Sino-German Urbanisation Partnership

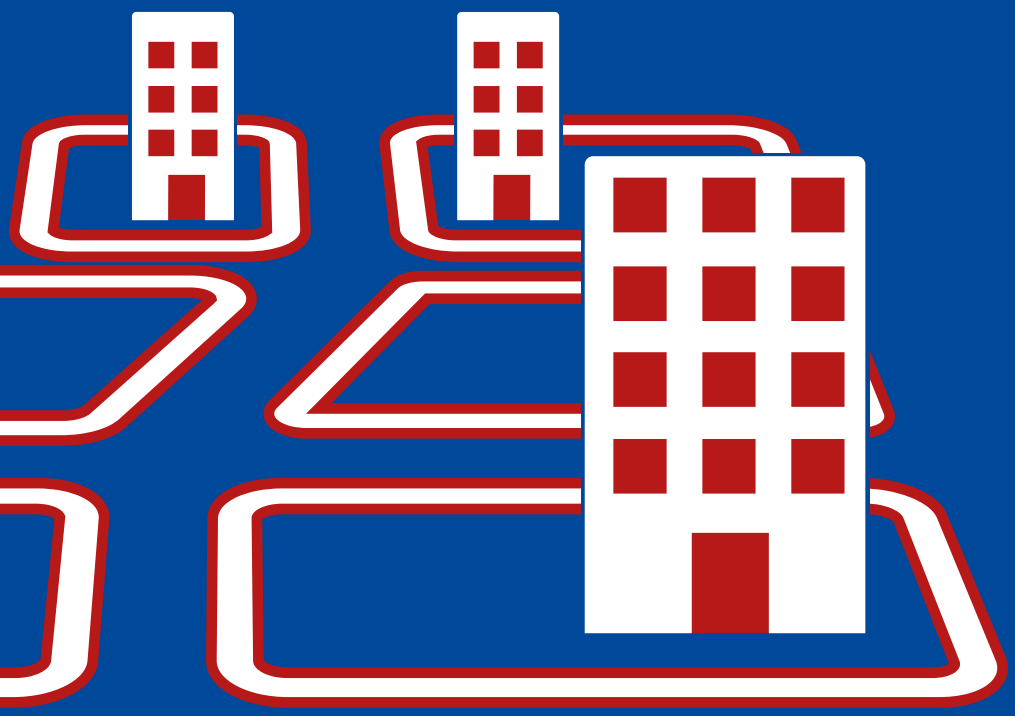
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

代表:

联邦环境、自然保护和核安全部

德意志联邦共和国

产能建筑和产能社区



要旨论文#1

Sino-German Urbanisation Partnership

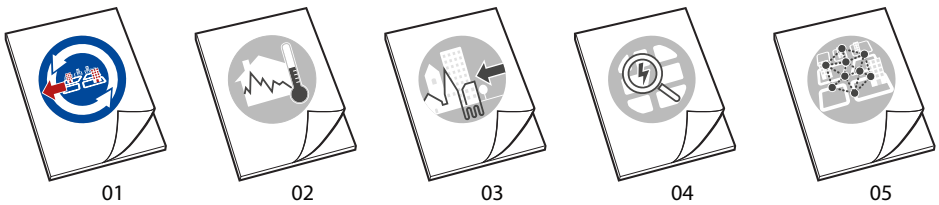
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

代表:

联邦环境、
自然保护和核安全部

德意志联邦共和国

本文是五篇关于建筑和城市领域当前新兴主题的要旨论文之一，重点关注能源效率和适应能力。此要旨论文是在中德城镇化伙伴关系框架下撰写的，它们作为后续工作的基础，涵盖以下主题：



01 城市更新中建筑和街区的节能改造

02 产能建筑和产能街区

03 转型的城市

04 城市气候风险管理

05 街区的城市更新

编制单位

BUROHAPPOLD ENGINEERING

Happold Ingenieurbüro 有限公司
地址：Pfalzburger Straße 43-44
邮编 10717 Berlin柏林, Germany德国

目录

1. 背景 10

1.1 德国通向产能房和产能社区的道路 10
1.2 实施产能房标准的技术 11

2. 监管框架 13

2.1 从WSVO到ENEV: 德国建筑能源标准的演变 13
2.2 提升目标 – 产能房的定义和标准 14

3. 财政激励和补助 15

3.1 产能房住宅研究和开发的补贴计划 15
3.2 德国复兴信贷银行KFW对产能房的节能标准和潜力 15
3.3 州政府和商业银行的资金补贴 16

4. 最佳实践 17

4.1 柏林EFFICIENCY HOUSE PLUS 17
4.2 法兰克福AKTIV-STADTHAUS 18
4.3 巴伐利亚州，维尔德波尔茨里德镇 19

5. 新趋势 21

5.1 在产能社区整合智能微电网 21
5.2 通向碳中和的建筑领域 – 建造能源和二氧化碳评估 21

6. 讨论 23

7. 参考文献 24

图表

图01：产能房的支柱（基于弗劳恩霍夫建筑物理研究所；
BMWI, 2016, 由BUROHAPPOLD公司修改） 11
图02：欧盟和德国对于建筑节能的立法（基于弗劳恩霍夫建筑物理研究所；
BMWI, 2016, 由BUROHAPPOLD公司修改） 13
图03：KFW对于现状建筑和新建建筑的节能房标准 15
图04：EFFICIENCY HOUSE PLUS，柏林夏洛滕堡区一个独栋示范住宅
© SEBASTIAN RITTAU 17
图05：法兰克福的住宅发展ACTIVE-HOUSE ©2019 GOOGLE, MAP DATA
©2019 GEOBASIS-DE/BKG (©2009), GOOGLE 18
图06：巴伐利亚州，维尔德波尔茨里德镇是一个产能镇，它生产超过其需求500%
© RICHARD MAYER 19

缩写

BMU	德国联邦环境、自然保护和核安全部
BMWi	德国联邦经济事务和能源部
CHP plants	热电联产
DGNB	德国可持续建筑委员会 (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)
EEG	德国可再生能源法案 (Erneuerbare Energien Gesetz)
EEWärmeG	德国可再生能源供暖法案 (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz)
EnEG	德国能源保护法案 (Energieeinsparungsgesetz)
EnEV	德国节能规范 (Energieeinsparverordnung)
EPBD 2010	欧盟建筑能效指令2010
EU	欧盟
GEG	建筑能源法 (Gebäudeenergiegesetz)
GHG	温室气体
KfW	德国复兴信贷银行（德国政府拥有的发展银行）
kWh	千瓦时
nZEB	近零能耗建筑
PV	光伏
WIR-2020	维尔德波尔茨里德镇创新指南 （维尔德波尔茨里德镇-创新-指南）
WSVO	德国保温条例 (Wärmeschutzverordnung)

0. 内容摘要

德国建筑行业排放约占本国温室气体（GHG）排放总量的三分之一，占能源消耗总量的40%。建筑标准的不断改进，被认为是减少温室气体排放的关键因素，特别是在房屋的运营阶段。近年来，已经开发出几种大大提高建筑物保温性能的房屋形式，众所周知的例子是被动式节能房、近零能耗建筑（nZEB）以及产能房，产能房是高能效建造标准发展趋势下，下一个志向高远的目标。

2011年，德国联邦交通、建筑及城市事务部公布了产能房的第一个定义和主要属性：年度一次能源需求以及年度能源需求必须小于0kWh/m²。评估产能房的一个重要特征是它与“节能规范”（EnEV）所要求的计算方法不同，后者是德国目前关于建筑物能源性能的规定，2014/2016年最新修订。EnEV规定的参数仅针对建筑物本体，而对于产能房来说，则要考虑完整的建筑用地。比如由地热系统产生的能量也要被考虑在内。与被动房类似，产能房要求高性能的保温隔热外围护结构以确保建筑物能效最大化。此外，通过集合高能效的家用电器、创建低温加热系统、缩短加热和通风系统的运作时间等，来最大限度地减少能源需求。

推广产能房标准的道路上，需要创建适当的立法框架条件，现有的标准没有考虑这方面的需求。上述节能规范EnEV建立在1977年的“保温条例”（WSVO）基础之上。WSVO的核心是建立一个监管框架，以减少供暖系统的石油消耗。WSVO在1984年和1995年分别修订了两次，　　于2002年被第一个节能规范EnEV取而代之，进而产生了2014年的现行标准。2002年的第一个EnEV是为了实现德国政府根据京都议定书对气候保护的目标而制定的。目前EnEV的焦点目标是至2050年，实现存量建筑的气候中立。与仅关注建造措施的前WSVO相比，EnEV将技术设备和初级能源需求纳入规范。由于产能房可能有多余的能量输送到公共电网，另一项可再生能源法（EnEG）和可再生能源法案（EEG-Levy），对此做出了相应的规定。联邦政府已经实施了EEG-Levy，用以激励可再生能源系统的安装使用，可再生能源系统的所有者可以获得事先确定的经济补偿。

尽管如此，产能房仍然是一个例外，大多数都是作为试点项目实施的。虽然德国复兴信贷银行（KfW）提供的计划可以用来支持产能房建设，但目前还没有一个专门用于支持其建设的方案。此外，大多数已实现的项目都是独栋建筑。然而在建造住宅区或同时建造多个住房单元的公寓楼群时，可以更好的实现产能房的最大潜力，初始的建设成本得以降低，单元之间可以相互支持，剩余能量还能输送到分散的电网中。例如法兰克福的Wildpoldsried或Active-House项目，既可以在乡村也可以在高建筑密度的城市环境中实施。

关于减少温室气体排放，对于产能房来说一次能源消耗仍然是指导原则，在目前的规范中没有考虑具体能源消耗。虽然一些自愿性的可持续性认证方案中（包括全生命周期方法）有所涉及，但需要对温室气体排放的强制性标准进行范式变更。所以应考虑包括建筑材料生产中的污染排放、材料回收的潜力以及建造过程中涉及的运输和物流能耗，并在2050年之前实现对无碳建筑行业的承诺。

1. 背景

德国建筑行业排放约占本国温室气体（GHG）排放总量的三分之一，占能源消耗总量的40%。最大限度地减少建筑行业的排放量是德国联邦政府气候战略的一个重要支柱，目标是到2050年实现碳中和。建筑标准的不断改进，被认为是减少温室气体排放的关键因素。产能房作为能源的产销者（能源的生产者和消费者）[1]，可以引领通向未来建筑的道路，并推动当前建筑标准的提高。虽然产能房可能不会大规模建造，但它的市场价值在于可能会触发几种创新的技术解决方案。

1.1 德国通向产能房和产能社区的道路

在过去十年中，已经制定、实施并逐步改进了许多低能耗建筑的新标准，一个众所周知的例子是被动式节能房。被动式房屋每年最大的一次能源需求为120千瓦时/平方米，包括所有家用电器。建筑围护结构的保温性能最大化，热平衡得到优化，同时通过高气密性和集成的热回收系统降低了通风时的热损耗。

低能耗建筑的另一个选择是近零能耗建筑（nZEB）。正如其名，nZEB的一次能源需求接近或等于零，并使用可再生能源覆盖剩余需求。欧盟（EU）成员国必须到2019年在所有公共建筑，到2021年在私人建筑上实施nZEB标准。随着建筑物能源性能的提高，欧盟希望最大限度地减少其成员国的碳排放，以实现欧盟的气候目标。在德国，欧盟建筑能效指令（EPBD 2010）的规定，将促使将现有的建筑能源性能法规与此单一法令相结合，被称为建筑能源法（GEG）。

产能房则是高能效建造发展下，下一个志向高远的步骤。按标准建造的建筑物，可视为智能，分散的能源发电厂。 它们产生的能量超过了它们每年所需的能量，将多余的能量输送回电网，或者将其用于其他部门，例如：电子迁移率。 2011年，该标准的第一个定义和主要属性由当时的联邦运输，建筑和城市发展部公布。 从那时起，他们逐渐完善。一般而言，以下内容适用于所有Plus Energy建筑：年度一次能源需求以及年末能源需求必须低于每年0 kWh /m²。[2]

通过在社区和街区内形成智能、分散的网络，可以实现产能房的最大潜力。在这里，独栋建筑物和建筑地块在高峰需求或供应瓶颈期间，可以产生能量并相互支持。虽然目前产能房的研究重点是新建筑，但现有结构也已经可以成功更新（例如，位于新乌尔姆Neu-Ulm的20世纪30年代的多户住宅）。[3]

评估产能房的一个重要特征是它与“节能规范”（EnEV）所要求的计算方法不同，后者是德国目前的建筑物能源性能的规定，最新修订于2014/2016年。在EnEV中，指导审核的参数仅为建筑物的足迹，而对于产能房来说，则要考虑完整的建筑用地。所以，所需能源的能量不是直接以建筑物来衡量，而是以建筑物所在的完整场地，例如， 把地热能系统或风力涡轮机也要考虑进去。 对于按照产能房标准建造的建筑物，可以结合使用节能建筑围护结构，和现场生成可再生能源的不同技术。此外，通过建筑物产生的能源盈余，可以用于其他不同的目的。

1 BMWi (2016): Was ist ein „Prosumer“? In: Energiewende direkt. 22.03.2016. Source: https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2016/06/Meldung/direkt-erklaert.html
2 BMU (2016): Wege zum Effizienzhaus Plus. Source: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bauen/energieeffizienzhaus-plus.pdf;jsessionid=3C76675F0394565393EEE2D70A389EE9.2_cid287?__blob=publicationFile&v=1
3 Siegele, Claudia (2018): Monitoring zweier Plus-Energie-Sanierungen in Neu-Ulm. Das große Versprechen. In: db-Metamorphose, db 06/2018. Source: https://www.db-bauzeitung.de/db-metamorphose/energetisch-sanieren-effizienzhaus/

图01：产能房的支柱（基于弗劳恩霍夫建筑物理研究所；BMWi, 2016, 由BuroHappold公司修改）

1.2 实施产能房标准的技术

在产能房的规划过程中，要考虑气候条件以及建筑工地当地的特殊性。在设计过程的早期阶段，通过设计和施工措施可以大量节省今后的供暖和冷却需求。一系列措施被纳入考虑范围，包括紧凑的建筑设计，支持PV或太阳能热系统安装的屋顶，以及通过朝南的建筑立面、朝南的窗户优化被动的太阳能增益。此外，一些平面布局也可以促进被动节能。例如，通过减小热量需求不同的房间之间的墙壁表面积，可以显着降低热传导的损失。设计产能房的另一个重要方面是需要考虑足够的建筑服务空间。建筑服务的定位需要有策略性，要实现尽量短的管道布线，最大限度地减少热量损失。[4]

与被动房类似，产能房要通过创建高性能隔热的建筑外壳，来最大化建筑物的能源效率。通过建筑围护结构减少热传递损失，构成了整体节能的基础。在过去的几十年中，德国能源法规和技术的逐步改进，已经产生了外墙保温隔热的有效标准。通过避免热传递，并确保紧凑、密闭的建筑围护结构，可以实现额外的节能效应。虽然窗户的保温性能逐渐得到改善，但它们仍然是建筑围护结构部件中的薄弱环节。尽管如此，通过精心规划的建筑物朝向，

4 BMU (2016): Wege zum Effizienzhaus Plus.

窗户还可以获得大量的太阳能增益，并由此补偿其初始热传导的热量损失。[5]

在产能房中最小化能源需求的另一个方面，是高端技术的整合。通过集合节能的家用电器、创建低温加热系统、缩短加热和通风系统的运作时间等，来最大限度地减少能源需求。其他措施包括通风和废水处理中的热回收，以及高效的室内照明等因素也应该给予考量。

由此，产能房可以将能耗降至最低。最终的能源需求由主动和被动系统的组合所覆盖。可再生能源的主动措施主要是可再生能源的产生，例如：

- 太阳能热能系统（水加热）
- 光伏（PV）系统，其模块由光伏电池组成，通过阳光的效用释放电子来发电
- 风力发电厂，将旋转风力涡轮机的动能转换为电力
- 地热能和热泵系统
- 热电联产（CHP）为住房单元或地区的分散系统，同时产生电力和热量，同时通过短途运输方式最大限度地减少能源损失
- 构建自动化系统，管理、优化和监控产能房中集成的技术设备的所有流程

与主动技术相比，被动方案不需要实施其他技术、智能设备或额外使用能源。 达到能源收益效果的被动措施包括：

- 热回收系统，利用通风系统对过量热能、废热或废水处理的潜力
- 夜间冷却，利用夜间较冷空气自然冷却室内空间和储热空间
- 利用风塔，是源自较热地区的传统冷却方式，通过烟囱效应将冷的外部空气带入建筑物
- 通过外墙的设计措施，被动地获得太阳能

由于低能耗或能源供应峰值（例如由于风或太阳条件的变化），现场产生的过剩能量不会立即被建筑物本身所需要，因此可以反馈到电网或通过能源储存技术。这将增加建筑物的能源独立性，在供应瓶颈或不稳定期间限制电力、加热/冷却。 储能技术包括：

- 热能储存系统，例如通过储冰箱在冬季利用热泵系统提供热量，在夏季通过冷却能量提供热量，或通过热水储存罐，储存和分配由外部热源加热的热水
- 利用电池存储系统，例如存储通过光伏系统或风能系统产生的电力，在没有阳光或风的时期，在短时间（几小时到几天）或长期（几周到几个月）内提供电力[6]

5 BMU (2016): Wege zum Effizienzhaus Plus.
6 WSGreen Technologies (2018): Plusenergiegebäude in China. Status Quo & Entwicklungsmöglichkeiten. Stuttgart.

2. 监管框架

广泛传播产能房的道路需要建立适当的法律框架条件。现有的建筑规范，例如德国的节能规范（EnEV）或可再生能源供暖法案（EEWärmeG）并未特别考虑产能标准，只为节能设计提供了参照。尽管如此，虽然产能房因其出色的能源性能而超出了当前的要求，但它们还是需要最新的德国建筑规范。

2.1 从WSVO到EnEV:德国建筑能源标准的演变

德国对建筑物的保温法规源自1977年的“保温条例”（WSVO）。它应对20世纪70年代的石油危机，希望增加能源独立性，减少能源进口。 因此，WSVO的主旨是建立一个监管框架，以减少供暖系统的石油消耗。 1976年，自那时起“能源保护法案”（EnEG）颁布，并多次进行修订。今天，EnEG规定了建筑物能效的一般要求，作为联邦政府保证建筑物保温性能的法规。

WSVO在1984年和1995年修订了两次，取而代之的是2002年的第一个节能规范EnEV。2002年的第一个EnEV是为了实现德国政府根据京都议定书对气候保护的目标而制定的。EnEV颁布后，已经过数次修订，当前的版本是2014/16，并且也已经融入了联邦政府至2050年实现已建建筑气候中立的相关规定。

WSVO只关注建筑的建造措施。相比之下，EnEV在评估建筑物的能源性能时包括技术设备和一次能源需求。 目前的法规要求新建（住宅）建筑的一次能源需求与类似类型、朝向和几何形状的参考建筑相比仅为75%，并且是根据与外围结构和建筑服务相关的具体规定建造的。[1]

图02：欧盟和德国对于建筑节能的立法（基于弗劳恩霍夫建筑物理研究所；BMWi, 2016, 由BuroHappold公司修改）

1 Federal Government of Germany (2015): Energieeinsparverordnung. Source: http://www.gesetze-im-internet.de/enev_2007/index.html

德国建筑能源绩效的总体框架基于2010年欧盟的EPBD的规定。EnEV实施其指导方针和规定，调整建筑物年度一次能源需求和能源传输热损失的限值。然后在特定技术标准中进一步规定一次能源需求的评估，例如德国工业标准DIN V 18599（或DIN V4108-6，结合DIN V4701-10用于住宅建筑）。

除EnEV外，德国的新建筑也必须符合可再生能源供暖法案（EEWärmeG）。通过这一规定，建筑业主需要从可再生能源中获取一定量的热量，具体取决于基础技术（见图02）。 由于产能房可能有多余的能量反馈到电网中，另一项法规，即所谓的可再生能源法案（EEG-Levy），将会开辟出更多的可能性。联邦政府已经实施了EEG-Levy，以激励可再生能源系统的安装。通过EEG-Levy，可再生能源系统的所有者可以获得事先确定的经济补偿。[2]

欧盟EPBD 2010的实施要求引入零能耗建筑（nZEB）标准，现有的建筑能源标准计划在新的建筑能源法（GEG）中合并。 这个新法规目前尚未公开，到2018年底，联邦政府将达成共识。但是，目前该法仍处于起草阶段。2017年1月的初稿（GEG 1.0）将公共建筑的零能耗建筑nZEB标准定义为，至少满足德国复兴信贷银行KfW 55等级的节能房，这在成本效益方面受到批评，而不能用于实施。第二稿（GEG 2.0 - 2018年11月1日）主要基于现有的2016版节能规范EnEV中定义的法规和建筑标准。然而，nZEB对德国的定义仍有待讨论，应在2016年1月被正式通过并采用。[3]

2.2 提升目标 – 产能房的定义和标准

对于产能房的评估，联邦政府规定了除EnEV要求的标准计算外，应用的指导原则。根据这一规定，当年度一次能源需求和年度最终能源需求均为负时（$\Sigma Qp < 0$ kWh/m² 并且 $\Sigma Qe < 0$ kWh/m² 每年），就达到了产能房的标准。 此外，相应的建筑物必须符合EnEV的所有其他规定。[4]

对EnEV标准计算的最重要修改，是对于被评估的建筑边界的改变。在EnEV的标准计算过程中，只是把建筑物本身的占地区域用作边界。但对于产能房，整个建筑物的地块都用于性能计算。通过评估完整的地块，现场产生的可再生能源（例如热泵、风力涡轮机等）也包括在评估中。如果多个建筑物位于单个地块上，则可再生能源产生的能源总份额，将按其总实际面积的比例，分配给相应的建筑物。
此外，所有使用的电器都需要达到最节能等级（根据1997年“能耗标签条例”，A ++或更高）。此外，它们还需要集成智能监测系统。最后，除了年度一次能源需求和年度最终能源需求之外，现场可再生能源产生的能源与建筑物消耗的能源相比，必须根据EnEV中规定的月度计算，显示在总量余额中。[5]

2 Bundesnetzagentur (2018): EEG-Umlage. Was ist die EEG-Umlage und wie funktioniert sie? Source: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/FAQs/DE/Sachgebiete/Energie/Verbraucher/Energielexikon/EEGUmlage.html
3 Karwatzi, Jan (2018): Zusammenfassung zum Entwurf des Gebäudeenergiegesetzes (GEG). Source: http://www.oekozentrum-nrw.de/fileadmin/Medienablage/PDF-Dokumente/181125_Zusammenfassung_GEG-Entwurf.pdf
4 BMUB (2016): Wege zum Effizienzhaus Plus.
5 BMUB (2016): Wege zum Effizienzhaus Plus.

3. 财政激励和补助

与符合EnEV最低要求的标准建筑相比，由于更高的技术规格，建造产能房可能会更昂贵。尤其对于独栋的私人建筑而言。目前，没有专门支持产能房建设的计划。 联邦政府的产能房计划重点主要关注几个试验房的建设和研究。然而，想要实现标准的项目，可以参照现有的节能建筑财政补贴计划，但不会获得进一步的更多资金。目前，资金计划由联邦政府、国有开发银行德国复兴信贷银行（KfW）提供，州政府和私人银行也提供专门的融资计划。

3.1 产能房住宅研究和开发的补贴计划

2011年，德国联邦政府推出了节能房Plus计划（Efficiency House Plus Programme），以支持产能房及其基础技术的研究和开发。该计划为整个德国37个达到产能房标准的独立住宅项目实施提供了经济援助。受到支持和监控的建筑类型包括独栋的单户住宅和多层公寓楼。该计划旨在独立开发和优化多种技术，并以不同的设计、参考地方特征来灵活实施。

这些项目由弗劳恩霍夫建筑物理研究所进行跟踪。研究计划分析了规划和建设过程，包括对后续运营阶段的监测。 最初的重点是建造不同规模的新住宅楼，该计划的下一阶段目标是教育设施。[1]

3.2 德国复兴信贷银行KfW对产能房的节能标准和潜力

KfW为新建筑以及符合预定标准的现状建筑，提供贷款或赠款形式的财政补贴。建筑物分为许多不同的类别，即所谓的节能房屋标准，它同时区分现状建筑的翻新和新建筑。

KfW的节能房屋类别，基于建筑物的年度一次能源需求和热传导损耗。例如，KfW的节能房屋标准40，意味着相应的建筑物应该仅消耗EnEV所预定义的最低能耗要求40%的能源需求，才有资格获得贷款或补助。KfW的节能房屋类别分为KfW 40、KfW 40 Plus，新建建筑的KfW 55，以及KfW 55、KfW 70、KfW 85、KfW 100和建筑翻新的KfW 115。当一个项目符合条件时，根据其符合的节能类别，KfW会提供低息贷款，并提供还款津贴。

KfW 40 Plus类别目前是KfW最高的节能标准，也为私人住宅建筑提供最高的补贴金额。Plus类别的要求增加，其中对能量存储提出了要求。尽管如此，

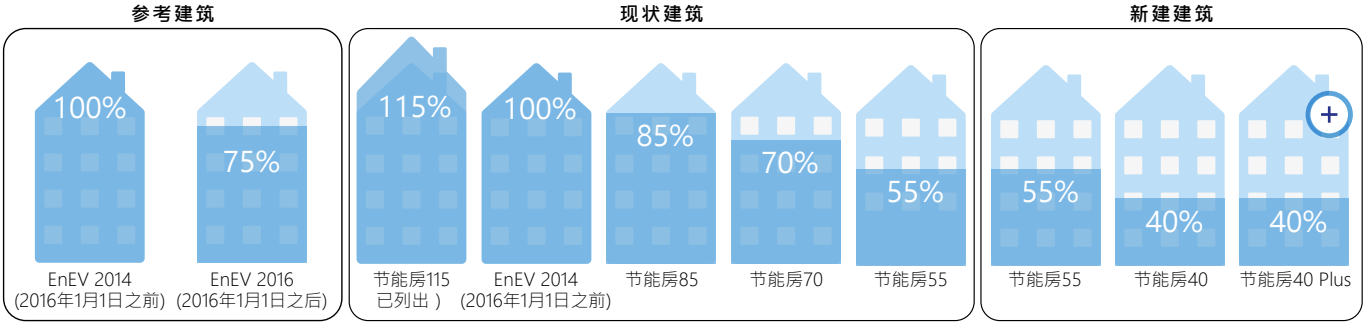


图03：KfW对于现状建筑和新建建筑的节能房标准

1 BMUB (2016): Wege zum Effizienzhaus Plus.

德国联邦环保部在产能房领域的定义和标准，到目前为止甚至还超过了KfW的要求。不管怎样，希望获得经济援助的业主可以将KfW的各项补贴结合使用。

除了节能房计划，KfW还提供专门针对可再生能源系统和融入能源存储技术的计划。例如，KfW的可再生能源计划发放用于整合可再生能源技术的贷款，例如，热泵、热电联产、风力或光伏系统。[2] 另一个KfW计划支持将电池存储技术与PV系统相结合。[3] KfW的BMU-环境创新计划旨在实现环境的可持续性。中小企业和地方政府可以在施工过程中申请废物预防、空气污染控制和可持续建筑材料利用的资金补贴。此外，该计划还在资金上支持减少废水产生、可持续交通和其他环境保护措施。虽然该计划并未专门针对产能房，但也可以补贴符合该计划标准的新建筑或翻新建筑的具体措施。[4]

3.3 州政府和商业银行的资金补贴

除了德国复兴信贷银行和联邦政府的资金支持外，还有州政府或州开发银行的专项补贴。 例如，柏林的一个计划支持住宅建筑的节能翻新，而黑森州的一个计划则补贴出租房屋建设和装修的能源效率。这些州的方案中，除了环境方面外，区域协调通常也具有高度重要性。 此外，欧盟也提供针对建筑物能源性能的专门计划。[5]

除公共实体外，一些商业银行（如UmweltBank，GLS-Bank，EthikBank）发放针对可持续建筑的低息贷款。所谓的“绿色银行”将其生意建立在道德和生态可持续投资的基础之上。贷款可用于建造新建筑物，以及现有建筑的翻新，目标都是更高的能效标准。要获得补贴，项目需要满足一定要求。例如，项目必须符合预定义的最低能效标准，整合可再生能源系统用于供暖和热水，和/或在建筑施工中使用具有高生态标准的可持续建筑材料。最终，利率的确定与建筑项目的目标相对应。私人银行发行的几项补贴也可以与KfW的其他融资方案相结合，这些取决于具体的应用要求。

2 KfW (2018): Merkblatt Erneuerbare Energien – KfW-Programm Erneuerbare Energien „Standard“ (270). Source: https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000000178-Merkblatt-270-274.pdf
3 KfW (2018): Merkblatt Erneuerbare Energien – KfW-Programm Erneuerbare Energien “Speicher” (275). Source: https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000002700_M_275_Speicher.pdf
4 KfW (2018): Merkblatt Innovativer Umweltschutz in Unternehmen – BMU-Umweltinnovationsprogramm (230). Source: https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000000279-Merkblatt-BMU-UIP-230.pdf
5 WSGreen Technologies (2018): Plusenergiegebäude in China. Status Quo & Entwicklungsmöglichkeiten.

4. 最佳实践

案例分析

4.1 柏林Efficiency House Plus

图04：Efficiency House Plus，柏林夏洛滕堡区一个独栋示范住宅 © Sebastian Rittau

Efficiency House Plus（见图04）是柏林的一个独栋家庭住宅，由斯图加特的Werner　Sobek自2010年至2011年完成设计。这是一个由德国联邦政府资助的试点项目，及其在产能房领域的专项研究项目。最初该建筑被规划为家庭独栋住宅，建筑面积为130平方米。建筑的概念设定它会产生比一个家庭在一年内需要的更多能量，并利用剩余的能量来驱动电动交通工具。两个四口之家在那里生活了大约一年，并记录了他们的居住经历，即结束了第一个试验阶段。如今，该建筑被用作节能建筑和电动交通的信息和活动中心。

除了设定能效和整体保温性能的最高标准外，产能房还被设计为试点项目结束后未来拆除的临时建筑。所以，该建筑还考虑了循环经济的原则。建筑物的所有组件都可以解构、回收或重复使用。为了实现建筑物的声音解构过程，使用了各种螺栓、环扣连接。通过考虑建筑物的整个生命周期，通过在早期规划阶段考虑所需的能量，提高了节能性能。

建筑物的外围是木框架结构。外墙和屋顶由木纤维高度保温隔热。在安装楼层，光纤面板时安装额外的隔热和隔音。在西南立面，安装薄膜光伏组件用于发电。西北和东南的立面都是三层玻璃，在玻璃之间填充惰性气体，以确保不会浪费热量。玻璃窗前部的某些部分可以通过落地式立面元素打开。[1]

产能房由中央供暖设施供暖 - 空气/水 - 热泵，也为建筑提供热水。房间通过地暖系统加热。新鲜空气通风由机械系统提供，包括高效的热回收设施。产能房的核心是一个自动化的能源管理系统，收集和分析建筑数据，以及将天气预报和其他外部数据整合到评估中。自动化系统执行关于建筑物用户的供暖需求和能量消耗的监控过程。最终，自动化系统优化了整个建筑的能量流，包括低压光伏、公共电网、电动汽车以及热电储存设备。此外，用户可以通过移动应用程序或预安装的触摸板手动控制能量流。尽管自动化过程占很大比例，但用户仍然能够掌控建筑的系统。

集成缓冲电池存储由PV系统产生的多余能量，并确保在供应瓶颈或峰值需求期间可以得以利用。该电池的存储容量约为40千瓦时，由七千多个单电池组成。除了电池存储，多余的电力用于为建筑物用户的电动汽车充电。　在夜间，汽车从电池存储器获得电力。充电系统由集成电池管理系统提供支持，可通过移动应用程序轻松控制。

1　BMUB (2016): Wege zum Effizienzhaus Plus.

4.2 法兰克福Aktiv-Stadthaus

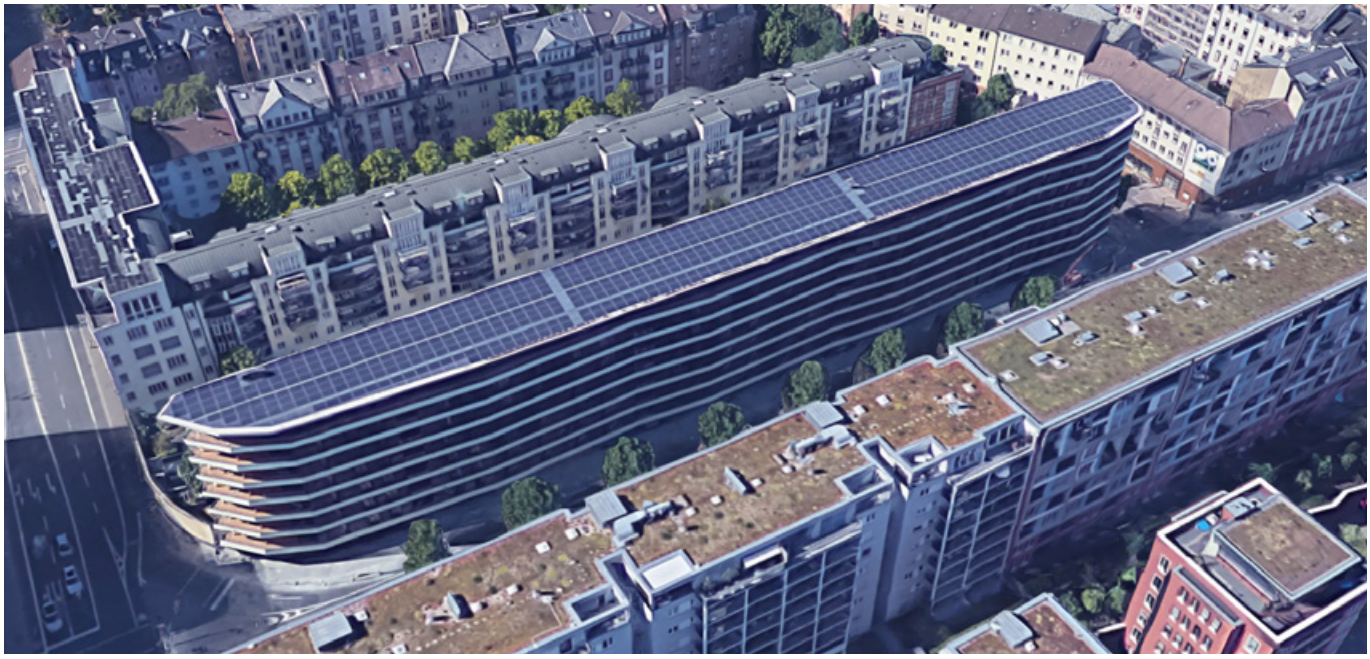


图05：法兰克福的住宅发展Active-House ©2019 Google, Map data ©2019 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google

所谓的能动的城市房（Active-Urban House）是一栋位于法兰克福的产能多层建筑，由卡塞尔市的HHS Planer + Architekten设计。该建筑的设计意图，是将独栋产能房住宅的最新创新技术，应用于大型公寓楼中，并确定其可行性。这座8层高，150米长，9米宽的建筑建在一个以前被认为不适合住宅开发的地块上，此地块曾用作停车位。能动的城市房共有74间公寓，还有两间商店和一个电动车共享站。它是德国联邦环保部BMU的未来建筑研究计划和联邦建筑与区域规划办公室（BBR）计划的一部分。其资金来自未来建筑计划，资金也用于建筑物能耗的相关研究。1

能动的城市房的核心是优化的建筑围护结构、屋顶上的高效光伏系统和外墙，以及建筑物地下室的储能设备。 此外，热泵从废水中产生热量，用于加热水和室内供暖。供暖和热水以及所有其他与能源相关的功能都基于电力。如果电力系统发生故障，140千瓦的燃气冷凝锅炉就会发挥作用。房屋拥有分散式通风系统，每个公寓单独通风，这也是建筑设计概念的一部分。

实现产能标准的关键是使用太阳能。屋顶区域以及东南立面的部分区域覆盖有单晶PV模块。 屋顶上的770个高效模块，达到250兆瓦时，产生迄今为止最大的电力输出。350个建筑立面模块，输出功率为55兆瓦时，为电力生产提供了补充。在地下室安装了一个容量为250千瓦时的磷酸铁锂电池用于储能。在能量过剩的情况下，能量存储装置能够被充电。如果在电池已满时仍继续产生电力，则产生的能量将被重新定向到能动的城市房自带的电动汽车充电站。 如果还有过剩的剩余电量，则会反馈给公共电网。2

分析、监控和评估住户的行为模式的结果，也是能动的城市房项目的重要组成部分。为了此目的，诸如德国史太白国际技术转移机构的能源、建筑和太阳能技术中心，以及达姆施塔特工业大学等合作伙伴，正在论证并评估该方案的有效性。此外，融入在每个住宅中的触摸板，可以用作居民和融入的技术之间的接口。住户可以利用这些面板，来跟踪他们的光伏系统的能耗和电力输出。此外，为了鼓励住户的节能行为，他们能够在个人能源消耗排名中与其他居民竞争。 3

1 Schoof, Jakob (2015): Die Zukunft des Wohnens? Aktiv-Stadthaus in Frankfurt. In: Detail, München. Source: https://www.detail.de/artikel/die-zukunft-des-wohnens-aktiv-stadthaus-in-frankfurt-13636/
2 Baunetz Wissen (2018) Aktiv-Stadthaus in Frankfurt am Main. Deutschlands erster Geschosswohnungsbau mit Effizienzhaus Plus-Standard. Source: https://www.baunetzwissen.de/elektro/objekte/wohnen/aktiv-stadthaus-in-frankfurt-am-main-4702961
3 Schoof, Jakob (2015): Die Zukunft des Wohnens? Aktiv-Stadthaus in Frankfurt.

4.3 巴伐利亚州，维尔德波尔茨里德镇

图06：巴伐利亚州，维尔德波尔茨里德镇是一个产能镇，它生产超过其需求500% © Richard Mayer

位于巴伐利亚州的维尔德波尔茨里德镇，是德国第一个完全脱离电网，并且能够产生比运营所需能量多500%能源的城镇。此外，其人均温室气体排放量是德国总体平均水平的一半。这是通过稳定和多样化的微电网来实现的，微电网由多种可再生能源组成。

维尔德波尔茨里德镇的可再生能源包括11个风力涡轮机，一个以当地农民生物垃圾为来源的生物质能发电设施，3个小型水电系统和超过2,100平方米的太阳热能集热系统。[1] 这些使该镇及其2,600名居民完全独立于电网。社区还从剩余能源的销售中获利，能源反馈到电网中，他们正引领德国定居点可再生能源转型的道路。

维尔德波尔茨里德镇对可持续能源的承诺始于1999年，当时镇议会制定了一份名为维尔德波尔茨里德镇 – 创新指南（WIR-2020，或称为维尔德波尔茨里德镇创新表率）的文件。该文件着眼于该镇如何鼓励经济持续增长，同时投资新的公共设施而不产生债务。维尔德波尔茨里德镇的可持续方案基于三个支柱：

- 可再生能源的产生和对节能的承诺
- 发展绿色建筑，利用生态可持续建筑材料，重点关注新建筑的木结构应用
- 水资源保护和生态废水处理。[2]

维尔德波尔茨里德镇实现能源独立的第一步，是开发风能项目，这由几位忠实的居民支持。该镇公民集资占总投资额约220万欧元的25%，巴伐利亚州政府资助了十万欧元，而最大投资份额是通过与薪酬担保挂钩的贷款组成。在第一个项目之后不久，计划获得了动力，并在2002年建立了第二个风电场，并得到了居民的广泛认可。

WIR-2020愿景中提出的目标已于2013年实现。今天，维尔德波尔茨里德镇可以被视为一个能源独立社区的旗舰项目。该项目中的方案将扩大到人口数量更多的城市，或其他城镇或地区。虽然维尔德波尔茨里德镇的WIR-2020方案获得了广泛的成功，但该镇的愿景仍在不断再开发中。例如，电动汽车当前正在维尔德波尔茨里德镇获得重视，当地行政服务机构已经实

1 Gemeinde Wildpoldsried (2018): Erneuerbare Energie - Wildpoldsried Innovativ Richtungsweisend. Source: https://www.wildpoldsried.de/index.shtml?Energie

2 Gemeinde Wildpoldsried (2018): 2. Klimaschutzleitbild der Gemeinde Wildpoldsried. Source: https://www.wildpoldsried.de/se_data/_filebank/alte_pdfbank/leitbild2018.pdf

现100%电动交通。维尔德波尔茨里德镇的愿景还预见到“每栋建筑都是一座发电厂”，提高了光伏系统在个别建筑物上的份额。新的风力发电厂被纳入城市间合作项目，分摊初始投资。[3]

除了关注节能和可再生能源的技术解决方案外，维尔德波尔茨里德镇的整体发展理念还包括可持续城镇规划措施。例如，该镇的目标是缩短步行距离，并整合共享空间，降低所有新开发项目的交通流速度。此外，维尔德波尔茨里德镇还希望引入空地管理计划，以激励当地人出租其空置土地，然后将土地重新分类作住宅用途。[4]

除了实施具体项目外，维尔德波尔茨里德镇还支持当地可再生能源和能源储存技术的研究和开发。例如，从2011年到2013年，该镇与大学、西门子公司合作开展了一项计划，重点是实施智能电网技术，包括监测系统和储能设施。在2014年至2018年的后续计划中，监测了分散式电网的电网稳定性及其运行管理。[5]

研究项目的结果得到了实施和密切监测。为了传播当地成功案例的成果，该镇出版了案例研究，并为国内和国际友人提供参观访问。为当地居民，该镇提供有关电动交通的节能行动、能源咨询、租赁和维修服务课程，志在实现新（能源）项目的计划和实施时的完全信息透明。

3 Gemeinde Wildpoldsried (2018): 2. Klimaschutzleitbild der Gemeinde Wildpoldsried. Source: https://www.wildpoldsried.de/se_data/_filebank/alte_pdfbank/leitbild2018.pdf
4 Gemeinde Wildpoldsried (2018): 2. Klimaschutzleitbild der Gemeinde Wildpoldsried.
5 IREN2 Konsortium (2018): IREN2 – Für das Stromnetz der Zukunft. Source: http://www.iren2.de/

5. 新趋势

5.1 在产能社区整合智能微电网

产能房概念包括了为城市社区发展供应能源的新视角。特别是在新定居点或现状地区大规模实施时，增强了组合不同行业的可能性。此外，通过大规模实施，可以通过规模经济降低初始建设成本。最重要的是，尤其是产能房产生的剩余能源，能够为社区和地区带来很大的发展潜力。当大规模实施时，可以为整个区域提供分散的各种类型的能源，其中各个建筑物又可以以过剩的能量相互支撑协同。

产能社区的能源供应，可以通过分散的智能微电网进行组织。小城镇或社区中的微电网，例如上述的维尔德波尔茨里德镇，会面临着电力供应和需求之间的波动。这通常是因为大量不同的可再生能源产生电力引起的，并且可能影响网络稳定性。所以就需要智能网络管理，考虑影响能源生产和需求的天气条件，布置额外的分散式电池存储设施和智能计量系统，以在这种情况下保持平衡的供需。[1]

通过德国可再生能源法案（EEG-Levy）的监管，通过接网的补贴，将能源反馈到能源网络中，也可为建筑业主或居民带来经济利益。这样的城镇、社区和个体建筑业主可以得到资金收益，特别能够与提高节能措施相结合，减少他们自己的能源使用。最终，建筑物或地区所需的能源越节省，可以转售的能源就越多，建筑物、地区或基础设施项目的初始建设成本就能越快回收。

5.2 通向碳中和的建筑领域 – 建造能源和二氧化碳评估

主动和被动技术措施，可在运营阶段提高能源效率并减少产能房的碳排放。尽管如此，目前高效节能建筑的官方框架中还没有考虑到计算方法中，对建造能源和整个生命周期的体现。特别是对于技术先进的建造，与用于未来建筑运营的能源相比，材料的生产、运输和再循环等环节可以减少很大一部分总能量。

通过在生命周期结束时回收可持续建筑材料的广泛应用，可以减少新建筑的内涵能源。在德国，大多数新建筑的整个生命周期约为50年。这些材料在其生产中需要少量的一次能源需求。缩短运输中的距离可以进一步降低内涵能源。

1 Metzger, M.; SIEMENS AG (2013): Herausforderungen und Lösungskonzepte für Verteilernetze am Beispiel des Projektes IRENE. Source: http://www.projekt-irene.de/downloads/konferenz-energie-innovativ_18apr2013_metzger.pdf

德国可持续建筑委员会（DGNB）的认证体系，通过考虑建筑材料的一次能源需求，来评估内、能源。[2] 对于法律标准要求的未来能源性能计算，DGNB建议在评估过程中使用CO2排放作为目标值，而不是一次能源需求。对于目前正在开发的新的建筑能源法（GEG），DGNB建议，不应将相应建筑物与参考模型进行比较，而应对建筑物的二氧化碳排放量进行绝对限制。如果项目开发人员未达到目标值，该提案还包括二氧化碳排放税的规定。[3] 目前的GEG法的草案在能源绩效证书（Energieausweis）中纳入了强制性二氧化碳排放声明。此外，虽然GEG草案中新建筑能效的主要要求和参考仍然是年度一次能源需求，但也把二氧化碳排放作为目标值，以及二氧化碳排放绝对限值的实施正在讨论中。到2023年，新建筑物应正式采用这项法律。此外，目前的法律草案包括一项创新条款，该条款承认使用二氧化碳排放绝对限值，而非一次能源需求作为关键绩效指标的能源绩效评估。[4]

2 DGNB (2018): Framework for “carbon-neutral buildings and sites”. Source: https://static.dgnb.de/fileadmin/en/dgnb_ev/reports/Framework-carbon-neutral-buildings.pdf
3 DGNB (2018): Proposal: The contents of a future German Building Energy Law in just three pages. Source: https://static.dgnb.de/fileadmin/en/dgnb_ev/Position_Papers_and_Statements/DGNB-discussion-proposal-GEG-2050.pdf?m=1529591090&
4 Karwatzi, Jan (2018): Zusammenfassung zum Entwurf des Gebäudeenergiegesetzes (GEG).

6. 讨论

自20世纪下半叶以来，德国建筑节能监管法律架构已经走过了漫长的道路。自第一部WSVO于20世纪70年代末通过以来，立法逐步更新。最近的发展受到欧盟气候目标和由此产生的能源绩效指令的强烈影响，这将导致2019/2021年全面实施新的nZEB标准。

除了建立能源法规设定强制性最低标准外，德国研究还开发了几种新的模型，进一步提升了目标，并伴随着技术创新和研究。产能房目前是最先进的形式之一。它通过高度隔热的建筑外围结构将能源需求降至最低，并集成了节能电器和建筑服务。此外，它还通过现场生成的可再生能源来满足剩余需求。

虽然已经建立了许多示范项目，但产能房仍处于试验阶段，标准尚未得到广泛实施。标准的完全整合仍然是相当昂贵的，特别是对于独栋的私人建筑而言。尽管有可能结合现有的资金补贴计划，但没有专门的公共计划支持联邦政府目前所设定的标准。技术的广泛传播和可销售性需要进一步的财政激励，或专门的支持计划。对私人开发商的税收优惠也可以增加吸引力。降低复杂性并为产能房补贴计划提供一站式解决方案，将进一步降低实施的障碍。

联邦政府自己的产能房示范计划，支持的大多数项目都是单户住宅，例如柏林夏洛滕堡区的Efficiency House Plus。对于独栋技术形式的研究，单个家庭单元允许在研究和监测过程中进行微调。虽然这种类型的研究仍然在德国广泛流行，但它似乎并不是可持续城市住房的未来。包括多个住宅在内的住宅开发项目，在能源性能和整体生态足迹方面，明显优于同一标准的独栋式住宅。因此，针对具有多个单元的产能标准的方案将提供更高的收益，通过降低每个住宅的初始建造成本以及在其运营阶段期间成本而将收益升级。

通过一个社区内的几个单元的组合建立产能社区，充分利用了建筑物作为小型个体发电厂的原则。正如维尔德波尔茨里德镇的小尺度案例所示，通过对各种当地利益相关者的规划和参与的承诺，可以实现乡村小镇向能源生产灯塔项目的演变。除了降低城镇的温室气体排放和能源需求外，通过销售多余的能源也可以在经济上获益。 在密集的城市环境中应用相同的模型会增加其收益。除了扩大整个社区和地区的能源绩效外，通过紧凑的城市规划，将新形式的能源供应、电动交通、商业和工业用途相互结合，可以大大降低生态足迹。

凭借志向高远的方案，例如产能房，目前聚焦运营期间的能源性能，仍然是当前和计划立法的指导原则。到目前为止，只有自愿认证计划中包括生命周期方法。所以对于强制性标准，将需要进行范式更改。这种方法不仅要包括建筑材料的生产和运输产生的排放，还包括在相应建筑物运营阶段结束后的回收阶段。这将提升德国的建筑行业到2050年实现碳中和的承诺。

7. 参考文献

Baunetz Wissen (2018) Aktiv-Stadthaus in Frankfurt am Main. Deutschlands erster Geschosswohnungsbau mit Effizienzhaus Plus-Standard. Source: https://www.baunetzwissen.de/elektro/objekte/wohnen/aktiv-stadthaus-in-frankfurt-am-main-4702961

BMU (2016): Climate Action Plan 2050. Source: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/klimaschutzplan_2050_en_bf.pdf

BMWi (2016): Was ist ein „Prosumer"? In: Energiewende direkt. 22.03.2016. Source: https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2016/06/Meldung/direkt-erklaert.html

BMU (2016): Wege zum Effizienzhaus Plus. Source: https://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE/publikationen/themen/bauen/energieeffizienzhaus-plus.pdf;jsessionid=3C76675F0394565393EEE2D70A389EE9.2_cid287?__blob=publicationFile&v=1

DGNB (2018): Framework for "carbon-neutral buildings and sites". Source: https://static.dgnb.de/fileadmin/en/dgnb_ev/reports/Framework-carbon-neutral-buildings.pdf

DGNB (2018): Proposal: The contents of a future German Building Energy Law in just three pages. Source: https://static.dgnb.de/fileadmin/en/dgnb_ev/Position_Papers_and_Statements/DGNB-discussion-proposal-GEG-2050.pdf?m=1529591090&

Gemeinde Wildpoldsried (2018): Erneuerbare Energie - Wildpoldsried Innovativ Richtungsweisend. Source: https://www.wildpoldsried.de/index.shtml?Energie

Gemeinde Wildpoldsried (2018): 2. Klimaschutzleitbild der Gemeinde Wildpoldsried. Source: https://www.wildpoldsried.de/se_data/_filebank/alte_pdfbank/leitbild2018.pdf

Bundesnetzagentur (2018): EEG-Umlage. Was ist die EEG-Umlage und wie funktioniert sie? Source: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/FAQs/DE/Sachgebiete/Energie/Verbraucher/Energielexikon/EEGUmlage.html

Karwatzi, Jan (2018): Zusammenfassung zum Entwurf des Gebäudeenergiegesetzes (GEG). Source: http://www.oekozentrum-nrw.de/fileadmin/Medienablage/PDF-Dokumente/181125_Zusammenfassung_GEG-Entwurf.pdf KfW (2018): Merkblatt Erneuerbare Energien – KfW-Programm Erneuerbare Energien „Standard" (270). Source: https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000000178-Merkblatt-270-274.pdf

KfW (2018): Merkblatt Erneuerbare Energien – KfW-Programm Erneuerbare Energien „Standard" (270). Source: https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000000178-Merkblatt-270-274.pdf

KfW (2018): Merkblatt Erneuerbare Energien – KfW-Programm Erneuerbare Energien "Speicher" (275). Source: https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000002700_M_275_Speicher.pdf

KfW (2018): Merkblatt Innovativer Umweltschutz in Unternehmen – BMU-Umweltinnovationsprogramm (230). Source: https://www.kfw.de/Download-Center/F%C3%B6rderprogramme-(Inlandsf%C3%B6rderung)/PDF-Dokumente/6000000279-Merkblatt-BMU-UIP-230.pdf
IREN2 Konsortium (2018): IREN2 – Für das Stromnetz der Zukunft. Source: http://www.iren2.de/

Schoof, Jakob (2015): Die Zukunft des Wohnens? Aktiv-Stadthaus in Frankfurt. In: Detail, München. Source: https://www.detail.de/artikel/die-zukunft-des-wohnens-aktiv-stadthaus-in-frankfurt-13636/

Siegele, Claudia (2018): Monitoring zweier Plus-Energie-Sanierungen in Neu-Ulm. Das große Versprechen. In: db-Metamorphose, db 06/2018. Source: https://www.db-bauzeitung.de/db-metamorphose/energetisch-sanieren-effizienzhaus/

Metzger, Michael und SIEMENS AG (2013): Herausforderungen und Lösungskonzepte für Verteilernetze am Beispiel des Projektes IRENE. Source: http://www.projekt-irene.de/downloads/konferenz-energie-innovativ_18apr2013_metzger.pdf

WSGreen Technologies (2018): Plusenergiegebäude in China. Status Quo & Entwicklungsmöglichkeiten. Stuttgart.

免责声明

标题

中德城镇化伙伴关系核心主题要旨论文

出版说明

要旨论文是作为“中德城镇化伙伴关系”工作内容的一部分出版的。作为国际气候倡议（IKI）的组成部分，这个项目由德国联邦环境、自然保护和核安全部（BMU）进行委托，并由德国国际合作机构有限公司（GIZ）与中华人民共和国住房和城乡发展建设部合作进行实施。

作为德国联邦公司，GIZ支持德国联邦政府实现其可持续发展国际合作的目标

出版方

德国国际合作机构
北京市朝阳区麦子店西街37号
盛福大厦860室
100125 北京

T +86 10 85275180, F +86 10 85275185
E giz-china@giz.de
I www.giz.de/china
www.sustainable-urbanisation.org

编辑

德国国际合作机构
翟翊，刘雪玲，付佳，毕云青

主要作者 、 排版、图表

Happold Ingenieurbüro 有限公司
Pfalzburger Straße 43-44
10717 德国，柏林
T +49 (0) 30 860 9060
I www.burohappold.com

Thomas Kraubitz thomas.kraubitz@burohappold.com
Peter Scheibstock peter.scheibstock@burohappold.com
Gabriela Guillen
Joachim von Bergmann

负责和协调

德国国际合作机构，翟翊

免责声明

GIZ及其作者在出版时，认为其表达的信息和此文中的内容是完善和正确的。但GIZ及其作者并不保证本文件中内容的准确性或完整性，对差错、疏忽概不负责。制图仅供信息参考，不代表对国界和区域边界的国际认可。 GIZ对所提供地图的时事性、正确性或完整性不承担任何责任。对直接或间接因使用此文造成的损害不承担任何责任。 对此文中提到的外部网站的内容，由相应的提供方负责。

代表德国联邦环境、自然保护和核安全部（BMU）
© 北京，2019年2月

产能建筑和产能社区

Sino-German Urbanisation Partnership

中德城镇化伙伴关系核心主题要旨论文

出版方

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

主要作者 、 排版、图表

BUROHAPPOLD ENGINEERING

代表

联邦环境、自然保护和核安全部

德意志联邦共和国