



SIEMENS

Energieumwandlung neu gedacht: Verknüpfung von Strom-, Wärme- und Kraftstoffproduktion

Uwe Lenk, Siemens AG Power and Gas Division, Innovations & External Relations

Fakultätskolloquium am 10. Juni 2015 in Zittau

Unrestricted © Siemens AG Power and Gas Division 2015. All rights reserved.

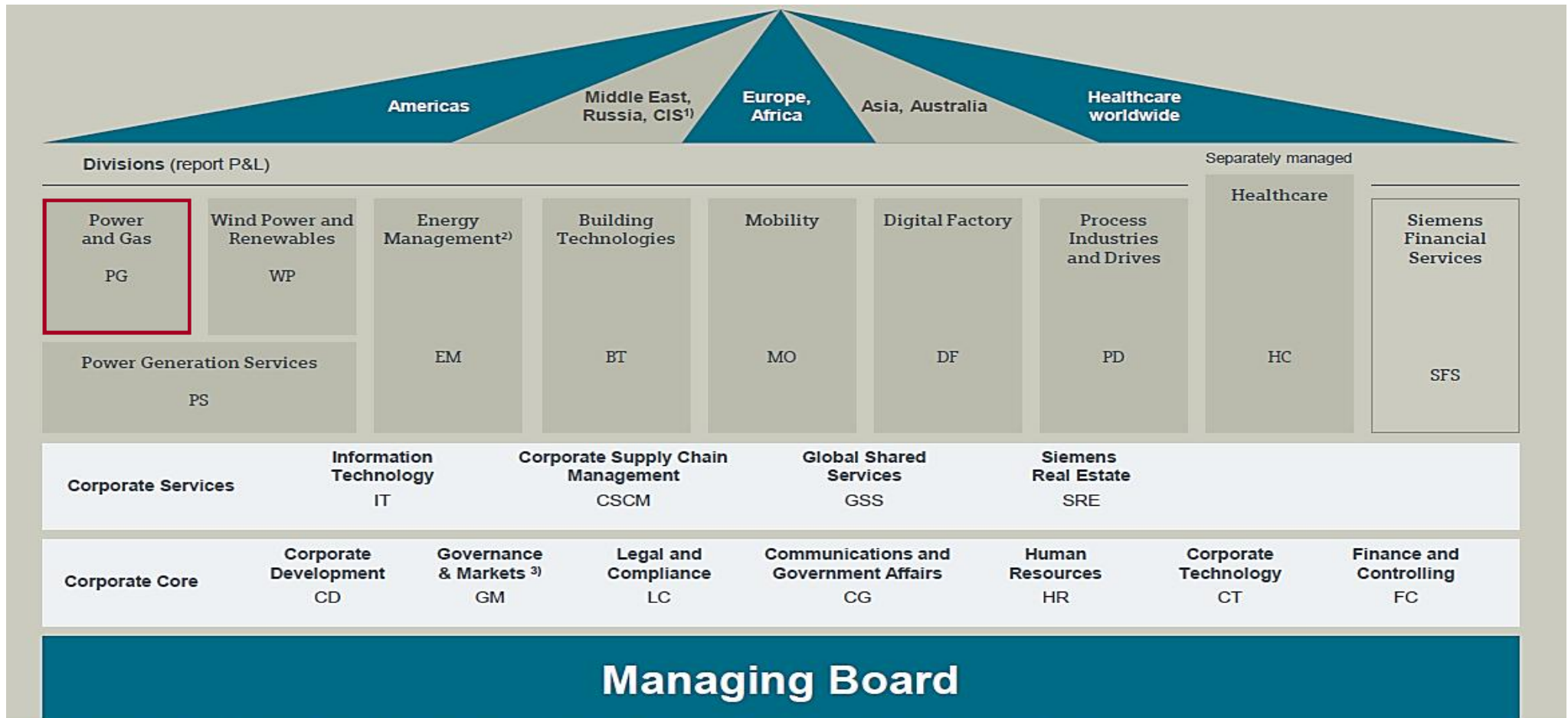


Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Übersicht

- Neue Organisation – Vom Energy Sector zur Division Power and Gas
- Technologie Trends – Digitalisierung, Fertigung, Werkstoffe, ...
- Geschäftliche Herausforderungen – Aktuelle Situation und Ausblick
- Energiewende – Strom, Wärme und Mobilität
- Braunkohlenutzung – Notwendig oder verzichtbar




New company structure follows the global trends



1) Commonwealth of Independent States 2) includes Siemens One 3) includes Corporate Security Office

Division Power and Gas – Industry leader in power Generation and Oil & Gas

Key figures FY 2014: €14bn orders | 41,500 employees | 11 to 15% margin target

	 New		 New		
<p>Large Gas Turbines & Generators</p>	<p>Distributed Generation</p>	<p>Steam Turbines</p>	<p>Compressors</p>	<p>Energy Solutions</p>	<p>Instrumentation and Electrical</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Gas turbines from 100 to 400 MW • Electrical generators from 25 up to 2,235 MVA • Fuel gasifiers 	<ul style="list-style-type: none"> • Industrial gas turbines from 5 to 50 MW • Aero-derivative gas turbines from 4 to 64 MW <hr/>  <p>Aero-derivative gas turbines</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Steam turbines from 45 kW to 1,900 MW 	<ul style="list-style-type: none"> • Turbocompressors • Compressor packages incl. drives <hr/> <p><u>DRESSER-RAND</u></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gas turbine power plant solutions • HRSG • Combined heat and power • Repowering 	<ul style="list-style-type: none"> • Control solutions • Electrical solutions • Solutions for distributed and hybrid power generation

Products






Small to large gas/steam turbines incl. aero-derivatives and compressor trains



Service

Acquisitions add to our solid rotating Equipment installed Base as Backbone of our Business

Combined serviceable fleet (small turbines and compressors)

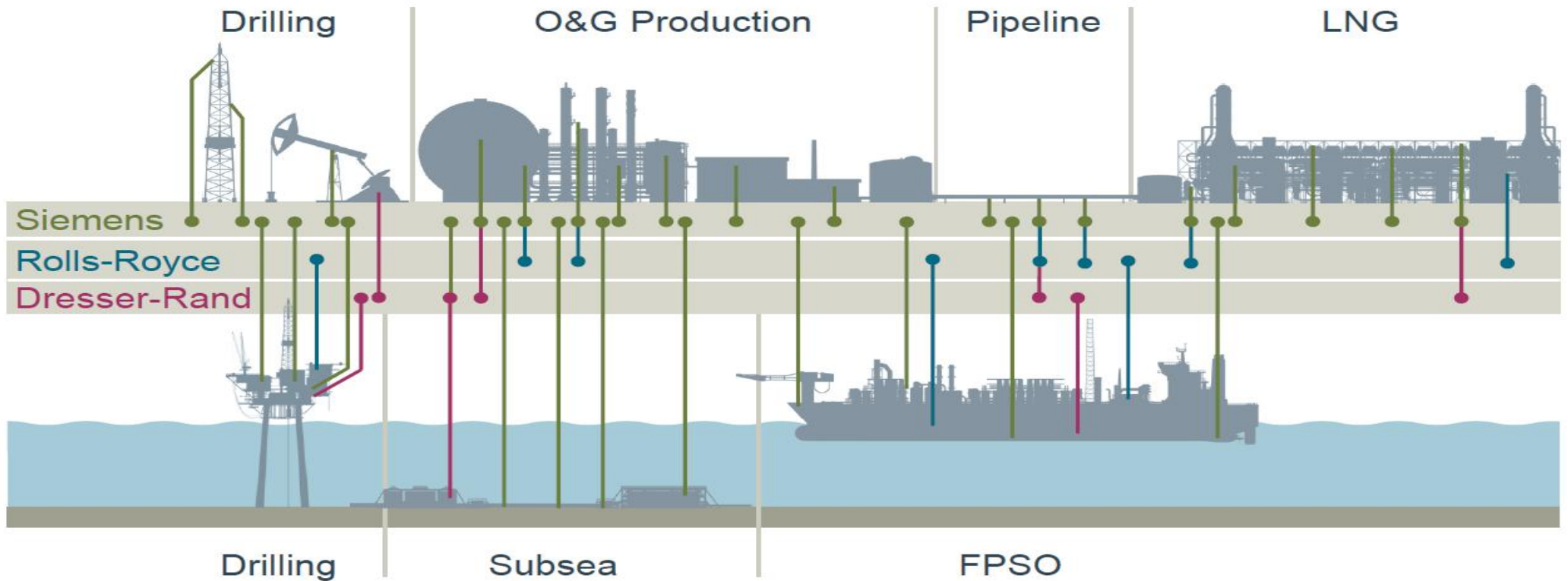
	 Small/medium gas turbines	 Aero-derivative gas turbines	 Steam turbines	 Compressors
 Rolls-Royce		2,500		1,600
DRESSER-RAND	1,500		62,000	32,500
SIEMENS	2,250		10,000	10,000



Six-fold increase of combined Siemens fleet from ~22,250 to >120,000

Oil & Gas – Recent Acquisitions leverage attractive Offerings and Market Access

Onshore



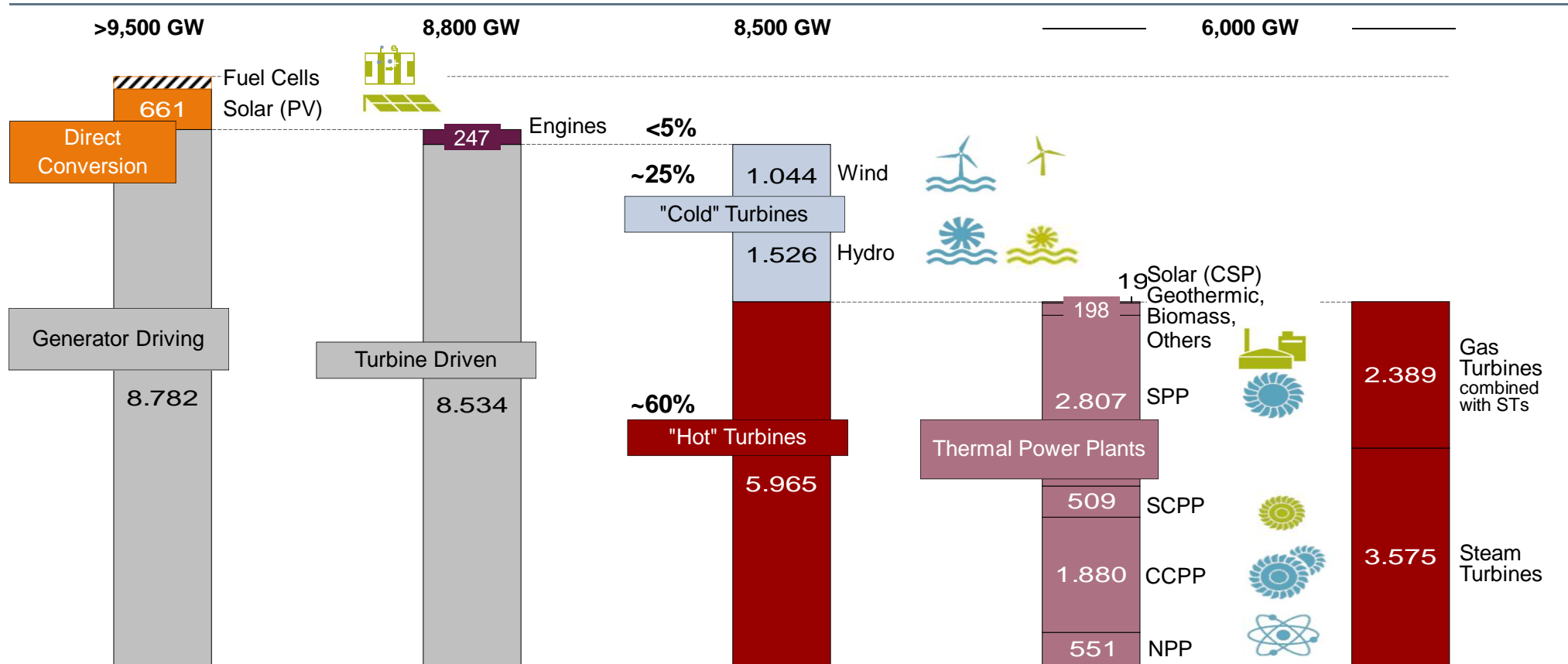
Offshore

FPSO = Floating, Production, Storage and Offloading; LNG = Liquefied Natural Gas

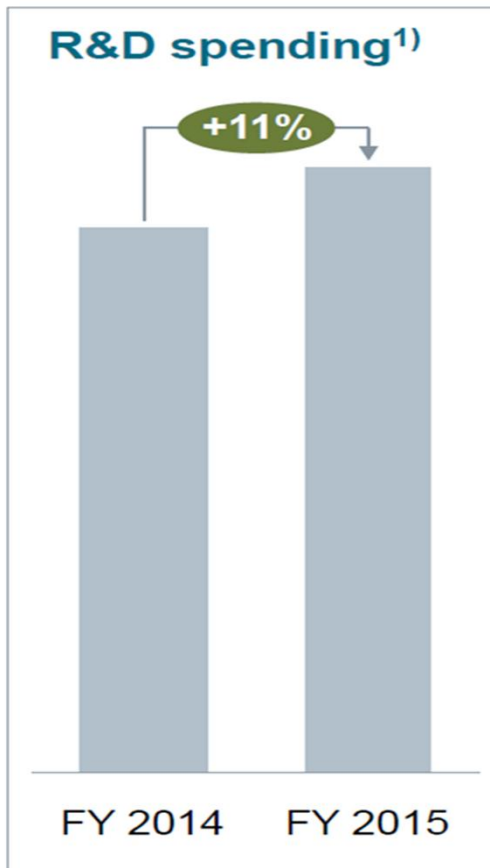
Unrestricted © Siemens AG Power and Gas Division 2015. All rights reserved.

For Conventional and for Renewable Sources – Turbo Machineries are Essential for Future

Global Installed Power Plant Capacity in 2030



Division Power and Gas – Increasing R&D investments to stay ahead



1) Without Rolls-Royce ADGT



Base technology development
Gas turbine next generation at 63%+ efficiency



Modularization
Cost savings across the entire portfolio



Portfolio optimization
Small/medium gas turbines and ADGTs

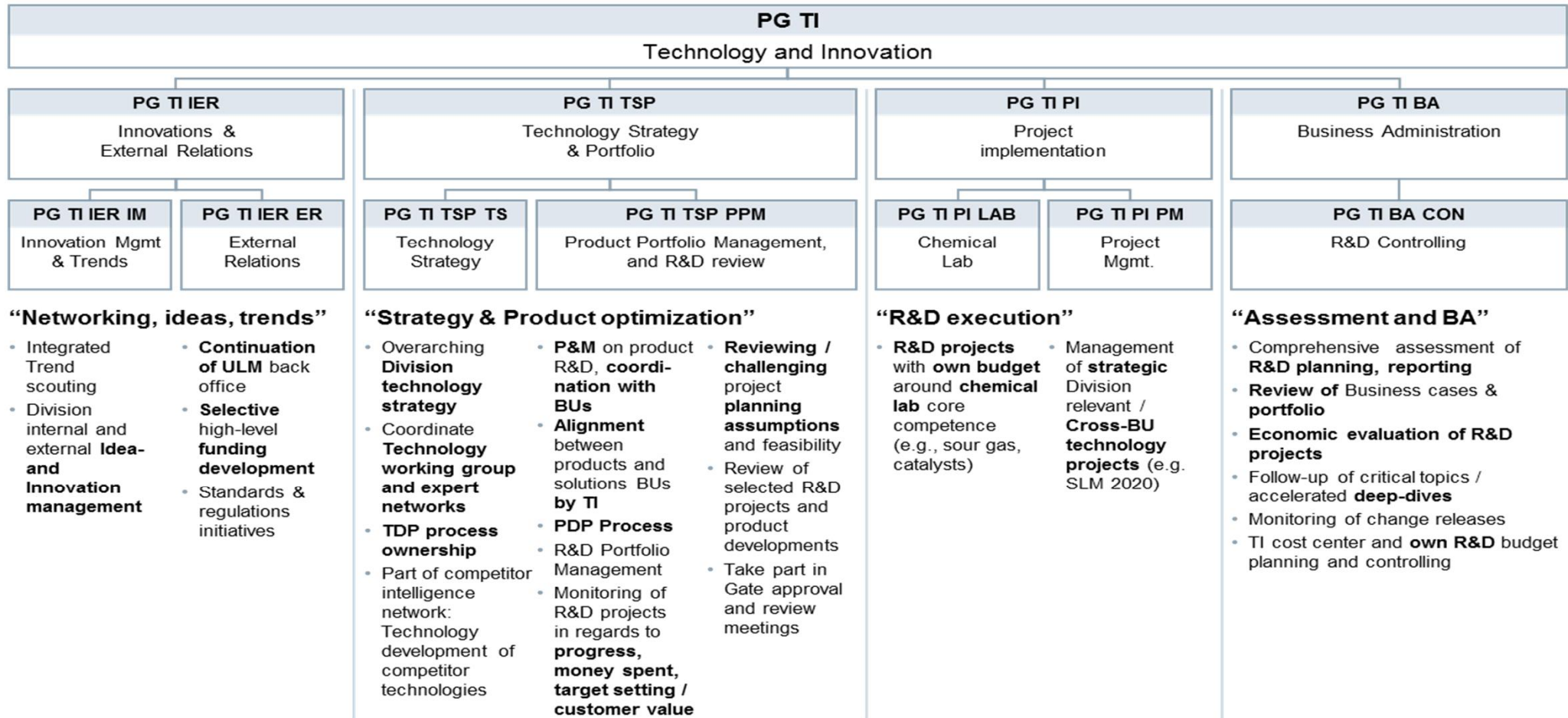


Data management

- Product design
- #1 position in instrumentation and electrical

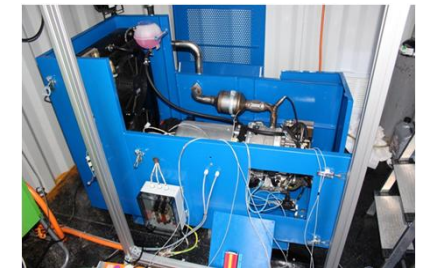
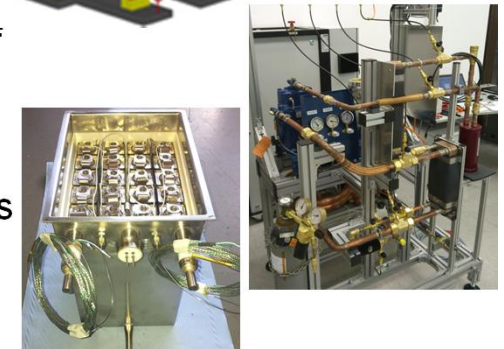
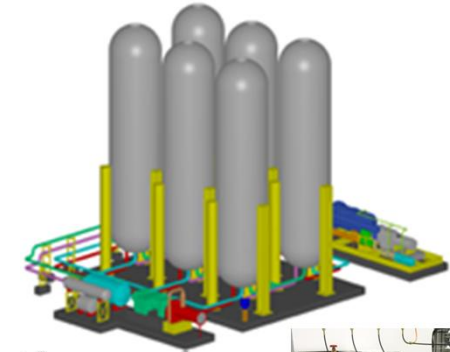
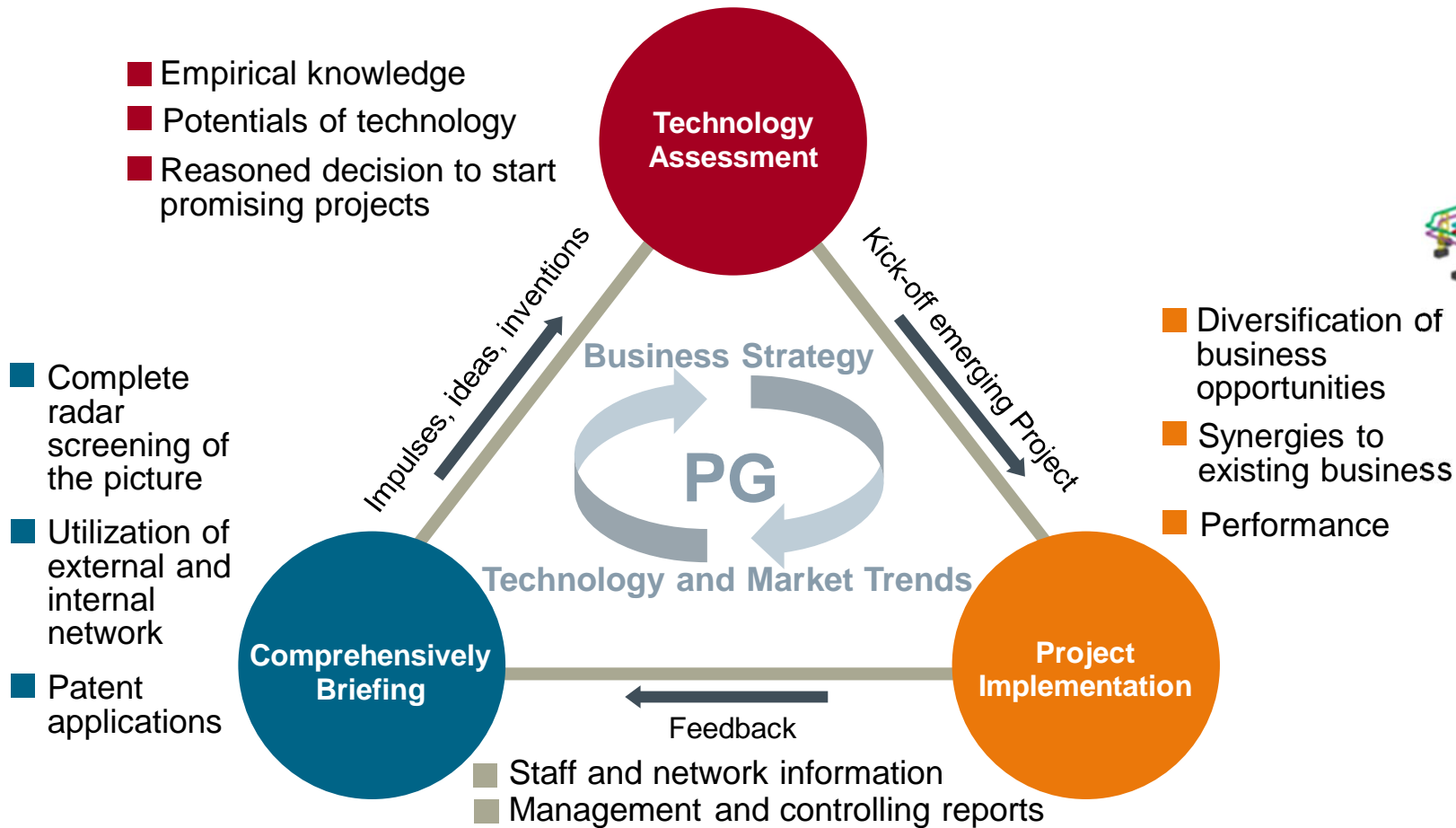
Speed of innovation/R&D process

Power and Gas Technology and Innovation Organization – Addresses changed Requirements of Division Management

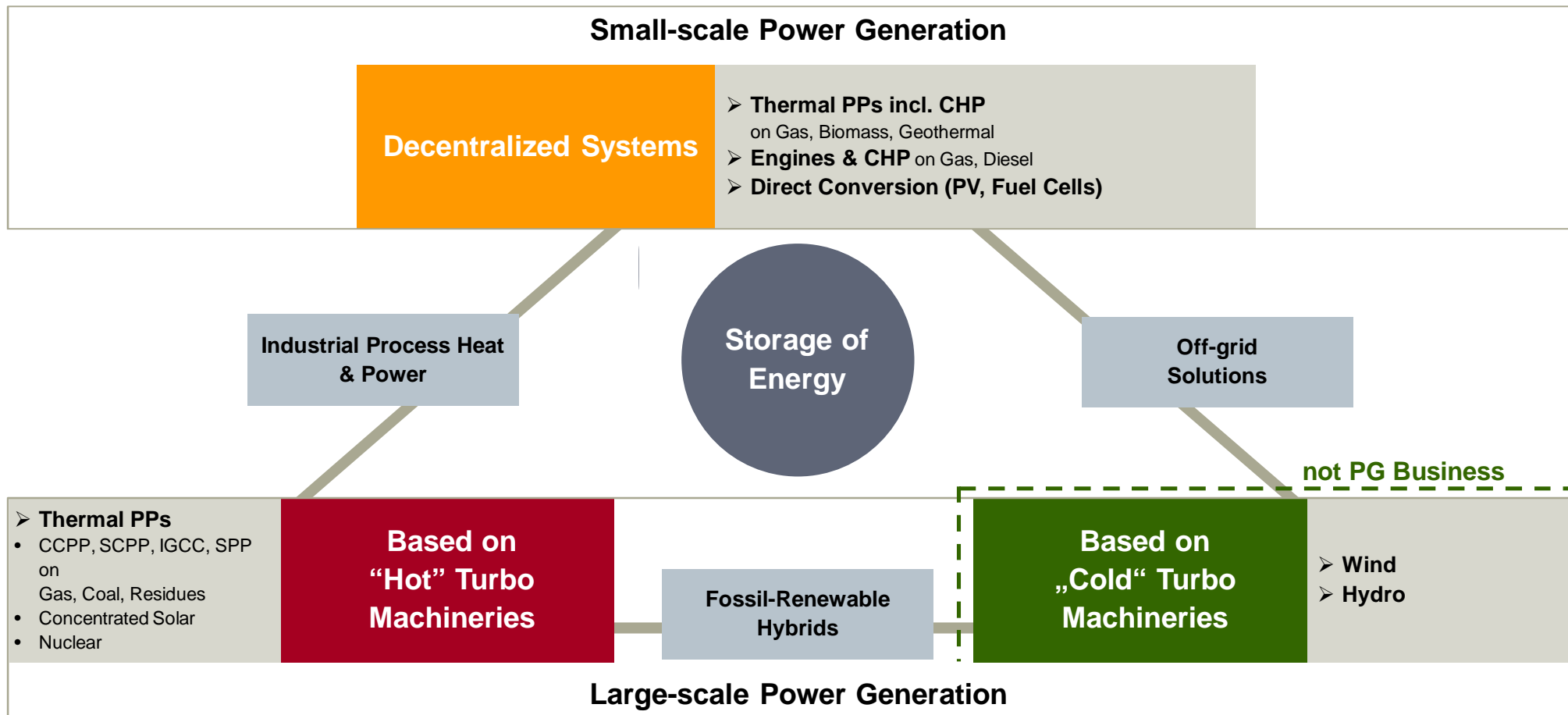


Think Different – PG TI IER

Identification of Technology driven new Business Opportunities



Power Generation Landscape – Power and Gas Division comprises Most of the Portfolio

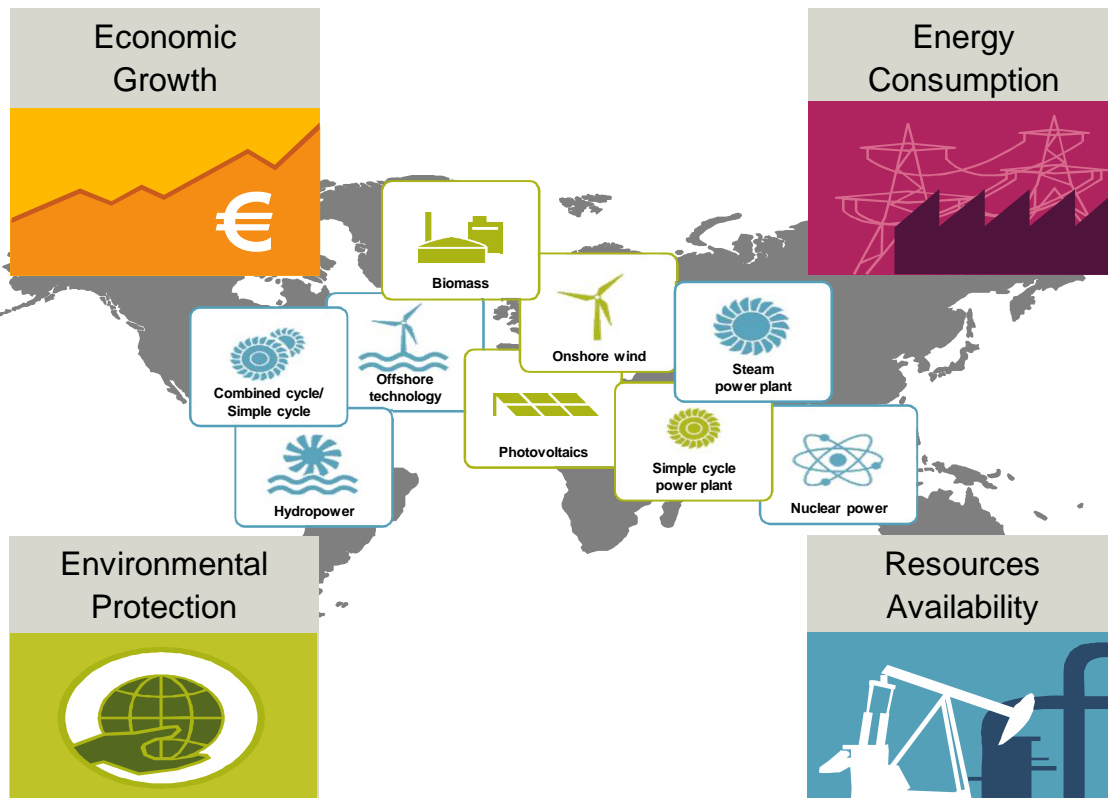


Übersicht

- Neue Organisation – Vom Energy Sector zur Division Power and Gas
- Technologie Trends – Digitalisierung, Fertigung, Werkstoffe, ...
- Geschäftliche Herausforderungen – Aktuelle Situation und Ausblick
- Energiewende – Strom, Wärme und Mobilität
- Braunkohlenutzung – Notwendig oder verzichtbar

Innovation and Technology Progress – Fulfilling Increasing Requirements on Power Generation and Energy Storage

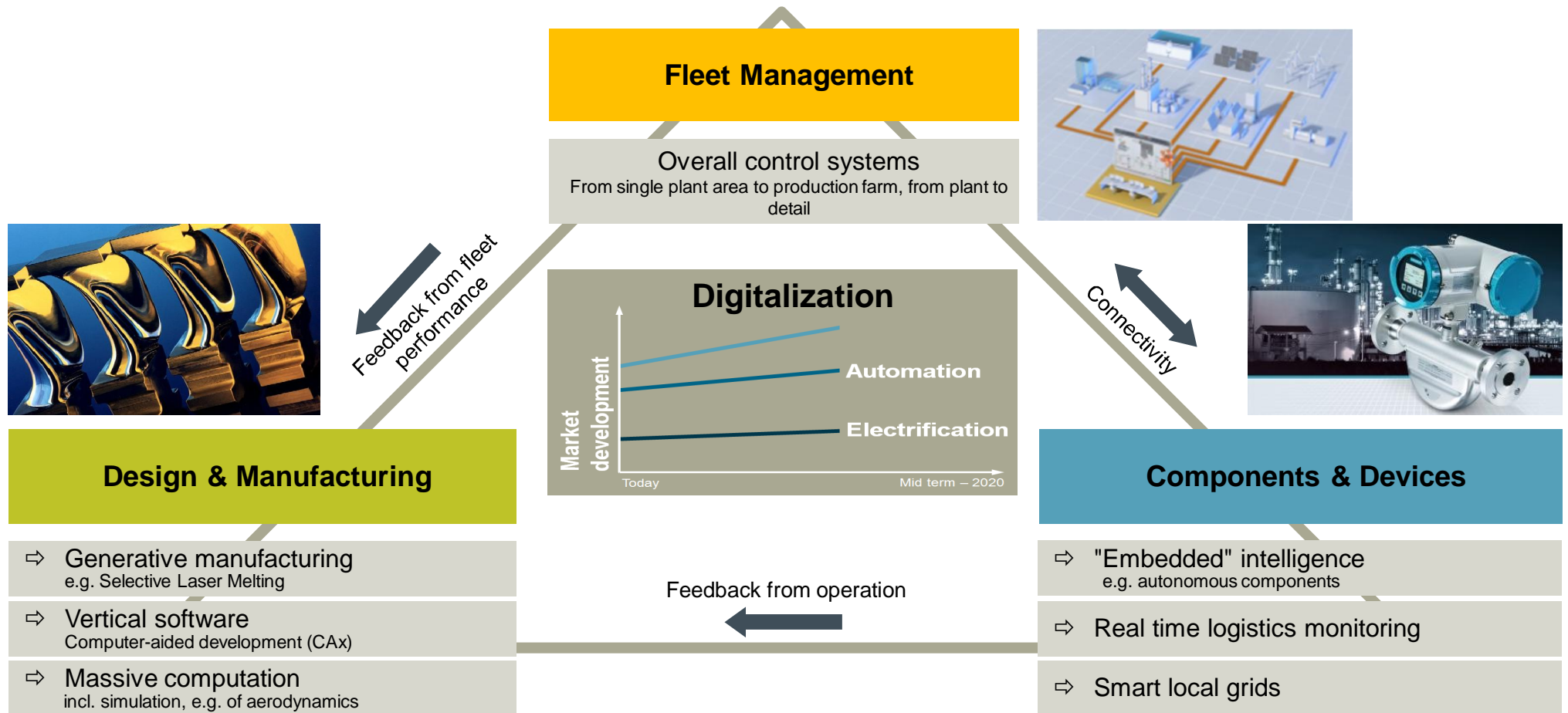
Design of Power Generation Portfolio according to Regional Requirements



Technology Trends

Digitalization		DIG
Additive Manufacturing		ADM
Aero- & Structural Mechanics		ASM
Heat Transfer & Cooling		HTC
New Materials		MAT
Fuel Treatment & Flue Gas Cleaning		FFT
Energy Storage		EST

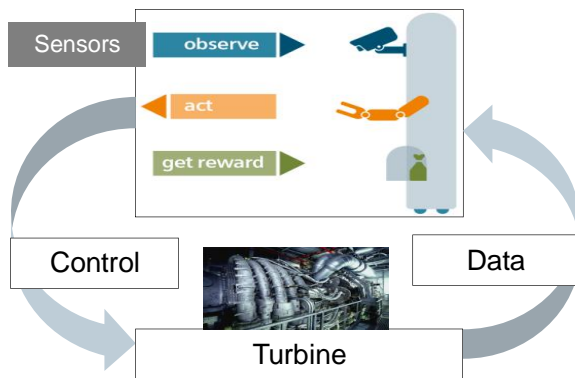
Digitalization is Essential for Future Energy Systems – from Customer Requirements to Fleet Performance



Advanced Sensor Technologies – Essential Component of Digitalization

Embedded Intelligence

Example: GT Optimization



Automated tuning

Continuous fuel fraction control

Performance degradation

Model based TIT control

Part load behavior

Control of VG/IGV

Peak firing optimization

Control for extreme operation

Smart Sensors for Condition Monitoring

Humidity

Temperature

g-force

GPS

Alerts

...



Cost-effectiveness, high availability

by off-the-shelf technologies

Embedded intelligence

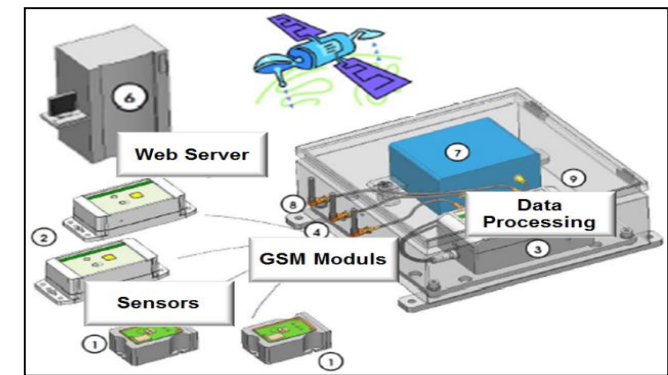
Autarkic long-time operation

Sensor networks

Wireless transmission

Data Logging

Example: Real-time Logistics



Management incl. Alerts

Data Logger

Sensors

Transmission

Real time data logging for

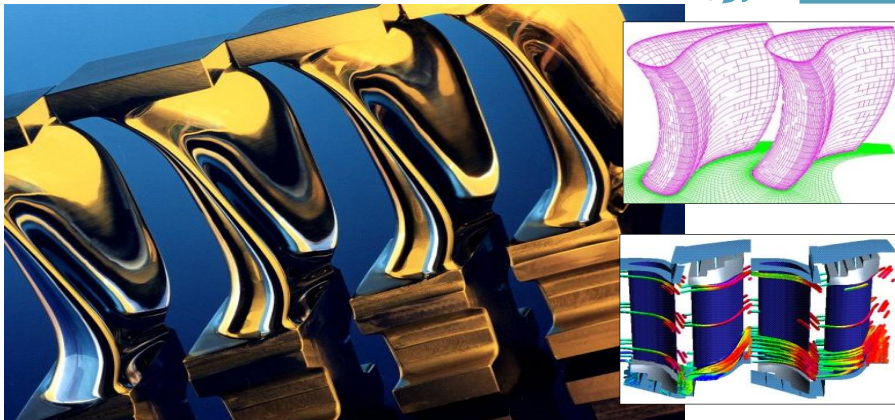
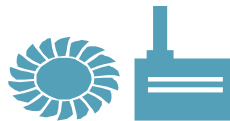
- Location
- Shipments and goods conditions

Implementation for gas and wind turbine logistics

Advanced Aero- & Structural Mechanics – Enabler for Performance Increase and Longer Lifetime

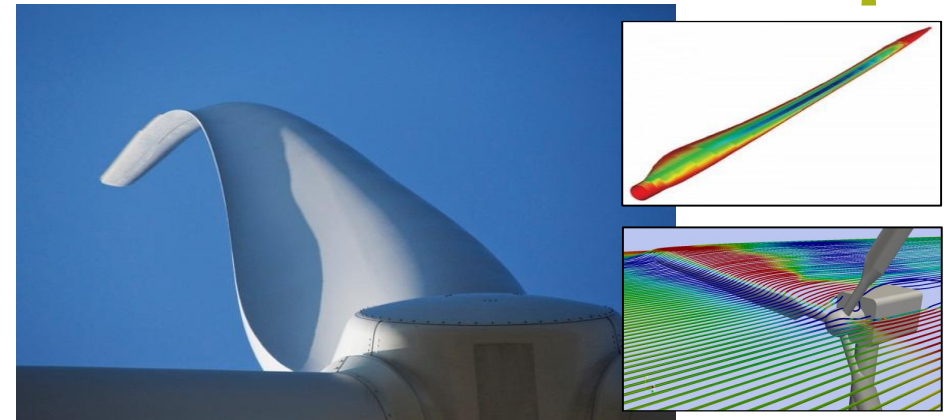
Design & Manufacturing

3D Blading in Steam Turbines



- Increase stage reaction
- Reduce blade loading near end wall
- Reduce radial pressure gradient
- Reduce secondary flow losses

3D Blading in Wind Turbines



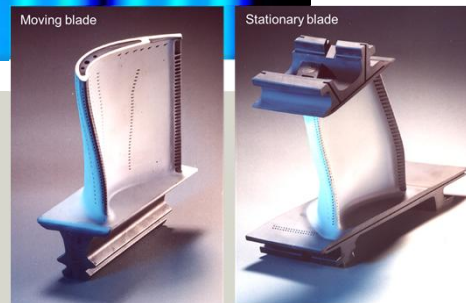
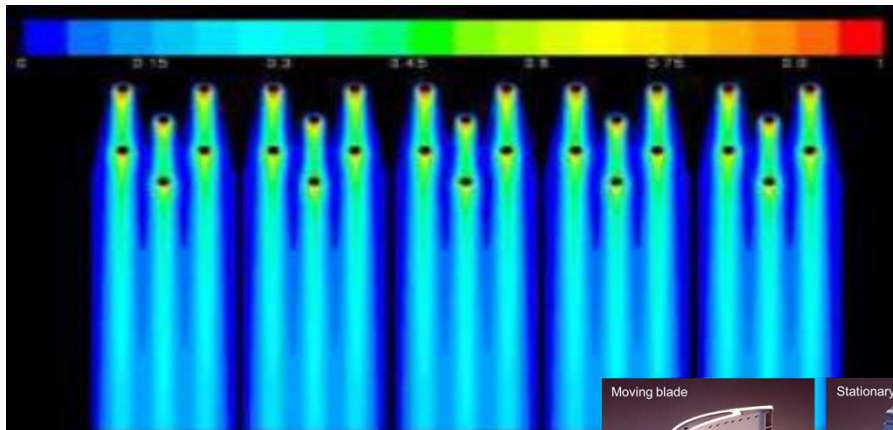
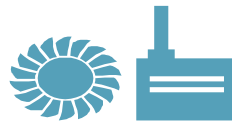
- Higher yield rate in low-wind regions
- Longer blade lengths
- Reduce noise emissions
- Reduce turbulences



Heat-Transfer & Cooling Technologies – Leveraging Efficiency Increase and Enhanced Lifespans

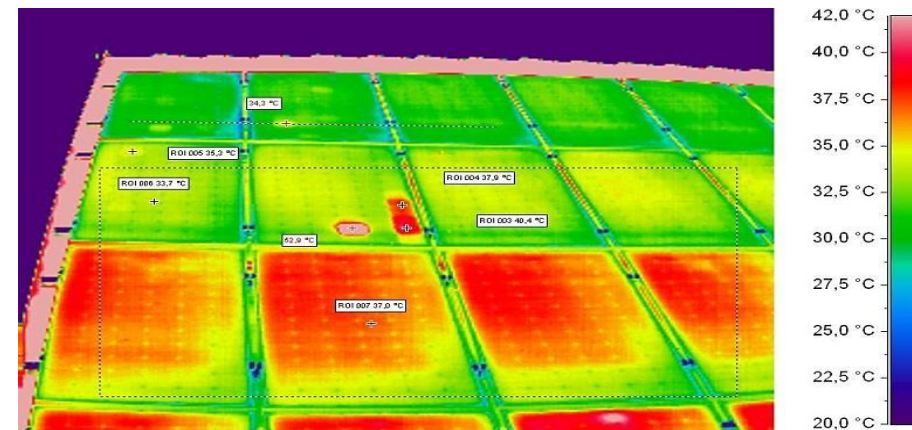
Design & Manufacturing

Film Cooling for Gas Turbine blades



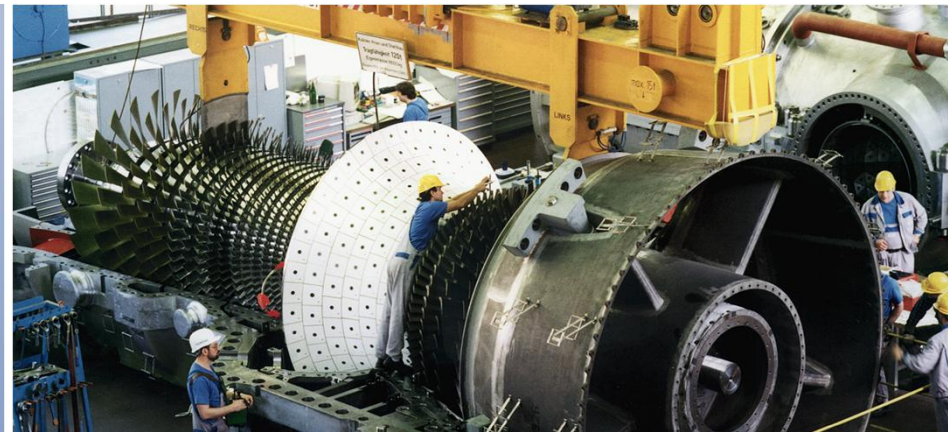
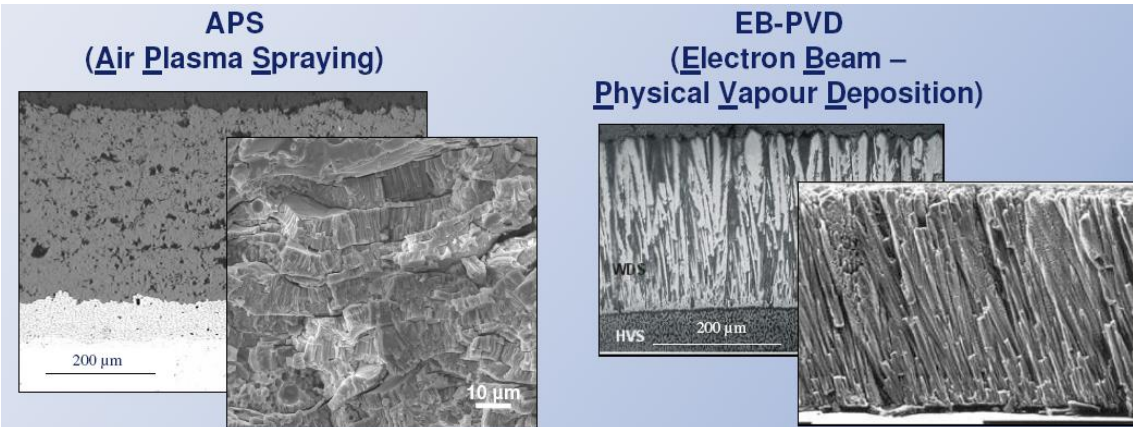
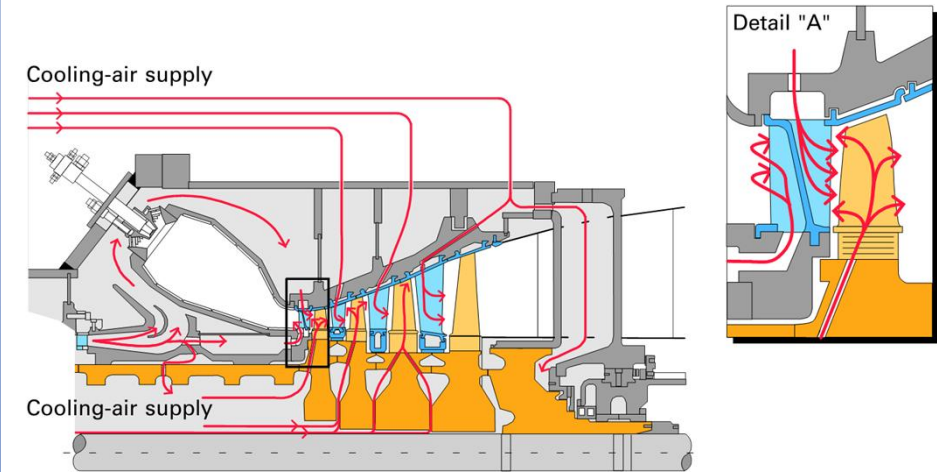
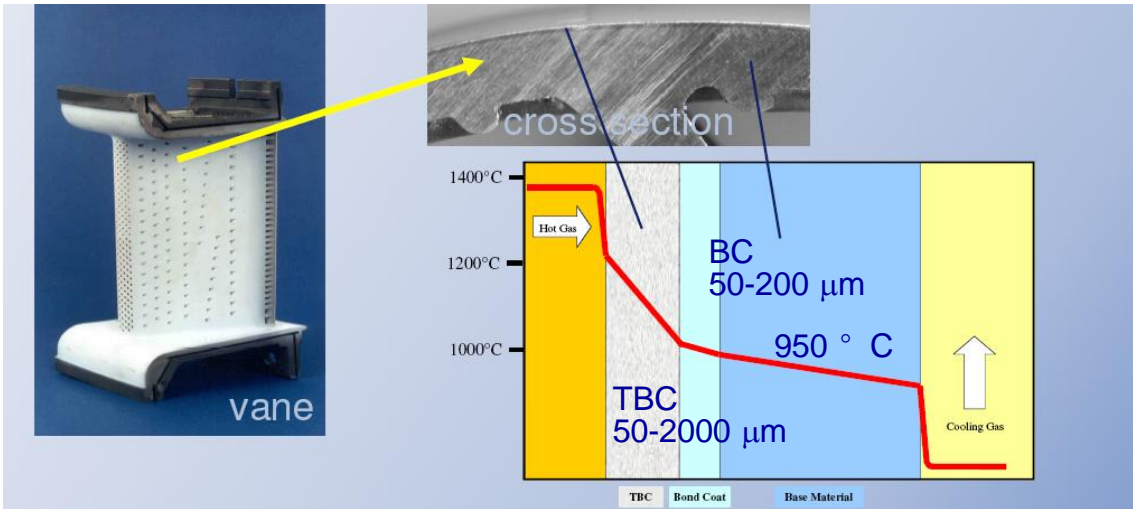
- Higher allowable hot gas temperature
- Higher overall plant efficiency
- Increased part lifetime
- Enhanced operational flexibility

Cooling of PV Modules & Power Electronics

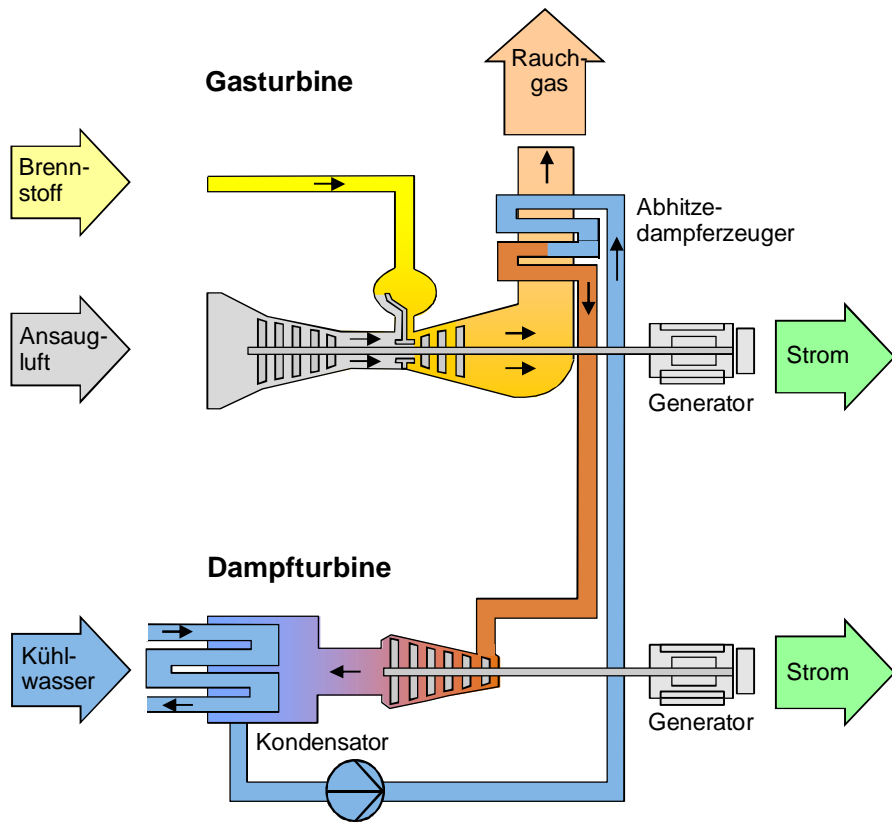


- Better conversion efficiency
- Higher current yield
- Less aging

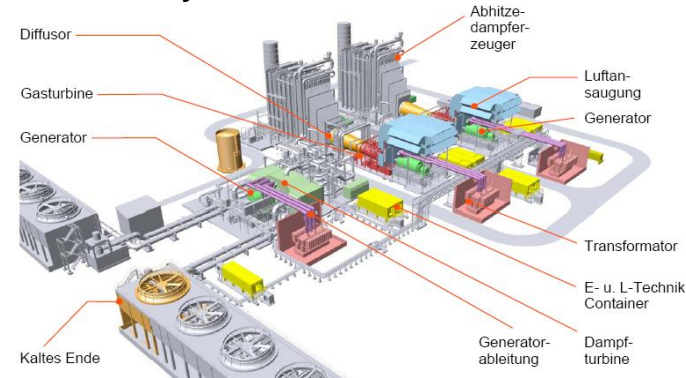
Thermal Barrier Coatings – Technology for Conventional Blades of a Gas Turbine



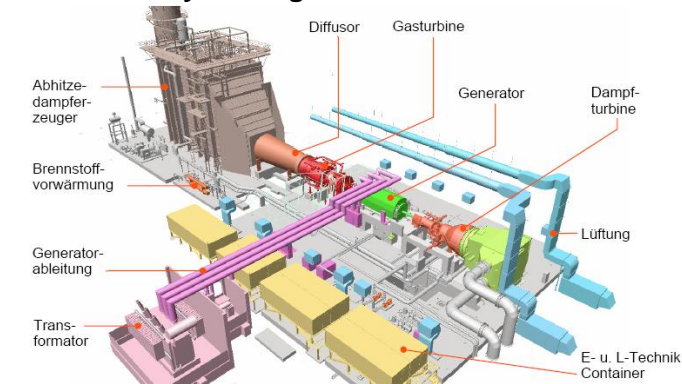
Kombinierter Gas- und Dampfturbinenprozess – GUD-Prozess (Combined-Cycle)



Combined-Cycle Multi-Shaft Plant



Combined-Cycle Single-Shaft Plant

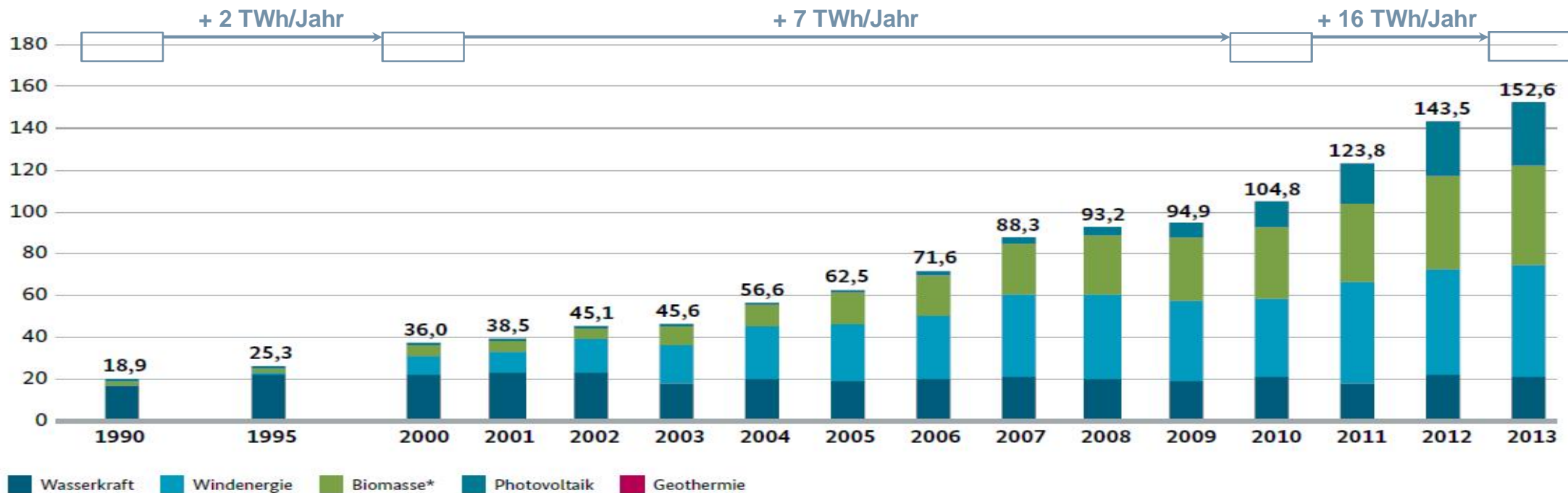


Übersicht

- Neue Organisation – Vom Energy Sector zur Division Power and Gas
- Technologie Trends – Digitalisierung, Fertigung, Werkstoffe, ...
- Geschäftliche Herausforderungen – Aktuelle Situation und Ausblick
- Energiewende – Strom, Wärme und Mobilität
- Braunkohlenutzung – Notwendig oder verzichtbar

Entwicklung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien – Deutschland von 1990 bis 2013

Stromproduktion aus erneuerbaren Energien [TWh]

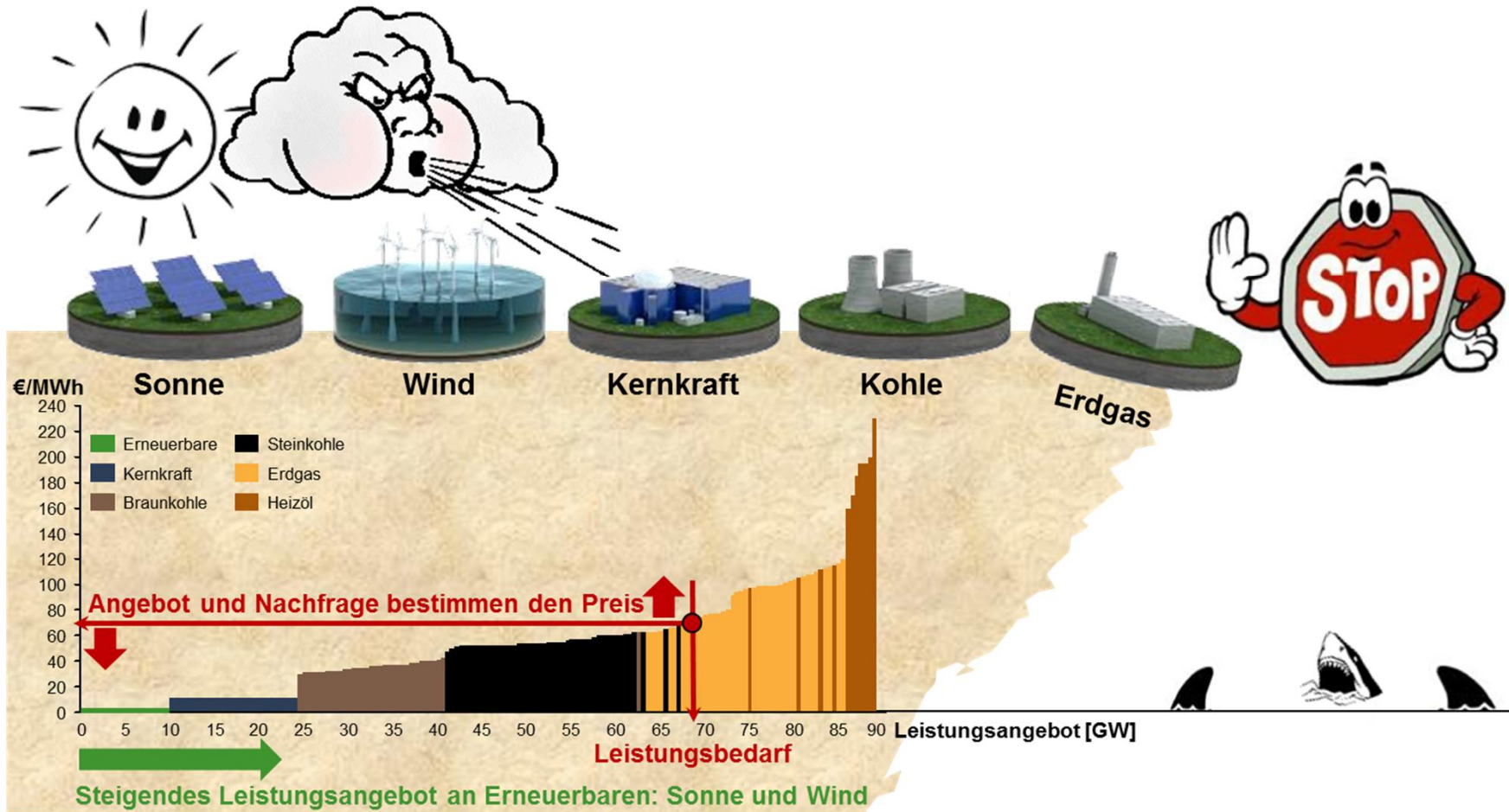


* Feste und flüssige biogene Brennstoffe, Biogas, Klär- und Deponiegas, biogener Anteil des Abfalls

Stand: Februar 2014; Angaben vorläufig

Quelle: Erneuerbare Energien im Jahr 2013. BMWi, Berlin vom 28. Februar 2014

Wachsender Anteil der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien – Auswirkung des Merit-Order-Effektes

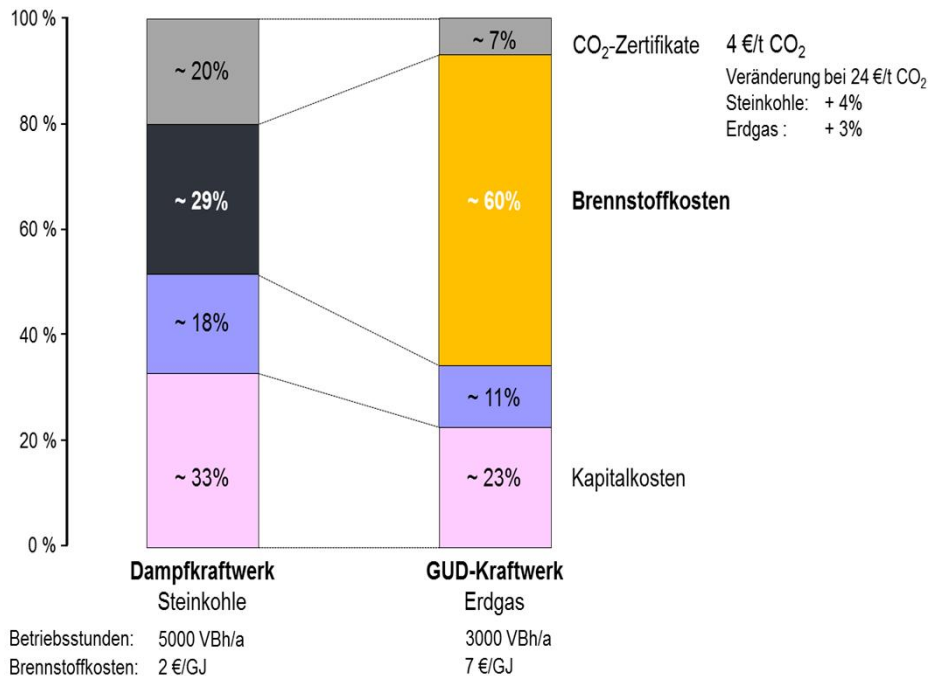


Unrestricted © Siemens AG Power and Gas Division 2015. All rights reserved.

Steigender Anteil fluktuierender Stromproduktion aus Wind und Sonne – Rückgang der Vollastbetriebsstunden bei fossil befeuerten Kraftwerken

Gegenüberstellung der Stromerzeugungskostenanteile Dampfkraftwerk (Steinkohle) und GUD-Kraftwerk (Erdgas)

Relative Anteile an den Erzeugungskosten in Prozent



Auswirkungen

Beispiel: Kraftwerke am Standort Irsching in Oberbayern



151 MW Dampfkraftwerk Irsching 1 wurde 1969 in Betrieb genommen und 2006 stillgelegt (Schweröl)

312 MW Dampfkraftwerk Irsching 2 wurde 1972 in Betrieb genommen und 2012 stillgelegt (Erdgas/Heizöl)

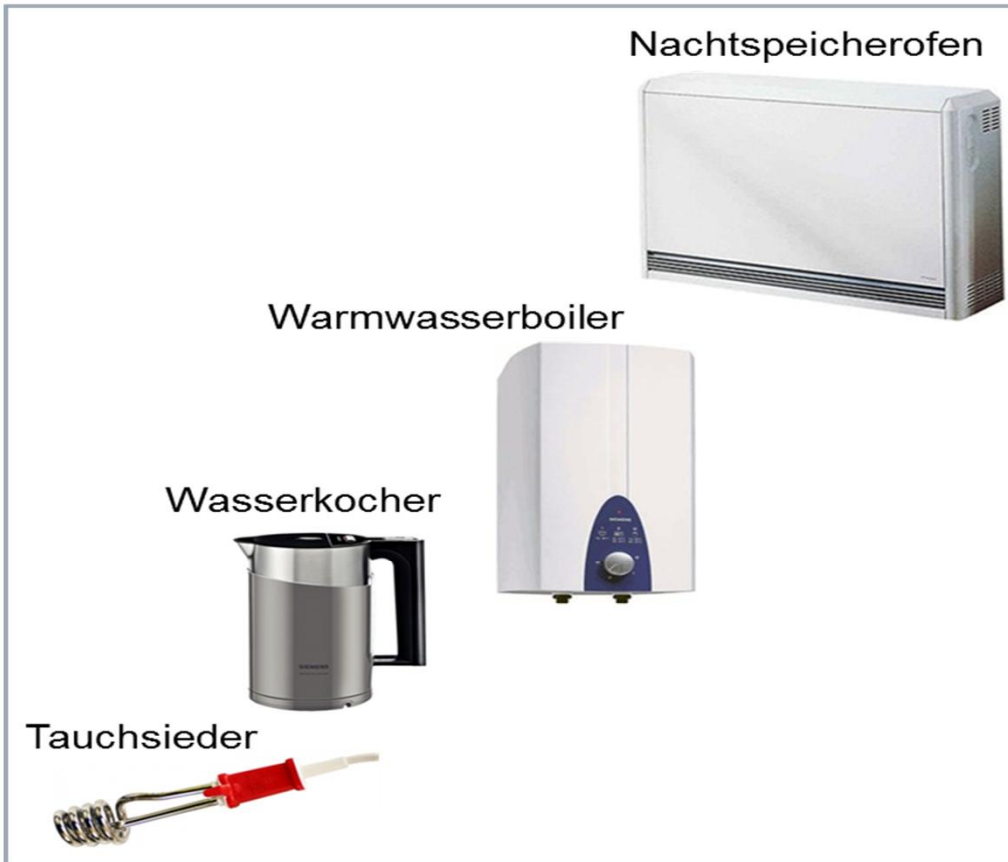
415 MW Dampfkraftwerk Irsching 3 mit einem Wirkungsgrad von 39 % ist seit 1974 in Betrieb und wird im März 2016 stillgelegt (Erdgas/Heizöl)

561 MW GUD-Einwellenanlage Irsching 4 mit einer 375 MW Gasturbine und einem GUD-Wirkungsgrad von 60,4 % ist seit Juli 2011 in Betrieb, seit 2013 Reservekraftwerk (Erdgas)

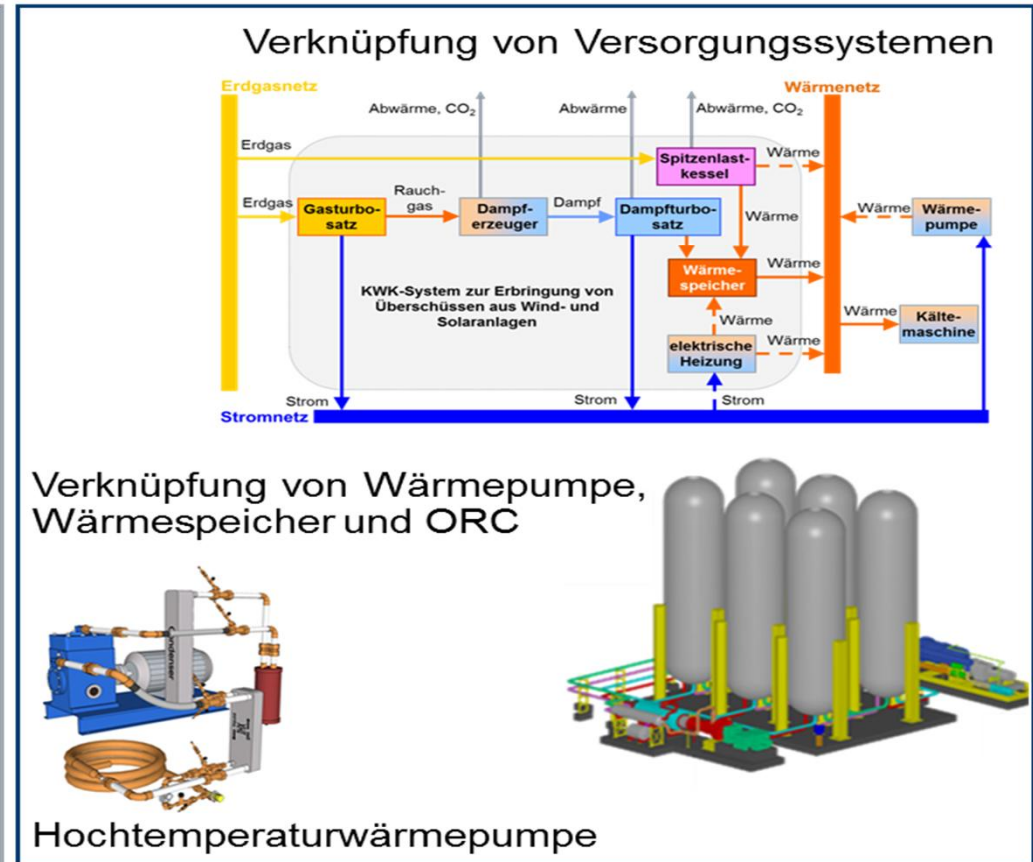
845 MW GUD-Mehrwellenanlage Irsching 5 mit zwei 285 MW Gasturbinen und einem GUD-Wirkungsgrad von 59,7 % ist seit März 2010 in Betrieb, seit 2013 Reservekraftwerk (Erdgas)

Die zunehmende Stromproduktion aus Wind und Sonne führt zur Veränderung der Geschäftsmöglichkeiten

Power to Heat 1.0

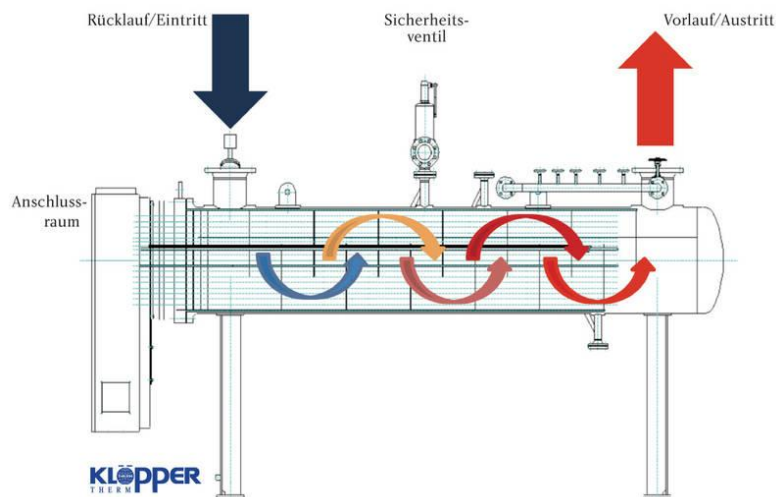


Power to Heat 2.0



Flexibilisierung der Strom- und Wärmeproduktion – Power to Heat 1.0

Durchlauferhitzer

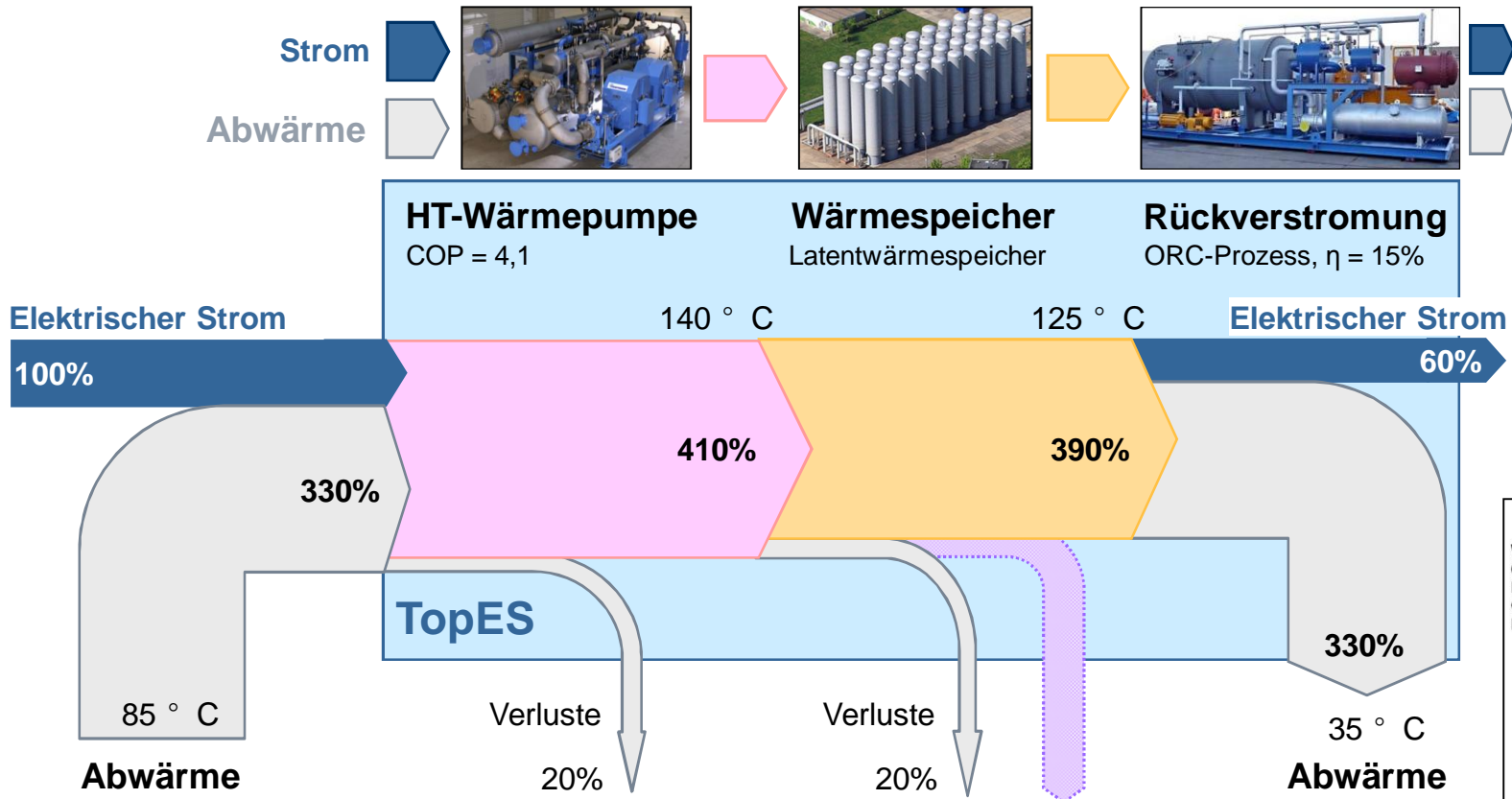


- Elektrische Widerstandsheizung (Mantelrohr)
- Niederspannung (~ 690 V)
- Leistung bis 5 MW
- Stufenlose Leistungssteuerung (Thyristoren)
- Heißwasser- oder Dampferzeugung möglich (bis 30 bar)
- Kein separater Wärmetauscher erforderlich
- Robuste Ausführung
- Spezifische Investitionskosten von 120 bis 180 €/kW



Unrestricted © Siemens AG Power and Gas Division 2015. All rights reserved.

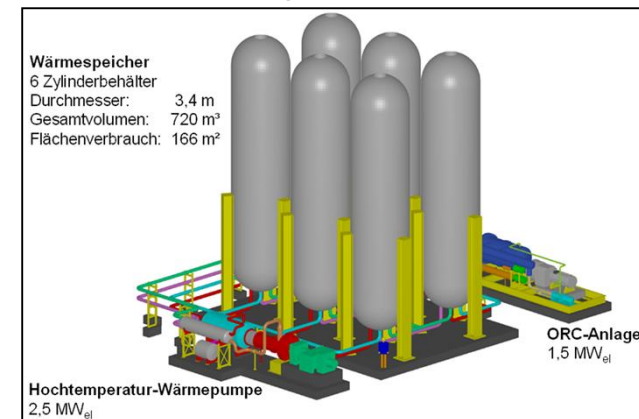
Power to Heat 2.0 – Verknüpfung von Wärmepumpe, Wärmespeicher und ORC-Anlage



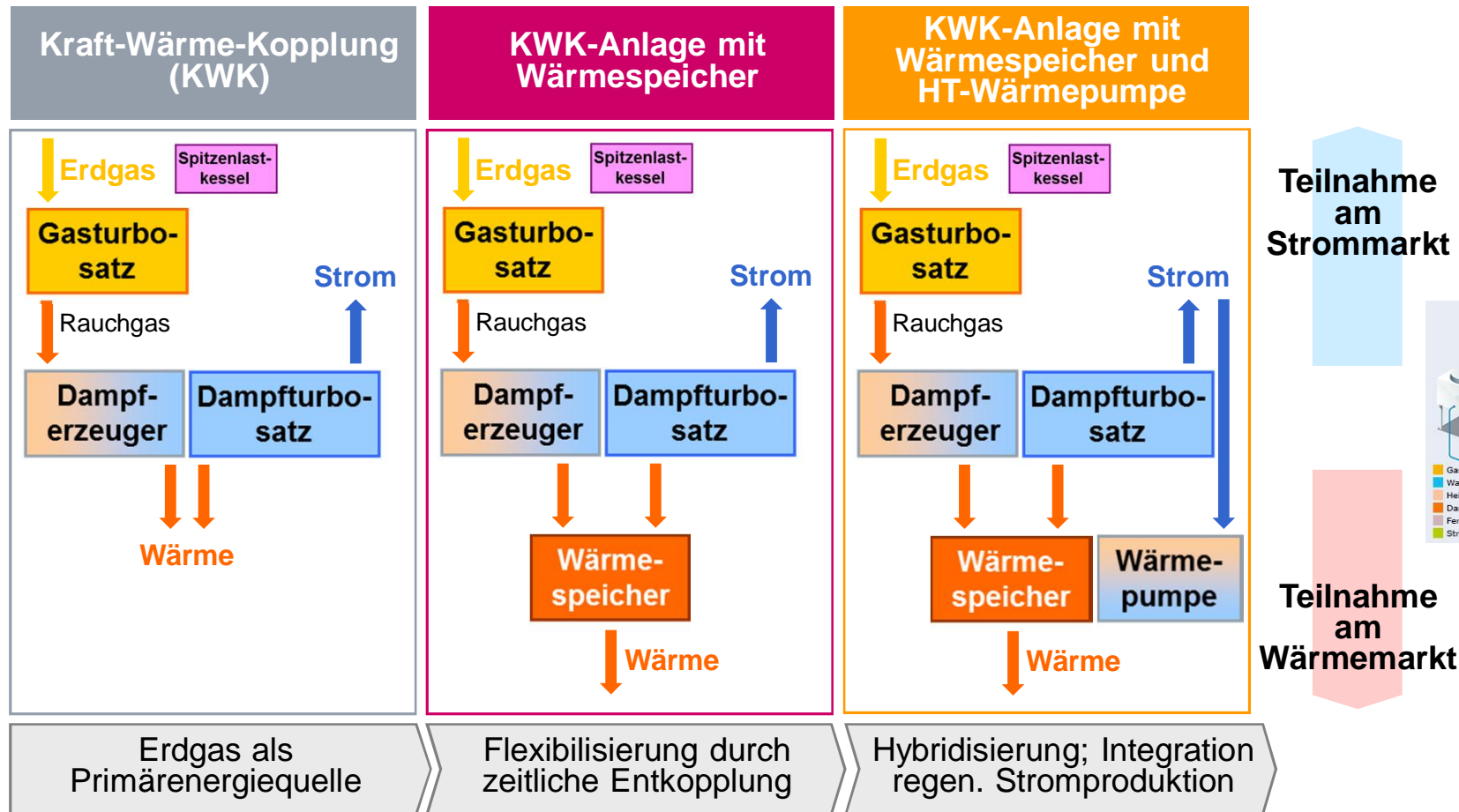
HT- Wärmepumpe: Hochtemperaturwärmepumpe
 ORC: Organic Rankine Cycle
 TopES: thermo potential energy storage

Optionale Wärmeabgabe
 z.B. Fernwärme, Prozesswärme, ...

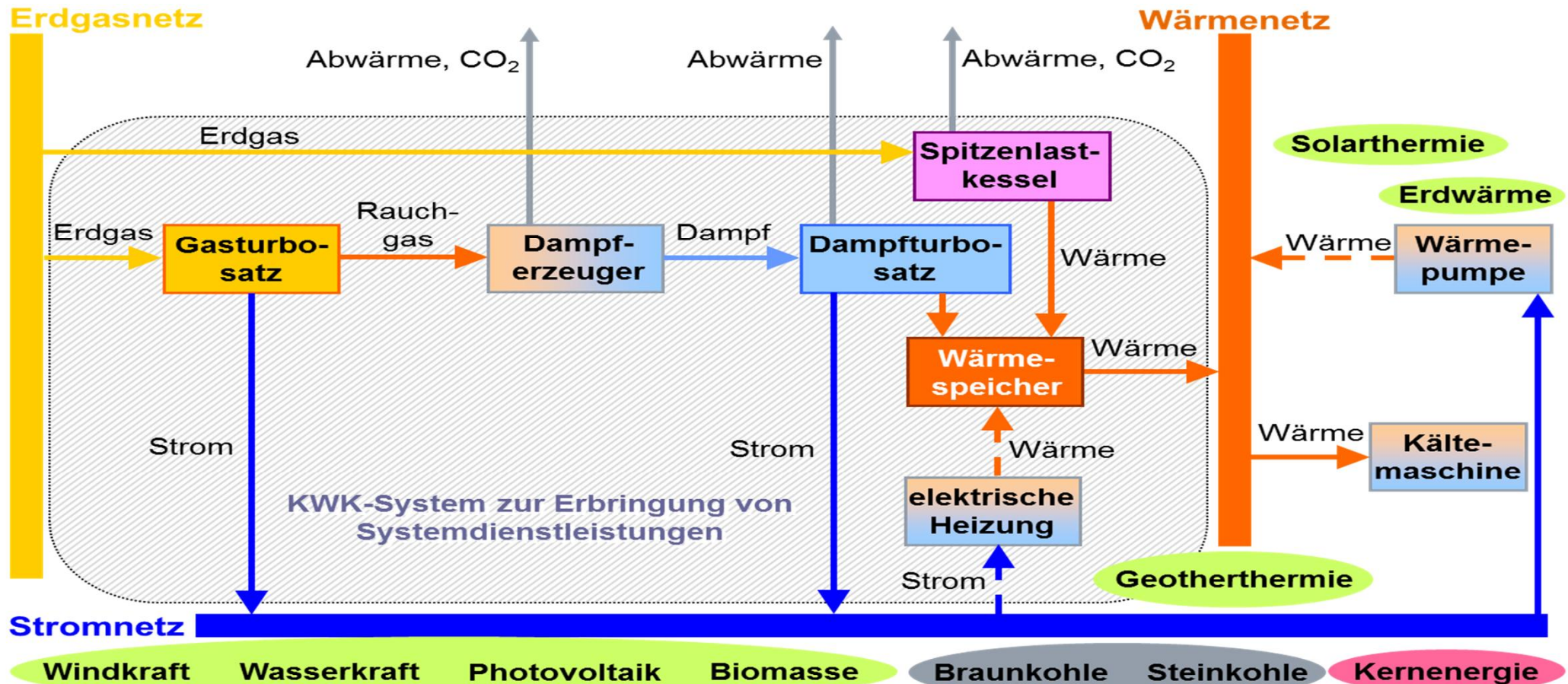
Thermo-potential Energy Storage Anlagenkonzept



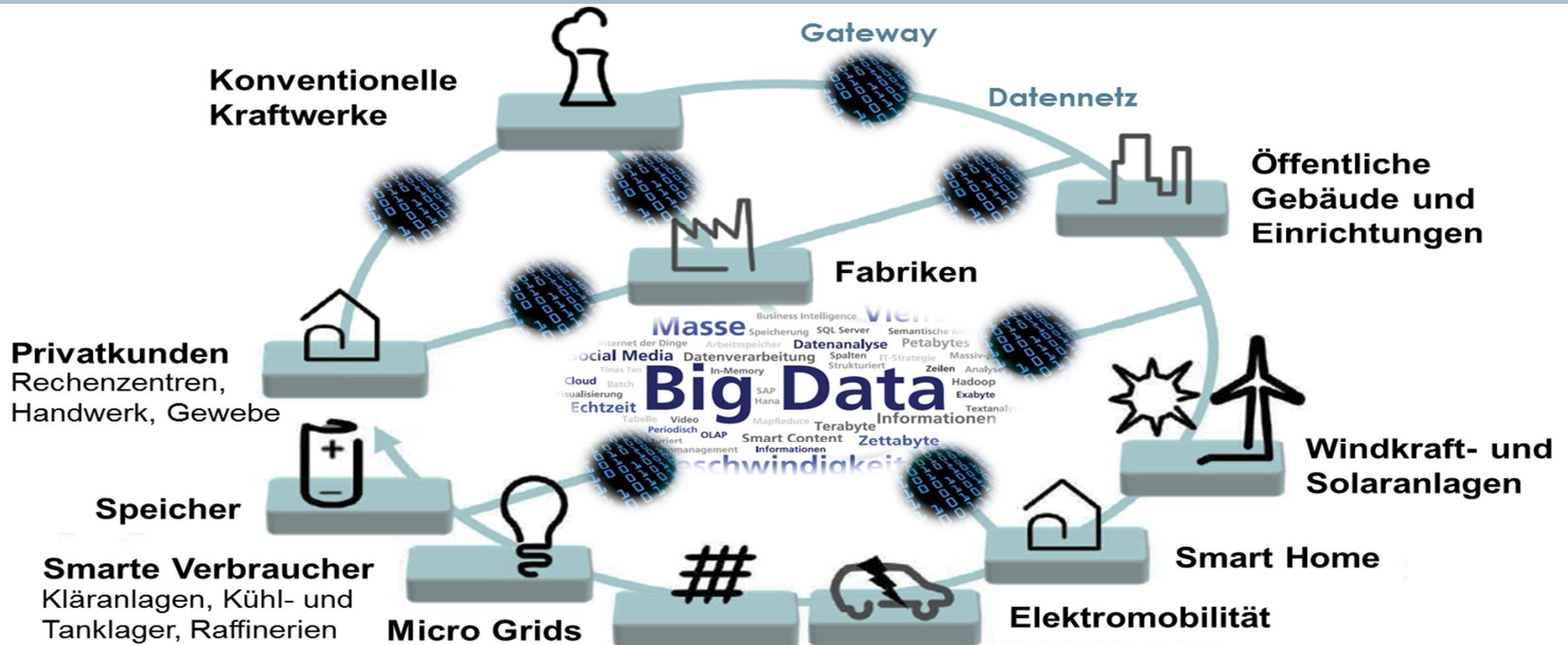
Verknüpfung von „Power to Heat“ Lösungen – Neue Geschäftsmöglichkeiten durch Flexibilisierung und Hybridisierung



Verknüpfung von Versorgungsnetzen und Energieträgern – Kraft - Wärme - Kälte - Kopplung (KWKK)



Digitale Vernetzung – Sektor übergreifende Systemkopplung



Multimodalität: Variation der Energieträger, Wechsel zwischen den Energieträgern und Umwandlungsverfahren

Intermodalität: Verkettung von Energieträgern und Umwandlungsverfahren (Hybridisierung)

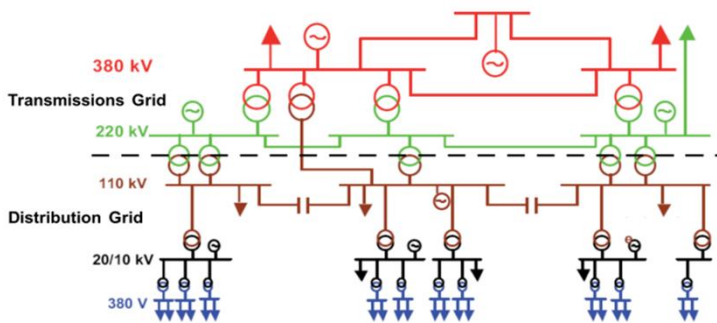
Unrestricted © Siemens AG Power and Gas Division 2015. All rights reserved.

Picture of the Future – Future Energy Landscape will significantly Change

Increasing share of renewable electricity production

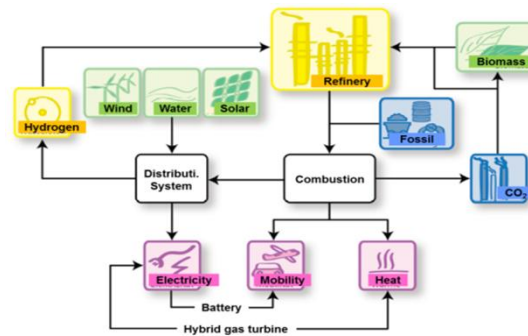
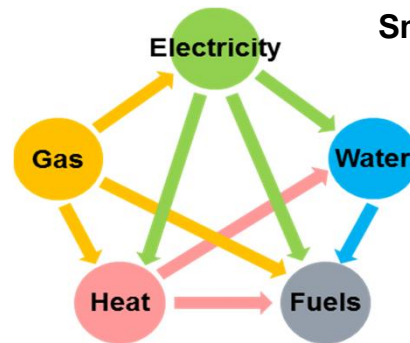
Today

Grid and power generation separated



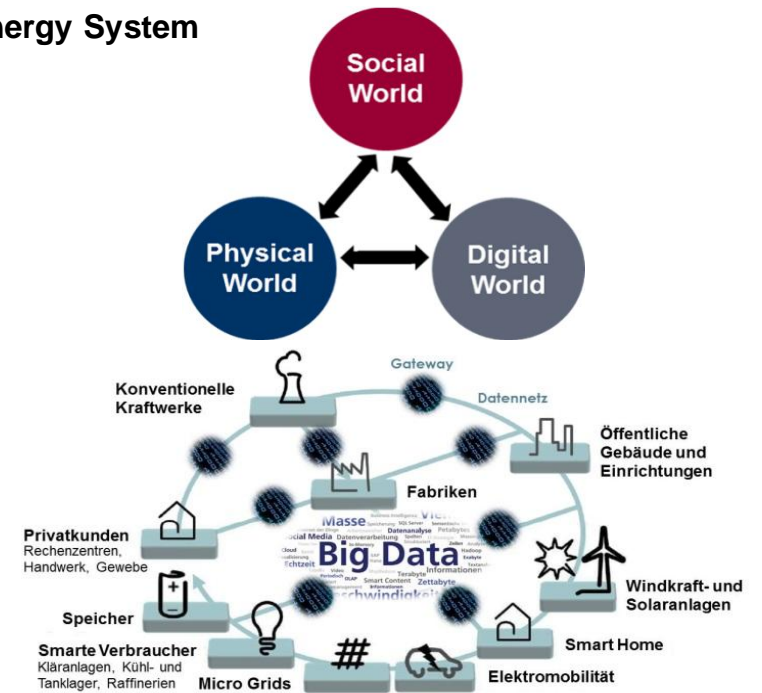
Mid-term

Decentralization and storing of electricity



Long term

Full use of digitization and linking supply systems

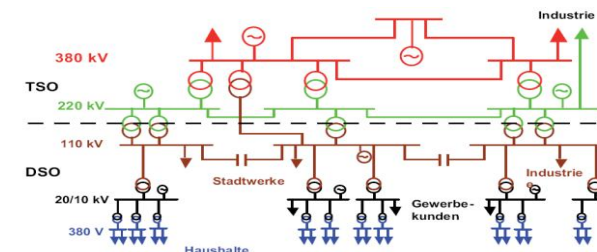


Zusammenfassung – Aktuelle Situation und erwartete weitere Entwicklung

1

Stromübertragungs- und Verteilungsnetz

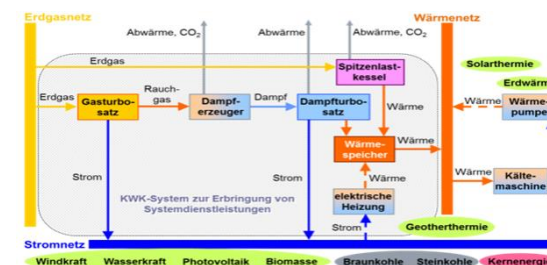
Es sind sehr große technische Potenziale zum Ausgleich fluktuierender Stromproduktion aus Wind und Sonne durch Flexibilisierung und Hybridisierung im existierenden Energieversorgungssystem vorhanden



2

Verknüpfung von Versorgungsnetzen

Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, thermische Energiespeicherung und „Power to Heat“ sind relativ einfache, auch für bestehende Anlagen, attraktive Lösungen



3

Sektor übergreifende Systemkopplung

Der technische Fortschritte bei den Energieumwandlungstechnologien im Zusammenspiel mit den neuen Möglichkeiten bei der Anwendung von Informations- und Kommunikationstechnologien führt zur intelligenten Verknüpfung von Versorgungssystemen (Smart Energy System)



Übersicht

- Neue Organisation – Vom Energy Sector zur Division Power and Gas
- Technologie Trends – Digitalisierung, Fertigung, Werkstoffe, ...
- Geschäftliche Herausforderungen – Aktuelle Situation und Ausblick
- Energiewende – Strom, Wärme und Mobilität
- Braunkohlenutzung – Notwendig oder verzichtbar

Energy Conversion reinvented – Combining Electricity, Heat and Fuel Production

Hydro power



Wind power



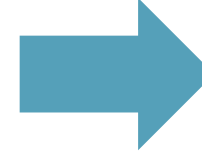
Solar power



Electricity grid



Electricity to grid



Electricity to process



Carbon-based energy conversion



Source: Xu Shisen, GreenGen Demonstration Project in China, Thermal Power Research Institute (TPRI)



Heat, fuels and chemicals



Coal



Biomass



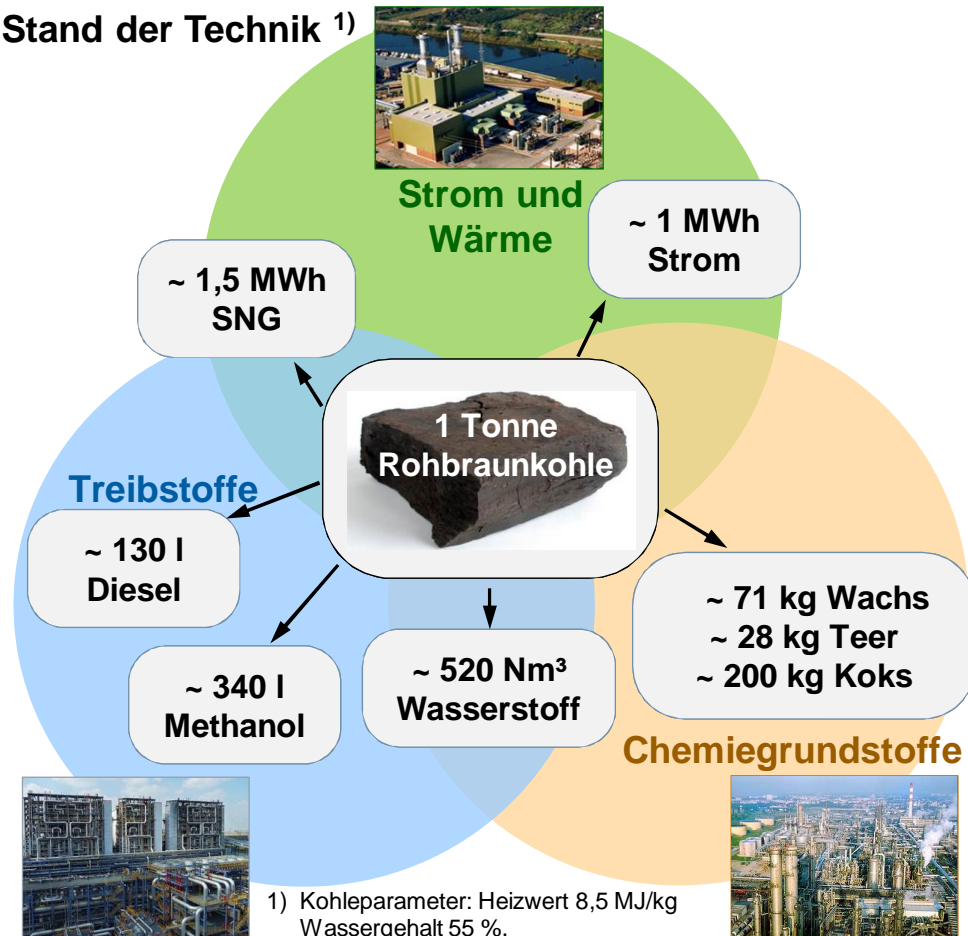
Waste




as Carbon Recourse

Kohlenstoffnutzung – Von der Braunkohle zum natürlichen CO₂-Kreislauf

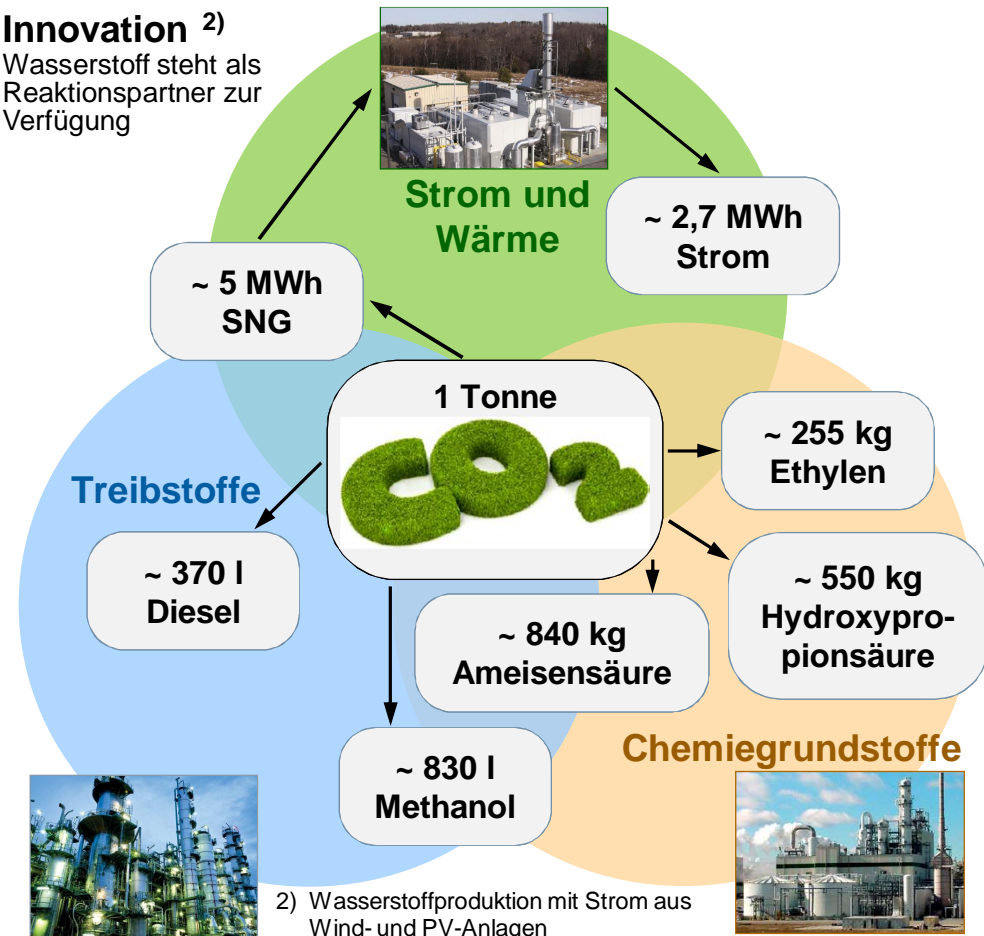
Stand der Technik 1)





1) Kohleparameter: Heizwert 8,5 MJ/kg
Wassergehalt 55 %, 

Innovation 2)

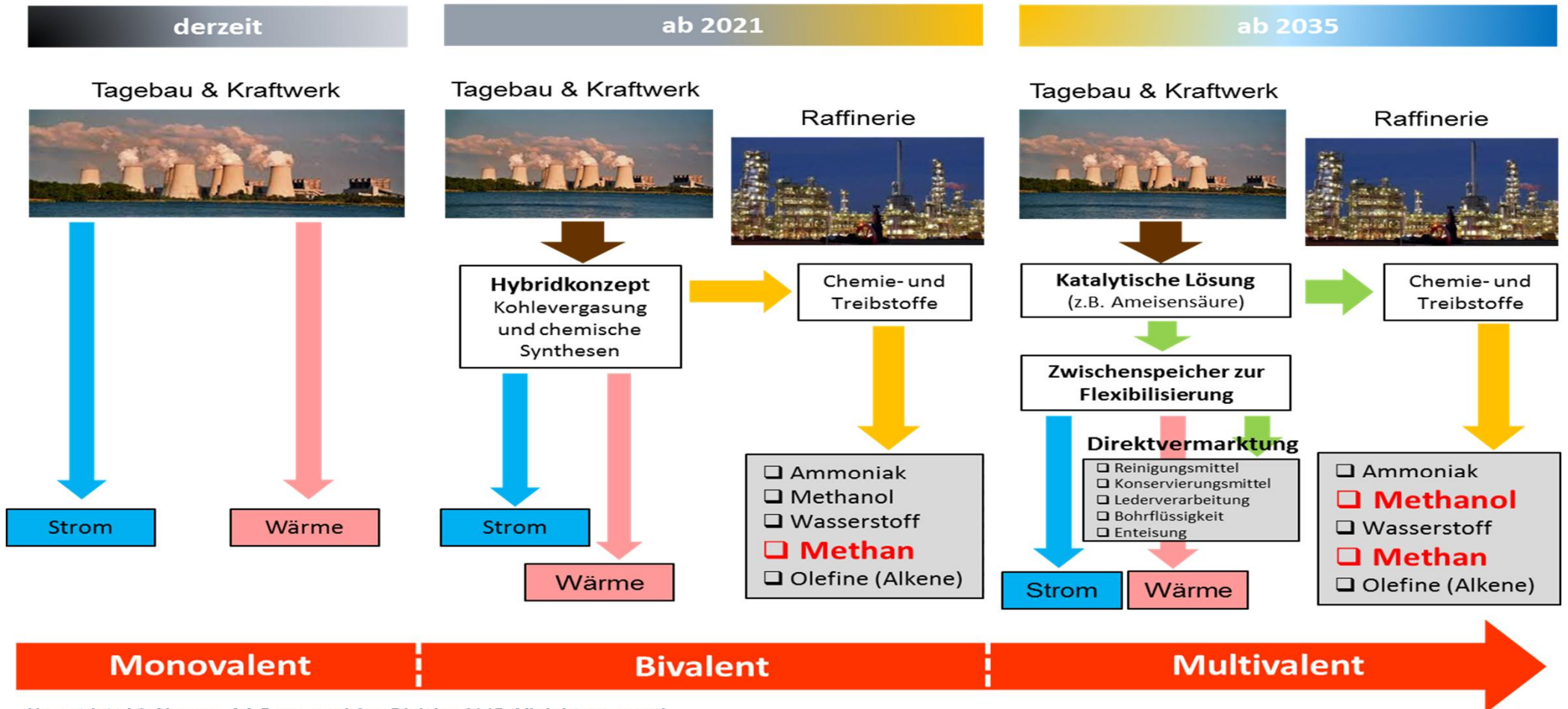
Wasserstoff steht als Reaktionspartner zur Verfügung



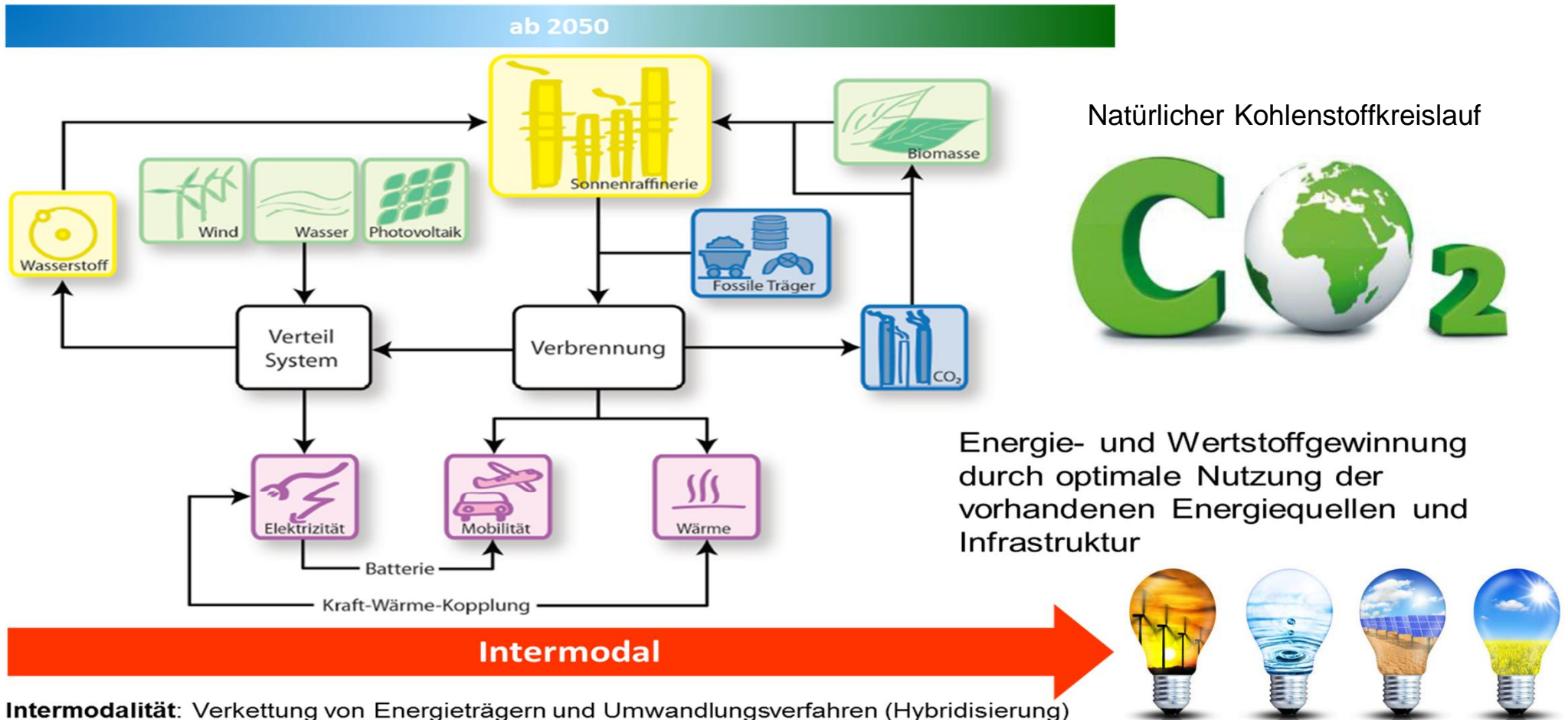
2) Wasserstoffproduktion mit Strom aus Wind- und PV-Anlagen 

SNG: Synthetic Natural Gas bzw. synthetisches Methan oder auch synthetisches Erdgas
Uwe Lenk / PG TI IER 

Innovation zur umweltfreundlichen Nutzung von Braunkohle unter veränderten Randbedingungen



Kohlenstoffkreislauf – Verknüpfung von Energieversorgung, Speicherung und Mobilität

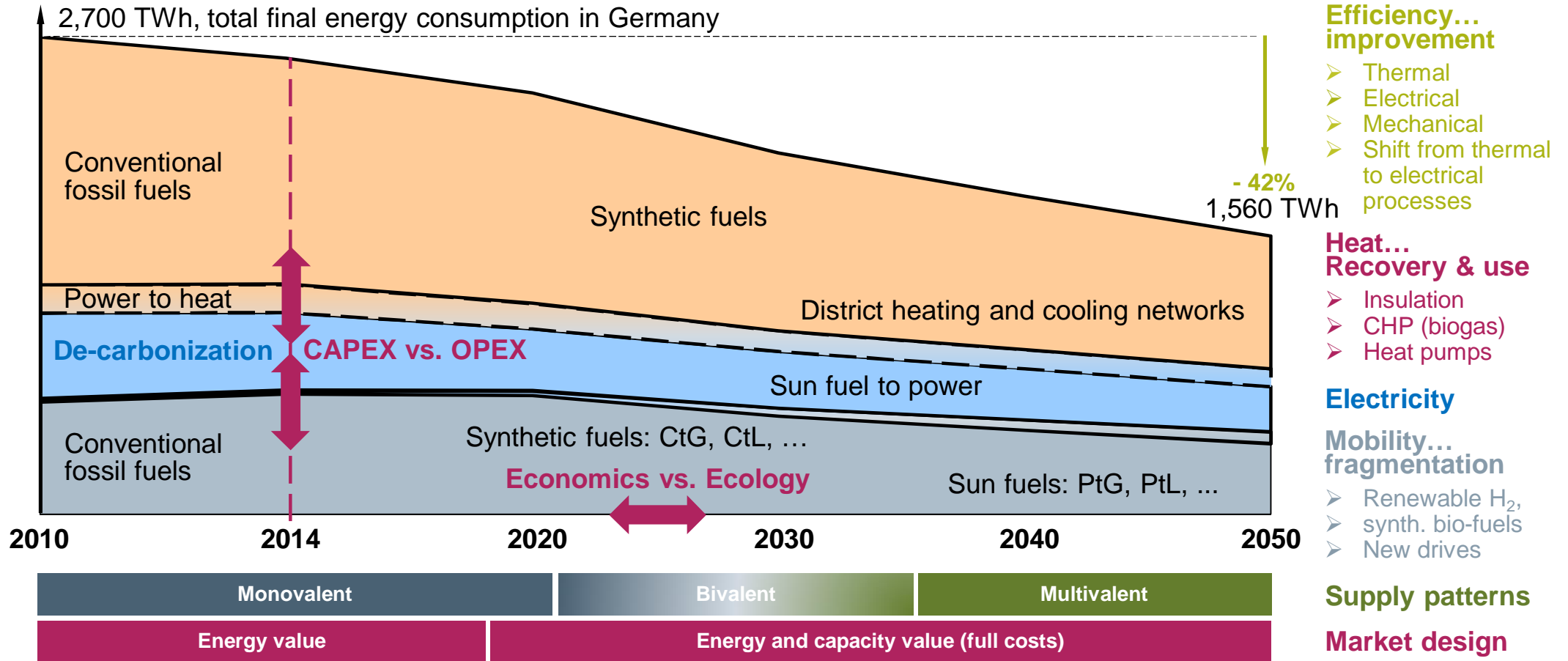


Intermodalität: Verkettung von Energieträgern und Umwandlungsverfahren (Hybridisierung)

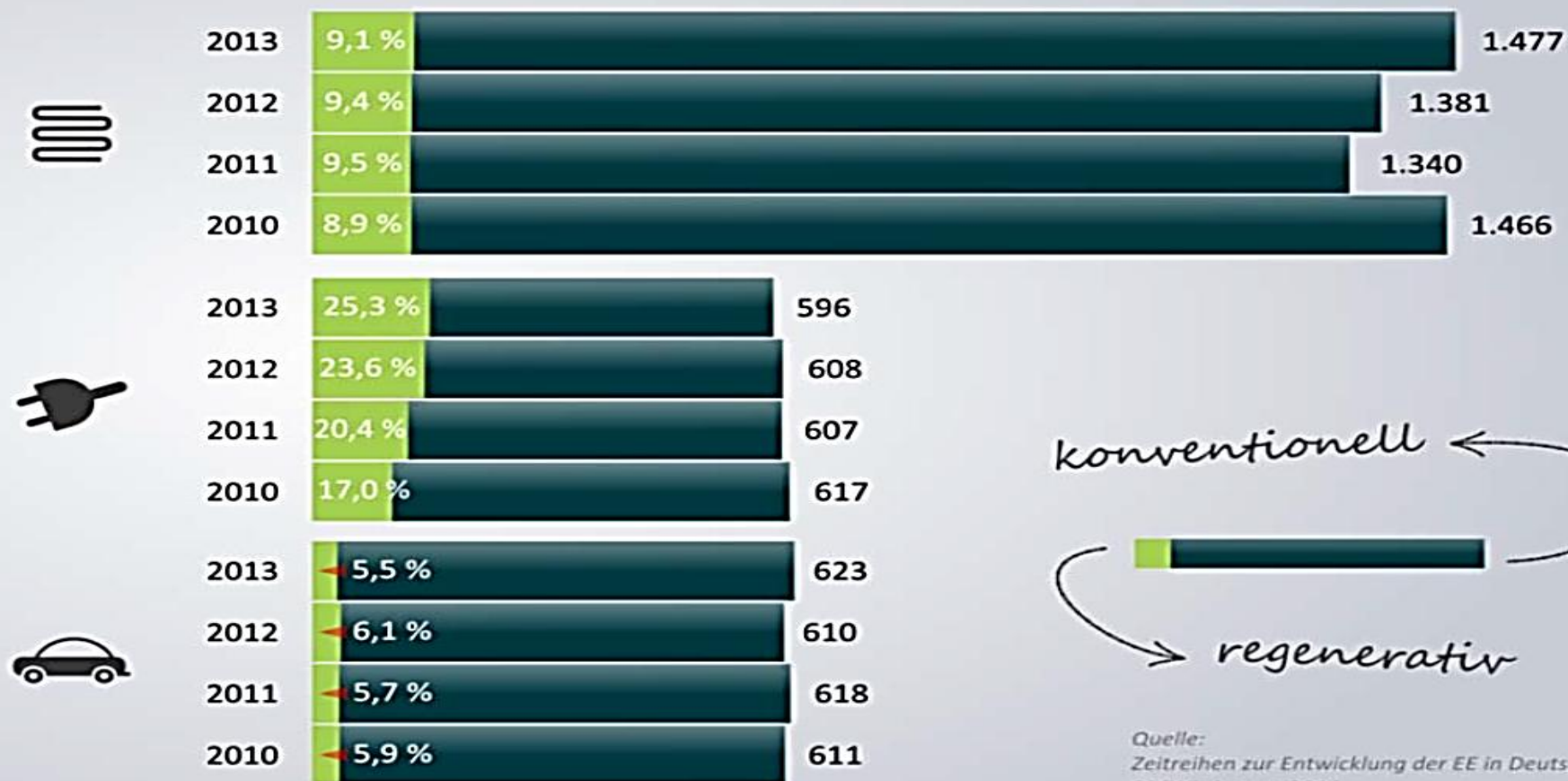
Unrestricted © Siemens AG Power and Gas Division 2015. All rights reserved.

Germany – Technology Roadmap

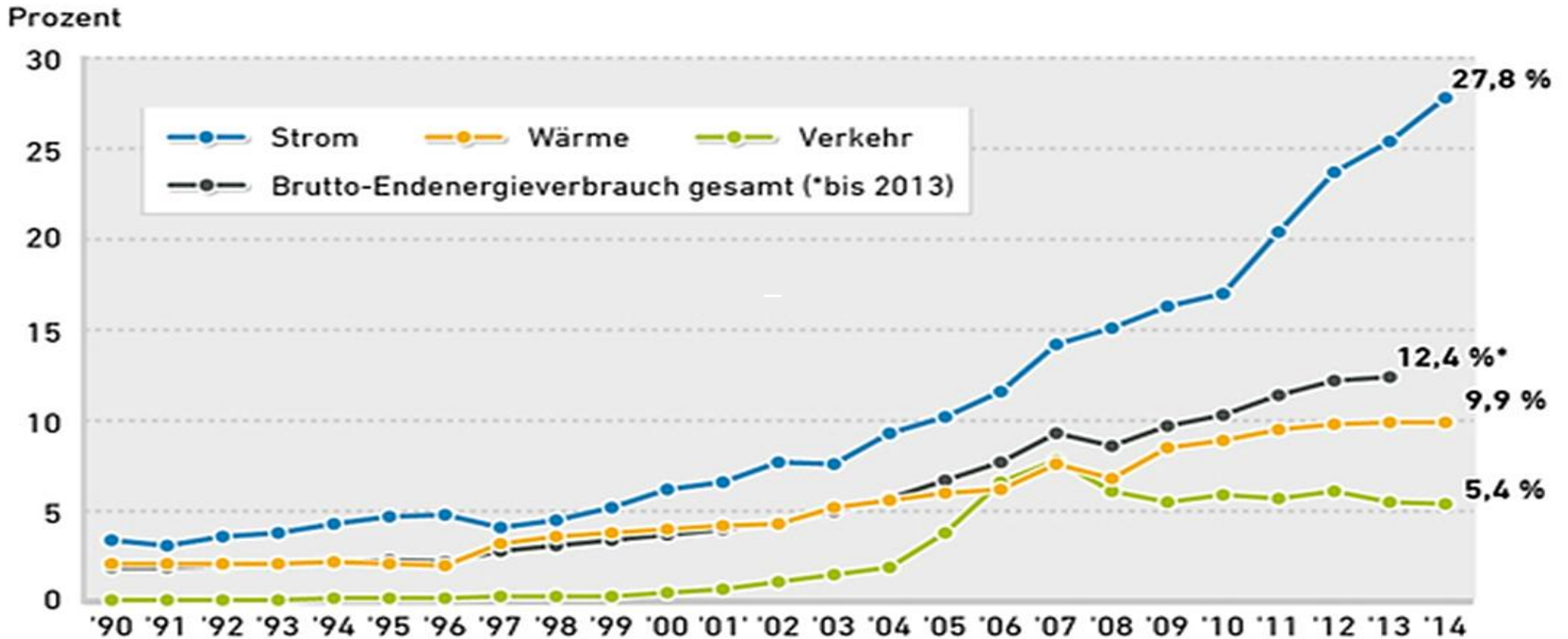
Reduction of energy consumption, de-carbonization of electricity sector and transformation of heat and mobility sectors by high penetration of renewable energy in focus of further actions



Endenergieverbrauch nach Sektoren in Deutschland – Wärme, Strom und Mobilität in TWh



Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch – Entwicklung in Deutschland von 1990 bis 2014



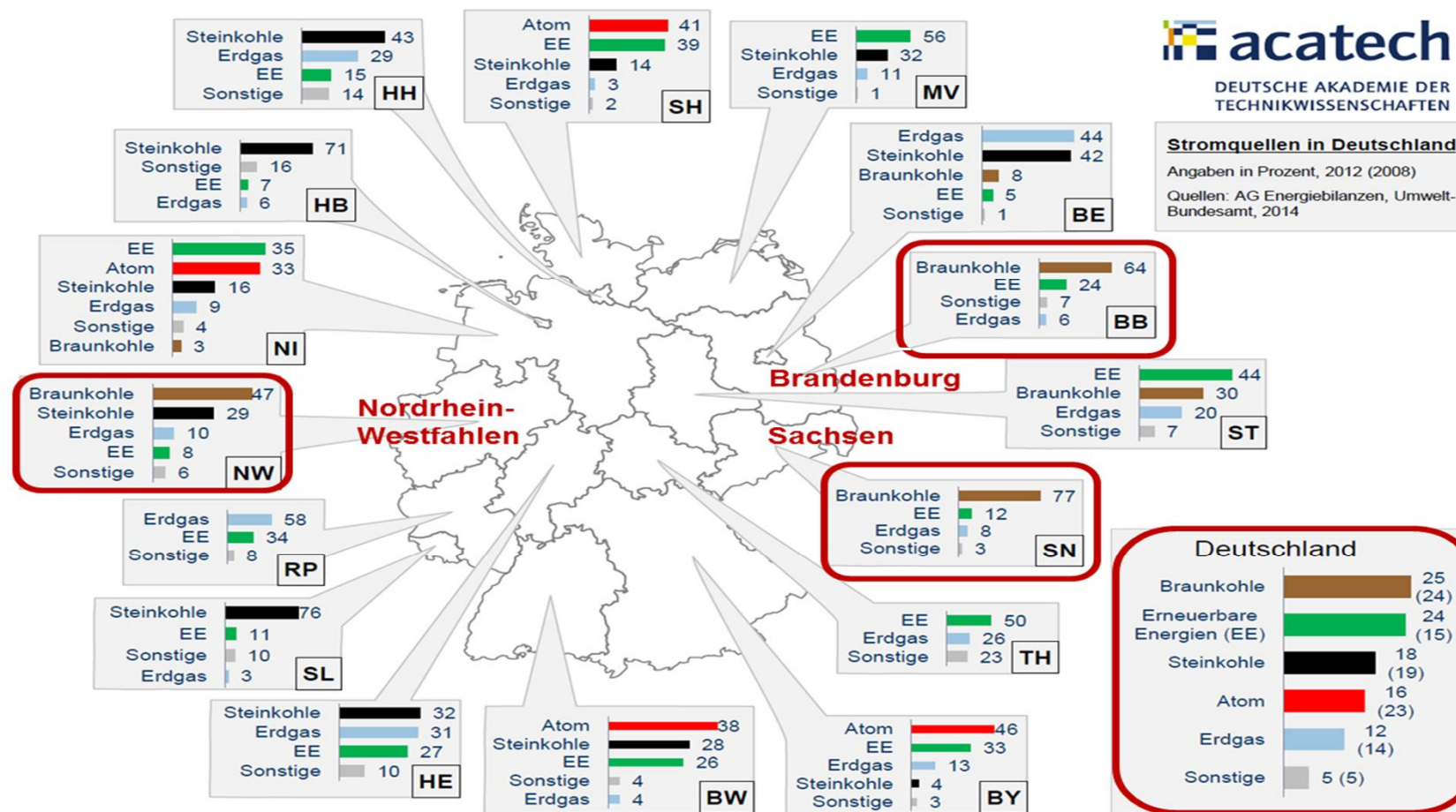
Quelle: BMWi Februar 2015

Unrestricted © Siemens AG Power and Gas Division 2015. All rights reserved.

Übersicht

- Neue Organisation – Vom Energy Sector zur Division Power and Gas
- Technologie Trends – Digitalisierung, Fertigung, Werkstoffe, ...
- Geschäftliche Herausforderungen – Aktuelle Situation und Ausblick
- Energiewende – Strom, Wärme und Mobilität
- Braunkohlenutzung – Notwendig oder verzichtbar

Die Bedeutung der Braunkohle zur Stromproduktion in Deutschland – Anteile der Primärenergieträger in den Bundesländern



Die Bedeutung der Braunkohle für die Stromproduktion in Deutschland

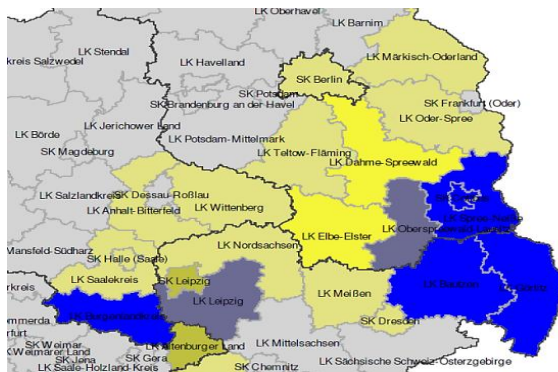
Die Bedeutung der Braunkohle für Ostdeutschland – Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte

prognos



Die Bedeutung der Braunkohle für die Lausitz – Zukunftschancen und Risiken in den Landkreisen

Direkt in der ostdeutschen Braunkohleindustrie Beschäftigte nach Wohnorten



Mitarbeiter (Anzahl)
Stadt- und Landkreise Deutschland

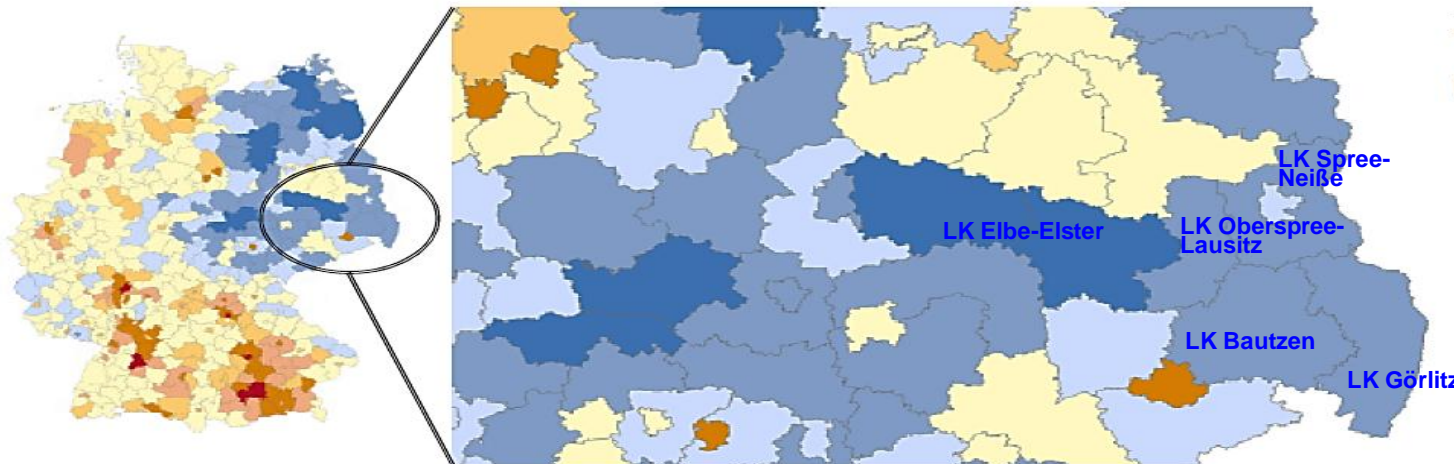


Die Top-Five-Kreise

- LK Spree-Neiße 2.296
- LK Bautzen 1.171
- LK Görlitz 1.494
- SK Cottbus 1.365
- LK Burgenlandkreis 1.050

Beschäftigte: 10.174

Zukunftschancen und Risiken in den Landkreisen



Zukunftsatlas Regionen 2010

Regionen mit

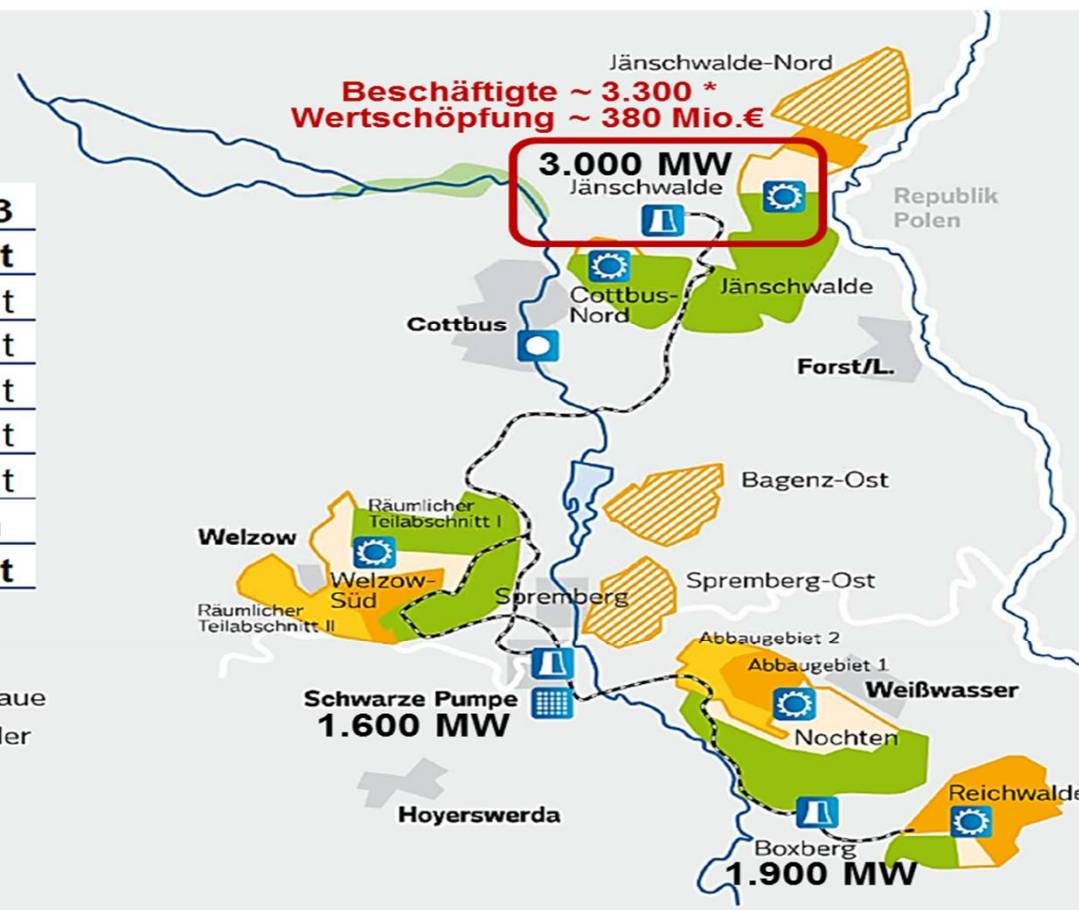
- 1 Top Zukunftschancen
- 2 sehr hohe Zukunftschancen
- 3 hohe Zukunftschancen
- 4 Zukunftschancen
- 5 ausgeglichener Chancen-Risiko Mix
- 6 Zukunftsrisiken
- 7 hohe Zukunftsrisiken
- 8 sehr hohe Zukunftsrisiken

Braunkohleförderung in der Lausitz – Tagebaue, Kohlefördermenge, Stromproduktion und Produkte

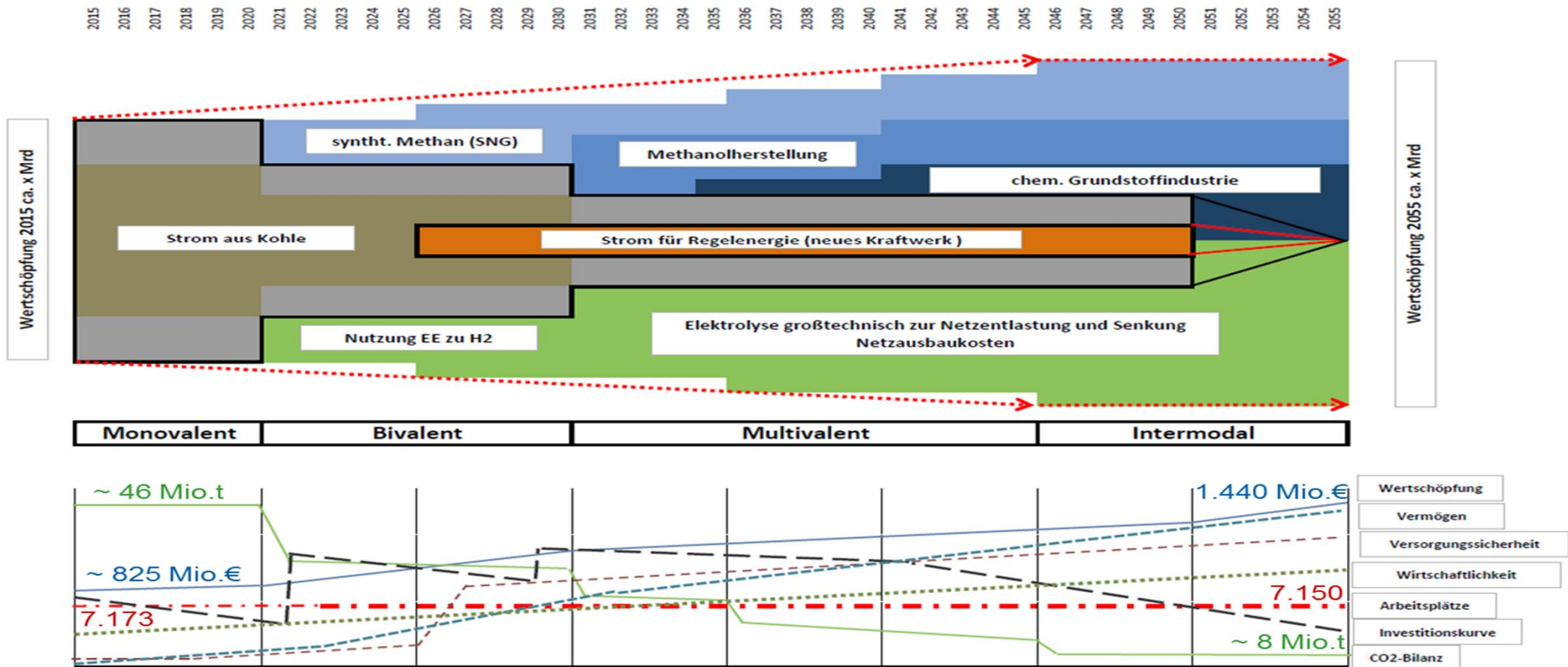
	2012	2013
Rohkohleförderung	62,4 Mio. t	63,6 Mio. t
• Tgb. Jänschwalde	10,9 Mio. t	11,0 Mio. t
• Tgb. Cottbus-Nord	6,5 Mio. t	5,5 Mio. t
• Tgb. Welzow-Süd	19,7 Mio. t	21,1 Mio. t
• Tgb. Nochten	16,2 Mio. t	16,9 Mio. t
• Tgb. Reichwalde	9,1 Mio. t	9,1 Mio. t
Netto-Stromerzeugung	49,8 TWh	51,2 TWh
Veredlungsprodukte	1,85 Mio. t	1,83 Mio. t

-  Tagebaue
-  Rekultivierungsflächen
-  Weiterführungen
-  Braunkohlenkraftwerke
-  Bahnanlagen Zentraler Eisenbahnbetrieb
-  Hauptverwaltung Vattenfall Europe Mining & Generation
-  Betriebsflächen Tagebaue
-  Genehmigte Abbaufelder
-  Zukunftsfelder
-  Veredlungsbetrieb

*) Beschäftigte Mitarbeiter am Standort Jänschwalde: im Kraftwerk ~ 800 und in den Tagebauen ~ 2.500



Strukturwandel in der Lausitz – Sektor übergreifende Systemkopplung



Multimodalität: Variation der Energieträger, Wechsel zwischen den Energieträgern und Umwandlungsverfahren

Intermodalität: Verkettung von Energieträgern und Umwandlungsverfahren (Hybridisierung)

Unrestricted © Siemens AG Power and Gas Division 2015. All rights reserved.

Zusammenfassung – Strukturwandel in der Lausitz

- **Risikominimierung** durch eine weitere Nutzung des regional verfügbaren Rohstoffes Braunkohle und des damit verbundenen regionalen spezifischen Fachwissens sowie der verfügbaren Infrastruktur
- **Erhaltung von Arbeitsplätzen und Zukunftschancen** durch die Erschließung neuer **Einnahmequellen**
- Langfristige Veränderung und Erweiterung der regionalen Wertschöpfung durch **Strukturanpassung**
- Signifikante **Reduktion** der regionalen **CO₂-Emissionen und Umweltbelastungen**
- Verbesserung der **Netzstabilität** durch Bereitstellung von Residual- und Regelleistung zur **Integration** von **Stromproduktion aus Wind- und Solaranlagen**
- Hohe **Flexibilität zur Anpassung an sich verändernde Randbedingungen** durch die Verknüpfung von Energieträgern und Umwandlungsverfahren unter Ausnutzung der neuen Möglichkeiten bei den Informations- und Kommunikationstechnologien
- Großes **Marktpotenzial national und international** (NRW, Sachsen Anhalt, Sachsen, Brandenburg, Polen, Tschechien, Griechenland, Mongolei, China)
- Schaffung einer alternativen **strategischen Energiereserve** durch Methanproduktion

Energiewende – Wollen wir an Mythen festhalten?



Eckpunkte-Papier „Strommarkt“

Die Energiewende stellt eine große Chance für die Modernisierung unserer Industriegesellschaft dar. Wir wollen aus ihr eine ökologische und ökonomische Erfolgsgeschichte machen.

Im vergangenen Jahr haben wir mit einer grundlegenden Reform des EEG die Kostendynamik der letzten Jahre durchbrochen und mehr Planungssicherheit für alle Akteure geschaffen.

In diesem Jahr wollen wir die Weichen für einen verlässlichen und kostengünstigen Strommarkt stellen, der den zukünftigen Anforderungen der Energiewende gerecht wird. Dazu gehört auch die weitere Integration in den europäischen Binnenmarkt.

Die Themen Strommarkt, KWK-Förderung, CO₂-Minderungsbeitrag des Stromsektors und der Netzausbau sind fachlich eng miteinander verknüpft. Deshalb sollen die Grundsatzentscheidungen zu diesen Vorhaben im Zusammenhang getroffen werden.

1. Grundsatzentscheidung Strommarkt

Auf der Basis einer breit angelegten Diskussion wurde mit dem Grünbuch eine weitgehende Übereinstimmung darüber erzielt, welche Maßnahmen für einen zukunftsfähigen „Strommarkt 2.0“ erforderlich sind und dass in jedem Fall zusätzlich eine Kapazitätsreserve sinnvoll ist. Nach wie vor kontrovers diskutiert wird die Frage, ob wir darüber hinaus einen Kapazitätsmarkt brauchen, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten. Diese Grundsatzentscheidung kann und muss nach den umfangreichen Konsultationen des Grünbuchs zeitnah getroffen werden, damit noch vor der Sommerpause das Weißbuch mit den konkreten Eckpunkten für die Reform des Strommarktes vorgelegt werden kann.

Entscheidend ist die Frage, mit welcher Konzeption wir das hohe Maß an Versorgungssicherheit in Deutschland auch in Zukunft aufrecht erhalten wollen. Die Gutachten des BMWi zum Strommarkt und die umfangreichen Konsultationen haben gezeigt, dass der Strommarkt 2.0 in der Lage ist, ausreichend gesicherte Leistung anzubieten und Versorgungssicherheit zu gewährleisten, wenn sich Investoren darauf verlassen können, dass die Politik nicht direkt oder indirekt in die Preisbildung am Großhandelsmarkt eingreift. Die überwiegende Mehrheit der Stellungnahmen zum Grünbuch, die meisten unserer Nachbarländer sowie die EU Kommission sprechen sich ebenfalls für einen Strommarkt 2.0 und gegen einen nationalen Kapazitätsmarkt aus. Eine Kapazitätsreserve für unvorhersehbare Notfälle ist sinnvoll. Um Wettbewerbsverzerrungen zu vermeiden, darf diese jedoch nicht am Markt teilnehmen. Wir sind als Ergebnis der umfangreichen Konsultationen überzeugt, dass der Strommarkt 2.0 in der Lage ist, ein hohes Maß an Versorgungssicherheit kostengünstig zu gewährleisten.

Sicher können auch Kapazitätsmärkte einen wichtigen Beitrag leisten, um die Versorgungssicherheit zu stärken. Sie bergen jedoch allesamt das Risiko ausufernder Kosten. Auch bergen sie mit ihrer Komplexität die Gefahr erheblicher Fehlleistungen. Vor allem aber fällt es danach dem Staat zu, die Interventionspunkte für den Kapazitätsmarkt zu definieren, dadurch können erhebliche Störungen des Strommarktes erfolgen.

„Die Erde wird zur Scheibe“

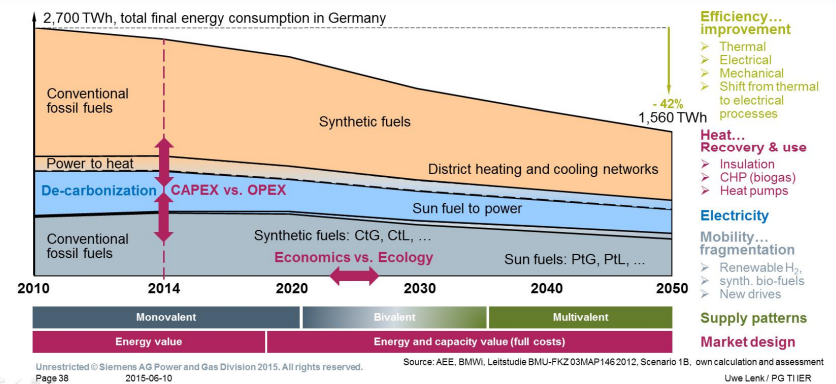


„Die Erde ist eine Kugel“

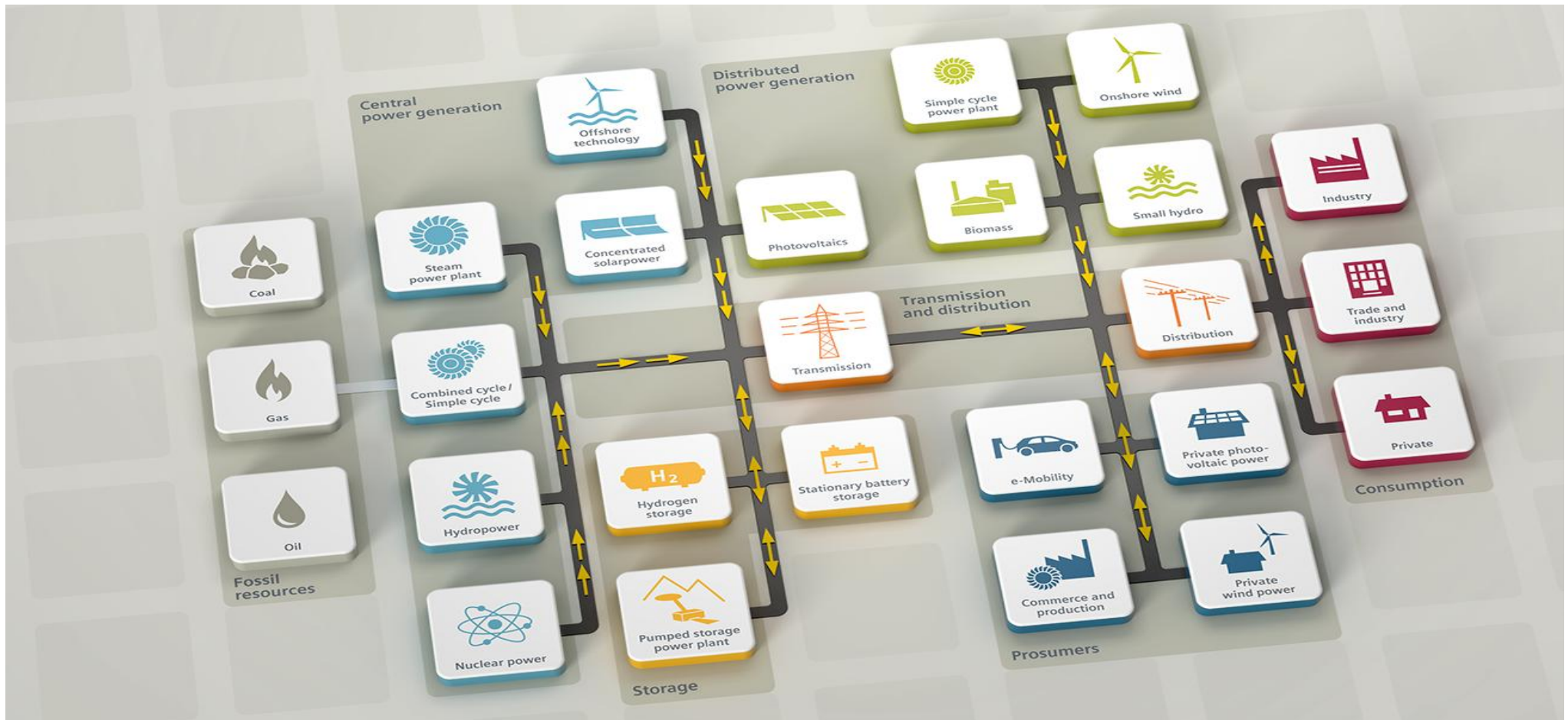


Germany – Technology Roadmap

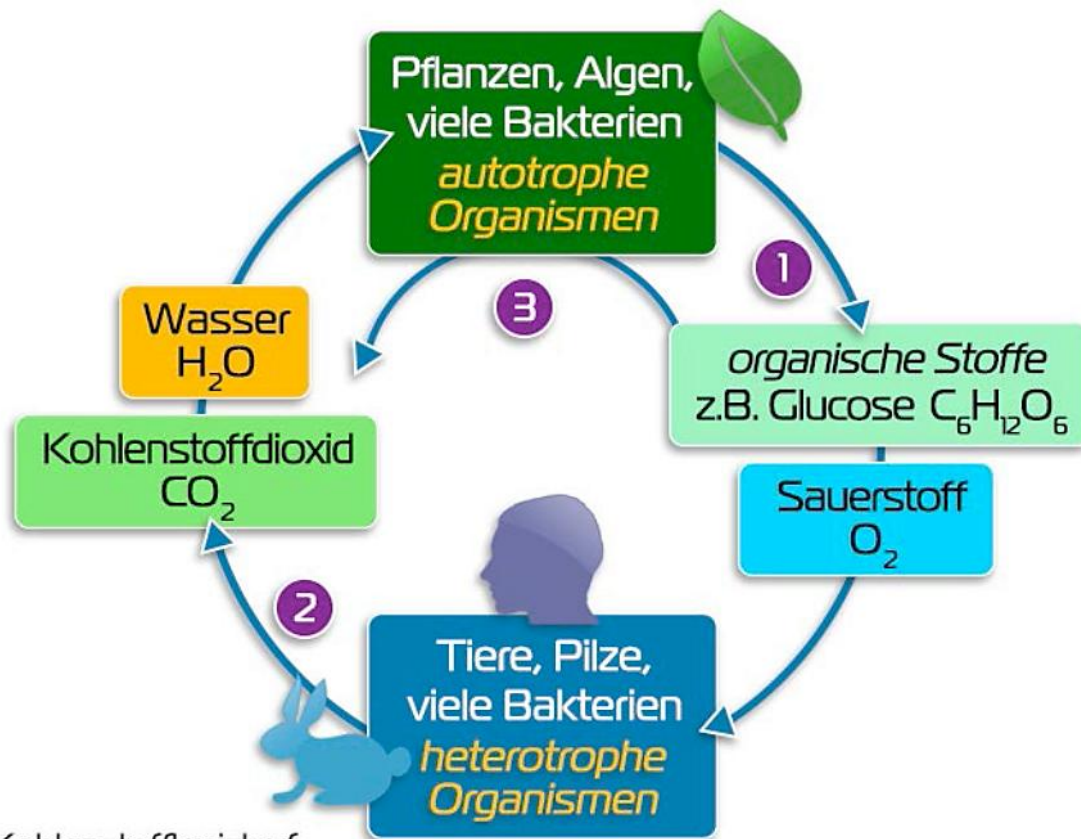
Reduction of energy consumption, de-carbonization of electricity sector and transformation of heat and mobility sectors by high penetration of renewable energy in focus of further actions



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Kohlenstoffkreislauf – Stoffkreisläufe sind nachhaltig und somit zukunftssicher



Kohlenstoffkreislauf

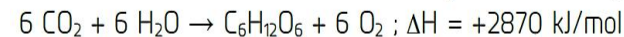
1 → Fotosynthese → autotrophe Organismen [grüne Pflanzen, Algen und einige Bakterien] produzieren mit Hilfe von Lichtenergie und Chlorophyll aus Kohlenstoffdioxid und Wasser organische Stoffe [z.B. Glucose (Traubenzucker)] sowie Sauerstoff

2 → heterotrophe Ernährung → Tiere, Pilze und viele Bakterien können nicht selbst organische Stoffe aus anorganischen bilden - sie nehmen durch die Nahrung organische Stoffe auf; bei der Zellatmung [biologische Oxidation] werden die organischen Stoffe zu Kohlenstoffdioxid und Wasser abgebaut, um Energie zu erzeugen

3 → heterotrophe Ernährung → auch Pflanzen setzen einen Teil der organischen Stoffe in Energie um und bauen diese zu CO_2 und H_2O ab

Prinzip der Fotosynthese 1 (Gesamtreaktion) ↓

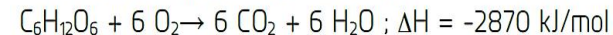
Kohlenstoffdioxid + Wasser → Glucose [Traubenzucker] + Sauerstoff



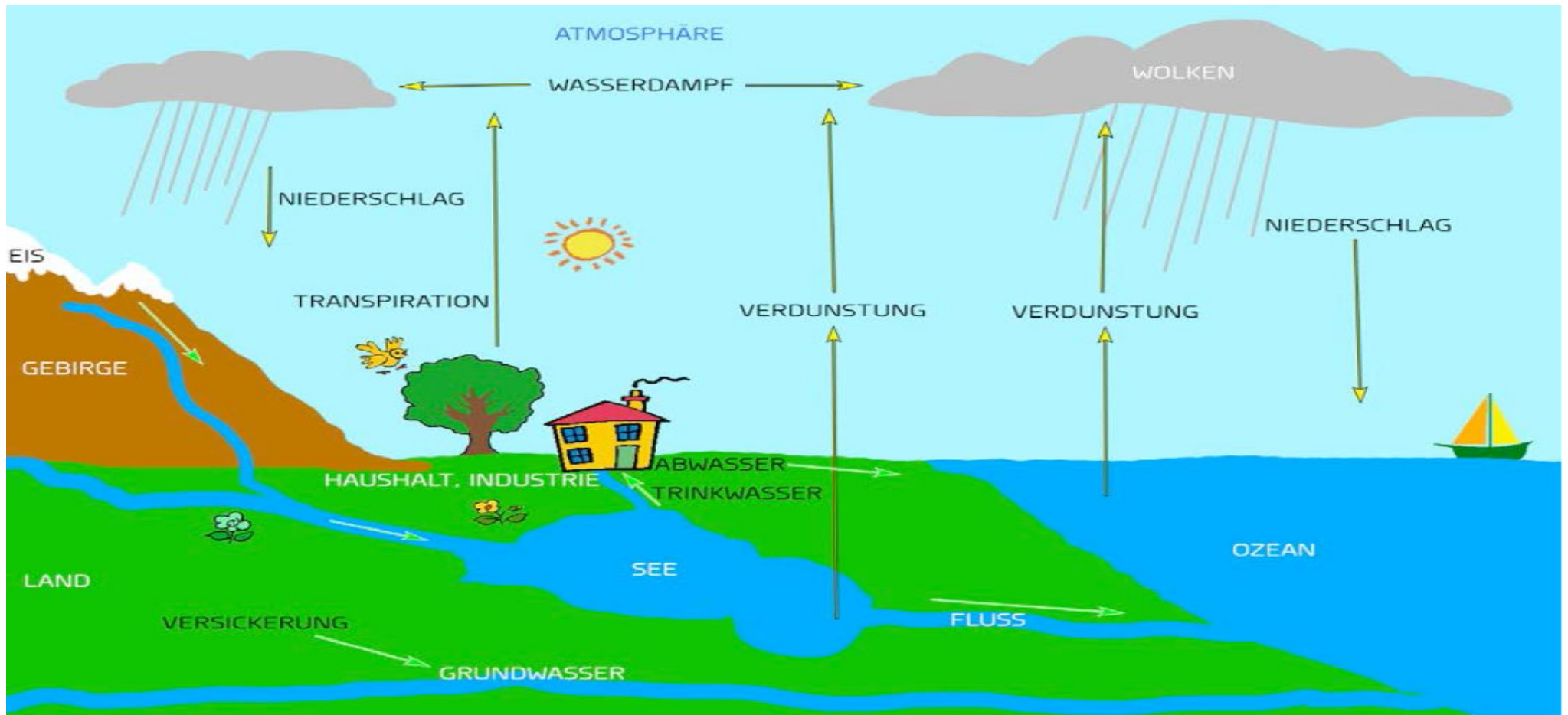
Hinweis → mehr zum Stoffwechsel, speziell zur Fotosynthese, findest Du auf unserer gesonderten **Fotosynthese-Seite im Bereich Ökologie**

Prinzip der Zellatmung 2 und 3 (Gesamtreaktion) ↓

Traubenzucker [Glucose] + Sauerstoff → Kohlenstoffdioxid + Wasser + **ENERGIE**



Kreislauf des Wassers – Stoffkreisläufe sind nachhaltig und somit zukunftssicher

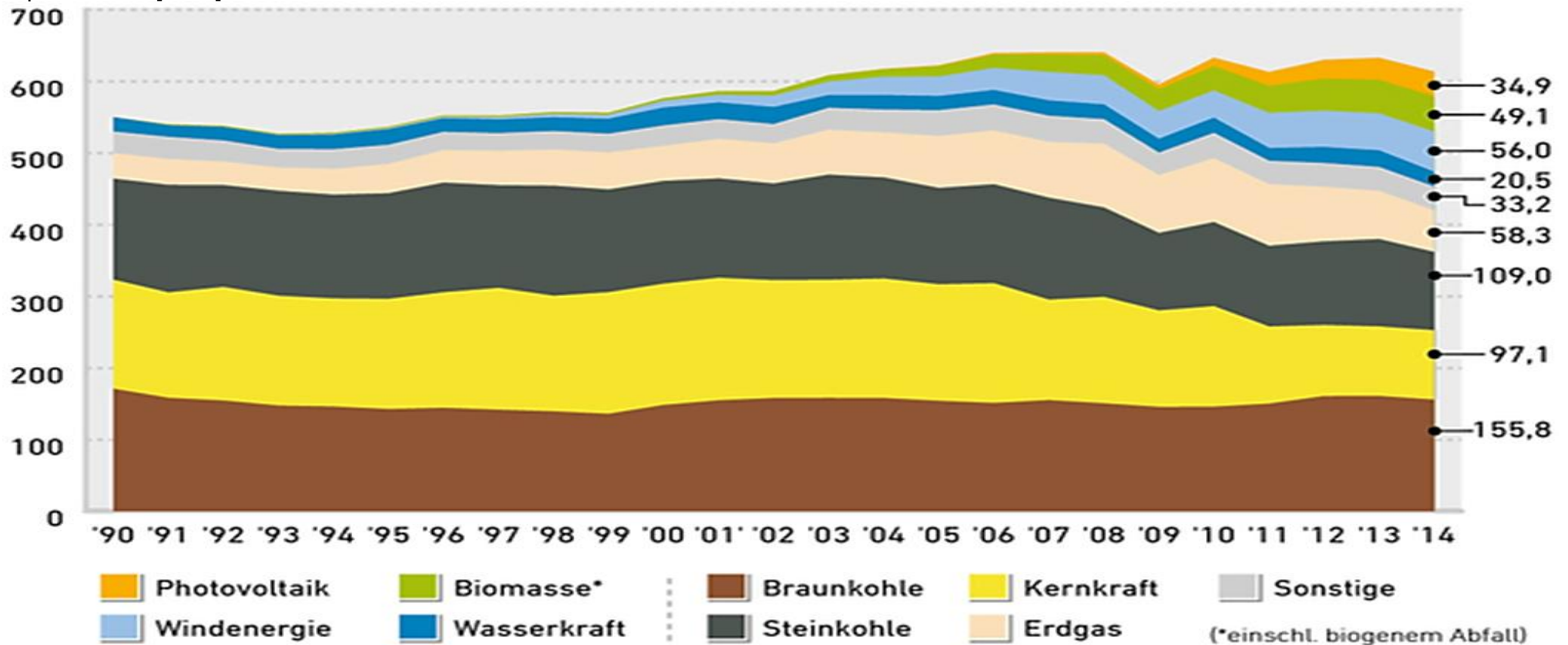


Unrestricted © Siemens AG Power and Gas Division 2015. All rights reserved.

Anteil der Stromproduktion nach Energieträgern Deutschland von 1990 bis 2014

Backup

Stromproduktion [TWh]



Quelle: AGEB Februar 2015

Unrestricted © Siemens AG Power and Gas Division 2015. All rights reserved.

Renewable energy can be used in today's existing, reliable and accepted carbon based infrastructure

