

## 城市气候 – 全球气候

法兰克福桥梁系统的概念不必大规模重建环境，而是通过创造新的生活空间，间接地为城市气候做出积极贡献：城市冷风廊道得以保留。

这一概念也可以改善城市微气候，用100万平方米透水性的、绿化的桥梁铺面替代密封的深色沥青，使其成为凉爽庇荫之地。

作为水利基础设施的载体，桥梁系统可以开垦和灌溉4万平方米的城市土地，让种植1000棵绿荫树成为可能。

法兰克福桥梁系统将以可持续的方式建造，通过多样化的气候保护措施，其碳足迹能减少约75%。众多来自欧洲和德国研究创新也将通过该项目落地，助力实现全球气候目标。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



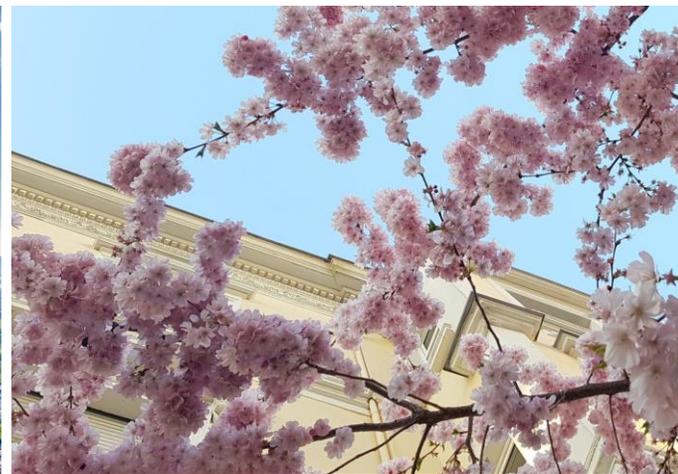
## 城市气候优化

桥梁系统将会从热能和空气卫生方面改善城市气候--是未来城市规划的典范。



## 法兰克福：城市气候现状

《气候规划图集2016-法兰克福》指出了行动的必要性--城市和居民也已通过许多举措成功地做出了回应。



## 桥梁系统的作用

在严重密封的道路上创建绿化透水区域：桥梁系统会给城市气候平衡带来正向影响



## 桥梁沿线措施

通过桥梁系统可以将法兰克福4万平方米的土地解封、种植和灌溉，这对城市气候也有积极意义。



## 桥梁的碳足迹

众多有效措施将使法兰克福桥梁系统的碳足迹减少至四分之一



## 城市气候 - 全球气候

未来城市将会减少二氧化碳的排放：智能城市规划使可再生能源用于交通与供应

# 城市气候优化

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

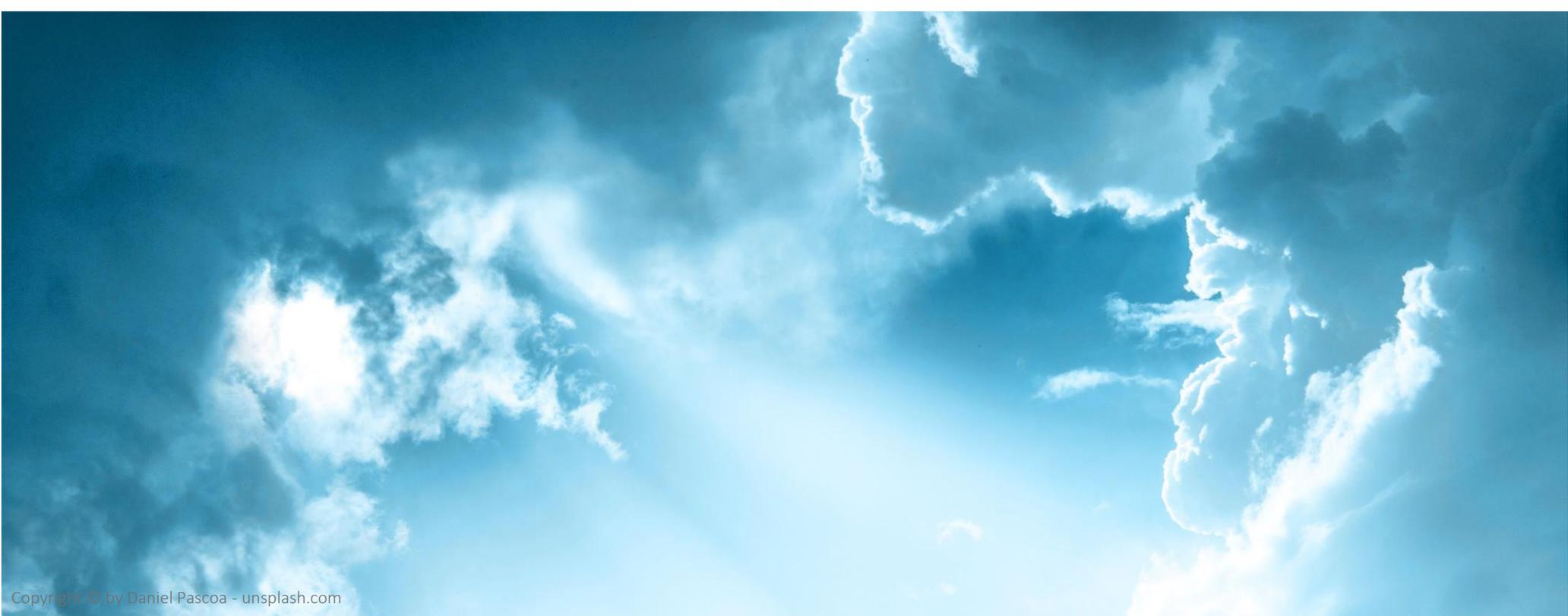
能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



Copyright © by Daniel Pascoa - unsplash.com

## 为了改善城市气候，应避免城市的无序扩张，让原本滚烫的沥青街道空间得到遮蔽、开垦和绿化

为了化解现代城市规划的目标冲突，法兰克福桥梁系统的概念为全球大城市提供了新的可能性：随着人口增长，直至今今天，人们仍不得不以牺牲城市气候为代价在城郊定居，或者向城市已建成区域进一步聚集。而现在，一个曾为城市带来许多负面影响的空间，将被重新积极利用：通过为深色沥青街道增加100万平方米的绿化铺面，桥梁系统将会成为法兰克福城市绿肺。通过蒸发作用和创造庇荫，街道空间得以保持凉爽，水循环管道也会促进整个内城区域土地的灌溉和绿化：这是一种全新的、适应气候变化的城市整合形式。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然  
水

能源

交通

城市气候 - 全球气候

**城市气候优化**

法兰克福：城市气候现状

桥梁系统的作用

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

实施

专业信息

搜索

团队

联系 & 版权说明



## 章节内容：本章概述了影响城市气候的最重要因素，以及桥梁系统在其中发挥的作用

首先，介绍了关于法兰克福桥梁系统对周边地区冷空气和新鲜空气供应可能产生的影响的分析结果。与此相关，介绍了桥梁的间接积极作用：它们有助于创造生活空间，避免城市无序扩张和城市过度密集化。

然后介绍了法兰克福桥梁系统，无论是作为建筑还是作为网络结构，都对积极影响城市气候的各个方面产生了作用：桥梁提供了一个没有超过传统内燃机交通的污染物排放的交通景观；它们创造了非密封的灌溉区，并通过桥梁本身的体量以及通过对现有和新增的城市树木的灌溉，间接地增加了城市的冷却遮阳。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候

**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 来自周边地区的凉爽新鲜空气是城市气候的重要因素

居住区外的未开发地区，如草原和森林，可以产生凉爽和清洁的空气，并在晚上流入仍然燥热的城市。

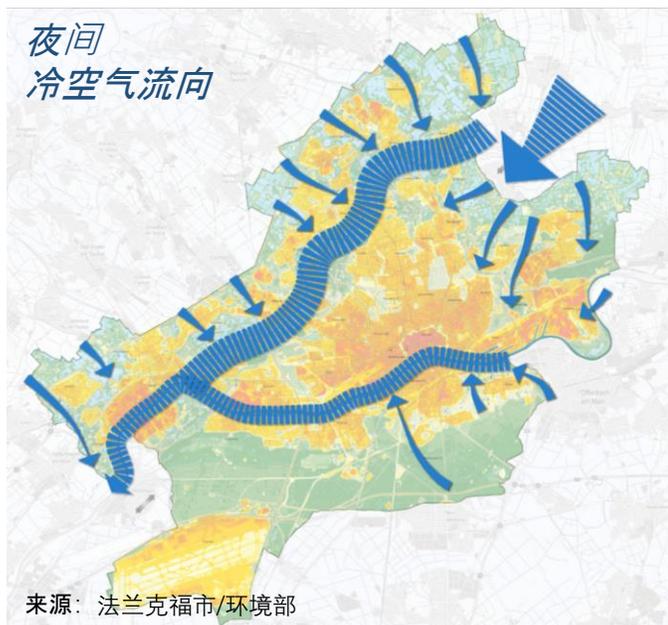
良好的城市规划在任何基础设施项目中都会考虑到凉爽和新鲜空气的流动。

因为当凉爽和新鲜空气沿着城市中的“空气廊道”（如绿色廊道或河流）流动得越好，城市气候就越舒适宜人。

这就是为什么城郊以及城市的凉爽和新鲜的空气廊道都不应该被堵塞。



来源：法兰克福市



来源：法兰克福市/环境部

## 良好的城市规划可以避免城市向周边地区蔓延

良好的城市规划必须避免城市的无序扩张，至少尽可能地避免。

通过法兰克福桥梁系统，我们提出了一个概念，即不开发对城市气候极有价值的城郊地区，同时创造新的生活空间。城郊可以作为“冷风源区”保留下来，继续为法兰克福提供新鲜和凉爽的空气。

此外，法兰克福桥梁的高度也是一个优势，它们不会引发冷空气气流的锁定效应（Riegelwirkung），相反，气流可以在桥下畅通无阻地流动。

因此，对于全世界来说，在交通道路上建造桥梁都是一个有意义的、城市气候友好的规划概念！

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



Copyright © by Shirin Kriklava - Stiftung Altes Neuland-Frankfurt GNU

## 法兰克福桥梁系统可以抵御周边地区的城市蔓延，是一种新的、更兼容的城市整合形式：它们有助于保护城市的凉爽和新鲜空气廊道

持续开发周边地区是目前大多数城镇——包括法兰克福——应对不断增长的住房需求的唯一解决方案。随着桥梁系统的建成这一情况将会改变。城市整合将不在已建成地区，而是在对城市气候没有积极影响的深灰色沥青道路上。如果有绿化透水的桥梁铺面，这些路线甚至会成为城市“绿肺”。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



### 尤其从凉爽和新鲜空气流动的角度，法兰克福绿化带不应受城市蔓延的影响

#### 法兰克福绿化地图



Copyright © by Wikipedia

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



随着人口的增长，城市通常会出现这样的困境：应该向周围乡村发展，还是应该整合市中心，以创造更多的生活空间

全世界有超过一半的人口生活在城市，到2050年，这一数字将上升到世界人口的三分之二。为了容纳更多居民，目前城市只有两个选择：（1）重新“整合”城市，即开发仅剩的城市空地，如有必要，还可以建更多的高楼；或者（2）向周围乡村扩展，从而牺牲宝贵的冷风源区。这两条路都于城市气候无益。



在欧洲，已建成地区的城市整合是零星发生的。单个建筑物对城市气候并没有明显的影响。然而，正如亚洲或南美的许多高密度城市所显示的，大规模的整合很快就会带来城市气候问题。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候

**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 法兰克福桥梁系统为这一困境提供了一个解决方案，据分析，它不会明显损害法兰克福的凉爽和新鲜空气廊道

在研究通风和冷气廊道后，团队认为，法兰克福桥梁系统不会给城市气候带来任何大规模的影响，因为相对于城市总面积来说，桥梁面积很小，而且桥体的平均厚度只有两米，也不会给空气廊道带来显著的限制。

因此，这些桥梁展示了一种“密集化”的形式，但由于这种密集化伴随着相对较低程度的开发，并且发生在远离城市气候补偿区的地方，即交通道路之上。这样的密集化形式不会大规模地影响城市气候。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候

**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明

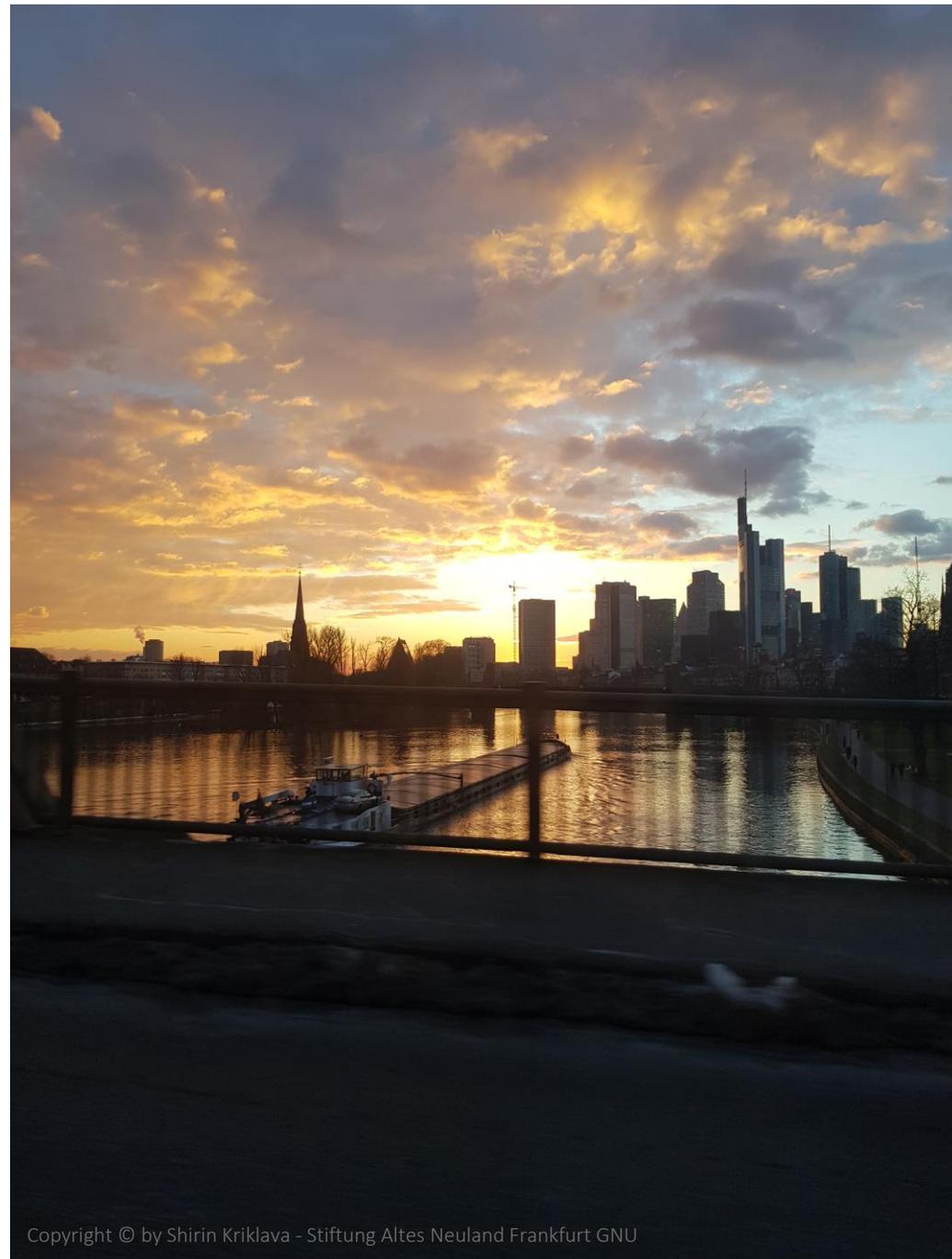


## 城市气候对人的影响很复杂

影响人类福祉的因素很多，在城市生活中，尤其重要的，不仅是热力条件，还有空气温度的影响。

空气卫生状况，包括空气污染物的积累，以及风场的特点，也与城市气候的感知有很大关系。

因此，一个理想的、健康的城市气候，无一例外，其特征首先是适宜的温度和舒服的风况，才会有较高的空气质量。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



分析城市微气候重点在以下三个方面：（1）污染物排放量（2）热负荷（3）阵风

(1) 当空气污染物在城市大气中积聚，无法消散时，就会产生污染物。(2) 由于过热的、停滞的气团，热负荷在夏季尤为常见。(3) 在建筑边缘和街道峡谷中经常会形成阵风形式的令人不快的气流。

## (1) 密集的建筑群会导致当地的污染物排放量增加

建筑物是影响城市气候的重要因素之一：建筑群靠的越近，空气污染物就越容易在那里聚集。



# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候

**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## (2) 建筑物之间空气难以流通，会极易升温，增加当地的热负荷

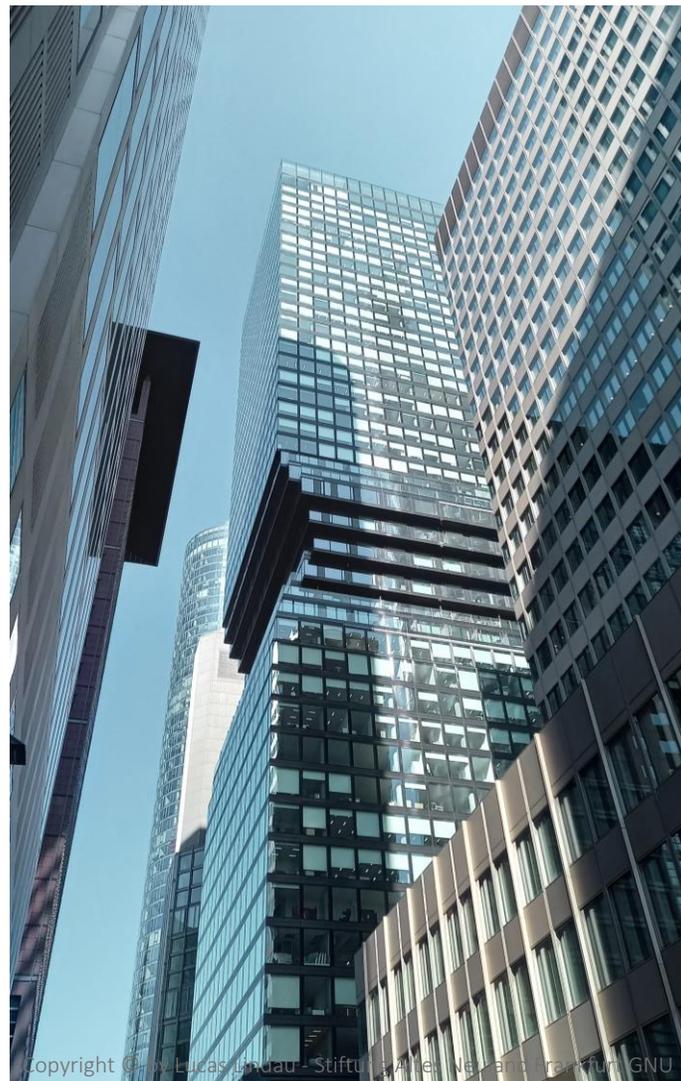
与此同时，更多高层建筑也意味着更多的阴影，这反过来又会带来阴凉。然而，通常只有户外空地的庇荫才真正令人愉悦，至少在中欧和北欧是这样。高楼的阴影会影响建筑物的采光。



### (3) 城市本地的气流可能会因为新建筑项目而发生重大变化

建筑一方面会阻碍气流流动，降低近地面层风速。这不仅影响空气卫生，也会降低热舒适度。靠近地面释放的空气污染物（如车辆的废气）更难被带走。专家们将此称为“街道空间污染排放的恶化”。

当地面上没有更多的风，当地气候也会发生变化：在炎热的天气里，热量不能很好地散去，会出现更严重的热岛效应。



新的桥梁系统却可以根据情况不阻碍风的流动：相反，它可以确保风被引导流向特定的地方，甚至形成湍流。

这将给空气卫生带来积极影响，空气污染物被稀释；尤其在炎热天气，通过增加阵风，热负荷也可以减少。它将会改善当地的通风状况。然而，强烈的阵风也会大大降低当地的舒适度，尽管空气质量较好，温度适宜，但你的太阳帽说不定会被吹走。

取决于建筑的气流状况



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

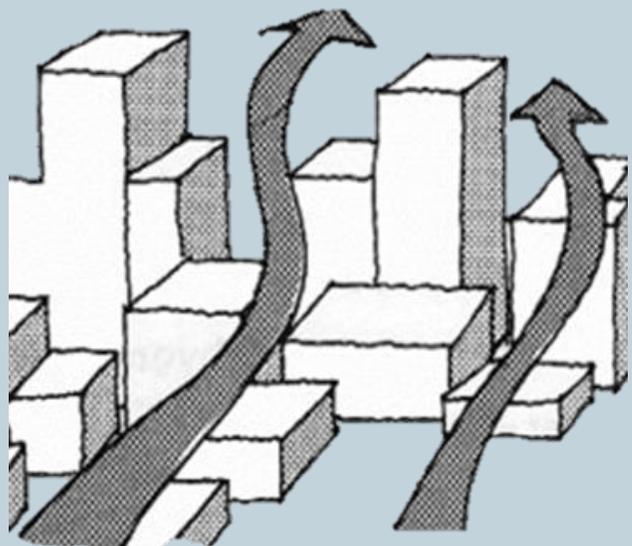
专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明

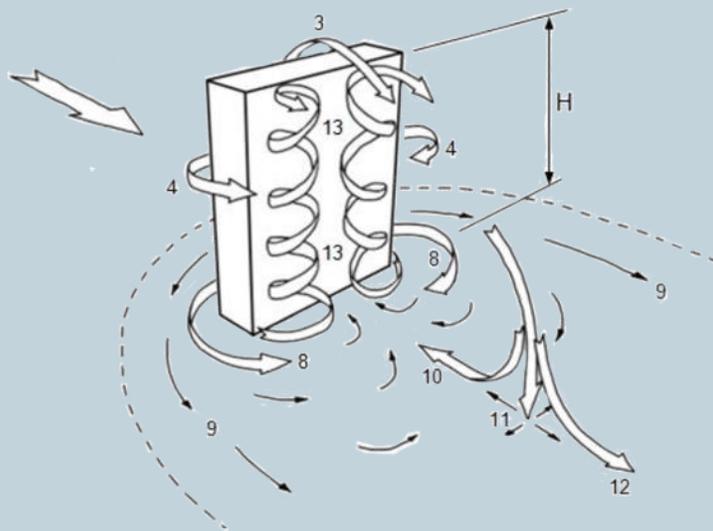


## 建筑物的形式和布局是影响城市气候的重要因素，尤其是当涉及通风问题时

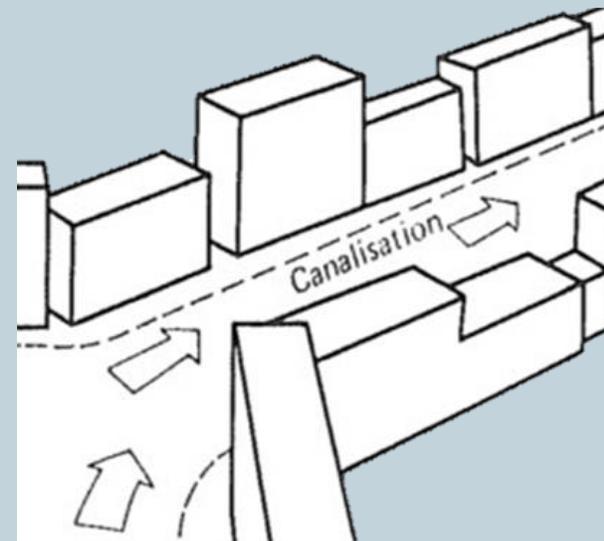
### 建筑形式和布局对气流的影响



图例



图例



图例

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候

**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

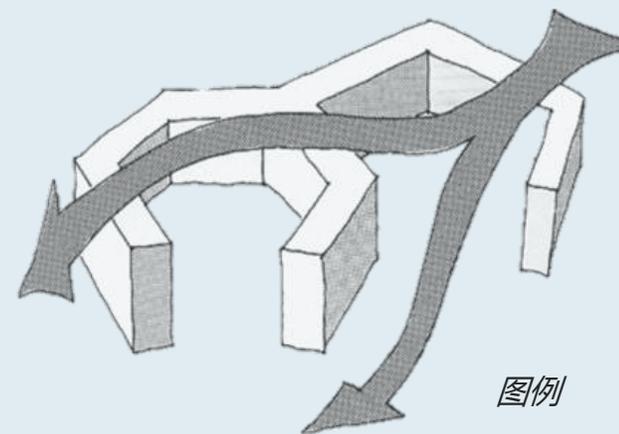
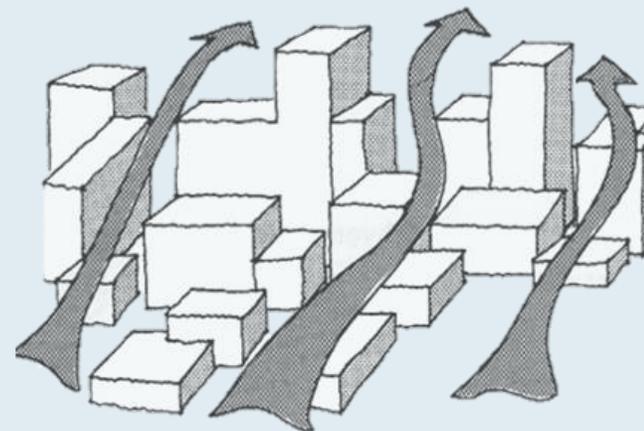
搜索  
团队  
联系 & 版权说明



### 一个常见的例子：建筑群会成为障碍物， 将风场分成两层

城市密度高会导致近地面层气流与上层气流断开，  
降低“近地面风速”，让街道空间的通风效果变差。

为了研究街道峡谷风的减少程度，在开始施工之前，  
可以使用气流和气候模型来模拟风的变化。通过这种方式，  
可以在施工之前预估城市各个定点的小范围气流变化。

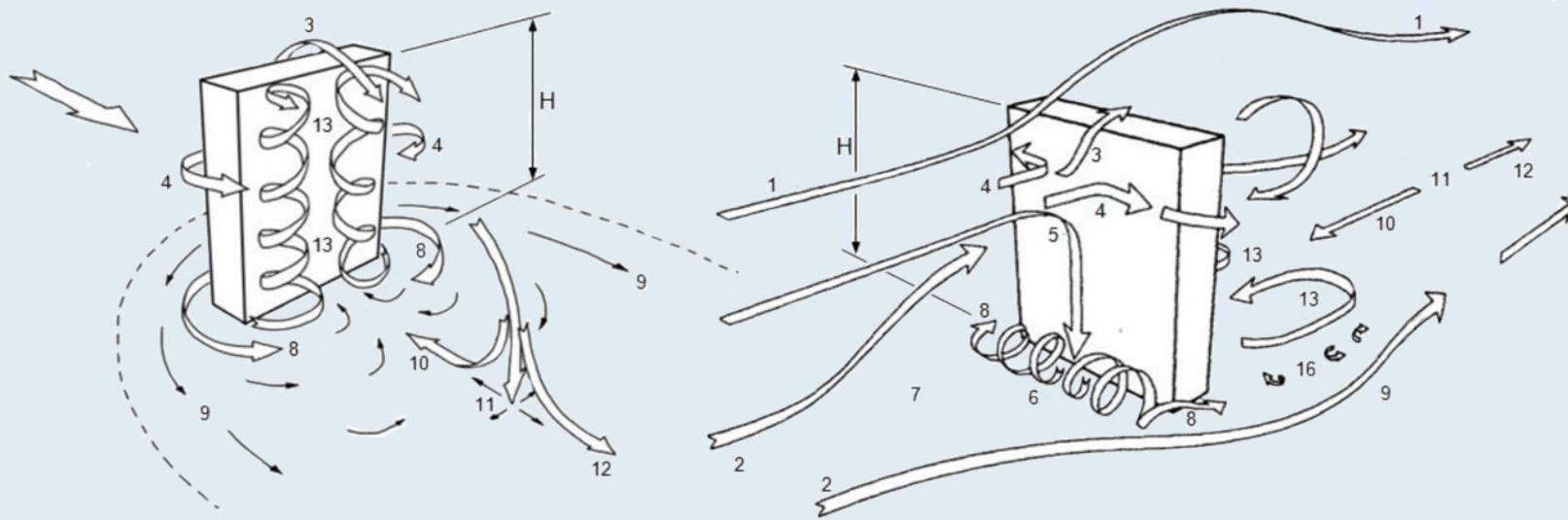


图例

## 然而，风的变化不仅发生在高密度建筑群中，也发生在完全相反的地方： 单体建筑物

就像法兰克福的一些高层建筑一样，当单体建筑大大高于平均建筑高度，上层气流将会下移到街道空间，单体建筑的近地层会产生湍流。当气流经过建筑边缘和下风处时，会出现复杂的旋流，从外墙延伸到地面。因此地面阵风会大大增强。如果你在法兰克福摩天大楼之间的巷子里走路，便有机会感受这并不温柔的风。

虽然法兰克福桥梁不是单体建筑结构，但规划中的桥梁结构是高架层，也会造成类似的影响。因此，在初步规划阶段，必须对法兰克福桥梁可能产生的复杂气流变化进行彻底研究和模拟。

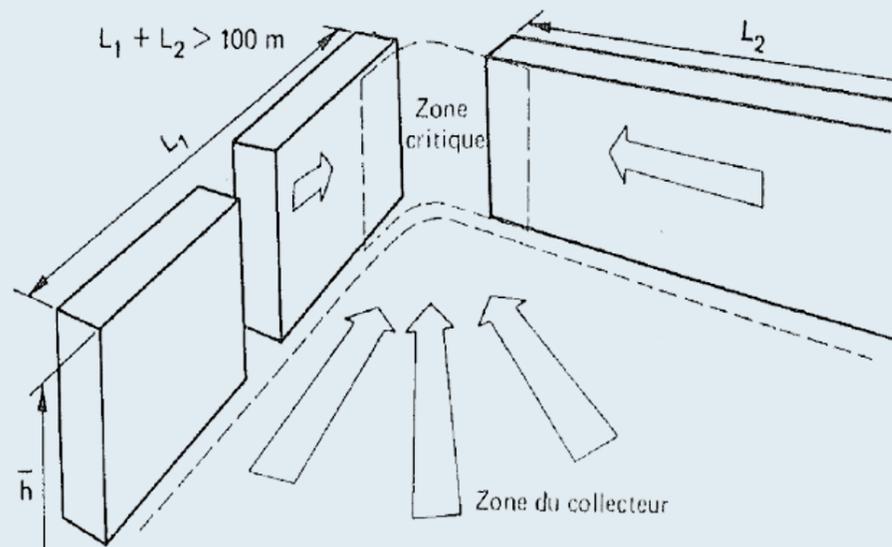
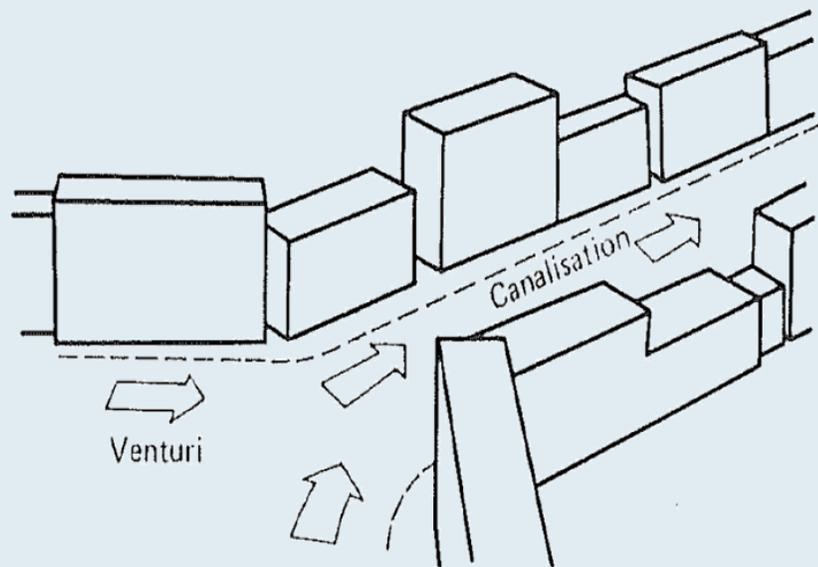


图例

### 某些建筑群也可能在低于“平均屋顶高度”处产生加速风

专家将此称为传导扩散效应。风呼啸着穿过马路，仿佛一个通道似的，当它越来越窄，甚至如果两个通道（即道路）合并成一个时，流速就会增加，并出现所谓的“文丘里效应”。

在初步规划的过程中，必须通过气流模拟调查桥梁可能带来的影响。虽然桥下道路交通基本不受影响，但这种气流可能会让行人感到不舒服。



总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 这三个影响当地城市气候的角度，都可以通过城市高比例的 植被面积得到明显改善

植被区有几个优点：例如，在城市公园，没有汽车，也没有其他潜在的污染源。

开垦绿化区域不会有那么多的热量，因此可作为缓解区，抵御城市高温。

公园里没有建筑物，只有树丛和灌木，所以没有类似峡谷状而产生的阵风。

每个城市都可以相应增加城市内部植被区的比例，改善城市气候。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 法兰克福桥梁系统100万平方米的绿化面积是城市植被的延伸



Copyright © by andDraw - istockphoto.com



Copyright © by Ni... - istockphoto.com

总的来说，桥梁不会对城市气候产生负面影响：既不会增加污染物积累，也不会带来热岛效应，更不会引发阵风。相反，桥梁系统会带来一些正向因素，如凉爽和“新鲜”（即低污染）的空气。

桥体可以提供阴凉：法兰克福桥梁系统为桥下的街道遮阳，免受炎炎烈日困扰。

可吸收雨水和灌溉水的透水表面，也有助于通过蒸发冷却的作用，创造宜人的本地气候。在不通行车辆和没有建筑物的位置，桥梁表面都是透水性的，

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明

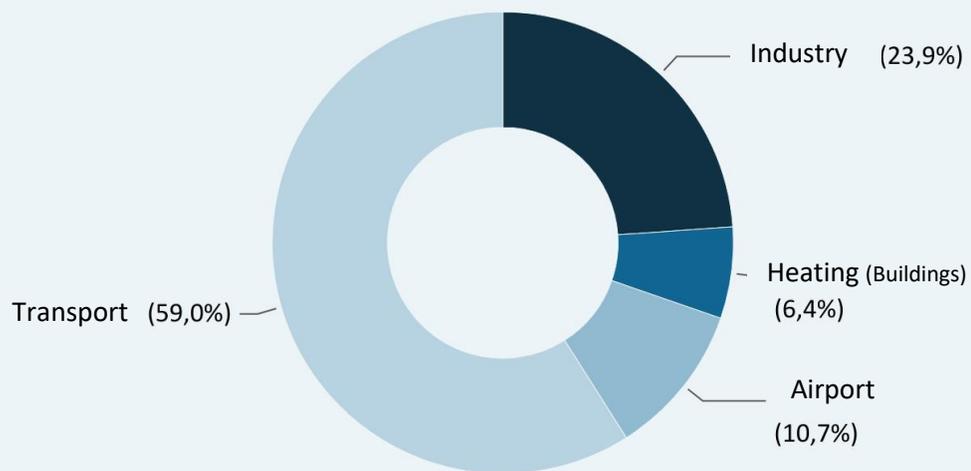


## 桥梁的网络结构也会带来很多优势

法兰克福桥梁系统本身作为一种遮阳、绿化和灌溉结构，不仅对城市气候有积极意义，作为一种独特的城市基础设施系统，它们开辟了全新的可能性：（1）为零排放交通提供平台；（2）对城市中透水区域进行灌溉；（3）让城市有更多的蒸发冷却和庇荫树冠；（4）还能为各种喷泉和新的水体输送水源。

## (1) 零排放的桥梁交通有助于减少城市机动车出行

Shares of annual NOx emissions of the main emitters in the Rhine-Main conurbation



Quelle: HMUKLV • Erstellt mit Datawrapper

在大多数城市，机动车交通是氮氧化物的主要排放者，也是粉尘和颗粒物污染的重要来源。在莱茵-美茵河地区，交通也是近地层最大的污染源。

通过零排放的氢能和电动汽车，法兰克福桥梁系统不仅为桥体本身提供了气候友好型的本地交通，而且还缓解了桥下每年约3000万人次的道路交通，从而为减少城市的污染做出了贡献。

此外，桥梁上收集的太阳能将用于生产氢气，以支持地面交通所需的众多氢气站。数百个桥墩将会成为电动汽车充电桩，也会促进低碳交通的发展。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## (2) 桥梁系统给沿线地区带来积极影响

桥梁主体对沿线城市气候做出了积极贡献：通过灌溉桥梁左右两侧的绿地以及城市中大量透水地面，它们带来的积极影响超出了桥体本身。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



Copyright © by Shjirin Kriklava - Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU

## (3) 桥梁作为灌溉基础设施有助于减少 城市的热负荷

良好的城市规划应考虑街道透水和种植区域。植被覆盖的土壤不会像沥青那样大量储存热量，尤其在晚上会格外凉爽。土壤被灌溉水或雨水充分湿润或浸泡是至关重要的，这样白天蒸发的水分可以吸收空气中的热量。

缓解热负荷最有效的方法是种植大树冠的树木，它投下的荫凉会让街道立刻变得凉爽。

然而，城市规划者必须小心谨慎，并非所有的树都是一样的：有些树会在晴天释放出形成臭氧的微量气体；有些树的树冠非常密集，尤其是作为行道树或在窄路中种植时，它们会阻碍空气廊道，将冷风挡在外面。因此，树木的选择必须在专业支持下进行。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化

法兰克福：城市气候现状

桥梁系统的作用

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU

## 桥梁系统可以帮助城市种更多的树

这些桥梁连接着水管环线，，可以大范围地将水引入城市。

通过这种方式，它们能够给4万平方米的透水区域浇水，并在市中心额外种植和养护约1000棵树木，从而为增加城市庇荫作出重大贡献。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

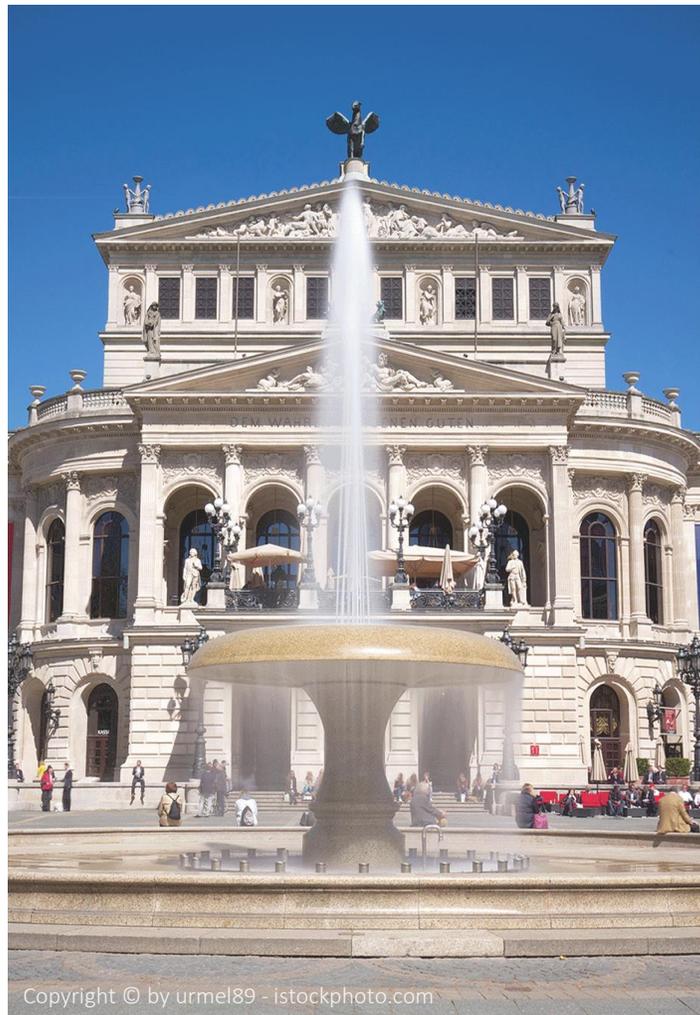
法律  
财政  
实施

专业信息

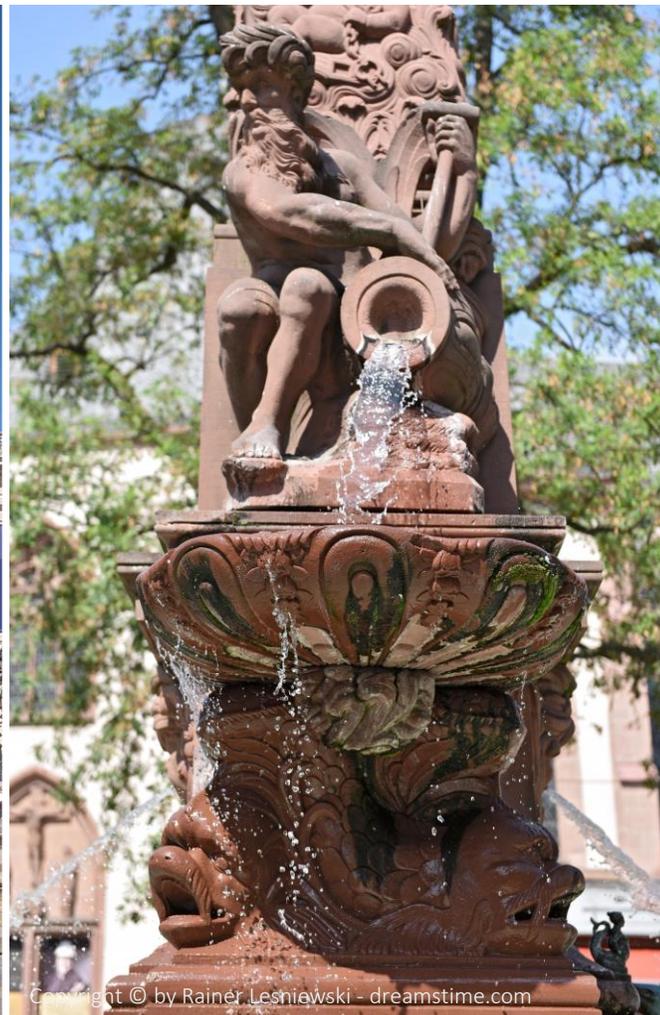
搜索  
团队  
联系 & 版权说明



(4) 借助桥梁等导水结构，城市规划还可以创造更多的喷泉、喷雾设备，甚至在热天提供凉爽的水面。



Copyright © by urmel89 - istockphoto.com



Copyright © by Rainer Lesniewski - dreamstime.com

桥梁的环线水管可以为数百个喷泉或喷雾设备供水。它还为尼达河上的新湖水浴场提供水源。

但所有这些冷水源都必须仔细规划，因为在某些天气条件下，它们会产生相反的效果：蒸发会带来闷热的空气，而不是凉爽的微风。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



结论：综合来看，法兰克福桥梁系统不会给城市气候带来负面影响。

法兰克福桥梁系统不会影响当地的冷空气和新鲜空气廊道，恰恰相反，它展示了一种预防城市蔓延的概念，通过高密度开发，缓解城市压力，并对维护冷空气和新鲜空气廊道有长期积极影响。在微气候方面也是利大于弊：它们几乎不增加污染物的积累，同时通过桥体自身的阴凉以及新种植的树木带来的阴凉，让城市变得更加凉爽；同样，通过透水的、绿化的和灌溉的地表的蒸发效应，桥梁系统可以创造一个舒适的城市气候。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
**城市气候优化**  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 合作团队

重要的合作伙伴：

建筑

地理信息

城市气候 - 全球气候

水

法律

教授

图片 & 摄影

城市绿化 & 自然

结构

包装

财政

专业人士

桥梁

交流

交通

网页 & 设计

实施

发起人 & 资助人

能源

艺术 & 文化

技术 & 信息技术



# 法兰克福：城市气候现状

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
**法兰克福：城市气候现状**  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 法兰克福的许多地方，尤其是市中心，城市气候状况非常严峻

《气候规划图集2016-法兰克福》指出了行动的必要性，城市和居民也已通过许多举措成功地做出了回应。但一个改善城市气候的重要层面——增加市中心透水地表的比例——其潜力还没有被充分开发，因为很难保证供水，尤其是小规模绿地。然而，有了法兰克福桥梁系统的供水，我们可以灌溉更多城市土地，种植庇荫树木。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
**法兰克福：城市气候现状**  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 章节内容：本章概述法兰克福市气候问题区域以及桥梁系统提供的相应策略

本章描述了造成区域问题的因素，它们在城市地区的位置以及可能采取的措施。

影响城市气候的最重要因素之一是法兰克福市的植被面积比例。

法兰克福桥梁系统可以通过城市网络式供水，为扩大植被面积以及在城市地区种植和养护树荫做出重要贡献。

对城市气候来说，在市区植树时必须注意树木的选择和规划。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
**法兰克福: 城市气候现状**  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



Copyright © by Shirin Kriklava - Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU

## 法兰克福市中心的建筑群不仅密度大， 而且非常高

建筑密度、停车面积和很多其他因素都对市中心的  
城市气候产生影响。

在法兰克福，老剧院（Alter Oper）到炮兵营  
（Konstablerwache）之间几乎没有任何植被，同  
时，它也是高层建筑特别密集的区域。

尽管从弗雷斯巷（Fressgasse）到泽尔街（Zeil）  
的起点被指定为步行区，但这一地区的北部和南部  
仍然被繁忙的交通所包围。

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
**法兰克福：城市气候现状**  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

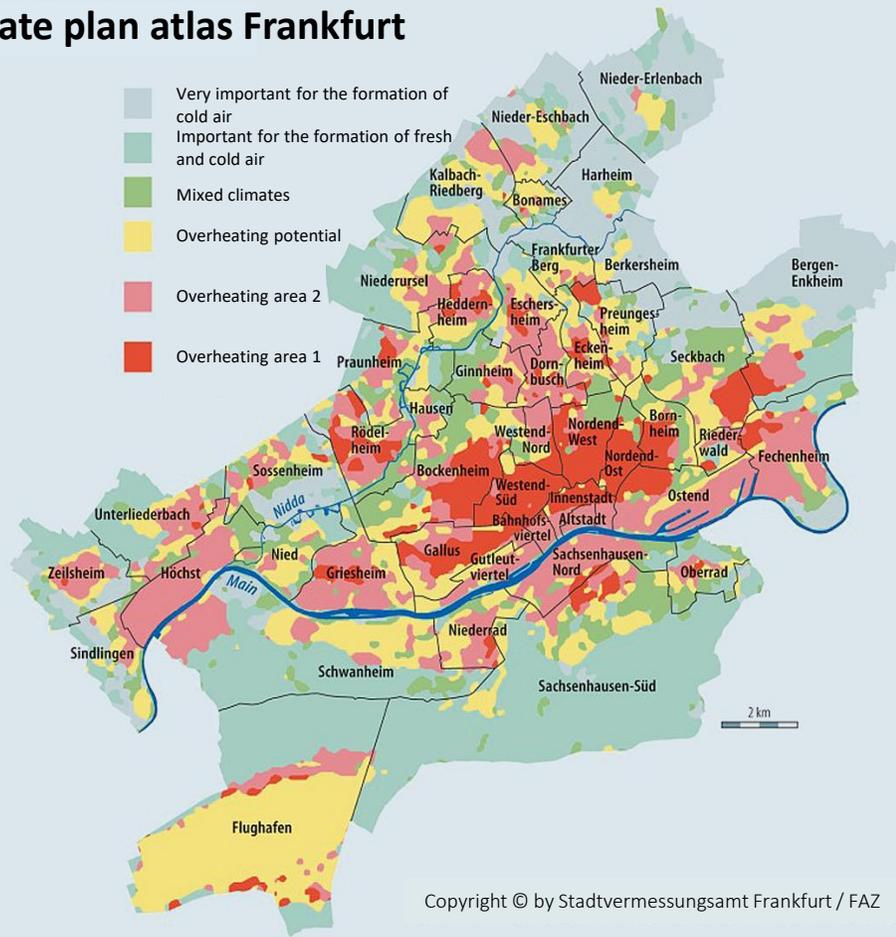
搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 城市气候的后果可以直接在法兰克福气候规划图集中看到

缺乏透水绿化区域，加上密集的建筑和繁忙的交通，让市中心的热负荷更大。

### Climate plan atlas Frankfurt



由于高度不透水和缺乏植被，几乎没有任何水分可以被蒸发，这意味着几乎无法通过植物和地面对空气进行自然冷却。与此同时，街道上的建筑物和交通释放大量热量，再加上密集的建筑群，导致风只能在有限的程度上交换热空气。

结果是夜间热量仍然留在了城市，形成了热岛效应。人们不得不承受热量的冲击，尤其在炎热的夏季。因此，人口密集的法兰克福市中心尤其需要巧妙的设计，帮助城市和居民拥有更健康、更宜人的气候。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化

**法兰克福：城市气候现状**

桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明

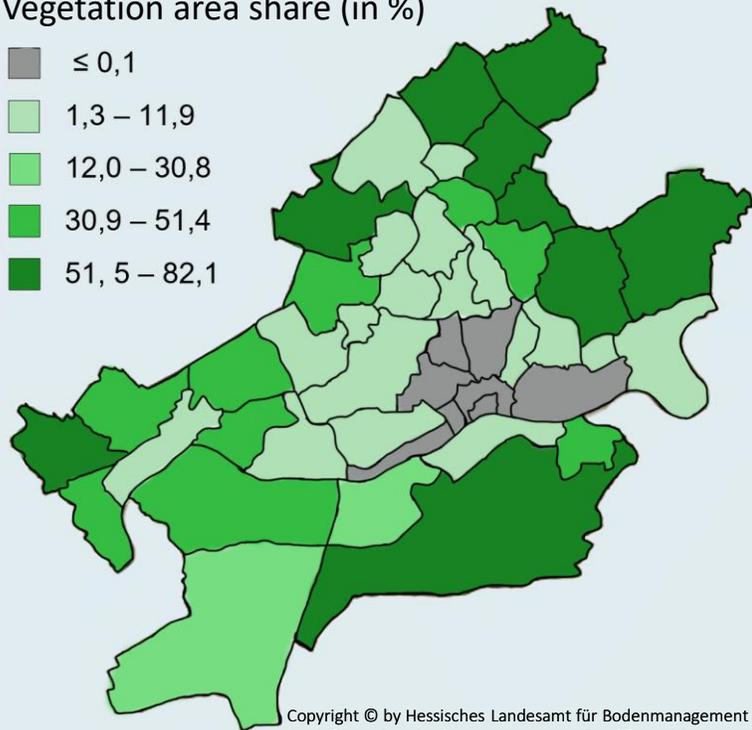
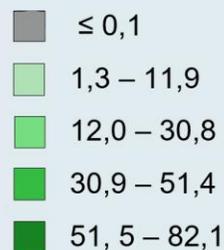


## 城市植被比例是影响城市气候的重要因素

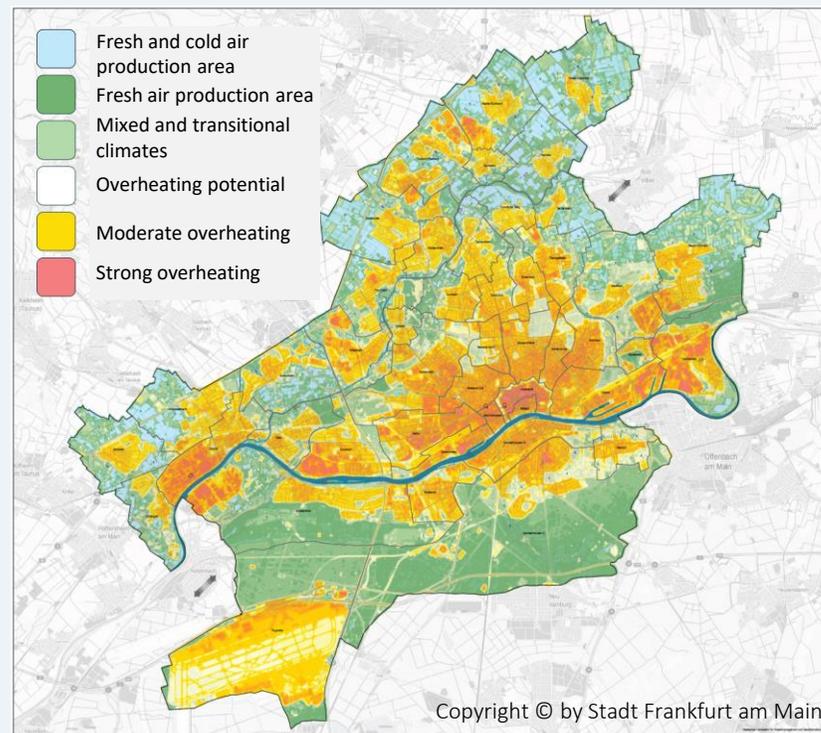
如果比较植被比例图与法兰克福气候规划图集，会发现缺乏植被的区域与过热程度较高的区域有显著的空间对应关系。城市气候被众多因素影响，但社区的绿化程度是最重要的因素之一，因为它直接影响气温。

虽然法兰克福周边地区的植被覆盖面积占城市面积的一半以上，但市中心几乎没有任何城市绿化。这对当地气候来说可能是个问题，尤其在夏季。

Vegetation area share (in %)



Copyright © by Hessisches Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation; Stadtvermessungsamt Frankfurt a.M.



Copyright © by Stadt Frankfurt am Main

## 法兰克福的植被区域占总面积的40%，但在城市区域却分布不均

法兰克福市区面积约 2.5 亿平方米，由近 40% 的所谓“植被区”和 40% 的居民区组成（其余主要是街道和其他封闭区域）。

法兰克福绿地局维护着20万棵树，并提供了大约 1700 万平方米的城市绿地和开放空间，然而这一切只占法兰克福城市预算的 1.3%（相当于每年近 40 亿欧元）。尤其惊人的是，这微薄的预算中，还有约五分之一用于垃圾处理。

实际上，法兰克福植被区已经分布广阔，养护得当，但宜人的城市气候带来的幸福感并没有均匀分布。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
**法兰克福：城市气候现状**  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 法兰克福市已经致力于推动“蓝绿” 解决方案

法兰克福市积极推动城市自然水资源的项目和行动（蓝色），从而大幅增加城市植被面积（绿色）：

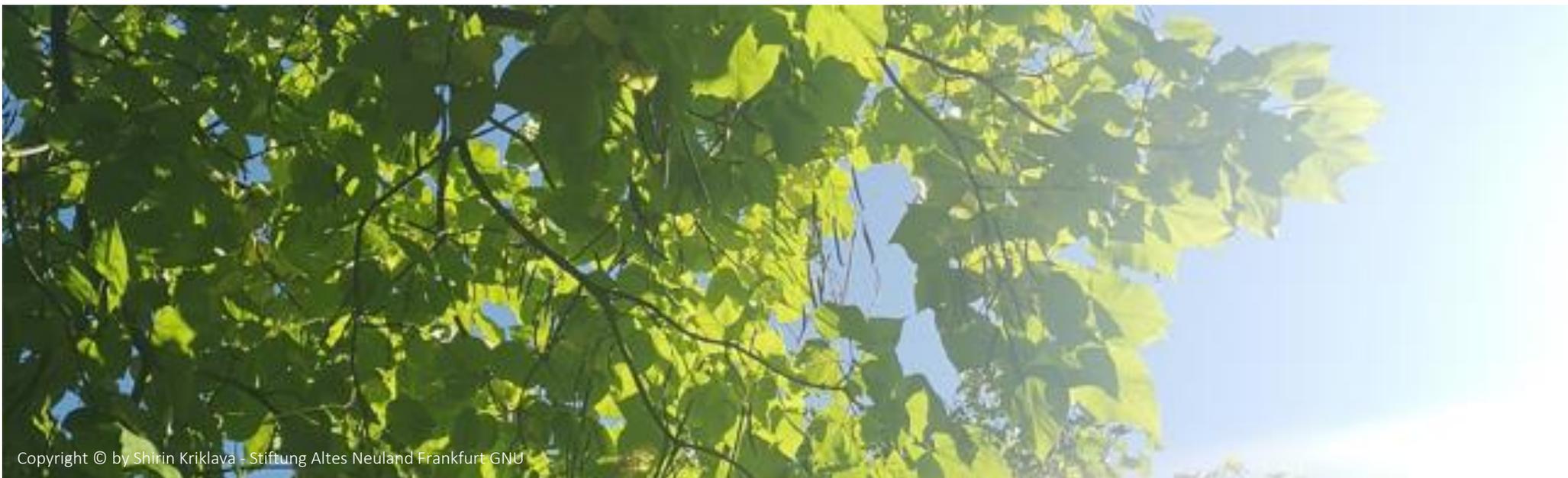
2014年“法兰克福绿色城市”议程启动，为此组织了许多活动，还有一个城市倡议，名为“清新法兰克福”，让现有的立面绿化、屋顶绿化和前后院花园绿化得到进一步发展。

## 公民和政府都积极参与进来，进一步改善城市气候

法兰克福不动产局负责雨水收集和城市建筑绿化，甚至法兰克福交通协会也开始绿化他们的站点。广告柱安装了“法兰克福罩”，一个放置在柱顶的圆盘，可为昆虫提供栖息地和落脚点。

除此之外，目前（2021年）大约有十几个公民倡议，包括保护现有绿地免受破坏，还有创建花园、“城市园艺”、绿化停车位等活动，都成功地唤起人们参与的热情。

随着法兰克福桥梁系统实施的透水绿化计划完全符合城市及公民活动的趋势。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化

**法兰克福：城市气候现状**

桥梁系统的作用

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

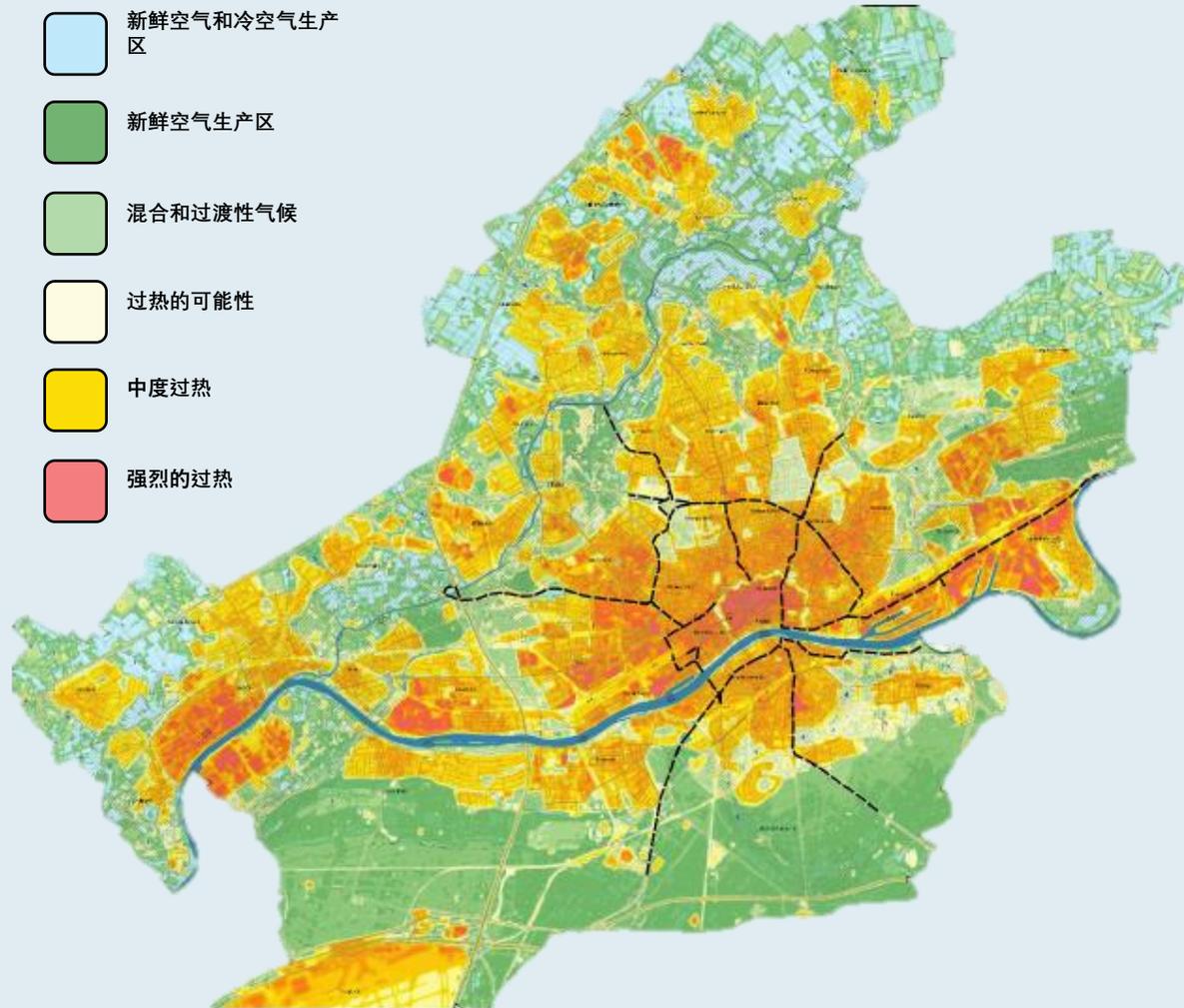
法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



这些桥梁像一张网一样贯穿城市各个部分，并将水送往各处绿地。



即便像2021年那样多雨的夏天，一旦种植了植物，就必须确保其长期存活，否则会带来很大的浪费。仅在一个干旱期之后，须得处理大部分死掉的绿色植物，并重新种植。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化

**法兰克福：城市气候现状**

桥梁系统的作用

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

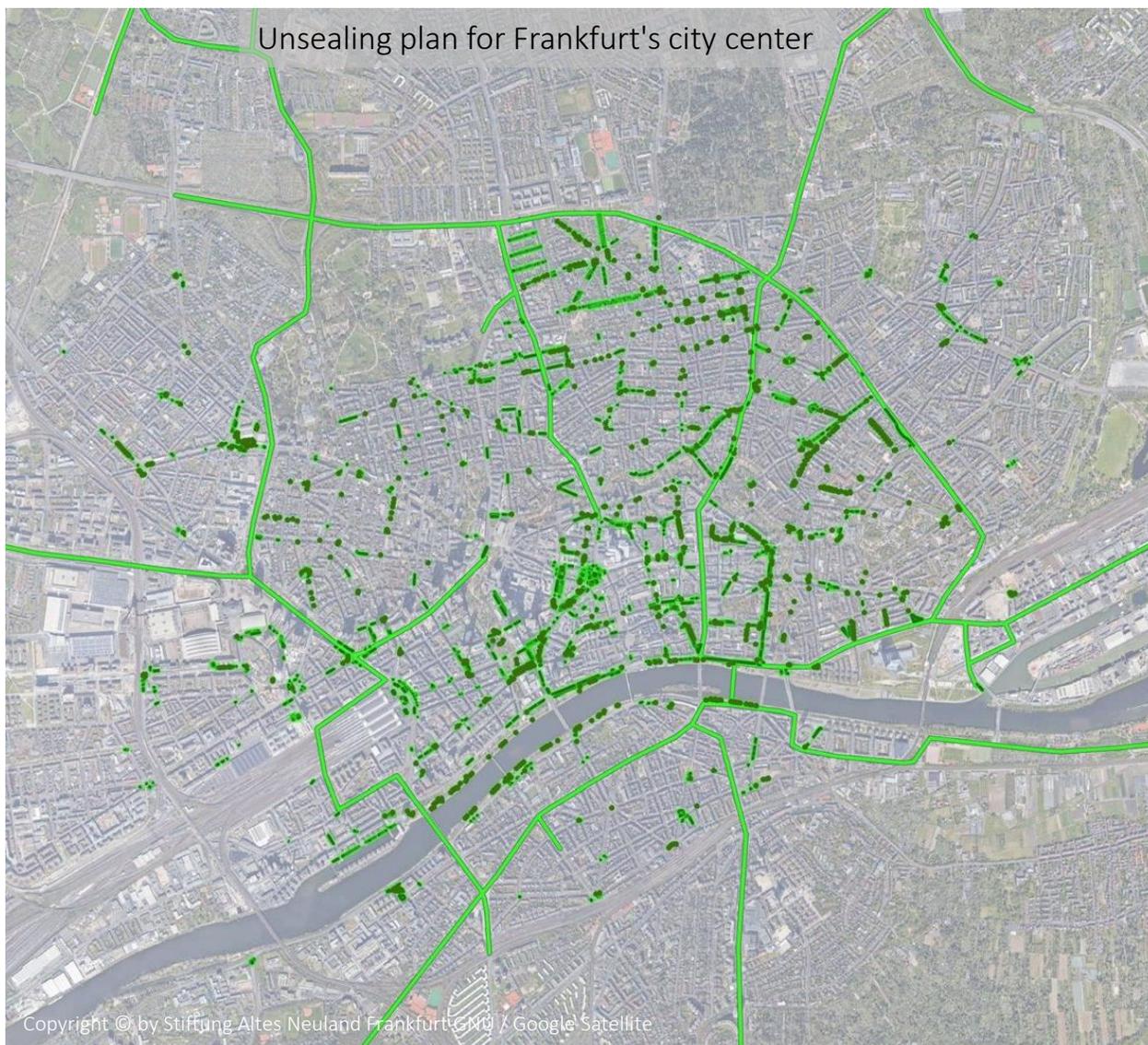
法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 法兰克福桥梁水系统实现了大规模的透水、绿化和植树。



它不仅浇灌新的绿色植物，还可以激活现有的城市绿化，并保护其不致萎缩。

它可以灌溉并绿化超过4万平方米，并且可以额外种植大约1千棵树。

因为即使是没有建筑但硬质不透水的空间，如法兰克福的豪普瓦赫，在炎热的夏季也迫切需要额外的遮阳。冬季落叶并让阳光透过的树木最适合于此。

## 尽管人们热衷于在城市中种植尽可能多的树木，但人们必须了解城市绿化： 不是所有的树都是一样的

不是所有的树都是一样的，也不是所有的绿化都是一样的：在选择城市绿化时，必须考虑到与当地气候有关的一些事情--否则努力是徒劳的，甚至是适得其反。尽管实际上所有的树木在炎热的日子里通过遮阳和蒸腾作用提供了可喜的凉爽，但如果它们排列得太密集，特别是树冠大的行道树，其树冠覆盖在街道中间，空气污染物在这些林荫道上累积的风险就会增加。

另一个问题是由一些树种排放的活性微量气体，如异戊二烯，所造成的。这可能导致在高太阳辐射期间与汽车废气一起形成臭氧。人类栖息地的臭氧浓度增加应被视为对健康的危害，因为它们可能导致呼吸道疾病。因此，树木的选择应始终考虑到与健康相关的背景。

## 如果在解封透水的过程中种植树木，必须考虑到非常具体的参数

在城市气候中，植树的最重要目标是通过树荫来降温，因为它们的树冠会通过蒸发来降温，树冠通常比行人的行走高度高得多。

为了最大限度地增加荫凉，如果场地允许的话，应该尽可能选择大树冠的树木。

就树荫的降温效果来说，树冠的大小比密度更重要。因此从这个角度来看，树种的选择是重要因素之一。



# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
**法兰克福: 城市气候现状**  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

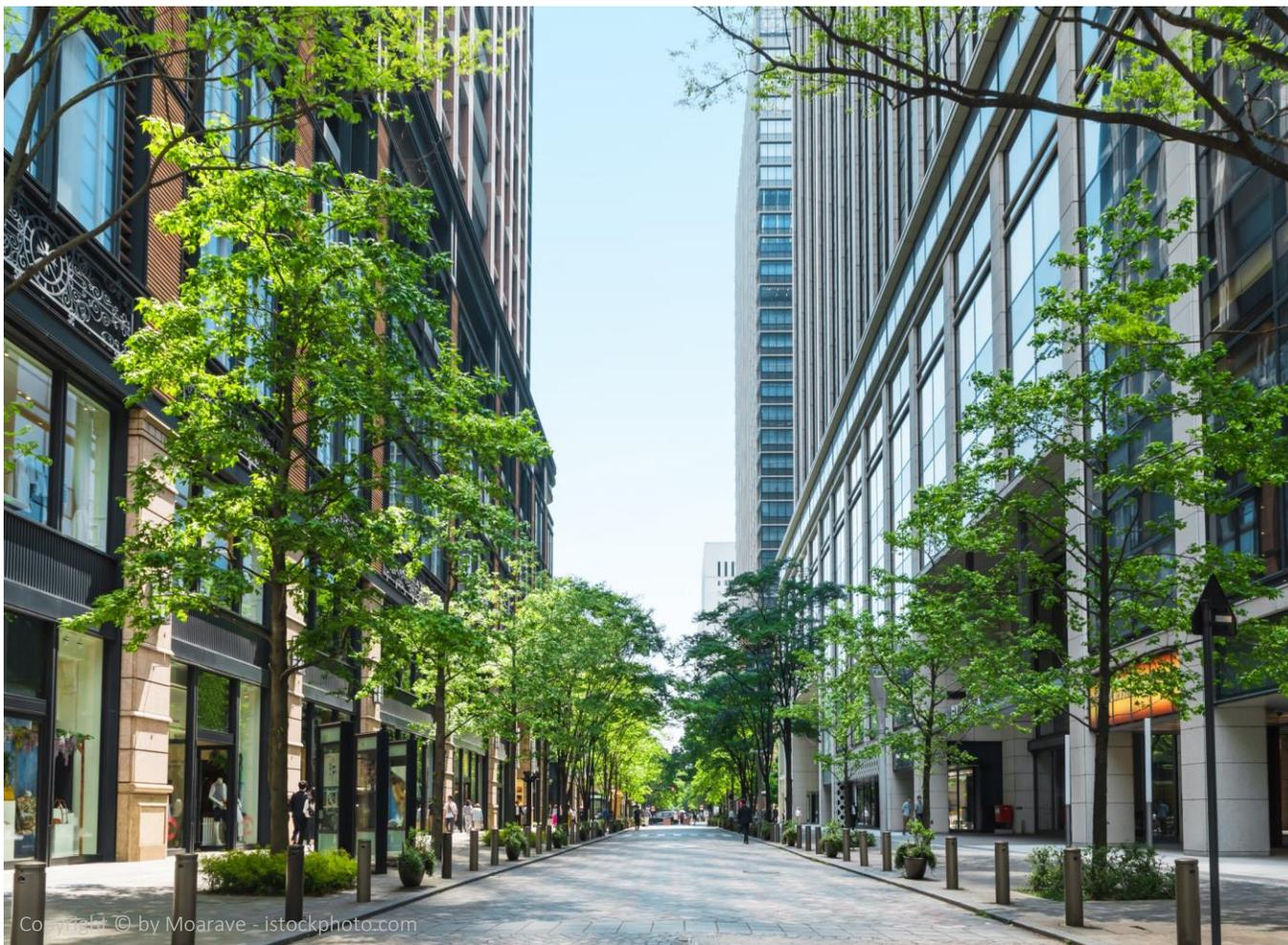
法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



茂密树冠的树木要么应单独种植，要么应与临近的树木拉开一定距离。然而，城市中的情况常常正相反：树木往往作为行道树，被种植在沿着建筑峡谷的繁忙街道。由于“隧道效应”，它们往往会阻碍空气流通，密集树冠又加剧了这种障碍。



因此，除了选择正确的树种，每棵树的位置也是非常重要的。单独种植或间隔20米以上的距离，对树木和周围环境都有好处。

松散种植的树木比密集种植的过滤性能更好，因为风可以更好地吹过。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
**法兰克福：城市气候现状**  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



Copyright © by madamatic - stockphoto.com

结论：法兰克福桥梁系统通过让地表解封透水，从而积极改善城市气候。

在《气候规划图集》中，法兰克福市中心被确定为城市气候问题区。因为交通量大，建筑密度高，最重要的是绿地比例较低，地面密封程度较高，导致夏天的热负荷增加。

法兰克福桥梁在其灌溉网络的帮助下，为城市气候相关因素提供了补救措施。城市可以不再封闭，并进行绿化。

特别是市中心的树木，可以给人们庇荫降温，但不能将它们种植得太密集，要保证空气循环。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
**法兰克福：城市气候现状**  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 合作团队

重要的合作伙伴：

建筑

地理信息

城市气候 - 全球气候

水

法律

教授

图片 & 摄影

城市绿化 & 自然

结构

包装

财政

专业人士

桥梁

交流

交通

网页 & 设计

实施

发起人 & 资助人

能源

艺术 & 文化

技术 & 信息技术



# 桥梁系统的作用

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
**桥梁系统的作用**  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 法兰克福桥梁系统对城市环境的作用

根据模型预测，法兰克福桥梁系统对城市气候有积极影响。桥体本身投下的影子明显降低了下方街道空间的感知温度，在炎热的夏天，那里会变得更凉爽。桥梁结构体和中等高度的植物也为桥体提供了宜人的阴凉。同时，由于其柱状特征，法兰克福桥梁只对空气流动构成轻微障碍，从而保持了街道空间的通风。此外，这些桥梁不会显著增加污染。预计到项目完成时，交通带来的空气污染物也会相应减少。因为在未来几十年里，电动汽车和氢气卡车的数量将大幅增加，并取代排放污染物的内燃机。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状

## 桥梁系统的作用

桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 章节内容：借助计算机模拟，对市中心的一区域开展了实例研究，分析了法兰克福桥梁的热力学和动力学影响

从共和广场（Platz der Republik）开始的美因茨兰德大街（Mainzer Landstraße）段被选为研究区域，因为它被认为是桥梁系统潜在的“最差路段”。

通过模拟实际状况和计划状况下的温度和局部气流，我们比较了这两者情况，并分析了法兰克福桥梁在炎热夏日对热力学表现的影响。此外，我们在大风和阴天的气象条件下，对桥梁的空气动力学进行了研究，并考虑了多个气流方向。

我们刻意没有分析桥梁对桥体下方可能积累的污染物的影响，因为不远的将来，零排放的电动汽车和氢气卡车将迅速增加，在桥梁建设完成之前，道路空间的污染物将会显著减少。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状

## 桥梁系统的作用

桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



法兰克福桥梁的总面积只有两平方公里，并不能在中尺度上影响250平方公里的法兰克福城市气候，而只能在微观尺度。



Copyright © by Jan-Philipp Thiele - unsplash.com

由于法兰克福桥梁系统只是像一张细密的网络延伸到城市，所以它们对大面积的城市气候没有影响。

然而，在某些路段，它们对周围环境的影响可以通过模拟来预测。

像任何建筑一样，与热力学最相关的，就是阴影和气流的影响。

在污染物方面，像任何结构一样，它们会限制大规模的空气流动；然而，由于它们提供了第二层交通空间，从而减轻下方道路负担。这也必须在最后的评估中考虑到。



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU / Stadt Frankfurt am Main

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
**桥梁系统的作用**  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



然而，桥梁对当地气候的影响是相当明显的，看地区数据便一目了然。

法兰克福市的面积：250平方公里  
其中完全不透水的交通区域：52平方公里  
植被面积：98平方公里

桥梁范围内的植被面积：2平方公里  
桥梁上创造的绿色空间：1平方公里  
额外的、直接在桥梁附近增加：0.2平方公里。  
额外的、透水的绿地：城区里的0.04平方公里  
因桥梁灌溉而增加的城市活力绿地：0.05平方公里  
在市中心地区额外种植的树木：1000棵

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
**桥梁系统的作用**  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



因此，法兰克福桥梁系统间接地为当地城市气候带来益处：减少道路交通，灌溉整个内城区的绿地和树木，作为一种替代方式，它取代了因生活空间需求增加而开发空地的惯常做法。



## 《法兰克福气候规划图集》和《莱茵-美茵河清洁空气计划》是确定法兰克福桥梁系统的关键节点的基础



Copyright © by Lucas Lindau - Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU

所谓的“气候功能图”会概述一个城市的热量状况。对于法兰克福来说，这样的地图可以在该市2016年编制的“法兰克福气候规划图集”中找到。

德国各城市须在所谓的“清洁空气计划”框架内，确定本地区的氮氧化物和颗粒物的空气污染排放值。目前法兰克福的情况记录在《2020年莱茵-美茵河空气质量控制计划》中。

这些地图显示了，沿着桥梁的走向，哪些路段可能会加剧污染状况，因此应该成为展示或预测桥梁对城市气候影响的模拟重点；反之，也可以确定这些路段的改善潜力。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
**桥梁系统的作用**  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

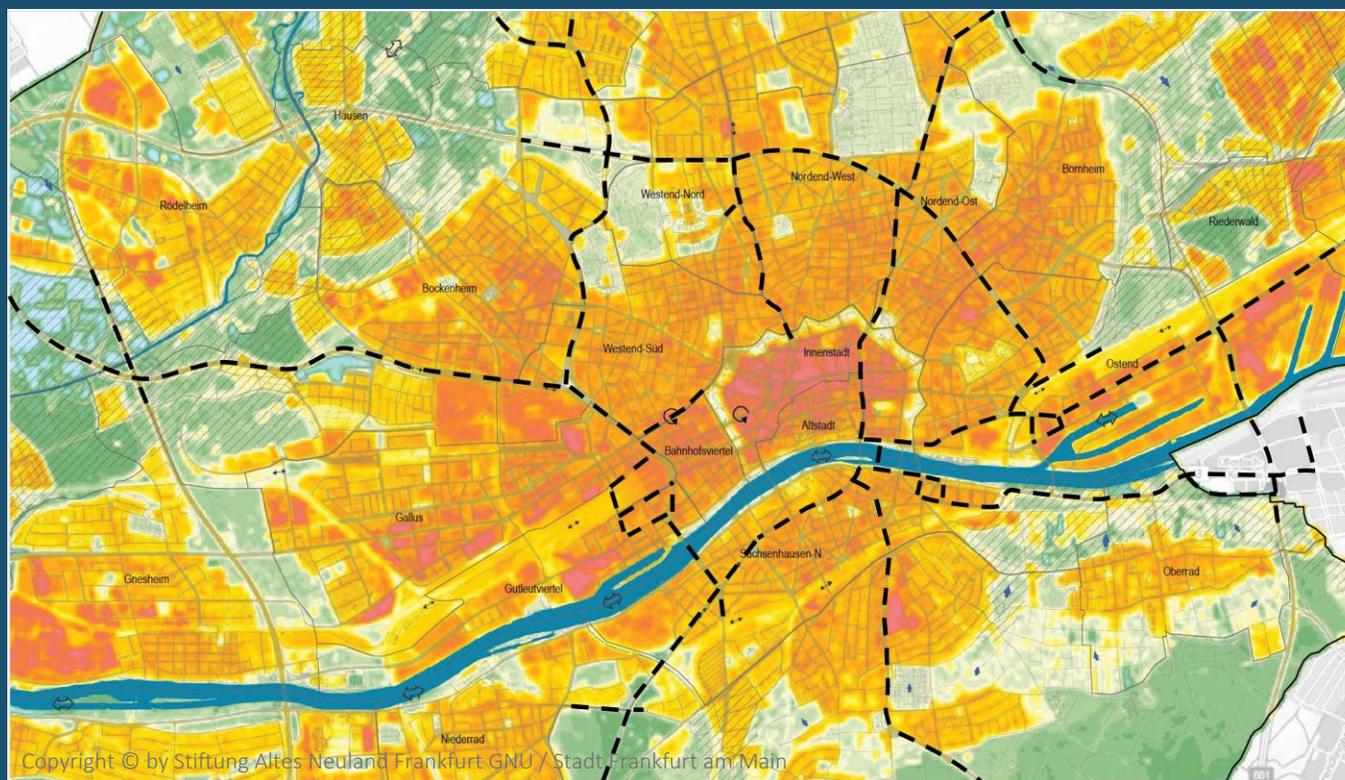
专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 市中心的热负荷和污染物是最高的 —— (1) 热负荷

《气候规划图集》指出了在夏季容易过热的城市地区，会让人们感到过于炎热和/或过于烦闷。摘自《法兰克福气候规划图集》：红色越深的地区越热。



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt.GNU / Stadt Frankfurt am Main



Ausführliche Legende des Klimaplanatlas



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

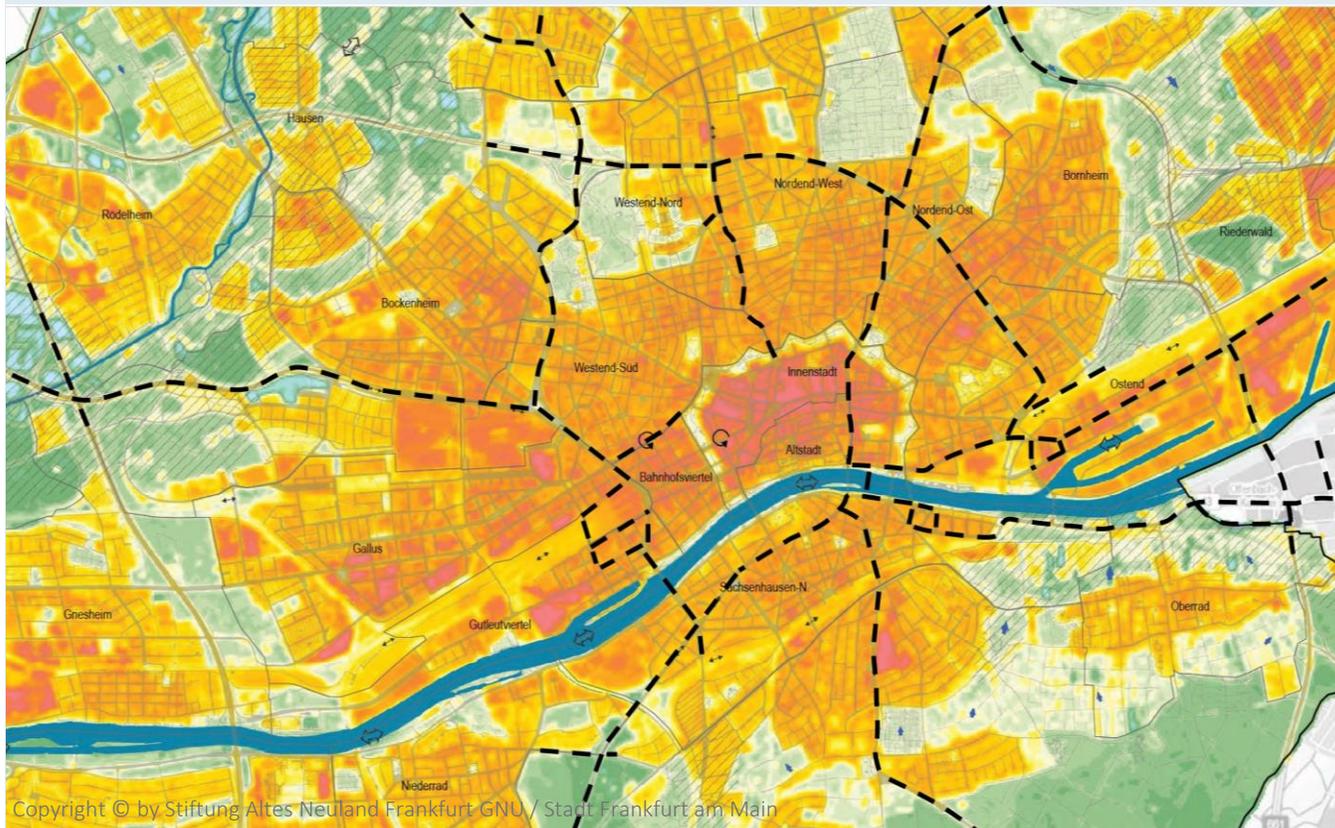
能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



	<b>Fresh and cold air production area</b>	Orientation according to VDI Climate property: Open-air climate. Highly active, mainly cold-air-producing surfaces in the Outdoor area - Mostly with low roughness and corresponding slope inclination.
	<b>Fresh air production area</b>	Orientation according to VDI Climate property: Forest climate. Areas without emission sources; mainly with dense tree cover tree population and high filtering effect.
	<b>Mixed and transitional climates</b>	Orientation according to VDI Climate property: Climate inside urban green spaces. Areas with a very high proportion of vegetation, low and discontinuous emissions; Buffer areas between different climatopes.
	<b>Overheating potential</b>	Orientation according to VDI Climate property: Suburban climate. Built-up areas with sealed surfaces, but with a lot of vegetation in the open spaces. adequate ventilation.
	<b>Moderate overheating</b>	Orientation according to VDI Climate property: urban climate. Dense development, high degree of sealing and little vegetation in the vegetation in the open spaces; ventilation deficits.
	<b>Strong overheating</b>	Orientation according to VDI Climate property: Inner city climate. Highly dense inner city areas/city, industrial and commercial areas with little industrial and commercial areas with little vegetation and a lack of ventilation.

↑ ↓	<b>Wetterau wind</b>	The Wetterau wind is a regional nocturnal flow from the northeast at night. It flows over the central urban area of Frankfurt and acts as an important east and west of the city centre and reaches down to the east and west of the city centre. During the day, the wind direction reverses to the southwest in accordance with the leading the Taunus ridge to the southwest.
//	<b>Air duct</b>	Due to orientation, surface characteristics and width preferred surface for the transport of air masses transport. Air flow paths are characterised by low roughness (no tall buildings, only single trees) characterised by low roughness.
↕	<b>Direction of action Air conduction path</b>	They enable the exchange of air masses between the surrounding countryside and the city. Their effectiveness depends on the wind distribution. In addition, air ducts can be of great importance for climatic relief, especially in climatic relief, especially in low wind conditions.
↑	<b>Cold air path - Cold air flow direction</b>	Thermal wind system induced during the night (downslope wind). The cold air generated on the slope near the ground flows down the slope. The arrow symbol corresponds to the direction of flow.
↑ ↓	<b>Ventilation - aeration pathway</b>	In addition to air guideways, also railway tracks, wide roads, river courses etc. that act as additional airways. Canalisation of air flows.
↻	<b>Wind field change</b>	Disturbance of the wind field caused by high buildings. Indication of increased turbulent wind velocity (gustiness) and drastic changes in wind direction (vortex formation, flow around).

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
**桥梁系统的作用**  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

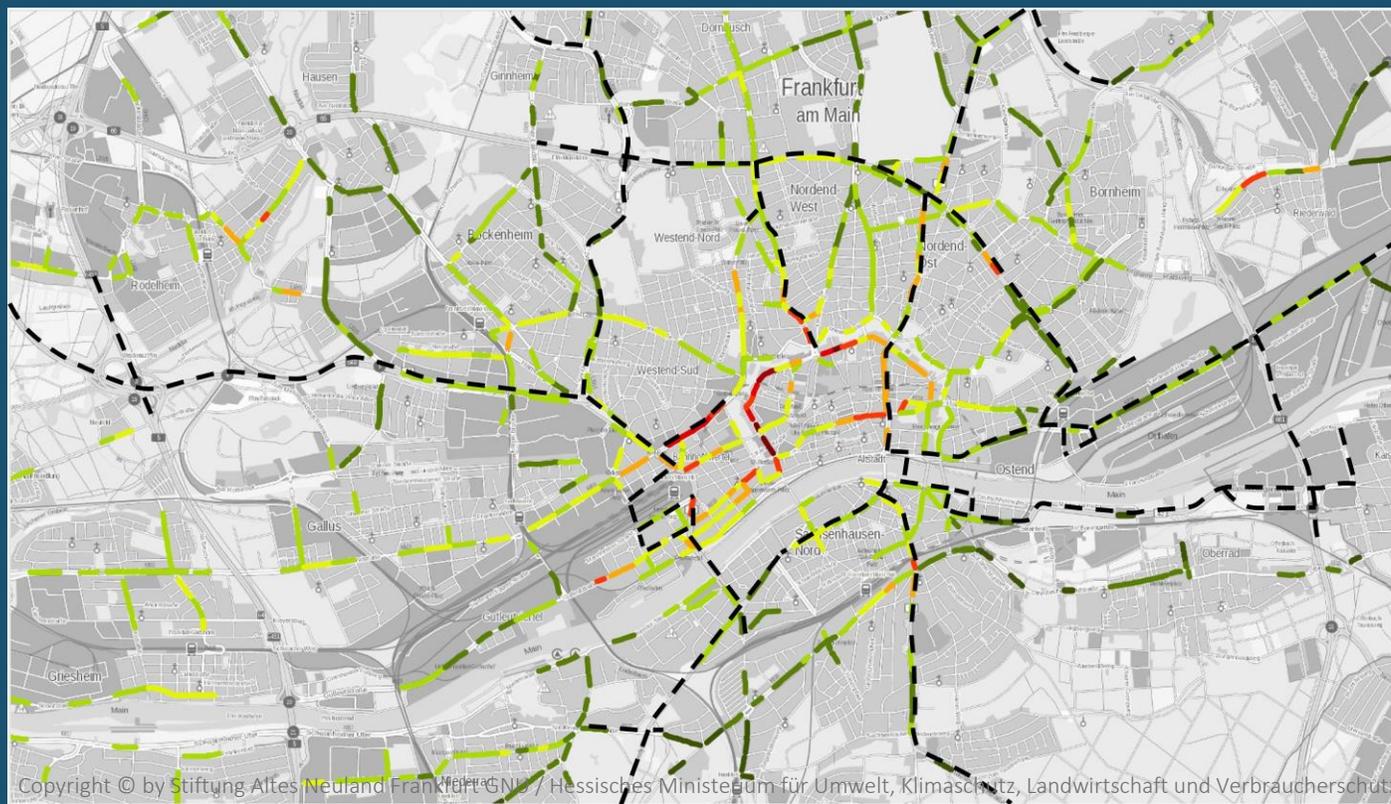
搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 市中心的热负荷和污染物是最高的 —— (2) 污染物

沿法兰克福主要交通轴线的氮气测量计划，是衡量各区与交通相关的污染物总负荷的重要指标之一。

法兰克福清洁空气计划的氮氧化物的分析地图用红色标记了污染最严重的地区。



NO <sub>2</sub> - concentration [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]		
$\leq 30$	$> 30$	$> 33$

$> 37$	$> 40$	$> 42$
--------	--------	--------

$> 45$	$> 48$	$> 50$
--------	--------	--------

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
**桥梁系统的作用**  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

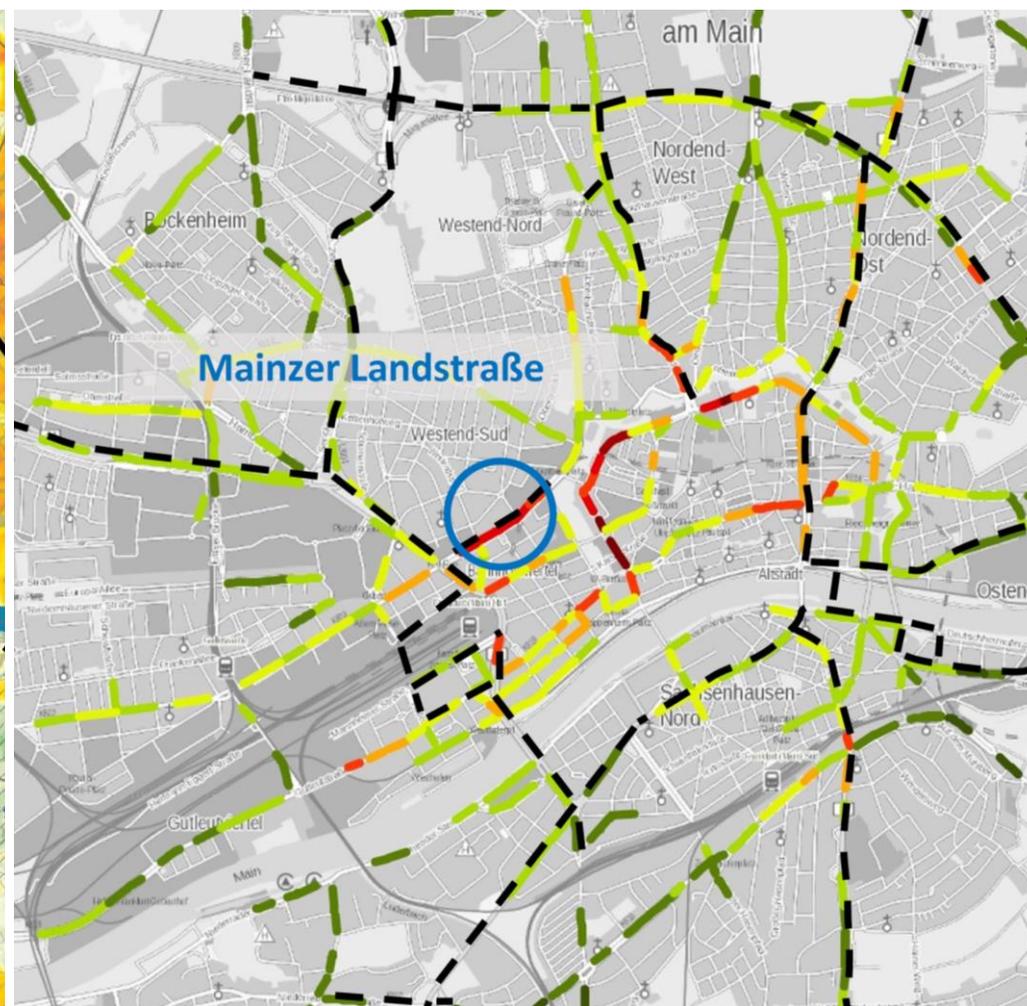
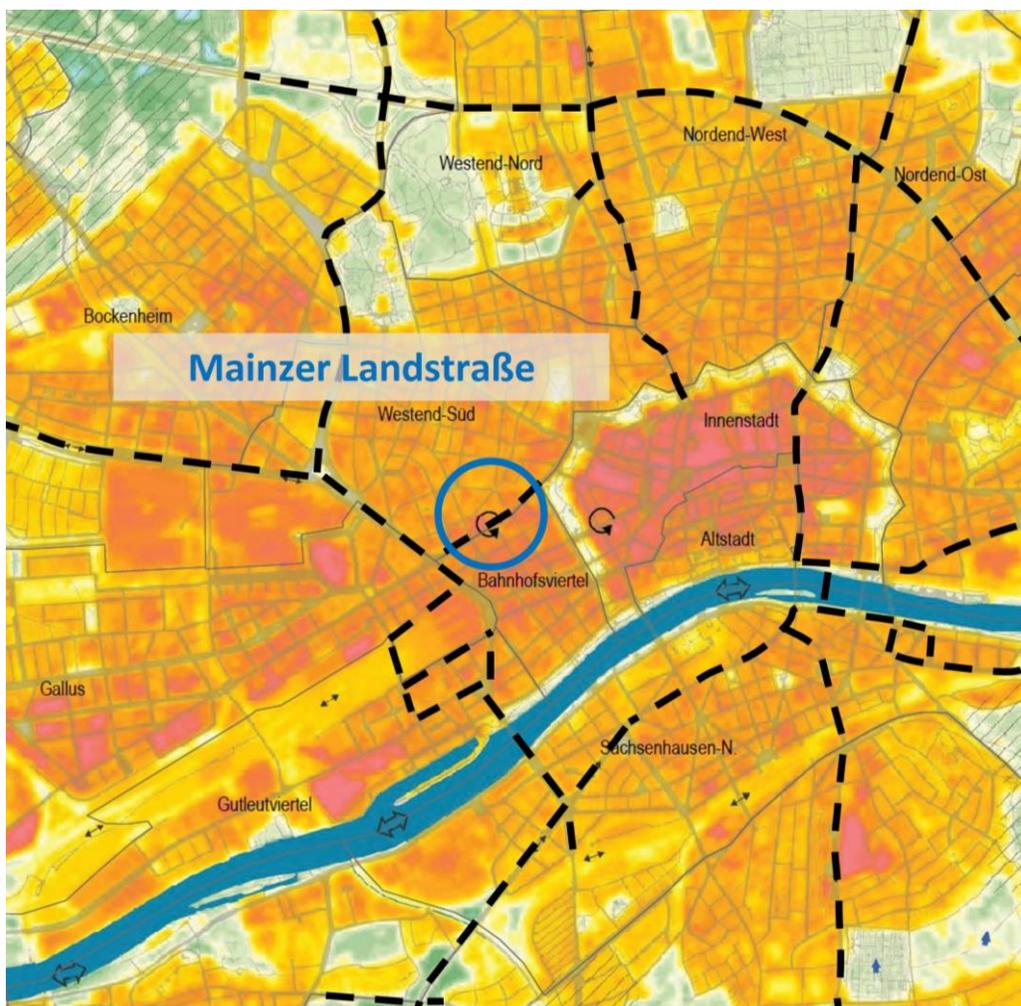
法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



比较这两张地图上的空间，我们会发现，美因茨兰德大街（Mainzer Landstraße）是一个标志性地段，在这两个规划中都是至关重要的



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状

## 桥梁系统的作用

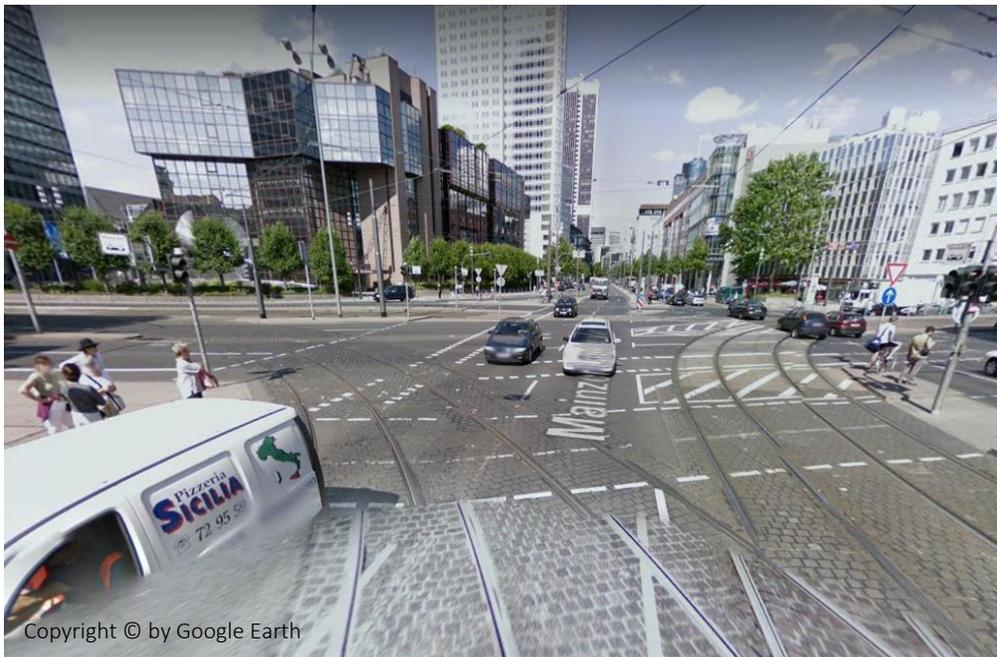
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 研究区域的特征表明，它在城市气候方面是有问题的

### 美因茨兰德大街 (Mainzer Landstraße) 的特征

- 共和广场 (Platz der Republik) 是一个大型交通区。
- 通往广场的美因茨兰德大街 (Mainzer Landstraße) 是一条宽阔的街道，两侧都是高楼，并设置了停车位。
- 沥青和铺路石让地表密封程度很高，植被和开放空间几乎不存在。
- 建筑结构主要包括办公楼、封闭的、有些甚至是非常高的建筑群。
- 这是一条交通量很大的四车道主路。
- 污染物和热量的排放也相应较高，二氧化氮浓度为46微克/立方米（根据2021年清洁空气计划的预测）。

Weitere potentiell kritische Modellierungsgebiete



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状

## 桥梁系统的作用

桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

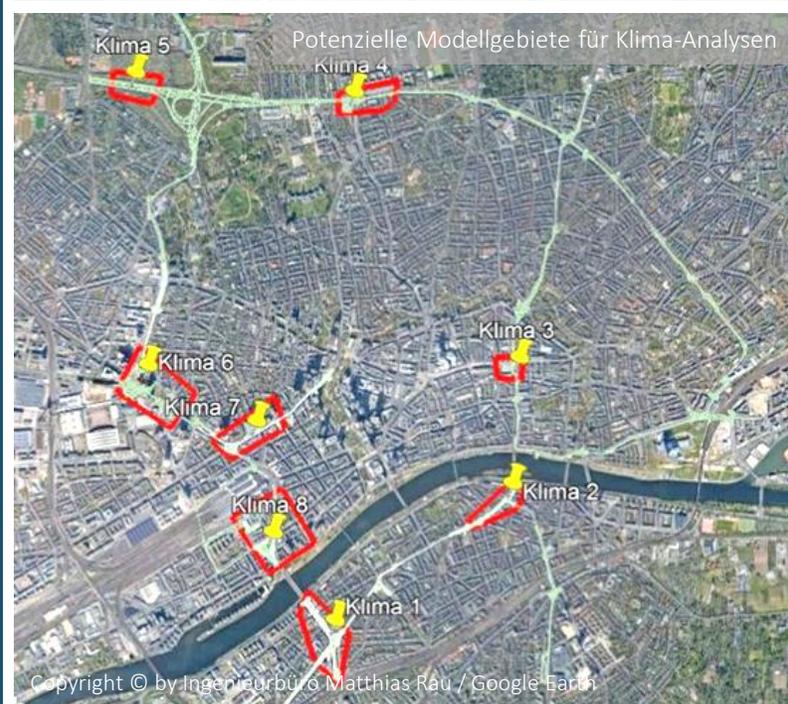
法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



通过示范性的空气卫生分析和气候分析，可以确定更多法兰克福的节点，这些桥梁沿线的节点非常关键。



但为了从根本上测试桥梁结构的概念及其尺寸、表面、植物等，带来的是积极还是消极的影响，第一步是将从共和广场到美因茨兰德大街作为 "最坏情况 "的例子。

在法兰克福其他不那么关键的地方，影响可能会相应地小一些。

## 城市气候分析的内容：由于法兰克福桥梁的建设，沿美因茨兰德大街往共和广场方向的热力学和空气动力学条件将发生怎样的变化？

该分析从热力学和风力舒适度方面，研究包括建筑及新建绿化（桥上和桥旁）在内的桥体的影响。以下问题是研究的基础。

与目前状态相比，桥梁带来的热力学效应是什么？

在道路空间或最近的建筑物区域内，PET（生理等效温度）参数和风速如何变化？

桥梁给风场带来了哪些空气动力学的改变？

桥梁的热力学和空气动力学影响在多大程度上能横向延伸到建筑区？

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状

## 桥梁系统的作用

桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

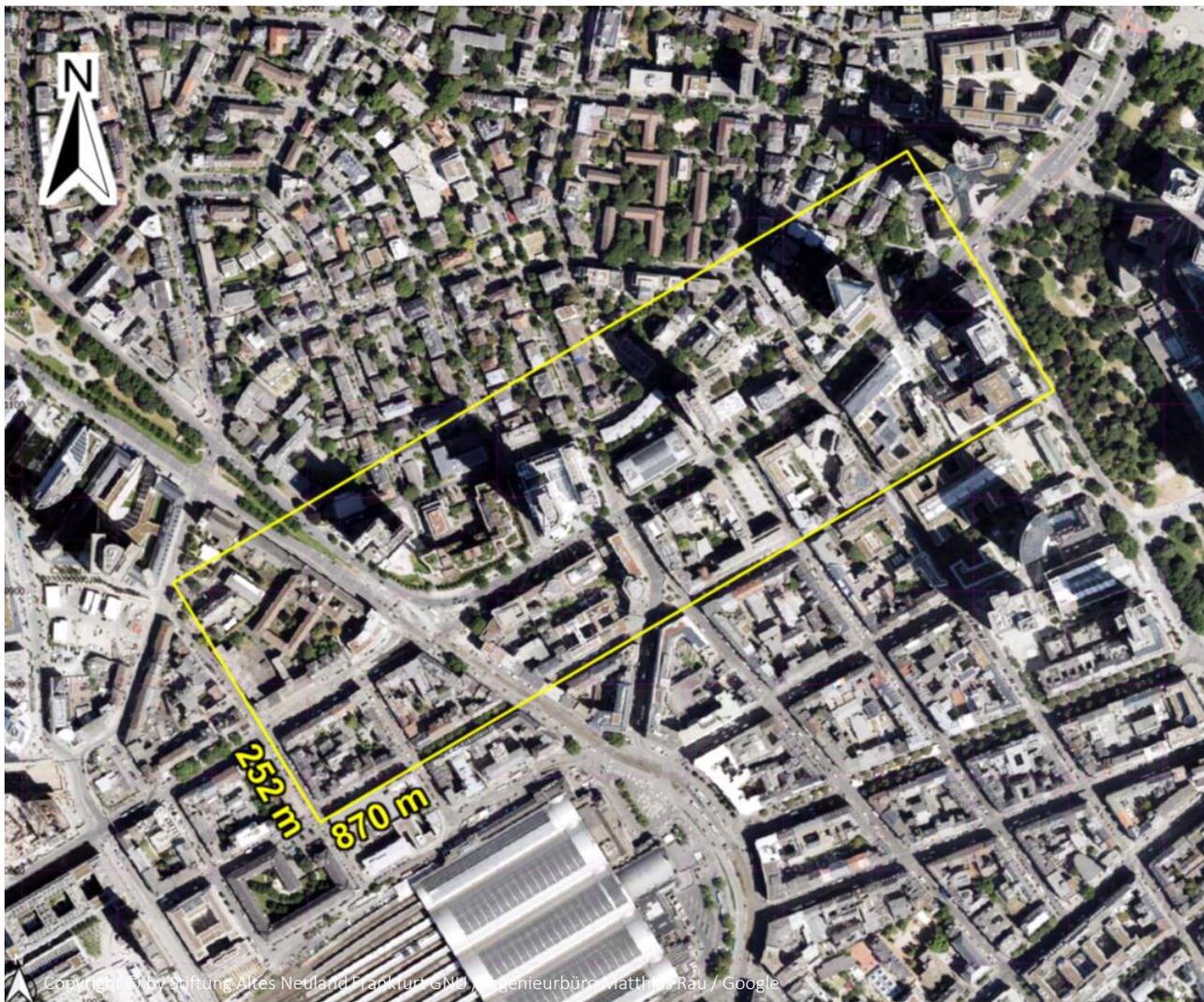
法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



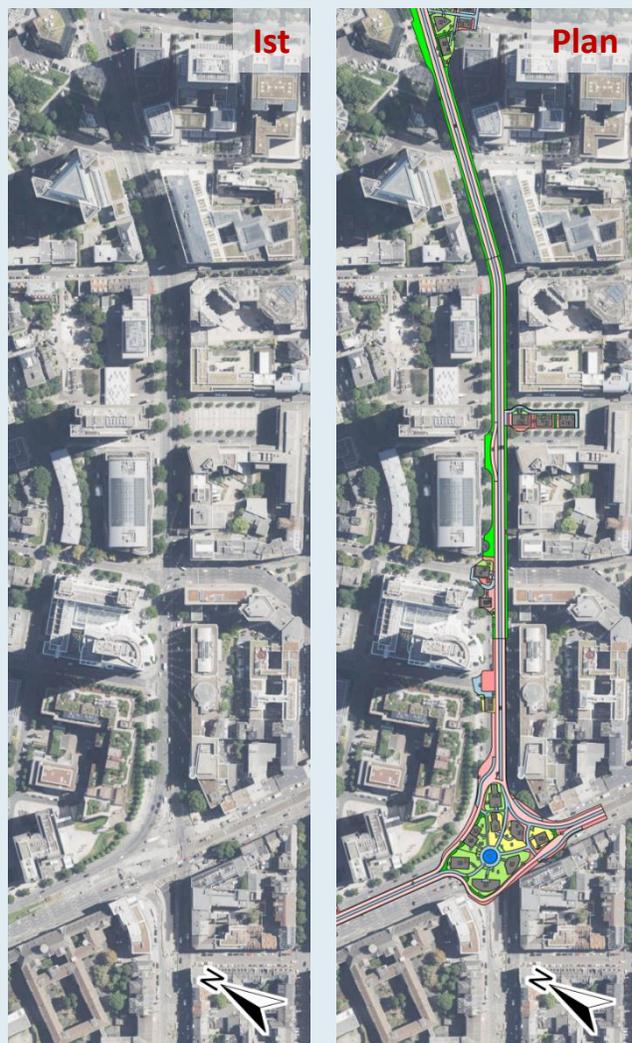
在划定桥梁建设影响的研究区域时，也必须考虑到邻近地区



由于法兰克福桥梁系统在空间上的影响有限，模拟区域被设定为从陶努斯公园的美因茨兰德大街的关键节点到共和广场的部分。

此外，为了测量法兰克福桥梁系统对其附近的所有气候影响，该区域还向周围的建筑物延伸了100米。

## 两种基于模型的分析各进行了两次模拟运行



为了明确法兰克福桥梁系统对城市气候的影响，对热力学和动力分析进行了两次模拟运行。

在第一次运行中，各自模拟了美因茨兰德大街沿线的当前大气状况，并没有包括计划建设的桥梁（实际状态）。

在第二次模型运行中，补充了相应的桥梁建设的数据（规划状态）。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状

## 桥梁系统的作用

桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

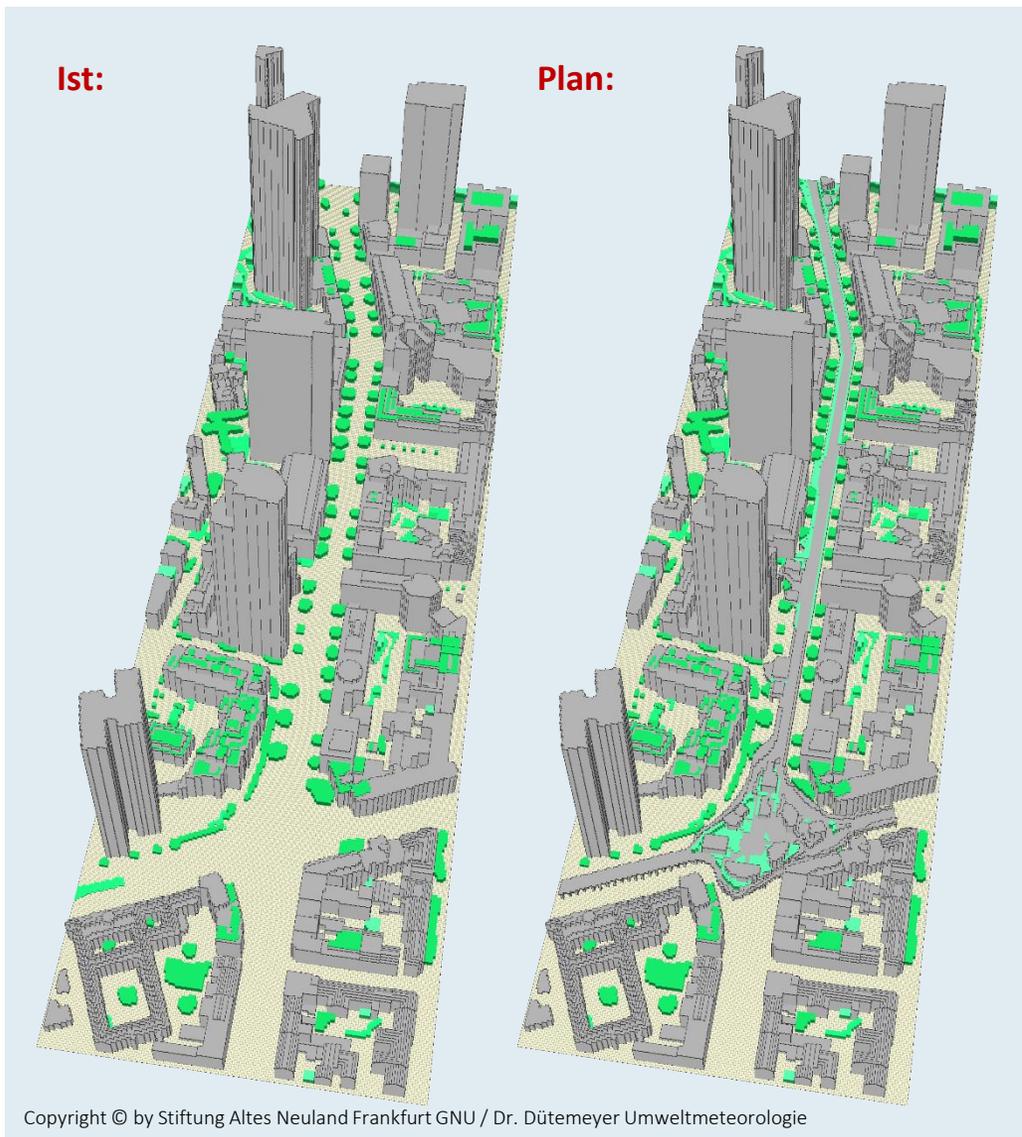
法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



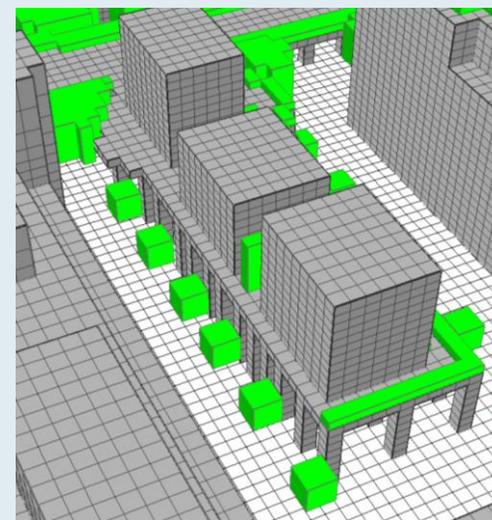
## 模拟的基础是一个详细的桥梁、道路以及现存建筑的模型



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU / Dr. Dütemeyer Umweltmeteorologie

由于选择了1到1.5米的分辨率，模型可以准确再现法兰克福的桥梁、建筑和植被的立体感。这里展示的是 "Envimet" 模型的例子。

这种高精读对结果具有决定性的意义，因为模型的空间分辨率越高，结果就越真实。

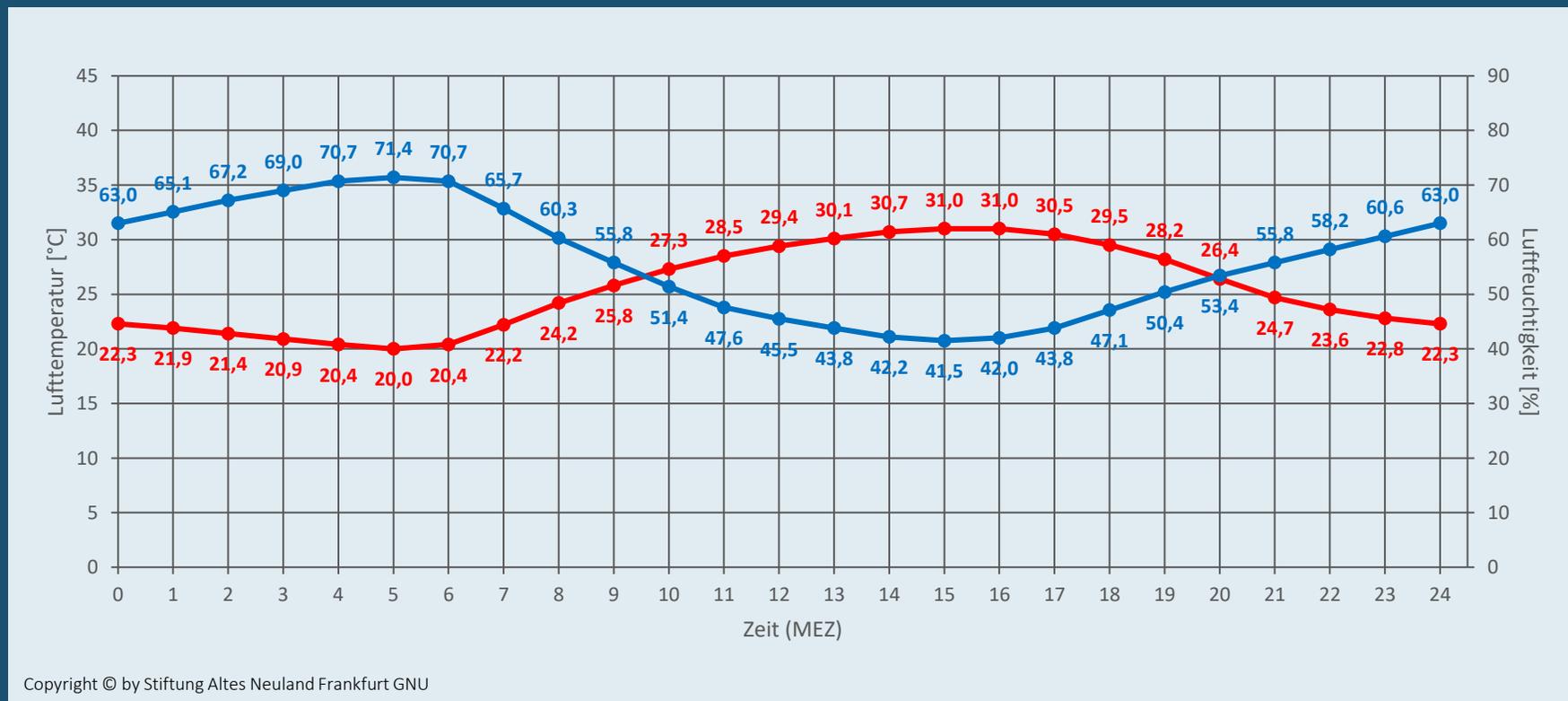


Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU / Dr. Dütemeyer Umweltmeteorologie

## 热力学分析: 热力状况模拟了一个炎热夏日的热带夜之前的气象条件

这种天气情况是指, 白天最高温度超过30°C, 无云, 微风。夜间温度不会低于20°C。

在温带地区, 这样的热天在7月和8月非常频繁。室外游泳池和冰激凌店挤满了客人, 越来越多的人需要寻找阴凉处。



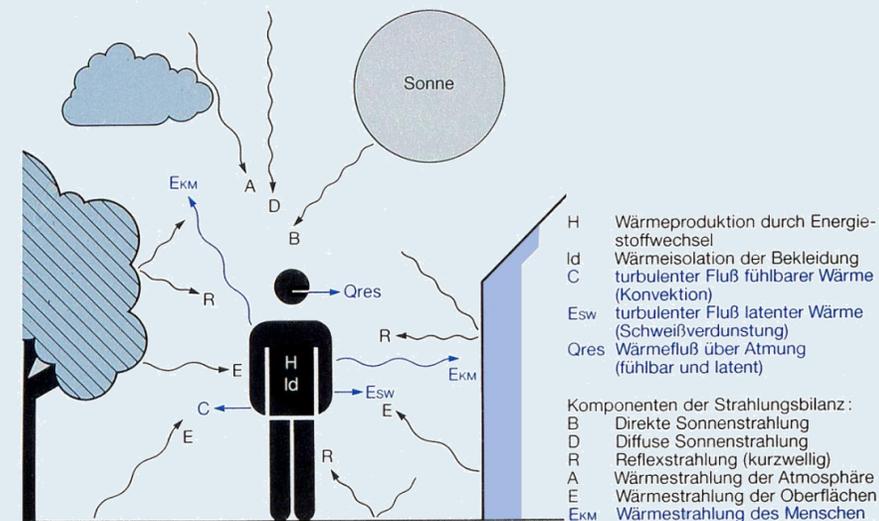
## 为了说明人们在这种天气条件下—有/无法法兰克福桥梁系统的热力感知，我们使用了"生理等效温度" (PET) 的概念

PET是一种测量热舒适度的方法，与测量温度等不同，它提供人体在特定天气条件下是否感到舒适的信息。

与空气温度感知相似，如空气湿度（闷热）、风速（汗液蒸发）、周围环境（建筑物、路面）的热辐射和太阳辐射（反照效应、中暑）等影响因素也被考虑在内。

PET / °C	thermal sensation	load level	physiological effect
4	very cold	extreme stress	cold stress
8	cold	heavy load	
13	cool	moderate load	cooling stimulus
18	slightly cool	weak load	
23	cosy	no load	thermal stimulus
29	slightly warm	Weak load	
35	warm	Moderate load	
41	hot	Heavy load	heat stress
41	very hot	Extreme load	

Copyright © by Dr. Düttemeyer Umweltmeteorologie



Der thermische Wirkungskomplex (nach Jendritzky)

# 旧颜新城 法兰克福

直接比较实际状态和规划状态的模型结果，原则上可以看出法兰克福桥梁对PET特性的影响

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

能源

交通

城市气候 - 全球气候

城市气候优化

法兰克福：城市气候现状

**桥梁系统的作用**

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

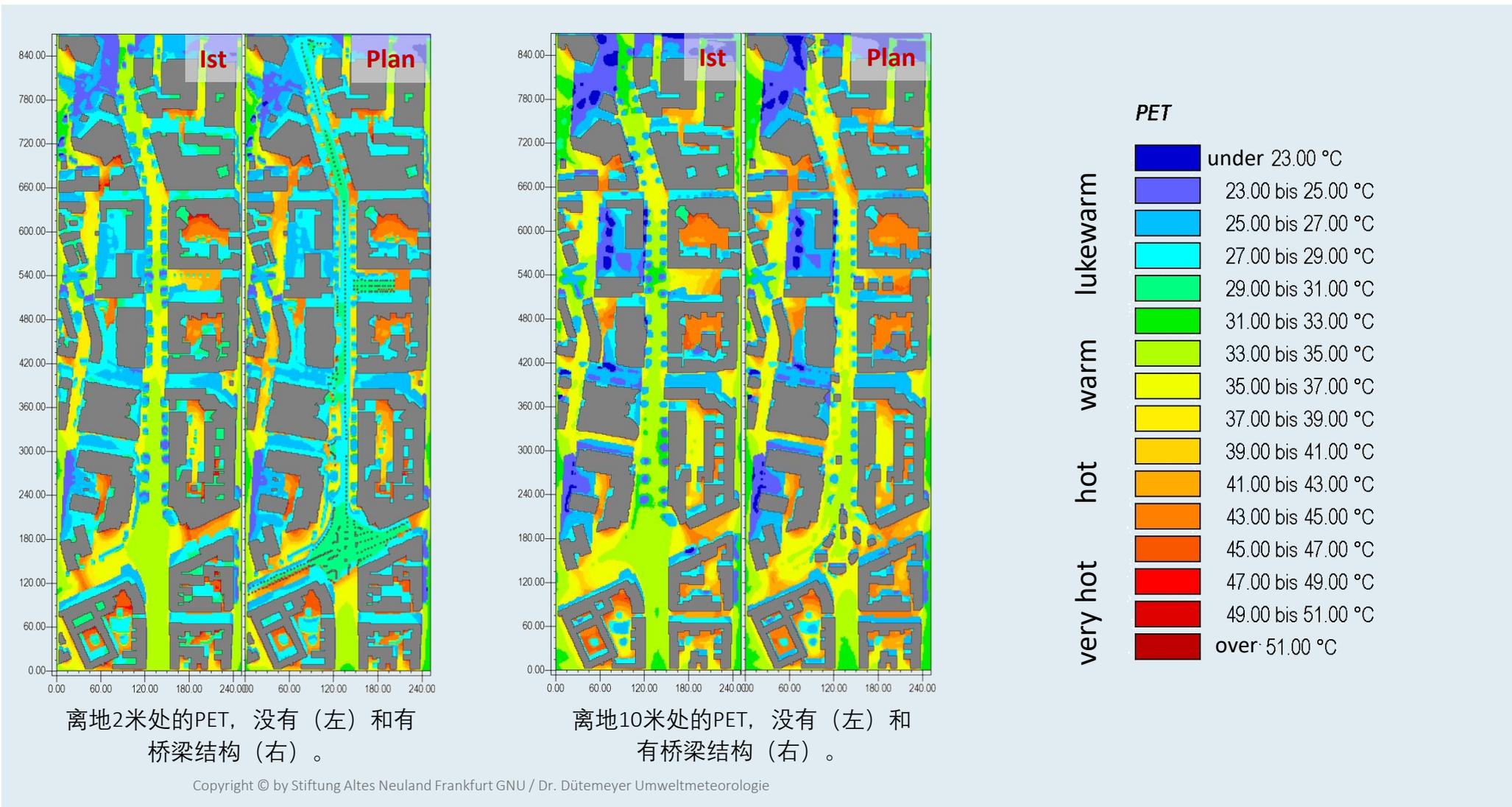
实施

专业信息

搜索

团队

联系 & 版权说明



对比结果显示：如果没有桥梁的阴凉，在炎热的夏天，PET会上升到37度。如果有桥，则只有27至29度。

下午3点（夏令时），此时白天温度最高，热负荷最大。离地2米的高度展示了美因茨兰德大街近地层的情况；离地10米的高度对应的是桥面以上2米的高度。

在近区域，可以非常容易地看到温度的偏差。如果没有阴凉的桥梁结构，美因茨兰德大街地区的PET几乎都达到了35甚至37°C的高峰值，而在有桥体的状况下，那里的温度往往只有27到29°C之间。

然而，当比较桥梁上方的PET时，差异并不明显。这需要一种不同的展示形式...

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
**桥梁系统的作用**  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

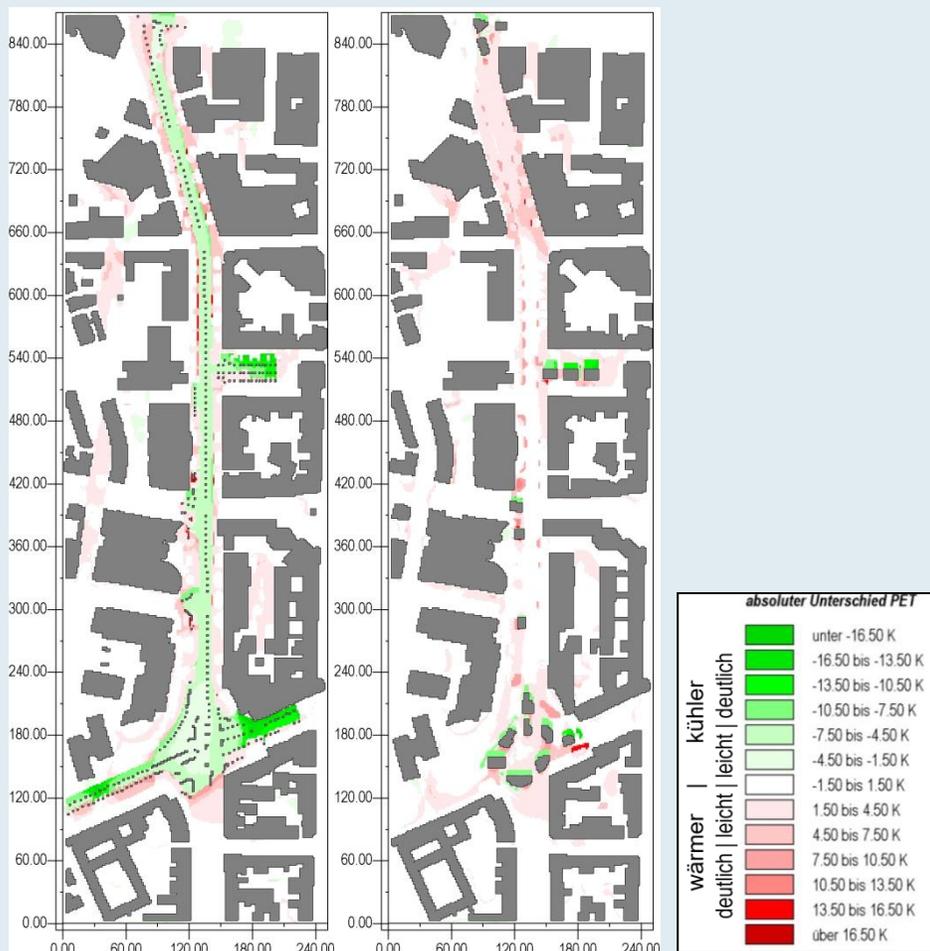
法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 实际状态和规划状态之间的PET差异最好借助于"差异图"来显示



Differenz der PET  
in 2 m ü. Grund (links) und 10 m ü. Grund (rechts)

由于PET的变化在空间上是有限的,尤其在桥面上,发生在相当小的范围内,它们最好借助于差异图来显示,在差异图中,会用颜色来区分模拟的实际状态和规划状态。

法兰克福桥梁对PET的影响在离地面2米处尤为明显,即美因茨兰德大街的街道层面:低层的遮挡导致PET降低了5到7K。由于原则上超过6K的偏差,舒适等级也会变化,因此由桥梁结构体带来的阴凉冷却是非常重要的。在桥梁附近区域,可以看到个别PET的增加(红色)。然而,由于温差不大,它们不会给热舒适度带来特别的影响。

在离地面10米处,即桥面上方2米处,共和广场和弗朗西斯卡-中拉德广场上方的建筑也带来了许多阴凉(绿色)。在这里,舒适度也提高了一个等级。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
**桥梁系统的作用**  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

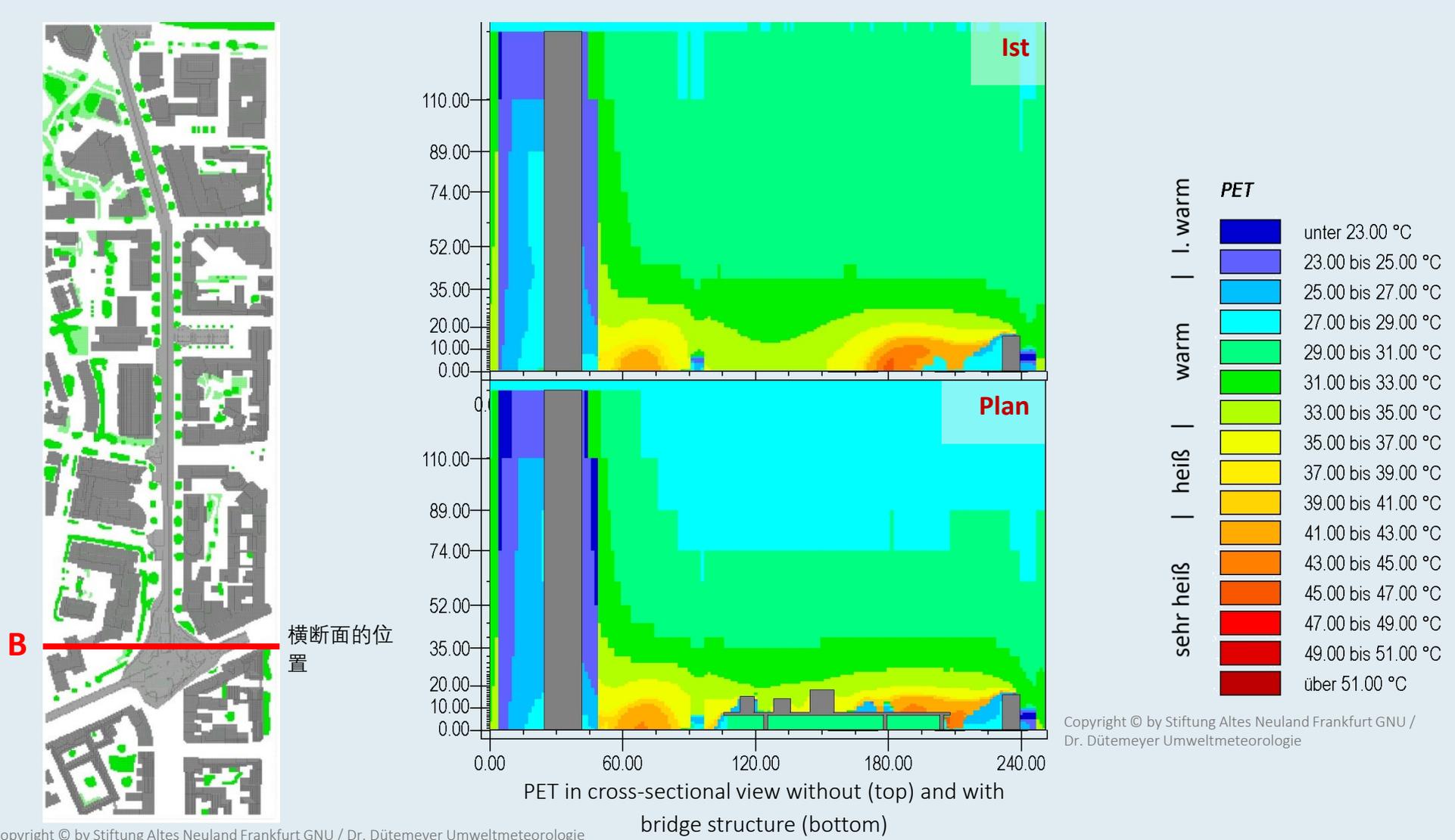
法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



如果观察美因茨兰德大街PET的横截面，会发现，阴影让桥下PET显著下降。它对那里夏季舒适度的改变是巨大的。



总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然  
水

能源

交通

城市气候 - 全球气候

城市气候优化

法兰克福：城市气候现状

**桥梁系统的作用**

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

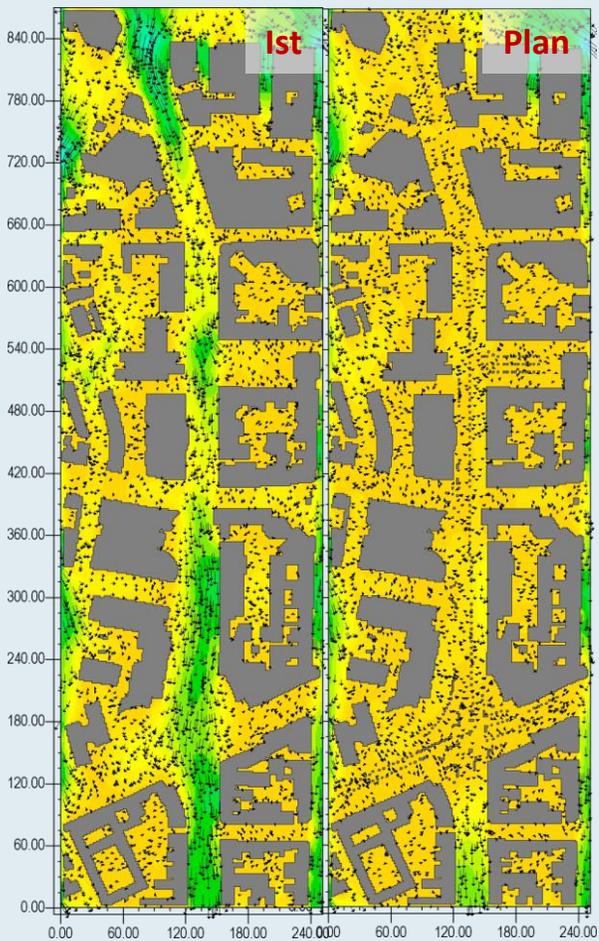
实施

专业信息

搜索

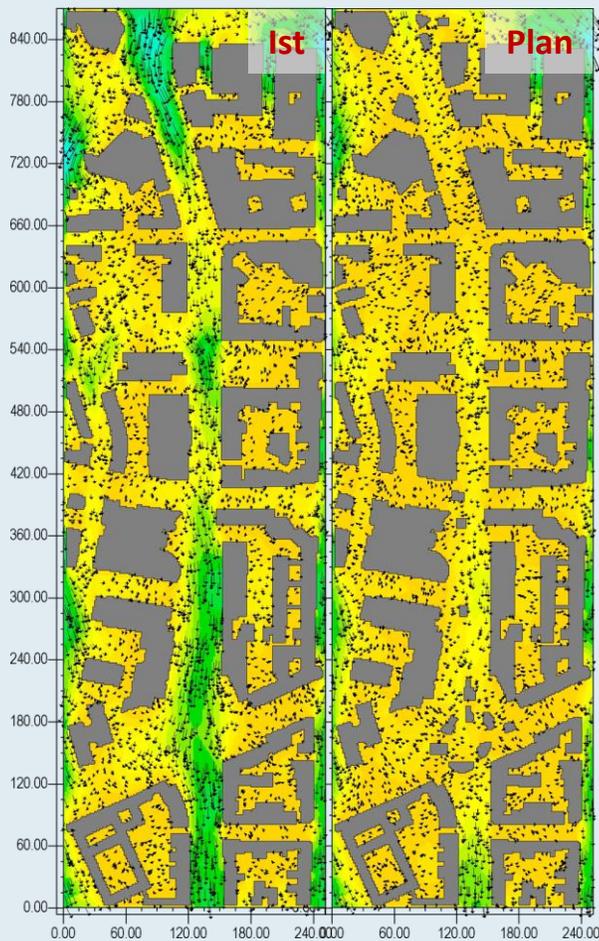
团队

联系 & 版权说明



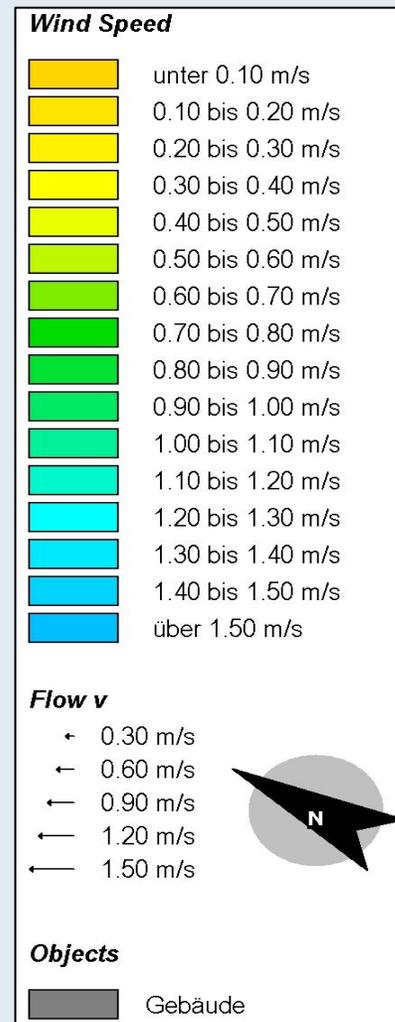
初始状况 (左) 和规划状况 (右) 下  
离地2米处的风速

Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU / Dr. Dütemeyer Umweltmeteorologie



初始状况 (左) 和规划状况 (右) 下  
离地10米处的风速

Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU / Dr. Dütemeyer Umweltmeteorologie



# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状

### 桥梁系统的作用

桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



如果上层流场风速较低，由于夏天的温度对比和由此产生的压力差值，城市会形成热风系统。法兰克福内城密集的建筑结构，已经从美因茨兰德大街路段的现状得到印证。在一天中最热的时候（下午3点），在离地面2米或10米高的街道区域，风速很少超过0.8米/秒，这种微风，相当于13级蒲福表的1级风力，人们几乎感觉不到。在周边建筑的内院和相关的十字路口，几乎没有风。

在规划状态下，无论是法兰克福桥梁的下层还是上层的情况，都没有根本性的不同的确，与现状相比，美因茨兰德大街沿线的风速显示出通风量下降的趋势，考虑到法兰克福桥梁和共和广场的建筑对风流的阻碍，这并不令人惊讶。然而，决定性的因素是，绝对速度和减少量（通常低于0.5米/秒）都处于如此低的水平，无论如何，都不能印证空气流动出现明显的或与生理有关的恶化。这也适用于美因茨兰德大街附近的下游街道，那里的热力-动力条件受到的影响更小。

在研究区域内，由桥梁建设而引起的风速变化非常小，人们几乎无法察觉。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
**桥梁系统的作用**  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 中期结论：从热力学角度来看，法兰克福桥梁系统是对城市气候的优化和丰富。

从热力学角度来看，法兰克福桥梁并没有导致现状的明显恶化。相反，桥梁投下的阴影、不显眼的结构和密集的绿化为美因茨兰德大街增加了气候韧性，这些也适用于其他关键路段。

对(城市)热力环流风系统来说，法兰克福桥梁没有对空气流动造成大的阻力，即使在晴朗（无风）的天气，空气流动也不会受到显著的影响。

在炎热的夏天，法兰克福桥梁创造了令人愉快的凉爽舒适区，桥下和桥上的遮阳可以有效缓解居民的热负荷。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
**桥梁系统的作用**  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

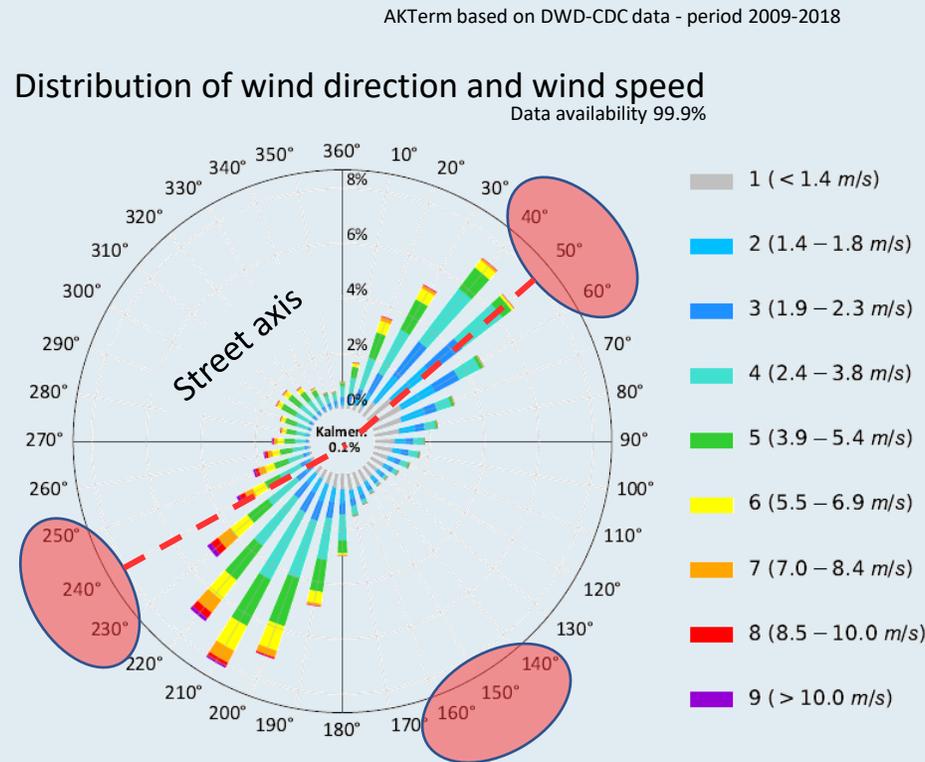
专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 动力学分析: 动力学状况模拟了多云天气的气象条件, 伴随较强的、凌厉的风

AKTerm from measurement data:



Copyright © by Ingenieurbüro Matthias Rau

为了模拟法兰克福桥梁对空气动力学的影响, 我们选择了正常云层和较强风力的大气条件, 因为桥梁结构对通风的潜在影响只有在这种天气条件下才会显现。

为了涵盖理论上广泛发生的流动效应, 我们选择了三个不同的流入方向, 其中有两个大致平行于美因茨兰德大街, 另一个垂直于美因茨兰德大街。这也体现了特别频繁的东北风和西南风(见风向图)。流入速度基于各方向的长期平均值。

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
**桥梁系统的作用**  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 法兰克福桥梁系统的空气动力效果因风向变化而不同

通过比较现实状态和规划状态下的模拟风速，可以最大限度地突出法兰克福桥梁的空气动力影响。比值1.5意味着速度增加50%，0.75则意味着减少25%，风速小于0.2米/秒的微小变化一开始就被排除了。

在既定的动力风况下，所显示的比值并不受具体风速的约束，而是像自然界中的相应过程一样，雷诺数值是独立的：在两种状态之间的数值，适用于各种不同的风速。只有当给定的风场非常弱，以至于几乎无法在道路空间检测到时，热力学效应才会比空气流动更加显著。

此外，初始状态和规划状态的模拟流动也可以在横截面视图中进行比较。它展示了法兰克福桥梁是否影响气流，以及影响的程度。横截面选取了弗朗西斯卡广场西南侧的美因茨兰德大街和共和广场，因为它们是具有代表性的桥段。

## 现实状态和规划状况下的空气动力变化 (I)有来自东北方向的气流

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然  
水

能源

交通

城市气候 - 全球气候

城市气候优化

法兰克福: 城市气候现状

桥梁系统的作用

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

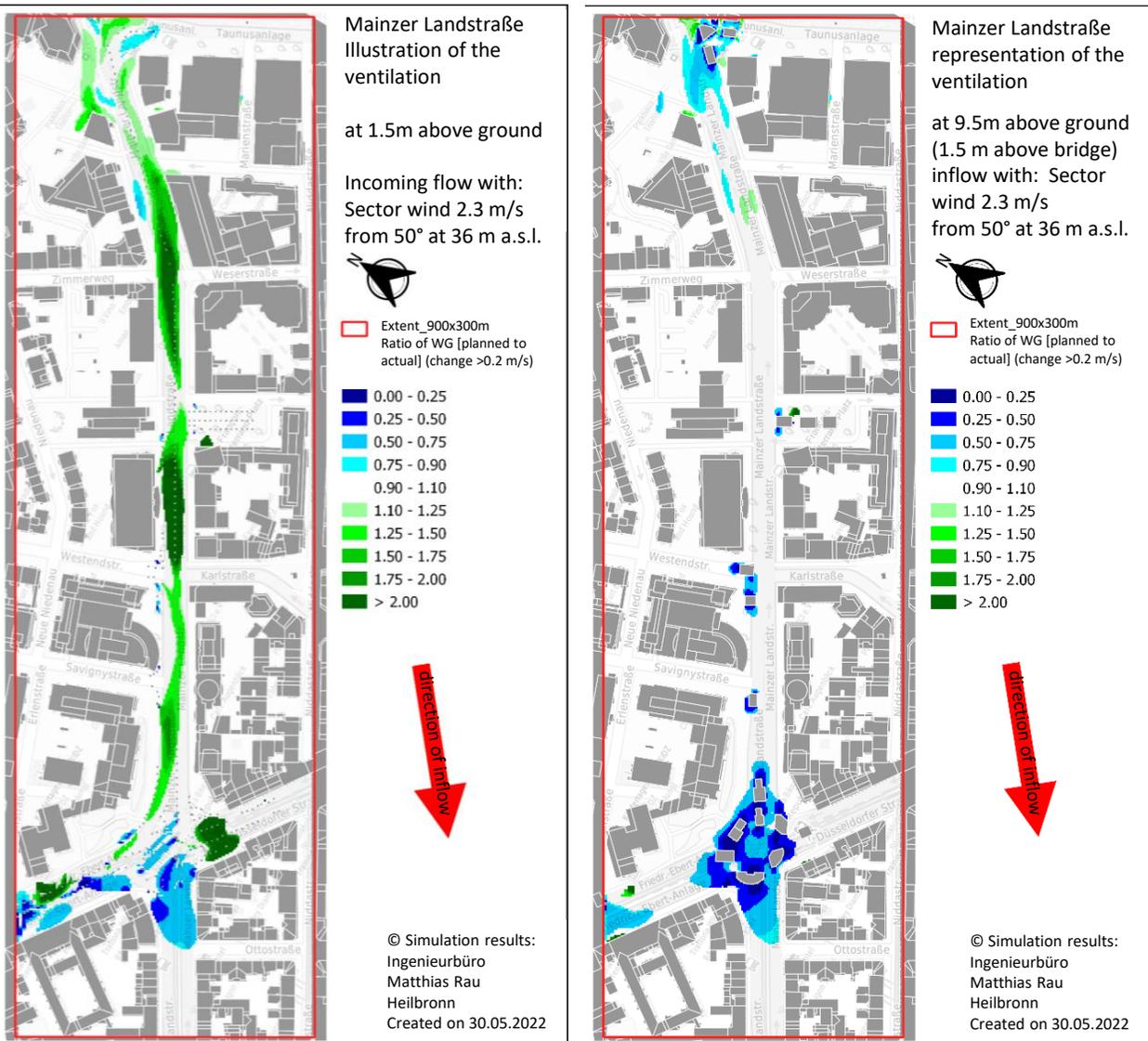
实施

专业信息

搜索

团队

联系 & 版权说明



随着东北风的流入 (50°), 风纵向吹过美因茨兰德大街。在这种情况下, 法兰克福桥梁引导空气流动, 并在局部地点造成底层的加速流动。这也被称为文丘里效应。因此, 街道空间的通风效果更好。

另一方面, 桥面上方的气流基本没有变化; 只有在共和广场上, 建筑物才会减缓局部风速。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然  
水

能源

交通

城市气候 - 全球气候

城市气候优化

法兰克福：城市气候现状

**桥梁系统的作用**

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

实施

专业信息

搜索

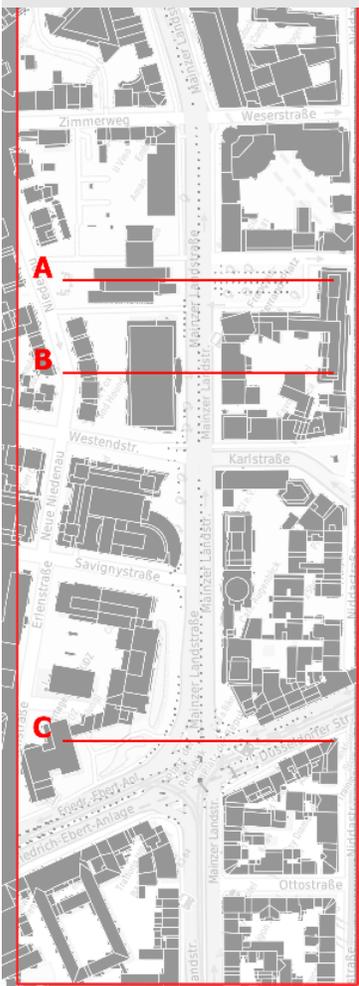
团队

联系 & 版权说明

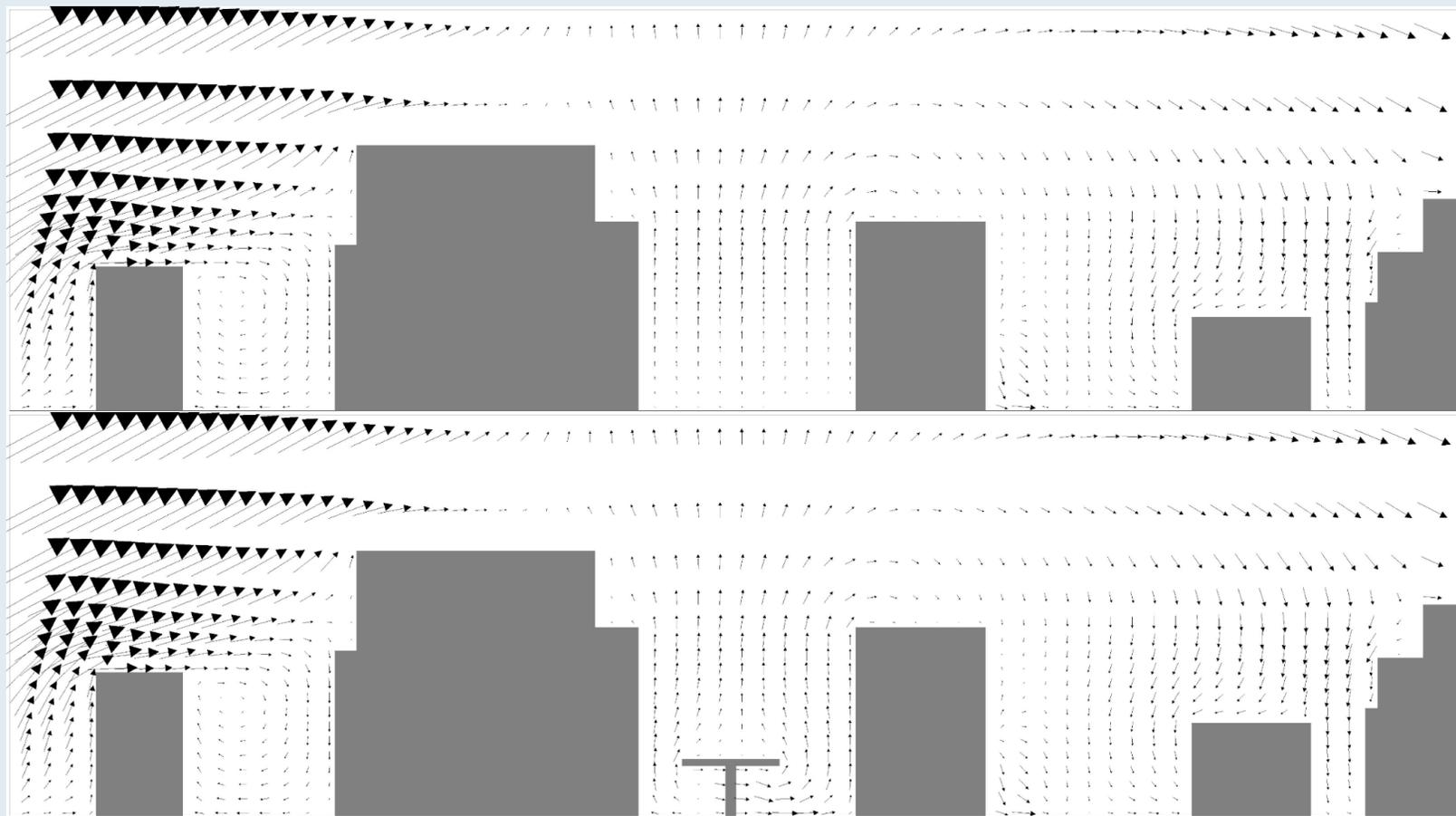


横截面分析表明，对气流的影响仅限于美因茨兰德大街地区。在初始状态下，美因茨兰德大街峡谷中产生了一个向上的垂直运动，在其西北侧的街道和东南侧的街区建筑中，形成了涡流系统。这种气流在规划状态下也基本得到了保留，因为桥下风的横向偏转不会传导到上方。

## 横截面位置



美因茨兰德大街 - 风向标剖面图 - 横截面B部分：50°方向气流。  
上图：无桥梁结构的初始状况 - 下图：有桥梁结构的规划状况



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然  
水

能源

交通

城市气候 - 全球气候

城市气候优化

法兰克福：城市气候现状

**桥梁系统的作用**

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

实施

专业信息

搜索

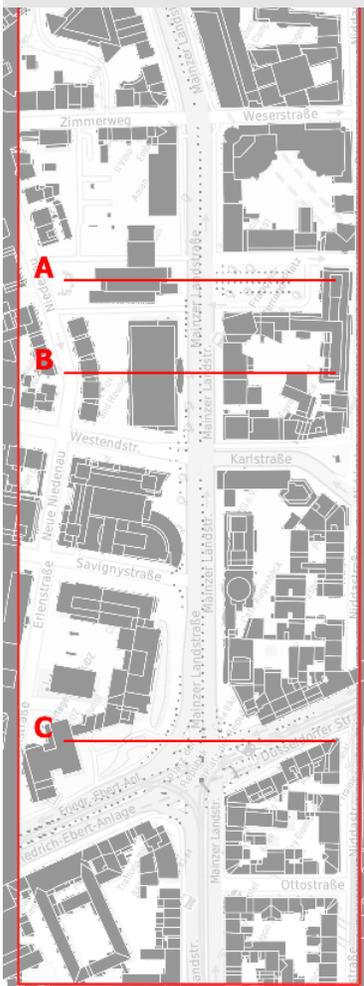
团队

联系 & 版权说明

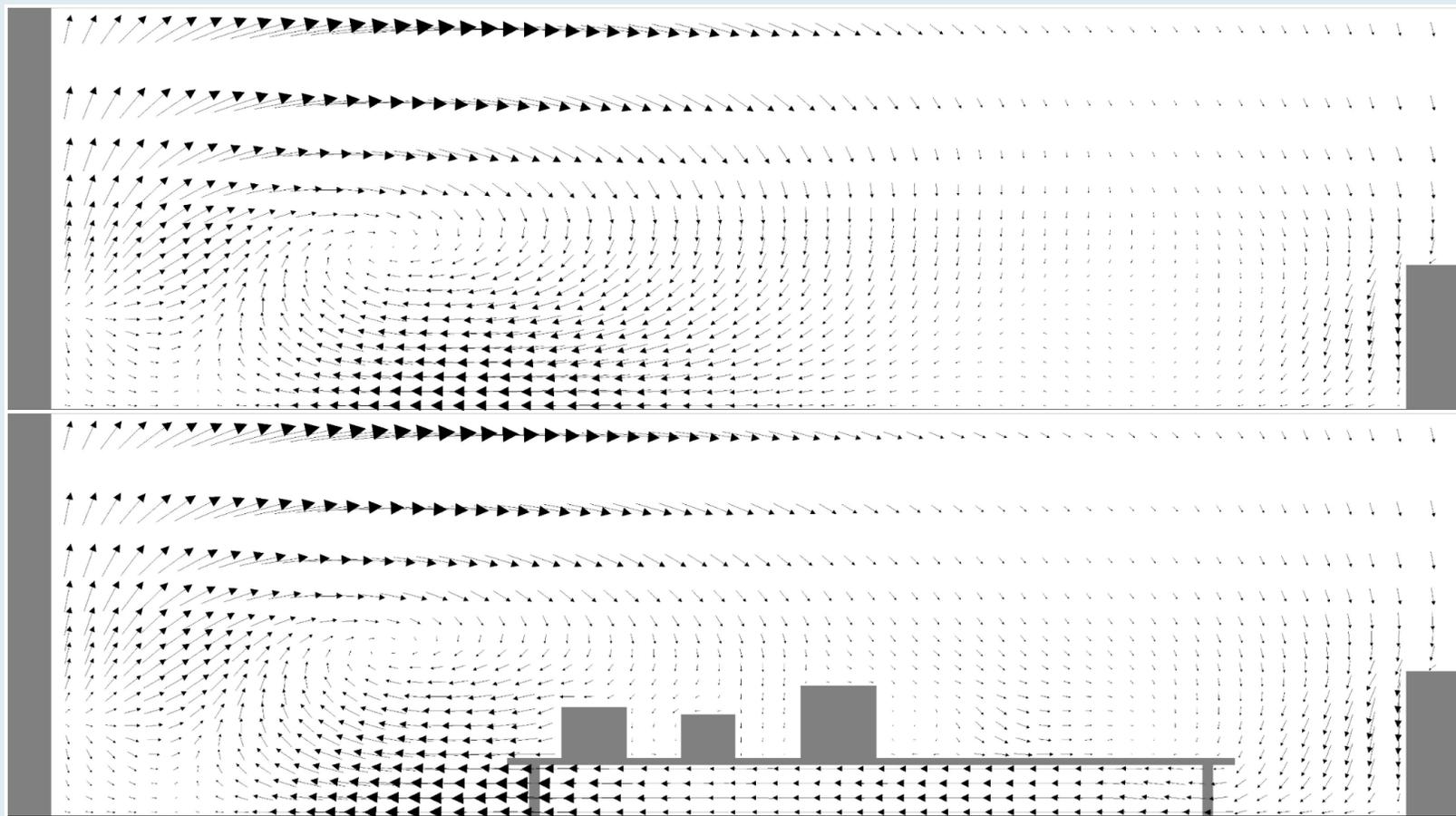


共和广场的横断面也显示，桥梁建设对当地环境的影响有限。初始状态下，气流的特点是在交叉口的西北区域有一个明显的螺旋漩涡，这在规划情况下几乎没有变化。气流只在有建筑物的桥梁结构附近有所改变，由于那里建筑群东南方向的位移效应，形成了一个旋转的涡流。

## 横截面位置



美因茨兰德大街 - 风向标剖面图 - 横截面C部分：50°方向气流。  
上图：无桥梁结构的初始状况 - 下图：有桥梁结构的规划状况



## 现实状态和规划状况下的空气动力变化 (II)有来自东南方向的气流

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状

桥梁系统的作用

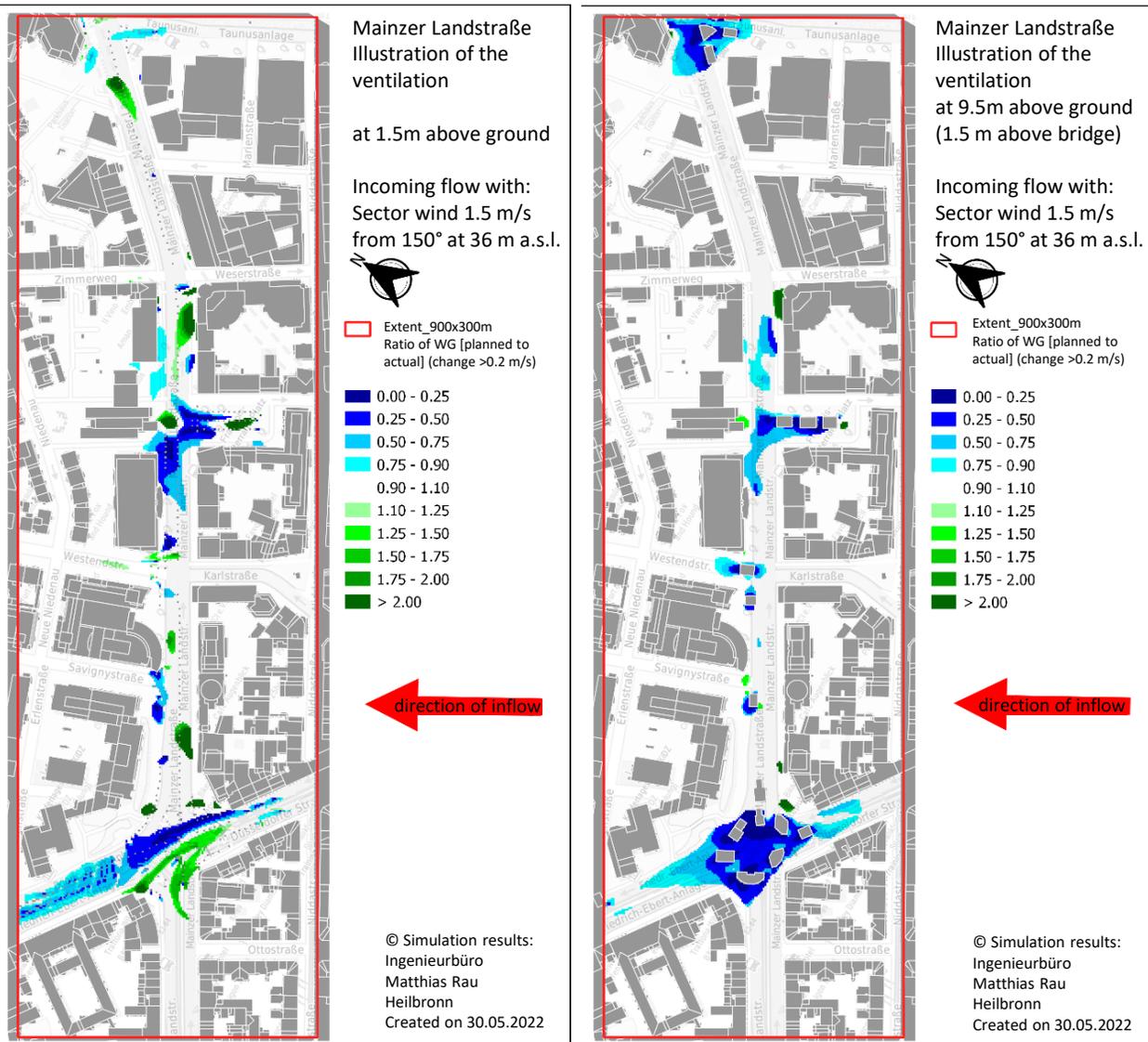
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



如果风横向吹过美因茨兰德大街（150°方向气流），流动模式只会发生很小的变化。在建筑物和桥下的尾流区形成孤立的背风旋涡。在那个区域，气流会交替增加或减少。只有在共和广场上方，风场才趋于平静。

这里考虑的东南方向气流在法兰克福比较少见，因此不常与美因茨兰德大街的东北-西南方向的横向气流相遇。然而，由于这些桥梁具有环状或网络状结构，风经常在其他通道横向撞上桥梁结构，这意味着，这里模拟的影响可能在那里更频繁地发生。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然  
水

能源

交通

城市气候 - 全球气候

城市气候优化

法兰克福：城市气候现状

**桥梁系统的作用**

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

实施

专业信息

搜索

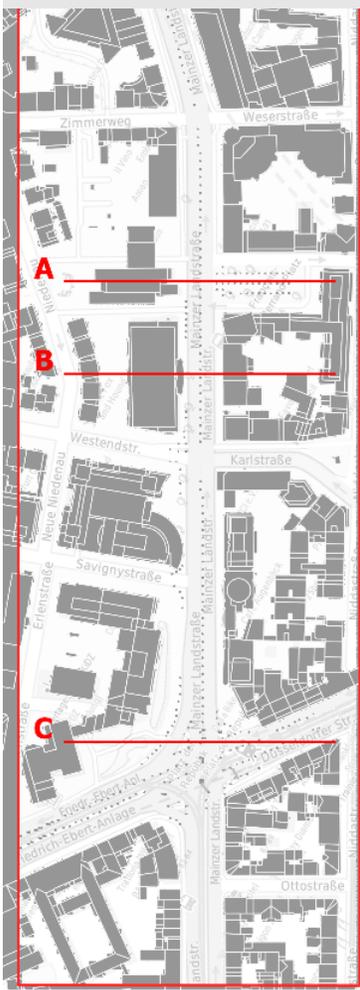
团队

联系 & 版权说明

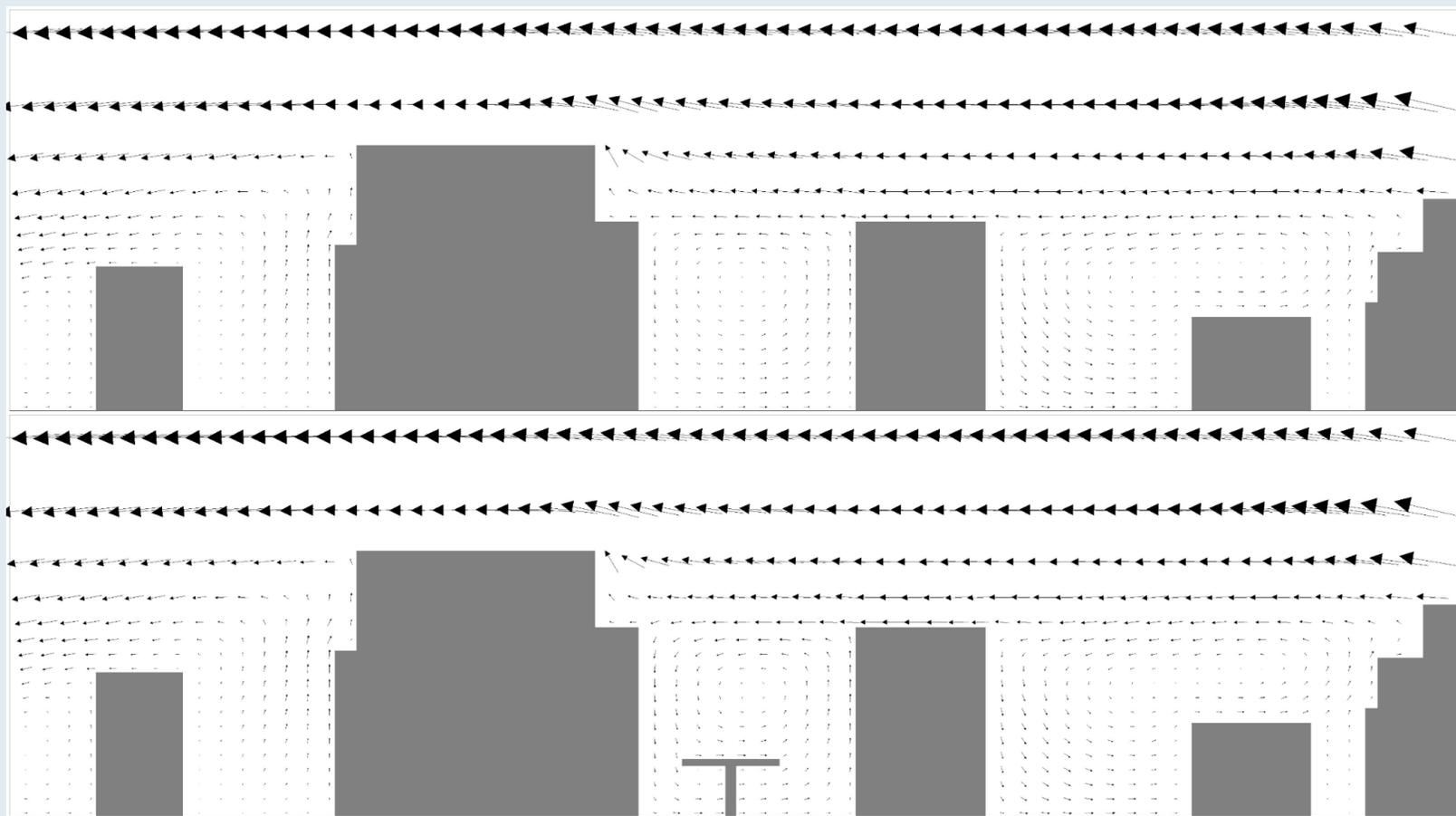


从截面图可以看出，在美因茨兰德大街的街道峡谷内，法兰克福桥梁对来自东南方向的特定气流的流动模式没有影响。在初始状态下高层建筑物之间的典型涡流，在规划情况下也不受限制地出现。这是由于法兰克福桥梁的立面以柱子为基础，几乎没有任何风的阻力，空气可以在桥梁下流动。因此，通风条件不会发生变化。

## 横截面位置



## 美因茨兰德大街 - 风向标剖面图 - 横截面B部分：150°方向气流。 上图：无桥梁结构的初始状况 - 下图：有桥梁结构的规划状况



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然  
水

能源

交通

城市气候 - 全球气候

城市气候优化

法兰克福：城市气候现状

**桥梁系统的作用**

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

实施

专业信息

搜索

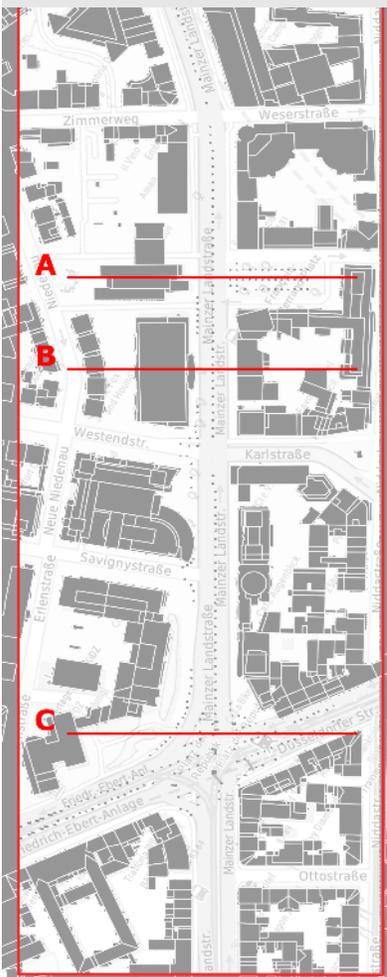
团队

联系 & 版权说明

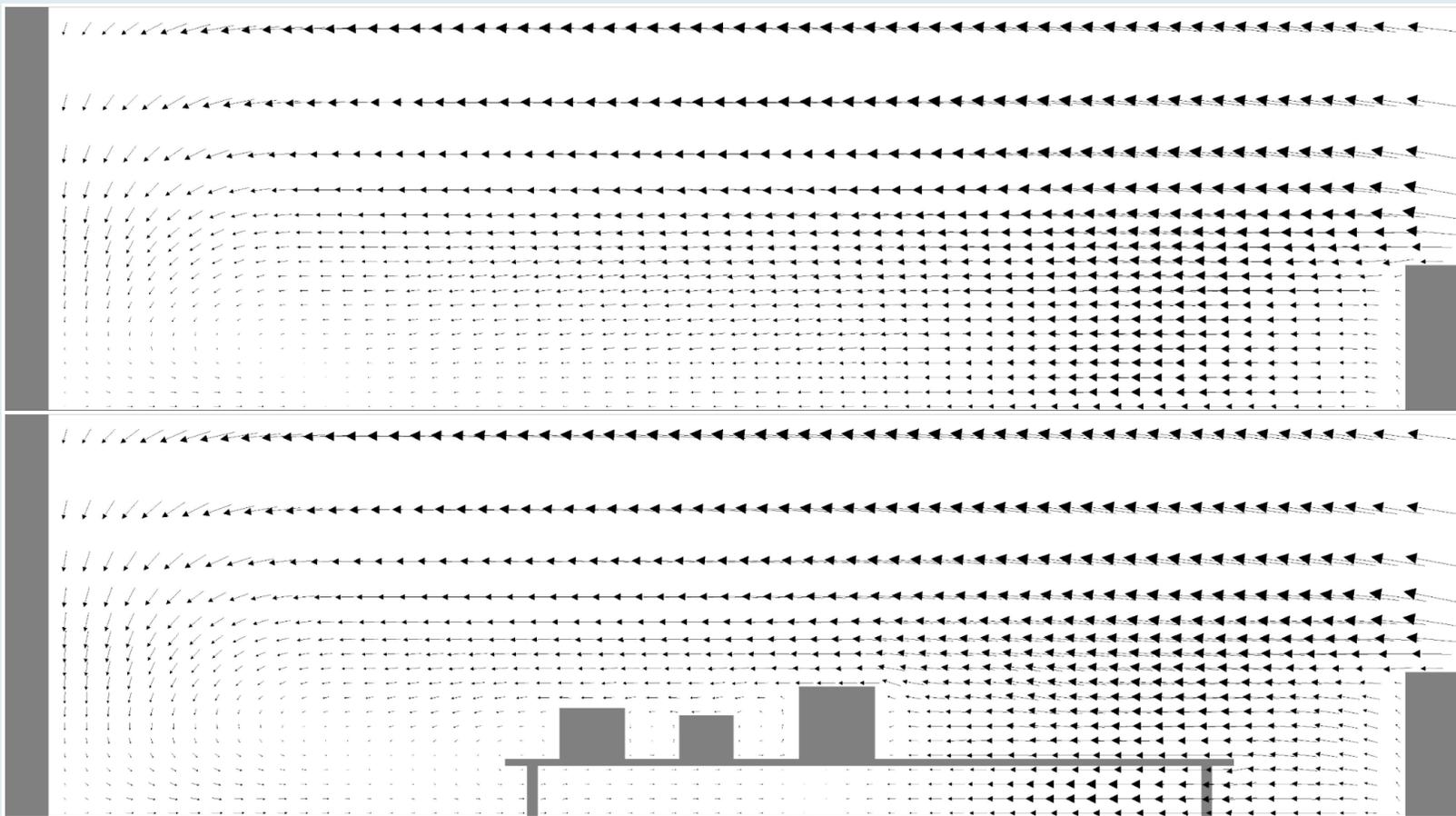


另一方面，在共和广场，风的动态条件的主要变化发生在横向气流上。虽然初始状态下的气流几乎不受干扰地吹向开放的交叉区域，只有在遇到高层建筑群时才会在西北边缘变成正面涡流，但在规划状态下，流场在一定程度上被桥上的建筑物“干扰”了。建筑物之间产生小涡流，而建筑物群左侧的尾流漩涡导致了桥面以下的气流逆转。这可能导致交叉区的通风减少。

## 横截面位置

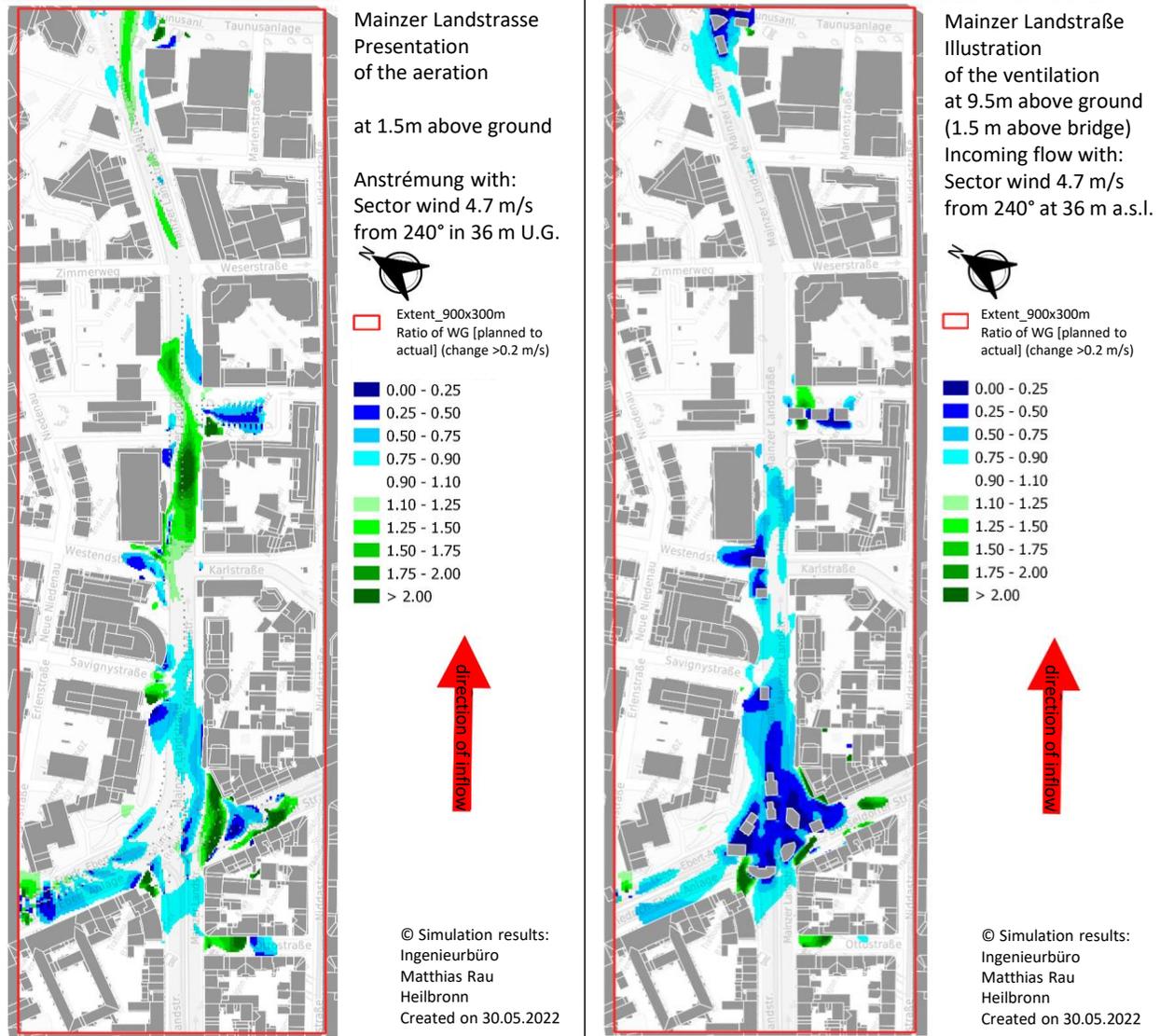


美因茨兰德大街 - 风向标剖面图 - 横截面C部分：150°方向气流。  
上图：无桥梁结构的初始状况 - 下图：有桥梁结构的规划状况





## 现实状态和规划状况下的空气动力变化 (III)有来自西南方向的气流



当气流从西南方向 (240°) 流入时, 风速增加和风速降低的区域出现了复杂的并列, 最终相互抵消。与来自东北方向的气流相似, 桥下会产生加速效应, 而桥上的风速则会下降。

然而, 与其他两种情况一样, 影响完全集中在美因茨兰德大街附近区域, 因此对邻近建筑物没有远距离影响。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
**桥梁系统的作用**  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

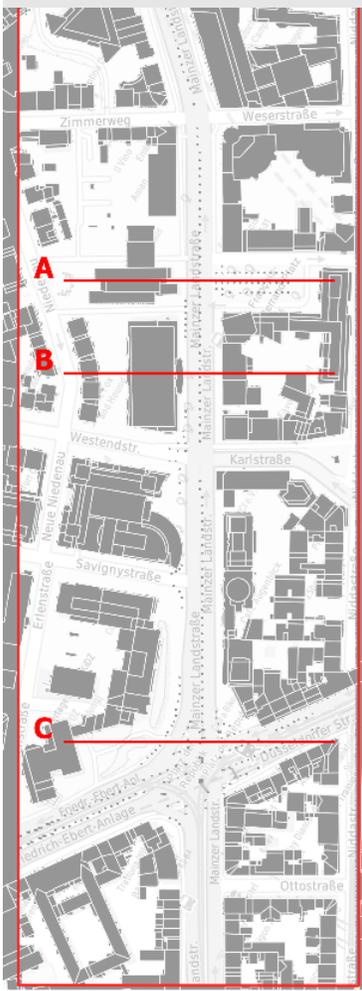
专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明

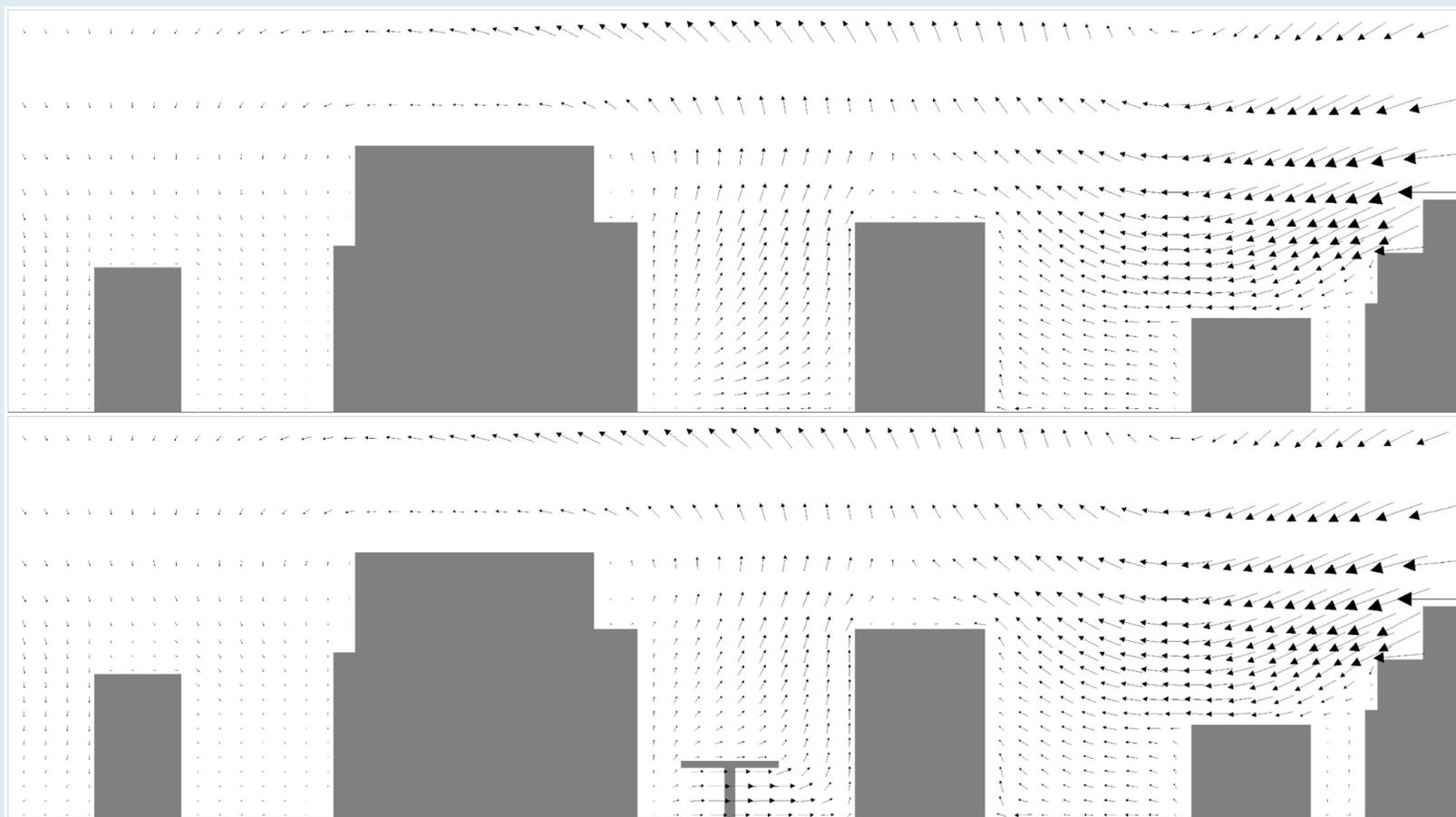


如果比较实际状态和规划状态的横截面，平行于道路的西南方向气流，只有在美因茨兰德大街区域可以看到流动模式的差异：在规划状态下，由于桥梁结构造成的阻碍效应，桥梁上方风速较低，而在较低的区域速度较快。因此桥面下方的通风效果不会降低。

切割的位置



美因茨兰德大街 - 风向标剖面图 - 横截面B部分: 240°方向气流。  
上图: 无桥梁结构的初始状况 - 下图: 有桥梁结构的规划状况



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然  
水

能源

交通

城市气候 - 全球气候

城市气候优化

法兰克福：城市气候现状

桥梁系统的作用

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

实施

专业信息

搜索

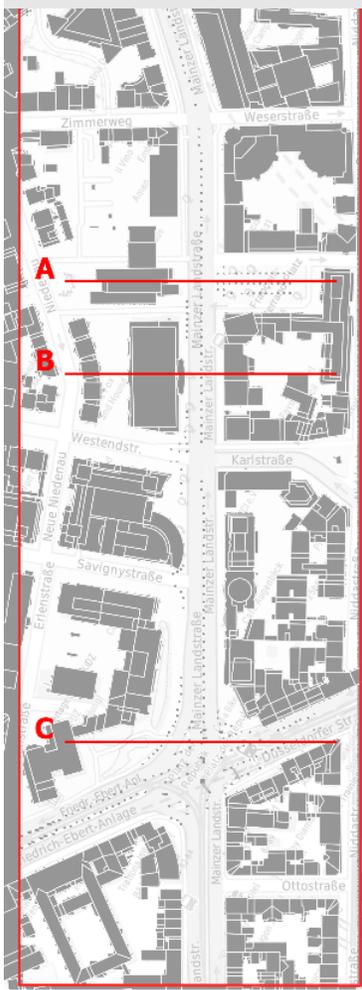
团队

联系 & 版权说明

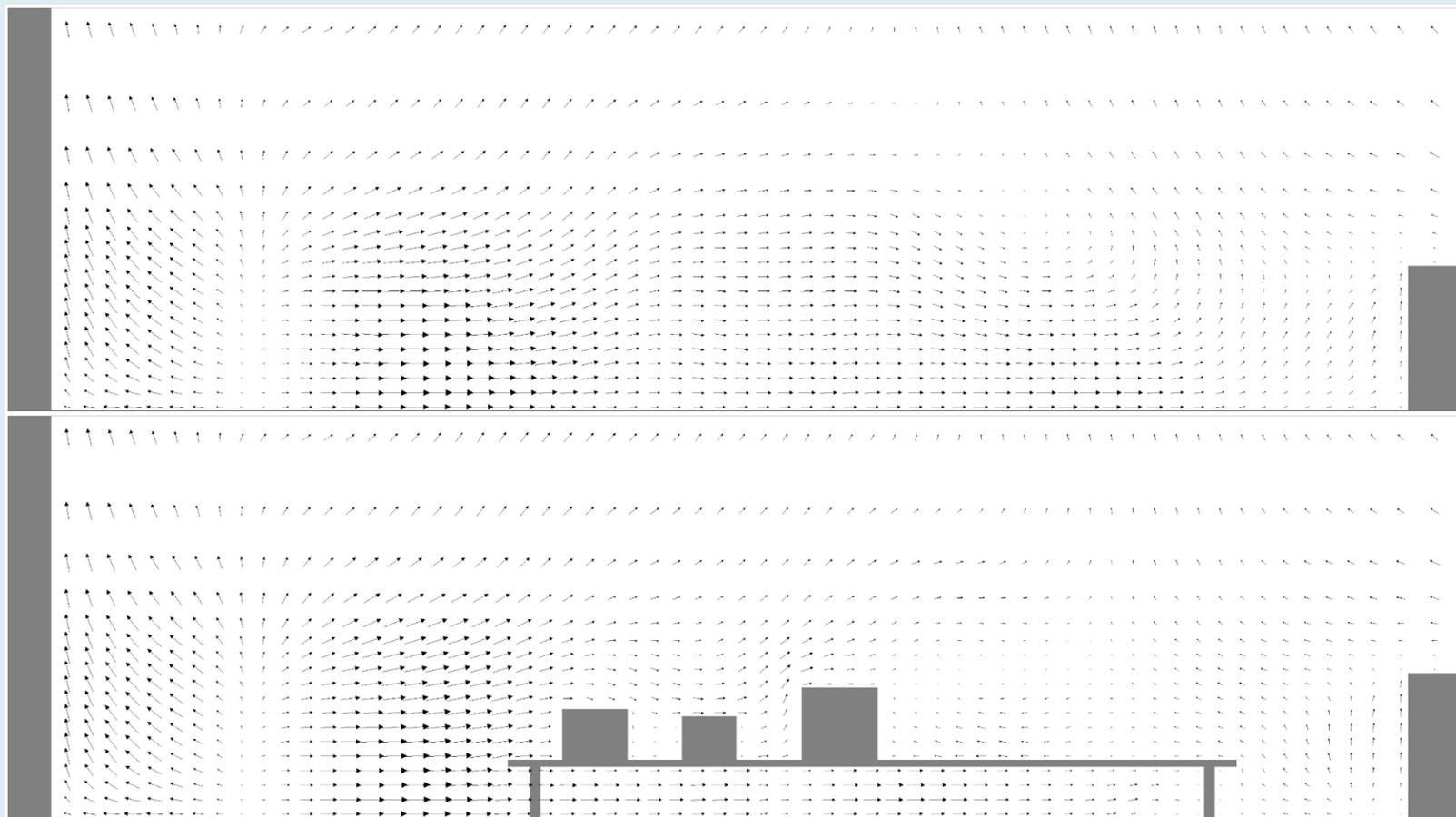


共和广场的情况更为复杂。气流在西北方向的迎风建筑群形成了复杂的涡旋系统，然而，在实际和规划状态下，这一旋涡几乎没有变化。在这两种情况下，横向气流都被引导至东南方向，同时也被桥梁结构所改变。这也导致桥面下方和上方的速度都有小范围的下降。

## 横截面位置



美因茨兰德大街 - 风向标剖面图 - 横截面C部分：240°方向气流。  
上图：无桥梁结构的初始状况 - 下图：有桥梁结构的规划状况



## 中期结论：法兰克福桥梁系统不会给通风和空气卫生状况带来问题。

正如所预期的那样，由于美因茨兰德大街上的高层建筑预先影响，法兰克福桥梁作为气流障碍物，导致了风场的局部改变。这给空气动力模式带来了小规模、高度复杂的影响，风速降低的区域和风速增加的区域相互取得了平衡。

在法兰克福桥梁下方的一些地方，风速提高，改善了街道空间的通风。然而，许多目前已经在美因茨兰德大街出现的流动模式，并没有明显改变，这是由法兰克福桥梁的柱状特征及其透风性所决定的。

在所有情况下，桥梁对空气动力的影响仅局限于邻近地区，并没有延伸至更远距离的地区。

由于美因茨兰德大街被认为是法兰克福桥梁系统的“最坏情况”，因为它的周边建筑特别高且密集。预计其他不那么关键的路段，会显示相似的流动模式，也不会恶化通风效果的恶化。

如果与预期相反，桥梁路线上其他关键节点的城市气候在前期调查出现了负面影响，那么也可以为桥体提供由栏杆保护的气孔，以改善通风。

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
**桥梁系统的作用**  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



除了所考虑的热力学和空气动力学分析外，对碳排放负荷的研究也是常见的城市气候预案分析。这里由于长期规划故而省略。

“法兰克福桥梁系统”建设项目预计需要5年的规划阶段和10年的施工期。可以预期的是，在这段时间内，由于德国汽车发动机的变化，排放情况也会发生巨大的变化。虽然车辆碳排放并不是道路污染的全部，但仍占比极高，因此在目前的数据基础上，无法对法兰克福桥梁未来的影响进行有效的规划分析。

但如果电动汽车和氢能汽车按计划引进和发展，可以预计，城市空气将会有极大改善。按照今天的标准，在那样一个“清洁”的环境中，桥梁建设的影响微乎其微。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状

## 桥梁系统的作用

桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

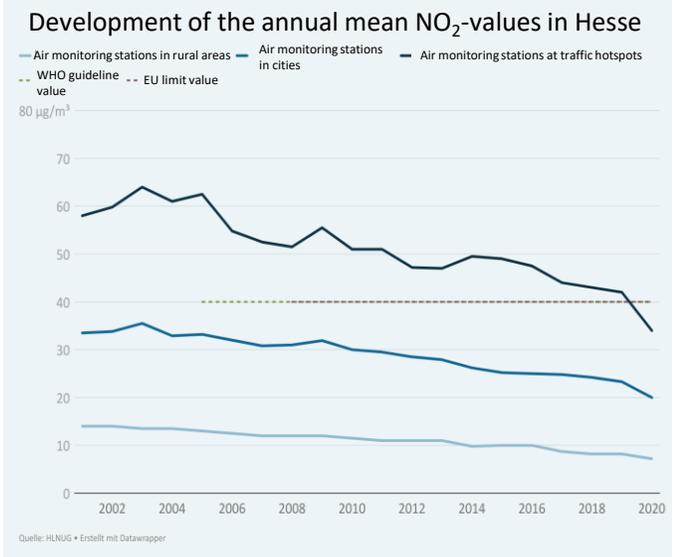
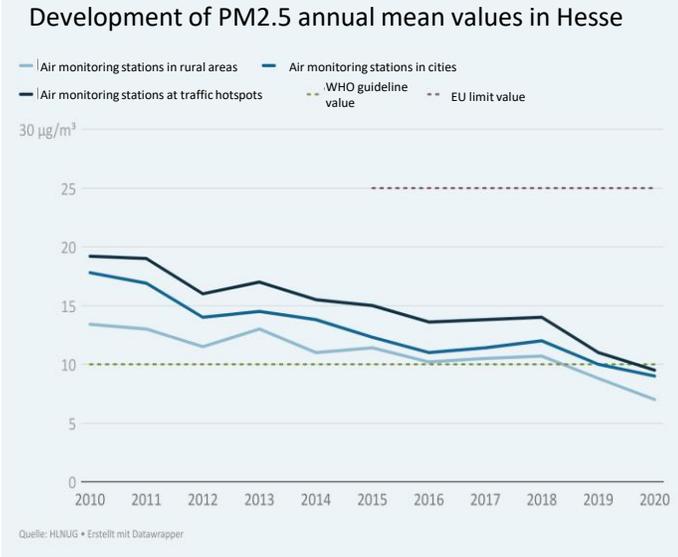
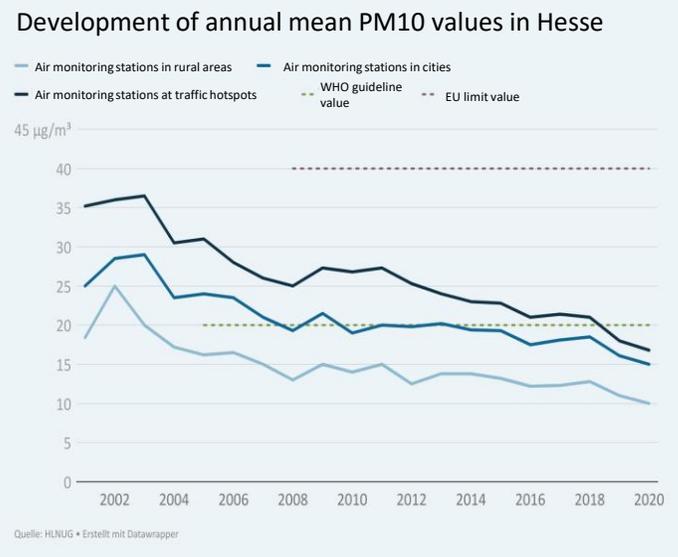
专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



多年来，黑森州的碳排放水平一直在下降。在法兰克福桥梁建成之前（最早在2037年），情况可能会进一步缓解。

近几十年来，市内交通的碳排放水平持续下降。这是由于内燃机排放标准的提高，它们必须符合越来越严格的规定。然而，只有当马路上完全没有内燃机的情况下，碳排放才有可能进一步大幅减少。目前，黑森州以及德国其他地区已经低于欧盟标准值，但尚未达到世界卫生组织的指导要求。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

能源

交通

城市气候 - 全球气候

城市气候优化

法兰克福：城市气候现状

桥梁系统的作用

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

实施

专业信息

搜索

团队

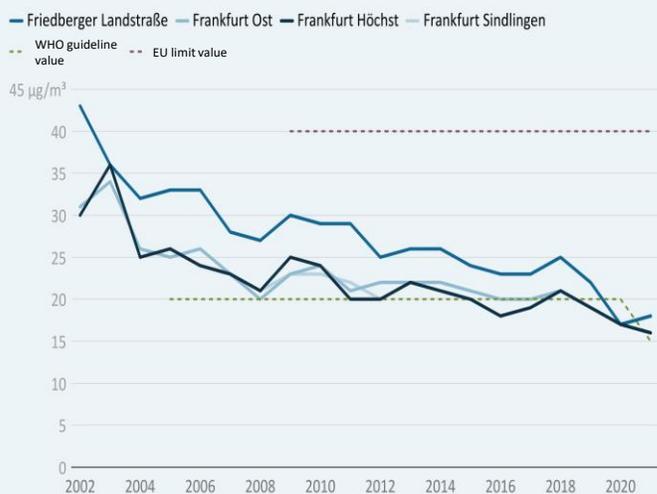
联系 & 版权说明



## 近年来，法兰克福的污染水平也呈下降趋势

欧盟多年来一直下调PM10和PM2.5年均值的标准，这表明近年来法兰克福的城市空气越来越干净。然而，与此同时，只有极个别情况才能达到世卫组织的指导要求，且其标准于2020年变得更加严格。这清楚地表明，为确保法兰克福的空气质量，仍然急需采取行动。

Development of PM10 annual mean values in Frankfurt am Main



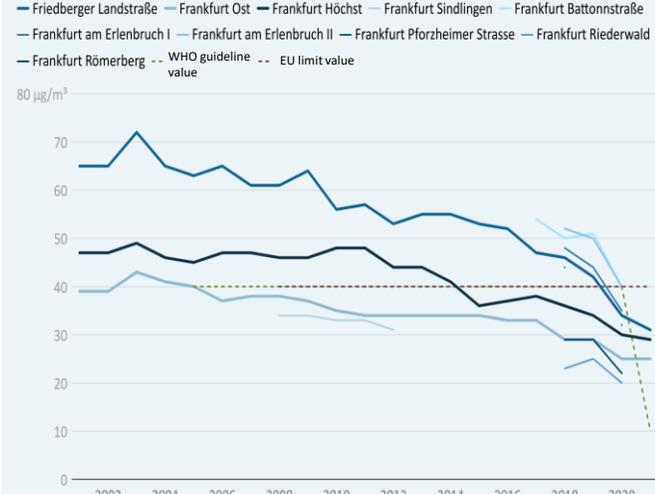
Quelle: Umweltbundesamt • Erstellt mit Datawrapper

Development of PM2.5 annual mean values in Frankfurt am Main



Quelle: Umweltbundesamt • Erstellt mit Datawrapper

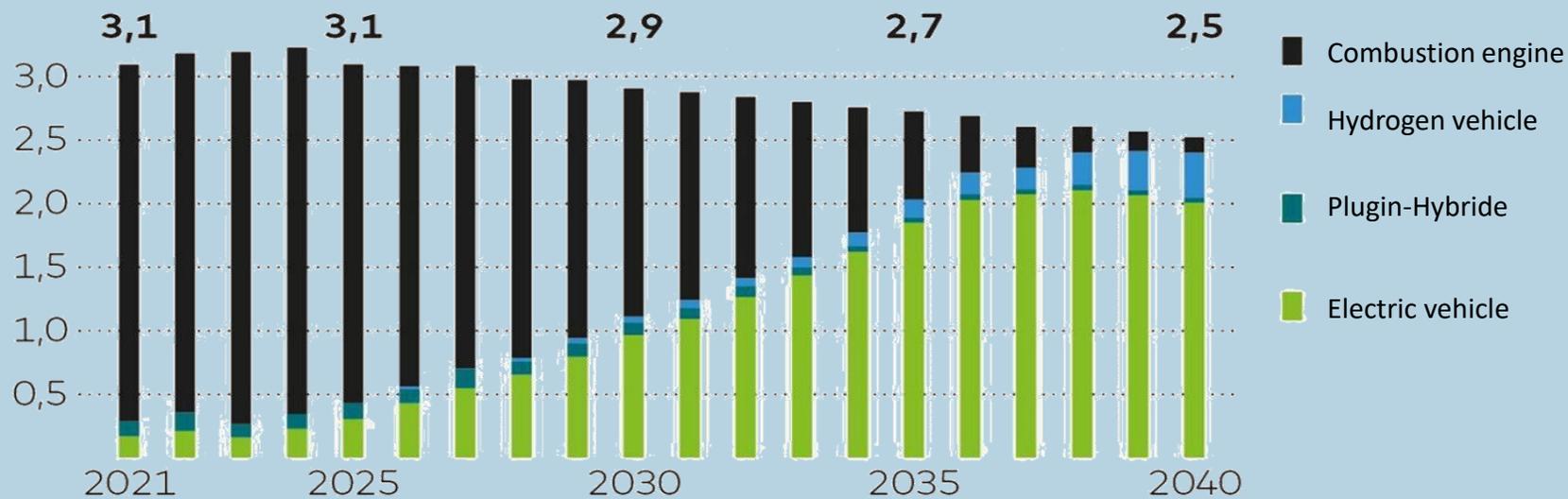
Development of NO<sub>2</sub> annual mean values in Frankfurt am Main



Quelle: Umweltbundesamt • Erstellt mit Datawrapper

到 2035 年至 2040 年间法兰克福桥梁完工时，由于交通车辆的不断现代化，内燃机的比例将大幅下降，城市街道的污染程度也将随之下降

### Vehicle sales in Germany (Million per unit - prognosis)



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状

## 桥梁系统的作用

桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



然而，对于每个城市来说，必须分别研究法兰克福桥的概念是否也会对那里的城市气候产生积极——或至少是中性——的影响。

许多城市都面临着住房短缺、绿地缺水以及缺乏空间实现其非常雄心勃勃的可再生能源扩张目标的问题。

法兰克福桥梁系统的概念可以在这方面有所帮助--但为了能够对其城市气候兼容性做出明确的声明，对桥梁结构造成的潜在影响进行单独的微气候模拟对其他每个城市来说都是必不可少的。

这是因为不仅一个城市的建筑结构，还有许多其他因素，如区域气候、城市在救济中的位置等，对于评估这种基础设施建设项目具有核心意义。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状

### 桥梁系统的作用

桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



Copyright © by Nikada - istockphoto.com

结论：无论从热力学角度，还是从通风和空气卫生方面来看，法兰克福桥梁系统均有助于改善城市气候。

在热力学方面，法兰克福桥梁投下的阴影、轻量的结构和密集的绿化改善了美因茨路的气候。夏季的热负荷大大减少。

在大风天气里，法兰克福桥梁下方会出现加速效应，因此街道空间的通风效果更好，只有少数地方的风速会相对小幅下降。此外，美因茨兰德大街现有的空气流动几乎没有改变，因为桥梁的柱状结构确保了高透风性。

热力学和空气动力学的影响局限于桥梁结构附近。由于所选研究区域是整个桥梁路线中城市气候最关键的节点之一，基于模型的分析结果也基本可以适应于其他桥段。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 合作团队

重要的合作伙伴：

建筑

地理信息

城市气候 - 全球气候

水

法律

教授

图片 & 摄影

城市绿化 & 自然

结构

包装

财政

专业人士

桥梁

交流

交通

网页 & 设计

实施

发起人 & 资助人

能源

艺术 & 文化

技术 & 信息技术



# 桥梁沿线措施

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
**桥梁沿线措施**  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 桥梁能够改善其周边地区的城市气候

法兰克福桥梁周边的一些设施，也可以对城市气候产生积极影响。借助桥梁的环形管道，法兰克福可以解封、种植和灌溉4万平方米的区域，还可以为桥梁附近和周边另外20万平方米的绿地供水，从而促进市中心的蒸发冷却效应。桥梁的水系统还能在市中心额外养护大约1000棵树木，这些树木提供庇荫、分解污染物和产生新鲜空气，从而改善环境微气候。此外，考虑到夏季的热量，在桥梁建设过程中会翻新路面，用较浅的颜色替代传统的深灰色，提高路面的反照率效应。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用

**桥梁沿线措施**  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



章节内容：本章介绍了桥梁一系列配套措施，以改善城市气候

最重要的配套措施涉及到城市土地的解封和种植，以及对现有的、缺水的绿地进行灌溉。

随着自动驾驶概念的推广，未来法兰克福的大部分停车位将被废弃，这些土地可以用来解封、灌溉、绿化以及植树。

法兰克福桥梁附近区域也尽可能采用浅色系，以减少夏季热量。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用

**桥梁沿线措施**  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 在法兰克福桥梁的建设过程中，还可以实施许多其他有利于城市气候的积极措施

桥梁左右两侧路边应成为渗水区域。如遇夏季大雨，降水可以渗入地面，而不是流到污水系统中“处理”，那么不仅渗入区本身可被冷却，甚至在雨停后很久，空气中的热量被提取用于水的蒸发，从而降低了环境温度。

因此，在气候学有“蒸发冷却”和绿地的“绿洲效应”之说。为了让这些区域渗入水分，必须改变底土。



# 旧颜新城

## 法兰克福

桥梁的水系统可以在法兰克福市中心创造超过4万平方米的非密封区和种植区

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用

**桥梁沿线措施**  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 通过渗透性表面进行蒸发冷却——微不足道？

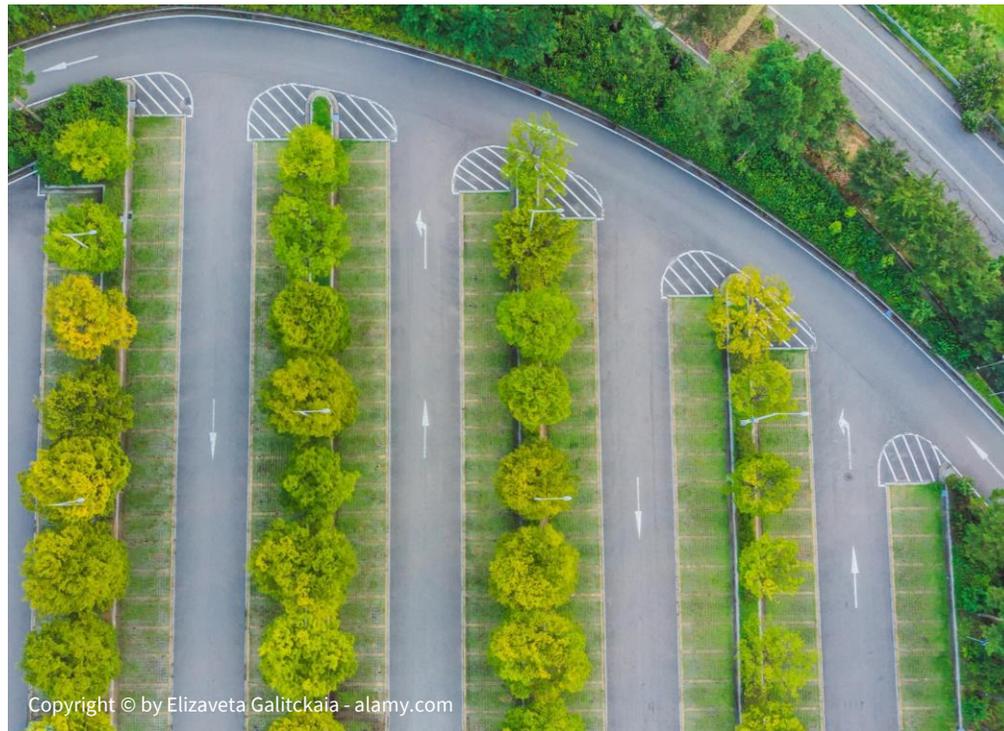
就地表解封及其对当地城市气候的影响而言，我们必须区分三种解封类型。

1. 单纯的非密封区域，用土壤、砾石或网格覆盖的吸水空间。
2. 完全被草丛覆盖的非封闭区域
3. 植被较密、较高的非密封区。

与深色沥青表面相比，单纯的非密封表面和草坪都可以吸收热量。

例如，在炎热的夏天，覆盖草地的停车场地表与沥青地表相比，其表面温度差高达 $8^{\circ}\text{C}$ （当然是指草地没有被晒干的情况）。

然而，比单纯解封或配备草地更好的，是在这里种植茂盛的植被，如灌木或多年生植物。



# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
**桥梁沿线措施**  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



树木当然是最好的。

它们可以提供大面积的庇荫，在所有城市绿色植物中冷却效果最好，因为在近地区域，阴凉的作用甚至超过了蒸发效应。然而，地面通常可以解封，但不一定能种树。因此，地表解封与立面及屋顶绿化一样，是增加蒸发冷却的最佳城市规划措施。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用

**桥梁沿线措施**  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 良好的城市规划会考虑解封和渗透，即使在无法种植任何植物的地方也是如此

为了在暴雨期间让雨水渗入地下，不仅表面需要有渗透性，而且需要在下方创造水能够聚集的空间。

这些空间可以是实际的空隙，配有格子状的覆盖物；也可以用更粗的砾石来填充，最后在上面形成一个更密集、更坚固的透水层。

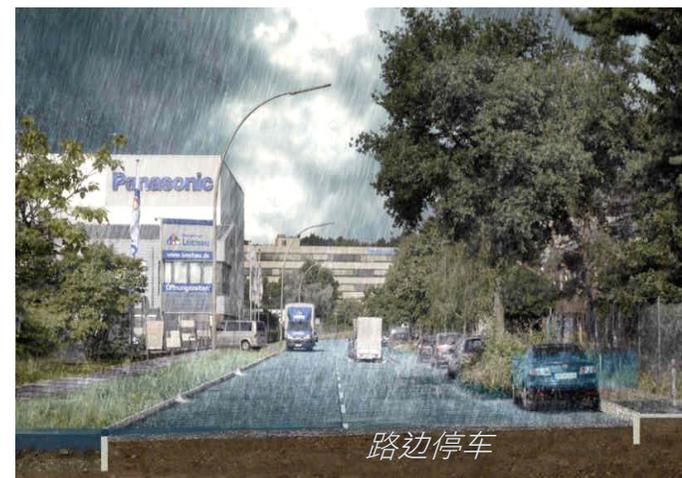
通过这种方式，以前密封的停车场或道路中间可以解除密封，并为创造未来的“水敏性”城市作出贡献。



Copyright © by Stadt Hamburg



Copyright © by Stadt Hamburg



Copyright © by Stadt Hamburg

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明

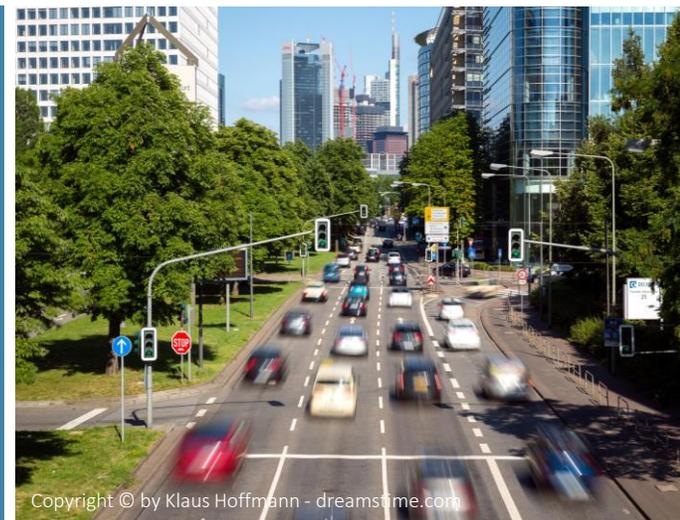


## 法兰克福大桥对解封城市的最重要贡献：通过中央自主控制的城市交通，减少车辆数量，从而减少所需的停车位



随着法兰克福大桥上的自主交通，世界上最大的城市内部区域正在形成，其中一个完整的需求世界实际上是由自动驾驶车辆覆盖的。这个独特的、最先进的测试区是在城市的某些部分或区域陆续实施桥下自主交通的起点——只要系统成熟，学习曲线已经完成。

转移到桥下的城市区域或区域只能在几十年后进行，而且还必须有一个过渡期。在这段时间内，车辆仍将被单独操控，只有当它们进入这些区域时，才会变成自动驾驶或由控制中心控制。在他们到达这些区域的边界之前，他们仍将不得不保持单独转向。这意味着还有很长的路要走--预测是半个世纪或更长时间。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用

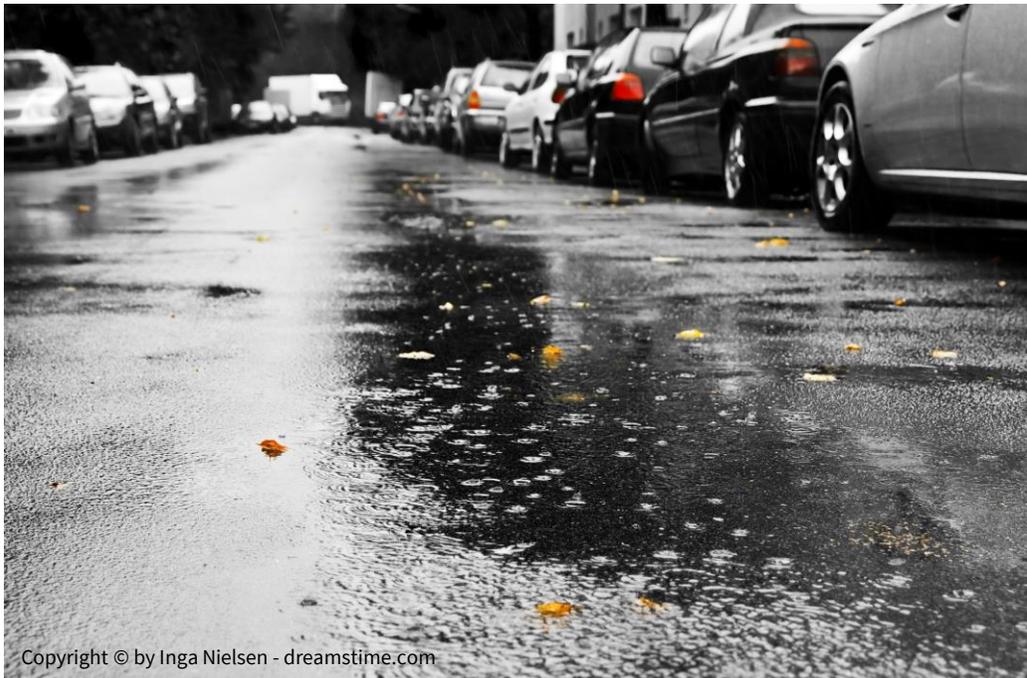
**桥梁沿线措施**  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



Copyright © by Inga Nielsen - dreamstime.com



Copyright © by Schoening - imago-images.de

## 腾出的停车空间可以转化为绿地或 自行车道

但当这种向城市交通自主化发展的过程完成后，所需的车辆（包括“单独运输的车辆”）数量将减少高达90%。相应地，法兰克福所需的停车空间也将大幅减少。

如果今天的停车位大概占据了法兰克福52平方公里的交通面积中的9平方公里，那么届时将不到1平方公里。这意味着有8平方公里的面积可以不封路，进行绿化甚至植树。整个街道将被赋予不同的外观——以及不同的城市热气候。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化

法兰克福：城市气候现状

桥梁系统的作用

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 良好的城市规划会尽可能地考虑反照率效应

桥梁左右两侧应设计浅色表面。在炎热天气，当太阳照射浅色表面时，它们不会像深色表面那样吸热。因为浅色会反射更多的太阳辐射，反射的辐射也不会被人体吸收。在气象学中，这种效应被称为“反照率效应”。炎热地区有用浅色的传统，这就是为什么南欧有众多浅色的建筑和路面。

如果在桥梁建设过程中对街道进行更新，施工现场两侧的人行道也可以进行更新。大的城市中心尤其受益于更明亮的表面，在热能上，也在视觉上。但要注意：明亮的表面有助于提高步行者的幸福感，但不能太耀眼，否则就会产生相反的效果，削弱幸福感。



# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用

### 桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



当然，通过着色改善城市气候的原则也是在桥梁本身上追求的。

桥梁上的交通和步行道总是设计得很明亮。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
**桥梁沿线措施**  
桥梁的碳足迹  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



Copyright © by Jchambers - istockphoto.com

## 结论：法兰克福桥梁系统的一系列多样化措施使整个城市的气候更加宜人。

法兰克福桥梁系统不仅会改变沿线的外观。得益于桥梁的水系统，配套的一系列措施可以让更广泛的城市地区升级更新。

法兰克福桥梁附近的许多区域将会解封、绿化和种植；这会蒸发更多的水分，降低环境温度。同时，表皮被设计成较轻的颜色，缓解炎热夏日里的热浪。此外，新种植的树木们也提供了凉爽的树荫。

从长远来看，法兰克福桥梁将通过自动驾驶技术减少对高度密封的交通空间的需求。多余的停车位也可以进行景观设计或植树，并对城市气候产生积极影响。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 合作团队

重要的合作伙伴：

建筑

地理信息

城市气候 - 全球气候

水

法律

教授

图片 & 摄影

城市绿化 & 自然

结构

包装

财政

专业人士

桥梁

交流

交通

网页 & 设计

实施

发起人 & 资助人

能源

艺术 & 文化

技术 & 信息技术



# 桥梁的碳足迹

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

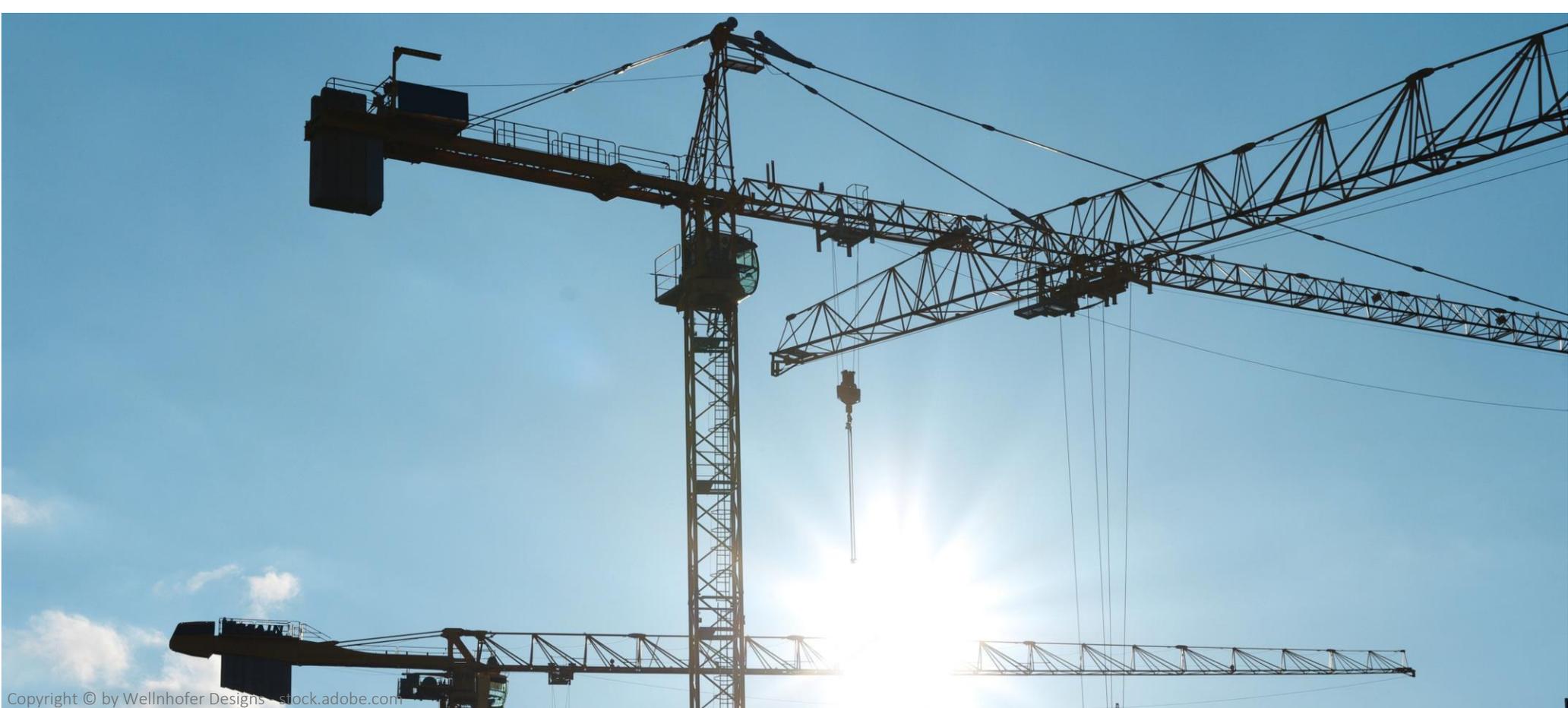
能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



Copyright © by Wellenhofer Designs - stock.adobe.com

## 桥梁的碳足迹可以减少75%

法兰克福桥梁可以采取许多措施，将碳足迹减少到四分之一。最重要的杠杆包括使用几乎不产生二氧化碳的方式生产的钢材，气候友好型的汽车驱动能源以及生产绿色电力。此外，在桥梁上没有建筑物的地方，可以使用低碳混凝土，作为创新的范例。

# Altes Neuland Frankfurt

DER PLAN

GEBÄUDE & BRÜCKEN  
STADTGRÜN & NATUR  
WASSER

ENERGIE  
TRANSPORT  
城市气候—世界气候

城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候—世界气候

KUNST & KULTUR  
VERPACKUNG - INNOVATIV  
ALTES NEULAND WELTWEIT

RECHT  
FINANZEN  
UMSETZUNG

FACHINFORMATIONEN

SUCHE  
DAS TEAM  
KONTAKT & IMPRESSUM



## 三个步骤：问题、推动、展望

第一步展示了基建项目的碳排放，以及所有基建项目减排对德国和全球的重要性。

第二步介绍了用于减少法兰克福桥梁与材料相关的碳排的杠杆。

第三步总结了整个法兰克福如何在桥梁系统的帮助下实现其长期气候目标。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



与其他基建项目相比，法兰克福桥梁的碳足迹通过各种杠杆得以大幅减少。

与其他基础设施项目不同的是，它对环境、人性化的生活空间以及最重要的研究方面都有好处：由于钢筋混凝土结构极其高碳，因此迫切需要像法兰克福桥梁系统这样的创新技术展示平台，促使未来的基建项目在设计上大大降低二氧化碳密集度。

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

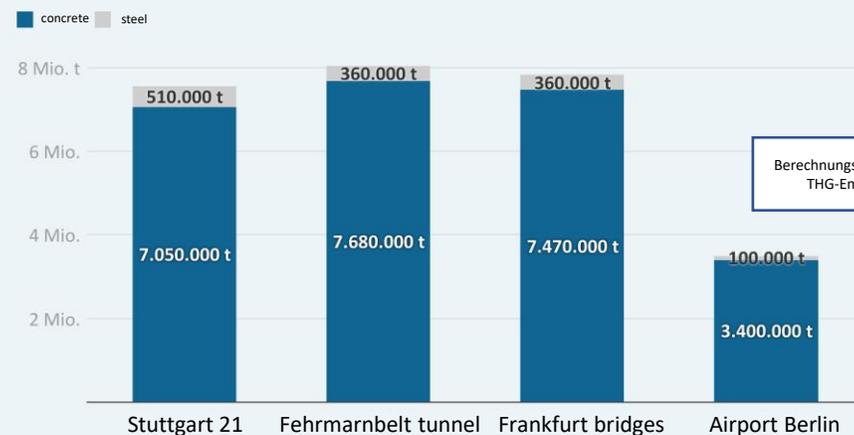
搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 如使用常规方法，法兰克福桥梁系统的碳排放与其他同等规模的基建项目无异

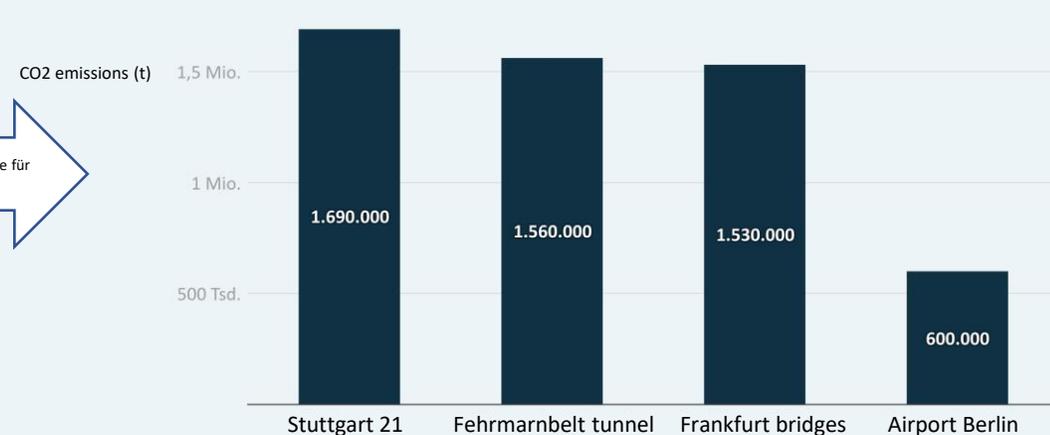
尽管法兰克福桥梁有许多积极的作用，而且预计不会像隧道和地下工程那样产生大量温室气体排放，但建筑材料产生的约150万吨温室气体（二氧化碳当量的温室气体排放\*）的排放值仍然太高。因此，我们必须探索和实践所有可能的减排方案。

### Material consumption of large infrastructure projects in Europe



Erstellt mit Datawrapper

### CO<sub>2</sub>-emissions of large infrastructure projects in Europe



Erstellt mit Datawrapper

Berechnungsgrundlage für THG-Emissionen



## 二氧化碳当量的温室气体排放

除了二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) (可能是最知名的温室气体)，还有其他对气候有影响的温室气体，如甲烷 (CH<sub>4</sub>) 或一氧化二氮 (N<sub>2</sub>O)。

由于它们影响全球变暖的能力与二氧化碳不同，因此通常被转换成二氧化碳当量 (CO<sub>2</sub>e)。例如，在100年内，一吨甲烷对温室效应的贡献是一吨二氧化碳的28倍，即它相当于28吨二氧化碳当量。

二氧化碳不仅是与建筑业最相关的温室气体，而且在温室气体混合物中占最大份额，许多统计数字都使用二氧化碳当量，甚至只用二氧化碳排放量，即使这些数值通常包括其他温室气体。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 法兰克福桥梁系统利用所有可能的措施，减少潜在的温室气体排放

如果法兰克福桥梁使用传统的建筑材料仓促建成，不考虑交通和能源生产的碳足迹，那么为生产所需钢材和混凝土而产生的约150万吨碳排放，将进一步加剧全球气候变化，正如其他同等规模的建设项目经常发生的那样，许多项目受到了严厉的批评。如果考虑到所有可用的减排方式，法兰克福桥梁的温室气体排放量可以减少约四分之三，即超过110万吨二氧化碳！

CO<sub>2</sub> emissions of large infrastructure projects in Europe



Erstellt mit Datawrapper

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

能源

交通

城市气候 - 全球气候

城市气候优化

法兰克福：城市气候现状

桥梁系统的作用

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

实施

专业信息

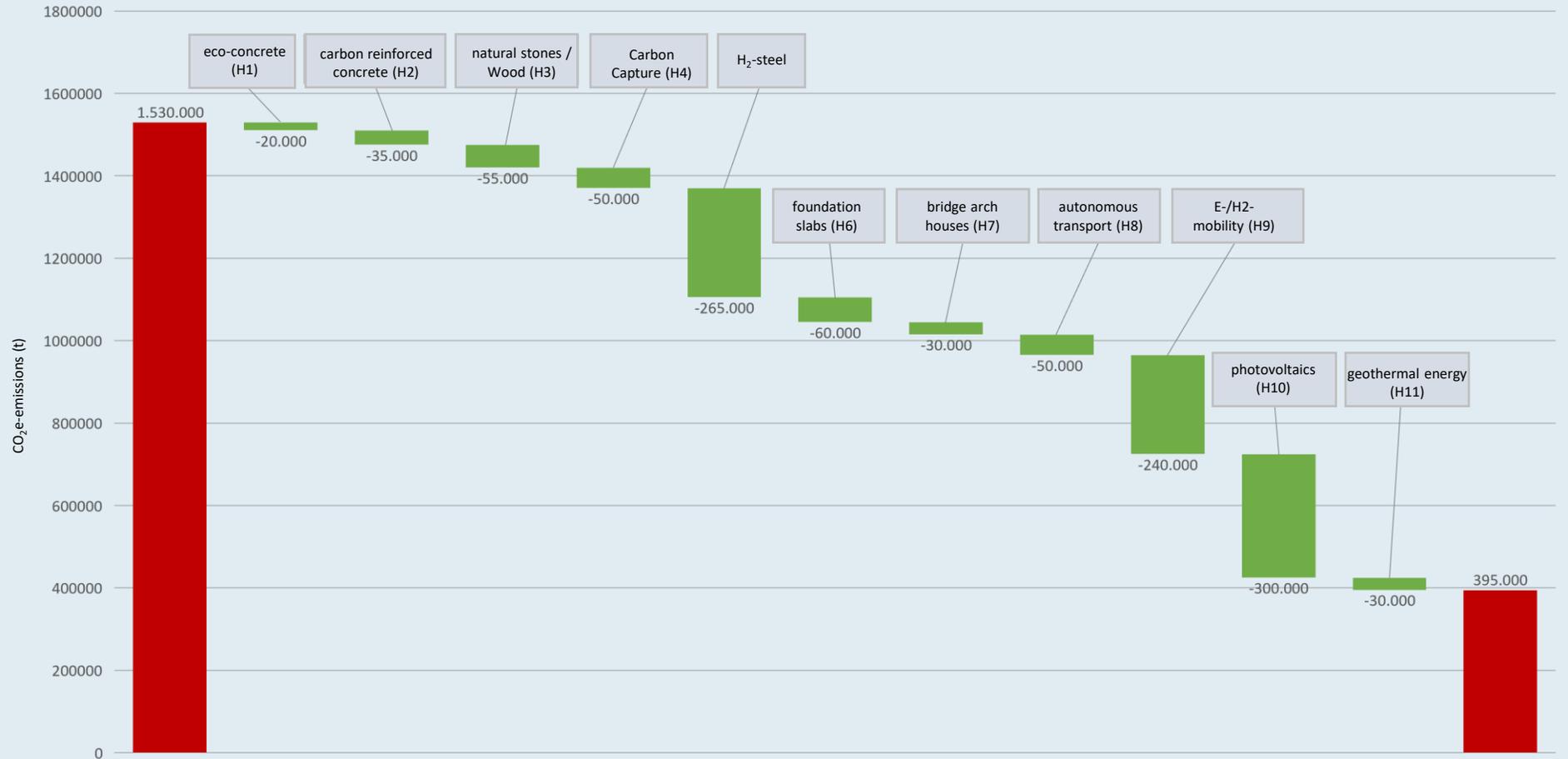
搜索

团队

联系 & 版权说明



## 考虑使用各种不同的减排措施，会让碳排量减少近75%



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



与其他大型基础设施项目相比，法兰克福桥梁还有一个优势：德国的其他项目只以运输为主要用途，而它有更多功能



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



法兰克福桥梁为市民提供了非常具体的好处，除此之外，它们也为所有德国城市、欧洲城市和世界各地的城市带来了更大的益处：它们展示了技术和概念的创新，使大城市变得更加可持续和有人性。

## 技术创新领域

自动驾驶交通系统

通过系统创新实现简化包装社区

通过光伏和地热能源的社区供应

双向充电，从而在汽车中储存可再生能源

利用数据中心废热和工业废热

城市附近的渗入规划，以补给地下水

用低碳混凝土建造部分道路  
采用低碳建筑物理学的施工方式

试验优化城市抗旱绿化和低塑料屋顶/幕墙绿化



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 桥梁也是一个创新社会概念的平台

有综合继续教育的工作机会

为无家可归者提供人性化的过夜建筑

连结老年人花园与儿童花园

为掉出社会安全网的人提供工作和赚钱的机会

为从事社会职业的人提供离工作地点近的经济适用房

为没有学历/证书的人提供学习机会

恢复工匠精神，以节约资源的建筑和修复文化代替丢弃文化



排放二氧化碳将在未来给我们的气候带来巨大负担，因此，碳排的“投资回报”必须始终最大化。对桥梁而言，这也是通过扩展其社会功能来实现的。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

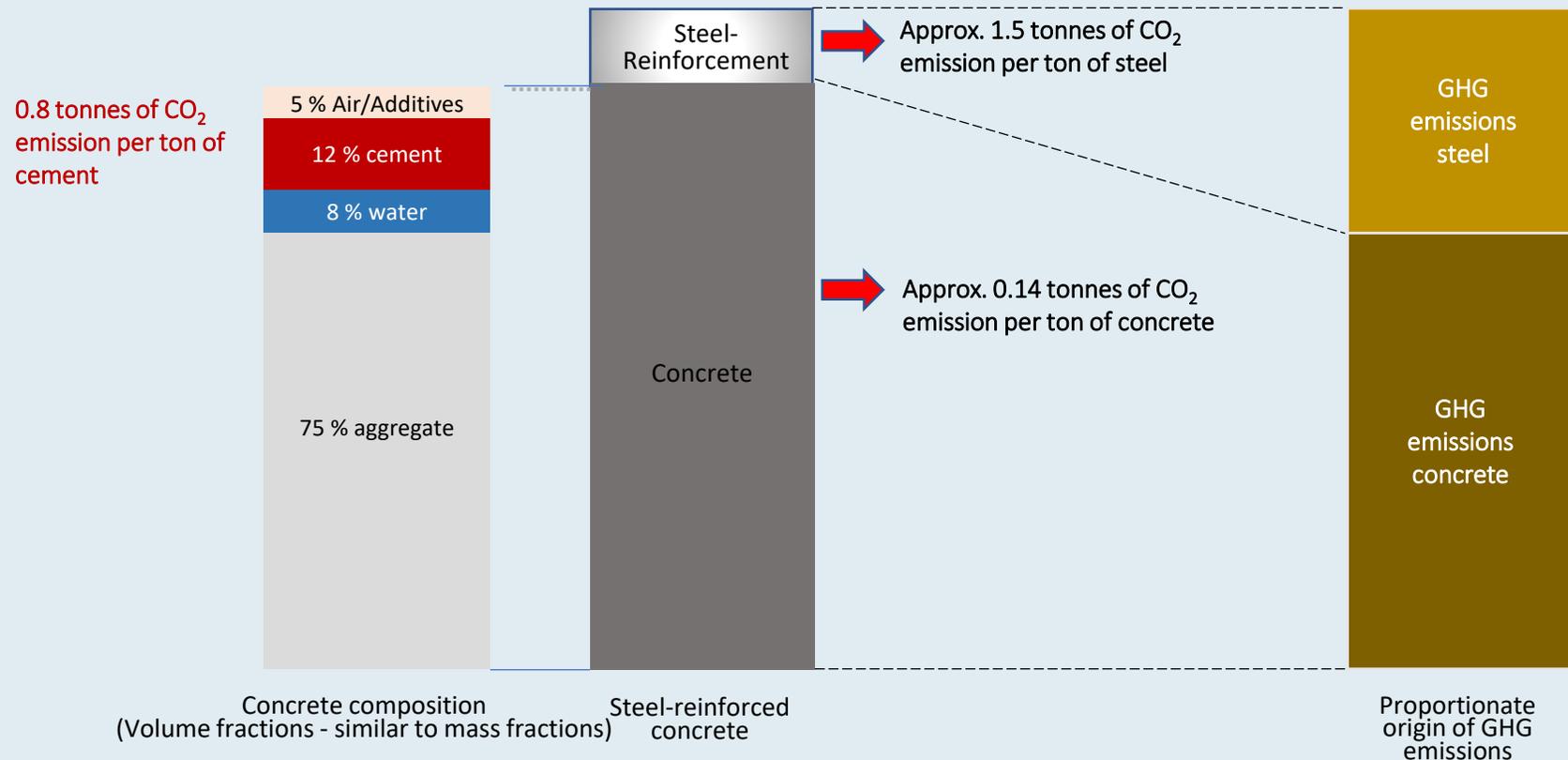
专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 附注：一个由混凝土和钢材制成的基础设施项目会产生约 150 万吨温室气体，混凝土材料中的钢筋和水泥是最重要的碳排来源

钢筋混凝土的温室气体排放的主要来源是其中的水泥和钢材。钢材作为钢筋融入混凝土中，用于加固结构，或作为钢支撑安装在基础设施项目中。但这两种材料都不能被完全放弃。钢材提供了稳定性，而水泥类似“胶水”，将所有材料牢固地粘在一起。



总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

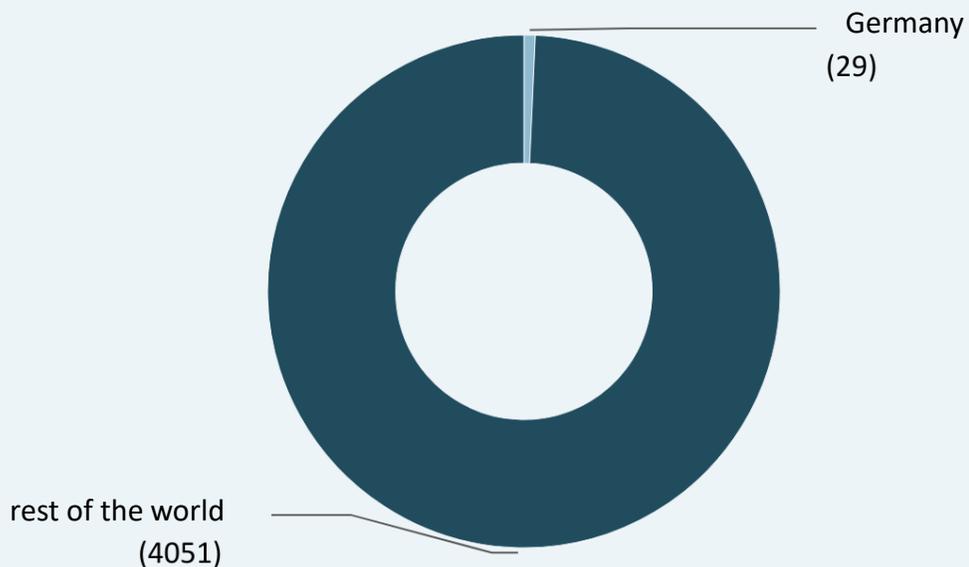
专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



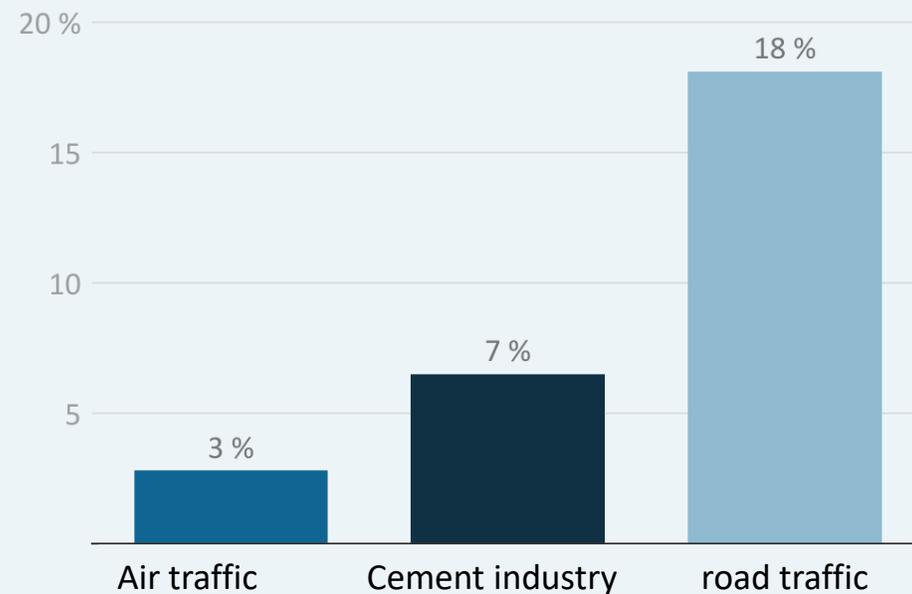
## 水泥业的二氧化碳排放量约占全球总量的7%左右

### Cement consumption 2019 in million tonnes



Quelle: VdZ, Cemnet.com, IEA • Erstellt mit Datawrapper

### Share of global CO<sub>2</sub>-emissions



Quelle: VdZ, Cemnet.com, IEA • Erstellt mit Datawrapper

## 为什么混凝土中的水泥的碳排放量这么高？

大约45%的水泥碳排放量是由暖气和电力的需求引起的：石灰石、粘土、沙子和铁矿石等原材料必须被干燥和研磨（这里最重要的成分是石灰石，后面会解释）。

然后原材料需要在1450摄氏度的温度下烧制，不难想象，在这种温度下烧制是一个非常耗能的过程。但这还不是全部：烧成“熟料”的材料必须再次研磨，这次要比以前细得多。只有这样，熟料才可以使用。



然而，这个消耗能源的过程只释放了二氧化碳总排放量的一半以下。55%的排放物不是由于温度和研磨所需的能量，而是在加热过程中产生二氧化碳作为最终物质的化学过程，对于那些仍然记得化学课的人来说：

石灰在自然界中不是以纯Ca（钙）的形式存在，而是以碳酸钙的形式存在： $\text{CaCO}_3$ 。然而，生产水泥熟料时需要氧化钙： $\text{CaO}$ （作为中间产品 - 从中形成实际重要的水泥成分，即硅酸钙）。如果你想获得氧化钙，公式为：



## 完全透明地平衡能源消耗和温室气体排放与建筑效益之间的关系，必须成为 规划审批程序的一个组成部分



为了建造法兰克福桥梁，整个桥体每公里需要约5万立方米的钢筋混凝土，因为这些桥梁平均约35米宽。相比之下，一条双轨地下隧道约15米宽，每公里平均使用约2万立方米的钢筋混凝土，大约是两倍。

如果整个60公里长的法兰克福桥梁都用钢筋混凝土建造（这不是计划中的），将使用约300万立方米的混凝土，以及36.5万吨的钢材。

### 作为比较:

根据Tagesschau的报道，柏林机场消耗了130万立方米的混凝土。

斯图加特21也消耗了约300万立方米的混凝土，不包括目前要增加的四个隧道。

费曼贝尔特隧道预计只有320万立方米的混凝土，36万吨的钢材。然而，还有220万吨的花岗岩必须运送至防波堤的施工部分。

## 法兰克福桥梁必须采取一切措施来减少和抵消建设项目的温室气体排放，成为其他基础设施项目的榜样

基于其建设规模，法兰克福桥梁属于基础设施项目组，这些项目经常因其温室气体排放规模过大而受到批评。

是时候了。所有这种规模的项目都应检查其温室气体效益平衡，并且作为规划审批程序的一部分，起草透明、有意义的生命周期评估。这也展示了如何减少二氧化碳和其他温室气体排放的潜力。



Copyright © by Rui Noronha - istockphoto.com

法兰克福桥梁也需要彻底评估其温室气体效益平衡。如果用上所有措施，建造桥梁的温室气体排放可以减少或抵消大约四分之三：通过桥梁的替代材料、桥梁作为一个结构的补偿功能和节能的建设过程。

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然  
水

能源

交通

城市气候 – 全球气候

城市气候优化

法兰克福：城市气候现状

桥梁系统的作用

桥梁沿线措施

**桥梁的碳足迹**

城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化

包装 – 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

实施

专业信息

搜索

团队

联系 & 版权说明



## 150万吨二氧化碳当量对法兰克福意味着什么？



Copyright © by milehightraveler - istockphoto.com



Copyright © by Manfred Ruckszio - alamy.de

一个成年人每年呼出约0.4吨二氧化碳。一辆每年行驶1万公里的汽车，排放约1.5吨二氧化碳。80棵山毛榉树每年能结合大约1吨二氧化碳。这意味着需要120棵山毛榉树来吸收一辆带内燃机的汽车从空气中排放的1.5吨二氧化碳。

从整个城市来看，通过植树来平衡二氧化碳排放是非常困难的。目前，法兰克福的总排放量估计约为每年700万吨二氧化碳当量，其中约160万吨二氧化碳当量来自汽车交通。

因此，150万吨的二氧化碳当量确实很多，即使只是一次性的，而不是每年的。一方面，人们可以争辩说，如果法兰克福每年仅从机动车交通中就向空气中排出160万吨二氧化碳，那么建造一个项目所需的150万吨左右的二氧化碳排放量又算什么呢？好吧，这正是气候问题相当严峻的原因，因为所有的二氧化碳，一旦被排到空中，就很难再结合起来。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



要真正理解每100万吨二氧化碳释放到大气中是多么的严峻，我们只需要回到山毛榉树。在建设之前，人们必须种植80万棵山毛榉树，以补偿法兰克福桥梁所排放的二氧化碳，这样100年后就能从空气中吸收100万吨。

不幸的是，我们没有100年的时间来应对气候变化的后果，所以至少要种植200万棵榉树，才能在至少40年后再次吸收100万吨的二氧化碳。

仅作为比较：整个法兰克福市区只有20万棵树。整个莱茵美因地区都没有足够的空间容纳所需的200万棵补偿树。

Gesamt CO<sub>2</sub>-Emission Deutschland

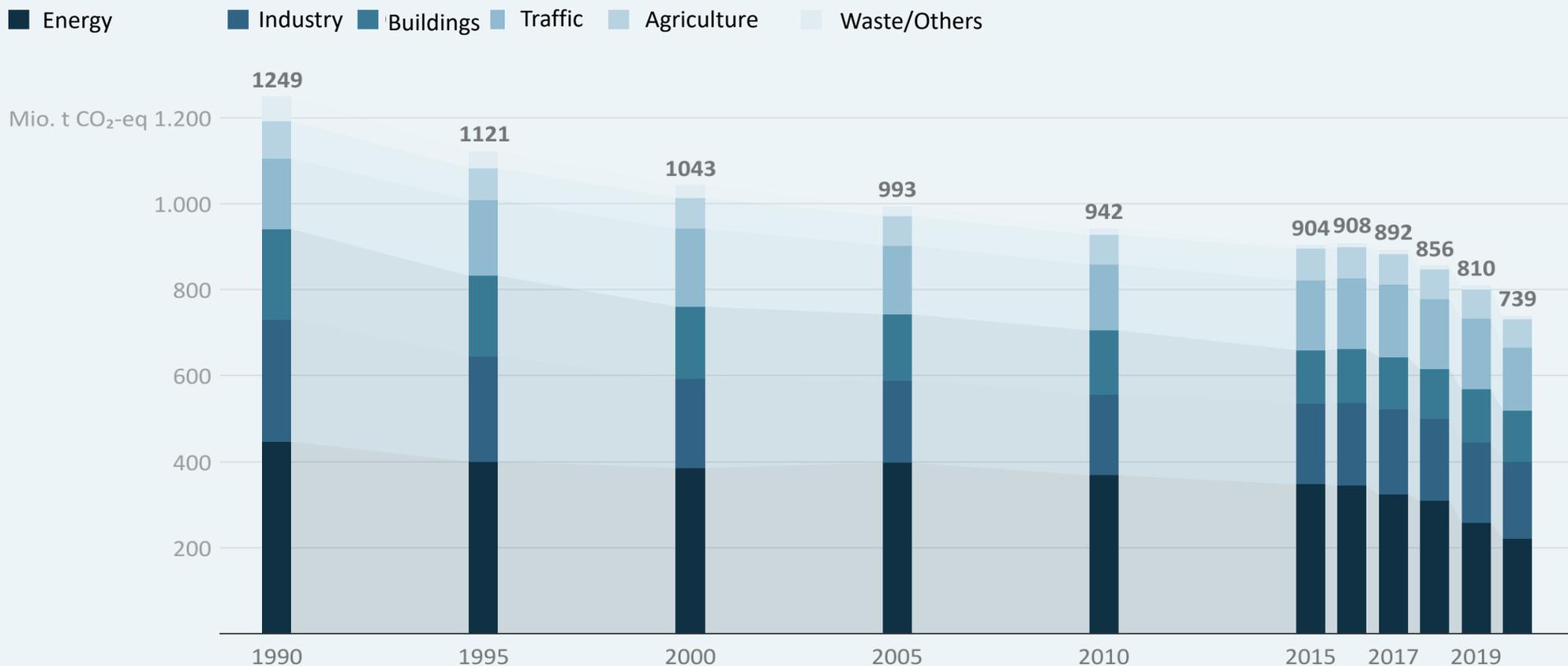


Copyright © by mnikita123 - photocase.de

## 150万吨二氧化碳当量对德国来说意味着什么？

在德国每年排放的7.39亿吨温室气体（二氧化碳当量）中，二氧化碳是最大的组成部分。法兰克福的温室气体排放量为700万吨，约占德国温室气体排放总量的百分之一，与其80万左右的人口相当，他们也占德国8000万人口的百分之一。

### Greenhouse Gas emissions in Germany per sector



Quelle: Umweltbundesamt • Erstellt mit Datawrapper

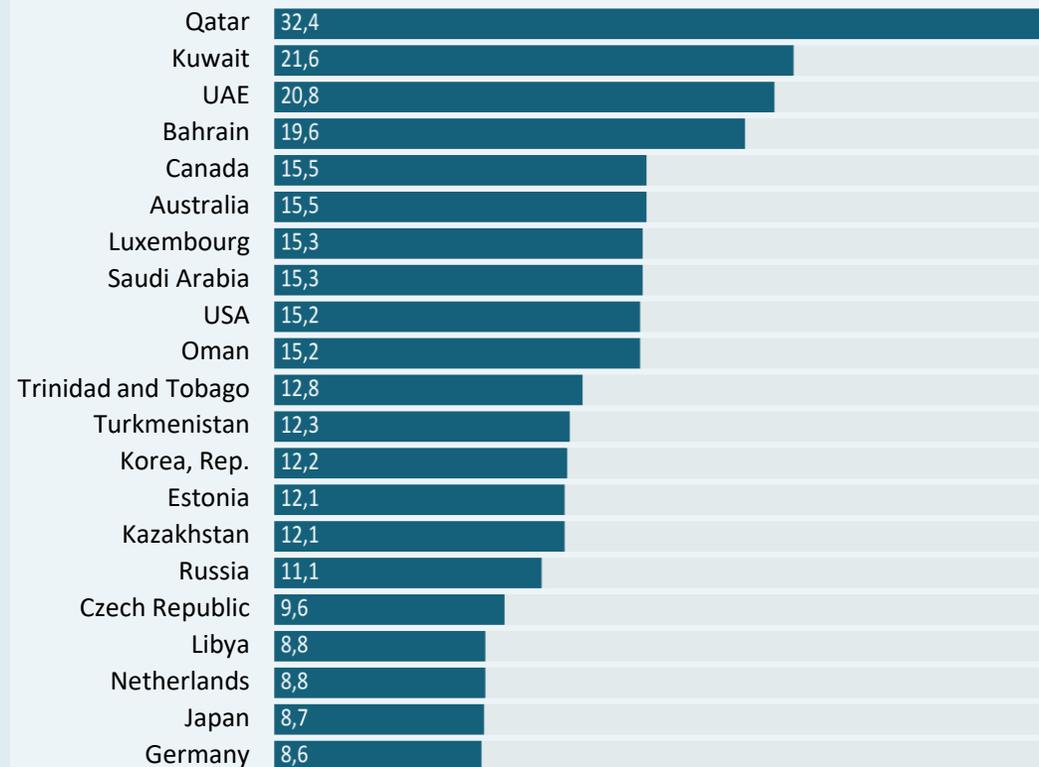
## 德国与世界其他国家相比如何？

德国每年排放约6.75亿吨二氧化碳，目前在世界高排放国家中排名第七，约占全球二氧化碳排放量（约350亿吨）的1.8%。因此，尽管它在全球排放中的份额很低，但鉴于德国只占世界人口的1%，它仍然高于平均水平，这也反映在人均二氧化碳排放量的比较上。

	Nation	Amount of global CO <sub>2</sub> -emissions in 2021
1	China	30,9 %
2	USA	13,5 %
3	India	7,3 %
4	Russia	4,7 %
5	Japan	2,9 %
6	Iran	2,0 %
7	Germany	1,8 %

Source: Statista

## Yearly CO<sub>2</sub>-emissions in 2018 (tons per capita)



Quelle: The World Bank • Erstellt mit Datawrapper

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



旨在大幅减少法兰克福桥梁碳排放的“11杠杆概念”，综合了各种不同的影响途径。

一方面，通过使用自然材料或程序上低碳的建筑材料，改善桥梁的二氧化碳平衡。

另一方面，桥梁作为建筑结构的组成部分，具有建设性的功能，其材料消耗和碳排放放在其他地方被抵消了。

此外，法兰克福桥梁也是交通和能源部门结构性变化的发起者，从而寻求永久性和超越地域的减碳战略。

11杠杆中的每一个，都有相应的行动模式，并对每种情况下假定的减碳量进行了量化。

## 杠杆1—杠杆2—杠杆3 有许多措施可以改善大型基建项目的碳排放

例如，通过放弃使用传统的、高排放的建筑材料，改用其他材料。这可以通过三个杠杆来实现。

**杠杆1--生态混凝土：通过创新的材料概念，即所谓的生态混凝土，来减少混凝土中的水泥用量。**

**杠杆2--替换钢材：用碳纤维、竹子等替代混凝土中的钢含量和/或结构中其他部分的钢。**

**杠杆3--替换混凝土：完全替换混凝土，例如用天然石材或木材。**



# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明

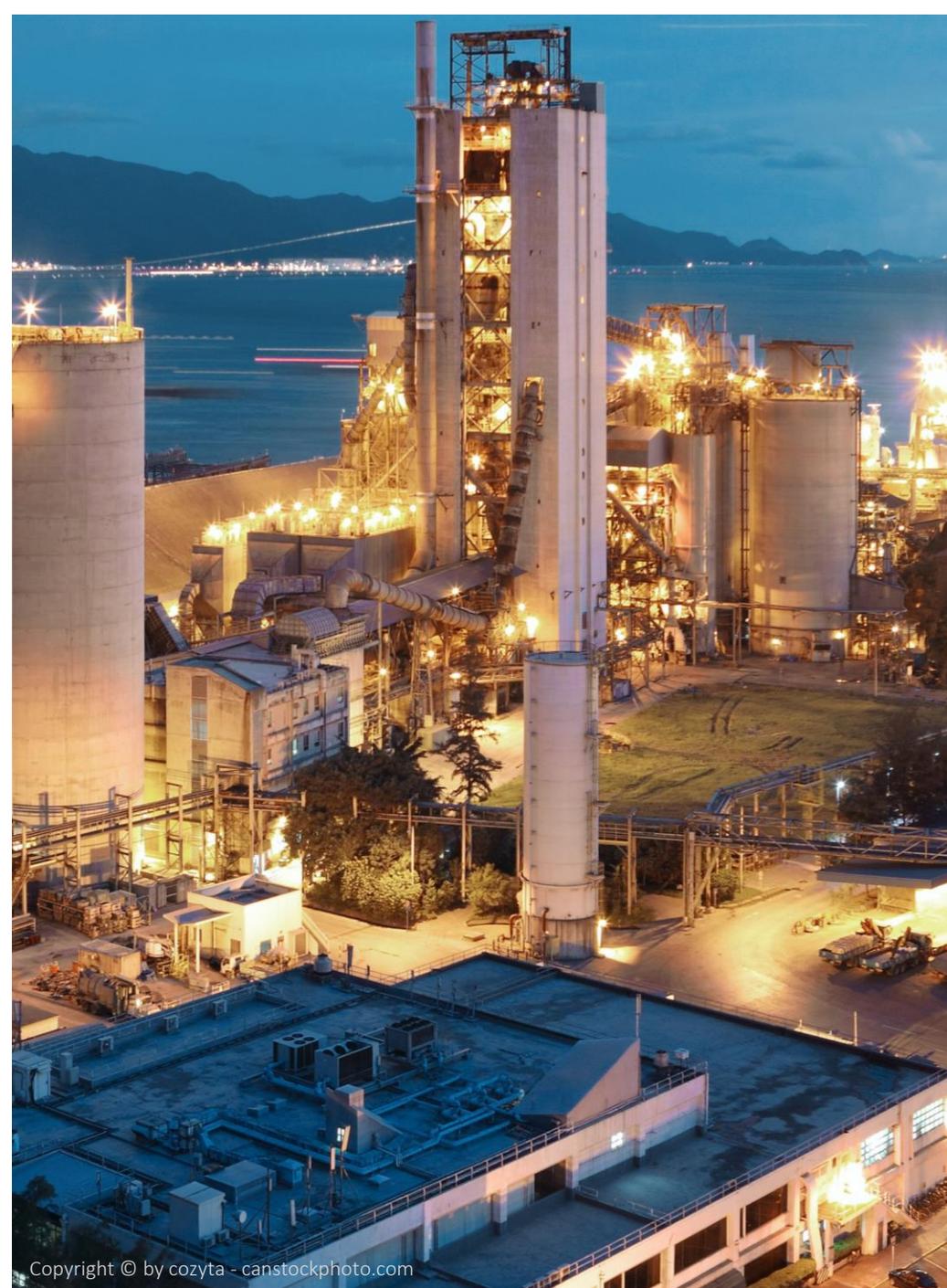


## 杠杆 1 - 生态混凝土。 通过创新的材料概念减少混凝土中的 水泥用量。

大量研究指出可以减少水泥的使用。尽管如此，大多数情况下我们仍然使用传统的水泥。

并非缺乏好的想法，而是新的解决方案很难得到批准，因为这些替代方案无法事先在大型建筑上进行长期测试。

水泥行业也在努力改善其碳足迹，但多是通过工艺优化来节省电力和加热燃料，而不是通过彻底更新材料混合物。



# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



学术界和工业界都没有提出全新的、彻底的解决方案，原因很简单：水泥材料的建筑物必须满足最高的质量要求，并严格保证安全，因为建筑物的稳定性总是涉及人的生命。



即使不是这样，也必须考虑到，任何大型建筑的投资都是非常高的，所以不能简单地在试误法的基础上测试整个系列的创新。

最后一点，也是很重要的一点是，用创新的混凝土建造一个建筑物，稳定和持续几年是不够的。新型混凝土甚至是钢筋混凝土的真正质量在几十年之后才会显现。

## 混凝土是一种复杂的混合物：有许多细节可以减排

修正的配方可以使用替代材料，通过添加剂或改变工艺来改变混合的比例，或者通过更精细的研磨过程改变颗粒大小，优化混入材料的比例，从而减少水泥的需求。

水泥 - 与水混合 - 像胶水（粘合剂）一样，包裹着混凝土混合物中的骨料，然后变硬（结晶）。

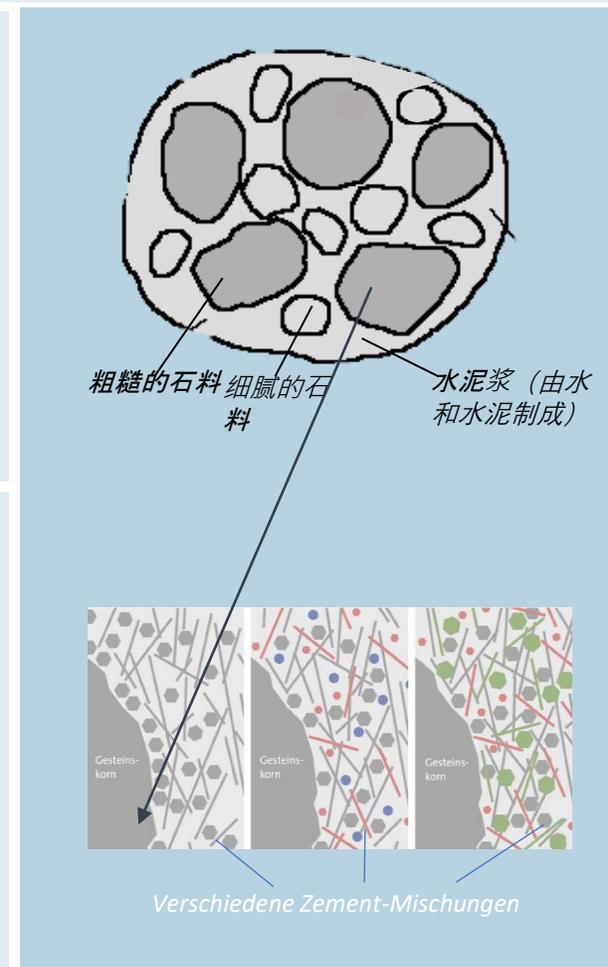
方案1：优化混凝土混合物的骨料，这样可以减少水泥的“粘性”。

要么使用更细、更密的骨料，要么改变骨料的表面，要么选择一种粘合过程效果好的骨料类型。

水泥本身已经是一种混合物，但它主要由硅酸钙组成。

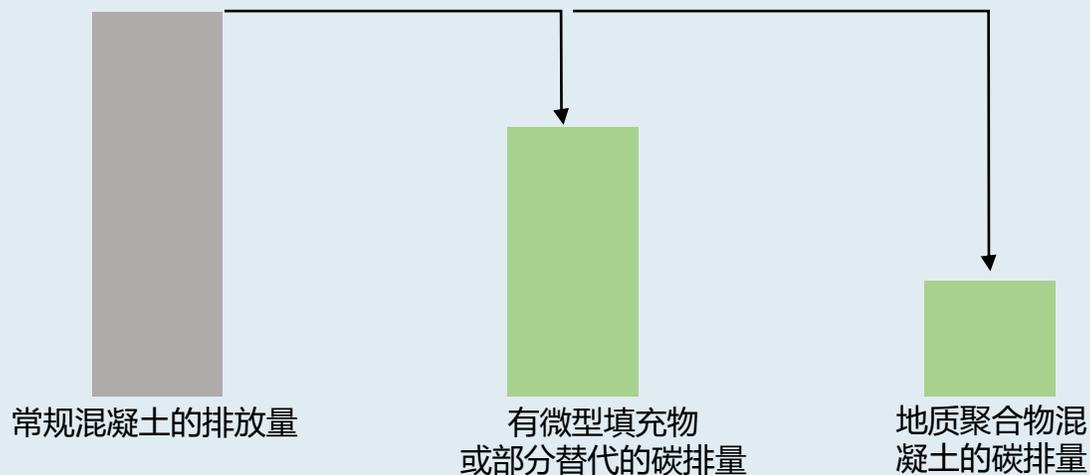
方案2：在需要较少石灰和能源的部分添加其他水溶性粘合剂，减少水泥中所需要的氧化钙，这占其二氧化碳排放量的55%。

方案3：对水泥混合物进行微调，改变成分，以便可以添加所谓的“生态微填料”：本地的精细研磨材料。



## 多个研究指出，通过新的混凝土技术，预计可以减少30%到70%的二氧化碳排放量。

然而，为了在世界范围内开始使用这些现代配方的建筑，必须进行更深入的研究，以了解这些新混凝土在现实生活中的耐久性。原型建筑缺失。而这正是法兰克福大桥发挥作用的地方.....



## 即使60多公里的长度中只有5公里是用生态混凝土建造的，而生态混凝土的排放量比传统混凝土少50%，这意味着能节省2万吨水泥排放的二氧化碳。

## 杠杆2 - 替代钢材：用碳代替钢制成的加固件

碳素混凝土由两部分组成，混凝土和加固件。只是在这种情况下，加固件不是由钢制成，而是由网状和柱状形式的碳纤维制成。

与钢筋相比，碳素加固材料有两个主要优势。它的抗拉强度是钢的5倍，所以相比之下，需要的加固材料更少。此外，碳素加固件对施工中的应力具有化学惰性，不需要像钢筋那样通过覆盖几厘米厚的混凝土来防腐。

因此，由碳素混凝土制成的部件可以节省材料，并被设计得明显更薄。使用碳结构可以比用钢筋节省约30%的二氧化碳。

在法兰克福桥梁的150万吨二氧化碳足迹中，大约三分之一，即52.5万吨，来自于钢铁。如果其中的五分之一被碳取代，那么10.5万吨的二氧化碳排放量就减少了约3.5吨，这还不包括通过减少混凝土消耗而间接减少的排放量。



Copyright © by www.quinting.com



Copyright © by Stefan Groeschel - TU Dresden

用碳素加固材料替代五分之一的钢材可至少减少 3.5吨二氧化碳排放

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



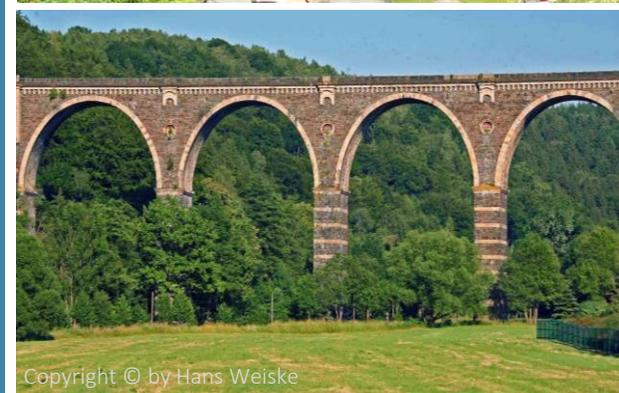
## 杠杆3 – 用本地天然石材或木材替代混凝土

除了钢筋混凝土，法兰克福桥梁的部分路段也可以使用当地的天然石材或木材建造。

在桥梁通向老树的地方，类似高架桥的灰岩结构或砖石结构可能是一种解决方案：例如，它们可以像一条 5 米宽的带子，在细长的柱子上蜿蜒穿过辛肯贝格建筑群。在法兰克福附近的采石场开采的红色美因砂岩和陶努斯石英岩很适合此类灰岩建筑的天然石材。尤其是红色的美因砂岩，不仅适用于工艺品，还可以作为桥梁混凝土的保护层，以保护其免受腐蚀。

工艺学院本应提供这方面的技术能力，但今天几乎没有人能做。不仅手工业需要，结构工程师也需要：毕竟，许多建筑物已经使用了几个世纪，但它们无法用现代战后 DIN 标准来计算。

因此，重新发现使用低碳材料的传统建筑方法将是一个挑战。木材作为一种可再生的原材料，可以在建筑中使用。但这仅在法兰克福桥的部分路段才有可能：这里主要是指没有建筑物，而只有车道和人行道的，负荷明显降低的路段。



用天然石材取代约1.5公里的混凝土桥段，用木材取代4.5公里的混凝土桥段，可节约5.5吨二氧化碳。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明

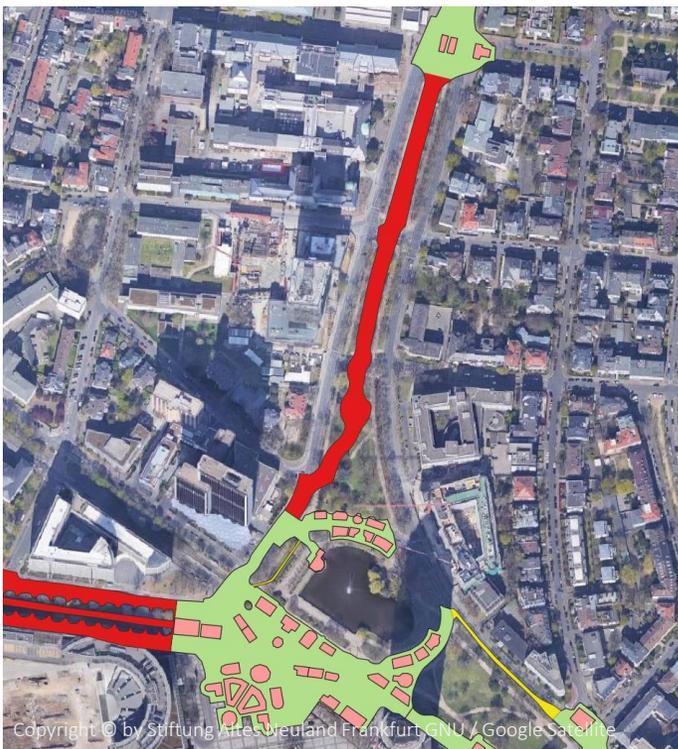


选择用天然石材、木材甚至生态混凝土建造的部分，主要是在桥梁上没有建筑物的地方进行。

天然石材可以用来建造大型的柱子，穿过高大的老树。此外，在“高跷”上的桥段，如果用砖砌成山谷桥的样式，看起来会更加美观。

木材用于没有车行道的路线，或有车行道但使用频率不高的地方。与天然石材相比，木质结构的优势在于可以跨越宽阔的地段，不需要高墙拱门。

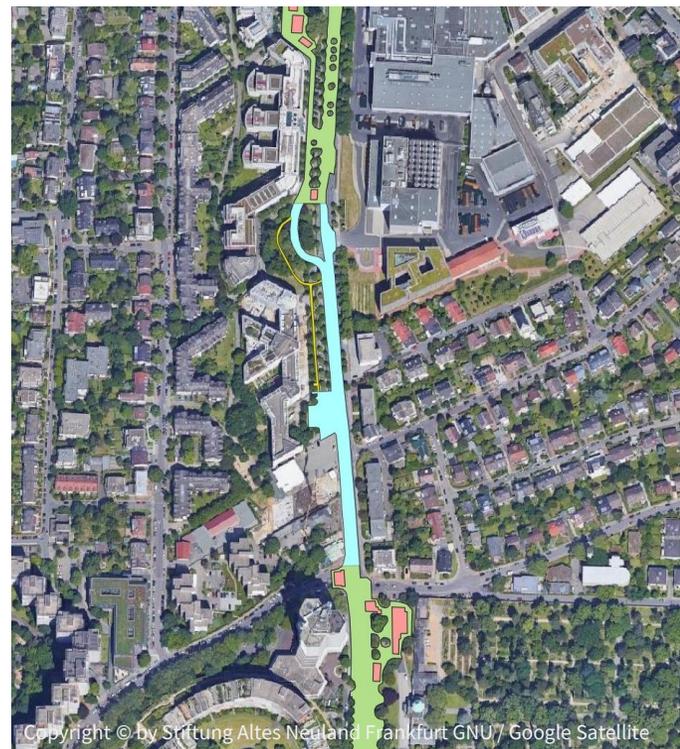
生态混凝土的使用方式与传统混凝土完全相同，但只能用于桥梁上没有建筑物的地方，因为目前还没有这些材料的长期经验。如果几十年后对其翻新，也不会影响其他结构。



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU / Google Satellite



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU / Google Satellite



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU / Google Satellite

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

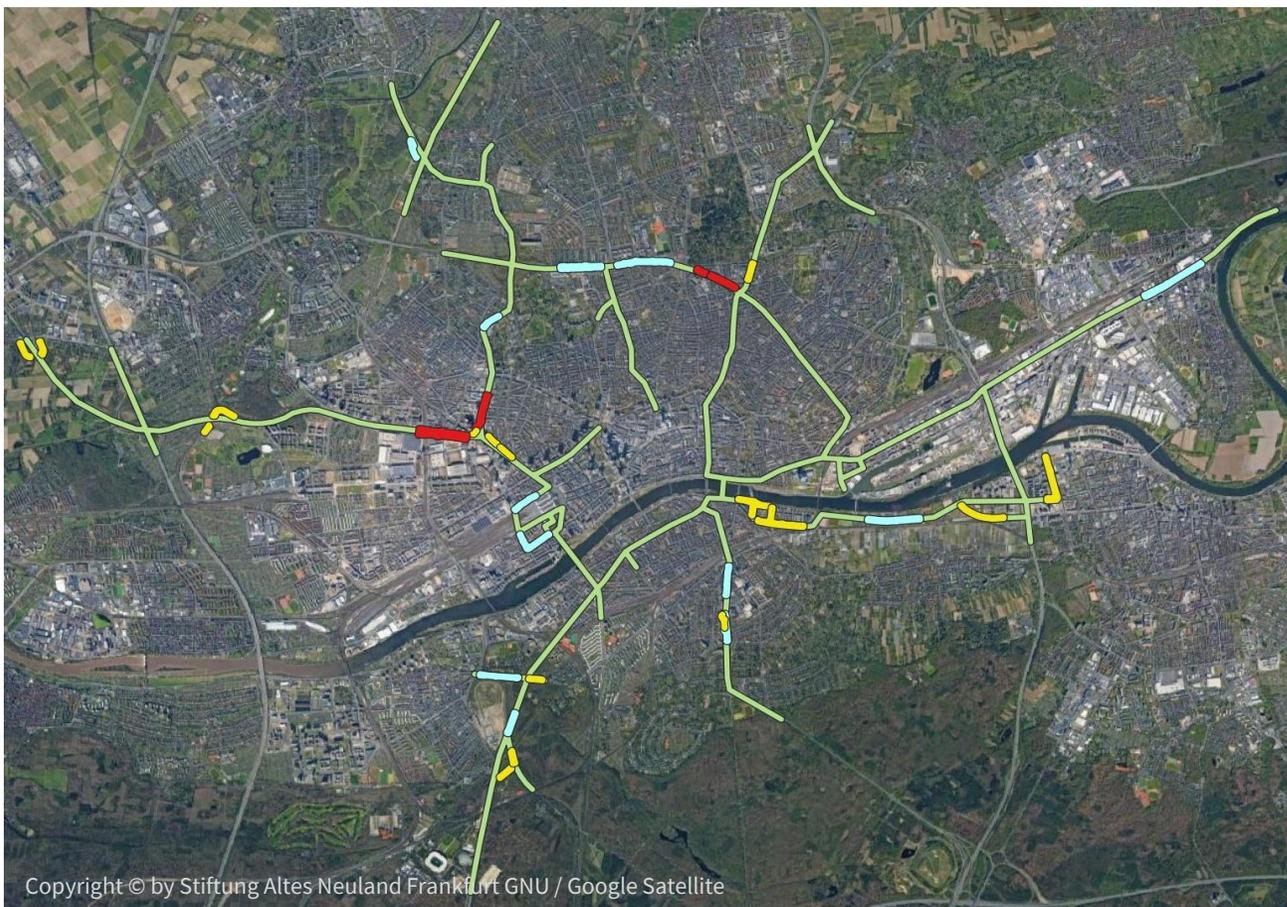
法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



### 桥梁有若干路段适合使用常规混凝土以外的材料。



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU / Google Satellite

适用于以下建筑材  
料。

 生态混凝土  砖或天然石砌成的  
建筑  木头

法兰克福桥梁的许多路段都没有建造房屋，而是作为交通路段、步行道或绿地。

桥梁的这些地区适合作为生态混凝土的试验路段，生态混凝土已经成熟，但尚未进行大规模和长时间的测试。

这些地区必须由研究和工业部门进行监督和试验，定期进行测试和评估，以确保尽早发现问题进行修复。如果上面没有建筑物，那么潜在的补救措施虽然繁琐，但不需要太费力就可以迅速进行。

另外，应考虑在这些地段使用砌墙的砖石或天然石，以及木材。

## 杠杆4 – 杠杆5

未来，水泥和钢铁行业的新工艺也将大大改善传统建筑材料的碳足迹。

绿色氢气在此发挥了关键作用，它可以大幅减少破坏气候的温室气体排放。由于这种创新工艺在水泥生产和钢铁生产中越来越受到重视，法兰克福桥梁的碳足迹又多了两个杠杆。

**杠杆4（混凝土）--水泥生产中的碳捕捉：捕捉和再利用水泥生产中产生的二氧化碳，可以让法兰克福桥梁有使用更加气候友好的混凝土。**

**杠杆5（钢铁）--借助氢气在钢铁生产中节省二氧化碳：通过创新工艺，用氢气代替焦炭作为从铁矿石中提取铁的反应剂，可以大幅减少钢铁的二氧化碳排放。**



Copyright © by www.docplayer.fr



Copyright © by www.dlr.de

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 杠杆4-水泥生产中的碳捕捉

在水泥的实际生产过程之前有一个电解过程，在风能或太阳能的帮助下，水被分成氧气和氢气。然后，纯氧而不是“普通”空气被送入回转窑（纯氧燃料）。这样做的好处是，在燃烧过程中产生的二氧化碳仍然不含杂质，并且可以捕获温室气体（碳捕获）。随后，捕获的二氧化碳与电解产生的氢气一起，被转化为其他原材料，如合成燃料。通过这种方式，可以防止水泥行业产生的大部分碳排放对气候的影响。上述工艺目前正在进行大规模的测试，预计在未来几年内，会越来越多地在生产过程中实施，因此法兰克福桥梁也将从中受益。

Visualisierung des Prozesses



Copyright © by audioundwerbung - istockphoto.com

保守估计通过碳捕获可以节省5%的碳排放量，即5万吨二氧化碳。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

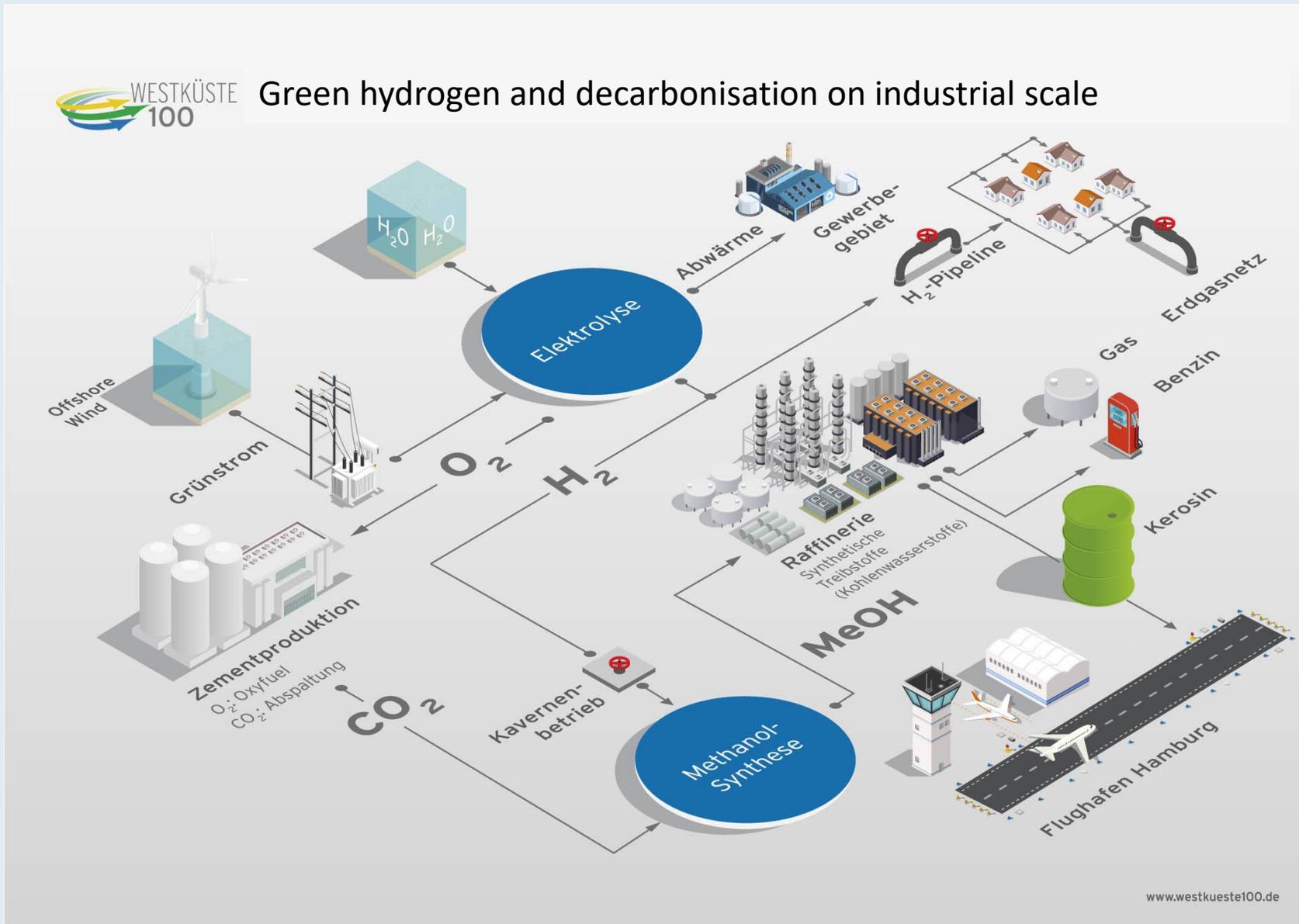
能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



Copyright © by <https://www.westkueste100.de/>

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 杠杆5 - 借助氢气在钢铁生产中节省二氧化碳

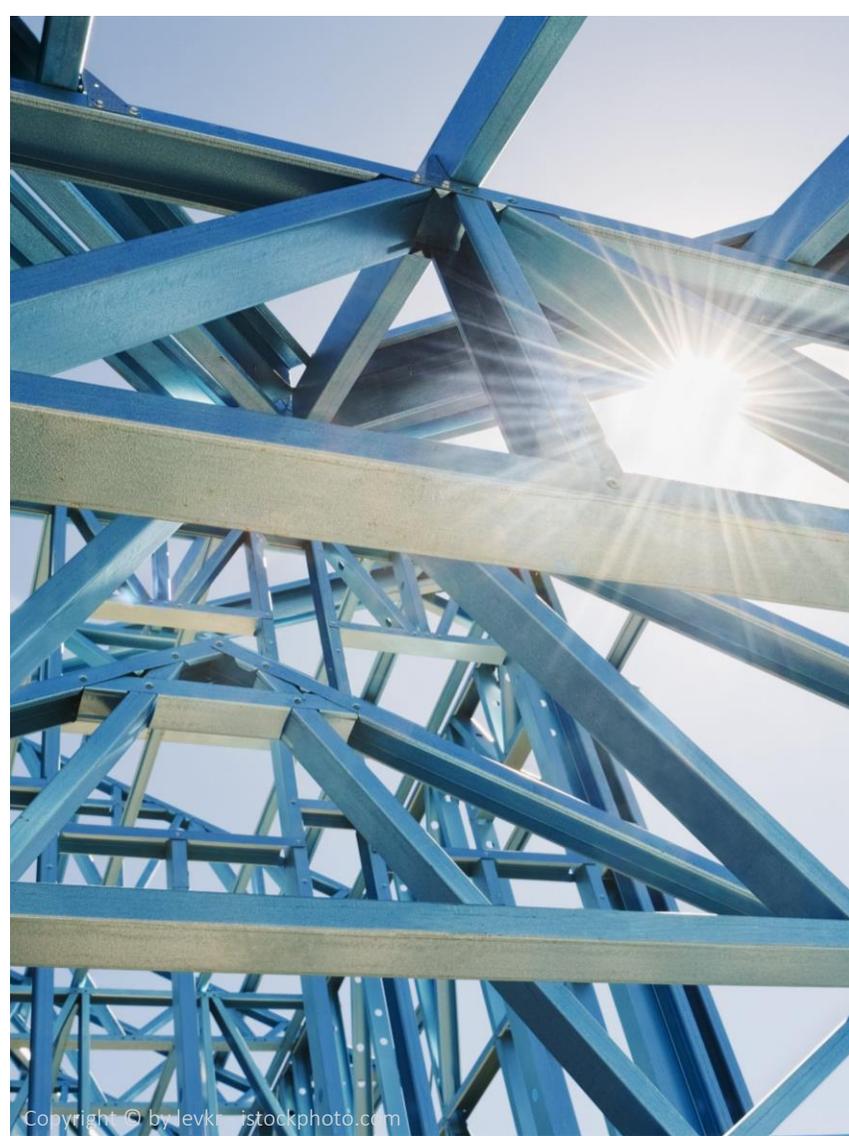
在钢铁生产中节约碳排放的潜力巨大。目前的高炉方式，即在煤或焦炭的帮助下将铁矿石还原成生铁，并释放出大量的温室气体，在不久的将来可以被一种新的氢气工艺所取代。这种方式中的绿色氢气也是首先通过电解的方式产生，然后可以直接在还原设备中从铁矿石中提取铁，然后用电弧加工成粗钢。

通过避开化石燃料直接减少了高达95%的碳排放。如果法兰克福桥梁的全部钢材需求由以这种方式生产的，就可以节省约50万吨二氧化碳当量的温室气体排放。

Visualisierung des Prozesses



Copyright © by levk - istockphoto.com



由于高需求和预期的钢铁供应瓶颈，预计法兰克福桥梁可以节省50%，即大约  
26.5万吨二氧化碳。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

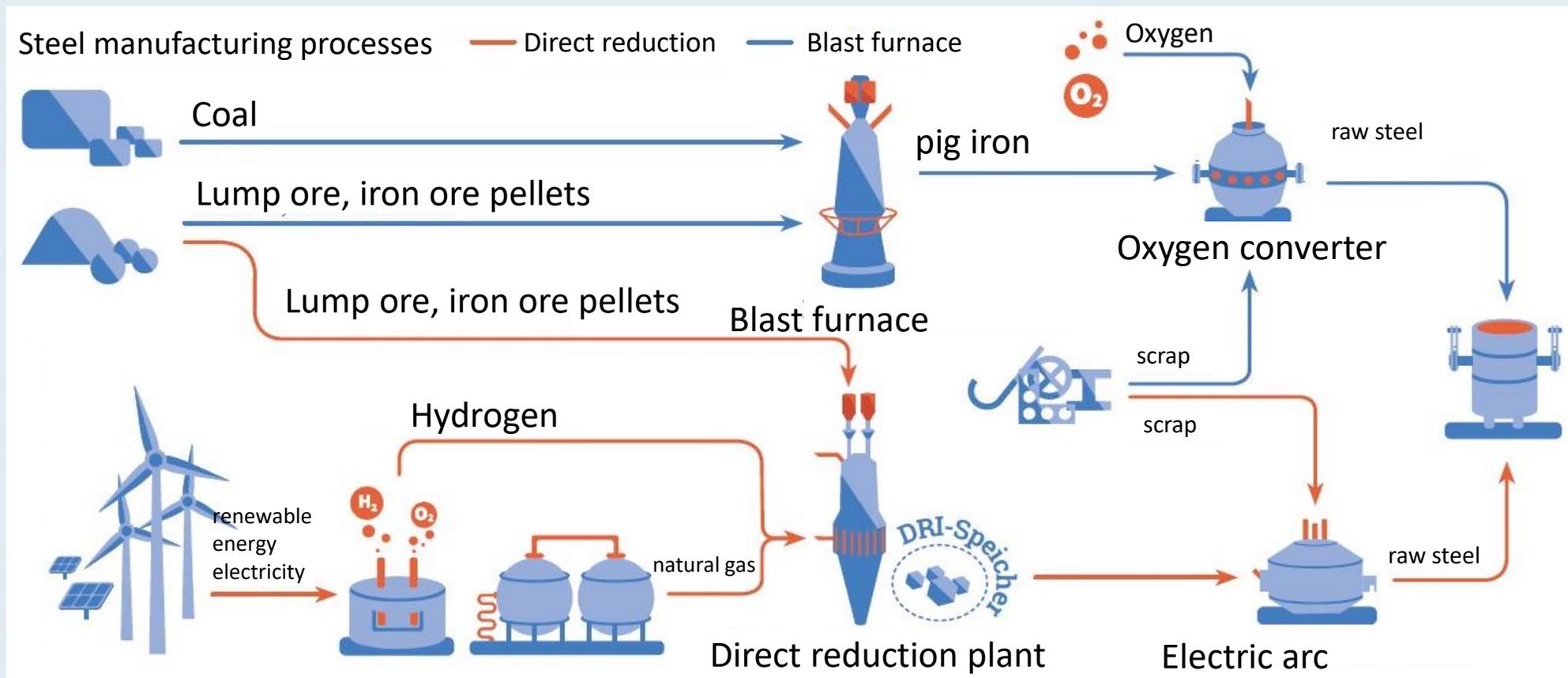
能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



Copyright © by Deutsche Energie-Agentur / Salzgitter AG

## 杠杆6 - 杠杆7

### 减碳的可能性并不局限于桥体材料的范围

法兰克福桥梁也有间接减碳的巨大潜力。例如，所使用的混凝土和钢材是多功能的，因此不需要在其他地方再次使用建筑材料。

**杠杆6 - 桥梁主体作为基础板材：桥梁上的建筑所使用的混凝土和钢筋承担了基础板的功能，这样就可以在其他地方省去新建建筑。**

**杠杆7--桥拱建筑：在长期规划中，法兰克福桥梁可以承担起它下方桥拱建筑的支撑结构的功能，这意味着减少建筑材料使用需求。**



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 杠杆6 - 桥体作为地基

桥体本身可用于各种结构，包括已经介绍过的法兰克福桥梁的许多功能和用途。

最后，这些桥梁的面积约为200万平方米，相当于在法兰克福创造了一块新的土地，可以在上面建造建筑物，而不需要另外打地基。

桥上建筑物的总面积约为45万平方米。

桥本本身作为地基可以减少大量碳排放。如果在绿地上建造如此规模的建筑，大约需要18万立方米的混凝土（约45万吨混凝土）。



如果每生产1吨混凝土都会产生约135公斤的二氧化碳，那么可以减排总共6万吨二氧化碳。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 杠杆 7 - 桥拱房屋

此外，必须展望和规划未来100年甚至更长时间的功能。

通过优化的自动驾驶交通系统，交通量会大幅下降，以前城市的四车道或六车道可以减少成两条汽车道和两条自行车道。

桥梁下腾出的空间（两个或更多的车道，6米或更多的宽度）可以利用起来，转换成生活空间。

这个生活空间已经有了支撑柱（桥梁的支撑物），可能已经有了墙体区域（如果在中央保留区会有一个承载桥梁的中央墙）和一个“屋顶”（桥梁主体）。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

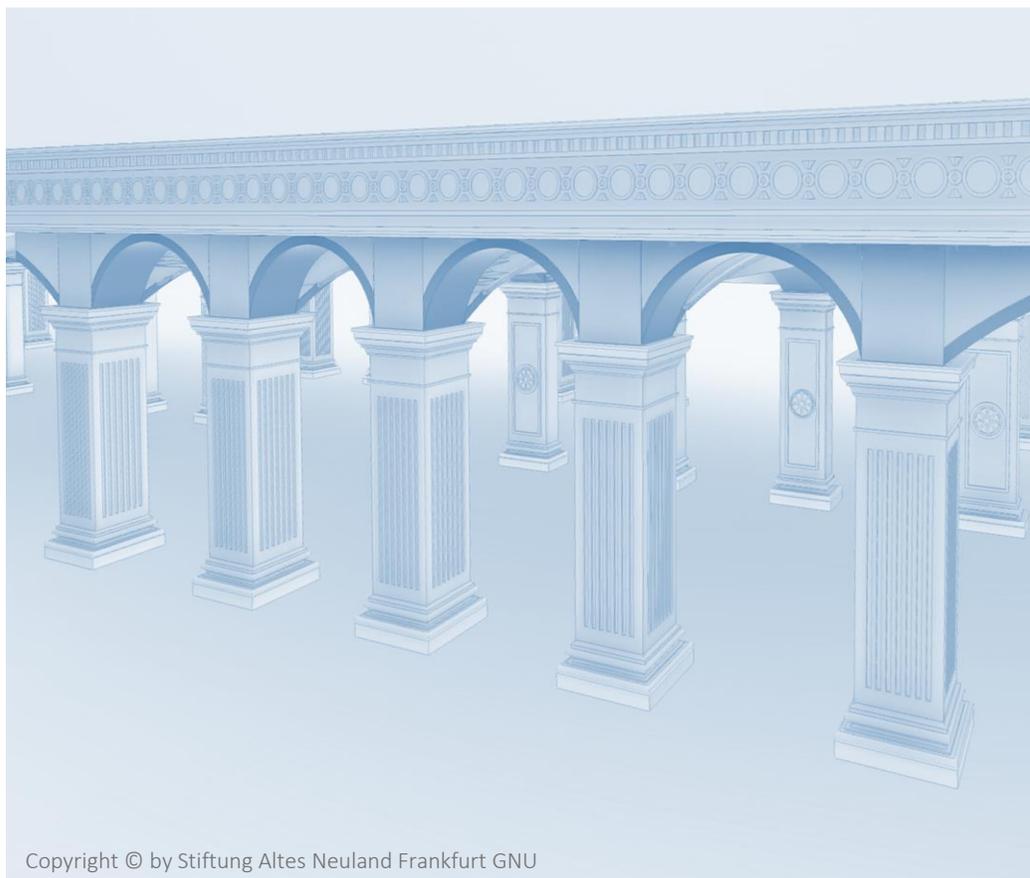
专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 未来50到100年，法兰克福桥梁可能会有另一种功能：桥下建筑单元

法兰克福桥梁大部分都是在四车道或六车道的主干道上运行。如果一个城市完全实现自动驾驶，车辆数量将会大大减少（一些预测指出可以减少80%的车辆）。因此，部分车道可以取消，并在桥下腾出空间。由于支架和屋顶都是现成的，它们可以变成建筑空间。



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



半个世纪后（或更久），在法兰克福桥梁的许多地方，有一半的桥体可以用来建造公寓、咖啡馆或商店



Copyright © by www.nightphotos.de



Copyright © by Alois Fischer



Copyright © by www.restaurant-markthalle.ch



Copyright © by www.lamarinterenvoyage.com

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



当车辆数量在几十年内急剧减少时，教育设施、托儿所或办公场所也可以建在桥下。

由于桥梁的所有支撑柱都连接了地热，桥下“建筑物”也能以节能的方式保温。在初期就考虑到与供应中心的连接，并计划沿桥每隔几百米就安装设施，因此可以供应电力、饮用水等。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

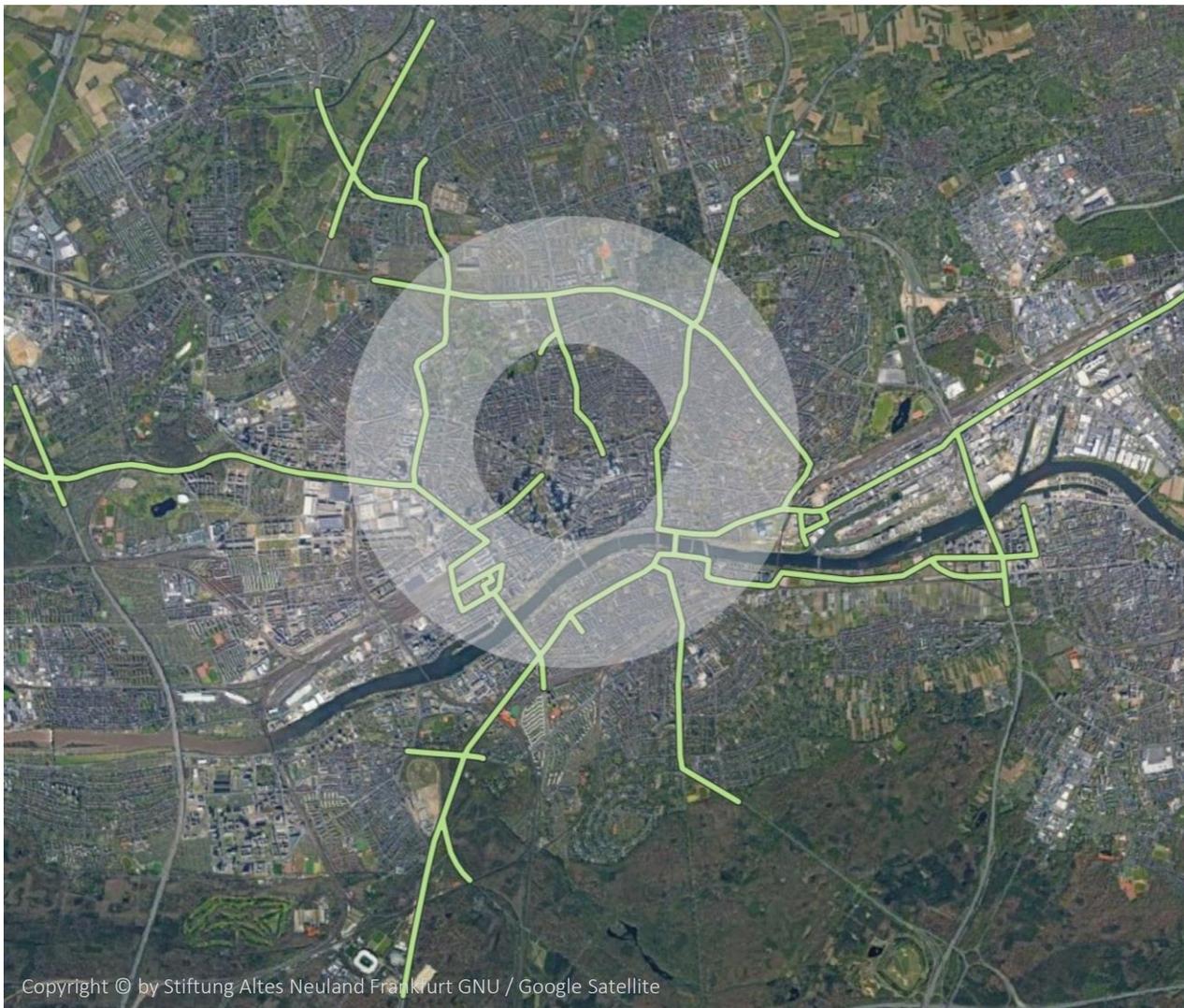
法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



桥下可以为下一代创造8.4万平方米的建筑空间，不需要额外的混凝土或钢材。



可能建造桥拱的地区主要是沿环形公路和外环的入口处，然而，人们不知道50年后的桥梁系统会是什么样子。也许在其他地方的桥下也会有机会进行改建。

在规划中，预计约有20%的线路可以建在半地下：也就是说，将创建长达12公里的建筑单元线路，深度约为7米。

这意味着可以通过这种方式创造大约8.4万平方米的额外建筑空间，由于桥梁的存在，其承重结构已经到位，因此无论新建还是扩建几乎不需要任何混凝土或钢材。

# Altes Neuland Frankfurt

## DER PLAN

GEBÄUDE & BRÜCKEN  
STADTGRÜN & NATUR  
WASSER

ENERGIE  
TRANSPORT  
城市气候—世界气候

城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候—世界气候

KUNST & KULTUR  
VERPACKUNG - INNOVATIV  
ALTES NEULAND WELTWEIT

RECHT  
FINANZEN  
UMSETZUNG

FACHINFORMATIONEN

SUCHE  
DAS TEAM  
KONTAKT & IMPRESSUM



## 桥拱房屋对法兰克福桥梁碳足迹的影响不会立刻显现

由于时间跨度大，只能粗略估计桥拱房屋的二氧化碳减排量。

桥冠作为桥拱房屋的天花板，其厚度为0.5米。总面积为8.4万平方米，作为天花板的钢筋混凝土的体积因此达到了4.2万立方米。

另一方面，桥梁的柱体必须有更高的适应性。有约3000个关系到桥拱施工的柱子尺寸过大，无法兼容未来桥拱房屋的预期用途。因此，只需考虑大约1,000根柱子的材料，增加约2万立方米的钢筋混凝土。

因此，在遥远的将来，超过6万立方米的钢筋混凝土可以被用于双重用途。



Copyright © by Philafrenzy - wikimedia.org

由于每立方米的钢筋混凝土只产生不到0.5吨的二氧化碳，因此可以假设桥拱房的长期选择会再产生3万吨的二氧化碳，这在以后的建筑项目中可以避免。

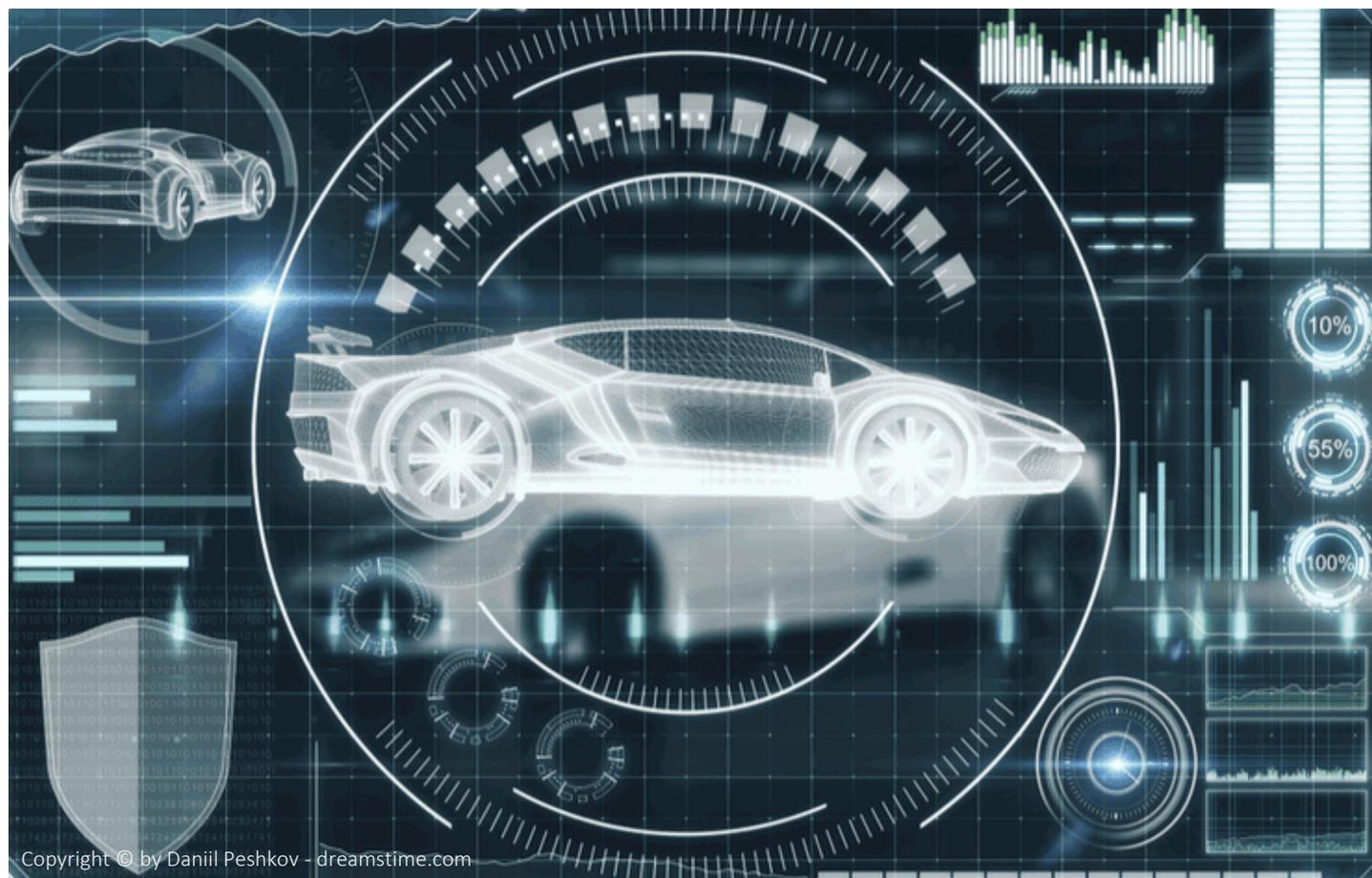
## 杠杆 8

桥梁可以作为城市的第二层，实现现代环保的未来交通理念

桥梁是实现自动驾驶的平台。

**杠杆8 - 优化“第二层”的交通流。**

**这些桥梁相当于“第二层”交通，可行驶专有路线。它让在城市中心的、高效的自动驾驶系统首次成为可能。**



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

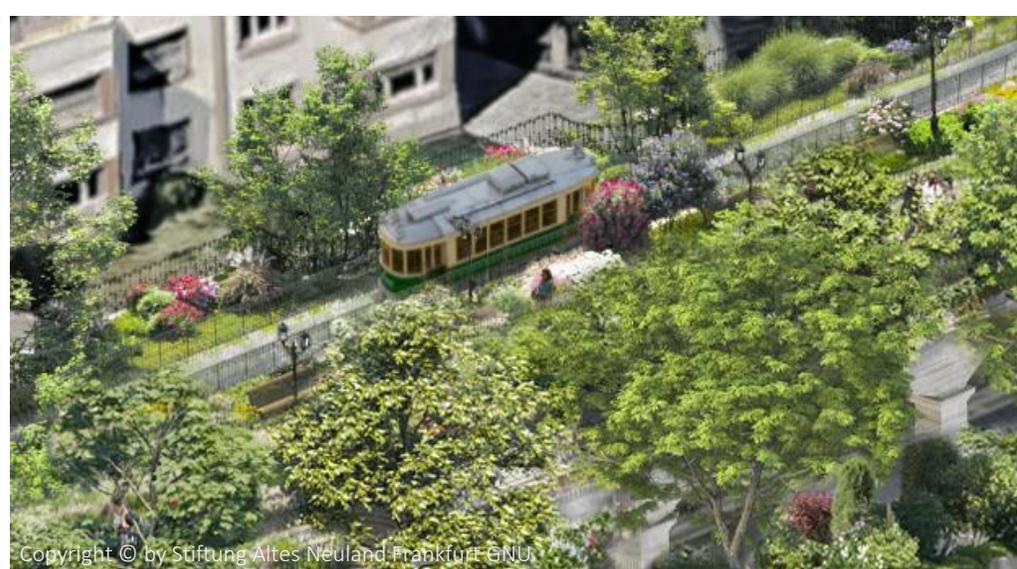
搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 杠杆8 - 优化 "第二层" 的交通流

法兰克福的桥上交通，具有复古的外观和豪华的内部设计，将大大增加人们对非私家车的接受程度，也让放弃私家车变得更有吸引力，这种形式的“司机交通”会抵消拥有私家车的麻烦和费用。研究表明，通过完全覆盖的汽车共享网络，汽车数量将减少90%。因此，一个有控制中心的豪华车辆自动驾驶系统会带来舒适的“汽车共享”。

通过减少在德国生产的新车数量而减碳，只能在可行性研究的框架内预估。作为法兰克福桥梁规划阶段的一部分，必须对此进行更精确的模拟。桥梁系统预计每年将处理约5000万人次的客流。



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt e.V.



Copyright © by Scharfsinn86 - istockphoto.com

极其保守地预计，通过减少在德国生产的新车数量，可节省5万吨二氧化碳。

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 杠杆9

### 法兰克福桥梁上的光伏发电大大增加了清洁动力能源储备

法兰克福桥梁大规模地收集太阳能，并以电力形式或转化为氢气后提供给法兰克福的车主。

#### 杠杆9—加快脱离内燃机的步伐。

如果法兰克福有更多的车主因为密集的、低成本的加油网络而尽早改用清洁驱动能源，这将意味着直接节省与车辆有关的二氧化碳排放。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 杠杆9--加快脱离内燃机的步伐

目前，一辆每年行驶1万公里的内燃机汽车，每年平均排放约1.5吨二氧化碳。全国范围内的目标是，从2030年起不再允许新的内燃机私家车上路。因此，在未来20年内，氢气或电力驱动的汽车普及率可能会上升到80%。

法兰克福桥梁在大约15-20年内建成后，市中心附近将至少有7个加氢站，在所有桥柱的停车场附近也将设置充电站，为氢气和电动汽车提供极为便利的选择。

保守估计，这会让清洁能源驱动车辆的普及率增加约10%。法兰克福有38.6万辆汽车（截至2020年）和40万辆通勤车，大约有7.8万辆汽车可以提前三年改用清洁能源。



Copyright © by onurdongel - istockphoto.com



Copyright © by Zooñar GmbH - alamirde / Scharfsinn86 - istockphoto.com

出于低廉和广泛的加油选择，将会有8万名车主比计划提前两年左右将他们的车辆换为清洁能源驱动，这将节省约24万吨二氧化碳。

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 杠杆10

### 安装在法兰克福桥梁上的光伏组件可以替代化石燃料的电力

城市能源转型可以在法兰克福桥梁上得到实现。  
从光伏到太阳能，从废热到地热能：城市的可再生能源的潜力可以被充分利用和平衡。这将在数年内大大减少或取代煤炭和天然气燃烧的二氧化碳排放。

#### 杠杆10- 光伏技术。

桥梁的裸露表面可用于光伏发电。这一基础设施项目的桥体可用于产生可再生能源。桥梁的表面（美观的或隐形的）可成为一座光伏公园。

此外，由于其电网结构，它们还可以接收桥梁沿线产生的太阳能电力，并将其传输给消费者。



# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 杠杆10 - 光伏组件 的可再生能源

桥体上的光伏组件每年可产生135亿瓦时的电力。其中桥梁本身仅消耗115亿瓦时的电力。这就为城市留下了20亿瓦时的剩余能源以电力的形式提供给城市。从城市角度来说，生产135GWh的电力，目前需要在美诺瓦发电厂中燃烧约37000吨硬煤或2500万立方米的天然气。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明

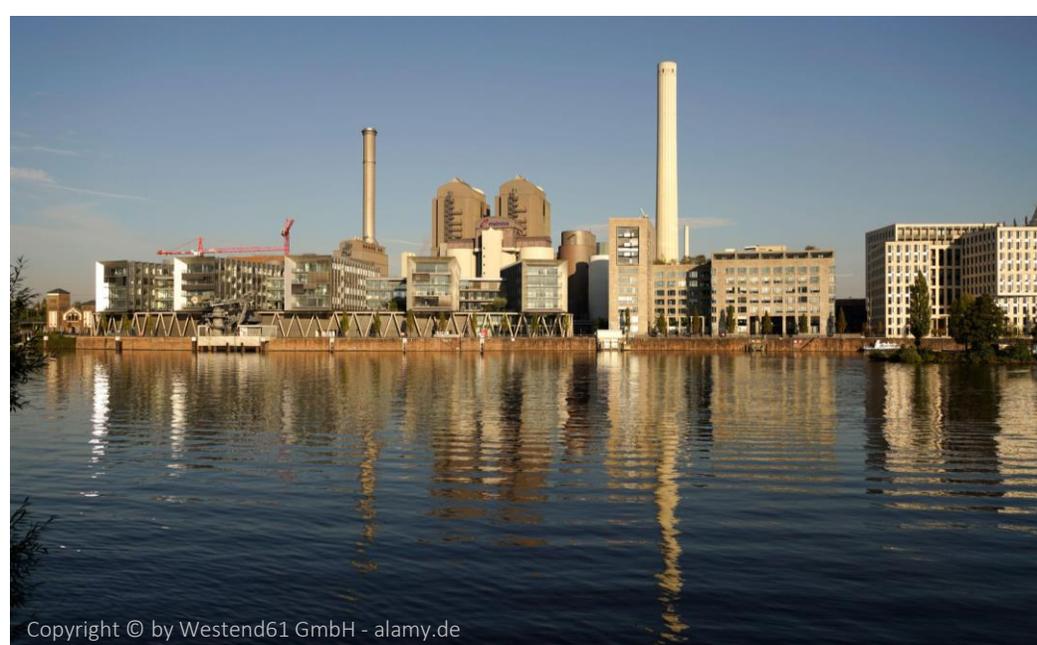


## 桥梁以开创性的方式通过社区光伏发展 社区供应。

桥梁会使用各种完整的光伏系统，包括仍在研究和开发的（仍然）昂贵的系统，它像“创新窗口”一样展示给其他潜在用户，并进一步测试其长期效果。这些桥梁可以成为发展光伏应用的平台。

另一个创新点是，通过综合全面的人工智能系统优化控制桥梁范围内的所有能源设备：因此，社区可以自给自足，并遵循小规模智能家居的功能原则。这也为其他社区提供了范式。

如果每年美诺瓦通过化石燃料生产的 135 亿瓦时的电力，被桥体产生的可再生能源替代，这相当于每年减少 6 万吨二氧化碳。仅 5 年，总共可减少 30 万吨二氧化碳。



Copyright © by Westend61 GmbH - alamy.de

法兰克福希望到2050年几乎实现二氧化碳零排放，并尽可能地减少燃烧化石燃料的发电量。法兰克福桥梁桥每年生产的可再生能源，可在至少未来5年内做出贡献。

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



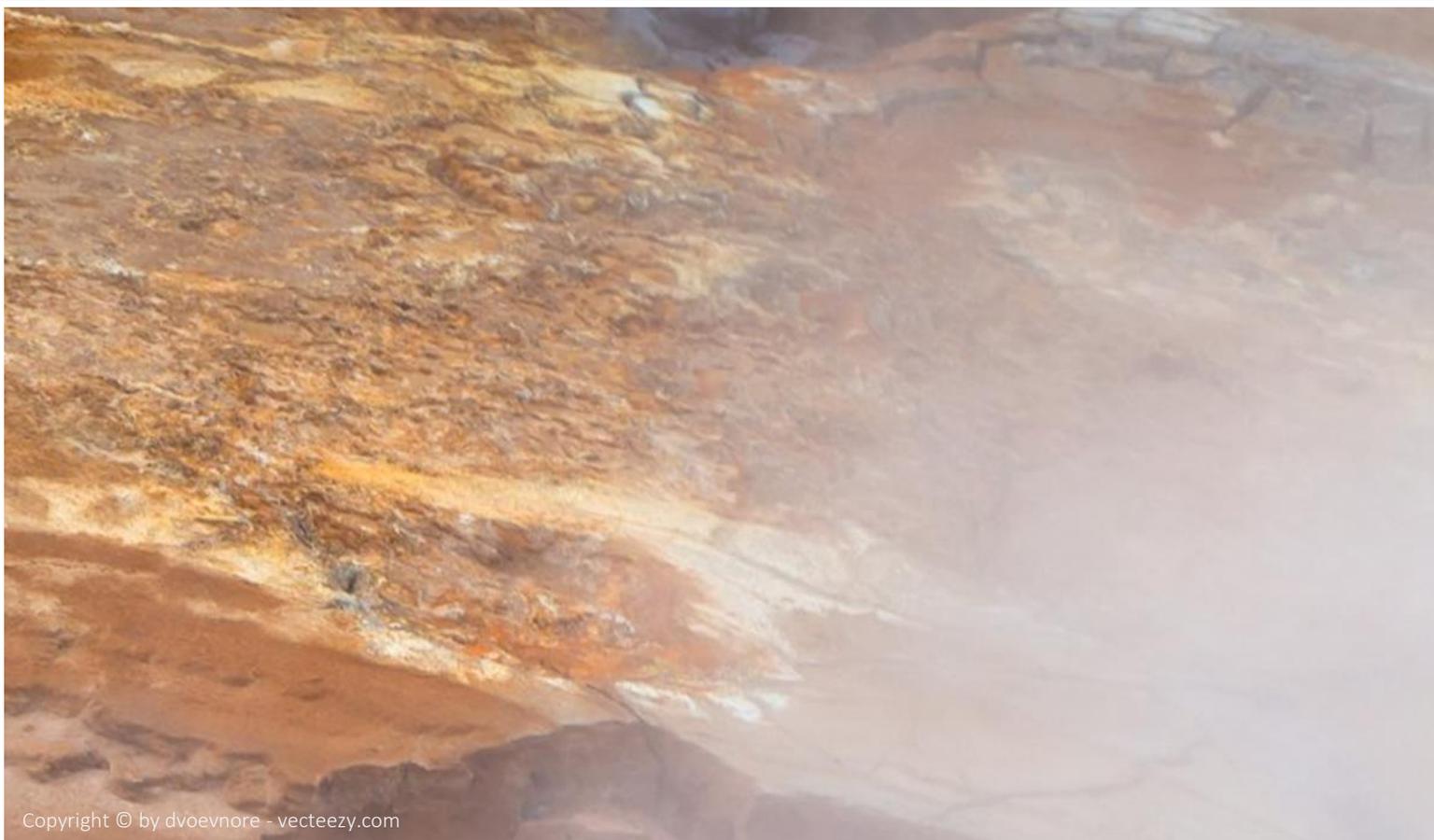
## 杠杆 11

在法兰克福桥梁桥墩的帮助下，地热供暖可以用来替代化石燃料的能源。

这将在许多年内减少二氧化碳的排放，这些排放来自于燃烧天然气为家庭供暖。

### 杠杆 11 - 地热能

法兰克福桥梁的1.5万根柱子中，有很大一部分是通过激活地热来产生能量，为桥梁上的建筑供热和制冷。



## 杠杆11- 借助地热能进行供暖和制冷

在桥梁建设过程中，直接计划使用浅层表地热能：在施工过程中，将地热探测器插入桥梁的15000根桥墩中。原则上地热探测器集成到建筑物中成本极高，这就是为什么用化石燃料供暖比煤炭或天然气发电更重要的原因。

除了使用浅层地热能之外，桥梁左右两边的数据中心的废热也会连接桥墩的地热管系统。

桥梁上的所有建筑都配备了加热板和冷却罩，以满足使用这种低温能源的前提条件。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 可使用浅层表地热能供暖和制冷

冬季浅地表温度比外界温度高14度。盐水流经浅地表中埋藏的管道向上输送，将热量从地面传递到热交换器，在热泵的帮助下，建筑物的供暖水温可提高到50度。

为了防止每年冬季提取热量使地表浅层降温，必须在夏季对地埋管线周围的土壤进行热“再生”。热再生可以通过上述过程的逆向运行实现。夏季，盐水流经暴露在阳光下的光伏光热混合太阳能收集器，被加热后返回地面。这使土壤能够从冬季热量提取中恢复过来，并为下一个冬季做好准备。



这意味着城市中每年有15亿瓦时的热能可以替代天然气。这些天然气每年需排放约3千吨二氧化碳。10年后，减少的二氧化碳总量为3万吨。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



减碳的杠杆并不是一次性全部生效，而是在不同节点或不同时段生效。

此外，在考虑像桥梁这样的基础设施项目未来能多大程度上减碳时，还有时间的问题。几年后等法兰克福桥梁按规划建成时，德国的基础设施项目总体都会产生较少的碳排放：一方面是通过材料的研发进展，另一方面是通过不断推进可再生能源及其优化利用。

在法兰克福桥梁的帮助下，法兰克福有机会在2050年前实现其雄心勃勃的二氧化碳减排计划。

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

能源

交通

城市气候 - 全球气候

城市气候优化

法兰克福: 城市气候现状

桥梁系统的作用

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

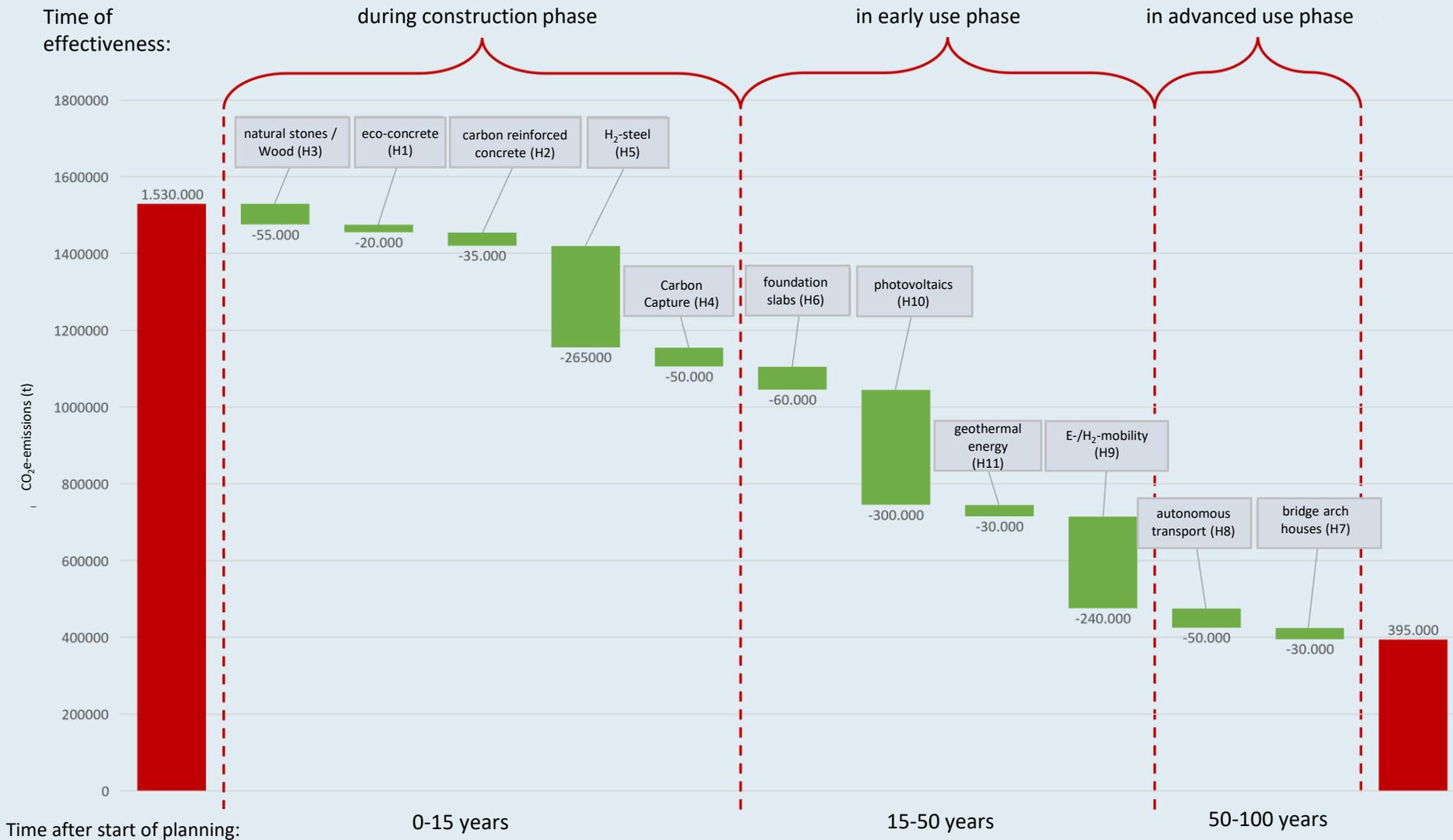
实施

专业信息

搜索

团队

联系 & 版权说明



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

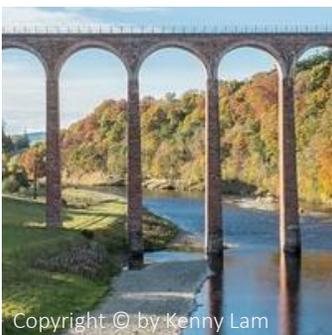
专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



如果用上所有措施，那么在建造法兰克福桥梁的过程中，150万吨二氧化碳当量的温室气体排放中，大约四分之三可以被节省或抵消。

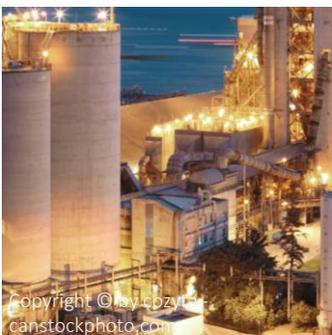
这是从当下状况出发的粗略的初步评估，基于所有可能的减碳方案的粗略和部分抽象的量化。11个杠杆的概览：



Copyright © by Kerry Lam

## 通过使用地区天然石材和木材减少二氧化碳，在施工过程中可直接实现

在一些法兰克福桥段上，可以部分甚至完全不使用钢和混凝土。在结构要求允许的情况下，可以使用本地材料，如天然石材和木材，从而大大降低碳排量。如果在所有适合的桥段都采用非钢性混凝土材料的混合，那么碳排量可以再减少5.5万吨。



Copyright © by cozy  
canstockphoto.com

## 通过使用生态混凝土减少二氧化碳，在施工过程中可直接实现

水泥行业的新配方能够在未来减少全球混凝土的二氧化碳排放，只要它们能在实际条件下检验。这正是法兰克福桥梁作为创新展示平台发挥作用的地方。因此，这些桥梁对世界范围内减少水泥相关排放的贡献比它们本身可能做出的贡献更大。因此，这里预计仅节省2万吨。



Copyright © by Stefan  
Groeschel - TU Dresden

## 通过使用碳代替钢筋来减少二氧化碳 - 可以在施工中直接实现

如果混凝土中的钢筋被碳所取代，就可以避免因钢筋产生的大部分碳排放。只要碳纤维加固材料不再主要用石油生产，而更多用可持续材料，它将能够为全世界减碳做出重大贡献。在法兰克福桥梁上，目前为止只预估了部分替代，这就是为什么只计算了3.5吨的减排。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

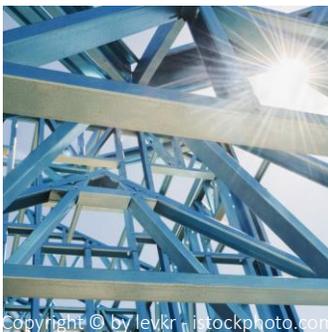
能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 通过基于氢气的钢铁生产减少二氧化碳，在施工过程中可直接实现

理想情况下，法兰克福桥梁所用的钢材自于创新的氢气工艺，几乎不产生任何碳排放的制造工艺。这种方式生产的钢材在未来几年将会越来越多。考虑到绿色钢材的预期供应瓶颈，预计它们将为法兰克福桥梁的碳减排量26.5万吨。

## 通过水泥生产中的碳捕获减少二氧化碳，在施工过程中可直接实现

通过利用电解获得的氧气来捕捉水泥生产过程中的二氧化碳，可以减少一部分温室气体对气候的影响。这使混凝土具有更好的碳足迹。由于该工艺目前仍处于试验阶段，保守估计，法兰克福桥梁可节约5万吨二氧化碳。

## 通过桥体的多功能使用减少二氧化碳，中期内有效

桥体满足了桥上建筑物地基功能。如果房屋建在绿地上，就必须在那里使用混凝土。因此，桥体中约6万吨的二氧化碳可归因于建筑物，而不是法兰克福桥梁。

## 通过光伏减少二氧化碳，中期内有效

城市能源转型也体现在法兰克福桥梁。仅借助于太阳能光伏组件和太阳能热能，每年就可以替代多达135亿瓦时化石能源的电力。法兰克福的气候目标是在2050年前实现气候中立，不燃烧硬煤和天然气，在此背景下，法兰克福桥梁可以在能源供应领域至少再发挥五年的辅助作用。因此，总共节省30万吨的二氧化碳是符合实际的。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 通过地热能源减少二氧化碳，中期内有效

地热探测器事先被整合到法兰克福桥梁的大部分桥墩上，因此它们具有地热活性，为大桥上的建筑物提供清洁能源供暖和制冷。通过这种方式，每年可替代多达15亿瓦时的天然气热能。由于法兰克福的建筑群转换为地热系统仍需要很长的时间，桥梁能为其他供暖系统提供至少10年的辅助服务，这就是为什么节省约3万吨二氧化碳基本是可行的。

## 通过清洁动力能源减少二氧化碳，中期内有效

在交通转型时期，法兰克福桥梁上的七个加氢站和无数个充电站将成为清洁驱动技术方面的辅助支持。这将加速从内燃机向氢气和电动汽车的转变。按两年计算，法兰克福桥梁可以节省约24万吨二氧化碳。

## 通过自动驾驶技术减少二氧化碳，中期内有效

法兰克福桥梁上的自动驾驶将会大幅减少私人车辆，因此从长远来看将会生产更少的汽车。由于影响程度的不确定性，非常保守地估计减碳量为5万吨。

## 通过潜在的桥拱房屋减少二氧化碳，长期内有效

在桥拱下可以建立建筑区（在遥远的未来）。这些建筑不需要由钢和混凝土制成的结构部件，因为天花板和桥墩已经存在。因此，可以为桥梁节约3万吨二氧化碳足迹。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



**独立于桥梁之外：由于法兰克福桥梁动工前的技术进步，可以预计二氧化碳的进一步减排，但在这里的计算中没有考虑到这一点。**

如果把所有11个杠杆的减排量加起来，也很清楚：39.5万吨二氧化碳仍然存在，尽管是在2022年的水平上，采用2022年的技术。建筑业减少二氧化碳的研究和发展十分迅速。

到2027年法兰克福桥梁开始建设时，更多技术可能已经成熟，这将有助于大桥实现气候中立，甚至是气候积极。

这一点在减碳杠杆中并没有被考虑到。杠杆只提到与桥梁概念有关的潜力。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状

桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施

**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

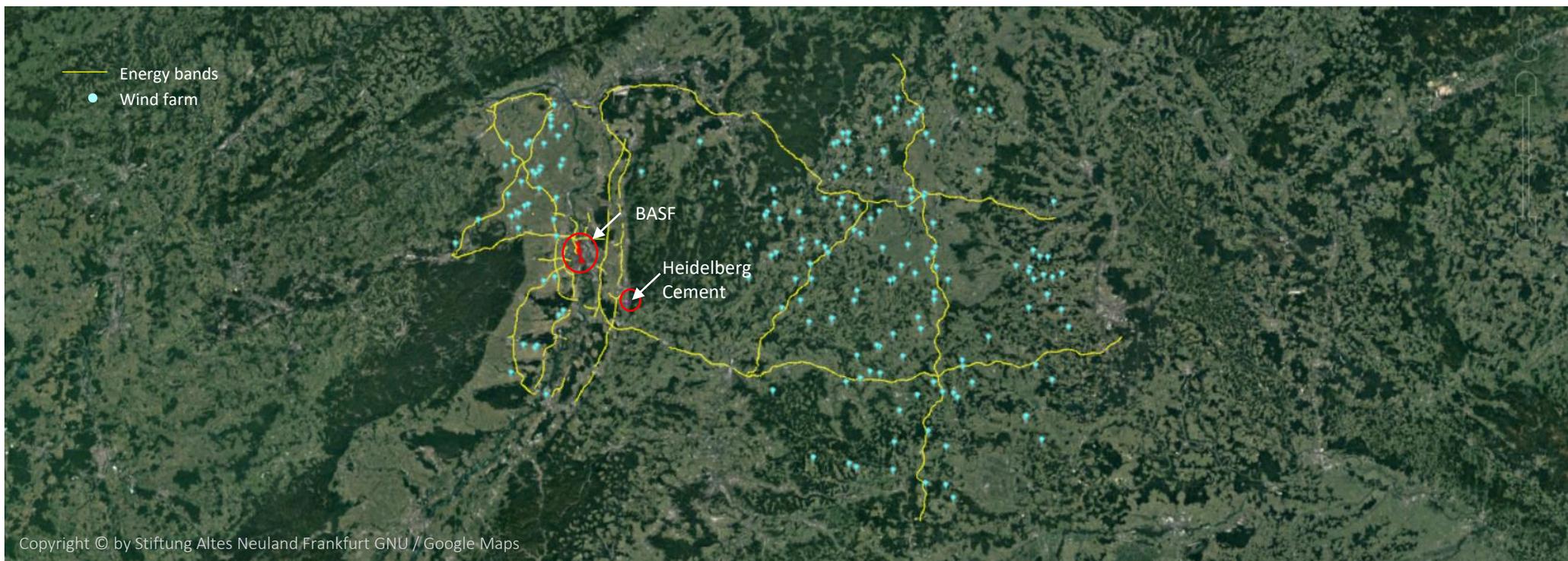
搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 另一个独立于桥梁之外的可能性：通过更大规模地使用可再生能源来减少混凝土生产中的二氧化碳排放

基础设施项目通常从本地区采购混凝土，以尽可能地降低材料的运输成本。如果水泥是在本地区的混凝土厂生产的，并借助本地区产生的可再生能源的盈余，就可以生产“绿色水泥”：为此，只需将电缆从太阳能和风能园区铺设到工厂。由于这需要对电缆基础设施进行相当大的投资，只有当推进法兰克福桥梁甚至长途铁路隧道这样规模的项目时，这样的区域性措施才是值得的。

即使如此，电力线路也是昂贵的。此外，风能和太阳能园区的电力通常在园区建成之前就已售出多年。因此，法兰克福大桥的水泥应该在“能源带”的帮助下生产：这些能源带将沿高速公路产生的光伏电力输送到工业公司——例如，输送到海德堡水泥公司的工厂。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 在高速公路和联邦公路上安装能源带可以帮助法兰克福更快地减少来自化石燃料发电厂的能源供应

可以沿着联邦公路和高速公路铺设光伏带，其电力可以直接输送给相应的消费者。例如莱茵美茵地区的工业厂房、电动汽车充电站或加氢站等。能源带的剩余电力被储存在道路两侧的地下氢气罐中。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



一旦法兰克福桥梁的概念得到实施，在这个过程中实现的想法和额外创造的桥梁基础设施都将使法兰克福进一步减碳。

我们不应孤立地考虑桥梁概念或桥梁的可持续性，还应该考虑它对城市其他部分的影响。

例如，如果在法兰克福桥梁上安装光伏设备，它们靠近市中心，因此必须是美观的或者是隐形的，因为这将鼓励更多人在成熟的城区安装光伏设备，就像给其他居民做展示。或者说，如果人们首先在法兰克福桥梁上毫不犹豫地使用自动驾驶汽车，那么到一定时候，他们也会更容易进入自动驾驶的汽车道路。通过这种方式，桥梁的创新有助于实现桥梁周边各种设施的创新。

从非常具体的角度来说，桥梁的能源发电可以辅助供应城市现有的消费者：晴天的剩余电力可以提供给桥墩的电动汽车充电桩；地热能，像它的传导系统一样，也可以让左右两边的建筑使用。桥梁对法兰克福减碳的直接贡献，有可能进一步扩大。

## 法兰克福的未来愿景：城市将实现碳中和

**近地地热系统**不仅为桥梁和居民楼（有活力的建筑）供暖和制冷，而且还作为法兰克福数据中心废热和其他热源的废热传导系统。

**光伏技术**被隐形整合到新建筑和城市表面的各个角落，并通过智能控制系统减少整个城市的电力需求。它还通过智能利用高峰负荷与车辆的双向用电来减少存储的损失。

法兰克福桥梁的桥墩，以及在桥墩附近的停车场提供的数以千计的**充电桩**，这会带来电动汽车的高普及率。在桥梁各个方向设置的8个**加氢站**也会增加氢动能汽车的数量。内燃机车辆将几乎不复存在。

城市中将引入**自动驾驶技术**。当外部的车辆进入城市区域时，会与中央控制系统连接，方向盘后面的司机便可放松休息。

通过法兰克福桥梁的灌溉系统，城市中的**绿化区域**每年可减少空气中的二氧化碳达200吨。在250平方公里的城市面积中，有可能解封和绿化25%的交通路线（50平方公里）。通过绿化外墙和屋顶，又增加了10平方公里的面积。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福: 城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

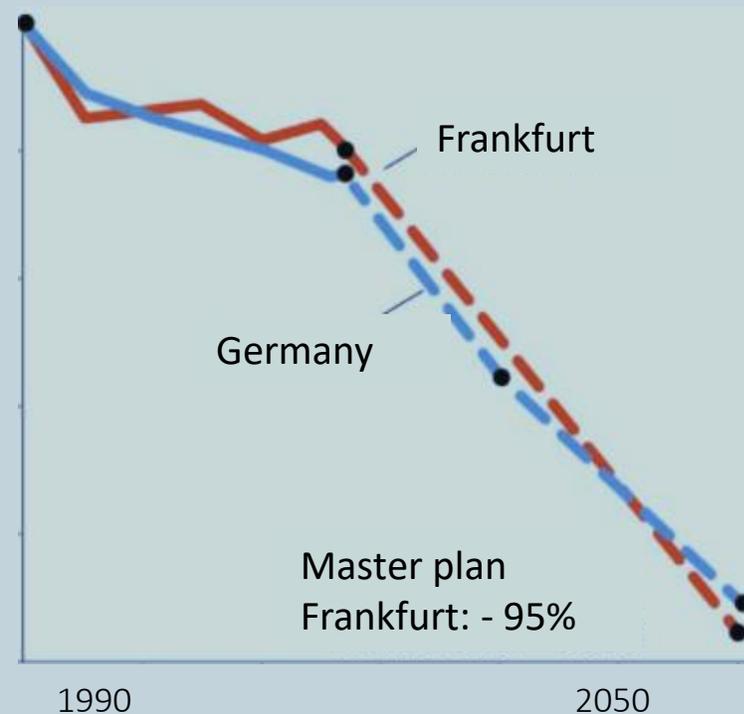
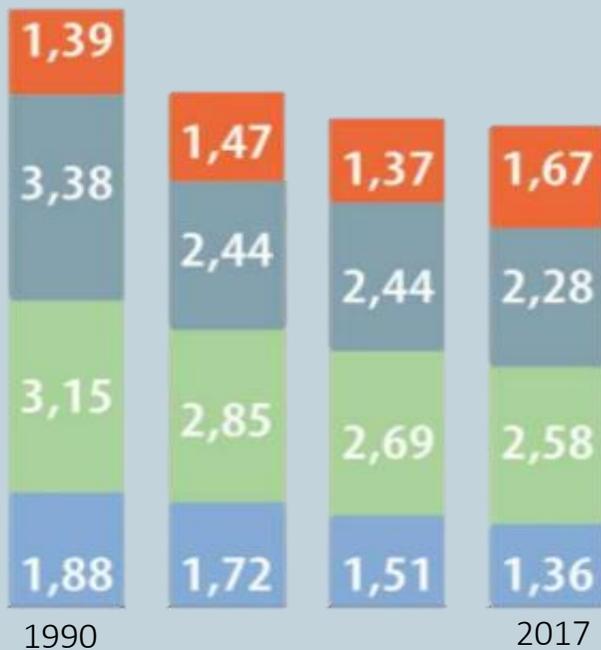
专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



### 如果法兰克福桥梁的节能理念陆续推广到全市，那么法兰克福就能在2050年实现其二氧化碳总体规划目标

CO<sub>2</sub>-emissions in Frankfurt in million tons



Copyright © by Stadt Frankfurt am Main, Energiereferat / F.A.Z.

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

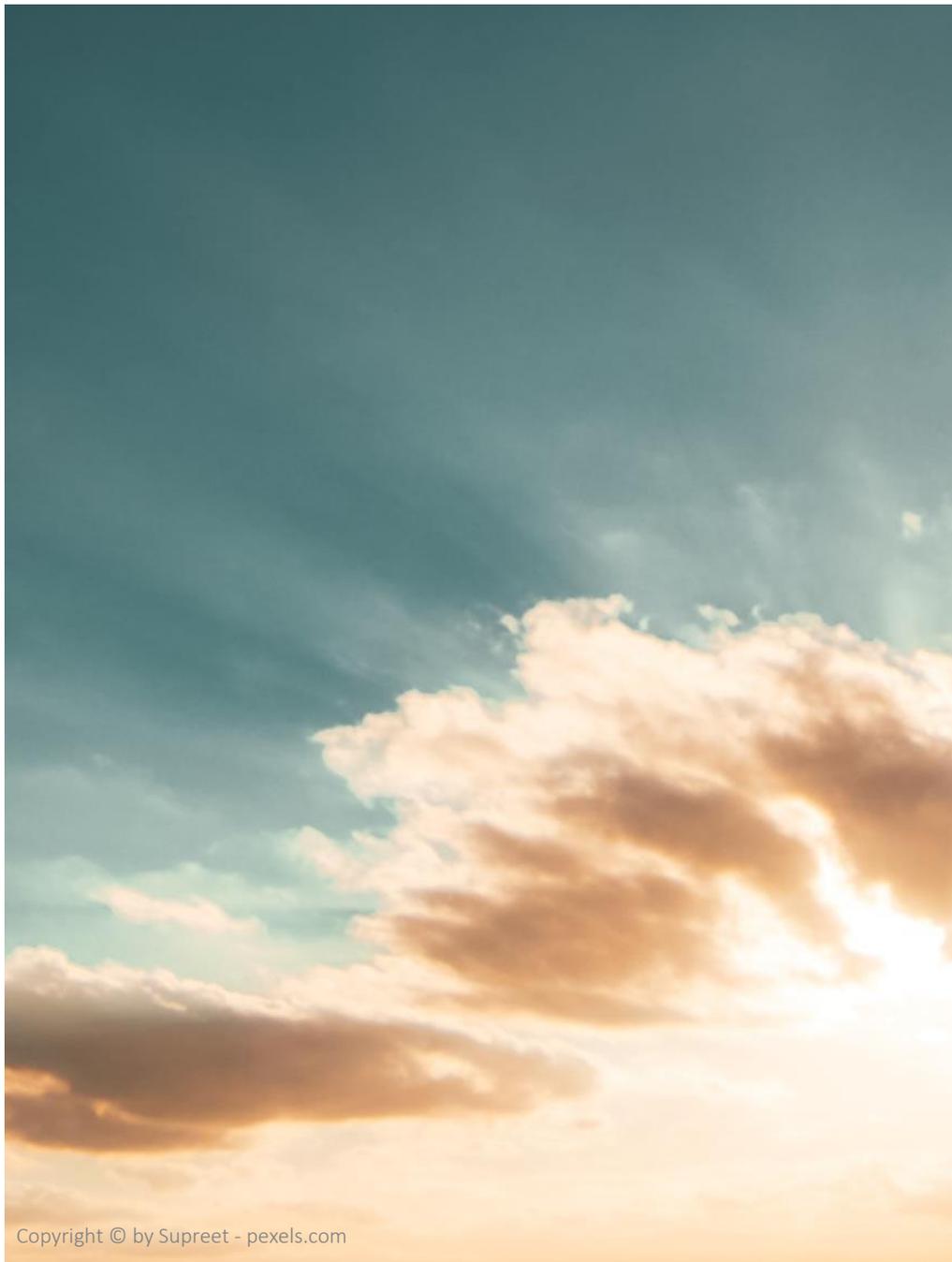
能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
**桥梁的碳足迹**  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



Copyright © by Supreet - pexels.com

## 结论：法兰克福桥梁有助于法兰克福在2050年前实现二氧化碳零排放的目标。

与其他大型基础设施项目一样，建造法兰克福桥梁将释放大量的二氧化碳，这些二氧化碳主要是在制造所需的混凝土和钢材时产生的。

为了尽可能降低对全球气候的有害影响，因此会考虑所有可用的选项（杠杆），通过这些选项，所排放的约150万吨二氧化碳温室气体可以减少约四分之三，即39.5万吨二氧化碳。

因此，法兰克福桥梁的所有减碳方案总计可减少约110万吨二氧化碳。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 合作团队

重要的合作伙伴：

建筑	地理信息	城市气候 - 全球气候	水	法律	教授
图片 & 摄影	城市绿化 & 自然	结构	包装	财政	专业人士
桥梁	交流	交通	网页 & 设计	实施	发起人 & 资助人
能源	艺术 & 文化	技术 & 信息技术			



# 城市气候 - 全球气候

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
**城市气候 - 全球气候**

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 城市气候 - 全球气候：全球未开发的古老领域

未来的城市可以减少二氧化碳的排放。聪明的城市规划能够将可再生能源用于交通和公共服务，使用替代性建筑材料以及“绿色钢材”和“生态混凝土”，可以大大改善全球建筑项目的碳足迹。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然  
水

能源

交通

城市气候 - 全球气候

城市气候优化

法兰克福：城市气候现状

桥梁系统的作用

桥梁沿线措施

桥梁的碳足迹

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

实施

专业信息

搜索

团队

联系 & 版权说明



城市中的生活和建筑必须被重新定义，因为这对地球上的生命有决定性的影响。

全球有一半以上的人已经生活在城市，而不再是农村地区。到2050年，城市居民的比例预计将上升到近70%。

我们如何在城市中生活和建筑，将极大地影响气候变化，也会影响全球的社会变革。法兰克福桥梁概念开创了未来城市规划必须考虑的重点，使城市既人性化又可持续。超现代的、巨大的、破坏一切古老和生长的城市结构**并不是**未来人性化城市的特征。

相反，法兰克福桥梁展示了如何将未来最重要的趋势综合引入现有的城市群中。仅出于生态方面的原因，我们也不能完全拆除旧建筑、建造新项目。我们必须处理现有的东西，而且往往也是可爱的和值得保留的东西。

法兰克福桥梁为所有城市规划和生活圈展示了社区解决方案：从老城区中营造新的社区，并影响周围现有的社区，逐渐改变它们。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



法兰克福桥梁在元层面上实现了一种街区营造方法，可以成为未来全球城市规划的助力和榜样。

如果.....

**所有城市都有自动驾驶**

**城市中所有合适的表面都能利用隐形的光伏组件来发电**

**所有建筑都配备了地源热泵以利用浅层地热**

**所有新建筑都规划了热活化区域**

**所有公共服务系统都可以智能控制以节省能源**

**城市的所有空地都要进行灌溉和绿化**

**所有的商店和餐馆都参与简化包装**

**所有破损的东西都可以廉价且及时地修复**

**可以节省多少二氧化碳？**

初步估计：在未来的现代城市，至少有一半的城市二氧化碳排放是可以避免的：  
在现有的旧环境，但伴随着更好的生活质量。

**生态混凝土**作为一种成熟的建筑材料，在施工过程中可减少30%以上的二氧化碳排放

**碳捕获**在施工过程中可减少30%以上的二氧化碳排放

城市中的自动驾驶交通

将车辆的能源消耗至少减少50%。  
通过减少车辆损坏和磨损，从而减少70%以上的产量。  
实现交通区域的绿化

**轻度控制的综合光伏发电**：隐形广泛分布，减少70%通过化石燃烧的发电量，通过智能利用峰值负荷减少30%的存储损失。

城市中的**近地性地热能源**减少了50%通过化石燃烧的供暖和制冷。

配有地热激活表面的建筑可以减少40%的供暖能源需求

通过灌溉系统，每公顷城市中的绿化区域可减少2吨空气中的二氧化碳。

**摒弃随意丢弃的文化**，不仅可以减少80%包装垃圾中的微塑料，还可以通过避免使用难以降解的塑料降低50%的二氧化碳排放。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 – 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 – 全球气候

艺术 & 文化  
包装 – 创新  
全球ALTES NEULAND

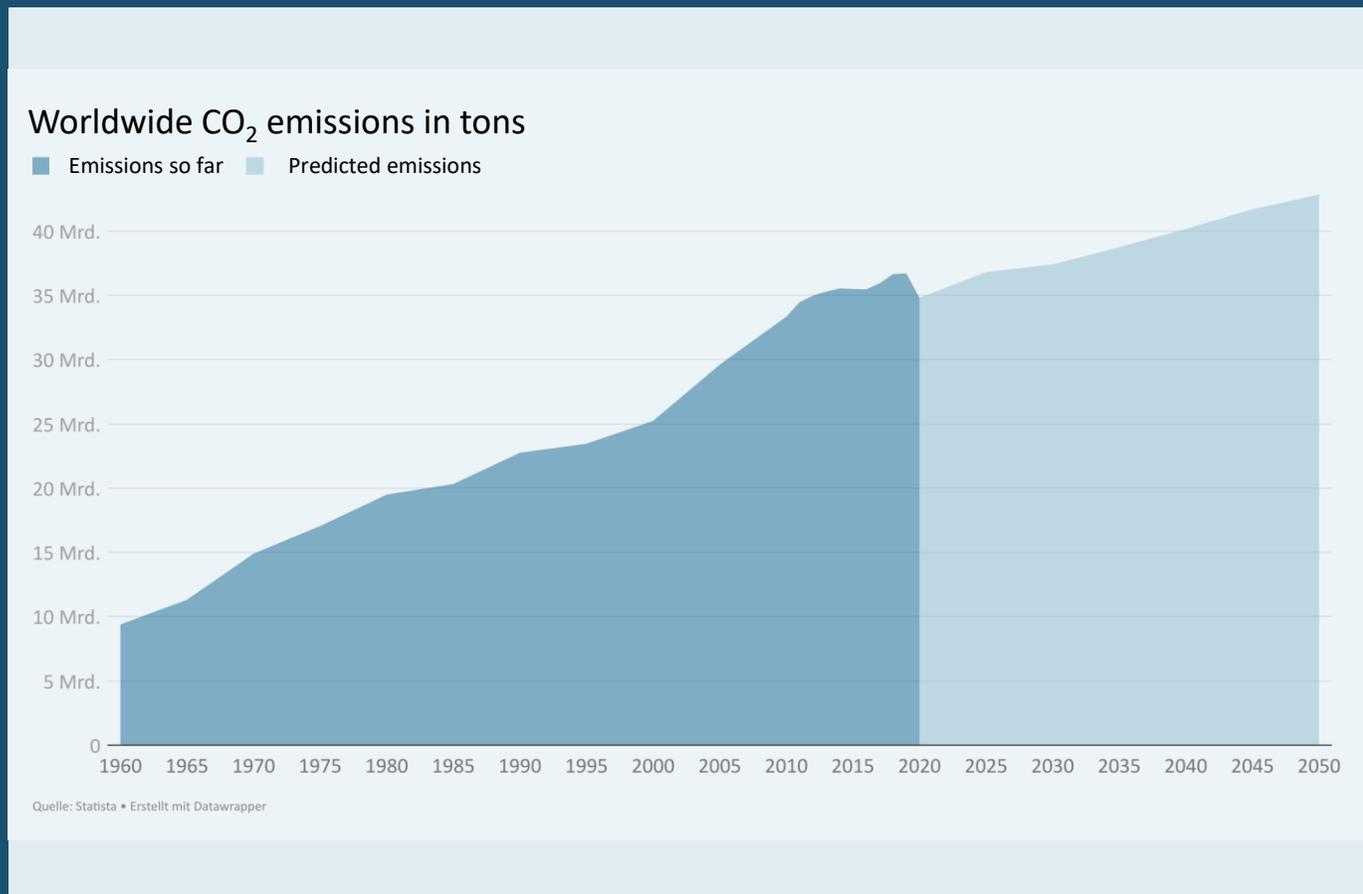
法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



# 全球每年有超过350亿吨的二氧化碳排放，仅阻止继续增长已经是一个挑战

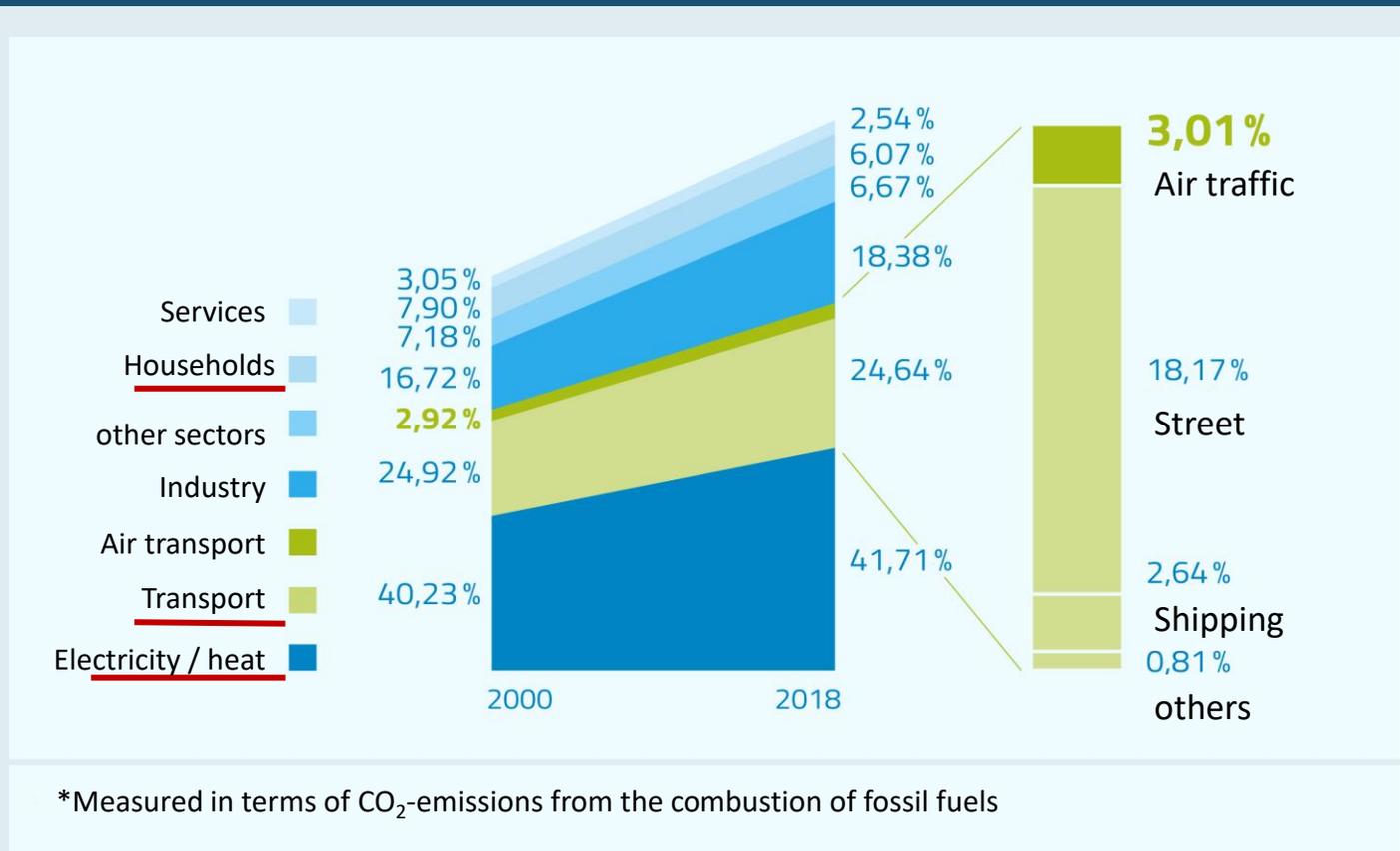


法兰克福桥梁可以为这项艰巨的任务做出巨大的贡献，因为它是大城市减碳创新的展示。

来自欧洲各地的研究和开发可以在这里进行现场测试和深化。

## 法兰克福桥梁概念触及了半数二氧化碳排放因素

交通、供暖、电力和建筑--这些都可以在城市中得到显著优化。当然，其他方面也必须得到解决。



# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
**城市气候 - 全球气候**

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



必须尽一切方式捕获二氧化碳，因为一旦进入大气层，大规模捕获就再无可能。



碳捕获是减少大气中二氧化碳的希望之光。然而，只有在完全使用可再生能源（地热能）的情况下，才是一个好办法，就像冰岛一样。



然而，迄今为止，那里世界上最大的工厂每年只能从空气中抽出4000吨二氧化碳并将其压入地下，而且每吨二氧化碳需要25吨水才能完成，十分昂贵，且与总量相比微不足道。

# 旧颜新城

## 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

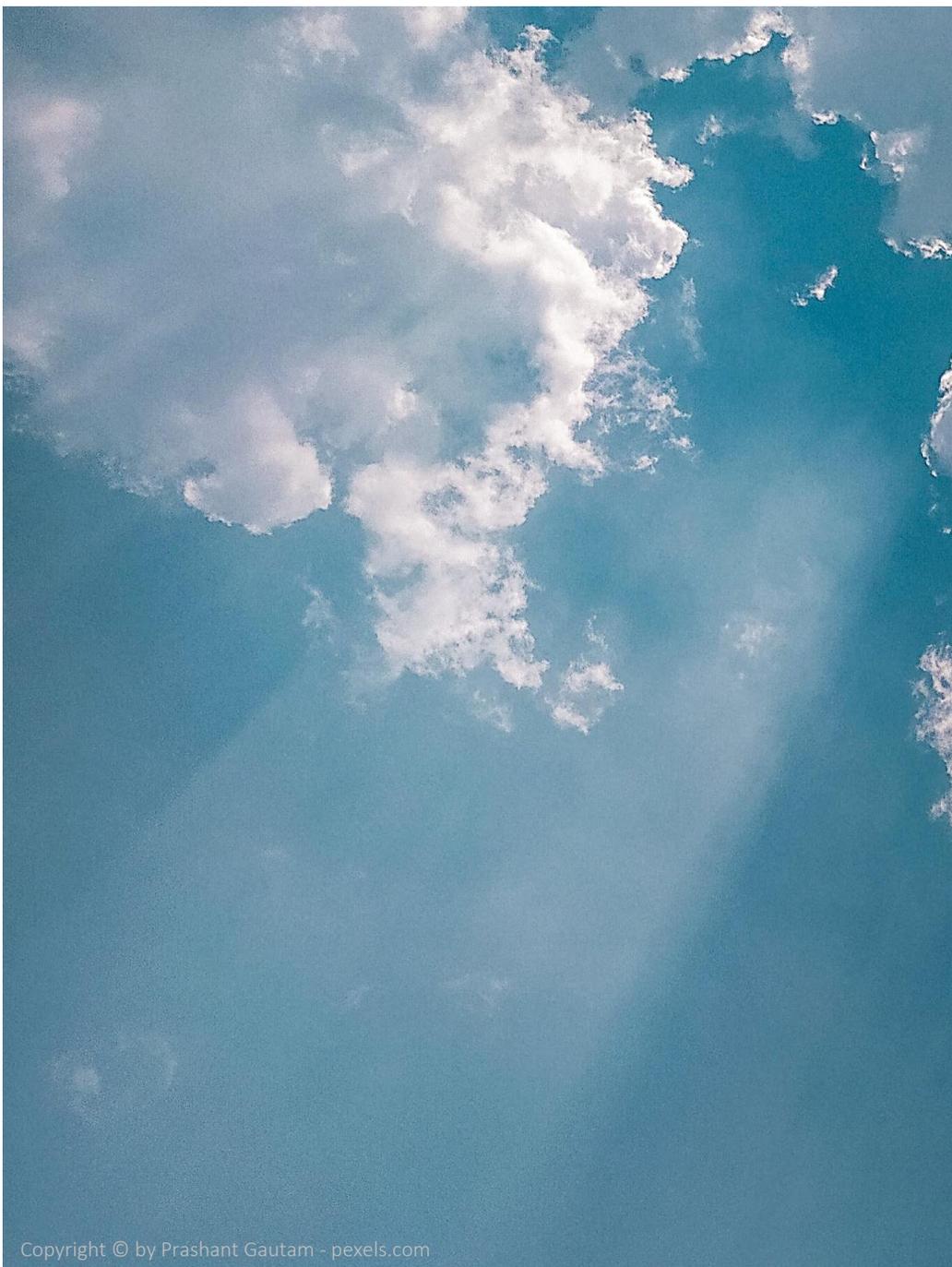
能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
**城市气候 - 全球气候**

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



结论：法兰克福桥梁系统是城市减碳的创新标志，从而为实现全球气候目标做出了重要贡献。

这些措施不足以应对极地冰川融化、干旱和洪水。但如果城市不做出改变，就不可能减少数十亿的排放。

尽管有绿化，但城市永远不会碳汇。但它们可以帮助阻止排放量的增长。

为了减碳的国际目标，所有国家必须共同参与的、共同努力，并且更加注重创新，才能2050年前实现二氧化碳目标。

而创新必须在一个平台被证明可行时，才能推广开来。法兰克福桥梁便是一例。

# 旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁  
城市绿化 & 自然  
水

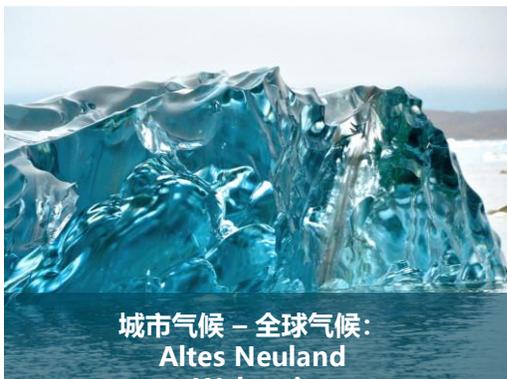
能源  
交通  
城市气候 - 全球气候  
城市气候优化  
法兰克福：城市气候现状  
桥梁系统的作用  
桥梁沿线措施  
桥梁的碳足迹  
城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化  
包装 - 创新  
全球ALTES NEULAND

法律  
财政  
实施

专业信息

搜索  
团队  
联系 & 版权说明



## 合作团队

重要的合作伙伴：

建筑

地理信息

城市气候 - 全球气候

水

法律

教授

图片 & 摄影

城市绿化 & 自然

结构

包装

财政

专业人士

桥梁

交流

交通

网页 & 设计

实施

发起人 & 资助人

能源

艺术 & 文化

技术 & 信息技术

