



弗朗兹-约瑟夫·布吕格迈尔 (Franz-Josef Brüggemeier)

太阳、水和风： 德国能源转向的发展动态

美好社会：
社会民主主义
2017 plus

FRIEDRICH
EBERT
STIFTUNG

美好社会： 社会民主主义 # 2017 plus

德国弗里德里希·艾伯特基金会
2015年至2017年的一个项目

一个美好的社会由什么构成？我们对此的理解是社会公正、生态可持续、创新而又富有成效的经济以及公民主动参与的民主。支撑这一社会的基本价值是自由、公正和团结。

我们需要新的思想和计划，以便美好的社会不至于成为乌托邦。因此，弗里德里希·艾伯特基金会为未来几年的政策提出了具体的行动建议。在此，居中心地位的是以下主题领域：

- 就自由、公正与团结的基本价值展开讨论
- 民主与民主参与
- 新的经济增长模式以及建构性经济与财政政策
- 良好的工作与社会进步

一个美好的社会不会自行产生，它必须在我们所有的人参与的情况下加以持续地构建。针对这个项目，德国弗里德里希·艾伯特基金会利用其全球网络，以便将德国、欧洲以及国际的视角相互联系起来。通过2015年至2017年间的众多出版物和活动，基金会将持续地致力于这个主题，以便使美好社会具有面向未来的能力。

您在以下网址可获得更多关于此项目的信息：

www.fes-2017plus.de

德国弗里德里希·艾伯特基金会

德国弗里德里希·艾伯特基金会（简称“艾伯特基金会”）是德国历史最悠久的政治基金会，它是以德意志帝国首位民主选举产生的总统弗里德里希·艾伯特的名字命名的。作为一家政治基金会，我们的工作以社会民主主义的基本价值为导向，即自由、公正与团结。作为一个非营利机构，我们独立开展活动，并希冀促进有关当今政治挑战的多元的社会对话。我们自视为社会民主价值共同体以及德国与国际工会运动的一个组成部分。通过我们的工作，我们激励人们在社会中扮演积极角色并倡导社会民主主义。

作者简介：

弗朗兹-约瑟夫·布吕格迈尔教授、博士（Prof. Dr. Franz-Josef Brüggemeier）是弗莱堡阿尔伯特-路德维希大学历史专业经济史、社会史与环境史教席持有人。

责任编辑：

菲利普·弗莱克博士（Dr. Philipp Fink）在德国弗里德里希·艾伯特基金会经济与社会政策部负责气候、环境、能源与结构政策工作领域，并且在“美好社会：社会民主主义2017+”项目框架里负责能源与气候政策项目小组。

弗朗兹-约瑟夫·布吕格迈尔 (Franz-Josef Brüggemeier)

太阳、水和风： 德国能源转向的发展动态

3	前言
4	一 关于主题的引言
6	二 历史上的各次能源转向
6	(一) 煤炭与向化石时代的过渡
7	(二) 石油与核能
8	(三) 核能与对油的依赖
11	三 当前的能源转向
11	(一) 目标
12	(二) 《可再生能源法》：由来与产生
13	(三) 退出核电I和II
14	(四) 《可再生能源法》的实施
14	1. 供应安全
20	(五) 欧洲
22	(六) 经济性
22	1. 外部成本
23	2. 《可再生能源法》规定的分摊费和市场价格
27	3. 效率和节约
28	(七) 环境相宜性
31	四 结论
32	图示目录
32	缩写目录
33	词汇表
35	参考文献

前言

2014年5月11日，可再生能源在短时里覆盖了80%的电力需求，这是至今的峰值。总体而言，可再生能源在2014年创了纪录，因为首次有27%以上的电力需求由太阳、风、水和生物质来保障。由此，在25年里，成功地将可再生能源在发电上的比例从3%提高到发电总量的四分之一以上。此外，德国有37万多人可在可再生能源领域就业。由此，至少对于发电而言，似乎更加接近能源转向、也就是退出化石和气候有害型能源生产方式的高要求的目标了。另外，国外对德国能源转向的关注一直未有停止。已经有65个国家采纳了能源转向的支柱，也就是对可再生能源的扩建做出调整的《可再生能源法》。

尽管取得了这些成果，无论在过去还是现在，能源转向的进程绝非一帆风顺。因为它意味着对一个工业社会的能源体系进行改造。但是，为了能在单纯的统计数据和技术维度以外全面解释能源转向，必须说明这一决策过程的经济、社会与政治背景。能源转向进程具体是如何进行的？取得了哪些里程碑？哪些是起推动作用的行为体？他们追求的是怎样的利益，这些利益又发生了怎样的变化？曾有历史上的榜样吗？

这份研究报告的作者，即弗莱堡阿尔伯特-路德维希大学的弗朗兹-约瑟夫·布吕格迈尔（Franz-Josef Brüggemeier）探讨的就是这些问题。他一方面表明，能源转向不只是面临着将能源政策的三角（供应安全、经济性与环境相宜性）加以协调的任务，而且，能源转向在过去和现在都必须兼顾政界、经济界和技术界的不同挑战、解决方案和利益。布吕格迈尔在他的历史

分析中表明，能源转向的落实总是在利益均衡基础上达成的复杂的妥协方案的结果。与此相关，他指出了社会民主主义作为社会与政治运动在能源转向构建上的领导角色。这是因为，与其他的政治运动不同，社会民主主义一方面传统上与能源业和工业及其雇员很接近，另一方面，能源转向重要的幕后策划者来自于社会民主主义运动之中。通过致力于得利者和失利者之间的利益均衡——这种均衡是复杂的且对某些参与者而言是令他们沮丧的，社会民主主义运动将能源转向推进为社会与经济的现代化过程。实现这种利益均衡，将来仍然是能源转向进一步安排的一个中心要素，并由此是社会民主主义面向未来的任务。

在德国弗里德里希·艾伯特基金会“美好社会：社会民主主义2017+”的框架里，2017+项目组将继续跟踪能源与气候政策的发展状况，并分析它们对社会民主主义的意义。

祝您开卷有益！

菲利普·弗英克博士 (Dr. Philipp Fink)

德国弗里德里希·艾伯特基金会经济与社会政策部

关于主题的介绍

全世界范围都在讨论能源转向的必要性，目的在于减少温室气体排放以及阻止人们所担心的大气温度的上升。对此需要用由风能、太阳能、水力和生物质能等组成的可再生能源取代化石燃料（石煤、气、褐煤与油）。众多国家都做出了相应努力。但是，德国向前迈进得特别远，并表明了能够通过能源转向取得怎样的成果，但也表明了，有哪些问题需要加以克服。此外，德国的能源转向不仅应降低化石燃料的使用量，而且要实现退出核能，因为核能有很多风险以及产生放射性的废弃物。因此，德国所确立的目标特别雄心勃勃，以至于德国所采取的举措受到全世界的关注。

在能源转向上，人们一再指出了公民倡议行动和环境组织的巨大作用，这是有道理的。但是，这些组织依靠一己之力，虽然能够提供推动力和施加压力，但是无法做出必要的决定，更不用说制定法律。对此，来自大型政治运动的支持是必要的。在德国，社会民主主义承担了此角色。它特别适合担任这一角色，因为它在传统上与成熟的产业及其雇员有着紧密的联系，与此同时，它一再推动了现代化进程。

与此相应，德国社会民主党（简称“社民党”）在能源转向上并非一致地行动，它不仅支持能源转向，还常常对它进行批判性考察。社民党这样做并不令人惊讶，因为对于现代工业社会而言，能源的提供与利用具有根本性意义，所有旨在对此做出改动的努力都势必带来深刻的影响和引发矛盾。虽然环境组织一直对这些矛盾提出批评，但是，它们的产生是不可避免的。

因此，应对这些矛盾以及找到政治上可接受的解决方案就很重要。对此，社民党比其他政党所做出的贡献更多，这也是因为它可以援用在处理过去的历次能源转向上积累的经验。这些能源转向追求的是其他目标，但是，它们表明，在能源转向这个议题上，时时审查自

己的设想并在必要时加以修正，也何其重要。

一个好的例子是朝核能的转向，这一转向在20世纪50年代引起了很大的希望。它承诺的前景是，克服肮脏的煤炭时代，并几乎无限地提供价廉而又清洁的能源，直到1980年左右，人们认识到核能蕴含着巨大的风险。作为替代能源，当时就已经提到了可再生能源，但当时可再生能源还不怎么发达，根据一般的估计，它至多在长期里能提供一种未来的发展前景。更为现实的似乎是煤炭的使用，煤炭为此经历了又一次振新。作为其结果，建造了大量新发电站，它们的寿命设计为数十年，因此，它们至今还在运行，但对于当前的能源转向目标而言，它们是一项巨大的挑战。

之所以指出过去的历次能源转向及其存在的问题，并不是要转移人们对当前情况的注意力。之所以需要这种回顾，是为了理解我们的能源体系并估计它的变化能力。这是因为能源体系就像一个大型的、或者更准确地说巨型油轮的，它的行进路线是很难改变的。一旦做出决定，它们就会产生持久的影响，就正如煤炭发电站这个例子所表明的。此外，这类油轮不只有一位，而是有多位船长，他们负责能源供应的不同领域且并不一定走同一条路线，这使得路线的改变变得更加困难。这里所指的船长包括：发电站、电网、精炼厂和褐煤矿井的运营商；油、煤炭和气的供应商；太阳能设备和风车的制造商；以及在这些领域里的雇员。此外，还有政治家和政党，他们也同样在关心能源供应，并在这个过程中同样在追求特定的目标，其中尤其是保障工作岗位的目标。

那些希冀迅速实现能源转向的人经常感到失望的是，有那么多的团体和利益在对能源转向施加影响，甚至经常扮演“刹车者”的角色。人们有充足的理由，为此失去耐心。但是，能源转向不是什么可以容易澄清应采取哪些措施的纯技术性项目。相反，能源转向必须同

时遵循每一能源政策的三项目标：有保障的、生态可持续的且资金上可承受的能源供应。因此，实现转向的尝试是一个彻彻底底的政治话题，围绕这个话题会产生众多问题，也不可避免地会有不同的利益相互碰撞。因此，对于像社民党这样的政党而言更为重要的是，达成绝对必需的社会共识，并同时兼顾得利者和失利者。

为了理解与此相关的挑战，有必要首先获得有关能源转向的多种方面和理由的详细介绍。但是，由于有关于此的讨论相当热烈，而且许多参与讨论者通过电费问题来使自己的论据尖锐化，要做详细介绍并不是一项容易的任务。能源转向的支持者一再受到的指责是，他们是浪漫的“胡思乱想者”，危害经济的未来发展，而他们自己经常过于乐观地描绘可再生能源所能提供的可能性。由此，存在着大量的表态、描述和评估报告，它们得出的论断是完全不同的，彼此之间还经常相互矛盾，以至于人们看后难以形成自己的观点。

本文以下的阐述希望能提供一种导向，为此，我将介绍各种目前与能源转向相关的立场、问题和可能性。为了更好地理解当前的能源转向，我们必须回顾过去的历次能源转向，在其中，一次特别重要的能源转向早在约200多年前就发生了。这似乎显得是过于久远的事情。但是，分析这一能源转向是非常有帮助的，这是因为它是发生在一个几乎完全基于对如今而言何其重要的可再生能源的社会中。

二

历史上的各次能源转向

（一）煤炭与向化石时代的过渡

当约200年前工业化进程开始时，经济与社会几乎完全建立在可再生能源之上。虽然较长时间以来在利用煤炭，但是量很小，与此同时，石油与气体也不扮演什么角色。因此，对于当时的时代，谈论能源是成问题的。当时主要是生产热能（特别是通过木材），或者把风、水力、动物和人利用为驱动力。当时还没有普遍意义上的能源，例如将热能转化为运动。直到蒸汽机才做到这一点，它导致了工业化以及我们对能源及其运用的理解。

木材，这种再生型原材料是远为最重要的、生产热量的可能性。此外，供支配的有风和水，以驱动碾磨机、锻工间和轮船。至少同样重要的是人和动物的肌肉力，以运输重物、操作仪器或承担其他工作。但是，在这些能源中，只有木材、水和风是可持续的。在此，经常发生的情况是，所消耗的木材和其他资源比再生的更多。因此，持久地加以利用，这要求避免某种过度使用，以便确保可持续的供应。相反，人和动物不是以可持续的方式提供劳动力，由此也不是以可持续的方式提供能量。因为他们依赖于由农业提供的食物（Brüggemeier 2014: Kap. 2, 3）。

总体上，农业以及随之土地的收成具有决定性意义。它们不仅提供食物，而且也提供所有手工业、工商业和早期的工厂所需的其他原材料：大麻、亚麻、秸秆和木头，它们直接来源于大地，但也有羊毛、皮革、蜡烛和其他通过动物养殖和各种继续加工形式获得的产

品。特别重要的是木材，有充分理由把它称作这个时代的主要原材料。它不仅提供热量，而且也为房屋、汽车和其他运输工具提供建材；从中也产生了大多数日用品（餐具、桌子、椅子和床），以及众多工具。甚至于著名的多轴纺织机，这个长时间以来工业化的标志，在绝大多数程度上是由木材制作而成。

木材与其他原材料在根本上依赖于太阳光。只有太阳每天提供必要的能源，以便原材料能生长以及被人类利用。在此方面，利用必须是可持续的。因为原材料每年只能消耗它们各自能够再生的量。在收成差的情况下，要消耗更大的量，以及利用储存的量。但是，如此的过度利用不能长期如此。如果木材消耗过多，动物被屠宰过多，或者存货被用尽，这种行为威胁了生活基础。这些社会在使用原材料方面必须保持持久性，而且，由此带有显著的不确定的特征，因为收成会是各不相同的。

造成这种不确定性的原因在于，要在较长时间里把食物储存起来会有很大问题，而太阳、风和水提供的能源当时只能在很有限的范围里储存，而且要经过较长距离的运输是非常艰难的。它们的储存是以生物形式，尤其是作为木材，但是，由于木材的重量很大以及能源密度很小，会在运输方面带来巨大的成本和困难。因此，那些消耗大量能源的企业坐落在有木材或水力的地方。生产方式也因此是分散的，必须对天气与季节的自然变化做好准备，在缺少水或木材的时候，又必须暂时停止生产。换句话说：对能源的需求在很大程度上要适应供给。

如果人口过快增长，与此相关的不确定性就增加了。这是因为土地的收成只能缓慢得到提升，以至于居民数的迅速增加会导致危机出现。但是，基于再生的原材料产生了高度发达的社会，它们在工业化之前很久就已经在科学与技术领域取得了令人印象深刻的成果，并达到了显著的生活水准。与此同时，在1800年左右，人口过快增长以及危机即将来临的信号在累积。

这些危机有多大，以及人口增长是否会真的带来不可克服的问题，是至今仍很难做出决定的问题。这是因为这类问题经常出现，而当时的社会拥有众多加以应对的可能性。但是，有两个说法是完全合适的。一方面这些社会由于利用能源与原材料是可持续的，但是，这种可持续性是与波动的收成、经常的匮乏、早死和众多其他不确定性相联系的，以至于它们不是我们能够效仿的榜样。另一方面，只有工业化以及与此相关联的煤炭的利用才使人们能够摆脱这种不确定性。煤炭不会年年再生，因此，它的利用不是可持续的。不过，这种能源载体可供支配的数量是无限的，由此开启了崭新的社会与经济发展的可能性。

煤炭包含着储存形式的能量，在铁路引入后，可以廉价以及经由长距离运输。自此以后，这种能源的巨大数量就能在它被需求的地方供支配，而且不受自然波动的约束。由此产生了众多的机器与工厂、更为高效的生产工艺和技术发明，它们与新的科学认识和众多其他因素一起，促成了劳动生产率的迅速提高以及现代工业社会的产生。因此，在1850年之后，出现了城市与工业区的快速增长，人口、政治活动、行政机构和经济活动都集中在那里，它们取决于廉价能源的恒定供应。

这一发展状况还得到了以下两项革新的推动：首先，能源以电力的形式进行长距离输送的可能性；其次是通过电以及石油和气体不仅驱动像蒸汽机这样的大型设备，而且还有最小型的发动机。因此产生了大型发电站，它们提供所需的电力，并为我们所知道的、工业生产的夯实做出了显著贡献。工业生产在连续进行，这就是说它不受自然波动的影响；它基于紧跟需求的、恒定的能源供应；它也带来了意义深远的集中化（Sieferle 2003）。

约200年前的能源转向意味着一种经济发展方式的终结，这种经济生产方式通过其对资源的利用是可持续的并由此实现了我们如今通过能源转向努力实现

的目标之一。但是，当时的社会总体而言在根本上受到天气、季节和大自然波动的影响，并带有巨大不确定性的特征。它们不符合我们对可持续性的广义理解。在一个可持续的社会里，必须要存在有政治权利、参与发表意见和其他特征，这些使得在那里生活是值得追求的。但是，在1800年左右，情况并非如此。

与此同时，当时开始的转向不是突然发生的。更确切地说，持续了数十年，直到新的、工业化的经济发展方式得到全面贯彻。对此，有众多的变化是必需的，包括在技术、经济、社会或政治领域，以便对工业的经济发展方式做出反应以及能对此加以监督，这在今天也只是在世界的一部分地方做到了。因此，不足为奇的是，当前的能源转向也无法一夜之间实现，而是需要一个漫长而又复杂的过程。

（二）石油与核能

自从煤炭崛起以来，一再出现的担忧是，其存量不久以后会耗尽。与此同时，对于在使用这种能源载体时产生的有害物质的批评也在增加。这两种态度，即对存量殆尽的担忧以及对有害物质的批评，给煤炭时代打上了烙印，并且在二战结束后也依然存在，直到20世纪50年代中期，石油、尤其是核能给人们带来了转向清洁而又显然无限可供支配的能源的前景（Müller 1990; Radkau 1978）。

石油早在19世纪末进行工业开采，紧接着在全球范围得到推广。在德国，这一原材料直到1945年后才获得中心地位，当时它在化学工业、发电站和私人供暖方面以及作为汽车的汽油得到了普遍运用。煤炭与油在化学上具有很大的共性，但是油在上述领域利用起来简单得多。现代化学工业及其众多的（塑料）产品出现了，能源消耗量显著上升，尤其是流动性达到了此前未知的程度。因此，当前的能源转向的重要任务之一在于，维持这种流动性和/或开发出可操作的替代方案。

最开始，相较于朝石油的过渡，核能引起了更大的轰动，当时核能在公众当中和各政党那里引发了无限的期待。1955年，联邦政府专门设立了一个核事务部，部长是弗朗茨·约瑟夫·施特劳斯（Franz Josef Strauß），而且，社民党在1956年通过了一份“核计划”，其中写道：“一个新的时代开始了。有控制的核裂变以及通过

这种方式获取的核能为人类开启了一个崭新的时代……通过这种新能源，能提高富裕水平，这必须让所有的人从中获益。”核能能够“有力地帮助在国内巩固民主，以及增强各国人民之间的和平。那样的话，核时代就变成了所有的人实现和平与自由的时代”

(Brüggemeier 2014: 22; Brandt 1957)。此外，联邦政府必须提供更多的资金用于核研究，以便弥补与其他国家相比存在的技术上的落后状况。而工业界又再次受到批评，这是因为它与煤炭开采业有着“传统联系”，并因此忽视核能这一新技术。

在这个时候，类似的言论很普遍。核反应堆提供电力和热能，为海水去盐，使荒漠变得肥沃，为寒冷北方的温室供暖，或者改变整条河流的线路，为干燥地区灌溉。小型的核反应堆可以驱动轮船、潜艇、铁路乃至汽车，但是，在此存在着安全问题。更精确的规划表明，这类应用需要一个大约重达100吨的保护用装甲。

核能不只是能提供清洁和廉价的能源，而且是取之不尽的能源，足够用上数百年，且能够排除几乎所有忧虑。众多记者、作家和政治家持有这一观点。而且，核能在民众中也得到了支持，甚至于自然保护和环境保护方面的论据也支撑这一说法。这是因为，正如社民党的核计划所写，通过核能，不仅可以避免“对煤炭矿井的烂采”，而且，可以避免“褐煤开采时给景观和供水所带来的损害性变化”。巴伐利亚州负责自然保护的专员奥托·克劳斯(Otto Kraus)表达了类似的观点，他在1960年发表了一篇有关“核时代的水力利用和自然保护”的文章，其中他承认，“某些科学家、政治家和公民”担心与此相关存在的危险，但是，这些危险是可控的，特别是因为拦河坝的危险不见得更小；在建设拦河坝的时候就会带来众多的付出和牺牲。此外，堤坝会由于技术缺陷或大自然的暴力破裂，并由此引发灾难。与此相比，核技术上的进步以及核电站的建造是一种有意义的替代方案。这一“历史性时刻”必须加以利用(Kraus 1960: 34)。

媒体中的报道表现出几乎一致的支持。但是，在官方层面以下的讨论中，有许多争论，这也是因为核能的利用让人们想到了原子弹的危害。因此，从一开始，和平运动与反核运动就是紧密相连的。当1951/1952年在卡尔斯鲁厄、科隆和于利希寻找首批核反应堆的安置场所时，导致了激烈的意见分歧。在卡尔斯鲁厄，居民们诉诸法

院，他们认为自己的、生命和身体不受侵害的基本权利受到了威胁，并指出了未得到澄清的安全问题。他们的诉讼引发了广泛的关注，在全国范围都有对此的评论，但是，大多数评论文章支持这种新的能源形式，并把这些原告描绘为土头土脑的“爱抱怨者”；例如1956年11月的《南方通讯》(Südkurier)所写，这些人“拿着打谷棒，反对核反应堆”(Radkau 1978: 441)。

1973年的石油危机支持通过核电实现能源转向的努力，这是因为石油危机表明了对阿拉伯国家的巨大依赖性。加之能源需求增长，且石油显然趋向于耗尽，时任财政部长赫尔穆特·施密特(Helmut Schmidt)提醒人们当心面临能源紧缺问题。能源紧缺“对于进一步的经济增长、劳动生产率的发展、以及可能对于就业”都是最大的障碍。核电产业赞同他的观点，并提出建议，到2000年约有50%的一次能源需求由核电来覆盖。此外，核电产业打算另建35个核电站，以确保供应。这些核电站不仅应用来发电，而是也应为化学工业提供过程热量，此外，应服务于从本地的石煤中获取汽油和其他石油产品(Brüggemeier 2014: 316f)。

鲁尔区的煤炭业和矿山产业工会对这些建议反应热烈，因为它们为其萎缩中的产业提供了意料之外的前景。连此前对核能表达最初批评的媒体如今也强调核能的优点。《明镜》周刊1973年提出要求，要使核电站的订单数翻倍；对于《南德意志报》以及《商报》而言，只有核电才能替代石油，并确保电力供应(Schaaf 2002: 56)。因此，当基民盟领导的巴登-符腾堡州政府在1973年夏将凯撒施图尔(Kaiserstuhl)的维尔阿(Wyhl)镇确定为一座核电站的所在地时，它是普遍的共识做出的决定。但是，由此它也正式拉开了反核运动的序幕，这场运动最终推动促成了核能的终结、以及对替代能源的寻找过程。

(三) 核能与对油的依赖

在维尔阿镇，核电的反对者担心的是葡萄种植业以及他们的健康，但是一开始并未完全拒绝核能。因此，巴登-符腾堡州政府面对的是通常存在的、针对工业项目的保留意见，为此，它坚持它的计划。但是不久之后，核能成为了众矢之的，并导致了当地民众日益增

多的抗议。参与抗议活动的也有家庭主妇、葡萄农和农民，他们在其他情况下在类似的冲突中并不会突出出现，但是在维尔阿镇，这些群体决定了抗议行动。此外，还有来自弗莱堡大学学生的支持，学者的支持也越来越多，他们带来了他们的知识，并且赋予了他们反对核电的观点以一个牢固的基础。由此，逐渐形成了一个非常广泛的联盟，这为维尔阿镇的抗议行动取得成功做出了显著贡献。同样重要的还有像艾哈德·艾普勒 (Erhard Eppler) 等政治家以及巴登-符腾堡州社民党，他们早在1975年就已经表示了对核能扩建的顾虑。这些意见分歧在日益激化，核电站的反对者采取了轰动性的行动，其中包括占领建筑场地。当法院做出暂时停止建造的决定以及抗议行动进一步增加之后，全国性的媒体也对这一冲突表现出了兴趣。但是，《明镜》周刊直到1975年3月才对维尔阿镇做了详细报道，这时距争端爆发已经过去近两年 (Rucht 2008)。

在这期间，核能这一主题在全德国动员起广大的居民群体。越来越多的人和团体加入了抗议运动，这个抗议运动在1980年促成了绿党的建立。绿党的崛起主要要归功于对核能的反对，社民党领导下的联邦政府也坚持这一立场。绿党因其反核立场得到了越来越多的赞许，但是，即使在1986年4月26日切尔诺贝利的一座核反应堆发生爆炸后，支持核能的人的比例仍然至少和反对者同样多。对于约一半的德国西部民众而言，从切尔诺贝利灾难中得出的结论是显而易见的：他们想要退出核能。社民党1986年在其在纽伦堡党代会上做出决议，要在10年内退出核电，由此向绿党的主张靠拢了，而基民盟/基社盟和自民党继续坚持核能，并在其立场上可以依赖另一半德国民众的支持。

在这一背景下，需要再一次的能源转向；这个概念现在首次获得了广泛传播。这里涉及的不只是退出核能，几乎同样重要的是对石油储备不久将要耗尽的担忧。1972年全世界范围热议的、提交给罗马俱乐部的报告就已经指出了这一点，它提醒人们注意增长的极限，尤其是不断减少的石油储备。众多人员和机构都把自己的观点基于这些论据之上，例如弗莱堡生态研究所。1980年出台的一份研究报告将即将到来的“石油作为廉价能源的耗尽”称作最重要的挑战 (Krause et al. 1980: 13)，并要求立刻实施能源转向。对此，这一报告的作者们建议了多种直至今日仍深刻影响着相关讨

论的路径，其中包括：更高效地利用能源以及经济增长与能源消耗相脱钩。此外，他们建议增强可再生能源的利用，并使之到2030年能涵盖约一半的能源需求。由此，生态研究所对这些能源的贡献的评价要比当时通常的评价更为乐观，但同时强调，另一半能源必须由煤炭来提供。这份报告表示，未来的发展前景在于“通过煤炭和太阳光实现的自给自足” (Krause et al. 1980: 39)。

而且，众多其他的研究报告也赞同退出核能，并同样指出了为房屋隔热、开发新技术、更高效地利用能源以及彻底使经济增长与能源消耗脱钩的必要性。在这些方面，存在着巨大的可能性，但是，毕竟煤炭必须在可预见的的时间里扮演中心角色。1986年福尔克·豪夫 (Volker Hauff) 撰写的书《能源转向》为这些论据提供了一个良好的、当时受到热议的例子。豪夫是施密特总理领导的政府的部长，从1983年起担任联合国世界环境与发展委员会成员，这个委员会也被称作布伦特兰 (Brundtland) 委员会，它撰写了一份至今具有重要意义的有关可持续性的报告。豪夫在他的书里，正如书的副标题所写，揭示一条“从愤怒到改革”的道路，并介绍退出核能的实际步骤。

他将每一种能源的更好的利用，描绘为最重要的来源，但是，他马上表示，清洁的煤炭是有未来前途的能源载体。对于这个判断，他可以列举充足的理由。这是因为煤炭虽然继续释放出显著的排放，其中包括氧化氮和硫酸，因此长期以来受到批评，并在20世纪80年代中期被作为酸雨的始作俑者遭到特别激烈的拒绝，但是，存在着有效的技术可能性，能够降低这种物质和其他物质的排放。豪夫也指出了这一点，因此谈及“清洁的煤炭”，并赋予它一个中心地位 (Hauff 1986: 95)。

若干年前，艾哈德·艾普勒也持有类似立场。艾普勒在社民党内属于首批要求摆脱核能的政治家，并被视作能源转向的先驱。早在1979年6月，他就在一篇内容广泛的文章中论证表示，只要采取必要的调整和转换，退出核能不会带来严峻问题。甚至于明显提高电力供应量也是可能的，但它会要求，将煤炭的使用量提高到当时消耗量的两倍 (Eppler 1979)。与此相关的问题就在于艾普勒明确提到的、二氧化碳产生的增加。但是，为了降低对石油的依赖性——对于艾普勒来说这和退出核能都具有中心地位，使用煤炭是有道理的，这特别

是因为存在着“基于煤炭的清洁且由涡流层驱动的发电站”。而且，艾普勒也对分散的气体发电站寄予很大期望，但是，他虽然也提到利用太阳能，不过，只赋予太阳能微小的地位。

总体而言，在20世纪80年代一再有人指出了利用太阳能的可能性。但是，即便那些太阳能的支持者也对这种替代能源表态谨慎（Hauff 1986; Krause et al. 1980）。因此，如果在当前讨论中声称当时错过了过渡到可再生能源的机会，这是误导的。对于当时的大多数同时代人而言更为现实的做法是，增加煤炭的利用，这特别也是因为人们拥有明显降低在此过程中产生的排放的技术。但是，当时和今天一样，无法避免二氧化碳的释放。与此相关的全球气候变暖在当时也还未被视为中心问题，与此相反，占主导的是退出核能以及摆脱日益枯竭的石油的努力。

三

当前的能源转向

(一) 目标

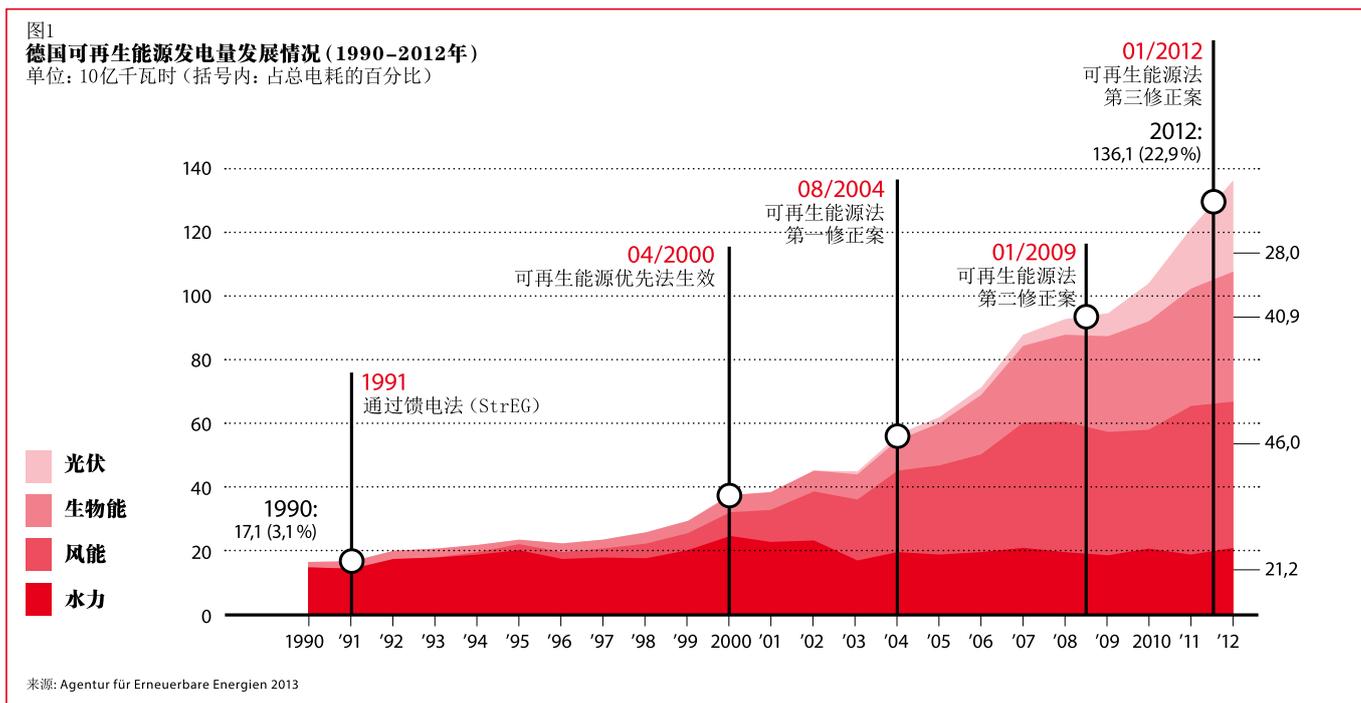
当前能源转向的目标可以清楚而又简单地指出：它应实现退出核能，用可再生能源替代化石燃料，以及降低气候有害气体的排放。为此，2022年，最后一座核电站将退出电网。此外，到2050年，可再生能源应最多贡献总电耗的80%，一次能源消耗与2008年相比降低50%，以及温室气体排放量与1990年相比最多减少95% (BMW 2014c)。

这些计划看起来是雄心勃勃的，但似乎又是现实的，因为至今已经表明取得了显著的成效。单单2000年至2014年，可再生能源占总电耗的比例从6.2%增长到了近26%。如果可再生能源继续迅速扩建，它们就可以先取代核电站，后再取代化石能源。此外，因为可再生能源仅释放非常少量的二氧化碳，二氧化碳的排放将显著下降。所以，为了实现前述雄心勃勃的目标，关键是要延续过去几年的发展态势 (BMW 2014b)。

但是，情况并非如此简单。这是因为这些发展状况并非只是带来了显著的成效。它们也表明，与能源转向相关联的是巨大的挑战、矛盾和冲突。本文以下几个章节就旨在探讨这些问题。在这个过程中，不只是与担心其影响力丧失的常规能源企业产生了冲突，而且在获取可再生能源的各种可能性之间也存在着冲突。例如，太阳能、风力和水力或生物质带来了不同的成本，且提供了不同程度的供应安全，因此，需要做出决定的是，它们各自应在何种强度上加以扩建。但是，除了进一步扩建可再生能源，也可以降低能耗，或者开发新的经济增长方式。

原则上，这些可能性可以相互组合，并非彼此冲突。但，事实上必须就此做出决定，也是出于避免不必要的成本的考虑。另外，与能源转向相联系的期望，要比最初所表达的多得多。这是因为除了要实现上述目标，还要减少对石油与天然气进口的依赖，要创建工作岗位，促进处于结构劣势的区域，加大能耗上的效率，为生态现代化做贡献，以及实现众多其他设想。显而易见的是，这些多样的期待会导致冲突的发生，在这些冲突中，不同的利益与动机经常是难以识别的。

个别的考虑甚至走得更远。赫尔曼·谢尔 (Hermann Scheer) 是能源转向的先行者之一，他认为能源转向是“工业时代开始以来最全面的经济结构变迁”。能源转向具有“文明史”的意义，将彻底改变我们生活和开展经济活动的方式与方法 (Scheer 2010: 23, 28)。只有少数人走得那么远。但是，即使那些不赞同谢尔提出的目标的人，也必须清楚地知道，能源转向不止是设置风机和太阳能设备。它应实现现有能源体系的全面改造，这要求人们付出巨大努力和耐心。因此，联邦政府称之为世代任务，这是指，这个过程的目标只是初步确定了，但其各个具体步骤需要在各自情况里加以确定，在必要时还要加以更正。而且，这里所涉及的过程，其开端是适度的。这是因为在当前的能源转向开始的时候，首先得扩建可再生能源的比例，而可再生能源的地位自从工业化以来持续地下降了。



(二) 《可再生能源法》: 由来与产生

1990年时, 可再生能源占发电量的比例还仅占3.1% (参见图1)。这相当于171亿千瓦时。2012年时, 这个量提高了近800%, 可再生能源发电量由此达到1361亿千瓦时。在20世纪90年代, 最大的发电量是水电站提供的, 而太阳能或风能由于过高的费用而几乎不起作用。在这个过程中, 风机曾在很长时间里站稳了脚跟。1985年全德国有约18000座风机, 直到小型发动机和电网的扩建把它排挤后为止。但是, 在20世纪30年代似乎风能也曾经经历过兴旺。

赫尔曼·霍乃福 (Hermann Honnef) 是这个能源分支的一位发明者和先锋, 他想要建造巨型的高层发电站, 并由此廉价发电 (Heymann 1990: Kap. 6)。这些发电站可高达430米, 并拥有直径为60米至160米的涡轮机, 直径甚至超过柏林电视塔 (150米) 的高度。对于霍乃福而言, 这些发电站必须如此之高, 以便能利用高空的风, 并由此发电。成本会很低, 以至于农场主会设置地暖, 且每年获得3至4次收成。这些建议如今看来显得不真实, 但当时得到了许多支持, 直到仔细的计算表明, 他的计划是空想。巨型的塔带来了无法解决的静力问题, 而且它的建造和运营成本也实在太高。

因此, 有竞争力的只有水电站, 但是它们不受自然保

护人士的欢迎, 这是因为拦河坝造成了对景观的大幅干预, 如今, 这个指责也再次针对抽水蓄能式水电站提出。由此, 水电站的贡献是有限的, 不过, 1990年还是达到了前述的总发电量的3%, 而其他可再生能源并没有超越适度的范畴。这不仅由于高昂的成本, 而且也在于能源集团的行为, 这些能源集团没有兴趣自行积极作为, 而且拒绝接收通过这种方式生产的电力。1991年的《馈电法》才克服了这个障碍, 该法带来了两个更新: 据此, 电力供应商必须接收源自可再生能源的电力, 并为此支付最低的偿付款。从中获益的是风力与水力, 以及能相对廉价生产电力的生物质设备。但是, 太阳能设备仍然制造了过高的成本, 勉强维持着最小的存在状态, 就如同可再生能源的贡献只是缓慢上升。

(三) 退出核电I和II

这一状况直到红绿联盟1998年大选获胜才得到改变。红绿联合政府将能源转向视为一项中心任务, 并将两项目标与之相连: 退出核能与扩建可再生能源。为此, 新政府在2000年通过了《可再生能源法》(EEG), 它适用于由风、光伏、生物质、地热或水力发的电, 初一看, 带来的新东西并不多。这是因为该法同样规定了接收承诺和保证价格。但是, 保证的价格比之前的要高很

图2
能源转向的现状与目标

范畴	2010	2012	2020	2030	2040	2050
温室气体排放						
温室气体排放(与1990年相比)	-25,6%	-24,7%	至少-40,0%	至少-55,0%	至少-70,0%	至少-80,0至-95,0%
可再生能源						
占总电耗的比例	20,4%	23,6%	至少35,0%	至少50,0% (2025: 40,0-45,0%)	至少65,0% (2035: 55,0-60,0%)	至少80,0%
占终端总能耗的比例	11,5%	12,4%	18,0%	30,0%	45,0%	60,0%
效率						
一次能源消耗(与2008年比较)	-5,4%	-4,3%	-20,0%		-50,0%	
总电耗(与2008年比较)	-1,8%	-1,9%	-10,0%		-25,0%	
热电联耦发电的占比	17,0%	17,3%	25,0%			
终端能源生产率	17,0% 每年(2008-2011)	1,1% 每年(2008-2011)	2,1% 每年(2008-2011)			
大楼存量						
一次能源需求	-	-	-		-80,0%的规模	
热量需求	-	-	-20,0%	-	-	-
改造率	约1,0%	约1,0%			翻倍到每年2%	
交通领域						
终端能耗(与2005年相比)	-0,7%	-0,6%	-10,0%		-40,0%的规模	
电动汽车数量	6.547	10.078	100万		600万	

来源: BMWi 2014c: 11

多,特别是对于太阳能设备而言。此外,这些规定有效期为20年,由此提供了长期有保障的收入,以至于可再生能源经历了期望中的繁荣。

与此同时,政府与能源企业签订了一份协议,目的是实现退出核能,并于2002年修订了核能法。该法限制了允许核电站发电产生的量,并把它们的运行时间限定到2021年为止。在当年,最后一座核电站将关闭。由此,绿党以及众多环保组织的重要要求实现了,之所以如此,只是因为社民党也赞同这些目标,并确保了必要的多数票。直到2009年10月基民盟/基社盟和自民党组成的联盟大选获胜后情况发生改变为止。黑黄联合政府虽然坚持退出核电的目标不变,但是延长了核电站的运行时间,并因此引发了民众和反对党的强烈抗议。社民党、绿党和9个联邦州宣布提起宪诉,但是,宪诉在几个月后就不再必要。这是因为情况再次发生改变,而且这一次是一夜之间,这是在2011年3月11日在日本福岛爆发了和25年前在切尔诺贝利类似严重的灾难之后。

福岛核电站由于地震以及由此造成的海啸,导致了核心熔毁。安全措施失灵,大量的放射性物质外泄,进入

海洋,并面临扩散到全球。全世界范围出现了恐惧心理,特别是因为地震和海啸相互作用,面临着发生像切尔诺贝利那样的反应堆爆炸,但是,这种情况没有发生。而且,虽然对于福岛核危机的长时影响还不能做出可靠的说明,但是,受害者的人数与切尔诺贝利相比要少得多。美国研究人员称可能因此患癌死亡人数在15人至1300人之间(Süddeutsche Zeitung 2012)。然而,已知的是海啸的殉难者,海啸带来了灾难性的后果,并造成约16000人死亡,但是,对此,德国媒体的报道讨论明显少得多。

无论如何,带来的震惊是深刻的。对此,联邦政府、尤其是默克尔总理做出了反应。她宣布暂停核电站的运行,所有的核电站要接受安全检查,并将7座最老的核电站立刻关停三个月。紧接着,联邦政府通过了一部新的核能法,它收回了不久前做出的延长核电站运行时间的规定。17座核电站中有8座的运行许可在不久之后就失效了,剩余的核电站必须根据一个确定的时间表在2022年前下网。该法让人们想起了红绿联合政府2002年所做出的规定,但是相比之下,此法对能源业的干预更强,详细

图3
油价发展变化情况 (2002-2014年)
布伦特原油每月平均价格, 单位: 美元/桶



来源: Bundeszentrale für politische Bildung 2015

规定了退出事宜,并确定了2022年全部退出的最终日期。此外,与红绿联合政府的规定不同,此法并不是在与核电站运行商达成共识背景下约定的。

由此,能源转向的两个目标之一,即退出核能的目标实现了。与此同时,可再生能源的扩建取得了显著进步,由基民盟/基社盟和自民党组成的保守-自由联合政府也坚持扩建可再生能源。2013年时,这类能源对德国电耗的贡献为25.3%,这是《可再生能源法》通过以来的四倍多,由此避免了1.458亿吨二氧化碳的排放(BMWi 2014a: 32)。联邦环境部、参与的企业、环境协会和各政党均赞誉该法,认为这是全世界范围最有成效的、促进可再生能源并开启能源转向的手段。正如图1所显示的,给予赞誉有着充足的理由。而且,在民众当中,此法也得到了广泛的赞同。2014年,在一次民意调查中,有90%以上的被访者认为加强可再生能源的扩建是“重要的”,乃至“非常重要的”(AEE 2014)。而且,在全世界范围,许多国家打算通过类似法律或者已经这样做了,特别是因为从这些能源中获得的电力越来越廉价,至少在交易所是如此。在此,由此生产的电力比常规发电站所供的电力更为便宜,这表明,人们是走在正确的发展道路上。

原则上,这一论断是适当的,然而,事实上情况非常复杂,只要指出简直是极其便宜的交易价格——这是《可再生能源法》带来的一个后果,并给整个能源市场造成了众多问题——就能表明情况的复杂性。而且,其他的发展状况是未曾预见到的,但是,只要可再生能源不占据重大地位,就不会造成问题。但自从可再生能源生产显著数

量的电力、热能、气体或汽油以来,有众多问题有待澄清:可再生能源中有哪些是特别适合在德国发展的,并应获得优先资助:是太阳能,风力和水力,地热,还是生物质?借助于这些可再生能源,应生产电力和热能还是包括气体与汽油?能源供应应尽可能通过自有的、分散的来源进行,还是说我们需要一个全国性的、乃至欧洲范围的联网体系?石煤和褐煤发电站还应继续使用多久?我们是否应继续将重点放在扩建可再生能源上,还是说注意提高能源利用效率和改善隔热更有意义?

这里所列举的只是在能源体系发生彻底改变情况下,若干注定会出现的挑战。与此同时,为此存在着若干极其高效的解决可能性,它们在过去几年里得到了持续改进。但是,在这个过程中,我们也遇到了问题,这些问题是工业化之前就已经存在,而现在又复归了:一方面可再生能源对天气和季节的依赖性,这使得能源体系变得脆弱;另一方面,难以储存能源。这两个方面都带来了深远的影响,尤其是对供应安全而言。

(四)《可再生能源法》的实施

1. 供应安全

煤炭与油气

自从煤炭崛起以及后来石油崛起以来,一直存在着有关其存量不久将耗竭的担心。从20世纪70年代起,这

类担忧累积了起来，当时提交给罗马俱乐部的报告出版了，时任联邦总理赫尔穆特·施密特提醒人们注意不久将面临能源短缺，而弗莱堡生态研究所以及许多专家均赞同这一判断。在当前的能源转向中，这些担心也扮演着重要角色，以至于联邦政府把油气的枯竭性和对能源进口的依赖作为有必要实施能源转向的核心理由。

原则上，无论在过去还是现在，这种担心都是有道理的。毫无疑问，化石能源储备某一天会耗尽。但是，做出这一论断，我们所能获得的很少。相反，重要的是确定储备真的变得紧缺并由此变得昂贵的时间点。这显然是很难确定的，当前的发展状况表明了这一点。当2000年《可再生能源法》通过的时候，全世界的能耗和油气价格显著上升。进一步上涨被认为是确定的，即使出于这个原因，过渡到可再生能源就已经是必要的，以便确保能源供应。此外，因为预计化石燃料的价格会继续上涨，可再生能源会变得逐步有竞争力，然后甚至变得相比更便宜。最初，这种发展状况也的确出现了。但是，自从2011年以来，如此重要的石油的价格几乎没有上涨过，最近甚至明显下降了（参见图3），正如煤炭身上曾经发生过的情况一样。石油价格长期里不会停留在这一低的水平上，但是，很难说它将在何时以及在何种程度上重新上涨。

在全世界范围，政治家们对能源价格的下降表示欢迎，并希冀由此能实现更高的经济增长率。相反，对于环境而言，化石能源由于其二氧化碳排放会产生不希望的后果，此外，它们还表明，真正的问题并不在于它们的短缺。与此相反，它们是以如此大的数量和如此便宜的价格存在着，以至于不久的将来，不仅其供应是有保障的，而且，其在全世界范围的消耗以及由此释放的二氧化碳量会继续上涨。若干年后情况就将发生彻底变化。直到不久前化石能源载体的枯竭性还引发了巨大的忧虑，如今人们关心的是尽可能不去利用丰富的煤炭和油气储备，以避免与此相关的影响气候的气体，而是去利用可再生能源。

原则上，可再生能源也同样能提供有保障的供应。但是，天气与季节所带来的大自然的波动带来严峻的问题，而这类波动在生产可再生能源的过程中是不可避免会出现的。前工业化社会不大能应对这种波动。如今我们拥有远为更好的应对可能性，然而，它们要求我们做出显著的付出。

波动和存储器

可再生能源在根本上取决于风能和太阳光，它们不可避免地承受着显著的波动。根据持续时间和强度的不同，它们生产着不同数量的电力，并且不是持久可供支配的。太阳能设备在2013年平均运行867小时（相当于10%）。乡村地区的风力设备的比值更高些，为约18%，在风力丰富的石勒苏益格-荷尔施泰因州，这个比例提高到了22%（BDEW 2015: 25f）。如果由此声称，风力装机容量或太阳能装机容量超过了核电站的装机容量，那么，这原则上是一个好消息。但是，它也会让人误入歧途，这是因为装机容量虽然原则上可供支配，但事实上只有较小一部分被调用。在高海上，风力涡轮机的荷载率可以达到50%，并使得持久的能量供应变得容易，以至于实际上也计划了进一步的扩建。但是，在这方面也形成了显著的技术问题和明显更高的成本，以至于海洋上的风力涡轮机目前为一般发电量所做的贡献只有1%（BDEW 2014: 11），它逐渐才能变得越来越重要。

大自然本身也在为平衡这种波动做贡献。例如，光伏设备在夏季和午间达到最大功率，这时的能源需求也是特别大的。相反，在冬天，光伏设备经常停止运转，但强风累积，可以及时顶上。无论如何，因时因地，风力和太阳光情况完全不同，它们同样提供了一种均衡，但只提供了有限的供应安全。例如，太阳和风在特别好的日子生产22121兆瓦电，但在不好的天，只生产其中的5%多一点（Monopolkommission 2013: 185）。来自拥有稳定的太阳光和风力状况的其他国家的供应可作为补救。一个特别雄心勃勃的计划[撒哈拉沙漠太阳能发电计划（Desertec）]规定，要在撒哈拉沙漠生产电，然后将电从那里运送到欧洲来。但是，恰恰在这方面出现了众多的技术、经济和政治问题，它们使得这个计划的实现被推迟到了遥远的未来。但是，尽管遇到了这些挫折，对于能源转向的成败而言，欧洲范围的合作仍然是必需的[参见第三章第（五）节]。

如果能够成功地存储热量和电，那么上述这类思考是没有必要的。对于热量而言，存在着某种可能性，但這些可能性是有限的，会造成显著成本，并带来损失。此外，只有当各种能源形式相互转化——这在存储上迫不得已就是这种情况——这些可能性才会出现。在电力方面，情况特别糟糕。在此，技术可能性不大有效，而成本更高、损失更大，以至于由此生产的能源目前只能少量地

且短时间里存储。经常讨论的是抽水蓄能式水电站，它们在需要时释放其大量的水并由此发电。但是，它们是对大自然与景观的显著干预，提供有限的容量，且几小时就空转了。这些发电站可以排除短期的瓶颈，但不能确保持久的供应。

由于有效的存储具有中心意义，人们尝试了各种不同的可能性，这些可能性中有些看起来几乎是美妙的。其中包括，尝试利用关停的矿山的矿井，这些矿井深入到地下1000多米。这一高度落差提供了最佳的可能性，在露天设置蓄水池、在深处驱动涡轮机，以便发电，但是，仍然存在显著的技术挑战和费用问题。更为先进的是在高效电池方面的努力，这些电池如今已经在驱动电动汽车。但是，在这方面也难以制造经济上可承受的高效电池。如果这些电池将来可供支配，那么就能开启额外的可能性。这是因为电动汽车和所有的机动车一样，大多数时间不在运行中，可以将它们的电池相互连起来，由此形成某种超级存储器。

其他还有一些项目试图将电力转化为热能。在将来的某个时候，这些和其他的一些项目能够提供解决方案。但是，电池或类似的装置——它们能够存储巨大的能量，以至于它们能确保总的能源供应——暂时还看不到。不过，哪怕在可再生能源方面也有一个变体，它不仅没有波动问题，而且可以像煤炭或气体那样以存储的方式包含能源，几乎可以用来平衡前述的波动问题，这个变体就是生物质。

生物质

属于生物质的有各种不同的有机材料，其中包括动物粪便和众多其他废弃物。动物的大规模饲养生产的生物质的量特别大，具体形式是厩肥坑，但是它作为可再生能源加以利用，也同时带来了严重的环境问题。此外，还有农业或屠宰业的其他废弃物、家庭和工业中的有机与可燃烧垃圾以及来自坑井和填埋场的气体，不过，这一气体严格来说并非可再生能源。撇开此不论，各种类型的生物质的特点都在于，它们以储存的形式提供能源，这些能源可按需加以利用。

由于这些特性的存在，不仅可以利用现已存在的废弃物，而且可以有意识地种植生物质。很长时间以来，木材就是如此，当前，它作为以芯块形式出现的加热材料，经历了令人瞩目的发展。但是，树木显然生长缓慢，以至于它们更多地是开启了一个长远得前景。相反，短期内可

加以利用的是玉米，它是一种特别好的能源供应者，而且在过去几年也加大了种植。对此，较高的补贴额也做出了贡献，这是因为玉米和生物质总体上在能源转向中恰当地呈现出了自己的作用。它门年复一年地在再生，因此就是狭义概念里的可再生，而且不仅能够提供电和热能，而且也作为生产气体、汽油和众多原材料的基础。

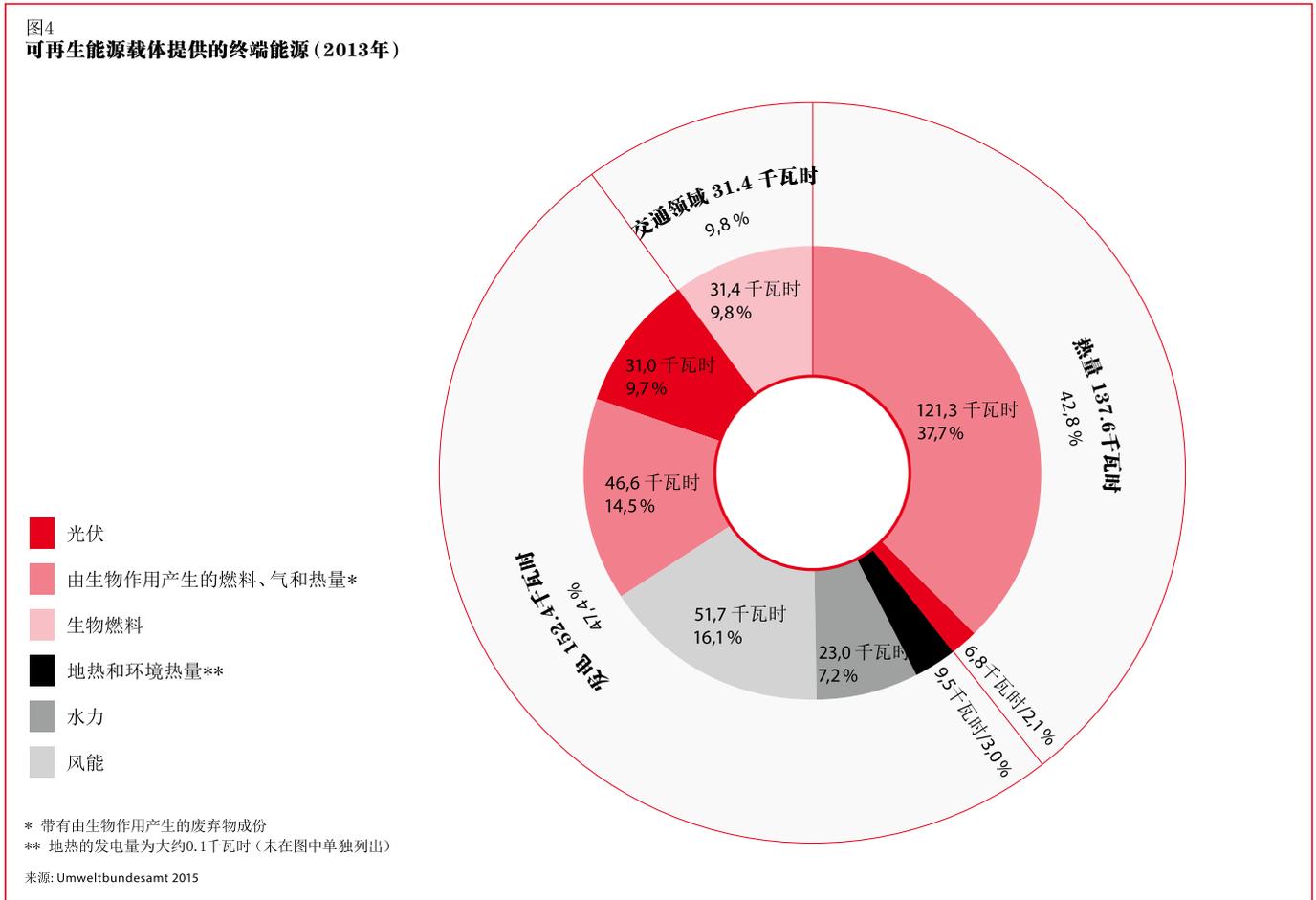
与此相应，生物质在过去几年经历了显著的兴旺，并在2013年提供了略超60%的可再生能源。排在其后但相距甚远的是风力(16.1%)、光伏(9.7%)，以及最后还有水力(7.2%)，而其他的来源都可以忽略不计(参见图4)。因此，生物质的发展态势似乎是令人印象深刻的成功故事，它不仅有助于平衡波动状况。这是因为通过生物质尤其可驱动小型与中型设备，生物质也能为分散的供应以及各种能源载体在地方和地区层面的混合利用做出贡献。对此的一个良好例子就是热电联产，它同时获取能源和热能，拥有高的有效系数，而且特别适合于生产较小的电力和热能。

不过，尽管存在着这些可能性，生物质的进一步增长仍然是成问题的。一方面生物质的利用造成了高成本，另一方面它的种植需要大片面积，并由此与食品的生产产生竞争。在食品供应良好的欧洲，这种竞争不再是那么成问题，但是在所谓的第三世界国家，如果大片的、而且经常是物种丰富的面积被用于种植富含能量的植物，那么食品供应就会深受其苦。这种发展状况以变体形式也在欧洲发生。这是因为玉米特别适合作为生物质，出现了大面积的单一种植的土地，它耗费了大量的肥料和杀虫剂，给土地和废水增添了负荷，此外危害了生物多样性。因此，人们减少了对生物质的促进，与此同时，人们在寻找排除这些困难的新路径。属于其中的包括以下努力：专注于废弃物；限制富含能量的植物的种植，在此过程中一贯地运用生态标准；尤其投入海藻，以及其他不会对食品构成竞争的其他植物和细菌。

长期来看，在此会形成显著的可能性。但是，当前必须找到额外的途径，以便均衡波动情况，其中包括具有中心意义的高效传输网络。这是因为这些网络要将那些从太阳光、风或水中获得电特别多或特别少的地区联系起来，由此使所必需的均衡成为可能。

网络

在供电方面可以区分三类发电站，它们分别负责基



本负载、中等负载和最高负载。用于基本负载，也就是几乎持续存在的需求的是核电站和褐煤电站，它们在企业经济学视角下能特别廉价地发电。但是，它们只能很缓慢地将其容量与需求的波动相适应，不过，这也不是它的任务所在。服务于此目的是中等负载电站，它们主要在需求显著高的时候运行。它们可以更快地做出反应，并使用石煤、气和蒸汽力以及水力。最后，对于特别高和短期的负载（最高负载），可供使用的是气发电站，它们能非常灵活地做出反应，但也造成较高的费用。

这些发电站通过网络连在一起，但是，这些网络可能相对较小，这是因为常规发电站利用那些已经储存在煤炭、油气中的能源。简单地说来就是，化石能源载体就像电池那样在起作用，它们是在数百万年的时间里装载起来的，而如今在最短的时间里耗尽。由于这些燃料还能方便地运输，因此，化石发电厂能建在凡是有需求的地方。即使在这些地方也会出现供应与需求发生偏差的情况，例如，个别发电站停止运转并出现紧急状况。但是，较大型的波动意味着例外情况，是很容易控制的，这是因

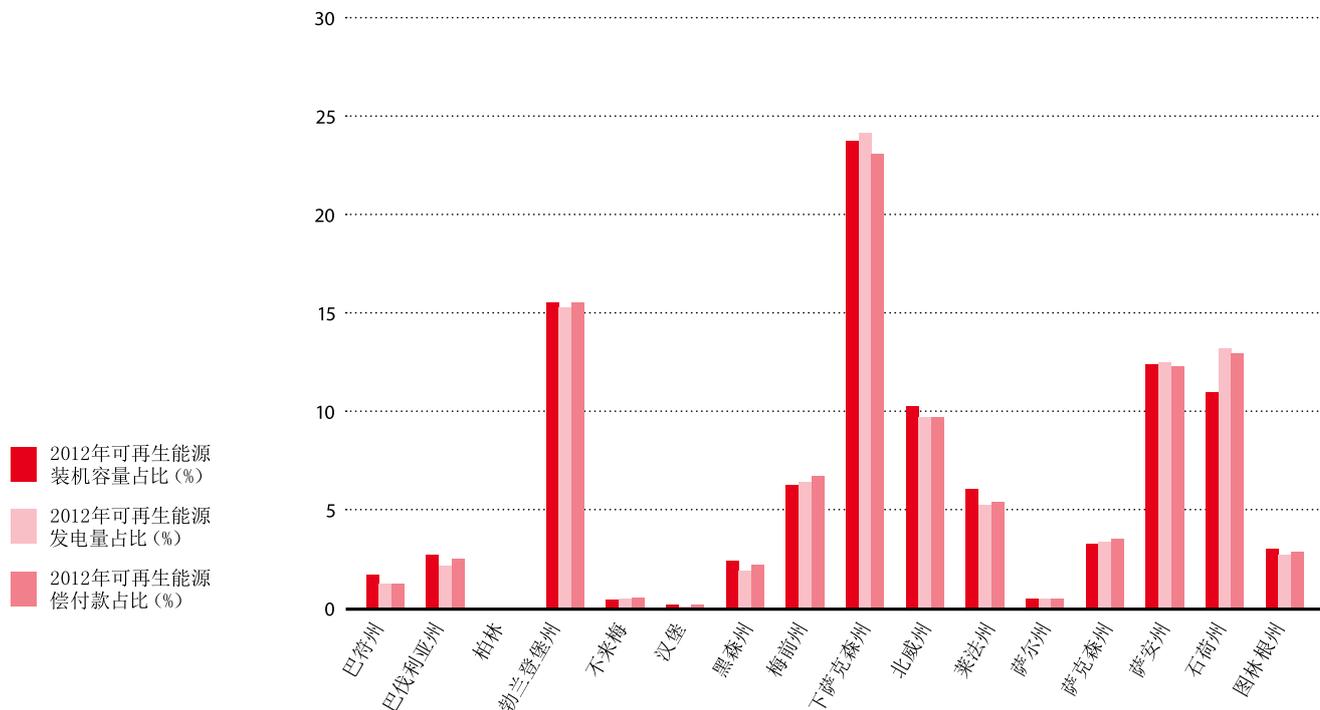
为在可通达的邻近地区有足够的、能顶上来的发电站。

在可再生能源方面，这就难很多。它们的设备不是那么容易就能安置在有需求的地方，而是需要充足的太阳能和强风。换句话说：在可再生能源方面，生产和消费是相互在地理上分离的。由于在这里风能扮演着一个中心角色，扩建主要是在北部和东部，而工业中心在西部和南部，以至于电力必须输送到那里（参见图5）。

原则上可以想象的是，就像在前工业化时代那样，将能源密集型企业外移到可再生能源能容易且可靠地生产的地方。在多风的德国北部地区有着特别好的条件，那里的结构薄弱的地区会欢迎这样的一种发展状况。但是，它将给南部的联邦州造成负担，并带来显著问题，以至于这种转移至多只有在理论上才起作用。不过，在能源转向上的共识是，继续在有需求的地方提供电力，并且是在全国以可比较的价格进行提供。其影响是显而易见的：网络也必须相应地高效。

这种效率要求线路长且电线杆充足，但也要求其他的方案，其中包括智慧的信息系统（智能电网），它不仅

图5
陆上风能：容量、发电量和偿付款的地区分布（2012年）
 单位：%



来源: BDEW 2014: 80

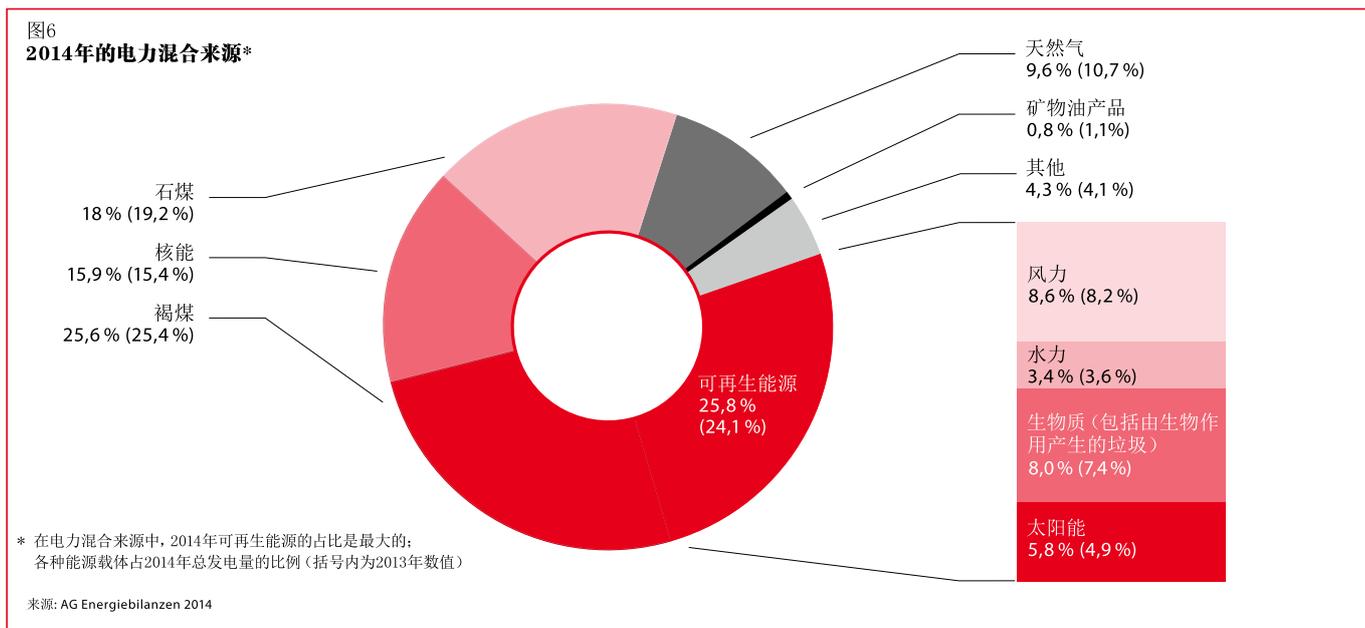
统计供需情况，并相应分配电力。此外，它应调控消费，而且，当有剩余的能量时，激活例如能量密集的程序（需求负荷管理）。这可以是指夜里或周末运转的洗衣机和洗碗机等；还有在采取相应隔离措施的情况下可以阶段性地没有电力的情况下也能应付的冷库；但也包括需要巨大的能量数量并高负荷运转生产的炼铝厂，前提是要有丰富的剩余能量可供支配。

核心在于软化迄今为止的能源体系的一个基本要素。这个基本要素集中于在需要能源的地方提供能源。这个导向应继续适用，但是，需要通过努力将需求与供给相适应来加以补充。这些努力让人们想起了前工业化时代，当时适应是绝对必需的，而且是非自愿的。相反，我们今天拥有高效的系统，它提供了多种均衡的可能性并降低对存储器的需求，越是能成功地调整需求，越是如此。在此，想象是没有任何极限的，但也必须克服困难，其中包括数据保护的问题。这是因为消费的调控会导致全面的数据收集，并意味着对私人领域的干涉。

另一种可能性在于，在地区、地方或各个家庭里实现

更大程度的自给自足。有不同规模的太阳能设备、风力涡轮机和热电联产可供支配，而且它们也能生产小的量，例如用于私人消费。由此提及了能源转向的中心特征之一：能源供应的分散化。这在传统上通过大型发电站实现，它们日益受到小型单位的排挤，部分这样的小型单位只能供给各个家庭。此外，如果在广大面积上安置太阳能设备，或者在公开的海洋上设置巨型的风力发电场，就会形成较大型的联合体。但是，即使是这样的风力发电场，也未达到常规发电站的规模。因此，能源的分散供应会增加，并要求将获取可再生能源的各种可能性相互联系，以便实现更高的供应安全。属于其中的包括热能泵、热电联产工艺、沼气装置、电池存储器等，它们规模小或中等，但是有效系数高，由此使得分散的供应变得容易。

到目前为止，这些可能性只是部分被加以利用了，且主要适用于中小型单位。然而，在大城市以及工业设备或其他消费者有着显著能源需求的地方，大型网络仍然是必需的，以便均衡不可避免的波动情况。这也适用于分散的电力生产商。即使它们建立了非常精制的能源生产和



存储体系，也会在某些阶段导致瓶颈状况的出现，特别是因为在可预见的时间里技术可能性只是有限程度地有效，并造成一些成本。因此，撇开一些例外情况，将分散供应与国家乃至欧洲范围的联盟相互对立，这意义不大。相反，它们更多地应相互补充，当然这当中会就各自的比例该有多大导致冲突。但是，以为能实现这样的一种分散供应，它不受自然波动的影响且能可靠地提供所需要的能源，以至于能放弃更大范围的网络联盟，这暂时还只能是一种很少出现且费用昂贵的例外情况。

因此，这些联盟有必要存在，对此存在着共识，这也是因为产量高的风力涡轮机主要分布在德国北部，而德国南部占主导的是光伏设备，它们的发电的可靠性不那么强。此外，这里聚集的还有核电站，它们只还被允许运行到2022年。而且，因为南部的联邦州里落户有能源需求大的高效产业，必须将电力输往那里。但是，需要输送怎样数量的电力？网络以及尤其是电线杆应该有多大，以及它们的具体走向应该如何？根据联邦网络事务局的说明，在未来几年里，必须建造约2800公里新的最高电压管线，还有2900公里的现有管线必须加以更新。此外需要新设配电网络，规模在13.5万至19.3万公里之间，以及对2.1万公里至2.5万公里长的配电网络进行改造（Deutsche Energie-Agentur 2012: 7）。

这些说法受到了有争议的评价，并引发了广泛的抗议。这种抗议不仅基于人们不愿意在自己的家门口看到电线杆，而且也是由于难以准确估计实际需求。如果分散的

生产商取得更重要的地位，或者能源被更有效地加以利用并由此所需能源更少，实际需求就会更少，所需要的新管线也更少。最后，化石能源载体、尤其是气体在长期里将扮演怎样的角色，这还不清楚。

化石能源载体

能源转向至今在发电领域带来了最大的变化，在这个领域，目前（2014年）可再生能源提供了所需电力的四分之一（参见图6）。但这也意味着，化石能源载体仍然做出了显著的贡献。在发电方面，它的占比接近55%，如果网络得到扩建，供需得到更好的协调，以及可再生能源总体上重要性上升，这个占比会在未来几年下降。但是，即使可再生能源的比例到2050年增长到希望中的80%，但仍然存在着一个缺口，这个缺口在天气状况有利情况下小一些，但在天气状况不利情况下也会很大。因此，无论是出于基本供应，还是主要作为储备，常规发电站仍然是必需的。

常规发电站将来应尽可能由气体驱动，气体释放相对少的有害物质，但是造成更高成本。因此，当前它的比例在下降，而且，即使非常高效且环保的设备（例如在伊尔兴的气体发电站）出于成本原因被关停，以至于石煤、尤其是褐煤被用于基本供应。褐煤的重要性在不久的将来将仍然维持高位，这也是作为对在未来几年在德国南部将要下网的核电站的均衡手段。如果为此设置新的电线杆，它们开始时不仅输送风力设备发的电，还有褐煤发

的电。

在不久的将来，化石能源载体将在交通领域和生产热能方面具有更重要的地位。汽油作为发动机燃料以及加热用的油气很难被取代。对此，政府资助了众多研究项目，这些项目在探寻将电力转化为热能或气体并由此替代化石能源的可能性。它把大的希望寄托在电力取代汽油的电动汽车上，而且，它想要实现房屋更好的隔热。但是，在这两种情况里，产生了显著的成本，以至于一开始只取得了微小的进步。由此提到了费用问题，这个问题至今尚未探讨过。在本节中阐述的内容介绍了技术上可行或不久的将来可供支配的解决方案。而费用问题被排除在外，联邦环境署的研究报告也是这样，它甚至认为，到2050年100%的电力由可再生能源生产，也是可能的（Umweltbundesamt 2010）。如果是为了揭示解决路径的多样性以及强调其实施原则上是可能的，那么，这种把费用问题排除在外的做法是可以理解的。正如热烈的讨论所表明的，至少同样重要的是所产生的成本，它们是由过去几年电价的上涨所造成的。

（五）欧洲

能源转向要求欧洲范围的合作，这也是因为如果只有一个国家减少能耗、降低温室气体排放和扩建可再生能源，为气候保护所做的贡献并不多。其他欧洲国家也同样必须遵循这些目标，以便真正带来一些影响。此外，在一个欧洲的联盟里，更易于均衡可再生能源不可避免的波动情况，并实现供应安全。最后，这种合作对于公平分摊由此产生的费用也是必需的。如果个别国家冒进并给该国工业和私人消费者添加更高的成本，在短期或长期里会产生显著的冲突。

为此，早在1997年，当时欧盟的15个成员国就做出决定，在2012年之前将温室气体排放量对比1990年减少8%。2009年，期间扩大了欧盟通过了所谓的“20-20-20”气候公约。这份公约规定，在2020年前无论是二氧化碳排放量（参见图7）还是总能耗均减少20%，以及在可再生能源方面达到相应幅度的增长。目前（2015年），欧盟委员会建议建立一个能源联盟，它追求的是更为雄心勃勃的目标。它应显著减少欧洲对化石燃料的依赖性，改善供应安全，促进“绿色”经济增长，并服务于

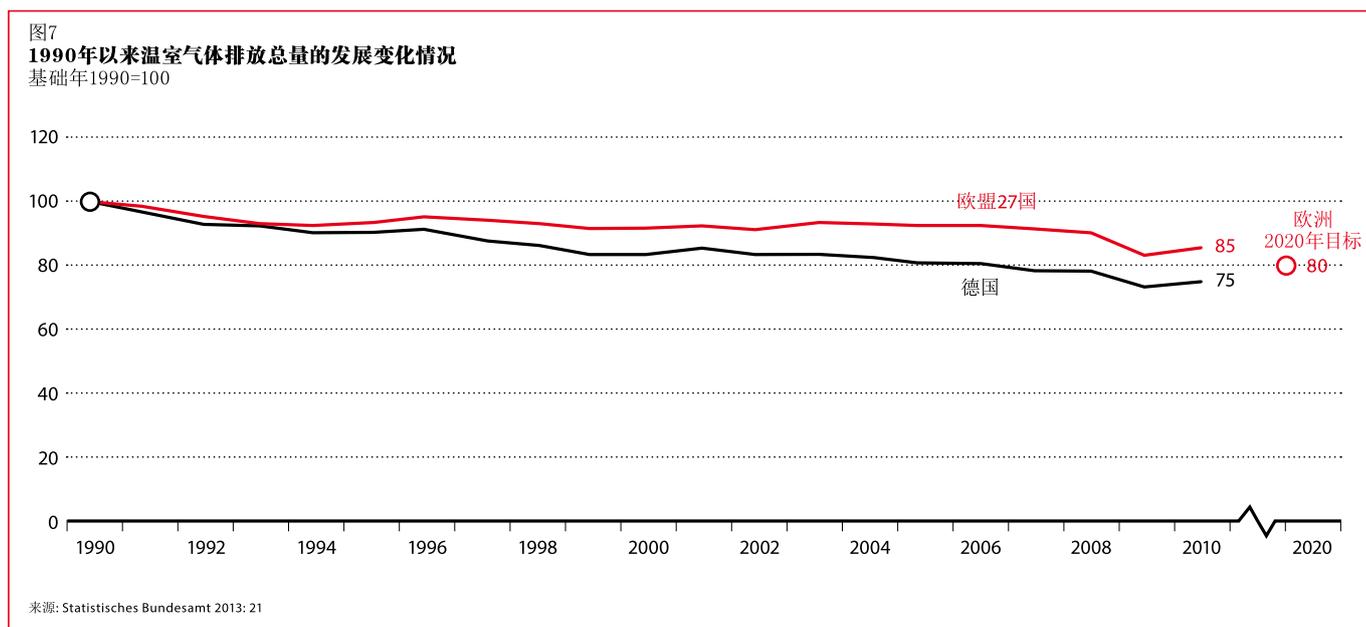
气候保护的目标。此外，欧盟委员会想要实现更大的能源利用效率，提高可再生能源的比例，以及在2030年前将二氧化碳排放量至少减少40%（Europäische Kommission 2015）。

为了实现这些目标，应有一系列措施起作用。其中包括高效的法律规定，欧洲能源市场的现代化，更大的价格与成本透明度的建立，必要的基础设施的设立，楼宇更高的能源利用效率，以及交通领域更少的化石燃料的消耗。通过这种方式，欧洲不仅要在自身境内实现状况的改善，而且也要在世界范围在能源政策和气候保护领域承担起领导角色。这一榜样角色已经给1997年的决议以及2008年的气候公约打上了烙印；它之所以是适宜的，也是因为欧洲在工业化方面非常领先，相较于贫穷的国家，欧洲消费了更大量的化石能源，并做出了更多的排放。

但是，在欧洲也有相对贫困的国家。为此，保加利亚、罗马尼亚、斯洛伐克和其他经济上落后的国家根据气候公约，有权在未来几年提高它们的排放量，以便实现绝对必需的经济增长率。与此相对，像德国、丹麦和英国承诺奉行特别影响深远的目标，以便确保力争为整个欧洲实现的发展状况。由此，已经采取了能源与气候政策领域的共同行动，它旨在进一步扩建能源联盟。但是，人们必须预计到会遇到障碍。这是因为尽管存在着许多共同点，但事实上也存在着显著的差异和利益分歧（Zachmann 2015）。

可能最大的冲突在于，各国除了做出原则性声明，还坚持本国的能源政策。这可能显得是多余的自私自利，但其原因事实上也在于，这些国家有着极其不同的状况。例如，波兰的电力供应商有80%以上是基于石煤，它的开采还保障了众多的工作岗位。但是在法国，核电站的贡献又特别大，人们提出的理由是，核电站在发电时几乎不释放任何二氧化碳。出于同样的理由，英国也要建造一座新的核电站，在欧盟委员会的批准下英国政府将对这一核电站的建造给予补贴。根据媒体报道，这一补贴在欧盟委员会内部是有争议的，奥地利表示要对此进行投诉。这一投诉可能在具体情况下会取得成功，但是较少会改变这样一个事实，即在能源政策上，在不久的将来，在欧盟各成员国之间仍然存在显著差异（Kurier 2015）。

对此还有众多其他的例子。例如，欧盟委员会想要实施共同的气体采购，波兰对此非常欢迎，目的是大幅降低



对俄罗斯供气的依赖性。而德国政府和大多数其他欧洲国家则倾向于在这个重要问题上继续独立行动，以及利用已经存在了数十年的关系。在可再生能源的扩建方面，也存在着陷阱。如果只是涉及气候保护，这些能源就应该在产生的成本最少的地方进行生产，以避免不必要的支出。与此相应，德国的《可再生能源法》也应适用于来自南德的太阳能以及来自北德的风能。但是，德国电力消费者（以及政治家）为此支付更高价格的意愿很可能是非常有限的，特别是因为在促进可再生能源方面涉及的不只是气候保护，而是也涉及工业促进、结构政策以及结构薄弱地区的工作岗位。

另外一个例子也能表明，成员国的维度和欧洲层面的维度是何其容易相互发生冲突。在德国，能源密集型企业很大程度上被免除缴纳《可再生能源法》规定的分摊费，部分企业完全被免除了。欧盟委员会认为这违反了竞争法，这是因为这一规定意味着对免缴企业的优待。对此有着激烈的争论，这些争论最后以达成一项妥协而结束。这一妥协为那些继续获得减免的企业规定了更为严格的标准，但是让这种可能性原则上继续存在。从纯生态角度看，这一妥协案可能让人感到失望。但是，即使在这种情况下也难以自圆其说，一方面德国为能源转向花费了巨大的金额，但另一方面工业企业由于未能获得高昂成本的免除而丧失其国际竞争力，毕竟其外国竞争者根本无需缴纳这样的费用。

因此，能源联盟的宏伟目标在何种程度上能够得到

实现，能源联盟在根本上能获得哪些权限，仍然是让人拭目以待的。在此，存在着已有的共同点。属于其中的主要包括欧洲电网联盟，它较长时间以来为均衡供应方面的波动和瓶颈做出了贡献。随着可再生能源的扩建，这种均衡会变得更加重要，而且，能源联盟的重要目标之一在于到2020年在电力方面，至少将“各成员国现有产能”的10%“并入联盟中”（Europäische Kommission 2015: 9）。到2030年，甚至谋求的是15%的目标值，若能实现，将显著有助于将来自阿尔卑斯山脉地区的水电站或北欧所发的电力作为储备电力，或者将来自南欧的太阳能电力供整个大陆使用。

实现这一计划的条件是良好的，因为存在着现成的良好运作的联网系统，其中最大的一个网络涵盖从西部的西班牙到东部的匈牙利、从南部的希腊到北部的丹麦的欧洲大陆国家。此外，针对英国、爱尔兰和波罗的海国家以及斯堪的纳维亚半岛国家还有各自的系统。它们之间的联合在未来几年会变得紧迫。欧盟委员会预计这一联合所需的资金以及欧洲电网总体扩建所需的资金加起来会达到每年2000亿欧元。私人投资者愿意做出这样的投资，因为这些投资能带来可靠的盈利。另外，欧盟委员会想要通过其结构基金和投资基金来支持这种扩建，由此，所力争实现的欧洲范围的联网是一个现实的目标，而且能使得能源转向的实现变得容易。

(六) 经济性

在能源转向开始的时候有一个预告。1994年，弗朗兹·阿尔特 (Franz Alt) 表示，“太阳不会给我们寄账单”。直到今天，也依然可以反复听到关于太阳能和风能无偿供支配的论点。这种说法严格来说甚至是恰当的，因为无论太阳还是风，它们本身不会寄任何账单。但是，如果我们仍然尝试，借助于它们生产、运输、利用或储存能源，那就或多或少会产生巨大成本。

在水力以及木材和废弃物的焚烧方面，费用会相对较少，以至于这些可再生能源在经济上有竞争能力，它们数十年来都在被利用，没有获得或只获得过微少的资金支持。在大多数其他可再生能源方面，情况则看起来是不同的。在这些可再生能源上，自从能源转向开始以来就明确的是，它们至少在一段时间里将会比“一般”电力更为昂贵。《可再生能源法》为此保证它们的固定价格，这些规定价格在过去高于市场价格，现在也是如此，而且将适用20年。此外，同样在20年里设立了接收保障，由此一来，可再生能源是合算的，经历了快速发展，其繁荣状况远超预期。

但是，这也适用于费用的增加，在2000年《可再生能源法》通过的时候就要求约10亿欧元之巨的补贴。此后这一费用继续上涨，如今几乎达到了240亿欧元，给三口之家带来的负担为每年约270欧元，造成这一负担的不仅有《可再生能源法》规定的分摊费，而且还有给予可再生能源的其他附加费 (BDEW 2014a: 6)。这一负担也是《可再生能源法》的一个结果，该法为了为这些额外费用筹集资金而对电力消费引入了一笔分摊费 (参见图8)。因此，偶尔被否认的是，这涉及的是补贴，此外人们指出，国家并未支出一分钱。这是一种在技术上正确、但有些钻牛角尖的论证，这种论证被人指为国家在愚弄民众，由此变得简直是荒唐的。例如，克劳迪娅·凯姆菲特 (Claudia Kemfert) 表示，国家逃避自身责任，这是因为它把捐税转嫁到了电力消费者身上，这些捐税此前是从国库中支付的 (Kemfert 2013: 77)。但是，国家不是通过彩票盈利来填补国库，而是只能支出它通过税收或其他途径从其民众那里获得的钱。至于资金的筹措是通过税收、电力消费的分摊费还是通过出售排放证，并无大的区别。最终都无法避免由此产生的费用给纳税人和/或消费者带来负担。

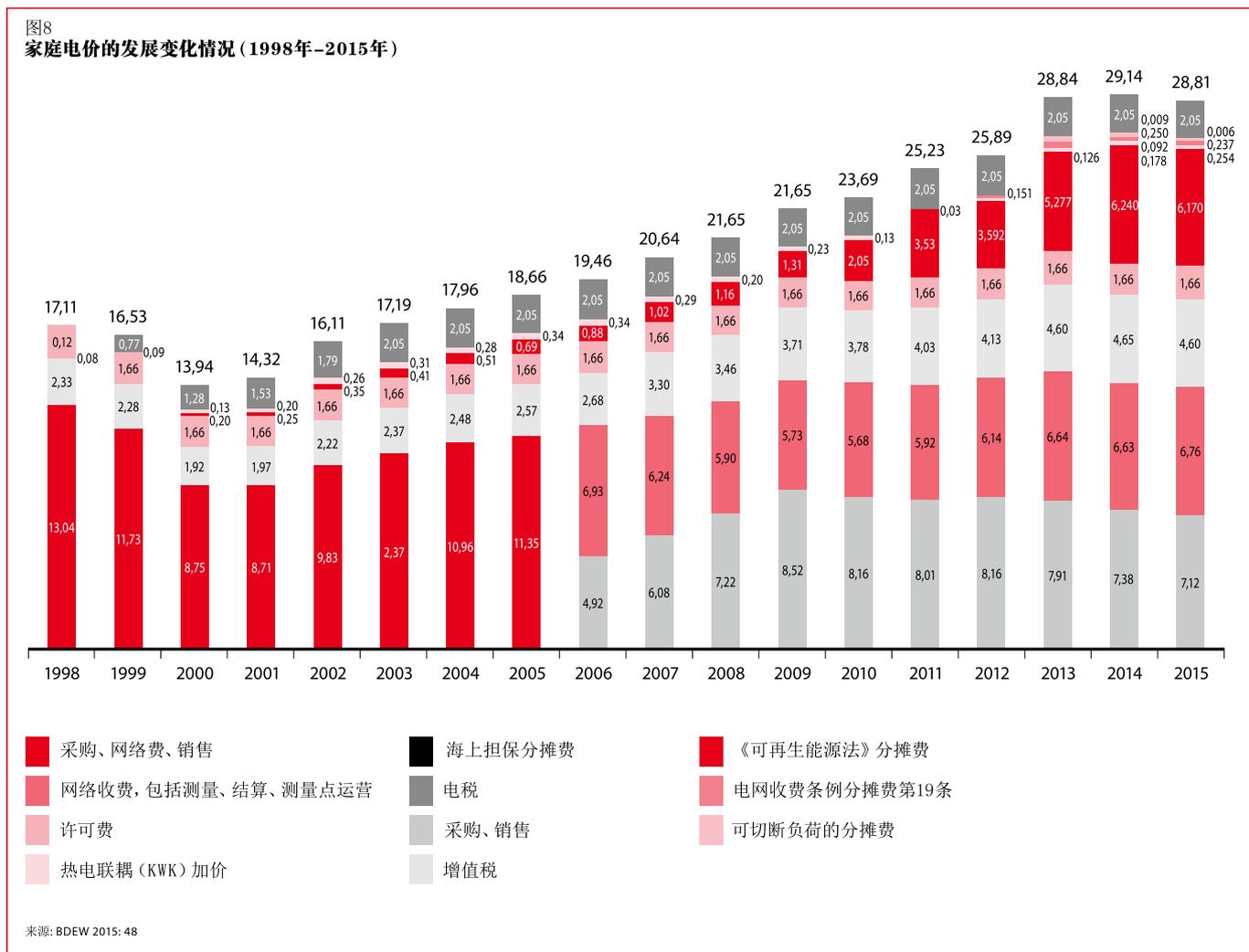
有人指出，煤炭和核能在过去获得了大量补贴，现在也是如此，这一提示也是恰当的。但是，无论在过去还是现在，煤炭对于电力生产而言，是可以以有竞争力的价格在世界市场上获取的，而且，这些补贴目的在于（一直到2018年均如此），确保煤炭在德国的开采并由此确保工作岗位。但是，在核能方面，指出补贴的存在作为论据，这是一把双刃剑，而且会警示人们不要利用核能。这是因为在这个领域，国家的支付使得一种否则不可能发生的状况成为可能，而且我们现在必须承担其成本高昂的后果 (FÖS 2010b)。

但是，在这类政治驱动的论据以外，人们仍然难以恰当指出能源转向的成本，尤其难以对其进行评价。这是因为将成本仅仅理解为电力、暖气或汽油的价格，这是不充分的。至少同样重要的还有外部成本，这是指给环境和气候带来的后果，这在化石和可再生能源方面是差异很大的。

1. 外部成本

化石能源载体从其开采到利用过程中不仅释放二氧化碳，而是也释放众多其他有害物质。这带来了各种不同的疾病，也意味着对环境的大幅干预，造成了显著成本，这些成本被称作“外部”成本，这是因为它们不是产生在生产商那里，而是也被转移到外部。与此相应，它们并未出现在汽油、煤炭或电力价格中，而是必须通过专门的计算加以统计。联邦环境署 (UBA) 的一份研究报告计算出，“石煤和褐煤发电的外部成本为每千瓦时6至8欧分”。石煤和褐煤造成特别大的损失，外部成本为8.7或6.8欧分，但是，根据该研究报告，在相比较而言更为清洁的天然气，外部成本为3.9欧分，显然要低得多 (UBA 2007: 76, 82)。

甚至于在可再生能源方面也产生外部成本，无论是在其生产、运输、安装还是旧的太阳能设备和隔热材料的用后处置方面。但是，它们比化石燃料要低得多，特别是它们对全球气候变暖的助推作用很微小。联邦环境署声称，金额在每千瓦时1欧分以下。为了统计电力生产和利用的实际成本，必须将这些外部影响提到电价上去，由此可再生能源会变得更有竞争力，且需要更少的补贴。但是，核电站也拥有相对良好的二氧化碳结算情况，为此有环保人士为核电站摇旗呐喊。此外，它们生产电力特别廉



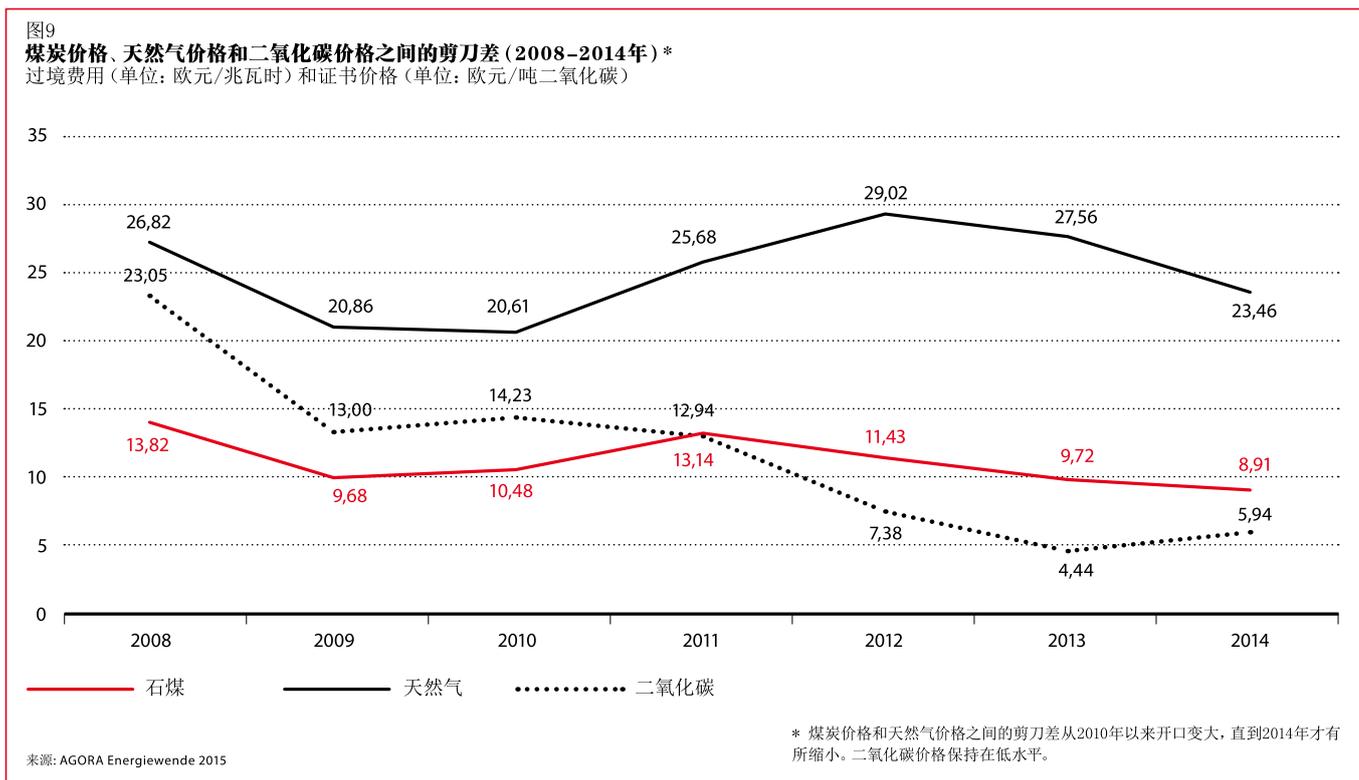
价。然而这只是在企业经济学计算下才有效。实际上，正如当前有关昂贵的终端存储地、旧有装置昂贵的拆除或者可能的意外事故的讨论所表明的，恰恰是核电站造成了显著的外部成本 (FÖS 2010b)。

对于外部成本的提示是重要的，在估计实际成本的时候必须把外部成本考虑进去。但是，在实际中，尽管有诸多现有的研究报告，这仍然是难以做到的。这是因为这必须基于估算之上，不过，显而易见的是，人们对损失发生的概率及其数额高低的估计和评价是非常不同的。此外还有一个不同的、但不见得更小的问题：在确定能源价格时必须把这些费用考虑进去，对此必须有国际范围的共识。个别国家可以在这个领域扮演领先角色。但是，这样一来，这些国家里就会适用更高的能源价格，并给私人消费者和经济界带来负担。因此，需要一项欧洲范围的规定，它已经以排放许可证的形式存在。其基本思想是极其简单的。谁若是总要释放二氧化碳，它就必须购买排放权。排放权的价格应逐渐上涨，以至于“肮脏的”能源载

体越来越昂贵，而且无法再在市场上继续存在。

不过，到目前为止，这个计划未能兑现。这是因为价格没有增长，而是跌至一个如此低的水平，以至于这类排放证书几乎毫无意义 (参见图9)。对此最重要的原因是2008年爆发的全球经济危机，它导致了工业生产的下降。由此排放量也下降了，排放证书价格也跌至如此低的水平，以至于它目前 (2013年) 为每吨二氧化碳5欧元，不再能起到任何激励作用。对此也起了作用的是，最初为了不给工业企业增加负担，免费证书被慷慨地分配给工业企业。为了在这方面最终实现所希望的效果，价格至少必须达到60欧元。但这说起来容易做起来难，因为必须由政治家确定更高的价格，而他们受到关心销量和工作岗位的经济界和众多选民的显著压力。因此，更为可能发生的情况是，价格逐渐上涨，以至于外部成本或环境损害在电价上在不久的将来将不会起到大的影响。

这对于能源转向而言是一项负担。这是因为它保护环境的努力导致了额外的支出，与外部成本不同，这些支



出直接反映在电价上,并会提高电价。人们在通过《可再生能源法》时已经了解到了这些影响,但当时的观点是,这些费用会日益降低,且不久之后就不再起作用。

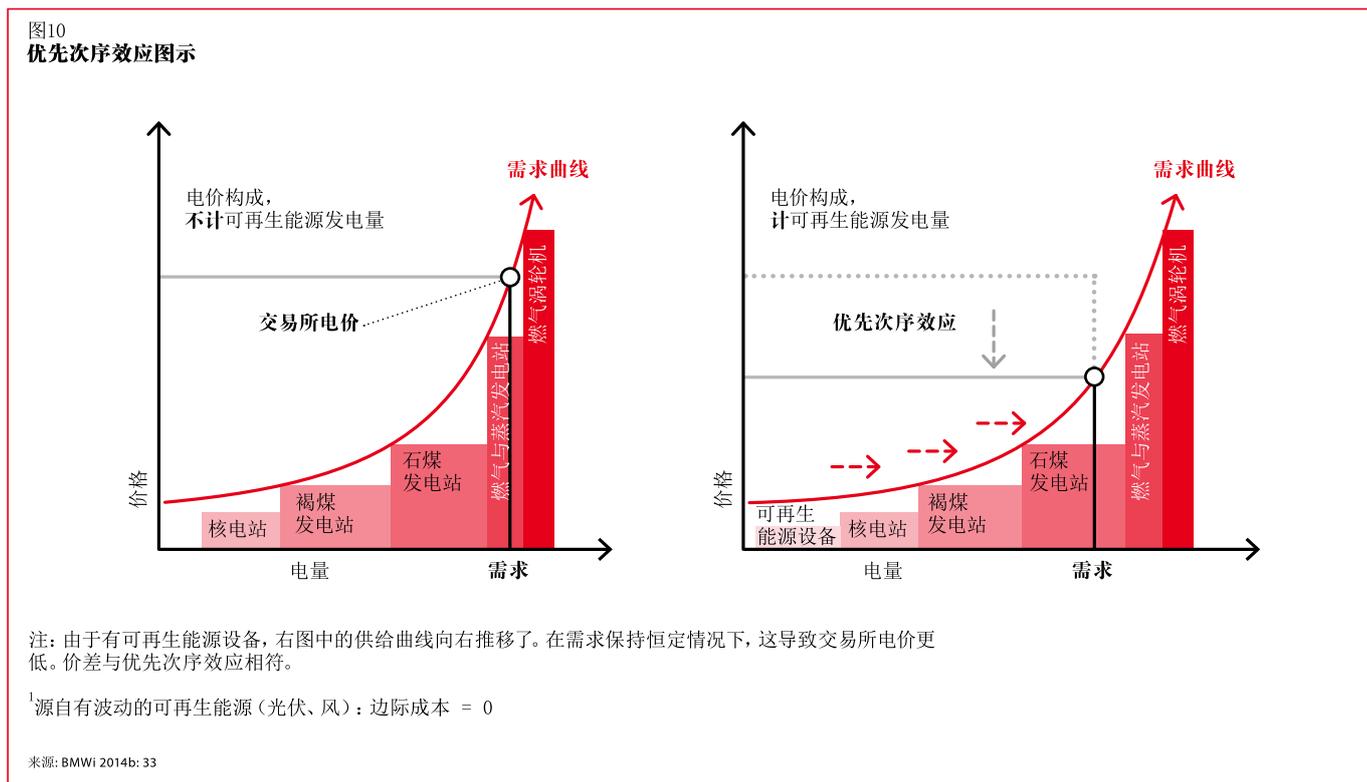
2. 《可再生能源法》规定的分摊费和市场价格

在2000年《可再生能源法》通过并由此规定保证价格的时候,这些价格被认为是过渡性的规定。它们应起到启动融资的作用,并在可再生能源方面应促成需求的提高、研发的增加和生产成本的降低。由于同时存在着全世界范围油气、煤炭价格将上涨的假设,人们预计,可再生能源在一开始就会是有竞争力的,然后甚至会更为价廉物美的。这一假设只部分兑现了。在风力涡轮机、生物质设备以及光伏板等领域促成了技术进步,提高了效率并降低了生产成本,在光伏设备方面幅度特别大。由此发的电力开始时如此昂贵,以至于保证价格一直攀升至每千瓦时57.4欧分。相反,现在(2015年6月)在小设备上仅为12.4欧分,在大型设备方面仅还还为8.59欧分。但是,与所有假设相违的是,化石能源的价格也下降了。

这一价格的下降是一种全球的发展状态,其持续时间的长短是难以预估的。将来某个时候能源价格会重新

上涨,但是在当前,能源价格的低水平导致保证价格与市场价格之差(差额成本)出乎意料地大,导致了额外费用的产生。当然,在德国,对此推波助澜的是,可再生能源如此迅速推广,由于其一个劲地增长也压制了电价。因为保证价格是与接收保障联系在一起的,它提供了如此有利的条件,以至于生产了越来越多的电力,并上到位于莱比锡的交易所交易;所有的电力,无论是可再生能源发的电还是化石能源发的电,都在那里交易。这个交易所从2000年以来就有了,当时欧洲的电力交易进行了自由化,目的是创建更多的竞争力。这一目标后来实现了。交易价格一开始在上涨,但其后下降到如今只还有4.2欧分(2014年12月),这是因为经济危机导致需求大幅减少,但与此同时供给却增加了。对于那些从可再生能源生产电力的生产商而言,这一发展状况没有带来问题,因为它们获得了有20年保证的价格。不过,由于保证价格与交易所所支付的市场价格之间的差额在上涨,需要有出奇高的补贴,这些补贴被分摊到电价上,并使得电价上涨。

对供应过剩也产生作用的还有石煤与褐煤发电站,它们需要持久的运行,以便价廉地生产电力。对于波动中的供应,它们只能缓慢地做出反应,只能有限地减少其容



量。燃气发电站要做到这些则更容易，此外，它们的优点在于，它们只释放相对少的二氧化碳。但是，这时优先次序效应起作用了（参见图10）。如果电力交易所的价格下降，那些生产成本高于交易所价格的发电站就将逐渐关停。首当其冲的是燃气发电站，它们相对价格昂贵地生产电力，这使得它们失去重要性。一个显著的例子是前述在伊尔兴的设施，尽管它是欧洲最现代化和最有效率的设施。在去年，伊尔兴的两个机组块未为市场发电，而只是短时间里运行，用于平衡供应上的瓶颈。为此，它们获得了补偿，但是相应的协议到期了，运营商宣布关停这两个机组块。

这一发展状况的受益者是使用石煤、尤其是使用褐煤的发电站，它们仅造成很少的运营成本，并因此在过去几年经历了繁荣发展。同时，在褐煤的燃烧过程中产生了大量的温室气体，这危害到了能源转向的一个中心目标。绿党主席西蒙·彼得 (Simone Peter) 甚至表示这是一场巨大的失败，他的立场得到了绿色和平组织以及其他环保组织的支持：“这是一件丢脸的事情，偏偏是二氧化碳排放少的技术在这里达到了经济上的极限，而旧有的煤炭发电站这种气候杀手却继续保留在电网上” (Tagesschau 2015)。

这一说法并不错，但彼得也有些简单化了。因为这里涉及的是《可再生能源法》的（人们所不希望看到的后果）之一，对此绿党在其执政期间也大幅推波助澜。当时是在绿党敦促下通过了《可再生能源法》，其目的是改善可再生能源的起步机会，把注意力集中在可再生能源的生产上，而且这部法律是非常成功的。在某种程度上，这部法律过于成功了，因为由此产生的电量增长过快，导致价格下跌，气体发电站失去重要性，反而是石煤和褐煤的焚烧日益在增加。这一发展状况不是人们所想要看到的，但同时是难以影响的，这也是因为发电站拥有多年的运营许可，这不是说废除就废除的。此外，需要提醒的是，这些发电站是就在若干年前在达成普遍共识情况下设立的，以便摆脱对石油和核能的依赖。

而且，成本的迅速上涨也是出其不意发生的，而且也同样是难以调控的。每年，相关专家为各种可再生能源确定新的保证价格，但他们事实上无法可靠估计，风力涡轮机、太阳能设备和生物质发电站的费用在实际上会如何发展。与此相应，就出现了畸形发展状况，其中包括光伏设备的繁荣。当光伏设备的安装费用比保证价格显著更快地下降之时，就出现了非常好的收入可能性。由此，在2009年和2012年间，每年安装了7.5吉瓦的容量，以

至于这类设备的比例迅速上升。但是，上涨更快的是为此支付的补贴，这些补贴在2014年几乎占了总金额的49%，而这些设备由于其开工率很低，生产的电力仅为从可再生能源中所获得电力总量的25.1% (BDEW 2014: 69)。

由于这一补贴在其他可再生能源方面也在上涨，《可再生能源法》在2014年做了重要修改(EEG 2.0版)，以便更好地调控进一步的发展态势，并避免成本的迅速上升。此外，该修改法降低了各种可再生能源的资助费率，限制了其在量上的增长幅度，并为未来几年规定了扩建要达到的目标。在具体内容上，这份规定是极其复杂的，只有那些如今必须遵守近4000种偿付方式的专家才能理解。也存在着某种灵活性，例如当现有的风车必须由新的、更高功率的风车替换掉[重新改造(Repowering)]。其目的无论如何是显而易见的。这一新规定旨在确保资金上的可承受性和供应安全。

但是，它们只涵盖了在未来几年要产生的费用中的一部分，以便建立更好的储存可能性，扩建网络，或者保有发电站作为储备。为此，光是扩建电网的费用就被估计在275亿欧元和425亿欧元之间(Monopolkommission 2013: 121)，而存储器、智能抄表器等方面的费用是难以计算的，却又相当可观的。为了使费用保持在很低水平，也在讨论对资助模式进行彻底改变。自从《可再生能源法》通过以来，这种资助主要基于价格和接收保障，它们提供了投资安全性。

这些保障不仅适用于风力涡轮机、生物质设备或光伏板，以及由此适用于可再生能源的生产，而是也适用于各种对于能源的运输、利用或存储所必需的基础设施。由此，网络运营商同样获得固定承诺，而电线杆沿线的居民应分享网络的收入。与此相关的利润率可能不会特别高，但是提供了稳定的收入，因而是有吸引力的，特别是因为目前其他的投资形式几乎没有利息收益。类似的规定如今也要求发电站运营商把企业作为储备加以保存，并要求那些抽水蓄能式发电站的建造者以及众多其他同样对此做出贡献者，均衡波动状况和提供供应安全。在这个背景下，威胁要关闭伊尔兴发电站也可看作是为以后的运营保留补贴的尝试。

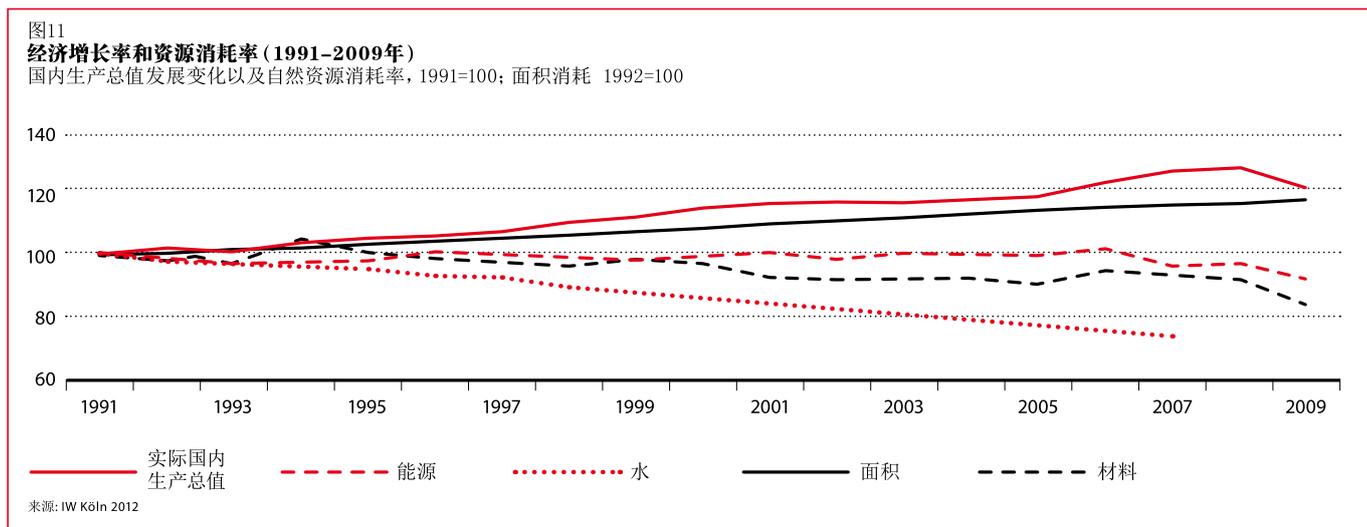
保证价格取得了所述成果，但也导致了畸形发展状况和不必要的支出，尤其是促成了人们认为能获得同样有保证的收入期待。因此，有考虑在能源转向中更多地引入市场要素和竞争。一种可能性或许在于，对于减少一定

数量二氧化碳排放或通过可再生能源生产一定数量电力的运营商支付一笔奖金。谁若是依然能提供最廉价的价格，就能获得一笔附加费，并由它自己决定如何实现目标，无论是通过光伏设备、风力涡轮机、节能还是通过其他工艺。就和排放许可证一样，这一考虑是无可抗拒的。但是，至今为止的经验不是明白无误的，以至于预计会有进一步的推进和讨论，特别是因为每一种改变会搅动现有的结构和利益。

经常讨论的还有这样一个问题，工业企业是否应适当参与承担可再生能源的费用。这里针对的不是整个工业界，这是因为2014年工业界有约96%的企业也和商业、服务业等领域的所有企业一样，缴纳了全额的《可再生能源法》规定的分摊费。相反，有争议的是大约2000家工业企业，它们在不同程度上被免缴《可再生能源法》规定的分摊费，并因此只是部分承担或根本不参与承担能源转向的费用。这显得“不公正”，主要是因为减免企业的挑选标准并不总能让人信服。但经常被提到的、获得免缴的高尔夫球场只是一种传说。不过，的确有获得优惠的企业，其减免的理由不让人信服。但是总体而言，主要是那些其竞争力依赖于廉价能源的企业得到了免缴分摊费的待遇。其中包括消费大量电力的炼铝厂，但是还需要廉价电力用于有轨电车和地铁的短途交通企业，此外还有使用耗电密集的计算机的天气预报部门。

这些企业的数量是很小的，但是它们消费了约20%的电力，以至于它们所获得的优惠形成的金额规模约为40亿欧元。如果没有这些优惠，那么《可再生能源法》规定的分摊费就能从240亿欧元降低到200亿欧元，但是这又带来了新问题。这是因为那些依赖于廉价电力的企业，由此必须通过其他途径得到减负。或者它们必须实现更高的收入，例如通过提高乘车票价。当时的红绿联合政府已经看到了这个问题，因此在2003年将免缴的可能性以及由此将费用的再分配作为“特殊的补偿规定”加以引入。在这个方面采取纠正措施是可能的，享受优待的企业数量可以降低。但是，节约可能性很可能是有限的，以便不至于对用电密集型企业造成过度负担。

但是，这些企业也和所有那些从交易所或直接向能源企业购电的企业一样，能从不断下降的电价中获益。在有限范围里，私人家庭也能享受，如果他们更换供应商的话。但是，在他们那里，节能可能性是有限的，而拥有足够大需求的企业可以在其供应商那里索取一段时间以来不



断下降的交易所价格。因此,在经济界也有能从不下降的电价中获利的企业。原则上可以想象的是,把其中的一部分利润撇去,并为此引入专门的税种或特别附加费。但是这要花费很大精力,会使得已经非常复杂的能源转向的格局变得更加复杂,因此很可能没有实现的机遇。

想要在各联邦州之间进行的再分配上做些改变,也同样是艰难的。这些联邦州从能源转向中的获益是非常不同的,这是因为风力涡轮机、生物质设备和光伏设备以及其他装置的分布是不均的。石勒苏益格-荷尔斯泰因州、梅克伦堡-前波莫瑞州和北部地区生产的可再生能源的量特别大,实现了盈余,并且也因为风力涡轮机的建造与设置创建了工作岗位而从中得利。由于这些地区经历着经济上的艰难时期,可再生能源就像一项经济促进计划那样在起作用,它也在其他地方创建了工作岗位。创建的工作岗位在2012年估计为近40万个,但是,这个数字必须小心看待,因为由于能源转向,也有一些工作岗位消失了,例如在常规发电站中的工作岗位。此外,还应审视的是,为此所使用的资金是否是他处所缺乏的,而且那里可能同样可以创建工作岗位。

在各个联邦州中,2013年又是巴伐利亚州实现了最大的盈余,但是巴伐利亚州其实并不需要这类资助,而受到危机缠绕的北莱茵-威斯特法伦州则外流了29亿欧元,由此承受着最大的赤字之苦。最后,还有一个社会再分配问题。这是因为从资助中获益的主要是中等和高等社会阶层的家庭,他们承受得起光伏设备建造的钱,并为此获得补贴,以至于发生了有利于他们的再分配。而较贫困的人没有获得补贴的份,但与此同时,由于电价提高了,他们必

须将它们微薄的收入中的更大部分用于支出电费。

3.效率和节约

在关于能源转向的讨论中,从一开始就强调了更高效和节约地利用能源的必要性。艾普勒在他1979年撰写的文章中也指出了这一点;紧跟他的观点的有福尔克·豪夫和众多专家,由此就抓住了一个在19世纪已经广泛传播的论据,当时能源很昂贵,也因此其利用就很少。随着煤炭以及其后油的崛起,能源的价格回落。“焚烧的时代”开始了,并正如1900年左右化学家克莱蒙斯·温克勒 (Clemens Winkler) 就已经在抱怨的,导致了化石能源的“无谓的浪费”(Winkler 1900: 4f)。

直到1973/1974年的石油危机才改变了局势。随着石油危机的爆发,石油和其他资源的价格上涨,以至于单单出于经济原因就值得限制消费。自此以来,取得了显著的成果(参见图11)。传统上,经济的增长会导致能耗也更多,而如今成功地使得这两个过程彼此部分地相互脱钩。经济能够增长,而资源消费也同时停滞、甚至回落。但是,这个论断主要适用每个产品的能耗,而总能耗只是缓慢地下降,部分地甚至根本未下降。此外,如果效率提高后导致消费者方面的成本减少,这又会拉动消费增长,那么就可能会导致所谓的“反弹效应”的出现,例如轿车即如此,耗燃料少的发动机会导致购买的车子更多,从而使得消耗的资源也更多。

与此相应,还要指出两项挑战。一方面,在工业国家里,资源的消耗还依然太高,因此必须显著降低。为此,

恩斯特·乌尔里希·冯·魏茨泽克 (Ernst Ulrich v. Weizsäcker) 和其他专家一起于1995年向罗马俱乐部提交了一份新的报告 (Weizsäcker et al. 1995)。他在其中呼吁, 日益提高的劳动生产率不要像至今为止的那样用于在劳动投入减少的情况下生产更多的东西, 相反, 劳动生产率的提高应服务于更节约地对待大自然及其资源的目的。如果能够做到将自然物品的利用效率提高为现在的四倍, 那么, 资源的利用量可以减半, 而与此同时福祉水平翻倍。其结果将是一个因子“4”, 它可以通过一场效率革命来实现。

虽然能耗还继续在下降, 我们离上述目标还非常远。联邦政府致力于在2050年前将一次能源消耗与2008年相比降低50%。这是一个高要求的目标, 此外, 它将比可再生能源的扩建, 更严重地影响政策措施。可再生能源的扩建至今主要基于资金上的奖励, 如果支付补贴, 它也可以适用于房屋的隔热、汽油消耗的降低和设备的利用。但是, 为此必须使用税金, 它们只是有限可供支配, 且它们的使用总是造成不同意见。因此, 旨在要求更有效隔热、降低汽油消耗或安装热能泵的、更为严厉的规定至少同样重要。和资金上的激励措施一起, 它们将促成能源利用上的更大的节约和更高的效率, 不过这一切更多的是需要逐步去实现。魏茨泽克所说的效率革命尚不可见, 而且只要能源价格不是再明显上涨, 很可能难以实现。这是因为更节约地使用能源和其他资源的最重要激励毕竟是不不断上涨的成本。

(七) 环境相宜性

在能源转向方面, 生态可持续性的问题是很容易回答的。主要能对此做出贡献的情况是能源(和其他资源)的消耗的降低。第二种最佳可能性在于, 扩大可再生能源的贡献。可再生能源所产生的外部成本是最少的, 并特别能够使得温室气体的排放显著降低。在2013年, 节约了1.458亿吨排放, 对此, 太阳能、风能、水力、生物质和其他能源做出了贡献。但是, 生物质的利用凸显了一个问题 (BMW i 2014: 7)。生物质有助于减少温室气体排放, 但是, 如果产生单一种植, 给污水添负, 或者威胁到生物多样性, 也会带来显著的生态上的不利后果。与此相对应, 生物质的进一步扩建受到限制, 而在可再生能源方

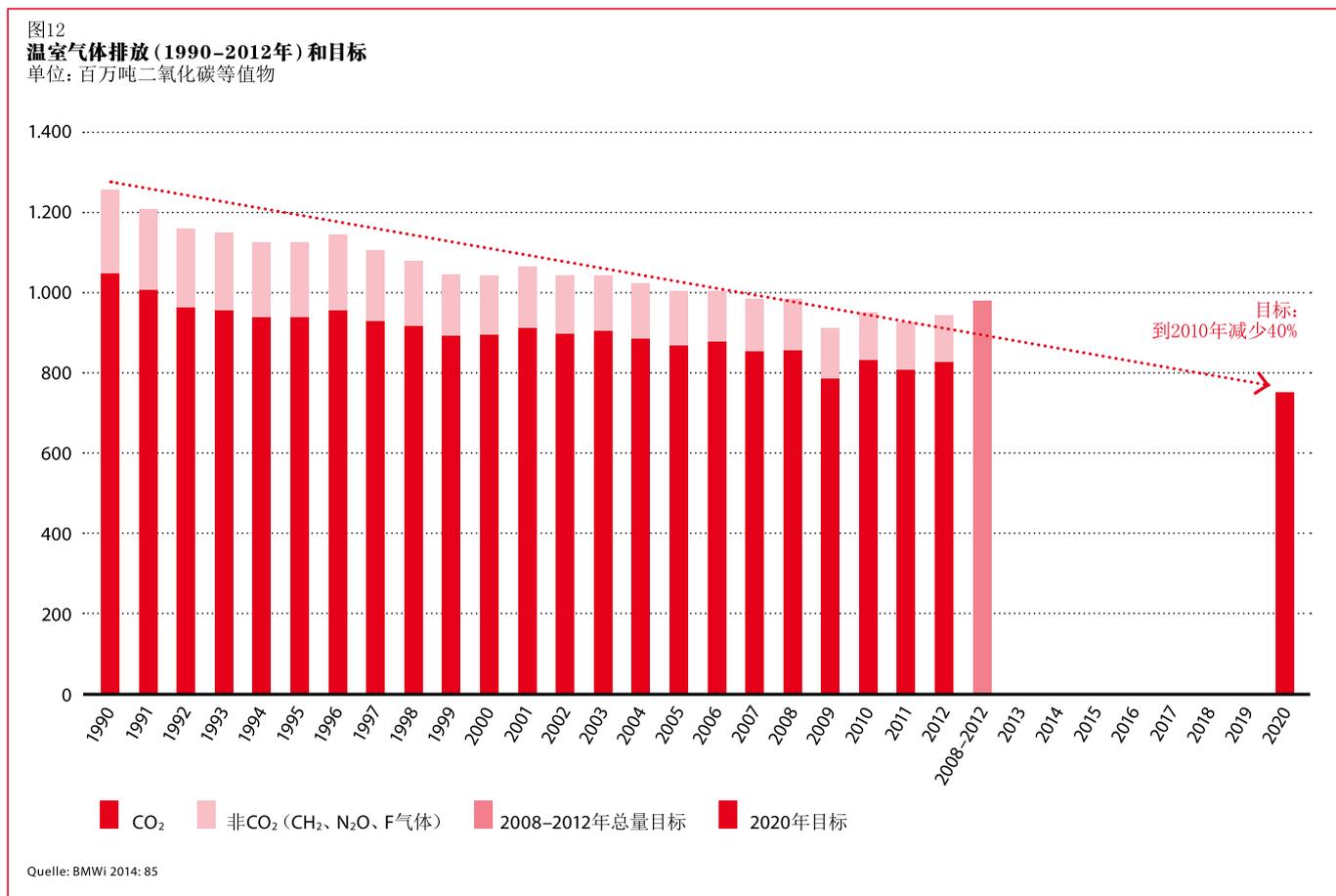
面, 生态上的结算结果仍然总体上是正面的。

这一结算结果也包含有健康方面的考量。利用化石能源载体和由生物作用产生的能源载体, 不仅会产生温室气体, 还会产生其他有害物质, 例如氧化氮、精细粉尘或贡排放。这些不仅给环境带来负担, 而且危害人类健康, 其排放必须尽可能大幅降低。此外, 气候变化除了导致恶劣天气增加外, 会导致物种多样性和生活空间的丧失, 而可再生能源的进一步扩建也会导致对大自然和景观的干涉。为此, 需要小心选择适当的区位, 以便限制这类影响 (BMW i 2014c: 10)。

尽管存在着这种原则上积极的结果, 但是自能源转向实施以来, 二氧化碳的排放几乎未曾下降。在1990年以后, 二氧化碳排放出现了显著减少, 但是这主要是因为位于前民主德国的释放特别大量温室气体的企业关闭了。如果官方说明为此将1990年作为参照值, 并表示环境政策取得了成功, 那么这背后也隐藏着一个偶然的一次性效应。同样有些美化的是有关可再生能源在2013年节约了1.458亿吨温室气体的说法。这个数字是正确的, 只不过只有8430万吨是《可再生能源法》及其偿付的结果。其余的、毕竟占42%的节约量是由水电站、木材焚烧和其他传统能源实现的, 它们即使没有能源转向也会做出这一贡献 (BMW i 2014: 7)。

虽然上述说明有些美化, 但是1990年以后排放下降了, 并于2009年达到其最低值。但是, 在这之后, 它们重又增长, 并且2012年在二氧化碳方面几乎重又达到2000年的水平 (参见图12)。2014年的当前数字稍许令人高兴些, 但是主要是由于较为温暖的冬季的影响 (AGEB 2014)。因此, 能源转向的一个中心目标至今才部分得到实现。此外, 恰恰在可再生能源经历了如此迅速增长的过去几年, 情况变得糟糕了。对此有一个简单的解释。可再生能源的增长导致了前述电力的过度供给和价格的不断下降, 与这一价格能够竞争的恰恰是褐煤与石煤发电站。这是因为它们生产的电力特别廉价, 并扩建了它们的份额。

这一过度供给还将持续若干年。令人感到高兴的是, 化石发电站使得供应安全变得容易。供应安全是一个重要的目标, 但是同时必须能成功地减少温室气体的排放。出于上述原因, 排放许可证暂时可能还对此没有贡献。正如日益提出的要求, 或许可以作为替代方案, 通过政策规定来使煤炭和褐煤的使用变得困难



(Greenpeace 2015)。而这里也是细节中隐藏着大问题。因为发电站都持有前述的长年许可，许可的吊销会带来法律问题和额外的成本。另外，这些发电站提供了工作岗位，许多不是掌握在匿名的“资本家”手中，而是能源供给商或乡镇手中。

在能源供给商方面，占主导的还是大康采恩，它们长时间以来为能源转向设置障碍，乃至加以阻挠，它们一直到若干年前还在能源业务中得利颇丰。这样的黄金时光一去不复返了，这并未引起同情心。不过，股东方面还包括养老基金、保险基金或乡镇，它们由于其份额的贬值以及红利没有了，承受着痛苦的损失。鲁尔区的乡镇尤其如此，它们在发电站提供良好红利并为财政融资的年份里购入了这些发电站。而现在，这些发电站对于已经囊中羞涩的市镇而言是一个严重负担，以至于决定支持或反对石煤和褐煤发电站必须权衡众多彼此相互矛盾的利益和目标。

德国联邦经济部长西格玛·加布里尔 (Sigmar Gabriel) 在2015年3月肯定也获悉了这一点，当时他建议，将2014年3.49亿吨的二氧化碳排放至2020年降低

到2.9亿吨。受此影响的主要是释放许多二氧化碳的、较老的石煤与褐煤发电站。根据该建议，这些发电站必须在这方面接受上限，在超过时支付每吨二氧化碳18至20欧元的“气候费”。运营商必须随后决定，它们到底是支付这笔气候费、限制生产还是关停发电站。环境基金会 (WWF) 认为这或许意味着“迈入可信的气候保护”，这是因为“最老的和肮脏的发电站”逐步被剔除出去了 (Süddeutsche Zeitung 2015)。但是这一“进入”威胁工作岗位，不仅是在相关的发电站，而且也威胁到零配件供应企业和褐煤开采业的工作岗位。像德国联合服务业工会 (ver.di) 主席弗兰克·比斯尔斯克 (Frank Bsirske) 所担心的，由此10万个工作岗位受到了威胁，显得有些夸张了 (Hamburger Abendblatt 2015)。但是，工作岗位无论如何会受到冲击，这发生在结构薄弱、资金贫瘠的地区。然而，这里所发生的结构变迁是无法避免的。但是重要的是，不能给这种变迁添加额外负担。

这些决定由于核电站的终止而变得困难。如果它们的运行终止了，不只是电力市场上的丰富供应要下降，要

知道这种丰富供应在一段时间以来促成了低电价；此外，保障供应安全也可能变得更难；最后，核电站关闭后，只制造很少量温室气体的电力生产商也消失了。可再生能源应作为替代，但是它们仍然需要石煤和褐煤发电站，以便确保可靠的供应。因此，电网的扩建不仅有助于将从风力涡轮机获得的电力从北方传输到南方，而且还有从这些发电站获得的电力。气体发电站可作为替代，它们释放的有害物质要少得多，而且能只设置计划中的三根电线杆中的两根。但是，它们一旦建成和运行后，就会存在许多年，由此使得可再生能源的进一步扩建变得困难。而且，它们和褐煤的利用相比，会造成更高的费用，以至于其运营商也要求财政支持。

尽管有这样的不明了而又矛盾的状况，气体发电站很可能在未来几年重新获得更大的重要性，并正如全世界范围已经发生的那样，排挤煤炭。对此的一个重要原因是所谓的水力压裂。在下萨克森州，这项技术从1960年代以来已经加以利用，未造成显著的问题。但是，如今应运用新的、被称作非常规的工艺，即水和石英砂以及化学物品混合在一起，用高压压制成页岩和煤炭成层岩，以便释放那里存在的气体。批评人士提醒当心所使用的化学物品，并怀疑在德国使用这一技术的必要性（Sachverständigenrat für Umweltfragen 2013）。2015年3月底，联邦政府通过了一份法律草案，禁止在深度低于3000米的地方以及敏感的自然保护和供水区域进行水力压裂，但仍然允许科学的试样钻探。其后，将由一个专家组成的委员会进行评估，该评估也可能会允许具体情况下进行水力压裂（Frankfurter Allgemeine Zeitung 2015）。

对于那些把水力压裂看作危险和多余的人而言，这些规则还不够严厉，因为它们仍然允许实施此项工艺。相反，那些把水力压裂的危险评估得较低且把它视作可控的人，认为那是一部起阻碍作用的法律。这些立场相互对立、不可调和，而且由于要考虑非常不同的方面，再次难以做出清晰的判断。例如在美国，通过引入水力压裂，使得气体如此廉价，以至于煤炭发电站无法再与之竞争，而且其二氧化碳排放下降了。而且，全世界范围由此产生的气体会排斥煤炭发电站。从气候视角看，应该优先选择直接过渡到可再生能源。但是，鉴于煤炭在全世界范围的重要性以及相应电站的扩建计划，这些影响是在对水力压裂全球评估时至少要考虑的。

最后，现代的石煤与褐煤发电站也能为能源转向做出贡献，并作为搭桥技术。这一说法可能会让人感到吃惊，因为原则上必须尝试尽快降低它们的贡献。在德国，这个目标可以实现。但是，只要这种化石燃料在全世界范围是廉价且丰富可供支配，那么它们就将在中国、印度和其他国家保有一个重要的地位。虽然在那里已经出现限制或甚至减少煤炭消耗的迹象。但是，到那时还有很长一段路要走。因此，可能有意义的是，利用本国现有的知识，改装现有的煤炭发电站或开发新的煤炭发电站，目的是实现更高的有效系数，并减少二氧化碳排放。在旧的工艺和新技术之间存在着显著差异，以至于中国和印度高效的煤炭发电站可以改善全球的气候结算结果，特别是当能够阻断和存储二氧化碳的情况下。

四

结论

每一个陈述总要有个总结，它应该是扼要且明晰的。对于能源转向而言，要做到这两点都很难。这个计划是如此复杂和高要求，以至于前面的章节只能挑选出个别方面进行简述。一句著名的谚语有云“魔鬼存在于细节之中”。这恰恰适用于能源转向，在它身上，有那么多问题相互关联且一再不可预估的结果出现。与此相应，这里所介绍的论断无法进行简要概括。而且，这些论断无法简化为明确的结果。

只能在某种程度上明确确认的是，能源转向仍然得到了广泛支持，而且人们有着显著的、承担与此相关成本的意愿。此外，联邦政府的目标是可以清晰表述的：它想要在2050年前将可再生能源对一般能耗的贡献提高到60%，对电力供应的贡献提高到80%，对气候有害的气体的排放减少同样的百分比，以及将一次能源的消耗减半。这些目标是雄心勃勃的，但原则上是可以实现的，虽然在具体情况里，哪些解决方案是值得推荐的，哪些措施是下一项措施，或者哪些措施是特别现实的，这些是有争议的。这里仅举一例：在2020年，是否真的如联邦政府所努力争取的，德国会有100万辆电动汽车在马路上行驶呢？如果我们实现这个目标，并与此同时压缩化石能源、包括汽油的利用，那么作为替代我们可能需要更多电力。电力消耗在2050年前如此大幅地、如官方所规定的那样降低，这是现实的吗？

这些问题目前还无法给予清晰的回答。更确切地说，能源转向处于某种悬浮状态中，虽然一方面仍然必须采取具体措施，但另一方面存在着针对各个步骤和基本导向的不确定性。是否不久以后会有有效的存储器和生态上更为持久的方法，以便生产生物质？光伏设备和风能设

备是否会更高效，它们能否提供更高的负荷，并以此提高供应安全？在隔热和节能方面会出现必要的成果吗？是否仍然应由价格和接收保障占主导，还是说市场要素能提供更廉价的解决方案？分散化是否将会进一步迈进，以及我们能否更好地将需求与供给相适应？

对这些问题的回答只有在欧洲框架下找到。因此，为了推进德国的能源转向，相应构建至今还很年轻的能源联盟，这对于德国社民党来说有着根本性意义。但是：即使如此，暂时无法给出明确的答案。相反，不确定性还将持续，这要求我们平行地尝试各种不同的方案，并从得到考验的经验中进行学习。换句话说：能源转向是这样一种进程，其目标已经大致确定了，但其具体过程一再经历着变化。

鉴于我们面临着气候变暖，这种不确定性可能会引起人们的绝望。难道不是正需要强力且有效的紧急措施？原则上可能如此，但事实上这样的紧急措施并不存在，甚至包含着此前落实的决定后来被证明是错误的且很难加以修正的危险。因此我们必须承受这种不确定性，但这并不意味着两手一摊、无所事事。完全相反：只有当我们接受这些与能源转向相关的困难和矛盾，以及只有当我们不断启动新的“助跑”以实现其目标，我们才能克服这种不确定性。

在这个过程中，社民党将继续承担重要任务，这项任务是社民党在能源转向过程中长期以来就承担的：实现得利者和失利者之间的均衡；考虑不同的利益，找到妥协方案，尤其要确保这个高水平的计划所要求的共识。这不是一项简单的任务，它不只是会收获感谢。但它对于实

图示目录

- 12 **图1** 德国可再生能源发电量发展情况(1990-2012年)
- 13 **图2** 能源转向的现状与目标
- 14 **图3** 油价发展变化情况(2002-2014年)
- 17 **图4** 可再生能源载体提供的终端能源(2013年)
- 18 **图5** 陆上风能: 容量、发电量和偿付款的地区分布(2012年)
- 19 **图6** 2014年的电力混合来源
- 21 **图7** 1990年以来温室气体排放总量的发展变化情况
- 23 **图8** 家庭电价的发展变化情况(1998-2015年)
- 24 **图9** 煤炭价格、天然气价格和二氧化碳价格之间的剪刀差(2008-2014年)
- 25 **图10** 优先次序效应图示
- 27 **图11** 经济增长率和资源消耗率(1991-2009年)
- 29 **图12** 温室气体排放(1990-2012年)和目标

缩写目录

- AGEB** 能源结算工作共同体(注册社团)
- AKW** 核电站
- BDEW** 能源与水力联邦联合会(注册社团), 总部位于柏林
- BIP** 国内生产总值
- BMWi** 联邦经济与能源部
- bpb** 联邦政治教育中心
- EEG** 《可再生能源法》
- EU** 欧洲联盟(欧盟), 这个国家联合体成立于1992年, 目前在欧洲有28个成员国(2015年)
- EWG** 欧洲经济共同体, 1958年成立, 当时由6个欧洲国家构成
- KWK** 热电联耦
- MwSt** 增值税
- UBA** 联邦环境署

词汇表

电网收费条例分摊费 (§ 19 StromNEV-Umlage) : 《电网收费条例》(NEV) 的这个条款允许部分电力消费大户免缴网络费。

生物多样性 (Biodiversität) : “生物多样性”的概念描绘的是物种内的多样性、物种间的多样性, 以及生态系统的多样性。

由生物作用产生的 (Biogen) : “由生物作用产生的”概念描绘的是一种生物性/有机性来源。

生物质 (Biomasse) : “生物质”的概念包括各种有机来源的材料, 例如排泄物。在能源技术里, 人们把它理解为可以获得能源或用作发动机燃料的各种产品。

热电联产 (Blockheizkraftwerk) : 热电联产(往往)是用于获取电力和/或热量的(较小型的)装置, 它们一般设置在由此产生的热和电被利用的地方。

搭桥技术 (Brückentechnologie) : 搭桥技术旨在使过渡变得更容易。由此, 气体发电站可以用作为过渡到可再生能源的桥梁, 这是因为它们与其他化石发电站相比, 释放更少的二氧化碳。

布伦特兰报告 (Brundtland-Bericht) : 布伦特兰报告“我们共同的未来”是在格罗·哈莱姆·布伦特兰(挪威前首相)领导下公布的。报告中有关的是可持续发展的意义。

终端总能耗 (Bruttoendenergieverbrauch) : 终端总能耗包括最后消费者的能耗以及在制成设备与运输过程中的损失。可再生能源的终端总能耗是家庭、交通业、工业和加工业、商业、服务业终端能耗的总和, 外加能源转换部门的能耗以及功率损失和火焰热量损失。

国内生产总值 (Bruttoinlandsprodukt) : 国内生产总值是在一年之内在一个国民经济体的内部生产的所有物品(货物和服务)的总价值, 扣除所有预先实施的劳动。

总发电量 (Bruttostromerzeugung) : 总发电量包括一个国家的总的发电量。在扣除能源生产设备的自身消耗后, 剩余的就是净发电量。

总电耗 (Bruttostromverbrauch) : 总电耗等于总的国内电力获取量(风、水、太阳、煤炭、油、天然气和其他)之和, 外加来自国外的电流, 扣除流向国外的电流。净电耗就等于总电耗减去网络和传输损失。

罗马俱乐部 (Club of Rome) : 罗马俱乐部于1968年在罗马建立, 如今是一家由众多富有影响力的政治家、科学家和企业家组成的全球智库。1972年公布了名为《增长的极限》的报告, 它主要指出了资源的有限性。

需求负荷管理 (Demand Lastmanagement) : 这指的是需求方对负载的有目的的调控。

撒哈拉沙漠太阳能发电计划 (Dertec) : 这是众多企业、环保组织和个人组成的联合体的名称, 其目的是在富含能源的地方生产生态电。这个联合体为人所知是在撒哈拉生产光电并传输到欧洲的计划。

能源供应的分散化 (Dezentralisierung der Energieversorgung) : 分散的能源供应规定的是要在能源消耗地的附近生产能源。

差额成本/《可再生能源法》分摊费 (Differenzkosten/EEG-Umlage) :

差额成本, 或者也被称作《可再生能源法》规定的分摊费, 是指对从可再生能源中获取的电力的偿付及其销售所形成的、支出与收入之间的差价。

排放许可证 (排放权) [Emissionszertifikate (Emissionsrechte)] : 为了排放一定量的二氧化碳, 发电站和特定的工业设备必须购得二氧化碳排放许可证。这个量是有限的, 且随着时间的推移而逐步减少。

终端能源 (Endenergie) : 被称作终端能源的是, 在全部扣除损失后、以热能、电力或发动机燃料等形式供消费者支配的能源。具体能源形式可以是远距离供热、电力、碳氢化合物, 如汽油、煤油、燃油, 或木材以及各种气体, 如天然气、沼气和氢。

终端能耗 (Endenergieverbrauch) : 终端能耗是一次能源的一部分, 它在扣除传输和能源转换损失后到达消费者那里, 供其进一步利用。

能效 (Energieeffizienz) : 能效是指能源转换过程中尽可能高的效率, 或者是指大楼、设备和机械尽可能少的能耗。

能源生产率 (Energieproduktivität) : “能源生产率”的概念指的是能源投入的效率。

可再生能源 (Erneuerbare Energien) : 对于可再生能源, 人们可以理解为从诸如水力、风、阳光、生物质和地热等可持续来源获取的能源。与诸如石油、天然气、石煤、褐煤以及核燃料铀等化石能源载体相反, 这些能源来源不会消耗光, 而是可再生的。

《可再生能源法》 [Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)] : 这部2000年通过的法律规定, 网络运营商必须优先接收可再生能源, 规定了各种能源生产类型的补偿率(保证价格), 并规定, 额外成本分摊到所有电力接收者身上。

外部成本 (Externe Kosten) : 外部成本是那些由于经济活动产生的、但未包含在市场价格中的成本。对此的例子有环境或健康损害。

精细粉尘 (Feinstaub) : 精细粉尘是指最小的液态与固态的复杂混合物, 最大直径为10微米(μm), 最小为直径小于0.1微米(μm)的颗粒。

化石能源载体 (Fossile Energieträger) : 化石能源载体由生物质构成, 是在数百万年过程中在高压高温情况下产生的。属于其中的有石油、天然气以及褐煤与石煤。通过它们的利用, 释放出诸如二氧化碳等温室气体, 这对气候产生有害影响。

水力压裂 (Fracking) : 通过被称作水力压裂的方法, 在岩层中的油气储备可以以非常规方式开采。此外, 由水、沙和化学添加物组成的混合物通过高压压制到岩层中, 以便瓦解这些岩层。

地热 (Geothermie) : 地热意味着利用储存在最上表地层或地下水里的能源。视温度与需求的不同, 那里的温度可以用来提供热量、制成气候冷量或存储能量。

电热耦合 (Kraft-Wärme-Kopplung) : “电热耦合”的概念说明的是在一个固定的技术装置中将燃料同时转换成电能和有效热。

优先次序效应 (Merit-Order-Effekt) : 优先次序是指发电站投入地的顺序。这个顺序是由发电的边际成本确定的, 据此, 先是成本低的发电站投入使用。效应指的是从中产生的对电力交易所价格的降价效应。

光伏设备 (Photovoltaikanlagen) :光伏设备能够将太阳能转换为电能。

一次能源 (Primärenergie) :“一次能源”的概念包含了已经解释过的终端能源,但是此外还包括那些扣除,如由于转换或传输造成的能量损失。

一次能源消耗 (Primärenergieverbrauch) :“一次能源消耗”的概念指的是能源载体的国内产量和外贸余额之间的差,扣除海洋储料以及兼顾存储状态的变化。

抽水蓄能式水电站 (Pumpspeicherwerk) :抽水蓄能式水电站的目的在于,在电力过度供应和/或电价特别低的情况下,将水抽出泵入一个存储器(通常是一个水库),并在有特殊需求的情况下,借助于这个存储器生产电力。在能源转向中,它们应作为储备,以便均衡电力供应中的波动状况。

反弹效应 (Rebound-Effect) :通过提高效率,在生产和使用中所需的资源减少了。因为由此也降低了消费者的成本,会促使消费者更大量地购买和/或更密集地利用更廉价的产品。结果是,单个的产品确实需要更少的资源,但是总的资源消耗甚至还会上升。

重新改造 (Repowering) :重新改造意味着,旧有的风力发电站通过更新,能更高效地加以利用,但是,现有设备仍然继续加以利用。

酸雨 (Saurer Regen) :“酸雨”的概念指的是pH值比纯净水更低的降雨,形成酸雨的主要原因是空气污染,尤其是通过构成酸的废气造成的。酸雨损害大自然与环境,被认为是所谓的森林灭绝的主要诱因(部分摘自维基百科)。

智能电网 (Smart Grids) :通过新的数字技术,应使电力生产、电力运输和负荷管理有效地相互联系。

多轴纺织机 (Spinning Jenny) :多轴纺织机指的是第一台用于纺织生产的工业机械。

电网 (Stromnetze) :“电网”的概念在能源技术里指的是由电线、整流器和变电站以及与之相连的发电站和消费者组成的网络。

温室气体 (Treibhausgas) :温室气体是指空气中气体形式的、会促成温室效应的气体。它们可以有自然的来源,但也可以是由人类行动形成的。重要的温室气体是二氧化碳、甲烷、一氧化二氮(笑气)、氟化氢、六氟化硫和聚三氟氮。大量二氧化碳在化石能源燃烧过程中被释放了出来。

海啸 (Tsunami) :“海啸”的概念指的是海浪潮,它是由地震引起的,长距离传播,规模大,且会造成致命的损害。

环境热量 (Umweltwärme) :这个概念描绘的是包含在空气中、土地里或地下水中的热量,可以被利用为能源供应者。对此起作用的是热泵。

有效系数 (Wirkungsgrad) :有效系数(有效系数原则)是编制能源结算表时统计上的评价方法。由于没有如热值一样的统一的转换系数,能源以有效系数进行评估。核能的有效系数为33%,以风力、太阳能和水力发电的效率为100%。

参考文献

- Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) 2013: Auch am kürzesten Tag des Jahres liefern Erneuerbare Energien reichlich Strom, <http://www.unendlich-viel-energie.de/auch-am-kuerzesten-tag-des-jahres-liefern-erneuerbare-energien-reichlich-strom> (14.7.2015).
- AEE 2014: 92 Prozent der Deutschen wollen den Ausbau Erneuerbarer Energien, <http://www.unendlich-viel-energie.de/92-prozent-der-deutschen-wollen-den-ausbau-erneuerbarer-energien> (16.7.2015)
- AGORA Energiewende 2015: Die Energiewende im Stromsektor: Stand der Dinge 2014, Berlin.
- Alt, Franz 1994: Die Sonne schickt uns keine Rechnung: Die Energiewende ist möglich, München.
- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AG Energiebilanzen) 2014: Energieverbrauch in Deutschland: Daten für das 1. bis 4. Quartal 2014, Berlin, http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=quartalsbericht_q4_2014.pdf (4.2.2015).
- Barthelt, Klaus; Montanus, Klaus 1983: Begeisterter Aufbruch: Die Entwicklung der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland bis Mitte der siebziger Jahre, in: Hohensee, Jens; Salewski, Michael (Hrsg.): Energie – Politik – Geschichte: Nationale und internationale Energiepolitik seit 1945, Stuttgart, S. 89–100.
- Bataille, Marc; Hösel, Ulrike 2014: Energieeffizienz und das Quotenmodell der Monopolkommission, DICE Ordnungspolitische Perspektiven 57, Düsseldorf.
- Bofinger, Peter 2013: Förderung fluktuierender erneuerbarer Energien: Gibt es einen dritten Weg?, Gutachten im Auftrag der Baden-Württemberg Stiftung, Würzburg.
- Brandt, Leo 1957: Die zweite industrielle Revolution, München.
- Brüggemeier, Franz-Josef 2014: Schranken der Natur: Umwelt, Gesellschaft, Experimente 1750 bis Heute, Essen.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2014a: Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2013, Berlin.
- BMWi 2014b: Erneuerbare Energien in Zahlen: Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2013, Berlin.
- BMWi 2014c: Zweiter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“, Berlin.
- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) 2014: Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2014), Berlin.
- BDEW e.V. 2015: Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2015), Berlin.
- Bundeszentrale für politische Bildung 2015: Die Talfahrt des Ölpreises, <http://www.bpb.de/politik/hintergrund-aktuell/200167/entwicklung-des-oelpreises> (14.7.2015).
- Deutsche Energie-Agentur 2012: dena-Verteilnetzstudie. Ausbau und Innovationsbedarf der Stromverteilnetze in Deutschland bis 2030, Berlin.
- Ehrhardt, Hendrik; Kroll, Thomas (Hrsg.) 2012: Energie in der modernen Gesellschaft: Zeithistorische Perspektiven, Göttingen.
- Eppler, Erhard 1979: Die Bundesrepublik gleicht einem schlecht isolierten Haus, in: Frankfurter Rundschau, 27.6.1979, S. 14.
- Ethik-Kommission Sichere Energieversorgung 2011: Deutschlands Energiewende: Ein Gemeinschaftswerk für die Zukunft, Berlin.
- Europäische Kommission 2015: MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS, DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN UND DIE EUROPÄISCHE INVESTITIONSBANK: Rahmenstrategie für eine krisenfeste Energieunion mit einer zukunftsorientierten Klimaschutzstrategie, 52015DC0080 Final, Brüssel
- Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS) 2010a: Staatliche Förderungen der Stein- und Braunkohle im Zeitraum 1950–2008, FÖS-Studie im Auftrag von Greenpeace, Berlin.
- FÖS 2010b: Staatliche Förderungen der Atomenergie im Zeitraum 1950–2010, FÖS-Studie im Auftrag von Greenpeace, Berlin.
- Frankfurter Allgemeine Zeitung 2015: Abgeordnete stellen sich gegen Fracking-Gesetzentwurf, <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftspolitik/kabinett-beschliesst-fracking-gesetzentwurf-in-deutschland-13517422.html> (16.7.2015).
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) 2013a: Kohleverstromung zu Zeiten niedriger Börsenstrompreise, Studie im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen, Freiburg.
- ISE 2013b: Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien, Freiburg.
- ISE 2014: Kurzstudie zur historischen Entwicklung der EEG-Umlage, Freiburg.
- Fücks, Ralf 2013: Intelligent Wachsen: Die grüne Revolution, München.
- Greenpeace 2015: Brennstoff Kohle, <https://www.greenpeace.de/themen/energiewende/fossile-energien/kohle> (3.8.2015)
- Hamburger Abendblatt 2015: Bsirske: Gabriels Kohle-Abgabe gefährdet 100.000 Jobs, <http://www.abendblatt.de/politik/article205240955/Bsirske-Gabriels-Kohle-Abgabe-gefaehrdet-100-000-Jobs.html> (16.7.2015)
- Hauff, Volker 1986: Energie-Wende – von der Empörung zur Reform: Mit den neuesten Gutachten zum Ausstieg aus der Kernenergie, München.
- Helm, Dieter 2012: The Carbon Crunch: How We're Getting Climate Change Wrong – and How to Fix it, New Haven.
- Hennicke, Peter; Fishedick, Manfred 2010: Erneuerbare Energien: Mit Energieeffizienz zur Energiewende, München.
- Heymann, Matthias 1990: Die Geschichte der Windenergienutzung 1890–1990, Frankfurt; New York.
- Hohensee, Jens; Salewski, Michael (Hrsg.) 1983: Energie – Politik – Geschichte: Nationale und internationale Energiepolitik seit 1945, Stuttgart.
- Institut der deutschen Wirtschaft Köln 2015. Sparsam wachsen, <http://www.iwkoeln.de/infodienste/iw-dossiers/kapitel/der-arbeitsmarkt/beitrag/ressourcen-sparsam-wachsen-102059> (15.7.2015)
- International Energy Agency; OECD et al. 2010: An IEA, OECD and World Bank Joint Report: The Scope of Fossil-Fuel Subsidies in 2009 and a Roadmap for Phasing out Fossil-Fuel Subsidies: Prepared for the G-20 Summit, Seoul 11–12 November 2010, Paris, www.oecd.org/env/cc/46575783.pdf (4.2.2015).
- Kemfert, Claudia 2013: Kampf um Strom: Mythen, Macht und Monopole, Hamburg.
- Kraus, Otto 1960: Bis zum letzten Wildwasser? Gedanken über Wasserkraftnutzung und Naturschutz im Atomzeitalter, Aachen. Krause, Florentin;

- Bossel, Hartmut et al. 1980: Energie-Wende: Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran: Ein Alternativ-Bericht des Öko-Instituts Freiburg, Frankfurt am Main.
- Krewitt, Wolfram; Schломann, Barbara 2006: Externe Kosten aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern, Gutachten im Auftrag des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart; Karlsruhe.
- Kurier 2015: Österreich unter Druck wegen AKW-Klage, <http://kurier.at/politik/eu/hinkley-point-c-oesterreich-unter-druck-wegen-akw-klage/110.384.737> (15.7.2015).
- Lovins, Amory B. 1978: Sanfte Energie: Das Programm für die energie- und industriepolitische Umrüstung unserer Gesellschaft, Reinbek.
- Meyer-Abich, Klaus Michael; Schefold, Bertram 1986: Die Grenzen der Atomwirtschaft: Die Zukunft von Energie, Wirtschaft und Gesellschaft, München.
- Monopolkommission Energie 2013: Wettbewerb in Zeiten der Energiewende, Sondergutachten 65, Köln.
- Popp, Manfred 2013: Deutschlands Energiezukunft. Kann die Energiewende gelingen?, Weinheim.
- Quaschnig, Volker 2013a: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, München.
- Quaschnig, Volker 2013b: Regenerative Energiesysteme, München.
- Radkau, Joachim 1978: Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft 1945–1975: Verdrängte Alternativen in der Kerntechnik und der Ursprung der nuklearen Kontroverse, Reinbek.
- Radkau, Joachim 1983: Fragen an die Geschichte der Kernenergie: Perspektivenwandel im Zuge der Zeit (1975–1986), in: Hohensee, Jens; Salewski, Michael (Hrsg.): Energie – Politik – Geschichte: Nationale und internationale Energiepolitik seit 1945, Stuttgart, S. 101–126.
- Radtke, Jörg; Hennig, Bettina (Hrsg.) 2013: Die deutsche „Energiewende“ nach Fukushima: Der wissenschaftliche Diskurs zwischen Atomausstieg und Wachstumsdebatte, Marburg.
- Sachverständigenrat für Umweltfragen 2013: Fracking zur Schiefergasgewinnung, Ein Beitrag zur energie- und umweltpolitischen Bewertung, http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2012_2016/2013_05_AS_18_Fracking.html (3.8.2015)
- Schaaf, Christian 2002: Die Kernenergiepolitik der SPD von 1966 bis 1977 (Magisterarbeit), München.
- Scheer, Hermann 2010: Der energetische Imperativ: 100 Prozent jetzt: Wie der vollständige Wechsel zu erneuerbaren Energien zu realisieren ist, München.
- Sieferle, Rolf Peter 2003: Nachhaltigkeit in universalhistorischer Perspektive, in: Siemann, Wolfram (Hrsg.): Umweltgeschichte: Themen und Perspektiven, S. 39–60.
- Siemann, Wolfram (Hrsg.) 2003: Umweltgeschichte: Themen und Perspektiven, München
- Statistisches Bundesamt 2013: Europa 2020 – Die Zukunftsstrategie der EU, Wiesbaden.
- Süddeutsche Zeitung 2012: 15 bis 1300 Krebstote – weltweit, <http://www.sueddeutsche.de/gesundheit/die-folgen-von-fukushima-bis-krebstote-weltweit-1.1415333> (16.7.2015).
- Süddeutsche Zeitung 2015: Gabriel läutet Ausstieg aus der Kohlekraft ein, <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/energiewende-gabriel-laeutet-ausstieg-aus-der-kohlekraft-ein-1.2401300> (16.7.2015).
- Umweltbundesamt (UBA) 2007: Ökonomische Bewertung von Umweltschäden: Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten, Dessau.
- UBA 2010: Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbarer Energie, Dessau.
- UBA 2014: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2013, Dessau.
- UBA 2015: Anteile der erneuerbaren Energieträger, <http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/anteile-der-erneuerbaren-energetraeger> (14.7.2015).
- Weizsäcker, Ernst Ulrich von; Lovins, Amory B. et al. 1995: Faktor Vier: Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch: Der neue Bericht an den CLUB of ROME, München.
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen 2003: Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit, Berlin, www.wbgu.de/wbgu_jg2003.pdf (4.2.2015).
- Zachmann, Georg 2015: Die Europäische Energieunion: Schlagwort oder wichtiger Integrations-schritt? Gute Gesellschaft – Soziale Demokratie 2017plus, Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn.

Imprint:

© 2015

Friedrich Ebert Stiftung

Editor: Division of Economic and Social Policy

Godesberger Allee 149, 53175 Bonn

Fax 0228 883 9205, www.fes.de/wiso

Orders/contact: wiso-news@fes.de

书中观点不代表弗里德里希·艾伯特基金会的立场。

未经弗里德里希·艾伯特基金会的书面允许不得将其出版作品用于商业用途。

ISBN: 978-3-95861-358-4

Design: www.stetzer.net

Printing: www.bub-bonn.de

