

Energy transformation in Germany

Progress, shortfalls and prospects

**6th Roundtable of the Minister for Economy, Trade and Industry (METI)
on Studying Energy Situations**

Dr Felix Chr Matthes
Tokyo | 19th February 2018

- The views and opinions expressed in this presentation are partly based on results from research commissioned by the German Federal Ministry for the Environment, Nature Protection, Building and Reactor Safety (BMUB), the German Federal Ministry for Economic Affairs and Energy (BMWi), the German Federal Environment Agency (UBA), the European Commission (EC) and the European Environment Agency (EEA).
- The contents of this presentation does, however, not necessarily reflect any official position of Germany or the European Union.
- The English version of a more comprehensive statement with more background information and data is also available at:
www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Statement-for-the-6th-METI-roundtable.pdf



- **The German energy transformation (“Energiewende”) is a project of a policy-driven structural change of the energy system.**
 - it is a target-driven approach with short-term (at risk), medium-term and long-term targets that create a framework for policy design, policy evaluation and consistency of policies and strategies;
 - it is characterized in at least some fields by issues that will not occur for other countries (efforts and costs to buy down the learning curves of key technologies);
 - it needs to be seen in the framework of national energy & climate policy efforts, the liberalization of the electricity/gas markets as well as the a strong European framework (it is more than a German experiment).
- **Lessons learned**
 - it is a learning-by-doing process which needs to reflect the experiences from the implementation efforts as and the a changing environment (energy markets, technology portfolios, policy framework etc.)
 - setting clear & ambitious targets and starting early is important

- **Energy transition: towards a low/zero carbon, risk minimized and renewables-based energy system**
 - the technologies are available (globally, w/o learning costs)
 - clean options are competitive and/or affordable on a LCOE basis
- **Managing structural change is the real key challenge**
 - changing characteristics of technologies: variable generation, more (but however not exclusively) distributed/decentralized
 - changing structures of costs: higher shares of fixed/capital costs
 - changing structures of players/market participants: much more diverse investors and operators with new/other (economic) appraisals, other financing approaches, sources or risk assessments
 - changing spatial structures: upgrading (distribution/transmission) grids
- **Lessons learned**
 - need for new market design (coordination & pay-back for investments), grid issues (neutrality, upgrades/investments) must be addressed early; new players, their market access and appraisals need to be reflected

- **The first phase of the energy transformation was characterized by administratively fixed feed-in tariffs, in 2014 the system was changed towards auctions which mark the second phase of the transformation**
 - huge role of FiTs for technology learning & non-technical infrastructures
 - major cost decreases for onshore/offshore wind, utility-scale solar PV
- **Is there a future without remuneration mechanisms?**
 - potentially for an interim phase (depending on wholesale market prices, crucial impact of CO2 price etc.): zero-bids observed in offshore wind auctions; green power purchase agreements for niche markets
 - on the medium- to long-run: current market design will not provide payback for any (!) investments in the system if prices will be increasingly formed on the basis of options with very low marginal costs
- **Lessons learned**
 - for the first phase (non-technical infrastructures etc.) robust remuneration mechanisms are needed
 - a new market design needs to be developed that reflects fundamentals and specifics of the future system (marginal costs, regionalization)

- **Grid infrastructure is a key bottleneck for the energy transformation**
 - upgrade of transmission system faces significant delays (lead-times, public and political acceptances, changes in the regulatory framework)
 - upgrade of distribution systems (“smart grids”) still in an early phase
 - Loop-flows are a side issue
 - common & large-scale practice in Western Germany (FR-DE-CH)
 - partly technical and partly political problem in less well-connected Eastern Germany (DE-PL-CZ-DE), essentially solved by phase-shifters and AC link from Thuringia to Bavaria in 2017
- **Lessons learned**
 - early action is need on network upgrades (long lead-times, tensions between necessary changes in the regulatory framework and robustness of the regulatory framework need to be managed)
 - a heavily interconnected transmission system is a benefit (for integration of renewables) and a burden (export of high-carbon power)
 - regionalization as a challenge for a future-proofed market design

- **The future system will consist of renewable power generation and flexibility options (generation, demand flexibility, storage)**
 - base load and medium load options will disappear over time, the demand for residual load (load minus production of variable generation, “residual peak load”) will be covered as we cover peak load today: flexible, clean and low capital cost generation options
 - in a first phase (next two decades) flexible, clean and low-capital cost generation options compete with demand flexibility (sector integration) and infrastructure upgrades, on the longer-term the broad range of storage options and sector integration will play important roles
- **Lessons learned**
 - reflecting different phases and not mixing it is crucial
 - creating a level playing field is important (market design)
 - creating a sustainable economic basis for all (!) future-proof options in the system that can trigger coordination based on price signals and pay-back for the necessary investments is crucial
 - carbon constraints need to be reflected in the mechanisms

- **German energy and climate policy is target driven**
 - nuclear phase-out is clearly on track
 - mixed outcomes for the 2005 and 2008/2012 greenhouse gas emission reduction targets
 - 40% for 2020 is at serious risk (partly as a result of high-carbon electricity exports, partly due to a lack of progress with regard to transport)
 - this triggered major efforts on improving the regulatory framework (Climate Action Plan 2050, increasing interest in Climate Action Act)
- **Lessons learned**
 - clear and ambitious targets for different time horizons are necessary but not sufficient
 - accountable strategies are urgently needed (a) paving the way for the clean options, b) designing the exit game for the non-sustainable assets, c) triggering the necessary infrastructure adjustments with sufficient lead times, c) making innovation work in time
 - implementation mechanisms need to be flexible and will need regular adaptations to a changing environment

- **The transport sector transformation in Germany faces major delays**
 - almost no contribution to GHG emission reductions since 1990 (-27%)
 - no accountable strategies for transport sector yet, Diesel strategy failed
 - lacking triggers for market penetration by transformative technologies
 - a key field for action in the next few years
 - electric car sales grew, however, substantially in 2017
- **Lessons learned**
 - passenger and freight, local and long-distance transport need different strategies and are much more consumer-driven
 - key infrastructure decisions need to be made, this puts limits on the potential of “technology-neutral” approaches
 - electrification will be the likely the key strategy for the coming years, the additional electricity demand is manageable, early decarbonization of the power sector will be crucial
 - novel (zero-carbon) fuels need to be considered carefully, are more long-term & innovation issues but require early international activities

- **Paving the way – for energy efficiency, clean generation & flexibility options (renewables & complementary flexibility)**
 - innovation, level playing field & roll-out for renewables (😊) , energy efficiency (😊), clean heating (😊) and zero-emission transport (😞)
 - sustainable economic basis (enabling coordination & investments) (😊)
- **Designing the exit-game – for the non-sustainable capital stocks**
 - phase-out for nuclear power (😊) and coal (😞) in the electricity sector
 - phase-out of outdated heating systems (😊), changing modal split in transportation (😊) and phase-out high-emitting vehicles (😞)
 - consistent carbon pricing (😞)
- **Triggering the necessary infrastructure adjustments with sufficient lead-times for electricity (😞), heat (😊) and gas (😊)**
- **Making the necessary innovation work in time**
 - an extremely broad range of innovation in the pipeline (😊)
 - attribution of innovation to the different phases of the energy transformation (😊)

**Thank you
very much**

**Dr. Felix Chr. Matthes
Energy & Climate Division
Berlin Office
Schicklerstraße 5-7
D-10179 Berlin
f.matthes@oeko.de
www.oeko.de
twitter.com/FelixMatthes**



ドイツのエネルギー転換 達成状況、未達状況、今後の展望

第6回経済産業省（METI）エネルギー情勢懇談会

フェリックス・マッティス
ドイツエコ研究所エネルギー・気候政策部
リサーチコーディネーター
東京 | 2018年2月19日

- このプレゼンテーションで表明された意見や見解は、ドイツ環境・自然保護・建設・原子炉安全省（BMUB）、ドイツ経済エネルギー省（BMWi）、ドイツ環境庁（UBA）、欧州委員会（EC）、欧州環境庁（EEA）の依頼により行われた研究結果の一部に基づいている。
- 一方で、当プレゼンテーションの内容は、ドイツ政府や欧州連合の公式見解を反映しているとは必ずしもいえない。
- より詳細な背景情報・データを掲載した文書（英語版）は下記から参照可能：
www.oeko.de/fileadmin/oekodoc/Statement-for-the-6th-METI-roundtable.pdf



- **ドイツのエネルギー転換（エネルギーヴェンデ）は、エネルギーシステムに関する政策主導の構造改革プロジェクトである。**
 - 政策設計、政策評価、一貫した政策と戦略の枠組み構築に向けた、短期（リスク）、中期、長期目標を設定した目標主導型アプローチ。
 - 少なくともいくつかの分野においては、他国では発生しない課題（主要技術の学習効果を期待する先行投資のための努力とコスト）が存在することが特徴。
 - ドイツのエネルギー気候変動政策の努力や電力・ガス市場の自由化だけでなく、欧州の強力な枠組みの中で行われていると見るべき（ドイツだけの試みにとどまらない）。
- **得られた教訓**
 - 実践を通じて得た経験と変化する環境（エネルギー市場、技術ポートフォリオ、政策的枠組み等）を考慮すべき経験学習のプロセスであること
 - 明確で意欲的な目標設定と早期のスタートが重要であること

- **エネルギー移行：低炭素・ゼロ炭素の向け、リスクを最小限に抑えた、再生可能エネルギー中心のエネルギーシステムへ**
 - 技術は利用可能（世界全体で。習得コストを除く）
 - クリーン技術は、均等化発電原価（LCOE）を基本とし、競争力があり容易に利用できる価格であること
- **真に重要な課題は構造改革の実行**
 - 技術特徴の変化：出力変動型の発電、さらなる分散電源（これに限らない）
 - コスト構造の変化：固定コスト・資本コストの割合を高める
 - プレーヤー・市場参加者の構造変化：新規／他分野からの評価や、異なる資金調達アプローチ、資源やリスク評価により、投資家や事業者は大幅な多様化が求められる。
 - 空間構造の変化：（送配電）グリッドの改良
- **得られた教訓**
 - 新しい市場設計（調整と投資の回収）の必要性、グリッドの課題（中立性、改良と投資）は早期に対処すべき。新規事業者の市場参入や評価の検討の必要性。

- エネルギー転換の第1段階の特徴は、行政主導の固定価格買取制度（FiT）。2014年に入札導入に向けた制度変更が行われ、エネルギー転換は第2段階へ
 - 技術習得と非技術面のインフラにとって非常に重要なFiTの役割
 - 陸上・洋上風力発電、事業用太陽光発電のコストが大幅に減少
- 支払メカニズムのない未来はあるか
 - 暫定期間における実現可能性（卸売市場価格や特にインパクトのあるCO2価格等に依存）：洋上風力発電の入札では応札ゼロもあり。ニッチ市場ではグリーン電力売買契約も。
 - 中長期における実現可能性：限界費用が非常に安くなるような状況下で、価格が形成されるようになる場合、現在の市場設計は、この制度の中ではいかなる投資も回収されない (!)。
- 得られた教訓
 - 第1段階（非技術面のインフラ等）では、安定した報酬支払メカニズムが必要
 - 将来のシステムの基本要素と個別要素（限界費用、地域化）を反映した新しい市場設計の開発が必要

- エネルギー転換にとって、送配電網のインフラがボトルネック
 - 送電システムの改良に深刻な遅れ（リードタイム、国民と政治的受け入れ、規制の枠組みの変化）
 - 配電システムの改良（スマートグリッド）は依然として初期段階
 - ループフロー（迂回潮流）問題の派生
 - ドイツ西部の共通かつ大規模な経験（FR-DE-CH）
 - 接続状態のよくないドイツ東部（DE-PL-CZ-DE）は技術的問題と政治問題であったが、2017年のチューリンゲンとバイエルン間の位相調整器とACリンク（電源連動）により基本的に解決。
- 得られた教訓
 - ネットワークの改良には早期対応が必要（長いリードタイム、規制の枠組み内の必要な変化に伴う緊張と、規制の枠組みの構造安定性に対応する必要あり）
 - 緊密に相互接続した送電システムは利点でもあり（再生可能エネルギーの統合に関して）、負担でもある（炭素を多く排出する電気の輸出）
 - 将来に備えた市場設計への課題としての地域化

- 将来の電力系統は、再生可能エネルギー発電と出力変動調整（高い柔軟性）技術（発電、需要の柔軟性、電力貯蔵）から構成される
 - ベースロードやミドルロード電源は徐々に姿を消し、現在のピークロード電源への対応と同様に、残余需要（必要な電力量と出力変動型発電量の差、「残余ピーク需要」）への対応は可能となる。柔軟性が高くクリーンで資本コストの少ない発電が選択肢となる。
 - 第1段階（今後20年間）は、柔軟性が高くクリーンで資本コストの小さい発電が、需要の柔軟性（電力部門の統合）やインフラの改良と競合する。長期的には、幅広い電力貯蔵の選択肢と電力部門の統合が重要な役割。
- 得られた教訓
 - 異なる局面をそれぞれ反映し、混同しないことが非常に重要
 - 公平な場を作ることが重要（市場設計）
 - 電力制度の将来に備えたあらゆる (!) 選択肢のために、持続可能な社会の土台を作ることが必要不可欠。そこでは、価格シグナルと必要な投資の回収に基づいた調整が促されることが重要。
 - CO2排出制約も仕組みに反映されるべき

- **ドイツのエネルギーと気候変動に関する政策は目標主導型**
 - 原発の段階的廃止は確実に実行中
 - 2005年と2008年/2012年の温室効果ガス削減目標については、矛盾した結果に
 - 温室効果ガスを2020年までに40%削減するという目標の達成は、かなり厳しい状況（CO₂を多く排出する電力の輸出に関して進展がないことの結果でもある）
 - これにより規制の枠組みを改良する重要な取り組みが喚起された（気候変動アクションプラン2050、気候変動対策法に対する関心の高まり）
- **得られた教訓**
 - 短・中・長期別の明確で意欲的な目標が必要だが、それだけでは不十分
 - 責任ある戦略が早急に求められている。（a）クリーンな選択肢に向けた道筋を作る（b）持続可能でない資産の廃止戦略を策定する（c）十分なリードタイムを取って、必要なインフラの調整を喚起する（d）刷新作業を時間通りに進める
 - 実施のための仕組みには柔軟性が必要で、変化する環境に応じて定期的に調整しなければならない

- **ドイツの運輸部門のエネルギー転換は深刻な遅れに直面**
 - 1990年以来、温室効果ガス削減にはほとんど貢献せず（27%減）
 - 運輸部門への責任ある戦略がいまだに存在せず、ディーゼル車戦略は失敗
 - 変革に必要な技術の市場浸透のきっかけを掴めず
 - この先数年の重要な行動分野
 - しかし、2017年に電気自動車の売り上げが大幅増加
- **得られた教訓**
 - 乗客と貨物、近距離と長距離と、輸送にはそれぞれ異なる戦略が必要であり、より消費者主導型であること。
 - インフラに関する重要な決定を下す必要がある。これにより「技術的に中立な」アプローチの可能性は制限される。
 - 電化は今後の主要戦略となる可能性があり、追加の電力需要は管理可能。電力部門の早期の脱炭素化が不可欠。
 - 新しい（ゼロカーボン）燃料については慎重な検討が必要。これは、より長期的なイノベーションの課題であるが、早期の国際的な行動が求められる

- 道を開く – エネルギー効率、クリーンな発電、柔軟な選択肢（再生可能エネルギーと出力変動調整）に向けて
 - イノベーション、公平な場と再生可能エネルギーの展開 (☺)、エネルギー効率 (☹)、クリーンな暖房 (☹)、ゼロエミッション輸送 (☹)
 - 持続可能な経済の基盤（調整と投資を可能にする） (☹)
- 廃止戦略の策定 – 持続可能でない資本ストックに対して
 - 電力部門における原子力発電の段階的廃止 (☺)と石炭火力発電の段階的廃止 (☹)
 - 旧式の暖房システムの段階的廃止 (☹)、輸送における交通手段別分担の変更 (☹)、CO2排出量の多い車両の段階的廃止 (☹)
 - 一貫した炭素価格(☹)
- 電力(☹)、暖房(☹)、ガス(☹)について、十分なリードタイムを取った上で必要なインフラの調整を促す
- 手遅れになる前に必要なイノベーションを実施する
 - 多様なイノベーションが進行中である(☺)
 - エネルギー転換の様々な局面に対するイノベーションの特定 (☹)

ありがとうございました

フェリックス・マッティス
ドイツエコ研究所エネルギー・気候政策部
リサーチコーディネーター
ベルリンオフィス
Schicklerstraße 5-7
D-10179 Berlin
f.matthes@oeko.de
www.oeko.de
twitter.com/FelixMatthes

