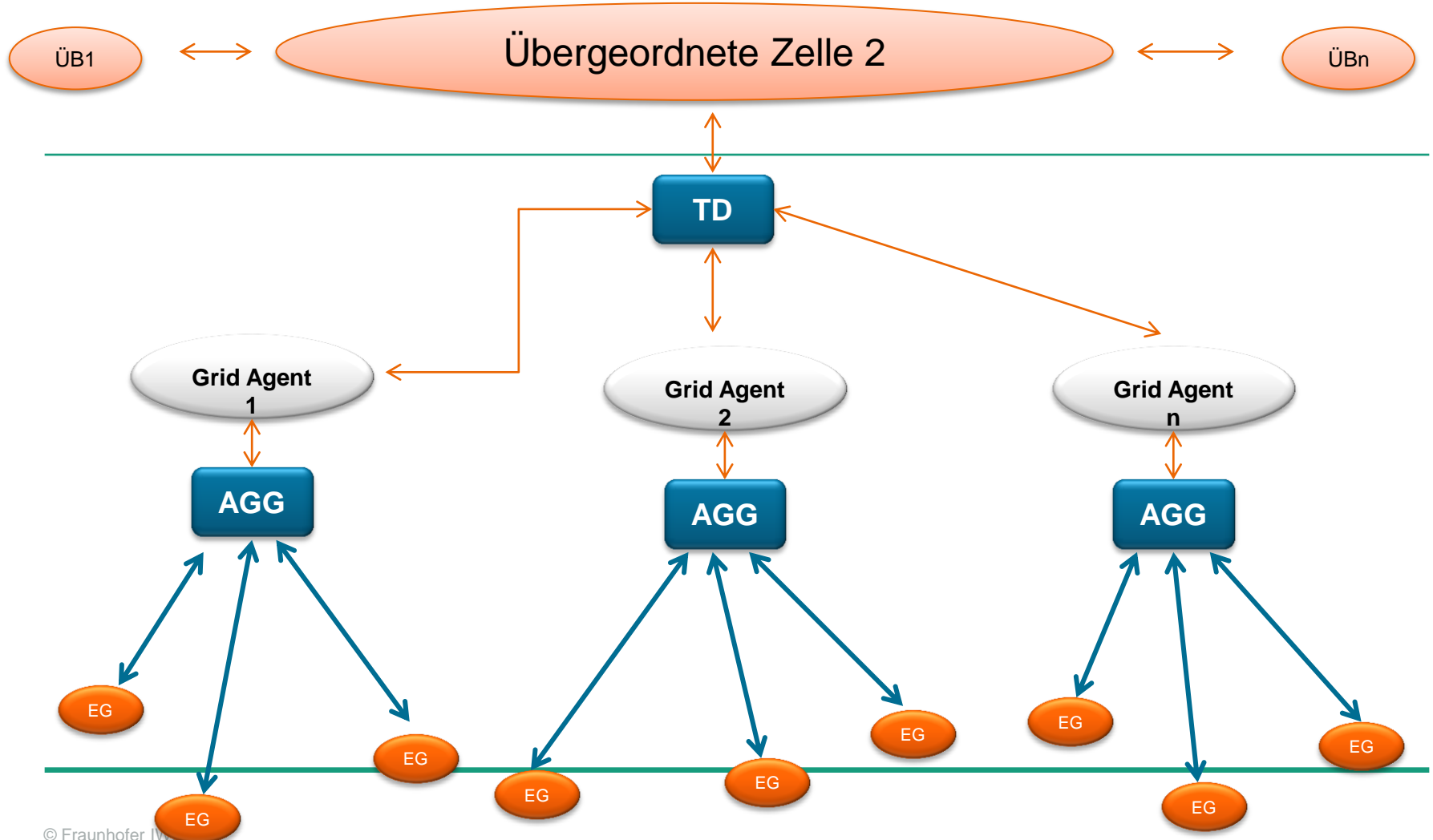
Gewährleistung der Systemstabilität (Aktivierung/Bereicherung der Rolle der Verteilnetzbetreiber)

Effiziente Lösung des Regel- und Ausgleichsenergieproblems

Transparenz und Sicherheit gegenüber Missbrauch

Verhältnismäßigkeit und Verursachungsgerechtigkeit

# Verhandlungsbaum





---

# Prozeduren

---

## 1- Start\_Period

Netzagent fordert die EMs auf, ihre Angebote für Leistungsverschiebung mitzuteilen. Der Agent erzeugt eine Liste von:

- P-Verbraucher
- P-Erzeuger
- Q-Erzeuger

## 2- Classify Bids/Offers

- Agent sortiert P-, Q-Erzeuger und P-Verbraucher in eine preisaufsteigende Liste.
- Agent passt Preise an die Preisspannen der Systemdienstleistungsmärkte an.

## 3- Choose Bids/Offers

- Agent wählt die Angebote, die für seine Spannungsregelung notwendig sind (für  $V_{\min} < V < V_{\max}$ ) und die innerhalb der
- Belastungsgrenzen der Kabel und Transformatoren liegen.
- Sind Spannungsprofil und Betriebsmittelgrenzen eingehalten?
- Ja: Wähle Angebote aus. Gibt es weitere Angebote, bei denen  $V_{\min} < V < V_{\max}$ ? Wenn ja, wähle auch diese aus.
- Biete die Summe dieser zusätzlichen Angebote an den übergeordneten Agenten am Ende des Zyklus.
- Nein: Anwendung der V/Q-Routine

## 4- End\_Period

- Akzeptiere passende Angebote
  - Informiere die entsprechenden EMs
-

---

# Verhandlungsarchitektur

---

Es wird in feste Betriebsintervalle operiert *Verhandlungsperioden*

Eine Verhandlungsperiode entspricht einer Verhandlungsphase über alle Spannungsebenen (in einem einzelnen Verteilnetzes) bis eine stabile Versorgungskonfiguration berechnet ist

Die Verhandlungen beginnen dezentral in jede Zelle (Bilanzkreis) in *Verhandlungszyklen*

Es laufen immer mehrere Verhandlungszyklen parallel pro Verhandlungsebene

Unbefriedigte Bedürfnisse werden auf die nächsthöhere Verhandlungsebene weiter gereicht, wo sie wiederum zu Bilanzkreisen höherer Spannungsebenen zusammengefasst werden und in parallelen Verhandlungszyklen verhandelt werden

Demonstriert wird: Eine Verhandlung in einem Bilanzkreis mit untergeordnete Bilanzkreisen (Mittelspannungszelle mit eigene Niederspannungszellen)

Fraktales System erlaubt Übertragung der Methode auf übergeordnete Netzebenen (beliebig)

---

---

# Grundannahmen

---

*Änderungen der Versorgungssituation innerhalb der gewählten Verhandlungsperioden (von  $n$  ms) Länge sind für Verhandlungen und Regelungen vernachlässigbar*

*Die Verhandlungen werden innerhalb einer Verhandlungsperiode von  $n$  ms abgeschlossen*

*Die Verhandlungsergebnisse sind zu Beginn der nächsten Verhandlungsperiode verfügbar und werden systemweit eingesetzt*

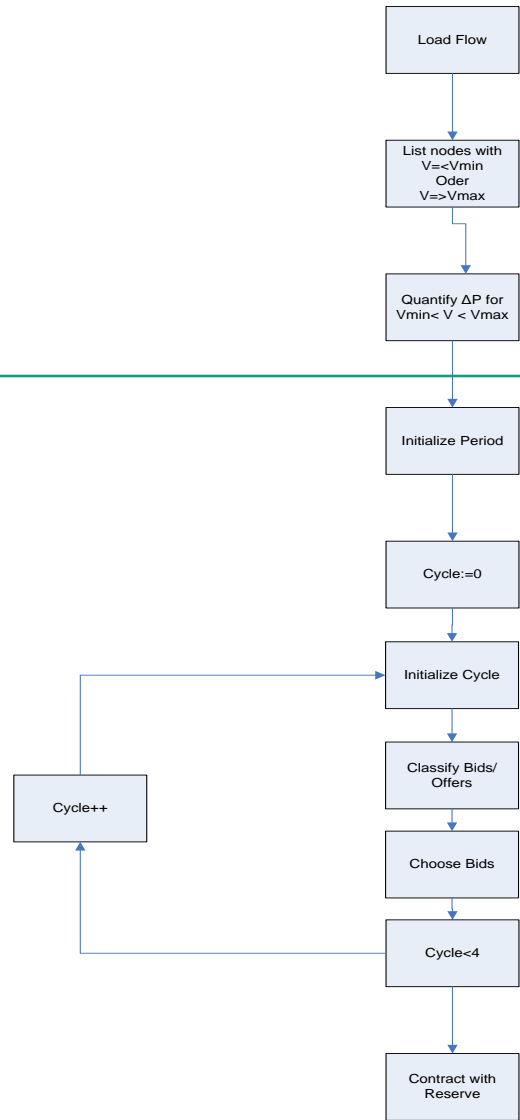
*Die Verhandlungen der nächsten Periode laufen parallel zur Umsetzung der Verhandlungsergebnisse der vorangegangenen Periode*



**Anmerkung:** *Obwohl Agenten sowohl als Consumers als auch Producers auftreten können, sind sie während einer Verhandlungsperiode auf eine Rolle festgelegt-entsprechend der zu Beginn der Periode ermittelten Anschlussbilanz- und können diese Rolle erst zu Beginn der nächsten Verhandlungsperiode ändern*

*Verhandlungsperiode gehandelt, mit den Bedürfnissen der aktuellen Periode.*

*Energie wird nur für die Dauer der nächsten*



---

**Thank you very much for your attention!**

Msc. Dipl.-Ing. Mariam Khattabi