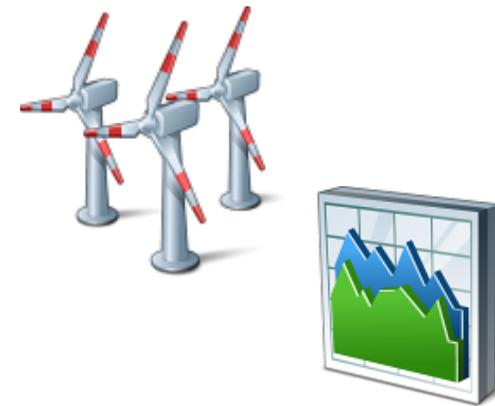


Datenaustauschformate für Demand Response - Evaluation und Fallbeispiel mit OpenADR -

Norman Ihle, Serge Runge, Christoph Gutsch, Karheinz Gödderz

Demand Response

- Durch die unregelmäßige Erzeugung und Einspeisung von erneuerbaren Energien wird es zunehmend schwieriger Einspeisung und Ausspeisung im Gleichgewicht zu halten
- Hohe Potenziale beim Ausgleich von Erzeugung und Verbrauch werden der Nutzung von Verbraucherflexibilität zugesprochen
- Unter den Begriffen **Demand Response** und **Demand Side Integration** schätzen die deutschen Verbände BDEW und VDE ein Potenzial von **2700MW** in Deutschland



Das Projekt BESIC

IKT FÜR 
ELEKTROMOBILITÄT

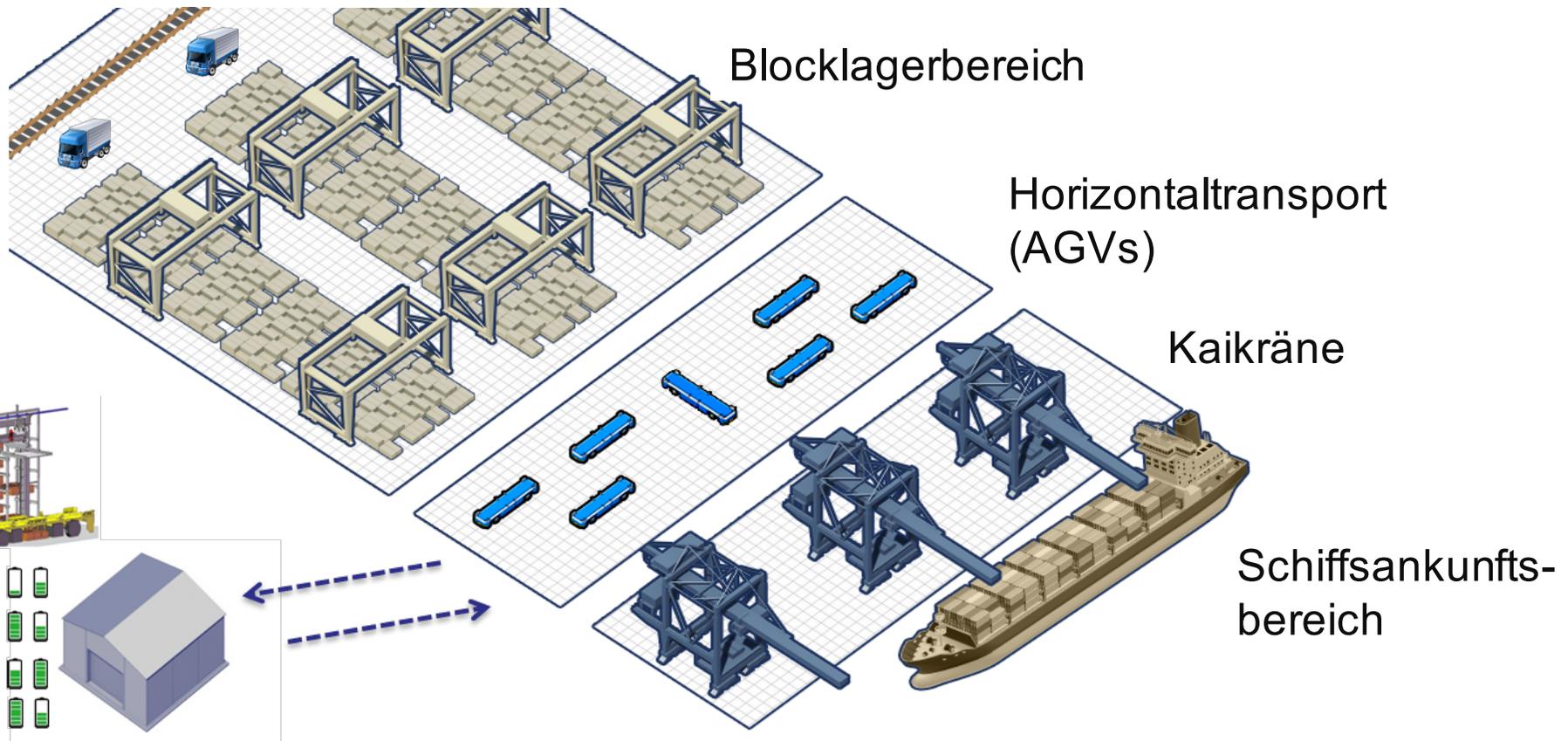
- Durch die Nutzung von E-Mobility in Industriebetrieben entstehen neue Möglichkeiten zur Flexibilisierung des Strombezugs bei Großverbrauchern



- Im Projekt BESIC werden im Containerterminal Altenwerder (CTA) 10 selbstfahrende Containertransportfahrzeuge (AGVs) auf batterie-elektrischen Antrieb umgerüstet
 - Durch Nutzung eines Batteriewechselkonzeptes entsteht hier Flexibilität im Strombedarf, welche vorher nicht vorhanden war

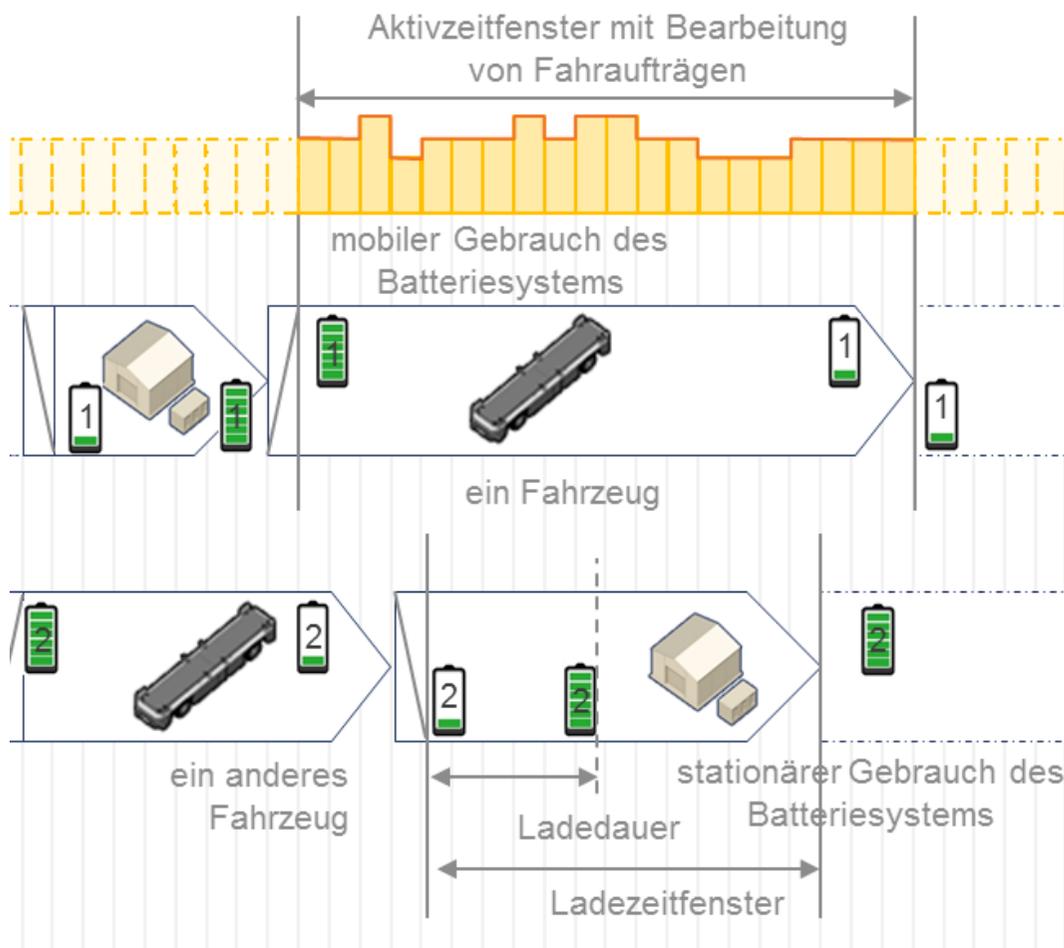
Aufbau eines Containerterminals

Hinterlandverbindung



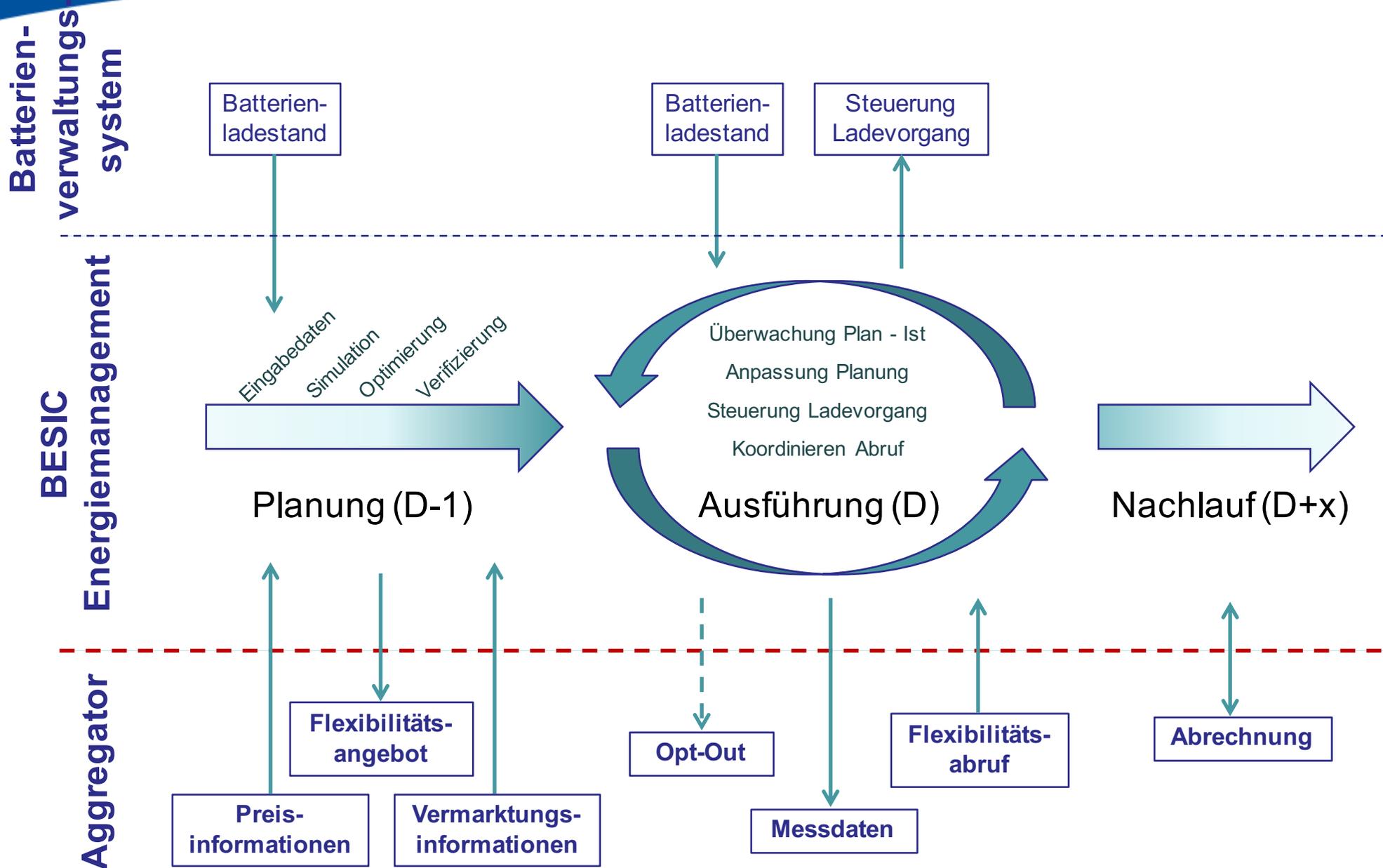
Batteriewechselstation

Batteriewechselstation & Batterie-AGV



Use-Case: „Regelenergiebereitstellung“

- Batterieladeprozesse werden so „geplant“, dass Regelenergie in bestimmten Zeitfenstern bereit gestellt werden kann
 - Zu- und Abschaltpotenziale sowie deren Kompensation
 - Die Ladestellen werden nach außen zu einer schaltbaren Einheit gekapselt
 - Prämisse: Am Ende eines Stationsaufenthalts muss eine Batterie immer voll geladen sein
- Die Erbringung von Regelenergie wird gegen den variablen Preis der Strombörse abgewogen



Anforderungen an das Datenaustauschformat

- Generelle Anforderungen:
 - Bi-direktionale Kommunikation über Internet/VPN-Verbindung
 - Vorgabe sinnvoller Kopfdaten (Identifikation)
 - Versand von Profilwerten als Nutzdaten
- Nicht-funktionale Anforderungen:
 - Datenaustauschformat sollte möglichst ohne große Anpassungen innerhalb des Formats nutzbar sein
 - Freie Verfügbarkeit der Spezifikationen
- Nachrichtenspezifische Anforderungen

Überblick Datenformate

Format	Herkunft	Standardisierungstreiber	Spezifiziertes Einsatzgebiet	Beschreibungsebene
EDIFACT	International/ Deutschland	CEFACT / BDEW	Regulierte Energiemarktprozesse	Nachrichtenstruktur und Interaktion (Segmente)
CIM	International	IEC	Beschreibung von Netztopologien und Energiemarktprozessen	Datenmodell (objektorientiert)
FlexOffer	Europa	(Forschungsprojekt)	Handel von Erzeugungs- und Verbrauchsflexibilität	Datenmodell (objektorientiert)
OpenADR	USA	openADR Alliance	Demand Response	Nachrichtenstruktur & teilw. Interaktion (objektorientiert)
VHP-Ready	Deutschland	VHPready e.V.	Fernsteuerung von BHKW und Wärmepumpen	Nachrichtenstruktur (Signalbeschreibung)
OSGP	Europa	OSGP Alliance	Smart Meter	Nachrichtenstruktur & Interaktion (tabellenorientiert)

Evaluation der Formate

- Vergleich auf Basis öffentlich verfügbarer Dokumentation
- Recherche nach Referenzimplementierungen und/oder Prototypen
- Möglichkeiten der Konformitätsüberprüfung / Verifizierung der eigenen Implementierung

Beispiele Datenaustauschformate

Elektrische Energie

....
Segment-gruppe 10	Enthält die einzelnen ¼ Stundenwerte		
....
QTY	¼ Stundenwert	QTY+220:12'	
DTM	Beginn Zeitpunkt	DTM+163:2010103 303'	
DTM	Ende Zeitpunkt	DTM+164:2010103 303'	
QTY	¼ Stundenwert	QTY+220:12'	

Aufbau der Fahrplanübermittlung

Die Übermittlung der Viertelstundenwerte für die zukünftige Fahrweise (Fahrplan) erfolgt in Form je eines Telegramms je Viertelstunde. Die Bitmaske im entsprechenden Telegramm ist durch folgenden Aufbau gekennzeichnet (last significant bit = 1; most significant bit = 32):

Bit	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Belastung	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Leistung	2:45-3:00 Uhr (12. Viertelstunde)				6. (Tag)				Mai (5. Monat)				2012																			

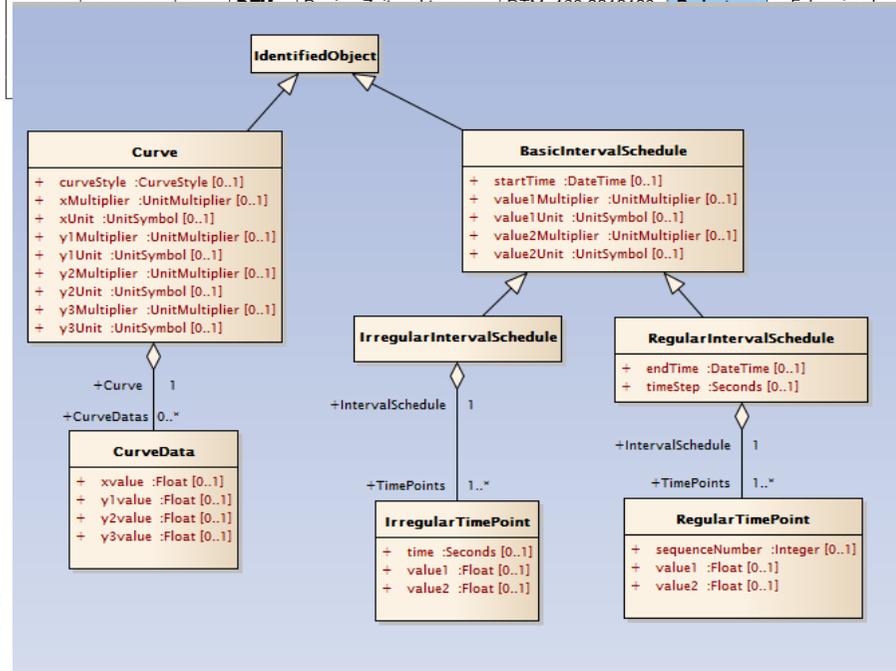


Table A.41

Field Name	Type	Offset	Value	VCI	Description
Block data:	Array[BT61.7] OF (End Time + End Readings + Simple Status + Intervals) records:				
End time	STIME_DATE	0		M	Timestamp of the most recently recorded interval in the block. When the block is complete, this represents the end time of the block.
IF BT61.4.4 THEN: End Readings	ARRAY[BT61.11] of 5 NI_FMAT1	5			Snapshots of each channel taken at the end of the block.
Simple Status	SET((BT61.9+7)/8)	5 + 4×BT61.11		M	Simple status for this block. One bit for each interval in the block. If the bit = 1, then the interval has been processed. If the bit = 0, then the interval has not been processed. For incomplete blocks, this field can be used to determine how many and which intervals in the block to read.
Intervals:	Array[BT61.9] of (((BT61.11 / 2) + 1) + 4 × BT61.11)-byte records				This array contains the load profile interval data with extended status per interval for all intervals in the block. Intervals that are marked invalid by Simple Status may contain nonzero data. This data should be ignored.
Extended Status	Array((BT61.11 / 2) + 1) of Byte	5 + 4×BT61.11 + SET ((BT61.9+7)/8)		M	Extended status for each interval. The highest nibble (byte 0 is high nibble) is status common to all channels. The contents of this nibble are bit flags representing the following (more than one flag could be set at a time):

Bewertung der Anforderungen

Format	Preis- informationen	Lastgang- prognosedaten	Flexibilitäts- angebot	Flexibilitäts- abruf	Verfügbar- keit	Messdaten
EDIFACT	-	o	-	x	-	+
CIM	+	+	o	o	o	+
FlexOffer	-	x	++	+	x	x
OpenADR	++	+	o	+	++	+
VHP-Ready	x	-	x	+	+	+
OSGP	x	-	x	o	o	++

++: Anforderung vom Standard 1:1 abgedeckt
+: Anforderung vom Standard abdeckbar
o: Ergänzungen zum Standard benötigt
-: Erhebliche Anpassungen des Standards benötigt um die Anforderung abzudecken
x: Derzeit mit dem Standard nicht abbildbar

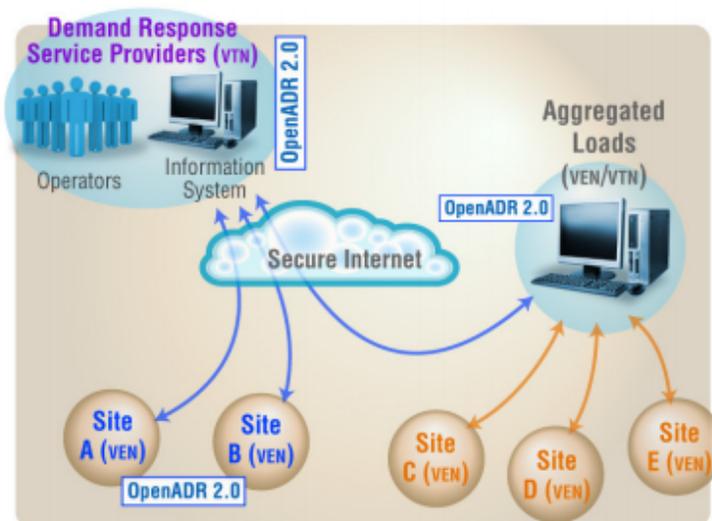
Ergebnis der Evaluation

- Auswahl von OpenADR
 - Modifikationsfreie Umsetzung der Anforderungen möglich
 - Freie Verfügbarkeit der vollständigen Spezifikation
 - Freie Verfügbarkeit von Referenzimplementierungen
 - Flexible Architekturmodelle möglich
 - Aushandlung der Reportingfähigkeiten
 - Einfache Möglichkeit der benutzerspezifischen Erweiterung
 - In Nordamerika bereits erfolgreich im Praxiseinsatz

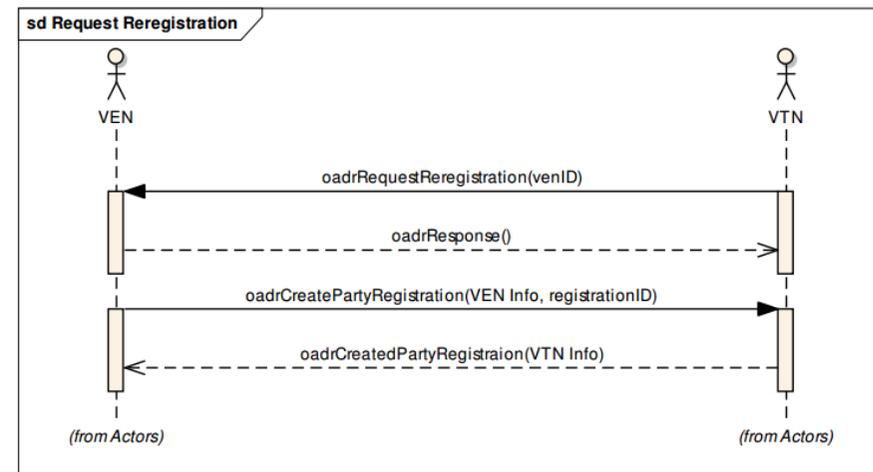


OpenADR

- Spezifikation der Nachrichtenbestandteile über XML-Schema
 - Wichtigste Nachrichtendienste: Report & Event
- Grobe Vorgabe der Architektur (VTN & VEN)
- Vorgabe von einzelnen Kommunikationssequenzen
- Kommunikation per HTTP oder XMPP



Auszug aus der OpenADR-Spezifikation: Architektur



Auszug aus der OpenADR-Spezifikation: Sequenzdiagramme

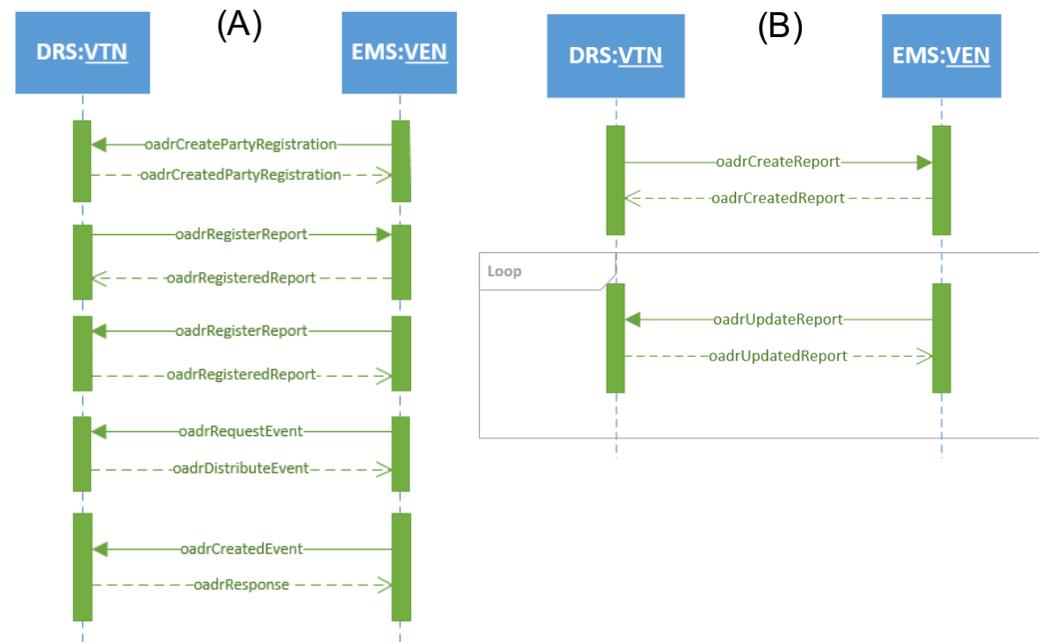
Vorgehen im Projekt BESIC

- Aufbau von Nachrichtenschablonen für alle benötigten Nachrichtentypen
- Prototypische Implementierung auf Basis von OpenSource-Referenzimplementierungen
- Umfangreiche Tests:
 Systemtest / Integrationstest / Feldtest
- Einsatz im Feld

Nachrichtenschablonen

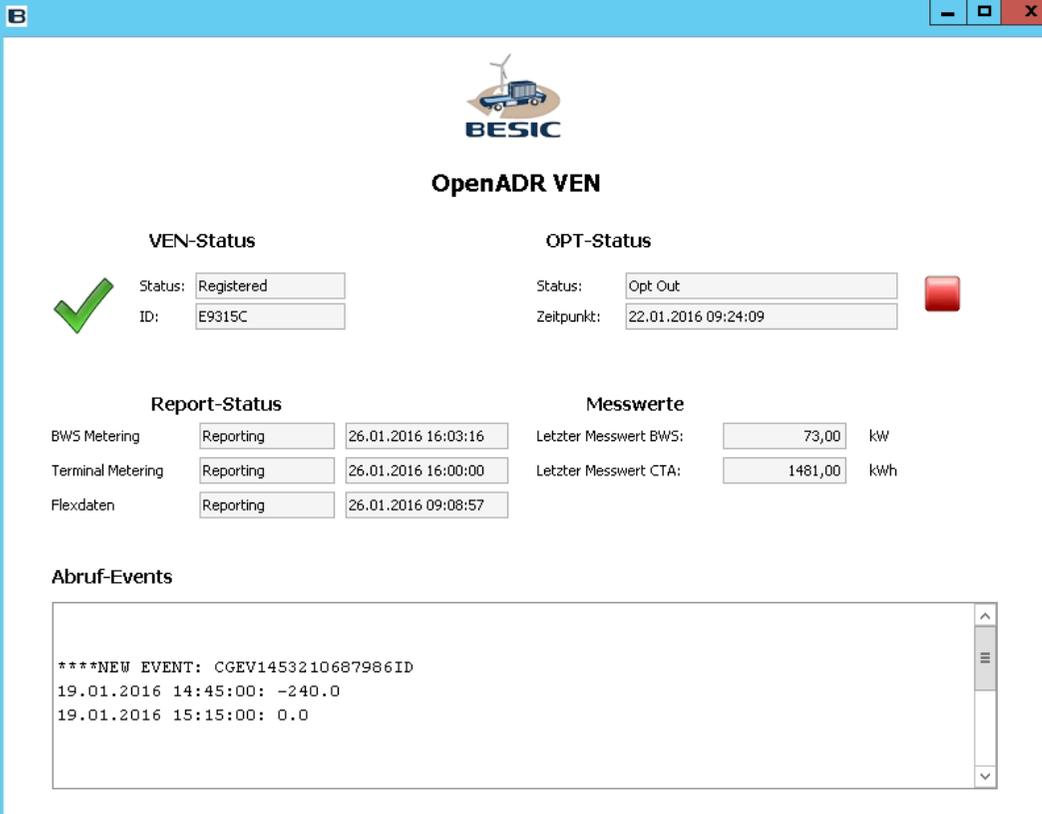
- 36 Nachrichtenschablonen wurden erstellt
- Sequenzabläufe überprüft und dokumentiert

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
- <oadrUpdateReport ei:schemaVersion="2.0b"
xsi:schemaLocation="http://openadr.org/oadr-2.0b/2012/07./schema/oadr_20b.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:power="http://docs.oasis-
open.org/ns/emix/2011/06/power" xmlns:scale="http://docs.oasis-
open.org/ns/emix/2011/06/siscale"
xmlns:strm="urn:ietf:params:xml:ns:icalendar-2.0:stream"
xmlns:xcal="urn:ietf:params:xml:ns:icalendar-2.0" xmlns:emix="http://docs.oasis-
open.org/ns/emix/2011/06" xmlns:pyld="http://docs.oasis-
open.org/ns/energyinterop/201110/payloads" xmlns:ei="http://docs.oasis-
open.org/ns/energyinterop/201110" xmlns="http://openadr.org/oadr-2.0b/2012/07">
  <pyld:requestID>REPORT08</pyld:requestID>
  <oadrReport>
    <oadrReport>
      <xcal:dtstart>
        <xcal:date-time>2015-01-02T00:00:00Z</xcal:date-time>
      </xcal:dtstart>
      <xcal:duration>
        <xcal:duration>PT1M</xcal:duration>
      </xcal:duration>
      <strm:intervals>
        <ei:interval>
          <xcal:dtstart>
            <xcal:date-time>2015-01-02T00:00:00Z</xcal:date-time>
          </xcal:dtstart>
          <xcal:duration>
            <xcal:duration>PT1M</xcal:duration>
          </xcal:duration>
          <xcal:uid>
            <oadrReportPayload>
              <ei:rID>BWSMessdaten</ei:rID>
              <ei:confidence>100</ei:confidence>
              <ei:payloadFloat>
                <ei:value>111.11</ei:value>
              </ei:payloadFloat>
            </oadrReportPayload>
          </ei:interval>
        </strm:intervals>
        <ei:eiReportID>HHLABWS20150102_01</ei:eiReportID>
        <ei:reportRequestID>RR08</ei:reportRequestID>
        <ei:reportSpecifierID>HHLACTA_BWSMETERING</ei:reportSpecifierID>
        <ei:reportName>TELEMETRY_USAGE</ei:reportName>
        <ei:createdDateTime>2015-01-02T00:01:30Z</ei:createdDateTime>
      </oadrReport>
    </oadrReport>
  </oadrUpdateReport>
</oadrUpdateReport>
```



Prototypische Implementierungen: VEN

GUI



OpenADR VEN

VEN-Status ✔

Status: ID:

OPT-Status ❌

Status: Zeitpunkt:

Report-Status

BWS Metering	<input type="text" value="Reporting"/>	<input type="text" value="26.01.2016 16:03:16"/>
Terminal Metering	<input type="text" value="Reporting"/>	<input type="text" value="26.01.2016 16:00:00"/>
Flexdaten	<input type="text" value="Reporting"/>	<input type="text" value="26.01.2016 09:08:57"/>

Messwerte

Letzter Messwert BWS: kW
Letzter Messwert CTA: kWh

Abruf-Events

```
****NEW EVENT: CGEV1453210687986ID
19.01.2016 14:45:00: -240.0
19.01.2016 15:15:00: 0.0
```

```
<oadrPayload xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom" xmlns:gb="http://naesb.org/esp"
xmlns:power="http://docs.oasis-open.org/ns/emix/2011/06/power"
xmlns:emix="http://docs.oasis-open.org/ns/emix/2011/06" xmlns:pyld="http://docs.oasis-
open.org/ns/energyinterop/201110/payloads"
xmlns:ical="urn:ietf:params:xml:ns:icalendar-2.0"
xmlns:clmISO42173A="urn:un:unece:uncefact:codelist:standard:5:ISO42173A:2010-04-07"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns:ds="http://www.w3.org/2000/09/xmldsig#"
xmlns:strm="urn:ietf:params:xml:ns:icalendar-2.0:stream" xmlns:scale="http://docs.oasis-
open.org/ns/emix/2011/06/siscale" xmlns:dsig11="http://www.w3.org/2009/xmldsig11#"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml/3.2" xmlns:ei="http://docs.oasis-
open.org/ns/energyinterop/201110" xmlns="http://openadr.org/oadr-2.0b/2012/07">
  - <oadrSignedObject>
    - <oadrUpdateReport ei:schemaVersion="2.0b">
      - pyld:requestID>REQ1452290329872</pyld:requestID>
      - <oadrReport>
        - <ical:dtstart>
          <ical:date-time>2016-01-08T21:58:49Z</ical:date-time>
        </ical:dtstart>
        - <ical:duration>
          <ical:duration>PT1M</ical:duration>
        </ical:duration>
        - <strm:intervals>
          - <ei:interval>
            - <ical:dtstart>
              <ical:date-time>2016-01-08T21:58:49Z</ical:date-time>
            </ical:dtstart>
            - <ical:duration>
              <ical:duration>PT1M</ical:duration>
            </ical:duration>
            - <ical:uid>
              <ical:text>3402</ical:text>
            </ical:uid>
            - <oadrReportPayload>
              <ei:rID>Gesamtleistungsaufnahme_Batteriewechselstation</ei:rID>
              <ei:confidence>100</ei:confidence>
              <ei:accuracy>2.0</ei:accuracy>
              - <ei:payloadFloat>
                <ei:value>37.0</ei:value>
              </ei:payloadFloat>
            </oadrReportPayload>
          </ei:interval>
        </strm:intervals>
      </oadrReport>
      <ei:reportRequestID>D3F3B3</ei:reportRequestID>
      <ei:reportSpecifierID>HHLACTA_BWSMETERING</ei:reportSpecifierID>
      <ei:reportName>TELEMETRY_USAGE</ei:reportName>
      <ei:createdDateTime>2016-01-08T21:58:49Z</ei:createdDateTime>
    </oadrReport>
    <ei:venID>E9315C</ei:venID>
  </oadrUpdateReport>
</oadrSignedObject>
</oadrPayload>
```

Prototypische Implementierungen: VTN

VEN Settings Registrations Reports Opt Schedules

METADATA REPORTS

View	Specifier ID	Created Date/Time	Duration	Report Name
✓	LGANMELDUNGHLA	Jan. 6, 2016, 2:15 p.m.	P1DT	METADATA_TELE
✓	FLEXDATEN	Jan. 6, 2016, 2:15 p.m.	P1DT	METADATA_TELE
✓	HHLACTA_BWSMETERING	Jan. 6, 2016, 2:15 p.m.	PT1M	METADATA_TELE
✓	HHLACTA_TERMINALMETERING	Jan. 6, 2016, 2:15 p.m.	PT15M	METADATA_TELE

DATA REPORTS

View/Delete	Specifier ID	Created Date/Time	Duration	Repo
✓ ✕	HHLACTA_BWSMETERING	Jan. 12, 2016, 8:55 a.m.	None	TELE
✓ ✕	FLEXDATEN	Jan. 12, 2016, 8:54 a.m.	None	TELE
✓ ✕	HHLACTA_BWSMETERING	Jan. 12, 2016, 8:54 a.m.	None	TELE
✓ ✕	HHLACTA_BWSMETERING	Jan. 12, 2016, 8:53 a.m.	None	TELE
✓ ✕	HHLACTA_BWSMETERING	Jan. 12, 2016, 8:52 a.m.	None	TELE
✓ ✕	HHLACTA_BWSMETERING	Jan. 12, 2016, 8:51 a.m.	None	TELE
✓ ✕	HHLACTA_BWSMETERING	Jan. 12, 2016, 8:50 a.m.	None	TELE
✓ ✕	HHLACTA_BWSMETERING	Jan. 12, 2016, 8:49 a.m.	None	TELE
✓ ✕	HHLACTA_BWSMETERING	Jan. 12, 2016, 8:48 a.m.	None	TELE
✓ ✕	HHLACTA_BWSMETERING	Jan. 12, 2016, 8:47 a.m.	None	TELE

REPORT REQUESTS

Edit/Delete	Name	Description	Request ID
✓ ✕	HHLA data	data	9C3CD6



Einsatz im Feldtest

- Abbildung des Flexibilitätsangebots und Vermarktung an D-1
 - Vermarktung (& Abrufe) anhand realer Szenarien aus 2014
- Kontinuierlich (D)
 - VEN → VTN
 - Minütlicher Versand von Messdaten
 - 15-minütiger Versand von Verbrauchsdaten des gesamten Terminals
 - Verfügbarkeitsmeldungen (OptIn / OptOut)
 - Bestätigung / Ablehnung von Abrufen
 - VTN → VEN
 - Falls erforderlich: Abruf von Regelleistung mit 8 Minuten Vorlaufzeit
- ✓ Kommunikationsprozesse werden mit OpenADR zuverlässig abgebildet

Danke für die Aufmerksamkeit!



IKT FÜR 
ELEKTROMOBILITÄT



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages