

Achieving climate neutrality in the building sector by 2050

到 2050 年实现建筑行业气候中和

Dr. Burkhard Schulze Darup, Augraben 96, D-90457 Nuremburg

Tel.+49 911 8325262, e-mail:schulze-darup@schulze-darup.de

1. 背景

到 2050 年，欧盟碳排放量必须减少 80%至 95%，达到全球气候保护的的目的。与大多数其他行业不同，建筑行业如果利用合理开支和已有技术是有可能实现碳的零排放量。

在被动式节能房技术的建造和改造基础上，对于建筑物围护结构(building envelopes)，技术，社区概念，城市发展，可再生能源，供应系统，城市和区域气候保护这些概念，应该促进上述哪些发展来实现这一目标，并将居住行为结构(settlement structures)转变为分散能源供应？而为了回答这些问题，已经对有效构件，单体建筑物和城市发展规划中的社区设计方面进行了研究。在此基础上，一个表明 2050 年实现气候中和的先决条件的德国方案已经建立，本方案同时表明了它的发展可能性。

2. 有效构件

U[W/(m²K)]: 传热系数【瓦/(平方米*开尔文)】

U_g[W/(m²K)]:: 玻璃的传热系数【瓦/(平方米*开尔文)】

U_f[W/(m²K)]:: 窗框的传热系数【瓦/(平方米*开尔文)】

U_w[W/(m²K)] 窗户的传热系数【瓦/(平方米*开尔文)】

ΔU_{wB}[W/(m²K)]:: 热桥修正系数【瓦/(平方米*开尔文)】

n₅₀[1/h]: 压强差 50pa 是空气交换率【1/小时】

g value: 总太阳能透射率

		新建建筑						更新改造建筑					
		1985	1995	2010	2020	2030	2050	1980	1995	2010	2020	2030	2050
墙体	U[W/(m ² K)]	0.24	0.16	0.12	0.1	0.08	0.06	0.04	0.25	0.15	0.12	0.10	0.08
屋顶	U[W/(m ² K)]	0.2	0.14	0.1	0.08	0.06	0.05	0.25	0.18	0.12	0.10	0.08	0.06
地板	U[W/(m ² K)]	0.24	0.16	0.12	0.1	0.08	0.06	0.50	0.25	0.16	0.14	0.12	0.08
窗户	U _g [W/(m ² K)]	1.8	0.7	0.6	0.5	0.45	0.4	2.6	1.30	0.70	0.60	0.50	0.45
	U _f [W/(m ² K)]	1.8	0.8	0.7	0.6	0.55	0.5	1.8	1.6	0.90	0.70	0.60	0.55
	g 值	60%	50%	52%	55%	55%	58%	70%	60%	50%	52%	55%	55%
外门	U _w [W/(m ² K)]	2.6	0.85	0.75	0.6	0.4	0.3	2.6	1.5	1.2	0.75	0.6	0.4
热桥	ΔU _{wB} [W/(m ² K)]	0.05	0	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	0.1	0.05	0.03	0.025	0.020	0.015
气密性	n ₅₀ [1/h]	1.5	0.6	0.6	0.4	0.3	0.2	3	1.5	0.6	0.5	0.4	0.35
通	热回收效率	65%	80%	85%	90%	92%	95%	%	%	80%	85%	90%	92%

风系统													
电效率	0.8	0.45	0.4	0.35	0.3	0.27			0.45	0.4	0.35	0.3	

表格 1: 建造标准的发展趋势和经历年查阅最可能建成的经济实惠型建筑各构件数值, 这些建筑包含新建建筑和更新改建建筑。下面第三部分的计算是依据上述数据而得。

由于高水平的创新, 在过去的 20 年里被动式房屋的组成构件已经不断的改善。我们可以有把握的假设, 这种趋势将会持续下去。

建筑附属设施技术—供暖, 热水供应, 和设施用热: 在未来几年, 一种典范变化将发生在供暖系统的技术中。采用优质建筑物围护结构的各类规模建筑, 把供暖系统的建造标准作为它的基础。设计概念必须考虑以下几个方面:

- 供暖负荷, 它不久将远远低于 10 瓦/平方米 (W/m²), 这使得必须具有通风技术和热水供应协同作用的供暖系统更加简单, 精巧型热泵(compact heat pump)已经可以达到这种效果。尽管整体来看, 采用了通风系统和可再生能源的附属设施技术, 投资仍然是增加的, 建筑物围护结构所增加的投资可以通过减少传统建筑所采用附属设施技术来达到平衡。
- 热水供应逐渐需要比供暖更多的能量, 从而需要开发一种更高效的系统。与此同时, 与太阳能聚光系统(solar thermal)相结合的太阳能光伏技术也应得到进一步发展。
- 未来将无需采用昂贵的供暖管制技术, 监控技术和计费技术; 取而代之的, 可以将小模块整合在与手机格式的维修技术相结合的通讯技术中。
- 生活区的能源和供暖流量, 表明最好将厨房技术与建筑附属设施技术相结合。
- 在城市发展水平中, 高效建筑改变了其能量供给结构。单一的电力供应将成为单一家庭独栋住宅的社区标准。**电力:** 住家用电, 操作用电, 和辅助用电必须在规划阶段, 就明确包含在内且进行优化。上述不但在经济上达成节约, 并有利于夏季热保持。

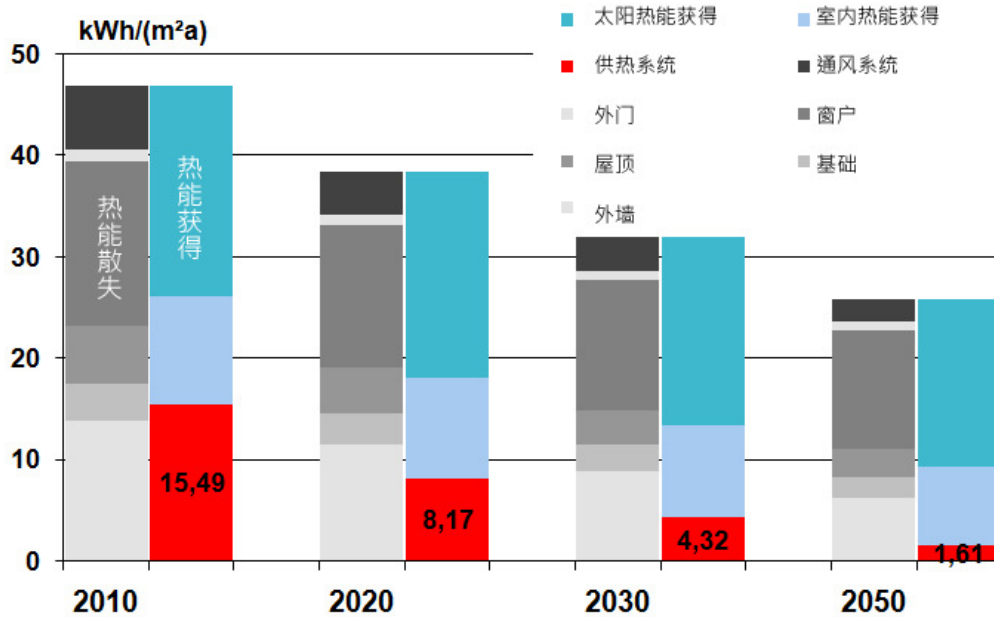
夏季热保持和制冷: 如果对于建筑的透明表面和遮光已经进行了目标性规划, 那么高质量的建筑围护结构将非常有助于夏季热保持。对于可充分执行的建筑体, 夏季温度应该可以仅仅通过被动式措施维持在一个舒适的水平上。

可再生能源: 它包含建筑附属设施技术所使用的可再生能源。并且电力供应将成为项目和施工规划者的主要任务。

3. 通过项目所表明趋势

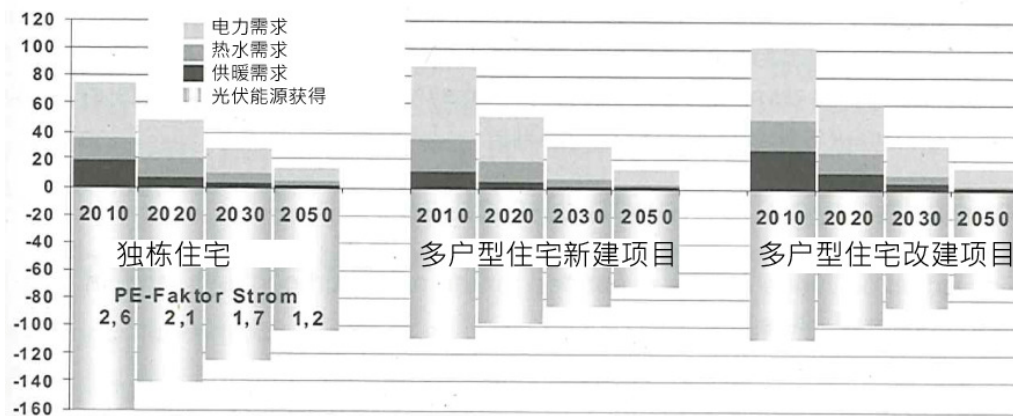
优化的规划方案和已完成的项目已经表明了截至 2050 年的进一步发展潜力。对于这一点, 计算既可以通过采用现行的调查得出, 也可以通过使用第二部分出现的的构件发展得出, 这些构件发展是依据特定建筑的被动式节能房规划辅助工具 (PHPP 2007)。

单一家庭独栋住宅, 复式住宅和连栋房屋(terraced houses): 由于供热需求标准必须是 15 千瓦时/立方米*年【KWh/(m²a)】且较小建筑需要最多热保持, 因此对于单一家庭独栋住宅, 其被动式节能房的认证具有最严格的要求。图表 1 以一栋两层楼高, 居住面积为 130 平方米的单一家庭独栋住宅为例。



图表 1: 表格 1 中独栋房屋构件的被动式节能房平衡

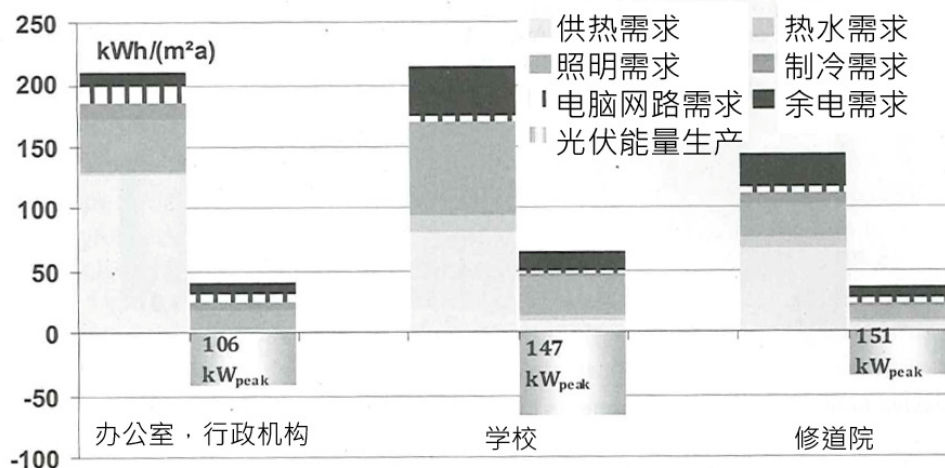
多户型住宅—新建建筑: 它采用和独栋房屋相同的方法。以一个包含 24 个公寓，平均居住面积为 75 平方米的三层高多户型住宅为例，其供暖，最终能量和主要能量需求趋势已经被计算出。(见图表 2 的结果)。



图表 2: 对于独栋住宅，多户型住宅建造及改建项目，遵循被动式节能屋规划辅助工具的优化计算。也可以从光伏屋顶的各数值中描绘出来。

多户型住宅—改建: 通过多户型住宅建造几何(building geometry)的改建项目，表明了其改建的特殊要求。遵循被动式节能屋规划辅助工具 (PHPP) 的计算得出了特定的 2010 标准需求值。其中 2010 年的供暖需求数值仅高于 20 千瓦时/(立方米*年) (图表 2)，也就是过去几年对于系数 10(Factor 10) 的改建目标。

非住宅建筑:图 3 所示为三个非住宅建筑物范例的主要能量值的平衡和采用光伏取代它们的状况,其中每个范例都包含更新改建和新建概念,部分范例正在建造中。对于每个概念,光伏装置均可以和建筑或者基地相结合为一体。



图表 3: 非住宅建筑的改建: 改建前后的供热, 热水供给, 制冷, 照明, 网络和余电等需求值的主要能量平衡。

办公室, 行政机构: 德国赫佐格奥拉赫 (Herzogenaurach) 的市政厅有 5981 平方米的供热面积, 它需要最大功率为 106 千瓦的光伏装置, 来实现其零能耗标准。[Reuter Schulze Darup 2008]

学校: 位於 Feuchtwangen 的一所中学有 5283 平方米的供热面积, 将需要最大功率 147 千瓦的光伏装置才能完全平衡。[Mauter, Schulze Darup 2008]

修道院: 位於 Plankstetten 的一个修道院在可持续性方面有着独特之处, 并且成本效益至少持续 100 年。它的木片供暖系统以修道院本身具有的资源为原材料; 此外一个最大功率为 151 千瓦的光伏装置可以与建筑结构结合为一体。[Schulze Darup 2009]

4. 社区和城市的趋势

单体建筑的成果可以被扩展到社区水平, 进而扩展到城市和区域的可持续设计中。

纽伦堡西部的住宅公园: 在纽伦堡市中心西南的一个 1030 户居民的居住区, 其设计采用了一种高品质的能源概念。基于这一区域所采用的系数 10 示范改建方案, 以及结合高品质的主要能源区域供暖(district heating), 它呈现出一种正能量 (plus-energy) 概念。(wbg Numberg 2009)

萨尔斯堡的 Strubergasse 住宅公园: 萨尔斯堡的这一住宅区拥有 480 个居住单元的, 它的更新改造概念包含了在改建过程的 70 个居住单元的居住密度再调整, 另外它显示一步步地走向正能量平衡。基于有用能源的供热, 热水和电力供应的能量平衡, 导致 2360 兆瓦时/年的主要能量要求, 它高于通过可能的主要能量光伏所能抵消的能量, 大约 3.284 兆瓦时/年。

拜恩市 (Neumarkt i.d.Opf): 由于拜恩市本身城市和区域的结构和高度聚集的建筑企业, 在未来 20 到 30 年内最有可能实现零碳排放量的情况。根据气候保护报告[energieregion 2009]

和策略研究[schulze darup 2009-1]，在 2009 年推出了一个对能源效率和气候保护高额捐助资金计划。这里三个重要的因素是：高效的改建，改建率从 2015 年开始由每年 1.6%增加至 3.5%，和持续的改善供应系统。气候中和可能将在 2035 年实现。剩余 144.8 百万千瓦时/年的需求完全可以通过可再生能源来弥补。

纽伦堡和慕尼黑：纽伦堡气候保护的目标包含至 2050 年，减少 80%的碳排放量。目前正在更新至 2050 年的气候保护路线图（Nuremberg 2007）。慕尼黑计划到 2030 年实现碳排放量减少 50% 并且在 2058 年当城市建立 900 周年时，实现气候中和（Munich 2010）。

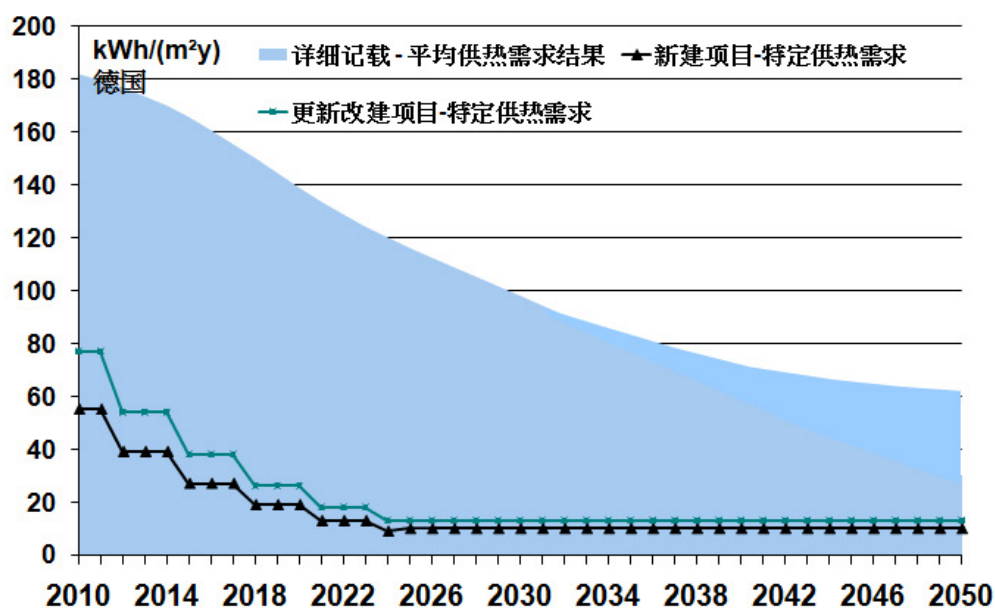
5. 供给理念

第 2 至 4 部分的计算都包含了与光伏作为可再生“关键货币”的比较。它们表明平衡的气候中和是可以在每个系统中实现的，从单一项目到社区与市区-区域的共同合作项目。其基本目标应该是在城市实现大量的可再生能源生产。但是有一点是相当有意义的，它是一种确保供应安全和平衡全日和全年波动的区域观点（需求管理和智能网格）。相对于目前大规模，集中的工厂，这些连接成一体却缺一不可的供应系统提供了较高供应安全性，并且明显可以整合再生能源。通过这种方式可以确保中期可再生能源的完全供应。[kombikraftwerk2008]。

6 成果外推至整个德国

研究方法和限制：为了 2050 年德国住宅建筑的气候中和，正在设计一个基于第二和第四部分设定条件的方案。通过基于使用企业完整财务计划的研究方法过程，随后 40 年的逐年年度趋势因而确定。为达成雄心勃勃的气候保护目标，下文重要基本假设就是**实现 2050 年气候中和的条件**。

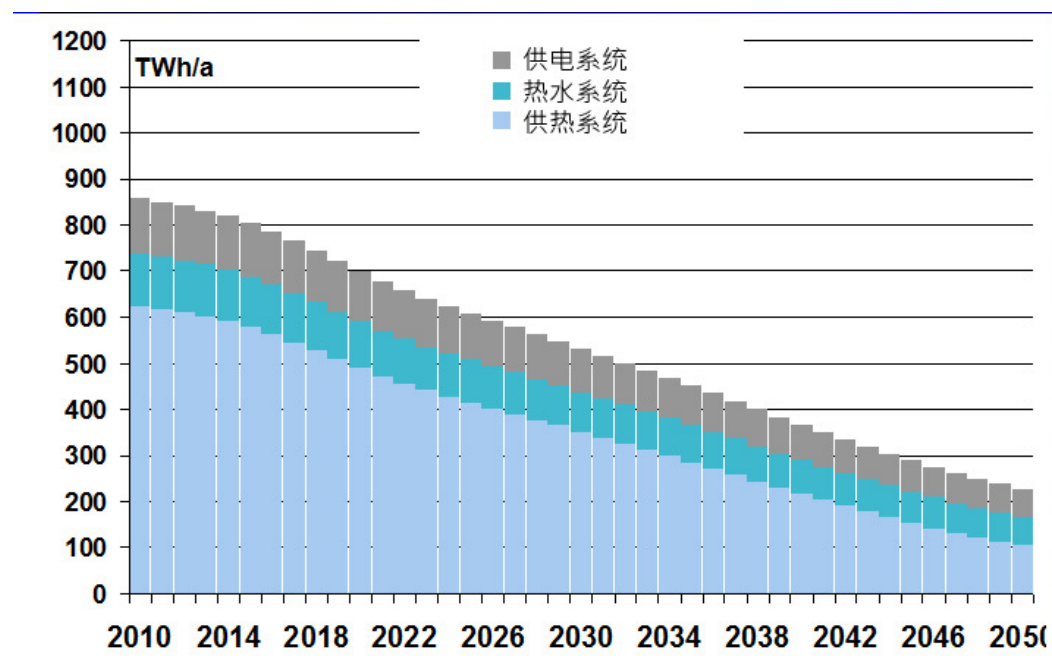
优化的特定供暖需求：因为 2060 年只是建造和改建的一个投资周期，在改建周期内隔热建筑围护结构的措施必须优化执行。任何未经最优安装或最优改建的建筑构件，对于其整体平衡都有显著的负面影响，而且/或者它们必须在 2050 年（即其使用寿命结束之前）之前再整修。

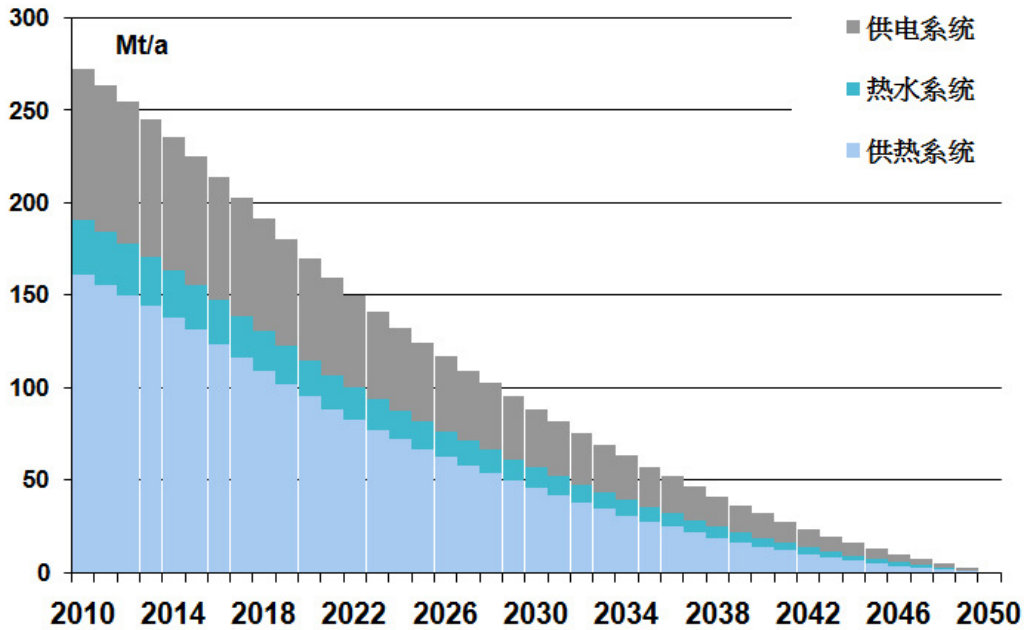


图表 4: 计划方案内新建和更新改建项目的特定供热需求, 和所有建筑的平均供热需求结果。

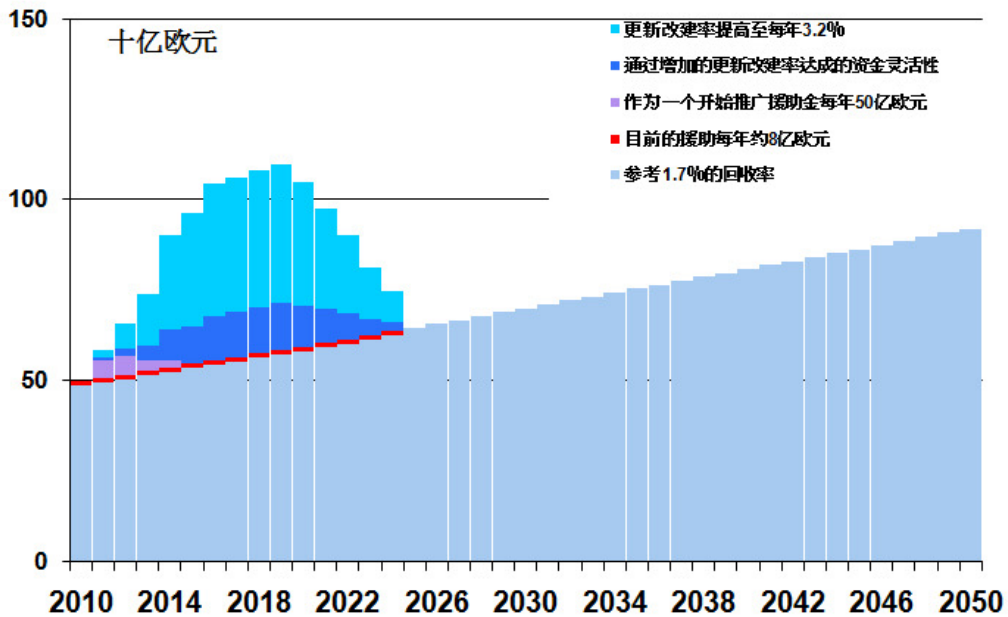
更新改建建筑和新建建筑数量：在过去几年中，年度新建建筑相对于已建成建筑的比率是0.6%。在2015年模型计算中采用了这一数据；随后其比率跌至0.5%，在2040年后跌至0.4%，总量持续下降。截至2015年，拆迁率设定为0.2%，其后为0.3%。由于人口需求，拆迁率在2025年之后为0.4%其后到2036年增长为0.6%。基本更新改建比率设定为1.7%并且在2014到2025年间增长为3.2%。

投资量和经济效益：这一行业在2014到2020的关键几年中，它的额外投资额总计约为每年400亿欧元。来自增值税为收入的效益，失业人员方案节省下来的资金效益，和从社会安全和其他税收的较高流入资金等效益，这些通过财务扶持的方式，一共增加投资大约25%来刺激其过程发生。与过去几年德国复兴信贷银行(KfW Group)发放的资金相比，资金潜力多了大约10倍。为了提供初期的鼓励，需要全国基金方案一年总资金量50亿欧元，之后在2015年至2020年期间，增长为100亿欧元成为在经济上的中立资金。这些投资有助于促进附加价值的高区域水平，取代能源进口，提高外贸数字，以及保障长期高品质的就业机会。





图表 7 和 8: 住宅领域的最终能量需求趋势（上图）和碳排放的趋势



图表 9: 由于更新改建率从 1.7% 增长到 3.2% 的投资量，按每年 400 亿欧元的增值速度增长。

7. 结论

建筑行业的气候保护措施几乎全部来自双赢策略。与建筑行业的传统较为保守的态度相反，采用短期激励，和大规模迅速引进即时可供应市场需求的气候保护技术和构件的方式，尤其可以实现经济价值增加。迅速且广泛的实施使得德国工业在效率技术和可再生能源方面保持

世界领先地位。在区域和国家水平上，迅速，持续的行动既是一种要求，更是一种机会。