

# Интеграция интеллектуальных энергосистем, интеллектуальных счетчиков и возобновляемых источников энергии в компании E.ON

ALI ZAIN  
ali.zain@eon.com

The E.ON logo is located in the bottom right corner of the slide. It consists of the text "e.on" in a white, lowercase, sans-serif font, set against a solid red rectangular background.

## Основные сферы деятельности

## Основной профиль деятельности E.ON: Возобновляемые источники энергии

- E.ON является вторым по величине оператором морских парков ветряных электростанций в мире, располагающим 11 000 МВт генерирующих мощностей в Великобритании, Германии, Швеции и Дании
- В партнерстве с “DONG Energy” и “Masdar”, E.ON управляет крупнейшим в мире парком ветряных турбин “London Array” (630 МВт)
- “Amrumbank West” (302 МВт) в Северном море является первым коммерчески эксплуатируемым E.ON проектом морских ветряных электростанций в немецких водах

# Основной профиль деятельности E.ON: Распределительные сети

Карта распределительных сетей E.ON



Региональное отделение	Протяженность сети (тыс. км)		Доля рынка (в %)	
	Эл-во	Газ	Эл-во	Газ
Германия	352	59	19	14
Швеция	134	2	24	60
Венгрия	84	18	50	20
Румыния	79	20	17	49
Чешская Р.	65	4	27	6
Словакия	37	-	40	-
Испания	32	-	5	-

## Платформа роста в Турции

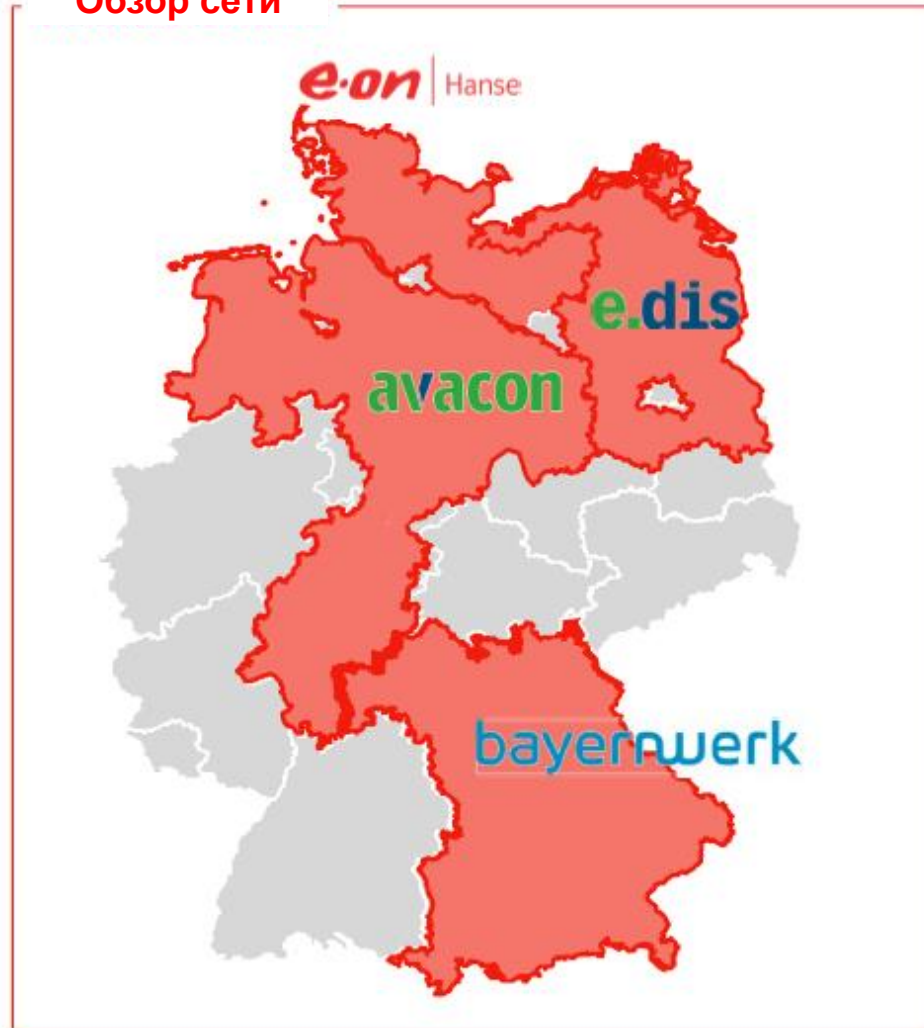


- *Enerjisa* принадлежат три распределительные компании в Турции (Ayedas, Baskent, Toroslar)
- Совокупная протяженность сетей: ~200 000 км
- ~ 9 млн. клиентов

# Автоматизации энергосистемы и интеграция возобновляемых источников энергии

# Распределительные сети E.ON в Германии

Обзор сети

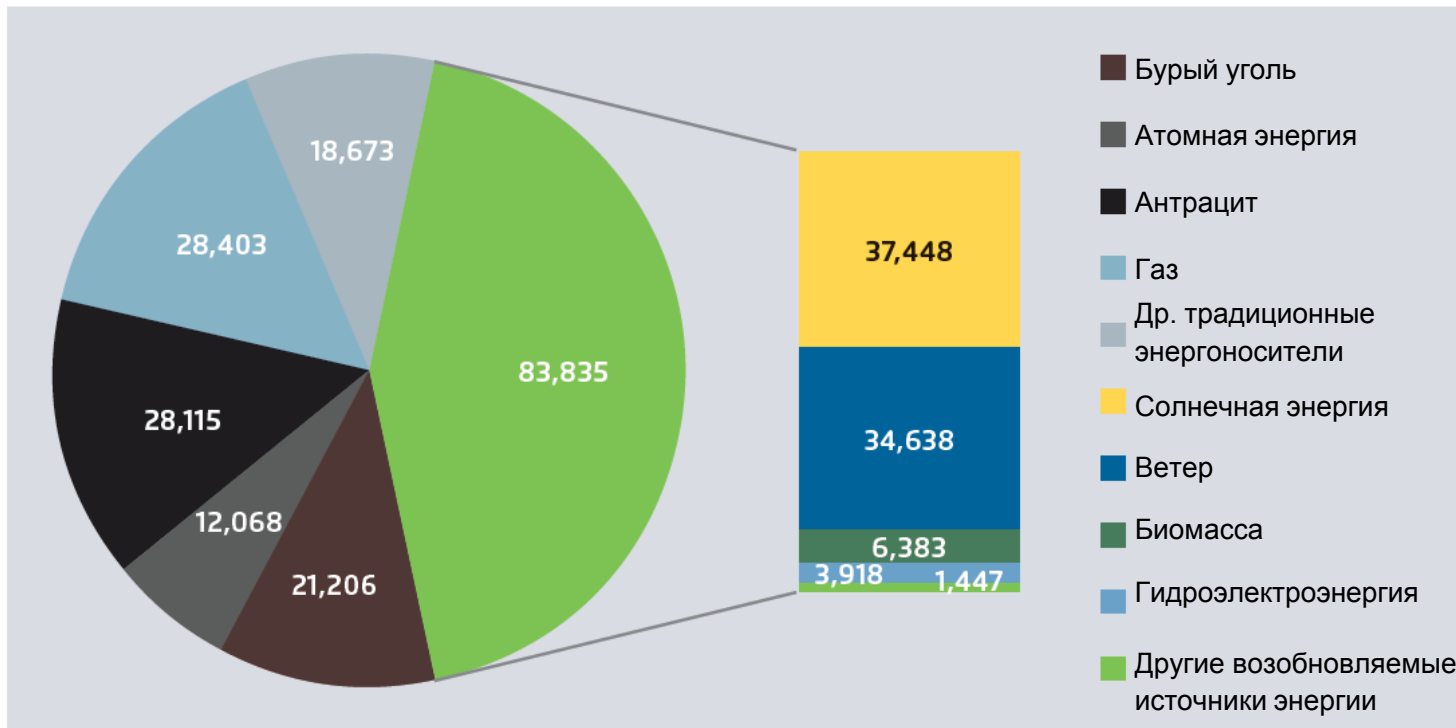


**e.on**

# Потенциал энергии солнца и ветра в Германии составляет, приблизительно, 80 ГВт

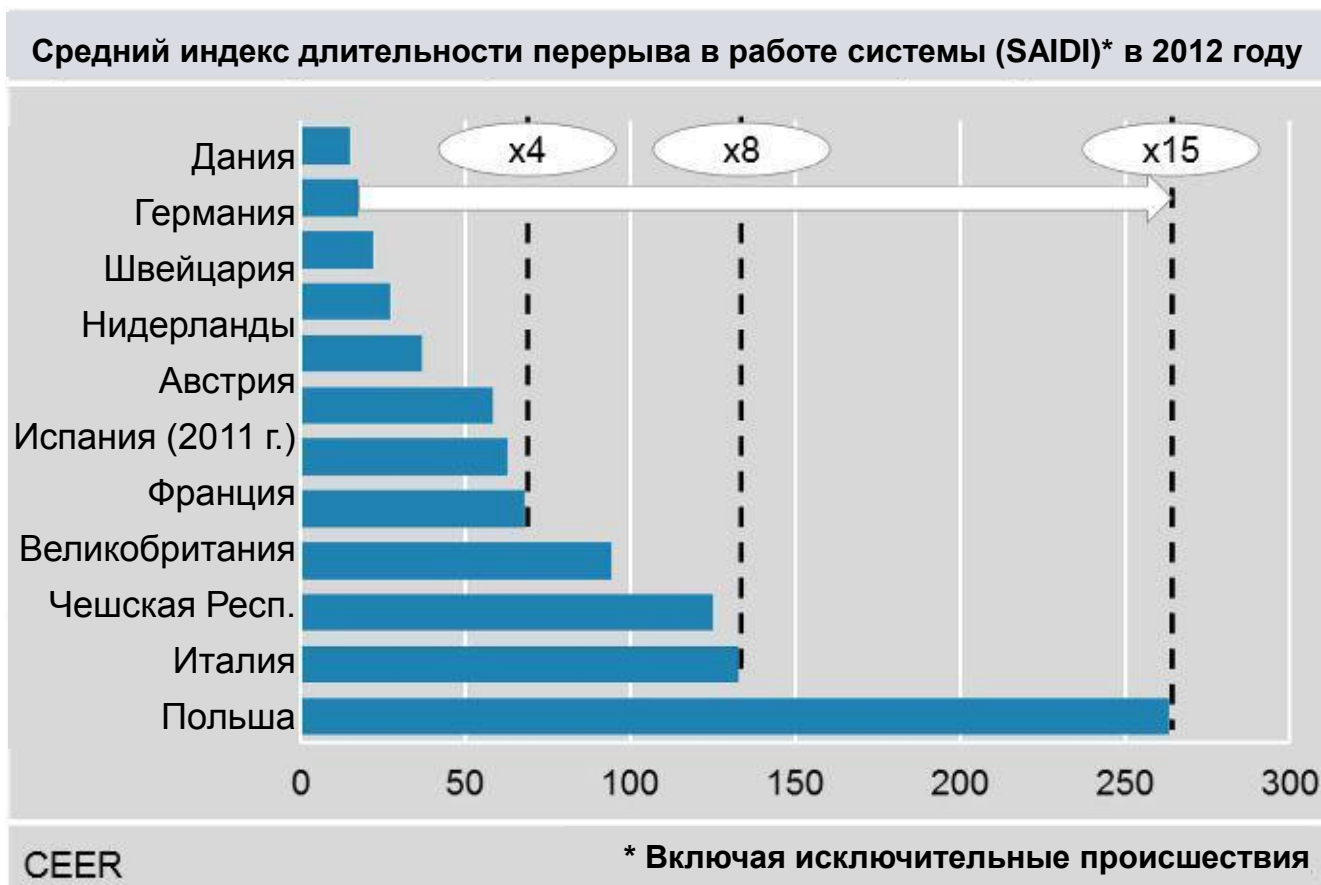
Установленная мощность в МВт по состоянию на июль 2014 года (Всего: 192 ГВт)

Рисунок 4



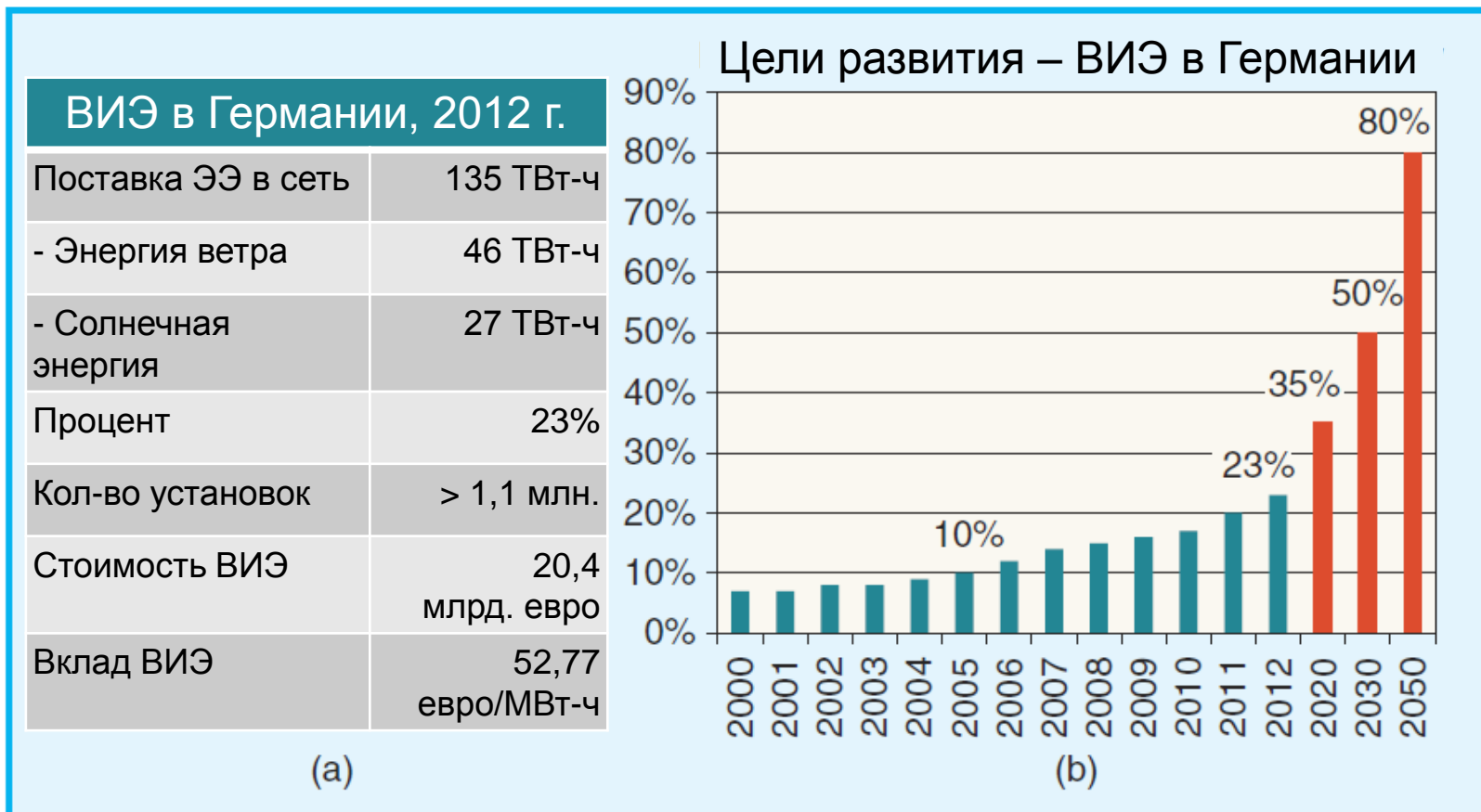
BNetzA, 2015, p.29.

# Тем не менее, энергетическая система крайне надежна





# Ожидается увеличение мощности ВИЭ до 80% к 2050 году



Источник: Журнал Института инженеров по электротехнике и электронике "IEEE power and energy"



## Когда системные операторы сталкиваются с высоким проникновением возобновляемых источников энергии, для них это является вызовом

- Непостоянные источники энергии, такой как энергия солнца и ветра, требуют наличия **гибкой** системы питания со значительными **резервами** – гибкость/резервы могут быть:
  - обеспечены за счет генераторов, нагрузок и аккумуляторов энергии
  - обеспечены за счет предоставления вспомогательных услуг – таких как частотная характеристика энергосистемы, или непосредственно клиентами, руководствующимися ценовыми сигналами в реальном времени
- ВИЭ – такие как солнечные панели, установленные на крыше – обычно подключены под низким напряжением. Это – та часть распределительной сети, над которой нет почти никакого **мониторинга**
- **Обратное направление мощности генераторов** в распределительной системе
  - часто сопровождается повышением напряжения
  - требует перекоординирования систем защиты
- Дополнительные потоки энергии вызывают **сетевую перегрузку** в системе передачи

# Немецкие системные операторы решили эти вопросы

- Любой генератор или нагрузка могут участвовать в предоставлении дополнительных услуг при условии соответствия техническим требованиям (например, линейное изменение вырабатываемой мощности, доступность и т.д.)
  - Меньшие нагрузки и распределенные генераторы (РГ) объединяются в виртуальную электростанцию, которая принимает единый диспетчерский сигнал от системного оператора передающей сети
- Телеметрия из систем SCADA (включая динамический режим работы сети), инверторы и интеллектуальные счетчики консолидируются в систему мониторинга переходных процессов (СМПР) и используются для активного управления сетью
- Проблема перегрузок в системе передачи решается с помощью перенаправления генератора и сокращения передаваемой мощности ВИЭ (краткосрочные меры), а также за счет повторного укрепления сети (долгосрочные меры)
- Повышение напряжения в распределительных сетях осуществляется посредством управления коэффициентом мощности инверторов, низковольтных переключателей напряжения и сокращения передаваемой мощности ВИЭ

# Поддержка для системных операторов в рамках Закона о возобновляемых источниках энергии Германии (EEG, 2014 г.)

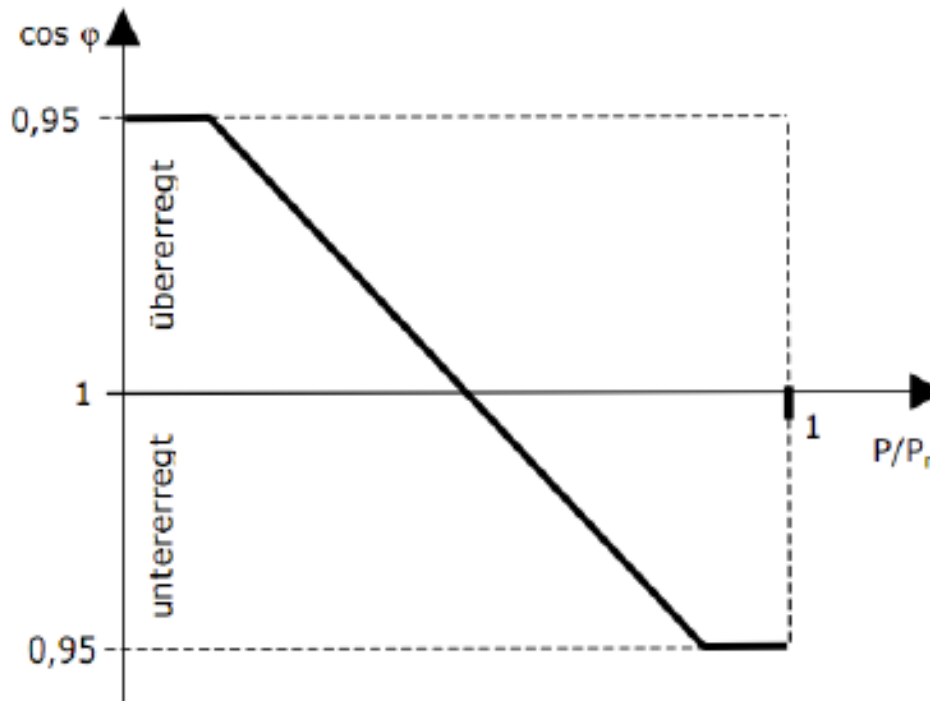
- Солнечные фотоэлектрические и ветряные электростанции должны быть управляемыми системным оператором для поддержания стабильности работы системы (как в плане частоты, так и в части напряжения) – в противном случае, максимальная выработка электроэнергии электростанцией ограничивается 70%
- Солнечные фотоэлектрические и ветряные преобразователи должны обладать способностью непрерывного поддержания частоты и напряжения электроснабжения при сбоях – как это продиктовано Сетевым кодексом
- Расходы на управление (или сокращение) поставляемой мощностью ВИЭ переносятся на конечных потребителей в рамках субсидий для производителей ВИЭ, предусмотряемых Законом EEG
  - В 2014 году сокращение ВИЭ составило 1,35% всего объема полезной мощности, вырабатываемой из возобновляемых источников энергии, результатом чего стали 82,6 млн. евро в виде трансфертов, предусмотряемых Законом EEG

# Интегрировать ВИЭ может дорого стоить, если не допускаются потери энергии

Страна	Дания	Германия	Испания	Ирландия	Франция	Италия
Доля энергии ветра и солнца в общем спросе	41%	15,6%	25,5%	17%	5%	12,4%
Общая установленная мощность ветровых установок (МВт)	4855	40456	22845	2230	9120	8700
Коэффициент использования установленной мощности ветровых установок, МВт-ч/(МВт*8760) [%]	30,8	15,8	25,4	25,9	21,2	19,6
Общая установленная мощность солнечных установок (МВт)	610	38236	4428	0	5292	18800
Коэффициент использования установленной мощности солнечных установок, МВт-ч/(МВт*8760) [%]	11,2	10,4	20,2	0	12,6	14,1
Максимальная мгновенная доля энергии ветра и солнца на 1 час (%)	140%	56,3% (11-05-2014)	65,4% (23-12-2013)	50%	21,5%	46,18% (26-04-2014)
Сокращение передаваемой мощности /общий объем выработки энергии солнца (%)	0	0,18% (2013)	< 1,5%	0	0	0
Сокращение передаваемой мощности /общий объем выработки энергии ветра (%)	0,2%	0,93% (2013)	< 1,5%	4,3%	0	0,8%

Источники: BNetzA, German TSOs, Terna, REE, Energinet.dk, EDF и Eirgrid (2014)

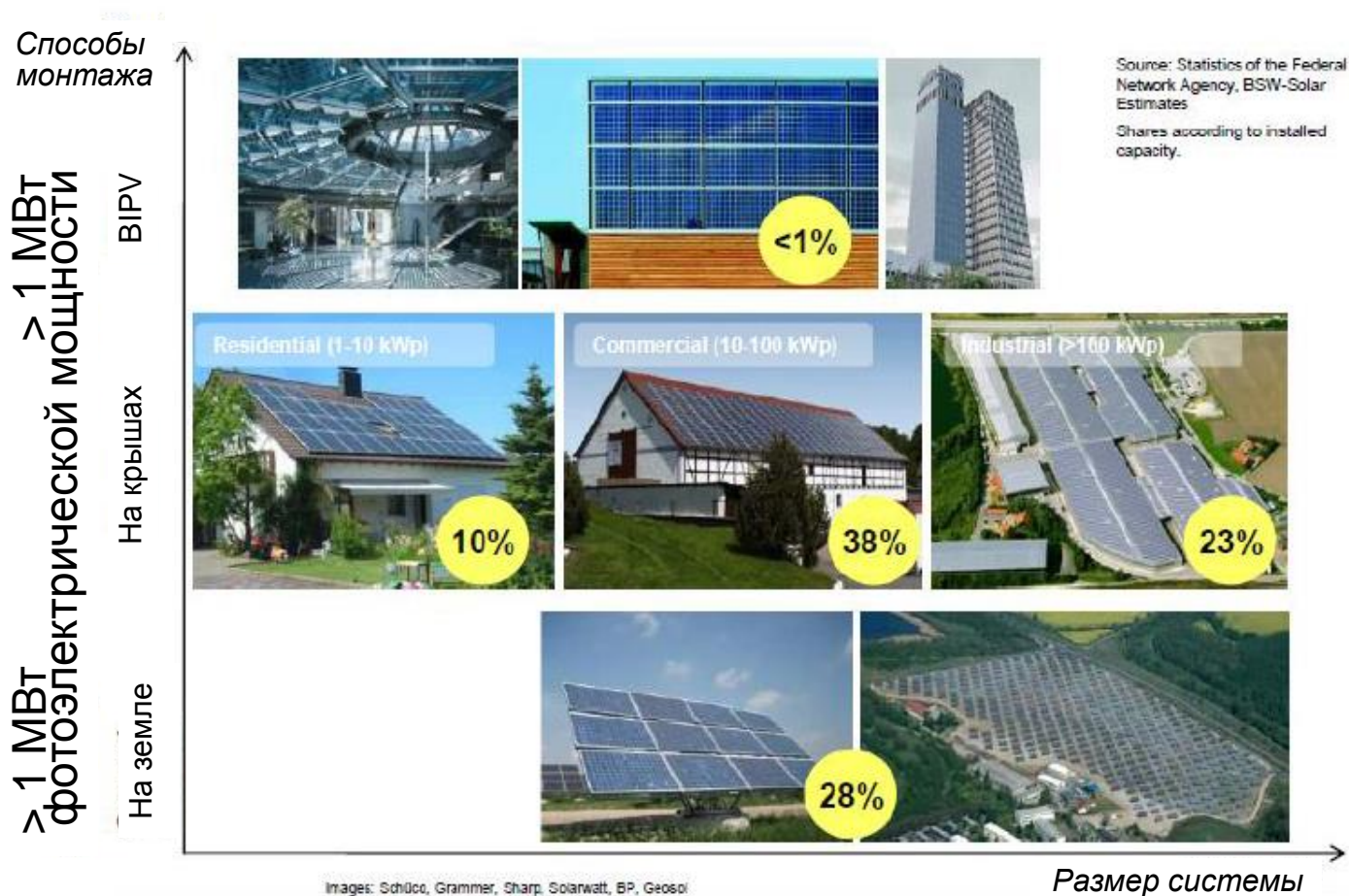
# Регулирования коэффициента мощности преобразователей солнечной энергии



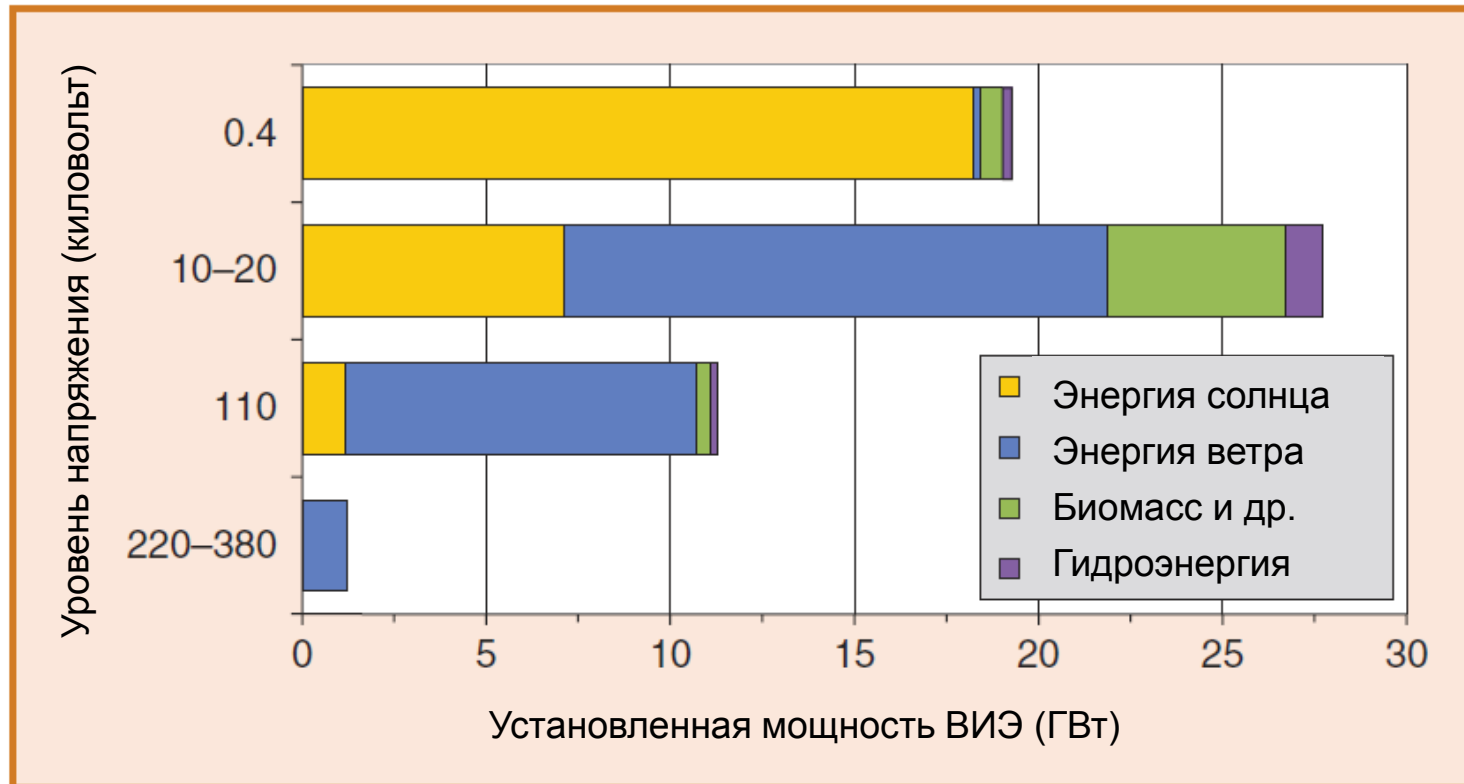
Источник: [Medium voltage guideline 2008 page 29](#)

Системный оператор может потребовать поставку реактивной мощности со значением коэффициента мощности  $\cos(\varphi)$  от 0,95 до 1

# К апрелю 2014 года в Германии было подключено, приблизительно, 1,4 млн. солнечных установок



# Номинальные уровни напряжения ВИЭ в германской системе

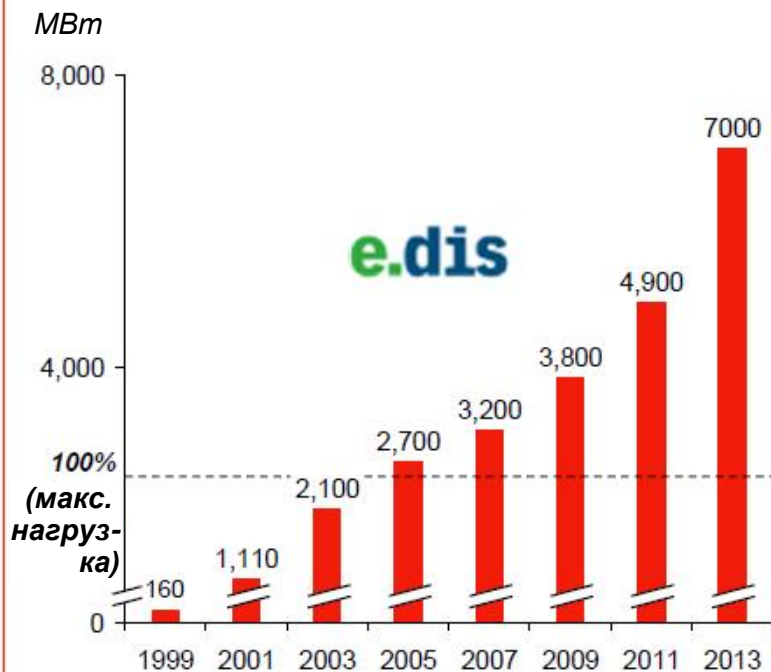


Источник: Журнал Института инженеров по электротехнике и электронике “IEEE power and energy”, вып. 11, №2



# Интеграция ВИЭ является значительным вызовом для сетей E.ON

## Пример E.DIS: Установленная мощность ВИЭ



→ Текущая мощность ВИЭ втрое превышает уровень пиковой нагрузки

## Ключевые проблемы

- Распределительная сеть изначально предназначена для распределения электроэнергии вплоть до максимальной нагрузки
- Установленная мощность ВИЭ почти втрое превышает максимальную нагрузку в регионе
- В настоящее время требуется расширение распределительной сети, а также использование умных технологий



# Энергетическая революция – E.ON как основоположник инноваций

## Примеры применения умных технологий



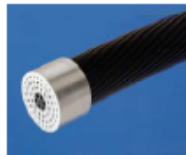
### **Контролируемая вторичная подстанция среднего/низкого напряжения**

Обеспечивает увеличение подачи электричества из возобновляемых источников энергии в сетях низкого напряжения с помощью динамического регулирования напряжения



### **Динамический режим работы ЛЭП (высокого напряжения)**

Увеличение пропускной способности линии с учетом меняющихся погодных условий



### **Высокотемпературные линии**

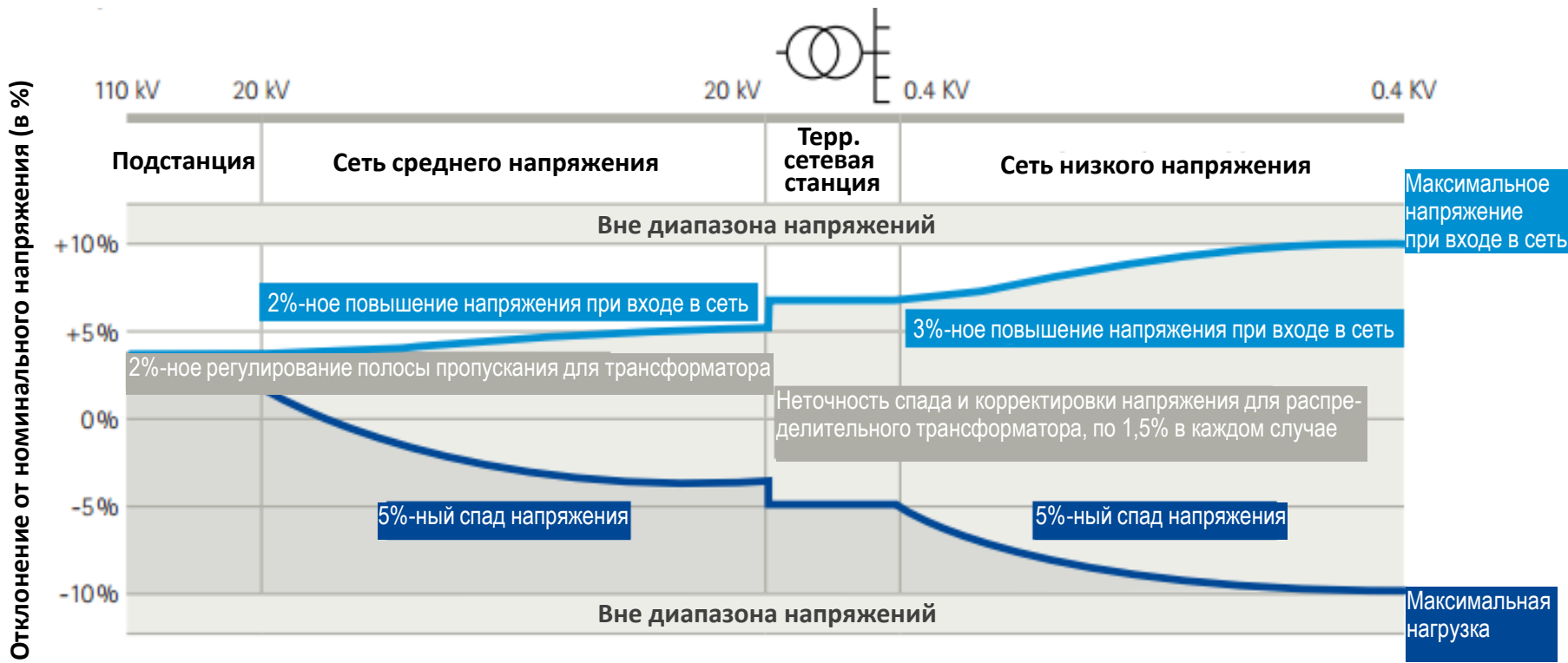
Увеличение емкости проводников с помощью термостойких материалов



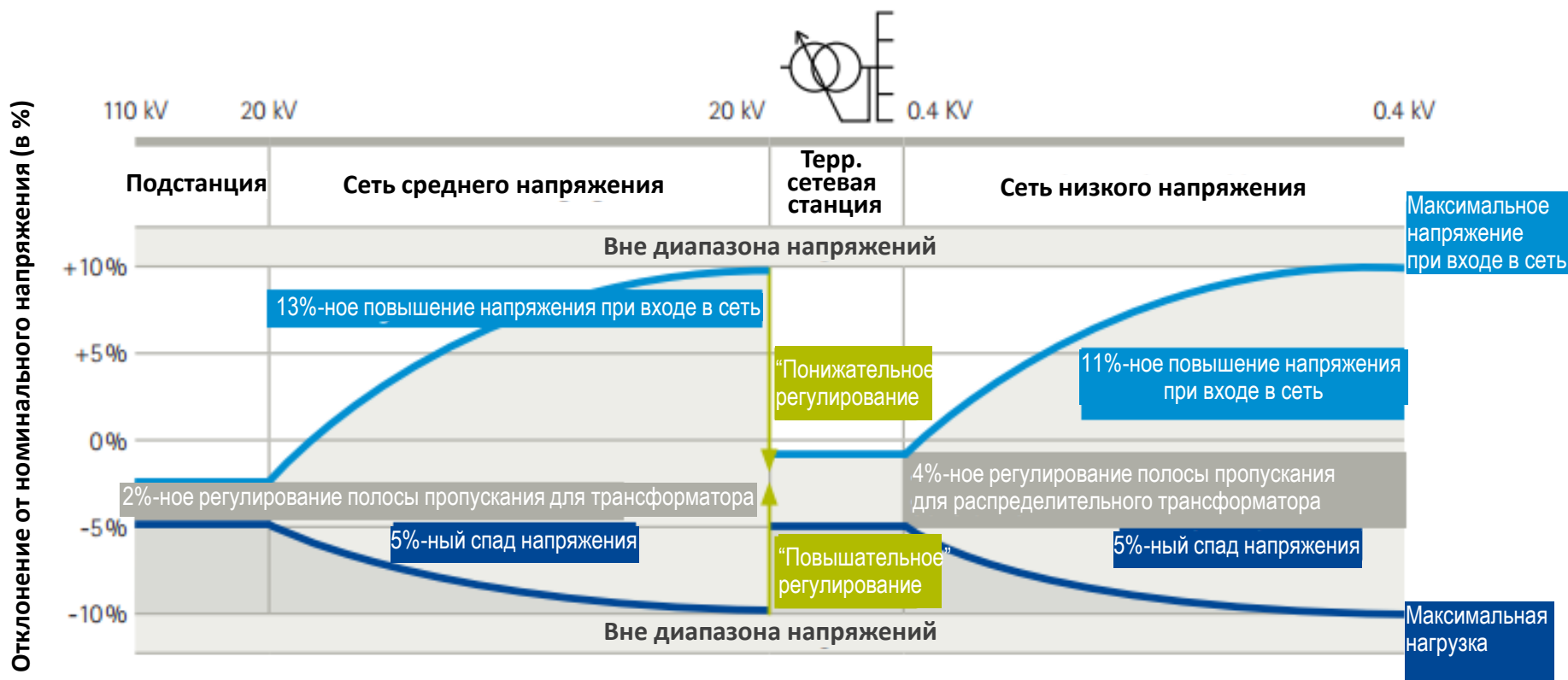
### **Интеллектуальное управление подачей электроэнергии (EisMan)**

Интеллектуальное сокращение производства возобновляемой энергии в случае возникновения перегрузок в сети позволяет осуществлять интеграцию всех РЭС, запрашивающих подключение к сети

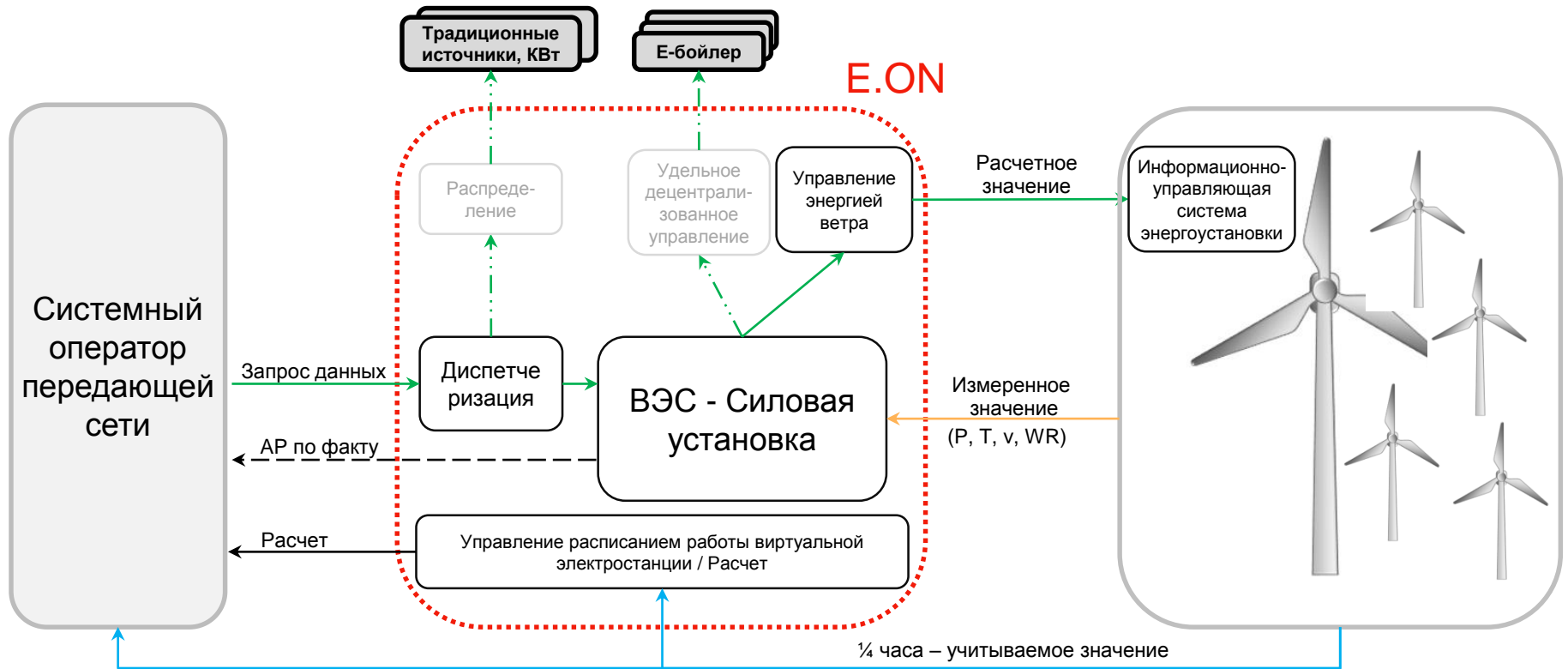
# Не допускается, чтобы повышение напряжения в сетях низкого напряжения превышало 3%



# Решение E.ON: устройство регулирования напряжения силового трансформатора под нагрузкой допускает повышение напряжения до 10%



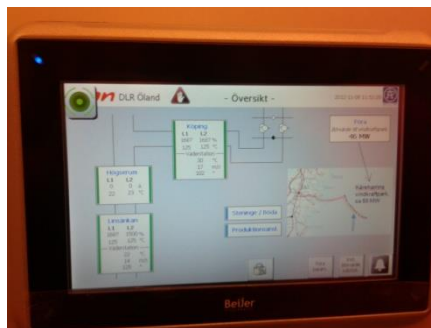
# Регулирование частоты в Германии с помощью виртуальной электростанции



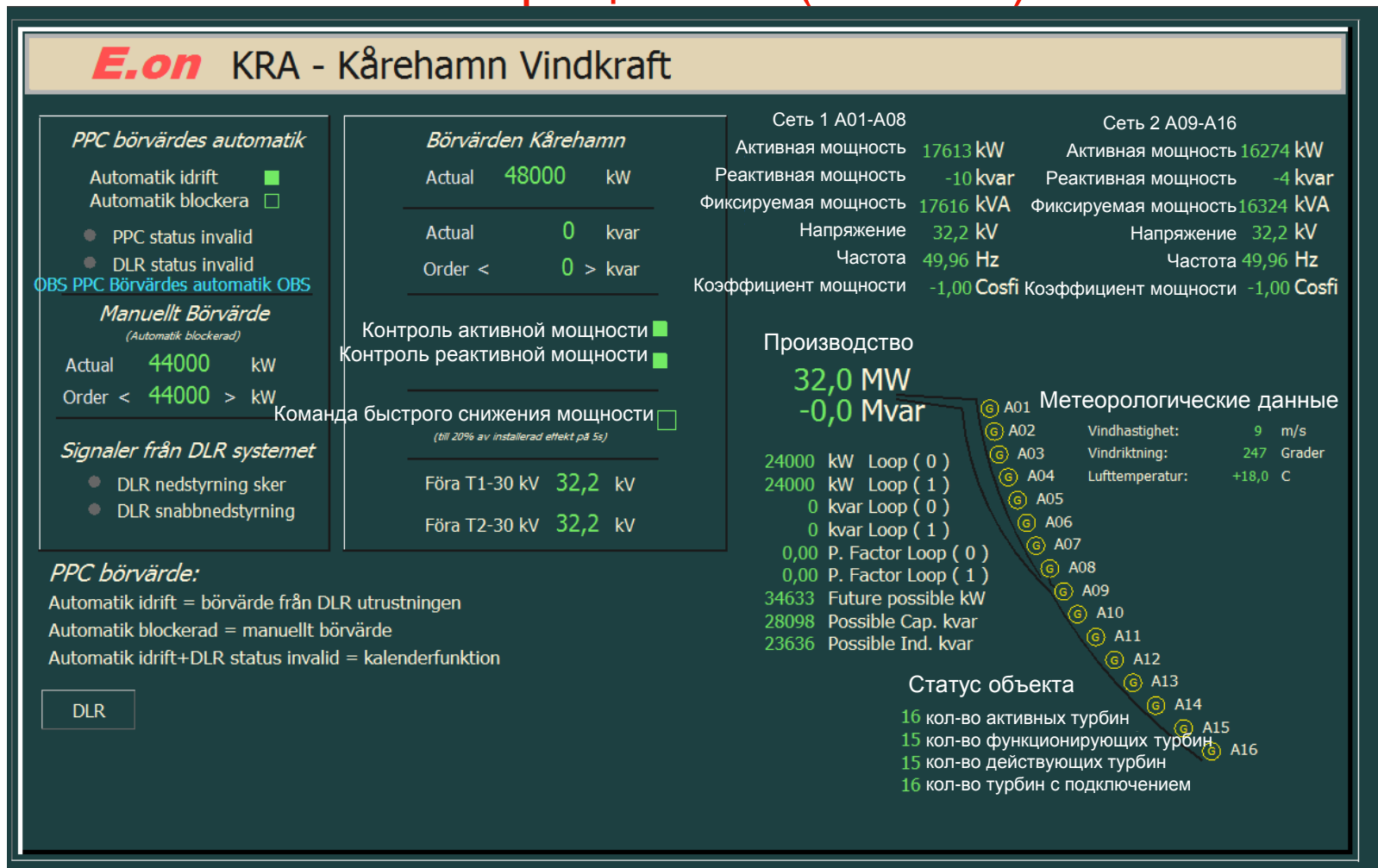
- Заданное значение уровня мощности, высота выборки RL
- ← Текущие значения
- ← Биллинг и управление
- ← 15-минутное значение потребной мощности

# Динамический режим работы ЛЭП в Швеции

- На станциях в городах *Linsänkan* и *Köping* будут установлены два реле сетевой защиты производства компании *Alstom* с метеостанцией.
- В Хёгсруме будут установлены два прибора катушечной формы.



# Интеграция динамического режима работы (DLR) с автоматизированной системой управления технологическим процессом (SCADA)



# Интеллектуальный учет



# Проект EniM... Внедрение интеллектуальных приборов учета в Германии

## Связь глобальная вычислительная сеть (WAN)

Линия электропередачи  
(технология передачи информации по электрическим сетям)

Публичная мобильная связь  
(800-2400 MHz)  
Частная мобильная связь  
(450 MHz)

Станция местной сети  
**bayernwerk**

**e.dis**  
**avacon**  
Hanse  
Werk

### Конечная стадия

- Точка измерений
- Межсетевое администрирование
- Счетчик-деньги
- Интеллектуальная энергосистема
- ...

Начальная стадия:  
Интеллектуальная система  
измерения (iMSys)

Межсетевой  
шлюз(SMGW)

Цифровое  
измерение  
(mME)

Операторы  
распределительных  
систем

**e-on**

bayernwerk

**e.dis**

**avacon**

Hanse  
Werk

**e.kundenservice  
NETZ**

EMTG

**e-on**

Stadtwerke

**e-on**

# Комплексное “сквозное” решение для интеллектуального учета



## Подготовка

- Рамочные контракты
- Консультирование
- Управление контрактами

## Установка

- Составление графика
- Установка
- Сдача в эксплуатацию

## Эксплуатация и техобслуживание

- Обеспечение производительности
- Отчетность и управление инцидентами
- Замена

## Сбор и обработка данных

- Несколько вариантов связи
- Снятие показаний частоты
- Ввод в эксплуатацию и проверка
- Расширенные данные счётчика – частота, реактивная мощность, журналы событий и т.д.

## Управление данными

- Безопасное хранение данных
- Анализ и интеграция
- Составление отчетов об отклонениях и рабочих показателях

## Поддержка бизнеса

- Индивидуальные порталные решения
- Обучение и консультации
- Техническая поддержка

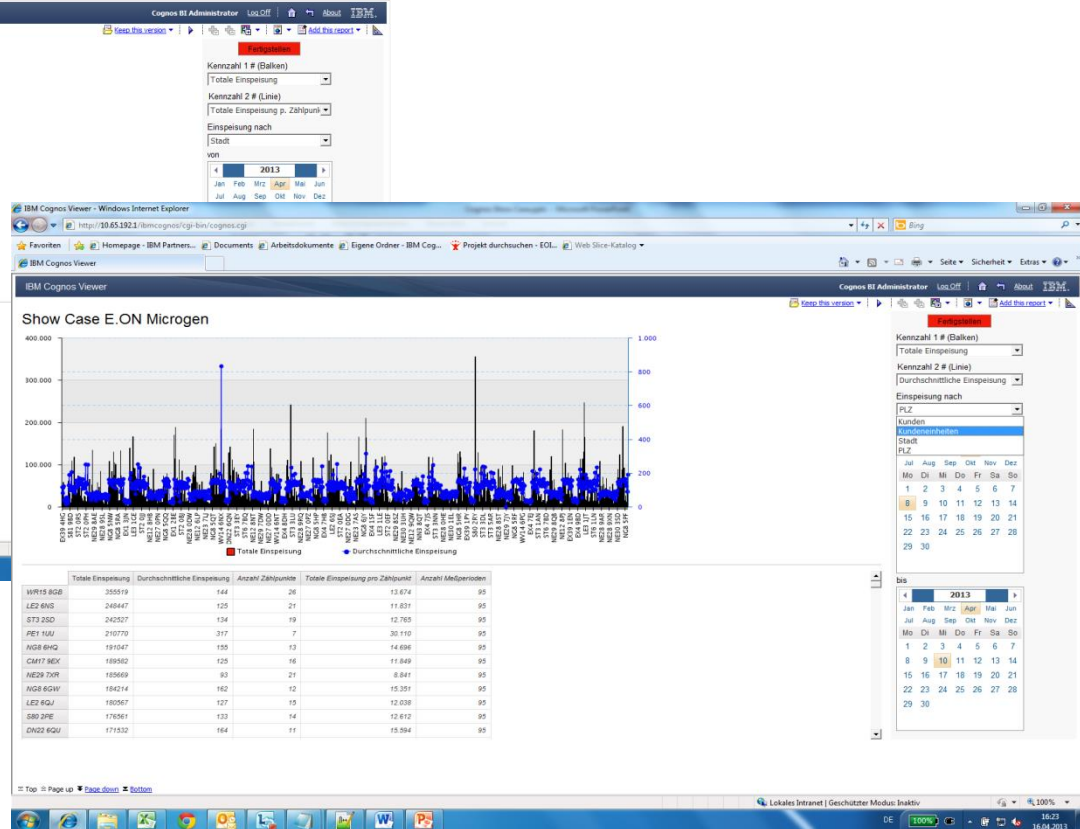
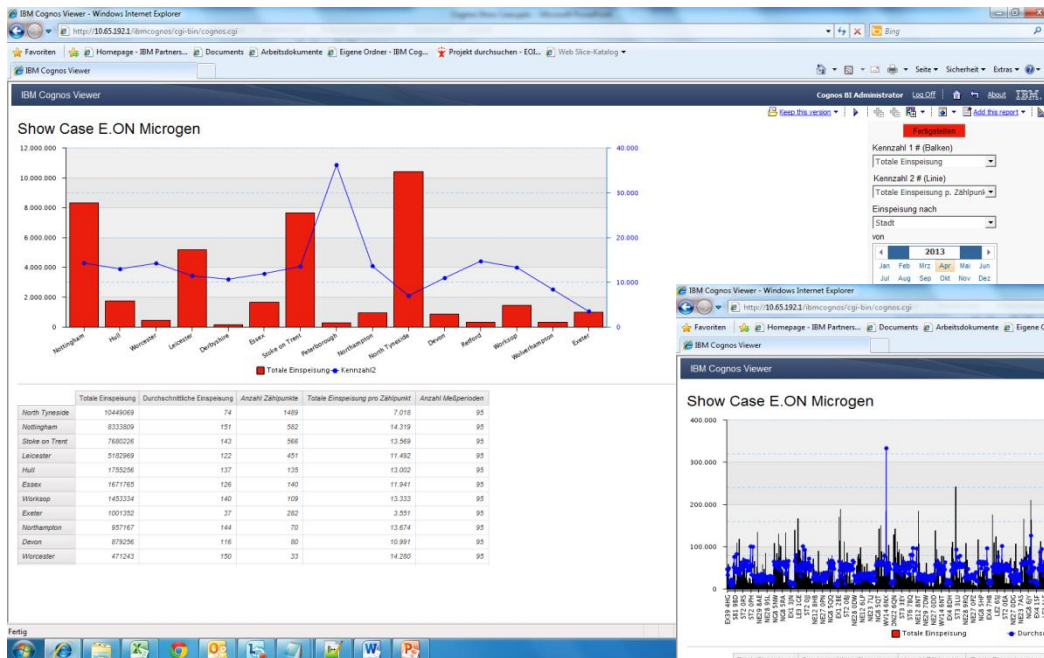
**e-on**

# Больше прозрачности – больше контроля для абонентов

- ▶ Визуализации потребления, включая расходы
- ▶ Представление данных на разных уровнях агрегации (например, за день, за месяц, за год)
- ▶ Дополнительная информация (например, максимальные, минимальные и средние значения)
- ▶ Мгновенное считывание показаний счетчиков
- ▶ Отображение ранее зафиксированных значений
- ▶ Сравнение и эталонное сопоставление потребления за разные периоды
- ▶ Сравнение потребления на разных участках
- ▶ Загрузка данных о потреблении для дальнейшего анализа в формате таблицы MS Excel



# Анализ данных и отчетность – примеры



- Детальный анализ и отчетность о тенденциях
- Гибкие стили презентации

