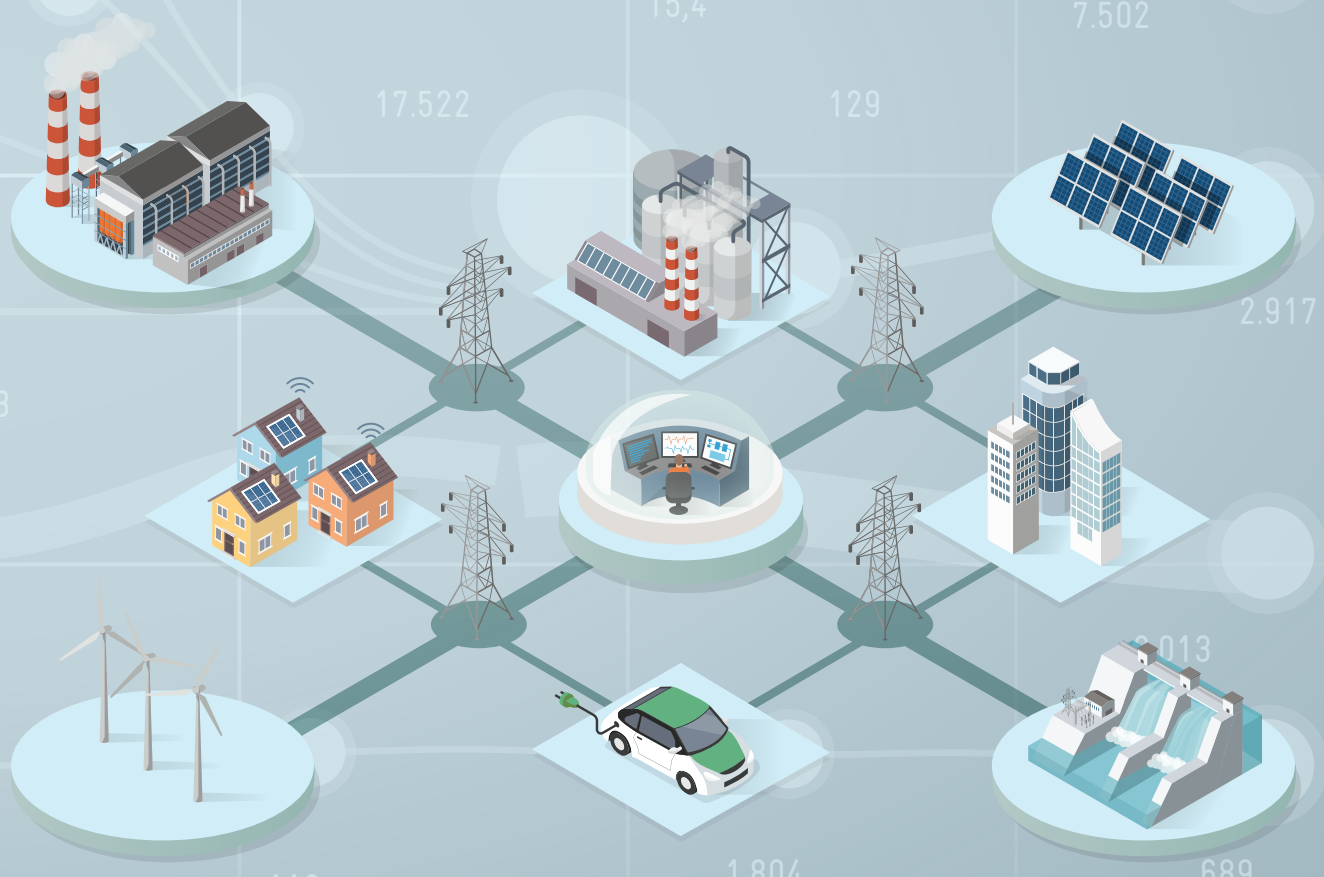
德国能源统计体系介绍

背景、流程、收集的数据及参与的机构

2019年12月



giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

出版说明

标题：
德国能源统计体系介绍：背景、流程、收集的数据及参与的机构

出版说明：
本报告是在“中德气候伙伴关系”项目（能源合作部分）框架下发布的。本项目的资助方为国际气候保护倡议（IKI）。项目受德国联邦环境、自然保护和核安全部（BMU）委托，德国国际合作机构（GIZ）负责项目的执行。项目的中方合作伙伴为中华人民共和国生态环境部（MEE）、国家能源局（NEA）、国家发改委能源研究所（ERI）。

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

出版方：
德国国际合作机构（GIZ）
注册地址：
德国波恩和埃施波恩
驻华代表处地址：
朝阳区麦子店西街37号
盛福大厦
中国北京，100125
电话： +86 10 85275180
传真：+86 10 85275185
邮箱：giz-china@giz.de
地址： www.giz.de/china

国家发展和改革委员会 能源研究所 Energy Reform Institute NDRC.P.R.C

项目伙伴：
国家能源局(NEA)
国家发改委能源研究所 (ERI)

主要作者：
汉斯-约阿希姆茨敬（Hans-Joachim Ziesing）博士

专业指导和协调：
德国国际合作机构（GIZ）
马琼英

flow.asia

编辑、排版、图文：
北京flow.asia公司

免责条款：
截止出版前，德国国际合作机构和相关作者对本出版物中所涉及的数据和信息进行了仔细研究与核对，但不对其中所涉及内容及评论的正确性和完整性做任何形式的保证。本出版物中所使用的地图仅用于信息参考，不代表任何有关领土及边界的政治立场。德国国际合作机构不保证文中地图的时效性、正确性和完整性，且不承担因使用该地图所造成的直接或间接损失的相应法律责任。本出版物中所涉及到的外部网站发行方将对其网站内容负有相关责任。

Supported by:
Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety
based on a decision of the German Bundestag

德国联邦环境、自然保护和核安全部委托项目

© 北京，2019年12月

作者

汉斯-约阿希姆茨敬博士
（Dr.Hans-Joachim Ziesing）

能源平衡工作组前主席及德国“能源转型”专家委员会成员

汉斯-约阿希姆茨敬博士是一名经济学家、能源和气候政策专家、德国政府独立顾问、德国经济研究所（DIW 柏林）前高级专家、德国经济研究所（DIW柏林）社会生态领域和经济领域高级顾问、长期高级政策顾问。

他是德国最权威的德国能源专家之一。从2011年至2019年他是德国“能源转型”专家委员会成员，监督能源转型进展情况，审查德国能源策略及能源政策决议的执行情况。自2018年起，他是独立能源转型智库（Agora Energiewende）委员长。

此外，1994至2019年他担任德国“能源平衡工作组”主席（负责德国政府主要的能源统计工作）。从1971年德国能源平衡工作组成立起，他就作为德国研究所的代表参与了相关工作。2005年，他因从事多种科学工作和咨询活动而获得了联邦功绩十字勋章。

汉斯-约阿希姆茨敬博士曾在科隆与柏林自由大学学习经济学。他于1983在柏林工业大学获得博士学位，博士论文的主题可再生能源经济。

他的工作不仅体现在参与了众多联邦和州级的研究和委员会的工作，而且还体现在发表的许多科学论文上。 论文主题包括能源管理分析，预测和方案，在引入排放交易过程中的科学支持以及能源系统经济方面的研究，尤其是在可再生能源和热电联产方面。

摘要

能源统计需求的增长与国内和国际气候保护政策息息相关，这些政策将导致能源供需水平和结构发生根本变化。因此能源统计体系必须根据各个国家的实际情况来建设，这一点也适用于中国。本研究受德国国际合作机构（GIZ）委托，旨在对德国的能源统计体系进行详尽细致、深入浅出地阐述，并为协助完善和扩展中国的能源统计体系的工作提供思路。

拥有强大的能源统计数据库对制定正确的能源和环境政策至关重要。其中，必须区分特定领域或行业的能源统计数据和可以综合反映能源系统整体情况的统计数据。两种能源统计数据就不同研究目的而言都具有合理性。对于宏观经济而言，综合反映不同产业、不同能源种类的能源统计概况至关重要。只有基于这些数据，才能全面预测整体的能源平衡情况，跟踪能源消费变化趋势，评估节能效果，计算与能源有关的二氧化碳排放量，确定能源行业计划内/计划外的结构变化以及能源进口依赖性。能源统计是了解当前状况、预测未来发展必不可少的信息来源。具有说服力的能源统计的关键意义尤其体现在德国评估能源转型进展的监测体系上。

在德国能源统计体系中，能源供需平衡计算占据着核心地位。然而，德国能源统计的数据来源却异常复杂。因此，我们必须整合数据流，全面搜集和评估所采集的各类数据，从而全面认识能源供应的总体情况。1971年成立的“能源供需平衡计算工作组”（以下简称“能源平衡工作组”，德文缩写：AGEB）在德国负责这一任务。设立该工作组的初衷从一开始便是按照统一标准评估能源产业各领域的统计数据，进行汇总以反映能源系统的概况，并将能源平衡数据提供给所有相关方。该工作组和德国联邦环保局下属的“可再生能源统计工作组”（AGEE－Stat）有着密切的合作，后者负责提供可再生能源的相关数据。

本文涵盖了德国能源统计体系的重要方面，其中也详细介绍了能源统计适用的法律法规依据。德国所使用的能源统计数据有很大部分是以法律为基础，通过官方渠道收集的。德国《能源统计法》构成了联邦和各州统计部门开展官方能源统计的核心法律基础。

在这一法律基础之上，联邦统计局主要大量开展了以下统计：

- 制造业的能耗；
- 普通、工业以及热电联产电厂运营商的电力和热力生产情况；
- 输配电网运营商的上网电量；
- 热力生产、外购、使用和出售情况；
- 天然气的总量、出售、进出口情况；
- 煤炭进口情况；
- 液化气、污水沼气、垃圾填埋气、地热、生物燃料和石油等能源类型的相关信息。

德国联邦经济和出口管理局（BAFA）颁布的《石油数据法》对石油的统计数据做了特别规定。依据《可再生能源扩建应用法》（简称《可再生能源法》，德文缩写：EEG）和《热电联产保护、现代化改造和扩建法》（简称《热电联产法》，德文缩写：KWKG），德国联邦网络管理局（BNetzA）也承担着多项能源统计的任务，例如发布新建可再生能源项目的装机容量信息，以及负责管理市场主数据目录（Marktstammdatenregister）。1954年建立的煤炭产业统计协会则提供硬煤和褐煤的半官方统计数据。

大部分能源统计数据均以法律为基础，上述机构是能源统计的重要参与机构，除此之外，不同的能源行业协会或单一的行业协会也是主要参与者，他们为能源统计相关的官方调查数据提供额外的补充信息。德国联邦能源与水资源行业协会（BDEW）对供电和供气产业以及可再生能源提供了全面的能源统计数据，因而具有非常重要的作用。

本文概括性地介绍了官方和半官方统计数据的来源，这些统计内容涵盖了绝大部分所需的能源统计数据。然而，能源统计体系在采集统计数据的过程中存在一系列结构上的漏洞。比如，发电量的调查对象仅包括功率不低于1兆瓦的发电厂，但大多数分布式的可再生能源发电厂或小型热电厂的功率恰恰低于1兆瓦，因此并没有列入统计。更为重要的是，发电量统计完全没有调查风能和光伏设备的情况。缺少的这一部分发电量的统计数据，部分可通过其他来源的信息来补足（比如电网运营商按能源分类的上网电量数据，以及依据可再生能源法的上网电量年度结算）。

统计结果中的“统计覆盖率”显示，传统能源（化石能源和核能）的统计覆盖率实际达到了100％，而普通电厂和工业电厂的统计覆盖率却只有16％。这些统计空白虽说大部分可借助电网运营商的数据和可再生能源法规定的能源年度结算数据来填补，但工作组仍需要通过模型计算和估算，才能实现数据的完整性，并较为客观合理地反映德国发电的整体情况。

相较于发电，热力的产能和用能统计情况更不理想。在热力领域，统计覆盖率较高的是区域集中供热的能源生产和消耗量、化石能源供热的能耗量（煤炭、石油、天然气）和电力供热量。但可再生能源供热的情况则完全不同，虽

说使用了固态、液态和气态的生物燃料及生物垃圾，也利用了环境热，但上述领域几乎没有原始的统计数据。因此可再生能源供热数据的统计需要借助专业研究机构和行业协会的大量不统一的数据，如果以上数据仍不充足，则需依靠模型计算和估算。本文也介绍了模型计算和估算的具体方法。通过以上方式，工作组可获得较有说服力的可再生能源供热统计数据。

在交通领域，可再生能源（主要是生物燃料）占交通终端能耗不足6%，对统计结果的影响十分有限。这种情况正在很大程度上与《欧盟可再生能源指令》相关。生物燃料相关的数据汇总在德国联邦统计局生物燃料产能的年度调查数据之中，德国联邦经济和出口管理局的官方石油统计中也涵盖了生物燃料的信息。因此，交通方面的可再生能源数据具有较高的可信度。

本文专门用一个章节的篇幅介绍了德国能源平衡工作组（AGEB）在能源统计系统中的作用。能源平衡工作组的组织形式是注册协会，成员目前包括四家能源产业协会和五家研究所。工作组下属的成员单位拥有各个领域的专家，这些专家有着丰富的从业经验，这确保了工作组能够客观地完成衡算工作，并保证了能源平衡数据的质量。工作组的专业能力让能源平衡工作组的能源平衡数据成为广泛认可的半官方信息。多年以来，该工作组一直受德国联邦经济和能源部委托，负责能源平衡表的编制。能源平衡工作组在可再生能源领域与德国可再生能源统计工作组（AGEE-Stat）开展密切合作，与联邦和各州统计局以及相关能源部门紧密联系，并定期开展交流。

除了国家一级的统计工作之外，联邦州和城镇一级也从自身的情况出发，开展地区性的统计调查。联邦州能源平衡事务委员会负责地区能源统计数据的汇总，该机构的工作十分有意义。联邦州能源平衡事务委员会由各个联邦州负责能源经济的部门组成，还包括了统计局的代表。其最主要的任务在于协调编制联邦州能源和二氧化碳的平衡表。联邦州能源平衡事务委员会遵守自身的机构守则，同时遵循国际和欧洲的规定，并就联邦一级的能源平衡计算与能源平衡工作组进行协调。

德国国家气候保护计划（NKI）是众多地方气候保护活动中孕育出的一个倡议项目。项目的实施需要将尽可能客观有效的能源统计数据作为基础，因此对统计数据提出了很高的要求。然而，城镇一级却缺少能源统计所需的基础数据。在有些情况下城镇层面也会掌握一些能源数据，特别是那些拥有地方市政公司的地方。这类数据主要涉及电力、天然气和近程/远程集中供热的情况。此外，城镇通常至少具有关于城镇建筑物和街道照明的能耗信息，在某些情况下，还可能通过城镇建筑物地籍册来估算不同建筑物类型的能耗。地区登记机动车存量则有助于估算出个人交通（客运和货运）的能耗原始数据。若城镇自行运营公共交通，则也能提供公共交通领域的相关数据。但城镇一级存在的原始信息往往不足以支撑完整的能源供需平衡计算。

为了解决上述问题，在过去几年内涌现出了可按照部门和能源分类的多种估算能耗的模型，为地方提供了计算能源平衡的工具，帮助地方机构编制能源和二氧化碳平衡。但在能源平衡计算、潜力发展和情景分析方面，各个地方上的气候保护方案呈现出明显的差异，且数据通常缺乏透明度。作为以上问题的解决方案，德国目前有一种特定的外推法模型——“气候保护规划工具”。该工具非常适用于地方能源和气候保护方案的开发和制定工作，其研发得到了德国联邦环保局的资助，由多家研究机构与一些地方政府共同开发完成，服务于城镇气候保护措施供需平衡衡算和发展的协调和标准化工作。该工具为城镇提供了大量统计数值、因数和特征值，用户可以根据其需要继续细化上述指标和参数。超过400个地方政府目前正在使用的这一规划工具，经验表明，该工具让地方一级的能源供需平衡衡算步入了正轨。

德国能源体系是较为“成熟”的体系，具有各类官方和半官方的统计数据。该体系的优势在于：《能源统计法》在法律上规定了数据采集和统计的必要性、统计过程的透明度和数据的公开性。《能源统计法》2017年的修订版在需采集数据和数据调查领域的扩展方面有所改善，但从能源统计数据使用者的角度来看，并没有满足他们的其他诉求。例如，能源生产和应用方面依旧存在统计信息的漏洞。能源应用也未完全涵盖在统计范围之内。除了以上提及的不足之外，能源平衡工作组和可再生能源统计工作组依靠充足可信且官方认可的数据基础，成功编制了德国能源平衡表，反映了德国能源经济结构的总体情况，也为进一步的分析和能源经济变化的监测奠定了扎实的基础。

所有法律规定的数据采集和统计结果始终都要向公众公布，这是德国能源统计体系的一项基本原则。因此，大众也可获知统计数据。唯一例外是违背保密义务的情况。

最后要强调的是，能源统计的目标并不在于统计本身，而在于为制定合理正确的能源政策提供基础，并在此基础上制定气候保护政策。为此，我们须按照部门和能源类型对数据分类，具体了解能源供给和需求的整体情况。将所有数据汇总到一张能源平衡表中是一大有效手段，它能明确反映能源行业中相互交织的复杂关系。另外，我们也应保证相应数据持续可用，从而有助于我们了解能源供求随着时间推移所发生的变化。

目录

0. 研究背景、目标和报告结构 1

1. 能源统计对于能源转型的重要性 2

2. 德国能源统计体系的法律法规依据以及参与统计工作的相关机构 4

2.1 德国能源统计体系的法律法规依据 4
2.2 参与统计的机构 6

3. 制表过程和采集数据的类型 9

3.1 根据能源统计法采集数据 9
3.2 官方统计中根据能源类型分类的发电数据采集 10
3.3 可再生能源发电的数据采集 15
3.3.1 可再生能源统计工作组（AGEE-Stat）的作用 15
3.3.2 可再生能源发电数据采集的工作流程 16
3.3.3 总结：可再生能源发电的数据 21
3.4 热电联产在电力生产行业中的重要性 23
3.5 总结：德国电力生产的能源统计数据基础 26
3.6 供热的数据采集 27
3.6.1 供热市场概述 27
3.6.2 热电联产设备的热力生产 29
3.6.3 热网供热的数据采集（集中供暖/区域供暖） 30
3.6.4 分布式可再生能源供热 32
3.6.5 交通领域的可再生能源终端能耗 35
3.6.6 结论：电力、供热/制冷和交通领域的可再生能源 36

4. 德国能源平衡工作组在能源平衡编制中的职能 37

4.1 能源平衡工作组的目标和任务 37
4.2 能源平衡编制 41
4.2.1 能源供需平衡结构 41
4.2.2 对不同能源的评估 44
4.2.3 对热电联产的评估 45
4.2.4 消耗和销售数据 45
4.2.5 应用平衡 45
4.3 总结：对能源平衡表数据来源的评价 48

5. 德国能源统计体系中国家和地方层面的相互配合以及欧洲层面的作用和影响 51

5.1 国家层面的数据汇总 51
5.2 地方层面的数据汇总 51
5.2.1 联邦州层面 51
5.2.2 城镇层面 52
5.3 欧洲层面的作用和影响 54

6. 能源统计体系与能源系统其他方面的相互关联 56

7. 德国能源统计体系的优势和不足 57

8. 发布和获取统计数据 58

9. 参考文献 59

表格清单

表 1 德国联邦政府能源方案中的量化目标 （版本：2019年3月） 2
表 2 2017年德国常规供应和工业领域最大功率1 兆瓦以上的设备发电总量 12
表 3 2018年电网运营商的数据调查所得的可再生能源净功率和上网电量 14
表 4 可再生能源法框架下的2018年可再生能源的上网电量：输电网运营商的数据 18
表 5 联邦网络管理局的可再生能源电厂清单评估（版本：2019年3月7日） 19
表 6 2018年德国可再生能源的发电总量 22
表 7 2017年常规供应电厂和工业发电设备中热电联产设备的发电量 23
表 8 根据热电联产法（KWKG）获得批准的热电联产设备数量，根据规模等级和投入运行时间进行分类 24
表 9 2003年到2017年德国热电联产发电净值的变化情况 25
表 10 2017年德国常规供应电厂和工业电厂的官方发电总量和额外发电总量调查数据的比较 27
表 11 德国2017年根据应用领域和能源种类分类的供热终端能耗 28
表 12 2003年至2013年德国热电联产厂净产热量的变化 29
表 13 2017年热力生产、购买、使用和出售的数据调查：德国的热力供应平衡计算 30
表 14 德国2015年至2017年常规热电厂和热源厂根据能源种类划分的供热量 31
表 15 可再生能源统计工作组提供的2010年至2018年德国可再生能源供热/制冷终端能耗 32
表 16 可再生能源统计工作组提供的2016年至2018年德国交通领域可再生能源的终端能耗 35
表 17 联邦经济和出口管理局（BAFA）统计的2016年至2018年德国生物燃料的官方统计数据 36
表 18 德国2017年一次能耗到终端能耗的可再生能源平衡数据 36
表 19 德国2017年一次能源平衡 42
表 20 德国2017年转换平衡表 42
表 21 德国2017年终端能源消费平衡表 43
表 22 各个领域、能源类型和能源应用领域的终端能源消费结构 47

图片清单

图 1	联邦统计局“GENESIS”在线数据库截屏	5
图 2	德国最重要的能源统计参与者概览	7
图 3	能源供需平衡计算工作组（AGEB）网站(www.ag-energiebilanzen.de)	8
图 4	能源类型的数据采集覆盖率	13
图 5	统计覆盖的上网电量与电网运营商报告的上网电量的差值	15
图 6	可再生能源统计工作组的作用	16
图 7	可再生能源发电数据采集流程	17
图 8	可再生能源统计工作组（AGEE-Rat）的可再生能源发电量统计数据来源	20
图 9	可再生能源工作组、《可再生能源法》和输电网运营商的上网电量数据统计对比	21
图 10	热电联产设备产热量的推导	24
图 11	能源平衡工作组的目标和任务	38
图 12	能源平衡工作组成员（能源平衡工作组官方主页截屏）	39
图 13	能源供需平衡计算工作组（AGEB）能源平衡数据的编制	40
图 14	2018年德国能流图（单位：拍焦）	44
图 15	能源供需平衡计算工作组（AGEB）的应用平衡	46
图 16	德国能源平衡表的数据来源：不可再生能源	49
图 17	德国能源平衡表的数据来源：可再生能源、电力和集中供热	50
图 18	德国联邦州层面的能源平衡数据来源	52
图 19	城镇层面的能源数据（上图）与“气候保护规划工具”（下图）	53

00. 研究背景、目标和报告结构

拥有强大的能源统计数据库对制定正确的能源和环境政策至关重要。其中，必须区分特定领域或行业的能源统计数据和可以综合反映能源系统整体情况的统计数据。两种能源统计数据就不同研究目的而言都具有合理性。对于宏观经济而言，综合反映不同产业、不同能源种类的能源统计概况至关重要。只有基于这些数据，才能全面预测宏观经济的能源平衡情况，跟踪能源消费变化趋势，评估节能效果，计算与能源有关的二氧化碳排放量，确定能源行业计划内/计划外的结构变化以及能源进口依赖性。能源统计是了解当前状况、预测未来发展必不可少的信息来源。

在德国能源统计体系中，这类全面的能源平衡发挥着核心作用。德国的能源统计结构极为复杂。德国的能源生产、供应和消耗数据分散于多个部门。 因此，若要反映德国能源供应的总体情况，必须整合数据流，对所调查的数据进行全面的收集和评估。德国能源供需平衡计算工作组（以下简称“能源平衡工作组”，德文缩写：AGEB）自1971年成立以来，成功完成了此项任务。设立能源平衡工作组的初衷从一开始便是根据统一的标准评估能源行业各个领域的统计数据，进行汇总以反映能源系统的概况，并将能源平衡数据提供给所有相关方。
能源统计需求的增长与国内和国际气候保护政策息息相关，这些政策将导致能源供需水平和结构发生根本变化。因此能源统计体系必须根据各个国家的实际情况来建设。这一点也适用于中国。本研究旨在对德国的能源统计体系进行详尽细致、深入浅出地阐述，并为协助完善和扩展中国的能源统计体系的工作提供思路。

本文的第一章将以德国为例，详细介绍一个完善的能源统计系统对能源转型的重要意义以及德国能源转型的监测体系。
德国能源统计体系的法律和法规基础也同样重要。因此，第二章详细介绍德国《能源统计法》及其它相关法规，以及参与能源统计数据编制的机构和提供数据的机构。

第三章将介绍能源统计报告的编制过程和收集的数据类型。重点聚焦四大关键领域，首先介绍常规（主要是集中式）电厂发电数据的收集以及可再生能源（主要是分布式项目）发电数据。其中将特别关注可再生能源统计组在编制可再生能源统计报告方面发挥的作用。此外，为阐述发电与供热的关系，还将在专门的小节中介绍集中和分布式热电联产的情况。最后还将单独分析供热数据的情况，包括集中式供热和分布式可再生能源供热。此外还将概述相关的数据收集和管理方法，重点讨论如何应对数据缺失情况以及采用模型进行数据估算。数据缺失的问题在可再生能源方面比较严重，因为可再生能源方面几乎没有官方统计数据。

将这些特定领域和能源类型的数据整合为全面、综合的能源统计总体情况是非常重要一个环节，因此第四章将主要论述能源平衡工作组的目标、任务和工作方法。此外本章还将介绍能源平衡表的编制，对不同能源数据的评估分析以及如何对来源不同的各个子统计数据库进行调整，重点关注能源平衡表中包含的终端能源应用领域的统计情况。这些研究工作多年来由能源平衡工作组委托相关研究机构开展，研究的经费由德国联邦经济能源部资助。

第五章将重点关注德国能源统计体系中国家和地方层面的合作，同时介绍了欧洲在对能源统计的要求方面所扮演的角色及影响。本章详细分析了联邦州和地区的能源统计现状情况。

从分析的角度而言，能源统计体系只能就能源系统本身做出有限的结论。只有将该体系与影响能源系统的其他因素相结合，才能就能源和气候保护做出更加令人信服的结论。具体而言，能源统计数据和经济、人口发展以及交通和建筑等相关数据应该结合起来，然后由此得出令人信服的关键数据，例如整体经济和行业的能效发展，能源消耗与经济增长脱钩的情况等。本研究的第六章就围绕这些关系展开。最后，研究的第七章对德国能源统计体系的优劣势进行了总结。
能源统计不但是相关行政措施和能源研究活动的核心任务，也有助于公众了解能源转型的整体情况。本研究的第八章将聚焦德国能源统计数据公开发布的情况，包括数据的类型和范围，并介绍了公众获得这些信息的途径。

01. 能源统计对于能源转型的重要性

以德国为例，可以很好地看出能源统计对于能源转型的重要性。2010年，德国联邦政府在做了大量前期工作之后颁布了一份全面的能源方案，2011年，又增加了一份退出核能的方案。这两份方案包含了许多明确定义和量化的能源政策目标及气候保护政策目标（参见表1）。这些目标的制定就需要一个综合的能源数据体系。该体系需要全面涵盖能源转型各个领域和各种能源类型，以及一次能源消费总量。在这些数据的基础上，相关部门可以开展必要的场景分析和计算，从而最终确定这些目标。此外，如果没有能源统计的数据基础，温室气体排放的变化情况也无法表现。

	基准年份	2018与基准年份对比	2020	2030	2050
总体目标					
温室气体减排量	1990	-30,8%	-40%	-55%	-80%/-95%
核能退出	无	9516 MW	4049MW	直到2020年底退出	
可再生能源					
在终端能源消耗总额中的占比	无	16.6%	18%	30%	60%
在电力消耗总额中的占比	无	38.0%	35%	65%	80%
能源消耗/能源效率					
一次能源消耗	2008	-8.9%	-20%	?	-50%
终端能源效率	2008	1.5%/a	从2008年到2050年2.1%/年		
室内供暖需求*	2008	-8.7%	-20%	?	-80%
交通	2005	4.9%	-10%	?	-40%
电力消耗总额	2008	-3.8%	-10%	?	-25%

*）室内供暖终端能源消耗，2050年的目标：建筑几乎达到碳中和标准
来源：联邦政府的能源规划方案草案

表1
德国联邦政府能源方案中的量化目标 （版本：2019年3月）

同样关键的是，这些数据应当可以被经常性的收集。比如对于联邦政府所要求的对能源转型的定期监测，就需要及时收集这些能源数据。只有这样，政府才能更好的对德国能源转型的目标完成情况进行评估，确定是否应进一步采取能源和气候保护方面的措施。目前联邦政府已经完成了七份能源转型监测报告（包括两份所谓的“进展报告”），还有一个独立的四人专家委员会对报告发表了意见，而如果没有这样的数据基础，这些是不可能完成的 。

要完成像能源转型监测报告等类似的任务，联邦政府需要对能源产业有完整全面的了解，其中包括各种能源的生产和消费总量以及总的平衡计算等。此类能源供需平衡计算，不仅可以对各类能源在各个领域中的消费情况作出陈述，而且还能提供各能源品类从生产到应用在不同的生产、转化和消费领域中的全部信息。从1971年以来，德国能源平衡工作组负责德国能源供需平衡的计算，后面章节将对该机构的具体工作进行介绍。

德国联邦州和城镇等地方层面的情况与国家层面的情况类似，他们越来越关注制定自己的综合能源和气候保护方案（大多方案的制定还会拿到国家的支持经费），为此他们需要一个充分可信、足以支撑方案的数据基础（参见5.2.2）。

需要强调的是，目前不同的国际公约框架都越来越强调国家的报告义务，比如《国际气候变化框架公约》规定的国家报告义务和关于《远距离越境空气污染公约》的报告义务。能源平衡计算是确定温室气体及（能源领域的）空气污染物排放的基础。比如德国联邦环保局在编制国家排放清单时，就把能源平衡计算作为最重要的数据基础。毕竟在德国的温室气体总排放量中，有约85%的排放量与不同使用领域对能源的利用有关。

02. 德国能源统计体系的法律法规依据以及参与统计工作的相关机构

下面的章节首先将介绍德国能源统计体系的法律法规，这也是德国官方统计的主要依据，然后将介绍参与统计以及与数据采集有关的机构。

2.1 德国能源统计体系的法律法规依据

德国所使用的能源统计数据有很大部分是以法律为基础，通过官方渠道收集的。每一次的官方统计调查都必须有法律依据：《联邦用途统计法》（简称：联邦统计法，德文缩写：BStatG）就是最主要的依据。该法第1条对统计原则的描述如下：*“在整个官方统计体系内，出于联邦的需求进行统计（联邦统计）的任务是持续调查、收集、整理、描述和分析普遍现象的相关数据。对此适用于中立、客观、专业独立性原则。联邦统计的结果可以为联邦、各州以及市政和市政联盟、社会、经济、科学研究揭示社会、经济、生态的内在关联。”*[2]

其中，联邦统计体系是指相关统计由各联邦州的统计局进行，联邦统计局则负责从方法上和技术上对统计数据进行处理，并协调单项统计结果。另外，联邦统计局将汇总联邦范围内的统计结果，并将这些结果进行公布。联邦统计局隶属于德国联邦内政部，负责制定联邦统计的法律框架和相关政策规则，这一责任也在《联邦统计法》中予以了明确规定。

在能源领域，《能源统计法》（EnStatG）构成了联邦和各州统计部门开展官方能源统计的核心法律基础。目前正在施行的2017年版本的《能源统计法》是经过多年准备工作后，于2017年3月6日颁布的修订案。相较于2003年的版本，现行《能源统计法》加强了在可再生能源和高效能源生产技术（例如热电联产）方面的内容。修订案也确保了德国可以全面执行和实现欧盟对能源统计数据的要求。[3]

根据《能源统计法》所进行的数据采集属于联邦统计行为，目的在于对全国能源供给和使用的情况做出描述。联邦能源统计服务于能源政策框架条件的设计，以确保德国可以建立安全、经济和环保的能源供给体系。此外，联邦能源统计还为专业报告的撰写提供数据基础，包括电网扩建、现存电厂情况、能效和可再生能源发展的相关报告等。与此同时，联邦能源统计还有助于德国政府应对相关挑战，履行德国在欧洲和国际法律规定下的相关报告义务。

根据《能源统计法》第1条第2款，联邦能源统计涵盖了电力、燃气、供热行业的统计，以及对煤炭进口、液化气、垃圾填埋气、深层地热、生物燃料、石油和石油制品等的统计，还包括生产制造领域能源使用的统计。章节3.1将对此加以详细阐述。

另外，在专项统计方面，联邦统计局主要依据《能源统计法》（见上文）开展以下专项统计：

- 工业能源使用情况统计，
- 普通和工业发电和产热的电站运营商统计，
- 热电联产电厂运营商统计，
- 输配电网运营商统计，
- 热力生产、外购、使用和出售的统计，
- 天然气总量、出售、进出口的统计，
- 供电企业电力销售和收益的统计（其中将按照固定费率客户和专项合同客户区分），以及关于供气企业和天然气贸易商对不同客户群体（制造业、家庭客户和其他终端用户）的天然气销售和收益的统计。

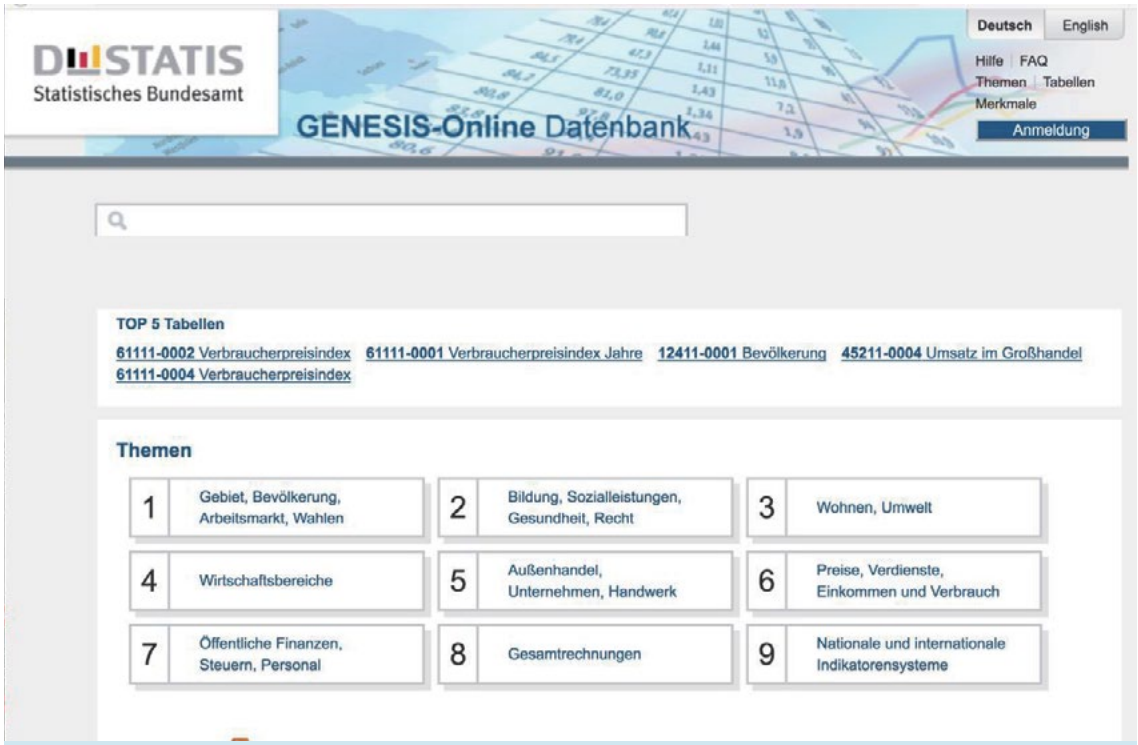
在所谓的“GENESIS数据库”[4]中，联邦统计局在互联网上发布关于这些主题的数据。图1显示了在线数据库中提供详细信息的区域。能源供应方面的统计数据在主题4“经济领域”的第43条目中列出。

除《能源统计法》以外，德国还有针对不同能源形式的法律法规。例如，《石油产业报告统计法》（以下简称为《石油数据法》，德语简写：MinÖlDatG）是为石油的统计而设立的，该法可以追溯到1974年11月18日的一项协定，这一协定是为1975年4月30日国际能源计划而设定的，该法还可追溯到欧盟关于石油领域信息系统和紧急情况措施的法规和1975年的《能源保障法》。根据该法律，联邦经济和出口管理局（BAFA）负责从石油产业企业收集相应的数据和报告。

[2] 节选自《联邦用途统计法》，2016

[3] 参见Decker/Klumpp， 2018

[4] 网址为：https://www-genesis.destatis.de



43	能源和水供应
431	短期调查：能源和水供应
43111	月度报告：能源和水供应
432	结构化调查：能源和水供应
43211	投资调查
43213	天然气公司的供气投资
43221	成本结构调查：能源和水供应
433	电力和天然气供应
43311	供电月度调查
43312	输配电网运营商调查
43321	供气月度调查
43331	电力销售和生产的调查
43341	天然气销售和生产的调查
43351	制造业电力和热力生产的调查
43381	沼气提取、使用、分配的调查
43391	液化天然气分配的调查
434	供热
43411	热力生产和使用的调查
43421	地热调查
435	能源和水供应的其他专业数据
43511	煤炭进口的调查
43521	生物燃料的调查
43531	制造业公司的能源使用

图 1
联邦统计局“GENESIS”在线数据库截屏（其中主题4为经济领域，第43条为能源与水供应相关数据）

在《石油数据法》的基础上，联邦经济和出口管理局每个月向德国石油市场上的从业企业采集关于其业务活动的数据。“大”企业通过所谓的“综合石油报告”上报数据，诸如原油采购、炼油厂石油制品生产、部分客户群体石油产物的存量、外贸和出售情况。较小的企业只报告石油制品的出口情况，这些数据在此基础上被纳入统计。通过这种方式，

统计数据的市场覆盖率达到了近100%。“综合石油报告”的附件负责收集联邦德国润滑剂市场的具体数据。2019的统计范围清单包含了石油产业领域的93家企业。

其统计结果用于下列任务：

- 每月公布官方石油数据，形成德国石油行业当前发展情况的综合报告。
- 在每月的“石油信息”（德语简写：MineralölINFO）简报中，以摘要方式公布石油统计的核心数据。
- 基于国际义务，每月向欧盟和国际能源署（IEA）发布关于德国石油市场当前发展情况的信息（月度石油统计Monthly Oil Statistics）。这些国际组织会将其连同其他成员国所上报的数据一并进行公布。尤其是在联合组织数据倡议（JODI）的框架下，可以借助所采集的数据洞察世界石油市场的发展情况。
- 预防国内与国际危机。
- 每年将根据这些由联邦经济和出口管理局所收集的数据以及德国联邦统计局所收集的官方数据进行能源生产和消费平衡计算。这些能源平衡数据还将上报至国际能源署和欧洲统计局（Eurostat）（年度石油统计Annual Oil Statistics），由其公布具国际可比性的能源供需平衡计算。

（由德国联邦统计局进行的）官方石油统计数据可包含以下数据集：

表1　德国原油开采和获取

表2　进口原油和德国开采原油的原始总量

表3　原油向原产国进口的过境价格

表6　石油产品销售和国内供货情况

表6c　国内供货变化情况

表6j　石油产品销售和国内供货情况

表7　特定用途领域的国内供货情况

表7j　特定用途领域的国内供货情况（年）

表9　汽油和柴油燃料的境内消费总量

在石油统计中，行政和经济部门实行密切合作。石油产业联盟作为石油产业的利益代表，公布关于石油市场的全面统计数据。

此外，联邦经济和出口管理局受德国联邦经济和能源部（BMWi）委托，每月计算天然气总量和出口量以及德国天然气进口的过境价格。该局还在硬煤采购单位（发电站运营商和钢铁生产商）报告的基础上，收集第三国煤炭价格，也就是在欧盟境外开采的硬煤运输至德国边境的价格，以及第三国煤炭采购数量。每月统计进口价格并且每季度和每年各公布一次。

根据《德国可再生能源法》2017年版第85条和关于热电联产保护、现代化改造和扩建的法律《热电联产法》中的多条规定，联邦网络管理局（BNetzA）负责多项任务，其中包括执行可再生能源和热电联产项目的招标，根据《可再生能源法》确定补贴额度，公布新装可再生能源项目的装机容量信息，以及《可再生能源法》和《热电联产法》的执行监督工作。联邦网络管理局还负责可再生能源法要求的数据搜集和市场主数据目录。

联邦网络管理局在定期的年度报告中，将提供反应德国可再生能源发展主要概况的核心数据。这些数据主要基于每年通过输电网运营商（ÜNB）、能源供应企业（EVU）和配电网运营商（VNB）传输至联邦网络管理局的可再生能源法年度结算情况。对装机容量的分析评估则还会参考可再生能源设备目录和光伏项目申报目录等数据。

通过2017年颁布并于2018修订的《能源产业数据中心电子目录条例》（MaStRV），联邦网络管理局管理的市场主数据目录开始生效。由此一个全面的电力和天然气市场的官方目录建立了，机关部门和能源领域（电力和燃气）的市场参与者都可以使用该目录，并且其统计结果也会提供给公众。对于许多能源产业过程，统一而完整的目录能够简化工作，并显著提高数据质量。

2.2 参与统计的机构

德国能源统计的大部分数据收集都建立在上面章节中所概述的依据法律开展的统计基础上。由上一章的介绍已经可以大概清楚哪些机构在能源统计方面起到了决定性作用。在德国，联邦统计局发挥着能源统计领域的核心行动者的作用，16个联邦州的州统计局则是统计的“执行机构”。联邦统计法对各统计局之间的合作做出了规定。如上所述，除了这些机构，联邦经济和出口管理局（BAFA）和联邦网络管理局（BNetzA）也承担着不可或缺的责任。

但在另一方面，统计编制的参与机构也有自然人和法人，他们可以是任何一种形式能源设备的运营商，并直接参与相关法律规定的数据收集的过程。原则上，这涉及到各个能源相关行业的所有工商企业。非常重要的是，德国能源统计的法律法规是“供给导向”的，统计调查首先面向能源的供应商。

唯一的例外是能源统计法第8条。根据该条规定，向采矿企业、采石和土方开采企业以及加工制造业进行的调查应涵盖使用方，具体包括：

1. 不同类型和热值的能源外购、库存、消费和出售的数量，
2. 自行发电和电力消费的数量，
3. 不同供应商群体和进口渠道的外购电力和热力数量，
4. 不同用户群体和出口渠道的出售电力和热力数量，
5. 用于能源性和非能源性用途的能源。

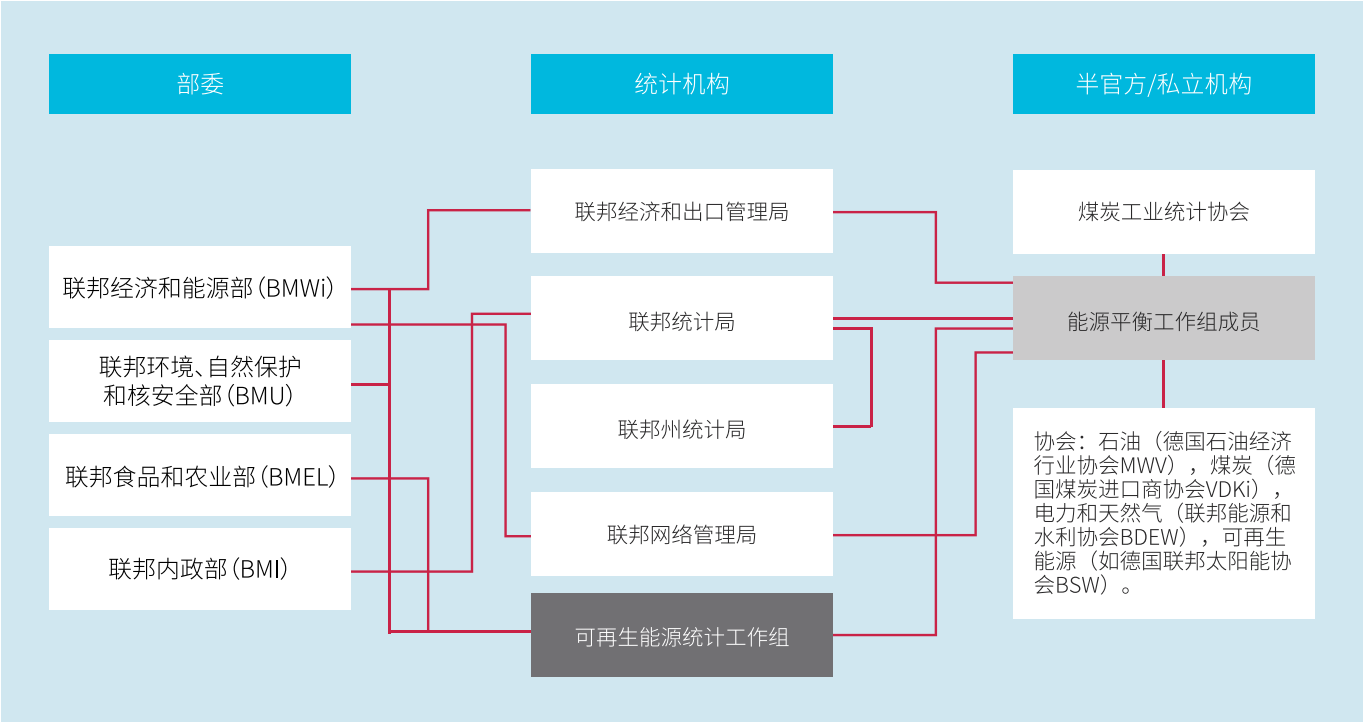
总体来说，这是唯一一种法律规定的向能源终端消费者群体进行的统计。相反，对于私人家庭、交通部门或者在贸易、商业和服务业领域中，没有因法律产生的能源用途统计。然而，各部委会不定期委托其他机构开展这种统计研究，对这些领域的参与机构按照组别进行询问。

除了依法指定的参与机构之外，还有半官方的“统计供应商”。其中包括例如1954年成立的“煤炭产业统计协会”。该协会采集矿物管理部门的统计数据，对公共单位代表成员承担统计任务。该协会对于其成员履行法定的信息告知义务。在其宗旨范围内，该协会为机关部门和公法法人和机构提供咨询。此外，协会以提供咨询的方式，在国家和跨国层面上参与采煤相关一般统计的方法和技术准备工作。同时，协会的特殊地位要求它对所获得的企业数据保守秘密，在汇总和使用数据时保持中立，客观地报告。就此而言，协会员工如同公职人员一般要宣誓就职。“煤炭产业统计协会”负责煤炭产业所有官方统计数据的采集、整理和分析评估，其中也包括生产、销售和消费统计。

能源统计的主要参与机构还包括各种能源经济行业协会或者个别工业行业协会（例如钢铁行业联合会、化学工业联盟等），这些协会通过相当全面的行业统计，对能源统计相关的官方统计形成了重要补充。其中，德国联邦能源经济和水资源协会（BDEW）主要针对电力和燃气产业，利用成员企业的企业内部信息，自行提供广泛的能源统计数据，特别是在传统能源和可再生能源划分的发电数据方面，德国联邦能源经济和水资源协会发挥着特殊作用。德国供热、制冷和热电联产能源效率协会（AGFW）和联邦热电联产协会则主要提供关于热电联产的有用数据。

图2是能源统计最重要的参与者概览，其中包括与统计机构密切合作的联邦各部。以下研究机构未在图中显示：有一部分研究机构承担着确定统计方法的特殊研究任务，还有一些研究机构则自行搜集数据，这些研究机构主要涉及可再生能源统计工作组（AGEE-Stat）的成员研究所和受能源平衡工作组（AGEB）委托的、负责能源平衡表制定的研究所。

图 2
德国最重要的能源统计参与者概览



左列依次为：联邦经济和能源部（BMWi），联邦环境、自然保护和核安全部（BMU），联邦食品和农业部（BMEL），联邦内政部（BMI）；
中列依次为：联邦经济和出口管理局，联邦统计局，联邦州统计局，联邦网络管理局， 可再生能源统计工作组
右列依次为：煤炭工业统计协会，能源平衡工作组成员，协会：石油（德国石油经济行业协会MWV），煤炭（德国煤炭进口商协会VDKi），电力和天然气（联邦能源和水利协会BDEW），可再生能源（如德国联邦太阳能协会BSW）。

德国“可再生能源统计工作组”（AGEE-Stat）作为核心参与机构，在提供德国可再生能源半官方数据方面具有至关重要的作用。该机构是德国联邦环保局内设的专业委员会，接受联邦经济和能源部的委托工作，为履行各项报告义务奠定基础，定期向公众通报可再生能源在发电和可再生能源供热制冷的能源消费等方面以及在交通部门中的发展情况（详情见第三章）。

除了德国联邦太阳能协会、联邦太阳能产业协会、联邦热泵协会等可再生能源行业协会，相关研究方向的研究机构（例如弗劳恩霍夫风能和能源系统技术研究所IWES、太阳能系统研究所ISE、杜能国际森林管理和林业经济研究所（生物质）等），以及如德国风能研究所（DEWI）和Deutsche Windguard公司等服务商也提供可再生能源相关统计。

上述能源统计参与机构分别关注某些能源类型或者某些产业部门，而同样作为能源统计体系中的半官方参与机构，能源供需平衡计算工作组（AGEB）则致力于全面描述整体能源体系，包括从生产侧和转化领域直到终端能源消费部门的能量流中的所有能源形式和各个转化阶段（详情见下文）。这个1971年成立的工作组成员包括四大主要能源经济行业协会以及四家从事相关工作的研究所。工作组定期（即每年）发布一份完整的德国能源供需平衡计算，以及许多其他能源统计信息（更多相关信息，请参见第4章）。图3展示了能源供需平衡计算工作组（AGEB）的网站主页。

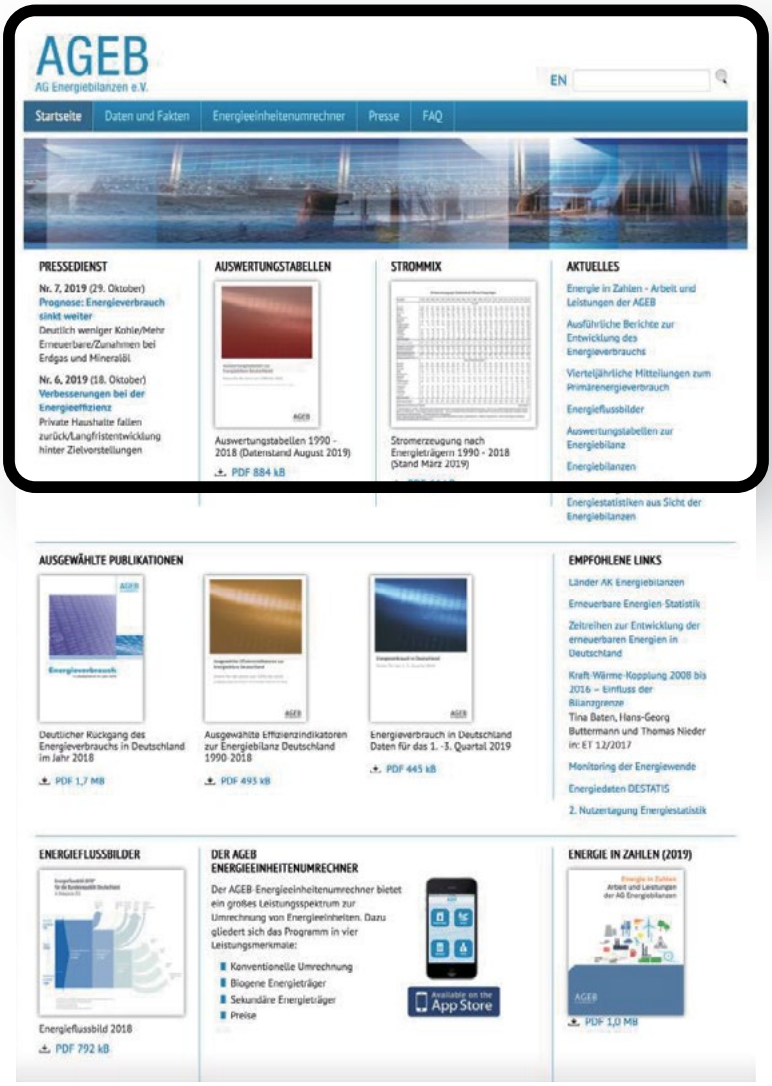


图 3
能源供需平衡计算工作组（AGEB）网站（www.ag-energiebilanzen.de）

03. 制表过程和采集数据的类型

3.1 根据能源统计法采集数据

如章节2.1所示，《德国能源统计法》是德国能源统计体系最核心的基础，其中规定的能源统计需采集以下领域的数据：

1. 电力工业（包括可再生能源）：满足以下条件的所有运营商的发电设备[5]：发电设备的净额定装机容量超过1兆瓦且使用燃料或水力发电；
2. 燃气工业（包括可再生燃气）：满足以下条件的所有运营商的设备[6]：1、设备若用于天然气生产，则采集已生产的天然气气量数据；2、设备若用于燃气运输，则采集输入和输出的实际气量；3、设备若用于燃气贮存，则采集a）月底储存的燃气余量，b）月底的储存量；
3. 热力工业（包括可再生能源）：满足以下条件的所有运营商的设备[7]：1、供热装置净额定供热装机超过1 MW；2、设备用于为热网进行供热（包括热电联产）；
4. 经营褐煤、褐煤产品、硬煤、煤焦或煤球进出口业务的所有企业的煤炭进出口数据[8]；
5. 液化石油气、沼气、污泥、深层地热、生物燃料、石油和石油产品的生产和使用量[9]，以及
6. 矿石开采和制造企业的能源使用量（包括可再生能源）[10]。

针对以上六类数据采集，每一份质量报告中需包含以下内容的详细信息：

- 有关统计的一般信息
  - 采集对象
  - 报告期/时间点，周期，特定月份报告，每月月度报告
  - 法律依据
  - 保密规定
  - 质量管理
- 内容和用户需求
  - 特征重点（询问内容）
  - 分类（比如：根据欧共体经济部门行业统计系统NACE）
  - 用户需求（问询的目的）
- 方法
  - 数据收集的大纲（具有告知义务的初次数据采集）
  - 实施（主要是：通过在线程序进行分布式调查）
  - 数据处理（各个联邦州的采集结果由联邦统计局汇总为整个联邦的总结果）
- 准确率和可信度
  - 对准确性进行定性的总体评估（取决于缺少的回复数量）
  - 修订（及时发布，预估所缺少的信息）
- 实效性和准时性（报告期结束后需在几天、几周、几个月内提供联邦层面的结果）
- 可比性（说明空间上、时间上和事实上的可比性）
- 连贯性（用于其他统计数据）
- 传播与沟通
  - 传播渠道（主要通过线上渠道）
  - 沟通（联邦统计局提供工作组信息、电话和邮件地址）
- 其他专业统计提示信息

[5]《能源统计法》第三条
[6]《能源统计法》第四条
[7]《能源统计法》第五条
[8]《能源统计法》第六条
[9]《能源统计法》第七条
[10]《能源统计法》第八条

3.2 官方统计中根据能源类型分类的发电数据采集

下文提到官方统计或官方数据，则主要指代联邦统计局和各联邦州统计部门的数据；但此外还应包括基于法律基础上的其他独立统计数据。

本章节聚焦于德国根据能源类型分类的发电数据采集。德国“发电市场”相对异质化，主要可以分为以下几块：

- 负责“常规”电力供应的发电厂，下文简称“常规供应电厂”。
- 制造业、采矿、采石行业的发电厂（即发电一部分自用一部分并入公共电网的工业发电厂），下文简称“工业电厂”。
- （可再生能源）分布式发电设备，以及大部分电力上网但发电自用比例逐渐提高的小型热电联产设备。

发电产热领域最为核心的两大官方统计是：

- “常规电力和热力生产的月度数据采集”；
- “制造、采矿和采石业电力和热力生产的年度数据采集”。

常规供应电厂和工业电厂的官方数据采集的对象是装机为1兆瓦以上的发电厂，而分布式设备大多功率未达到兆瓦级别，因而相应的发电数据未被采集。

下文的案例是常规电力和热力生产的统计，该案例明确表明了数据采集对象和所需采集的数据。

例1： 常规发电和产热月度数据采集

统计所需的一般信息

采集对象:数据采集的对象为满足以下条件的所有运营商：发电设备（包括热电联产设备）的净额定装机大于等于1兆瓦；净额定装机大于等于1兆瓦或储电设备储存容量大于等于1兆瓦时。根据德国《能源经济法》（EnWG）的第三条第18款，上述运营商属于供电公司。

- 报告周期/时间点，周期性：特定月份报告，每月月度报告。
- 法律依据：《能源统计法》（EnStatG）与《联邦统计法》，主要依据为《能源统计法》第三条第一款第1和第2项。
- 保密规定：根据《联邦统计法》第十六条的规定，个体信息应当对外保密。只有在法律明确规定的例外情况下，个体信息才可公开。
- 质量控制：在统计数据生成的过程中，相关机构应当采取多项措施来保证数据质量。

内容和用户需求

重点采集具有以下特征的数据：

对发电设备功率大于等于1兆瓦的运营商应当采集的数据为

[11] 《德国能源统计法》第三条第1款第1和2项

- 根据所用的能源类型和工艺流程类型来分类的发电量或热电联产总量；
- 按客户组分类的供电量；
- 电厂分别在电力和热力方面的能源自耗量；
- 发电设备或热电联产设备的净额定功率；
- 根据工艺流程分类的热电联产设备的高效性；
- 根据工艺流程分类的热电联产设备一次能源节省量；
- 按照能源种类和能源含量分类、热电联产设备用于发电或热电的燃料存量

对储电设备功率大于等于1兆瓦的运营商应当采集的数据为

- 根据储存技术分类的储电量和取电量，
- 抽水蓄能发电站则分为用泵抽水和自然流水两种情况；
- 装机净额定电功率，
- 抽水蓄能发电站则分为用泵抽水和自然流水两种情况

- **分类：**根据NACE [欧共体经济部门行业的统计系统]的规定，按照行业领域分类，2008版
- **用户需求：**数据采集有助于设计能源供应的能源政策框架，有助于德意志联邦共和国履行欧洲和国际法规定的报告义务。主要用户是联邦政府及联邦州最高级别能源主管部门、商业协会、科学界、能源平衡工作组和联邦州能源平衡事务委员会

方法

准确性和可信度

- 准确性的总体定性评估：反馈数据缺失的情况非常少，因此，常规供应电厂的电力和供热月度数据可认定为可靠和准确的。
- 校正：常规供应电厂的电力和供热月度数据每月都需要及时发布，因此缺少的信息先通过估算补充，后期收到的信息和更正内容则之后再合并至已有数据中。次年4月发布上一年每月的最终结果（所谓的年度更正）。

时效性和准时性

- 时效性和准时性：联邦统计结果在报告基准月结束后约70天内发布。

可比性

- 空间和时间上的可比性：所有联邦州和德国全国均采用相同的步骤采集常规供应电厂的电力和供热的月度数据。因此，各联邦州的数据具有可比性。从2002年开始的数据短期上看完全具有时间上的可比性。

连贯性

- 数据采集结果用于其他统计的情况：结果将用于生产指数的计算中。

传播和沟通

- 传播渠道：常规供应电厂的电力和供热月度数据在报告基准月结束后约70天内发布。通过以下链接可获取最新的联邦统计数据结果：https://www.destatis.de/DE/Themen/BranchenUnternehmen/Energie/Erzeugung/ Tabellen/elekrizitaet-waermeerzeugung-energietraeger-monatsbericht.html

制造业的电力和热力生产年度数据具有和例1显示的常规供应电厂月度数据采集相似的特征。根据《能源统计法》第三条第5款，以下个体数据需要采集：

1. 根据所用的能源类型和工艺流程类型来分类的发电量和热电联产量；
2. 分别在电力和热力方面的能源自耗量；
3. 设备的净额定功率；
4. 依据工艺流程分类的热电联产设备的高效性；
5. 根据工艺流程分类的热电联产设备的一次能源节省量；
6. 热电联产设备用于发电或热电联产的燃料存量，按照能源种类和能源含量分类；
7. 热电联产设备用于发电或热电联产的燃料消耗量，按照能源种类和能源含量分类。

常规供应电厂和工业电厂的两种情况均可获得纯发电厂和热电联产厂不同能源种类的发电量数据。总的来说，该统计系统几乎涵盖了1兆瓦及以上常规供应电厂和工业电厂的数据，但并没有覆盖低于1兆瓦的小型电厂的信息。另外，所采集的数据并没有包含所有可再生能源。针对不同设备的统计数据均未包括两大最重要的可再生能源发电数据，即风电设备和光伏系统（PV）。该统计的另一个缺点是，数据采集时没有单独调查常规供电领域的可再生能源发电情况。表2总结了德国常规供应电厂和工业电厂的发电情况统计结果。

	常规供应电厂		工业电厂		合计	
	发电量					
	太瓦时$_{总量}$	太瓦时$_{净量}$	太瓦时$_{总量}$	太瓦时$_{净量}$	太瓦时$_{总量}$	太瓦时$_{净量}$
化石能源	294.1	272.8	51.8	48.3	345.8	321.1
核能[1)]	82.3	78.1	0.0	0.0	82.3	78.1
可再生能源[2)]	29.9	28.0	5.0	4.5	34.9	32.5
合计	**406.3**	**378.9**	**56.8**	**52.8**	**463.1**	**431.7**

1）包括不含天然水源的抽水蓄能
2）不含风电和光伏设备
来源：联邦统计局

表 2
2017年德国常规供应和工业领域最大功率1兆瓦以上的设备发电总量

从这张表中，我们可知总发电量约为4630亿千瓦时。其中，可再生能源仅占约350亿千瓦时，即总发电量的7.5%。鉴于2017年德国的实际总发电量约为6540亿千瓦，常规供应电厂和工业电厂调查未包含的发电量至少约为1900亿千瓦时，数据采集的覆盖率仅为70%。其中可再生能源方面的差值最大，远远高于其他领域。2017年可再生能源的总发电量估计为2160亿千瓦时，这意味着数据采集的覆盖率只有16%。相比之下，核能和非自然径流的抽水蓄能发电在调查中实现了数据采集全覆盖，化石能源的发电量达到91亿千瓦时，数据采集覆盖率达到97%，接近全覆盖。这里出现的差值显然也归因于功率小于1兆瓦的发电厂不属于数据采集对象[12]。

[12] 参见下文有关可再生能源和热电联产的内容

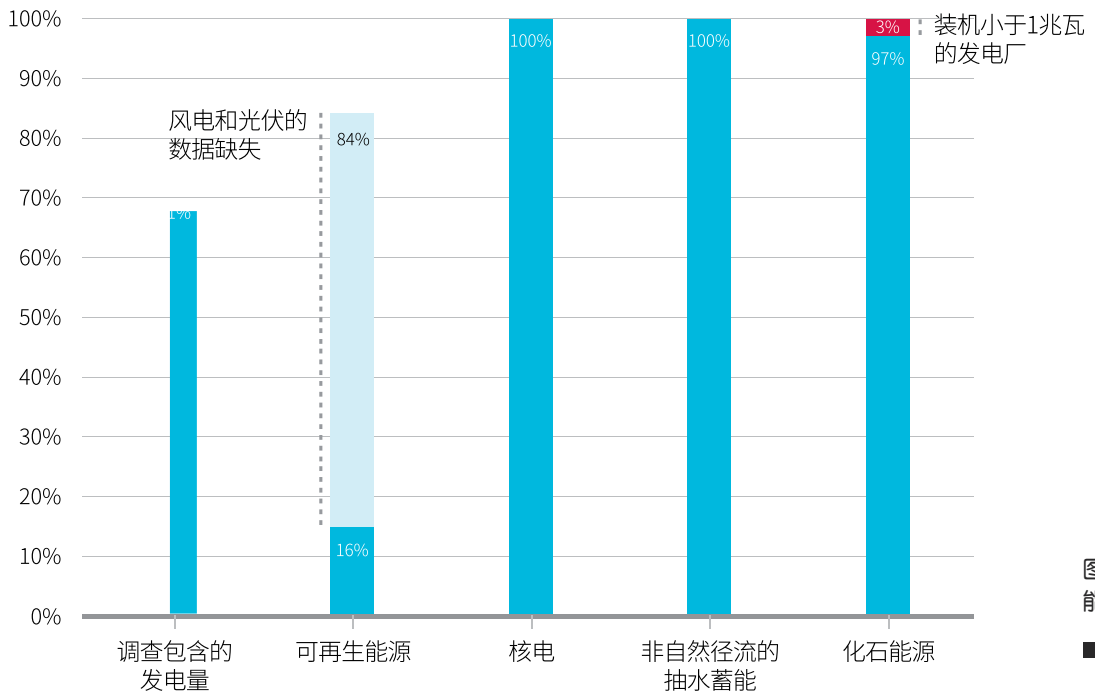


图 4
能源类型的数据采集覆盖率

为了弥补上述数据缺口，特别是可再生能源的数据缺口，修正后的《能源统计法》从根本上对需列入统计范围的能源网络供应商的特征进行了补充，要求按照联邦州、传统能源和可再生能源采集发电上网的数据。特别重要的是，修订后的统计法规定，发电上网的调查对象应不仅仅包括兆瓦级以上的电厂，也应包括净额定功率小于1兆瓦的发电设备。下文例2列出了电网运营商电力上网和下网的年度数据采集的相应法规。

例2：电网运营商电力上网和下网的年度数据采集

根据《能源统计法》第三条第3和4款，对电网运营商电力上网和下网的情况进行年度数据采集

第3款规定：

数据采集的对象包括德国境内所有电力供应网络的运营商，每年就以下内容统计上一年电网运营的情况：

1. 根据《特许权税条例》第二条第3款第1项向特殊合同客户收取的电力过网费用；
2. 按能源类型分类的上网和下网电量；
3. 与所运营电网直接相连的发电厂位置、发电设备数量和净装机功率

各个联邦州还须采集第1款第1项和第2项规定的相关数据。

第4款规定：

数据采集的对象包括德国境内所有电力供应网络的运营商，针对其运营的电网及净额定功率小于1兆瓦的热电联产设备，每年就以下内容统计上一年的情况：

1. 上网电量；
2. 所使用的主要燃料类型。

这些月度调查几乎反应了发电上网的整体情况，包括（29种）常规能源和（16种）可再生能源（含风电和光伏）。此外，这些调查分别采集了净额定功率小于1兆瓦和1兆瓦及以上的电厂数据。向电网运营商所采集的数据包括不同能源种类的发电设备数量、发电功率以及上网电量。2018年的数据表单显示了所采集的数据情况（参见表3）。

表 3
2018年电网运营商的数据调查所得的可再生能源净功率和上网电量

可再生能源	设备数量	净额定功率（兆瓦）	电力供应（吉瓦时）	设备数量	净额定功率（兆瓦）	电力供应（吉瓦时）	设备数量	净额定功率（兆瓦）	电力供应（吉瓦时）
	1兆瓦以下的电力额定功率			1兆瓦及以上的电力额定功率			总计		
	2018年12月		2018年1月	2018年12月		2018年1月	2018年12月		2018年1月
水力[1]	6900	652.0	1869	554	5086	14868	7454	5738	16737
风电[2]	6454	3400.7	5137	23477	55243	101251	29931	58643	106388
光伏	1704814	31785.6	28786	3699	11724	12011	1708513	43510	40797
固体生物材料	883	251.5	1290	200	1253	6580	1083	1504	7903
流体生物材料	1023	117.2	450	29	136	418	1052	253	869
气体生物材料	11784	4144.3	22762	1220	2157	8411	13004	6301	31173
生物天然气	10733	3859.8	21906	1075	1854	7614	11808	5714	29520
生物天然气	440	123.5	627	79	146	630	519	269	1257
沼气	359	73.5	73	29	75	42	388	148	116
垃圾填埋气	252	87.6	156	37	82	125	289	169	281
可再生能源总量	1731866	40354	60300	29236	76574	147205	1761098	116919	20750
常规总量	55424	2105	2501	1617	106413	353316	57041	108518	355817
总计	1787290	42458.8	62802	30853	182987	500521	1818139	225437	563323

1）包括自然水域的流水、蓄水和提水；2）包括海上风电和陆上风电
资料来源：德国联邦统计局。

表单中的总计一行显示，电网运营商报告的总上网电量为5633亿千瓦时，其中可再生能源上网电量（净额）为2075亿千瓦时，占比为37%。98%的发电设备（最主要源于大量的光伏设备）的净额定功率低于1兆瓦；但这种小功率发电设备在总上网电量中的份额仅占11%左右。常规供应电厂的发电几乎完全依赖1 兆瓦或更高功率的设备。

根据德国能源与水工业联合会（BDEW）的统计信息，2018年德国的净发电总量为6130亿千瓦时[13]，表3中电网运营商的官方统计数据覆盖了92%。其中，500亿千瓦时的差值源于可再生能源的数据采集。根据可再生能源统计工作组（AGEE-Stat）[14]的数据，2018年可再生能源的总发电量约为2260亿千瓦时，净发电量为2205亿千瓦时。与表3显示的可再生能源发电上网总量相比，差值约130亿千瓦时，占比不到6%（详情见下文）。

[13] 来源网站：https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/nettostromerzeugung-deutschland-nach-erzeugern/
[14] 来源网站：https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen/arbeitsgruppe-erneuerbare-energien-statistik

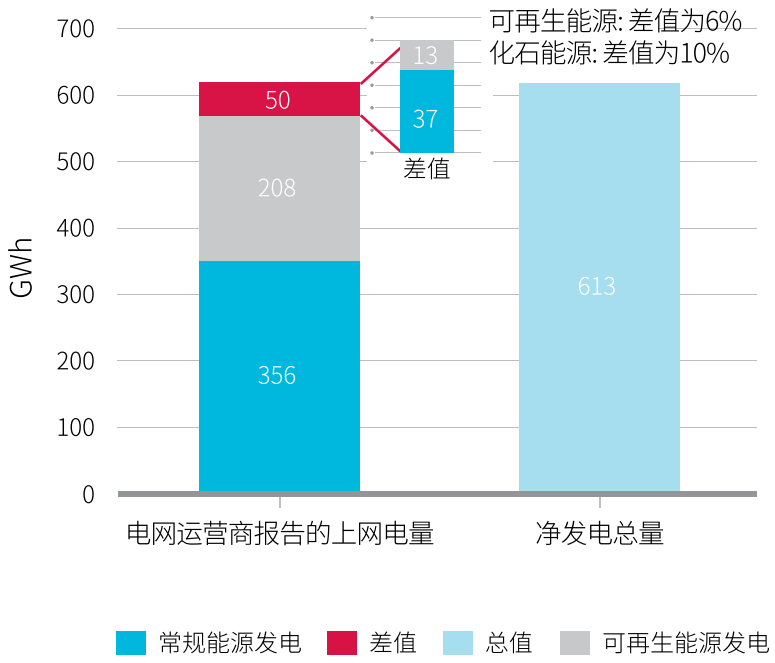


图 5
统计覆盖的上网电量与电网运营商报告的上网电量的差值

2018年常规能源的总发电量净值为3930亿千瓦时，电网运营商的总上网电量净值近3560亿千瓦时，前者高出后者370亿千瓦时。这一差值的产生主要源于工业发电设备的自用电量，这部分电力没有并入公共电网。

3.3 可再生能源发电的数据采集[15]

3.3.1 可再生能源统计工作组（AGEE-Stat）的作用

如上文所述，德国没有单独法律规定（官方）可再生能源发电（以及供热）[16]的统计情况。因此，德国联邦环保局于2004年建立了几乎可作为替代的可再生能源统计工作组（AGEE-Stat）。该工作组的任务是找到填补德国能源统计体系中可再生能源数据缺失这一空白的方法，全面及时地采集可靠的可再生能源统计数据。后来由于可再生能源的负责方（由德国联邦环保局）变为德国联邦经济部，因此可再生能源统计工作组虽接受经济部的委托，但组织上仍属于德国联邦环保局的下属机构。

可再生能源统计工作组在德国能源统计体系范围内的工作重点是定期编制和发布可再生能源发电的统计数据、用于供热和制冷的可再生能源终端消费以及交通运输领域中可再生能源的终端消费数据。

可再生能源统计工作组与许多活跃于可再生能源发电领域的协会和研究机构合作，为核算可再生能源数据准备必要的信息。在某些领域，工作组可直接从下属成员处获得信息。可再生能源统计工作组的成员是下列部门和机构的专家：

- 联邦经济和能源部（BMWi）
- 联邦环境、自然保护和核安全部（BMU）

[15] 可再生能源统计工作组（AGEE-Stat）的工作任务，尤其是其在可再生能源发电方面的工作情况，可参见德国联邦环保局09/2016文档，文章标题为《就德国发展可再生能源发展情况调查，可再生能源统计工作组时间序列的数据来源和方法：发电与装机容量》，作者M.Walker等，巴登-符腾堡州太阳能与氢能研究中心；Sven Schneider等，德国联邦环保局。德绍-罗斯劳，2016年11月。

[16] 但有沼气提取、使用和出售的年度数据（超出上述功率1兆瓦及以上常规供应电厂和工业电厂的调查范围之外），其中包含了沼气发电和电力销售的数据。

- 联邦食品和农业部（BMEL）
- 联邦环保局（UBA）
- 联邦统计局（StBA）
- 联邦网络管理局（BNetzA）
- 可再生原料管理署（FNR）
- 巴登-符腾堡州太阳能与氢能研究中心（ZSW），作为能源能源平衡工作组（Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.）的代表

为了改善数据基础并让计算方法更为科学，可再生能源统计工作组还发起并开展了各种研究工作：工作组组织了系列专家研讨会，并委托学术机构进行有关统计学和方法论问题的短期培训。活动和培训成果会用于统计数据中并公开。

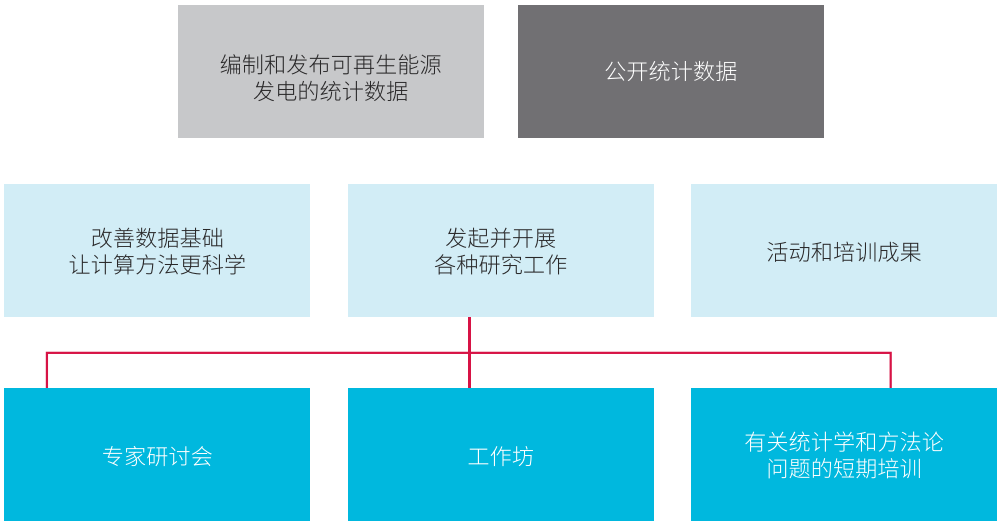


图 6
可再生能源统计工作组的作用

可再生能源统计工作组及其成员通常每年举行四次会议，旨在讨论统计方面的相关问题。根据会议内容需要，工作组以外的嘉宾也会受邀参加。会议上，工作组成员就当前最新数据、数据来源、可信度以及方法论问题协商后达成一致意见。可再生能源统计工作组负责数据采集、可信度验证、数据库建设和维护方面的协调工作。小组员工持续评估可用数据源，并将统计数据与其他机构、协会及参与者的数据进行比较。可再生能源统计工作组共有10名员工，负责完成上述任务。

3.3.2 可再生能源发电数据采集的工作流程

由于数据采集较为困难，尤其1兆瓦以下设备的发电情况的数据难以获得，可再生能源统计工作组必须利用各种截然不同的数据源，来确定各个应用领域所需的信息。

联邦网络管理局（BNetzA）的统计数据是电力领域最重要的数据来源。该机构根据《能源经济法》（EnWG）第三十五条，对额定功率10兆瓦以上的设备运营商采集以下数据：额定总功率、额定净功率、最大净功率、热电联产额定净功率及最小净功率。然而，联邦网络管理局的电厂清单上只公布了每台发电设备的额定净功率。对输配电运营商需要采集的数据内容和对象为：按能源类型区分的现有电厂的总额定功率净值，本年度并网的发电设备数量（不包括不适用《可再生能源法》上网电价的发电设备），上一年新接入电网的发电设备数量，以及临时和永久关闭的发电设备数量。数据采集时区分额定功率净值高于10兆瓦和低于10兆瓦的情况。联邦网络管理局每年在监测报告中公布全国采集数据的汇总结果。

除了功率数据外，联邦网络管理局在监测过程中还调查动态数据。额定功率10兆瓦以上的发电设备运营商必须上报总发电量、净发电量，以及发电使用的主要能源种类和可能存在的任何其他能源种类等数据。另外，运营商还需说明设备是否享受《可再生能源法》的上网电价以及是否为热电联产设备。使用生物质发电的设备若还使用其他种类的能源，运营商则必须说明其中生物质的占比。如果将垃圾用作燃料，运营商则应估算其生物含量的比例。电网运营商应分开报告小于10兆瓦和10兆瓦以上的发电设备的设备数量和上网电量，并按照能源种类进行分类，但此类报告对象仅仅适用于不适用《可再生能源》上网电价的发电设备。

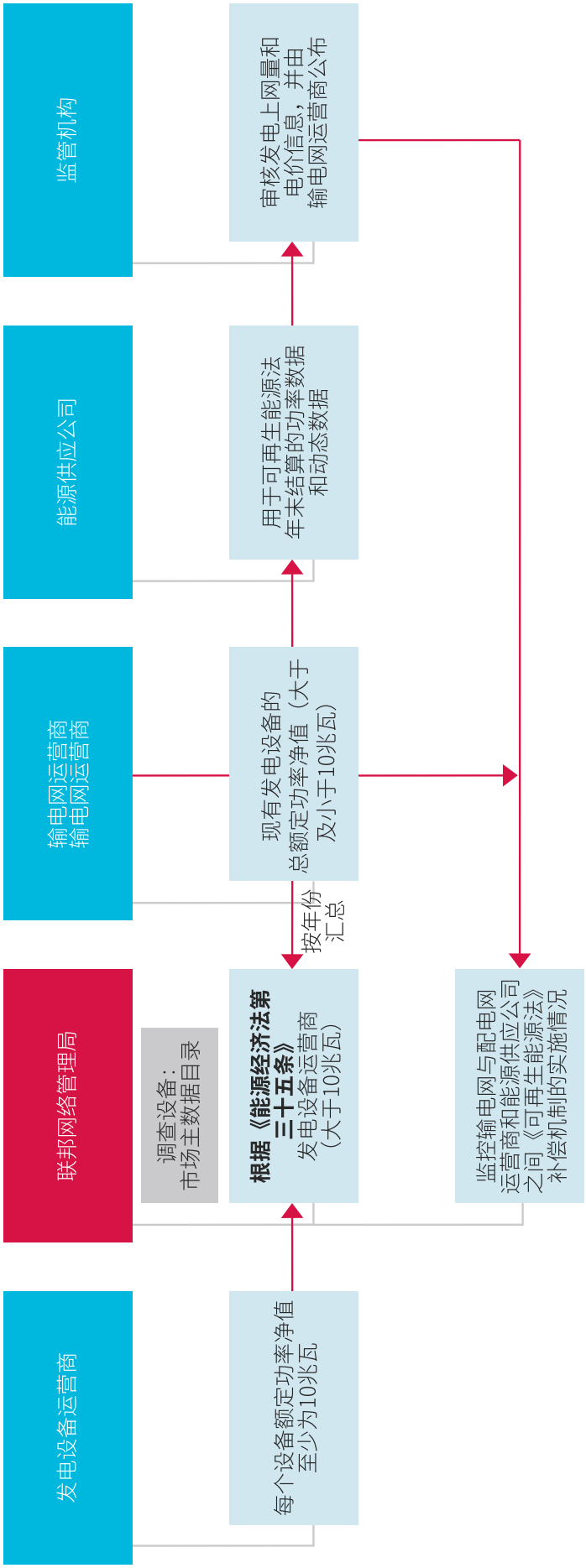


图 7
可再生能源发电数据采集流程

此外，联邦网络管理局依据《可再生能源法》（EEG）监控全德范围内输电网运营商、配电网运营商和能源供应公司之间《可再生能源法》补偿机制的实施情况。因此，能源供应公司和配电网运营商（截至5月31日）和输电网运营商（截至7月31日）每年将通过电子问询的方式，将其主数据和动态数据发送给联邦网络管理局，这些数据将作为《可再生能源法》规定的年末结算的基础。运营商提供的上网电量和电价信息经审计机构审核后，由输电网运营商负责公布。依照《可再生能源法》的规定，装机容量和年上网电量的统计应分为以下几类：水力发电、垃圾填埋气、污水沼气及矿井瓦斯、生物质能、地热能、陆上风电、陆上和海上风力设施以及太阳辐射能。表4为输电网运营商2018年的年度结算数据 ，从表中可以看出，2018年在可再生能源法框架下的年上网电量（净值）为1954亿千瓦时。

吉瓦时	水电	垃圾填埋气、污水沼气和矿井瓦斯	生物质	地热	陆上风电	海上风电	光伏	总量
商业上接受的电量（无直接销售）	1993	272	7670	23	3402	0	29116	42476
市场溢价模式中的电量	2806	890	32809	142	85282	19179	11668	152778
其他直接销售中的电量	57	8	1	0	25	0	22	114
总量（吉瓦时净值）	**4857**	**1170**	**40480**	**165**	**88710**	**19179**	**40806**	**195367**

数据来源：输电网运营商信息平台：依据可再生能源法的2018年年度结算表。

表 4
可再生能源法框架下的2018年可再生能源的上网电量：输电网运营商的数据

此外，联邦网络管理局的公开数据还参考了“市场主数据目录（MaStR）”收录的信息。《能源经济数据中央电子目录法规》（MaStRV） 于2017年颁布，2018年进行了修订，市场主数据目录随之生效。这标志着，电力和燃气市场建立起了一套全面的官方登记册，供能源（燃气和电力）部门的政府当局和市场参与者使用，结果也面向公众。一本统一且完整的目录对能源流程而言，既简化了数据，也显著提高了数据质量。发电设备和燃气生产设备的主数据须首先登记在联邦网络管理局负责的这本目录中。此外，其它市场参与者，例如设备运营商、网运营商和能源供应商也应当进行登记。主数据指的是不会更改或很少更改的数据（例如：地址信息、联系方式和市场参与者的公司信息表、位置信息和技术数据）。这样一来，人们可全方位了解现有可再生能源发电设备的发电情况，以及热电联产设备的情况。经常更改和需定期采集的动态数据（例如：仪表读数、产量、储量和合同关系）则不会记录在市场主数据目录中。

在上一个公历月所收录的《可再生能源法》及“市场主数据目录”的项目信息基础上，联邦网络管理局将依据《可再生能源法》和《能源经济数据中央电子目录法规》，在每个月的月底前公布可再生能源的新增发电情况。由此，人们可及时获悉每一种可再生能源的发展情况。表5是联邦网络管理局的可再生能源电厂清单评估数据，列举出了作为调查对象的可再生能源电厂的概况。

特征	单位	流水	蓄水	陆上风力	海上风力	生物质	垃圾填埋气	沼气	生物垃圾
电力额定功率	兆瓦	3800	985	52681	6648	8275	170	164	907
结构占比	所有	1.7	0.4	23.6	3.0	3.7	0.1	0.1	0.4
结构占比	仅可再生能源	3.1	0.8	43.5	5.5	6.8	0.1	0.1	0.7
特征	单位	光伏	地热	可再生能源总量	化石能源总量	核能	抽水蓄能	非可再生能源总量	总计
电力额定功率	兆瓦	47351	42	121023	82662	9516	9814	101992	223015
结构占比	所有	21.2	0.0	54.3	37.1	4.3	4.4	45.7	100.0
结构占比	仅可再生能源	39.1	0.0	100.0					

来源：联邦网络管理局

表 5
联邦网络管理局的可再生能源电厂清单评估（版本：2019年3月7日）

根据此表，可再生能源发电总装机占德国所有电厂额定装机的一半以上，其中风电（陆上和海上）占可再生能源发电量的50%左右，领先于光伏发电，后者占比约38%。
可再生能源统计工作组借助上述数据，特别是电网运营商的上网电量数据采集情况（表3）和《可再生能源》的年度结算（表 4），结合联邦政府其他部门、相关协会和研究机构及可再生能源服务提供商所提供的详细信息，最终确定可再生能源发电的汇总表。

- 例如，除了联邦网络管理局和输电网运营商之外，服务提供商德国风能研究所（DEWI）[19]和Deutsche Windguard公司[20]还提供了有关风电领域新增装机的重要信息。
- 光伏发电方面最重要的数据基础是经审核的《可再生能源法》年度报表。然而由于尚未列入调查的设备存在自发自用的情况，采集的数据仍旧存在一定的不确定性。因为越来越多的光伏设备都配备了储能设备，因此其生产的电能大部分供自身使用，而不上网。为了解决这一日益重要的问题，工作组使用了巴登-符腾堡州太阳能与氢能研究中心/德国联邦能源经济和水资源协会所开发的模型进行计算。
- 固体生物质能源包括大量的原料和燃料，除木材和木质材料外，还包括废木材、工业木材、木材残渣和木质颗粒，血粉和动物性粉、所谓的黑液（即造纸行业的残渣）以及污泥（属于固体生物质）。固体生物质和污泥的发电量主要通过官方统计进行记录。但是，官方统计数据并未区分享受《可再生能源法》上网电价设备的发电量和其他固体生物质的总发电量。后者还主要包括的可再生能源设备的能源自耗量、掺烧生物质的燃煤电厂的发电量，以及工业领域中（尤其是造纸工业）的能源自耗量。为解决该问题，专家开发了一种统计方法，该方法基于对德国联邦能源经济和水资源协会数据的详细分析，分析对象为享受《可再生能源法》上网电价的固体生物质的净发电量与总发电量之比。
- 为编制《可再生能源法》年度报表，联邦网络管理局通过电子问询的方式从输电网运营商处获得生物质设备的主数据和动态数据，借助一种特殊方法将这些数据按照形态归为固态、液态和气态，在此基础上统计出液态生物质和气态生物质（生物天然气和生物天然气）的发电量和装机容量。此外，年度报表还参考了电网运营商的上网电量统计数据（请参见上文的表3）。
- 污水处理厂的沼气数据主要基于联邦统计局相应的污水沼气统计数据，其中包括污水沼气总发电量的数据，以及运营单位自用电量和上网电量数据，这些数据可以直接使用。《可再生能源法》年度报表包含所有享受《可再生能源法》上网电价或按照规定以其他方式销售电力的垃圾填埋气设备、污水沼气设备和煤矿瓦斯气设备的总上网电量。其他的分类则由德国联邦能源经济和水资源协会与巴登-符腾堡州太阳能与氢能研究中心协商决定。
- 属于可再生能源发电的生物垃圾（生活垃圾、城市废

弃物）的发电总量已纳入常规供应电厂或工业电厂的官方统计中，因为所有垃圾焚烧厂的电力输出都大于1兆瓦。

- 地热发电设备目前全部享受《可再生能源法》的上网电价，因此年度报表已经涵盖了这些设备的总发电量，因此可以使用常规供应电厂和工业电厂（迄今为止工业领域还没有地热发电厂）的统计结果。

图 8
可再生能源统计工作组AGEE-Rat的可再生能源发电量统计数据来源

风电领域	• **联邦网络管理局** • **输电网运营商** • **服务提供商** 德国风电研究所（DEWI）和Deutsche Windguard公司
光伏发电	• 经审核的**《可再生能源法》年度报表** • 由于尚未列入调查的设备存在自发自用的情况，采集的数据仍旧存在一定的不确定性：使用巴登-符腾堡州太阳能与氢能研究中心/德国联邦能源经济和水资源协会所开发的模型进行计算
固体生物质能	• **官方统计数据** • **可再生能源产电的分类流程。基于**德国联邦能源经济和水资源协会数据的详细分析
液体生物质能	• 隶属于由**联邦网络管理局**提供的**可再生能源法年度结算**的主数据和动态数据（固态、液态、气态） • **电网运营商**的**上网电量统计数据**
污水沼气	• **联邦统计局的污水沼气统计数据** • **《可再生能源法》年度报表** 包含所有享受《可再生能源法》上网电价或按照规定以其他方式销售电力的垃圾填埋气设备、污水沼气设备和煤矿瓦斯气设备的总上网电量
生物垃圾(生活垃圾、城市废弃物)	• 已纳入常规供应电厂或工业电厂的官方统计中
地热发电设备	• 使用享受《可再生能源法》的上网电价，**年度报表**已经涵盖了这些设备的总发电量

[19] 参见：https://www.dewi.de › dewi_res
[20] 参见：https://www.windguard.de

3.3.3 总结：可再生能源发电的数据

总而言之，上文简要介绍的可再生能源发电情况的统计方法是合理可信的。专家依旧不断探寻进一步改善数据采集的方法。目前的数据调查结果如表6所示。

根据可再生能源统计工作组的数据，2018年德国可再生能源发电总量达到约2260亿千瓦时，该表还显示，风电（陆上和海上）占近50%，其次是光伏和各种生物质能，均约占五分之一。在生物质能中，沼气发电量占比最高，而且其占比显然领先于固态生物质燃料。由于地质原因，地热能至少到目前为止在发电中仍处于边缘地位。

需要强调的是，德国联邦能源经济和水资源协会在能源统计方面发挥着重要作用。协会使用官方资源（包括联邦网络管理局）、其他外部资源和协会旗下成员公司的信息数据，统计结果的覆盖率趋近百分之百。

将以上统计结果与电网运营商上网电量的官方数据，以及依据可再生能源法统计的上网电量数据比较后，我们发现漏采集的部分大约为180亿到300亿千瓦时。另外，上网电量数据应为净值，而表6中的数据为总值。若发电设备的自耗电量为60亿千瓦时，漏采集部分的数量则应相应减少。因为总发电量净值为2200亿千瓦时，我们可确定其中89%到94%的数据已经统计在内。反过来，这也意味着，有120亿到250亿千瓦时的电量须通过模型计算或估算才能被采集并纳入到统计结果中。

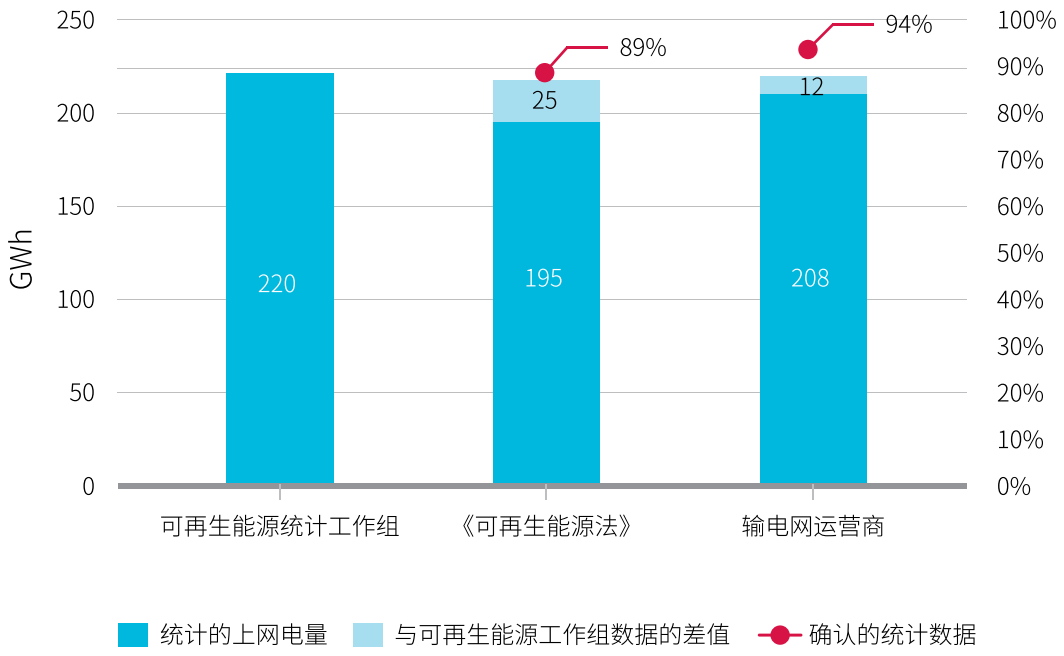


图 9
可再生能源统计工作组、《可再生能源法》和输电网运营商的上网电量数据统计对比

	可再生能源统计工作组	德国联邦能源与水资源行业协会	可再生能源占比
	总发电量（十亿千瓦时）		百分比%
水电[1]	18.0	18.1	8.0
陆上风电	90.5	90.3	40.1
海上风电	19.5	19.5	8.6
光伏	45.8	44.0	20.3
固体生物燃料[2]	10.8		4.8
液体生物燃料	0.5		0.2
沼气	28.8		12.8
生物天然气	2.7		1.2
污水沼气	1.5		0.7
垃圾填埋气	0.3		0.1
生物质总量	**44.6**	**45.7**	**19.8**
生物垃圾[3]	6.2	6.2	2.7
地热	0.2	0.2	0.1
总量	**225.7**	**223.9**	**100.0**

1）包括自然水域的流水、蓄水和提水
2）包括污泥
3）废物焚化厂中生物垃圾的比重为50%，自2008年起只有生活垃圾。
来源：可再生能源统计组以及德国能源与水资源行业协会2019年的统计数据

表 6
2018年德国可再生能源的总发电量

3.4 热电联产在电力生产行业中的重要性

上文多次引用了联邦统计局关于常规供应电厂和工业电厂的两项官方统计，统计数据同时还提供了这两个领域的发电信息。例如，表7列出了2017年的对应数值。表中结果显示，热电联产的净发电量在常规供应电厂中所占份额不到15%，而在工业电厂中则约占70%。这是因为常规供应电厂的绝大部分发电机组都是纯冷凝机组。

可再生能源的情况有所不同：在常规供应电厂中，可再生能源热电联产所占份额仅占总量的不到20%，但在工业电厂中，这些设备的占比达到四分之三以上。另外与常规能源相比，可再生能源仍仅扮演次要角色，在总发电量中的占比不到10%。

应该注意的是，这里所讨论的调查对象除了表7所列之外，还包括功率数据和相应的燃料使用量信息，这些信息的分类与表7的分类相同，这样可以确保为常规供应电厂和工业电厂的数据统计提供相对较好和可靠的信息基础。但此处的调查对象的装机依旧有限制，仅涵盖装机大于1兆瓦的设备。

领域	能源种类	企业数量[2]	电力生产[1]			
			总值	净值		
				合计	企业数量[2]	其中热电联产部分
			太瓦时			太瓦时
常规供应电厂	所有能源类型	1021	406.3	378.9	731	55.5
工业电厂		545	56.8	52.8	516	37.1
总量		**1566**	**463.1**	**431.7**	**1247**	**92.6**
常规供应电厂	仅可再生能源	567	29.8	27.9	319	5.5
工业电厂		135	4.9	4.4	104	3.4
总量		**701**	**34.7**	**32.3**	**422**	**8.8**

1）包括点火和维持火力的消耗
2）由于多重统计，因此数据可能存在偏差
来源：联邦统计局

表 7
2017年常规供应电厂和工业发电设备中热电联产设备的发电量

然而，装机低于1兆瓦的热电联产设备并没有相应的官方统计数据。联邦网络管理局负责维护并定期更新的电厂清单可提供一些相关信息，这张清单至少告诉我们有哪些发电厂采用热电联产。但只有额定装机大于10兆瓦的电厂才可以在清单上找到其详细的发电量信息，而这些发电量已经包含在常规供电和工业发电的数据统计之中，因此清单在此无法发挥作用。

对于装机小于10兆瓦（也包括装机小于1兆瓦）并享受《可再生能源法》补贴的设备来说，清单列举了其在各联邦州和按照能源种类列分类的总发电量。除此之外，清单中还列出了装机小于10兆瓦且不享受可再生能源法补贴的发电设备按照可再生能源类型区分的总发电量。市场主数据目录的情况与之类似。

德国联邦经济与出口管理局（BAFA）在热电联产补贴的框架下第一次统计了1兆瓦以下热电联产设备的具体信息。联邦经济与出口管理局根据《热电联产法》（KWKG）编制了热电联产设备的准入汇总表，包含了2009年至2018年由联邦经济与出口控制局批准的新建、经现代化改造和翻新后的热电联产设备，设备的统计数据按规模等级和投产年份排列分类（表8）。依据此表的信息我们可知，2009年至2018年有52000台热电联产设备获得批准，发电装机总计9400兆瓦。其中大约51000台设备（约占获批设备总数的98%）装机在1兆瓦以下，这些设备的总装机只有1700兆瓦（约占总装机的18%）。

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2009-2018 总量
	热电联产设备总数										
1MW以下设备	5067	3430	4516	5640	6879	7411	5349	5450	4229	3098	51069
1MW或以上设备	63	71	73	81	149	143	87	179	31	21	898
设备数量总计	5130	3501	4589	5721	7028	7554	5436	5629	4260	3119	51967
	热电联产设备的发电量（单位：MW）										
1MW以下设备发电量	143	111	144	163	196	319	205	262	109	47	1699
1MW或以上设备发电量	435	644	321	552	1203	1470	1091	1536	311	142	7705
发电量总计	577	755	465	715	1399	1788	1296	1799	421	189	9405

表 8
根据热电联产法（KWKG）获得批准的热电联产设备数量，根据规模等级和投入运行时间进行分类

这一统计结果很有意思的一点在于，此表仅在一定条件下才适合作为当年实际运行的“热电联产设备”的发电和产热量的评估基础。

生态研究所（Öko-Institut）的一个研究项目从2004年起定期对制造商进行问卷调查，采集热电联产设备的销售数据。这些数据可以填补1兆瓦以下热电联产设备的统计数据空白。生态研究所的调查对象包括约30家企业每年销售的设备数量和功率，并根据能源种类和规模大小分类。目前列入调查对象的仅有电动机，以及燃料电池和涡轮机的销售情况。然而，由于目前的销售量仍然太低，数据采集不够准确。研究所通过一张详细的Excel电子表格，收集了制造商上一年在德国境内的销售额，当年的估计销售额以及对下一年的期望值，另外还记录了出口数据，并请制造商就每年提出的不同问题作答，例如请制造商评估热电联产的发展情况。由于一些参与调查的公司属于再加工方，即购买电机后，再将其集成到自己的设备中，因此应在统计结果中扣除这些经“再加工”的设备，以避免重复计算。

热电联产领域的大型企业经营非常稳定，这些公司对于分析市场按照时间的发展也至关重要。综合分析的历史数据表明热电联产总存量的满负荷小时数为3577 小时/年。用这些满负荷小时数乘以功率，可以计算得到存量设备的年发电量，再乘以0.654的平均功率因数后，可计算出热电联产设备的产热量。

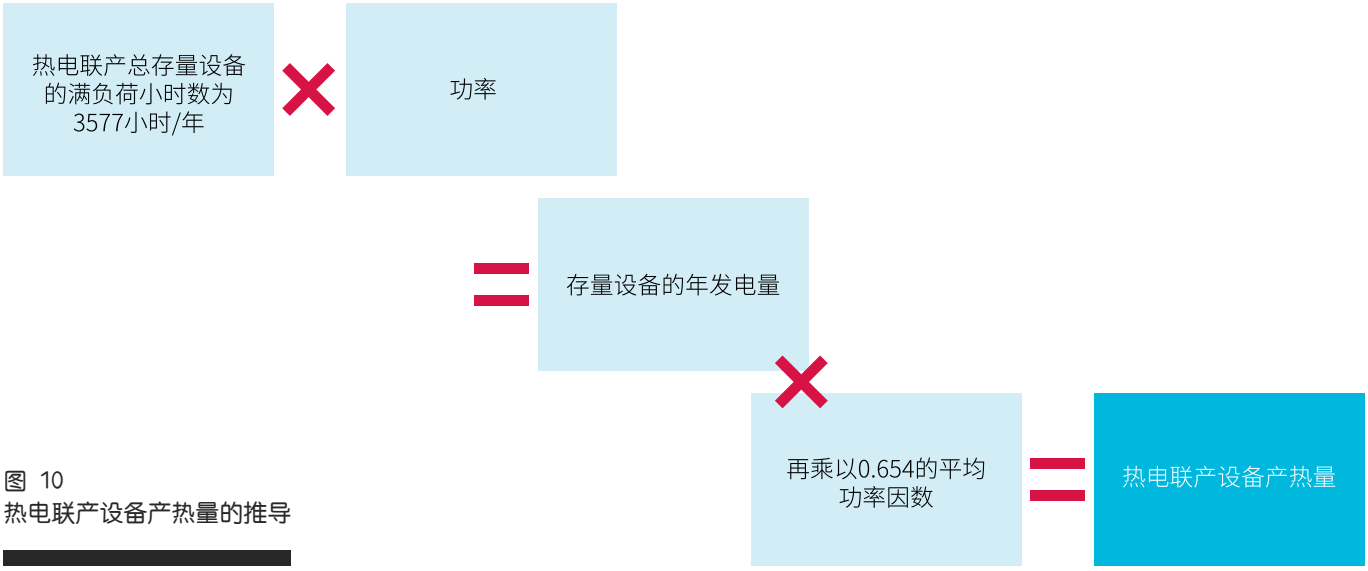


图 10
热电联产设备产热量的推导

此外，有必要在统计调查范围之外，将生物热电联产设备的发电量和产热量补充到热电联产的生产总量数据中。这些数据由联邦环保局/可再生能源统计工作组负责统计，生态研究所在其计算中会使用这些数据。长远来看，市场主数据目录有助于让人们清晰了解1兆瓦以下发电设备的情况。目前专家正就此展开研究，以便尽快将生态研究所的问卷调查结果与目录做比较。表9总结了迄今为止热电联产设备的总体计算结果

	热电联产厂发电净值（十亿千瓦时）					
	2003	2005	2010	2015	2016	2017
常规供应电厂	50.3	52.3	53.4	42.8	48.4	49.7
工业电厂	23.5	25.6	29.8	30.8	33.3	34.7
官方统计总量	**73.8**	**77.9**	**83.2**	**73.6**	**81.7**	**84.4**
1兆瓦以下的热电联产	1.8	2.1	3.3	7.2	8.0	8.4
未列入统计的生物质热电联产设备	1.9	3.2	10.4	16.0	16.6	17.3
未列入官方统计的热电联产和生物质设备	**3.7**	**5.3**	**13.7**	**23.2**	**24.6**	**25.7**
热电联产发电总量（不包括发酵罐供热）	**77.5**	**83.2**	**96.9**	**96.8**	**106.3**	**110.1**
未列入官方统计的设备在热电联产发电量中的占比%	**4.8**	**6.4**	**14.1**	**24.0**	**23.1**	**23.3**

来源：弗劳恩霍夫制造技术与先进材料研究所，生态研究所，热电联产信息中心，预测公司（Prognos et al）；热电联产评估。德国联邦经济与科技部委托的报告（2019年4月25日）。

表 9
2003年到2017年德国热电联产发电净值的变化情况

根据结果，2017年热电联产设备的总发电量净值约为1100亿千瓦时，其中近四分之一为非官方统计的数据。值得注意的是，未纳入考察范围内的热电联产设备的发电份额从2003年的4.8%大幅增加到23.3%。这主要是由于未纳入调查范围的生物质热电联产设备数量的增加，热电联产补贴使得这类设备的增长势头变得特别强劲。

在数据质量评估方面，官方统计数据的质量相对过硬；针对1兆瓦以下设备的额外统计旨在填补数据空白，其结果根据直至今日的经验积累和多次核对，也具有很高的可信度和可靠性[22]。

[22] 弗劳恩霍夫制造技术与先进材料研究所（IFAM）等机构组成的机构联合体受德国联邦经济和能源部委托，编写了热电联产评估报告。2019年4月25日的这份报告中做了以下重要备注（Fraunhofer IFAM，2019）：
“2018年6月，该项目在官方统计用的热电联产设备具体报告中发现，大量纯冷凝机组的发电量被统计为热电联产机组的发电量。在编制本评价报告时，项目组修订了热电联产统计数据，我们估算了2012-2017年将冷凝机组发电量作为热电联产发电量的总数，并将其从热电联产发电量和燃料使用量中扣除。项目组与联邦统计局紧密合作，根据单台设备现有的报告数据做了上述估算[生态研究所和联邦统计局，2018年]。
数字修正后，与原始官方统计数据相比，总发电量减少了8.2太瓦时。2017年的减少量如下：公共能源供应中的热电联产发电量减少5.8太瓦时，工业电力行业的热电联产发电量减少2.4 太瓦时。”

3.5 总结：德国电力生产的能源统计数据基础

总结前文有关德国的发电统计结果，我们可得出以下结论（参见表10）：

- 常规供应电厂和工业电厂的官方发电统计数据全面涵盖了硬煤、褐煤发电厂及核电厂的发电量，因为这些发电厂装机始终高于采集数据对象装机1 兆瓦的阈值。总的来说，不可再生能源在官方统计中的数据采集覆盖率近98%，数据缺口为92亿千瓦时。其中，天然气（缺口为85亿千瓦时）、石油产品（缺口为2亿千瓦时）和其他不可再生能源（缺口为5亿千瓦时）的偏差源于未列入官方统计范围内的发电设备，但这些设备的发电量可从研究机构针对1兆瓦以下设备的问询中获得。因此非可再生能源的全部信息都可以被采集到。
- 若不考虑官方从电网运营商处获得的可再生能源上网电量的相关数据，以及按照可再生能源法的规定需要提供的数据，常规供电和工业电厂的官方统计数据仅涵盖可再生能源发电量的16%，而且不包括两种最重要的可再生能源发电来源，即风电和光伏发电。依据可再生能源统计工作组和德国联邦能源经济和水资源协会的统计结果，德国可再生能源发电量总计约为1550亿千瓦时。总体来说，前文描述的计算方法（包括可再生能源统计工作组和德国联邦经济和水资源协会对可再生能源发电的统计）基本可以计算各种能源种类的总发电量，并呈现出一个相对合理和可靠的统计结果。
- 综上所述，对所有能源种类的采集数据在总发电量中的覆盖率约为70%。
- 发电量总净值中，常规热电联产和工业热电联产电厂所生产的电力占比接近五分之一。如果加上没有采集数据的热电联产设备与生物质能设备（参见表9），占比约为四分之一。

所有数据（十亿千瓦时）	总发电量			通报的净发电量总和	能源平衡工作组/德国联邦与水资源行业协会/可再生能源统计工作组	1)	覆盖比例（%）
	常规供应电厂	工业电厂	总量				
	非可再生能源						
硬煤	89.46	3.40	92.86	84.72	92.9		100.0
褐煤	144.96	3.41	148.37	137.36	148.4		100.0
核能	76.32	0.00	76.32	72.15	76.3		100.0
天然气	50.67	27.59	78.25	75.63	86.7	2)	90.2
石油产品	1.15	4.23	5.37	4.75	5.6	3)	96.5
其他	13.85	13.14	26.99	24.58	27.5	4)	98.0
非可再生能源总和	**376.40**	**51.76**	**428.17**	**399.20**	**437.4**		**97.9**
	可再生能源						
水电	16.80	0.17	16.97	16.83	20.2		84.2
风电（陆上和海上）					105.6		0.0
地热	0.15		0.15	0.15	0.2		93.8
光伏					39.4		0.0
固态生物物质/污泥	5.33	4.32	9.65	8.65	10.7		90.5
液态生物物质	0.01	0.03	0.05	0.03	0.4		10.7
沼气	1.81	0.16	1.96	1.90	29.3		6.7
生物天然气					2.8		0.0
污水气	0.04	0.05	0.09	0.09	1.5		6.4
垃圾填埋气	0.07		0.07	0.07	0.3		20.9
生物垃圾（50%）	5.67	0.28	5.96	4.80	6.0		100.0
可再生能源总量	**29.88**	**5.02**	**34.90**	**32.52**	**216.2**		**16.1**
	总计						
不可再生能源总和	376.4	51.8	428.2	399.2	437.4		97.9
可再生能源综合	29.9	5.0	34.9	32.5	216.2		16.1
总和	**406.3**	**56.8**	**463.1**	**431.7**	**653.6**		**70.8**

1）德国联邦与水资源行业协会与可再生能源统计工作组的数据基本一致。
2）85亿千瓦时的差距符合生态中心特别调查得出的1兆瓦以下热电联产设施电力生产数据。
3）2亿千瓦时的差距符合生态中心特别调查得出的1兆瓦以下热电联产设施电力生产数据。
4）5亿千瓦时的差距符合德国联邦与水资源行业协会未列入的瓦斯气发电输电数据
来源：德国联邦统计局，德国联邦与水资源行业协会，可再生能源统计工作组。

表 10
2017年德国常规供应电厂和工业电厂的官方发电总量和额外发电总量调查数据的比较

3.6 供热的数据采集

3.6.1 供热市场概述

德国供热的统计对象为热电联产设备的供热量（参见章节3.4），与热网相连的设备（集中供热和区域供热）的供热量，以及使用可再生能源和 / 或化石能源及电力对终端能源消费者的直接供热量。

终端热力用户对热力的使用可分为建筑供暖、热水供应和工业生产用热几个类别。研究机构以能源平衡工作组所公布的能源平衡数据为基础，制定了各个用能领域的平衡表（参见章节 4.2.5），从中可知各领域的终端能耗整体情况，如表 11 所示。根据表中数据，德国2017年终端能耗总量中，超过一半（56.3%）的能耗用于供热。大约50%的热能被用于建筑供暖，热水供应的占比为9%，41%的热能用于工业生产用热。供热方面遥遥领先的第一大能源为天然气（46%），其主要通过气网为终端能源消费者供热。石油产品占比14%，排在第二位。直接使用可再生能源供热的情况约占11%。电力、远距离集中供热和煤炭供热的份额均不超过9%。

能源种类与能源应用领域	建筑供暖	热水	工业生产用热	供热量合计		德国能源消耗总量	
	数据（单位：拍焦）				结构所占百分比	拍焦	供热所占百分比
煤炭	31.0	0.9	421.9	453.8	9.2	453.8	100.0
石油	559.9	76.2	67.5	703.7	14.3	3424.0	20.6
天然气	1167.1	211.0	898.8	2277.0	46.3	2311.9	98.5
电力	55.7	80.4	307.7	443.8	9.0	1868.3	23.8
集中供热	229.7	20.9	160.0	410.6	8.3	410.6	100.0
可再生能源[1)]	395.0	52.9	106.6	554.6	11.3	663.1	83.6
其他	1.3	0.1	74.7	76.1	1.5	76.1	100.0
总计	**2439.7**	**442.5**	**2037.3**	**4919.5**	**100.0**	**9207.8**	**53.4**
其中 工业	152.6	16.6	1794.5	1963.6	39.9	2666.0	73.7
交通	13.1	0.0	0.0	13.1	0.3	2765.3	0.5
居民	1600.5	357.9	142.3	2100.7	42.7	2342.3	89.7
贸易、商业、服务	673.6	68.0	100.5	842.1	17.1	1434.3	58.7
总计	**2439.7**	**442.5**	**2037.3**	**4919.5**	**100.0**	**9207.8**	**53.4**
供热能耗的结构（百分比）	49.6	9.0	41.4	100.0			

1）不含集中供热和电力生产、仅仅指直接使用
来源：能源平衡工作组2019年能源使用数据

表 11
德国2017年根据应用领域和能源种类分类的供热终端能耗

从行业角度上来看，居民的热力消耗占其终端能耗总量的近90%（主要用于室内供暖），工业中的热力几乎占其终端能耗总量的四分之三（主要为生产过程用热），商贸、服务业中的供热能耗约占其终端能耗总量的60%（大多用于室内供热）。

在能源统计方面，对应不同能源种类的各行业数据和终端能耗数据基本可在官方 / 半官方的统计数据中体现（联邦统计局，联邦经济和出口管理局；煤炭产业协会统计数据）。以下为主要数据来源：

- 工业：联邦统计局根据产业领域和能源种类所做的原始统计（包含可再生能源）[23]；
- 交通：联邦经济和出口管理局的石油官方统计提供了可信的数据；
- 煤炭：煤炭经济统计数据，以及细化的行业数据；
- 天然气销售：联邦统计局根据不同行业提供相应的统计数据[24]；
- 集中供暖和区域供暖：联邦统计局每年调查热力的生产和使用情况，以及热网的运行情况，还根据终端消费群体提供集中供暖和局部供暖的数据（参见下文的章节3.6.3）。

与上述的行业和能源种类情况不同，电力生产虽然具备广

[23] 联邦统计局：生产制造业、采矿业、土方采石业年度能耗调查。
[24] 联邦统计局：天然气销售和天然气供应收入年度调查，以及液化石油气销售额年度调查

泛的官方数据，但缺少其他终端能源领域（工业例外）的电力消耗数据。作为替代，可采用联邦能源和水行业协会的可靠数据。

根据上文论述的情况，我们可知，统计结果中煤炭、石油产品、天然气、电力和集中供热这些领域的终端能耗结构情况基本已体现在能源统计数据中，已纳入统计范畴。不容忽视的是，必须将居民与商业这两个终端能源领域区别开来，为了实现这种区分，部分数据需采用模型计算（更多信息参见章节4.3）。

可再生能源热力生产的涵盖面很广，包括固体、液体和气体形态的生物燃料，以及生物垃圾和环境热的利用。但这方面几乎没有原始调查数据，大部分数据须依靠模型计算和估算。

3.6.2 热电联产设备的热力生产

功率大于1兆瓦的热电联产设备的产热情况已经很好地体现在了官方的统计数据中。研究所所收集的额外统计数据补充了1兆瓦以下热电联产设备和官方统计未包含的生物设备的产热情况[25]。

表12作为对表9的补充，显示了净热力生产的数据。2017年的热力生产净值接近2200亿千瓦时，其中1870亿千瓦时（85%）为直接调查所得的统计数值。值得注意的是通过额外调查所获得的热力生产数据，这部分数据2003年占热力生产净值的3.6%，2017年占比升至近15%，这个比例几年来几乎一直保持不变。如今未纳入调查对象的设备大多为生物质设备。表12中显示的数据既包括热网的供热量，也包括直接供热。热网的供热统计情况详见章节3.6.3。

表 12
2003年至2013年德国热电联产厂净产热量的变化

	热电联产厂净产热量（十亿千瓦时）					
	2003	2005	2010	2015	2016	2017
常规供应电厂	94.0	101.4	100.9	91.0	94.5	94.5
工业电厂	82.0	80.0	86.9	87.2	90.9	92.0
官方统计总和	**176.0**	**181,4**	**187.8**	**178.2**	**185.4**	**186.5**
1兆瓦以下的热电联产设备	2.8	3.2	5.0	11.1	12.3	12.9
未列入官方统计的生物质设备	4.1	6.7	16.4	19.1	18.5	19.3
未列入的热电联产和生物质设备	**6.9**	**9.9**	**21.4**	**30.2**	**30.8**	**32.2**
热得按联产总产热量（不包括发酵罐供热）	**182.9**	**191.3**	**209.2**	**208.4**	**216.2**	**218.7**
未列入官方统计的设施在热电联产总量中的占比%	**3.8**	**5.2**	**10.2**	**14.5**	**14.2**	**14.7**

来源：弗劳恩霍夫制造技术与先进材料研究所，生态研究所，热电联产信息中心，预测公司（Prognos et al）；热电联产评估。德国联邦经济与科技部委托的报告（2019年4月25日）。

[25] 参见就热电联产发电净值说明的评论，如表9所示

3.6.3 热网供热的数据采集（集中供暖/区域供暖）

根据《能源统计法》第五条规定，应每年对热力生产和使用以及热网运行情况进行调查并汇总为官方统计数据。需要收集的数据包括：热网的所有供热设备运营商（包含供热的热电厂）有关热力生产、购买、使用和销售的数据。

这些官方调查数据在内容上详细介绍了向终端消费者供热的情况。表13为德国供热平衡计算的结果。这张数据表包含了净供热量、热能购买情况（几乎全部为国内采购）和向能源供应企业及终端消费者群体出售热能的情况。在终端消费者中，居民占43%，工业则占38%，两者明显处于领先位置。所有其他终端消费者占比接近20%。

表 13
2017年热力生产、购买、使用和出售的数据调查：德国的热力供应平衡计算

	行数	企业数量[1]	2017 十亿千瓦时
热电厂净产热值	01	1415	131.36
国内 （03 至05年）=	02	370	33.56
来自供能企业	03	250	26.20
来自例如开采矿石的加工制造业	04	40	3.71
来自其他供应商	05	118	3.65
供热过程热量消耗	06	479	3.55
可销售热量 = （01 + 02 + 06）	07	1477	161.38
扣除输送损耗	08	985	12.48
国内销售额 = （10+11）	09	1473	148.86
销售给供能企业	10	251	27.97
销售给终端消费者= （12到15）	11	1322	120.88
开采矿石的加工制造业	12	461	46.36
交通和仓库	13	40	0.15
居民家庭和住宅	14	980	51.53
其他终端消费者	15	934	22.83
销售总量[2]	16	1473	148.91
输送损耗	17	985	12.48
给供热厂提供的信息：			
净热量瓶颈功率（兆瓦）	18	803	0.02
供热的自身消耗（兆瓦时）	19	363	0.56

1）由于多重统计，因此数据可能存在偏差。
2）数据里包含海外销售数据。
来源：联邦统计局

表14显示了2015年至2017年远程集中供暖的净热力生产水平与结构，并根据能源种类进行了分类。根据此表可知，2015年热力生产总值约为1270亿千瓦时，2017年上升至1300亿千瓦时。热力生产中占主导地位的原料是非可再生能源，占比达到85%。可再生能源占比为14%到15%，相对较少。而在可再生能源中，有机垃圾、固体生物质和沼气的占比为98%，是最主要的可再生能源种类。

需补充的是，联邦统计局认为，该年度调查的结果“是可靠且准确的，因为未反馈的情况很少”[26]。

表 14
德国2015年至2017年常规热电厂和热源厂根据能源种类划分的供热量

	净产热量（单位：十亿千瓦时）		
	2015	2016	2017
硬煤	30.8	28.3	27.0
褐煤	11.1	10.6	9.4
石油产品	1.4	1.4	1.3
天然气	53.0	59.0	61.1
化石能源总量	**96.3**	**99.3**	**98.8**
地热能	0.2	0.2	0.2
太阳能	0.0	0.0	0.0
固体生物质燃料[1)]	6.8	7.1	7.1
液体生物质燃料	0.0	0.0	0.0
沼气	2.4	2.5	2.4
污水沼气	0.1	0.1	0.1
垃圾填满气	0.1	0.1	0.1
有机垃圾[2)]	8.8	8.9	9.0
可再生能源总量	**18.4**	**18.9**	**18.9**
化石废料	10.6	10.6	10.9
热量	1.8	1.4	1.9
其他能源类型	0.1	0.2	0.3
总计	**127.2**	**130.4**	**130.8**
可再生能源占比	**14.5**	**14.5**	**14.4**

1）包括污泥 2）垃圾成分：50%生物质，50%非生物质
来源：基于联邦统计局数据的预测（第064和066页）

[26] 参见Destatis，2018a

3.6.4 分布式可再生能源供热

除了集中式热网供热外，基于可再生能源的分布式供热和制冷也在供热领域发挥了重要作用。根据可再生能源统计工作组所提供的信息，2017年所有能源中用于供热/制冷的可再生能源终端能耗约为1700亿千瓦时（见表15），占该应用领域终端能耗总量的14%。

如前文所述，官方统计数据中几乎没有可再生能源供热/制冷的（完整）数据。表15中显示的大量资料来源清楚地表明，可再生能源平衡所需的信息只有通过与许多可再生能源协会和相关研究组织的合作才能获得。部分数据可从成员机构的信息中直接获取。这些工作的成果记录在表15中。

	2010	2014	2018	
	终端能耗（百万千瓦时）			结构百分比
固体生物质总和	132658	116204	113587	66.4
固体生物质（家用）	79304	69484	63884	37.4
固体生物质（商业和服务业）1)	21236	14725	17522	10.2
固体生物质（工业）2)	28088	26530	26326	15.4
固体生物质（热电厂/热源厂）3)	4057	5465	5855	3.4
液体生物燃料4)	3172	2225	2153	1.3
沼气	7502	10593	13069	7.6
生物天然气	490	2917	3455	2.0
污水沼气	2013	1804	2167	1.3
垃圾填埋气	129	110	122	0.1
生物垃圾5)	7260	11380	12950	7.6
太阳能供热	5592	7206	8877	5.2
深层地热6)	689	1052	1133	0.7
浅层地热，环境热7)	5938	9643	13504	7.9
合计	**165470**	**163134**	**171017**	**100.0**

1）GHD指贸易、商业、服务；根据图能研究所的数据，非耦合热产生的终端能源消耗，以及分布式热电联产设施中的燃料投入；包括木炭
2）工业指矿石开采及加工制造业
3）负责常规供能的热源厂和热电厂，包括污泥
4）包括用于农业、林业、建筑和军事的生物柴油
5）生物质占比设定为50%，从2008年起生物质中只包含生活垃圾。2008年供热数值由于首次考虑到新的可用数据而下降，这是统计调整的结果。
6）2003年前没有考虑温泉设施
7）波鸿国际地热中心（GZB），热泵提供的可再生热量（空气/淡水-，淡水/淡水- 以及盐水/淡水热泵，以及生活用水和燃气热泵）。
来源：可再生能源统计工作组基于德国联邦统计局的数据；巴登符腾堡州太阳能与氢能研究中心；图能研究所；可再生原料署；汉堡大学；德国能源署；德国生物质研究中心；莱布尼茨应用地球物理学会；波鸿国际地热中心；德国联邦供热行业协会；德国太阳能协会；德国木质颗粒燃料协会；德国热泵协会；以及部分之前的数据。

表 15
可再生能源统计工作组提供的2010年至2018年德国可再生能源供热/制冷终端能耗

从表上可知，用于供热/制冷的可再生能源中，固体生物质燃料占三分之二，明显领先于其他可再生能源。用于估算固体生物质燃料能源使用情况的重要数据基础是2018年出版的《联邦食品和农业部资助的“木材原材料监测”项目成果》[27]。该项目自1999年以来全面记录了德国木材的量化数据和平衡计算结果。在过去的几年中，该监测项目定期收集原材料监测所需的信息，并对官方统计数据进行了更新。这个过程中所建立的数据库拥有针对私人家庭、其他小型生物质锅炉以及大型生物质锅炉的能源使用数据，而且数据可信度高。

2014年，统计人员对私人家庭领域进行了一次特别统计[28]。统计人员以邮件的形式对10007户家庭的木柴消耗量进行了调查。私人家庭的木柴消耗量取决于住户类型（房东或房客）、建筑物类型（一户、两户或多层房屋）和供暖类型。根据这些特征，在平衡计算结果中，受访家庭分为以下几类：没有木材锅炉和混合燃烧锅炉的住户，以及拥有木材锅炉或混合燃烧锅炉的住户。

调查显示，在购买木材的家庭中，大多数家庭并不用木材来采暖（1581户）。这类消费者大多是一户和两户户型的房屋所有者（1268户）。221户家庭（涵盖各种建筑物类型）使用中央供暖锅炉取暖。39个家庭使用混合燃烧锅炉。研究人员推测他们所使用的主要能源是石油、天然气或其他化石能源，而不是木材。为了能够评估木柴需求对木材供应量的影响，调查人员调查了各种木材类别的消耗量，共获得2762个条目的数据（包括交叉统计的情况）。

调查组最后根据样本结果，对所有住户的情况做了估算，估算出各组住户每一种类型的木柴消耗量。由于需要将各种木柴的消耗量从自然计量单位转换为能量单位，调查人员须确定各种木材的热值。为此，可再生能源统计工作组在与木材专家进行了专业讨论之后，商定了《可再生能源统计工作组换算规则》[29]。

这里出现了一个问题：现有数据为间隔性的调查结果，无法形成连续的时间序列，并一直延续到当前年份。为此，工作组验证了内插法和外推法是否有效。对这两种方法的讨论十分激烈，各方意见不一。可再生能源统计工作组最终开发和使用了一个回归模型，该模型包含天气及其它供热方式的消费者价格指数这些变量。此外，工作组强调，为了解决使用内插法和外推法目前仍旧留存的问题，德国联邦食品和农业部的调查时间间隔必须缩短。

原材料监控项目对2016年德国全境内工商业和公共运营的1兆瓦以下用于能源生产的小型锅炉的木材消耗做了估算[30]。为了确定使用的木材量和木材种类，专家对2087家小型锅炉运营商进行了抽样调查，其中567家运营商提供了信息。抽样调查评估了475家小型锅炉的数据集，对其中346家进行了问卷调查。德国联邦烟囱清扫协会-中央公会协会（ZIV）提供了现有设备基数总量的信息，抽样结果以该基数总量为基础进行估算。由次基数总量的数据可知，德国工商业部门有31525台功率不到1兆瓦的调查对象设备，公共部门则有5047台。与家庭的木材消耗量统计一样，这里的消耗量结果也需根据木材种类做细分，为了将木材消耗量从自然计量单位转换成能量单位，统计组也须确定各类木材的单位热值，从而计算出相应的能源消耗量。

生物固体燃料包括用于产能的木炭。根据现有数据，德国国内消耗的木炭约80％是进口的。官方的外贸统计数据中可以查找到相应的进口数量：2017年木炭进口量约为215000吨；出口量为22000吨，国内存量193000吨[31]。国内木炭产品的官方统计仅涵盖一家大型技术企业，因此这些数据是保密数据。图能研究所（Thünen-Institut）估计木炭产品的产量约为33000吨，根据这一数据可以得出，木炭消耗量为226000吨。为简便计算，我们假设木炭热值统一为32MJ/kg ’于是可以计算得到木炭的能量“值”约为7 PJ，相当于近20亿千瓦时[32]。

根据可再生能源统计工作组的信息[33]，从2013年开始，估算热电联产所需的液态生物质燃料量的模型（这类热电联产设备有权享受《可再生能源法》上网电价），依据《生物质能发电可持续性条例》，由联邦农业和食品局所提供的最新数据代替。[34]

由于在《可再生能源法》规定之外、用于家庭以及商贸和服务业的生物天然气数据不充分，生物天然气在热电联产发电和供热中的使用情况，以及在纯热力生产中的使用情况目前还未纳入能源平衡计算。德国能源署在专家报告[35]中评估了德国能源署生物天然气目录[36]的信息，填补了生物天然气这一项数据的空白。另外，相关机构也在进一步开发模型，以确定享受《可再生能源法》上网电价的发电和供热设备中生物天然气的使用量。德国能源署在上述提及的专家报告中建议单独调查电力行业和热力行业的生物天然气使用情况，该建议已得到落实。

有关（深层）地热热能利用的数据可在联邦统计局的地热能统计中找到。2018年的数据显示，大约300兆瓦时的设施已经投入使用，净产热量约为913吉瓦时，供热量约为898吉瓦时。

---

[27] 参见FNR，2018年
[28] 参见：Döring等，2016
[29] 参见：可再生能源统计工作组（AGEE-Stat）的报告，年份不详
[30] 参见Döring等，2018
[31] 参见Destatis，2018b
[32] 参见可再生能源统计工作组（AGEE-Stat），2018a
[33] 参见德国联邦经济和能源部：《可再生能源数据——2017年的国内和国际发展；方法说明》，第64页起。
[34] 参见联邦农业和食品局（BLE），2017
[35] 参见德国能源署（dena），2018
[36] 德国能源署（dena）在联邦环境、自然及核能安全部（BMU）的支持下，与市场参与者以及政治和商业专家对话后，于2009年制定了德国生物天然气目录的概念。为了确保有效、可靠地记录生物天然气，并为德国境内贸易提供便利，一种被市场参与者接受、并很大程度上以相同方式处理数据资料的过程是必需的。这个过程将由德国生物天然气目录来实现，德国能源署（dena）为该目录主管。德国能源署因为其半政府组织的架构而独立于生物天然气行业的参与者，特别适合作为立场中立的该目录主管。

在计算浅层地热/环境热源热泵的终端能耗时，可使用一个相对简单的方法，需要的基本信息如下：

- 已安装的热泵数量
- 热泵的年平均热功率
- 平均季节性能因数和制热能效比
- 全年使用总时数

在计算浅层地热/环境热源热泵的终端能耗时还须根据热泵类型（电动压缩或燃气发动机热泵）和传热介质（空气、废气、水、盐水/土壤）进行细分。

首先，调查组通过行业评估确定每一种技术的平均单位热功率和制热能效比，从而计算出现有设备的装机热功率和电功率。在此基础上，借助现场试验所得到的全年使用总时数和平均季节性能因数，计算出供热总热量和总耗电量。欧盟委员会在2013年的一项决议中规定，计算可再生能源产热时仅需考虑平均季节性能因数不低于2.5的热泵，如此一来供热总量与电力消耗之间的差额就可以得到平衡[37]。

类似的方法也可用来估算太阳能的供热数值。所做的模型分析基于国际能源署（IEA）在太阳能供热和制冷项目中所开发的方法。国际能源署的这一计算方法将以下数据简单地相乘：

- 太阳能集热器面积（依据德国联邦太阳能行业协会的数据，德国2018年有236万台太阳能供热设备，集热面积为2050万平方米）[38]
- 水平照射到地球表面的年平均全球太阳辐射量
- 用于计算实际使用中集热器平均集热量的无量纲参数

国际能源署的方法是国际公认的计算方法，但存在一些缺点。例如，在计算集热器面积时没有做地域上的区分。不同地区的太阳辐射存在明显的差异，不同天气条件和集热器类型也会改变有效系数。除此之外，德国全境陆地区域差异大且白天辐射存在波动，在计算过程中却仍旧使用水平全球太阳辐射量作为平均数，也会造成误差。此方法的计算结果也没有考虑太阳热能供应与消费者需求之间的反周期，因此从根本上来说只能是一个潜力值，往往高估了太阳热能的实际消耗量[39]。

虽然国际能源署的计算方法存在不足，但目前可再生能源统计工作组仍在使用这一简化的方法，一方面因为这种方法的应用性强，另一方面这种方法可确保计算结果在国际范围内具有可比性。此外，在国际能源署太阳能供热和制冷项目框架下，欧洲太阳热能工业协会还确定了各种集热器类型的单位产量系数。虽然集热器在朝向和倾斜角度及老化和清洁程度上有着很大的不同，但这种计算方式可确保即便在信息有限的情况下依旧能生成国际可比的统计数据。

在计算太阳热能的终端能耗时，可再生能源统计工作组针对平板和真空管集热器设定了一条报废曲线，并将这类设备的平均使用寿命设定为25年。这条曲线是按照一次专业讨论中的建议设定的，即15年后报废设备占比0%，20年后25%，25年后50%和30年后100%。该曲线所描绘的太阳能供热设备的使用寿命比先前使用的固定寿命的方法更贴近实际[40]。

总而言之，上文阐释的可再生能源用于供热/制冷的终端能耗估算数值可视为合理且可靠的。但考虑到质量和可信度，这些调查结果并不可以直接与官方统计数据做比较。不确定性依旧存在，因此改善数据基础和方法步骤应视作为一项长期任务。

另外还需要补充说明的是可再生电力用于供热的设施（电转热设施 Power to Heat:PtH）。这类设施既包括在终端用户侧直接进行电热转换的分布式设备，也包括远程/区域供热网络和储热设备的集中式应用。除了直接或间接用于产热外，这类电转热设施还具有将可再生能源更好地整合到电网中以及平衡电网的重要功能，因而在市政中起着重要作用。只要这些设施的装机达到1兆瓦或更高，它们就会包含在普通和工业电力统计中。

[37] 参见德国能源环境预测分析研究所有限两合公司EEFA /巴登-符腾堡州太阳能与氢能研究中心，2015
[38] 参见德国联邦太阳能行业协会（BSW），2019
[39] 参见德国能源环境预测分析研究所有限两合公司EEFA /巴登-符腾堡州太阳能与氢能研究中心，2016
[40] 参见可再生能源统计工作组(AGEB-Rat)，2018b

3.6.5 交通领域的可再生能源终端能耗

可再生能源统计工作组的数据分析表明，2018年德国交通领域的可再生能源终端能耗约为360亿千瓦时，占运输中终端总能耗的5.7%。到目前为止，生物柴油和生物乙醇占比最高，分别占62%和24%。可再生电力（根据可再生能源统计工作组计算，包含可再生能源占总用电量的比重）占13%。植物油和生物天然气所占比重较小（表16）。

表 16
可再生能源统计工作组提供的2016年至2018年德国交通领域可再生能源的终端能耗

	2016	2017	2018
	终端能源消耗（百万千瓦时）		
生物柴油[1]	20866	21292	22340
植物油	42	42	21
生物乙醇	8663	8530	8751
生物天然气[2]	379	445	389
电力消耗[3]	3709	4026	4586
总计	**33659**	**34335**	**36087**
	数据（1000吨）		
生物柴油[1]	2002	2067	2170
植物油	4	4	2
生物乙醇	1175	1157	1187
生物天然气[2]	28	33	29
总计	**3209**	**3261**	**3388**

1）交通领域（不包括农业、森林、建筑和军事领域）生物燃料的消耗（包括氢化植物油）
2）基于热值，按照德国联邦与水资源行业协会/能源平衡工作组对燃烧值和热值的比例要求
3）计算每年可再生能源在电力总消耗中的比重
来源：可再生能源统计工作组基于德国联邦统计局的数据，德国联邦农业和粮食署；德国联邦财政局；BReg；德国联邦统计局；可再生原料署；巴登符腾堡州太阳能与氢能研究中心；德国生物质研究中心；德国生物柴油质量管理联盟；石油和蛋白质植物促进联盟。

生物燃料的发展完全依赖于《欧盟可再生能源指令》。该指令要求，到2020年，每个成员国在交通运输部门用能中的可再生能源占比必须增加到10%。欧盟《燃料质量指令》修正案规定了温室气体减排目标：2020年燃料的温室气体排放量相较于2010年基准年须下降6%。德国基本上通过生物燃料配额规定来实施上述欧盟法律要求[41]。

在石油的官方统计框架内，联邦经济和出口管理局调查了柴油中的生物柴油比例和汽油中的生物乙醇比例（表17）。可再生能源统计工作组所提供的关于上述能源产品的信息与联邦经济和出口管理局记录的数量信息相当吻合，因此这些数据相对可靠[42]。

[41] 参见联邦政府(Bundesregierung)，2012
[42] 参见联邦经济和出口管理局(BAFA)，2019

表 17
联邦经济和出口管理局（BAFA）统计的2016年至2018年德国生物燃料的官方统计数据

	2016	2017	2018
	数量（1000吨）		
汽油	18238	18296	17837
生物乙醇在ETBE中的含量[1]	129	111	110
生物乙醇混合物	1047	1045	1077
柴油	37901	38703	37475
生物燃料混合物（FAME，HVO）[2]	2150	2216	2323

1）ETBE：乙基叔丁基醚是一种汽油混合物，由生物乙醇和异乙烯组成。
生物乙醇在乙基叔丁基醚中的体积占比是47%。
2）FAME= 脂肪酸甲酯，HVO=氢化植物油。
来源：德国联邦经济和出口管理局，官方石油数据，表格9。

3.6.6 结论：电力、供热/制冷和交通领域的可再生能源

为了对德国能源平衡工作组（AGEB）所提交的《2017年德国能源平衡表》（能源平衡工作组，2019）中的数据进行补充，工作组编制了全面的可再生能源的平衡计算表，该表格给出了可再生能源产生和使用的基本信息（表18）。由表18可知，可再生能源的一次能耗总计近1800PJ，约占一次能源总消耗的13%。最大部分的可再生能源用于发电。终端能源领域中的可再生能源大部分应用于分布式供热。

表 18
德国2017年一次能耗到终端能耗的可再生能源平衡数据

所有数据（拍焦）	水电	风电	太阳能	地热[1]	生物质能	垃圾	总计
国内产出	72.5	380.1	170.1	55.6	1004.1	138.0	1820.4
对外贸易结余					-22.9	0.0	-22.9
一次能源消耗	**72.5**	**380.1**	**170.1**	**55.6**	**981.2**	**138.0**	**1797.5**
发电厂投入（发电）	72.5	380.1	141.8	5.9	344.2	66.4	1010.9
发电厂投入（供热）				1.3	44.1	54.1	99.5
能源转换消耗，损失					24.0	0.0	24.0
终端能源消耗	**0.0**	**0.0**	**28.3**	**48.4**	**568.9**	**17.5**	**663.1**
工业					98.1	17.3	115.5
交通					108.9		108.9
家庭			26.8	43.7	240.4		311.0
商业，贸易，服务业			1.4	4.7	121.4	0.2	127.7

1）包含环境热
来源：能源平衡工作组，基于巴登符腾堡州太阳能与氢能研究中心数据的2017年能源报告。

04. 德国能源平衡工作组在能源平衡编制中的职能

4.1 能源平衡工作组的目标和任务

能源平衡工作组在德国能源统计体系中具有一项重要职能。前面章节中已经介绍道，德国能源统计数据是从不同的部门，以不同的设定值、单位和整合方式收集而得。关于各个能源消费和能源生产领域的数据来源五花八门，而这些通过不同渠道统计的信息通常可信度有限。

但这些数据还并不能反映能源行业发展的整体概况。因此，需要进一步整合数据流，全面收集和分析所调查的数据，从而摸清德国能源供应的整体情况。能源平衡工作组编制的能源平衡表便可完成这项任务。能源平衡工作组自1971年成立以来，便致力于根据统一的标准评估能源行业各个领域的统计数据，对数据进行汇总整理，并将能源平衡表提供给所有相关方。

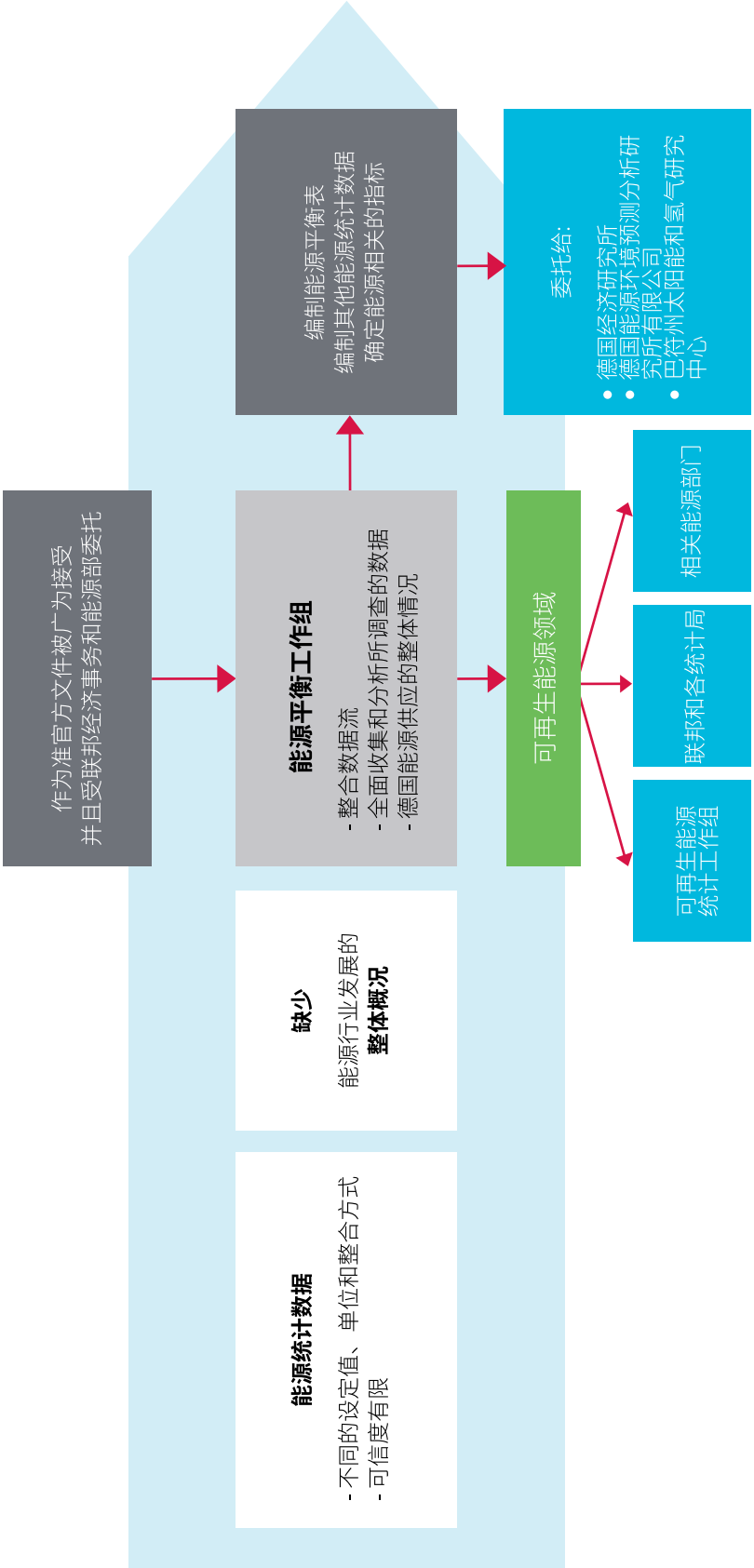
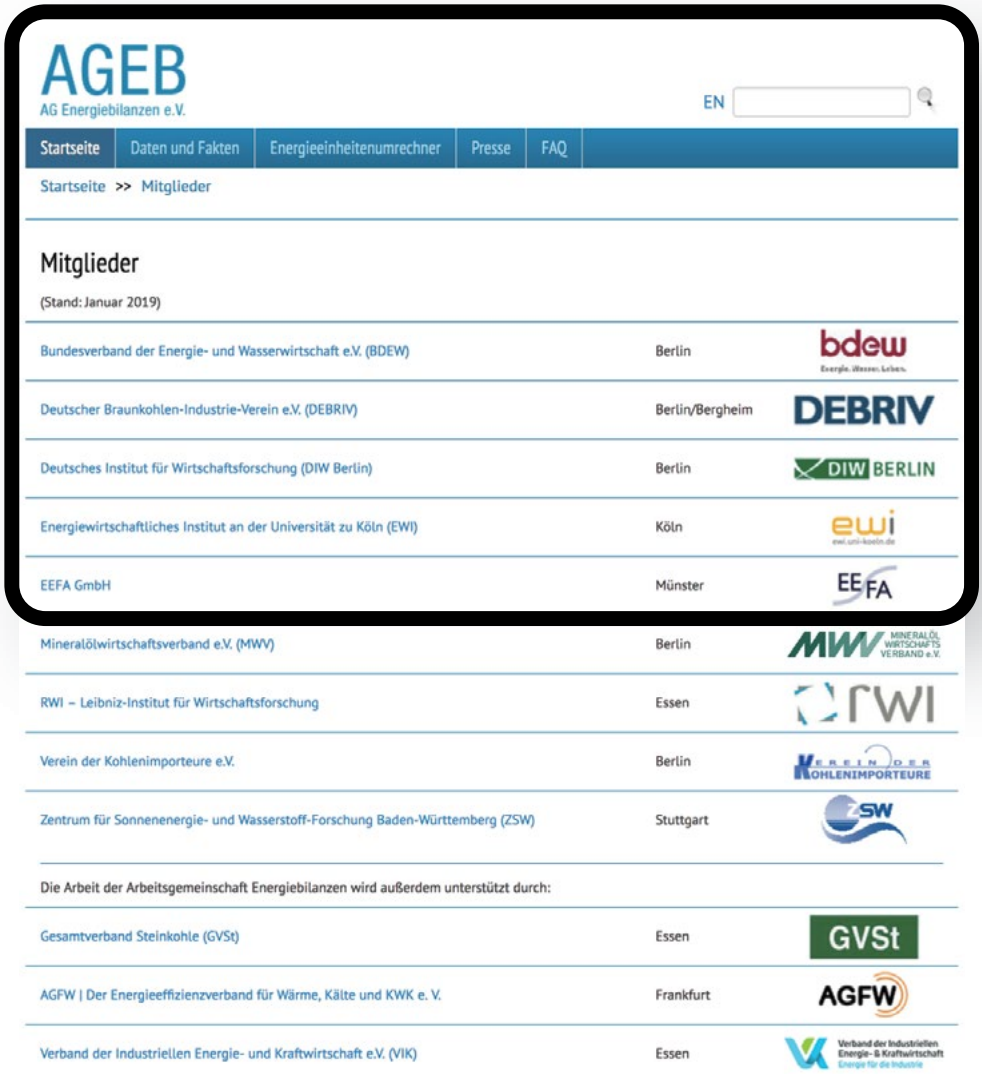


图 11
能源平衡工作组的目标和任务

这些能源平衡表展现了能源行业相互关联的概况，不仅反映了各个部门的能源消耗状况，而且还提供从发电到生产、转换和应用这些环节中的能耗信息。除公布年度能源平衡表外，能源平衡工作组的目标是尽可能向广大公众通报能源行业的发展情况。

能源平衡工作组是一家注册协会，其成员包括四家能源行业协会和五个研究所。能源平衡工作组的成员信息可以在能源平衡工作组的官方主页上找到（图4）。拥有具有不同的经验背景、不同能力的成员单位，既是能源平衡工作组可以正确编写能源平衡表并确保其质量的基本先决条件，也是能源平衡表作为准官方文件被广为接受的先决条件，还是能源平衡工作组多年来一直可以拿到受联邦经济和能源部的委托，负责编制能源平衡表的先决条件。能源平衡工作组在可再生能源领域与德国可再生能源统计工作组（AGEE-Stat）开展密切合作，与联邦和各州统计局以及相关能源部门紧密联系，并定期开展交流。

图12
能源平衡工作组成员（能源平衡工作组官方主页截屏）



来源：https://www.ag-energiebilanzen.de

图12中的机构依次为：

- 德国联邦能源和水行业协会（BDEW），柏林
- 德国褐煤行业协会（DEBRIV），柏林
- 德国经济研究所（DIW Berlin），柏林
- 科隆大学能源经济研究所（EWI），科隆
- 德国能源环境预测分析研究所有限公司（EEFA GmbH），明斯特
- 德国石油经济行业协会（MWV），柏林
- 莱布尼茨经济研究所（RWI），埃森
- 德国煤炭进口商协会，柏林
- 巴登-符腾堡州太阳能和氢气研究中心（ZSW），斯图加特

另外，能源平衡工作组的工作还得到了以下机构的支持：

- 德国硬煤行业总协会（GVSt），埃森
- 热力冷力和热电联产能效行业协会（AGFW），法兰克福
- 工业能源与电力经济行业协会（VIK）

除了协会规定的、作出财务和工作计划决定的年度成员大会外（通常在每年5月举行），能源平衡工作组每年中旬会举行一次集体会议，讨论德国上半年一次能源消费统计情况，每年年底再举行一次集体会议，初步估算本年度一次能源消费情况。此外，协会成员每年秋天还会与联邦州能源平衡事务委员会代表举行一次会面（参见第5.2.1节），联邦经济部、联邦统计局和联邦环保局的代表也会参加这些会议。另外，作为“方法论工作组”的一部分，这些机构每年还会在联邦经济部召开三至四次特别会议，讨论目前涉及的统计方法及存在的问题，并在会议上对这些问题按照“结果导向”原则达成一致。除这些定期会议外，在遇到具体问题时，相关成员还会及时召开不同的研讨会，这些会议也会根据情况适时邀请外部专家参与。

除自身的工作外，能源平衡工作组还会使用联邦经济和能源部的拨款，委托三家研究机构，开展能源平衡表编制、能源统计数据处理和确定能源相关的指标（例如能效指标）等工作。这些机构包括：

- 德国经济研究所（DIW　柏林）
- 能源环境预测分析研究所有限两合公司（EEFA Institut GmbH & Co. KG）
- 巴登-符腾堡州太阳能和氢气研究中心（ZSW）

上述三个机构总共有八名科学家负责统计数据和指标，其中五人为经济学家，两人为经济工程师，还有一位环境工程学家。

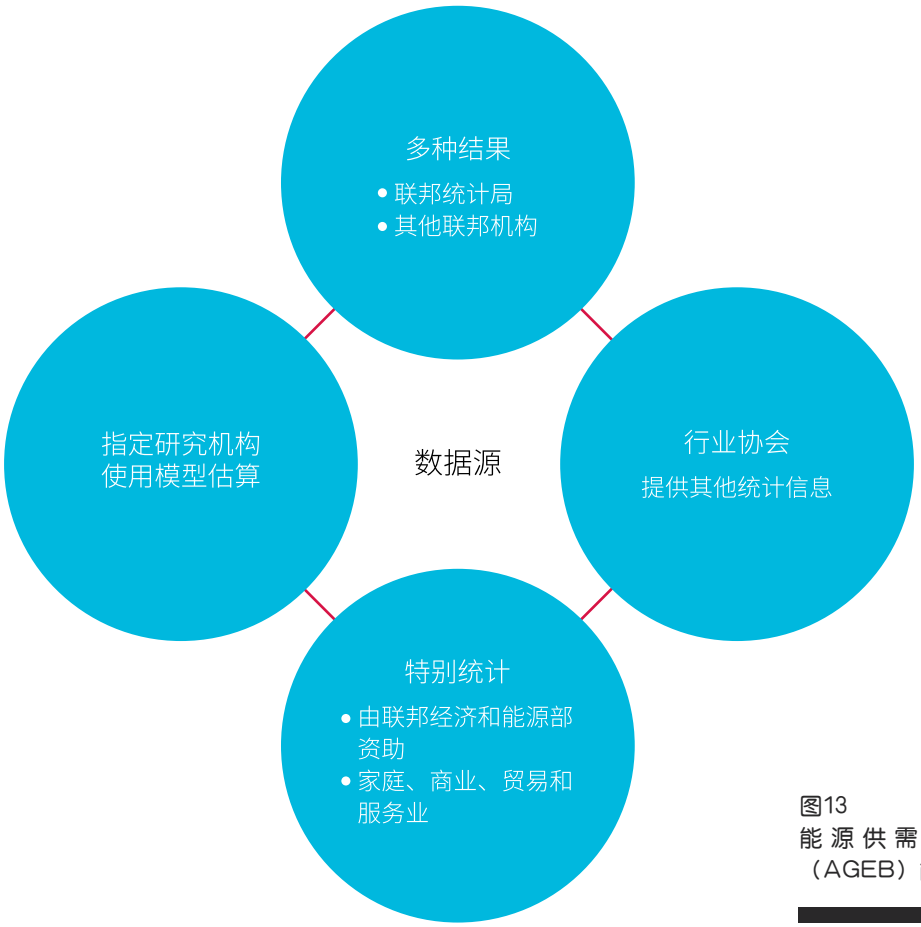


图13
能源供需平衡计算工作组（AGEB）能源平衡数据的编制

委托编制能源平衡表的工作也包含编制各个应用领域的能源平衡分表，编制这些分表的目的是根据能源用途（供热、制冷、信息和通讯、机械能和照明）区分工业、交通、居民以及商业、贸易、服务等行业的终端能源消费情况。从2018年起，由弗劳恩霍夫系统与创新研究所（Fraunhofer ISI）的四名分别来自建筑工程、经济工程和经济学专业的学者负责工业、商贸、服务业应用领域的统计；来自莱布尼兹经济研究院（RWI）的三名经济学专家则负责居民和交通领域的能源平衡表编制。[43]

能源平衡表（包括副产品）的编制工作总花费约为60万欧元／一个能源平衡年度，这些费用由德国联邦经济和能源部拨款资助。能源平衡工作组从联邦经济和能源部收到的这些资金主要用于资助被委托编制能源平衡数据的机构（见上文）。协会相关的特定任务支出则由成员协会的资助覆盖。

编制工作所需数据大多源自联邦统计局和其他联邦政府部门的统计结果，其中包括联邦经济与出口管理局统计的石油行业数据[44]。联邦能源和水资源行业协会（BDEW），石油经济协会（MWV），煤炭进口商协会和德国热力、制冷及热电联产能源效率联合会等行业协会则提供其他统计信息。

为填补数据空白，联邦经济和能源部资助相关研究机构进行了所谓的“特别统计”，例如对家庭、商业、贸易和服务业[45]的能源消耗进行调查。

- 德国莱布尼茨经济研究所（RWI）和forsa社会研究与统计分析协会对德国“居民”领域进行了调查。该调查基于forsa数据库中约15000个家庭的代表性抽样调查而完成。“居民”领域2002年至2013年的项目报告可供查询[46]。
- 弗劳恩霍夫系统与创新研究所（ISI）、慕尼黑工业大学能源经济学和应用技术（IfE）研究院以及GfK 市场服务公司对德国“商业、贸易和服务业（GHD）”能耗领域进行了调查。该调查基于针对约2000个单位的代表性分层抽样调查。“商业、贸易和服务业”领域2001年以及2005至2013年的项目报告可供查询[47]。

针对无法获取的数据，指定的研究机构则使用模型进行估算。最近的例子包括两项旨在设计和实施测算方法的研究，该方法是为了在无官方统计数据的领域中定期和实时地统计能源消耗数据。[48]

4.2 能源平衡编制

4.2.1 能源供需平衡结构

能源平衡表应尽可能完整详细地体现宏观经济或某个经济领域某个时间段能源的总量、转化和使用情况[49]。能源平衡工作组使用的平衡表格式共计33列和68行（含总计列和行）。

水平方向（行）显示能源种类（目前包括30种能源），包括对其的能源和非能源使用。此处的能源指通过机械、热、化学或物理方式存储能量的所有能源或物质。针对可再生能源，目前只有能源使用纳入了衡算之中。

垂直方向（列）记录了各种能源类型的总量、转换和使用，包括一次能源平衡、转换平衡和终端能源消耗平衡。国内一次能源消耗的计算方法是国内生产、存量变化和对外贸易差额的总和，减去深海储量（表19）。

[43] 有关能源应用领域平衡分表的更多详细信息，请参见第4.2.5章节。
[44] 另请参阅第2章 和第3章
[45] 参见 https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/erhebungsstudien.html
[46] 参见RWI / forsa，2015
[47] 参见ISI / IfE / GfK，2015
[48] 参见能源平衡工作组(AGEB)，2015和2016

表 19
德国2017年一次能源平衡

一次能源平衡2017		各能源类型总和（拍焦）
一次能源平衡	国内生产	4051
	进口	12000
	存量消耗	85
	国内能源生产总和	**16136**
	出口	2514
	远洋船舶装仓（仅限石油及石油产品）	96
	存量增加	4
	国内一次能源消费总量	**13523**

来源：能源平衡工作组

除这种方法外，一次能源消费也可从消费侧确定。该数值为终端能耗、非能源消耗和转换平衡余额之和(关于转换平衡见表20)。

表 20
德国2017年转换平衡表

2017年各行业能源转换平衡		能源总量(单位:拍焦)
能源转换投入总量	炼焦厂	378
	硬煤、褐煤煤球生产厂	128
	常规热电厂	2586
	工业热电厂	422
	核电厂	833
	水电、风电、太阳能设施	928
	常规热源厂	351
	集中供热厂	171
	高炉	169
	石油加工	4347
	其他能源生产者	285
	能源转换投入总量	**10597**
能量转换产出总量	炼焦厂	343
	硬煤、褐煤煤球生产厂	138
	常规热电厂	1105
	工业热电厂	204
	核电厂	275
	水能、风电、太阳能设施	770
	常规热源厂	340
	集中供热厂	130
	高炉	184
	石油加工	4259
	其他能源生产者	300
	能量转换产出总量	**8046**

表 20（继续）
德国2017年转换平衡表

能源转换领域的能源消耗总量	炼焦厂	28
	硬煤煤矿、煤厂	3
	褐煤煤矿、煤厂	36
	电厂	125
	石油、天然气开采	10
	石油加工	294
	其他能源生产者	39
	能源转换领域的能源消耗总量	**535**
	功率损耗	173
	根据能源转换平衡得出的能源供应量	**10263**
	非能源消耗	989
	数据差值	-66

来源:能源平衡工作组

在转换平衡中，能量的物理/化学转化用投入和产出表示。转换平衡还包括发电和转换行业的消耗，以及功率损耗。总而言之，平衡表中目前包括11个转换行业，涵盖炼焦厂、发电厂、热电联产厂以及高炉和石油加工（见表20）。

终端能源消费按照特定的消费群体和行业领域进行分类，共包括14个工业行业，四种运输方式（铁路、公路和航空运输，海运和内陆水运）以及居民和商业、贸易和服务部门。（参加表21）。

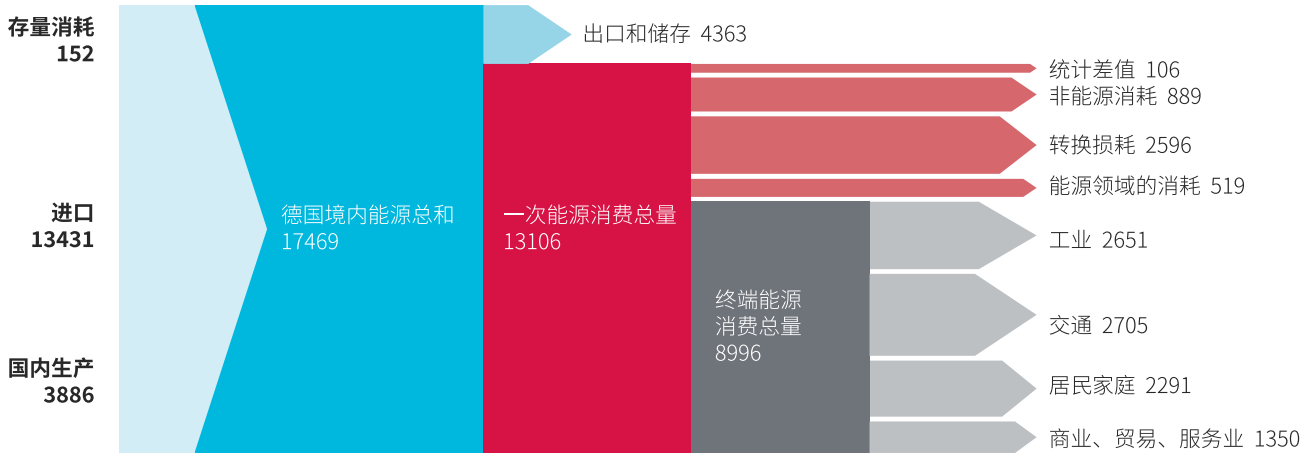
表 21
德国2017年终端能源消费平衡表

2017年终端能源消费		各能源类型总量 (单位:拍焦)
不同行业终端能源消费	**终端能源消费**	**9208**
	采矿业	15
	食品与烟草业	213
	造纸业	223
	基础化学品行业	575
	其他化工行业	91
	橡胶及塑料行业	83
	玻璃及陶瓷行业	85
	矿石加工业	199
	金属制造业	545
	金属铸造业	129
	金属加工业	111
	机械制造业	75
	汽车制造业	126
	其他行业	198
	采矿及加工行业总计	**2666**
	轨道交通	54
	公路交通	2275
	航空运输	426
	海运和内陆航运	10
	交通总计	**2765**
	居民	2342
	商业、贸易、服务及其他能源消费者	1434
	居民、商业、贸易和服务总计	**3777**

来源：能源平衡工作组

能源经济行业的相互关联可以用能流图来表示。它不仅可以展示能源的流动情况，还可以供人们快速查看能源效率、损耗和特定行业的能源使用情况。就内容而言，能流图实际上就是能源平衡数据按照比例的可视化。除编制能源平衡表外，德国能源平衡工作组每年还会绘制简化或详细的能流图。简化能流图如图5所示。图5显示，德国境内的一次能源消费总量为13106拍焦，只有大约三分之二（8996拍焦）在终端被应用，转换损失达到了2596拍焦。这一转换损失几乎与工业终端能耗一样高，并且高于居民终端能耗。

图 14
2018年德国能流图（单位：拍焦）



注：可再生能源在一次能源消耗中占比为13.8%
总量的差值源于四舍五入
所有数值是目前暂时的估计

29.3拍焦 约为 1百万吨标准煤当量
来源：能源平衡工作组 2019年9月

4.2.2 对不同能源的评估

尽管能源平衡表中显示的大部分基本数据主要来自官方或准官方渠道，但这些数据并非总能直接被采用。其中一个原因是不同能源类型的数据单位通常不同。若要比较能源数据表中的数据，必须对不同的能源类型进行统一评估，而借助转换因数就可以实现这一点。根据法律要求，1977年起采用特殊单位记录的数据必须转换为焦耳[50]。因此，工作组在衡算时要根据能源类型的热值对这些数据进行转换。但是，所有能源类型的热值并非始终不变，随着时间的推移，能源质量会发生变化，此时工作组必须及时调整其热值。这种情况主要在计算化石燃料的热值时出现，且取决于所使用的燃料的产地。

在评估与邻国的电力交换总量以及评估用于发电的水电、风电、太阳能和核电总量会遇到一个特殊问题，即此类能源没有类似热值的统一换算标准。针对这种情况，工作组自1995年起，按照国际组织（国际能源署、欧洲统计局、欧洲经济委员会）的方法，使用所谓的“效率指数原则”。

其中，对核电评估基于33%的能量转换物理效率指数，因为33%具有普遍代表性。在水电、风电和太阳能发电的情况中，相应的能量投入等于所产生的电能，目前电力交换余额也按照电力热值（即3600千焦/千瓦时）进行评估，这也意味着“效率指数”为100%。

应该指出的是，能源平衡直至1994年出于统计方法上的考虑，将水电、风电、太阳能发电、核电、垃圾和余热发电，以及与他国电力交换时电力输入的盈余抵偿常规火力发电厂中相应的电能，从而减少这些电厂的燃料使用。因此在这种情况下，常规热电厂的平均燃料消耗量被用作一次能源评估的简化辅助数值。

与这种所谓的“抵偿原则”相比，使用效率指数原则会导致核电的一次能源消耗值略高，而其他能源的一次能源消耗值则会显著偏低。在评估一次能源消耗变化时，工作组必须注意这种纯粹由于统计而导致的影响：如上文所提，可再生能源使用的越多，电力输入的盈余越多，便会有更多其他能源被替代，从而导致这些其他能源的消耗量降低。当核电完全被可再生能源替代时，这种统计造成的效应最大。

[50] 能源平衡工作组发布的数据单位不仅包括焦耳，还包括相应的“自然”单位（吨、立方米、千瓦时）和吨标煤（t SKE）。

4.2.3 对热电联产的评估

除上述约定俗成的评估方法外，工作组还必须在其他领域确定通用的评估方法。一个典型案例便是如何处理联产（如热电联产）的能源利用数值。自2003年以来，官方统计对热电联产数据进行单独统计，但未单独收集热电联产用于发电和供热的燃料使用情况，而只统计了总量。

但是，对制定能源平衡表而言，有必要分别统计热电联产厂发电和供热的燃料使用情况。用于发电的燃料使用量始终被列入能源平衡表的能源转换一栏。常规热电厂用于供热的燃料使用量被单独计入能源平衡表的能源转换一栏下集中供热的常规供应电厂条目中。工业电厂用于供热的燃料使用量被列入工业终端能耗中。分布式热电联产厂用于供热的燃料使用量则涵盖在居民及商业、贸易和服务业的终端能耗中。

4.2.4 消耗和销售数据

能源平衡表的另一个特点是：总体而言，能源平衡表中列举了不同能源的“消耗”数据。但是应注意，石油消耗的原始值仅包含销售数据。因此，实际消耗量可能会因存量变化而与销售数字不同。但是，存量变化（主要是轻质燃油）仅在该能源领域内部和制造业中进行统计，并纳入消耗量计算，并未在居民以及商业、贸易和服务业进行统计。过去，这两个领域的实际能源消耗可根据加油行为及由此产生的油量变化的调查结果进行估算——即使这种估算比较简单粗略。

4.2.5 应用平衡

如上文所示，能源平衡表显示了工业、交通运输、居民和商业、贸易和服务业的终端能源消耗概况。但是，平衡表并未完全反映出能源使用链的情况，未显示最后阶段终端能源转换为各个应用领域的应用能源（照明、机械能、热能、冷能）的过程。这些应用能源是满足终端用户所需能源服务（如良好的照明，宜人的居住空间）的前提条件。因此要完全反映能源使用链的情况，首先要了解各个应用领域的情况。

在此背景下，联邦经济和能源部从2018年开始委托能源平衡工作组开展 “根据德国能源平衡表编制应用平衡表”的工作。能源平衡工作组将该任务的工业领域部分委托给弗劳恩霍夫系统与创新研究所（ISI），商业、贸易和服务业部分委托给慕尼黑工业大学能源经济和应用技术系，居民与运输领域部分委托给莱布尼茨经济研究所。

2013年至2017年包含应用平衡表的最新总结报告可在能源平衡工作组主页获取[51]，各委托机构的单独报告也可在该主页中下载。

上述统计机构使用了不同的方法，在根据能源类型分类的四大领域终端能耗的结构化数据基础上，调查得到每个应用领域的能源平衡数据。

例如在工业领域中，专家采用了区分特定行业的计算方法。在相对同质的工业分支领域中，这样的分类有助于在估算不同应用领域终端能耗的分配时获得比估算工业总体情况更高的精确度。在统计时，特别需要对能源密集型领域的能源密集型生产流程（基础材料化学、金属生产、有色金属、造纸、石材加工、食品和烟草）做更为详细的调查。上述能源密集型行业在2013年至2017年期间，占工业终端能耗总量的近70%，而这一占比在前些年也是如此。对于这类相对同质的生产工艺而言，进一步的细分统计能够增加数据的可信度。

[51] 参见能源平衡工作组(AGEB)，2019c

图 15
能源供需平衡计算工作组（AGEB）的应用平衡

商业、贸易和服务业（GHD）领域的数据调查由慕尼黑工业大学能源经济和应用技术研究院（IfE）负责，他们从上世纪九十年代中期开始采用一种自下而上的统计方法。这种方法总体来说建立在以下三大支柱之上：

1. 根据官方统计数据得出的商贸和服务业的就业结构，采集特征参数值，按照14个“组”或行业进行分类。
2. 使用德国消费品市场研究公司（GfK）对商贸和服务业领域的约2000个单位进行的抽样调查结果，该调查重点围绕能耗和能源使用，并通过深度采访获得额外的补充信息。
3. 以德国消费品市场研究公司（GfK）收集到的和自行检索到的数据为基础进行单位能耗分析。单位能耗定义为每个参考单位（比如雇员、中小学生、一片水域等）某种能源的年能耗。

结合上述三方面的信息，慕尼黑工业大学能源经济和应用技术专业可获得商贸和服务业领域不同能源类型的终端能耗信息，以及消费侧的用能情况。

在居民领域，能源平衡表的编制基础是一个被称为“能耗面板”的工具。“能耗面板”是莱布尼兹经济研究所与德国社会福利研究和统计分析有限公司（forsa）2003年至2017年通过一系列研究项目而系统构建起来的一个巨大的微观数据库。该项目的委托方是两大联邦部委和联邦能源和水行业协会。该数据库包含了居民所使用的能源类型的能耗和其用能的基本信息，由其中推导出的不同能源用途的占比数据，可以计算出私人家庭应用领域的能源平衡。

交通领域的用能几乎完全集中于用于生产驱动机动车的机械能的能耗。除此之外，只有很小一部分的能耗用于供热、制冷、通讯等功能。由于“机械能”应用领域的比重非常大，因此不对除道路交通（已调查）外的交通领域（主要指铁路、内河航运和航空）进行按照用能形式细分的详细分析。

表22给出了上述各项单个研究的调查结果总览，显示了终端能耗总量及四大终端能源消费行业中按照能源类型和应用途径分类的数据（参见表11）。

能源类型	不同领域、能源类型、能源应用领域的终端能源消费结构										
	供热				制冷			机械能	通讯	照明	终端能源消费
	供暖	热水	工业生产用热	供热总计	空调	其他	制冷总计				
	工业										
石油	12.0	1.1	84.5	97.6	0.0	0.0	0.0	2.4	0.0	0.0	100.0
天然气	9.7	0.9	86.8	97.4	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	100.0
电	0.3	0.2	17.2	17.7	2.1	4.6	6.7	67.6	4.0	4.0	100.0
集中供暖	10.4	1.0	88.6	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
煤	2.2	0.2	97.6	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
可再生能源	16.4	1.7	81.9	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
其他	1.6	0.2	98.2	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
总计	**5.7**	**0.6**	**67.3**	**73.7**	**0.7**	**1.4**	**2.1**	**21.8**	**1.2**	**1.2**	**100.0**
	商业、贸易和服务业										
石油	52.6	4.2	4.3	61.1	0.0	0.0	0.0	38.9	0.0	0.0	100.0
天然气	84.3	4.9	9.9	99.1	0.6	0.1	0.7	0.3	0.0	0.0	100.0
电	4.0	4.1	5.1	13.2	2.1	9.1	11.2	26.1	17.0	32.5	100.0
集中供暖	80.1	5.7	14.2	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
煤	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
可再生能源	82.9	7.7	9.4	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
总计	**47.0**	**4.7**	**7.0**	**58.7**	**1.0**	**3.4**	**4.4**	**18.2**	**6.4**	**12.3**	**100.0**
	居民										
石油	85.1	14.0	0.0	99.1	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	100.0
天然气	79.7	19.9	0.4	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
电	6.4	12.1	30.0	48.6	1.0	22.2	23.2	3.5	16.7	8.0	100.0
集中供暖	91.3	8.7	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
煤	100.0	0.0	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
可再生能源	86.7	13.3	0.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
总计	**68.3**	**15.3**	**6.1**	**89.7**	**0.2**	**4.4**	**4.6**	**0.9**	**3.3**	**1.6**	**100.0**
	交通										
石油	0.4	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	0.1	98.8	0.3	0.4	100.0
天然气	0.4	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	0.1	98.8	0.3	0.4	100.0
电	5.1	0.0	0.0	5.1	0.1	0.0	0.1	84.7	5.0	5.1	100.0
集中供暖	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
煤	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
可再生能源	0.4	0.0	0.0	0.4	0.1	0.0	0.1	98.8	0.3	0.4	100.0
总计	**0.5**	**0.0**	**0.0**	**0.5**	**0.1**	**0.0**	**0.1**	**98.6**	**0.4**	**0.5**	**100.0**
	终端能源消费总计										
石油	22.7	3.1	4.3	30.1	0.0	0.0	0.0	69.2	0.4	0.3	100.0
天然气	54.5	8.6	36.0	99.0	0.0	0.1	0.1	0.8	0.0	0.0	100.0
电	5.1	4.1	16.2	25.3	1.4	8.0	9.4	39.6	10.5	15.2	100.0
集中供暖	68.7	5.3	26.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
煤	14.4	1.0	84.5	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
可再生能源	52.2	3.3	17.3	72.8	0.0	0.0	0.0	27.0	0.0	0.2	100.0
其他	2.7	0.3	97.0	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
总计	**30.3**	**4.7**	**21.0**	**56.0**	**0.3**	**1.7**	**2.0**	**36.5**	**2.3**	**3.3**	**100.0**

来源：能源平衡工作组，弗劳恩霍夫研究所，慕尼黑工业大学，埃森RWI

表22
各个领域、能源类型和能源应用领域的终端能源消费结构

表22显示，不同能源领域的能源消费结构以及不同能源类型的消费结构均有较大差异。总体而言，供热在终端能源消费中的占比最大，超过56%，这主要是因为供热居民领域的占比大，约为90%（其中供暖占比：68%），另外供热在工业领域的占比也很大，占到了74%（主要因为工业生产用热占比例较高，为67%）。交通运输行业的终端能源使用中，“机械能”占比最高，接近99%。这也是该领域的能源使用几乎占终端总能耗37%的原因。

对于不同的能源类型来说，集中供热和煤炭的终端能源100%用于供热，煤炭主要用于工业生产用热和通过集中供热对建筑供暖。而天然气也几乎专门用于满足热量需求，尤其是供暖以及用于提供工业生产热。在电力方面，机械能的应用占比最大，约占40%，其次是供热，约占四分之一。照明约占终端用电量的15%。

在可再生能源方面，同样也是供热在所有终端能源领域中占比最大，几乎占四分之三，而且中供暖的占比超过50%。机械能占比也达到了27%，同样也发挥着较大作用（主要由于其在交通方面占比较高）。

4.3 总结：对能源平衡表数据来源的评价

图6和图7尝试用不同颜色标注了能源平衡表矩阵中不同条目的数据来源类型，让读者一目了然[52]。为了方便阅读，下文区分了不可再生和可再生能源。

在不可再生能源（图6）表格中，一次能源和能源转化领域（能源输入和输出）以及生产制造业终端能耗领域中，绿色标注的单元格表示存在大量的官方数据。除了煤炭消耗量之外，居民、商业、贸易和服务业及（弱化的）交通领域的终端能耗数据源缺失。这些缺失的数据必须依靠行业协会的数据，或通过专门计算或经专家估算获得。

[52] 这一图示的灵感来源于联邦州能源平衡事务管理局的工作成果（也可参见图 4）。

统计领域		不可再生能源										
		煤炭	石油					燃气			核电	其他不可再生能源
			原油	燃料	轻质燃料油	液化气	重质燃料油及其它	天然气/石油气	高炉煤气/变流气	焦化厂/矿工厂燃气		
一次能源消费	开采	A	A	A				V/A				
	运输		A	A	A	A	A				A	
	存量变化	A	A	A	A	A	A	A				A
转换输入	常规供应电厂	A		A	A		A	A		A		A
	工业电厂	A		A	A	A	A	A	V/A	A		A
	核电厂										A	
	可再生能源设施											
	热源厂	A			A	A	A	A		A		A
	精炼、高炉及其他	A	A	A	A	A	A					
转换输出	常规供应电厂											
	工业电厂											
	核电厂											
	可再生能源设施											
	热源厂											
	精炼、高炉及其他	A		A	A	A	A		A	A		
	转换的能源消耗	A		A	A	A	A	A	A	A		
	损耗							V	A	A		
	非能源消耗	V/A		A	A	A	A	A				A
终端能源消费	制造业	A		A	A	A	A	A	A	A		A
	交通			V/A		A		V/A				
	居民	A		A/L	A/L	A		V/A				
	商业、贸易、服务	A		A/L	A/L	A		A/L				

A	官方数据	V/A	官方和协会数据	V/L	协会数据和估计
V	协会数据	A/L	官方数据/估计	B/S	计算和估计

备注：可再生能源的官方数据通常是由可再生能源统计工作组出具的，此处给出的分类在于，数据或其计算和估计是否可以从官方资料中获得。

图 16
德国能源平衡表的数据来源：不可再生能源

可再生能源（图7）的情况明显要差得多，所有分类的能源平衡表计算都有类似的问题。一部分统计有官方数据作为基础，但这些数据无法完全涵盖各个领域的整体情况，因此需要另外借助行业协会的数据和 / 或自行计算或估算的结果。这个问题在居民和商贸服务业的终端能耗数据上最为突出。加工业是个例外，该领域有关于可再生能源使用的官方数据。

比较而言，电力和集中供暖方面的情况相对较好（绿色区域多）。交通、居民和商业、贸易、服务业这些终端能耗领域尽管没有电力使用的官方数据，但专家可以借助行业协会收集的可信数据信息进行衡算：接入热网的供热厂和热电厂所提供的集中供热热力有相应的官方统计信息记录，以此为基础，减去这部分用热后的剩余热能即是商业、贸易、服务业的能耗。

统计领域		可再生能源[1]									电力	集中供热
		水电/风电/光伏	固态生物质/淤泥	液态生物质	气态生物质	生物质垃圾	生物燃料	太阳能	地热	热泵		
一次能源消费	开采	输入由消耗计算					A	输入由消耗计算				
	运输						A				A	A
	存量变化											
转换输入	常规供应电厂		V/A	V/A	V/A	V/A						
	工业电厂		V/A	V/A	V/A	V/A						
	核电厂											
	可再生能源设施	V/A	A/L	A/L	A/L	A			A		A	
	热源厂		A	A	A	A			A			
	精炼、高炉及其他											
转换输出	常规供应电厂										A	
	工业电厂										A	
	核电厂										A	
	可再生能源设施	电力生产已经计算在“电力”一栏中									V/A	
	热源厂											A
	精炼、高炉及其他										A	
	转换的能源消耗			A	A/L						A	A
	损耗	A			A						A	A
	非能源消耗											
能源消耗	制造业	A	A	A	A	A					A	A
	交通				A		A				V	
	居民		V/L	V/L	V/L			V/L	V/A	V/L	V	A
	商业、贸易、服务		V/L		V/L		A	V/L	V/A	V/L	V	B/S

A	官方数据	V/A	官方和协会数据	V/L	协会数据和估计
V	协会数据	A/L	官方数据/估计	B/S	计算和估计

备注：可再生能源的官方数据通常是由可再生能源统计工作组出具的，此处给出的分类在于，数据或其计算和估计是否可以从官方资料中获得。

图 17
德国能源平衡表的数据来源：可再生能源、电力和集中供热

05. 德国能源统计体系中国家和地方层面的相互配合以及欧洲层面的作用和影响

5.1 国家层面的数据汇总

上一章详细描述了能源平衡工作组编制能源平衡表的工作内容，工作组将国家层面的数据汇入德国能源统计体系。可再生能源统计工作组专门负责可再生能源方面的统计数据汇总工作（参见章节 3.3.1）。

5.2 地方层面的数据汇总

5.2.1 联邦州层面

在地方层面，也就是在16个联邦州的层面上，联邦州能源平衡事务委员会（LAK）负责地区性能源统计数据的汇总。联邦州能源平衡事务委员会和能源平衡工作组之间有着紧密合作。联邦州能源平衡事务委员会代表定期参加能源平衡工作组会议，反向亦然。联邦州能源平衡事务委员会和能源平衡工作组每年秋天定期举行大会，讨论和商定与能源统计相关的主题。

联邦州能源平衡事务委员会的成员包括负责能源经济的联邦州部门，以及联邦州层面的13个统计局。联邦州主要利用联邦州能源平衡数据来编制气候保护与能源发展报告，以及联邦州环境经济的整体核算表（UGRdL）。以巴登-符腾堡州为例，联邦州的成员有巴登-符腾堡州的环境、气候和能源经济部，巴登-符腾堡州统计局；而在黑森州有黑森州经济、能源、交通和住房部以及黑森州统计局；在莱茵兰-普法尔茨州有州环境、能源、食品和森林部及莱茵兰-普法尔茨州统计局；在柏林有柏林市经济、能源和商业参议院以及柏林-勃兰登堡统计局。

联邦州事务委员会的主要任务是协调编制联邦州能源和二氧化碳的平衡表。其工作目标为：　编制高质量、方法统一、可用于联邦州横向比较及联邦数据纵向比较的计算体系，并从中推导出指标体系。标注了“联邦州能源平衡事务委员会”的信息来源如同加盖了“质量检验专章”，这可确保根据联邦州能源平衡事务委员会方法所获统计数据的质量。联邦州相关机构对各自数据的正确性负责[53]。联邦州事务委员会依据国际上和欧洲的相应规定，与能源平衡工作组就联邦能源平衡表的计算进行磋商，协调自身的工作程序。联邦州的能源平衡表基于官方能源统计数据、不同行业协会的统计数据以及单项估算的结果。图8显示了根据能源类型分类的、各部门能源平衡表计算所用的数据来源[54]。该图表明，大部分的信息建立在官方数据的基础之上。各联邦州负责采集数据，大部分联邦州调研的数据从一开始就为己所用，服务于联邦州层面的数据调查工作，还有一部分联邦州甚至做了更为细致的地区分级（例如依照县和地市做分类统计）。在联邦州的能源平衡表中，可再生能源的相关数据也有部分须依靠估算获得。

[53] 参见LAK，2019
[54] 参见Veith，2018

统计领域		能源载体								
		煤炭	石油		天然气	可再生能源		电力	供热	其他
			汽油/柴油	燃料油/煤油		污水/垃圾填埋沼气	水电、风电、太阳能			
一次能源消费	开采	V/A			V	A/L	A/L			
	运输								A	
	存量变化	V/A		A	A		A/L			A
转换输入	常规供应电厂	A	A	A	A	A	A/L	A	A	A
	工业电厂	A	A	A	A	A	A/L		A	A
	可再生能源设施					A/L	A/L			
	热源厂	A	A	A	V/A	A	A/L			A
	精炼、高炉及其他	V/L		A	A/L					
转换输出	常规供应电厂							A	A	
	工业电厂							A		
	可再生能源设施							A	A	
	热源厂								A	
	精炼、高炉及其他	V/A	A	A	A			A		
	转换的消耗	V/A	A		V/A					
	损耗				A	A		L	A	
	非能源消耗	V/A	A	A	A	A	A/L			A
能源消耗	制造业	A	V	A	A	A	A/L	A	A	A
	交通	V	V	A	A		L	A/L		
	居民、商业、贸易、服务	V	V	A	A		V/L	A	A	
A	官方数据	V/A	官方和协会数据			V/L	协会数据和估计			
V	协会数据	A/L	官方数据/估计			L	LAK的估计			

图 18
德国联邦州层面的能源平衡数据来源

5.2.2 城镇层面

借助国家气候保护计划（NKI），德国在城市、乡镇和农村地区开展了许多气候保护行动，实施这些行动对能源统计数据库的质量提出了相当高的要求。但是城镇一级由于没有定期对能源领域的特征数据进行统计，因此通常没有能源统计所需的基本数据。在有些情况下城镇层面也会掌握一些能源数据，特别是那些拥有地方市政公司的地方。这类数据主要涉及电力、天然气和近程/远程集中供热的情况。然而，涵盖整个城镇区域、覆盖当地关键行业的电力与天然气供应情况的全面数据却不一定存在，这主要是由于通过电网、热网、气网进行的能源供应已经高度市场化，即他第三方企业也可向该城镇供电和供气，而这些数据并不掌握在本地市政公司里。作为补充，烟囱清扫企业可提供与建筑供暖相关的煤炭和燃料油消耗基本数据。

此外，城镇通常至少具有关于城镇建筑物和街道照明的能耗信息，在某些情况下，还可能通过城镇建筑物地籍册来估算不同建筑物类型的能耗。私人交通（客运和货运）能耗原始数据通常情况下几乎完全缺失，但是相关部门可以根据上报的车辆数量和视具体情况而定的行程数来对这些数据进行估算。由城镇自行运营的公共交通工具通常看起来比较容易统计。不同地区可再生能源的使用情况通常可以从不同的网上平台中获取，特别是太阳能[55]、通过热泵得以利用的环境热能[56]和生物质能[57]。

[55] 参见www.solaratlas.de [56] 参见www.wärmepumpenatlas.de [57] 参见www.biomasseatlas.de

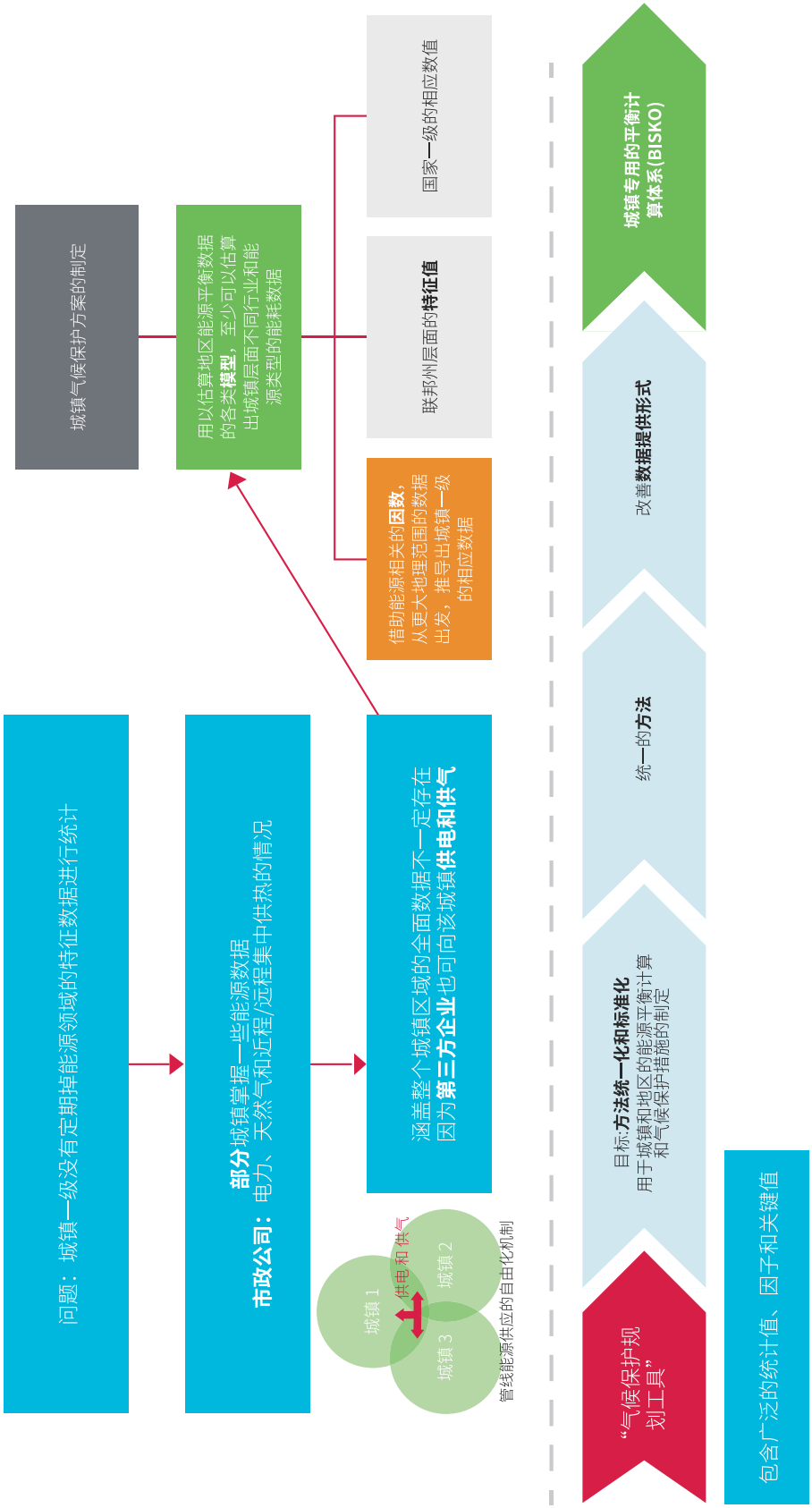


图19
城镇层面的能源数据（上图）
与“气候保护规划工具”（下图）

但是，仅仅依靠城镇所拥有的信息并不能完整的对地方的能源平衡进行计算。在这种从能源统计角度来看不利的情况下，在德国政府要求并资助地方编制城镇气候保护方案的背景下，专家们开发出了用以估算地区能源平衡数据的各类模型，通过这些模型至少可以估算出城镇层面不同行业和能源类型的能耗数据。这些模型大多借助与能源相关的因数，从更大地理范围的数据出发，推导出城镇一级的相应数据。这类更大地理范围的数据可能包括联邦州层面的特征值，甚至是国家一级的相应数值，而且其可以通过合适的参考数据与城镇一级的情况相联系。

在过去的几年中，相关专家和研究机构开发出了许多使城镇能够制定能源和二氧化碳平衡表的平衡数据衡算工具和规则，海德堡能源和环境研究所2014年的相关文献对此进行了很好的概述。随后，德国开发出了当前最常用的能源平衡计算工具EcoRegion 2008，它是面向城市和城镇的付费在线工具。ECORegion由气候联盟[58]协同开发，欧洲市长盟约（Convenant of Mayors）认为该工具适合制定“可持续能源行动计划”（SEAP）。三种不同的版本（智能、专业、高级）均可以创建简单的二氧化碳平衡表，高级版还可以制定包括非能源排放和情景计算在内的综合温室气体平衡表。EcoRegion首先在统计数据和国家参数的基础上计算出一个初始平衡，通过添加城镇特定的参数，可以提高平衡的详细程度。但是，EcoRegion并非一个固定系统，而是可以通过手动更改方法来尝试满足不同要求的用户需求。如果仅计算初始平衡，则通常会采用一个特定的系统，该系统通过与居民和工作人员数量确定能源平衡[59]。

除此之外，城市综合气候保护方案中的平衡、潜力和情景测算在德国范围内并不是按照统一标准进行的，且通常是不透明的。各种服务提供商和市政府使用不同方法和不同标准的应用工具。虽然开发了统一的平衡、基准和指标体系，但这些体系尚未在要求的地区实施，且由于计算系统不同，尚不适合进行统一的标准化比较。

作为解决方案，德国目前运用一种可更新的特定模型，这个模型非常适用于城市能源及气候保护方案的开发，即所谓的“气候保护规划工具”。“气候保护规划工具”的开发得到了德国联邦环保局的资金支持。气候联盟（Klima-Bündnis e.V.）、海德堡能源和环境研究所（ifeu-Institut）和分布式能源技术研究所（IdE）三大机构是这个项目的合作方，负责规划工具的开发工作[60]。该项目联合城镇一级的各大机构和科学界，通过一年半的协商，制定了一套统一的方法体系。与此同时，项目组调查研究了应当如何改善数据提供形式，并将可采用的数据提供形式做了总结。研究结果包含了一套城镇专用的平衡计算体系（BISKO）。以此为基础，项目组完成了“气候保护规划工具”软件的编程。这一软件可用于城镇和地区的能源平衡计算和气候保护措施的制定，是一套中央规划工具体系。目前有不少城镇已经开始使用它。

“气候保护规划工具”为城镇提供了大量的统计数据、因数和特征值，用户可以根据其需要继续细化上述指标和参数。由于城镇层面上几乎没有根据领域和能源类型分类的原始统计数据，因此城镇必须借助于模型来进行计算。而“气候保护规划工具”为城镇一级的能源平衡提供了一条可行的途径。现在，超过400个城镇正在使用此工具。此外，“气候保护规划工具”取代了德国ECORegion的地位，成为气候联盟支持的地方气候保护监测工具。使用ECORegion工具的用户可以毫不费力地将其所在区域的所有能耗数据向“气候保护规划工具”进行传输[61]。

5.3 欧洲层面的作用和影响

原则上，欧盟所有成员国家都有义务定期向欧盟统计局（Eurostat）提交能源统计信息。其法律依据是欧洲议会和理事会2008年10月22日颁布的能源统计法规（EG）Nr. 1099/2008[62]。该法规要求在年度调查问卷中提供以下能源类型输送量和使用情况的详细信息：

- 固体化石燃料和工业制备的气体
- 天然气
- 电力和热力
- 原油和石油产品
- 可再生能源和垃圾

除此之外每月的数据采集包含固体燃料、电力、原油和石油产品及天然气的信息，但信息具体化程度要求稍低一些。成员国每月还需向欧盟统计局提供电力和天然气的短期统计数据。

[58] 根据他们自己的声明（http://www.klimabuendnis.org/ueber-uns.html），气候联盟中来自26个欧洲国家、联邦州、省市、非政府组织和其他机构的1700名成员正积极合作应对气候变化。气候联盟是欧洲最大的致力于气候保护的城市网络。其成员，从农村小镇到大城市，都将气候变化视为全球挑战，呼吁当地解决方案。气候联盟长期以来一直致力于改善城镇的数据情况。

[59] 海德堡能源和环境研究所(Ifeu)，2014年，第9页

[60] 参见气候保护规划(KSP)，2018

[61] 参见气候联盟(Klima-Bündnis)，2019

[62] 参见欧盟(EU)，2008

欧盟委员会希望在2050年前实现欧洲气候中和的目标[63]，在此框架下，欧盟宣布了大量的与成员国的能源统计工作密切相关的计划。其中，能源联盟和气候保护治理体系相关法规非常重要。欧盟委员会于2019年6月发布的《能源联盟和气候变化联合体——为能源转型的成功奠定基础》的通知（欧盟，2019年）阐述了成员国需制定的“国家能源与气候变化综合规划”（NECP）所具有的作用和应满足的要求。

成员国应在综合规划中提供有关未来十年国家能源和气候政策的全面信息。截止2018年12月31日，欧盟成员国须向欧盟委员会提交本国“国家能源与气候变化综合规划”的草案。[65] 2019年底前须提交正式规划，从而为实现能源和气候目标建立可信的监控体系。

欧盟2030年目标包括以下内容：

- 温室气体排放量比1990年的水平至少下降40%；
- 将可再生能源在终端能耗中所占的比例提高到32%；
- 一次能耗相较于基准参考模型至少减少32.5%，从而实现能效提升目标。

欧盟成员国须在“国家能源与气候变化综合规划”中说明本国节能减排的贡献数值，以及为实现上述目标而采取的措施。另外，治理法规包含了控制和纠正机制，当成员国自愿贡献值总额不够时，这种机制可以确保实现欧盟2030年法律规定的目标。“国家能源与气候变化综合规划”主要包含两部分，一是政策战略部分，二是分析部分。在第一部分“政策战略”中，成员国需要说明和描述其国家的节能减排目标、为达到欧盟目标本国将完成的份额和贡献，以及达成目标所采取的战略与措施。在“分析”部分中，成员国需借助对现有措施的预测和对计划措施的影响评估，阐述能源与气候领域的现状和未来发展情况。

不难看出，无论是能源消费领域和能源生产类型的数据，还是可再生能源的相关数据，规划分析部分对基本能源统计数据的涵盖范围和详细程度都有很高的要求。

[63] 参见欧盟(EU)，2018a
[64] 参见欧盟（EU），2018b
[65] 参见德国2018年年底提交的国家能源和气候综合规划草案（NECP，2018年）

06. 能源统计体系与能源系统其他方面的相互关联

一个国家的能源需求取决于多方面的影响因素。除季节性和天气因素外，人口规模、居住空间总量、家庭数量、机动车保有量及其行驶性能以及经济生产规模与结构也会影响能耗水平。

从分析的角度来看，能源统计体系自身只能有限地阐述能源相关情况，这点尤其涉及到随时间变化的观测特征和结构变化的观测。只有将能源数据与其他影响能源系统的因素结合起来，才能进行可靠的、与能源相关的影响分析。具体而言，应将能源统计数据与经济和人口变化结合起来，或者关联交通与建筑的相关数据。对此，德国联邦统计局掌握着涵盖大量数据的材料，其中包括：

- 人口调查，包括人口水平、结构和变化的数据；
- 按建造年份、房屋类型、居住空间和供热类型以及建造许可和房屋竣工情况对建筑存量进行的调查；
- 对宏观经济的整体核算，包括国内生产总值、部门总增加值或总产值的变化；
- 按部门划分的制造业生产指数；
- 各个能耗部门的能源价格（消费者和生产者价格指数以及绝对价格）；
- 对经济指标的实时核算，包含私人家庭消费支出结构的信息（涉及居住、能源、房屋维修和交通出行的支出信息）。

针对交通，德国汽车交通联邦办事处（KBA）也提供了大量数据。交通领域涵盖广泛的数据材料可在德国联邦交通部每年出版的《交通数据》[66]中获得[67]。

从这些数据中还可推导出整体经济和各行业的能效变化指标，并推导出能耗与经济增长脱钩的情况。

分析供热能耗时，要重点关注地区气候条件对此的影响。德国的建筑供暖能耗占总供热能耗的近30%。居民领域的能源消费中三分之一用于室内供暖，商业、贸易和服务业的室内供暖占总能耗的近50%。涉及以上情况时，除了统计“纯粹的”能耗数据以外，还需调查受温度因素的消耗数据，从而估算出除温度影响外的能耗变化量。在温度影响的估算方法方面，德国主要基于当前度日数与长期度日数平均值之间的比值[68]。德国气象局（DWD）和气象局测量网络的所有站点为上述估算提供必要的数据[69]。

[66] 参见德国经济研究所(DIW，柏林)
[67] 参见ViZ，2019
[68] 度日数是一个供热技术参数，表示供暖期室外温度与室内供暖温度设定值之间的关联。具体来说，度日数等于一定时间段内（月、整个供暖季等）每天室内供暖温度设定值（通常为20摄氏度）和日平均温度之差的和。
[69] 参见德国气象局(DWD)，2019

07. 德国能源统计体系的优势和不足

鉴于大量丰富的官方和半官方统计数据，德国能源统计体系可视为相对“成熟”的体系。《能源统计法》对数据调查所做的法律规定、数据调查过程的透明度，以及数据的公布，这些均是德国能源统计体系的优势所在。除此之外，许多统计不仅有国家层面的数据，也有联邦州层面的数据，这也是德国能源统计体系的强项之一。

《能源统计法》2017年的修订版拓展了须调查收集的数据范围和调查领域（电力和天然气方面加入了对电网和气网运营商的数据采集），因此与前一版相比有了长足的进步。尽管如此，能源统计用户的许多要求仍并未得到满足。德国联邦统计局的工作人员对此表示：“能源生产和使用方面仍然存在信息空缺，包括风电和光伏的发电量，工业电厂每月的发电量。能源需求不断提高的同时，能源使用的情况在统计中却未能完全体现，这主要是因为目前的能源统计一如既往地只主要关注工业领域的用能情况。对私人家庭和公共管理领域开展用能情况调查的建议并未被修订法案采纳，理由是这些领域获取的信息并不足以支撑统计结果。”[70]

这意味着，德国官方能源统计的供给侧比重非常高，在供给侧统计方面也很集中。而分布式运作的能源供应方和能源消费方却并不占据主要位置。从用能部门来看，主要涉及居民、占比小且异质化程度高的商业、贸易和服务业，以及（弱化的）交通领域。从能源类型分类来看，分布式生产和使用的可再生能源方面数据调查虽然有所改进，但却依旧存在薄弱环节。上述用能部门的统计仍需要基于模型进行估算，前面的章节对此已有介绍。

虽然针对各个用能部门和能源类型均存在官方的数据统计，但仍然存在数据采集的“空白”，例如针对调查对象企业有一定的“截止边界”。“生产制造业、采矿业和土方采石业的用能年度调查”仅针对有20名及以上员工数的生产企业。未包含在统计内的商贸和服务业小企业的能耗数据只能通过估算获得。

除去上文指出的薄弱环节，德国能源平衡工作组和可再生能源统计工作组还是成功地提供了充足、有理有据、官方认可并接受的能源平衡数据，这些数据全面体现了德国能源经济结构的情况，也为进一步的分析和对能源经济发展的监测奠定了基础。

[70] 参见Decker/Klumpp，2018

08. 发布和获取统计数据

德国能源统计体系的基本原则是，所有官方数据统计的结果应全部以纸质和/或互联网形式发布，以供公众使用。公众可以通过访问名为GENESIS的数据库[71]，获取联邦统计局的全部统计结果。此数据库不仅提供国家层面，而且提供地方层面的统计数据。只有违反保密义务时，才有权不公布相关统计结果。《联邦统计法》对此的保密规定如下（文本框内容）：

德国能源统计体系的保密办法

原则上，依据《联邦统计法》第16条的规定，应对调查采集的个体数据保密。仅在明确规定的法定例外情况下，才可以（向他人）传输个体数据。须保密的信息包括表单中可对应到相关企业的信息和数据（一级保密）。其中包括含有一家企业或两家企业信息的表格字段（案例数量规定）和一家企业主导统计结果的情况（主导规定）。受保密保护的企业数据含在总数中。为了避免使用计算方法对企业信息进行调查，表单中其他单元格的信息也须保密（二级保密）。

不受限制地公布所有数据的规定也适用于能源平衡工作组[72]及可再生能源统计工作组[73]，因为它们基本不含个体数据。

这项规定不仅适用于主要统计工作（即能源平衡表和可再生能源平衡表），也适用于其他附带的统计工作。这些附带统计结果也应发布，并应可以从相应的主页下载。特别值得一提的是能源平衡工作组定期发布的评估表，这些评估表公布了按能源类型划分的、1990年到当年（当前是2018年）每年一次能耗、能源转换以及终端能源消费领域的数据。

联邦州层面的能源平衡表全文也会定期公布。该表可参见联邦州能源平衡事务委员会（LAK能源平衡表）的网站，网站提供了联邦州层面的全面数据[74]。

此外，能源行业协会本身拥有较为全面的行业数据，并通过网络发布这些数据。概览如下：

- 联邦能源和水行业协会（BDEW）： https://www.bdew.de
- 石油经济协会（MWV）：https://www.mwv.de
- 煤炭进口商协会：https://www.kohlenimporteure.de
- 煤炭经济统计：htpps://www.kohlenstatistik.de
- 德国太阳能协会（BSW-Solar） ：https://www.solarwirtschaft.de

最后，敬请参阅联邦经济和能源部（BMWi）提供的相关能源数据（https://www.bmwi.de），以及联邦环境、自然保护和核安全部（BMU）关于气候保护的相关数据（https://www.bmu.de/）。

71 参阅：https://www-genesis.destatis.de. 相关能源数据可在“能源和水利”主题下找到，代码43。
72 可访问网址： https://www.ag-energiebilanzen.de
73 可访问网址：https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Energie/arbeitsgruppe-erneuerbare-energien-statistik.html
74 网络链接：https://www.lak-energiebilanzen.de/

09. 参考文献

AGEB (2015). Verfahren zur regelmäßigen und aktuellen Ermittlung des Energieverbrauchs in nicht von der amtlichen Statistik erfassten Bereichen. Untersuchung im Auftrag des BMWi, Bearbeitet von den Instituten EEFA (Buttermann, H.G., Baten, T.), ZSW (Musiol, F., Nieder, T.H.) und DBI (Erler, R., Raabe, T.) Münster, Juli 2015.

AGEB (2016). Umsetzung eines Verfahrens zur regelmäßigen und aktuellen Ermittlung des Energieverbrauchs in nicht von der amtlichen Statistik erfassten Bereichen. Untersuchung im Auftrag des BMWi, Bearbeitet von den Instituten EEFA (Buttermann, G., Baten, T.) und ZSW (Nieder, T.H., Schmidt, M.). Münster, September 2016.

AGEB (2019a). Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V., Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2018. Bearbeitet von Dr. Hans-Joachim Ziesing. https://ag-energiebilanzen.de/20-0-Berichte.html. Englische Version: https://ag-energiebilanzen.de/42-1-Annual-Reports.html

AGEB (2019b). Energie in Zahlen – Arbeit und Leistungen der AG Energiebilanzen. Hrsg. Von Hans-Joachim Ziesing, Uwe Maaßen, Michael Nickel et al. Berlin 2019.

AGEB (2019c). Anwendungsbilanzen für die Endenergiesektoren in Deutschland in den Jahren 2013 bis 2017. Studie beauftragt vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Zusammenfassung der Einzelstudien bearbeitet von Hans-Joachim Ziesing. Berlin, Juli 2019. https://ag-energiebilanzen.de/8-0-Anwendungsbilanzen.html

AGEB (2019d). Auswertungstabellen zur Energiebilanz Deutschland. Daten für die Jahre von 1990 bis 2018. Stand: August 2019 (endgültige Ergebnisse bis 2017 und vorläufige Daten für 2018). https://ag-energiebilanzen.de/10-0-Auswertungstabellen.html

AGEE-Stat (o.J.). Konvention zur Bestimmung des Heizwerts der in privaten Haushalten eingesetzten Brennholzsortimente. Verfasst von Michael Memmler (AGEE-Stat), Berlin ohne Datum.

AGEE-Stat (2018a). Entscheidungsvorlage zur Bilanzierung von Holzkohle. Beraten und beschlossen auf der 72. Sitzung der AGEE-Stat, 19./20.02.2018 Berlin.

AGEE-Stat (2018b). Entscheidungsvorlage zur Anpassung der Annahmen bzgl. des Rückbaus von Solarthermieanlagen.: Wärmeerzeugung aus Solarthermie. Beraten und beschlossen auf der 72. Sitzung der AGEE-Stat, 19./20.02.2018 Berlin.

BAFA (2019). Amtliche Mineralöldaten Dezember 2018, Tabelle 9: Aufkommen zum Inlandsverbrauch an Otto- und Dieselkraftstoffen, Dezemberwerte enthalten auch die Jahreswerte). https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/Mineraloel/moel_amtlichedaten_2018_dezember.html

BLE (2017). Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE): Evaluations- und Erfahrungsbericht für das Jahr 2016 – Biomassestrom-Nachhaltigkeitsverordnung, Biokraftstoff-Nachhaltigkeitsverordnung, Bonn, 2017,

https://www.ble.de/DE/Themen/Klima-Energie/Nachhaltige-Biomasseherstellung/Informationsmaterial/informationsmaterial_node.html

BSW (2019). Bundesverband Solarwirtschaft e.V. Statistische Zahlen der deutschen Solarwärmebranche (Solarthermie), Berlin, März 2019. https://www.solarwirtschaft.de

Bundesregierung (2012). Bericht der Bundesregierung über die Entwicklung der Treibhausgasminderung von Biokraftstoffen, über das Biomassepotenzial sowie über die auf dem Kraftstoffmarkt befindlichen Biomethan-Mengen. Deutscher Bundestag, 17. Wahlperiode. Drucksache 17/9621 vom 10.05.2012.

Decker/Klumpp (2018). Decker, J., Klumpp, N., Neuausrichtung der Energiestatistiken: Zwischenbilanz und erste Ergebnisse. In: WISTA Wirtschaft und Statistik. Ausgabe 6/2018, Seite 75 ff.

dena (2018). Kurzstudie – Daten für den Biomethanmarkt – Zusammenstellung und Analyse verfügbarer aktueller Daten sowie rückwirkender Zeitreihen. Autoren: Reinholz, T.; Völler, K. Berlin, Juli 2018.

Destatis (2018b). Pressemitteilung Nr. 12 vom 20.März 2018.

Destatis (2018a). Jahreserhebung über Erzeugung und Verwendung von Wärme sowie über den Betrieb von Wärmenetzen. Qualitätsbericht. Statistisches Bundesamt (Destatis), 2019.

DWD (2019). Deutscher Wetterdienst. Kostenfreie Gradtagzahlen/Gradtage. https://www.dwd.de/DE/leistungen/gtz_kostenfrei/gtz_kostenfrei.html

EU (2008). Verordnung (EG) Nr. 1099/2008 des Europäischen

Parlaments und des Rates vom 22. Oktober 2008 über die Energiestatistik. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/ALL/?uri=CELEX%3A32008R1099

EU (2018a). Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament. Den Europäischen Rat, dem Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss, den Ausschuss der Regionen und die Europäische Investitionsbank. Ein sauberer Planet für alle. Eine Europäische strategische, langfristige Vision für eine wohlhabende, moderne, wettbewerbsfähige und klimaneutrale Wirtschaft. Brüssel, den 28.11.2018 COM(2018) 773 final. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1560755311425&uri=CELEX:52018DC0773

EU (2018b). Verordnung (EU) 2018/1999 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_. 2018.328.01.0001.01.DEU

EU (2019). Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Vereint für Energieunion und Klimaschutz – die Grundlage für eine erfolgreiche Energiewende schaffen. Brüssel, den 18.6.2019. COM(2019) 285 final.

FNR (2018). Rohstoffmonitoring Holz. Mengenmäßige Erfassung und Bilanzierung der Holzverwendung in Deutschland. Autoren: Mantau, U., Dölring, P. (INFRO e.K.); Weimar, H., Gasenapp, S. (Thünen-Institut). FNR, 2018.

Ifeu (2014). ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH. Empfehlungen zur Methodik der kommunalen Treibhausgasbilanzierung für den Energie- und Verkehrssektor in Deutschland. Projekt im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit geförderten Vorhabens „Klimaschutz-Planer – Kommunaler Planungsassistent für Energie und Klimaschutz“. Bearbeiter: Hans Hertle (Projektleitung), Frank Dünnebeil, Caroline Gebauer, Benjamin Gugel, Carsten Heuer, Frank Kutzner, Regine Vogt. Heidelberg, April 2014

ISI/IfE/GfK (2015). Energieverbrauch des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) für die Jahre 2011 bis 2013 in Deutschland für die Jahre 2011 bis 2013. Schlussbericht an das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Lehrstuhl für Energiewirtschaft und Anwendungstechnik (IfE) an der TU München und GfK Marketing Services GmbH & Co. KG. Anschlussauftrag des Forschungsvorhabens 53/09 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Karlsruhe, München. Nürnberg, Februar 2015. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/sondererhebung-zur-nutzung-erneuerbarer-energien-im-gdh-sektor-2011-2013.html

Klima-Bündnis (2019). Klimaschutz-Planer. Ein Instrument, das mehr kann, als ein Emissionsinventar zu erstellen. http://www.klimabuendnis.org/aktivitaeten/projekte/klimaschutz-planer.html

KSP (2018). Klimaschutz-Planer, Kommunaler Planungsassistent für Energie und Klimaschutz, Berechnungsvorschriften für den Klimaschutz-Planer. Gesamtdokument. Klima-Bündnis, ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung, IdE Institut dezentrale Energietechnologien. Frankfurt, Heidelberg, Kassel, o. Datum (2016). https://www.klimaschutz-planer.de/

LAK (2019). Länderarbeitskreis Energiebilanzen. http://www.lak-energiebilanzen.de/

NECP (2018). Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Entwurf des integrierten nationalen Energie- und Klimaplans. Ohne Datum. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Energie/necp.html

RWI/forsa (2015). Erhebung des Energieverbrauchs der privaten Haushalte für die Jahre 2011 – 2013. Rheinisch-Westfälisches Institut für Wirtschaftsforschung (RWI) und forsa Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen GmbH. Forschungsprojekt Nr. 54/09 des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, BMWi. März 2015. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/bericht-erhebung-des-energieverbrauchs-private-haushalte-2011-2013.html

Prognos et al (2019): Evaluierung der Kraft-Wärme-Kopplung – Analysen zur Entwicklung der Kraft-Wärme-Kopplung in einem Energiesystem mit hohem Anteil erneuerbarer Energien. Prognos AG; Fraunhofer IFAM; Öko-Institut; BHKW-Consult; Stiftung Umweltenergierecht. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Berlin, 25. April 2019.

UBA (2011). Bioenergie- Datengrundlagen für die Statistik der erneuerbaren Energien und Emissionsbilanzierung. Materialband zum Workshop vom Juli 2011. http://www.uba.de/uba-info-medien/4252.html

UBA (2016). Umweltbundesamt. Dokumentation 09/2016. Datenquellen und Methodik der

AGEE-Stat-Zeitreihen zur Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland. Stromerzeugung und installierte Leistung. Von M. Walker et al vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) und Sven Schneider et al vom

Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau, November 2016.

ÜNB (2019). Informationsplattform der Übertragungsnetzbetreiber: EEG-Jahresabrechnung 2018. https://www.netztransparenz.de/EEG/Jahresabrechnungen

Veith (2018). Veith, Stefan, Nutzung der Energiestatistiken für Zwecke der Länderenergiebilanzen. Vortrag im Rahmen der 2. Nutzertagung Energiestatistiken. Wiesbaden, 06.09.2018. https://www.lak-energiebilanzen.de/news/

ViZ (2019). Verkehr in Zahlen 2018/2019. Hrsg. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. Bearbeitet von Sabine Radke, Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung. Redaktionsschluss: September 2018. https://www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Artikel/G/verkehr-in-zahlen_2019.html

能源统计相关的德国法律

Energiestatistikgesetz vom 6. März 2017 (EnStatG)
2017年3月6日颁布的《能源统计法》
https://www.gesetze-im-internet.de/enstatg_2017/BJNR039200017.html

Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare- Energien-Gesetz - EEG 2017).
《可再生能源扩展应用法》（《可再生能源法》—EEG ，2017年）
最后一次修订：第五条，2019年5月13日
https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/

Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz - KWKG)
《热电联产保护、现代化改造和扩建法》
（《热电联产法》—KWKG）
https://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/

Gesetz über die Erhebung von Meldungen in der Mineralölwirtschaft (Mineralöldatengesetz - MinÖlDatG)
《石油行业报告数据收集法》
（《石油数据法》- MinÖlDatG）
https://www.gesetze-im-internet.de/min_ldatg/BJNR023530988.html

Gesetz über die Elektrizitäts- und Gasversorgung (Energiewirtschaftsgesetz - EnWG)
《电力和燃气供应法》（《能源经济法》—EnWG）
https://www.gesetze-im-internet.de/enwg_2005/index.html#BJNR197010005BJNE000126118
darin auch Nennung der vielfachen Funktionen und Aufgaben der Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen
其中多次提到德国联邦电力、燃气、通讯、邮政和铁路网络署的多项任务和作用
https://www.bundesnetzagentur.de/cln_121/DE/Home/home_node.html

Marktstammdatenregister (MaStR)
市场主数据目录
https://www.marktstammdatenregister.de/MaStR

德国联邦统计局的质量报告

依据《能源统计法》就单项能源统计信息调查提供了调查范围和调查数据类型的信息：

- abgabe-fluessiggas-j-075.pdf
- abgabemineraloelprodukte-j-071.pdf
- einfuhr-kohle-m-061E.pdf
- elektrizitaets-waermeerzeugung-verarb-gewerbe-bergbau-j-067.pdf
- elektrizitaets-waermeerzeugung-versorgung-m-066k.pdf
- energieverwendung-verarb-gewerbe-bergbau-steine-erden-j-060.pdf
- erzeugung-biokraftstoffe-j-063.pdf
- erzeugung-geothermie-j-062.pdf
- erzeugung-verwendung-waermenetze-j-064.pdf
- gasabsatz-erloese-gasversorgung-j-082.pdf
- gasversorgung-m-068.pdf
- gewinnung-verwendung-abgabe-klaergas-j-073.pdf
- investitionserhebung-unternehmen-gasversorgung-078.pdf
- laufende-wirtschaftsrechnungen-2016.pdf
- mikrozensus-2017.pdf
- stromabsatz-erloese-elektrizitaetsversorgung-j-083.pdf
- stromein-stromausspeisung-netzbetreiber-j-070.pdf
- stromein-stromausspeisung-netzbetreiber-m-066n.pdf
- stromerzeugungsanlagen-2040640177004.pdf

下载链接：
https://www.destatis.de/SiteGlobals/Forms/Suche/ServicesucheBuehne_Formular.html?nn=2110&resourceId=2416&input_=2110&pageLocale=de&templateQueryString=Qualit%C3%A4tsberichte&submit.x=0&submit.y=0

德国国际合作机构（GIZ）