



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Energy

Energie **wende**
Switch to the Future

“能源转型” 进度报告（第二期）

未来的能源

2017年度报告 – 精简版



出版信息

出版人

德国联邦经济和能源部公共宣传处
11019 Berlin (柏林)
www.bmwi.de

版本日期

2019年6月

印刷

BMW i

排版和制作

PRpetuum GmbH, 80801 München (慕尼黑)

图片来源

Adobe Stock / BillionPhotos.com / 封面

Getty

Adrian Hancu / 封面, Adrian Weinbrecht / 第8页,
Apexphotos / 第46页, artpartner-images / 第14页,
Bengt Geijerstam / 第34页, Erik Isakson / 封面, gerenme / 封面,
Holger Vonderlind / BMW i / 第56页, instamatics / 第21页,
Jana Leon / 第43页, Johner Images / 第23页, 第31页,
Monty Rakusen / 第37页, 第49页, Nattawit Sreerung / 第33页,
nbehmans / 第40页, redmal / 封面, Richard Nowitz / 封面,
Terry Williams / 第16页, Thomas Vogel / 第18页, Twinpix / 第41页,
Ute Grabowski/Photothek / 第27页, Watchara Kokram / EyeEm /
第60页, Westend61 / 封面, 第25页, 第28页, 第59页,
Yulia-Images / 第44页

Holger Vonderlind / BMW i / 封面

iStock

ivansmuk / 封面, KangeStudio / 第53页,
metamorworks / 第51页, MF3d / 封面

Picture Alliance / Prisma/Pulwey Andreas / 第24页

Plainpicture / DEEPOL / 封面

您可以通过以下方式获取本手册及其他宣传册：

德国联邦经济和能源部 公共宣传处
E-Mail: publikationen@bundesregierung.de
www.bmwi.de

订阅服务中心：

电话：+49 30 182722721
传真：+49 30 18102722721

本宣传册是德国经济与能源部公共宣传的一部分。免费发放，不得出售。禁止在选举活动及各党派展台上发放本手册。禁止在本宣传册中夹插、印刷或粘贴任何信息或广告。

目录

“进度报告”第2期的核心内容	2
1 前言	8
2 能源转型的目标和监测指标	12
3 欧洲和国际环境下的能源转型	16
4 可再生能源	21
5 能耗和能效	25
6 建筑	28
7 交通	31
8 温室气体排放	34
9 电厂和供电安全	37
10 可负担的能源和公平的竞争条件	40
11 能源供应的环境可承受性	43
12 电网基础设施	46
13 能源体系的综合发展	51
14 能源研究和创新	56
15 投资、增长和就业	59

“进度报告” 第2期的核心内容

联邦政府在能源转型方面追求富于挑战性的目标。德国将以能源转型为依托，可持续地构建其能源供应，并为经济和工业区位开发新的、价值创造的潜力。德国的能源转型并非孤军奋战，而是已被纳入到欧洲能源政策中。目前能源转型在全球范围内方兴未艾，因此成功的能源转型必须采用着眼于全球、着眼于全局的思维。为此，联邦政府将采纳本报告中所述的措施，并利用市场机制，在既定目标框架下，技术开放、成本高效地完成能源转型。

在欧洲层面上，特别是“全欧洲人共享清洁能源”综合提案成功地为欧洲和德国的能源转型指明了方向。该综合提案为2030年及更远的将来设定了宏伟的目标。为达到2020年的能源和气候目标，整个欧洲原则上朝着同样的航向在前进。在降低温室气体排放方面，无论是处于欧盟碳排放交易体系（EU-ETS）中的行业，还是欧盟层面上非欧盟碳排放交易体系下的行业，都已达成了各自的目标设定值，即排放量降低21%或10%。

→ 2018年12月，联邦政府提交了一份《国家能源和气候综合计划》（NECP）的草案。经协商后，最终计划将于2019年底提交。该计划明确提出，德国将如何实现其2030年国家能源和气候目标，并以此为实现能源联盟的相应目标做出贡献。

联邦政府在2018年夏季成立了由不同经济和社会团体的参与者组成的“增长、结构转型和就业”委员会。2019年1月31日，该委员会提交了总结报告。在报告中，该委员会提出了大量的建议，主要是为了确保实现《气候保护规划2050》中为能源经济所设定的2030年行业目标。其中也包括逐步减少，并最迟至2038年结束煤电。在2023年—2030年期间，应尽可能持续降低温室气体的排放。2026年、2029年和2032年，必须审查设定的截止日期是否应当提前或是否有必要进行调整。同时，该委员会还就支持在产煤地区进行面向未来的、可持续的结构发展提出了诸多建议。联邦政府将审查这些建议。在国家层面上，2019年5月22日，联邦政府通过了实施“增长、结构转型和就业”（WSB）委员会提出的结构政策建议要点。

下列有关德国能源和气候目标实施情况的部分数字和事实，表明了该挑战的难度，阐述了联邦政府为迎接这个挑战将采取的核心措施。

积极的方面：2017年，可再生能源在总耗电量中的占比为36%。2018年将继续保持上升的趋势。同时，能源政策在2017年版《可再生能源法》的基础上发生了根本性的转

变。通过竞标确定投资补贴额的做法明显提高了可再生能源扩建的成本效率。对用可再生能源发电的许多新设备的补贴费用得以大幅度降低。其中就充足的、批准用于风力和光伏发电的用地进行有效的竞标，是非常重要的前提条件。

按照联合执政协议，目标明确、高效、电网同步化和不断以市场为中心的可再生能源的扩建，是成功的能源转型和气候保护政策的先决条件。特别是在提高可再生能源和电网容量的同步能力的挑战下，联邦政府积极致力于提高可再生能源在电力行业中的占比，从而实现联合执政协议中达成的目标，即：至2030年占比约达65%。对此，电网的接收能力是关键。

- 按照《能源收集法》通过了决议，至2021年为各新增4吉瓦的陆上风力发电和光伏发电进行特殊招标以及创新招标。
- 为了实现联合执政协议中制定的65%的目标，应在2019年秋季以前，在电网扩建措施计划、接受度问题联合工作组和“增长、结构转型和就业”委员会的结论的基础上，决定提高接受度的具体措施和资助条件，以及至2030年电力行业中可再生能源的其他扩建途径。

2017年一次能源的消耗量与上一年相比上升了0.8%。这一变化主要与良好的经济增长形势有关。而按照初步估计，2018年一次能源消耗则明显降低。尽管自2008年以来，至今每年的平均降幅为0.6%，而且2018年的数字也非常积极，但是仍不足以实现至2020年的节能目标（降低20%）。总之，为了尽快达到节能目标，非常有必要采取行动。

- 联邦政府计划在2019年提交一项能效战略。该能效战略将明确2030年的效率目标，并提出2021年—2030年十年一揽子具体措施（NAPE 2.0），并通过它们也为实现欧盟2030年能效目标做出贡献。

2017年建筑终端能源消耗与上一年相比上升了2.6%。从2008年起每年的平均降幅为0.8%。为了尽快达到节能目标，在这方面还必须付出更多的努力。联邦政府将为建筑领域制定一揽子措施，以实现该行业的2030年目标，并将该目标纳入到《国家能源和气候综合计划》，以及为实现《气候保护规划2050》而制定的2030年措施计划中。

- 联邦政府将修订《建筑节能法》，并将《节能法》、《节能条例》和《可再生能源供热法》合并到《建筑能源法》中。按照联合执政协议，借助《建筑能源法》简化《秩序法》，并去除其中的官僚主义；落实欧盟法律的要求，同时对新旧建筑的现行能源要求仍继续适用。除此之外，还将引入所谓的居民区整体方案。
- 联合执政协议中已有明确规定，建筑节能改造的税收扶持是优先措施，旨在为实现能源和气候政策目标做出贡献。联邦政府将审查不同的选项，在兼顾到联合执政协议中的预算政策规定的前提下加以实施。
- 通过实施“能效和可再生能源供热扶持战略”，在2017年—2020年期间更加目标明确和一目了然地设计资助蓝图，并明显简化获得资助的途径。在使用资助工具的地方，联邦政府原则上非常注重高资助效率的资金使用。

与上一年相比，交通终端能源消耗上升了2.4%，与2005年相比上升了6.5%，其发展趋势继续与能源方案中的目标相悖。目前看来，在当前的框架条件下，2020目标（降低10%）预计需要到2030年之后才能完成。为了尽快扭转这一趋势，同样需要继续付出巨大的努力。

- 2018年9月，联邦政府启动了国家平台“交通出行的未来”，用于应对处理未来交通出行的问题，并为交通业内的气候保护、可替代性驱动方式和燃料、数字化、确保汽车和生产区位德国的地位、基础设施和网络，以及标准化等领域推荐行动建议。从事交通行业气候保护工作的第一工作小组的第一份中期报告，将于2019年3月提交给国家平台“交通出行的未来”的指导委员会。

2017年温室气体排放量略微下降，按照初步估计2018年有明显的降低。与1990年相比，2017年总共降低了27.5%。

- 联邦政府审查需要采取哪些补充措施，以便尽快实现2020年气候保护目标（至少比1990年下降40%）。除了为逐步减少和结束煤电和为可持续的、面向未来的结构开发提供建议之外，联邦政府设立的“增长、结构转型和就业”委员会还为能源经济提供建议，以便尽可能地缩小与2020年气候保护目标之间的缺口。

- 联邦政府为《气候保护规划2050》拟定一份2030年措施计划，该计划也被纳入到《国家能源和气候综合计划》中。这些措施应确保实现2030年的最低目标（至少比1990年降低55%），并且所有行业都应做出各自的贡献。“增长、结构转型和就业”委员会提出了，能够确保实现气候保护计划中通过的2030年能源经济行业目标的建议。针对所有措施将就其对生态、经济和社会的影响进行评估。正如在联合执政协议中商定的那样，联邦政府制定法规，确保实现2030年气候保护目标。
- 内阁已于2019年3月决定，设立“气候保护”内阁委员会，以确保有法律约束力地实施气候保护规划，以及德国有义务实现的2030年气候保护目标。

德国的电力供应很安全。德国的能源需求随时都可以得到满足，所以可以确保能源供应的高度安全。这也得益于欧洲电力市场。即使在国际上进行比较，德国也名列供电稳定和高质量的第一梯队国家之列。即使退出了核电和煤电，也可以保持这种高度的安全水平。

成本效率是衡量能源转型是否完美实现的关键判据之一。特别是电力必须是可负担得起的，德国的工业必须保持竞争力，所以近几年来可再生能源附加费带来的成本飞涨得到了明显的抑制。居民电价在2017年和2018年基本保持稳定。然而，那些不享受减轻电费负担规定的工业用户，2017年电价提高了4.9%。即使在2018年也呈现出上涨的势头。对一位可以充分享受所有现有优惠的用户来说，按照联邦电网管理局和联邦反垄断局的数据显示，2017年电价总计上涨了0.7%，2018年上涨了8.4%。

2017年，终端客户为终端能源消费支付的费用超出上一年。终端能源支出在名义国民生产总值中的占比与上一年相比保持不变，为6.7%。2017年电费在国内生产总值中的占比再次下降，降至2010年以来的最低水平。

已决定的电网扩建措施必须尽快实施。

- 随着2017年大型超高压直流线路南线和东南线，以及2018年初A北段的联邦专业规划的相继启动，电网扩建的实施进入了下一个阶段。2019年1月，大型超高压直流线路Ultranet第一段的联邦专业规划已完成。

→ 联邦经济和能源部的电网行动计划采用双管齐下的策略，即：优化和提高现有电网的利用率，同时加速新电网的扩建。通过技术改进、新技术和新运营方案，以及改善瓶颈管理，优化现有的电网。同时，通过预见性的控制，规划过程的简化和经济激励来加速新电网的扩建。为此，2019年4月联邦议会通过了《加速电网扩建法案》（《加速电网扩建法案》修订版）。在未来的几个月内，将进一步完善行动计划的内容，并用具体的措施加以充实。

数字化、供热转型、行业耦合和能源研究，是决定能源转型是否成功的其他关键因素。综合开发能源体系至关重要。为此，必须及时调整框架条件，并同时确保可靠的规划安全性。

→ 受联邦经济和能源部委托首次提交的能源转型数字化晴雨表显示，在个别方面已取得了进步。同时它也表明，在《能源转型数字化法》（GDEW）的系统化和平台化思维的落实方面还有待改进。2018年12月智能电表网关的首次认证，标志着达到了一个重要的里程碑。

→ 为了达到能源和气候目标，联邦政府将推动至关重要的供热转型。除了扩建新的供热网之外，还主要包括现有供热网的现代化，在供热中加强可再生能源的利用，以及提高能源效率。

→ 与行业耦合紧密相连的是，2018年12月由行业代表发起了“天然气对话进程2030”，对话结果预计将于2019年9月公布。

→ “第七能源研究计划”从统一的资助政策着手，来应对当前的和日渐显示出的挑战。最新的财政预算是，在2018年—2022年期间将投资大约64亿欧元用于促进该计划框架下的能源研究。例如，通过能源转型的仿真实验室支持向实际应用的转化，以及支持作为能源转型重要推动力的初创企业。

能源转型是一项现代化的战略，在未来也将带动围绕经济区位德国进行的持续和大规模的投资。该战略主要集中在建筑节能改造、供电和电动汽车转型等领域，从而为德国的

经济增长和扩大就业做出贡献。其中，创新型的业务模式也将提供巨大的机遇。能源转型有助于发掘创新潜力和新的市场潜力。能源转型的数字化也将为此做出贡献。某些工业领域和业务模式面临着结构转型，它必须有序进行并获得支持。

许多德国企业受益于新开发的和创新型的能源技术的贸易。例如，2017年利用可再生能源的设备和零部件的出口额超过了80亿欧元。全球范围内对成熟的可再生能源的设备和提高效率的技术的旺盛需求，使这些机会的前景更加光明。同时，国际能源合作变得越来越重要，它们不仅能促成政策交流，而且也使经济活动如虎添翼。

1 前言



“未来的能源”监测体系以安全、环保和经济的能源供应为宗旨，对能源转型设定目标的完成和措施执行的进度进行审查；德国的能源转型是目标富于挑战性的欧洲能源转型的一部分。监测程序为政策的必要调整提供依据。能源转型的监测肩负着三项主要任务：

了解全局：通过监测体系可以在事实的基础上了解关于能源转型实施进度的整体情况。为此，需要根据预先选定的特征值（指标）对大量的能源统计信息进行浓缩和整理。

评估：每年一次的监测报告对现状进行评估，分析联邦政府能源规划中的目标完成情况及相关措施的实施效果。如预计目标无法完成，则

在几年来搜集的数据基础上作总结性的进展总结，提出克服障碍和达成目标的措施建议。

展望：监测程序同时关注主要特征值的可预见的发展趋势。而进度报告能够显示可靠的趋势。

第2期进度报告全面记录了这些任务。它

- 以多年的数据为基础，明确指出趋势走向
- 将现状与能源方案中定量和定性的目标进行了详尽的比较
- 描述和评估主要措施的执行情况

- 对主要特征值可预见性的发展趋势进行展望，并主要表述了：
 - “联邦政府措施在能源供应改造目标体系结构中的功效”研究报告（所谓的目标体系结构研究报告）中建模结果的更新
 - “能源经济项目和成果估计”研究报告的参考场景产生的结果
- 查找原因和指出障碍
- 对措施或所针对的过程提供建议，以消除障碍和实现目标。

目前报告的结构和主题以2014年12月联邦政府通过的能源转型的目标体系结构为准。监测报告是该报告的一个必要组成部分。

在下面两个文字框中对报告中重要的交叉主题进行了概述。

由电力转型转变为能源转型 – 为2030年指明前进的方向

能源转型追求富于挑战性的目标。德国将依托能源转型可持续性地构建其能源供应，并为经济和工业区位开发新的、价值创造的潜力。德国的能源转型并非孤军奋战，而是已被纳入到欧洲能源转型中，目前能源转型在全球范围内方兴未艾。当前的核心措施就是至2022年退出核能发电，最终过渡到自由定价的电力市场设计上，以及在可再生能源方面引入竞标制度。目前超过三分之一千瓦时的电力来自于可再生能源。然而，至今的能源转型主要是电力转型。特别是在供热、建筑和交通行业中，能源转型还未达到所需的速度。特别是为了也能肩负起2030年欧洲在能源和气候领域的责任和义务，首先在下列行动领域为2030年确定了前进的方向：

1. 欧洲能源转型

目前能源转型也是一个欧洲项目。欧洲内部的成功合作是对德国能源转型成功的有利支持。联邦政府积极参与了欧洲“全欧洲人共享清洁能源”综合提案的谈判，并将欧洲能源转型的坚实基础构建到德国能源转型中。

核心措施：

- 《国家能源和气候综合计划》（NECP）：2018年12月，德国起草了《国家能源和气候综合计划》草案，阐述了将通过哪些措施来实现欧洲能源和气候目标。最终计划将经磋商后于2019年底提交给欧盟委员会。

2. 改进可再生能源和电网容量的同步化

按照基民盟、基社盟和社民党的联合执政协议，目标明确、高效、电网同步化和不断以市场为中心的可再生能源的扩建，是成功的能源转型和气候保护政策的先决条件。特别是在提高可再生能源和电网容量的同步能力的挑战下，联邦政府积极致力于提高可再生能源在电力行业中的占比，从而实现在联合执政协议中达成的至2030年占比约达65%的目标。对此，电网的接收能力是关键。为了替代煤电并满足额外的电力需求，加大可再生能源的扩建尤为重要，从而可以实现交通、建筑和工业领域的气候保护目标。为了实现联合执政协议中制定的65%的目标，应在2019年秋季以前，在电网扩建措施计划、接受度问题联合工作组（接受度工作组）和“增长、结构转型和就业”委员会的结论的基础上，决定提高接受度的具体措施和资助条件，以及至2030年电力行业中可再生能源的其他扩建途径。

核心措施主要包括：

- 《能源收集法》和为实现联合执政协议中制定的2030年65%的目标而确定的可再生能源发展途径
- 落实电网的行动计划，执行针对电网峰值与各州制定的一揽子措施，特别是《加速电网扩建法案》修订版
- 2019年—2030年《电网发展规划》

3. 能源效率和供热转型

尽管之前有过众多的工具和资助项目，但均不足以推动能源消耗量的下降和能效的提高；此外，2017报告年度全球市场上仍然低迷的石油和天然气的价位也对此有一定程度的助推作用。供热占德国终端能源消耗量的一半以上。因此，为了达到能源和气候目标必须要成功实现建筑物、工业和工商服务业的供热脱碳化（供热转型）。对此，供热网起着举足轻重的作用。

核心措施主要包括：

- 能源效率战略
- 《建筑能源法》；选项的审查，以便能按照联合执政协议进一步完善建筑节能改造的税收扶持
- 推动供热转型，特别是建造新的供热网，更新改造现有的供热网。

4. 退出煤电和结构转型

另一个巨大的挑战是逐步退出煤电，从而成功地完成相关产煤区的结构转型。不退出煤电，则无法实现能源行业的气候保护目标。目标是，保持供应安全、环保和经济性，同时不允许发生结构断裂。就业人员及其所在地区对能源转型做出实质性的贡献，他们理应拥有光明的未来。

核心措施：

- 审查和落实“增长、结构转型和就业”委员会的建议（参见下列文字框）

5. 可持续、负担得起和环保的交通出行

联邦政府立志塑造可持续、负担得起和环保的交通出行方式。为了加强低排放的交通出行，实现交通领域内的气候保护目标，重要的着眼点主要是普及电动车、扩建充电基础设施和加大自行车、步行出行和公共交通的力度。特别是对于迅猛扩建的电动汽车交通，核心问题是给予行业耦合充足的激励。

其中，应首先考虑到国家平台“交通的未来”的成果。研究报告“可持续的城市交通”也积极致力于构建面向未来、可持续的交通出行。另外，参照“面向未来的轨道交通”的结论，投资轨道基础设施、在轨道交通中引入创新技术以及新型物流方案是非常必要的。最终应建成自动化和数字化的轨道交通。鉴于运输需求越来越大，将交通服务与能源消耗彼此脱钩变得越来越重要。也应大力挖掘避免运输需求或降低交通处理容量的潜力。在交通行业内通过明显降低能源消耗而实现转型的趋势现在是，以后也将是一个长期的项目。欧洲关于降低道路交通碳排放方面的立法，在2020年后将更加严格，其目的就是要在国家和欧洲层面上实现能源消耗和气候保护目标。

核心措施：

- 启动“交通的未来”国家平台
- “交通的未来”国家平台第1工作组的中期报告

6. 气候保护

联邦政府为《气候保护规划2050》拟定首份2030年措施计划和国家能源和气候计划。这些措施应确保实现2030年的最低目标（至少比1990年降低55%），并且所有行业都应做出各自的贡献。“增长、结构转型和就业”委员会提出了建议，借助这些建议可以确保实现气候保护计划中通过的2030年能源经济的行业目标（参见下列文字框）。从生态、经济和社会影响等方面对所有措施进行评估。正如在联合执政协议中商定的那样，联邦政府为确保实现2030年气候保护目标而制定保驾护航的法律。

核心措施主要包括：

- 针对《气候保护规划2050》的2030年措施计划
- 能确保实现2030年气候保护目标的法律

- 设立“气候保护”内阁委员会，为具有法律约束力地实现2030年气候保护目标做准备。

在所有这些行动领域中，联邦政府非常重视市场机制，以便在设定的目标框架下技术开放、成本高效地完成能源转型。

落实“增长、结构转型和就业”委员会的建议

经过深入讨论之后，“增长、结构转型和就业”委员会（WSB）的28名成员就德国退出煤电达成共识，为所涉及的人员和企业提供可靠的规划，确保其退出煤电后拥有可持续发展的光明前景。2019年1月底委员会向联邦总理递交了总结报告。该委员会由不同团体的代表组成：经济界专家、环保组织、工会、市民自发组织和退出煤电所涉及地区的代表，听取了众多学者和利益团体的意见和建议。

“增长、结构转型和就业”委员会的总结报告包含了众多针对结构和能源政策的建议，提议逐步减少和终止煤电，并将其与成功的结构发展结合在一起。在联邦经济和能源部的网页上可以浏览该总结报告。

联邦政府于2019年5月22日通过了“增长、结构转型和就业”委员会提出的落实结构政策建议的要点。该方案将为产煤区继续发展成为现代化的能源和经济区指明前进的方向。根据这些要点，最晚至2038年联邦将提供总计高达400亿欧元的资金，用于目前布兰登堡州和萨克森州的劳希茨、北莱茵—威斯特法伦州科隆以西、萨克森州和萨克森—安哈尔特州莱比锡和哈勒周围的褐煤产区的继续发展。受影响特别严重的硬煤发电厂所在区位和曾经的褐煤产区黑耳姆施泰特也将获得支持。

一个独立的能源专家委员会将陪同指导监测过程。专家委员会对联邦政府的监测和进度报告提供科学意见。安德烈亚斯·勒舍尔教授（Andreas Löschel，明斯特大学）任专家委员会主席，其他成员分别为格奥尔格·埃德曼教授（Georg Erdmann，柏林工大）、弗里肖夫·史太斯教授（Frithjof Staiß，太阳能和氢能研究中心）和汉斯·约阿希姆·齐辛博士（Hans-Joachim Ziesing，能源审计协会）。专家委员会的意见与监测和进度报告一起公布在联邦经济和能源部的网页上。

监测体系通过提高透明度增进对能源转型的接受度。联邦政府通过连续报告公布能源转型的核心数据。就监测体系“未来的能源”，就电力市场、能源效率、建筑、能源网，以及研究和创新等主题与专家委员会的对话，能促进与各州、经济界、社会和知识界代表的交流。通过这种方式，可以共同为能源转型的各个核心行动领域制定解决方案和战略。

此外，自2015年以来，联邦政府还在**气候保护年度报告中报告温室气体排放领域的最新趋势**。该报告提供有关“气候保护行动纲领2020”措施的实施情况、当前趋势和减排效果等信息。

为了在最大程度上保持连续性和最佳地利用协同效应，国家监测体系未来应与欧洲能源联盟的治理体系和《国家能源和气候综合计划》（NECP）适当地衔接起来。同时在内容上要确保这两个进程相互参照，并在国家和欧洲层面上关注各自相关的目标。另外，国家进度报告的时间计划更加依赖于《国家能源和气候综合计划》过程的进度报告，该报告自2023年起每两年提交一次。为了能依据多年的数据基础对更长期的趋势进行评估，自2022年起国家进度报告将每四年，而不是每两年提交一次。除了欧洲治理之外，无论如何都应保留国家监测。因为只有这样才能适当并及时地兼顾国家特点和国家数据，对能源转型进行评估。

2 能源转型的目标和监测指标

通过能源转型，德国逐步从以化石能源和核能为载体的能源供应转型为以可再生能源为载体的能源供应。联邦政府提出的能源方案、联邦议会的补充决议和欧盟法规，是能源转型的指南针，也是监测体系的基础。同时，德国能源转型的国内目标与欧盟通过的高要求目标是一致的。由能源供应的安全性、可负担得起和环

境可承受性构成的目标三角始终是德国能源政策的核心方向。

进度报告第一部分审查能源转型的定量目标。正如表2.1所示，这些目标延伸至2050年，并划分为2020年、2030年和2040年阶段目标。

表2.1：能源转型的定量目标和现状（2017年）

	2017年	2020年	2030年	2040年	2050年	
温室气体排放						
温室气体排放 (与1990年相比)	-27.5%	至少-40%	至少-55%	至少-70%	基本达到无温室气体排放 -80%至-95%	
可再生能源						
在能源消费总量中的占比	15.9%	18%	30%	45%	60%	
在电力消耗总量中的占比	36%	至少35%	至少50%* 2017年版《可再生能源法》：至2025年40-45%	至少65% 2017年版《可再生能源法》：至2035年55-60%	至少80%	
在热力消费量中的占比	13.4%	14%				
能效与能耗						
一次能源消耗量 (与2008年相比)	-5.5%	-20%			-50%	
终端能源生产率 (2008年—2050年)	每年1.0% (2008年—2017年)	每年2.1%(2008年—2050年)				
电力消耗总量 (与2008年相比)	-3.3%	-10%			-25%	
建筑一次能源需求量 (与2008年相比)	-18.8%					-80%
建筑热力需求量 (与2008年相比)	-6.9%	-20%				
交通终端能源消费量 (与2005年相比)	6.5%	-10%			-40%	

资料来源：联邦经济和能源部，2019年3月。

*按照联合执政协议，目标明确、高效、电网同步化和不断以市场为中心的可再生能源的扩建，是成功的能源转型和气候保护政策的先决条件。特别是在提高可再生能源和电网容量的同步能力的挑战下，联邦政府积极致力于提高可再生能源在电力行业中的占比，从而实现在联合执政协议中达成的至2030年占比达约65%的目标。对此，电网的接收能力是关键。为了替代煤电和满足额外的电力需求，加大可再生能源的扩建尤为重要，从而实现交通、建筑和工业领域的气候保护目标。

进度报告第二部分讨论能源转型的其他目标和框架条件。针对这些主题部分定量目标未定，所以这里的重点是定性目标（参见表2.2）。在公众和知识界中尤其要讨论的是，可以在多大程度上量化供应安全和可负担的目标，以及可以在多大程度上通过有说服力的指数来检验目标的达成情况。原则上欢迎采用基本方法，在给定的多维度上清楚地表述能源转型的落实情况。然而，在围绕上述目标量化的讨论中还没有达成足够的共识。鉴于此，报告的第二部分也不会继续按照单个或指导性指标审查上述目标，而是通过采用各种指标共同勾勒出目标实现情况的画面，并能兼顾主题的复杂性。在受联邦经济和能源部委托进行的、题目为“欧洲电力市场供应安全的概念和监测”的研究项目中，示范性地定义了适合测量和评估电力市场供应安全的指数和临界值。

能源转型监测以公开的和可验证的数据为依据。借助选用的特征值（指标），能源转型监测可以按时间顺序清晰地显示出能源转型的实施进度。特征值尽量采用官方的和面向公众开放的数据。官方能源统计数据的国内法律依据是《能源统计法》（EnStatG）。为了使该法律能适应最新的形势，2017年3月对其进行了

修订；然而2017年的统计数据仍是按照最初的《能源统计法》版本采集的。

引入计分制系统评价能源转型定量目标的进度。为此，首先将2008年以来的指标的发展做线性外推，然后根据各指标的外推值与2020年目标值的偏差按百分数进行打分，本报告的打分标准如下：如外推值达到目标值或其偏差小于10%，则为5分；当偏差介于10%–20%时，则为4分；当偏差介于20%–40%时，则为3分；介于40%–60%时，则为2分；偏差大于60%时，则为1分。这里应用的评估图表虽然不能代替复杂的、模型支持的预测，但是这样的系统具有相对简单易懂的优点，可以直观地将能源转型关键指标的最新状况进行归类。在对目标实现情况进行评估时，正在实施中的措施对未来的影响尚未考虑在内。这些措施的效果可能还未显现，或者实际的发展状况也可能受政治和经济环境的影响而产生偏差，所以对目标实现情况进行的这类评估总是充满了不确定性。

能源转型定量目标的章节首先对2020年进行展望。在联邦经济和能源部制作的“能源供应转型目标体系结构内联邦政府措施的效果”研

表2.2：能源转型的其他目标和框架条件

能源供应安全	随时、高效地满足德国的能源需求。
退出核电	2022年底关闭最后一批核电站。
可负担性和竞争力	确保能源的可负担性和德国的竞争力。
环境可承受性	以环境、气候和自然可承受的方式建设能源供应。
电网扩建	按需扩建和现代化电网。
行业耦合 供热转型 数字化	为了能源转型的成功，发挥高效的行业耦合、供热转型和数字化的潜力。
供热 转型	为了能源供应的转型，推动开创未来的创新的发展。
投资、增长和就业	保持和增加德国的就业岗位，为持久繁荣和高品质生活创造基础。

资料来源：联邦经济和能源部，2019年3月。

究报告（所谓的“目标体系结构研究报告”）的框架下，这些章节阐述了最近更新的建模结果。该报告作为元分析制作的目标结构体系研究报告，评估至2020年与参考发展状况相比目标结构体系内工具的效果。该研究报告通过将预测的效果区间值与2020年的目标值相比较，在考虑到2020年前已采取措施的其他效果的情况下，估计出目标的实现状况。效果区间值的幅度考虑到了工具效果和社会经济框架数据的不确定性。最新的结果考虑到了2018年末的措施实施状态。联邦政府没有正式采纳最新的结果，但是会将其纳入到评估关键指标可预见的发展趋势的考虑中。有关方法的细节请参看能源转型监测报告第六期。

另外，在定量章节中还包括对2030年和2040年的展望。对此，将重述从《国家能源和气候综合计划》（NECP）的伴随研究计划中得出的结论。这些计划受联邦经济和能源部委托，目前仍在处理中。包括至2017年底措施状况的首批参考发展结果，已被纳入到2018年底公布的联邦政府的《国家能源和气候综合计划》草案中。计划中的分析工作目前正在推进。在本报告中对2030和2040年的参考发展所做的展望，以最新的参考场景为基础。因此，个别说明可能与《国家能源和气候综合计划》草案有出入。在参考场景中，包括了众多以上述研究为基础的能源政策工具的效果估计。总体来说，参考场景为德国能源体系的发展勾勒出了一个完整和连续的画面。



表2.3：关键指标可预见的继续发展的展望（2020年和2030年）

	2020年		2030年	
	估计值 (最小最大幅度) 最新的目标结构体 系研究报告	目标	预测 NECP参考场景	目标
可再生能源				
在能源消费总量中的占比	18.4% (17.9%—18.8%)	18%	22.6%	30%
在电力消耗总量中的占比	43.4% (41.3%—45.1%)	至少 35%*	52.9%	2017年版《可再生能源法》：至2025年40—45% 至2030年： 至少50%*
在热力消费量中的占比	15.2% (14.9%—16.2%)	14%	18.8%	
能效与能耗				
一次能源消耗量 (与2008年相比)	-10.8% (-10.3%— -11.2%)	-20%	-21.0%	
电力消耗总量 (与2008年相比)	-4.0% (-2.5%— -5.2%)	-10%	-6.5%	
建筑热力需求量 (与2008年相比)	-7.7% (-6.8%— -9.0%)	-20%	-17.4%	
交通终端能源消费量 (与2005年相比)	5.4% (5.0%—5.8%)	-10%	4.0%	

资料来源：联邦经济和能源部，2019年3月。

*按照联合执政协议，目标明确、高效、电网同步化和不断以市场为中心的可再生能源的扩建，是成功的能源转型和气候保护政策的先决条件。特别是在提高可再生能源和电网容量的同步能力的挑战下，联邦政府积极致力于提高可再生能源在电力行业中的占比，从而实现在联合执政协议中达成的至2030年占比达约65%的目标。对此，电网的接收能力是关键。为了替代煤电和满足额外的电力需求，加大可再生能源的扩建尤为重要，从而可以实现交通、建筑和工业领域的气候保护目标。

本报告中给出的数值基本上反映了2019年3月呈报的数据状态。“未来的能源”监测体系的数据公布在联邦经济和能源部和联邦电网管理局的网页上，可供浏览。报告的年份是2017年，以临时数字为基础，报告中的有些数据以此类数据为依据，反映了最新的发展。随着本

报告的提交，联邦政府同时履行了《能源经济法》第63条第一项、《可再生能源法》第98条和《市场主数据注册条例》（MaStRV）第24条，以及《国家能效行动计划》（NAPE）和《建筑能效战略》（ESG）规定的报告义务。

3 欧洲和国际环境下的能源转型



3.1 现状

欧盟设定的目标：温室气体减排20%（与1990年相比）；在能源供应中可再生能源占比为20%，一次能源消耗量降低20%（与参考发展状况相比）。这些目标或者已接近实现，或者在部分领域已经提前实现。然而，为了填补现有的缺口，时间已经非常紧迫，所以在年度节能方面特别需要加大行动的力度。

欧洲电力市场已成为现实，在供电安全方面起到了非常重要的作用。欧洲电力市场为能源市场提供了更多的竞争可能性，并以这种方式为

欧盟成员国消费者提供可负担得起的电价。另外，充分联网的电力市场是低成本地整合越来越多、但分布不均的可再生能源的先决条件。

于2005年引入的欧盟碳排放交易体系（EU-ETS），涵盖了欧盟28个成员国及挪威、冰岛和列支敦士登在内的能源产业和能源密集型产业约11000套工业设施的排放量，以及欧洲内部空运的排放量。所涵盖的这些行业共同产生的排放占欧洲温室气体排放总量的大约40%。至2020年欧盟温室气体排放量与1990年相比下降20%，或与2005年相比下降14%的目标，其配额分配如下：大约三分之二

表3.1: 2020年和2030年重要欧盟目标一览

	2017年	2020年目标	2030年目标(基于三方对话的非正式协议)	备注
温室气体减排(与1990年相比)	22%	至少20%	至少40%	强制性
欧盟碳排放交易体系内的温室气体减排(与2005年相比) ¹	26%	21%	43%	强制性
欧盟碳排放交易体系外的温室气体减排(与2005年相比) ¹				
• 整个欧盟	10.8% ²	10%	30%	强制性
• 德国	2.7 % ²	14%	38%	强制性
可再生能源占比				
• 能源消耗总量中的占比, 欧盟层面	17.5%	20%	至少32%	强制性
德国国内	15.5% ³	18%	没有国家特有的目标, 而是国家对目标的贡献必须总计到强制性的欧盟目标中	强制性
• 在供热/供冷行业	19.5% (欧盟) 13.4% (德国)		每年提高1.1个百分点 (如计入废热和废冷则为每年1.3个百分点)	强制性
• 在交通领域	7.6% (欧盟) 7.0% (德国) (包括来自垃圾、废料和生物燃料的双倍计入)	10% (包括来自垃圾、废料和生物燃料的双倍计入)	第一代生物燃料最高占比为7%时, 至少14% (包括道路交通电力的四倍计入; 轨道交通电力的1.5倍计入; 国内可确定的废料生成的生物燃料的双倍计入以及其他规定)	非行业目标, 而是引入分销者配额的义务
降低能耗				
• 欧盟层面	与2005年相比, 一次能源消耗量降低9.2%	降低20% ⁴ (与2005年相比, 一次能源消耗量降低13%)	至少下降32.5% ⁴	对于2020年是指导性的, 对于2030年未定
• 在各欧盟成员国		为达标而设定的指标形式的国家贡献	没有国家特有的目标, 而是国家对目标的贡献必须总计到强制性的欧盟目标中	指导性
		另外, 每年累计节省1.5%的终端能源	另外, 每年累计实际节省0.8%的终端能源	强制性
欧盟成员国内部的互联互通	德国: 9%	10%	15% ⁵	指导性
电力交易/交换		提高整个系统的效率, 加强能源安全		

资料来源: 联邦经济和能源部, 2019年3月

1 参见第3章

2 临时数值; 整个欧盟的状态: 截至2019年2月; 德国的状态: 2019年3月, 其中欧洲环境署提供的2005年基准年的排放量计算方式为: 2005年基准年的排放量=2020年绝对目标/(1+2020年目标%)

3 按照欧盟指令2009/28/EG的规定

4 与为2020年和2030年所作的参考发展相比(根据向欧盟委员会提供的PRIMES2017模型)

5 通过额外的临界值具体化

的减排由欧盟碳排放交易体系内的行业完成，三分之一由欧盟碳排放交易体系外的行业完成。也就是说，对于欧盟碳排放交易体系内的行业来说，相较于2005年，至2020年的减排目标为21%。

欧盟碳排放交易体系内的行业的目标不分摊给成员国，而欧盟碳排放交易体系（ETS）外行业的减排目标则分摊到各个成员国的国家目标中。2020年的目标在2013年通过的《欧盟负担分配决议》中已确定。

德国很可能无法完成至2020年欧盟碳排放交易体系外领域减排14%的目标。尽管成员国在法律上没有义务按时完成各自的2020年目标，但是他们必须证明，他们在2013年—2020年期间，每年具有足够量的《欧盟负担分配决议》的配额，以满足实际的排放。未使用的配额可以无限制地转移到以后的几年中，或转让给其他成员国。因为德国在2013年—2015年期间每年的排放都低于配额，所节省的余额预计至2020年底用完，所以必要的

话，必须从其他欧盟成员国获得排放配额，或在国际市场机制的框架下购买排放许可证。

在2015和2016年全球碳排放总量没有或几乎没有上升之后，2017年又明显上升，涨幅为1.2%。碳排放超过370亿吨，再创历史新高。

2016年11月，欧盟委员会提出了一份内容全面的“全欧洲人共享清洁能源”综合提案。该综合提案是欧洲能源转型的基础，并重新构建了至2030年的欧洲能源框架。其核心组成部分是能源联盟治理体系的新规则（能源联盟治理体系和气候保护的欧盟条例，即所谓的治理条例），重新设计电力市场的规则（电力市场指令、电力市场条例、欧洲能源监管合作署条例和风险预防条例）以及对可再生能源、能效和建筑指令的修订。该综合提案的各个组成部分的谈判已经结束。治理条例，以及可再生能源、能效和建筑指令已于2018年底生效，电力市场设计的规则也将于2019年初夏生效。



治理条例的核心是《国家能源和气候综合计划》（Integrated National Energy and Climate Plans – NECP）。每个成员国都必须在2018年底以前向欧盟委员会提交一份为2021年—2030年制定的《国家能源和气候计划》草案；正式计划在2019年底前提交。在《国家能源和气候综合计划》中，欧盟各成员国要阐述至2030年的能源和气候政策的目标和措施。

联邦政府于2018年12月准时向欧盟委员会提交了《国家能源和气候综合计划》草案，并随后公布。该草案主要以能源方案的国家目标和《气候保护规划2050》为基础。联邦政府将于2019年与公众以及欧盟邻国进行商讨。另外，联邦政府也将从欧盟委员会获得建议，并对其加以处理。

欧洲能源政策的核心措施主要包括：

- 能源联盟治理条例
- 《国家能源和气候综合计划》（NECP）草案
- 可再生能源指令修订版
- 能效指令修订版
- 建筑能效指令修订版
- 电力内部市场条例修订版
- 电力内部市场指令修订版
- 能源监管合作署（ACER）条例
- 风险预防条例
- “加快建筑物清洁能源改造”倡议
- 环境与气候政策行动计划（LIFE）
- 改进的能效标签
- 确定制冷设备生态设计要求的条例
- 燃气供应安全条例修订版
- 跨境电网扩建
- 保护欧洲关键能源和交通基础设施委员会的通知
- 2030年互联共同目标委员会的通知
- 区域协作
- 跨境可再生能源条例（GEEV）修订版
- 德奥边境电力瓶颈管理

- 电力和燃气基础设施融资计划
- 确定电力系统平衡指导原则的条例
- 天然气内部市场指令修订版
- 塔林电子能源宣言
- 能源外交行动计划

欧盟碳排放交易体系内外气候保护领域的核心措施主要包括：

- 欧盟碳排放交易体系内的市场稳定储备机制
- 2021年—2030年交易期内排放交易的改革
- 将折量拍卖许可证转入市场稳定储备机制
- 欧盟碳排放交易体系与瑞士排放交易体系的对接
- 气候保护条例
- “行进的欧洲”交通出行一揽子方案
- 第二个交通出行一揽子方案——2020年后轿车和轻型商用车碳排放目标
- 首次为重型商用车的新车引入碳排放目标
- 有关清洁能源和交通出行未来的欧盟成员国宣言
- 欧盟行动计划“可持续发展的融资计划”

2016年11月生效的《巴黎气候协议》为全球能源转型提供了总体框架。它追求三个主要目标：

- 与工业化前的时代相比，全球升温被明显控制在不超过2° C的水平内，努力争取全球升温控制在1.5° C；
- 提高对气候变化不良影响的适应能力，增强应对气候变化的抵抗力以及促进降低温室气体排放；
- 引导资金流用于资助低温室气体排放和提高抗气候变化的发展。

迄今为止，197个缔约国中的185个已批准该协议，其中也包括欧盟和德国。协议中规定，所有缔约国有义务制定和提交国家气候保

护自主贡献（即所谓的NDCs - Nationally Determined Contributions）。联邦政府采取多种措施，支持在全球范围内快速提交和兑现国家自主贡献。2017年6月美国总统唐纳德·特朗普宣布美国退出协议，但是美国的退出最早在2020年11月才会生效。美国退出造成的长期影响很难预计，许多美国的联邦州和城市仍然积极致力于气候保护。可以肯定的是，目前还没有其他国家效仿美国的做法。

联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）于2018年10月初公布的、关于全球升温1.5°C可能造成的影响的特别报告，引发了对气候保护更激烈的讨论。联合国政府间气候变化专门委员会认为，将全球升温控制在1.5°C的减排途径是：至2030年全球温室气体排放应比2010年的水平降低大约45%，并将在2050年实现“净零排放”。如果将全球升温控制在2°C以内，那么至2030年应大约减排25%，至大约2070年才能实现“净零排放”的目标。如果保持目前的排放趋势，全球升温1.5°C在二十一世纪四十年代（2030年—2052年之间）也许就会发生。按照联合国政府间气候变化专门委员会的观点，各缔约国目前提交的国家气候保护自主贡献为2030年设定的排放量，达不到将全球升温明显控制在2°C以下（相较于工业化前的温度）的目标。为了实现升温不超过1.5°C的目标，必须在所涉及到的场景计算的基础上，减排40%—50%。

在2018年12月于卡托维兹举行的全球第24届气候变化大会（COP 24）上，通过了统一的《巴黎气候协议》的执行规则。该谈判的成功再次证明，在国际层面上是可以就有约束力的规则达成共识的。德国联邦政府和其他国家一道为此做出了努力。国际社会在达成巴黎协议之后的三年内，就共同落实这些规定达成了广泛的共识。在此基础上，通过具体的措施和报告义务，对实现与工业化前时期相比全球升温明显控制在2°C以内，努力争取控制在1.5°C的目标，提供了有力的支持。通过在卡托维兹达成的规则，在未来各国如何控制

排放，如何设定自己的气候保护目标和采取哪些措施就不言自明了。这不仅提高了国际透明度，而且改进了规划国家气候保护措施的基础。每五年对全球行动总体进展进行一次盘点。有关市场机制的谈判尚未结束，这对提高全球气候政策的效率具有重大意义。

3.2 展望

在未来的几年中，新的欧盟电力市场设计必须部分在国内法中加以落实。电力市场、风险预防和能源监管合作署（ACER）条例中的实质性部分从2020年初开始将直接适用，而电力指令于2021年年中必须在国内法中落实。另外，电力市场条例也将产生不同的要求，例如：制定一份行动计划，逐步确保跨境电力交易70%的传输能力。风险预防条例又要求成员国设计各自国家的危机场景，并制定国家或地区应对危机的协调措施。

在全球背景下，国际可再生能源机构（IRENA）从目前的分析得出结论，至2050年可再生能源可以满足全球高达86%的能源需求。同时该研究表明，2050年可能有大约10亿辆电动车上路，更多的电力将不仅用于加热，而且用于获得氢。而氢又可能替代航空燃油或石油用于航空和航海交通。利用这种方式可能为实现《巴黎气候协议》的目标做出决定性的贡献，还会对经济增长和就业提供额外的动力。

另外，在德国担任G20轮值主席国期间，国际能源署（IEA）和国际可再生能源机构（IRENA）提交了一份针对能源转型的前景的研究报告。报告表明，至2050年在全球普及温室效应中和的能源体系任务非常艰巨，但是从技术和经济上来说是可行的。至2050年，必要的追加投资大约为全球国民生产总值的0.3%。同时，在所有行业中对能效的投资必须提高至目前水平的10倍。对能源生产的投资不会显著提高，但是其重点必须大规模地转投到可再生能源中。

4 可再生能源



4.1 现状

2017年在终端能源总量中总计有430.5太瓦时来自于可再生能源，约占终端能源消耗总量的15.9%。与上一年相比，相当于提高了一个百分点。这种积极的发展趋势主要归因于可再生能源发电量的提高，2017年可再生能源的发电量在电力消耗总量中的占比为36%。在供热行业，可再生能源在供热、供冷终端能源

消耗总量中的占比同比提高了13.4%，可再生能源在交通行业终端能源消耗总量中的占比为5.2%，与上一年持平。

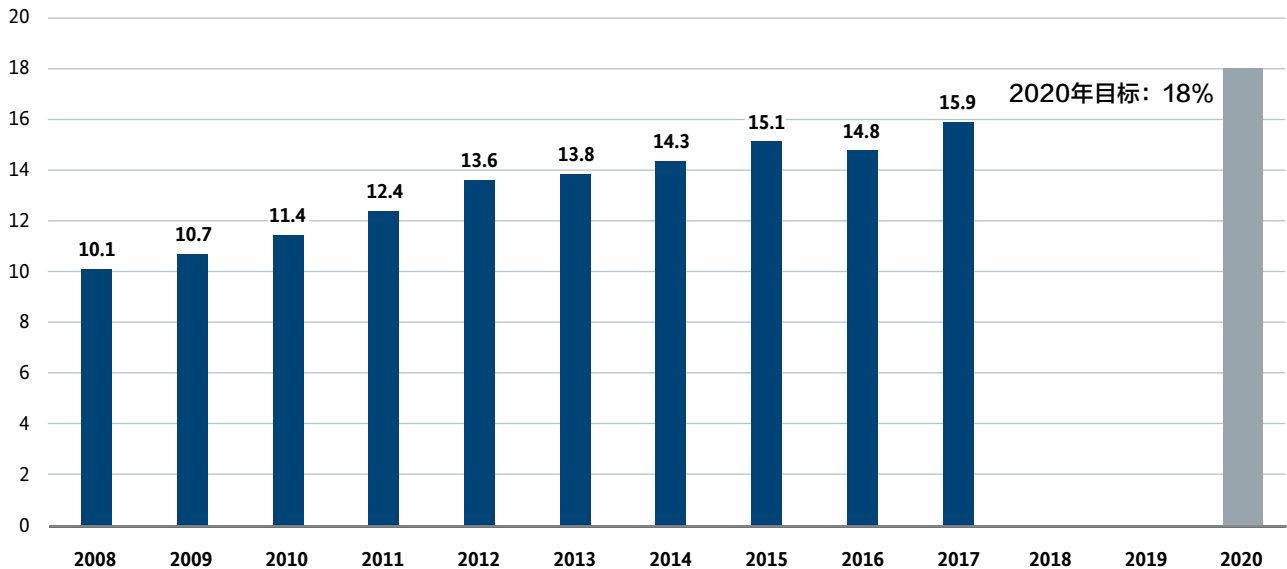
据初步估计，2018年可再生能源在终端能源消耗总量中的占比为16.7%。这相当于涨幅为5%，或与上一年（15.9%）相比提升0.8个百分点，从而向2020年18%的目标又迈进了一大步。

图4.1: 目标的简要说明: 可再生能源和能源消耗总量

2020年目标 可再生能源在终端能源消耗总量中的占比为18%

2017年状态 15.9%

终端能源总量占比



资料来源: 可再生能源工作组 (AGEE), 状态2019年2月

趋势



措施

可再生能源法, 市场激励计划, 可再生能源供热法, 温室气体排放配额等等。

2017年可再生能源电力为216.3太瓦时, 明显高于上一年(2016年: 189.7太瓦时)。与上一年相比相当于提高了14%。可再生能源在能源消耗总量中的占比从2016年的31.6%, 明显跳升到了2017年的36%。据不完全统计, 2018年可再生能源在能源消耗总量中的占比为37.8%, 从而提前超额完成了2020年35%的目标。

现有可再生能源设备的融资需求, 2017年和2018年持续上升。这相当于支付给可再生能源设备运营商的可再生能源发电报酬或奖金, 与可再生能源电力在电力市场上销售收入的差额。总体来说, 近几年融资需求略有上升(从2015年的219亿欧元上升到2016年的222亿欧元)之后, 2017年有大幅上升, 即达到234亿欧元。而2018年则为256亿欧元(预测值)。

一方面是可再生能源带来的积极作用, 例如: 避免温室气体和污染气体的排放, 从而减少由此产生的对健康和环境的危害, 而另一方面则是融资的需求。通过利用可再生能源, 在2018年减少了大约等量1亿8400万吨的二氧化碳排放。另外, 可再生能源的扩建为总体国民经济注入了推动力, 例如可节省石化能源, 从而降低了能源进口。除此之外, 德国对可再生能源的扶持, 已超出可再生能源的范畴, 也对降低国际上可再生能源领域的技术成本做出了贡献。

2019年的可再生能源附加费为6.405欧分/千瓦时, 已连续两年下降,与2018年相比甚至下降了大约6%。从2014年起附加费一直徘徊在6.2—6.9欧分/千瓦时之间。在此前的若干年内, 附加费曾有过非常明显的增长(如从2012年的3.59欧分/千瓦时升至2014年的6.24欧

分)。可再生能源附加费背负着过去沉重的成本包袱，即：为现有设施支付高报酬率的报酬，而这些报酬率出于存续保护和信赖保护的原因无法改变。新设施需要的报酬率要低很多，因此从长远的眼光来看可以大大减轻可再生能源附加费的压力。

可再生能源在电力、热力和交通领域的主要措施包括：

- 2017年版《可再生能源法》
- 2107年版《可再生能源法》修订案
- 《租户电力法》
- 《能源收集法》（主要是执行陆上风力发电和光伏发电的特殊招标）
- 2015年“市场激励计划”的修订案，包括扶持热泵产业和自2016年起增补的“能效激励计划”（APEE）
- 经各方协调的热力市场管理法规
- 配有季节性储热设备的低温供热网
- 电动汽车/生物燃料/轨道交通领域的措施

4.2 展望

尽管近几年来（2013年—2017年）在电力领域可再生能源的扩建明显放缓，但是可再生

能源在电力消耗总量和热力消耗总量中占比的2020年目标方面，能源转型仍在沿着设定的目标路线前进。按照目标结构体系研究报告，可再生能源在终端能源消耗总量中的2020年占比目标刚刚得以实现，但仍需继续努力。这一点尤其适用于为了实现联合执政协议中设定的2030年65%的目标，联邦政府为提高可再生能源在电力行业中的占比所做的努力。这个占比几乎相当于最初为2040年设定的目标。

为了能够实现2030年65%的目标，必须为了利用风能增加更多的使用面积。扩大陆上风能的核心前提条件是，规划供风能使用的空间面积。目前德国有大约1%的陆地面积被用于利用风能。这些面积的一多半已经安装了风能设备，在设备以旧换新的框架下，要审查这些面积是否可以继续用于风能。在剩余的面积上，大多数情况下存在着接受度不高或法律批准方面的障碍（例如自然保护、航空或军事等方面的要求），从而阻碍了风能设备的安装。因此要分析将其他面积指定用于安装风能设备的障碍，并予以消除。

对于光伏发电的扩建，屋顶和空地都有足够的潜力。按照2018年可再生能源经验报告的科学总结报告，目前太阳能屋顶面积的发电量大约为30吉瓦，仅为太阳能发电潜力的10%。



按照联合执政协议，目标明确、高效、电网同步化和不断以市场为中心的可再生能源的扩建，是成功的能源转型和气候保护政策的先决条件。联邦政府致力于，特别是在提高可再生能源和电网容量的同步能力的挑战下，提高可再生能源在电力行业中的占比，从而实现在联合执政协议中达成的至2030年占比达大约65%的目标。对此，电网的接收能力是关键。为了替代煤电并满足额外的电力需求，加大可再生能源的扩建尤为重要，从而可以实现交通、建筑和工业领域的气候保护目标。

联邦政府坚持不懈地扩建可再生能源。为了提高陆上风能接受度的措施进行咨询，成立了一个联合政府议会党团工作组。在工作组、“增长、结构转型和就业”委员会的结论和电网扩建的进一步发展的基础上，至2019年秋季将决定提高接受度的具体措施、扶持的条件，以及至2030年在电力行业中可再生能源的其他扩建途径，从而实现联合执政协议中设定的可再生能源约65%的目标。此外，在为期三年的试点阶段（2019年—2021年），联邦政府将通过跨技术领域的招标积累经验。

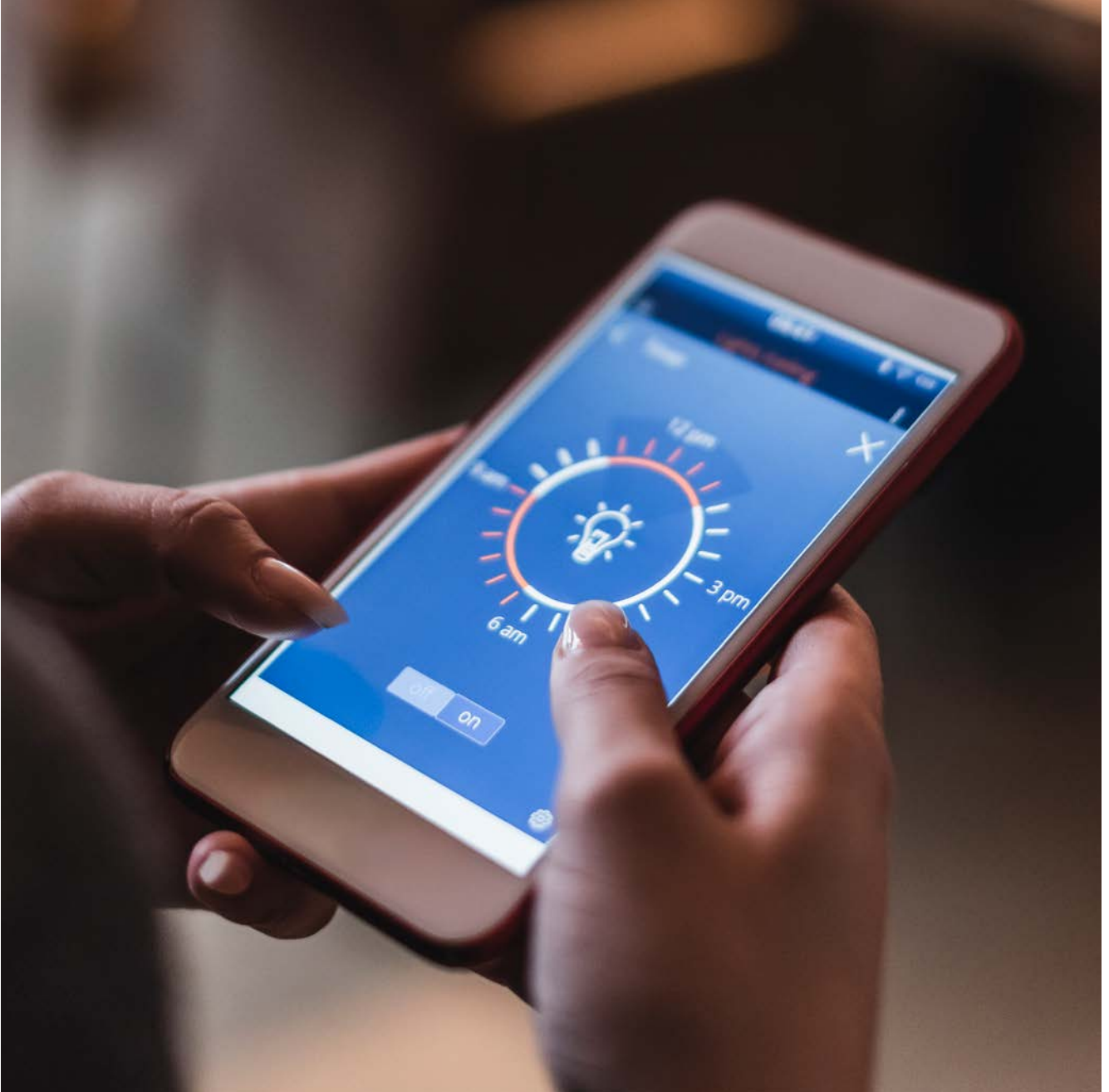
实施能源转型的后续步骤将越来越多地建立在电力、热力和交通领域综合发展的基础之上。在未来几年中，预计可再生能源在所有这三个行业中的意义也会变得越来越大。除了提高能



效和可再生能源的扩建之外，能源经济、交通和建筑行业之间的互动（行业耦合）也将会越来越频繁。要实现能源和气候目标离不开供热，联邦政府将积极推动供热转型。

为了在2050年前将能源体系彻底转型为可再生能源，创新的技术解决方案和新的业务模式必须要为高效实施能源转型做出重大贡献。为此，还必须加强调动私有资金的力量。市场机制将会最大可能地利用参与者分散的知识，并努力发现新知识，从而可以跨技术和跨行业地发掘最高效的解决方案。

5 能耗和能效



5.1 现状

2017年的一次能源消费量较上一年有所增加。2017年的一次能源消耗量为13594拍焦耳，比上一年提高了0.8%。究其原因，主要是经济增长良好，达2.2%，再加上人口也增长约30.8万人。除去天气和库存的影响，2017年一次能源消耗量比上一年提高了

1.1%。经济增长和人口增长对能耗增加的影响只能部分通过能效的提高来抵消。

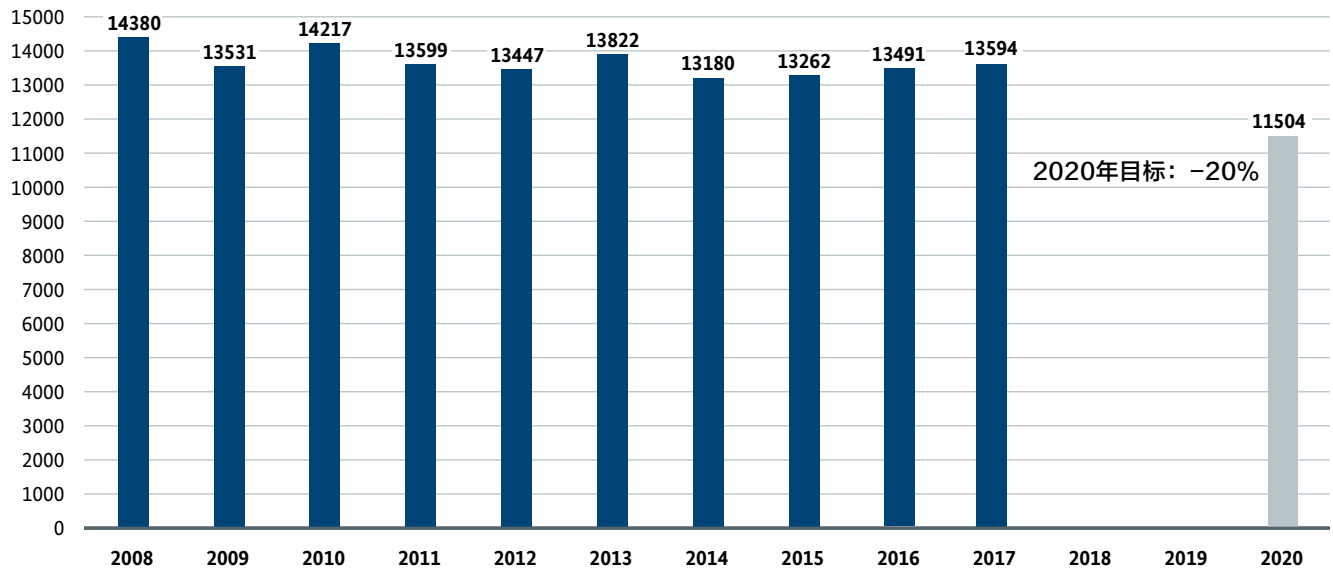
与基准年2008年相比，2017年德国的一次能源消耗量总体下降了5.5%。为了实现2020年一次能源消耗量的降低目标，必须比2017年的水平还要回落大约14.5个百分点。其绝对值相当于2090拍焦耳，也就是大约整个德国一

图5.1: 目标的简要说明: 降低一次能源消耗量

2020年目标 一次能源消耗量降低20% (与2008年相比)

2017年状态 -5.5%

拍焦耳



资料来源: 能源评估工作组 (AGEB), 2018年8月

趋势



措施

《国家能效行动计划》和其他现有的能效项目

年的耗电量。要在2020年前实现这个降低目标, 是不大可能的。

2018年的一次能源消耗量达4.6%, 与上一年相比明显下降。这一点从能源评估工作组 (AGEB) 的年度报告中可得知。这是德国一次能源消耗量自2014年以来首次出现下降的情况, 并达到了自1972年以来的最低水平。能源消耗量降低的主要原因有三: 明显上升的能源价格、不同寻常的温和天气, 以及能源生产率的大幅度提高。

与上一年相比, 终端能源消耗量有所上升。终端能源是一次能源的一部分, 从一次能源中刨除传输和转换的损耗以及非能源消耗量后, 剩余部分就是可供消费者使用的终端能源。2017年终端能源消耗量为9329拍焦耳, 比上一年上升了2.8%。除去温度和库存的影响, 2017年终端能源消耗量与上一年相比高出3.3%。

各行业的情况不尽相同, 未刨除影响因素的能源消耗量涨幅最大的是工业领域, 达3.5%, 领先于商业和服务业的3.4%和交通业的2.4%。家庭消耗的终端能源比上一年提高2.2%。

在2008年—2017年期间, 终端能源的生产率平均每年提高了1.0%, 但仍然明显低于2.1%的设定目标。为了达到能源方案中为终端能源生产率设定的目标, 必须在2017报告年度与2020目标年这三年之间, 将每年上升的速度平均提高5.6%。这样的提速是不太可能实现的。目标保持不变, 仍是通过尽可能使用较少的能源来生产出国内生产总值, 并且要避免不必要的能源消耗。出于这个原因, 企业、居民和公共行业要一如既往地注意高效利用能源。

在2008—2017年期间, 电力消耗总量降低了约3.3%。目标是至2020年电力消耗总量降低10% (与2008年相比)。为了实现这一

目标，必须在2017报告年度与2020目标年之间剩余的年度内，继续下降6.9%，大约42太瓦时。这相当于超过4座核电站每年的发电总量。同时还要考虑到：为了继续推动供热和交通领域的脱碳，应在行业耦合的框架下，在这些领域以高效的方式提高可再生能源的发电量。由此会产生新的电力消费者。然而，为了能够尽可能地降低对可再生能源电力的额外需求，原则上应该在行业耦合时采用供热、供冷或驱动中高效转换电力的技术，从而用最少的可再生能源电力替代尽可能多的燃料。

5.2 展望

总体来说，为了尽快实现能效领域的2020年目标，迫切需要采取行动。至今所取得的进步还不够。对于2030年目标，《国家能源和气候综合计划》（NECP）参考场景表明，为了实现目标必须采取进一步的措施。

2019年，联邦政府计划提交一份能效战略。能效是能源转型的支柱之一。如果不采取提高能效的额外措施，国家能源和气候政策的2020年、2030年和2050年目标就无法实现。这一点同样适用于德国在欧洲层面上，特别是在碳排放交易体系外承诺的义务。

能效战略预计于2019年由联邦政府通过。该战略的核心是为2030年确立一个一次能源中期目标，但仍然以至2050年一次能源消耗量减半这一指导目标（与2008年相比）为准

绳。该战略的一个重点也应放在供热转型上。另外，应在“能效绿皮书”结论的基础上，继续发展2014年联邦政府通过的《国家能效行动计划》（NAPE），并尽快加以实施。这份《国家能效行动计划2.0》应包含2021年—2030年十年一揽子具体措施，其中包括行业措施和跨行业的工具。这些措施应构成德国《国家能源和气候综合计划》“能效章节”，以及落实《气候保护规划2050》的基础。通过能效和建筑平台确保将相关参与者广泛地联系起来。

为了实现德国和欧洲的能源和气候目标，必须大力推进建筑、工商服务业的供热脱碳化。因此，要加强将供热转型树立为政策重点的努力。因为仅仅通过目标远大的扩建途径，还无法完全用可再生能源满足目前的供热需求，所以也应该在供热领域内坚持不懈地继续遵循能源转型的三部曲：首先必须明显降低供热领域的能源消耗，然后充分利用可再生能源直接在热能利用上的潜力，最后通过高能效的行业耦合来满足剩余的需求。同时必须考虑到可持续使用的生物质潜力的极限。在此，可以实现脱碳化供热的供热网，是这项工作的关键技术和重点。其中，特别是在偏远的农村地区，与生物质设备相连的短距离供热网也能贡献一份力量。

要坚持不懈地继续实施联邦经济和能源部“能效和可再生能源供热”的促进战略。为此，就像以前在工业领域中一样，现在也应在建筑领域促进重构。通过进一步融合和有的放矢地制定扶持计划，可以提高效果。



6 建筑



6.1 现状

建筑终端能源消耗量，以下也称供热需求，2017年与上一年相比有所提升。作为与建筑物相关的终端能源热力消耗量（供热需求），主要表现为空间加热（暖气）、空间冷却和热水供应的能源消耗值。在非住宅建筑中，另外还要计算（固定安装的）照明的电力消耗。2017年热力需求约为3214拍焦耳，比上一年提升了2.6%。提升的主要原因是1月和9月气温与上一年相比较低，供暖需求增大。

即使在过去的四年中每年的热力需求都在上升，但自2008年以来总体仍下降了6.9%。这意味着，在这个时间段内，热力需求每年平均下降了约0.8%。为了实现至2020年比2008年水平降低20%的设定目标，热力需求必须比2017年的水平再降低13.1%。至2020年实现这个降幅，是不大可能的。

2017年建筑一次能源需求量比上一年上升了1.9%。除了暖气、制冷和热水（非住宅建筑还要包括照明）的供应之外，一次能源需求指

标还考虑到获得、转变和输送/配送各能源载体的非可再生能源的消耗。但是，一次能源需求不包括可再生能源，所以它既可以通过提高效率，也可以通过提高可再生能源在满足热力需求中的占比来加以降低。与上一年的3488拍焦耳的一次能源需求量相比，2017年的一次能源需求量为3555拍焦耳。

6.2 展望

为了尽快达到建筑领域的目标，总体上来说仍然迫切需要采取行动。目前取得的进步是不够的。同时必须考虑到，新措施要运行一段时间之后才能显现出功效。必须深挖能效潜力。

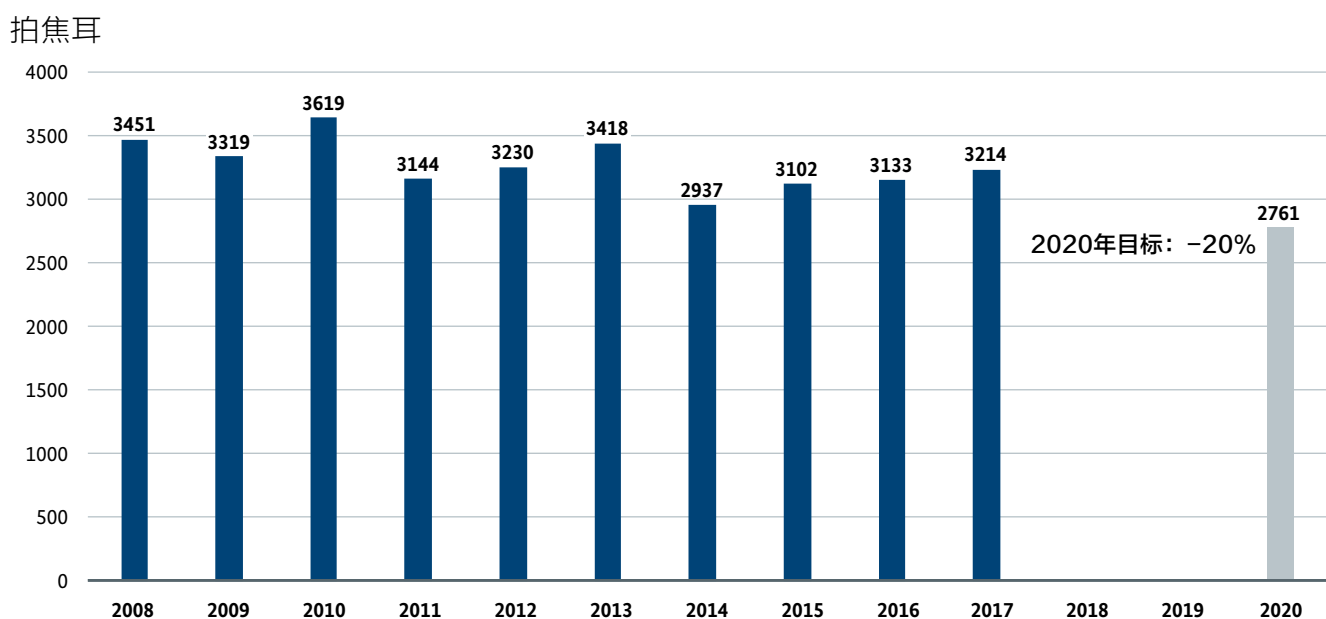
在建筑领域实施能源转型在可预见的未来中对于整个能源转型的成功也起着关键的作用，即使是对于实现2030年和2050年国家能源转型

和国际气候保护目标，建筑行业也将一如既往地具有重大意义。由此可以推断出，我们一方面必须坚持不懈地加强在建筑领域的努力。另一方面，研究报告表明在建筑供热方面始终存在着提高能效、利用可再生能源，以及进行行业耦合和数字化的巨大潜力。

建筑领域能源转型的基础仍然是“建筑能效战略”（ESG）。该战略指出，通过提高能效和加强可再生能源使用的组合方式，可以实现当今平均相当于节能房55的存量建筑至2050年近乎零排放的目标。在实施中必须考虑到经济性和社会承受力。为了实现节能目标，“建筑能效战略”指出了一条解决方案通道，其中提高能效和可再生能源在能源消耗量的占比双管齐下。根据我们今天的认识，可以在这个通道范围内推动2030年和2050年目标的实施。根据不同的场景，“建筑能效战略”预测，2050年终端能源消耗量将大约减半，在

图6.1: 目标的简要说明：用于供热的终端能源消耗量

2020年目标	降低与建筑相关的终端能源消耗量（热力需求）20%（与2008年相比）
2017年状态	-6.9%



资料来源：能源评估工作组（AGEB），2018年11月

趋势



措施

《国家能效行动计划》、“建筑能效战略”和气候保护行动计划

余下的终端能源消耗量中，可再生能源大约占60%—70%。为了支持“建筑能效战略”的目标，在“环保的建造和居住”战略框架下，《气候保护规划2050》拟定了必须遵守且现在就应开始实施的战略措施。

联邦政府计划批准一项跨行业的能效战略。该战略应包含实现能源方案设定的目标，完成德国为2030年欧洲能效目标做出的国家贡献的具体措施。为此，该战略将为2021年—2030年这十年制定具体措施（NAPE 2.0）。

按照联合执政协议，借助《建筑节能法》简化《秩序法》，并去除其中的官僚主义；落实欧盟法律的要求，同时对新旧建筑的现行能源要求仍继续适用。

为了实现建筑领域的能源和气候政策目标，在联合执政协议中建筑节能改造的税收扶持是一项优先措施，是对至今存在的建筑领域资助格局的一个有利补充。在实施过程中，考虑到联合执政协议中对预算政策的规定，联邦政府将审查各种可能的组合。为了使税收扶持能发挥良好的功效，非常有必要为现有建筑的额外改造提供具体的激励。另外，必须将这种激励也合理地融入到现有的资助格局中。同时为了提高这种对能源改造的资助的知名度，也应借助例如税收顾问的传播效应进行推广。

如果不能明显增加对现有建筑进行改造的工作，则无法达到建筑领域至2030年终端能源消耗量必须降低的目标。为了激励更多的改造

工作，除了扩大现有的资助项目之外，还必须启用新的工具。在联合政府2019年3月19日批准成立的“环境保护”内阁委员会的框架下，应该为具有法律约束力地执行气候保护计划的决定，以及为实现德国有义务完成的2030年气候保护目标做好准备。已经计划好的首批措施也应整合到《国家能源和气候综合计划》中，并确保实现2030年的减排目标（与1990年相比至少降低55%），为此所有行业均应做出自己的贡献。

除了降低能源消耗量之外，供热的脱碳化对于实现能源和气候目标也是不可或缺的。因此，要提高供热转型在政策中的核心地位，并坚决予以推动。除了对可再生能源馈入供热基础设施提供各种形式的扶持激励之外，目前还在审查和制定其他措施，从而在建筑领域和其他热力消耗行业中实现能源转型。

在《国家能源和气候综合计划》（NECP）中，在“建筑能效战略”的基础上明确设定建筑领域2030年、2040年和2050年的目标。至2019年底，将通过有利的措施大力充实《国家能源和气候综合计划》，并提交给欧盟委员会，其中也包括长期改造战略。在改造战略的制定过程中，应吸纳广泛的参与者加入。由于要审查能效和可再生能源之间必要的配合情况，还需要为一次能源需求的2050年目标额外确定2030年和2040年的中期目标。只有以将能效标准和可再生能源结合在一起为出发点，并同时向技术开放，才能使一次能源需求兼容到“建筑能效战略”（ESG）的体系中。

7 交通



7.1 现状

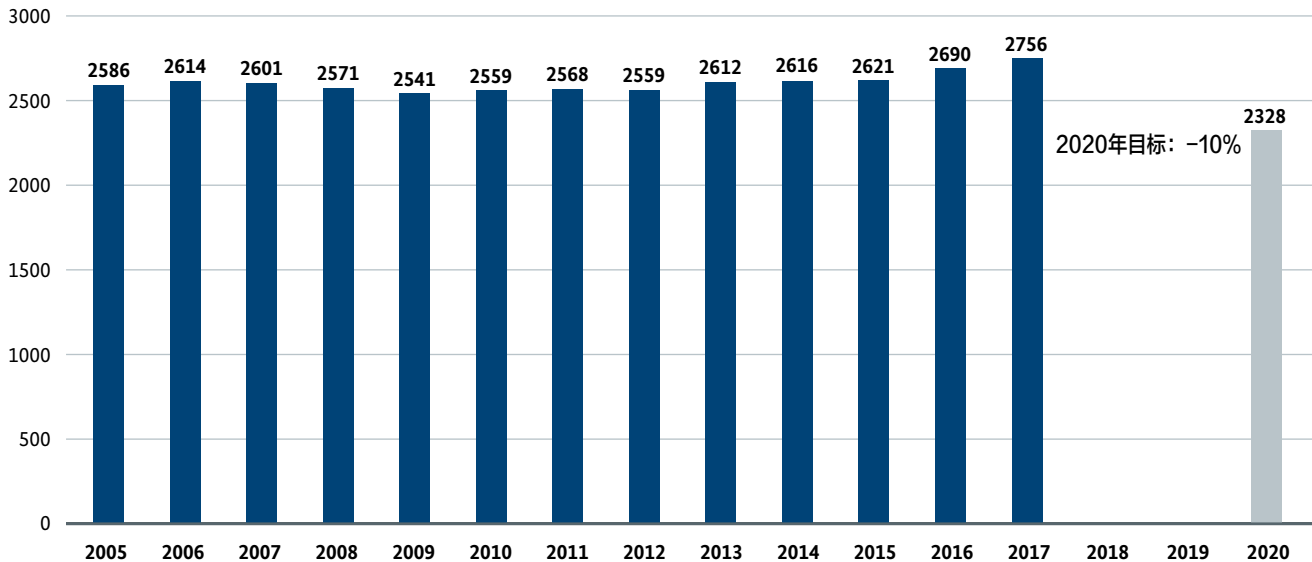
2017年交通领域的终端能源消耗量有所增加。交通行业内所有交通工具在2017年的终端能源消耗量总计为2755拍焦耳，较上一年增加2.4%。因而交通行业占德国终端能源消耗总量的比例高达约30%。

终端能源消耗量在交通领域的总体发展趋势与能源方案中的目标背道而驰。到目前为止，交通领域能效的提高未能平衡由于运输能力明显提升而造成的能耗增加。因此早在2014年，联邦政府便通过“交通和燃料战略”（MKS）和《气候保护行动纲领2020》推出了扶持、咨询、资助和改善秩序框架等综合手段，希望推

图7.1: 目标的简要说明：交通行业终端能源消耗量的发展

2020年目标	终端能源消耗量降低10%（与2005年相比）
2017年状态	6.5%

拍焦耳



资料来源：能源评估工作组（AGEB），2018年8月

趋势



措施

消耗/能效/气候保护，电动汽车/替代性燃料/加油和充电基础设施，转型为环保的交通工具

动交通行业的能源消耗量进一步下降。该策略的核心之一是通过研发的资助、研发项目的市场引入和数字化解决方案的潜力发掘来应用技术创新。

电动汽车在今天已经使局部零碳或低碳以及高能效出行成为了可能。但是，电动汽车在交通流量中的占比目前总体来说还相对较低。虽然总体市场占比仍然很低，但是电动汽车的保有量确实在迅速上升。2017年有超过111000辆电池驱动的多轮机动车被批准上路，其中44465辆为可外部充电的混合动力汽车。但是，其市场份额在多轮机动车总量中仍然徘徊在2%以下。除了多轮电动车外，德国道路上还出现了越来越多的两轮电动车，例如电动助力自行车和电动自行车。

目前生物燃料在交通领域终端能源消耗量中的占比为4.6%。利用生物燃料，交通领域中的二氧化碳减排达到约750万吨。在未来的几年中，由废物和垃圾生成的生物燃料能够额外明显降低二氧化碳的排放量。

另外，通过行业耦合可以为交通领域提供可再生氢燃料。这种氢燃料可以用来生产低碳、人工合成的燃料（例如甲烷、二甲醚、OME等等），或直接用于燃料电池的驱动系统。同时，必须考虑到不同行业间的应用竞争。以电力为基础的燃料的应用首先在航空和航海交通中是不可或缺的。

7.2 展望

联邦政府要塑造可持续、负担得起和环保的交通出行方式。为了加强低排放的交通出行，实现交通领域内的能源消耗和气候保护目标，重要的着眼点主要是普及电动车、扩建充电基础设施和加大自行车、步行出行的力度。为了迅速扩建电动汽车交通，核心问题是给予行业耦合充足的激励。另外，也必须结合创新驱动技术加强和扩建可再生燃料和替代性燃料，并首先应用于航空和航海交通中。这两种可供选择的燃料，具备数量上的潜力以及提高生产效率和降低生产成本的潜力。由于生物质的潜力是有限的，所以2030年以后这些燃料的大部分可能可以在可再生电力能源的基础上生产出来。同时，应首先考虑到国家平台“交通的未来”的成果。研究报告“可持续的城市交通”也积极致力于构建面向未来、可持续的交通出行方式。该报告从系统化的视角、在交通需求

的背景下考量交通业中新技术的机遇。另外，参照“面向未来的轨道交通”的结论，投资轨道交通基础设施、在轨道交通中引入创新技术以及新型物流方案是非常必要的。最终，应建成自动化和数字化的轨道交通。

鉴于交通运输的需求不断增大，交通服务和能源消耗彼此脱钩比以往的任何时候都更加重要。为了避免产生运输需求或减少交通服务，有必要进一步挖掘潜力。这一点可以通过提高交通系统的效率，例如借助综合性的空间和交通规划或紧凑集约化的道路链来实现。“交通和燃料战略”（MKS）的进一步发展将使这些领域变得越来越重要。在联邦政府气候议会的协商过程中将讨论这些方法。目标主要是在国家平台“交通的未来”的建议的基础上，至2019年年底提交商定的一揽子措施，希望交通业借助这些措施实现联邦政府至2030年的能源和气候保护目标。



8 温室气体排放



8.1 现状

根据联邦环境局（UBA）的计算，自1990年以来德国温室气体排放总量至2017年降低了27.5%。2017年排放了约9.07亿吨温室气体（二氧化碳当量）。与2016年相比下降了约440万吨，即0.5%。德国的温室气体排放量相当于欧盟每年温室气体排放量的五分之一。

按照联邦环境局对2018年的最新估计，自1990年以来的温室气体排放量下降了约30.8%。除了不同寻常的天气之外，排放量的降低估计主要归因于可再生能源量的明显增多和硬煤排放量的明显回落。

2017年的排放总量中，最大部分的排放来自于能源产业，几乎占36%。第二个排放大户是

工业，占22%，紧随其后的是交通业超过18%和建筑领域约14%。农业的排放量大约占排放总量的8%。剩余的1%多是由垃圾和废水领域造成的。按照目前的估计，2018年行业排放量的排序与2017年相比没有太大的变化。

与2016年相比，2017年能源产业的排放量明显降低约1900万吨。造成这个结果的原因主要是风力发电量的提高，而煤炭发电厂的发电量明显降低。这种趋势在2018年得以延续。所以，按照联邦环境局的最新预测，能源产业的排放量将继续降低约1400万吨，达到3.11亿吨。

以可再生能源替代化石能源是达到气候保护目标的重要手段。2017年避免了大约1.78亿吨二氧化碳当量的排放量。其中，电力产业减排了1.35亿吨二氧化碳当量的排放量。在供热领域因采用可再生能源而减排3500万吨，因使

用生物燃料而减排700万吨二氧化碳当量。按照初步计算，通过使用可再生能源2018年得以避免1.84亿吨二氧化碳当量的排放量。

8.2 展望

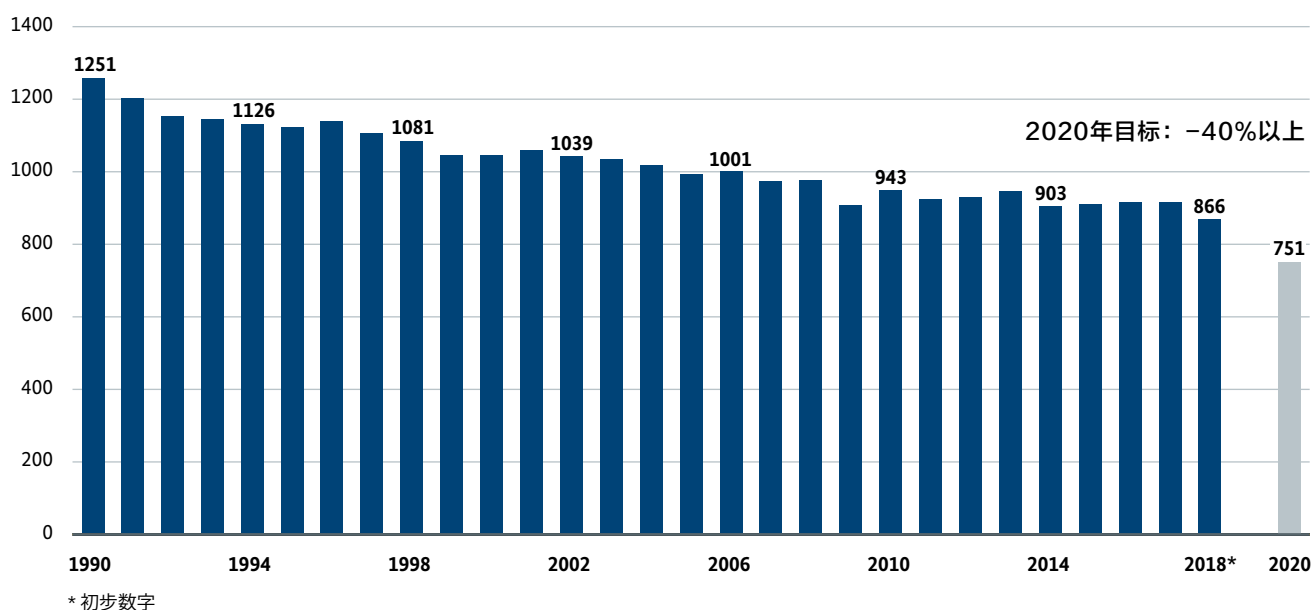
联邦政府于2016年11月通过的《气候保护规划2050》与《气候变化框架公约》第21次缔约国会议的成果挂钩，在三个层面上实施现代化战略：气候保护规划为每个具体的行动领域提出2050年的纲领性原则，为创新预留空间并追求最大限度的可持续性。规划为所有行动领域描绘出最坚实的转型路径，指明了重要的路径依赖性并阐述了相互依赖关系。规划以行业目标、具体的里程碑和战略措施来支持2030年的温室气体排放阶段性目标，并同时兼顾效果分析和成本分析。

图8.1: 目标的简要说明：德国的温室气体排放量

2020年目标 温室气体减排至少40%（与1990年相比）

2017年状态 -27.5%（2018年临时数值：-30.8%）

百万吨二氧化碳当量



资料来源：联邦环境局（UBA），2019年4月

趋势



措施

《气候保护行动纲领2020》

对于2020年之后的时间，《气候保护规划2050》作为国家气候保护的长期战略指明了一个重要的方向，并为各个行业的排放设定了至2030年的具体目标。无论是《气候保护行动纲领2020》，还是《气候保护规划2050》都遵从气候保护的指导方针。作为社会和经济现代化战略，该方针以科学为基础，采用技术开放和高效的方式构建而成。

通过《气候保护规划2050》，联邦政府决心实现至2050年大规模温室气体中和的目标（减排80%–95%）。在2020年与1990年相比减排40%这一国内目标按照所有的预测无法实现之后，重要的是要在德国实现大规模的减排。例如坚持不懈地落实退出煤电计划，可以明显降低能源产业的排放量。

在欧洲层面上，联邦政府已承诺，在2030年前达到2030年国家减排目标的量级（与1990年相比至少减排55%）。为了能够实现这一目标，在能源消耗行业中扩建可再生能源，坚持不懈地采取能效措施是其核心组成部分。在努力实现2020年目标的过程中，经验表明必须坚持不懈地遵循这些目标。特别是在德国对欧洲做出了气候保护承诺的情况下，依照欧盟气候保护条例，如果无法实现目标，购买排放权的费用可能由联邦政府承担。

气候保护现在是，而且将来也是人类在地球上赖以生存的根本要素。限制由人类造成的气候变化并根据无法阻止的变化进行调整，是社会的首要任务。无动于衷意味着巨大的痛苦和伤害，以及承担无法逆转地失去生活空间的风险。

于此同时，气候保护措施能够为增强经济区位优势德国的创新力提供重要动力。远大的气候保护目标不仅功在千秋，而且也会为保障我们未来的经济做出贡献。

联邦政府为《气候保护规划2050》拟定一份2030年措施计划，该计划也将纳入到《国家能源和气候综合计划》中。这些措施应确保实现2030年的最低目标（至少比1990年降低55%），并且所有行业都应做出各自的贡献。“增长、结构转型和就业”委员会提出了建议，借助这些建议可以确保实现气候保护计划中通过的2030年能源产业的行业目标。按照气候保护计划，从生态、经济和社会影响等方面对所有措施进行评估。正如在联合执政协议中商定的那样，联邦政府为确保实现2030年气候保护目标而制定保驾护航的法律。

内阁已于2019年3月20日决定，设立“气候保护”内阁委员会，以确保有法律约束力地实施气候保护规划，以及德国有义务实现的2030年气候保护目标。联邦总理任委员会主席，联邦财政部长兼副总理任委员会副主席，联邦环境部长舒尔策（Schulze）被任命为“主席专员”。其他常务委员包括内政部长、建设和家园部部长、经济和能源部部长、食品及农业部部长、交通与数字基础设施部部长、总理府负责人以及联邦政府新闻与信息局负责人。内阁委员会的主要目标是，为《气候保护规划2050》的落实制定具有法律约束力的框架。

9 电厂和供电安全



9.1 现状

2017年可再生能源的装机容量继续增长。在2008年—2017年期间，并入德国电网的发电设施的净额定功率总共增加了约73吉瓦。2017年可再生能源发电设施的额定功率为113吉瓦，比上一年增加了8%。其中，风能增

长最大，但太阳能和生物质也呈增长态势。来自可再生能源的额定功率在发电总功率中的占比2017年升至足足52%。

热电联产（KWK）是能源转型的重要基石之一。它在常规发电和供热系统中起着独特的作用。由于在热电联产中同时产生电力和热力（

例如用于远程供暖），所以利用热电联产设备比分别生产对燃料的利用率更高。《热电联产法》为2020年制定的扩建目标是发电110太瓦时，2025年为120太瓦时。而热电联产2017年的发电量实际已达117太瓦时，相当于德国发电量的19%。

在全球范围内，德国属于断电时间最短和可再生能源比例不断增加的国家之一。可靠的电力供应不仅对于经济区位德国，而且对于每个公民都非常重要。在能源转型的主导控制中，联邦经济和能源部非常重视在未来也确保最高水平的供电安全。

目前在德国和欧洲电力系统中还存在着大量过剩的生产能力。欧洲范围内有大约80-90吉瓦。因此，在过去的几年中投资新建电厂几乎是没有什么意义的。但是，在这期间电力市场的价格却发生了变化。目前还未运行的燃气发电厂将重新发电，并向市场上供应电力。同时必须看到，当产能变得越来越短缺时，市场参与者会迅速做出反应。

德国的供电系统完全整合在欧洲供电系统中。欧洲的所有电网都是彼此相连的。跨境电力交易使欧洲电厂园区的利用更加高效和更加经济，并可以在风力发电和太阳能发电出现波动时利用大范围的平衡效应。如果每个家庭每个小时都完全自己供电，那么就会太贵而且费时费力，这一点也适用于整个德国。因此，德国与邻国交换电力，从而最终更加经济和更加安全地保证所有电力客户的用电。

2016年《电力市场法》制定了一个供电安全连续监测体系。以市场为基础布局电力市场可以确保最经济条件下的供电安全。同时，对于整个能源产业来说，能源转型是一个动态和根本性的转变过程。因此，不排除事物不按照预期发展的可能性。通过连续的监测可以及早发现问题，在必要时有的放矢地进行调控。

监测涵盖电力市场上对市场参加者来说可预见的所有事件和发展。例如会考虑到不同的天气

条件，也包括长时间风力和太阳能几乎无法发电的所谓无风无光、黑暗阴沉的天气。“增长、结构转型和就业”委员会也在研究减少煤电的建议。在所有的研究场景中德国的用电需求随时都可以得到满足。分析显示，目前没有可以预见的、应采取措施应对的近期风险。

为了额外保障电力市场的供电安全，已准备好大量的储备。联邦政府将提早和有预见性地检查供电安全的所有方面，以便及早识别和采取必要的措施。一旦确认有必要采取措施，例如伴随退出核能和煤电的措施，将会立即实施。

电网方面的供电安全同样可以保障。保证消费者供应的前提条件是保证拥有足够的输送和配送电网能力。在输送层面上，尽管电网扩建迟迟未开展，但是为了保证电网的稳定性，运营商必须越来越频繁地采用保障电网系统稳定性的措施。在配电层面上，数年来的断电时间——即使在国际上进行比较——也一直保持在非常短的水平上。

电厂和供电安全领域的核心措施主要包括：

- 《电力市场法》
- 修改电网入网条例（StromNZV）
- 安全准备
- 《能源收集法》
- 《热电联产法》
- 应急能力储备
- 《重新确定核废料处理责任法》
- 强辐射废料存放委员会（永久存放地委员会）
- 为继续开发《寻找和选择发热核废料永久存放地法》以及其他相关法律提出法案
- 《燃气安全条例》（欧盟2017/1938SMARD）修订版
- 市场主数据登记

9.2 展望

“增长、结构转型和就业”委员会的总结报告推荐发电厂行业进行转型。联邦政府将审查所建议的措施，并制定关键的总体方案。这将为发电厂行业转型设立核心框架条件。2019年5月22日，联邦议会已经批准了针对“增长、结构转型和就业”委员会提出的机构政策建议的实施要点。

电力市场2.0为保留或在必要时新建其他发电厂、储电站或开发可灵活开关的负载实行激励措施。通过落实欧洲“清洁能源一揽子计划”，电力市场2.0得以加强并稳固地在欧洲推行。这样，电力市场2.0可以以对消费者来说最低的成本满足发电厂和储电站的需求。

电力市场上供电安全的监测显示，在未来的几年内可以保证供电安全的高水平。联邦经济和能源部将持续和有预见性地检查供电安全。按照《能源经济法》（第51和63条）的规定，这是联邦经济和能源部的责任和义务。在监测中要考虑不同的天气条件，也要考虑到长时间风力和太阳能几乎无法发电的所谓无风无光、黑暗阴沉的天气。“增长、结构转型和就业”委员会也在研究减少煤电的建议。在所有的研究场景中德国的用电需求随时都可以得到满足。

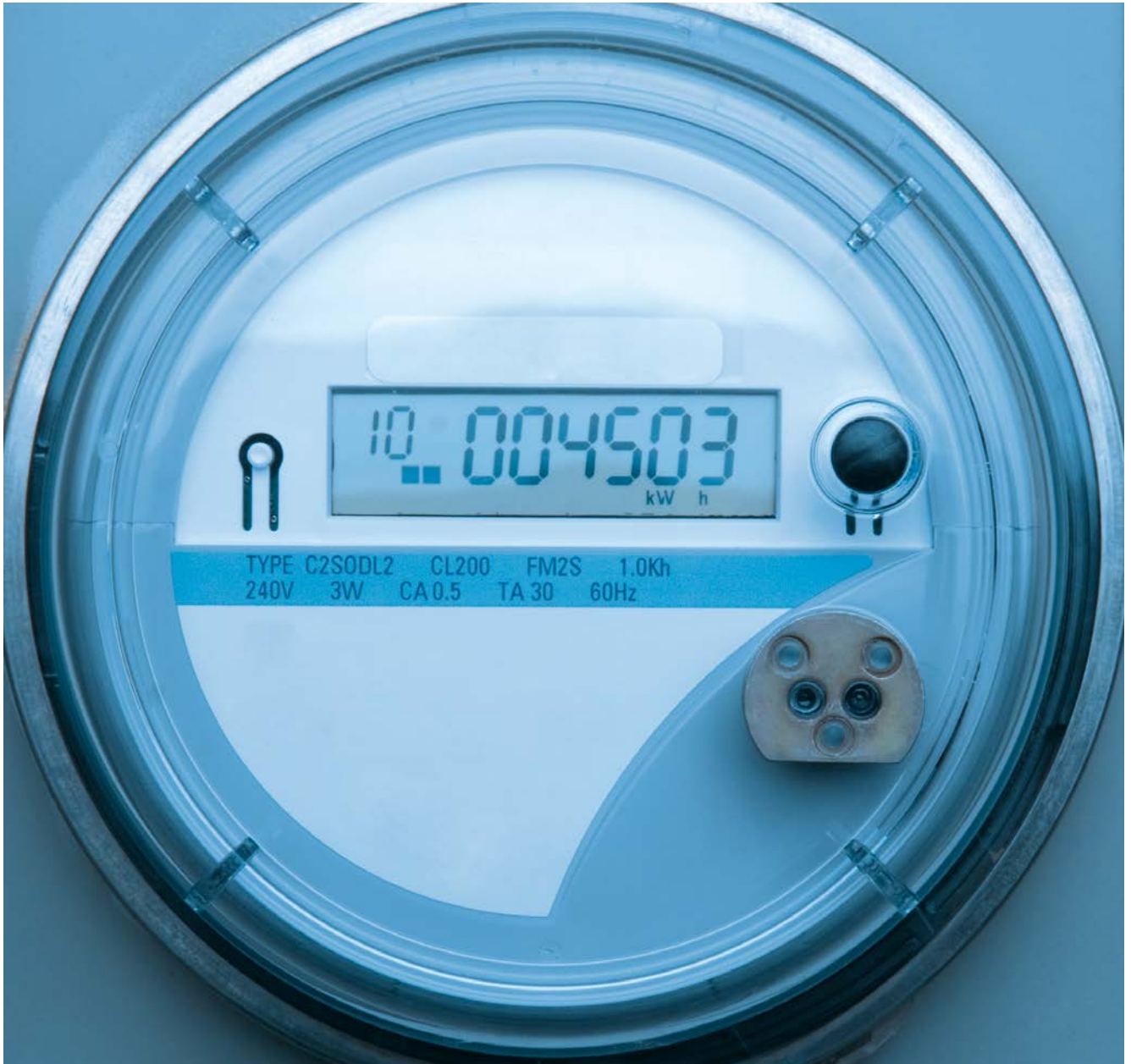
供电得到了多重保护。除了大约6吉瓦的储备用于防止由于输电网的输电能力不足造成的风险（电网储备），1.2吉瓦储备用于电网安全（特殊的电网技术生产装备）之外，自2020年10月起还将额外准备电力储备，以满足短期极端事件可能造成的用电需求。这批高达2吉瓦的储备也只能在市场外使用，而且只有当市场即使在日内交易和应用了调节电力后（对无法提供足够能源的市场参与者进行相应高额度的罚款），仍然无法满足电力需求的情况下。

热电联产涉及到的不再仅限于更高的扩建目标，而且还涉及到与未来的能源体系相协调。这是因为在电力和热力网中可再生能源的比例

越高，热电联产的运营与电力和热力领域可再生能源扩建的兼容性就越重要。热电联产设备应设计得更加低碳，更加灵活，这样它在能源转型中才有未来。因此，联邦经济和能源部最近与相关参与方一道启动了“热电联产未来的讨论过程”，以明确热电联产在能源转型中未来的角色，以及随之产生的对框架条件的改动需求。在这个过程中也会融入《热电联产法》中法律规定的评估的结果。评估和讨论过程的初步结果建议，为实现2030年的行业目标要对热电联产的扶持进行改革（《热电联产法》修订版），这种改变不仅仅局限于延长有效期。“增长、结构转型和就业”委员会也提出了未来如何实现热电联产设备的现代化，并成为灵活的电热系统的建议。另外，他们建议通过延长《热电联产法》的有效期至2030年（于2023年），继续发展和扶持热电联产。

另外还出现了一个机会，除了用现代化、灵活的燃气—热电联产供应系统之外，更多地采用可再生能源和废热向至今以煤炭为基础的远程供暖网络供热。为了挖掘“绿色”远程供暖的潜力，除了上面描述的《热电联产法》中的调整之外，其他法规框架条件，特别是对新供热网的扶持和按照新要求（例如降温）对现有供热网进行调整也很有必要。联邦政府目前正在制定一个措施计划，以便为供热转型继续开发出综合性措施，并确保实现2030年的行业目标。在这个框架下，联邦经济和能源部计划与各州、各联合会和其他利益相关方一道，开展题为“供热转型大潮下的供热网”的对话。其目标是制定综合性措施，不仅推动供热网的转型，而且以经济和社会可承受的方式整体推动供热脱碳化的进一步发展。

10 可负担的能源和公平的竞争条件



10.1 现状

终端消费者的终端能源消费支出在2017年从2100亿欧元上升至2180亿欧元。在能源收支平衡的基础上进行的计算表明了这一点。因为除了终端能源消耗量，同期国民生产总值也上升了2.2%，所以终端能源支出在国民生产总

值中的占比与上一年相比保持在6.7%，没有变化。

2017年，终端消费者的电费支出与上一年相比从741亿欧元升至750亿欧元，涨幅为1.2%，其原因是国家引导和监管的电价组成部分的支出上升，其中包括可再生能源分摊

费。终端消费者的电费支出在2013年明显上涨以后，近几年来总体上保持在一个稳定的水平。对终端消费者支出的分析可能未来在某些情况下还会进一步扩大和细化。

用国民生产总值来衡量，2017年电费支出的占比再一次下降，降幅约为3.0%，创2010年以来的最低水平。2017年终端消费者的电费支出在国民生产总值中的占比为2.3%，而2016年为2.4%。

2017年私人家庭的能源支出比上一年有所增加。每个家庭的能源支出平均约为2782欧元，比上一年上升了4.1%。其中，主要原因是燃料支出的增加，涨幅为7.1%。用于照明和加工加热（如烹饪）的能源支出，每个家庭平均比上一年增加了1.7%。暖气的支出比上一年增加了2.6%。

2017年，电价与上一年相比几乎没有变化。截至2017年4月的结算日，家庭用户的平均电费支出为29.86欧分/千瓦时，上一年为29.80欧分/千瓦时，相当于比上一年略微增加了0.2%。明显继续下降的是采购和销售的价格构成。相反，2017年可再生能源分摊费从6.35欧分/千瓦时上升到了6.88欧分/千瓦时。电网使用费也从6.79欧分/千瓦时上涨升至7.31欧分/千瓦时。2018年平均电价保持稳定，至结算截止日为29.88欧分/千瓦时。究其原因，主要是2018年的可再生能源分摊费略微下降1.3%，降至6.79欧分/千瓦时。由于电网收费同时也降低了，所以对采购价格的上涨也起到了补偿的作用。

在电价中成本飞涨的趋势在过去几年中得以遏制，这也是尽可能成本高效地进行能源转型的努力的结果。联邦政府坚持不懈地贯彻了这项政策。随着2017年初2017年版《可再生能源法》的生效，对可再生能源和热电联产的扶持转变成了竞争性的招标，从而得以实现继续扩建可再生能源的扶持成本大幅下降。首批光伏发电和风能发电的招标结果明显证明了这一点。可再生能源的继续发展取决于竞争水平

和可供使用的面积。成本发展的中期抑制也是2017年7月生效的《电网使用费改革法》的目标，该法律对逐渐停止实施电网使用费减免措施做出了规定。另外，由于市场上终端客户供电商之间激烈的竞争，客户可以通过更换供电商而节省开支。

2017年德国工业的能源总支出与上一年相比上升了2.5%。能源对于工业而言是一个重要的成本元素，并对与其他国家的竞争力有重大影响。2017年，工业能源总支出约为352亿欧元。支出增多的主要原因是能源消耗量提高。能耗的提高首先归因于良好的经济增长。用电成本是工业成本中最大的一块。尽管按照官方数据2017年工业的平均用电支出肯定低于上一年，但是用电量却提高了。这样就导致支出的结果比上一年提高了1.8%。工业成本中其他占比较大的是燃气、煤炭产品和固体燃料的支出。在燃气方面，在价格略降的同时，高支出同样要归因于消耗量的增加。在煤炭产品和固体燃料方面则相反，价格和消耗量同时上升，所以成本升高了1.8%。



德国的增长和就业要求工业实力雄厚并具有国际竞争力。而正是这些能源密集型的工业行业构成了保持封闭的价值链和下游生产基地落户德国的前提条件。因此，创造和保住德国高技能的工作岗位，在很大程度上直接或间接地受益于这些工业行业。但是，德国企业，特别是工业，他们在国际上的竞争力也取决于国内的能源价格。

保护碳泄漏的法规的作用是，将德国工业的竞争力与气候保护要求协调起来。今天已做到了：德国经济生产量提高了，但是排出的温室气体却在减少。特别是对于那些产品参与国际竞争的能源密集型企业，应通过避免二氧化碳排放，从而避免碳泄漏来减轻成本负担。这样也会保持国内的经济实力。同时，相应的法规也有利于全球的气候保护，因为温室气体的排放是有限制的，而且不得向例如气候保护标准较低的国家转移。

10.2 展望

除了环境可承受性和供电安全之外，在能源领域未来方向的设定中可负担和竞争力仍是核心准绳，所以，例如在实施“增长、结构转型和

就业”委员会所建议的退出煤电的措施中，关注电价的发展非常重要。该委员会本身已经就此提出了建议：该委员会认为非常有必要达成一种平衡，从而使企业和家庭从可能的电价上涨中解脱出来。在关闭第一批电厂后，应该对输电网使用费给予补贴或采取等效措施，以抑制电价的发展。另外，该委员会建议，对于没有从电网使用费降价中受益的企业，应额外采取措施降低其负担。由于欧盟委员会许可证交易而对部分电价已经采取的补偿，应保持稳定和持续的发展。

在其他领域，例如在《欧盟补贴法》的进一步开发中，能源的可负担性对于联邦政府来说起着核心的作用。成本效率始终是能源转型的一个指导性的标准，所以将《可再生能源法》和《热电联产法》转变为竞标体制，从而提高竞争能力的成功历史也导致了自2017年以来税收、费用和分摊费的持续降低。希望这一成功得以继续。

能源可负担性的透明度继续得到改善。为此，应继续扩大能源支出的监测，从而得出更有说服力的总体支出的概况。特别计划的有，将终端消费者电费支出的表述扩大到供热和交通行业。

11 能源供应的环境可承受性



11.1 现状

能源转换过程是当今造成德国大部分空气污染的主要原因。燃烧化石和生物燃料的所有行业，除了排放温室气体之外，也向空气中释放有害物质。这些有害物质不仅危害自然环境，而且也会持续地影响人体健康。空气中的排放

物从污染的角度来说，主要是持续影响地表水的状况。

在能源经济领域，特别是煤炭发电厂向空气中释放出大量的有害物质。整个能源产业是二氧化硫的排放大户，排放量占50%。能源产业的排放总量中汞的排放量占75%以上，氮氧化物

排放量占16%，细粉尘排放量占9%。尽管能源产业的排放量自1990年以来呈总体下降趋势，但是所谓“传统的”空气有害物质的比例还是一如既往地居高不下。

然而，伴随着生物质的使用也会排放额外的空气有害物质，对土壤和水造成危害。生物质作为可再生能源用于交通和发电供热行业中，在小型和分散的设备中燃烧会产生氧化氮和细粉尘。还要注意到的是，自从生物气产业使用植物性生物质以来，氮气的排放量增加了。氮气的排放会导致酸化、富营养化和形成二次细粉尘，所以从整体关联的角度观察新的和现有的能源转换体系是非常有意义的。

除了物质排放造成的影响，还要考虑能源产业非物质性的反作用，例如对于水源。这里一方面涉及到直接的技术介入，例如当水力直接用于发电时；另一方面热力发电厂的冷却也会在物质和热力结构上影响生态系统“河流”。

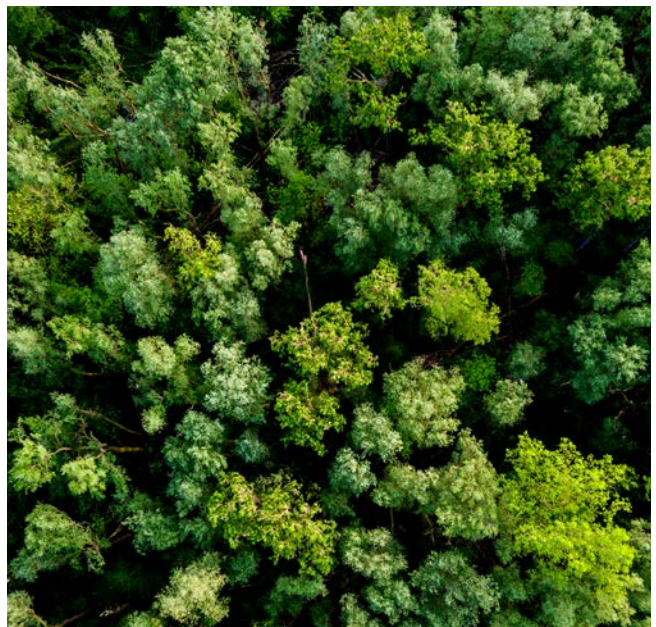
总体来讲，无论是从气候保护、环境可承受性还是经济性角度来看，原料需求和厂址设定在任何一种能源转换中均起着关键性的作用。能源转型可以通过原料利用率最大化和土地可持续利用为气候保护做出模范性的贡献。同时，德国至2050年初级原材料的使用将大幅度下降。

为了在获得、加工和运输能源载体和能源设备中（包括上游供应链），做到土地面积的占用最小化，以及为了避免土壤的持续恶化和农业用地面积的流失，应在环保监测体系下观察下列问题：一方面要考虑到被常规发电厂和获得化石能源（例如褐煤）占用的土地面积；另一方面要考虑到可再生能源设备占用的土地面积或者至少土地用途的变更。为了减少与粮食生产之间对土地利用和土地面积的竞争，利用从废物和垃圾中产生的生物能源将发挥重大作用。但是，同时为生物资源上游物质的利用开发高效战略也是非常重要的。在常规产能领域也要考虑到未来被改变用途的土地面积，例如当褐煤露天煤矿还耕时，虽然与原始状态相比已降级，但仍然可以再利用。

高效发电和产热，可再生能源的低损耗配送，以及需求量降低但灵活的能源需求，可以为减少土地面积竞争和减轻对农业的破坏做出决定性的贡献。为了继续减少对土地面积的占用，原则上特别适合使用这类技术，即：就近使用和用在不透水的土地面积上，例如在屋顶和外墙上获得太阳能，以及热泵或地热。

在能源转型的实施过程中应注意保护生物多样性以及人与动植物的生存基础，这样做非常有助于提高能源转型被社会接受的程度。总体而言，能源领域的结构转型一方面会对景观、生态系统和生物多样性等自然环境因素造成明显的、新的影响，另一方面也会通过减少常规能源的使用缓和对环境的压力。逐步减少煤电和增强可再生能源的扩建会形成有利于环境的发电局面。

建造和运营各种常规和可再生能源设备及电网基础设施，会对自然和景观造成不同的影响。其中，首当其冲的是土地面积的占用，生活空间的损失，对土壤和水源以及对景观的不利影响。其次，是对动物、植物和生物多样性的影响。在区域和物种保护的框架下，在定期的规划和审批时要考虑到由干扰和损失引发的可能的冲突。对此，除了要受到国家法规的约束外，也要遵守欧盟法律规定的框架条件。令人欣喜的是，2019年4月发布的《加速能源管线



扩建法》(NABEG)修订版中提出了预见性规划的可能性。这样可能会减少对某些环境资源的负担。

上述能源领域对环境造成的物质影响，同时也会影响人体健康。例如，燃烧设施和内燃机的副产品二氧化氮(NO₂)是一种对呼吸道有害的刺激性气体，而且会强化其他污染物的刺激性，引起呼吸道和心血管疾病。细粉尘同样对人体健康有害。

除了有害物质的污染之外，噪声污染也会影响人类和动物的健康。长期处于高声级的噪声环境中会对健康造成不利影响。为了如实评估能源体系的环境影响，有必要将噪声污染考虑在内。交通作为能源体系的重要组成部分，也是主要的噪声源。

导电的零部件可能是电磁场的源头。高电磁强度可能对人体健康造成风险。因此，在输电电网和中压电网中，输电线路的建造和运营要遵守《联邦污染控制法》第26号令(26. BImSchV)的规定。

除了正常运营的设备对环境和健康的影响之外，还要注意故障和损害事故中的潜在危害。严重事故尽管很少发生，但是后果影响非常大。退出核能发电时，应限制放射性物质产生的风险。安全地永久存放放射性垃圾有助于在长时间内将核能的放射性副作用降至最低。即使是在发生损害的事故中可再生能源产生的不良影响，由于其分散性的特性，与能源密度高的大型集中设备相比，通常估计相对较小。因此，一般认为能源转型总体来说会降低损害的风险。

核心措施主要包括：

- 德国《资源效率计划》第二部分(ProgRess II)：通过对《资源效率计划》进一步开发，继续推进和扩大联邦政府支持的前期过程。
- 在2017年5月的第一期氮报告中，联邦政府阐述了将氮负荷跨行业地降低到环境和健康可承受的范围内的必要性。
- 对电力领域内可再生能源扩建的环保监测：按照受自然保护局(BfN)委托进行的研究计划，应建立对电力领域内可再生能源的扩建进行环保监测的体系。同时，开发避免对自然和景观造成不利影响的工具。
- 联邦下属的核废料中间贮存有限责任公司(BGZ mbH)。
- 2017年2月利用水力压裂法开采油气的法规生效。

11.2 展望

监测能源转型对环境和人类健康影响的第一步是建立一套合格的评估标准，对能源转型造成的影响和环境状态的改变进行评估。与温室气体或空气有害物质排放不同，在评价能源系统的环境可承受性方面，迄今并无可供比较的时间序列。因此，联邦环保局委托进行了一项研究，希望可以填补这个数据缺口。同时，要将由联邦环境局(UBA)和联邦自然保护局(BfN)发起的其他正在进行的科研项目的结果考虑在内。

12 电网基础设施



12.1 现状

在2019年第一季度末，已完成了《能源管线扩建法》（EnLAG）规划的管线总长的大约45%，相当于大约800公里。获准管线建设长度约1200公里，相当于完成了规划长度的三分之二。输电网运营者预计，截至2020年底将完成《能源管线扩建法》（EnLAG）规划长

度的近70%。所谓的图林根电桥已于2017年9月完全投入使用。图林根电桥消除了历史遗留的图林根和巴伐利亚之间的电网瓶颈问题。它首先服务于风力发电的输送，将德国东北部生产的电能输送到德国南部。

在配电网的现代化过程中，数字技术的运用发挥了决定性的作用。为了使配电网能够应对上

述的新挑战，应继续将其发展成为智能电网（Smart Grids）。如果电网装备了通信、控制和调节技术，以及计算机技术元件，那么常规电网就变成了智能电网。通过这种方式，便将电网与电网之间、电网与发电和消耗之间智能地连接起来。为此，《能源转型数字化法》也应发挥作用。

电网的扩建同时意味着投资需求的增加。2017年，电网运营者对德国电网的投资和维护费用尽管降至97亿欧元，但仍明显超出2008年至2017年间的平均值。输电网方面的大部分投资流向新建电网和电网补强，总计为27亿欧元。另外，保养和维修的支出为3.88亿欧元。在配电网方面，电网运营商用于扩建的投资约为35亿欧元，用于基础设施的维修和保养的费用为31亿欧元。

电网基础设施领域的核心措施主要包括：

- 《电网使用费改革法》（NEMoG）
- “电网发展计划”中的电网自组织措施
- 《加速能源管线扩建法》（NABEG）修订版
- 电网瓶颈管理的优化
- 在电网扩建中引入预见性控制机制
- 《电力市场法》
- 《能源转型数字化法》

12.2 展望

“电网发展计划”（NEP）的场景框架展望了2030目标年富于挑战性的能源格局。2018年6月，联邦网络管理局（BNetzA）批准了2019年—2030年“电网发展计划”的场景框架，其中考量了在联邦政府至2030年能源政策目标的框架下可能的发展区间。该场景同时兼顾了联合执政协议中设定的可再生能源在电力行业中占比65%的目标，以及《气候保护规划2050》的设定目标。这些目标将在各个场

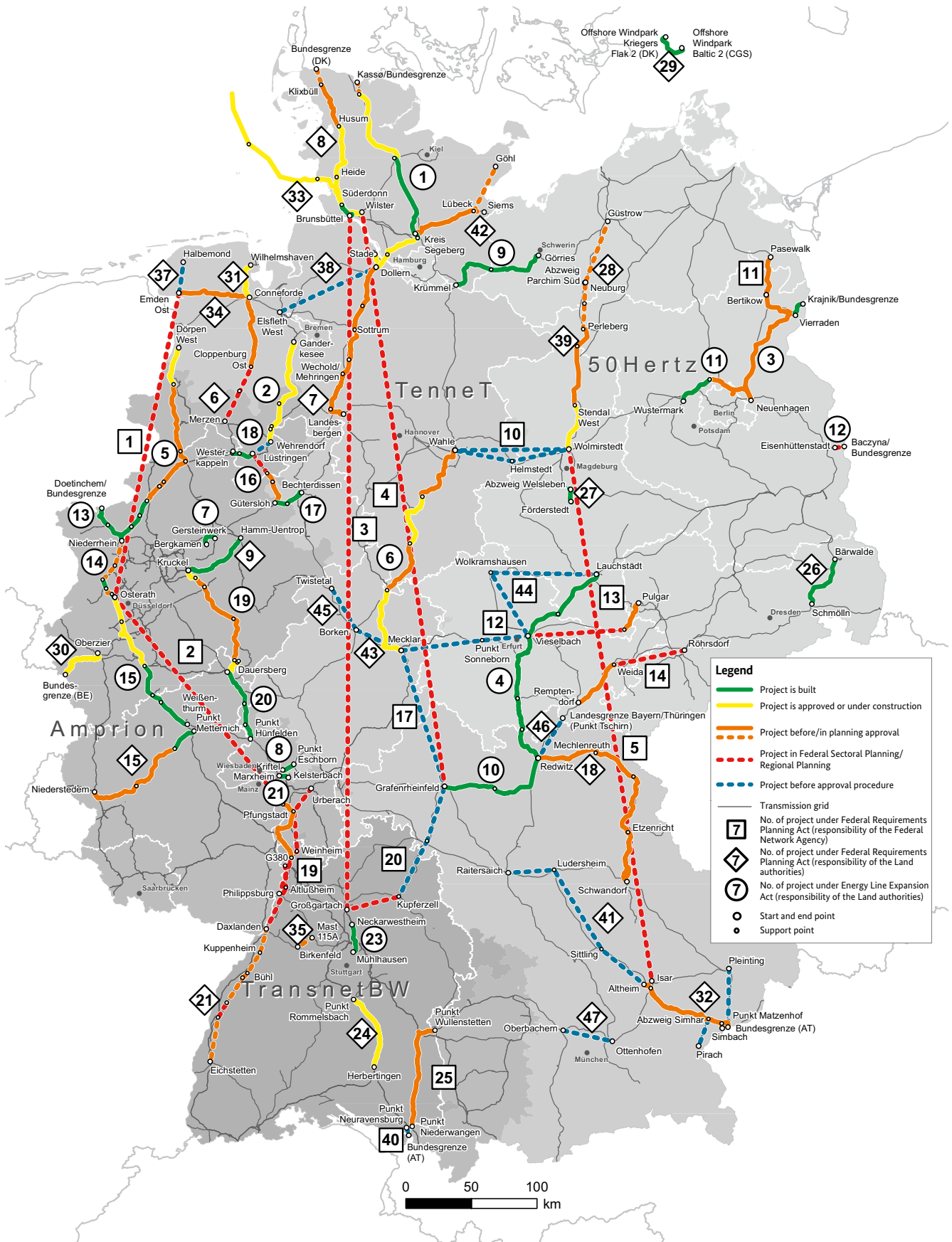
景中通过各自不同的2030年可再生能源组合来实现（海上风力发电：17—20吉瓦，陆上风力发电：74—86吉瓦，光伏发电：73—105吉瓦）。因此，所有场景均可遵守2030年的气候目标。同时，在C 2030场景中对于煤电装机容量的假设，完全满足“增长、结构转型和就业”委员会的推荐容量（17吉瓦），从而确保了电网的规划也将煤电的退出考虑在内。此外，为了也考虑到可能的发展区间，场景展示了对不同强度的行业耦合（例如电动汽车与热泵的数量,电转气），以及由此产生的不同的电力消耗的假设。

在“电网发展计划”（NEP）中确认可能的额外电网需求。2019年—2030年“电网发展计划”的任务是，阐述截至2030年所需的电网扩建。2019年4月，输电网运营商提交了针对未来电网扩建需求的“电网发展计划”第二版草案。在所有2030年场景中，输电网运营商从《能源线路扩建法》（EnLAG）/《联邦需求规划法》（BBPlG）的计划出发，探讨了从北海海岸至北莱茵—威斯特法伦州，再到巴登—符腾堡州的高压直流输电走廊的需求。他们认为对交流电扩建也存在着额外需求（增强现有线路，包括新增、翻新和新建）。在此基础上，联邦网络管理局拟定草案，然后在夏天与公众进行商讨。同时，联邦网络管理局在电网规划时也考虑“增长、结构转型和就业”委员会退出煤电的建议。该建议预计，2030年煤电装机容量还有17吉瓦，最晚应在2038年彻底退出。预计联邦网络管理局将在2019年末最终确认2019年—2030年“电网发展计划”。

对于能源转型的成功和气候保护目标的实现，超高压电网的扩建具有重大意义。随着可再生能源的扩建和核电的退出，发电和电力消耗在空间上的分离越来越常见，因此非常有必要在输电网层面上快速扩建电网，尤其是要将德国北部和东部的陆上和海上风力发电输送到德国南部和西部的消费重点地区中。

输电网的扩建对于实现欧洲境内能源市场也是非常必要的。欧洲电力交易在提高供电效率的

图12.1: 《能源管线扩建法》和《联邦需求规划法》中的项目



资料来源: 联邦电网管理局 (BNetzA), 2019年第一季度。
 说明: 截至2019年3月31日的《能源管线扩建法》和《联邦需求规划法》扩建项目图示。图上线路显示的仅为法律中规定的电网枢纽间的直线连接(空中路线), 并非输电线路的实际路径。

同时也提高供电安全。在更大的空间内实现供求平衡，主要是可实现可再生能源成本高效的并网。对于运行良好的欧洲境内电力市场来说，除了各国的电网扩建之外，足够的跨境电网能力也是非常必要的。

加快审批对于快速扩建电网非常重要。因此，联邦和各州的能源部长在2018年9月举行的电网峰会上强调了共同推进电网扩建的意愿，并商定至2021年底应批准：

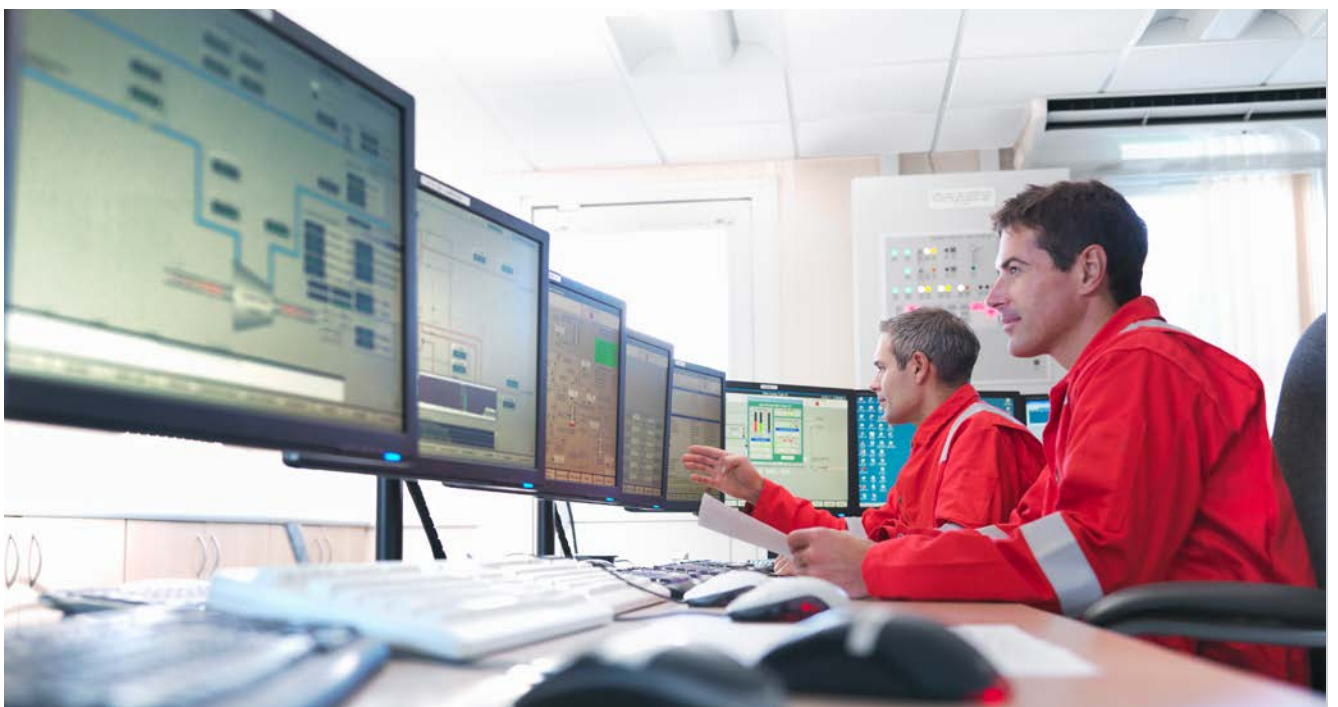
- 《能源线路扩建法》（EnLAG）中的所有计划，
- 从北到南所有大型直流电高速公路，
- 各州负责的所有其他交流电计划的一半，以及
- 联邦网络管理局（BNetzA）负责的所有其他交流电计划的一半

联邦政府预计不久的将来将达到重要的里程碑，所以在重大的直流高速公路项目中，要推进高空高压线路的识别工作。但是，目前直流高速公路究竟应沿着哪些路线行进，尚未确定。因此，在图12.1中对《联邦规划

法》（BBPIG）中的大型超高压直流线路Ultranet、直流高压线路南线和东南线以及A—北段的计划还标记为空中路线。但是，不久后路线应会大致确定下来。为此，联邦网络管理局正在制定联邦专业规划的流程。该流程将为后续的规划确认过程，从而为达成获批的目标奠定基础。对于《能源线路扩建法》（EnLAG）/《联邦需求规划法》（BBPIG）的其他计划，联邦政府预计在2019年还将有更多的项目获得批准。

联邦经济和能源部提交的“电网行动计划”将进一步完善行动计划的内容，并采用具体的措施加以充实。该计划采用齐头并进的双重策略，即：提高现有电网的利用率，同时加速新电网的扩建。通过技术改进、新技术和新运营方案，以及改善瓶颈管理，优化现有的电网。同时，通过预见性的控制、规划过程的简化和经济激励，来加速新电网的扩建。该行动计划包括下列组成部分：

- **提高现有电网的利用率。**在现有电网中有许多可以提高能效潜力的着力点。利用当今拥有的技术已经可以做到这一点。其中包括，特别是对高压线路连续不断和大面积的实时监测，以及建造控制电流以提高现有电网利



用率的移相器。这里的关键是要在目前“电网发展计划”中已经确定的措施的基础上迅速加以实施。

- **数字化和技术进步也为电网的运营开辟了全新的可能性。**其中，特别是电网自动化发挥着重要的作用。通过瞬间便可识别和消除电路过载的新型自动化运行方案，可以更好地利用现有的安全储备。另外，新开发的数字技术有助于更好地控制电网中的电流，更好地均衡线路的负载。目标是实现智能电网（Smart-Grids）。
- **优化瓶颈管理和降低费用。**通过一项新法律法规将并网管理转入一个具有再调度功能的统一制度下，从而由输电网运营商统一优化瓶颈管理，同时并网的优先权保持不变。计划完成的法律调整能够保证，即使效率不佳的常规设备的潜力在个别情况下还未完全挖掘出来，必要时也可限制这类特别有利于消除瓶颈的可再生能源和电热联产设备。这样瓶颈管理将变得更加高效：总体来说只需对很少的设备的并网进行调整，并对此进行补偿。瓶颈管理的费用将下降。另外，计划完成的法律上的调整规定，未来所有设备都要在电网状态预测的基础上按计划地上调或下调。下调设备的运营商必须为下调的电量做好备用准备。这将有利于系统安全。同时，它将结束目前相对于常规设备对可再生能源和热电联产设备的不等等对待。至今只有常规设备是按计划、平衡补充的瓶颈管理的一部分。如果电网运营商在确定其营业收入上限时在一定的条件下可以将准备新系统的成本考虑在内的话，该项法规也可被视作对激励管理条例的补充。引入新的流程需要认真的准备。另外，在2021年10月1日该法规生效前，应针对处理激励管理条例中瓶颈管理的所有费用制定和实施一个有意义的解决方案。联邦网络管理局至2019年9月末将提交一份瓶颈管理和再调度费用的报告，并提供将这些费用纳入激励管理体制的建议。

- **建立预见性的控制。**联邦和各州一致同意，共同部署对电网扩建计划的预见性控制。该控制的目标是，电网扩建计划可以按时间计划实施。对于每个计划，首先主要由所有参与者（联邦网络管理局、各州和计划负责单位）制定一份里程碑和负责人分工明确的具体进度表。然后该控制应确保能及早识别出各个项目的障碍，并及时地采取措施，从而避免电网扩建的延迟。
- **通过法律措施加速电网扩建。**《加速能源管线扩建法》（NABEG）草案（NABEG修订版）的提交启动了对许多法律规定的改动，它们部分在短期内，部分在长期内将加速规划和审批程序。这些改动的主要内容是简化和加快优化、加强和扩大电网线路的规划和审批程序。它能简化目前正在进行中的程序。另外，在正在进行的程序中可以通过预见性的规划，及早地兼顾到额外扩建输电网的未来计划。
- **就是否以及如何可以针对成本高效地优化和新建电网采取更加高效的经济激励手段，对法律框架条件进行审查。**伴随着行业对话，应至2019年底提出建议，如何可以从管理上对减少瓶颈管理实行激励。同时，也应讨论电网扩建与再调度费用挂钩的方法（奖励体系）；更多的线路扩建实质上意味着更少的瓶颈管理。

随着能源转型的进展，也必须坚持不懈地进一步开发系统服务。除了技术调节机构的进一步开发外，还必须确保可以成本高效地提供系统服务。因而目前例如正在检查，如果对无功功率进行补偿的话，是否可以在国民经济的意义上更高效地保持电压。

13 能源体系的综合发展



13.1 现状

行业耦合是有助于达到能源和气候目标的一个重要选项，是各种促进措施的扶持对象，所以联邦政府借助各种计划支持可能实现行业耦合的创新技术，例如可再生能源供热市场激励计

划、建筑物减碳改造计划和供热网系统4.0资助计划。对于“智能能源示范区——能源转型的数字化议程”项目（SINTEG计划），主要是制定了含有试验选项的条例，从而减轻计划参与者在实践中尝试行业耦合的工作负担（SINTEG条例）。

行业耦合领域至今采取的主要措施：

- 可再生能源供热市场激励计划
- 电动汽车环保奖金
- 扶持热泵产业
- 配有季节性储热设备的低温供热网
- 在《热电联产法》框架下支持创新性热电联产系统
- SINTEG条例

供热网在供热的脱碳化过程中起着关键性作用。供热网提供组合使用各种不同减碳技术的可能性，例如地热—太阳能热，大型热泵或者废热利用。同时，它们本身也可以用作储热设备，从而为转变成适用于能源转型的供热方式提供了所必需的灵活性。特别是在建筑物密集的城市居民区和有建筑限制的古迹中心，利用管道向建筑物供热的方式，可以提高可再生能源的比例，以及利用工业或第三产业企业产生的废热。除此之外，还可以通过供热网特别高效地提供可再生能源，可以同时供应更多的建筑物或者住宅区。再结合大型储热设备，使供热网可以经济地季节性储存可再生热能。

热能转型领域至今采取的主要措施：

- “供热网系统4.0示范项目”促进计划
- 创新热电联产系统的招标
- 扶持热泵产业

数字化使能源行业的结构发生了翻天覆地的变化：

- 数字化使复杂性灵活可塑。众多能源供应商和消费者将变成能源市场发展变化的积极参与者。对于未来分布式供电系统的运营，包括可再生能源在电力系统中的最佳整合，数字化联网是前提条件。要将灵活的消费者安全可靠地整合到电网中，并将电网扩建需求降低到可承受的程度，数字化联网都是不可或缺的。

- 能源转型数字化的基础是引入智能测量系统。其核心是由德国联邦信息安全局认证的智能电表网关。这是一个应用广泛的平台，可以用于所有与能源转型相关的应用，从而满足最高的数据保护和数据安全标准。

- 数字化使消费者可以在更大的程度上独立决定，何时、何地、如何生产或消耗能源。数字化实现了更方便、更准确地测量能源消耗，从而可以为提高能效做出巨大的贡献。

- 在行政流程和系统成本方面，数字化使开发新业务模式、降低交易费用成为可能。

德国联邦经济和能源部利用2017年10月启动的“能源转型的数字化：晴雨表和热门议题”项目独立监测数字化进程。每年的晴雨表是对《能源转型数字化法》（GDEW）实施进度的综述。此外还要对核心问题（“热门议题”）提出咨询意见：消费者如何通过数字化成为能源转型的行动者？数字化的能源世界提供哪些业务模式？测量点运行法基础上的电网调控，如何继续支持线路供电的灵活性和热能与交通领域的行业耦合？是否为智能电网配备了通信基础设施和通信调整？晴雨表的顾问委员会由各个行业的专家组成；除此之外，紧密参与到整个项目中的还有“智能电网和能源网平台电表”工作组。

第一份晴雨表已于2019年1月公布。它认为，能源领域数字化的各个方面都取得了进步。例如，智能电表网关的首次认证，使启动强制性开展智能测量系统的工作进入了重要的中期阶段。同时，德国联邦经济和能源部指定的技术顾问认为，在实施GDEW的系统 and 平台想法过程中还有许多工作有待完成。

普及电动车和更加灵活的能源消耗设施（例如家庭储能设备、热泵）可能对配电网产生巨大的负担。但是，如果利用得当，这种新型灵活的负载具备克服可再生能源发电设备不稳定的缺陷的潜力，从而提高电力系统的稳定性。通过这种方式，可充分利用现有电网的能力和限制必要的扩建规模。在这样一种智能电网中的

数字通信方式是智能测量系统的核心应用之一。联邦经济和能源部目前正在制定一个调节方案，该方案将充分利用使配电网、行业耦合和电动车的电网整合更加灵活的数字化优势。该方案被视为2019年下半年讨论继续开发法律框架必要性的基础。

自2017年年初以来市场上出现了现代化的测量设备。这明显加强了淘汰机电式电表的发展趋势（弗拉里斯电表）。现代化的测量设备是符合《测量设备运行法》（MsbG）第2条第15款规定的数字电表，它可以经由智能电表网关接入到通信网中。目前这类设备已在大约56万个测量点上投入使用，而2016年投入使用的这类设备大约仅有5万个。

在“智能能源示范区——能源转型的数字化议程”项目(SINTEG)开展的前两年内，核心工作是众多创新项目的建设。其中包括首次测试了两个平台，在这两个平台上目前可以提供的主要是工业领域所需的灵活性。目标是，通过调整能源消耗避免电网瓶颈。在项目截至2020年底的剩余时间里，将在众多不同的测试应用中积累经验。

能源转型的数字化已经启动。凭借《能源转型数字化法》（GDEW）和智能能源示范区项

目（SINTEG），联邦政府在构建电力行业数字化框架条件的进程中迈出了重要的步伐。但是，能源转型和交通转型需要的不仅仅是各自的“智能电表”。因此，现在有必要跳出仅仅是收集消耗量的小圈子，继续走智能电网、智能交通和智能家居之路，并充分挖掘数字化的潜力。因为这些领域的应用得益于按照“设计始于数据保护和信息技术安全”原则而设计的通信平台，该平台遵循数据通信的透明规则。

能源转型数字化领域的核心措施主要包括：

- 《能源转型数字化法》（GDEW）
- “能源转型数字化：晴雨表和热门议题”项目
- “根据《能源转型数字化法》为跨行业数字化进程制定的标准化战略”路线图
- “智能能源示范区——能源转型的数字化议程”
- 节能电表试点项目
- 联网自动驾驶的战略
- 数字化作为“第七能源研究计划”的交叉课题



13.2 展望

通过行业耦合也可以在未来挖掘能效的更多潜力，减少化石能源的使用。为了实现大规模温室气体零排放的能源供应的长期目标，要加大力度，跨行业地继续降低整个能源需求（“效率第一”原则），更加灵活地构建电力系统。即使在降低温室气体排放的其他方法很难实施的应用（例如航空和航海业，或一些工业过程）中，行业耦合技术仍将是有助于实现能源和气候目标的一个重要选项。在目前的框架条件下，这种潜力明显未得到充分挖掘。至少目前的发展所呈现出的参差不齐的状态也表明了这一点。尽管热泵的重要性愈加增强，但是除了轨道交通之外，汽车驱动的电动化在德国才刚刚起步。

对于供热转型来说，与欧盟2030年目标保持同步是一个很大的挑战。供热领域有义务完成的2030目标，主要源自于国家层面上为建筑和工业制定的《气候保护规划2050》的单位减排目标（过程加热和过程冷却），以及欧盟层面上在“全欧洲人共享清洁能源”综合提案框架下修订版的能效、可再生能源和建筑指导方针。其中包括为供热和供冷领域可再生能源规定的强制性措施，这些措施适用于将每年可再生能源的占比提高1.3%。在供热网中，可再生能源的占比应每年提高1%。

数字技术的潜力将在许多领域内得到指数级的发展。新技术，例如区块链、人工智能或量子计算机可以继续支持数字化，并带来前景光明的分析、控制和自动化的新应用和新途径。这将对能源产业的结构和过程产生巨大的影响。目前，能源产业的众多企业和科研机构都在通过试点项目测试区块链技术应用的可能性，其中最为突出的是能源交易。人工智能战略，以及联邦政府公布的2019年夏季的区块链战略也都将继续推进这些发展。

能源体系的综合发展是能源转型的关键。为此必须及时调整框架条件，并确保可靠地规划。例如，在研究、开发和展示领域存在着继续推进行业耦合技术发展的巨大潜力。为了挖掘这

些潜力，联邦政府的“第七能源研究计划”将重点放在了不同行业的耦合课题上，其中也包括对行业耦合的技术和方案进行研究，例如正在进行的“能源转型仿真实验室”创意竞赛就以“行业耦合和氢燃料技术”促进领域为重点。此外，不同的行业耦合技术已经得到了现有促进计划的支持，例如市场激励计划（MAP）和工业促进计划。这些计划的吸引力和效率将在联邦经济和能源部的促进战略框架下得到加强。最终应投入使用的是能经受住市场上竞争考验的行业耦合技术。为了改善行业耦合的框架条件，联邦政府将以费用、分摊费和税收的形式检查现有的、国家权利部门规定的能源价格组成部分的效果。

联邦政府大力推动供热转型。相应的措施应主要是2021—2030年十年一揽子措施（NAPE 2.0）的重要组成部分。联邦政府在供热转型的实施过程中主要致力于下列领域：

- 供热网的建设和现代化
- 改善工商业领域的能效和可再生能源的使用
- 构建建筑领域（特别是现有建筑）低碳供热的措施

供热转型可以使德国企业在传统的强项领域，即高技术要求、系统化智慧型解决方案方面创造价值。由于供热领域深受当地实际状况的影响，所以未来的低碳供热不能仅仅建立在技术的基础上，而且要建立在由经过改进的能效和各种技术，例如热泵、地热和太阳能热以及储热设备的组合的基础上。这样才能够提供必要的灵活性，同时确保安全供热。同时，在供热领域内必须明显降低能耗总量，加强可再生能源热能的直接利用，以及通过行业耦合满足剩余的需求。

除了建设新的、现代化和高效的供热网之外，对现有供热网的现代化改造也蕴含着巨大的潜力。因此，对于未来同样要启动现有供热网的转型，为脱碳化的供热设计转型。除了通过能效和建筑领域的扶持措施进行激励之外，联邦

经济和能源部的“热力和可再生能源能效”促进战略意欲为扶持供热基础设施搭建自己的支柱。作为对“供热体系4.0”计划的补充，在该战略中应开发出对现有供热网的促进措施，从而对其进行现代化改造，提高其效率，使其适合能源转型的需要。其中也包括可再生能源和废热的利用。

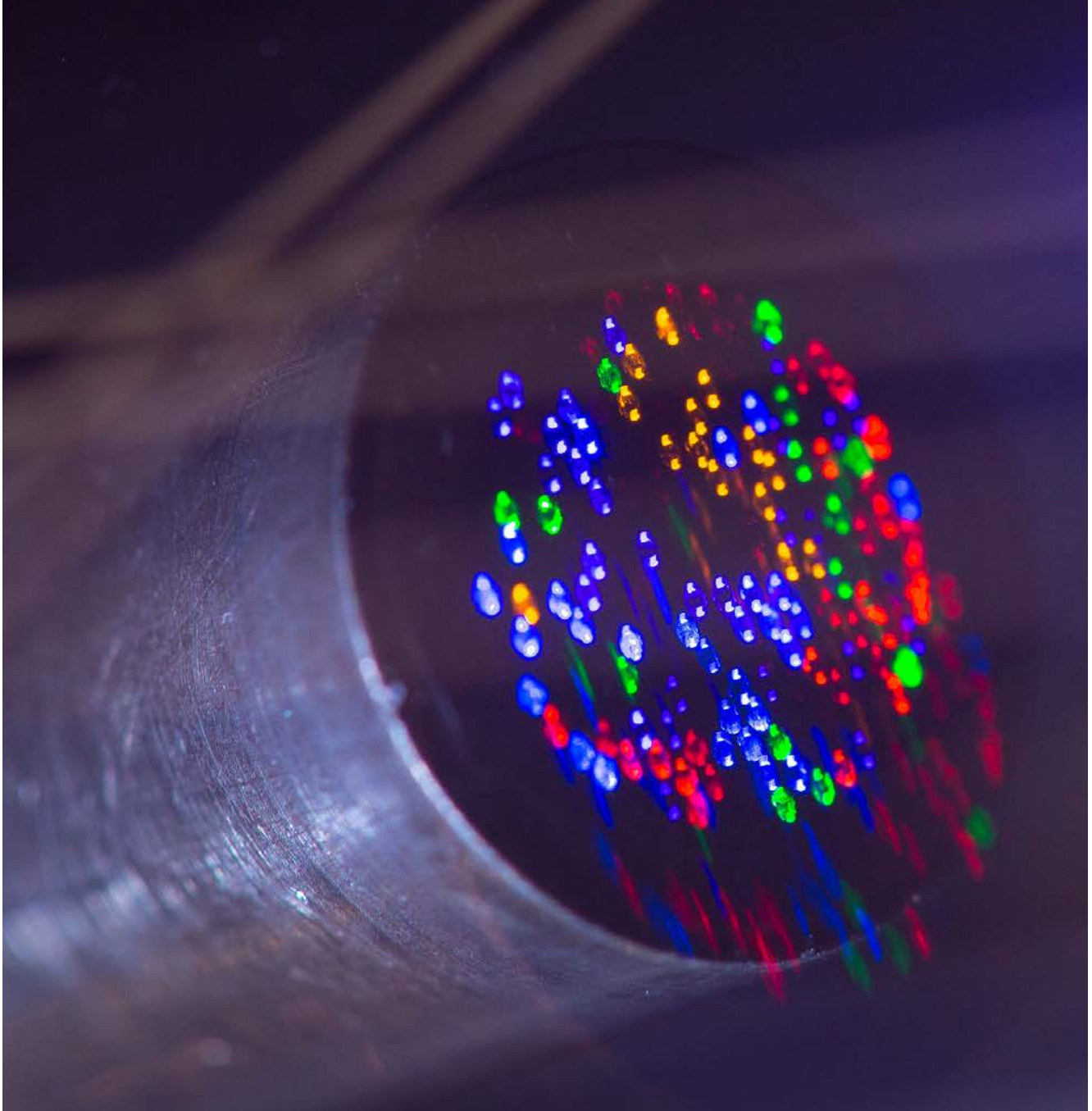
对于数字化适用的一点是，充分挖掘特别是《能源转型数字化法》（GDEW）为能源转型的各个领域创造的潜力。建立智能电表网关，作为深受可再生能源影响的能源体系的平台。为了充分挖掘智能测量系统在所有应用领域中的潜力，必须坚持不懈地继续开发最低的技术标准。由联邦经济和能源部和联邦信息安全办公室（BSI）牵头，“根据《能源转型数字化法》为跨行业数字化进程制定的标准化战略”（路线图）描述了该过程。在标准化战略的框架下，在诸如电网服务的并网和负载管理（智能电网）、电动车（智能出行）等应用领域中，按照安全、高效的能源转型数字化的需要逐步确立必要的技术标准。《测量点运行法》作为《能源转型数字化法》的一部分规定，在

所有与能源转型相关的应用中，逐步持续地扩建智能电表网关。为此必须开发出与能源转型要求同步的最低标准，为消费者创造增值，可跨行业并在行业耦合的意义上发挥作用（特别是在供热和智能家居中），兼容电动车以及应对诸如黑客攻击等未来的危机状况武装好自己。对与广大参与者密切协商后制定的路线图将持续进行改进。

在“智能能源示范区——能源转型的数字化议程”项目（SINTEG）、节能电表项目和能源研究促进模式的框架下，通过为数字支持的新解决方案的开发和测试提供资助，预计会助推新的解决方案和业务模式的产生。另外，近年来能源行业掀起了创业热潮，从而在市场上增添了众多新的参与者。联邦经济和能源部积极支持和密切关注诸如区块链的技术发展和新型业务模式的兴起，以便及时，并在必要时对法规调整进行引导。此外还应继续改善能源产业初创企业的框架条件，目标是进一步推动创业热潮，使那些有利于国民经济和体系的综合性能源转型的业务模式得以迅猛扩张。



14 能源研究和创新



14.1 现状

2017年，在获得公共资助的能源研究项目范围内，企业对创新能源技术领域研发的投资继续增加。仅在获得公共资助的能源研究项目中，2017年企业对创新能源技术领域的投资额

便达约2.13亿欧元（上一年为1.55亿欧元）。除此之外，高校和科研机构还通过联合项目获得了第三方资金。而经济界对能源技术研发投资总额更是高出许多。据德意志科学基金赞助者联合会统计，2017年经济界对能源研究领域的研发投资高达27.5亿欧元。

以德国工业为导向的德国能源研究确保了德国工业的竞争力。应用研究和技术开发是工业界主导的项目的重点，在研发工作中与研究机构和高校紧密合作。2017年，正在进行的所有能源应用研究中，工业界的参与占比达46%。对新批准的研究项目，工业界已承诺投资2.06亿欧元。

德国在欧盟研究与创新框架计划——“展望2020”中居领军地位。获得批准的资助经费中15.7%，即约3.76亿欧元流向德国。

在发电方面，可再生能源技术的进一步技术开发和创新起到了降低成本的作用。伴随着市场总额和“经济规模”的剧增，这种作用首先显现在光伏发电中，在风能发电中也越来越明显。2007年小型屋顶光伏设备的补贴还高于50欧分/千瓦时，而目前该补贴约为12欧分/千瓦时。竞争性定价之外的野外光伏设备的补贴则低于10欧分/千瓦时。明显降低的是对2017年招标的野外光伏设备和大型屋顶光伏设备的平均附加费。从2017年1月至10月的前三个季度内，平均附加费降低了约30%，降至5欧分/千瓦时以下。在首批陆上风能招标的结果中也显示出了类似的成本降低的趋势。2017年招标项目的平均附加费在半年内降低了三分之一。

促进创新技术投放市场的核心措施主要包括：

- 在能效激励计划内为固定式燃料电池暖气提供资助
- 氢与燃料电池国家创新计划（资助时段为2016年—2026年）

其他创新促进措施举例：

- 能效激励计划
- 联网自动驾驶战略
- 电动汽车示范项目
- “光伏电池储能设备”促进项目

14.2 展望

随着可再生能源在能源供应中的占比不断提升，电能和热能的储能设备也日趋重要。在德国联邦经济和能源部、德国联邦教育和研究部在储能设备联合促进计划下开展的最后几个项目已于2018年结束。用于电负荷转移的氢、电池和热能储能设备都是未来服务于电网的固定式储能设备应遵循的技术途径。德国联邦政府为此在“第七能源研究计划”中推出了量身定制的资助行动计划，为不同类型的储能技术创新项目提供广泛资助，并将继续研究新的储能设备主题，推进业已开展的技术开发工作。

创新和高效的能源技术是安全、经济和气候友好的能源供应的先决条件。只有通过加强研发，德国经济才能保持技术领先地位并继续提高竞争力。因此规定，在能源研究方面，要有针对性地为低碳生产工艺及碳循环经济的研发提供资金。例如由德国联邦教育和研究部提供资助的“Carbon2Chem”项目，借助可再生能源为经济地再利用高炉内产生的炼钢废气，研发全球适用的解决方案。除此之外，在德国联邦教育和研究部资助的“使用可再生能源减少冶金厂二氧化碳排放的可行性研究”（MACOR）项目中，在一份可行性研究报告中对在现有炼钢工艺中利用氢直接还原的大规模技术整合进行了评估。

能源研究的意义未来将更加重大。最新财政规划预计，从2018年—2022年，为“第七能源研究计划”中的能源研究提供约64亿欧元的资助。预计为2020年提供的经费额度约为13亿欧元，其中8.631亿欧元用于项目资助。

为了高效地实施能源转型，经济地实现富有挑战性的能源和气候目标，必须即刻采取有针对性的研发措施。这样，在未来也能保持这种积极的趋势，进一步通过联邦政府的能源政策增强能源研究的地位。

研发的未来行动领域主要包括：

- 为建筑、工业和交通研发低碳的发电和能效技术
- 在热能和电能领域开发可再生能源的应用技术
- 在交通、工业和建筑方面研发行业耦合技术，避免二氧化碳排放
- 降低生产过程中产生的二氧化碳排放的技术，从长远来看可以考虑建设封闭的二氧化碳循环。

同时将现有的和新开发的技术进行跨行业联网，充分利用数字化机遇，实现新的业务模式，并吸纳越来越多的参与者。“第七能源研究计划”确立了前进的方向，即增强对能源领域中的技术和创新的支持，并用整个社会和体系发展定位的新维度对其进行补充，从而将更高层面上的“行业耦合和数字化”大趋势推向核心。

为支持诸如Power-to-X（电转X）等创新型能源技术向实际应用的转移，以及为新的监管方法开辟新途径，联邦政府将借助“第七能源研究计划”建立能源转型的仿真实验室，作为促进研究的新支柱。能源转型的仿真实验室将在明确的大型项目中示范性地解决对德国能源政策至关重要的系统挑战。对于能源体系的转型来说，仿真实验室具有先驱的特质，重点从事在实施能源转型中扮演关键角色的研究问题。其中首先是行业耦合技术，例如在电力瓶颈地区利用废热的大型电解设备；用于零碳、可持续性利用现有能源基础设施的大型热储能设备；碳利用技术或在气候中性的城市居民区内能源基础设施的智能联网。仿真实验室的设计从规模和内容方面都远超至今的示范项目。如有必要，它们也将开辟“监管式学习”途径。这样，技术和监管知识在实践中可以相辅相成，并展现系统的优化潜能。

同时，对于具备能源转型重要推动力的“初创企业”而言，未来应进一步加强对他们的支持。初创企业通常非常专注、动力十足，而且背负投资者成功期望的重压。然而，传统的项目资助工具和机制至今却很少是为这些参与者而打造的。如果不能将初创企业更好地融入能源研究中，那么就缺少了一个重要的创新推动力。因此，联邦政府的目标是，调整新型促进模式，使其能更好地适合初创企业，从而提高他们在能源研究各个主题领域的参与度。为此，必须通过下列措施逐步消除现有的障碍：

- 将该计划扩展到与技术革新相关的非技术性创新（业务模式、新型服务）领域，
- 调整和加速行政程序，例如通过专门的初创企业咨询和“快速通道”的可能性（加快申请程序），
- 利用新的、更敏捷的项目定制和竞争模式，以及
- 新建的联网平台“能源初创企业研究网”。

2018年12月圆满结束的“初创企业能源转型实验室”活动也表明了初创公司联网的重要性。这个由德国能源署和德国联邦经济和能源部联合发起的项目，为年轻的创新型企业提供了一个平台，用以展示深入开发能源体系的解决方案，并与政界和经济界的专家展开讨论。

在国际和欧盟范围内，德国也将继续致力于着眼于全局的、以能源转型为导向的行动。联邦政府的“第七能源研究计划”，就是追求在国际和欧洲层面上将研究紧密联网。因为能源转型现在是，未来仍将是一个全球性的挑战。例如在欧盟的“展望2020”计划的框架下，能源转型同样有助于增强欧洲的竞争力。从2021年起，依托新的欧盟第九框架计划，该项目将沿着新确立的方向继续推进。这也是能源转型越来越欧洲化的一个很好的例证。

15 投资、增长和就业



15.1 现状

能源转型是经济区位德国的一项现代化战略。在气候友好的能源和高效技术、市政电网和供热网的基础设施、建筑物的保温隔热、储能设备、电动汽车等很多方面的大规模投资增强了

国内的经济的发展，使经济区位德国具备了未来能力，也因此降低了德国对进口化石燃料的依赖程度。同时，针对化石原料，能源供给源和运输途径的多样化仍然是联邦政府的一大优先目标。

2017年，能源产业也对能源体系的改造进行了大规模投资，其中尤其突出的是在电网、可再生能源的利用和建筑节能改造等方面。

由于电能和能源成本以及可能发生的成本增加，对工业能源消费者可能产生间接投资效应，所以德国长期以来与国际水平相比居高不下的电费，也是造成对能源密集型行业投资活动低迷不振的原因之一。在这些行业，特别是造纸、玻璃/陶瓷制造、化工、金属制造和加工等行业，自2002年以来，固定资产总额呈持续下降的趋势。为阻止能源转型加剧这种普遍趋势的发展，为参与国际竞争的能源密集型行业制定了不同程度减轻负担的规定。在2017年之前，这些行业部分受益于电费降价。

能源转型框架下的投资对经济增长有积极效应。在众多国民经济领域中各种投入的相互结合创造增值。

更多地利用可再生能源以及努力提高能效可以减少化石燃料的进口。进口化石燃料的支出减少有益于能源转型。如果不对可再生能源和提高能效的努力投资，化石燃料的进口需求肯定会更高。根据德国经济结构研究协会的估算，2016年可再生能源和能效措施在对化石燃料进口需求产生的平抑作用为160亿欧

元。2017年，由于燃料价格的提升，这种效应应该得以继续提升。就这个意义上来说，从国际能源署对2016年的估算中可以得出结论：如果不提高能效，德国普通家庭每人每年的能源支出要增加500欧元。能源的购买源和运输途径的多样化也可以以类似的方式有助于长期节能。因此，这一点仍将是联邦政府的一大优先目标。

德国制造的能源转型生产资料用于出口。特别是用于可再生能源利用的设备和零部件，在过去的几年内，在德国的需求已明显从国内转到了国外。与上一年相比（2016年：120亿欧元），2017年的出口额却降至大约80亿欧元；净出口额为34亿欧元。这种剧烈回落发生的一个原因是市场发展的萎缩，而在这些市场上，德国企业在过去的几年内发展一直很好；另外，这些企业在新兴增长市场上未能保住现有的地位。如果跳出能源转型生产资料的范围，观察一下丰富多样的环境和气候保护商品，那么可以发现德国企业在这些技术方面仍是全球领先的出口商。

2017年，德国能源产业的直接就业保持平稳。能源产业的投资活动仍然是就业的重要拉动因素，而且在能源需求方面的投资也造就了就业机会。可再生能源领域的就业人数2017年总计达到317000人。



15.2 展望

投资是德国挖掘经济增长和就业潜力，同时在未来全球的竞争中处于不败之地的关键。是否能成功地继续建设现代化和高效的基础设施，并成功完成能源转型，取决于未来几年的投资。为了改造成具有未来能力的能源体系，必须不断投资，首先是对建筑节能改造和供电的投资。每年高达数百亿欧元的投资将继续推动德国经济的增长，提高就业人数。联邦政府为投资制定了明确和稳定的框架条件。这不仅提高了投资和规划的安全性，而且还对企业的投资决策和创新业务模式的经济性产生了积极的影响。

同时，也为德国企业保持其在国际市场上的领先地位提供了支持。例如可再生能源指令的修订创造了出口机会。其中制定的远大目标，即至2030年，在欧盟范围内将可再生能源在能源消耗总量中的占比提高到32%，该目标额外促进了对相应技术的需求。对于也希望开发或保障欧盟之外国外市场的德国企业，将通过对外贸易促进工具获得联邦政府的支持，例如通过能源出口计划。而且能源合作联盟中的合作与对话也非常有助于促进出口。除了为合作伙伴国家提供可再生性扩建的咨询，国际合作伙伴关系也一直都是“德国制造”创新的平台。

至今的众多研究一致认为，能源转型对就业产生了积极的影响。目前，首要的工作重点是那些由于告别了燃煤发电而面临着加速结构转型的地区。联邦将联合各州投入大量资金，帮助这些地区建立新的价值链，创造面向未来的就业岗位。倘若在能源转型的实施过程中面临“专业人才荒”的威胁，那么就要用适时的控制和监管框架来应对。

能源转型有助于保持持久繁荣和高品质生活。总的来说，能源转型能带来多种多样的益处，但其中一部分好处很难用总体国民经济数据来体现。例如：能源转型通过减少温室气体和空气污染物的排放，从而降低对人类和环境的影响而带来益处。随着能源转型，联邦政府一方面为增长、就业和创新，另一方面也为保持持久繁荣和高品质生活创造了必要的前提条件。同时，能源转型必须采用着眼于全球、着眼于全局的思维。“着眼于全局”意味着，能源转型在所有领域都要取得成功，而且同时还要兼顾社会和经济效益。

