Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

AHK Deutsch-Portugiesische Industrie- und Handelskammer
Câmara de Comércio e Indústria Luso-Alemã

Energy

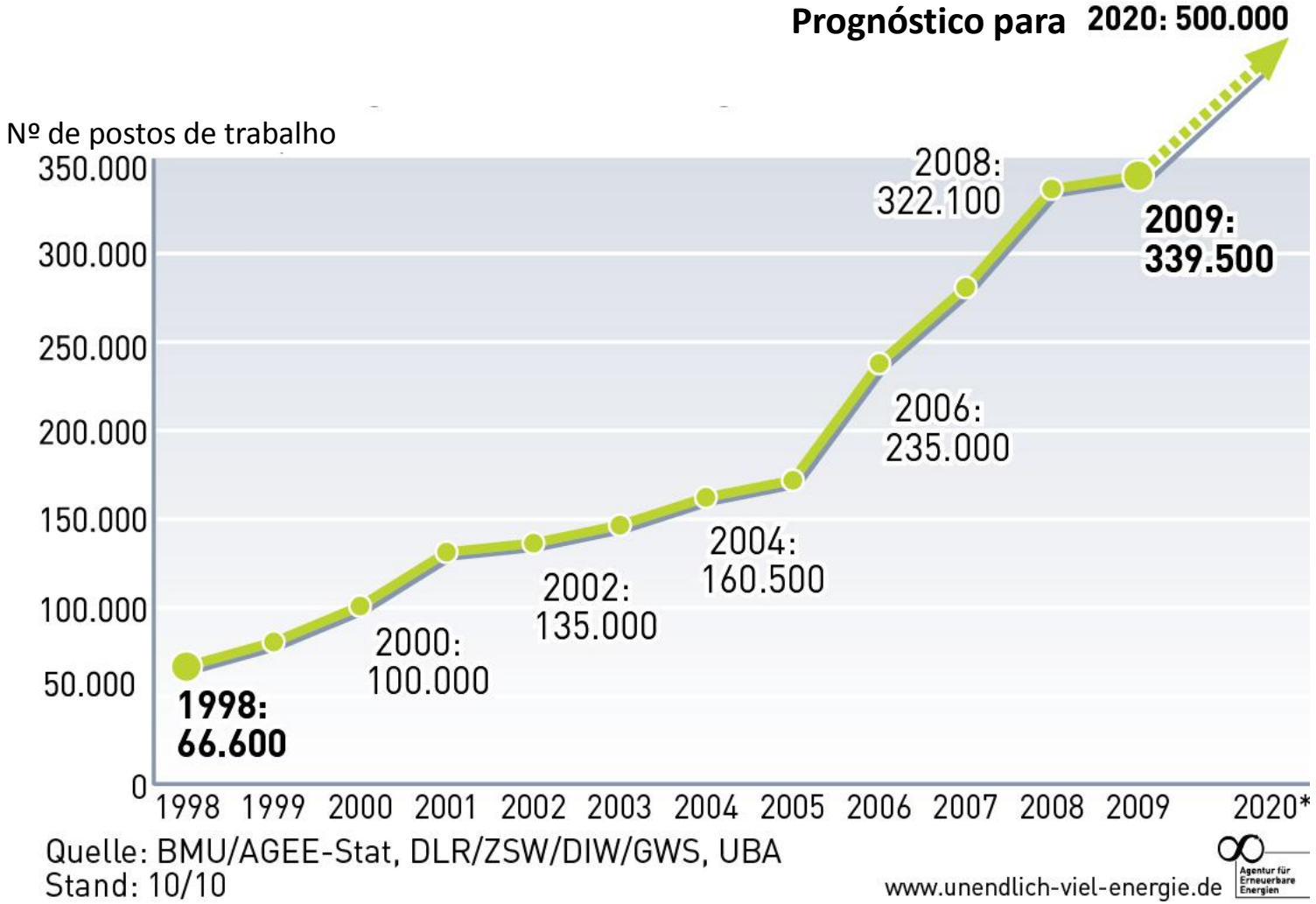
Fomento da economia através de energia fotovoltáica – exemplos de sucesso europeus e possíveis efeitos em Portugal

Ruggero Schleicher-Tappeser, consultant, Berlin
Lisboa, 13 de Setembro 2011

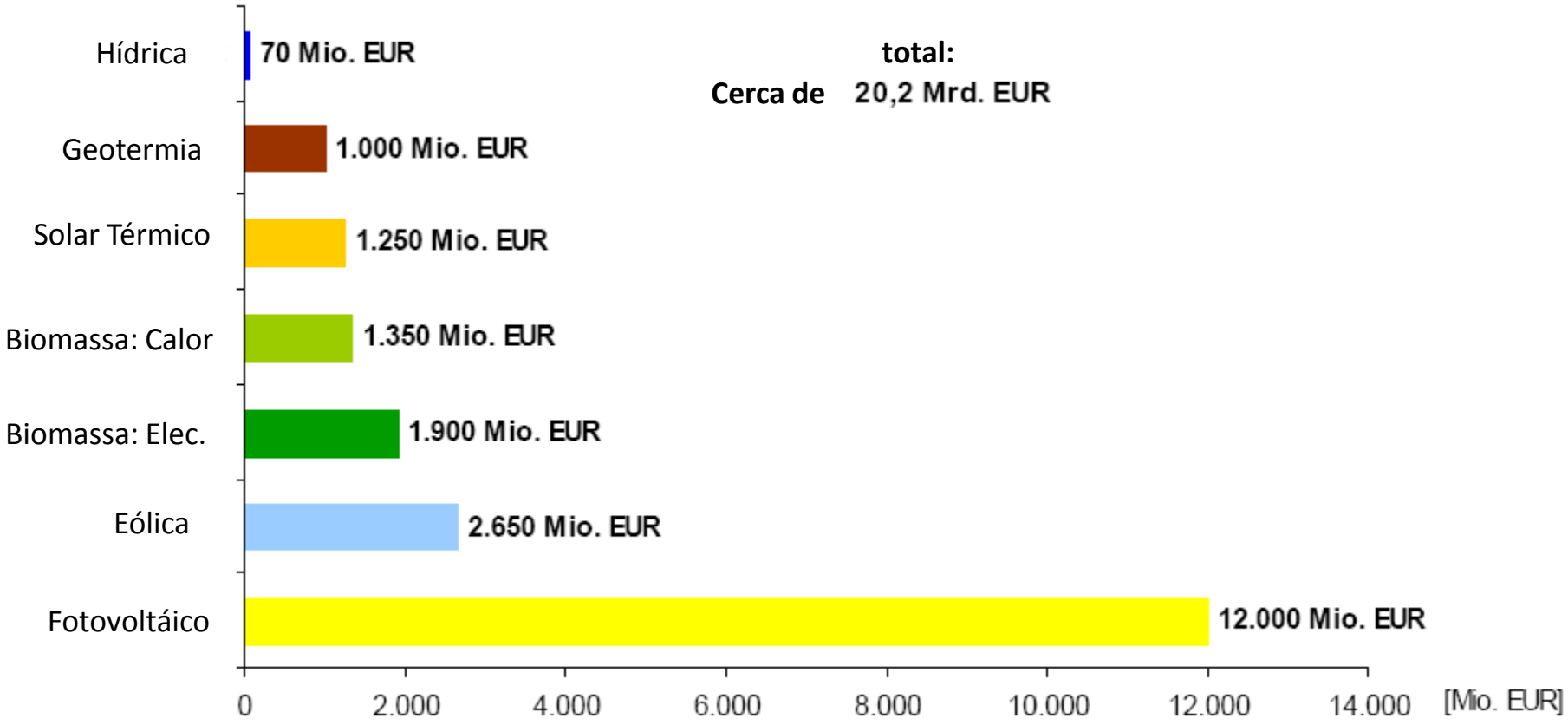
renewables Made in Germany

sustainable strategies
ruggero schleicher-tappeser

Emprego criado pelas energias renováveis na Alemanha



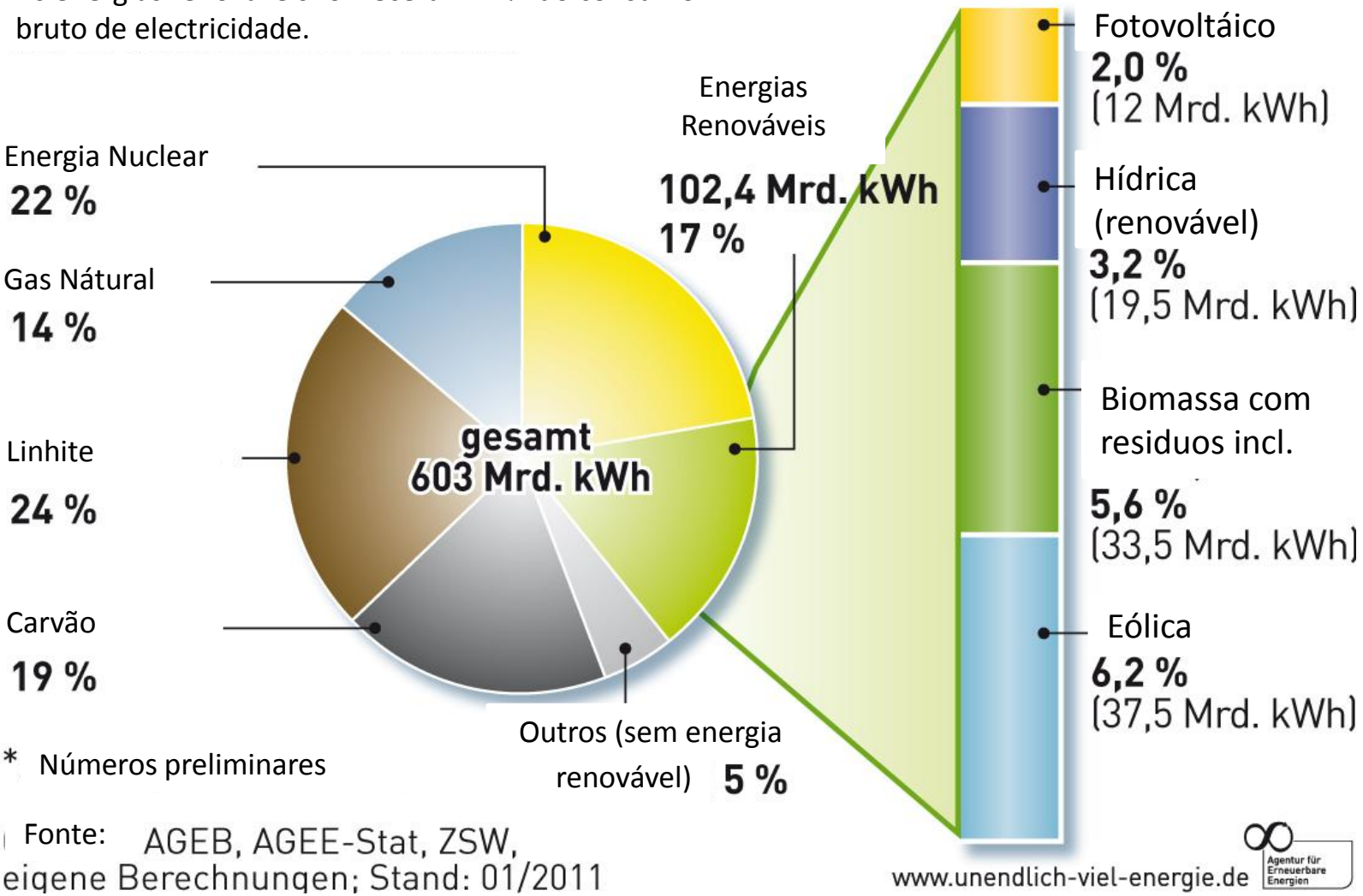
Investimento em energias renováveis na Alemanha em 2009



© BMU 2010

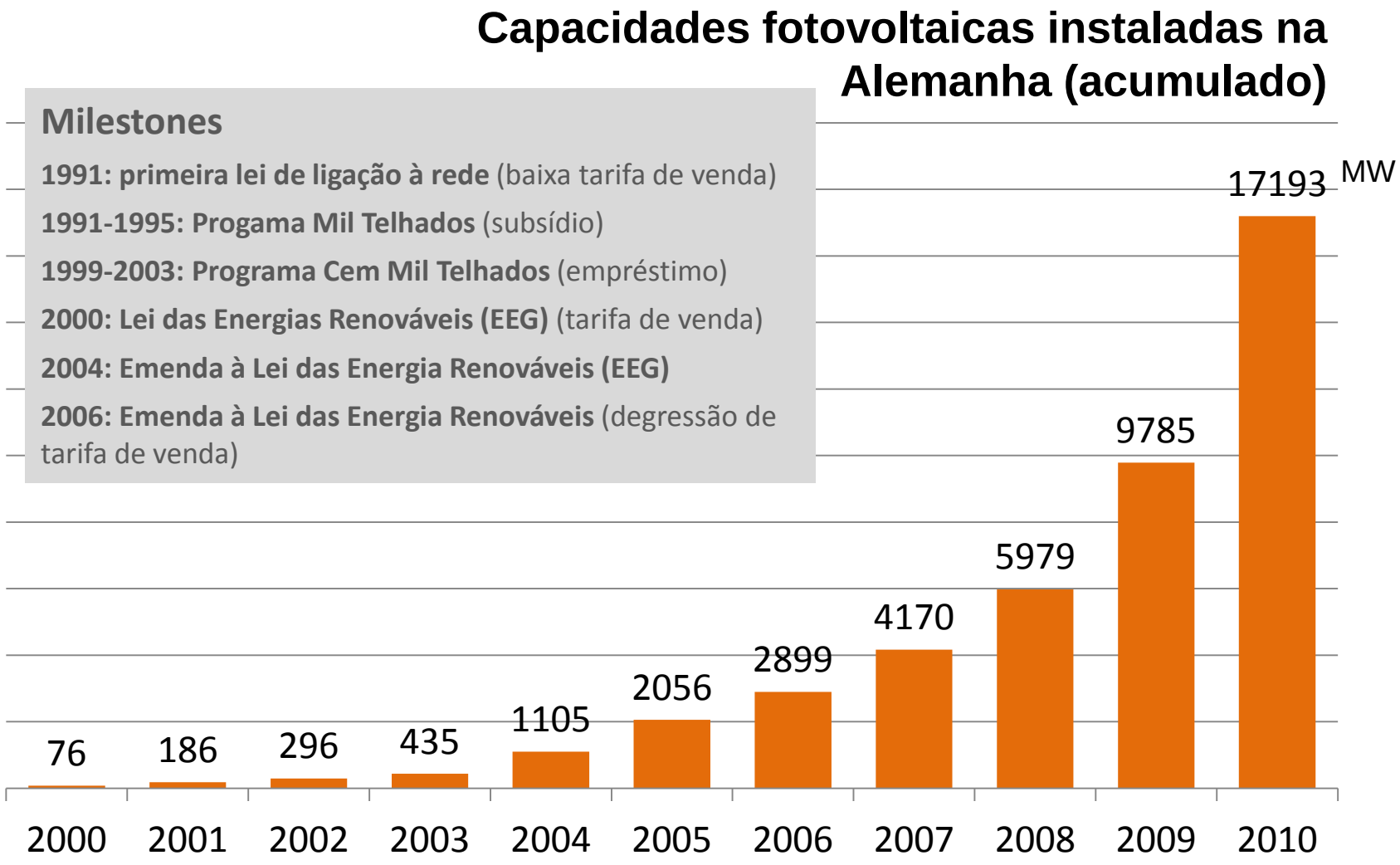
Produção de Electricidade na Alemanha em 2010

As energias renováveis forneceram 17% do consumo bruto de electricidade.

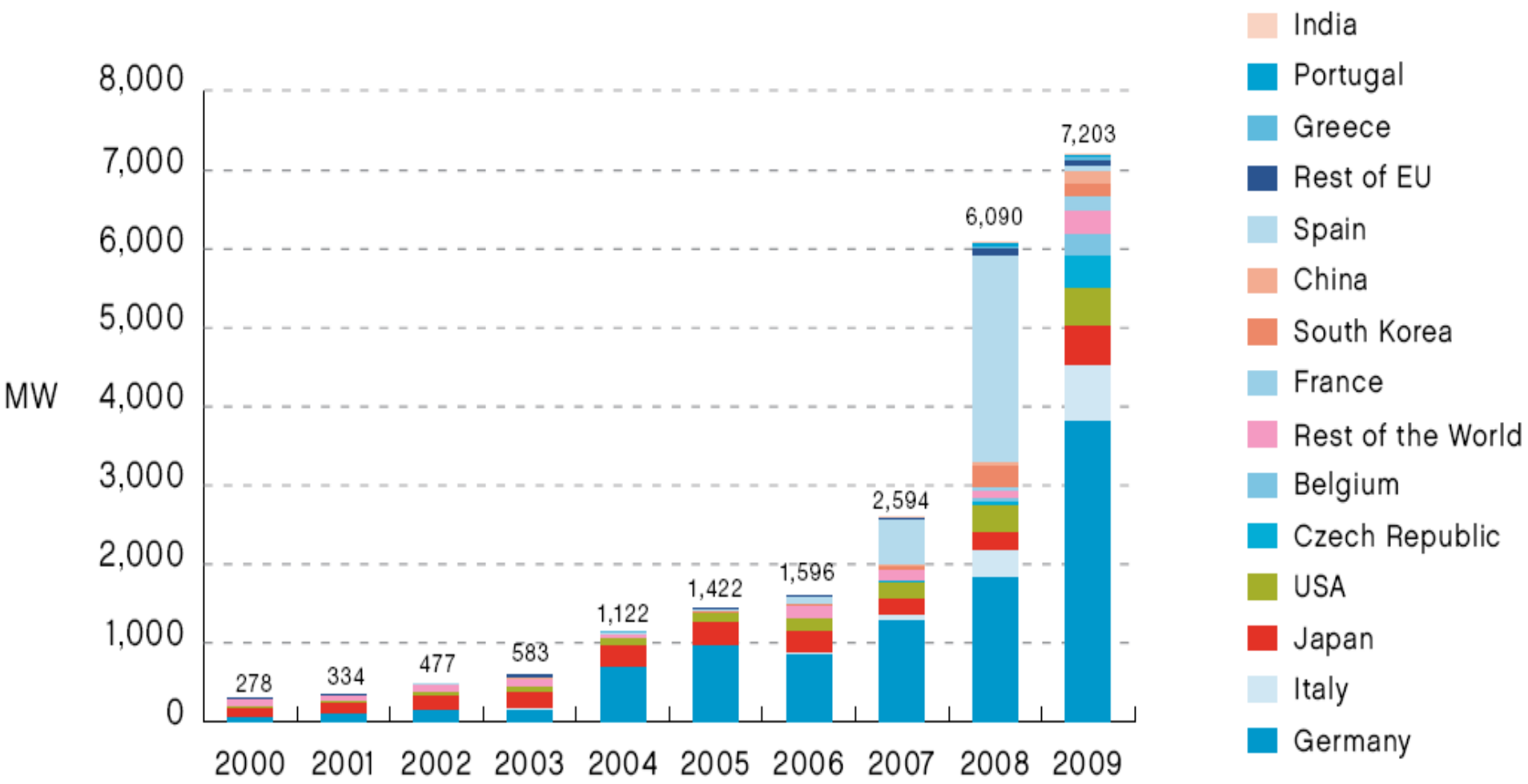


O CARÁCTER DISRUPITIVO DA ENERGIA FOTOVOLTÁICA

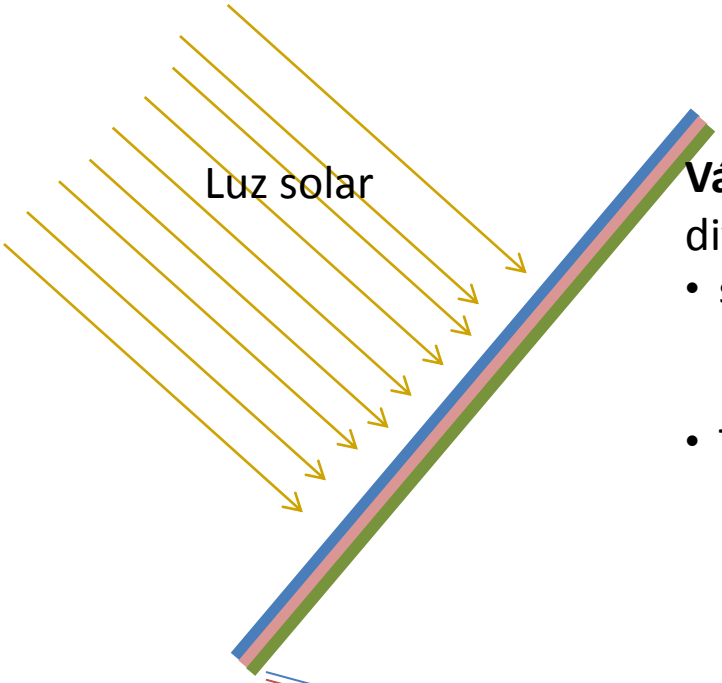
Alemanha foi um dos primeiros:
→ Take-off do mercado fotovoltaico global



Desenvolvimento mundial do mercado fotovoltaico: Parcela crescente de novos mercados

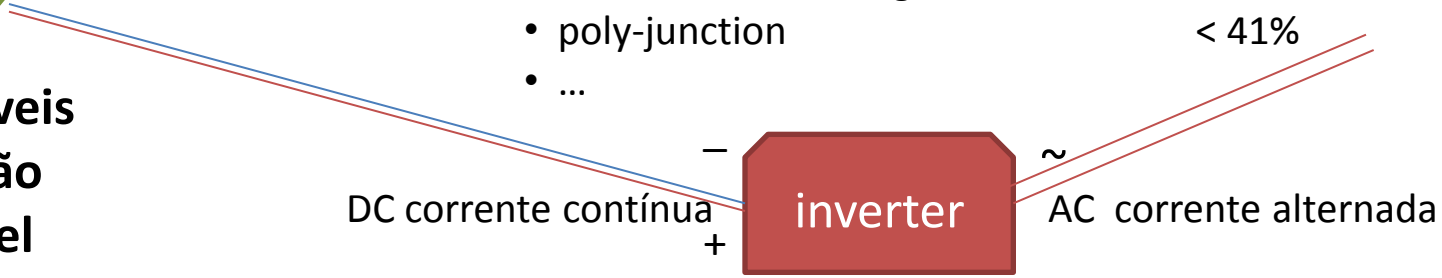


Fotovoltaico é uma tecnologia semicondutora: Conversão directa de luz solar para electricidade



Várias camadas de semicondutores
diversidade tecnológica:

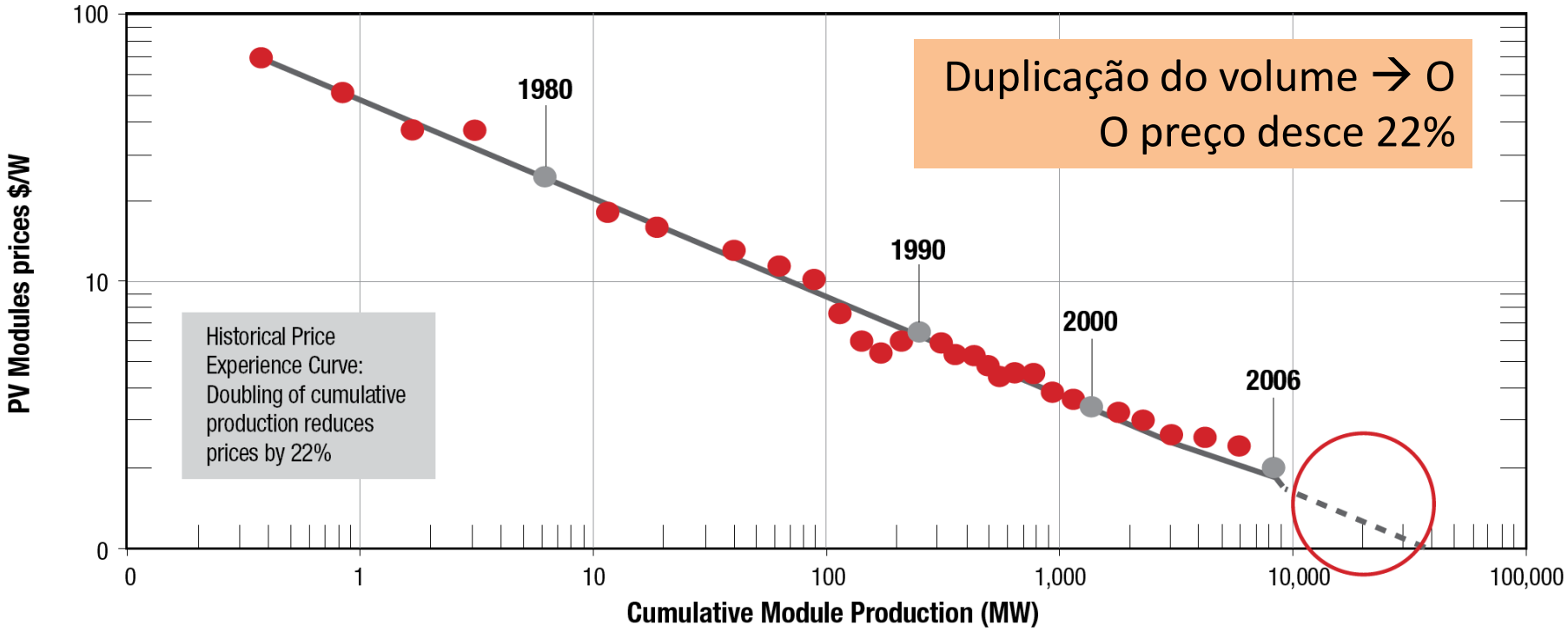
- silício cristalino c-Si (ingot-wafer)
  - mono cristalino < 24% efficiency
  - poly cristalino < 20%
- Tecnologia de filme fino
  - silício amorfo a-Si, tamb. comb. < 12%
  - CdTe telureto de cádmio < 16%
  - CIGS, var. combinações < 20%
  - GaAs, arsenieto de gálio < 24%
  - poly-junction < 41%
  - …



- **Sem partes móveis**
- **Sem manutenção**
- **Sem combustível**
- **Grande potencial de redução de custos**

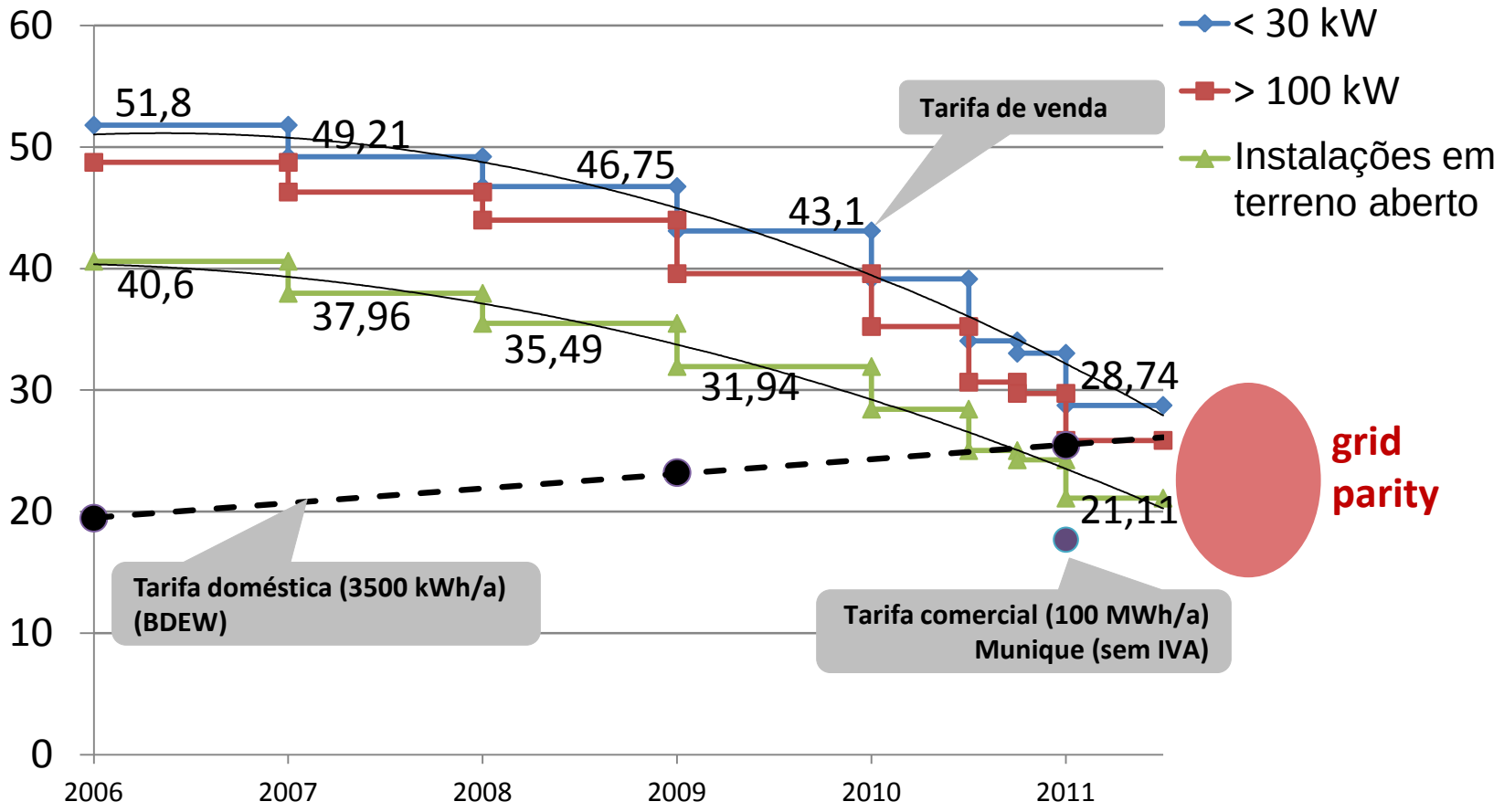
Uma tecnologia escalável

Redução rápida dos custos:
A curva de aprendizagem fotovoltaica



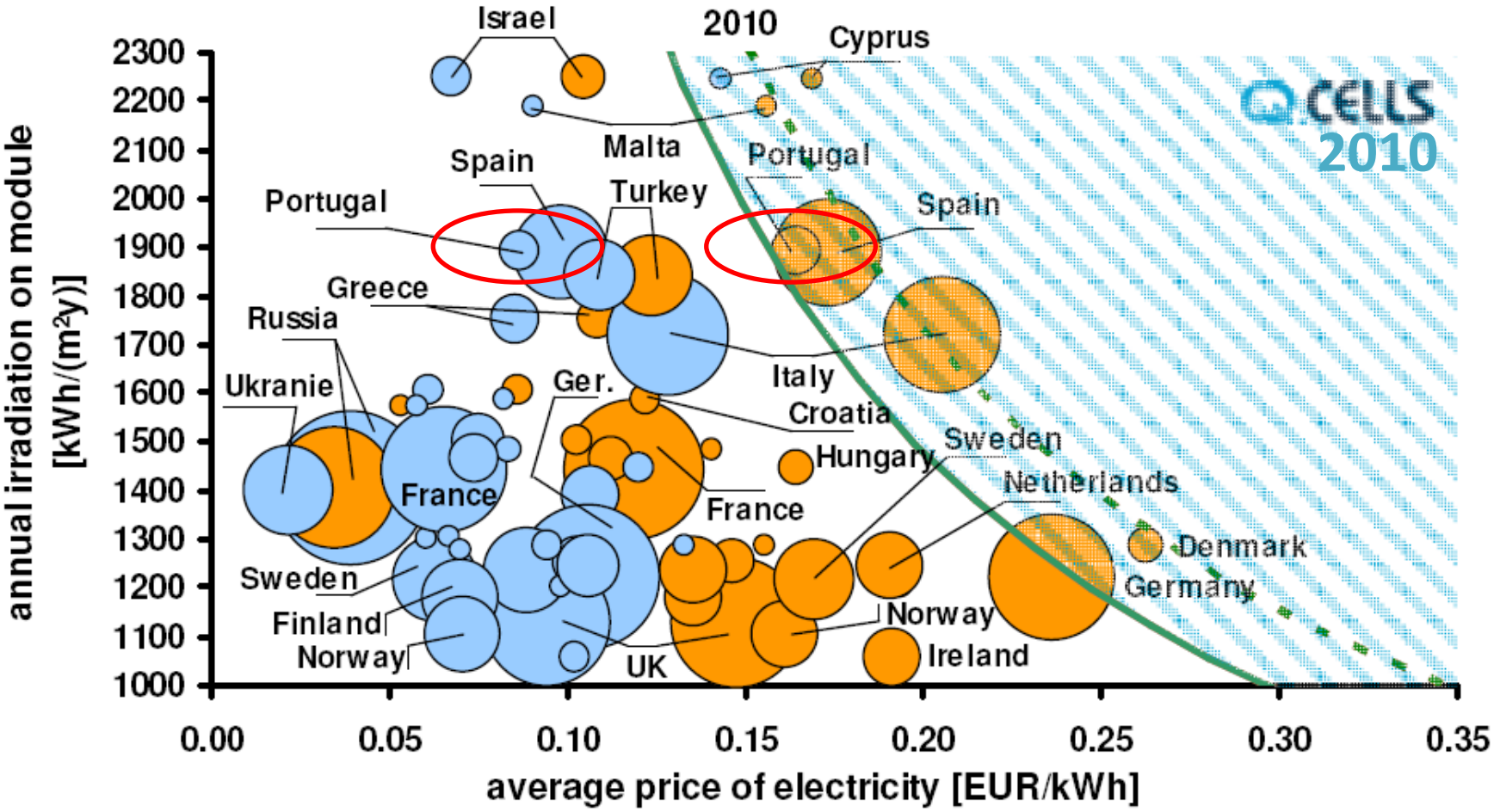
Sources: EU Joint Research Centre - EIA - National Renewable Energy Laboratory - A.T. Kearney analysis.

Redução rápida da compensação da ligação à rede na Alemanha: grid parity em 2012



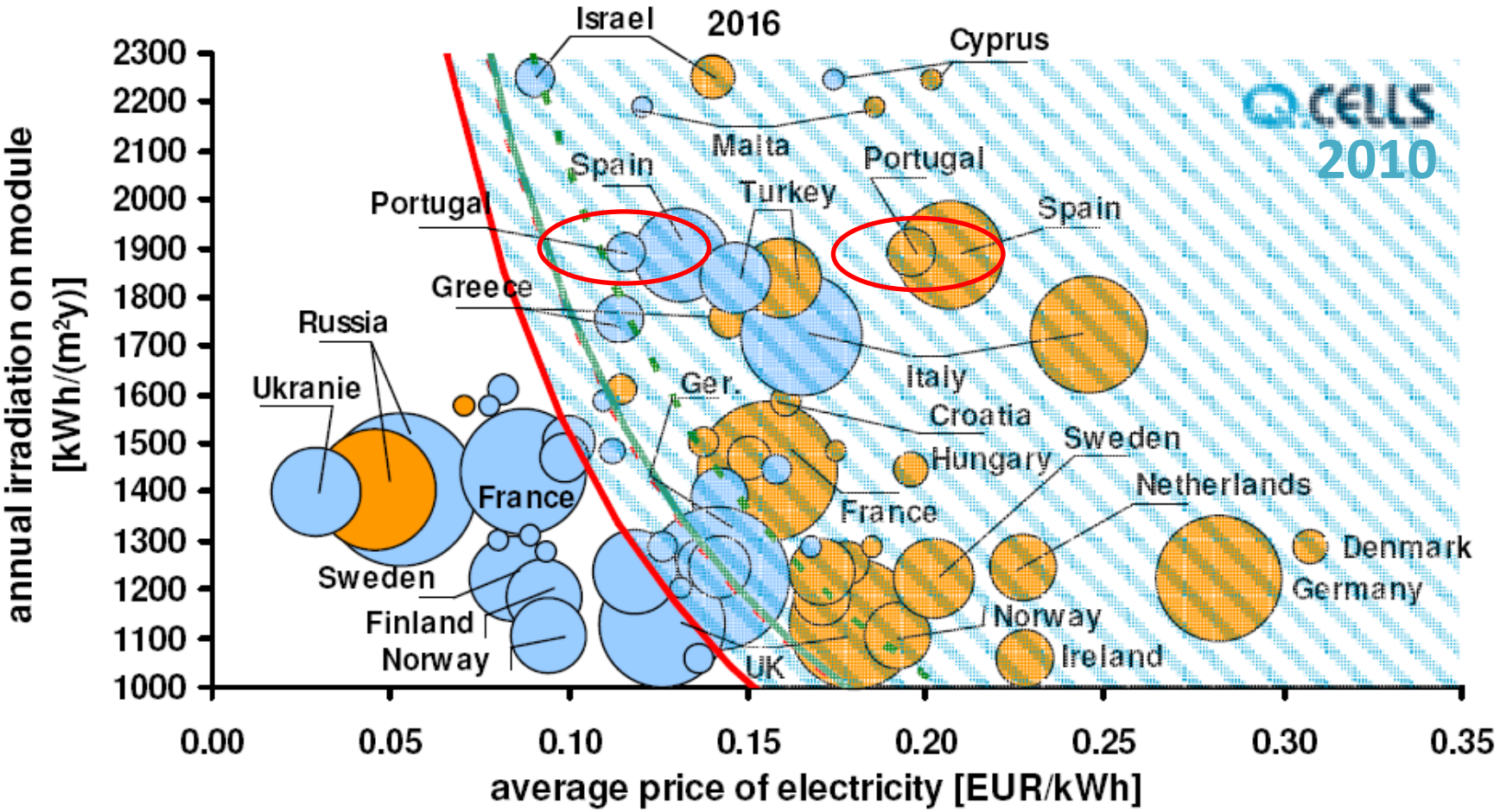
© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Grid parity na Europa em 2010



© Q-Cells, c.breyer@q-cells.com

Grid parity na Europa em 2016

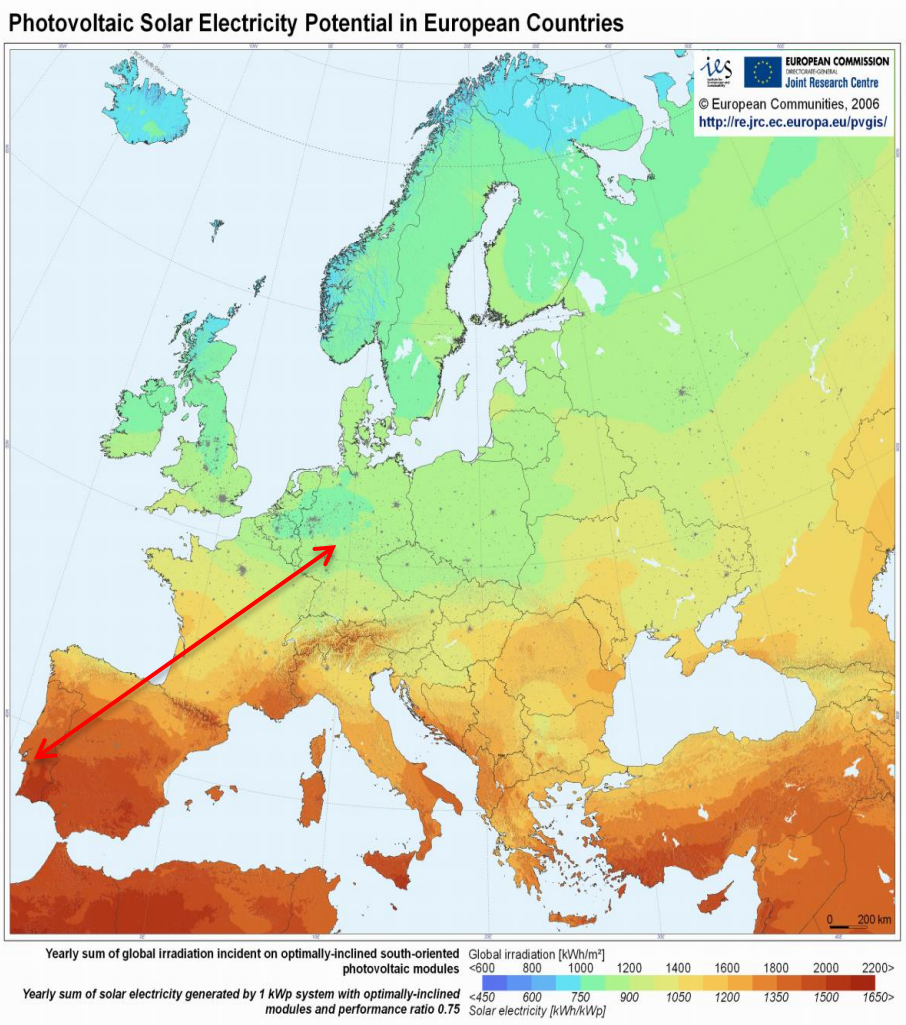


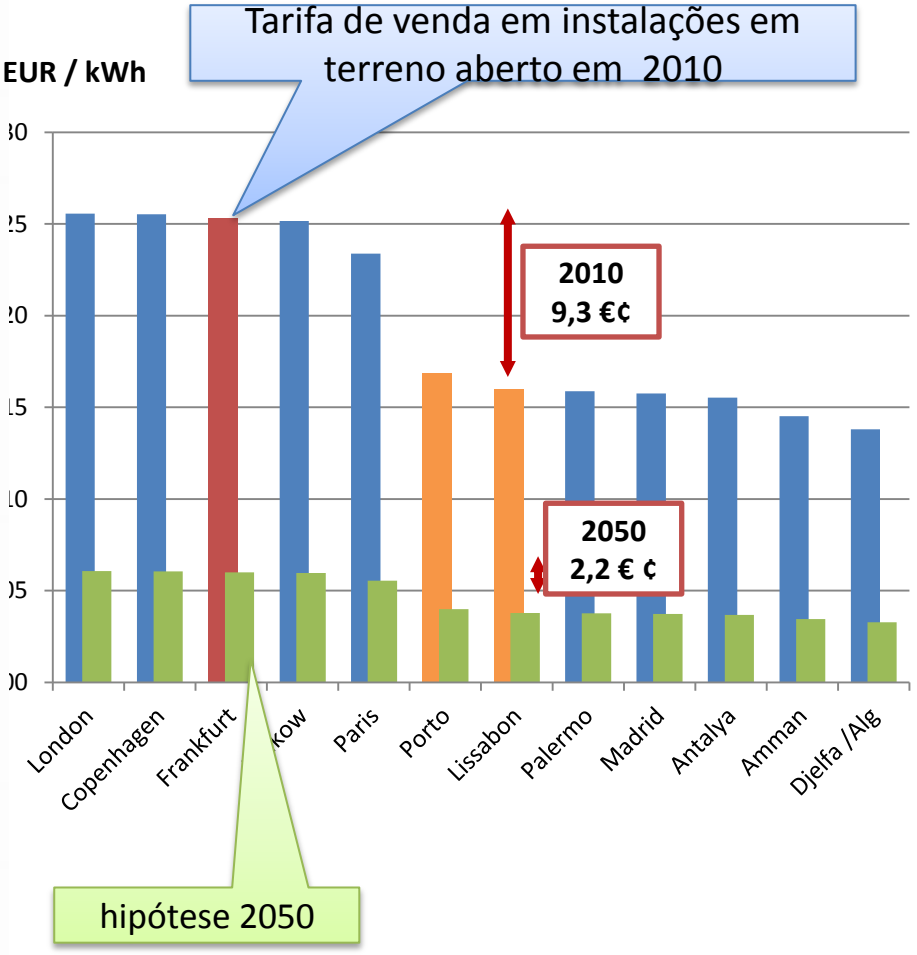
© Q-Cells, c.breyer@q-cells.com

comercial

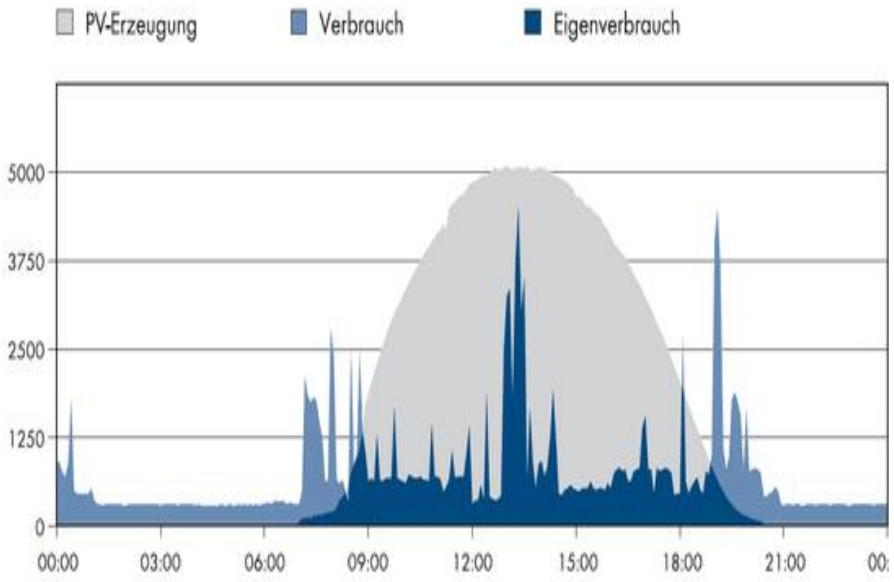
residencial

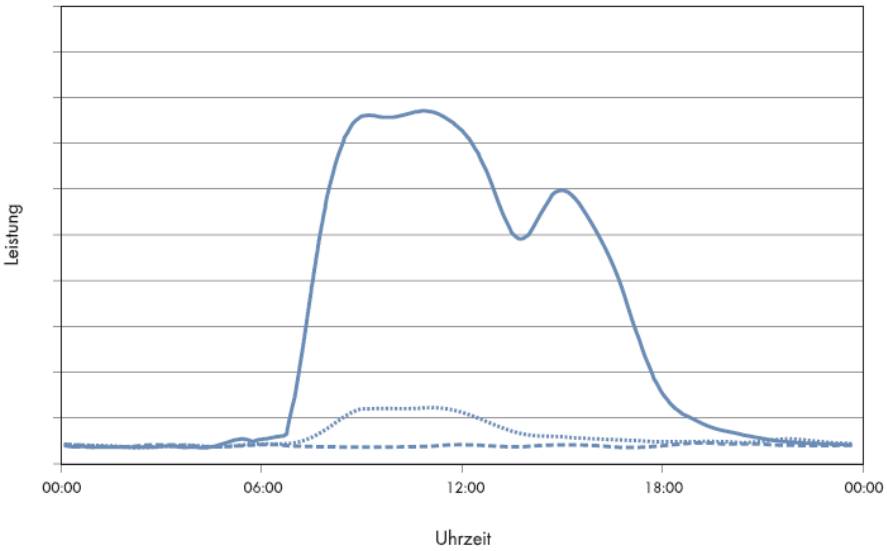
Influência da diferente radiação solar no LCOE (levelised cost of electricity)





Consumo de energia eléctrica não só na insolação directa: Potenciais diferentes para autoconsumo





Habitação

Dia de Verão sem nuvens, 4 pessoas,

Sistema fotovoltaico 5 kWp

Só baixo autoconsumo possível

Indústria/Serviços

Dia útil 8-18h

(BDEW Lastprofil G1)

Alto autoconsumo é possível

→ Boom fotovoltaico sem subsídios assim que a *grid parity* for atingida na Indústria

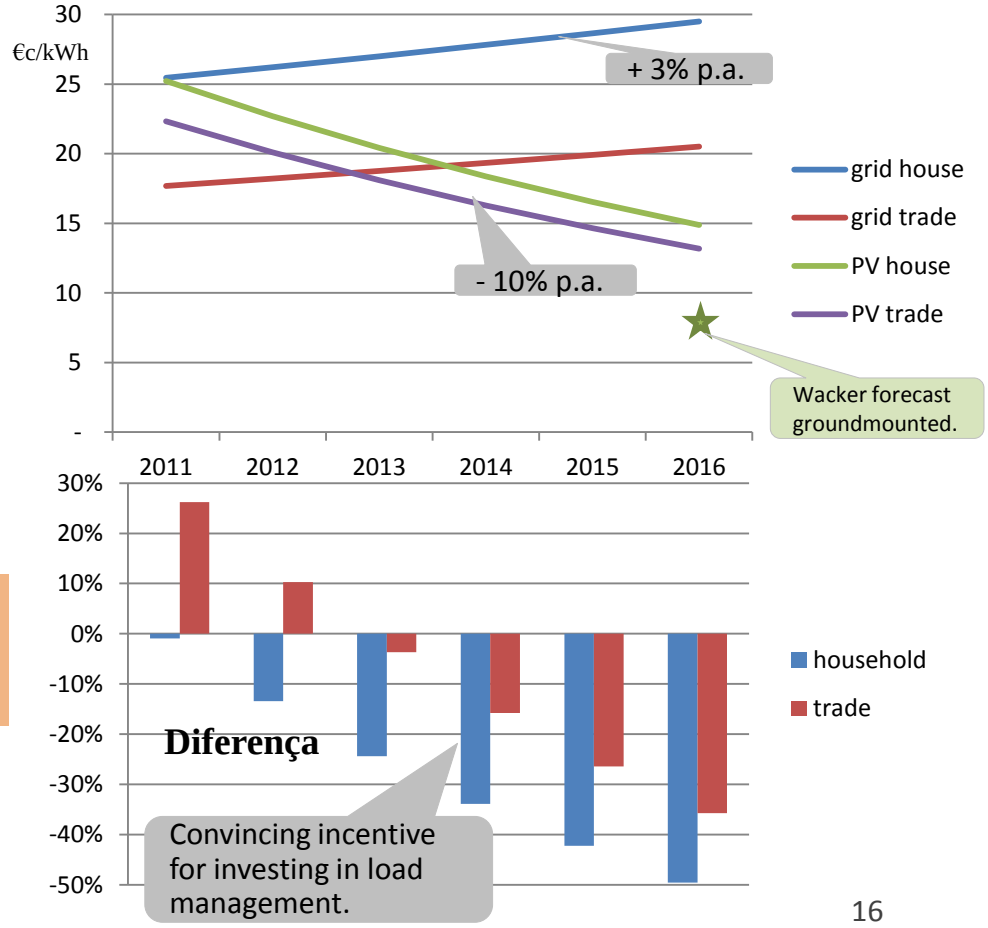
Autoconsumo na Alemanha: Cenário para os próximos 5 anos

- Nos últimos quatro anos, o preço médio de sistemas fotovoltaicos desceu 50%
  (3Q07-3Q11, <100kWp, Germany)
  correspondendo a *-16% p.a*.

- Pressupostos dos cenários
  - Evolução dos preços do sistema: *-10% p.a*.
  - Energia da rede: + 3% p.a.
  - Custos da energia fotovoltaica: baseado na relação entre o FIT eo preço do sistema em 2008 (crescimento PV estável)

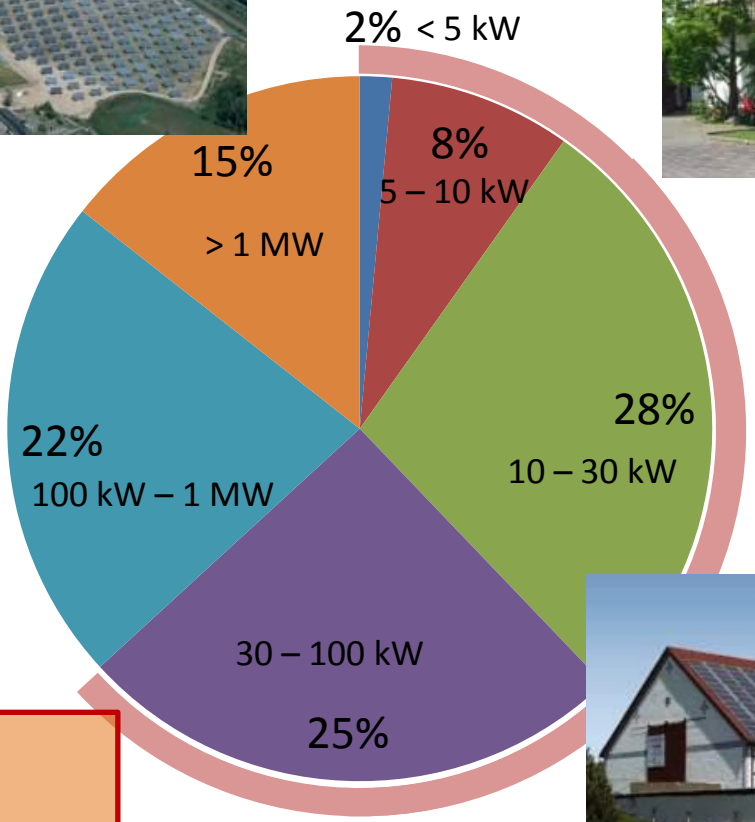
Em cinco anos, a energia do telhado pode custar 40% menos que a energia da rede

Evolução da diferença entre tarifas de venda e custos de produção



© ruggero@schleicher-tappeser.eu

A partir de 2013: parcelas importantes do mercado fotovoltaico na Alemanha serão interessantes para o autoconsumo



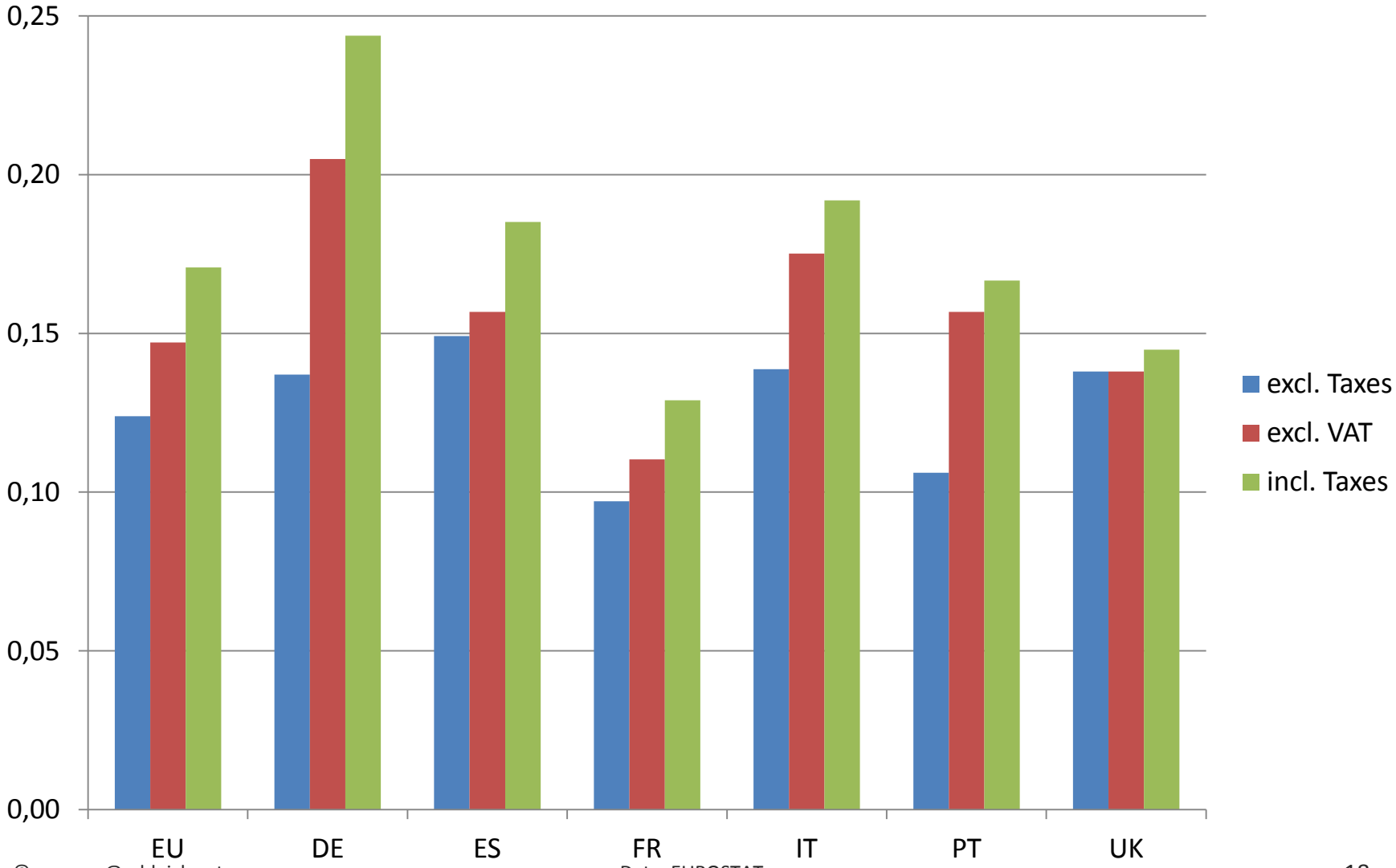
Instalações de
Janeiro a Setembro **2010**

60% de novas instalações < 100 kW

data: BNetzA 2010

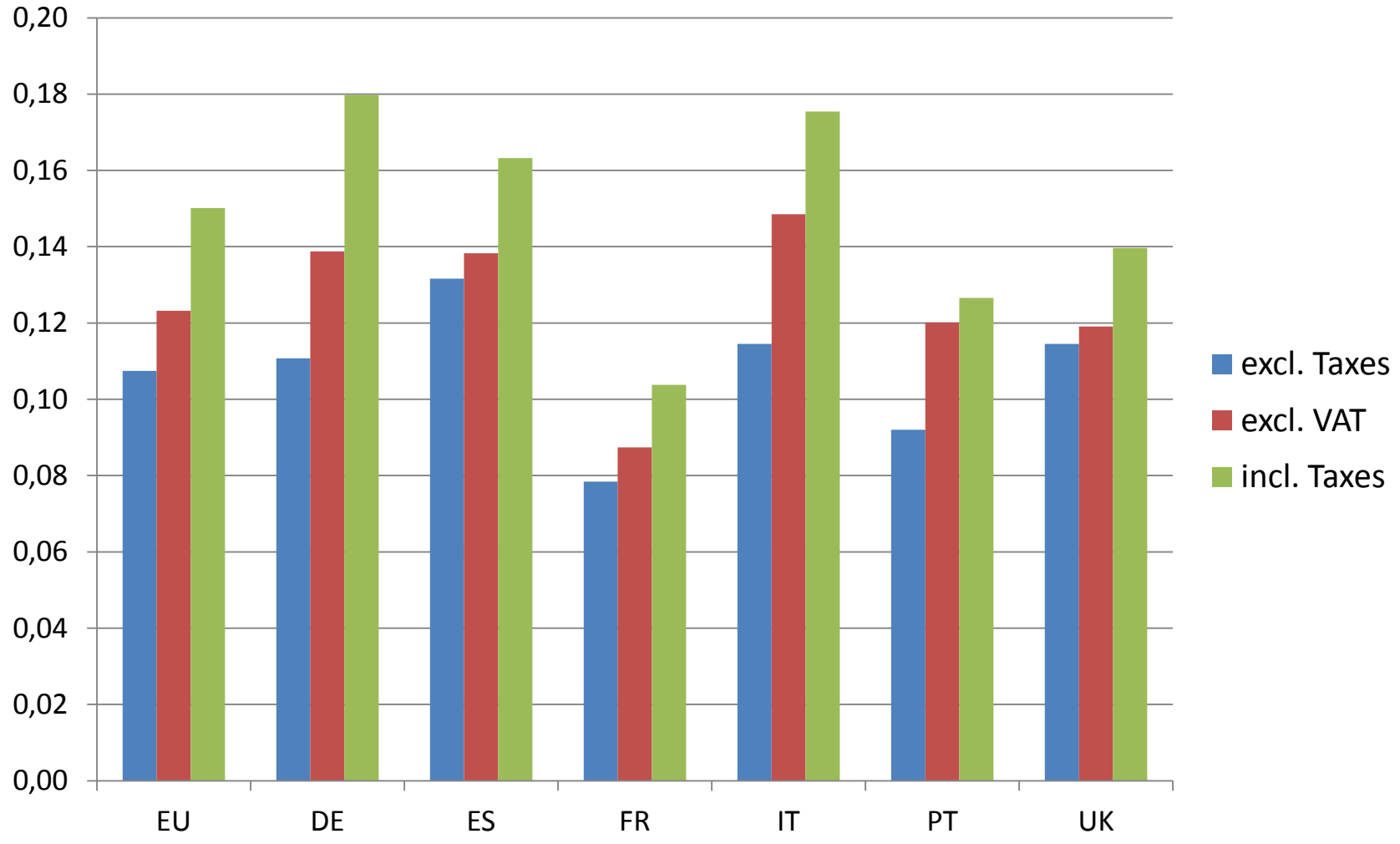
© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Composição do tarifário de energia eléctrica para uso doméstico - 2500 … 5000 kWh/a em 2010

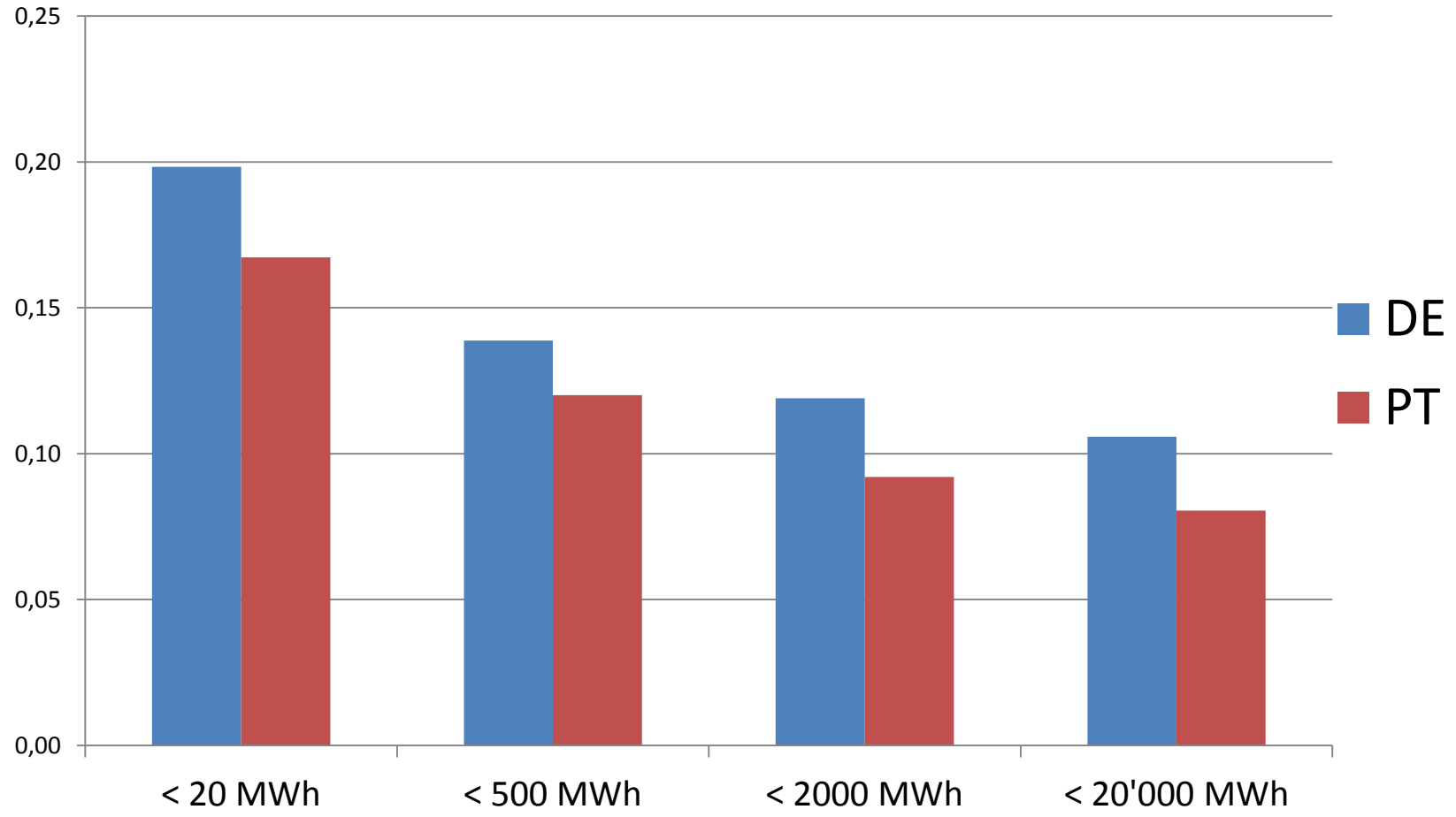


© ruggero@schleicher-tappeser.eu
Data: EUROSTAT

Composição do tarifário de energia eléctrica comércio/indústria < 500 MWh/a in 2010



Tarifas de energia eléctrica comércio/indústria sem IVA em 2010



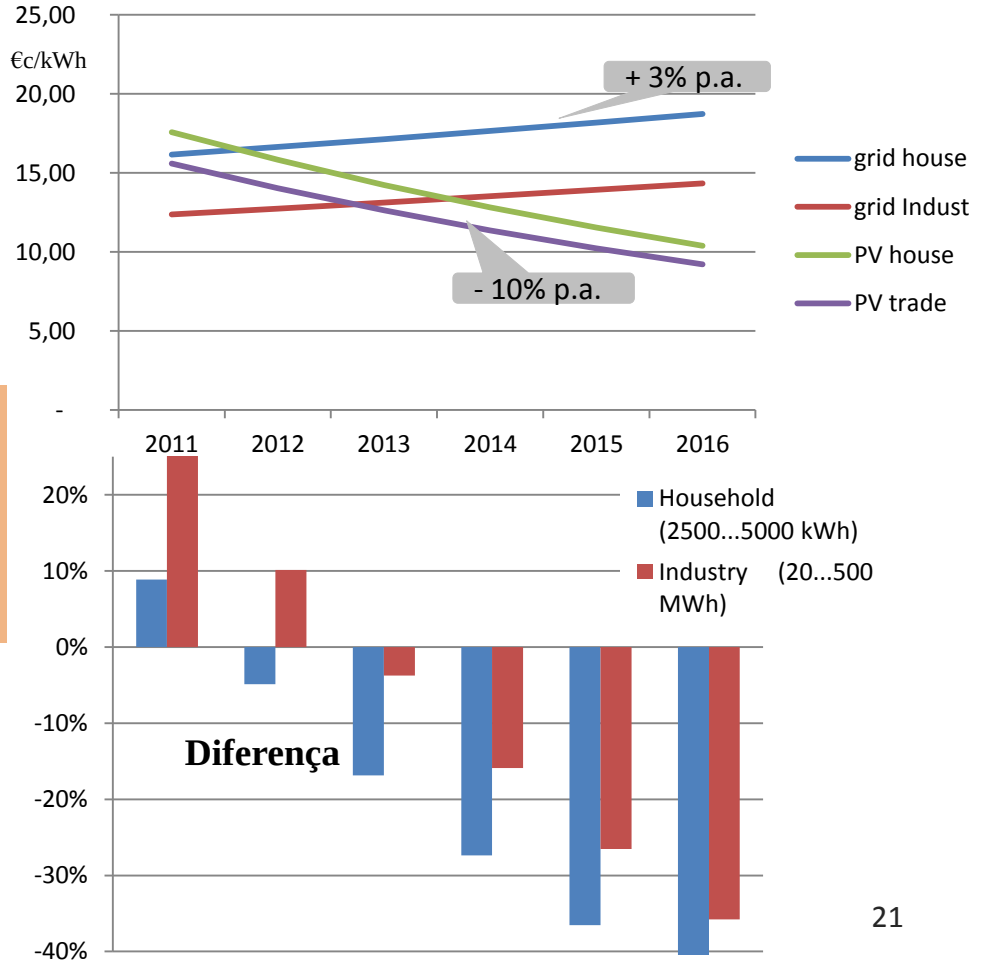
Portugal:
Cenário para os próximos 5 anos

Presupostos

- Custo do sistema : *-10% p.a*.
- Energia eléctrica da rede: sem IVA + 3% p.a.
- Custo do sistema em Portugal: Alemanha + 5%

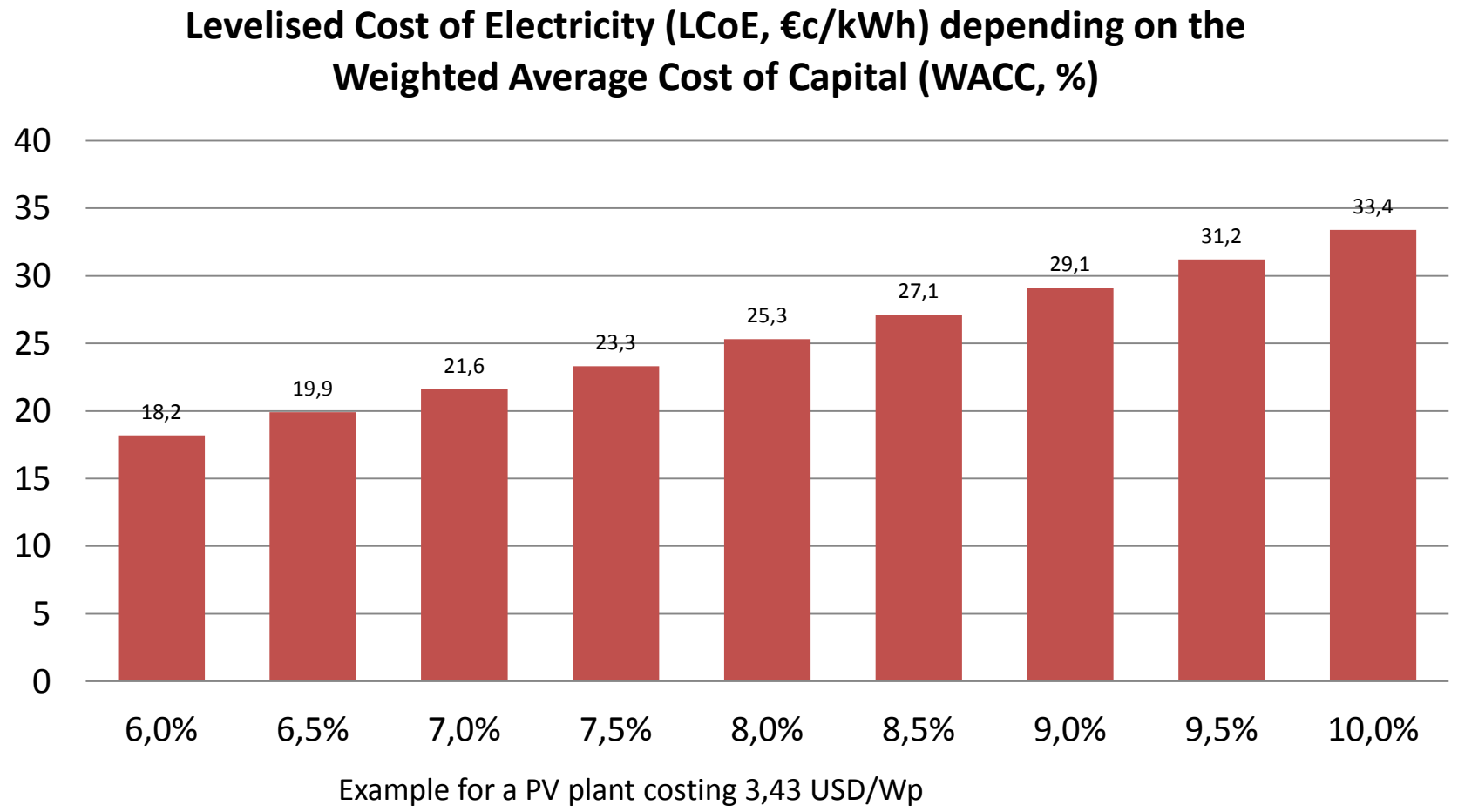
➢ Em 5 anos, a energia eléctrica de origem fotovoltaica do telhado pode tornar-se 40% mais barata do que a energia eléctrica da rede.

Desenvolvimento da diferença entre as tarifas de energia eléctrica e os custos da energia eléctrica fotovoltaica



© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Grande influência dos custos de capital

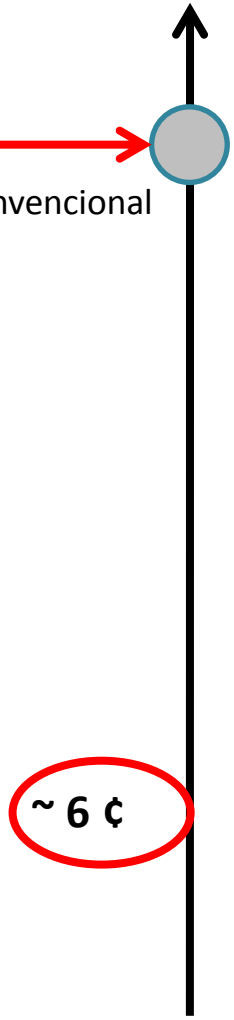


TRANSFORMAÇÃO DA ECONOMIA ENERGÉTICA

Tecnologia fotovoltáica modular:

Competitividade no ponto de ligação:

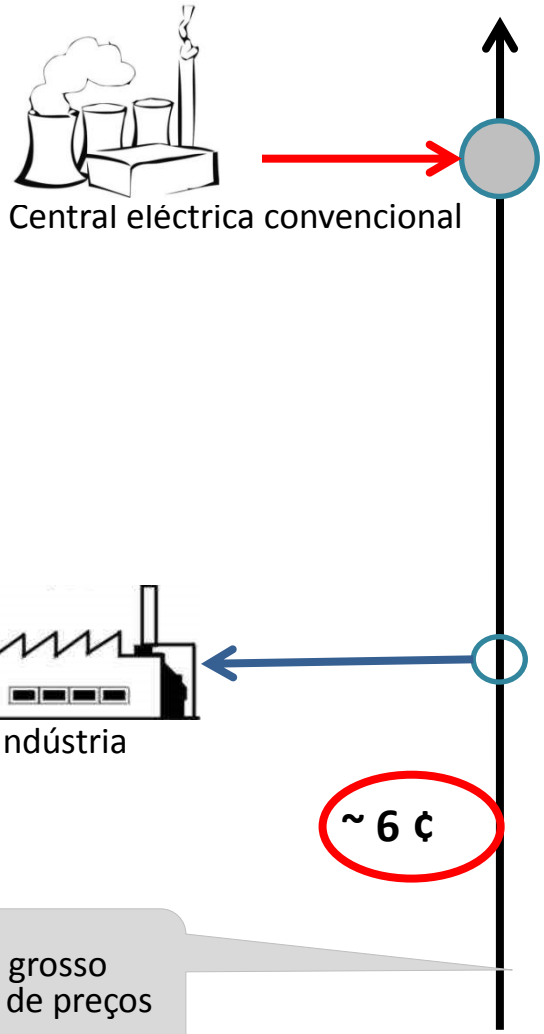
Central eléctrica convencional



© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Tecnologia fotovoltáica modular:

Competitividade no ponto de ligação:



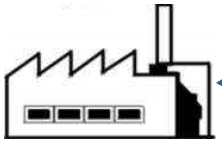
© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Tecnologia fotovoltáica modular:

Competitividade no ponto de ligação:

Central eléctrica convencional

50% de energia consumida: casas domésticas, comércio, serviços



Indústria

~ 6 ¢

18-24 ¢

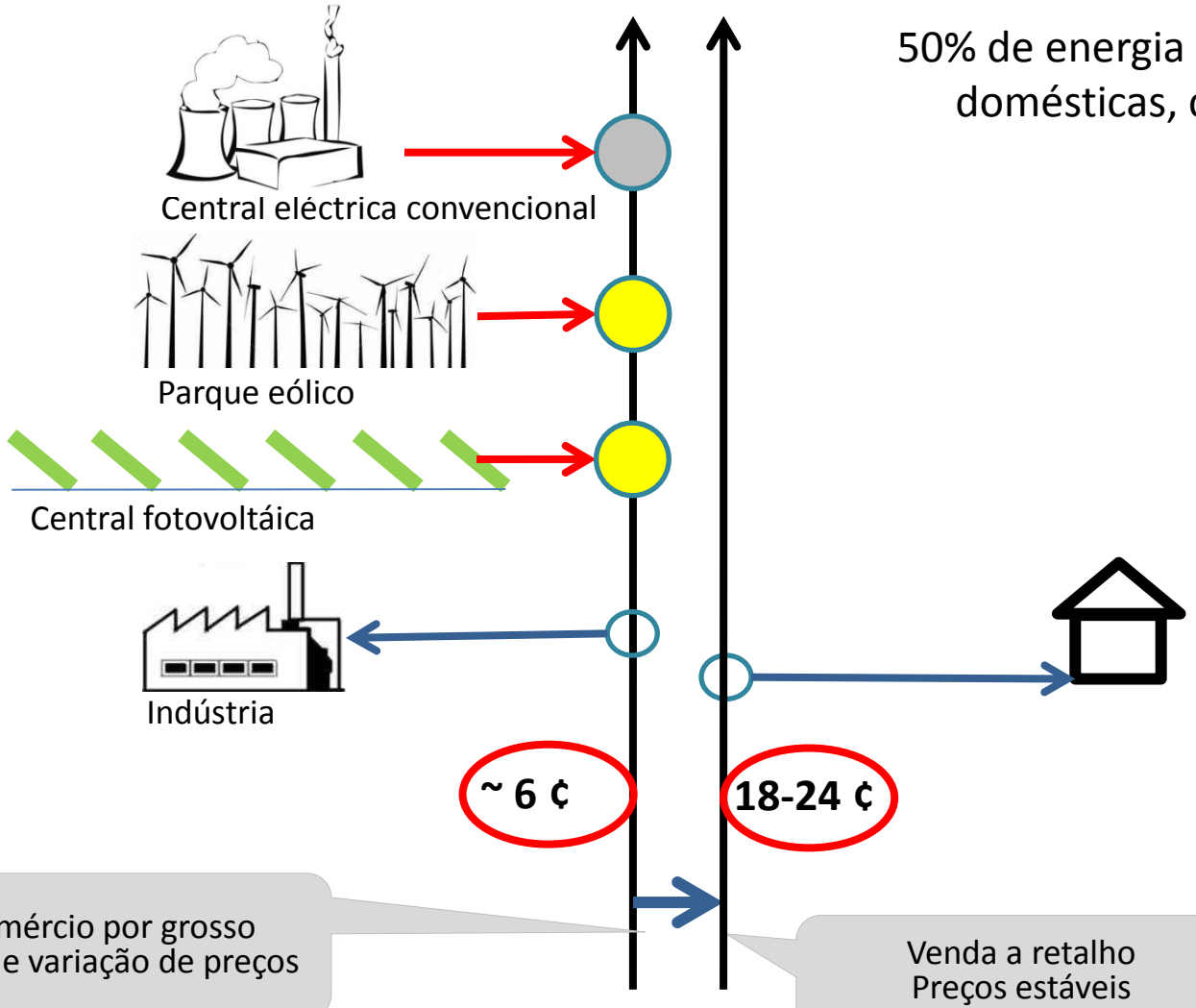
Comércio por grosso
Grande variação de preços

Venda a retalho
Preços estáveis
graus tarifários

© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Tecnologia fotovoltáica modular:

Competitividade no ponto de ligação:

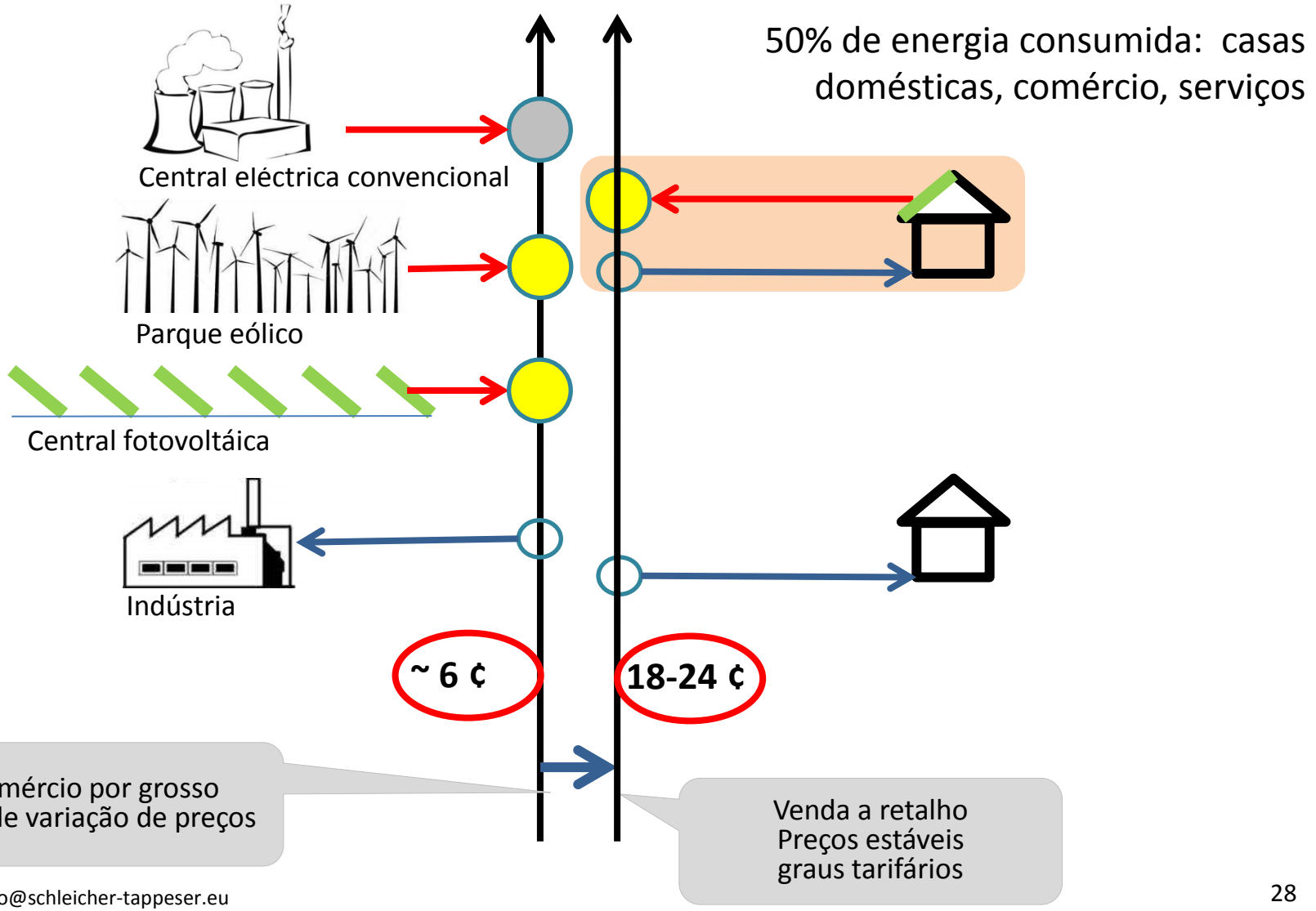


50% de energia consumida: casas domésticas, comércio, serviços

© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Tecnologia fotovoltáica modular:

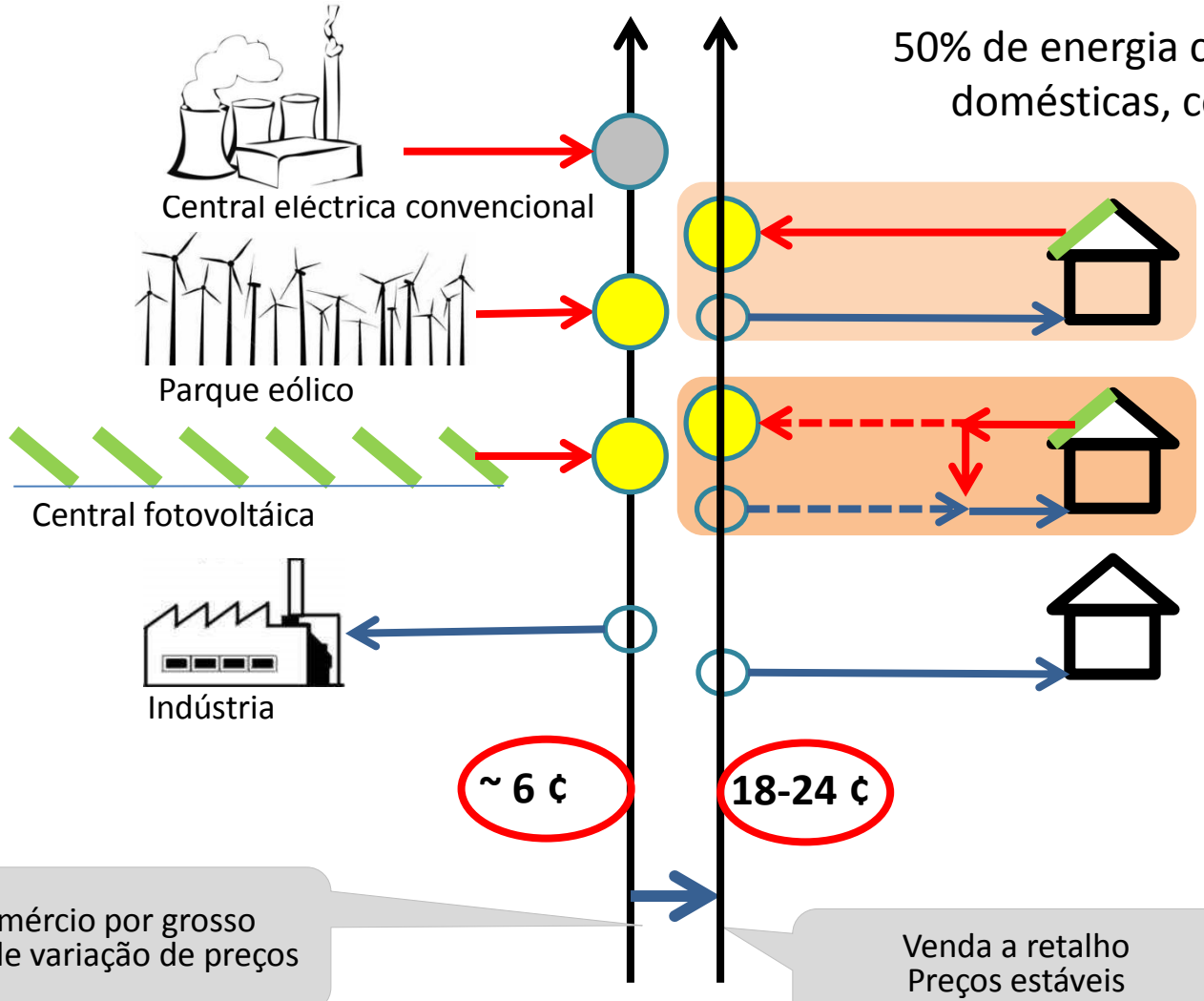
Competitividade no ponto de ligação:



© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Tecnologia fotovoltáica modular:

Competitividade no ponto de ligação:

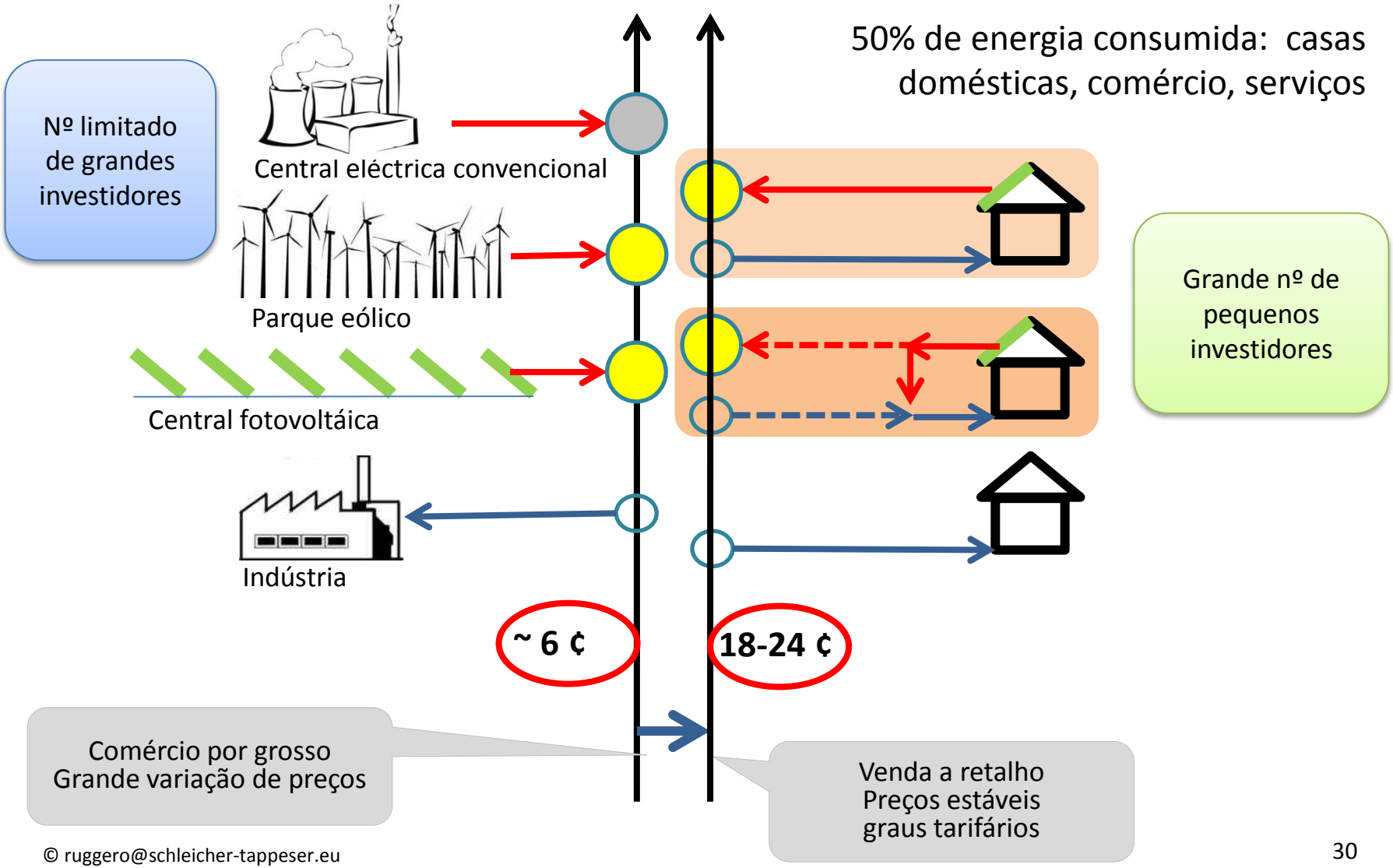


50% de energia consumida: casas domésticas, comércio, serviços

© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Tecnologia fotovoltáica modular:

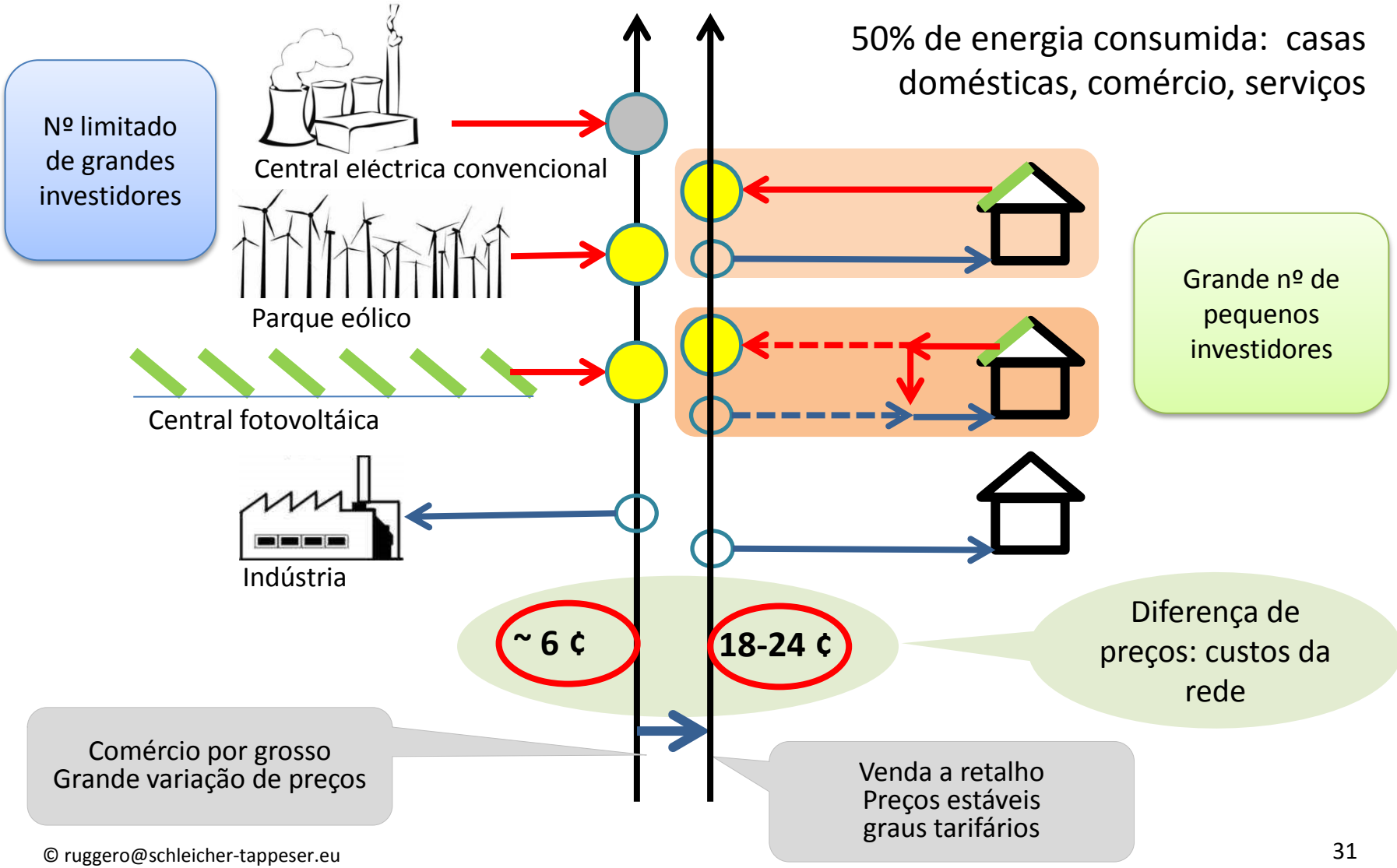
Competitividade no ponto de ligação:



© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Tecnologia fotovoltáica modular:

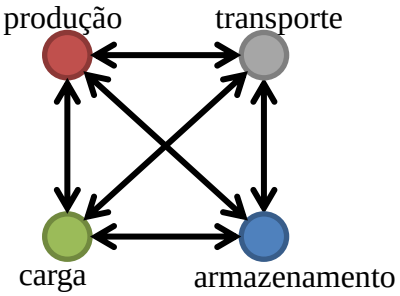
Competitividade no ponto de ligação:



© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Produção de energia em “captive power production*” facilita a mudança do sistema

- O desafio crítico para o sistema completo: irregularidade no fornecimento da energia com sol e vento



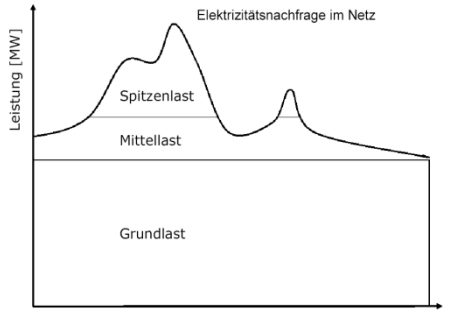
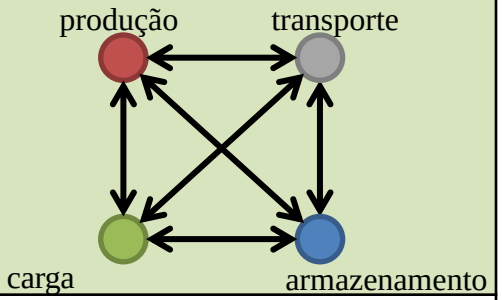
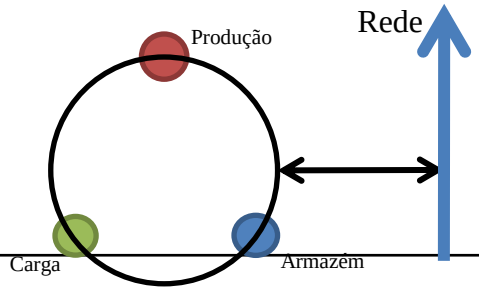
- “Captive power production” possibilita flexibilidade

- “Captive power production” pode:
  - Retirar a sobrecarga das redes
  - Contribuir para o equilíbrio de fornecimento de energia (Load managment)
  - Contribuir para um fornecimento de energia mais seguro
  - Fortalecer a competitividade
- Para obter estas condições, as condições quadro devem estabelecer incentivos adequados

*produção de energia independente para a indústria

© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Mudança na lógica do sistema energético

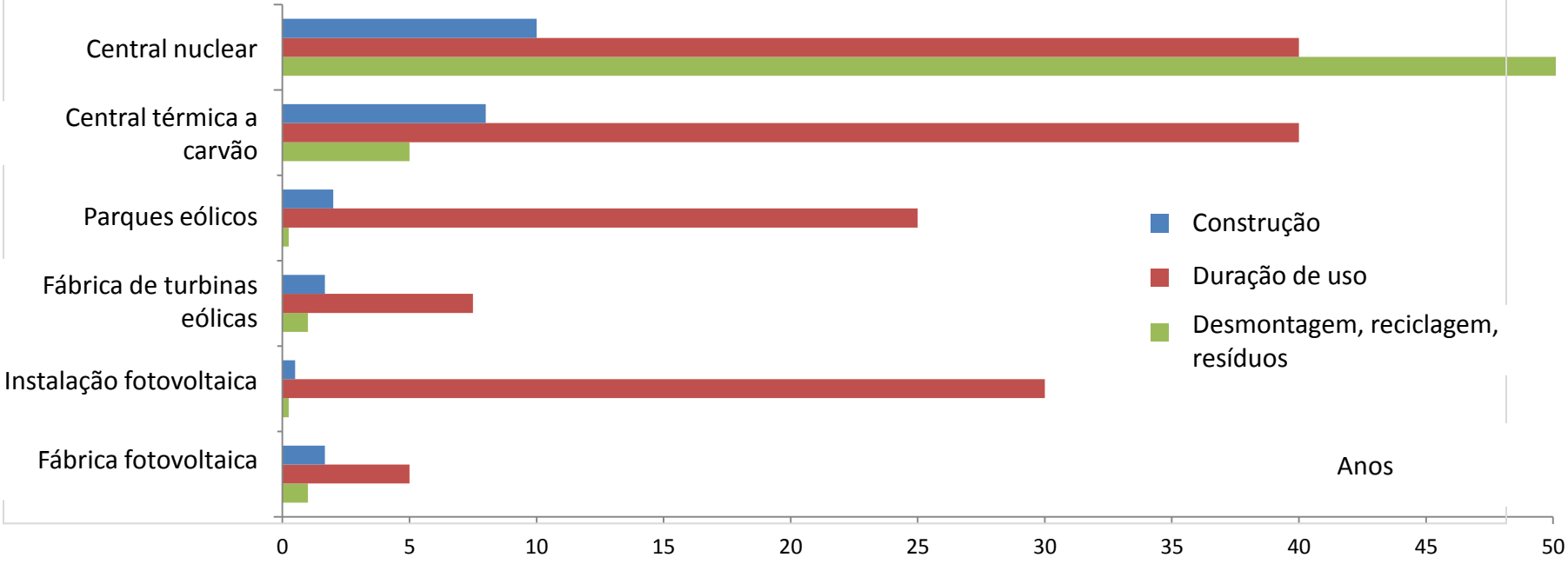
Tradicional Centrais eléctricas grandes fossil e nuclear Transformação	• A produção segue a procura: Carga de base/carga média/carga de pico • Administração da carga só com consumidores de grande escala • Controlo central	
Fornecimento total através de renováveis Optimização integrada sistema completo	• Flutuação na produção com vento e sol domina • Administração da carga, armazenamento • Complexidade exige uma optimização a vários níveis	
Contributo ***Produção do consumidor*** *Optimização ao nível dos consumidores*	• Optimização do subsistema • Resolução parcial da irregularidade a nível local • Facilita a optimização a um nível mais elevado	

© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Nova situação para a economia energética: ciclos de construção e inovação reduzidos

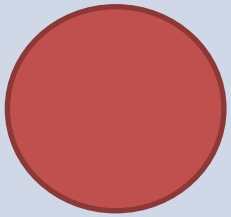
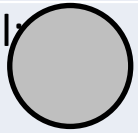
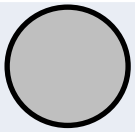
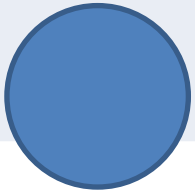
- Desenvolvimento aceleradode capacidades de produção
- Maior rapidez na regressão dos custos
- Rápida transformação do sector de electricidade

Aceleramento dramático em relação às tecnologias convencionais



© ruggero@schleicher-tappeser.eu

Abordar produção e consumo de electricidade

	Abordagem convencional central eléctrica	Abordagem futura ? Renováveis irregulares
Administração de produção	Administração central 	Só em casos extremos existem perdas
Compensação geográfica sobre as redes	Abordagem principal: cargas médias previsíveis 	Longas distâncias: variação climática menos importante 
Gestão de procura	Quase completo abandono, e muito poucos incentivos	A todos os níveis enorme potencial para a inovação
Armazenamento	Armazenamento de energia em central de bombagem	A todos os níveis grande potencial para a inovação 

© ruggero@schleicher-tappeser.eu

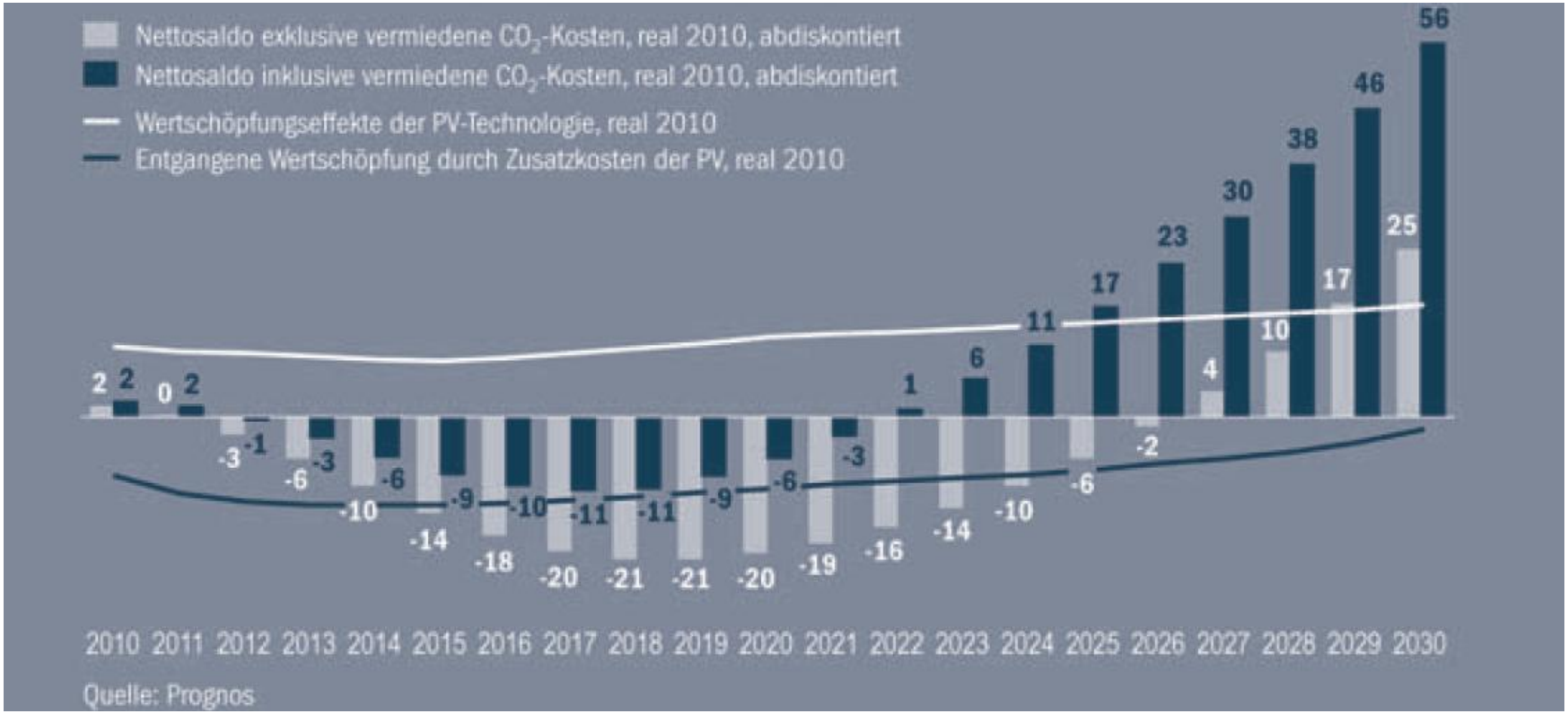
ASPECTOS DA ECONOMIA NACIONAL

Vantagens para a economia nacional

- Sem importação de combustíveis
- Valor acrescentado regional: postos de trabalho, lucros, impostos
- Vários graus de valor acrescentado com ampla exigência de qualificação
- Balanço geral positivo a curto prazo: Financiamento inicial rapidamente recuperado através da tarifa de venda
- Maior segurança no fornecimento, prevenção de conflitos internacionais
- Sem consequências para gerações futuras (p.ex. danos climáticos, resíduos)

Resultado financeiro líquido nacional (Alemanha), apesar da fase inicial com custos elevados, em 2022 saldo positivo

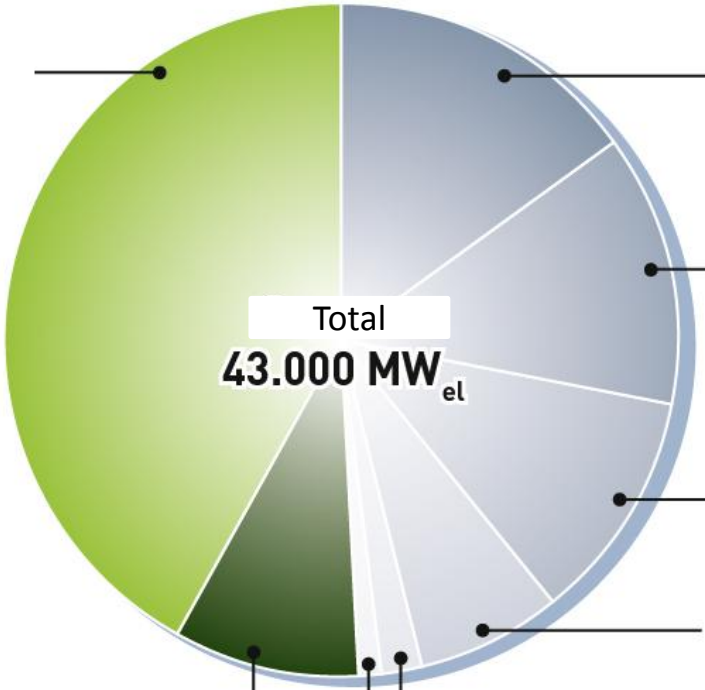
- Roland Berger / PROGNOS 2010 previsões cuidadosas:



- ATKearney 2010: já a partir de 2012, balanço geral positivo

Compromisso civil
Distribuição de propriedade e dos lucros

Parcelas dos diferentes grupos a nível nacional (Alemanha), de capacidade instalada para produção de energia derivada das centrais de energias renováveis



Quelle: trend research 2010; Stand: 10/2010

www.unendlich-viel-energie.de

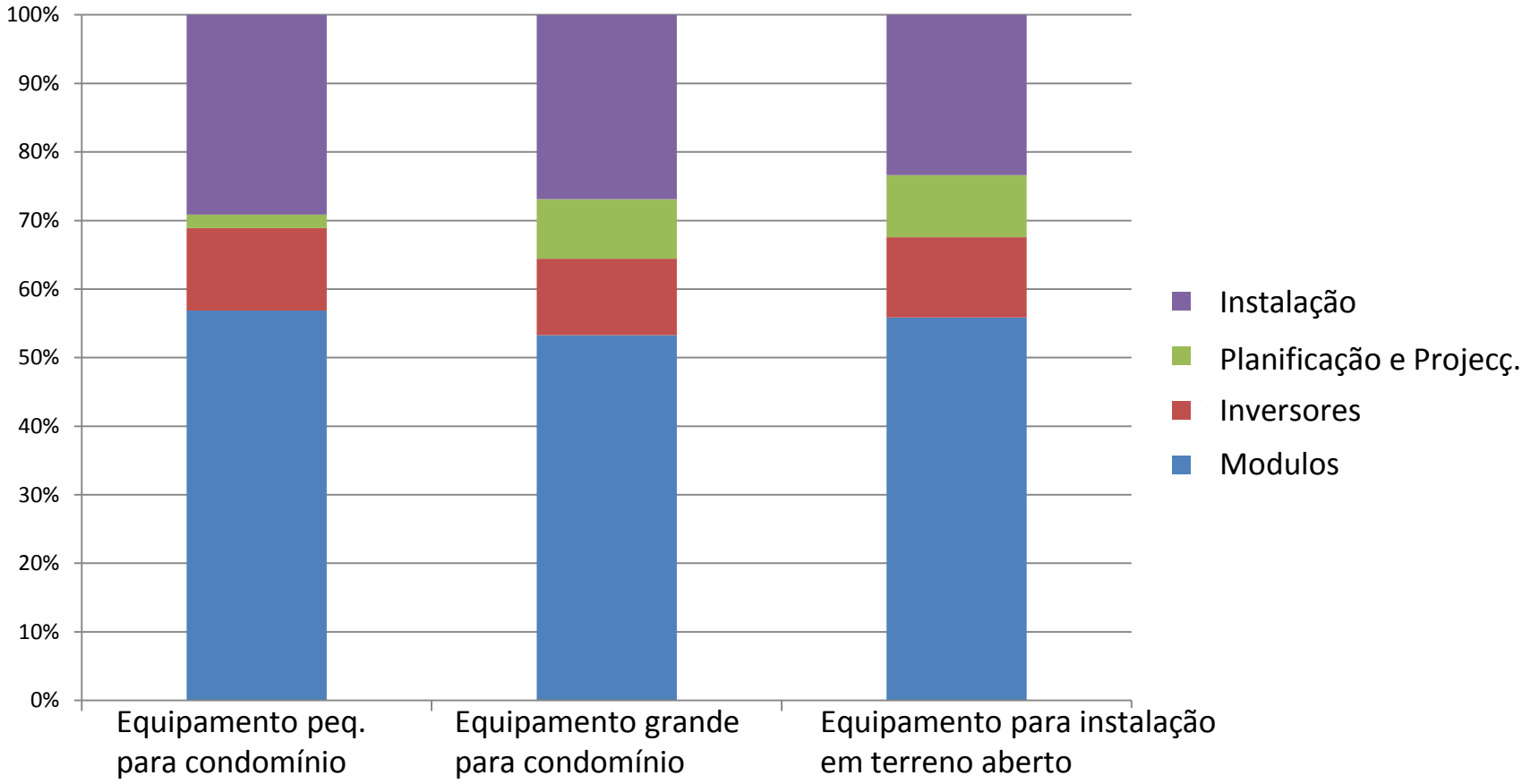
Cadeia de valor

- Institutos de I&D
- Produtores de maquinaria para produção
- Bancos e investidores
- Produtores de silício, células e módulos
- Distribuição
- Integradores de sistemas, EPC-Contractors
- Instaladores especializados no ramo da construção
- Empresas de operação

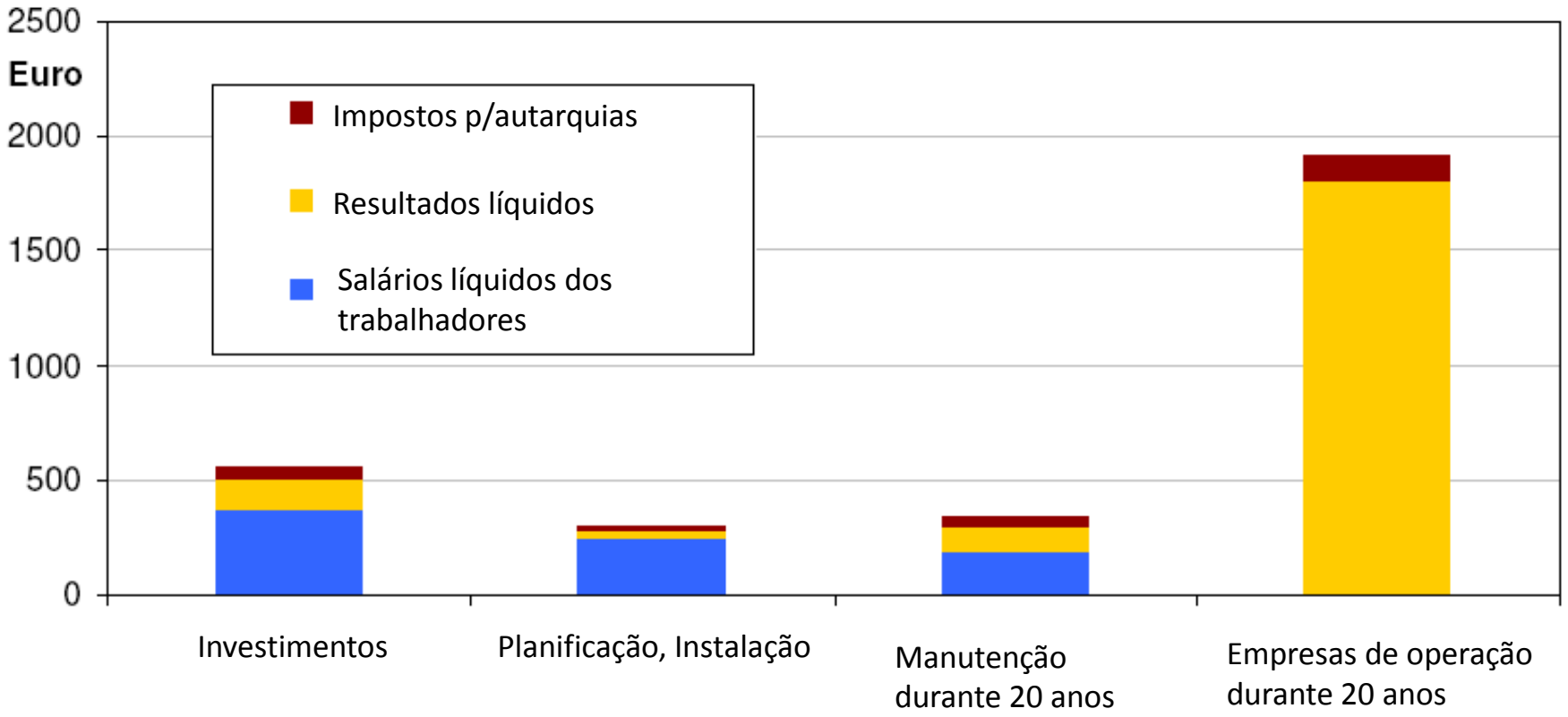
Estrutura de custos para equipementos pequenos, Alemanha 2009

	Percentagem	Custos €/kWp	Vendas €/kWp
Modulos ↘	**57%**	**1566**	**4726**
Distribuição	10%	276	1566
Módulos	10%	262	1291
Células, materiais de absorção	17%	475	1029
Wafer	10%	266	554
Materias primas	10%	287	287
Inversores →	**12%**	**331**	**603**
Distribuição	2%	58	331
Produção	10%	273	273
Planificação projecção ↗	**2%**	**54**	**54**
Instalação ↗	**29%**	**803**	**1054**
Distribuição de material de instalação	2%	53	304
Produção de material de instalação	9%	250	250
Montagem	11%	304	304
Ligação à rede	7%	196	196
TOTAL	**100%**	**2754**	**6427**

Estrutura de custos em diferentes equipamentos, DE 2009

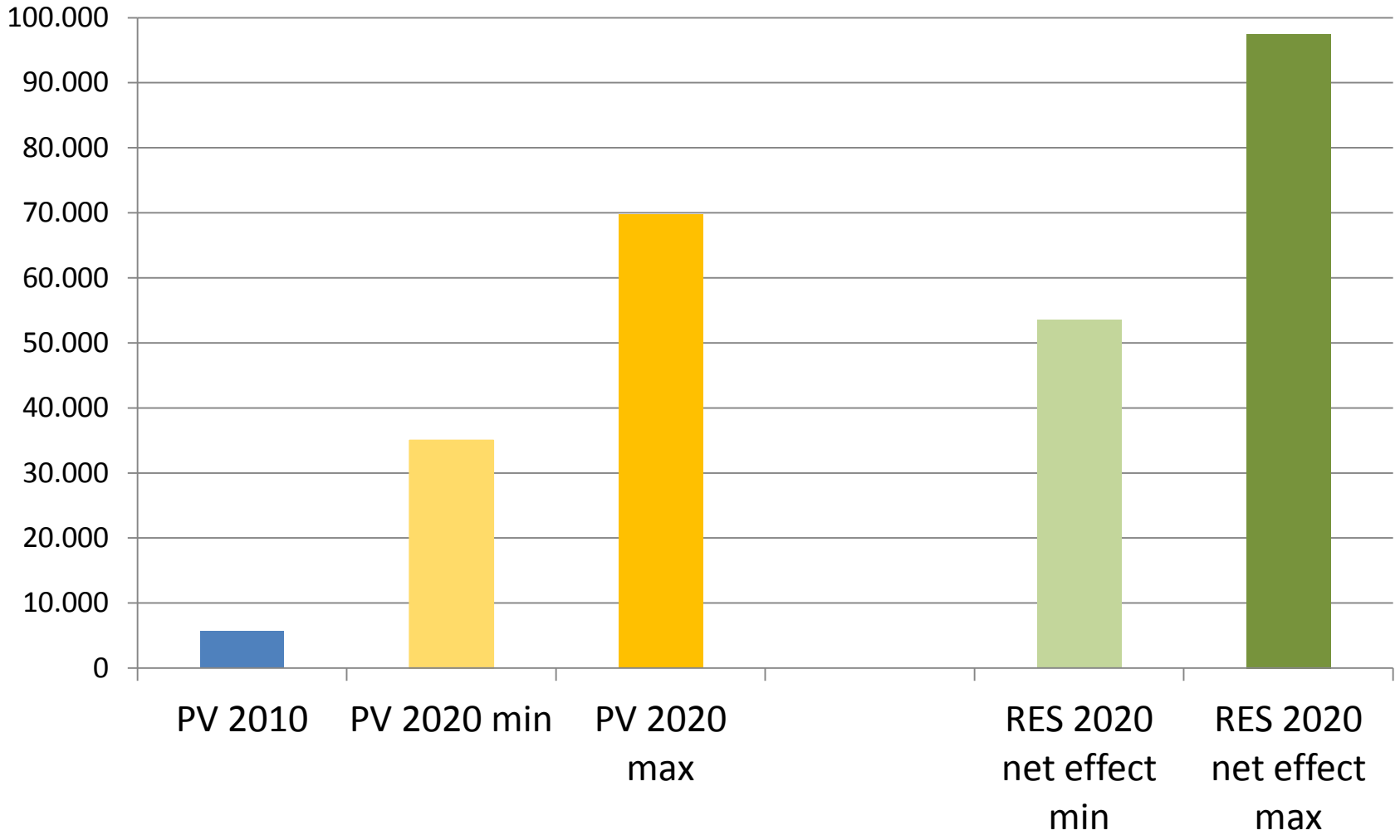


Valor acrescentado ao nível das autarquias durante 20 anos com ‚Microgeração' na Alemanha



© IOEW 2010

Italy: estimated employment effect of the 20-20-20-package



Portugal pode tirar elevados proveitos da energia fotovoltáica

- Elevada radiação solar→ Vantagens na UE
- Electricidade mais barata para a indústria em poucos anos
- Estrutura industrial de Portugal pode contribuir fortemente para a cadeia de valor da energia fotovoltáica
- A indústria da construção pode tirar proveito
- A estrutura de produção de energia facilita utilização da energia fotovoltáica
  - Maior consumo de electricidade a meio-dia
  - Hídricas facilitam compensação da flutuação da produção

© ruggero@schleicher-tappeser.eu

CONCLUSÕES

- Energia fotovoltáica vai representar um papel importante na produção de electricidade no futuro.
- Energia fotovoltáica fica cada vez mais competitiva.
- Energia fotovoltáica transforma o mercado de electricidade com grande rapidez.
- Energia fotovoltáica oferece grandes vantagens económicas, sobretudo para países com elevada radiação solar.
- Energia fotovoltáica oferece maior valor acrescentado interno que tecnologias tradicionais.
- Portugal tem grandes oportunidades das quais pode tirar proveito.
- Portugal não deve esperar para não perder oportunidades.
- As subvenções líquidas precisam de ser disponibilizadas só a curto prazo.

© ruggero@schleicher-tappeser.eu

A construção de estruturas equilibradas no mercado e de competências necessita de tempo.

- Competências na cadeia de valor:
  - Institutos de I&D
  - Produtores de maquinaria para produção
  - Bancos e investidores
  - Produtores de silício, células e módulos
  - Integradores de sistemas
  - Instaladores especializados no ramo da construção
- Estrutura equilibrada no mercado com investidores privados (→ resistência durante a crise financeira na Alemanha)
- Representação de interesses para enegias renováveis
- Novos modelos de negócio: Produção para uso próprio

→ Regulamentos e apoios devem definir um quadro de actuação a tempo

Peças de uma estratégia

- Estruturação do mercado eléctrico
- Apoios financeiros
- Aspectos técnicos na ligação à rede
- Procedimentos de licenciamento
- Políticas de indústria para a innovação
- Formação e certificação de qualidade
- Financiamento e seguros
- Sensibilização dos clientes e entidades públicas

ruggero@schleicher-tappeser.eu

Agradeço a vossa atenção !

www.schleicher-tappeser.eu