فرانتس يوزيف بروغيماير

الشمس و المياه و الرياح: تطور التحول في مجال الطاقة في ألمانيا

مجتمع صالح
ديمقراطية إجتماعية
#2017plus

FRIEDRICH EBERT STIFTUNG

مجتمع صالح -
ديمقراطية إجتماعية
#2017plus

إحدى مشاريع مؤسسة فريدريش إيبرت
في الأعوام ٢٠١٥ الى ٢٠١٧.

ما الذي يميز المجتمع الصالح؟ يتميز المجتمع الصالح بالعدالة الاجتماعية والاستدامة البيئية والاقتصاد المبتكر الناجح والديموقراطية التي يساهم فيها المواطنون والمواطنات بفعالية. يقوم هذا المجتمع على القيم الأساسية المتمثلة بالحرية والعدالة والتضامن.
نحن بحاجة إلى أفكار ومفاهيم جديدة تحول دون أن يصبح المجتمع الصالح حالة طوباوية، لذا تقوم مؤسسة فريدريش إيبرت بتطوير توصيات عمل ملموسة للسياسة التي ستُتَّبع في السنوات القادمة، وهنا يجري التركيز على المواضيع التالية:

- الجدال حول القيم الأساسية: الحرية، العدالة، التضامن.
- الديموقراطية والمشاركة الديموقراطية.
- النمو الاقتصادي الجديد والسياسة الاقتصادية والمالية الفاعلة.
- العمل الجيد والتقدم الاجتماعي.

لا ينشأ المجتمع الصالح من تلقاء ذاته، بل يجب تشكيله في سياق عملية مستمرة نشارك فيها جميعاً، ومن أجل هذا المشروع تستفيد مؤسسة فريدريش إيبرت من شبكتها العالمية للربط بين وجهات النظر الألمانية والأوروبية والعالمية، ومن خلال عدد كبير من الإصدارات والفعاليات في السنوات 2015 وحتى 2017 ستكرس مؤسسة فريدريش إيبرت جهودها لهذا الموضوع بهدف جعل
المجتمع الصالح قادراً على الاستمرار في المستقبل.

يمكن الحصول على المزيد من المعلومات عن المشروع على العنوان: WWW.FES-2017PLUS.DE

مؤسسة فريدريش إيبرت:

مؤسسة فريدريش إيبرت هي أقدم مؤسسة سياسية في ألمانيا. تحمل المؤسسة اسم فريدريش إيبرت أول رئيس في التاريخ الألماني يُنتخب ديموقراطياً. وكمؤسسة قريبة من الحزب الديموقراطي الاجتماعي تسترشد أعمالنا بالقيم الأساسية للديموقراطية الاجتماعية: الحرية، العدالة، التضامن. وبصفتنا مؤسسة غير ربحية نعمل بشكل مستقل ونرغب بتعزيز الحوار المجتمعي التعددي حول التحديات السياسية الراهنة. ونعتبر أنفسنا جزءاً من مجتمع القيم الاجتماعية الديموقراطية والحركة النقابية في ألمانيا والعالم. كما نساهم من خلال عملنا في ألمانيا وخارجها في أن يشارك الناس في تشكيل مجتمعاتهم وأن يعملوا من أجل الديموقراطية الاجتماعية.

نبذة عن مؤلف هذا الإصدار

البروفيسور الدكتور فرانتس يوزيف بروغيمايستر أستاذ تاريخ الاقتصاد والاجتماع والبيئة في قسم التاريخ في جامعة ألبرت لودفيغ في فرايبورغ.

المسؤول عن هذا المنشور في مؤسسة فريدريش إيبرت:

الدكتور فيليب فينك مسؤول في قسم السياسة الاقتصادية والاجتماعية عن سياسة المناخ والبيئة والطاقة وتخطيط الاقتصاد، ومسؤول عن مجموعة العمل الخاصة بسياسة الطاقة والمناخ في إطار مشروع (مجتمع صالح، ديموقراطية اجتماعية ٢٠١٧ - Gute Gesellschaft Soziale Demokratie 2017 Plus).

المملكة الأردنية الهاشمية
رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(٢٠١٦/٥/٢١٨٤)

نسخة / مركز الإيداع ٢١٨٤/١

الشمس والمياه والرياح: تطور التحول في مجال الطاقة في ألمانيا
إعداد: فرانتس جوزيف بروغيماير

(٤٠) ص.
ر.إ. (٢٠١٦/٥/٢١٨٤)
الواصفات: الشمس والمياه والرياح: تطور التحول في مجال الطاقة في ألمانيا

يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى.

FRIEDRICH EBERT STIFTUNG

الناشر مؤسسة فريدريش ايبرت، مكتب الاردن والعراق سنة ٢٠١٦

مؤسسة فريدريش ايبرت - مكتب عمان
صندوق بريد: 941876
بريد الكتروني: fes@fes-jordan.org
الموقع الالكتروني: www.fes-jordan.org

غير مخصص للبيع

©مؤسسة فريدريش ايبرت ، مكتب عمان
جميع الحقوق محفوظة. لا يمكن اعادة طبع ، نسخ أو استعمال اي جزء من هذه المطبوعة من دون اذن مكتوب من الناشر
الآراء الواردة في هذه الدراسة لا تمثل بالضرورة وجهات نظر مؤسسة فريدريش إيبرت أو المحرر

ايبرت - مكتب عمان
ترجمة : يوسف محمد حجازي
التنسيق: معاذ فايز السيد
التدقيق اللغوي: أمجد العطري
طباعة : المطبعة الإقتصادية
الرقم المعياري الدولي (ردمك): 978-9957-484-66-8

فرانتس يوزيف بروغيماير

الشمس والمياه والرياح:
تطور التحول في مجال الطاقة في ألمانيا

الفهرس

مدخل إلى الموضوع		٣
مقدّمة	١	٤
تاريخ التحولات في مجال الطاقة	٢	٦
الفحم الحجري والانتقال إلى العصر الأحفوري	٢,١	٦
النفط والطاقة النووية	٢,٢	٧
الطاقة النووية والاعتماد على النفط	٢,٣	٨
التحول الحالي في مجال الطاقة	٣	١٠
الأهداف	٣,١	١٠
قانون الطاقات المتجددة: الخلفية والنشوء	٢,٣	١١
التخلي الأول والثاني عن الطاقة النووية	٣,٣	١١
تطبيق قانون الطاقات المتجددة (EEG)	٣,٤	١٤
أمن الإمدادات	٣,٤,١	١٤
أوروبا	٣,٥	١٩
الجدوى الاقتصادية	٣,٦	٢١
التكاليف الخارجية	٣,٦,١	٢٢
الرسوم الإضافية لقانون الطاقات المتجددة وسعر السوق	٣,٦,٢	٢٣
الكفاءة والاقتصاد في استخدام الطاقة	٣,٦,٣	٢٥
الأثر البيئي	٣,٧	٢٦
استنتاجات	٤	٢٨
فهرس الأشكال		٢٩
فهرس الاختصارات		٢٩
قائمة المصطلحات		٣٠
فهرس المراجع		٣٢

مدخل الى الموضوع

يوم ١١-٥-٢٠١٤ استطاعت الطاقات المتجددة أن تغطي بشكل مؤقت ٨٠ بالمئة من الطلب على الكهرباء، وهذه قيمة رائدة حتى الآن، وفي العام ٢٠١٤ سجلت الطاقات المتجددة رقماً قياسياً بالإجمال، إذ تم للمرة الأولى توليد أكثر من ٢٧ بالمئة من الطلب على الكهرباء من الشمس والمياه والرياح والكتل الحيوية. وبالتالي سُجل خلال ٢٥ سنة نجاح في زيادة حصة الطاقات المتجددة في توليد الكهرباء من ثلاثة بالمئة إلى أكثر من ربع الكهرباء المولدة، إضافة إلى ذلك هناك أكثر من ٣٧٠ ألف شخص يعملون في مجال الطاقات المتجددة في ألمانيا، وهكذا يبدو أن الهدف الطموح والمتمثل في التخلي عن توليد الطاقة من الوقود الأحفوري المضر بالبيئة، على الأقل من أجل توليد الكهرباء، قد أصبح أقرب منالاً. إضافة إلى ذلك ازداد بشكل كبير اهتمام الخارج بعملية التحول في مجال الطاقة في ألمانيا، حيث اعتمد ٦٥ بلداً قانون الطاقات المتجددة الألماني الذي ينظّم توسيع مصادر الطاقات المتجددة ويشكّل العمود الفقري لعملية التحول في مجال الطاقة.

وعلى الرغم من هذه الإنجازات واجه مسار التحول في مجال الطاقة معوقات، ولا يزال يواجه بعضها، فهذا التحول يتطلب إعادة بناء نظام الطاقة لمجتمع صناعي، ولكن ليكون بالإمكان تقديم شرح شامل لعملية التحول في مجال الطاقة من النواحي الإحصائية الخالصة والأبعاد التقنية، لا بد من عرض السياق الاقتصادي والاجتماعي والسياسي لعملية اتخاذ القرارات. إذن، كيف سارت بالضبط عملية التحول في مجال الطاقة؟ ما هي الإنجازات التي تم تحقيقها؟ أيُّ القوى كانت دافعة لهذه العملية؟ ما هي المصالح التي أريد تحقيقها وكيف تغيرت؟ هل كانت هناك أمثلة سابقة في التاريخ؟ يسعى مؤلف هذه الدراسة، فرانتس يوزيف بروغيماير من جامعة ألبرت لودفيغ في فرايبورغ، إلى الإجابة على هذه الأسئلة، فهو يوضح أن التحول في مجال الطاقة لا يواجه فقط مهمة التوفيق بين عناصر مثلث سياسة الطاقة «أمن إمدادات الطاقة، الناحية الاقتصادية، الرفق بالبيئة»، إذ كان ولا يزال مطلوباً مراعاة مختلف التحديات وخيارات الحلول والمصالح في السياسة والاقتصاد والتكنولوجيا. ويوضّح بروغيماير في تحليله التاريخي أن تطبيق عملية التحول في مجال الطاقة هو دائماً نتاج تسوية معقدة تقوم على أساس توازن المصالح. وفي هذا السياق يشير إلى الدور الريادي للديموقراطية الاجتماعية كحركة اجتماعية وسياسية في صياغة عملية التحول في مجال الطاقة. فخلافاً للحركات السياسية الأخرى كانت من جهة تقف قريبة من اقتصاد الطاقة والصناعة والعاملين فيهما. ومن جهة ثانية خرج من وسطها مفكرون رواد في عملية التحول في مجال الطاقة. ومن خلال مراهنتها على توازن المصالح المعقد بين الرابحين والخاسرين والمحبط لبعض المشاركين، دفعت الديموقراطية الاجتماعية بعملية التحول في مجال الطاقة إلى الأمام باعتبارها عملية للتحديث الاجتماعي والاقتصادي. وسوف يبقى تحقيق هذا التوازن في المصالح في المستقبل عنصراً مركزياً لمتابعة تحسين عملية التحول في مجال الطاقة وسيكون بالتالي مهمة الديموقراطية الاجتماعية للمستقبل.

ضمن إطار المشروع المستقبلي لمؤسسة فريدريش إيبرت «مجتمع صالح، ديموقراطية اجتماعية ٢٠١٧ - gute gesellschaft soziale demokratie #2017plus» سيتابع فريق المشروع (2017plus) تطورات سياسة الطاقة والمناخ وسيقوم بتحليل أهميتها بالنسبة للديموقراطية الاجتماعية.

أتمنى لكم قراءة ممتعة!

د. فيليب فينك
قسم السياسة الاقتصادية والاجتماعية في مؤسسة فريدريش إيبرت.

مقدّمة

يدور نقاش على مستوى العالم حول ضرورة إجراء تحول في مجال الطاقة للحد من انبعاثات الغازات الدفيئة ووقف الارتفاع المقلق في درجات الحرارة، وهذا الأمر يتطلب استبدال أنواع الوقود الأحفوري (الفحم الحجري، الغاز، الفحم البني، النفط) بطاقات متجددة كطاقة الرياح والشمس والمياه أو الكتل الحيوية، وتوجد جهود مماثلة في عدد كبير من البلدان. لكن هذه الجهود متقدمة جداً في ألمانيا، وهي تبين النجاحات التي يمكن تحقيقها وكذلك المشاكل التي يجب التغلب عليها. ينبغي أن لا يؤدي التحول في مجال الطاقة في ألمانيا فقط إلى تقليل استخدام الوقود الأحفوري، وإنما يجب أن يشمل أيضاً التخلي التدريجي عن الطاقة النووية بمخاطرها ونفاياتها المشعة. هذه الأهداف طموحة إلى درجة تجعل الجهود الألمانية تحظى بالاهتمام والتقدير على مستوى العالم.

ويجري دائماً التنويه بشكل مستحق إلى الأهمية الكبيرة للمبادرات الأهلية والجماعات البيئية في سياق عملية التحول في مجال الطاقة. صحيح أن هذه المجموعات بمفردها قادرة على التحفيز وممارسة الضغط، لكنها لا تستطيع تنفيذ القرارات اللازمة أو حتى القوانين، بل يحتاج هذا الأمر إلى دعم الحركات السياسية الكبيرة، وقد تولت الديموقراطية الاجتماعية هذا الدور في ألمانيا. وهي مناسبة بشكل خاص لهذا الأمر لأنها ترتبط تاريخياً بعلاقة وثيقة بالشركات الصناعية والعاملين فيها، كما أنها أطلقت على الدوام عمليات التحديث. وفقاً لذلك لم يتصرف الحزب الديموقراطي الاجتماعي بشكل موحد فيما يخص عملية التحول في مجال الطاقة، ولم يقم بدعمها فقط وإنما نظر إليها بتشكك في كثير من الأحيان أيضاً. لا يمكن أن يكون هذا مفاجئاً، لأن توليد واستخدام الطاقة أمر في غاية الأهمية بالنسبة إلى المجتمعات الصناعية الحديثة حيث إن جميع جهود إجراء تغييرات في هذا المجال سيكون لها تأثيرات عميقة وستثير التناقضات، وحتى لو كانت الجماعات البيئية تشتكي دائماً من هذه التناقضات، فهي تظل أمراً لا مفر منه.

وكانت لتلك التحولات أهداف أخرى، لكنها تبين كم هو مهم حتى في هذا الموضوع أن يراجع المرء تصوراته الذاتية وأن يقوم بتصحيحها عند الضرورة.

خير مثال هنا هو التحول إلى الطاقة النووية التي بعثت آمالاً كبيرة في الخمسينيات التي كانت تعد بتجاوز عصر الفحم الحجري الملوِّث وتوفير طاقة رخيصة جداً ونظيفة - إلى أن تأكد في العام ١٩٨٠ أن الطاقة النووية تنطوي على مخاطر هائلة. في ذلك الحين جرى الحديث عن الطاقات المتجددة كبديل، لكنها كانت قليلة التطور، وبحسب التقدير العام كانت ذات منظور طويل الأمد في أحسن الأحوال. بدا استخدام الفحم الحجري أكثر واقعية، وعاد إنتاجه ليزداد من جديد. نتيجة لذلك تم إنشاء العديد من محطات الطاقة الجديدة التي يصل عمرها التشغيلي إلى عشرات السنين، وهذه لا تزال تعمل حتى اليوم وهي تمثل تحدياً كبيراً لأهداف التحول الحالي في مجال الطاقة.

الحديث عن التحولات السابقة في مجال الطاقة ومشكلاتها يجب أن لا يلهينا عن الوضع الحالي. وبدلاً من ذلك علينا أن نفهم نظام الطاقة الموجود لدينا لنتمكن من تقدير إمكانية التغيير فيه، فأنظمة الطاقة تشبه الناقلة الضخمة التي لا تستطيع تغيير مسارها إلا بصعوبة.

حيث يستمر تأثير القرارات التي يتم اتخاذها لأمد طويل، كما يظهر من مثال محطات توليد الطاقة بالفحم الحجري. كذلك فإن إحداث تغييرات في مسار هذه الناقلة يصبح أكثر صعوبة عندما لا يكون لها قائد واحد وإنما عدد من القادة المسؤولين عن مجالات مختلفة من إمدادات الطاقة، وعندما لا ينتهج هؤلاء بالضرورة نفس المسار: مشغلو محطات الطاقة وشبكات الكهرباء ومصافي التكرير أو مناجم الفحم؛ مزودو النفط والفحم الحجري والغاز؛ شركات تصنيع منشآت الطاقة الشمسية وعنفات الرياح والعاملين في جميع هذه المجالات. إضافة إلى هؤلاء يأتي الساسة والأحزاب المهتمة بدورها بإمدادات الطاقة وتسعى لتحقيق أهداف معينة من بينها بشكل خاص تأمين أماكن العمل (الوظائف).

وفقاً لذلك لم يتصرف الحزب الديموقراطي الاجتماعي بشكل موحد فيما يخص عملية التحول في مجال الطاقة، ولم يقم بدعمها فقط وإنما نظر إليها بتشكك في كثير من الأحيان أيضاً. لا يمكن أن يكون هذا مفاجئاً، لأن توليد واستخدام الطاقة أمر في غاية الأهمية بالنسبة إلى المجتمعات الصناعية الحديثة حيث إن جميع جهود إجراء تغييرات في هذا المجال سيكون لها تأثيرات عميقة وستثير التناقضات، وحتى لو كانت الجماعات البيئية تشتكي دائماً من هذه التناقضات، فهي تظل أمراً لا مفر منه.

لذا من المهم التعامل مع هذه التناقضات وإيجاد الحلول المقبولة سياسياً. وقد ساهم الحزب الديموقراطي الاجتماعي في هذا الأمر أكثر من الأحزاب الأخرى، خصوصاً أنه كان قادراً على الاستفادة من خبرات تحولات سابقة في مجال الطاقة.

ومن الضروري لفهم التحديات المرتبطة بهذا الأمر امتلاك تصور دقيق عن الجوانب والآراء المتنوعة المتعلقة بالتحول في مجال الطاقة. لكن هذه مهمة ليست سهلة، لأن النقاش يأخذ طابعاً حماسياً جداً والكثير من المشاركين يبالغون في تصعيد آرائهم. كما يتكرر دائماً اتهام مؤيدي التحول في مجال الطاقة بأنهم حالمون ويهددون المستقبل الاقتصادي، بينما هم أنفسهم يصورون إمكانيات الطاقات المتجددة في كثير من الأحيان على أنها وردية جداً. وهناك بالنتيجة عدد كبير من المواقف ووجهات النظر والتقييمات التي تتوصل إلى نتائج مختلفة تتعارض فيما بينها غالباً، الأمر الذي يجعل من الصعب على المرء تكوين رأي مستقل. أما الذين يأملون بتحول سريع في مجال الطاقة فيصابون غالباً بخيبة أمل من كثرة عدد المجموعات والمصالح ذات النفوذ في هذا المجال والتي غالباً يكون تأثيرها كابحاً. وهناك أسباب وجيهة لفقدان الصبر، لكن التحول في مجال الطاقة ليس مشروعاً تقنياً خالصاً يسهل فيه إيضاح الإجراءات التي يجب اتخاذها. وبدلاً من ذلك يجب أن يراعي هذا التحول الأهداف الثلاثة لكل سياسة طاقة في وقت واحد، وهي: توفير إمدادات طاقة مضمونة ومستدامة بيئياً وبأسعار مقبولة.

لهذا السبب فإن محاولة القيام بهذا التحول هي موضوع سياسي بامتياز، وخلالها تبرز تساؤلات عديدة ويحصل تضارب حتمي في المصالح المختلفة. لهذا السبب تكتسب الأحزاب مثل الحزب الديموقراطي الاجتماعي أهمية أكبر لإيجاد التوافق الاجتماعي الضروري حتماً والاهتمام بالرابحين والخاسرين في ذات الوقت.

ومن الضروري لفهم التحديات المرتبطة بهذا الأمر امتلاك تصور دقيق عن الجوانب والآراء المتنوعة المتعلقة بالتحول في مجال الطاقة. لكن هذه مهمة ليست سهلة، لأن النقاش يأخذ طابعاً حماسياً جداً والكثير من المشاركين يبالغون في تصعيد آرائهم. كما يتكرر دائماً اتهام مؤيدي التحول في مجال الطاقة بأنهم حالمون ويهددون المستقبل الاقتصادي، بينما هم أنفسهم يصورون إمكانيات الطاقات المتجددة في كثير من الأحيان على أنها وردية جداً. وهناك بالنتيجة عدد كبير من المواقف ووجهات النظر والتقييمات التي تتوصل إلى نتائج مختلفة تتعارض فيما بينها غالباً، الأمر الذي يجعل من الصعب على المرء تكوين رأي مستقل.

٢
تاريخ التحولات في مجال الطاقة

٢,١ الفحم الحجري والانتقال إلى العصر الأحفوري

عندما بدأ التصنيع قبل ٢٠٠ سنة اعتمد الاقتصاد والمجتمع بشكل شبه كامل على الطاقات المتجددة. كان الفحم الحجري يستخدم منذ زمن بعيد، ولكن بكميات قليلة، أما النفط والغاز فلم يكن لهما أي دور. والحديث بشكل عام عن الطاقة في تلك الفترة أمر إشكالي، ففي ذلك الحين انصب الاهتمام الرئيسي على توليد الحرارة (بشكل خاص من الخشب) أو استخدام الرياح أو الطاقة المائية أو الحيوانات أو البشر كمحركات. والطاقة بالمفهوم العام، حيث يتم تحويل الحرارة إلى حركة، لم تكن موجودة في ذلك الحين. وقد حصل هذا الأمر لأول مرة من خلال المحرك البخاري، الذي قاد إلى التصنيع وإلى تكوين تصور لدينا عن الطاقة والتعامل معها.

كان الخشب الخيار الأهم لتوليد الحرارة، وكان مادة خام متجددة. وإلى جانب الخشب تم استخدام الرياح والمياه لتشغيل المطاحن والمطارق والسفن؛ وعلى نفس القدر من الأهمية كانت قوة الإنسان والحيوان العضلية التي استخدمت لنقل الأحمال وتشغيل الأجهزة أو القيام بأعمال أخرى. لكن من بين مصادر الطاقة هذه كان فقط الخشب والماء والريح مستدامين. وحصل في حالات كثيرة أن استهلاك الخشب والمصادر الأخرى كان أكبر من قدرتها على تجديد نفسها، لذا تطلب الاستخدام الدائم تجنب هذا الإفراط في الاستهلاك لضمان إمدادات مستدامة؛ في المقابل قدم البشر والحيوانات قوة عملهم وبالتالي الطاقة على نحو غير مستدام، فقد كانوا يعتمدون على الأغذية التي توفرها الزراعة (بروغيمايير ٢٠١٤: الفصل ٢، ٣).

بشكل عام كانت للزراعة وغلال الأرض أهمية حاسمة، فهي لم تقدم المواد الغذائية وحسب، إنما وفرت أيضاً جميع المواد الخام التي اعتمدت عليها الحرف اليدوية والتجارة والمصانع الأولى: القنب والكتان والقش والخشب التي كانت تخرج من الأرض مباشرة، وكذلك الصوف والجلود والشموع والمنتجات الأخرى التي تم الحصول عليها من خلال الثروة الحيوانية وعمليات المعالجة اللاحقة. وكانت للخشب أهمية خاصة حيث كان يوصف بحق بأنه المادة الخام الأساسية في تلك الفترة، فهو لم يكن يعطي الحرارة فقط، إنما كان أيضاً مادة بناء المنازل والسفن والعربات ووسائل النقل الأخرى؛ وقد صنعت من الخشب أغلب مواد الاستخدام اليومي (الأطباق، الطاولات، الكراسي، الأسرَّة) وعدد كبير من المعدات والأدوات. وحتى آلة الغزل الأولى الشهيرة (جيني)، التي بقيت لفترة طويلة رمزاً للتصنيع، كان الجزء الأكبر منها مصنوعاً من الخشب.

توافر الخشب والمواد الخام الأخرى اعتمد على الشمس بشكل كبير؛ فالشمس فقط كانت توفر يومياً الطاقة اللازمة لكي تنمو المواد الخام التي يستطيع الإنسان استخدامها. هنا كان يجب أن يكون الاستخدام مستداماً. ولم يكن بالإمكان استهلاك سوى كميات المواد الخام التي كانت تنمو ثانية سنة تلو الأخرى. وعندما كانت المحاصيل قليلة كانت تُستهلك كميات أكبر وتُستخدم المخزونات؛ لكن هذا النوع من الاستهلاك الزائد لم يكن مسموحاً به لفترات زمنية طويلة.

استهلاك الكثير من الخشب أو ذبح الكثير من الحيوانات أو استجرار المخزونات إلى حد النفاد كان سلوكاً يهدد أسباب العيش، لهذا السبب كان محتوماً على هذه المجتمعات أن يكون تعاملها مع المواد الخام مستداماً وأن يتسم بقدر كبير من القلق بسبب التباين الكبير في أحجام المحاصيل.

هذا القلق كان مرده أيضاً إلى المشاكل الكبيرة التي كان يمثلها تخزين المواد الغذائية، في حين كانت الطاقة التي تقدمها الشمس والرياح والمياه مخزنة في حدود ضيقة ولا يمكن نقلها عبر مسافات بعيدة إلا بمشقة كبيرة. وكانت تلك الطاقة مخزنة في الكتل الحيوية، وبشكل خاص في الخشب الذي كان نقله صعباً ويكلف الكثير بسبب وزنه الكبير وكثافة الطاقة القليلة فيه. لذا كانت المنشآت التي تستهلك كميات كبيرة من الطاقة تتموضع في الأماكن التي يتوفر فيها الخشب والطاقة المائية. نتيجة لذلك كانت عملية الإنتاج لا مركزية وكانت مضطرة للتأقلم مع تقلبات المناخ الطبيعية وفصول السنة وصولاً إلى حد التوقف مؤقتاً عند حصول نقص في المياه أو الخشب.

بتعبير آخر: كان الطلب على الطاقة متوافقاً إلى حد كبير مع العرض.

ازداد القلق الناجم عن هذا الوضع عندما حصل نمو سكاني سريع. ولم يكن بالإمكان زيادة محاصيل الأرض إلا بشكل بطيء، وبالتالي أدت الزيادة السريعة في عدد السكان إلى أزمات. وعلى الرغم من ذلك تمكنت مجتمعات عالية التطور من النشوء اعتماداً على المواد الخام المتجددة، واستطاعت هذه المجتمعات قبل فترة طويلة من عصر التصنيع تحقيق إنجازات رائعة في مجال العلوم والتكنولوجيا وبلوغ مستويات معيشة متميزة. وبحلول نهاية القرن الثامن عشر تزايدت المؤشرات على حصول نمو سكاني سريع وأزمات وشيكة.

ولا يزال من الصعب الحديث حتى اليوم عن حجم تلك الأزمات وما إذا كان النمو السكاني قد خلق بالفعل أزمات لا يمكن التغلب عليها. فهذا النوع من المشاكل كان شائعاً، وكان لدى المجتمعات في ذلك الحين خيارات عديدة للتعامل معها. ومع ذلك هناك مقولتان صحيحتان هنا: فمن جهة كانت هذه المجتمعات مستدامة من حيث استخدامها للطاقة والمواد الخام، لكن هذه الاستدامة كانت مترافقة مع تذبذب المحاصيل والنقص المتكرر والوفيات المبكرة وعدد كبير من أسباب القلق الأخرى، وهذا لا يجعلها نموذجاً يمكن أن نحتذي به، ومن جهة ثانية سمح عصر التصنيع وما ترافق معه من استخدام للفحم الحجري بتجنب هذه المخاوف،إذ لم يكن ضرورياً أن يتجدد الفحم الحجري كل سنة، ولذا لم يكن استخدامه مستداماً. بدا هذا المصدر من الطاقة وكأنه متوافر بكميات غير محدودة، وبذلك انفتح المجال أمام فرص اجتماعية واقتصادية جديدة كلياً.

احتوى الفحم الحجري على الطاقة بشكل مختزن، وأصبح بالإمكان نقله مسافات طويلة وبأسعار مقبولة بعد البدء بتشغيل خطوط السكك الحديدية. ومنذ ذلك الحين تتوفر كميات كبيرة من الطاقة حيثما تكون هناك حاجة إليها، وذلك بشكل مستقل عن التقلبات الطبيعية. وهكذا نشأت أعداد كبيرة من الآلات والمعامل وعمليات الإنتاج الفعالة والابتكارات التقنية التي ساهمت مع المعارف العلمية الجديدة وعوامل أخرى عديدة في زيادة الإنتاجية بشكل سريع وفي نشوء المجتمعات الصناعية الحديثة. بالنتيجة حصل في العام ١٨٥٠ نمو سريع للمدن والمناطق الصناعية التي تركز فيها السكان والسياسة والإدارة والاقتصاد بعدما اعتمدت على إمدادات ثابتة من الطاقة الرخيصة.

تلقى هذا التطور دفعة إضافية من خلال ابتكارين آخرين: أولاً إمكانية نقل الطاقة على شكل كهرباء عبر مسافات بعيدة. وثانياً إمكانية تشغيل محركات صغيرة، وليس فقط المحركات البخارية الكبيرة، بواسطة الكهرباء وكذلك النفط والغاز، فنشأت بالنتيجة محطات كبيرة لتوليد الطاقة قامت بتزويد الكهرباء اللازمة وساهمت بشكل كبير في ترسيخ الإنتاج الصناعي الذي نعرفه حالياً. ويجري هذا الإنتاج الصناعي بشكل مستمر ودون انقطاعات، أي بشكل مستقل عن التقلبات الطبيعية؛ ويقوم الإنتاج الصناعي على عرض ثابت من الطاقة يتبع حجم الطلب؛ وهو مرتبط بمركزية واسعة الامتداد (زيفيرله ٢٠٠٣ / Sieferle ٢٠٠٣).

أتى التحول في مجال الطاقة قبل ٢٠٠ سنة لينهي اقتصاداً اتصف بالاستدامة من خلال استخدامه للموارد وحقق بذلك أحد الأهداف التي ننشدها اليوم من خلال التحول في مجال الطاقة، لكن في الآن ذاته كانت المجتمعات في ذلك الحين مرتبطة بشكل أساسي بتقلبات الطقس وفصول السنة والطبيعة وتتسم بقدر كبير من القلق في هذا المجال. وهذه لا تتفق مع فهمنا الموسع للاستدامة، فهنا لا يتعلق الأمر بالمواد الخام فقط، وإنما أيضاً بالسياسة والمجتمع. إذ يجب في المجتمع المستدام أن تتوفر الحقوق السياسية والمشاركة وغيرها من الخصائص التي تجعل العيش في هذا المجتمع أمراً مرغوباً. لم تكن هذه هي الحال حوالي العام ١٨٠٠.

كذلك فإن التحول الذي بدأ في تلك الفترة لم يحدث بشكل فجائي، بل استغرق الأمر عقوداً حتى سادت الطريقة الصناعية الجديدة في الاقتصاد. كما تطلب الأمر إجراء تغييرات عديدة في التقنية والاقتصاد والمجتمع والسياسة بغية الاستجابة للاقتصاد الصناعي الجديد والتحكم به، وهذا أمر لم ينجح حتى اليوم إلا في جزء من العالم. لذا ليس مفاجئاً أنه لا يمكن تحقيق التحول الحالي في مجال الطاقة بين ليلة وضحاها، وإنما يحتاج الأمر إلى عملية معقدة طويلة الأمد.

٢,٢ النفط والطاقة النووية

منذ صعود الفحم الحجري كان هناك قلق مستمر من أن تنضب مخزوناته عما قريب. وبالتوازي زاد أيضاً الانتقاد للمواد الضارة التي نشأت عند استخدام هذا المصدر من الطاقة. وقد انطبع عصر الفحم الحجري بهذين الموقفين: القلق من انتهاء المخزونات وانتقاد المواد الضارة، وبعد الحرب العالمية الثانية وحتى منتصف الخمسينيات حمل النفط والطاقة النووية بشكل خاص وعوداً بتحول إلى مصادر طاقة نظيفة ومتوافرة بكميات غير محدودة (مولر ١٩٩٠؛ راكاو ١٩٧٨ - Müller ١٩٩٠; Radkau ١٩٧٨).

اكتسب النفط أهمية صناعية بحلول نهاية القرن التاسع عشر وشهد بعدها انتشاراً على مستوى العالم. واكتسبت هذه المادة الخام أهمية كبيرة في ألمانيا بعد العام ١٩٤٥ عندما انتشر استخدامها في الصناعات الكيميائية ومحطات توليد الطاقة والتدفئة المنزلية وكوقود للسيارات. وهناك صفات كيميائية مشتركة بين الفحم الحجري والنفط، لكن استخدام النفط في المجالات المذكورة كان أسهل. كما نشأت الصناعات الكيميائية الحديثة مع منتجاتها الكثيرة (منتجات البلاستيك) وازداد استهلاك الطاقة بشكل كبير، وليس آخراً بلغت حركة التنقل حجماً غير مسبوق من قبل. لذا تتمثل إحدى أهم مهام التحول الحالي في مجال الطاقة في المحافظة على حركة التنقل هذه و/أو تطوير بدائل قابلة للتطبيق.

أثارت الطاقة النووية في البداية ضجة أكبر من الانتقال إلى النفط، وبعثت بين الناس والأحزاب توقعات لا حدود لها. أحدثت الحكومة الألمانية وزارة خاصة بالطاقة النووية في العام ١٩٥٥ برئاسة فرانتس يوزيف شتراوس Franz Josef Strauß، وفي العام ١٩٥٦ اعتمد الحزب الديموقراطي الاجتماعي «خطة نووية» جاء فيها: «لقد بدأ عهد جديد. الانشطار النووي المضبوط والطاقة النووية التي يمكن الحصول عليها بهذه الطريقة يشكلان بداية عصر جديد للبشرية. زيادة الرخاء الذي يمكن أن يأتي من مصادر الطاقة الجديدة يجب أن يكون مفيداً لكل الناس.» يمكن أن تساعد الطاقة النووية بشكل حاسم على ترسيخ الديموقراطية في الداخل وتعزيز السلام بين الشعوب. عندها سيصبح العصر النووي عصر السلام والحرية للجميع» (بروغيماير ٢٠١٤:٢٢٨؛ براندت ١٩٥٧). وهذا يتطلب من الحكومة الألمانية توفير المزيد من الأموال للأبحاث النووية لسد الفجوة التقنية بين ألمانيا والبلدان الأخرى. وقد تعرضت الشركات الصناعية للانتقاد من جديد بسبب «ارتباطها التقليدي» باستخراج الفحم الحجري وإهمالها للتكنولوجيا الجديدة.

انتشرت في ذلك الوقت آراء مماثلة. وكان من المفترض أن تزود المفاعلات النووية الكهرباء والحرارة وأن تقوم بتحلية ماء البحر وبجعل الصحارى خصبة وبتدفئة البيوت الزجاجية في الشمال البارد أو بتحويل أنهار كاملة لري المناطق الجافة. كذلك كان من المفترض أن تقوم الطاقة النووية بشكل مصغر بتشغيل السفن والغواصات وقطارات السكك الحديدية وحتى السيارات، ولكن مشاكل السلامة والأمان برزت هنا. وأظهرت الأبحاث الدقيقة أن هذه تحتاج إلى درع واقي وزنه ١٠٠ طن.

لم تقدم الطاقة النووية وعوداً بطاقة نظيفة ورخيصة فقط، وإنما أيضاً بطاقة لا تنضب وتكفي لمئات السنين وتستطيع إزالة جميع المخاوف. وقد ساند عدد كبير من الصحفيين والكتّاب والسياسيين هذا الموقف، فحظيت الطاقة النووية بدعم في أوساط الناس أيضاً، وحتى حجج حماية الطبيعة والبيئة كانت لصالحها. وبحسب الخطة النووية للحزب الديموقراطي الاجتماعي سيتيح هذا «تجنب استغلال مناجم الفحم وتفادي التغييرات

الضارة للمناظر الطبيعية وإمدادات المياه الناجمة عن استخراج الفحم البني». مشابهة جاءت آراء أوتو كراوس (Otto Kraus)، مفوض حماية الطبيعة في بافاريا، والذي نشر في العام ١٩٦٠ مقالة عن «استخدام الطاقة المائية وحماية الطبيعة في العصر النووي»، اعترف في تلك المقالة بأن «بعض العلماء والسياسيين والمواطنين» يخشون من المخاطر المرتبطة بهذا الأمر، لكن هذه المخاطر يمكن السيطرة عليها، والسدود بشكل خاص ليست أقل خطورة منها. إنشاء السدود وحده حصد العديد من الضحايا، عدا عن ذلك يمكن أن تنهار السدود بسبب الأخطاء الفنية أو قوى الطبيعة العنيفة؛ وبالتالي أن تسبب الكوارث. بالمقارنة فإن التقدم في التكنولوجيا النووية وبناء محطات الطاقة النووية يوفر بدائل مجدية.

يجب استغلال هذه «اللحظة السحرية» (كراوس ١٩٦٠: ٣٤).

أظهرت التقارير الإعلامية دعماً وصل تقريباً إلى حد الإجماع. لكن تحت المستويات الرسمية جرت النقاشات على نحو مثير للجدل، أيضاً لأن استخدام الطاقة النووية ذكّر بمخاطر القنابل النووية. لذا كانت هناك صلة وثيقة منذ البداية بين حركة السلام والحركة المناهضة للطاقة النووية. وعندما جرى البحث عن مواقع لأولى المفاعلات النووية في كارلسروه وكولونيا ويوليش في العامين ١٩٥٢/١٩٥١ حصلت اشتباكات عنيفة. ففي كارلسروه ذهب المواطنون إلى المحكمة، وكانوا يرون أن الحق الأساسي في الحياة والسلامة الجسدية مهدد وتحدثوا عن عدم الوضوح في قضايا الأمان والسلامة. وقد أحدثت شكواهم ضجة كبيرة وجرى التعليق عليها في كل ألمانيا، مع أن أغلب المقالات أيدت الشكل الجديد للطاقة وصورت أصحاب الشكوى على أنهم بدائيون مثيرون للمشاكل، كما ورد في جريدة زودكورير (Südkurier) في نوفمبر ١٩٥٦ - «الدرّاسات اليدوية ضد المفاعلات النووية» (رادكاو ١٩٧٨: ٤٤١).

دعمت أزمة النفط في العام ١٩٧٣ مساعي إجراء تحول في مجال الطاقة باستخدام الطاقة النووية، فهذه الأزمة أظهرت اعتماداً كبيراً على الدول العربية، بينما الحاجة إلى الطاقة ازدادت ومخزونات النفط تراجعت، هذا ما قاله حينها وزير المالية هيلموت شميدت محذراً من نضوب الطاقة الوشيك. إنها العقبة الأهم «أمام المزيد من النمو الاقتصادي وتطوير الإنتاجية والعمل والتوظيف». شركات الطاقة النووية وافقت على هذا الكلام وعرضت تغطية حوالي ٥٠٪ من الحاجة الأساسية للطاقة من خلال الكهرباء النووية بحلول العام ٢٠٠٠. وكانت هناك نية لإنشاء ٣٥ محطة طاقة نووية إضافية لتأمين إمدادات الطاقة. كما كان مخططاً أن تقوم هذه المفاعلات بتوليد الكهرباء وتزويد الحرارة اللازمة للصناعات الكيميائية وأن تساعد في استخلاص البنزين ومشتقات النفط الأخرى من الفحم الحجري المحلي (بروغيماير ٢٠١٤: ٣١٦f).

أبدت شركة الرور لاستخراج الفحم الحجري (Ruhrkohle) والنقابات الصناعية حماساً لهذه المقترحات التي أعطت منظوراً غير متوقع لصناعاتها المتراجعة. وأيضاً وسائل الإعلام التي انتقدت الطاقة النووية في السابق، أصبحت تتحدث عن مزاياها. فطالبت صحيفة دير شبيغل (Der Spiegel) مثلا في العام ١٩٧٣ بمضاعفة عدد عقود محطات الطاقة النووية؛ صحيفة زود دويتشه تسايتونغ (Süddeutsche Zeitung) و هاندلسبلات (Handelsblatt) اعتبرتا أن الكهرباء النووية هي البديل الوحيد للنفط وأنها قادرة على ضمان إمدادات الكهرباء (شاف ٢٠٠٢: ٥٦). لذا تصرفت حكومة حزب الاتحاد المسيحي الديموقراطي (Baden-Württemberg) في ولاية بادن فورتمبيرغ (Baden-Württemberg) بإجماع عام عندما اعتمدت في صيف العام ١٩٧٣ منطقة فيل أم كايزرشتول (Wyhl am Kaiserstuhl) موقعاً لمحطة طاقة نووية. ولكنها أعطت بذلك إشارة البداية للحركة المناهضة للطاقة النووية التي أوصلت إلى إنهاء الطاقة النووية ودفعت باتجاه البحث عن بدائل.

٢,٣ الطاقة النووية والاعتماد على النفط

شعر معارضو محطات الطاقة النووية في (فيل - Wyhl) بالقلق على صحتهم وزراعة الكروم لديهم، لكنهم لم يرفضوا الطاقة النووية بشكل كامل في البداية. لذا وجدت حكومة الولاية نفسها في مواجهة التحفظات التقليدية ضد المشاريع الصناعية وتمسكت بخططها. لكن سرعان ما عادت الطاقة النووية إلى الواجهة وأثارت المزيد من الاحتجاجات بين السكان المحليين. وقد شارك في تلك الاحتجاجات ربات البيوت وصانعو النبيذ والمزارعون الذين في العادة لم يكونوا يشاركون مباشرة في هذه النزاعات ولكنهم كانوا يحددون مسار الأمور في (فيل - Wyhl). إضافة إلى ذلك أتى الدعم من الطلاب في فرايبورغ ومن ثم من الباحثين الذين ساهموا بمعرفتهم وأعطوا للآراء المناهضة للطاقة النووية أساساً متيناً. وبالتدريج نشأ تحالف موسع ساهم بشكل كبير في نجاح الاحتجاجات في (فيل - Wyhl). كذلك كان دور سياسيين من أمثال (إيبلر - Eppler) والحزب الديموقراطي الاجتماعي (SPD) في ولاية بادن فورتمبيرغ مهماً، حيث عبروا في العام ١٩٧٥ عن قلقهم بشأن التوسع في مجال الطاقة النووية. وتطرفت مواقف الأطراف المتنازعة، ولجأ معارضو مشروع محطة الطاقة إلى إجراءات مفاجئة من بينها احتلال موقع البناء. وبالتزامن مع صدور قرار بتجميد أعمال البناء مؤقتاً وتزايد الاحتجاجات، أبدت وسائل الإعلام الوطنية اهتماماً بهذا الصراع. لكن صحيفة (دير شبيغل - der Spiegel) لم تكتب عن أحداث (فيل - Wyhl) إلا في العام ١٩٧٥، أي بعد سنتين تقريباً من بداية المواجهات (روخت ٢٠٠٨ - Rucht ٢٠٠٨).

استطاع موضوع الطاقة النووية تعبئة مجموعات كبيرة من الناس على امتداد ألمانيا، فانضم المزيد من الأفراد والمجموعات إلى الاحتجاجات التي أدت في العام ١٩٨٠ إلى تأسيس حزب الخضر. ويعود الفضل الرئيسي في صعود حزب الخضر حينها إلى رفض الطاقة النووية التي تمسكت بها الحكومة الألمانية بقيادة الحزب الديموقراطي الاجتماعي. وقد وجد حزب الخضر تأييداً متزايداً لموقفه، لكنه بقي متعادلاً مع نسبة المؤيدين للطاقة النووية، حتى عندما انفجر مفاعل (تشيرنوبل - Tschernobyl) في ٢٦. ٤. ١٩٨٦ كانت عواقب الكارثة واضحة لنصف سكان ألمانيا الغربية الذين أرادوا التخلي عن الطاقة النووية.

قرر الحزب الديموقراطي الاجتماعي في مؤتمره الحزبي في نورنبيرغ في العام ١٩٨٦ التخلي عن الطاقة النووية خلال عشر سنوات واقترب بذلك من موقف حزب الخضر، وفي المقابل تمسك ائتلاف حزب الاتحاد الديموقراطي المسيحي والاتحاد الاجتماعي المسيحي ومعهما الحزب الليبرالي بالطاقة النووية معتمدين بذلك على النصف الآخر من السكان.

أمام هذا الواقع تجددت المطالبة بالتحول في مجال الطاقة، وحينها جرى استخدام هذا المصطلح على نطاق واسع للمرة الأولى. لم يكن الأمر يتعلق بالتخلي فقط عن الطاقة النووية، بل كان هناك قلق لا يقل أهمية من أن مخزونات النفط توشك على النضوب. هذا ما أشار إليه في العام ١٩٧٢ تقرير «نادي روما» الذي حظي بنقاش عالمي وحذر من محدودية النمو ونبّه بشكل خاص إلى مخزونات النفط المتناقصة. واعتمد عدد كبير من الأشخاص والمؤسسات على هذه الأفكار، من بينها معهد البيئة في فرايبورغ. ووصفت دراسة في العام ١٩٨٠ «نضوب النفط كمصدر رخيص للطاقة» على أنه أهم التحديات القادمة (كراوزه وآخرون ١٩٨٠:١٣ - Krause) وطالبت بتحول فوري في مجال الطاقة.

لهذا الغرض اقترح واضعو الدراسة عدة طرق لا تزال حتى اليوم تؤثر في النقاشات، من بينها زيادة فعالية استخدام الطاقة وفصل النمو الاقتصادي عن استهلاك الطاقة. إضافة إلى ذلك ينبغي زيادة استخدام الطاقات المتجددة لتغطي نصف احتياجات الطاقة بحلول العام ٢٠٣٠. بذلك قدّر معهد البيئة مساهمة هذه الطاقات على نحو أكثر تفاؤلاً مما كان سائداً حينها، لكنه أكّد أيضاً على أنه يجب تأمين النصف الآخر من خلال الفحم الحجري. وبحسب التقرير سيكون المستقبل قائماً على «اكتفاء ذاتي من خلال الفحم الحجري والشمس» (كراوزه وآخرون ١٩٨٠:٣٩).

كذلك طالبت دراسات أخرى بالتخلي عن الطاقة النووية ونبّهت أيضاً إلى ضرورة عزل الأبنية وتطوير تقنيات جديدة واستخدام الطاقة بفعالية أكبر والفصل بشكل أساسي بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة. هنا تكمن فرص كبيرة، لكن في نهاية المطاف يجب أن يلعب الفحم الحجري دوراً رئيسياً في المستقبل المنظور. وقد قدّم كتاب «التحول في مجال الطاقة» لمؤلفه فولكر هاوف (Volker Hauff) في العام ١٩٨٦ مثالاً جيداً عن هذه الآراء. كان هاوف (Hauff) وزيراً في حكومة شميدت (Schmidt) بين العامين ١٩٧٨ - ١٩٨٢، وأصبح في العام ١٩٨٣ عضواً في اللجنة الدولية للبيئة والتنمية التابعة للأمم المتحدة والتي سميت باسم لجنة برونتلاند (Brundtland) ووضعت واحداً من أهم التقارير حتى وقتنا الحالي عن موضوع الاستدامة. كما يشير العنوان «من الغضب إلى الإصلاح»، أراد هاوف (Hauff) في كتابه أن يقدم منهجاً وخطوات عملية للتخلي عن الطاقة النووية.

وصف الاستخدام الأفضل للطاقة على أنه أهم مصدر للطاقة، لكنه وصف بعدها الفحم الحجري النظيف بأنه مصدر طاقة مستقبلي. واستطاع تقديم أسباب وجيهة لهذا التقدير. فالفحم الحجري يسبب انبعاثات هائلة تشمل أكاسيد النتروجين وحموض الكبريت التي تشهد انتقاداً منذ فترة طويلة وتم رفضها بشكل قوي في منتصف الثمانينيات باعتبارها المسؤولة عن المطر الحامضي. لكن كانت هناك إمكانيات تقنية فعالة متوافرة باستطاعتها خفض كميات تلك الانبعاثات وغيرها بشكل كبير. أشار (هاوف - Hauff) إلى هذا الأمر وتحدث عن «الفحم الحجري النظيف» وأعطاه أهمية رئيسية (هاوف ١٩٨٦: ٩٥).

وقد اتخذ (إيرهارد إيبلر - Erhard Eppler) موقفاً مشابهاً قبل بضع سنوات. كان (إيبلر - Eppler) من أوائل السياسيين ضمن الحزب الديموقراطي الاجتماعي الذين طالبوا بالتخلي عن الطاقة النووية وهو يعتبر من رواد التحول في مجال الطاقة. وقد جادل في يونيو/حزيران ١٩٧٩ في مقالة موسعة بأن التخلي عن الطاقة النووية لن يمثل أية مشكلة جدية إن تم إجراء التعديلات والتحولات اللازمة. وقال إنه من الممكن تأمين زيادة كبيرة في إمدادات الكهرباء، لكن هذا قد يتطلب زيادة استخدام الفحم الحجري إلى ضعف معدل الاستهلاك الموجود في ذلك الحين (إيبلر ١٩٧٩). هذا الأمر سيكون مرتبطاً بمشاكل، ذكر منها (إيبلر) بشكل صريح الزيادة في انبعاثات ثاني أكسيد الكربون.

ومع ذلك، ولتقليل الاعتماد على النفط، الأمر الذي احتل بالنسبة إلى (إيبلر) أهمية تعادل أهمية التخلي عن الطاقة النووية، سيكون استخدام الفحم الحجري أمراً مقبولاً، خصوصاً عند توافر «محطات توليد حرارية نظيفة تعمل بالطاقة المميعة على أساس الفحم الحجري». كذلك رأى (إيبلر) أن هذه المحطات تقدم وعوداً كبيرة مقارنة بمحطات التوليد الغازية اللامركزية، وبينما تحدث عن استخدام الطاقة الشمسية إلا أنه لم يعطها تلك الأهمية الكبيرة.

بشكل عام تزايد الحديث في الثمانينات عن إمكانيات استخدام الطاقة الشمسية، لكن حتى مؤيدي الطاقة الشمسية تحدثوا عنها بتحفظ (هاوف ١٩٨٦؛ كراوزه وآخرون ١٩٨٠)، لذا سيكون الأمر مضللاً عندما يكون هناك زعم في النقاش الحالي بأن إخفاقاً في مجال الانتقال إلى الطاقات المتجددة قد حصل في ذلك الحين. كانت زيادة استخدام الفحم الحجري أكثر واقعية بالنسبة لأغلبية المعاصرين لتلك الفترة، خصوصاً عند توافر التقنيات اللازمة، وذلك لتقليل انبعاثات المواد الضارة بشكل كبير. لكن في ذلك الحين، كما الحال اليوم، لم يستطيعوا منع انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. لكن ظاهرة الاحتباس الحراري المرافقة لانبعاثات ثاني أكسيد الكربون لم تكن مشكلة رئيسية في ذلك الحين. وكانت الجهود مركزة بشكل أكبر على التخلي عن الطاقة النووية وعدم الاعتماد على مصادر النفط الآخذة في النضوب.

٣
التحول الحالي في مجال الطاقة

٣,١ الأهـداف

يمكن تعيين أهداف التحول الحالي في مجال الطاقة بشكل بسيط وواضح: يجب أن يؤدي هذا التحول إلى التخلي عن الطاقة النووية واستبدال أنواع الوقود الأحفوري بطاقات متجددة وتقليل انبعاث الغازات الضارة بالمناخ. تحقيقاً لهذا الغرض سيتم إخراج آخر محطة نووية من الشبكة في العام ٢٠٢٢. إضافة إلى ذلك ينبغي بحلول العام ٢٠٥٠ أن تغطي الطاقات المتجددة حتى ٨٠٪ من استهلاك الكهرباء، وأن يتم خفض الاستهلاك الرئيسي للطاقة بنسبة ٥٠٪ مقارنة بالعام ٢٠٠٨ وتقليل انبعاثات الغازات الدفيئة حتى ٩٥٪ مقارنة بالعام ١٩٩٠ (الوزارة الاتحادية للشؤون الاقتصادية والطاقة - BMWI ٢٠١٤C).

تبدو هذه الخطط شديدة الطموح، لكنها واقعية برغم ذلك، فهناك نجاحات ملحوظة قد تحققت بالفعل، ففي الفترة ما بين العامين ٢٠٠٠ و٢٠١٤ زادت حصة الطاقات المتجددة في إجمالي استهلاك الكهرباء من ٦,٢ بالمئة إلى ما يقارب ٢٦ بالمئة. وإذا استمر توسيع الطاقات المتجددة بشكل سريع، يمكنها أن تحل مكان محطات الطاقة النووية أولاً ومن ثم الطاقات الأحفورية. وبالنظر إلى أنها تتسبب بانبعاث كميات قليلة جداً من ثاني أكسيد الكربون، ستتراجع الانبعاثات بشكل ملحوظ. يتطلب تحقيق هذه الأهداف الطموحة تحديث التطويرات التي حصلت في السنوات الأخيرة (الوزارة الاتحادية للشؤون الاقتصادية والطاقة - BMWI ٢٠١٤B).

لكن الأمر ليس بهذه السهولة، فهذه التطويرات لم تؤد إلى تحقيق نجاحات ملحوظة فقط، بل أظهرت أيضاً أن التحول في مجال الطاقة مرتبط بتحديات كبيرة وتناقضات وصراعات. وهذا ما تتطرق إليه المقاطع التالية. لا تحدث الصراعات هنا فقط مع شركات الطاقة التقليدية التي تخشى على نفوذها، وإنما أيضاً بين الطرق المختلفة للحصول على الطاقات المتجددة، فتكاليف الطاقة الشمسية وطاقة الرياح والطاقة المائية أو الكتل الحيوية متباينة وأمان إمدادات الطاقة فيها مختلف، ولذا يجب اتخاذ قرار حول حجم التوسع في كل نوع منها. لكن بدلاً من التوسع أكثر في هذه الطاقات ربما يكون بالإمكان أيضاً تقليل استهلاك الطاقة أو تطوير أشكال جديدة للنمو الاقتصادي.

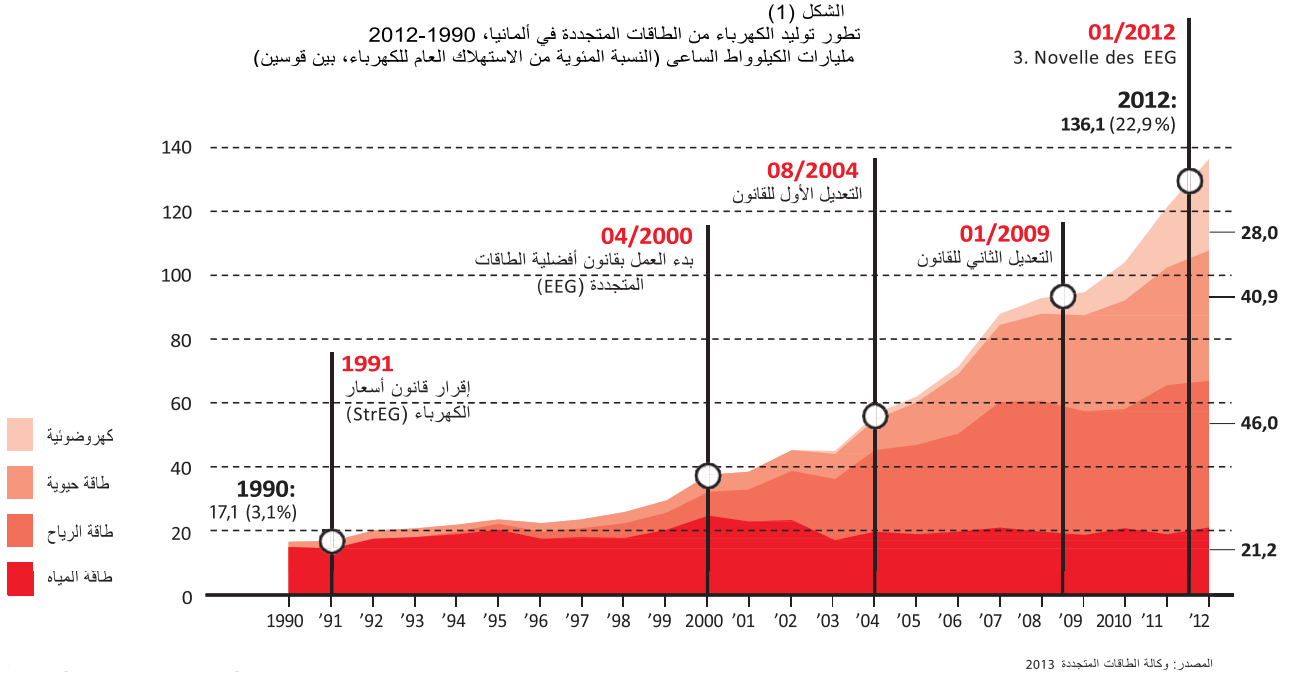
يمكن من حيث الأساس الجمع بين هذه الإمكانيات لأنها لا تتعارض فيما بينها.

لكن يجب بالفعل اتخاذ قرارات لتجنب التكاليف غير الضرورية. إضافة إلى ذلك فإن التحول في مجال الطاقة مرتبط بتوقعات أكثر بشكل ملحوظ من تلك التي تمت صياغتها في البداية. فإضافة إلى الأهداف المذكورة أعلاه يجب أن يؤدي هذا التحول إلى تقليل الاعتماد على واردات النفط والغاز؛ وتأمين فرص عمل؛ وتعزيز البنية في المناطق الضعيفة؛ وتحقيق فعالية أكبر في استهلاك الطاقة والمساهمة في التحديث البيئي وتحقيق عدد كبير من التصورات الأخرى. ومن الواضح أن هذا التنوع في التوقعات سيؤدي إلى صراعات غالباً ما يصعب فيها تمييز المصالح والدوافع المختلفة.

بعض الاعتبارات تذهب أبعد من ذلك. هيرمان شير (HERMANN SCHEER)، أحد رواد التحول في مجال الطاقة، رأى الأمر على أنه «التحول الأشمل في هيكلية الاقتصاد منذ بداية عصر التصنيع». التحول في مجال الطاقة له «أهمية حضارية تاريخية» ويجب أن يغير بشكل أساسي طريقة وأسلوب الحياة والاقتصاد لدينا (شير ٢٠١٣: ٢٣،٢٨) وقلائل يذهبون إلى هذا الحد. ولكن حتى من لا يتفق مع أهداف (شير - SCHEER) يجب أن يكون واضحاً بالنسبة له أن التحول في مجال الطاقة يعني أكثر من مجرد تركيب عنفات رياح وأجهزة طاقة شمسية، إذ ينبغي أن يؤدي هذا التحول إلى إعادة هيكلة شاملة لأنظمة الطاقة القائمة، الأمر الذي يتطلب جهوداً كبيرة ونفساً طويلاً.

لذا تقول الحكومة الاتحادية إن هذه مهمة لأجيال وتعني بذلك أنها عملية أهدافها محددة بشكل تقريبي ولكنها تحتاج إلى تحديد خطواتها ومراحلها وتصحيحها عند الضرورة. الأمر يتعلق بعملية بدأت بشكل متواضع، ففي بداية التحول الحالي في مجال الطاقة كان المطلوب زيادة حصة الطاقات المتجددة التي تراجعت أهميتها منذ بداية عصر التصنيع.

الشكل (1)
تطور توليد الكهرباء من الطاقات المتجددة في ألمانيا، 1990-2012
مليارات الكيلوواط الساعي (النسبة المئوية من الاستهلاك العام للكهرباء، بين قوسين)



المصدر: وكالة الطاقات المتجددة 2013

٣,٢ قانون الطاقات المتجددة: الخلفية والنشوء

ساهمت الطاقات المتجددة بنسبة ٣,١ بالمئة في توليد الكهرباء في العام ١٩٩٠ (انظر الشكل ١). وهذه النسبة كانت تعادل ١٧,١ مليار كيلوواط ساعي، وفي العام ٢٠١٢ زادت الكمية بنسبة ٨٠٠ بالمئة وتم توليد ١٣٦,١ مليار كيلوواط ساعي من الكهرباء من الطاقات المتجددة. قامت محطات الطاقة المائية بتوليد الكمية الأكبر من هذه الطاقة في التسعينيات، أما الطاقة الشمسية وطاقة الرياح فكانت كلفتها مرتفعة جداً ولم تكن لها أية أهمية تقريباً. وكانت طواحين الهواء صاحبة الحضور الأقوى لفترة طويلة وقد وصل عددها في ألمانيا إلى ١٨٠٠٠ تقريباً في العام ١٨٩٥، ثم بدأت تتراجع مع توسيع شبكة الكهرباء واستخدام المحركات الصغيرة. لكن يبدو أن طاقة الرياح شهدت ازدهاراً في ثلاثينيات القرن الماضي.

هيرمان هونيف (HERMANN HONNEF)، مخترع ورائد في مجال الطاقة الرياح، أراد إقامة محطات طاقة عالية وضخمة لتوليد كهرباء رخيصة (هيمان ١٩٩٠: الفصل ٦). كان ينبغي أن يصل ارتفاع محطات الطاقة إلى ٤٣٠ متراً وأن يتراوح قطر العنفات من ٦٠ إلى ١٦٠ متراً، أي أعلى حتى من برج الإذاعة في برلين (٣٥٠ متراً). وكان من الضروري بالنسبة إلى هونيف (HONNEF) أن تكون بهذا الحجم لتستفيد من رياح الارتفاعات وتستطيع توليد الكهرباء، بينما ستكون التكاليف منخفضة إلى حد يتيح للمزارعين تركيب تدفئة للتربة وجني ثلاثة إلى أربعة محاصيل سنوياً. تبدو هذه المقترحات رائعة اليوم، وقد حظيت بتأييد كبير، إلى أن أظهرت الحسابات الدقيقة أن الخطط كانت واهمة، فقد طرحت تصميم الأبراج الضخمة مشاكل إنشائية غير قابلة للحل، وكانت تكاليف البناء والتشغيل مرتفعة جداً.

لذا بقيت محطات الطاقة المائية الوحيدة القادرة على المنافسة، لكنها لم تكن محببة لدى حماة الطبيعة لأن السدود تحدث تغييرات كبيرة في المشهد الطبيعي، وهذا الاعتراض يلعب دوراً اليوم في موضوع محطات توليد الطاقة من المياه المخزنة، لذا بقيت مساهمتها محدودة، ومع ذلك بلغت في العام ١٩٩٠ حوالي ٣ بالمئة من توليد الكهرباء، بينما لم تتجاوز الطاقات المتجددة الأخرى نسبة ضئيلة متواضعة. لم يتعلق هذا الأمر بالتكاليف المرتفعة فقط، وإنما أيضاً بسلوك شركات الطاقة التي لم تُظهر أي اهتمام بالعمل في هذا المجال وتلكأت في استلام الكهرباء المولدة بهذه الطريقة. وقد تجاوز قانون «تغذية الكهرباء» هذه العقبة في العام ١٩٩١ وأدخل تعديلين جديدين: أصبحت شركات إمداد الكهرباء ملزمة باستلام كهرباء الطاقات المتجددة وكذلك دفع حد أدنى من السعر لها، وقد استفادت من هذا الأمر منشآت طاقة الرياح والطاقة المائية والكتل الحيوية التي استطاعت توليد كهرباء رخيصة بالمقارنة، وفي المقابل بقيت تكاليف أنظمة الطاقة الشمسية عالية واقتصر وجودها على نطاق ضيق، وعلى أية حال كانت مساهمة الطاقات المتجددة تزداد بشكل بطيء فقط.

٣,٣ التخلي الأول والثاني عن الطاقة النووية

تغير هذا الموقف مع فوز ائتلاف الحزب الديموقراطي الاجتماعي وحزب الخضر في انتخابات ١٩٩٨، ورأى هذا الائتلاف في التحول في مجال الطاقة مهمة رئيسية تتضمن هدفين أساسيين: التخلي عن الطاقة النووية وتوسيع استخدام الطاقات المتجددة. لهذا الغرض أقرت الحكومة الجديدة في العام ٢٠٠٠ قانون الطاقات المتجددة (EEG)، الذي خص توليد الكهرباء من الرياح والخلايا الكهروضوئية والكتل الحيوية والطاقة الحرارية الجوفية والطاقة المائية، وبدا للوهلة الأولى أنه لم يقدم إلا القليل من الأشياء الجديدة. وقد حدد القانون التزامات القبول وضمانات الأسعار، لكن الأسعار المضمونة كانت أعلى بكثير من ذي قبل، خصوصاً بالنسبة لأنظمة الطاقة الشمسية، كذلك اعتبرت الأسعار سارية لعشرين عاماً وبذلك قدمت إيرادات مضمونة لأمد طويل بحيث تشهد الطاقات المتجددة الازدهار المأمول.

بالتوازي مع هذا عقدت الحكومة اتفاقاً مع شركات الطاقة من أجل التخلي عن الطاقة النووية وقامت بتغيير قانون الطاقة النووية في العام ٢٠٠٢. وضع هذا القانون حدوداً لكميات الكهرباء التي يسمح لمحطات

الوضع الحالى وأهداف التحول فى مجال الطاقة

الفئة	2010	2012	2020	2030	2040	2050
انبعاثات غازات الدفيئة						
انبعاثات غازات الدفيئة (مقارنة بعام 1990)	−25,6 %	−24,7 %	-40% على الأقل	-55% على الأقل	-70% على الأقل	-80% إلى -95% على الأقل
الطاقات المتجددة						
الحصة في إجمالي استهلاك الكهرباء	20,4 %	23,6 %	35% على الأقل	50% على الأقل (2025: 40,0–45,0%)	65% على الأقل (2035: 55,0–60,0%)	80% على الأقل
الحصة في إجمالي استهلاك الطاقة النهائية	11,5%	12,4 %	18,0 %	30,0 %	45,0 %	60,0 %
الكفاءة						
استهلاك الطاقة الأولية (مقارنة بعام 2008)	−5,4 %	−4,3 %	−20,0 %		−50,0	
استهلاك الكهرباء الإجمالي (مقارنة بعام 2008)	−1,8 %	−1,9 %	−10,0 %		−25,0 %	
حصة توليد الكهرباء من محطات التوليد المشترك	17,0%	17,3%	25,0 %			
إنتاجية الطاقة النهائية	17,0% في السنة (2008-2011)	1,1% في السنة (2008-2011)	2,1% في السنة (2008-2011)			
المباني القائمة						
الحاجة إلى الطاقة الأولية	–	–	–	بمقدار - 80%		
الحاجة إلى الحرارة	–	–	−20,0 %	–	–	–
معدلات الصيانة	حوالي 1 %	حوالي 1 %	مضاعفة إلى مرتين في السنة			
مجال النقل والمواصلات						
استهلاك الطاقة النهائية (مقارنة بعام 2005)	−0,7 %	−0,6 %	−10,0 %	بمقدار -40%		
عدد السيارات الكهربائية	6.547	10.078	مليون	6 ملايين		

المصدر: BMWi 2014c : 11

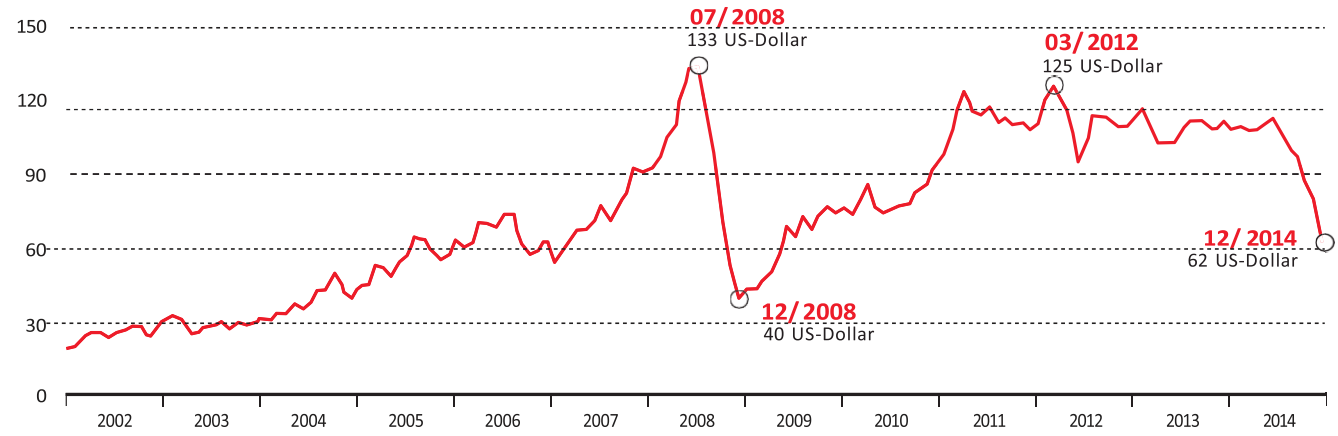
الطاقة النووية بإنتاجها، وحدد فترة عمل هذه المحطات حتى العام ٢٠٢١ حيث ينبغي إغلاق آخر محطة طاقة نووية. بهذا الشكل تحققت مطالب حزب الخضر والعديد من جماعات البيئة، ولكن فقط لأن الحزب الديموقراطي الاجتماعي كان يحمل هذه الأهداف أيضاً وضمن الأغلبية البرلمانية المطلوبة - إلى أن تغير الوضع مع فوز ائتلاف الحزبين المسيحيين (CDU/CSU) والحزب الليبرالي (FDP) بالانتخابات في أكتوبر ٢٠٠٩. تمسكت حكومة الائتلاف المسيحي الليبرالي بالتخلي عن الطاقة النووية، لكنها مددت فترة عمل محطات الطاقة النووية وأثارت بذلك احتجاجات شديدة لدى الناس والمعارضة. تقدم الحزب الديموقراطي الاجتماعي وحزب الخضر وحزب اليسار وتسع ولايات اتحادية بشكوى دستورية، لم تعد ضرورية بعد بضعة أشهر لاحقة. إذ من جديد تغير الوضع، ولكن بين ليلة وضحاها هذه المرة، عندما حصلت بتاريخ ١١,٣,٢٠١١ في فوكوشيما اليابانية كارثة مماثلة لتلك التي حصلت في تشيرنوبيل قبل ٢٥ سنة.

حصل في محطة الطاقة النووية الموجودة هناك انصهار نووي نتيجة لزلزال أدى إلى موجة تسونامي. وفشلت التدابير الأمنية وتسربت كميات كبيرة من المواد المشعة التي وصلت إلى البحر وهددت بالانتشار في جميع أنحاء الكرة الأرضية. وانتشرت المخاوف في كل العالم، فقد اجتمع تأثير الزلزال والتسونامي وكان هناك خطر أن ينفجر المفاعل كما في تشيرنوبيل، لكن هذا لم يحصل. كذلك كان عدد الضحايا أقل بكثير، على الرغم من أنه لا توجد بيانات يمكن الاعتماد عليها بشأن التأثيرات على المدى الطويل. وقد أعطى الباحثون الأمريكيون تقديراً لعدد وفيات السرطان ما بين ١٥ إلى ١٣٠٠ (صحيفة زود دويتشه تسايتونغ ٢٠١٢). وفي المقابل كان عدد ضحايا التسونامي معروفاً، حيث أدى الدمار الكبير إلى وفاة حوالي ١٦٠٠٠ شخص، وهو ما لم تتطرق إليه وسائل الإعلام الألمانية إلا نادراً.

كان تأثير الصدمة كبيراً في كل الأحوال. وكان هناك رد فعل فوري من جانب الحكومة الألمانية، وبشكل خاص من المستشارة أنجيلا ميركل (ANGELA MERKEL) حيث أعلنت عن تعليق عمل محطات الطاقة النووية وإخضاع جميع محطات الطاقة النووية لفحوص الأمان وإيقاف عمل المحطات السبع الأقدم على الفور ولمدة ثلاثة أشهر. بعد ذلك تبنت الحكومة قانوناً جديداً للطاقة النووية ألغى التمديدات التي تم إقرارها قبل فترة قصيرة. وجرى بعد وقت قصير إلغاء ترخيص العمل في ثمانية من المحطات السبع عشرة وإخراج المحطات المتبقية من الشبكة وفق خطة زمنية محددة حتى العام ٢٠٢٢. ذكّر هذا القانون بتشريع حكومة ائتلاف الحزب الديموقراطي الاجتماعي وحزب الخضر في العام ٢٠٠٢، لكنه تدخل بشكل أعمق في اقتصاد الطاقة وحدد عملية التخلي عن الطاقة النووية بشكل تفصيلي ووضع لها العام ٢٠٢٢ كموعد نهائي. وخلافاً لما فعله ائتلاف الحزب الديموقراطي الاجتماعي وحزب الخضر لم يتم اعتماد التخلي عن الطاقة النووية بالاتفاق مع الشركات القائمة على تشغيل محطات الطاقة النووية.

بهذا الشكل تحقق أحد هدفي التحول في مجال الطاقة، وهو التخلي عن الطاقة النووية. بالتوازي مع ذلك تحققت خطوات كبيرة في مجال توسيع الطاقات المتجددة الذي تمسكت به حكومة الائتلاف المسيحي الليبرالي. وفي العام ٢٠١٣ ساهمت هذه الطاقات بنسبة ٢٥,٣ بالمئة من استهلاك الكهرباء في ألمانيا، أي أكبر بأربعة أضعاف من النسبة عند إقرار قانون الطاقات المتجددة (EEG)، وبذلك جرى خفض الانبعاثات بمقدار ١٤٥,٨ مليون طن من غاز ثاني أكسيد الكربون (الوزارة الاتحادية للشؤون الاقتصادية والطاقة

الشكل (3)
تطور أسعار النفط، 2002-2014
متوسط السعر الشهري لخام برنت بالدولار الأمريكي



المصدر: الوكالة الاتحادية للتعليم السياسي 2015

A٢٠١٤: ٣٢). تثني وزارة البيئة الاتحادية والشركات المشاركة وجمعيات البيئة والأحزاب على القانون وتعتبره الأداة الأكثر نجاحاً في العالم لتشجيع الطاقات المتجددة وإحداث تحول في مجال الطاقة. وهذا له أسباب وجيهة، كما يظهر في الشكل (٢). كذلك حظي القانون بتأييد واسع بين الناس. وفي استطلاع أجري في العام ٢٠١٤ كان توصيف ٩٠ بالمئة من المشاركين للتوسع الكبير في الطاقات المتجددة بأنه «مهم» أو «مهم للغاية» (وكالة الطاقات المتجددة AEE - ٢٠١٤ ٢٠١٤). هذا وتريد بلدان عديدة في العالم تبني قوانين مشابهة أو قامت بتبنيها، خصوصاً لأن الكهرباء من هذه الطاقات تصبح أرخص باضطراد - على الأقل في البورصة. يمكن هنا أن تكون الكهرباء المولدة بهذه الطريقة أرخص من الكهرباء المولدة عبر محطات الطاقة التقليدية، وهذا يبين أننا نسير في الطريق الصحيح.

هذا الاستنتاج صحيح من حيث المبدأ، لكن فعلياً الوضع معقد للغاية. يتضح هذا من خلال سعر البورصة الرخيص جداً، والذي جاء كنتيجة لقانون الطاقات المتجددة (EEG) وتسبب بمشاكل عديدة لكامل سوق الطاقة. وهناك تطورات أخرى لم يتم توقعها، لكنها لم تسبب أية مشاكل عندما لم تكن الطاقات المتجددة تحتل أهمية كبيرة. ولكن منذ أن أصبحت هذه الطاقات تنتج كميات كبيرة من الكهرباء والحرارة والغازات والبنزين، ظهرت تساؤلات عديدة تحتاج إلى الإيضاح: ماهي مصادر الطاقات المتجددة المناسبة بشكل خاص لألمانيا وتستحق الأولوية في الدعم: الطاقة الشمسية، طاقة الرياح، الطاقة المائية، الطاقة الحرارية الجوفية، أم الكتل الحيوية؟ هل يجب استخدامها لتوليد الكهرباء والحرارة بشكل رئيسي أم للحصول أيضاً على الغاز والبنزين؟ هل يجب أن تأتي الإمدادات قدر الإمكان من مصادر لا مركزية، أم أننا بحاجة إلى نظام ربط على المستوى الوطني إن لم يكن الأوروبي؟ إلى متى يجب الاستمرار في استخدام محطات الطاقة العاملة بالفحم الحجري والفحم البني؟ هل يجب الاستمرار في التركيز على توسيع الطاقات المتجددة أم سيكون من الأفضل العمل على زيادة فعالية استخدام الطاقة وتحسين العزل الحراري؟

هذه فقط بعض التحديات التي سنواجهها عند تغيير نظام الطاقة بشكل أساسي. وهناك في ذات الوقت إمكانيات حلول كبيرة جرى تحسينها بشكل مستمر في السنوات الأخيرة. لكننا نواجه أيضاً مشاكل كانت قائمة قبل عصر التصنيع وها هي تعود الآن من جديد: فمن جهة هناك اعتماد الطاقات المتجددة على الطقس وفصول السنة، ما يجعل نظام الطاقة ضعيفاً وغير مستقر، ومن جهة ثانية هناك صعوبة تخزين الطاقة. هذان الأمران لهما تأثيرات واسعة ليس أقلها التأثير على أمن الإمدادات.

٣,٤ تطبيق قانون الطاقات المتجددة (EEG) أمن الإمدادات

٣,٤,١ الفحم الحجري والنفط والغاز

منذ صعود الفحم الحجري ومن بعده النفط كانت هناك دائماً مخاوف من النضوب الوشيك لمخزوناتهما. وقد تزايدت هذه المخاوف بدءاً من السبعينيات عندما صدر تقرير نادي روما وحذر المستشار الألماني هيلموت شميدت من نقص وشيك في الطاقة وشاطره هذا الرأي معهد فرايبورغ لأبحاث البيئة والكثير من الخبراء. تلعب هذه المخاوف دوراً كبيراً أيضاً في التحول الراهن في مجال الطاقة، ولذا تعتبر الحكومة الألمانية أن محدودية كميات النفط والغاز والاستقلال عن واردات الطاقة سبباً رئيسياً لضرورة التحول في مجال الطاقة.

كانت تلك المخاوف ولا تزال محقة من حيث المبدأ ولا شك في أن مخزونات الطاقات الأحفورية ستنفد ذات يوم، لكن هذه الفكرة لا تفيد كثيراً بحد ذاتها. الأهم في هذه الحالة أن يتم تحديد الوقت الذي ستصبح فيه هذه المخزونات قليلة وباهظة الثمن فعلاً. ويبدو أن هذا الأمر صعب كما تبين التطورات الحالية.

عندما تم إقرار قانون الطاقات البديلة في العام ٢٠٠٠ ازداد بشكل واضح استهلاك الطاقة في العالم وارتفعت أيضاً أسعار النفط والغاز. إن استمرار هذه الزيادة اعتبر أمراً مؤكداً، ولذا بدا الانتقال إلى الطاقات المتجددة أمراً ضرورياً لضمان إمدادات الطاقة. كما أن استمرار ارتفاع أسعار الوقود الأحفوري سيجعل الطاقات المتجددة قادرة على المنافسة وقد تصبح أرخص سعراً. حصلت هذه التطورات في البداية.

لكن منذ العام ٢٠١١ توقفت أسعار النفط عن الارتفاع تقريباً، ومؤخراً هبطت بشكل ملحوظ (انظر الشكل ٣)، كما حصل مع الفحم الحجري. لن تبقى الأسعار بشكل دائم عند هذا المستوى المنخفض، لكن من الصعب القول متى ستعاود الارتفاع وبأي معدل.

يرحب السياسيون في العالم بهذا الانخفاض في أسعار الطاقة ويأملون في أن يؤدي هذا إلى تحقيق نمو اقتصادي أعلى. لكن بالنسبة إلى البيئة يمكن أن تكون للطاقات الأحفورية نتائج غير محمودة بسبب انبعاثاتها وهذا يشير إلى أن المشكلة الحقيقية ليست في نقص هذه الطاقات. على العكس! هذه الطاقات متوافرة بكميات كبيرة وبأسعار رخيصة، مما يجعل إمدادات الطاقة مضمونة على المدى المنظور. وفي المقابل ستكون هناك زيادة على مستوى العالم في استهلاك هذه الطاقة وفي كميات ثاني أكسيد الكربون المنبعثة منها. حقاً تغير الوضع بشكل جذري خلال سنوات قليلة، بينما تسببت محدودية كميات حوامل الطاقة الأحفورية بمخاوف كبيرة قبل فترة وجيزة، ويتمثل التحدي الآن بعدم استخدام مخزونات الفحم الحجري والنفط والغاز الوفيرة لتجنب انبعاثات الغازات الدفيئة والاستعاضة عنها باستخدام الطاقات المتجددة.

تستطيع هذه الطاقات توفير إمدادات آمنة من حيث المبدأ، لكن هناك مشاكل جدية ناجمة عن التقلبات الطبيعية بسبب الطقس وفصول السنة والتي لا بد أن تحصل عند توليد الطاقات المتجددة. لم يكن لدى مجتمعات ما قبل عصر التصنيع إمكانات كبيرة لمواجهة هذه التقلبات. أما اليوم فنمتلك إمكانات أفضل بكثير، ولكن تكلفتها عالية أيضاً.

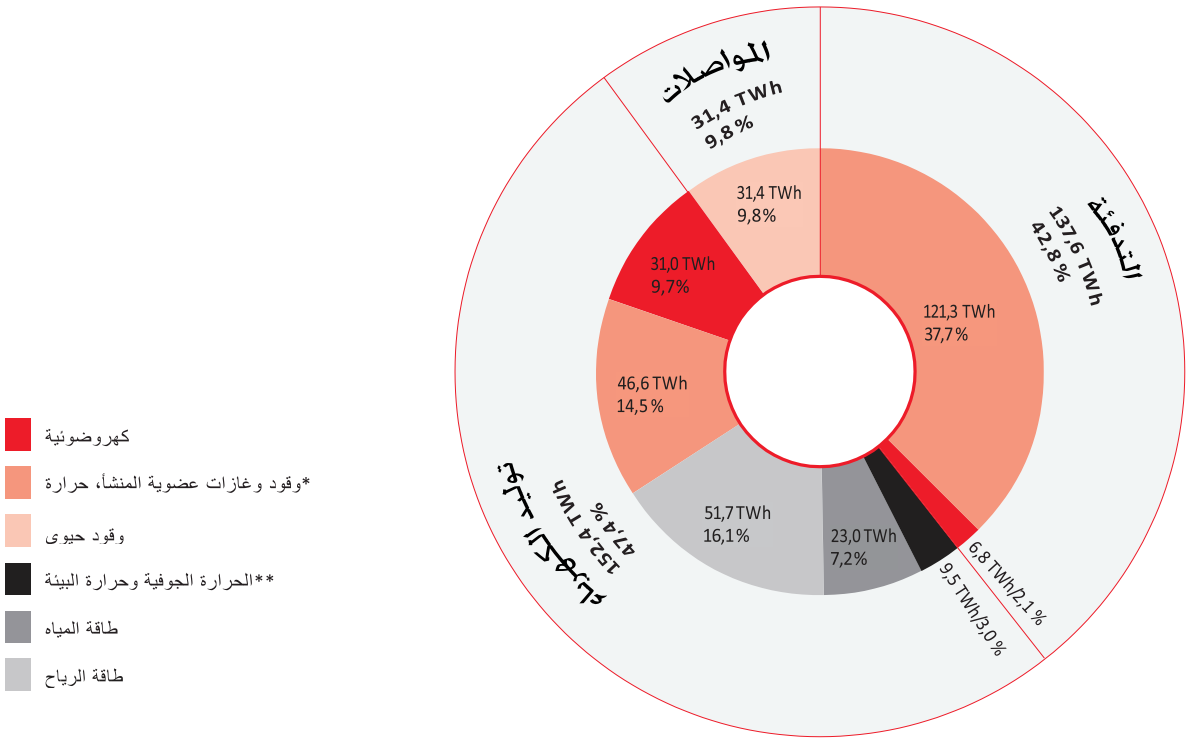
التقلبات والخزانات

تعتمد الطاقات المتجددة بشكل أساسي على الرياح وأشعة الشمس، وهذه تخضع بطبيعتها إلى تقلبات كبيرة. تولد هذه الطاقات كميات متفاوتة من الكهرباء تبعاً لشدتها وفترات وجودها، وهي ليست متوافرة على نحو متواصل. بلغ معدل عمل المحطات الشمسية ٨٦٧ ساعة في العام ٢٠٠٣ (أي عشرة بالمئة). حققت محطات الرياح معدلاً أعلى بلغ ١٨ بالمئة، وفي منطقة شليسفيغ هولشتاين الغنية بالرياح وصل المعدل إلى ٢٢ بالمئة (الرابطة الألمانية لاقتصاد الطاقة والموارد المائية - BDEW 2015:25F).

عندما يقال إن قدرة التوليد التركيبية لهذه المحطات أو قدرة التوليد التركيبية للمحطات الشمسية أعلى من قدرة توليد المحطات النووية، فهذا خبر جيد من حيث المبدأ. لكن هذا الكلام مضلل أيضاً، فقدرة التوليد التركيبية لهذه المحطات متوافرة من حيث المبدأ لكن لا يتم استجرار إلا جزء بسيط منها. تعطي عنفات الرياح المنصوبة في البحر ٥٠ بالمئة من قدرتها التركيبية وتؤمن إمدادات مستمرة من الطاقة، لذا هناك خطة للتوسع في بناء مزارع الرياح البحرية. لكن هذا يخلق مشاكل تقنية كبيرة وتكاليف أعلى حيث إن مزارع الرياح البحرية تساهم بنسبة واحد بالمئة فقط من التوليد الكلي للكهرباء (BDEW 2014:11) ولن تزداد أهميتها إلا بشكل تدريجي.

تساهم الطبيعة نفسها في إيجاد توازن لهذه التقلبات، ففي فصل الصيف تصل محطات الطاقة الشمسية إلى قدرتها القصوى في فترة الظهر عندما يكون الطلب على الطاقة في ذروته. أما في الشتاء فغالباً تتوقف هذه المحطات، لكن حينها تشتد الرياح وتعمل محطات الرياح. تختلف أحوال الطقس وشروط الشمس والرياح تبعاً للمكان والزمان، وهذا يخلق نوعاً من التوازن في التوليد ولكن لا يوافر إلا أمناً محدوداً في الإمدادات. وفي العام ٢٠١٢ أنتجت الريح والشمس ٢٢١٢١ ميغاواط من الكهرباء في الأيام الجيدة، ولكن خمسة بالمئة فقط من هذه الكمية في الأيام السيئة (لجنة الاحتكار ٢٠١٣: ١٨٥). ويمكن الاستعانة بإمدادات من بلدان أخرى تكون فيها أحوال الطقس وشروط الشمس والريح أكثر استقراراً. اقترحت خطة طموحة (DESERTEC) توليد الكهرباء في منطقة الصحارى ونقلها من هناك إلى أوروبا. لكن ظهرت هنا العديد من المشاكل التقنية والاقتصادية والسياسية التي أدت إلى تأجيل تنفيذ الخطة إلى المستقبل البعيد. لكن على الرغم من هذه الانتكاسات هناك حاجة إلى تعاون أوروبي من أجل نجاح التحول في مجال الطاقة (انظر الفصل ٥,٣).

الشكل (4)
إمدادات الطاقة النهائية من الطاقات المتجددة، 2013



* مع نسبة عضوية من النفايات
** توليد الكهرباء من الحرارة الجوفية حوالي 0.1 تيراواط ساعي (غير ممثلة بشكل منفصل في الشكل)

المصدر: المكتب الاتحادي للبيئة 2015

لم تكن مثل هذه الأفكار لتكون ضرورية لو كان بالإمكان تخزين الحرارة والكهرباء. هناك إمكانات معينة لتخزين الحرارة، لكنها محدودة وذات تكلفة عالية وفيها مفاقيد كبيرة. تحصل هذه المفاقيد دائماً عندما يتم تحويل الطاقة من شكل إلى شكل آخر، وهو أمر لا مفر منه لتخزين الطاقة. ويبدو الوضع أسوأ فيما يخص الكهرباء. الإمكانات هنا أقل فعالية والتكاليف أعلى والمفاقيد أكبر، ولذا لا يمكن تخزين الطاقة المولدة حالياً إلا لفترات قصيرة وبكميات قليلة. وقد دار نقاش طويل حول محطات الضخ لتخزين الطاقة الكهرمائية التي يمكنها عند الحاجة تحرير كميات كبيرة من المياه واستخدامها لتوليد الكهرباء. لكنها تحتاج إلى تدخل كبير في الطبيعة والأرض وتقدم قدرة محدودة وتصبح فارغة بعد ساعات قليلة. كما تستطيع هذه المحطات حل الاختناقات الصغيرة لكنها لا تستطيع تأمين إمدادات دائمة.

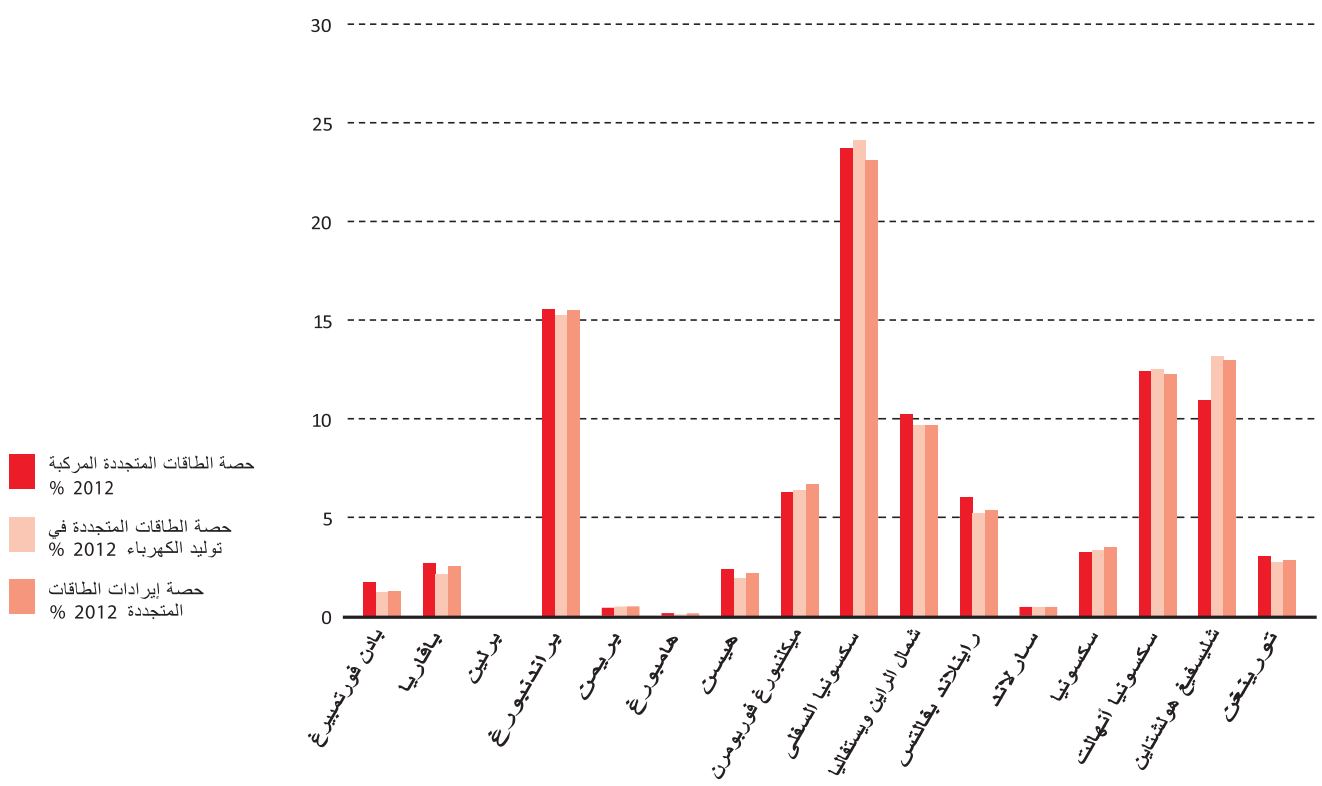
بسبب الأهمية الكبيرة لإمكانات التخزين، يجري تجريب جميع الإمكانات المختلفة، والتي يبدو بعضها مشجعاً للغاية. وهذه تشمل محاولات استخدام آبار المناجم المهجورة التي يصل بعضها إلى عمق ١٠٠٠ متر في داخل الأرض. يعطي هذا الفارق في الارتفاع أفضل إمكانية لإنشاء خزانات مياه فوق الأرض وتشغيل عنفات في الأعماق لتوليد الكهرباء، لكن لا تزال هناك تحديات تقنية كبيرة ومشاكل في التكلفة. وهناك تطور أكبر في مجال الجهود الرامية لتصنيع بطاريات ذات قدرات تخزين عالية والتي تستخدم حالياً في تشغيل السيارات الكهربائية، لكن من الصعب هنا تصنيع بطاريات ذات قدرات تخزين كافية بتكلفة مقبولة. وفي حال توافر مثل هذه البطاريات، سيفتح هذا المجال أمام إمكانات إضافية. ولأن السيارات الكهربائية، كبقية السيارات الأخرى لا تعمل أغلب الوقت، يمكن ربط بطارياتها مع بعضها البعض لينشأ خزان من نوع هائل السعة.

تحاول مشاريع أخرى تحويل الكهرباء إلى حرارة. يمكن لهذه المشاريع ومشاريع أخرى أن تقدم حلاً في وقت ما. لكن حتى الآن لا توجد بطاريات أو تجهيزات مشابهة قادرة على تخزين كميات كبيرة من الطاقة على نحو يؤمن الإمدادات العامة من الكهرباء. ويوجد بين مصادر الطاقات المتجددة بديل لا يخضع للتقلبات، وإنما يوجد بشكل مختزن مثل الفحم الحجري أو الغاز ويطرح نفسه كحل لموازنة تلك التقلبات؛ والمقصود هنا الكتل الحيوية.

الكتل الحيوية

تتضمن الكتل الحيوية مواداً عضوية مختلفة من بينها المخلفات الحيوانية وأنواع متعددة أخرى من النفايات. تنتج مزارع الحيوانات الضخمة كميات كبيرة من الكتل الحيوية على شكل سماد عضوي، والذي يحل في الوقت ذاته مشكلة بيئية كبيرة عند استخدامه كطاقة متجددة. إضافة إلى ذلك هناك مخلفات أخرى من الزراعة والمسالخ، النفايات العضوية القابلة للاحتراق من المنازل والمصانع وكذلك الغازات من حفر النفايات ومكبات القمامة، وإن كانت الأخيرة ليست من الطاقات المتجددة تماماً. وبغض النظر عن هذا فإن الأنواع المختلفة للكتل الحيوية تتميز بأنها تقدم الطاقة بشكل مختزن ويمكن استخدامها عند الحاجة.

الشكل (5)
طاقة الرياح على البر: التوزيع الإقليمي للطاقة وتوليد الكهرباء والتعويضات، 2012
الحصص كنسب مئوية %



المصدر: BDEW 2014 : 80

نتيجة لهذه المواصفات لا يتم استخدام النفايات الموجودة فقط، وإنما تجري زراعة الكتل الحيوية بشكل متعمد. ينطبق هذا الأمر منذ وقت طويل على الخشب الذي يمتلك سجلاً متميزاً كوقود ويستخدم حالياً على شكل حبيبات لهذا الغرض. لكن من المعروف أن الأشجار تنمو ببطء، ولذا لا يمكن التعامل معها إلا وفق منظور طويل الأمد.وفي المقابل تتوافر الذرة للاستخدام قصير الأمد، فهي تعطي كمية جيدة من الطاقة وزراعتها توسعت كثيراً في السنوات الماضية. وتساهم في هذا الأمر المساعدات المالية، فالذرة والكتل الحيوية تطرح نفسها في عملية التحول في مجال الطاقة. وهي تنمو كل سنة، وبهذا المعنى فهي متجددة، وهي لا تستخدم لتوليد الكهرباء والحرارة فقط، وإنما أيضاً كأساس للحصول على الغاز والبنزين والكثير من المواد الخام.

بالتالي شهدت الكتل الحيوية ازدهاراً كبيراً في السنوات الأخيرة وشكّلت في العام ٢٠١٣ أكثر من ٦٠ بالمئة من إجمالي الطاقات المتجددة. تليها بفارق كبير طاقة الرياح (١٦,١) ثم الطاقة الشمسية (٩,٧) وأخيراً الطاقة المائية (٧,٢)، أما مصادر الطاقة الأخرى فيمكن إهمالها (الشكل ٤). لهذا السبب يبدو تطور الكتل الحيوية قصة نجاح مثيرة للإعجاب، والمساعدة التي تقدمها لا تقتصر على موازنة التقلبات. ولكي يتم تشغيل المحطات الصغيرة والمتوسطة بشكل خاص، يمكن أن تقدم الكتل الحيوية مساهمة هامة في مجال إمدادات الكهرباء غير المركزية وإيجاد مزيج محلي وإقليمي من حوامل الطاقة المختلفة. محطات توليد الكهرباء والحرارة التجميعية من الأمثلة الجيدة التي تتميز بمردودها العالي وبكونها مناسبة بشكل خاص لتوليد كميات صغيرة من الكهرباء أو الحرارة.

على الرغم من هذه الإمكانات فإن التوسع أكثر في استخدام الكتل الحيوية سيكون إشكالياً، فاستخدامها يسبب تكاليف عالية من جهة، ومن جهة ثانية فإن زراعة الكتل الحيوية تحتاج إلى مساحات واسعة وهذا يجعلها تنافس زراعة المواد الغذائية. هذا التنافس غير موجود في أوروبا ذات الإمدادات الجيدة من الغذاء. لكن فيما يسمى ببلدان العالم الثالث ستكون هناك معاناة في الإمدادات الغذائية عندما يتم استخدام مساحات واسعة وغنية بالأنواع من أجل زراعة نباتات غنية بالطاقة. جرى هذا التطور بشكل معدل في أوروبا. ولأن الذرة مناسبة بشكل خاص ككتلة حيوية، نشأت مزارع أحادية المحصول على مساحات واسعة، وكانت تحتاج إلى كميات كبيرة من الأسمدة والمبيدات الحشرية وشكلت عبئاً على التربة وصرف المياه إضافة إلى تهديدها للتنوع البيولوجي. لذا تراجع دعم الكتل الحيوية وجرى في الوقت نفسه البحث عن طرق جديدة للتغلب على هذه الصعوبات. ويشمل هذا الجهود للتركيز على النفايات والحد من زراعة النباتات الغنية بالطاقة والالتزام الدائم بالمعايير البيئية واستخدام الطحالب والنباتات الأخرى التي لا تنافس المواد الغذائية.

يمكن هنا أن تنشأ فرص كبيرة على المدى الطويل. لكن يجب حالياً إيجاد طرق إضافية لموازنة التقلبات، وهنا تكتسب شبكات النقل عالية الأداء أهمية أساسية. إذ تقوم هذه الشبكات بالربط بين المناطق التي يتم فيها إنتاج كميات كبيرة جداً أو قليلة جداً من الكهرباء من الشمس والرياح والمياه، وذلك على نحو يحقق التوازن الضروري.

الشبكات

عند الحديث عن إمدادات الكهرباء يجب التمييز بين ثلاثة أنواع من المحطات الخاصة بالأحمال الأساسية والمتوسطة والعالية. بالنسبة للحمل الأساسي، أي الحاجة القائمة بشكل مستمر، هناك المحطات النووية ومحطات الفحم الحجري التي تولد كهرباء رخيصة من الناحية الاقتصادية. لكن هذه المحطات غير قادرة على الاستجابة بسرعة ولا على تكييف قدراتها مع التقلبات في الاحتياجات، مع أن هذه ليست وظيفتها في الأساس. تقوم بهذا الأمر المحطات المتوسطة التي يتم تشغيلها بشكل رئيسي عندما تكون الحاجة كبيرة. إذ تستطيع هذه المحطات الاستجابة بسرعة أكبر وهي تستخدم الفحم الحجري والغاز وطاقة البخار والمياه، ومن أجل الأحمال والاحتياجات العالية جداً ولفترات قصيرة (أحمال الذروة) تستخدم حصرياً المحطات الغازية التي تستطيع الاستجابة بمرونة عالية ولكنها تسبب تكاليف أعلى أيضاً.

ترتبط هذه المحطات عبر شبكات، لكنها يمكن أن تبدو صغيرة بالمقارنة، فالمحطات التقليدية تستخدم الطاقة المختزنة في الفحم أو النفط أو الغاز. بكلمات أخرى فإن حوامل الطاقة الأحفورية تشبه البطاريات التي جرى شحنها عبر ملايين السنين ويجري الآن تفريغها خلال وقت قصير. ولأن أنواع الوقود هذه قابلة للنقل بسهولة، يمكن إقامة محطات الطاقة الأحفورية في أي مكان توجد فيه حاجة. هنا أيضاً يمكن أن يكون هناك تفاوت بين العرض والطلب وأن تتوقف بعض المحطات وأن تحصل حالات طوارئ. لكن حصول تقلبات كبيرة هو أمر استثنائي ويمكن السيطرة عليه بسهولة، فهناك دائماً محطات كافية قريبة يمكنها أن تتدخل عند الحاجة.

يصعب تحقيق هذا الأمر في مجال الطاقات المتجددة، إذ لا يمكن بسهولة إقامة محطاتها في الأماكن التي تكون هناك حاجة إليها، وإنما يجب أن تكون حيث أشعة الشمس والرياح قوية بما يكفي. بتعبير آخر: في الطاقات المتجددة يكون التوليد والاستهلاك منفصلين عن بعضهما جغرافياً. ولأن طاقة الرياح تلعب دوراً كبيراً هنا يكون التوسع في مزارع الرياح في الشمال والشرق، بينما توجد المراكز الصناعية في الغرب والجنوب، وهذا يتطلب نقل الكهرباء إلى تلك الأماكن (انظر الشكل ٥).

يمكن من حيث المبدأ التفكير بتوطين المنشآت ذات الاستهلاك العالي للطاقة - كما في فترة ما قبل التصنيع - في الأماكن التي يمكن فيها توليد الطاقات المتجددة بشكل سهل وموثوق. تسود في شمال ألمانيا الغني بالرياح شروط مواتية بشكل خاص، وهذا التطور سيلقى ترحيباً في المناطق ذات البنية التحتية الضعيفة. لكن هذا سيكون على حساب الولايات الجنوبية وسيؤدي إلى مشاكل كثيرة، ما يجعل فكرة تغيير أماكن المحطات مستبعدة حتى في التفكير النظري. أما فيما يخص التحول في مجال الطاقة فهناك إجماع على المتابعة في تزويد الكهرباء إلى حيث توجد حاجة إليها وتقديمها بأسعار متكافئة في جميع أنحاء البلاد. النتيجة واضحة هنا: يجب توزيع الشبكات بحسب قدرتها على الأداء.

هذه القدرة تتطلب خطوط نقل طويلة وأعمدة كافية، وكذلك أفكاراً أخرى من بينها أنظمة المعلومات الذكية (الشبكات الذكية) التي لا تقتصر على معرفة العرض والطلب وتوزيع الكهرباء وفقاً لذلك، بل عليها أيضاً التحكم بالاستهلاك، وعلى سبيل المثال تفعيل عمليات خاصة ذات استهلاك كبير للطاقة عندما يتوفر فائض من الطاقة (إدارة الطلب والأحمال). ويمكن أن نعني بهذا الغسالات وجلايات الصحون التي تعمل ليلاً أو في عطل نهاية الأسبوع؛ أو مخازن التبريد التي يمكنها أن تعمل بشكل مؤقت بدون كهرباء في حال توافر العزل المناسب، أو أفران صهر الألمنيوم التي تحتاج إلى كميات هائلة من الطاقة وينبغي عليها أن تزيد إنتاجها عند توافر هذه الكميات من الطاقة.

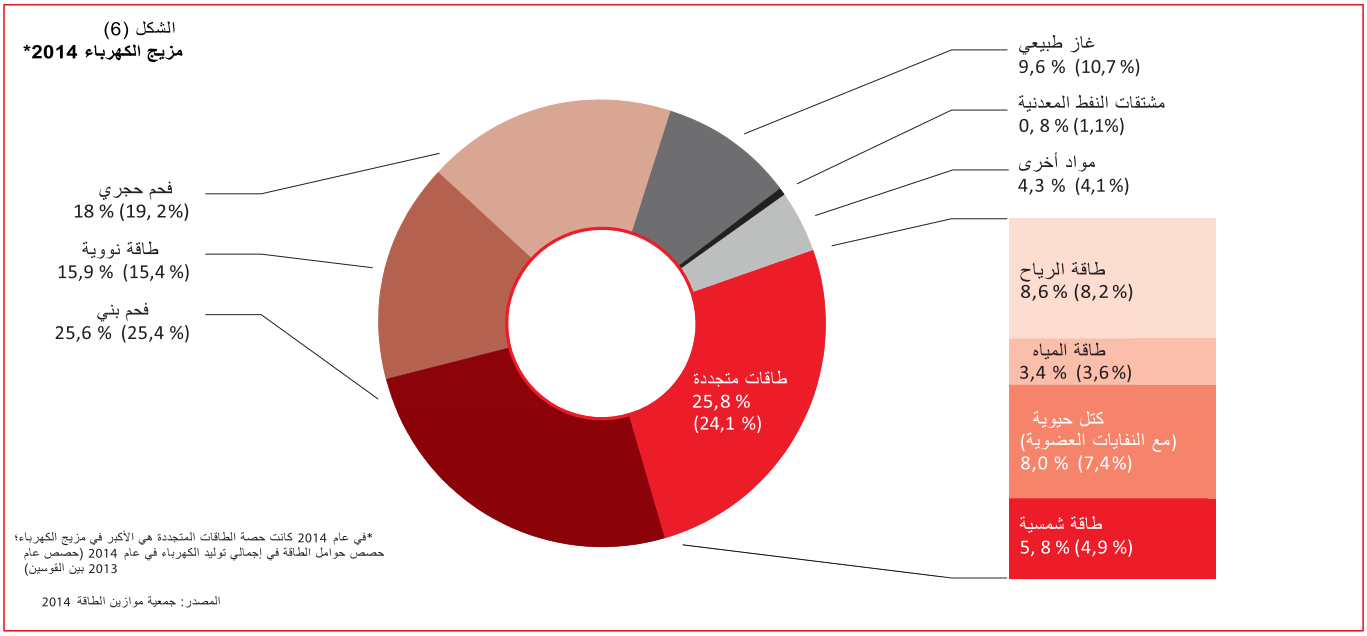
يتعلق الأمر في الجوهر بجعل أحد العناصر الأساسية لنظام الطاقة الحالي أكثر مرونة. وهنا يكون التركيز على توفير الطاقة في كل مكان تكون به حاجة إليها. يجب أن يستمر هذا التوجه، ولكن يجب أن تكون هناك جهود مكملة للمواءمة بين العرض والطلب. تذكّر هذه الجهود بعالم ما قبل عصر التصنيع حيث كانت هذه المواءمة إجبارية ولم تحصل بشكل اختياري. أما اليوم فنحن نمتلك أنظمة جيدة توافر إمكانات متنوعة لتحقيق هذا التوازن وتقلل الحاجة إلى التخزين وتسمح بتكييف العرض مع الطلب على أفضل وجه ممكن. وهناك إمكانات غير محدودة لتحقيق هذا الأمر، وكذلك للتغلب على المصاعب التي من بينها مشاكل حماية البيانات. فالتحكم بالاستهلاك يمكن أن يؤدي إلى جمع بيانات كثيرة وقد يعني التدخل في المجالات الخاصة.

هناك أيضاً إمكانية لتحقيق إمدادات ذاتية أكبر على المستوى الإقليمي أو المحلي أو حتى المنزلي. إذ تتوافر الألواح الشمسية وعنفات الرياح ومحطات توليد الكهرباء والحرارة التجميعية بأحجام مختلفة وهي قادرة على إنتاج كميات صغيرة تكفي مثلاً للاستهلاك الشخصي. بهذا الشكل نحن نتناول إحدى السمات الرئيسية للتحول في مجال الطاقة: جعل إمدادات الطاقة لا مركزية. عادة يتم هذا الأمر من خلال محطات الطاقة الضخمة التي تتراجع تدريجياً لصالح الوحدات الصغيرة التي تغذي جزئياً منازل فردية فقط. إضافة إلى ذلك تنشأ شبكات أكبر عندما يتم تركيب ألواح شمسية على مساحات واسعة أو مزارع رياح ضخمة في البحر. لكن حتى هذه المزارع الضخمة لا تصل إلى حجم التوليد في محطات الطاقة التقليدية. لذا ستشهد الإمدادات اللامركزية للطاقة توسعاً، وهذا يتطلب توافر إمكانات مختلفة لتوليد الطاقات المتجددة والربط فيما بينها لتحقيق أمان أكبر في الإمدادات. وهذا يشمل المضخات الحرارية ومحطات التوليد المشترك للطاقة ومحطات الغاز الحيوي وبطاريات التخزين... إلخ. التي توافر بأحجامها الصغيرة والمتوسطة مردوداً عالياً وتسهّل الإمدادات اللامركزية للطاقة.

حتى الآن لم تستخدم هذه الإمكانيات إلا بشكل جزئي وهي مناسبة بشكل خاص للوحدات الصغيرة والمتوسطة. أما في المدن الكبيرة، حيث تحتاج المنشآت الصناعية والمستهلكون الآخرون إلى كميات كبيرة من الطاقة، فتبقى الحاجة قائمة إلى الشبكات الكبيرة لموازنة التقلبات الحتمية. ينطبق هذا الأمر على مولدات الطاقة اللامركزية. حتى عندما تمتلك مولدات الطاقة هذه أنظمة عالية التطور لتوليد وتخزين الطاقة يمكن أن تحصل اختناقات مرحلية، خاصة وأن الإمكانات التقنية محدودة الفعالية في المستقبل المنظور وستسبب بعض التكاليف.

بغض النظر عن بعض الاستثناءات، ليس من المنطقي إجراء مقارنة بين الإمدادات اللامركزية والشبكات الوطنية أو الأوروبية. فهذه يجب أن تكمل بعضها البعض، وإن يكن من البديهي أن تحصل خلافات حول حجم حصة كل منها.

لكن الإمدادات اللامركزية التي تستطيع أن تجعل نفسها مستقلة عن التقلبات الطبيعية وتقوم بتزويد الطاقة اللازمة على نحو موثوق وتستطيع الاستغناء عن الشبكات الكبيرة، ستبقى في الوقت الحالي استثناءً نادراً وباهظ التكلفة.



لهذا السبب يوجد إجماع على ضرورة هذه الشبكات، لأن عنفات الرياح المجدية موجودة بشكل رئيسي في شمال ألمانيا، أما في الجنوب فالحضور الطاغي هو للألواح الشمسية التي وثوقية توليد الكهرباء فيها أقل.

عدا عن ذلك تتجمع في الجنوب المحطات النووية التي يسمح لها بالعمل فقط حتى العام ٢٠٢٢. ولأن في الولايات الجنوبية صناعات ضخمة تحتاج إلى كميات كبيرة من الطاقة، يجب نقل الكهرباء إلى تلك الأماكن. ولكن بأية كميات؟ كم يجب أن يكون حجم الشبكات وبشكل خاص أعمدة الكهرباء، وأين يجب أن تمر؟ وفقاً لبيانات وكالة الشبكة الاتحادية يجب في السنوات القادمة مد ٢٨٠٠ كيلومتر من خطوط التوتر العالي الجديدة وتحديث ٢٩٠٠ كيلومتر من الخطوط الموجودة حالياً. كذلك من الضروري إقامة شبكات توزيع جديدة بطول ١٣٥٠٠٠ إلى ١٩٣٠٠٠ كيلومتر وتعديل شبكات أخرى بطول ٢١٠٠٠ إلى ٢٥٠٠٠ كيلومتر (وكالة الطاقة الألمانية ٢٠١٢: ٧).

تعتبر هذه البيانات مثيرة للجدل وتثير احتجاجاً واسعاً. ولا يعود سبب هذه الاحتجاجات فقط إلى عدم الرغبة في بناء أعمدة الكهرباء قرب المنازل وإنما أيضاً إلى صعوبة تقدير الاحتياجات الفعلية بشكل دقيق. وعندما تكتسب محطات التوليد اللامركزية أهمية أكبر أو عندما يجري استخدام الطاقة بفعالية أكبر ستكون الاحتياجات الفعلية أقل وكذلك الحاجة إلى الشبكات الجديدة. وفي النهاية يبقى من غير الواضح كيف سيكون دور حوامل الطاقة الأحفورية على المدى الطويل ، وعلى الأخص الغاز.

حوامل الطاقة الأحفورية

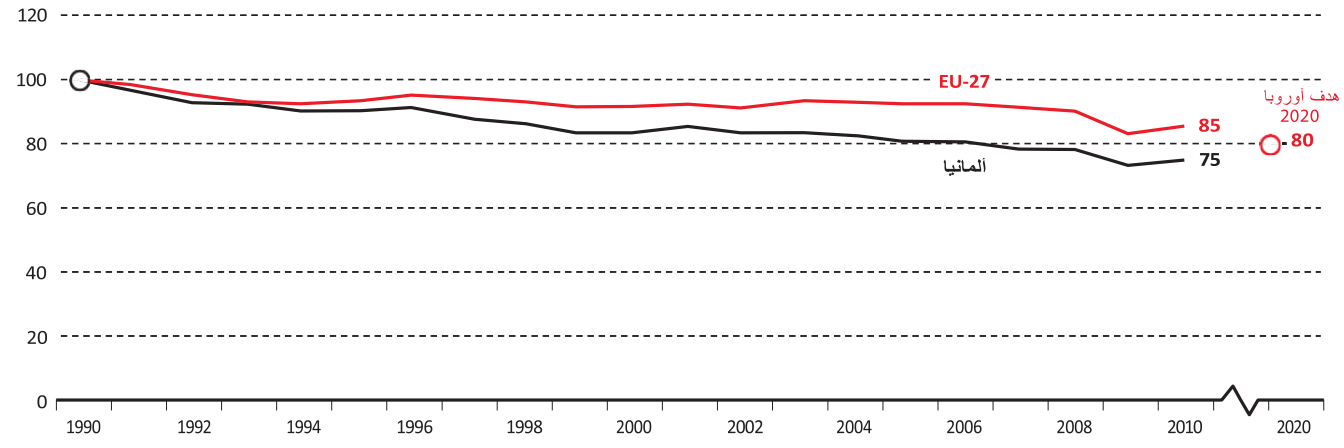
أكبر تغير أحدثه التحول في مجال الطاقة حتى الآن كان في مجال توليد الكهرباء، حيث تعطي الطاقات المتجددة حالياً (٢٠١٤) ربع الكهرباء اللازمة (انظر الشكل ٦). لكن هذا يعني في ذات الوقت أن حصة حوامل الطاقة الأحفورية لا تزال أكبر بكثير. تصل حصة حوامل الطاقة الأحفورية في توليد الكهرباء إلى ٥٥ بالمئة، وينبغي أن تتراجع في السنوات القادمة عندما يجري توسيع الشبكات ويكون التوافق أفضل بين العرض والطلب وتزداد أهمية الطاقات المتجددة بشكل عام. ولكن حتى عندما تزداد حصة الطاقات المتجددة لتصل حتى العام ٢٠٥٠ إلى النسبة المأمولة ٨٠ بالمئة، تظل هناك فجوة يمكن أن تتقلص في ظروف الطقس المواتية أو تتسع في ظروف الطقس غير المواتية. لهذا السبب ستظل هناك حاجة إلى محطات الطاقة التقليدية من أجل الإمدادات الأساسية وكنوع من الاحتياط بشكل خاص.

ينبغي في المستقبل أن تعمل محطات الطاقة التقليدية على الغاز قدر الإمكان، فهذا يعني بالمقارنة قدراً أقل من انبعاثات المواد الضارة وإن يكن بكلفة أعلى. لهذا السبب تتراجع حالياً حصة المحطات التقليدية، وحتى المحطات ذات الكفاءة العالية والرفيقة بالبيئة كمحطة إيرشينغ العاملة بالغاز يجب إيقافها بسبب التكاليف، واستخدام الفحم الحجري والفحم البني من أجل تأمين الإمدادات الأساسية. وسوف تحافظ هذه المواد على أهميتها الكبيرة في المستقبل المنظور، وذلك أيضاً لتعويض محطات الطاقة النووية التي ستخرج من الشبكة في جنوب ألمانيا في السنوات القادمة. لذا عندما يتم تركيب خطوط الكهرباء الجديدة لن تنقل في البداية الكهرباء من مزارع الرياح فقط، وإنما أيضاً من محطات الفحم البني أيضاً.

وسوف تكتسب حوامل الطاقة الأحفورية في المستقبل المنظور أهمية أكبر في مجالات النقل وتوليد الحرارة.ولا يمكن إيجاد بديل للبنزين كوقود أو النفط والغاز للتدفئة إلا بصعوبة. كذلك فإن الحكومة تمول العديد من برامج البحث التي تبحث عن إمكانات لتحويل الكهرباء إلى حرارة أو غاز وبالتالي الاستعاضة عن الطاقات الأحفورية. هذا وتعلق الحكومة آمالاً كبيرة على السيارات الكهربائية التي تحل فيها الكهرباء محل البنزين وهي تريد تحقيق عزل أفضل في الأبنية. لكن في كلتا الحالتين تترتب على هذا الأمر تكاليف باهظة، ولذا لم يتم إحراز إلا بعض التقدم البسيط في هذا المجال. وهكذا يكون قد تم التطرق إلى مسألة التكاليف التي لم يتم تناولها حتى الآن. تقدم المعلومات التفصيلية في هذا الفصل حلولاً متاحة حالياً من الناحية التقنية أو ستكون متاحة في المستقبل القريب. أما مسألة التكاليف فقد تم استبعادها، كما ورد أيضاً في دراسة مكتب البيئة الاتحادي التي نصت على أنه بحلول العام ٢٠٥٠ سيكون بالإمكان حتى توليد الكهرباء بنسبة ١٠٠ بالمئة من الطاقات المتجددة (مكتب البيئة الاتحادي ٢٠١٠). هذا الاستبعاد لمسألة التكاليف أمر مفهوم عندما يتعلق الأمر بإبراز التنوع في طرق الحل والتأكيد على أن تنفيذها أمر ممكن من حيث المبدأ. أما احتمال تنفيذ هذه الطرق بالفعل، فيعتمد بشكل جزئي فقط على الإمكانات الأساسية.

فمسألة التكاليف المترتبة لا تقل أهمية، وهذا ما يظهر من النقاشات الحامية التي أثارها ارتفاع أسعار الكهرباء في السنوات الأخيرة.

الشكل (7)
تطور إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة منذ 1990
السنة المرجعية 1990 = 100%



المصدر: مكتب الإحصاء الاتحادي 2013: 21

٣,٥ أوروبا

يتطلب التحول في مجال الطاقة تعاوناً أوروبياً، إذ لا يمكن فعل الكثير لحماية المناخ عندما يقوم بلد واحد فقط باستهلاك مقدار أقل من الطاقة وخفض انبعاثات الغازات الدفيئة أو توسيع الطاقات المتجددة. يجب أن تتبع الدول الأوروبية الأخرى هذه الأهداف أيضاً لتحقيق فارق حقيقي ملموس.

إضافة إلى ذلك ستكون موازنة التقلبات الحتمية في الطاقات المتجددة وتحقيق أمن الإمدادات ضمن شبكة أوروبية أكثر سهولة. وأخيراً فإن هذا التعاون مطلوب أيضاً لتوزيع التكاليف المترتبة بشكل عادل. إذا ضغطت دول بمفردها وطالبت المصانع والمستهلكين لديها بتكاليف أعلى، ستنشأ على المدى القصير أو الطويل نزاعات كبيرة.

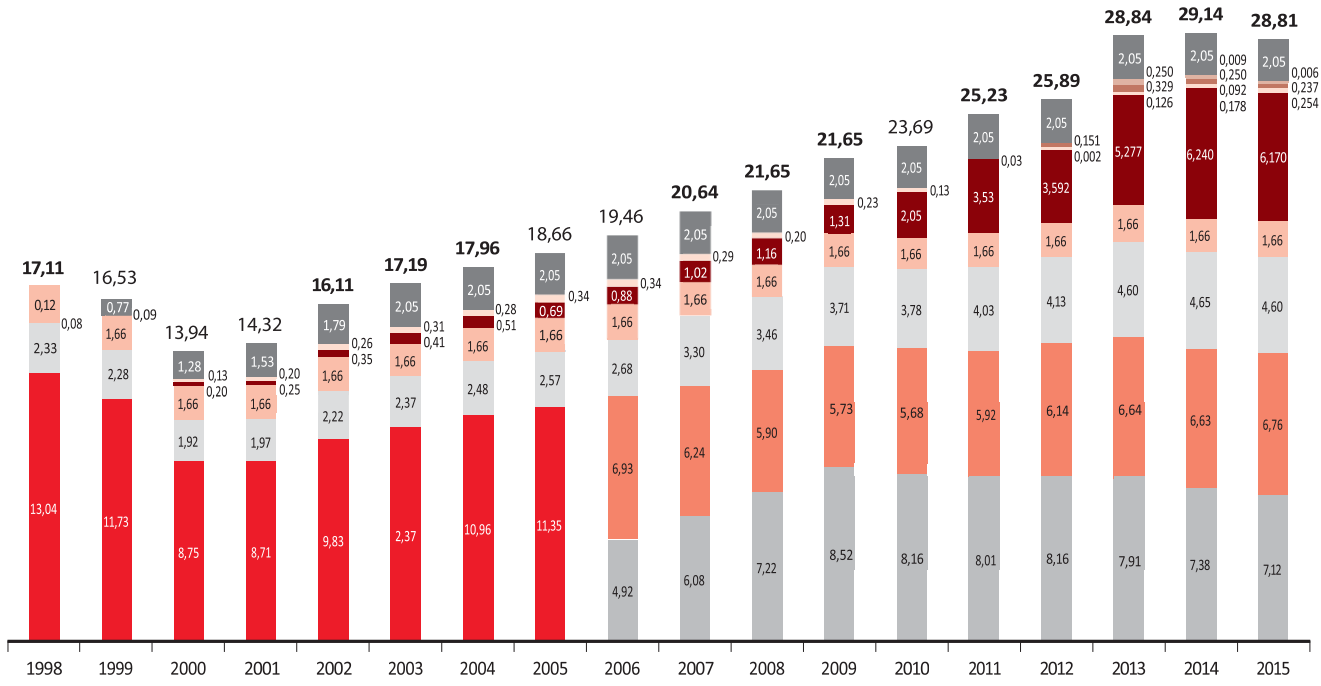
وفقاً لذلك قررت بلدان الاتحاد الأوروبي الخمسة عشر في العام ١٩٩٧ العمل على تقليل انبعاثات الغازات الدفيئة حتى العام ٢٠١٢ بمقدار ثمانية بالمئة مقارنة بالعام ١٩٩٠. وفي العام ٢٠٠٩ قام الاتحاد الأوروبي الذي أصبح يضم عدداً أكبر من الدول بإقرار اتفاقية المناخ (٢٠-٢٠-٢٠). وتنص هذه الاتفاقية على خفض الانبعاثات والاستهلاك الكلي للطاقة بمقدار ٢٠ بالمئة وتحقيق توسع بنفس المقدار في مجال الطاقات البديلة حتى العام ٢٠٢٠ (انظر الشكل ٧). حالياً (٢٠١٥) اقترحت اللجنة الأوروبية إنشاء اتحاد للطاقة بأهداف أكثر طموحاً. ينبغي أن يعمل هذا الاتحاد على تقليل اعتماد أوروبا على الطاقة الأحفورية بشكل كبير، وتحسين أمن الإمدادات، ودعم النمو الاقتصادي الرفيق بالبيئة وتعزيز حماية المناخ. كذلك تريد اللجنة تحقيق فعالية أكبر في استخدام الطاقة وزيادة حصة الطاقات المتجددة وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة ٤٠ بالمئة على الأقل بحلول العام ٢٠٣٠ (اللجنة الأوروبية ٢٠١٥).

يجب اتخاذ حزمة من الإجراءات والتدابير لتحقيق هذه الأهداف. من بينها وضع قوانين فعالة وتحديث سوق الطاقة الأوروبي وخلق شفافية أكبر وهناك العديد من الأمثلة الأخرى على هذا الأمر، حيث ترغب المفوضية الأوروبية مثلاً بالقيام بعمليات شراء مشتركة للغاز، الأمر الذي ترحب به فيما يخص الأسعار والتكاليف وإنشاء البنية التحتية اللازمة وتحقيق فعالية أكبر في استخدام الطاقة ضمن الأبنية وتقليل استهلاك الوقود الأحفوري. بهذه الطريقة لن تحسّن أوروبا الوضع ضمن حدودها فقط، وإنما ستقوم أيضاً بدور ريادي على مستوى العالم في مجال سياسة الطاقة وحماية المناخ. هذا الدور القدوة وسم قرارات العام ١٩٩٧ واتفاقية المناخ في العام ٢٠٠٨ بميسمه، وهو أمر منطقي بالفعل لأن أوروبا متطورة جداً في مجال التصنيع وتستهلك كميات أكبر من الطاقات الأحفورية وتسبب انبعاثات أعلى بكثير من البلدان الفقيرة.

لكن بالمقارنة توجد في أوروبا بلدان فقيرة أيضاً، لذا فإن بلداناً متأخرة اقتصادياً مثل بلغاريا ورومانيا وسلوفاكيا حصلت بموجب اتفاقية المناخ على حق زيادة انبعاثاتها في السنوات القادمة لتحقيق النمو الاقتصادي الضروري حتماً، وفي المقابل التزمت دول مثل ألمانيا والدنمارك وبريطانيا بأهداف بعيدة المدى لضمان تحقيق التطورات المنشودة لكامل أوروبا. وهكذا يكون لدينا نهج مشترك في مجال سياسة الطاقة والمناخ ينبغي أن يقوم اتحاد الطاقة بتوسيعه. ولكن هناك عقبات يجب التحسب لها، فإلى جانب هذا التوافق هناك أيضاً اختلافات كبيرة وتضارب في المصالح (زاخمان ٢٠١٥).

التضارب الأكبر يتمثل في أن كل بلد، خارج النوايا الأساسية، يتمسك بسياسة وطنية للطاقة. قد تبدو هذه أنانية لا مبرر لها، لكن التبرير الواقعي يكمن في الشروط المختلفة السائدة في كل بلد؛ ففي بولندا يعتمد توليد الكهرباء على الفحم الحجري بنسبة ٨٠ بالمئة، واستخراج الفحم الحجري يؤمن الكثير من فرص العمل، وفي فرنسا نجد حصة محطات الطاقة النووية في توليد الكهرباء كبيرة جداً، والتبرير بأن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون عند توليد الكهرباء في هذه المحطات شبه معدومة، وعلى أساس التبرير ذاته يجري في بريطانيا إنشاء محطة نووية جديدة، تدعم الحكومة في لندن تمويلها بموافقة من المفوضية الأوروبية. ووفقاً لتقارير صحفية كان هذا التمويل مثار جدل في الموضية الأوروبية، وأعلنت النمسا عن تقديم شكوى ضده. وقد يكون هذا ناجحاً في قضية محددة، لكنه لن يغير الكثير في واقع أن اختلافات كبيرة في سياسة الطاقة بين دول الاتحاد الأوروبي ستظل قائمة في المستقبل المنظور (كورير ٢٠١٥).

الشكل (8)
تطور أسعار الكهرباء للمنازل، 1998-2015



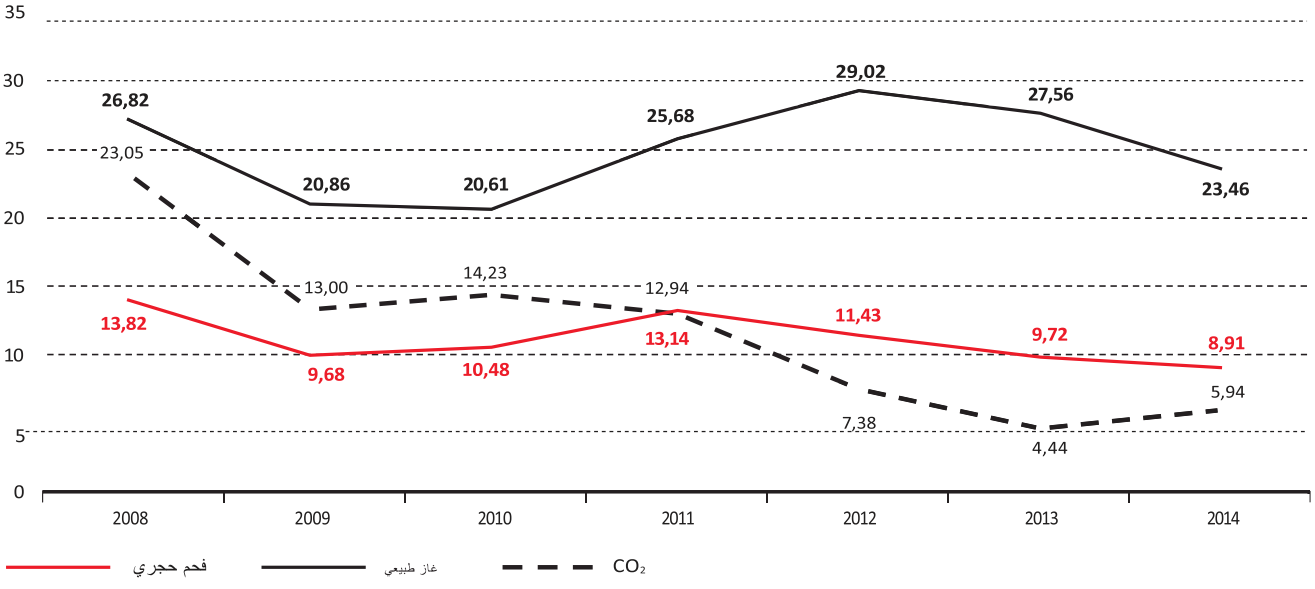
المصدر: BDEW 2015 :

بولندا كثيراً لتحقيق استقلالية كبيرة عن الإمدادات الروسية، وفي المقابل تفضل الحكومة الألمانية ودول أوروبية أخرى أن تتصرف كل دولة بمفردها بهذا الشأن وأن تستخدم في ذلك علاقاتها القائمة منذ عقود. وهناك أيضاً مطبات فيما يخص توسيع الطاقات المتجددة. إذا كان الأمر يتعلق بحماية المناخ فقط، يجب توليد تلك الطاقات حيث تكون التكاليف في أدنى مستوياتها، وذلك لتجنب النفقات غير الضرورية. وينبغي وفقاً لذلك أن يسري القانون الألماني الخاص بالطاقات المتجددة على كهرباء الطاقة الشمسية في جنوب أوروبا وكهرباء طاقة الرياح في شمال أوروبا. لكن استعداد مستهلكي الكهرباء الألمان (والسياسيين الألمان) لدفع أسعار أعلى لقاء ذلك يبقى محدوداً جداً، فتشجيع الطاقات المتجددة لا يتعلق بحماية المناخ فقط، وإنما أيضاً بدعم الصناعة وسياسة الاقتصاد وفرص العمل في المناطق ذات البنى الضعيفة.

هناك مثال آخر يظهر كيف أن التضارب بين الجوانب الوطنية والجوانب الأوروبية يمكن أن يحصل بسهولة، ففي ألمانيا المنشآت ذات الاستهلاك الكبير للطاقة معفاة جزئياً أو كلياً من الرسوم الإضافية التي يفرضها قانون الطاقات المتجددة (EEG). والمفوضية الأوروبية رأت في هذا انتهاكاً لقانون المنافسة، لأنه يعتبر تفضيلاً للمنشآت المعفاة من هذه الرسوم الإضافية. ونشأت خلافات حادة حول هذا الأمر وانتهت بنوع من التسوية حددت معايير صارمة لكل منشأة تحصل على الإعفاء، لكنها تركت تلك الإمكانية قائمة من حيث الأساس. ومن جانب بيئي بحت قد تكون هذه التسوية مخيبة للآمال. لكن حتى في هذه الحالة سيكون من الصعب أن نشرح كيف يتم تخصيص مبالغ كبيرة في ألمانيا للتحول في مجال الطاقة، وفي نفس الوقت تفقد المؤسسات الصناعية قدرة المنافسة على مستوى العالم لأنها لا تحصل على إعفاء من التكاليف المرتفعة التي لا يتوجب على منافسيها الأجانب دفعها في الأساس. لذا علينا أن ننتظر لنرى كيف يمكن تحقيق الأهداف الطموحة لاتحاد الطاقة وطبيعة الصلاحيات التي ستعطى له أصلاً. وهنا توجد أمور مشتركة موجودة في الأساس، من بينها بشكل خاص اتحاد شبكات الكهرباء الأوروبية الذي يساهم منذ زمن طويل في موازنة التقلبات ومعالجة الاختناقات في الإمدادات. وسوف تزداد أهمية هذا الأمر مع التوسع في استخدام الطاقات المتجددة، ويتمثل أحد أهم أهداف اتحاد الطاقة في مجال الكهرباء بدمج عشرة بالمئة على الأقل «من قدرات التوليد الحالية للدول الأعضاء في شبكات مشتركة» حتى العام ٢٠٢٠ (المفوضية الأوروبية ٢٠١٥: ٩). هناك سعي حتى لتحقيق نسبة ١٥ بالمئة حتى العام ٢٠٣٠، وهذا الأمر يسهل كثيراً استخدام الكهرباء من محطات الطاقة المائية في جبال الألب أو من شمال أوروبا كاحتياط، أو إتاحة كهرباء الطاقة الشمسية من جنوب أوروبا للاستخدام في جميع أنحاء القارة.

الشروط لتنفيذ هذا المشروع جيدة، فحالياً توجد أنظمة لربط الشبكات تعمل منذ مدة، وأكبرها يشمل دول القارة الأوروبية من إسبانيا في الغرب إلى هنغاريا في الشرق، ومن اليونان في الجنوب إلى الدنمارك في الشمال. كذلك توجد أنظمة خاصة للمملكة المتحدة وإيرلندا ودول البلطيق والدول الاسكندنافية. والاندماج بين هذه الدول سيصبح أوثق في السنوات القادمة. وتقدر المفوضية الأوروبية حجم المبالغ اللازمة لهذا الأمر ولتوسيع شبكات

الشكل (9)
التباين في أسعار الفحم والغاز وثاني أكسيد الكربون، 2008-2014*
تكلفة النقل عبر الحدود يورو/ميغاواط ساعي وأسعار الشهادات يورو/طن ثاني أكسيد الكربون



* الفارق بين اسعار الفحم والغاز ازداد منذ عام 2010 ولم يتقلص إلا في عام 2014.
أسعار ثاني أكسيد الكربون لا تزال ثابتة عند مستواها.

المصدر: أغورا للتحول في مجال الطاقة 2015

الكهرباء الأوروبية بشكل عام بحوالي ٢٠٠ مليار يورو سنوياً. مستثمرو القطاع جاهزون لهذا الاستثمار، فهو يعدهم بعائدات مضمونة، إضافة إلى ذلك تريد المفوضية الأوروبية دعم هذا التوسع من خلال صناديق التنمية والاستثمار الأوروبية بحيث يصبح ربط الشبكات المنشود على مستوى أوروبا هدفاً واقعياً ويسهل التحول في مجال الطاقة.

٣,٦ الجدوى الاقتصادية

في بداية التحول في مجال الطاقة كان هناك وعد: في العام ١٩٩٤ قال (فرانتس ألت - FRANZ ALT): «الشمس لا ترسل لنا أية فاتورة». حتى اليوم نسمع الحجة القائلة إن طاقة الشمس والرياح متوافرة بالمجان.

هذا الكلام صحيح بالمعنى الحرفي للكلمة، فالشمس والرياح لا ترسل فواتير. لكن عندما نحاول توليد الطاقة بمساعدة الشمس والرياح، ونقل هذه الطاقة لاستخدامها أو تخزينها، تنشأ تكاليف كبيرة.

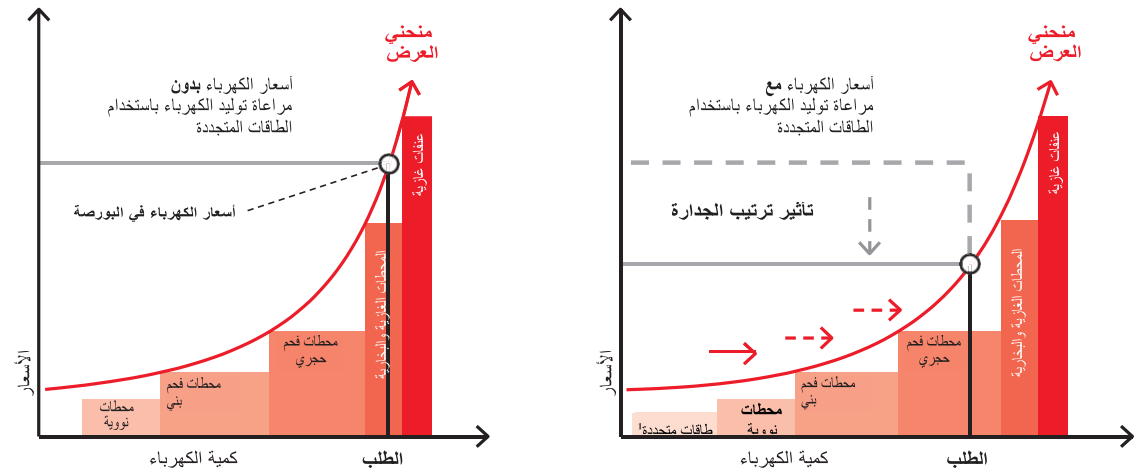
ومقارنة بمحطات الطاقة المائية أو حرق الخشب والنفايات تكون التكاليف قليلة بشكل يجعل مصادر الطاقة المتجددة هذه قادرة على المنافسة اقتصادياً، منذ عشرات السنين وهي تُستخدم ولم تحظ بأي دعم مالي، أو بالقليل منه فقط. الوضع يبدو مختلفاً بالنسبة إلى أغلب الطاقات المتجددة الأخرى. هنا كان واضحاً منذ بداية التحول في مجال الطاقة أنها ستكون أعلى كلفة من الكهرباء «العادية»، وذلك لفترة زمنية طويلة على الأقل. لهذا السبب ضمن قانون الطاقات المتجددة أسعاراً ثابتة لها كانت أعلى من أسعار السوق وستبقى هكذا لعشرين سنة أخرى، إضافة إلى ذلك وضع القانون ضمان شراء لعشرين سنة أيضاً، ما جعل الطاقات المتجددة تشهد نمواً فاق التوقعات بكثير.

هذا الأمر ينطبق أيضاً على زيادة التكاليف التي احتاجت تغطيتها إلى مساعدات بقيمة مليار يورو عند إقرار قانون الطاقات البديلة في العام ٢٠٠٠. بعدها زادت تلك التكاليف لتصل حالياً إلى ٢٤ ملياراً، وهذا يثقل ميزانية أسرة مكونة من ثلاثة أفراد بعبء إضافي قدره ٢٧٠ يورو سنوياً، وهذا المبلغ ليس ناجماً فقط عن الرسوم الإضافية التي ينص عليها قانون الطاقات المتجددة وإنما أيضاً بسبب الرسوم الإضافية الأخرى للطاقات المتجددة (المؤسسة الألمانية للطاقة والمياه - BDEW ٢٠١٤A:٦). هذا العبء هو أيضاً نتيجة لقانون الطاقات المتجددة الذي أدخل رسوماً إضافية على استهلاك الكهرباء لتمويل التكاليف الإضافية (انظر الشكل ٨). من هذا المنطلق يأتي النفي أحياناً عند الحديث عن أن الأمر يتعلق بمساعدات، ويشار إلى أن الدولة لا تدفع أي شيء. هذه حجة صحيحة من الناحية الفنية ومثيرة للجدل قليلاً، وهي تصبح حجة سخيفة من خلال الزعم بأن الدولة تخدع مواطنيها. تقول كلاوديا كيمفرت إن الدولة تتخلى عن مسؤوليتها عندما يجري تحميل الرسوم والنفقات التي كان يتم دفعها في السابق من خزينة الدولة إلى مستهلكي الكهرباء (كيمفرت ٢٠١٣ : ٧٧). لكن الدولة لا تملأ الخزينة من أرباح اليانصيب، وهي تستطيع فقط إنفاق الأموال التي تحصل عليها من المواطنين من خلال الضرائب أو من خلال طرق أخرى. لذا لا يشكل فارقاً كبيراً إن كان التمويل يتم من خلال الضرائب أو فرض رسوم إضافية على استهلاك الكهرباء أو من خلال شهادات الانبعاثات. لا مفر في النهاية من تحميل عبء هذه التكاليف المرتبطة بهذا الأمر إلى دافعي الضرائب أو المستهلكين.

تجدر الإشارة أيضاً إلى أن شركات الفحم والطاقة النووية تلقت دعماً كبيراً ولا تزال تحصل عليه؛ لكن الفحم المستخدم في توليد الكهرباء كان ولا يزال متوافراً بأسعار منافسة في السوق العالمية، وكان هدف الدعم (ولا يزال حتى العام ٢٠١٨) ضمان استخراج الفحم وما يرتبط به من فرص عمل في ألمانيا. وفي المقابل فإن الإشارة إلى الدعم والإعانات في مجال الطاقة النووية هو حجة ذات حدين وتحذر من استخدامها. فهنا أتاحت الأموال الحكومية حصول تطور ما كان له أن يحصل، وعلينا اليوم تحمل تبعاته وتكاليفه الباهظة (منتدى اقتصاد السوق البيئي الاجتماعي - FÖS ٢٠١٠B).

لكن حتى بعيداً عن هذه الحجج ذات الطابع السياسي من الصعب تحديد تكاليف التحول في مجال الطاقة بشكل دقيق وإجراء تقويم لها.

الشكل (10)
تمثيل تخطيطي لتأثير ترتيب الجدارة



ملاحظة: نتيجة لمحطات الطاقات المتجددة ينزاح منحنى العرض في الشكل اليميني باتجاه اليمين. وفي حال بقاء الطلب ثابتاً يؤدي هذا إلى انخفاض أسعار الكهرباء في البورصة. فارق السعر يتوافق مع تأثير ترتيب الجدارة.

[1] الكهرباء من طاقات متجددة متقلبة (كهروضوئية، رياح): التكاليف الحدية = 0

المصدر: BMWi 2014b : 33

وسيكون هناك نوع من قصور في الفهم عندما نحصر هذه التكاليف فقط بأسعار الكهرباء والتدفئة أو البنزين، فهناك أيضاً التكاليف الخارجية التي لا تقل أهمية، والتي تتمثل في التبعات على البيئة والمناخ، والتي تتفاوت بشكل كبير بين الطاقات الأحفورية والطاقات المتجددة.

٣,٦,١ التكاليف الخارجية

منذ استخراجها وحتى استخدامها لا تقتصر الانبعاثات التي تسببها حوامل الطاقة الأحفورية على ثاني أكسيد الكربون فقط، وإنما تشمل أيضاً الكثير من المواد الضارة الأخرى التي تسبب الأمراض المختلفة وتعني تدخلاً واسعاً في البيئة وتسبب تكاليف عالية تسمى «التكاليف الخارجية» لأنها لا تكون محصورة بالمنتجين وإنما تنتقل إلى الخارج أيضاً. لا تظهر هذه التكاليف في أسعار البنزين والفحم أو الكهرباء، وإنما يجب تضمينها من خلال حسابات خاصة. تقدر دراسة لمكتب البيئة الاتحادي (UBA) «التكاليف الخارجية لتوليد الكهرباء من الفحم الحجري والفحم البني بـ ٦ إلى ٨ سنت» للكيلوواط الساعي. وبحسب الدراسة يسبب الفحم الحجري والفحم البني بشكل خاص أضراراً كبيرة، وتصل التكاليف الخارجية لهما إلى ٨,٧ و ٦,٨ سنت على التوالي، بينما تكون هذه التكاليف في حالة الغاز الذي يعتبر أنظف بالمقارنة أقل بشكل واضح وتصل إلى ٣,٩ سنت (مكتب البيئة الاتحادي - UBA ٢٠٠٧:٧٦, ٨٢).

تنشأ التكاليف الخارجية حتى في الطاقات المتجددة، سواء عند إنتاجها أو نقلها أو تركيبها أو عند التخلص من أجهزة الطاقة الشمسية ومواد العزل المتقادمة. لكن هذه التكاليف تكون أقل بوضوح مما في أنواع الوقود الأحفوري، وكذلك مساهمتها في الاحترار العالمي تكون منخفضة جداً. وتقدر دراسة مكتب البيئة الاتحادي التكاليف الخارجية للطاقات المتجددة بأقل من ١ سنت للكيلوواط الساعي. وللحصول على أرقام حقيقية لتكاليف توليد الكهرباء واستخدامها، يجب إضافة التأثيرات الخارجية على سعر الكهرباء، وهذا يجعل الطاقات المتجددة أكثر قدرة على المنافسة وأقل حاجة للدعم والإعانات. لكن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من المحطات النووية قليلة أيضاً، وهذا يجعلها تحظى بتأييد بعض نشطاء حماية البيئة. إضافة إلى ذلك فهي تنتج كهرباء رخيصة السعر. لكن هذا الأمر صحيح فقط في الحسابات الاقتصادية لتشغيل هذه المحطات. الحقيقة أن المحطات النووية تسبب تكاليف خارجية كبيرة جداً، وهذا ما يظهره الجدل الراهن حول مستودعات التخزين النهائية وتكاليف تفكيك المحطات القديمة أو الحوادث المحتملة (منتدى اقتصاد السوق البيئي الاجتماعي - FÖS ٢٠١٠B).

التنويه إلى التكاليف الخارجية أمر مهم، ويجب أخذ هذه التكاليف في الاعتبار عند تقدير التكاليف الحقيقية. لكن يبدو هذا الأمر صعباً في الممارسة العملية، وذلك برغم الدراسات الموجودة. فهذه الدراسات تعتمد على تقديرات، ومن الواضح أن هناك اختلافات كبيرة في تقويم وتقدير احتمالات الأضرار وحجمها. إضافة إلى ذلك هناك مشكلة ليست بالضرورة أقل أهمية مفادها أن وجوب وجود إجماع دولي على مراعاة تلك التكاليف عند تحديد أسعار الطاقة. ويمكن لبعض البلدان أن تقوم بدور ريادي في هذا المجال، لكن هذا سيؤدي إلى جعل أسعار الطاقة مرتفعة لديها، وسيشكل عبئاً على المستهلك الخاص والاقتصاد على حد سواء. لذا كانت هناك حاجة إلى تشريع أوروبي موجود أصلاً على شكل شهادات الانبعاثات. والفكرة الأساسية لهذا التشريع بسيطة للغاية: من يتسبب باستمرار انبعاثات ثاني أكسيد الكربون، عليه أن يشتري حقوق انبعاثات لهذا الغرض. ويجب أن يزداد سعر هذه الشهادات بشكل متدرج بحيث تزداد تكلفة حوامل الطاقة «الوسخة» على نحو مستمر يجعلها غير قادرة على البقاء في السوق.

تلك هي النية التي لم تتحقق حتى الآن. فالأسعار لم ترتفع وإنما هبطت إلى مستوى منخفض جداً جعل الشهادات عديمة القيمة تقريباً (انظر الشكل ٩). السبب الرئيسي لهذا الأمر هو الأزمة الاقتصادية العالمية التي وقعت في العام ٢٠٠٨ وأدت إلى تراجع الانتاج الصناعي. وكانت النتيجة انخفاض الانبعاثات ومعها أسعار الشهادات لتصل حالياً (٢٠١٣) إلى مستوى ٥ يورو لكل طن من ثاني أكسيد الكربون، ولتصبح بالتالي عديمة التأثير تقريباً. ساهم في هذا الأمر أيضاً التوزيع السخي للشهادات المجانية على المصانع في البداية،

لتجنب تحميلها أعباء إضافية. ولتحقيق الأثر المطلوب يجب أن يكون السعر على الأقل ٦٠ يورو لطن ثاني أكسيد الكربون، لكن تنفيذ هذا الكلام أمر صعب، فالأسعار المرتفعة يجب أن يتم تحديدها من قبل السياسيين الذين يتعرضون بدورهم إلى ضغط كبير من جانب الشركات الاقتصادية والناخبين القلقين بشأن المبيعات وفرص العمل. لذا ستكون هناك زيادة تدريجية على الأرجح، بحيث لا يكون هناك تأثير كبير للتكاليف الخارجية والأضرار البيئية على أسعار الكهرباء في المستقبل المنظور.

يمثل هذا الأمر عبئاً على التحول في مجال الطاقة، فجهود تخفيف الأضرار عن البيئة تسبب نفقات إضافية تنعكس مباشرة على أسعار الكهرباء وتؤدي إلى ارتفاعها، عكس الوضع فيما يخص التكاليف الخارجية. هذه الأمور كانت معروفة عند إقرار قانون الطاقات المتجددة (EEG)، لكنها كانت مرتبطة بتوقع انخفاض التكاليف باستمرار واختفاء دورها قريباً.

٣,٦,٢ الرسوم الإضافية لقانون الطاقات المتجددة وسعر السوق

لدى تحديد أسعار الضمان عند إقرار قانون الطاقات المتجددة في العام ٢٠٠٠، اعتبرت تلك الأسعار بمثابة قانون مؤقت. وكان الهدف منها تأمين تمويل أولي وزيادة الطلب على الطاقات المتجددة وتعزيز البحث العلمي وتقليل تكاليف الإنتاج. ولأن الاعتقاد السائد كان يقول بأن أسعار النفط والفحم والغاز سترتفع على مستوى العالم، كان متوقعاً أن الطاقات المتجددة ستصبح قادرة على المنافسة أولاً ومن ثم أرخص سعراً. تحقق هذا التوقع بشكل جزئي فقط. وحصل تطور تقني كبير في مجال عنفات الرياح ومنشآت الكتل الحيوية وألواح الطاقة الشمسية، وازداد المردود وقلت تكاليف الإنتاج، خصوصاً في المحطات الكهروضوئية. وكانت الكهرباء المولدة بهذه الطرق باهظة الثمن في البداية، ما أدى إلى رفع سعر الضمان إلى ٥٧,٤ سنتًا للكيلوواط الساعي. أما في الوقت الحالي (يونيو ٢٠١٥) فيبلغ هذا السعر ١٢,٤ سنتًا للكيلوواط الساعي في المنشآت الصغيرة و٨,٥٩ سنتًا في المنشآت الكبيرة. لكن في ذات الوقت، وخلافاً لجميع التوقعات، تراجعت أيضاً أسعار الطاقات الأحفورية.

هذا التراجع في الأسعار هو تطور عالمي يصعب تقدير الفترة التي سيستمر فيها. لا بد أن تعود أسعار الطاقة للارتفاع في وقت ما، لكن أسعارها المنخفضة تؤدي حالياً إلى جعل الفارق بين سعر الضمان وسعر السوق كبيراً على نحو غير متوقع وتسبب نفقات إضافية. يضاف إلى ذلك أن الانتشار السريع للطاقات المتجددة في ألمانيا ونموها الهائل ساهما أيضاً في انخفاض أسعار الكهرباء، فأسعار الضمان كانت مرتبطة بضمانات الشراء وتوافرت بذلك شروط مناسبة لإنتاج المزيد من الكهرباء التي دخلت في بورصة لايبتسيغ حيث يتم تداول إجمالي الكهرباء، سواء كانت من مصادر الطاقات المتجددة أو من مصادر الطاقات الأحفورية. هذه البورصة موجودة منذ العام ٢٠٠٠ بعد تحرير التداول بالكهرباء في أوروبا لخلق المزيد من المنافسة. تم تحقيق هذا الهدف. ارتفع السعر في البورصة في البداية، ثم انخفض إلى ٤,٢ سنت (ديسمبر ٢٠١٤)، لأن الأزمة الاقتصادية أدت إلى حصول تراجع في الطلب ترافق مع زيادة في العرض. ولم تمثل هذه التطورات أية مشاكل للذين ينتجون الكهرباء من طاقات متجددة، فهم يحصلون على الأسعار المضمونة لعشرين سنة. وبسبب زيادة الفارق بين سعر الضمان وسعر السوق المدفوع في البورصة، كانت هناك حاجة إلى إعانات كبيرة على نحو غير متوقع، وهذه الإعانات أضيفت إلى أسعار الكهرباء وجعلتها ترتفع.

كذلك ساهمت في زيادة العرض محطات الفحم الحجري والفحم البني التي تتطلب تشغيلاً مستمراً لإنتاج الكهرباء بسعر رخيص. ولا تستطيع هذه المحطات الاستجابة إلى العرض المتقلب إلا بشكل بطيء كما لا تستطيع خفض إنتاجها إلا بشكل محدود. الأمر أسهل في محطات الغاز التي تمتاز أيضاً بانبعاثات ثاني أكسيد الكربون القليلة نسبياً فيها. لكن هنا يدخل ما يسمى تأثير ترتيب الجدارة (انظر الشكل ١٠). عندما تنخفض الأسعار في بورصة الكهرباء، يتم بشكل متدرج إيقاف محطات التوليد التي تكون تكاليف التوليد فيها أعلى من أسعار البورصة. وفي البداية تأتي محطات التوليد الغازية التي تولد كهرباء بسعر مرتفع نسبياً، وهذا يجعلها تفقد أهميتها. المحطة الغازية في إيرشينغ، والتي تعتبر من أحدث المحطات في أوروبا وأعلاها كفاءة من أبرز الأمثلة. وقد توقفت هنا في السنة الماضية كتلتان عن إنتاج الكهرباء للسوق، وقامت فقط بالعمل لفترة قصيرة لتعويض النقص في الإمدادات. وحصلت المحطة على تعويض في المقابل، لكن لم تعد هناك عقود مناسبة، والقائمون على المحطة أعلنوا عن إغلاق الكتلتين.

المستفيدة من هذه التطورات هي محطات الطاقة التي تستخدم الفحم الحجري والفحم البني وكلفة التشغيل فيها منخفضة، والتي شهدت بالتالي ازدهاراً في السنوات الأخيرة؛ في ذات الوقت تنتج من حرق الفحم البني كميات كبيرة من الغازات الدفيئة، وهذا يهدد أحد الأهداف الأساسية للتحول في مجال الطاقة.

رئيسة حزب الخضر سيمونه بيتر تحدثت حتى عن إخفاق كبير ولقيت دعماً من منظمة السلام الأخضر ومجموعات بيئية أخرى حيث قالت: «إنها شهادة إفلاس عندما تصل تقنيات الانبعاثات القليلة لثاني أكسيد الكربون إلى حدودها الاقتصادية بينما تبقى محطات الفحم القديمة القاتلة للمناخ قيد العمل» (TAGESSCHAU ٢٠١٥).

هذا الكلام ليس خاطئاً، لكن سيمونه بيتر تبسط الأمر بعض الشيء، فالأمر مرهون هنا بنتيجة (غير مرغوبة) لقانون الطاقات المتجددة، وحزب الخضر نفسه ساهم بشكل كبير في الوصول إليها خلال فترة وجوده في الحكومة. القانون الذي تم اعتماده بإصرار من جانب حزب الخضر كان يهدف إلى تحسين فرص انطلاق الطاقات المتجددة، وقد ركز على توليد تلك الطاقات وكان ناجحاً للغاية. بشكل ما كان هذا النجاح أكبر مما هو مطلوب، فكمية الكهرباء المولدة ازدادت بشكل سريع، مما أدى إلى انخفاض الأسعار وفقدان محطات الغاز لأهميتها وزيادة استخدام الفحم الحجري والفحم البني. لم يكن هذا التطور مرغوباً، وكان من الصعب التأثير عليه في ذات الوقت، فمحطات الطاقة تملك تراخيص عمل طويل الأمد لا يمكن إلغاؤها بسهولة. كما يجب التذكير بأن هذه المحطات أنشأت قبل بضع سنوات بموجب إجماع عام وبهدف تحقيق استقلالية عن النفط والطاقة النووية.

كذلك جاءت الزيادة السريعة في التكاليف على نحو مفاجئ ويصعب التحكم فيه. يحدد الأخصائيون أسعار ضمان جديدة لمختلف الطاقات المتجددة سنة تلو الأخرى، وذلك دون أن يكونوا قادرين على تقدير كيفية تطور تكاليف عنفات الرياح ومحطات الطاقة الشمسية والكتل الحيوية بالفعل. وفقاً لذلك يمكن أن تحصل تطورات غير مرغوبة، من بينها طفرة المحطات الكهروضوئية. وعندما انخفضت تكاليف تركيبها على نحو أسرع بكثير من أسعار الضمان، نشأت فرص استثنائية للكسب. لذا جرى تركيب قدرات توليد إضافية وصلت إلى ٧,٥ غيغاوات سنوياً بين العامين ٢٠٠٩ - ٢٠١٢، ما أدى إلى زيادة سريعة في حصة التوليد لهذه المحطات. لكن النمو الأسرع كان للإعانات المقدمة والتي وصلت في العام ٢٠١٤ إلى ٤٩ بالمئة من

المبالغ الإجمالية، في حين أن هذه المحطات لم تستطع أن تولد سوى ٢٥,١ بالمئة من الكهرباء من الطاقات المتجددة بسبب معدل استخدامها المنخفض (BDEW ٢٠١٤: ٦٩).

ولأن هذه الإعانات ازدادت أيضاً في الطاقات المتجددة الأخرى، أجريت في العام ٢٠١٤ تعديلات هامة على قانون الطاقات المتجددة („EEG ٢,٠") للتحكم بتطورات الأمور على نحو أفضل ومنع زيادة التكاليف بسرعة كبيرة. إضافة إلى ذلك خفّض القانون معدلات الدعم لكل مصادر الطاقات المتجددة، ووضع حدوداً لحجم نموها وحدد أهداف التوسع للسنوات القادمة. بكلام أدق فإن التشريعات معقدة للغاية ولا يمكن فهمها إلا من قبل الخبراء الذين يجب عليهم حالياً مراقبة قرابة ٤٠٠٠ نوع من التعويضات المختلفة. هناك أيضاً قدر من المرونة عندما يكون بالإمكان مثلاً استبدال عنفات الرياح القائمة بعنفات أخرى جديدة وأعلى قدرة (تجديد محطات الطاقة). الهدف واضح في كل الأحوال، يجب أن تضمن التشريعات الجديدة إمكانية الدفع وكذلك أمن الإمدادات.

لكن هذه التشريعات لا تغطي سوى جزءًا من التكاليف المستحقة في السنوات القادمة، وذلك لخلق هامش مناورة أفضل وتوسيع الشبكات أو إبقاء محطات الطاقة كنوع من الاحتياط. وهكذا تقدر تكاليف توسيع شبكات الكهرباء وحدها ما بين ٢٧,٥ و٤٢,٥ مليار يورو (لجنة الاحتكارات - MONOPOLKOMMISSION ٢٠١٣: ١٢١)، وبينما يصعب تقدير هذه التكاليف بالنسبة إلى التخزين وعدادات الكهرباء الذكية... إلخ. لن تكون هذه التكاليف قليلة بدورها. لذا تجري مناقشة إجراء تغييرات جوهرية في مجال الدعم لإبقاء هذه التكاليف قليلة.

فمنذ إقرار قانون الطاقات البديلة يعتمد هذا الدعم بشكل رئيسي على ضمانات السعر والشراء التي تشكل بدورها ضماناً للاستثمار.

وهذه الضمانات لا تقتصر فقط على عنفات الرياح ومحطات الكتل الحيوية أو الألواح الشمسية وتوليد الطاقات المتجددة، وإنما تشمل أيضاً البنية التحتية الضرورية للنقل والاستخدام أو التخزين. بهذا الشكل يحصل مشغلو الشبكات على التزامات ثابتة، بينما ينبغي أن يحصل السكان الذين تقام أعمدة الكهرباء على أراضيهم على حصة من مداخيل الشبكات. قد لا تكون العائدات الناتجة مرتفعة، ولكنها تشكل دخلاً مضموناً، وهي مرغوبة بالنظر إلى أن أشكال الاستثمار الأخرى لا تكاد تأتي بأية فوائد في الوقت الحالي.وهناك تشريعات مماثلة تدعم أيضاً مشغلي محطات الطاقة الذين ينبغي عليهم إبقاء محطاتهم كاحتياط، وكذلك القائمين على بناء محطات التخزين بالضخ، وكثيرين آخرين ممن يفترض أن يساهموا في موازنة التقلبات وزيادة أمن الإمدادات. ويمكن في هذا السياق النظر إلى التهديد بإغلاق محطة الطاقة في إيرشينغ على أنه محاولة للحصول على إعانة لإبقاء المحطة قيد العمل.

حققت أسعار الضمان النجاح الذي ذكرناه، لكنها أدت أيضاً إلى أخطاء ونفقات غير ضرورية، وكذلك أدت إلى توقعات بالحصول على إيرادات مضمونة، لذا هناك تفكير بإدخال عناصر السوق والمنافسة بشكل قوي في سياق عملية التحول في مجال الطاقة. قد يكون أحد الخيارات دفع علاوة للذين يقومون بتخفيض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون إلى كمية محددة أو يقومون بتوليد كمية محددة من الكهرباء باستخدام الطاقات المتجددة. كذلك فإن من يقدم أرخص الأسعار يحصل على علاوة ويقرر بنفسه كيف يريد تحقيق هذا الهدف، من خلال محطات الطاقة الشمسية أو عنفات الرياح أو توفير الطاقة أو أية طريقة أخرى. كما في حالة شهادات الانبعاثات، تبدو الفكرة مثيرة للإعجاب، لكن الخبرات المتوافرة حتى الآن ليست واضحة، ولذا يتوقع أن تكون هناك محاولات ونقاشات أخرى، خصوصاً عندما يطال التغيير البني والمصالح القائمة.

كذلك جرى نقاش مطول حول مسألة إشراك المؤسسات الصناعية بمقدار مناسب في تكاليف الطاقات المتجددة. والمقصود بهذا ليس قطاع الصناعة بالكامل، ففي العام ٢٠١٤ دفع ٩٦ بالمئة من الشركات كامل الرسوم الإضافية لقانون الطاقات المتجددة كبقية المؤسسات في مجالات التجارة والخدمات. مثار الجدل الأكبر هو حوالي ٢٠٠٠ مؤسسة صناعية معفاة بشكل كبير من الرسوم الإضافية لقانون الطاقات المتجددة، ولذا لا تساهم أبداً، أو بشكل جزئي فقط، في تحمل تكاليف التحول في مجال الطاقة. يبدو هذا الأمر «غير عادل»، خصوصاً أن معايير اختيار هذه المؤسسات ليست مقنعة دائماً. ملعب الغولف الذي حصل على إعفاء ويتردد ذكره كثيراً، هو أسطورة. لكن هناك شركات تحصل على هذه الامتيازات دون أن تكون الأسباب مقنعة. عموماً فإن الإعفاء من الرسوم الإضافية يعطى للشركات التي تعتمد قدرتها على المنافسة على الطاقة الرخيصة. وهذه تشمل أفران صهر الألمنيوم التي تستهلك كميات كبيرة جداً من الكهرباء، وكذلك شركات النقل الداخلي التي تحتاج إلى كهرباء رخيصة لقطارات المدينة والأنفاق، أو خدمة الأرصاد الجوية التي تستخدم حواسيب ذات استهلاك كبير للكهرباء.

عدد هذه الشركات قليل، لكنها تستهلك قرابة ٢٠ بالمئة من الكهرباء، بحيث تصل الامتيازات التي تحصل عليها إلى ٤ مليارات يورو تقريباً. عند إلغاء هذه الامتيازات ستنخفض الرسوم الإضافية التي يفرضها قانون الطاقات المتجددة من ٢٤ إلى ٢٠ مليار يورو، لكن هذا سيخلق مشاكل جديدة. فالشركات التي تعتمد على الكهرباء الرخيصة يجب تخفيف العبء عنها بطريقة أخرى. أو ينبغي عليها تحقيق إيرادات أعلى، مثلاً من خلال رفع أسعار تذاكر المواصلات. وقد رأت حكومة ائتلاف الحزب الديموقراطي الاجتماعي وحزب الخضر هذه المعضلة، لذا عمدت في العام ٢٠٠٣ إلى إدخال إمكانية الإعفاء وبالتالي إعادة توزيع التكاليف على شكل «تشريع التعويض الخاص». يمكن هنا إجراء تصحيحات وخفض عدد الشركات ذات الامتيازات. لكن تم وضع حدود لإمكانات التوفير لكي لا يتم تحميل الشركات ذات الاستهلاك الكبير للكهرباء الكثير من الأعباء.

لكن هذه الشركات تستفيد من أسعار الكهرباء المنخفضة، كما هي حال كل من يشتري الكهرباء من البورصة مباشرة أو من شركات الطاقة. وهذا الأمر متاح بقدر محدود أيضاً للمنازل الخاصة عندما تقوم بتغيير الشركات التي تزودها بالكهرباء. لكن إمكانية التوفير محدودة لدى هؤلاء، أما الشركات التي لديها طلب كبير على الكهرباء فيمكنها الاستفادة كثيراً من انخفاض سعر البورصة الحاصل منذ بعض الوقت لدى مزوديها. لهذا السبب يوجد في الاقتصاد شركات تستفيد أيضاً من أسعار الكهرباء المنخفضة. ومن الممكن من حيث الأساس اقتطاع جزء من هذه الأرباح وإدخال ضرائب ذاتية أو رسوم خاصة. لكن هذا يتطلب جهداً كبيراً وسيجعل صورة التحول في مجال الطاقة المعقدة أساساً أكثر تعقيداً ومن غير المحتمل أن تكون هناك أية فرصة لتطبيقه.

كذلك لن يكون إجراء تغيير في إعادة التوزيع الحاصلة بين الولايات الاتحادية أقل صعوبة. إذ تستفيد هذه الولايات بقدر متفاوت جداً من التحول في مجال الطاقة بسبب التوزيع غير المتساوي لعنفات الرياح ومحطات الطاقة الشمسية والكتل الحيوية والمنشآت الأخرى. تنتج ولايات شليسفيغ هولشتاين ومكلينبورغ فوربومرن والمناطق الشمالية كميات كبيرة من الطاقات المتجددة، وتحقق من خلال ذلك فائضاً وأرباحاً تجعل من تصنيع وتركيب عنفات الرياح مجالاً لخلق فرص عمل. ولأن هذه المجالات تمر بأوقات اقتصادية صعبة، تبدو الطاقات المتجددة كبرنامج دعم اقتصادي يؤمن فرص عمل في مكان ما. وقد بلغ عدد هذه الفرص قرابة ٤٠٠ ألف في

الشكل (11)
النمو الاقتصادي واستهلاك الموارد، 1991-2009
تطور الناتج المحلي الإجمالي واستهلاك الموارد الطبيعية 1991= 100، استخدام المساحات 1992 = 100

المصدر: IW كولونيا 2012

العام ٢٠١٢، ولكن يجب النظر إلى هذه الأعداد بقدر من الحذر. فالتحول في مجال الطاقة خلق وظائف في محطات تقليدية أيضاً. كذلك ينبغي التأكد من أن الأموال المستخدمة لهذا الغرض لن تكون على حساب مكان آخر يمكن فيه خلق فرص عمل أيضاً.

من بين الولايات الاتحادية حققت بافاريا في العام ٢٠١٣ أكبر فائض ولم تكن بحاجة إلى هذا النوع من الدعم، أما ولاية شمال الراين ويستفاليا فحصلت على ٢,٩ مليار يورو لتسجل بذلك أكبر عجز بين الولايات. وفي النهاية هناك أيضاً إعادة توزيع اجتماعي. والمستفيد الأول من الدعم هم أبناء الطبقات الاجتماعية الوسطى والعليا الذين يستطيعون بناء أجهزة طاقة شمسية ويحصلون لقاء ذلك على مساعدات بحيث تجري عملية إعادة التوزيع لمصلحتهم. أما أبناء الطبقات الأفقر فلا تكون لهم حصة من هذا الدعم، ويضطرون في ذات الوقت إلى دفع جزء أكبر من دخلهم المحدود بسبب تكاليف الكهرباء المرتفعة.

٣,٦,٣ الكفاءة والاقتصاد في استخدام الطاقة

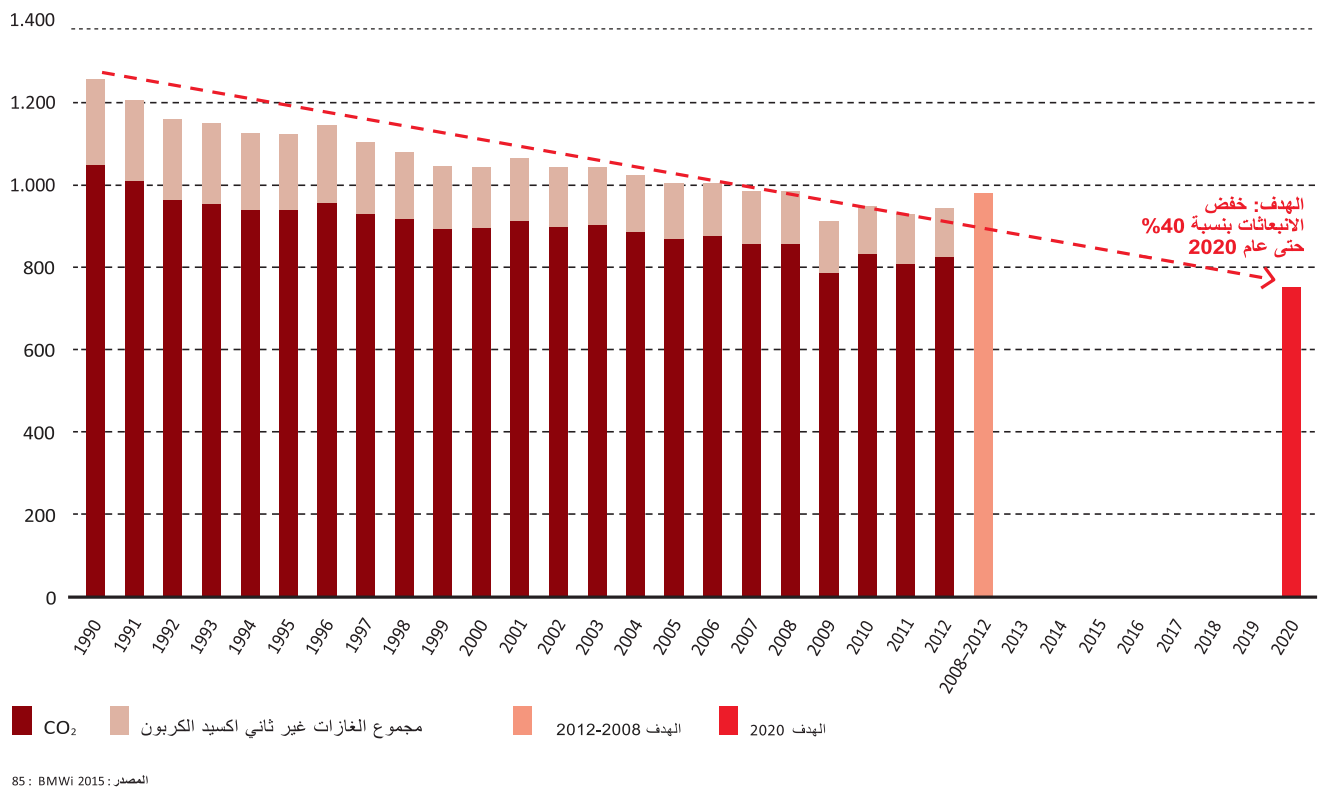
منذ البداية تم التأكيد في الجدل الدائر حول التحول في مجال الطاقة على ضرورة استخدام الطاقة على نحو أكثر كفاءة واقتصاداً. هذا الأمر أشار إليه إيبلر في مقالته المنشورة في العام ١٩٧٩؛ انضم إليه فولكر هاوف وعدد كبير من الخبراء ولجؤوا إلى حجة كانت سائدة في القرن التاسع عشر عندما كانت الطاقة باهظة الثمن واستخدامها قليلاً؛ مع صعود الفحم ومن ثم النفط تراجعت أسعار الطاقة، وبدأ «عصر الاحتراق» وأدى إلى «تبديد عديم الجدوى» للطاقة الأحفورية، الأمر الذي اشتكى منه الكيميائي كليمنس فينكلر في العام ١٩٠٠ (Winkler ١٩٠٠: ٤f).

تغير هذا الوضع مع أزمة أسعار النفط في العامين ١٩٧٣/١٩٧٤. حيث ارتفعت في تلك الأزمة أسعار النفط والموارد الأخرى إلى حد جعل تقييد الاستهلاك لأسباب اقتصادية أمراً مفيداً. ومنذ ذلك الحين تم إحراز نجاحات ملفتة للنظر (انظر الشكل ١١). وبينما كان نمو الاقتصاد يترافق في العادة مع زيادة في استهلاك الموارد، أمكن حينها الفصل جزئياً بين هاتين العمليتين. ويمكن للاقتصاد أن ينمو وفي ذات الوقت يبقى استهلاك الموارد ثابتاً لا بل وقد يتراجع. لكن هذا الأمر يصح بشكل رئيسي على معدل الاستهلاك لكل منتج يتم تصنيعه، لكنه في الإجمالي يتراجع بشكل بطيء فقط أو لا يتراجع أبداً. كذلك يمكن أن يحصل ما يسمى «أثر الارتداد»، وذلك عندما تؤدي زيادة كفاءة استخدام الطاقة إلى تقليل التكاليف لدى المستهلكين وبالتالي يزداد استهلاكهم - كما في السيارات، حيث يمكن أن تؤدي المحركات الاقتصادية إلى شراء المزيد من السيارات وبالتالي استهلاك الكثير من الموارد.

يجب بالتالي التنويه إلى تحديين: الأول أن الاستهلاك في الدول الصناعية لا يزال مرتفعاً جداً ويجب خفضه بقدر كبير، وفي هذا الخصوص نشر إرنست أولريش فايتسيكر مع خبراء آخرين في العام ١٩٩٥ تقريراً جديداً لنادي روما (Weizsäcker et al. ١٩٩٥)، ودعا في هذا التقرير إلى استخدام الإنتاجية المتزايدة على نحو مخالف لما هو حاصل حتى الآن، أي إنتاج المزيد بعمل أقل. يجب استخدام الزيادة في الإنتاجية للتعامل بشكل مقتصد أكثر مع الطبيعة ومواردها. إذا أمكن استخدام موارد الطبيعة بفعالية أعلى بأربعة أضعاف، يمكن خفض استخدام هذه الموارد إلى النصف ومضاعفة الثروة والرخاء في ذات الوقت. وسوف تكون النتيجة عامل مضاعفة لأربع مرات، وهذا يمكن تحقيقه من خلال ثورة الكفاءة في استخدام الطاقة.

لكننا لا نزال بعيدين عن هذا الهدف، حتى وإن كان استهلاك الطاقة يتراجع. تسعى الحكومة الألمانية إلى خفض استهلاك الطاقة الأولية في العام ٢٠٥٠ إلى نصف استهلاك العام ٢٠٠٨. هذا الهدف طموح جداً، وتأثير التدابير السياسية عليه أصعب من تأثيرها على التوسع في بناء الطاقات المتجددة. وقد اعتمد هذا الأمر حتى الآن على المكافآت المالية التي يمكن أن تعطى عند دفع مساعدات من أجل عزل الأبنية وخفض استهلاك البنزين أو عند استخدام الأجهزة. إضافة إلى ذلك يجب استخدام أموال الضرائب المتوافرة بقدر محدود فقط والتي يثير استخدامها الجدل بطبيعة الحال. لا يقل أهمية أيضاً وضع تشريعات أكثر صرامة تطالب بعزل أكثر فعالية وبخفض استهلاك البنزين أو بتركيب مضخات حرارية. سوية مع الحوافز المالية ستؤدي هذه التشريعات إلى توفير أكبر وكفاءة أعلى في استخدام الطاقة - وإن يكن بشكل تدريجي. ثورة الكفاءة في استخدام الطاقة التي تحدث عنها فايتسيكر ليست في المنظور القريب بعد، وهي ستواجه صعوبات طالما لم تعاود أسعار الطاقة الارتفاع بشكل ملحوظ. فارتفاع التكاليف هو الحافز الأهم للتعامل مع الطاقة والموارد الأخرى بشكل مقتصد.

الشكل (12)
انبعاثات الغازات الدفيئة 1990-2012 والأهداف
بملايين الأطنان من ثاني أكسيد الكربون ومعادلاته



المصدر: BMWi 2015 : 85

٣,٧ الأثر البيئي

يمكن بسهولة الإجابة على مسألة الاستدامة البيئية من خلال التحول في مجال الطاقة. يساهم في هذا الأمر بشكل رئيسي أن يتم خفض استهلاك الطاقة (والموارد الأخرى). ويتمثل ثاني أفضل خيار في زيادة حصة الطاقات المتجددة. تسبب هذه الطاقات أقل التكاليف الخارجية وتسمح بخفض انبعاثات الغازات الدفيئة بشكل ملحوظ. وقد تم خفض هذه الانبعاثات في العام ٢٠١٣ بمقدار ١٤٥,٨ مليون طن، وساهمت في هذا الأمر الشمس والرياح والطاقة المائية والكتل الحيوية ومصادر أخرى. لكن استخدام الكتل الحيوية ينطوي على مشكلة (BMWi ٢٠١٤:٧). صحيح أنها تساهم في خفض انبعاثات الغازات الدفيئة، لكنها تحمل معها أضراراً بيئية كبيرة عندما تنشأ زراعات أحادية المحصول وتتلوث مياه الصرف الصحي ويتعرض التنوع البيولوجي للتهديد. لهذا السبب كان التوسع في استخدام الكتل الحيوية محدوداً، بينما بقيت المحصلة البيئية إيجابية بالإجمال لدى الطاقات المتجددة.

يتضمن هذا التوازن جوانب صحية أيضاً. عند استخدام حوامل الطاقة الأحفورية والحيوية لا تنتج غازات دفيئة فقط، وإنما أيضاً مواد ضارة أخرى مثل أكسيد النتروجين والغبار الدقيق والزئبق. وهذه المواد تضر بالبيئة وكذلك بصحة الإنسان ويجب خفض كمياتها بأقصى قدر ممكن. إلى جانب التقلبات الشديدة في الطقس يمكن أن يؤدي التغير المناخي إلى خسارة في تنوع الأصناف والبيئات التي تعيش فيها، كما أن التوسع المستمر في الطاقات المتجددة يمكن أن يؤدي إلى التعدي على الطبيعة والمناظر الطبيعية وإحداث تغييرات فيها. لذا يجب اختيار الأماكن المناسبة بدقة للحد من هذه التأثيرات (BMWi ٢٠١٤c:١٠).

على الرغم من هذه النتيجة الإيجابية من حيث المبدأ نجد أنه بالكاد تراجعت انبعاثات ثاني أكسيد الكربون في ألمانيا منذ التحول في مجال الطاقة. حقاً حصل انخفاض واضح بعد العام ١٩٩٠، ولكن السبب الرئيسي فيه كان يعود إلى إغلاق منشآت في ألمانيا الشرقية السابقة كانت تطلق كميات كبيرة من هذا الغاز. لذا عندما تأخذ البيانات الرسمية العام ١٩٩٠ كتاريخ مرجعي للمقارنة وتتحدث عن نجاح للسياسة البيئية، يكمن خلف هذا أثر عشوائي يحدث لمرة واحدة. كذلك هناك تجميل في الحديث عن ١٤٥,٨ مليون طن من الغازات الدفيئة التي وفرتها الطاقات المتجددة في العام ٢٠١٣. الرقم صحيح، لكن تقليل الانبعاثات بمقدار ٨٤,٣ مليون طن فقط كان نتيجة لقانون الطاقات المتجددة وحوافزه. توفير الكميات الباقية التي تشكل ٤٢ بالمئة نتج عن محطات الطاقة المائية وحرق الخشب والموارد التقليدية، والتي كانت ستفضي إلى ذات النتيجة حتى بدون التحول في مجال الطاقة (BMWi ٢٠١٤:٧).

حتى وإن كانت البيانات مجمَّلة بعض الشيء، فقد تراجعت الانبعاثات بعد العام ١٩٩٠ وبلغت أدنى مستوياتها في العام ٢٠٠٩. لكنها عادت للارتفاع لتصل في العام ٢٠١٢ بالنسبة إلى ثاني أكسيد الكربون إلى نفس مستوى العام ٢٠٠٠ (انظر الشكل ١٢). الأرقام الحالية من العام ٢٠١٤ تبدو مفرحة قليلاً، لكنها جاءت بشكل رئيسي نتيجة لفصل الشتاء المعتدل (AGEB ٢٠١٤). لذا فإن الهدف الرئيسي للتحول في مجال الطاقة لم يتحقق إلا بشكل جزئي حتى الآن. إضافة إلى ذلك تدهور الوضع في السنوات الأخيرة التي شهدت نمواً سريعاً للطاقات المتجددة. وهناك تفسير بسيط لهذا الأمر، نمو الطاقات المتجددة أدى إلى زيادة في معروض الكهرباء وإلى هبوط في الأسعار، وعلى غير المتوقع استطاعت محطات الفحم البني والفحم الحجري مجاراة هذا الهبوط في الأسعار، فهذه المحطات تنتج كهرباء رخيصة السعر وزادت حصتها في توليد الكهرباء.

هذه الزيادة في معروض الكهرباء ستستمر عدة سنوات. والجيد في هذا الأمر أنه يسهّل على المحطات العاملة بالوقود الأحفوري ضمان أمن الإمدادات، وهو من الأهداف الهامة، لكن يجب التمكن في ذات الوقت من خفض انبعاثات الغازات الدفيئة. نتيجة للأسباب المذكورة، يعتقد أن شهادات الانبعاثات لن تقدم أية مساهمة لتحقيق هذا الهدف. وفي المقابل قد تزيد الشروط السياسية من صعوبة استخدام الفحم الحجري والفحم البني، وهو ما تتم المطالبة به باستمرار (Greenpeace ٢٠١٥). لكن حتى هنا يكمن الشيطان في التفاصيل، فمحطات الطاقة تملك التراخيص المذكورة طويلة الأمد، وإلغاء هذه التراخيص تترتب عليه مشاكل قانونية وتكاليف إضافية، ناهيك عن أنها توافر فرص عمل، والكثير منها ليس ملكاً «لرأسماليين» مجهولين، وإنما لشركات إمداد الطاقة أو البلديات.

لا تزال الشركات الكبيرة هي المسيطرة بين شركات إمداد الطاقة، وهي تصعّب عملية التحول في مجال الطاقة أو حتى تعرقلها، وحتى ما قبل بضع سنوات كانت تحقق مكاسب جيدة من تجارة الطاقة. هذه الأزمنة الذهبية ولّت غير مأسوف عليها. لكن من بين حملة الأسهم نجد صناديق التقاعد وشركات التأمين أو البلديات التي تعاني من خسائر مؤلمة بسبب انخفاض قيمة أسهمها وتراجع حصصها من الأرباح. ينطبق هذا الأمر بشكل خاص على البلديات في منطقة الرور التي اشترت محطات طاقة عندما كانت هذه المحطات تعطي عائدات جيدة وتساهم في تمويل الميزانيات. أما الآن فقد أصبحت هذه المحطات عبئاً ثقيلاً على البلديات المستنزفة في الأصل، لذا يجب على القرارات المؤيدة أو المعارضة لمحطات الفحم الحجري والفحم البني أن تقوم بموازنة الكثير من المصالح المتضاربة.

وكان على وزير الاقتصاد الألماني زيغمار غابرييل التعرف على هذا الأمر أيضاً في آذار (مارس) ٢٠١٥ عندما اقترح خفض انبعاثات ثاني أكسيد الكربون من ٣٤٩ مليون طن في العام ٢٠١٤ إلى ٢٩٠ مليون طن في العام ٢٠٢٠. كانت محطات الفحم الحجري والفحم البني القديمة التي تطلق كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون هي المستهدفة الأولى من هذا الأمر. تضمن الاقتراح وضع حدود قصوى للانبعاثات، وعند تجاوزها يتم دفع ١٨ إلى ٢٠ يورو لكل طن من ثاني أكسيد الكربون. بعدها كان على أصحاب المحطات أن يقرروا، هل يدفعوا هذه الرسوم أم يخفضوا الإنتاج أم يوقفوا المحطات. ترى منظمة الصندوق العالمي للطبيعة (WWF) في هذا الأمر «بداية لحماية مناخ ذات مصداقية»، فبهذه الطريقة سيتم التخلص تدريجياً من «محطات الطاقة الأقدم والأكثر تلويثاً» (Süddeutsche Zeitung ٢٠١٥). لكن هذا الأمر يهدد وظائف العمل، ليس فقط في المحطات المستهدفة، وإنما أيضاً في منشآت الإمداد واستخراج الفحم البني. يخشى فرانك بسيرسكه رئيس نقابة فيردي من تعرض ١٠٠ ألف وظيفة للخطر لهذا السبب، ولكن هذا الأمر فيه بعض المبالغة (Hamburger Abend- blatt ٢٠١٥). الوظائف ستتأثر، وهذا في المناطق الضعيفة بنيوياً والمستنزفة مالياً، لكن لا يمكن هنا تجنب التغير الحاصل في البنية القائمة، والمطلوب هو عدم تحميل هذا التغير المزيد من الأعباء.

التخلص من محطات الطاقة النووية يعقد هذه القرارات. عندما ينتهي العمل بهذه المحطات لن يتراجع فقط العرض الكبير في سوق الكهرباء، والذي يساهم في خفض أسعار الكهرباء منذ بعض الوقت؛ وقد يصبح ضمان أمن الإمدادات أكثر صعوبة أيضاً؛ ومع إغلاق المحطات النووية نكون قد فقدنا محطات كهرباء تنتج كميات قليلة من الغازات الدفيئة. لذا يجب أن تكون الطاقات المتجددة هي البديل، لكن هذه تحتاج إلى محطات الفحم الحجري والفحم البني لضمان إمدادات آمنة. لذا فإن توسيع شبكات الكهرباء لن يفيد فقط في نقل الكهرباء من عنفات الرياح في الشمال إلى الجنوب، وإنما أيضاً في نقل الكهرباء من تلك المحطات. تطرح المحطات الغازية نفسها كبديل ينتج كميات أقل من المواد الضارة ويمكن أن يسمح أيضاً ببناء اثنين فقط من خطوط الجهد العالي الثلاثة المخطط لها. لكن هذه الخطوط ستبقى قائمة لسنوات طويلة بعد تركيبها وتشغيلها، وبالتالي سيزيد هذا من صعوبة الاستمرار في توسيع الطاقات المتجددة. كذلك فهي تكلف أكثر من استخدام الفحم البني، مما يتطلب تقديم دعم للقائمين على تشغيلها.

على الرغم من هذا الوضع غير الواضح والمتناقض يمكن أن تحظى المحطات الغازية بمكانة أكبر في السنوات القادمة وأن تحل محل محطات الفحم، وهو الأمر الحاصل في كل العالم. أحد الأسباب المهمة لهذا الأمر ما يسمى «التكسير». تستخدم هذه التقنية في سكسونيا السفلى منذ ستينيات القرن الماضي ولم تسبب أية مشاكل تستحق الذكر. لكن يجب الآن استخدام طرق جديدة غير تقليدية يجري فيها مزج الماء مع رمل الكوارتز ومواد كيميائية ويحقن بضغط مرتفع في صخور فلزات الفحم لتحرير الغاز الموجود هناك. يحذر المنتقدون من المواد الكيميائية المستخدمة ويشككون بضرورة استخدام هذه التقنية في ألمانيا (مجلس خبراء القضايا البيئية ٢٠١٣). وقد أقرت الحكومة الألمانية مسودة قانون في نهاية آذار (مارس) ٢٠١٥ يمنع استخدام تقنية التكسير على عمق أقل من ٣٠٠٠ متر وفي المحميات الطبيعية ومناطق إمدادات المياه، لكن بقيت أعمال الحفر للأغراض العلمية مسموحة. بعدها تقوم لجنة مكونة من الخبراء بإجراء تقويم يمكن أن يؤدي في حالات محددة إلى السماح بإجراء التكسير (Frankfurter Allgemeine Zeitung ٢٠١٥).

الذين ينظرون إلى عملية التكسير على أنها خطيرة وغير ضرورية يرون أن هذه الضوابط ليست صارمة بما يكفي، لأنها لا تزال تسمح باستخدام هذه الطريقة، وفي المقابل فإن الذين يقدرون مخاطر هذه الطريقة على أنها أقل ويرون أنه يمكن التحكم بها، يتحدثون عن قانون للوقاية.

يبدو الموقفان متعارضان إلى درجة لا يمكن التقريب بينهما، وكذلك يجد المرء صعوبة في اتخاذ قرار واضح بسبب كثرة الجوانب المختلفة التي يجب مراعاتها. لقد أصبح سعر الغاز في الولايات المتحدة الأمريكية من خلال عملية التكسير رخيصاً إلى درجة لم تعد محطات الفحم قادرة على المنافسة وتراجعت انبعاثاتها من ثاني أكسيد الكربون. يمكن للغاز المنتج بهذه الطريقة أن يحل محل محطات الفحم في كل العالم. بالنظر إلى النواحي البيئية فإنه من المفضل الانتقال مباشرة إلى الطاقات المتجددة. لكن بالنظر إلى الأهمية العالمية للفحم وخطط توسيع محطات الطاقة العاملة بالفحم، يجب على الأقل التفكير بهذه التبعات عند إجراء تقييم عالمي لطريقة التكسير.

في النهاية يمكن أن تساهم محطات الفحم الحجري والفحم البني الحديثة في عملية التحول في مجال الطاقة وأن تكون تقنية وسيطة للوصول إليها. قد يكون هذا الكلام مفاجئاً، فمن حيث المبدأ يجب أن يكون الجهد مركزاً على تقليل حصة هذه المحطات بأسرع وقت. ويمكن تحقيق هذا الهدف في ألمانيا. لكن طالما بقيت أنواع الوقود الأحفوري متوافرة في العالم بأسعار رخيصة وكميات كبيرة، ستحتفظ بأهمية كبيرة في الصين والهند والبلدان الأخرى. وهناك مؤشرات تدل على تحديد استهلاك الفحم أو حتى التقليل منه. لكن الطريق لا يزال طويلاً للوصول إلى هذا الهدف. لذا قد يكون من المفيد استخدام المعارف المتوافرة في ألمانيا وتحديث محطات الفحم القائمة أو تطوير محطات جديدة للحصول على مردود أعلى وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. توجد بين الطرق القديمة والتقنيات الجديدة فروقات كبيرة تتيح لمحطات الفحم الحديثة وذات الكفاءة العالية في الصين والهند تحسين توازن المناخ العالمي، وخاصة عندما يكون ممكناً فصل ثاني أكسيد الكربون وتخزينه.

٤

إستنتاجات

يتطلب عرض أي موضوع خلاصة تكون مقتضبة وواضحة، وهذا الأمر يصعب تحقيقه في موضوع التحول في مجال الطاقة لأنه موضوع معقد وصعب إلى درجة أن الفصل السابق لا يتطرق إلا إلى بعض الجوانب وذلك بشكل مبسط أيضاً. هناك مثل معروف يقول: الشيطان يكمن في التفاصيل، وهذا المثل يصح في موضوع التحول في مجال الطاقة، حيث ترتبط مسائل كثيرة ببعضها البعض وتظهر على الدوام نتائج غير متوقعة. وفقاً لذلك لا يمكن تلخيص الأفكار المعروضة بشكل مقتضب. كذلك لا يمكن اختزالها على شكل نتائج واضحة.

لكن يمكن القول إن التحول في مجال الطاقة يتمتع بدعم واسع، وإن هناك استعداد كبير لتحمل التكاليف المترتبة على هذا التحول. كذلك يمكن تسمية أهداف الحكومة الألمانية بشكل واضح: تريد الحكومة الألمانية حتى العام ٢٠٥٠ زيادة حصة الطاقات المتجددة في الاستهلاك العام للطاقة إلى ٦٠ بالمئة وفي إمدادات الكهرباء إلى ٨٠ بالمئة، وخفض انبعاثات الغازات الضارة بالمناخ بالنسبة نفسها وتقليل استهلاك الطاقة الأولية إلى النصف. هذه الأهداف طموحة، لكن يمكن من حيث المبدأ تحقيقها حتى وإن كان هناك خلاف على الحلول التي يجب اختيارها والتدابير التي يجب البدء فيها أو ماهي الإجراءات الواقعية فعلاً. دعونا نذكر أحد الأمثلة: تطمح الحكومة الألمانية إلى أن يصل عدد السيارات الكهربائية في ألمانيا إلى مليون سيارة بحلول العام ٢٠٢٠. إذا استطعنا الوصول إلى هذا العدد، وفي الوقت ذاته استطعنا خفض استهلاك الطاقات الأحفورية، من بينها البنزين، سنكون بحاجة إلى المزيد من الكهرباء للتعويض. هل هو أمر واقعي إذاً أن نتمكن من خفض استهلاك الكهرباء بالقدر المحدد رسمياً حتى العام ٢٠٥٠؟

لا يمكن في الوقت الحالي الإجابة بوضوح على هذه التساؤلات. وعملية التحول في مجال الطاقة تمر حالياً بمرحلة من عدم الاستقرار، فمن جهة يجب اتخاذ إجراءات محددة، ولكن هناك من جهة أخرى شكوك بشأن خطوات العمل والتوجه الأساسي. فهل ستتوافر قريباً خزانات فعالة وطرق مستدامة بيئياً لتوليد الكتل الحيوية؟ هل ستصبح محطات الرياح والألواح الشمسية أكثر كفاءة وتنتج قدرات أعلى وتوافر أماناً أكبر في الإمدادات؟ هل ستتحقق النجاحات المطلوبة في مجال العزل الحراري وتوفير الطاقة؟ هل ستبقى ضمانات الأسعار والشراء قائمة أم يمكن لعناصر السوق أن تقدم حلولاً أرخص؟ هل سيحصل تقدم في مجال اللامركزية وبالتالي سنستطيع تكييف الطلب بشكل أفضل مع العرض؟

يمكن تقديم إجابات على هذه الأسئلة ضمن الإطار الأوروبي فقط. لدى الديموقراطية الاجتماعية مصلحة كبيرة في تشكيل اتحاد الطاقة الأوروبي الناشئ على نحو مناسب بغرض تعزيز عملية التحول في مجال الطاقة في ألمانيا. لكن حتى في هذه الحالة لن نحصل فوراً على أجوبة واضحة. وستبقى حالة عدم اليقين قائمة، ما سيتطلب اتباع مناهج عمل مختلفة في الوقت ذاته وتعلم مناهج العمل التي تثبت صحتها من التجربة. بكلام آخر: التحول في مجال الطاقة هو العملية التي تم ذكرها والتي أهدافها ثابتة تقريباً، ولكن مسارها يشهد تغييرات مستمرة على الدوام.

بالنظر إلى الاحترار العالمي الحاصل يمكن أن يؤدي هذا التشكك إلى نوع من اليأس. أليست هناك حاجة إلى إجراءات فورية فعالة وجذرية؟ ربما من حيث المبدأ، لكن هذه الإجراءات غير متوافرة فعلياً وهي تنطوي على خطر أن القرارات التي يجري تنفيذها قد يثبت أنها خاطئة، ولا يمكن تصحيحها إلا بصعوبة كبيرة. لذا علينا التعايش مع هذا الشك، ولكن لا يعني هذا أن نقف مكتوفي الأيدي، على العكس تماماً، يمكننا التغلب على هذا الشك فقط عندما نقبل بالمصاعب والتناقضات المرتبطة بالتحول في مجال الطاقة. وعندما ننطلق في مسارات جديدة لتحقيق أهداف التحول في مجال الطاقة.

إن الحزب الديموقراطي الاجتماعي سيستمر في هذا السياق في أداء الواجب الكبير الذي يقوم به منذ زمن فيما يخص التحول في مجال الطاقة. تحقيق توازن بين الرابحين والخاسرين؛ مراعاة المصالح المختلفة وإيجاد التسويات وضمان الإجماع الذي يتطلبه هذا المشروع الطموح. هذه ليست بالمهمة السهلة، والدافع لها ليس التقدير فقط، لكنها مهمة لا غنى عنها لتحقيق أهداف التحول في مجال الطاقة.

فهرس الإختصارات

جمعية موازين الطاقة	AGEB
محطة طاقة نووية	AKW
الرابطة الألمانية لاقتصاد الطاقة والموارد المائية ومقرها في برلين	BDEW
إجمالي الناتج المحلي	BIP
الوزارة الاتحادية للاقتصاد والطاقة	BMWi
الوكالة الاتحادية للتثقيف السياسي	bpb
قانون الطاقات المتجددة	EEG
الاتحاد الأوروبي، اتحاد قائم منذ العام ١٩٩٢ ويضم في عضويته في الوقت الحالي (٢٠١٥) ٢٨ دولة أوروبية	EU
السوق الأوروبية المشتركة، تجمع أسسته في العام ١٩٥٨ الدول الأوروبية الست الرائدة في الاتحاد الأوروبي	EWG
التوليد المشترك	KWK
ضريبة القيمة الزائدة	MwSt
المكتب الاتحادي للبيئة	UBA

فهرس الأشكال

الشكل (١) تطور توليد الكهرباء من الطاقات المتجددة في ألمانيا، ١٩٩٠-٢٠١٢	١١
الشكل (٢) الوضع الحالي وأهداف التحول في مجال الطاقة	١٢
الشكل (٣) تطور أسعار النفط، ٢٠٠٢-٢٠١٤	١٣
الشكل (٤) إمدادات الطاقة النهائية من الطاقات المتجددة، ٢٠١٣	١٥
الشكل (٥) طاقة الرياح على البر: التوزيع الإقليمي للطاقة وتوليد الكهرباء والتعويضات، ٢٠١٢	١٦
الشكل (٦) مزيج الكهرباء ٢٠١٤	١٨
الشكل (٧) تطور إجمالي انبعاثات الغازات الدفيئة منذ ١٩٩٠	١٩
الشكل (٨) تطور أسعار الكهرباء للمنازل، ١٩٩٨-٢٠١٥	٢٠
الشكل (٩) التباين في أسعار الفحم والغاز وثاني أكسيد الكربون، ٢٠٠٨-٢٠١٤	٢١
الشكل (١٠) تمثيل تخطيطي لتأثير ترتيب الجدارة	٢٢
الشكل (١١) النمو الاقتصادي واستهلاك الموارد، ١٩٩١-٢٠٠٩	٢٥
الشكل (١٢) انبعاثات غازات الدفيئة ١٩٩٠-٢٠١٢ والأهداف	٢٦

قائمة المصطلحات

(§ ١٩ StromNEV-Umlage) - هذا المقطع من قانون رسوم شبكات الكهرباء (NEV) يسمح بإعفاء كبار مستهلكي الكهرباء بشكل جزئي من رسوم الشبكات.

التنوع البيولوجي - يستخدم مصطلح «التنوع الحيوي» للدلالة على التنوع ضمن الأصناف وعلى التنوع بين الأصناف والتنوع في الأنظمة البيئية.

بيوجين - يستخدم مصطلح «بيوجين» للدلالة على الأصل البيولوجي أو العضوي.

الكتل الحيوية - يشمل مصطلح «الكتل الحيوية» المواد المختلفة ذات المنشأ العضوي مثل البراز. في مجال تقنية الطاقة يفهم المرء تحت هذا المصطلح النواتج التي يمكن استخدامها كوقود أو للحصول على الطاقة.

وحدات توليد الكهرباء والحرارة - وحدات توليد الكهرباء والحرارة هي تجهيزات (صغيرة غالباً) لتوليد الكهرباء و/أو الحرارة، ويتم في العادة تركيبها حيث يتم استخدام الحرارة أو الكهرباء المولدة مباشرة.

التقنيات الوسيطة - تهدف التقنيات الوسيطة إلى تسهيل عمليات الانتقال. وهكذا يمكن أن تكون محطات الغاز جسراً وسيطاً للانتقال إلى الطاقات المتجددة، لأنها تسبب انبعاثات أقل من ثاني أكسيد الكربون مقارنة بمحطات الأنواع الأخرى من الوقود الأحفوري.

تقرير برونتلاند - تم نشر تقرير برونتلاند «مستقبلنا المشترك» تحت إشراف غرو هارلم بروتلاند (رئيس وزراء النروج السابق). يتناول التقرير أهمية التنمية المستدامة.

الاستهلاك الإجمالي النهائي للطاقة - يشمل الاستهلاك الإجمالي النهائي للطاقة استهلاك الطاقة من قبل المستهلك النهائي والمفاقيد في محطات التوليد وفي النقل. الاستهلاك الإجمالي النهائي للطاقة ينتج من الاستهلاك النهائي للطاقة في المنازل وقطاعات المواصلات والصناعة والتجارة والخدمات إضافة إلى استهلاك قطاع التحويل ومفاقيد الحرق والنقل.

الناتج المحلي الإجمالي - الناتج المحلي الإجمالي هو القيمة الإجمالية لكل المنتجات (بضائع وخدمات) التي يتم إنتاجها خلال سنة ضمن حدود البلد بعد اقتطاع جميع الاستهلاكات الوسيطة.

إجمالي توليد الكهرباء - يشمل إجمالي توليد الكهرباء جميع كميات الكهرباء المولدة في البلد. بعد اقتطاع استهلاك الطاقة في محطات التوليد يبقى صافي إنتاج الكهرباء.

إجمالي استهلاك الكهرباء - إجمالي استهلاك الكهرباء هو مجموع كميات الكهرباء المولدة ضمن البلد (رياح، مياه، شمس، فحم، نفط، غاز، إلخ)، مع إضافة الكهرباء القادمة من الخارج واقتطاع الكهرباء الذاهبة إلى الخارج. صافي استهلاك الكهرباء هو إجمالي استهلاك الكهرباء مطروحاً منه مفاقيد الشبكة والنقل.

نادي روما - تأسس نادي روما في العام ١٩٦٨ في مدينة روما ويعتبر اليوم من مراكز الخبرة العالمية ويضم عدداً من الساسة والعلماء ورجال الأعمال ذوي النفوذ الكبير.
جرى في العام ١٩٧٢ نشر تقرير «حدود النمو» الذي ينوه بشكل رئيسي إلى محدودية الموارد.

الطلب وإدارة الأحمال - يصف هذا المصطلح التحكم الموجه بالأحمال بناء على الطلب.

ديزرتيك - ديزرتيك هو اسم تجمع من الشركات ومنظمات البيئة والأشخاص يهدف إلى توليد كهرباء رفيقة بالبيئة في أماكن غنية بالطاقة. تلك الجهود الرامية إلى توليد كهرباء شمسية في منطقة صحارى ومن ثم نقلها إلى أوروبا أصبحت معروفة.

جعل إمدادات الطاقة لامركزية - يهدف الإمداد اللامركزي للطاقة إلى توليد الطاقة بالقرب من مكان استهلاك الطاقة.

تكاليف الفرق / الرسوم الإضافية لقانون الطاقات المتجددة - تطلق تسمية تكاليف الفرق أو الرسوم الإضافية لقانون الطاقات المتجددة على الفرق بين النفقات والإيرادات من بيع الكهرباء المولدة من الطاقات البديلة.

شهادات الانبعاث (حقوق الانبعاث) - يجب على محطات الطاقة ومنشآت صناعية معينة شراء شهادات ثاني أكسيد الكربون تسمح لها بإطلاق كميات محددة من ثاني أكسيد الكربون. هذه الكمية محدودة وتتناقص مع الوقت.

الطاقة النهائية - الطاقة النهائية هي الطاقة التي تتوفر للاستخدام من قبل المستهلك بعد اقتطاع جميع المفاقيد، وتكون على شكل حرارة أو كهرباء أو وقود. أشكال الطاقة النهائية على سبيل المثال التدفئة المركزية والتيار الكهربائي والمواد الكربوهيدراتية كالبنزين والكيروسين والديزل والخشب والغازات المختلفة كالغاز الطبيعي والغاز الحيوي والهيدروجين.

استهلاك الطاقة النهائية - استهلاك الطاقة النهائية هو الجزء من الطاقة الأولية الذي يصل إلى المستهلكين للاستخدام بعد اقتطاع مفاقيد النقل والتحويل.

كفاءة استخدام الطاقة - يتعلق الأمر في مجال كفاءة استخدام الطاقة بتحقيق أعلى مردود عند تحويل الطاقة وكذلك أقل استهلاك في الأبنية والأجهزة والآلات.

إنتاجية الطاقة - يصف مصطلح «إنتاجية الطاقة» كفاءة استخدام الطاقة.

الطاقات المتجددة - الطاقات المتجددة هي الطاقات التي يتم الحصول عليها من مصادر مستدامة مثل طاقة المياه، الرياح، الشمس، الكتل الحيوية، حرارة الأرض. خلافاً لحوامل الطاقة الأحفورية مثل النفط والغاز الطبيعي والفحم الحجري والفحم البني واليورانيوم كوقود نووي فإن مصادر الطاقة هذه لا تنضب وهي متجددة.

قانون الطاقات المتجددة (EEG) - ينص القانون الصادر في العام ٢٠٠٠ على أولوية شراء الطاقات المتجددة من قبل مشغلي الشبكات، ويحدد تسعيرات (أسعار الضمان) لأنواع التوليد المختلفة وينص على توزيع التكاليف الزائدة على جميع مشتري الكهرباء.

النفقات الخارجية - التكاليف الخارجية هي التكاليف التي تنشأ من خلال الأنشطة الاقتصادية ولكنها ليست متضمنة في سعر السوق. الأضرار البيئية أو الصحية مثلاً.

الغبار الدقيق - الغبار الدقيق هو مزيج معقد من جزيئات صغيرة لمواد سائلة وصلبة لا يزيد قطرها على ١٠ مايكرومتر (µm) وصولاً إلى جزيئات بقطر أقل من ٠,١ مايكرومتر (µm).

حوامل الطاقة الأحفورية - تتكون حوامل الطاقة الأحفورية من كتل حيوية تشكلت تحت شروط من الضغط المرتفع والحرارة العالية عبر ملايين السنين. وهي تشمل النفط والغاز الطبيعي والفحم البني والفحم الحجري. إن استخدام حوامل الطاقة الأحفورية يؤدي إلى إطلاق الغازات الدفيئة كثاني أكسيد الكربون والتي تكون لها آثار ضارة على المناخ.

التكسير - يمكن باستخدام طريقة التكسير استخراج مخزونات الغاز والنفط الموجودة في الطبقات الصخرية بأسلوب غير تقليدي. يجري هنا حقن مزيج من الماء والرمل والإضافات الكيميائية بضغط عالٍ في الطبقات الصخرية لتكسيرها.
الطاقة الحرارية الجوفية - تعني الطاقة الحرارية الجوفية استخدام الطاقة المخزنة

في طبقات الأرض العليا أو في المياه الجوفية. تبعاً لدرجة الحرارة والحاجة يمكن استخدام درجة الحرارة الموجودة هناك لتوليد الحرارة أو للتكييف أو لتخزين الطاقة.

التوليد المشترك - يصف مصطلح «التوليد المشترك» تحويل مواد الوقود إلى طاقة كهربائية وإلى حرارة في وقت واحد، وذلك في تجهيزة معينة ثابتة المكان.
تأثير ترتيب الجدارة - يستخدم مصطلح ترتيب الجدارة لوصف تسلسل أماكن تشغيل محطات الطاقة. يتحدد هذا الترتيب من خلال التكاليف الحدية لتوليد الكهرباء، وبذلك يجري أولاً استخدام المحطات ذات التكاليف الأدنى. يصف التأثير انخفاض الأسعار الناجم عن هذا الأمر وتأثيره على السعر في بورصة الكهرباء.

المحطات الكهروضوئية - تستطيع المحطات الكهروضوئية تحويل طاقة الشمس إلى طاقة كهربائية.

الطاقة الأولية - يتضمن مصطلح «الطاقة الأولية» الطاقة النهائية التي تم شرحها سابقاً مع جميع الاقتطاعات مثل مفاقيد الطاقة بسبب التحويل أو النقل.

استهلاك الطاقة الأولية - يصف مصطلح «استهلاك الطاقة الأولية» حصيلة مجموع الناتج المحلي وفائض التجارة الخارجية (فارق الاستيراد والتصدير) مع اقتطاع المخزونات المخصصة لحركة السفن الخارجية ومراعاة التغيرات في المخزونات.

محطات التخزين بالضخ - في حالة زيادة المعروض من الكهرباء و/أو عند انخفاض أسعار الكهرباء بشكل كبير تفيد محطات التخزين بالضخ في ضخ المياه إلى خزانات (غالباً بحيرات تجميع) لتوليد الكهرباء من هذه المياه المخزنة عند الحاجة إليها، وفي عملية التحول في مجال الطاقة ينبغي استخدامها كاحتياطي لموازنة التقلبات في إمدادات الكهرباء.

أثر الارتداد - من خلال زيادة الكفاء في استخدام الطاقة تلزم موارد أقل من أجل الإنتاج والاستخدام. ولأن الأسعار بالنسبة إلى المستهلكين تنخفض في الوقت ذاته، يمكن أن يقوم المستهلكون بشراء المنتجات الرخيصة بكميات أكبر و/أو استخدامها بشكل مكثف أكثر. بالنتيجة تكون المنتجات بحاجة إلى موارد أقل، لكن الاستهلاك الإجمالي للموارد يمكن أن يزداد.

تجديد محطات الطاقة - يعني هذا المصطلح إمكانية استخدام محطات طاقة الرياح القديمة بفعالية أكبر من خلال إجراء تجديدات، لكن مع الاستمرار في استخدام المحطات القائمة.

المطر الحامضي - يصف مصطلح «المطر الحامضي» المطر الذي تكون قيمة دليل شوارد الهيدروجين (pH) فيه أدنى من القيمة في الماء العادي. السبب الرئيسي للمطر الحامضي هو تلوث الهواء، خصوصاً من غازات العوادم التي تقوم بتشكيل الحوامض مع الماء. يضر المطر الحامضي بالطبيعة والبيئة ويعتبر المسبب الرئيسي لموت الغابات.

الشبكات الذكية - من خلال التقنيات الرقمية الجديدة ينبغي ربط توليد الكهرباء ونقل الكهرباء وإدارة الأحمال بشكل فعال.
مغزل جيني - مغزل جيني هو اسم أول آلة غزل صناعية لإنتاج النسيج.

شبكات الكهرباء - يصف مصطلح «شبكات الكهرباء» في مجال هندسة الطاقة شبكات من خطوط الكهرباء ومحطات التحكم بالتحويل ومحطات التوليد والمستهلكين المتصلين بهذه الشبكات.

الغازات الدفيئة - الغازات الدفيئة هي مواد غازية توجد في الجو وتساهم في حصول ظاهرة الدفيئة. يمكن أن تكون من منشأ طبيعي، ولكن أيضاً نتيجة لأنشطة بشرية. من الغازات الدفيئة المهمة غاز ثاني أكسيد الكربون، الميتان، أكسيد النيتروز (غاز الضحك)، مركبات الكربون الفلورية الكلورية، سادس فلوريد الكبريت، النتروجين ثلاثي الفلوريد. يتم إطلاق كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون عند حرق حوامل الطاقة الأحفورية.

تسونامي - يصف مصطلح «تسونامي» موجة فيضان ناتجة عن زلزال، وهي تنتشر على مسافات بعيدة ويمكن أن تكون هائلة الحجم وتسبب أضراراً فادحة جداً.

الحرارة البيئية - مصطلح يصف الحرارة الموجودة في الهواء والتربة والمياه الجوفية والتي يمكن استخدامها كمصدر للطاقة. ولهذا الغرض يتم استخدام مضخات الحرارة.

المردود - المردود هو عملية تقويم إحصائية عند تحديد ميزانية الطاقة. يجري هنا تقويم حوامل الطاقة التي لا تمتلك معامل تحويل موحد كالقيمة الحرارية على أساس فيه محددة للمردود. بالنسبة إلى الطاقة النووية تم تحديد مردود بقيمة ٣٣ بالمئة، بالنسبة إلى توليد الكهرباء من الرياح والشمس وطاقة المياه تم تحديد مردود بقيمة ١٠٠ بالمئة.

فهرس المراجع

١. وكالة الطاقات المتجددة (AEE) ٢٠١٣: أيضاً في أقصر نهارات السنة تزود الطاقات المتجددة كميات كبيرة من الكهرباء،
http://www.unendlich-viel-energie.de/auch-am-kuerzesten-tag-des-jahres-liefern-erneuerbare-energien-reichlich-strom
(١٤,٠٧,٢٠١٥).

٢. وكالة الطاقات المتجددة (AEE) ٢٠١٤: ٩٢ بالمئة من الألمان يريدون توسيع الطاقات المتجددة،
http://www.unenlich-viel-energie.de/٩٢-prozent-der-deutschen-wollen-den-ausbau-erneuerbarer-energien
(١٦,٠٧,٢٠١٥).

٣. مبادرة أغورا للتحول في مجال الطاقة ٢٠١٥: التحول في مجال الطاقة في قطاع الكهرباء: الوضع في العام ٢٠١٤، برلين.

٤. فرانتس ألت ١٩٩٤: الشمس لا تقدم لنا أية فواتير: التحول في مجال الطاقة ممكن، ميونيخ.

٥. جمعية موازين الطاقة ٢٠١٤: استهلاك الطاقة في ألمانيا: بيانات الفترة من الربع الأول وحتى الربع الرابع ٢٠١٤، برلين،
http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_pdf.٢٠١٤_fileName=quartalsbericht_q٤&٢٩=id
(٠٤,٠٢,٢٠١٥).

٦. كلاوس بارتلت؛ كلاوس مونتانوس ١٩٨٣: نجاح مشجع: تطور الطاقة النووية في ألمانيا حتى منتصف السبعينيات، في: ينس هونزيه؛ ميشائيل ساليفسكي (الناشر): الطاقة - السياسة - التاريخ: سياسة الطاقة الوطنية والدولية منذ ١٩٤٥، شتوتغارت، الصفحات ٨٩-١٠٠.

٧. مارك باتاي؛ أولريكه هوزل ٢٠١٤: كفاءة استخدام الطاقة ونموذج حصص لجنة الاحتكارات، وجهات نظر تنظيمية سياسية ٥٧ من معهد دوسلدورف لاقتصادات التنافس (DICE)، دوسلدورف.

٨. بيتر بوفينغر ٢٠١٣: تعزيز الطاقات المتجددة المتقلبة: هل هناك طريق ثالث؟ تقرير خبرة بتكليف من مؤسسة بادن فورتمبيرغ، فورتسبورغ.

٩. ليو براندت ١٩٥٧: الثورة الصناعية الثانية، ميونيخ.

١٠. فرانتس يوزيف بروغيماير ٢٠١٤: خزائن الطبيعة: البيئة، المجتمع، التجارب من العام ١٧٥٠ وحتى اليوم، إسن.

١١. الوزارة الاتحادية للاقتصاد والطاقة (BMWi) ٢٠١٤a: تطور الطاقات المتجددة في ألمانيا في العام ٢٠١٣، برلين.

١٢. الوزارة الاتحادية للاقتصاد والطاقة (BMWi) ٢٠١٤b: الطاقات المتجددة بلغة الأرقام: التطور الوطني والعالمي في العام ٢٠١٣، برلين.

١٣. الوزارة الاتحادية للاقتصاد والطاقة (BMWi) ٢٠١٤c: تقرير الرصد الثاني «طاقة المستقبل»، برلين.

١٤. الرابطة الألمانية لاقتصاد الطاقة والموارد المائية (BDEW) ٢٠١٤: الطاقات المتجددة وقانون الطاقات المتجددة (EEG): أرقام وحقائق ومخططات بيانية (٢٠١٤)، برلين.

١٥. الرابطة الألمانية لاقتصاد الطاقة والموارد المائية (BDEW) ٢٠١٥: الطاقات المتجددة وقانون الطاقات المتجددة (EEG): أرقام وحقائق ومخططات بيانية (٢٠١٥)، برلين.

١٦. الوكالة الاتحادية للتعليم السياسي ٢٠١٥: هبوط أسعار النفط،
http://www.bpb.de/politik/hintergrund-aktuell-٢٠١٦٧/entwicklung-des-oelpreises
(١٤,٠٧,٢٠١٥).

١٧. وكالة الطاقة الألمانية ٢٠١٢: دراسة وكالة الطاقة الألمانية عن شبكات التوزيع. الحاجة إلى توسيع وتحديث شبكات الكهرباء في ألمانيا حتى العام ٢٠٣٠، برلين.

١٨. هندريك إيرهارت؛ توماس كرول (الناشر) ٢٠١٢: الطاقة في المجتمع الحديث: وجهات نظر تأريخية، غوتنغن.

١٩. إيرهارد إيبلر ١٩٧٩: جمهورية ألمانيا الاتحادية تشبه مبنى سيء العزل، في: جريدة فرانكفورتر روندشاو، ٢٧,٠٦,١٩٧٩، الصفحة ١٤.

٢٠. لجنة الأخلاق لإمدادات آمنة من الطاقة ٢٠١١: التحول في مجال الطاقة في ألمانيا: مشروع مشترك للمستقبل، برلين.

٢١. المفوضية الأوروبية ٢٠١٥: رسالة المفوضية إلى البرلمان الأوروبي والمجلس الأوروبي واللجنة الأوروبية للشؤون الاقتصادية والاجتماعية ولجنة المناطق وبنك الاستثمار الأوروبي: استراتيجية إطار لاتحاد طاقة مضاد للأزمات مع استراتيجية لحماية المناخ ذات توجه مستقبلي، COM٢٠١٥٠٨٠DC٥، بروكسل.

٢٢. منتدى اقتصاد السوق الاجتماعي البيئي (FÖS) ٢٠١٠a: الدعم الحكومي للفحم البني والفحم الحجري في الفترة ١٩٥٠-٢٠٠٨، دراسة لمنتدى اقتصاد السوق الاجتماعي البيئي (FÖS) بتكليف من مجموعة السلام الأخضر، برلين.

٢٣. منتدى اقتصاد السوق الاجتماعي البيئي (FÖS) ٢٠١٠b: الدعم الحكومي للطاقة النووية في الفترة ١٩٥٠-٢٠١٠، دراسة لمنتدى اقتصاد السوق الاجتماعي البيئي (FÖS) بتكليف من منظمة السلام الأخضر، برلين.

٢٤. صحيفة فرانكفورتر ألغماينه تسايتونغ ٢٠١٥: النواب يعارضون مسودة قانون التكسير،
http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftspolitik/kabinett-beschliesst-fracking-gesetzentwurf-in-deutschland-١٣٥١٧٤٢٢.html
(١٦,٠٧,٢٠١٥).

٢٥. معهد فراونهوفر لأنظمة الطاقة الشمسية (ISE) ٢٠١٣a: توليد الكهرباء من الفحم في أوقات انخفاض أسعار الكهرباء في البورصة، دراسة بتكليف من الكتلة البرلمانية لحزب الخضر، فرايبورغ.

٢٦. معهد فراونهوفر لأنظمة الطاقة الشمسية (ISE) ٢٠١٣b: تكاليف توليد الكهرباء باستخدام الطاقات المتجددة، فرايبورغ.

٢٧. معهد فراونهوفر لأنظمة الطاقة الشمسية (ISE) ٢٠١٤: دراسة موجزة عن التطور التاريخي للرسوم الإضافية لقانون الطاقات المتجددة (EEG)، فرايبورغ.

٢٨. رالف فوكس ٢٠١٣: النمو الذكي: الثورة الخضراء، ميونيخ.

٢٩. منظمة السلام الأخضر ٢٠١٥: وقود الفحم،
https://www.greenpeace.de/themen/energiewende/fossile-energien/kohle
(٠٣,٠٨,٢٠١٥).

٣٠. صحيفة هامبورغر آبندبلات ٢٠١٥ بسيرسكه: تخلي غابرييل عن الفحم يهدد

١٠٠ ألف وظيفة،
Bsirske-Gabriels-/http://www.abendblatt.de/politik/article٢٠٥٢٤٠٩٥٥
.(١٦,٠٧,٢٠١٥) Jobs.html-٠٠٠-١٠٠-Kohle-Abgabe-gefaehrdet

٣١. فولكر هاوف ١٩٨٦: التحول في مجال الطاقة - من الاستياء إلى الإصلاح: مع أحدث آراء الخبراء بشأن التخلي عن الطاقة النووية، ميونيخ.

٣٢. ديتر هيلم ٢٠١٢: أزمة الكربون: كيف نخطئ التعامل مع تغير المناخ - وكيف نصلح الأمر، نيو هافن.

٣٣. بيتر هينيكه؛ مانفريد فيشديك ٢٠١٠: الطاقات المتجددة: مع الكفاءة في استخدام الطاقة للوصول إلى التحول في مجال الطاقة، ميونيخ.

٣٤. ماتياس هايمان ١٩٩٠: قصة استخدام طاقة الرياح ١٨٩٠-١٩٩٠، فرانكفورت؛ نيويورك.

٣٥. ينس هونزيه؛ ميشائيل ساليفسكي (الناشر) ١٩٨٣: الطاقة - السياسة - التاريخ: سياسة الطاقة الوطنية والعالمية منذ ١٩٤٥، شتوتغارت.

٣٦. معهد الاقتصاد الألماني كولونيا ٢٠١٥. النمو المقتصد،
http://www.iwkoeln.de/infodienste/iw-dossiers/kapitel/der-
١٠٢٠٥٩-arbeitsmarkt/beitrag/ressourcen-sparsam-wachsen
.(١٥,٠٧,٢٠١٥)

٣٧. وكالة الطاقة الدولية: منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) وآخرون ٢٠١٠: تقرير مشترك إلى وكالة الطاقة الدولية (IEA) ومنظمة التعاون الاقتصادي والتنمية (OECD) والبنك الدولي: نطاق إعانات الوقود الأحفوري في ٢٠٠٩ وخارطة طريق للتخلص التدريجي من إعانات الوقود الأحفوري: أعدت لقمة العشرين، سيؤول ١١-١٢ تشرين الثاني (نوفمبر) ٢٠١٠، باريس،
pdf.٤٦٥٧٥٧٨٣/www.oecd.org/env/cc
.(٤,٢,٢٠١٥)

٣٨. كلاوديا كيمفرت ٢٠١٣: الصراع على الكهرباء: أساطير وسلطة واحتكار، هامبورغ.

٣٩. أوتو كراوس ١٩٦٠: حتى آخر المياه السريعة؟ أفكار حول استخدام طاقة المياه وحماية الطبيعة في العصر الذري، آخن. فلورنتين كراوزه؛ هارتموت بوسيل وآخرون ١٩٨٠: التحول في مجال الطاقة: النمو والثروة بدون نفط ويورانيوم: تقرير معهد البيئة في فرايبورغ عن البدائل، فرانكفورت.

٤٠. فولفرام كريفيت؛ باربارة شلومان ٢٠٠٦: التكاليف الخارجية من الطاقات المتجددة بالمقارنة مع توليد الكهرباء من حوامل الطاقة الأحفورية، تقرير خبرة بتكليف من مركز أبحاث الطاقة الشمسية والهيدروجين في بادن فورتمبيرغ في شتوتغارت، كارلسروه.

٤١. صحيفة كورير ٢٠١٥: النمسا تحت الضغط بسبب شكوى محطات الطاقة النووية،
http://kurier.at/politik/eu/hinkley-point-c-oesterreich-unter-druck-
١١٠,٣٨٤,٧٣٧/wegen-akw-klage
.(١٥,٧,٢٠١٥)

٤٢. أموري لوفينز ١٩٧٨: طاقة ناعمة: برنامج التحول في سياسة الطاقة والصناعة في مجتمعنا، راينبيك.

٤٣. كلاوس ميشائي ماير أبيش؛ بيرترام شيفولد ١٩٨٦: حدود الاقتصاد النووي: مستقبل الطاقة والاقتصاد والمجتمع، ميونيخ.

٤٤. لجنة احتكارات الطاقة ٢٠١٣: التنافس في زمن التحول في مجال الطاقة، تقرير خبرة خاص ٦٥، كولونيا.

٤٥. مانفريد بوب ٢٠١٣: مستقبل الطاقة في ألمانيا. هل يمكن للتحول في مجال الطاقة أن ينجح؟، فاينهايم.

٤٦. فولكر كفاشنينغ a٢٠١٣: الطاقات المتجددة وحماية المناخ، ميونيخ.

٤٧. فولكر كفاشنينغ b٢٠١٣: أنظمة طاقة متجددة، ميونيخ.

٤٨. يواخيم رادكاو ١٩٧٨: صعود وأزمة الاقتصاد النووي الألماني ١٩٤٥-١٩٧٥: البدائل المكبوتة في التقنية النووية وأصل الخلاف النووي، راينبيك.

٤٩. يواخيم رادكاو ١٩٨٣: أسئلة حول تاريخ الطاقة النووية: تغير وجهات النظر في الفترة (١٩٧٥-١٩٨٦)، في: ينس هونزيه؛ ميشائيل ساليفسكي (الناشر): الطاقة - السياسة - التاريخ: سياسة الطاقة الوطنية والدولية منذ ١٩٤٥، شتوتغارت، الصفحات ١٠١-١٢٦.

٥٠. يورغ راتكه؛ بيتينا هينينغ (الناشر) ٢٠١٣: التحول في مجال الطاقة في ألمانيا بعد فوكوشيما: الخطاب العلمي بين التخلي عن الطاقة النووية وجدل النمو، ماربورغ.

٥١. مجلس مستشاري قضايا البيئة ٢٠١٣: التكسير لاستخراج الغاز الصخري، مساهمة لتقييم سياسة الطاقة والاقتصاد،
Stellungna_٠٤/http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE
Fracking.html_١٨_AS _٠٥_٢٠١٣/٢٠١٦_٢٠١٢/hmen
.(٣,٨,٢٠١٥)

٥٢. كريستيان شاف ٢٠٠٢: سياسة الطاقة النووية للحزب الديموقراطي الاجتماعي (SPD) من ١٩٦٦ وحتى ١٩٧٧ (أطروحة ماجستير)، ميونيخ.

٥٣. هيرمان شير ٢٠١٠: حتمية الطاقة: ١٠٠ بالمئة الآن: كيف يمكن تحقيق الانتقال الكامل إلى الطاقات المتجددة، ميونيخ.

٥٤. بيتر رولف زيفرله ٢٠٠٣: الاستدامة في منظور تاريخي عام، في: فولفرام زيمان (الناشر): تاريخ البيئة: مواضيع ووجهات نظر، الصفحات ٣٩-٦٠.

٥٥. فولفرام زيمان (الناشر) ٢٠٠٣: تاريخ البيئة: مواضيع ووجهات نظر، ميونيخ.

٥٦. مكتب الإحصاء الاتحادي ٢٠١٣: أوروبا ٢٠٢٠ - استراتيجية المستقبل للاتحاد الأوروبي، فيسبادن.

٥٧. صحيفة زود دويتشه تسايتونغ ٢٠١٢: ١٥ إلى ١٣٠٠ ضحية سرطان في العالم،
http://www.sueddeutsche.de/gesundheit/die-folgen-von-fukushima-
١,١٤١٥٣٣٣-bis-krebstote-weltweit
.(١٦,٧,٢٠١٥)

٥٨. صحيفة زود دويتشه تسايتونغ ٢٠١٥: غابرييل يبشر بالتخلص من طاقة الفحم الحجري،
http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/energiewende-gabriel-
١,٢٤٠١٣٠٠-laeutet-ausstieg-aus-der-kohlekraft-ein
.(١٦,٧,٢٠١٥)

٥٩. المكتب الاتحادي للبيئة (UBA) ٢٠٠٧: تقييم اقتصادي لأضرار البيئة: اتفاقية منهجية لتقدير تكاليف البيئة الخارجية، ديساو.

٦٠. المكتب الاتحادي للبيئة (UBA) ٢٠١٠: هدف الطاقة ٢٠٥٠: ١٠٠٪ كهرباء من الطاقات المتجددة، ديساو.

٦١. المكتب الاتحادي للبيئة (UBA) ٢٠١٤: انبعاثات حوامل الطاقات المتجددة. تحديد الانبعاثات التي تم تجنبها في العام ٢٠١٣، ديساو.

٦٢. المكتب الاتحادي للبيئة (UBA) ٢٠١٥: حصص الطاقات المتجددة، http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/anteile-der-erneuerbaren-energietraeger (١٤,٧,٢٠١٥).

٦٣. إرنست أولريش فون فايتسيكر؛ أموري لوفينز وآخرون ١٩٩٥: عامل المضاعفة الرباعي: مضاعفة الثروة مرتين - خفض استهلاك الطبيعة إلى النصف: التقرير الجديد إلى نادي روما، ميونيخ.

٦٤. المجلس الاستشاري للحكومة الاتحادية بشأن التغييرات البيئية العالمية ٢٠٠٣: عالم قيد التحول: التحول في مجال الطاقة باتجاه الاستدامة، برلين، pdf.www.wbgu.de/wbgu_jg٢٠٠٣ (٤,٢,٢٠١٥).

٦٥. غيورغ زاخمان ٢٠١٥: اتحاد الطاقة الأوروبي: عنوان أم خطوة اندماج هامة؟ مجتمع صالح - ديموقراطية اجتماعية (٢٠١٧plus) - مؤسسة فريدريش إيبرت، بون.

بيانات الناشر:

© 2016
مؤسسة فريدريش إيبرت

جهة الإصدار: قسم السياسة الاقتصادية والاجتماعية
Godesberger Allee 149, 53175 Bonn
Fax 0228 883 9205, www.fes.de/wiso

للطلب/للاتصال: wiso-news@fes.de

وجهات النظر الواردة في هذه النشرة لا تعبر بالضرورة عن وجهة نظر مؤسسة فريدريش إيبرت. لا يسمح بالاستخدام التجاري للمواد التي تصدرها مؤسسة فريدريش إيبرتبدون موافقة خطية من المؤسسة.

ISBN: 973-8-95861-238-9

تصميم: www.stetzer.net
طباعة: www.bub-bonn.de
ايميل فريدريش ايبرت : fes@fes-jordan.org

FRIEDRICH EBERT STIFTUNG

www.fes-2017plus.de

978-9957-484-66-8 :(ردمك)