

Kommunikationsnetz für das Smart Grid

Ergebnisse einer Arbeitsgruppe der ITG und der ETG im VDE

Mitarbeiter und Autoren:

Dr. Dieter Marger, Deutsche Telekom Technik GmbH, Bonn

Dr. Johannes Riedl, Siemens AG, München

Dr. Jürgen Tusch, RWE Deutschland AG, Essen

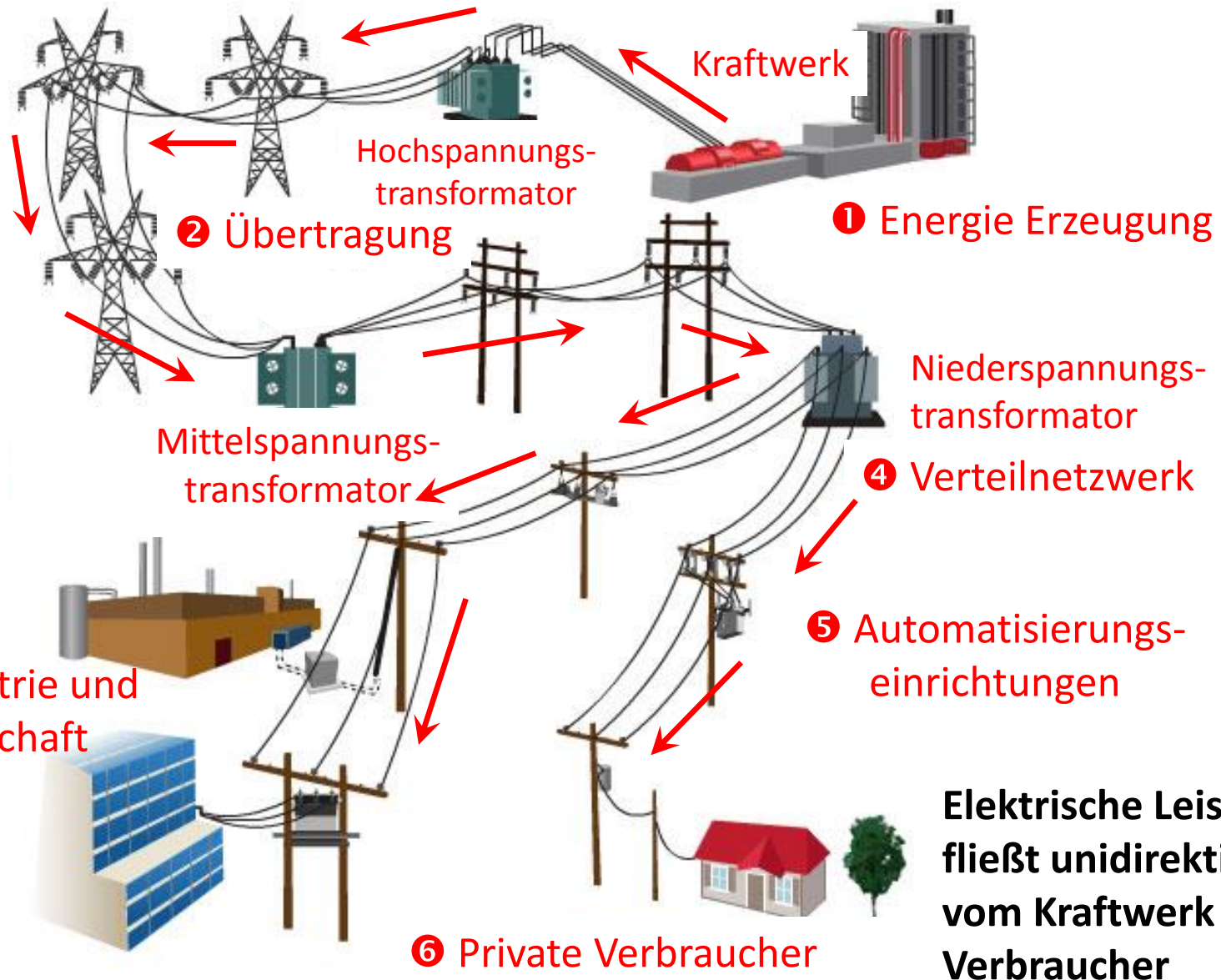
Prof. Dr. Christian Wietfeld, Technische Universität Dortmund

Prof. Dr. Ingo Wolff, IMST GmbH, Kamp-Lintfort

Wolfgang Zeitler, Bayernwerk AG, Bayreuth

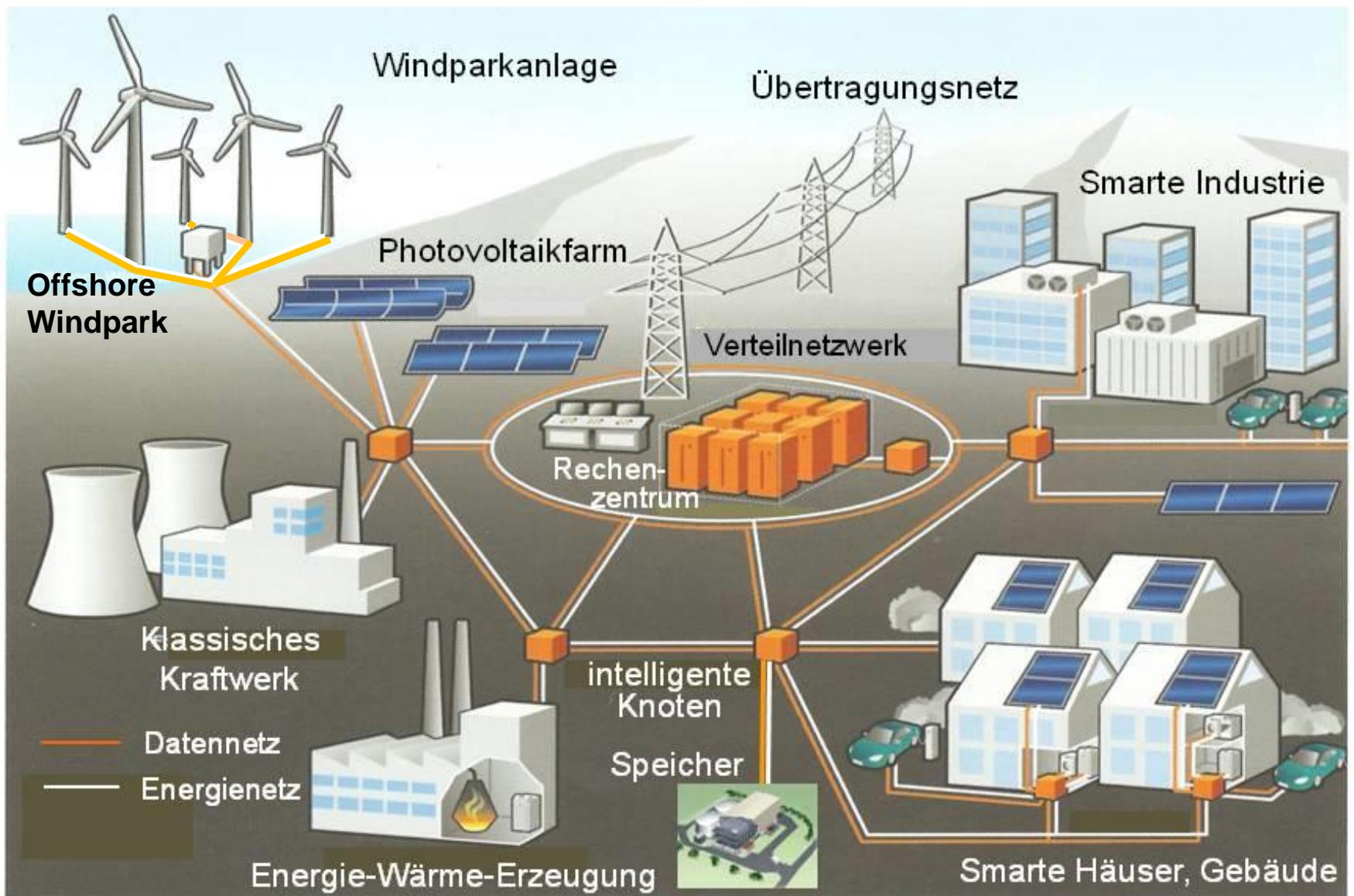
VDE ITG ETG

Das klassische Energieversorgungsnetz



Elektrische Leistung fließt unidirektional vom Kraftwerk zum Verbraucher

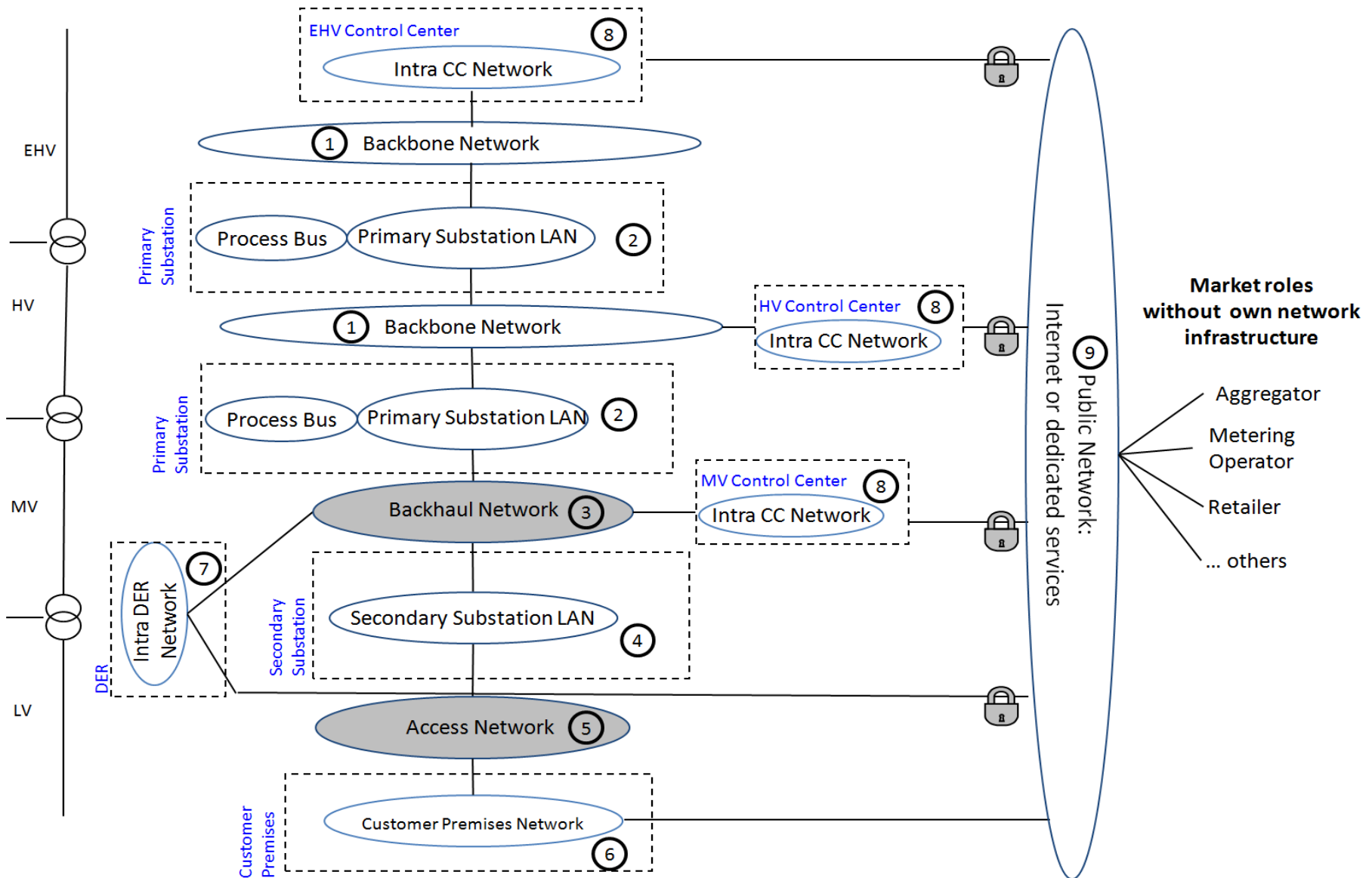
Das zukünftige Energieverteilnetz



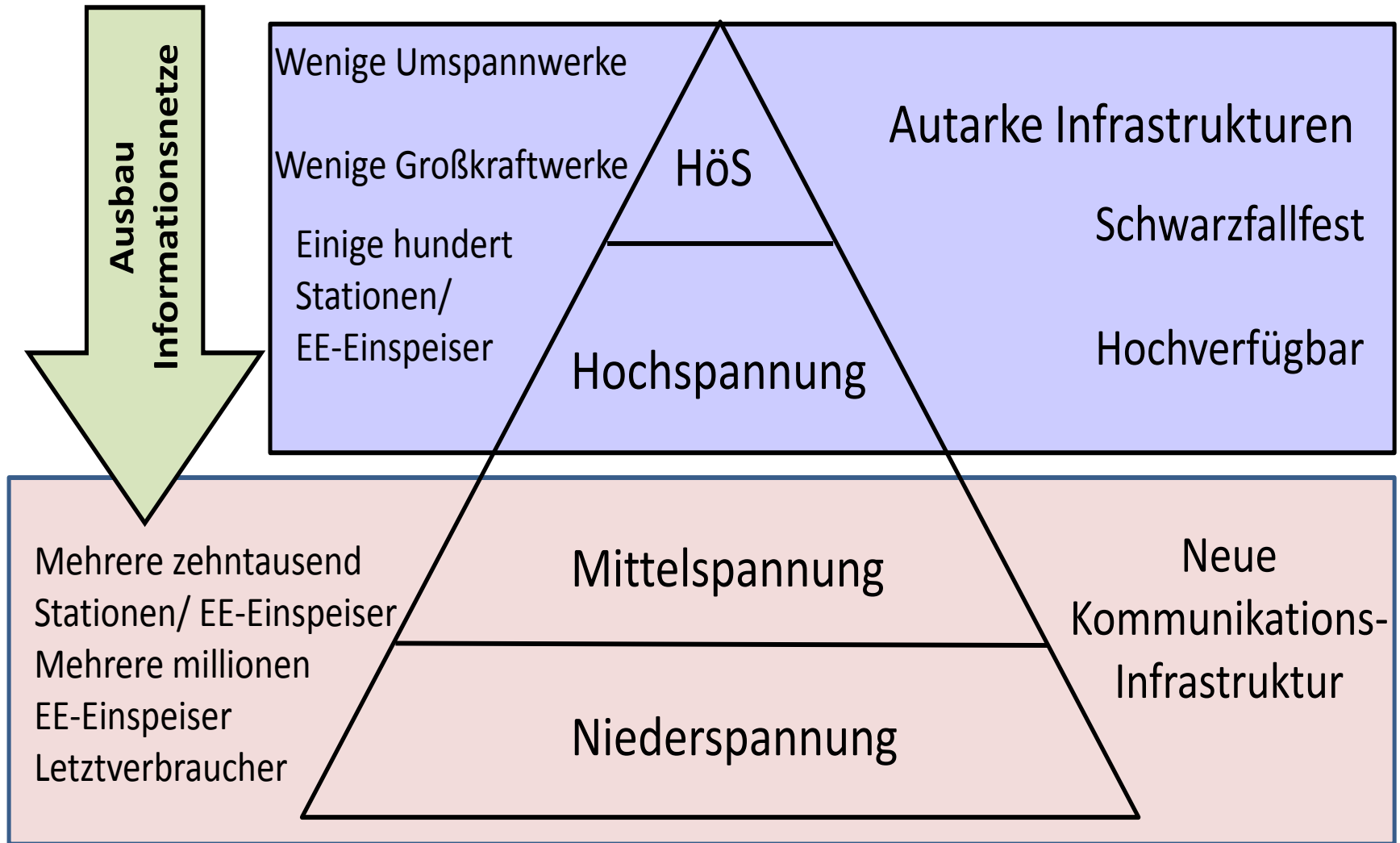
Anforderungen an das Kommunikationsnetz

- Auslesen der Messsensoren, Stellen der Leistungsschalter und/oder der regelbaren Transformatoren .
- Sicherstellung einer hohen Stabilität und Verfügbarkeit sowohl im Regelbetrieb als auch bei Stromausfällen. (Schwarzfallfestigkeit) und in Notfall- und Krisensituationen.
- Umfassende Unterstützung der bestehenden vielfältigen technischen Schnittstellen insbesondere im Bereich der Sekundärtechnik.
- Deterministische und rückwirkungsfreie Verfügbarkeit
- Sicherstellung der Informationssicherheit in den Kommunikationsnetzen.
- Erfüllung der gesetzlichen und regulatorischen Anforderungen.

Kommunikationsnetzarchitektur - Grundstrukturen



Mengengerüst für das Kommunikationsnetz



Anforderungen an das Niederspannungsnetz

Spannungsebene	Verbindung	Verfügbarkeit	Schwarzfallfestigkeit	Datenrate	Latenzzeit
Niederspannung	Leitstelle / Leitstelle	sehr hoch	Tage	n x 100 Mbit/s	klein (ca 50 ms)
	Leitstelle / Umspannw.	hoch	Stunden	n x 100 kbit/s	klein
	Leitstelle / Kraftwerk	hoch	Stunden	n x 100 kbit/s	klein
	Umspannw./ Umspannw.	Im klassischen Netz bisher kaum Anforderungen			
	Leitstelle / Schaltstationen	mittel	wenige Stunden	n x 100 kbit/s	mittel (> 100 ms)

Anforderungen an das Mittelspannungsnetz

Spannungsebene	Verbindung	Verfügbarkeit	Schwarzfallfestigkeit	Datenrate	Latenzzeit
Mittelspannung	Leitstelle / Leitstelle	sehr hoch	mehrere Tage	n x 100 Mbit/s	klein (ca. 50 ms)
	Leitstelle / Kraftwerk	sehr hoch	mehrere Tage	n x 100 kbit/s	klein
	Leitstelle / Umspannwerk	sehr hoch	mehrere Tage	n x 100 kbit/s	klein
	Umspannwerk / Umspannwerk	sehr hoch	mehrere Tage	n x 100 kbit/s	extrem klein (1-10 ms)

Anforderungen an das Kommunikationssystem

- Deterministisches Verhalten (keine Überbuchung),
- Verfügbarkeit, schneller Zugriff auf viele Schaltstationen (z.B. Herunterregeln PV-Anlagen)
- Zuverlässigkeit,
- Schwarzfallfestigkeit,
- Echtzeitfähigkeit,
- Erforderliche Gebietsabdeckung,
- Informationssicherheit,
- Robustheit,
- Angepasste Lebenszyklen,
- Geringe Herstellungskosten,
- Geringe Betriebskosten.

Technologien für Backhaul- und Access-Netzwerk

Vorhandene Technologien für diese Netzwerke:

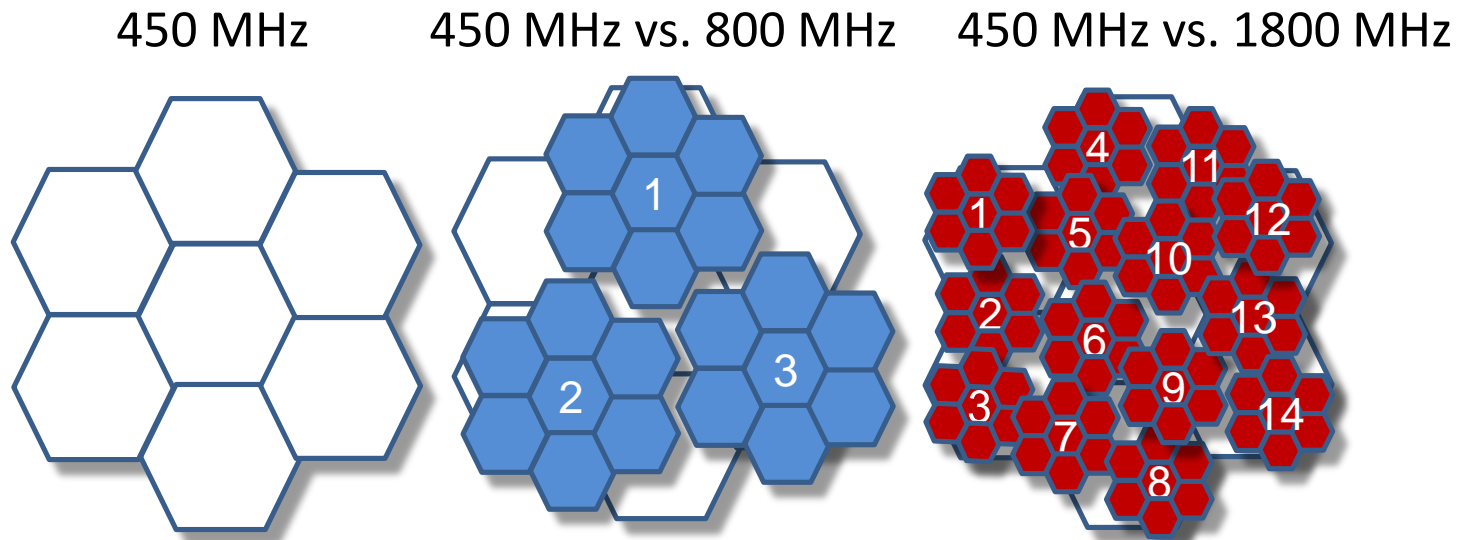
- **PLC – Power Line Communication:** Kommunikation über das Energienetz,
- **Funknetzwerke:** (*Broadband Wireless Mesh, RF Mesh*), Forderung: Verwendete Arbeitsfrequenz 400 MHz-Bereich oder kleiner ,
- **Kupferdrahtverbindungen** mit Techniken der Standards DSL (*DSL: Digital Subscriber Line*) oder **Kabelnetze**,
- **Glasfasernetze** (*Fiber to the Home, FTTH*): optimale, zukunftsorientierte Lösung. Kostenintensiv.
- **Mobilfunktechniken:** GSM/GPRS, UMTS (CDMA), LTE, 5G

Das Mobilfunknetz als Energiekommunikationsnetz?

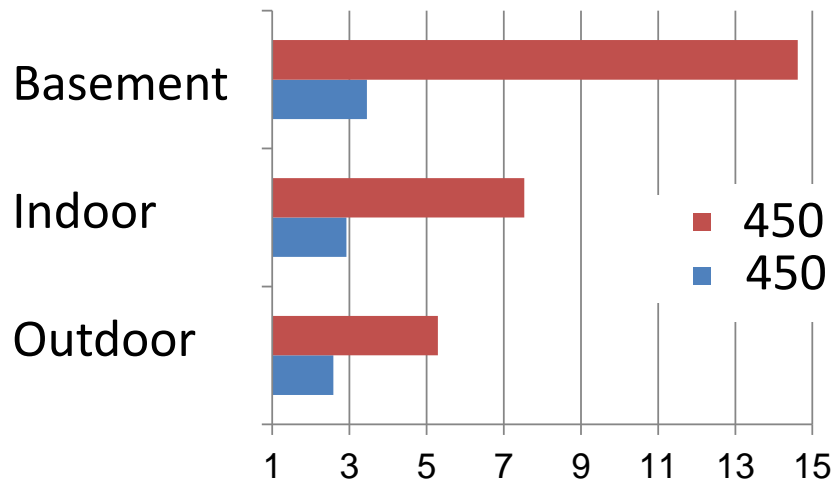
- Die Anforderungen an das Energiekommunikationsnetz können heute noch nicht von den Mobilfunknetzen erfüllt werden.
- Die Schwarzfallfestigkeit ist im Normalfall nicht gegeben.
- Der deterministische Zugriff auf Bandbreite, Latenzzeit und hohe Verbindungszahl kann nicht garantiert werden.
- Dies gilt auch für den Fall eines „virtuellen Energieinformationsnetzes“ innerhalb eines öffentlichen Kommunikationsnetzes.
- Die Arbeitsfrequenzen eignen sich nicht für die Aufgaben des Energieinformationsnetzes.
- Die Kommunikationsanforderungen der Energieversorger passen nicht zum schnelllebigen Telekommunikationsgeschäft.
- Die Zykluslebenszeiten der beiden Netze sind sehr unterschiedlich (Zukunftsfähigkeit ungewiss)

Ein branchenspezifisches Mobilfunk-Netz?

z.B. bei 450 MHz



Abdeckungsgewinn (Faktor)





Berechnungen für
ländliche Umgebungen,
TU Dortmund, 2015

■ 450 MHz vs. 1800 MHz
■ 450 MHz vs. 800 MHz

Verfügbarkeit des 450 MHz-Bandes



- Legende
-  450 MHz verfügbar
 -  450 MHz ev. verfügbar
 -  450 MHz nicht verfügbar

Entwicklung geeigneter technischer Lösungen

Die Arbeitsgruppe empfiehlt die folgende Konfiguration:

Kombination aus:

- Breitband-Power Line Communication, (B-)PLC , für den Endzugang zum Letztverbraucher und
- einem branchenspezifischem Funknetz bei der Arbeitsfrequenz 450 MHz oder kleiner auf LTE-Basis.
- Es könnte von der Energiewirtschaft gemeinsam für alle Energieversorgungseinrichtungen oder von einem professionellen Mobilfunknetzbetreiber aufgebaut und betrieben werden.

Verbleibende kritische Fragen

- Ist ein solches branchenspezifisches Mobilfunknetz finanzierbar?
- Kann der Frequenzbereich 450 MHz ohne Lizenzgebühren verwendet werden?
- Bietet das 450-MHz-Band nach dem Roll-Out der Intelligenten Messsysteme je nach Mengengerüst mittel- und langfristig genügend Bandbreite?
- Ein Geschäftsmodell ist zurzeit (auch wegen des verzögerten Roll-Outs der Smart Metering Technik) noch schwer darstellbar.
- Kann der Aufbau eines solchen Funksystems unter den Rahmenbedingungen des geplanten Roll-Outs des Smart Metering Systems und der neuen Einstellung zur Förderung der Glasfasernetze nicht durch Glasfasernetze bis in die Wohneinheiten (FTTH, bis ca. 2030) und damit durch eine optimale Technologie ersetzt werden?