

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

桥梁系统可以在未来帮助法兰克福实现成为“水敏性城市”的目标。

桥梁下方的蓄水池以及桥梁两侧的环形管道系统，可以收集并输送多达200万立方米的建筑基坑水和160万立方米的雨水至城市周边的湖泊、植被下方的透水层以及周边地区。

这些水被储存在地下水层上方的非饱和土壤层中，并可以根据需要用于城市灌溉或者冷却。

法兰克福的另一大水源是经过处理的废水。一旦对目前的废水处理厂的投资到位，这些水就可以通过法兰克福桥梁系统的主管道进行输送，并用于城市绿地的灌溉。

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



目标：抵御干旱和洪涝

节约饮用水资源，而不是用于绿化灌溉



通过桥梁环形管道系统进行水分配

城市的水资源运输与分配可以通过桥梁系统实现



雨水收集代替雨水排放

将桥梁系统沿线的建筑屋顶与桥梁水系统相连，实现更大范围的雨水收集



建筑基坑地下水的利用

桥梁系统每年可以收集并运输200万m³地下水，而不是将其排入美茵河



通过渗蓄进行水存储

渗蓄区将被用作天然水库，通过渗蓄作用实现地下水的富集



未来城市没有水资源的浪费

只有具备渗蓄能力的城市才能抵御枯水期与强降雨天气的威胁

武装城市以抗旱涝

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



通过大面积的城市绿化, 实现抵御洪水、保持健康城市气候的目标

桥梁系统将增加绿化面积, 使法兰克福成为一个更加“绿色”的城市: 在法兰克福中心城区新增100万平方米植被覆盖区域, 改善10万平方米绿地生态, 新增4万平方米透水绿化以及1000株绿植。新增的城市绿化所需的灌溉用水将由法兰克福桥梁系统自身提供。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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：桥梁项目的用水需求及水源概览

因桥梁项目而新增的城市绿化将需要约60万立方米到 80万立方米的灌溉用水。

这些灌溉用水将不会取自现有的法兰克福饮用水系统——而是利用桥梁系统自身来收集雨水和建筑工地地下水，并将其输送至储水点，再由此取水用于灌溉，并分配至整个城市。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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 iStock

桥梁系统将使法兰克福成为一个更加绿色的城市

仅桥梁系统上的花圃和草地就将为城市新增100万平方米的绿化面积。除此之外，内城软化改造方案将使4万平方米沥青硬质铺装，转变为由种植本地植物或草地的软化透水区域。

约1000棵树木将被种植在中心城区。所有这些新增的绿化对灌溉带来不小的挑战。

根据干旱程度的不同，预计这些新增的绿化面积每年约需60万到80万立方米的灌溉用水。为满足灌溉需求，城市的地下水和降水应当被收集贮存起来以供使用。

因此，需要建立一个独立于污水系统之外的灌溉用水系统。目前排入美茵河的建筑基坑地下水以及降水应当汇入灌溉用水系统并储存起来，以满足枯水期的灌溉需求。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁
城市绿化 & 自然水
武装城市以抗旱涝
桥梁环形管道系统
雨水收集
利用基坑水
近郊储水
水敏性法兰克福

能源
交通
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

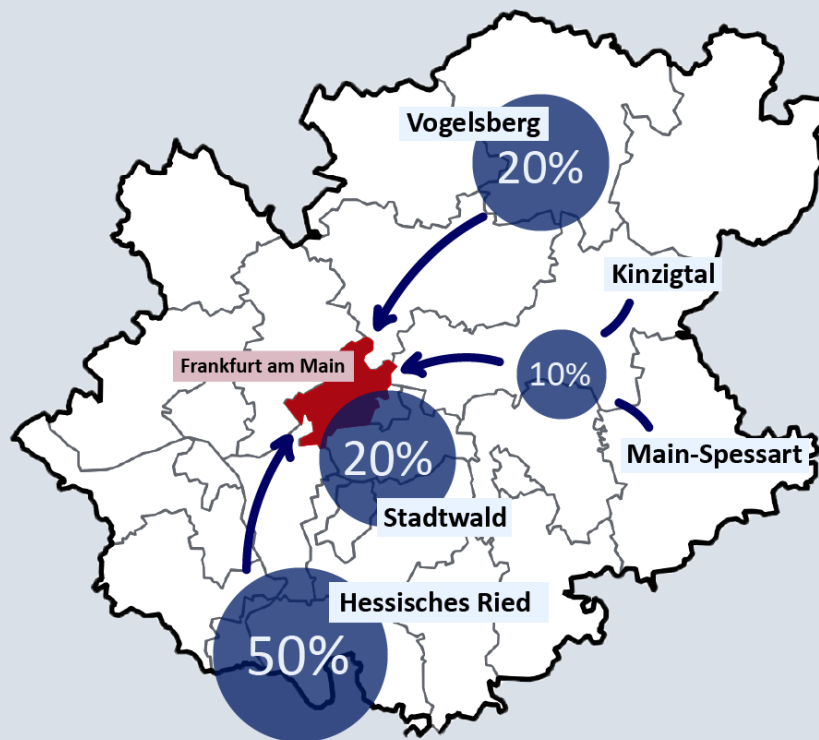
专业信息

搜索
团队
联系 & 版权说明



目前，法兰克福超过5000万立方米的饮用水需从周边地区引入， 而因桥梁项目增加的60万到80万立方米灌溉用水将自给自足

每年，法兰克福有大约6500万立方米的饮用水需求：其中约20%来自法兰克福城市，剩余的部分则从周边地区引入——例如福格尔斯山(Vogelsberg), 金齐希河谷(Kinzigtal), 美茵-斯佩萨特(Main-Spessart)和黑森州里德(Hessischen Ried)。而这将加剧地下水位的下降。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



由于降雨和城市污水共同汇入地下排水管线系统， 目前的降雨量无法满足大面积的灌溉需求

目前，城市污水和雨水共同汇入地下排水管线系统，经由污水处理厂处理之后排放至美茵河。因此，利用现有的水源对桥梁系统新增的绿地进行灌溉是不现实的。



60-80万立方米的灌溉用水从何而来？ 如何对这些用水进行贮存和分配？

80万立方米的用水从何而来？如此巨量的水将储存在哪里？通常情况下，水资源并不能在最紧急的时刻被送达最需要的地点。那么如何将这些水精准地运输至需要被灌溉的区域？

法兰克福桥梁系统提供了一个解决方案：雨水、丰水期的水以及从建筑基坑中抽出的地下水将被“收集”起来。桥梁穿过这些区域，并通过管道循环系统收集多达160万立方米雨水和200万立方米建设工地地下水。

下一步便是将这些水贮存起来，以备枯水期使用。通过桥梁系统能够到达各个方向的储水点，以此解决城市中心无法储存大量水资源的难题。

最后需要将这些水精准地运送至需要被灌溉的区域。桥梁系统将通过构建管道和水龙头网络体系实现这一目标。

在未来的100年内，夏季降水将越来越少 ——这一趋势从近些年的降水数据中有迹可循

即使在2021年的夏季法兰克福阴雨连绵，回溯之前的降水数据，我们还是能得出清晰的结论：同1981-2010年相比，过去十年的降水量下降了12%。由于全球气候变暖，可以预见未来的降水量会进一步减少。逐步上升的气温和日照强度将导致更长的植被生长期和更多的蒸腾总量。除了降水量的变化，降水时间分布的变化也导致强降雨和干旱的发生越来越频繁。

Year	Jan	Feb	March	April	May	June	July	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Total	Total Summer	Total Winter
2011	37,2	23,1	14,5	16,0	24,8	82,8	59,9	79,7	33,5	25,7	1,1	107,4	505,7	296,7	209,0
2012	57,8	6,8	16,4	38,5	46,6	104,0	66,0	78,5	40,8	58,0	45,1	71,0	629,5	374,4	255,1
2013	33,1	33,0	27,4	63,1	103,3	78,2	17,8	47,9	58,5	93,7	64,6	21,9	642,5	368,8	273,7
2014	38,8	45,6	10,9	30,7	64,9	36,5	128,7	101,6	35,2	53,9	46,8	56,2	649,8	397,6	252,2
2015	62,8	20,9	17,7	19,7	15,4	57,5	26,1	43,3	57,0	16,4	65,9	28,1	430,8	219,0	211,8
2016	66,8	81,9	57,0	47,1	88,7	110,6	47,3	41,9	24,4	47,7	39,4	9,3	662,1	360,0	302,1
2017	24,4	16,7	42,6	10,4	85,0	25,4	94,4	103,3	62,5	33,1	83,1	81,8	662,7	381,0	281,7
2018	71,3	10,6	40,4	54,1	33,0	19,4	17,1	20,3	26,3	7,0	25,9	75,3	400,7	170,2	230,5
2019	42,3	10,8	41,7	34,5	72,5	43,6	43,5	53,3	51,4	78,8	48,0	65,2	585,6	298,8	286,8
2020	36,9	78,9	47,9	21,8	31,1	44,4	15,5	76,0	32,0	60,7	16,2	81,1	542,5	220,8	321,7
2021	66,7	55,3	26,0	33,4	66,8	120,8	60,0	53,5	45,7	42,7	22,8	48,3	642	380,2	261,8
Average	48,9	34,9	31,1	33,6	57,5	65,7	52,4	63,6	42,5	47,1	41,7	58,7	571,2	308,7	262,5
1981-2010	44,8	41,3	48,3	42,0	63,5	57,9	65,1	56,9	53,2	54,7	55,0	54,0	636,7	338,6	298,1
Deviation	9,2%	-15,5%	-35,5%	-20,1%	-9,5%	13,6%	-19,5%	11,7%	-20,1%	-14,0%	-24,1%	8,7%	-10,3%	-8,8%	-11,9%
Max month	71,3	81,9	57,0	63,1	103,3	110,6	128,7	103,3	62,5	93,7	83,1	107,4	662,7	397,6	321,7
Min month	24,4	6,8	10,9	10,4	15,4	19,4	15,5	20,3	24,4	7,0	1,1	9,3	400,7	170,2	209,0
85-Perzentil Monat	68,4	80,0	51,1	57,3	93,8	106,3	106,4	102,2	59,9	84,0	71,9	90,8	662,3	386,8	309,0

Copyright © by www.proplanta.de/wetter-statistik/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

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



桥梁系统提供的解决方案：在强降雨时收集降在桥面上的雨水，并储存在蓄水池内以供使用

降落在桥面上的雨水会被植被、土壤基质、保水层等截获。通过这种方式，多达25万立方米的雨水可以缓速到达储水系统，或延缓其排入污水处理系统的过程。这缓解了城市污水处理系统的压力，并大大降低了洪水的风险。



蓄水池将在桥梁系统建造时逐段铺设在车道下方。约9万立方米的贮存空间可以在强降雨时暂时将降在桥面上的雨水储存起来。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

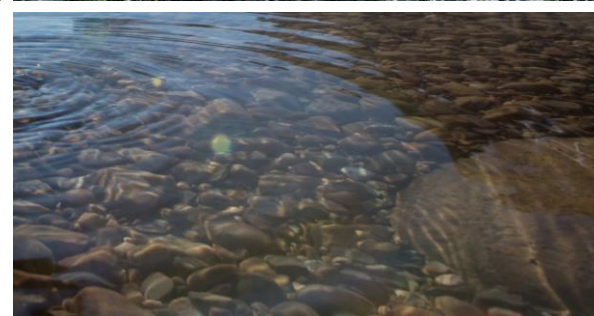
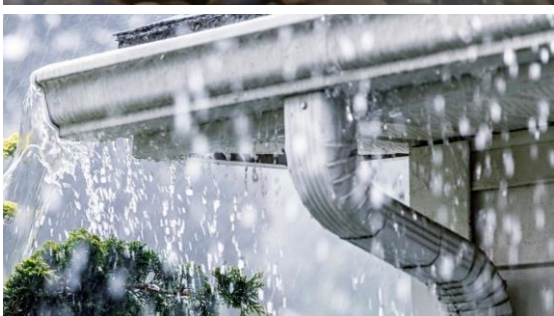
团队

联系 & 版权说明



桥梁系统的其它贡献: 作为项目范围内的水源和储水网络

法兰克福桥梁系统将在城市范围内建造一个网络系统, 以此连接起不同的水源和储水设施: 尼达公园(Niddapark)新建的湖滨浴场, 各种渗水表面, 屋顶雨水和建筑基坑的地下水都将通过桥梁系统彼此连接。



总的来说，法兰克福桥梁系统是成为“未来水敏性城市” 道路上的重要一步

人们经常读到这样的要求：现代城市应该成为“海绵城市”。这听起来像潮湿的地下室和干腐菌。而对于同样的目标，另一个术语显然要好得多：“水敏性城市”。这到底是什么意思？

水敏性城市会这样武装自己：通过不再只将累积的水尽快排出城市，而是将其保留在城市的水平衡体系中并加以再利用，来抵御更长的干旱期，同时也抵御更频繁的极端降雨事件。

从中期来看，这也许是收集的雨水和建筑基坑水。但从长远来看，德国城市还必须比过去更大程度地处理废水，并至少将其作为灌溉或服务用水。法兰克福的污水处理厂目前正通过引入第四级净水处理来为此创造条件。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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：作为水利基础设施的桥梁系统将为城市提供更加密集的绿化，借助水循环这一概念实现“水敏性城市”的目标。

法兰克福必须尽可能少地从周边地区调用水资源。

法兰克福桥梁系统能够在其项目范围内，从不同渠道收集并储存所需的60万至80万立方米水，并在需要的时候作为灌溉用水加以利用。

除了自身的灌溉用水需求，桥梁系统作为城市的基础设施，在未来还能为法兰克福收集并储存更多的水资源。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



通过桥梁环形管道系统进行水分配



雨水收集代替雨水排放



建筑基坑地下水的利用



通过渗蓄进行水存储



未来城市没有水资源的浪费



内城软化



城市绿地赋能



绿色的未来都会

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



桥梁环形管道系统

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



桥梁环形管道系统协助水资源的合理配置

沿着城市主干道布置的桥梁系统在为城市居民提供一个新的居住层和交通层的同时，还可以通过管道系统优化城市的水资源配置。这个系统可以沿着桥梁收集并将水资源运送到特定位置储存起来。在需要的时候，这些储存起来的水资源可以通过桥梁管道系统提取、运输和分配，用于灌溉桥梁上和桥梁周边绿化植被。

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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：桥梁环形管道系统的作用、架构以及运行方式

在枯水期，城市绿植往往不能及时获得雨水。同时，美茵河大部分时期因水位过低而无法提供所需的水资源。除此之外，传统方式下灌溉水很难精准地被送到植被区，而是像雨水一样在整个城市四散开来并最终汇聚到河流中。

为了能在枯水期及时将水精准送到需要被灌溉的植被区域，我们需要建立一个完善的管道系统。利用这个管道系统来收集分散的水资源，将其运输、储存并在需要的时候及时将水合理分配输送到缺水的植被区域。

集成在法兰克福桥梁系统中的管道系统集合了水资源的收集、储存和再分配的功能，伴随着桥梁系统延展至整个城市。在运行中需要保障整个管道系统的调配、清洁以及防冻等功能。

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



法兰克福传统的下水管道系统不支持广泛再利用雨水作为灌溉用水

和绝大多数的城市一样，法兰克福的大部分地面也被不透水的铺装覆盖。雨水不能下渗到土壤，而是通过地表径流进入管道系统。由于法兰克福中心城区使用的是污水-雨水混合排水系统，雨水最终会和污水混合到一起，因而无法再被提取利用作为城市绿化的灌溉用水。大量水资源因此被浪费掉。



法兰克福的下水管道系统建造于19世纪。那个时期人们没有意识到雨水资源的宝贵。当时下水管道系统的主要目标是，尽可能快速的将雨水和污水排除城市，从而避免洪水泛滥和瘟疫的传播。一旦落成，城市下水管道系统很难被改造。后期改建从而分离污水和雨水系统是一项极大的工程。所有的路面都需要被开掘并重新铺设两条平行的污水和雨水管道系统。因此这种分离的下水管道系统如今往往建造在全新新开发的城区中，而在老城区极少被使用。

法兰克福桥梁系统提供了一个新的解决方案：在保留原有下水管道系统的同时，通过桥梁系统里的管道系统来收集灌溉用水。这个系统可以伴随着桥梁系统延展到整个城市。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

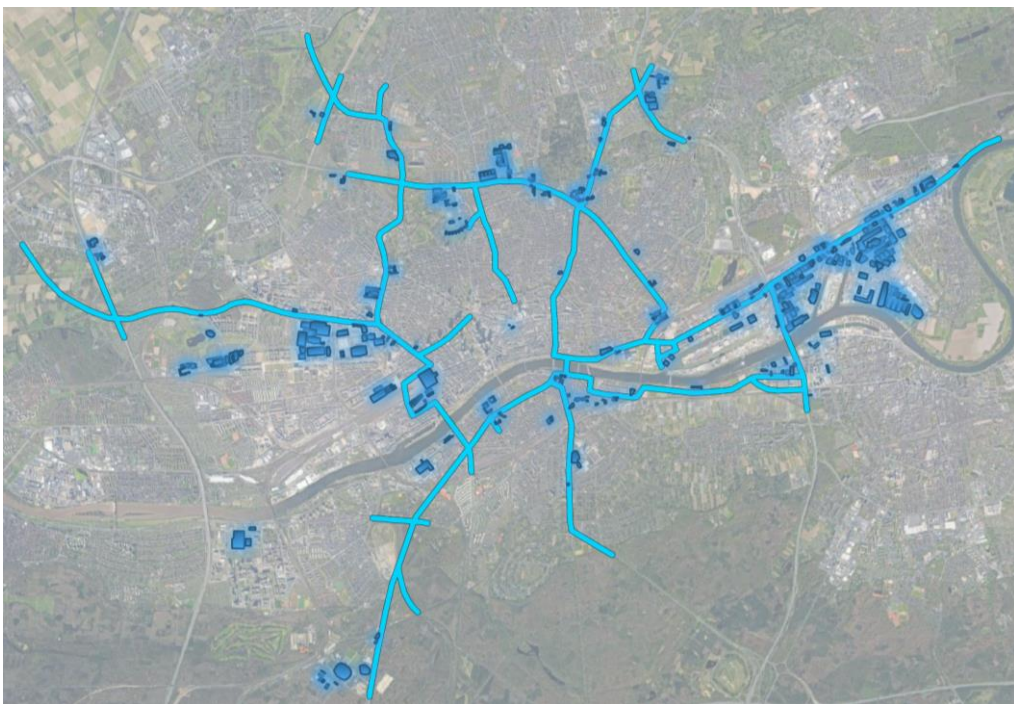
团队

联系 & 版权说明

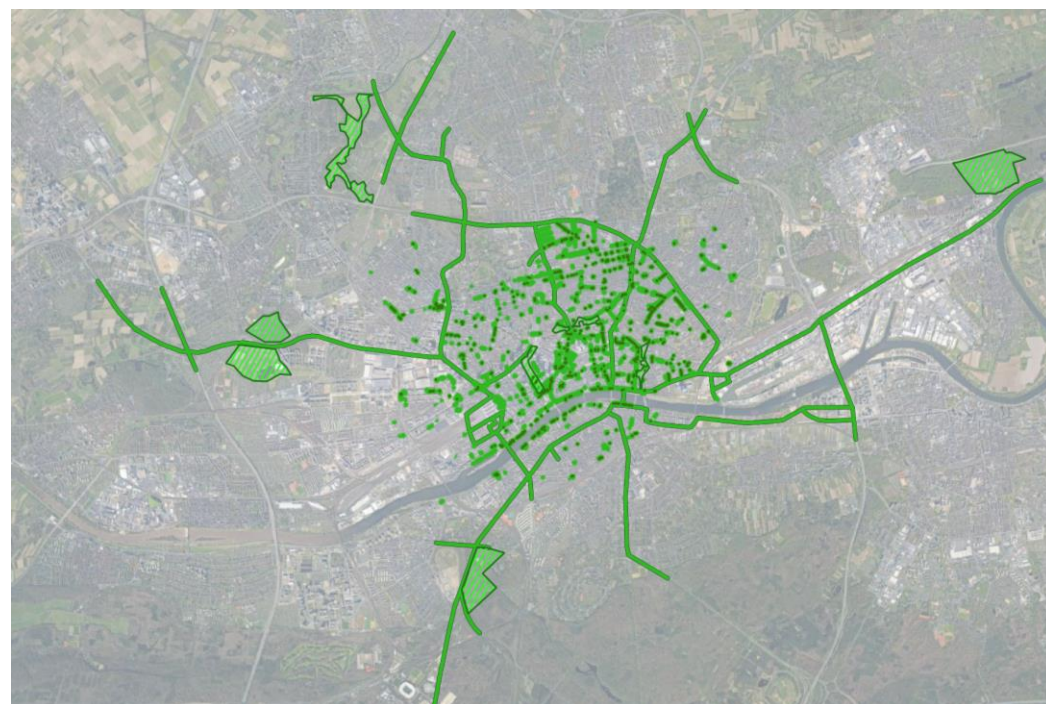


环形管道系统可以实现：在不改变现有下水管道系统的前提下 进行水雨水资源的收集、储存和再分配

全部桥梁及相连的屋面都可以在泮水期收集并储存雨水。在之后的枯水期可以再利用这些水资源灌溉桥梁上和桥梁周边的绿化植被。



桥梁收集水并储存起来……



……之后提取水资源再分配利用

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



桥梁环形管道系统为城市水资源运输提供一个新的平台

沿着城市主干道布置的桥梁系统在为城市居民提供一个新的居住层和交通层的同时，还可以通过桥梁管道系统优化城市的水资源配置。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

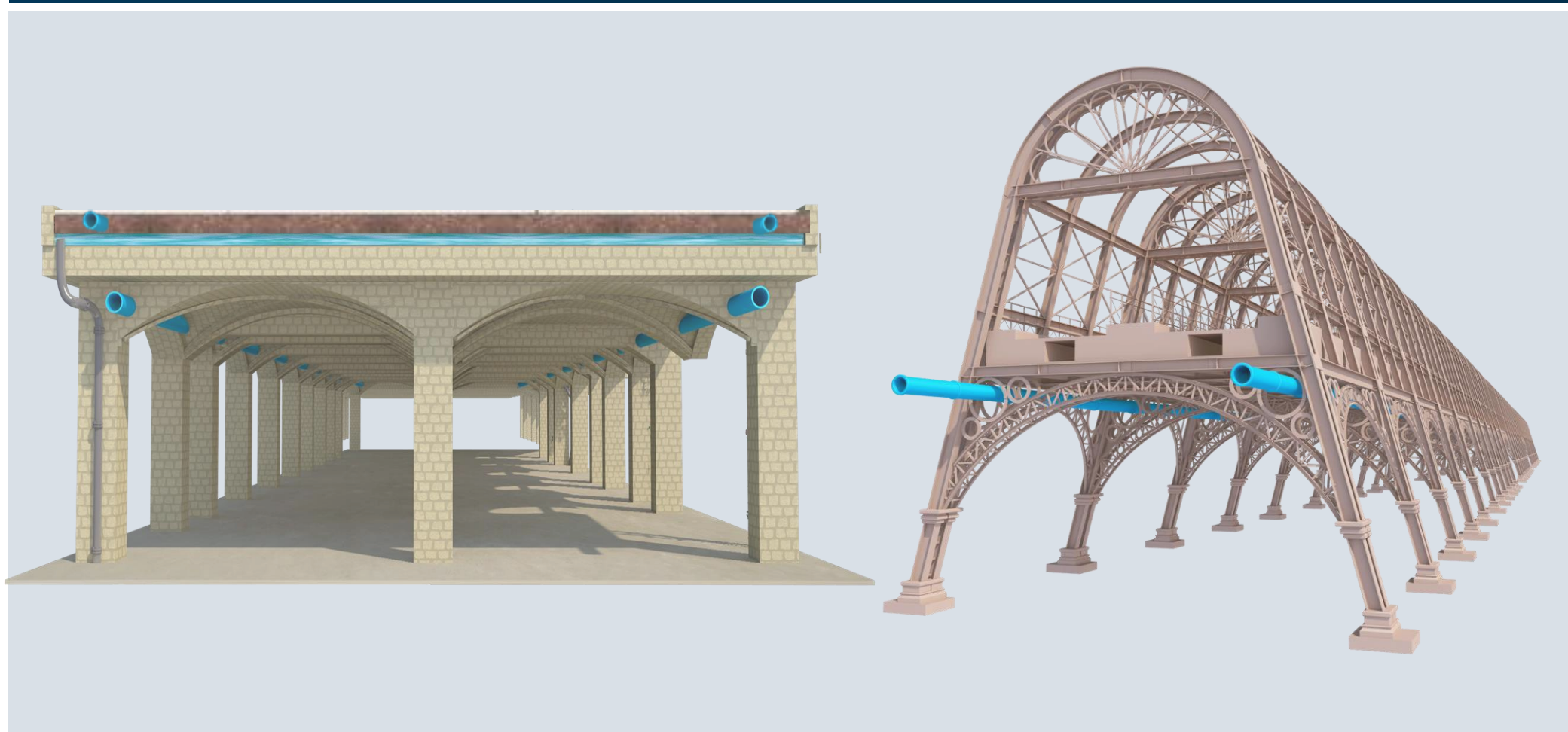
团队

联系 & 版权说明



环形管道系统可以完美融合在整个法兰克福桥梁系统中 —— 它几乎是不可见的

对于混凝土结构的桥梁，管道系统可以浇筑在桥梁主体中。在金属结构的桥梁中，管道系统可以融合在桥梁主体构造中，并在外观上被装饰成深色铸铁管的样子。除此之外环形管道系统也可以部分隐藏在桥梁上的植物土层中。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

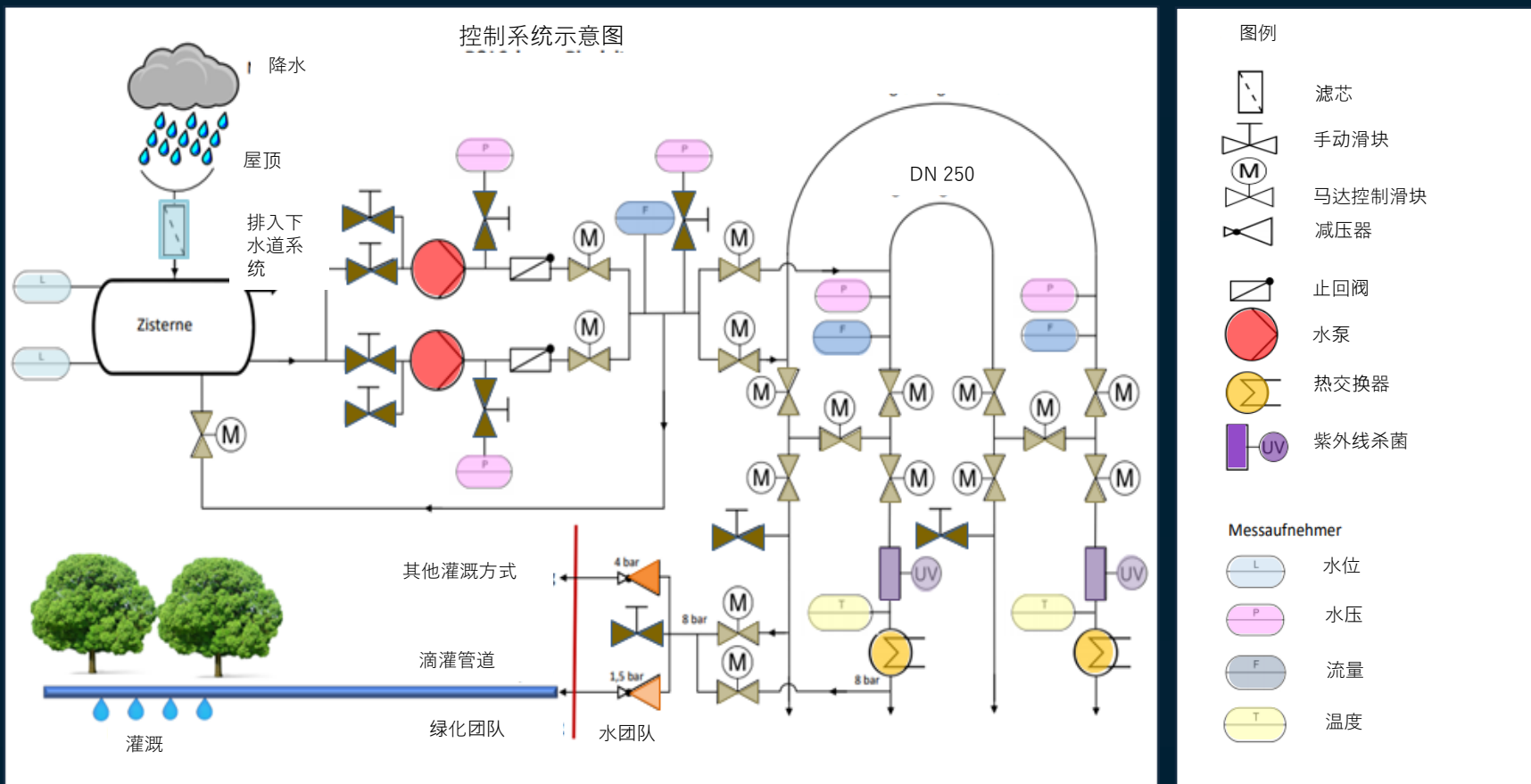
团队

联系 & 版权说明



利用智能调控系统来控制绿地的灌溉

随意地在绿地中浇灌是不可行的。除了水泵和水龙头之外，为了精准控制灌溉系统，不同的测量点和测量变量也是必不可少的。主要的测量变量有：压力，存水高度，土壤湿度，流量以及温度。



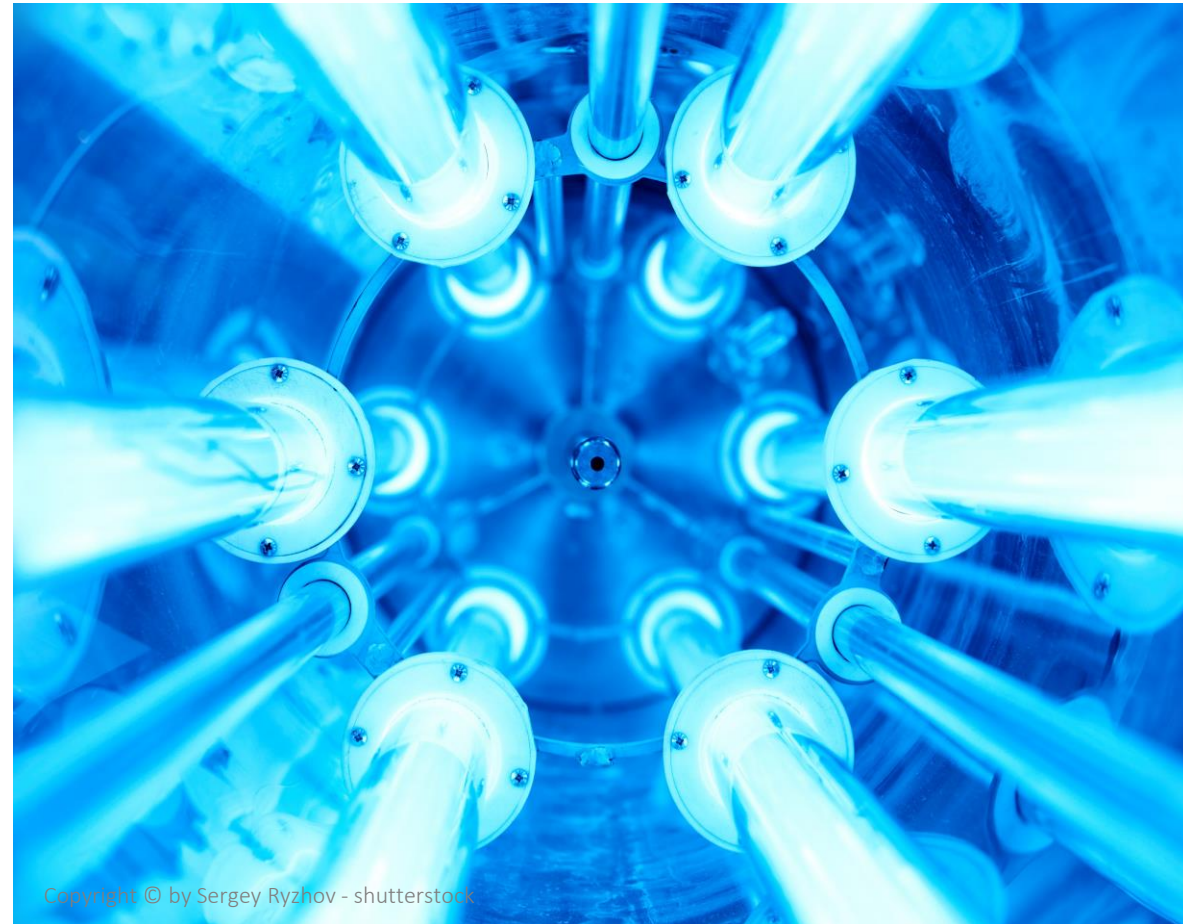
拥有大量阀门和接口的系统需要持续保持清洁

像所有的复杂管道系统一样，需要避免管道被诸如固体、有害物质或病菌等污染。固体污染物可以通过过滤系统剔除，而病菌等则可以通过紫外线灭菌系统杀灭。

紫外线灭菌系统

每间隔一小段距离，水就会流经紫外线灯。同时水流中的湍流可以让每个水分子都被紫外线照射。紫外线可以破坏微生物的遗传物质让病菌无法继续繁殖，从而达到杀菌的目的。

紫外线由透明保护管内的低压汞灯产生。波长约254纳米，耗电量约50瓦时每立方米。



热交换器、电伴热带与桥梁线缆产生的余热 共同防止管道结冰

在冬季最冷的几个星期里，环形主管道通常不运水。然而，如果在秋季或春季发生令人惊讶的霜冻事件，环形主管道的防冻措施将根据不同的桥段而有所不同。

1. 经过数据中心的路段可以利用这些建筑群的全年废热，用热交换系统来保护。
2. 在一些路段，环形主管道可以在桥下电缆井旁边的人行道下运行。电缆井在冬季也会在其管道中释放出足够的热能，即使是相当厚的防水保护墙也能保护相邻的环形主管道不被冻坏。
3. 储存在法兰克福大桥下的储能探针场中的太阳热能在冬季也会通过桥身传导，以保持路面无霜，根据星座的不同，这也有助于保持环形干线无霜。
4. 在无法利用数据中心或电缆管道的废热的线路路段，环形干线的防霜是由需求控制的加热条提供的。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



环形管道系统的设计和结构，以及对其运行的控制，甚至在规划阶段就构成了一个挑战

环形电路概况表

管道内径：25 cm (DN 250)

长度：2 x 50 km

平均操作压力: 4 : bar

铺设：在桥体中

冗余设计使运行更加可靠

全年运行（保证无霜冻条件）

但这一努力是值得的：在环形管道的帮助下，离桥梁更远的地区也可以进行种植并因此得到振兴了。



旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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：法兰克福桥梁系统中的环形管道系统对于城市现有水系统的一个很好的补充。

网络化延伸的法兰克福桥梁系统本身就为附加水系统提供了一个很好的载体。

在相应的控制系统和清洁系统的协助下，环形管道系统可以像城市下水道系统一样，长期为法兰克福的可持续水资源管理做出贡献。

除此之外还可以可持续地利用建筑余热为系统提供防冻保护。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



目标：抵御干旱和洪涝



雨水收集代替雨水排放



建筑基坑地下水的利用



通过渗蓄进行水存储



未来城市没有水资源的浪费



内城软化



城市绿地赋能



绿色的未来都会

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

雨水收集

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



雨水收集代替雨水排放

高效的雨洪管理能够避免将宝贵的雨水资源排入城市现有的雨污管道：总长约60千米的桥梁系统能够将多达9万立方米的降水收集并暂时储存在位于车行道下方的蓄水池中。这些水将通过管道循环系统被运送至附近的渗蓄区（雨水花园、汇水洼地等），这些区域储存的多达60万至80万立方米水会在枯水期作为灌溉用水，满足城市植被的灌溉需求。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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：哪些雨水适合被收集？哪些区域 适合作为渗蓄区贮存雨水？

道路雨水通常会被有害物以及微塑料（如轮胎磨损）所污染。为了避免繁琐的清洁工作，首先应该考虑的是收集屋顶雨水用于绿地灌溉：包括桥面、建筑屋面、停车场顶棚。

目前，法兰克福雨水收集和利用存在的问题是，落在建筑屋面和路面的雨水会直接进入“雨污混合管道”，无法进一步加以利用。法兰克福桥梁系统提供了解决方案，雨水会被暂时储存在车行道下方的蓄水池中并通过管道循环系统运送至特定的渗蓄区。

环形管道系统和车行道下的蓄水池对雨污混合管道中的水进行“分流”，使得相对干净的、从屋面和桥面收集来的雨水能够被直接用于植被的灌溉。

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



将雨水收集并储存用于城市绿化灌溉 是一个非常具有现实意义的解决方案

法兰克福每年需要从周边地区[主要是福格尔斯山(Vogelsberg)和黑森州里德(Hessischen Ried)]引入超过5000万立方米饮用水, 以满足其约6500万立方米的用水需求。在经过位于下拉德区(Niederrad)和辛德林根区(Sindlingen)的污水处理厂处理之后, 每年向美茵河排入1亿立方米废水。其中, 有3500万立方米雨水同污水一起, 经由雨污混合管道被运送至污水处理厂。而这些雨水本可以被收集起来用于灌溉。

通过雨洪管理能够减少对宝贵的雨水资源的排放: 雨水被收集并运送至渗蓄区, 作为对城市地下水的补充。这些雨水可以作为灌溉用水被再次利用。

上述过程可以通过法兰克福桥梁系统得以实现: 它可以收集雨水, 将雨水暂时储存起来并输送至桥梁系统尽端的渗蓄区。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



并非所有雨水都适合再利用

通常情况下，屋顶雨水是最干净的，而街道上的雨水由于车胎的摩擦以及可能混合有害物质而经常被污染。

法兰克福的大部分雨水都不适合作为灌溉用水使用。

屋顶雨水最适合再利用

即使是落在基地内的雨水也可能被有害物质污染：例如花园里使用的肥料、停车场以及其他形式的污染。相比较而言，屋顶雨水毫无疑问是更干净的：倾斜的瓦片屋顶能够净化雨水，平屋顶若在建造时不使用含有有害物质的粘黏剂也几乎不会释放有害物质。

当我们将这些屋顶雨水收集起来之后，会遇到另一个障碍：目前的雨水和污水会被混合起来共同排入地下管道。

雨水处理



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

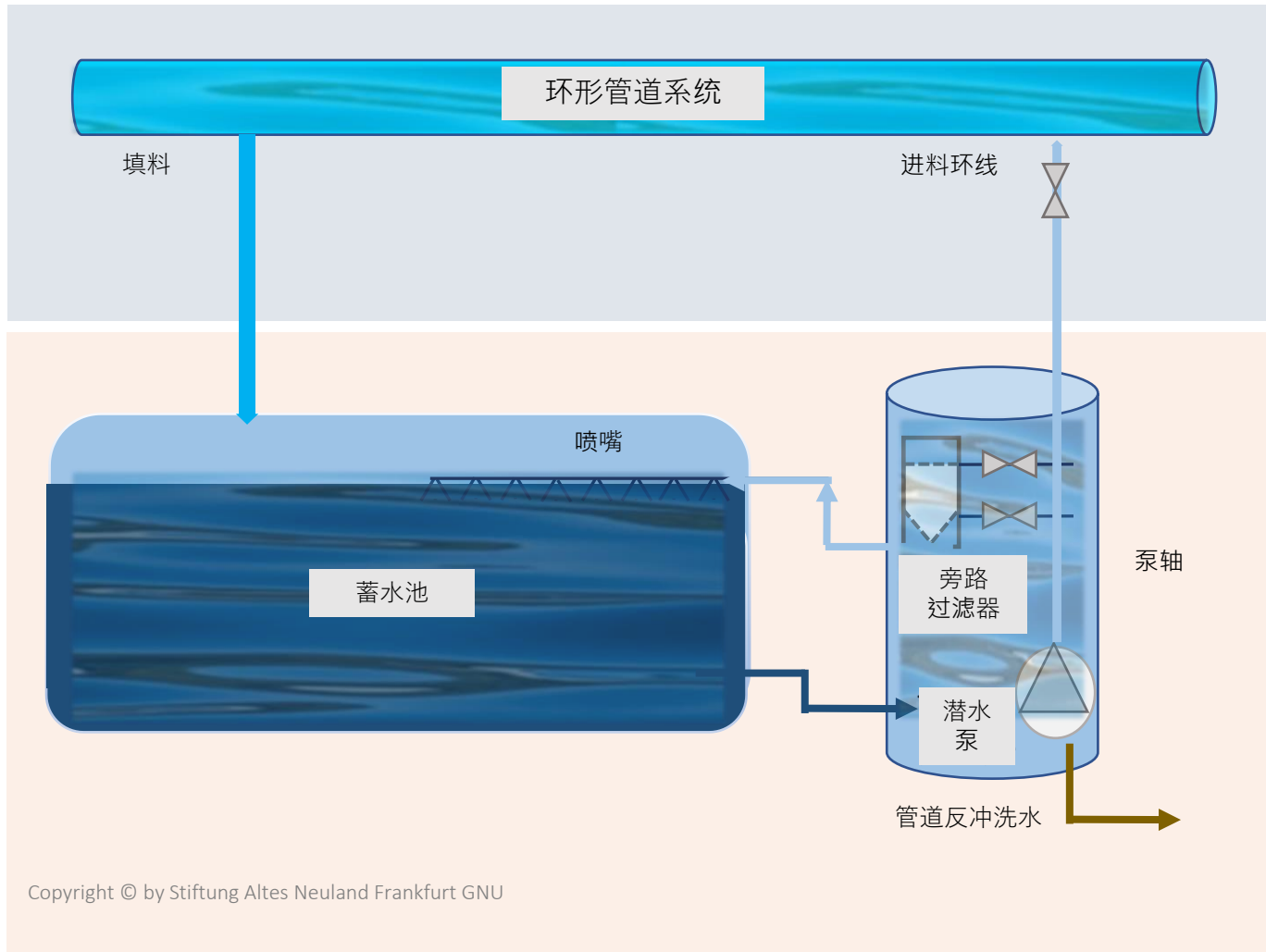
团队

联系 & 版权说明



即使是屋顶雨水也需要经过处理才能使用

粗过滤器作为标准配置被安装在落水管中，可以初步过滤较大的杂质，如树叶和树枝等。蓄水池中会再配备一个旁路过滤器，作为精细过滤装置发挥作用。



Copyright © by Stiftung Altes Neuland Frankfurt GNU



Copyright © by CurtMaxx - Amazon

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

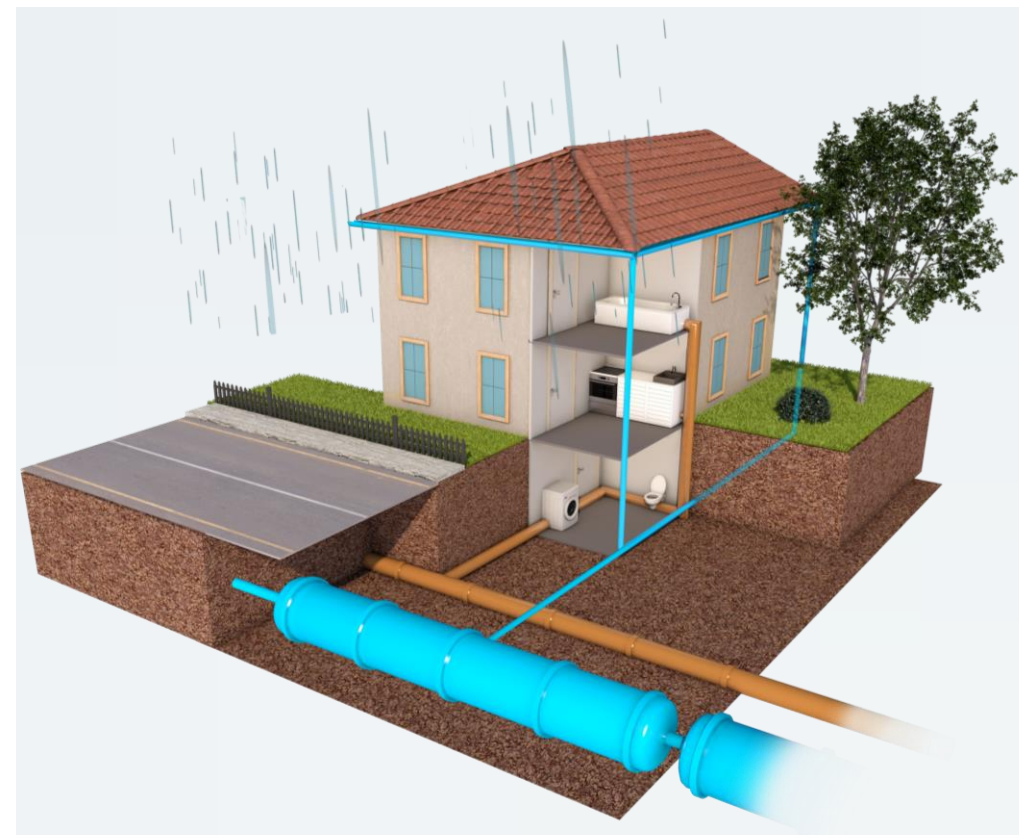
实施

专业信息

搜索

团队

联系 & 版权说明



屋顶雨水收集的具体实施并不容易

做到雨水收集的关键是：在屋顶雨水同建筑内的污水混合之前将雨水“截获”。目前，在法兰克福的大部分街区，屋顶雨水都是同污水一起进入下水管道，再进一步被输送至城市的雨污管网。若想收集雨水，必须在这个过程中将雨水截获。即使在基地内将雨污管道分流，还会遇到另一个问题：下一级别的城市管网都是雨污混合管道。

通过建造法兰克福桥梁系统可以提供一个解决方案：雨水被输送至桥梁所在街道下方的蓄水池中并储存起来。

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



法兰克福有一个总长达1700米的污水管网：
其中一部分建造精美，但大部分都是雨污混合管道。



Copyright © by Klaus-Uwe Gerhardt pixelio.de



Copyright © by Kunstinstallation ARA Niederrad 2016 Oliver Dorge

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

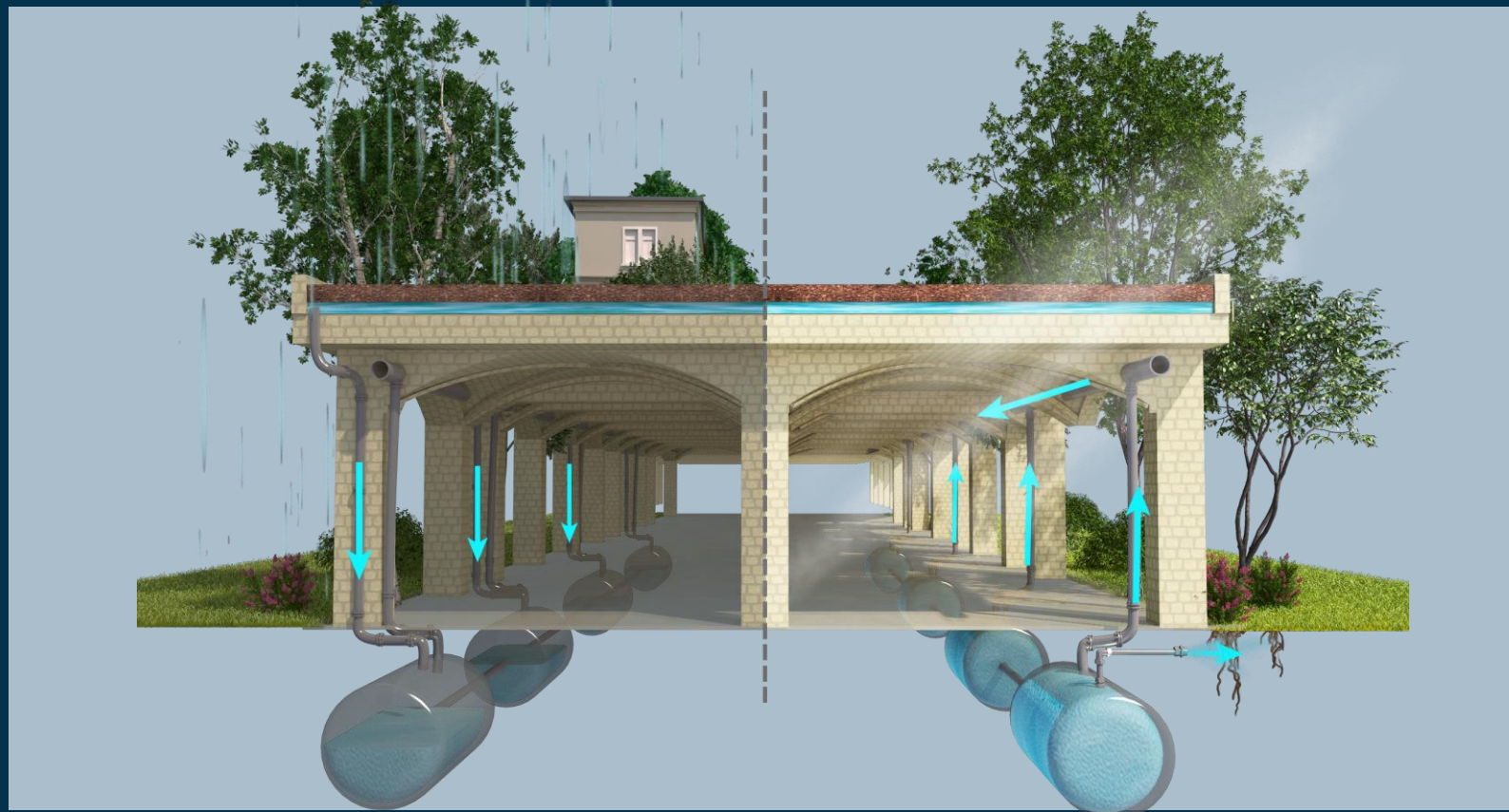
团队

联系 & 版权说明



法兰克福桥梁系统在此处大有作为

由于建造桥梁的过程需要翻开路面，使得蓄水池的置入变得更加简单。落在两侧建筑屋顶和桥面本身的雨水被暂时储存在这些蓄水池中。这些水可以根据需求直接用于灌溉桥梁两侧的绿化植被，也可以通过管道循环系统被输送至更大的渗蓄区。考虑到百年一遇的强降雨天气，需要约9万立方米体积的蓄水池来储存这些雨水。



旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



街道下方是否有足够的空间铺设蓄水池？

从古希腊、古罗马时期开始，蓄水池就被用于储存雨水——尤其是在一些降水不规律的地区。利用蓄水池来储存雨水是顺理成章的。

然而，在一个像法兰克福这样的城市里，铺设位于地下的蓄水池是极具挑战的：道路下方已经铺设了各种各样如排水管、输气管、电缆、通讯设备等市政管线。

尽管如此，一定有未被使用的空间：大部分情况下，车道下方没有纵向铺设的管道，或者仅有一些位于地下深处的污水管。

因此在车道下方可以铺设少量的管道：当管道出现故障或需要进行检修工作时，街道必须被暂时封锁。由于蓄水池很少需要被检修，在法兰克福桥梁系统施工时，可以铺设蓄水池，并将其与人行区域的检修口井相连接。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



规划的蓄水池直径为2-2.5m

在没有其它新规划的管道的情况下，多车道的道路下方最少可以平行铺设至少两排这样尺寸的蓄水池。

蓄水池只是一个临时储水装置

根据实际情况的不同，道路下方可以铺设的蓄水池长度从20米到200米不等。多个蓄水池可以根据需要通过管道互相连接。

由于地下能容纳蓄水池的空间有限，因此桥梁沿线下方还规划有储水容量约为9万立方米的蓄水设备。

这一容量并不能满足前面提到的60万到80万立方米的蓄水需求，而是了提供在强降雨条件下临时储水的可能性。出于安全考虑，可以用紧急排水管连接蓄水池，在紧急情况下将水排入现有的雨污管道或运河中。

一旦蓄水池达到最大储水容量，这些水会通过桥梁环形管道系统被输送至渗蓄区，此时被清空的蓄水池可以继续用于储存雨水。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

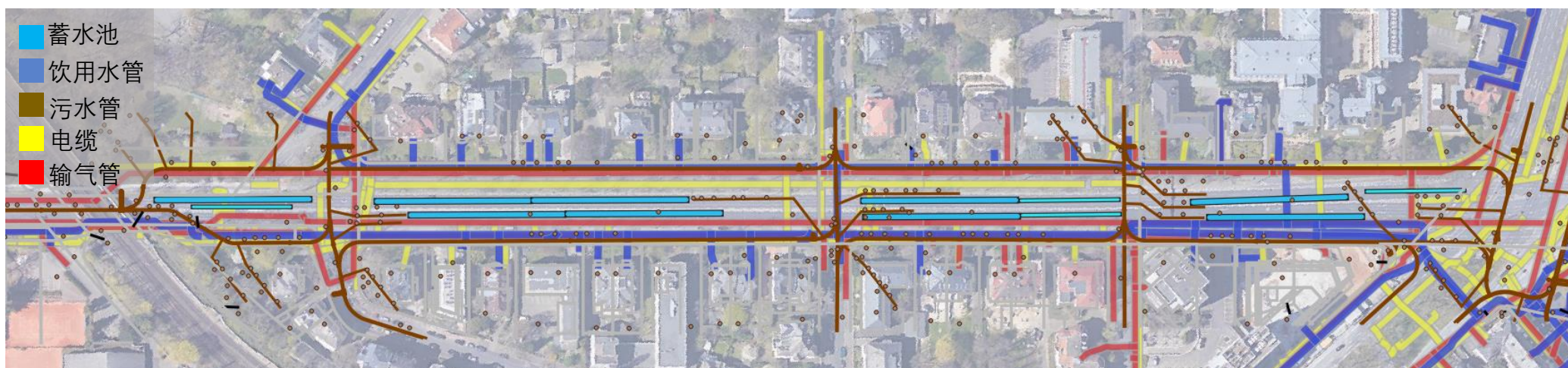


由于街道断面的不同，蓄水池无法简单机械地铺设在桥梁系统经过的地方

根据不同的街道走向以及现有路面下方的基础设施（道路交叉口通常会铺满管道），通常能够允许铺设2米或2,50米直径的蓄水池。举例来说，若要满足四车道的年最大降水量的储水需求，则需要按照如下方式计算蓄水池的尺寸：若直径为2米，则需要总长为72米的蓄水设备；若直径为2,50米，则只需46米长便可以满足同样的储水需求。

以肯尼迪大道(Kennedyallee)为例，在一段约600米长的街道范围内，可以铺设多段不同直径的平均容量为225立方米的蓄水池。这些蓄水池总长为832米，可以为大约3000立方米的水提供存储空间。

其他街区则需要根据具体情况分析规划蓄水池的尺寸以及铺设方式。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

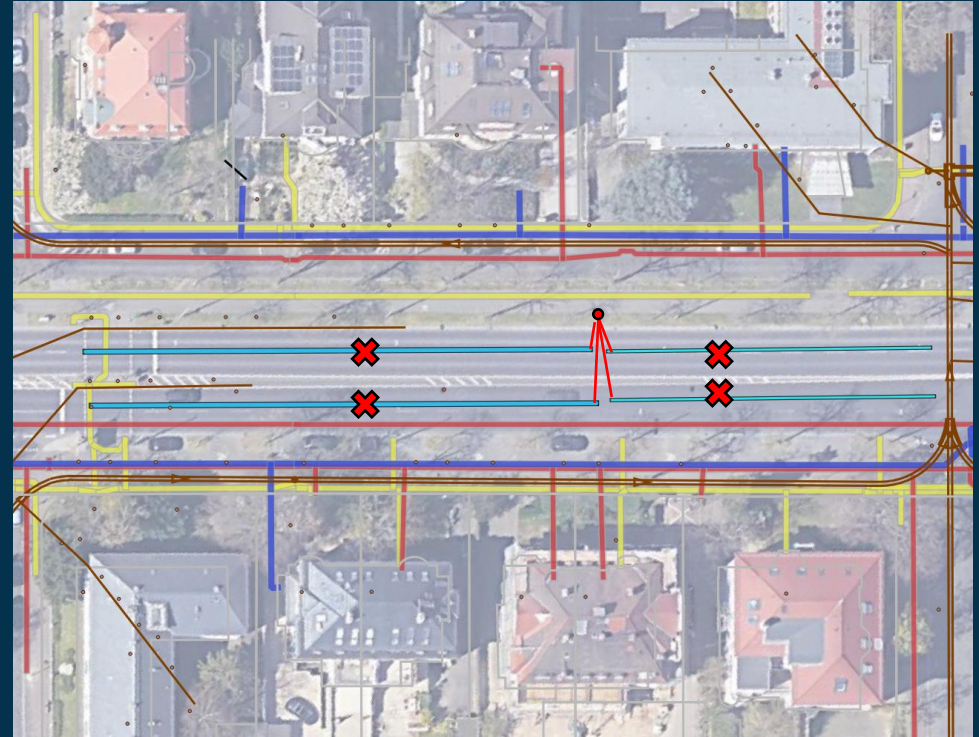


通过检修竖井进行检修工作

每一个蓄水池都需要一个对应检修口以便进行检修工作。检修口位于蓄水池正上方的路面上，具体位置没有硬性要求。

其次，每个蓄水池需要配备一个连接管，用于连接向管道循环系统输送水的水泵。连接管一般位于水泵竖井内的过滤器中，一般可以被放置在道路之外的区域。放置连接管的竖井直径需达到1,50米，一个竖井可以连接最多4个蓄水池。

对于连接桥面和屋顶的进水管，其与蓄水池的连接位置可以根据具体情况灵活选择。



建筑及屋顶排水扮演重要角色： 对于拥有大量建筑面积的业主来说，将建筑与桥梁系统的 雨水蓄水池相连接是极具吸引力的

根据目前的政策，对于通过增加场地绿化或屋顶绿化从而减少雨水排放费用的现金激励是非常有限的：每平方米绿地仅有50欧分（截止至2021年）。

这就意味着，一个有6000平方米屋顶面积的建材市场每年能够节约3000欧元雨水排放费。对于建材市场来说，他们不会为了节省这些钱而去花费更大的价钱投资屋顶绿化。

而将屋顶雨水排入街道蓄水池会更有吸引力，因为这其中最重要的投资——建立建筑基地内污水和雨水的分流管道——由桥梁系统的运营方承担。

只需要一次改建，建筑的业主或租户便能节省上千欧元，作为企业也为城市环境做出了自己的贡献——一次免费的市场营销！



一个带有停车场的、面积为6000平方米的建材市场10年可以节省7万欧元 —— 并且可以为它的顾客提供更加舒适的停车体验

以一个面积为6000平方米的建材市场为例，将屋顶与桥梁系统的蓄水池相连接不仅意味着能够在10年间节省3万欧元，桥梁方还可以为停车场装上太阳能屋顶，从而节约更多的能源。

对于一个占地面积8000平方米的停车场，10年间可以节省4万欧元。对于更大的建材市场来说，这一措施将更具吸引力。

由于停车场加盖屋顶，顾客在这里停车不受雨雪的影响，不用在夏季进入高温的车内 —— 对于企业来说这无疑是一项对顾客十分友好的举措。

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

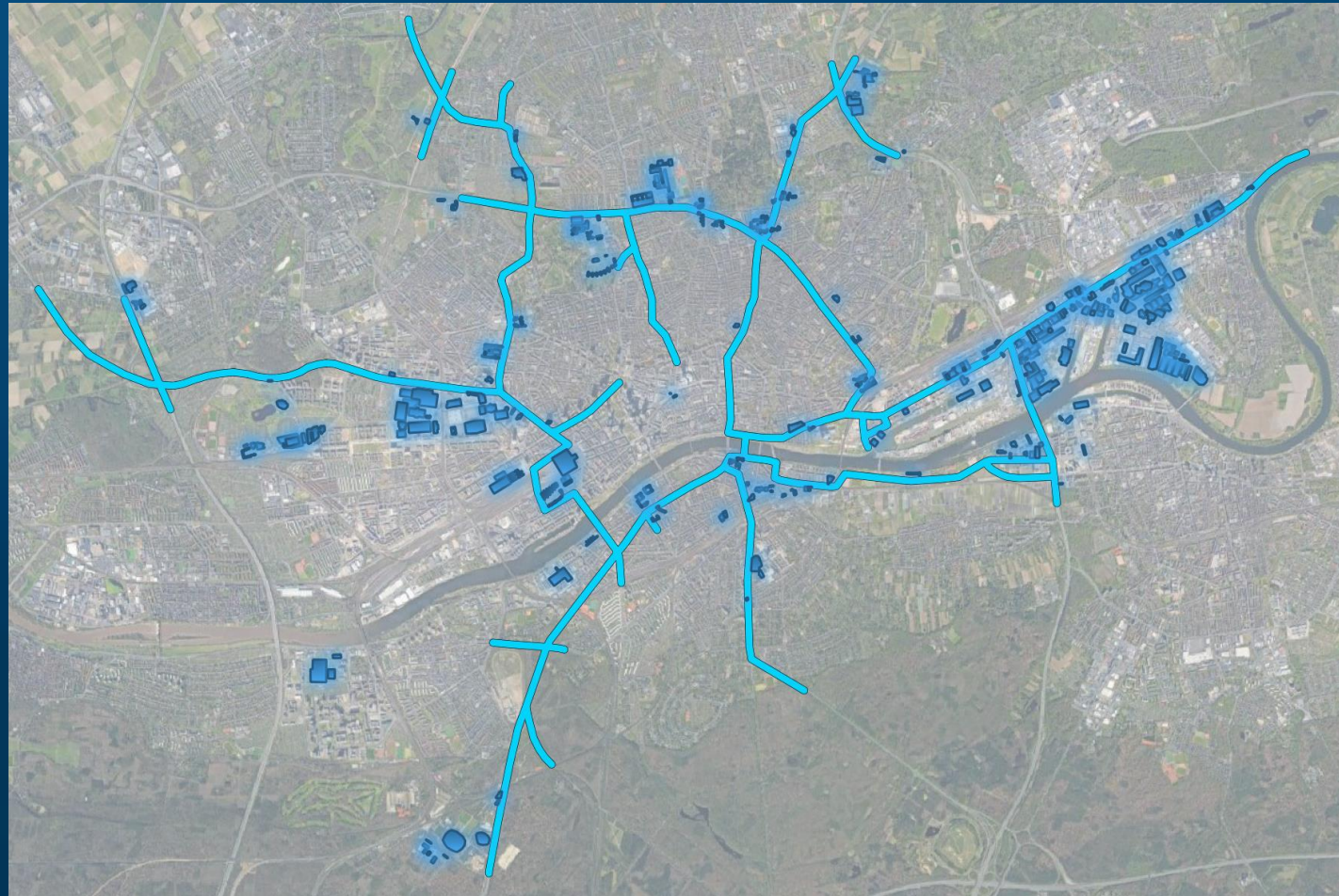
团队

联系 & 版权说明



在法兰克福桥梁系统沿线，约120万平方米的屋顶区域和有顶停车场可用于收集雨水

沿着桥梁系统分布的、屋顶面积超过1000平方米的公共建筑、半公共建筑以及办公建筑被纳入考量。哪些停车场可以加设屋顶以便进行雨水收集和布置太阳能板也经过了仔细的考虑。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

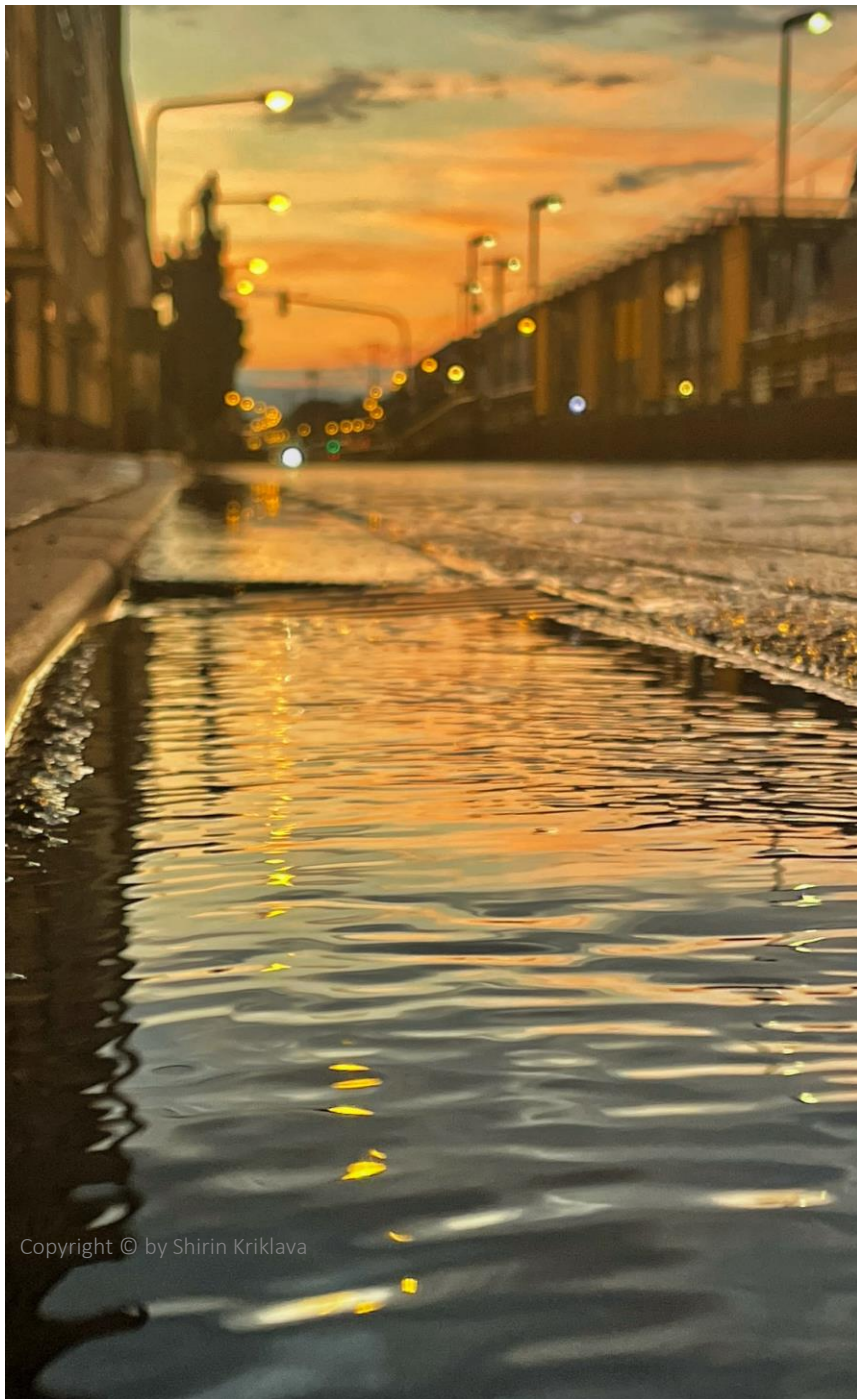
实施

专业信息

搜索

团队

联系 & 版权说明



Copyright © by Shirin Kriklava

沿桥梁系统的总屋顶面积每年能够 捕获约625000立方米雨水

根据法兰克福年平均降水量650升/平方米计算，其中520升/平方米能够被捕获，那么每年捕获的雨水总量为625000立方米。

有些屋顶和停车场由于各种原因无法被用于雨水收集，例如未经所有者同意，或者屋面所用材质含有有害物质不适合用于灌溉——尤其是沥青屋面使用的粘黏剂是有害物质的常见来源。

因此，理论上适合雨水收集的屋顶面积应当相应地减少。即便可用屋顶面积由120万平方米减少到100万平方米，也完全可以满足新建的以及现有绿地60万立方米的灌溉用水需求。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



蓄水池存续雨水这一方式也可以独立于桥梁系统，单独应用于其他拥有大面积屋顶的建筑。

例如，法兰克福的主火车站，其站前广场可以利用收集来的屋顶雨水进行大面积的种植。

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



桥梁系统的桥面本身也需要排水：除去蒸腾作用，一共可收集约50万立方米雨水，其中部分可直接再利用

下雨时，桥面土层下方的保水层起到排水作用。大部分车行道以及桥面上非绿化的部分都为硬质铺装。大部分雨水从这些硬质表面流经保水层，通过桥柱上的直落管向下流向地面。落在桥梁人行道上的雨水会被排入旁边的绿化区域，停留在土层中为植被所用。



位于桥梁下方的街道将不会直接暴露在雨水下，因此这些街道不再需要城市雨污管道来排放雨水。在极端降雨的情况下，落在桥面上的部分雨水会通过桥梁两侧肩部的排水管被排放至下方街道，接着汇入城市雨污管道。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

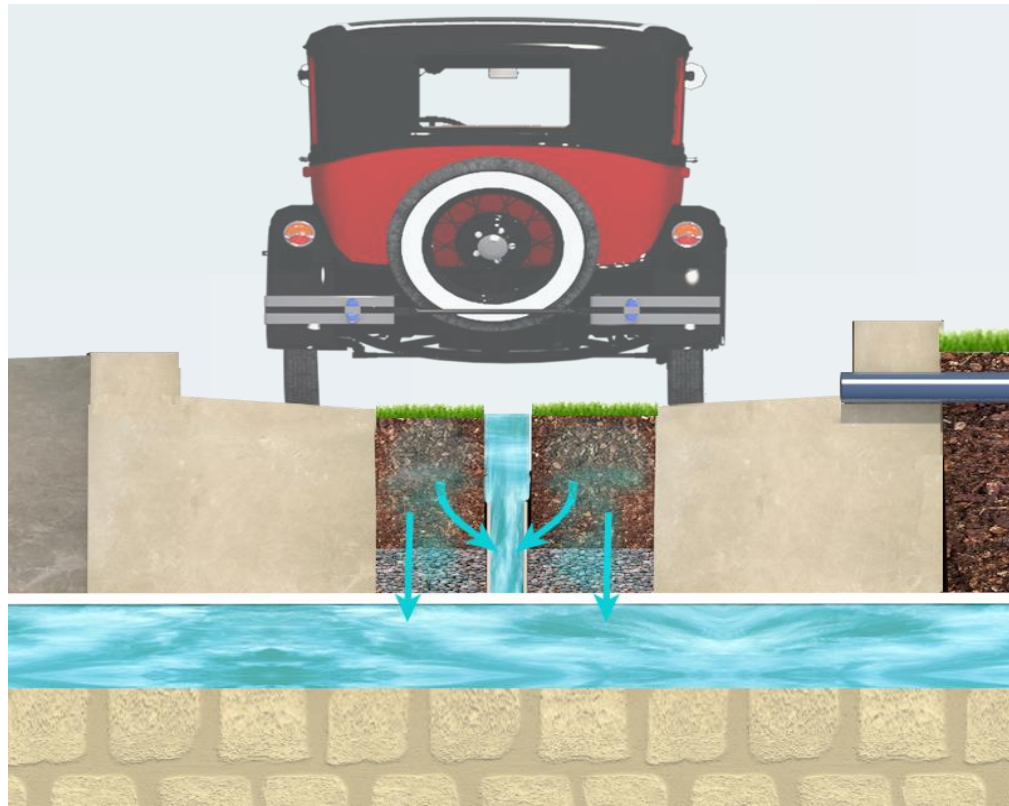
团队

联系 & 版权说明



桥梁上的车行道通过中央 绿化带实现雨水排水

落在车行道上的雨水会被引入车行道上的绿化带，经过土壤的渗透作用进入下方的保水层。
这条绿化带位于桥梁系统车行道的中央，几乎贯穿这个桥梁系统。



部分由桥梁系统收集到的雨水将直接用于绿植的灌溉

当保水层中的雨水饱和时，将被立刻导入街道下方的蓄水池。蓄水池中的水会根据需要直接用于灌溉绿植；当蓄水池被水填满时，这些水会通过环形管道系统被运输至更大的渗蓄区。

对于城市中心以外的区域，若街道两侧空间足够，雨水也可以直接渗入路旁洼地。对于无法安装蓄水池或者没有渗蓄可能的区域，雨水将直接被排入城市雨污管道。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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：法兰克福桥梁系统让城市 大范围的雨水收集成为可能。

每年约3500万立方米的雨水会通过雨污管道经污水处理厂处理之后排入美茵河。桥梁系统的目标是尽可能多地捕获这些雨水并再次利用。法兰克福桥梁系统相当于雨污混合管道的一个分流系统：从有限的屋顶收集雨水，暂时存储在蓄水池中并最终被运输至渗蓄区。

这样的“分流系统”也可以应用在其他有大量屋顶面积的城市区域。法兰克福桥梁系统的这一雨水收集模式，是法兰克福摆脱对周边地区饮用水依赖和强降雨事件影响，以及实现干旱期灌溉的重要一步。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

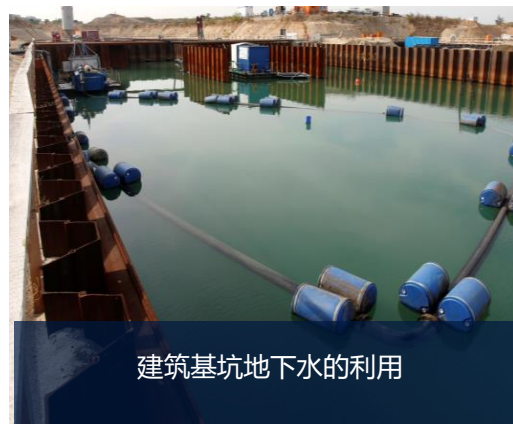
联系 & 版权说明



目标：抵御干旱和洪涝



通过桥梁环形管道系统进行水分配



建筑基坑地下水的利用



通过渗蓄进行水存储



未来城市没有水资源的浪费



内城软化



城市绿地赋能



桥梁沿线措施

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

利用基坑水

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



建筑基坑地下水的再利用

和大多数德国城市一样，法兰克福拥有丰富的地下水和雨水资源。因此在城市内建设项目时，很快会出现基坑积水的情况。目前这些积水是通过各自的管道穿越城市最终排入美茵河中。这些积水阶段性可以达到每年200万立方米。我们通过相对简单的方法就可以将这些水资源净化并引入到附近的管道循环系统中，来用于灌溉城市绿化。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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：利用建筑基坑地下水 灌溉城市绿地

基坑地下水作为未利用的潜在水资源，每年有多达到200万立方米可以再利用作为城市灌溉用水。目前这些水资源都是简单被排放到美茵河或者其他临近水体中。桥梁环形管道系统可以实现再利用这些水资源灌溉城市绿化。在将这些基坑地下水引入管道系统之前，需要对其进行系统地处理。

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁
城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝
桥梁环形管道系统
雨水收集
利用基坑水
近郊储水
水敏性法兰克福

能源
交通
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



建筑基坑地下水：未被利用的潜在城市灌溉水源

行走于法兰克福，到处都可以看到建设中的项目：住宅、高层、地下车库或是地铁。这些大项目的建设都从挖掘基坑开始。这些基坑经常会产生3到7米深的地下水积水。

在施工过程中，为了保证基坑干燥，这些地下水需要不断被排出。法兰克福每年排出的基坑积水可达40至200万立方米。目前这些未利用的地下水都是被直接排放到美茵河中。面对逐渐降低的地下水平面，这对法兰克福这种城市来讲无疑是一种未来不能继续承受的损失。

因为多数大规模建筑项目主要位于法兰克福城市内部，可以很容易地将建筑工地与法兰克福桥梁系统的环形管道系统连接起来。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



五颜六色的管道把地下水从工地运送到美茵河

对于饮用水的标准来讲，建筑基坑地下水的污染过重，尤其常包含有害物质。这是日积月累形成的。之前人们对有害物质的处理并不像现在这么严格，导致一部分有害物质渗入地下。但经过简单处理，基坑地下水是可以达到灌溉用水标准的。



从大型建筑工地排放地下水，以便将其作为灌溉用水储存起来，这对建筑商来说意味着一定的工作量

大型建筑工地是一个真正的挑战——可以理解的是，在房地产建筑商的议程上，浇灌花坛通常并不值得一提。

满足监管要求和管理复杂的大型建筑工地已经很难了。因此，市政当局关于地下水处理的另一项要求不会得到很大的认可——但原则上是可以做到的。

来自建筑工地的地下水通常要经过处理才能作为灌溉水使用，或者排入美茵河

地下水的水质差别很大：在法兰克福的一些地区，地下水受到以前工业的严重污染，而在其他地方则相对干净。

地下水并不像湖泊一样静止在法兰克福地下，而是在所谓的含水层中流动。这些含水层中有些是相互连接的，但有些则不是，因此在不同的地方可能存在着水质上的差异。

此外，如果在建筑工地抽取地下水，往往会有工地作业污染。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

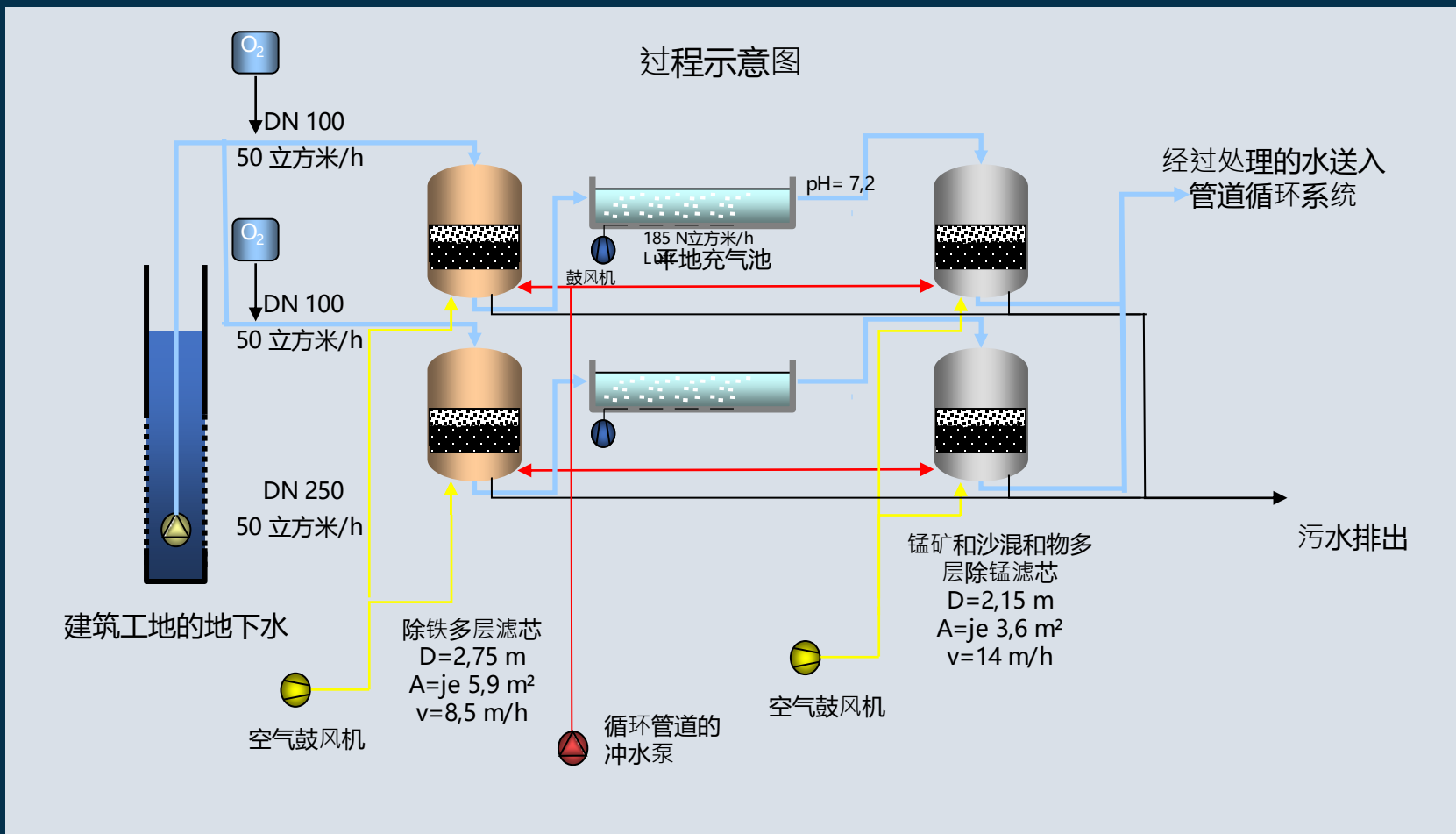
团队

联系 & 版权说明



来自建筑基坑的地下水必须被彻底处理， 包括使用平底曝气器

下图示意了50 立方米/小时的除铁除锰系统的工作原理。这个系统可以根据需要进行功能补充或者性能扩展。过滤器尺寸和滤芯材质要根据不同工地的详细水质分析进行选择设计。这个系统可以被放置在一个模块中。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

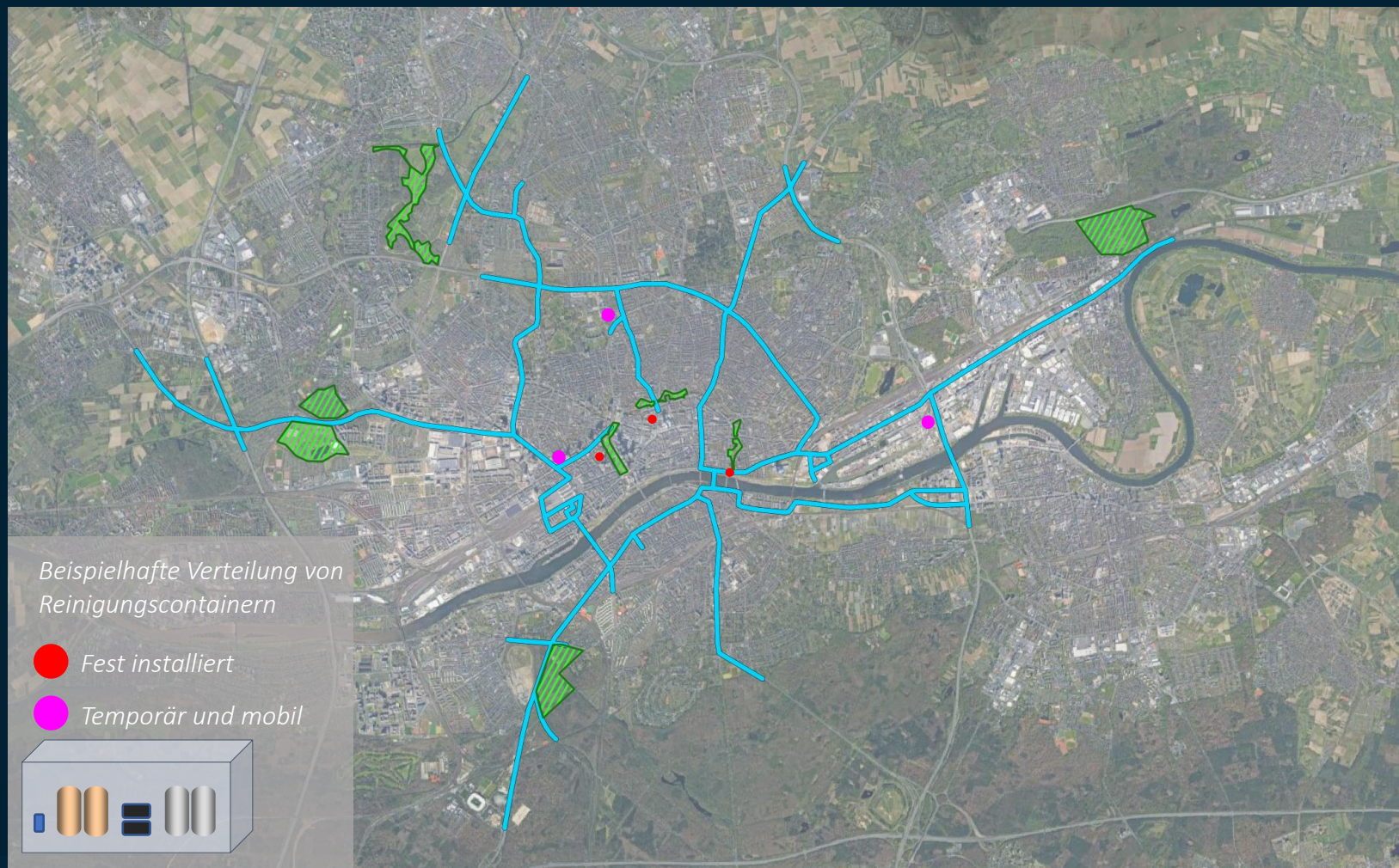
搜索

团队

联系 & 版权说明



这些特制的净水模块可以沿着法兰克福桥布置。这样来自建筑工地的地下水就可以直接被清洁、运送和储存起来。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

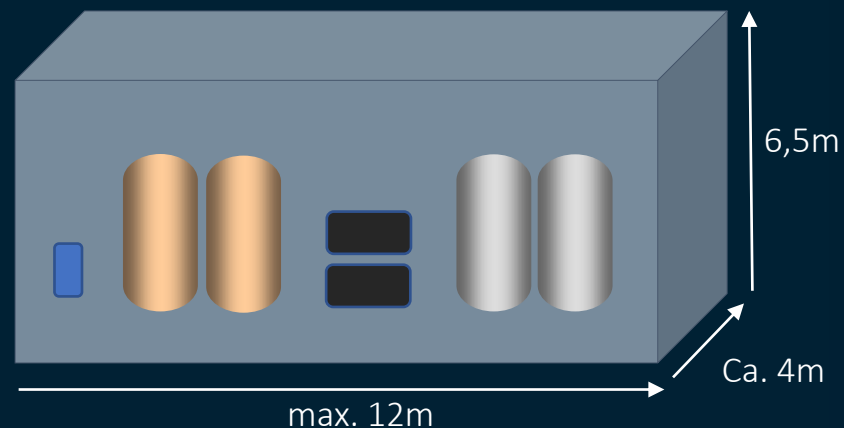
团队

联系 & 版权说明



在城市外围的建筑工地可以使用可移动的定制净水模块。在城市内部，由于经常会有建筑项目施工，可以永久布置这些净水模块。

永久布置的净水模块都被绿植覆盖



这些净水模块也可以结合景观绿化下沉布置，尽可能隐藏起来。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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：建筑工地中的地下水积水可以重新被送回到法兰克福的自然水平衡系统中。

法兰克福的大型建筑工地每年要抽取多达200万立方米的地下水。

法兰克福桥梁系统可以实现将这些地下水通过处理重新渗透回地下，从而代替传统的排入美茵河的方式。

通过这种方式获得的地下水储备可以密集地用于城市绿地的灌溉。宝贵的水资源因此得以保留在法兰克福的自然水循环中。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁
城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝
桥梁环形管道系统
雨水收集
利用基坑水
近郊储水
水敏性法兰克福

能源
交通
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



目标：抵御干旱和洪涝



通过桥梁环形管道系统进行
水分配



雨水收集代替雨水排放



通过渗蓄进行水存储



未来城市没有水资源的浪费



桥梁系统的作用



城市绿地赋能



绿色的未来都会

合作团队

建筑

图片 & 摄影

桥梁

能源

地理信息

城市绿化 & 自然

交流

艺术 & 文化

城市气候 - 全球气候

结构

交通

技术 & 信息技术

水

包装

网页 & 设计

法律

财政

实施

重要的合作伙伴：

教授

专业人士

发起人 & 资助人

近郊储水

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



通过有针对性的地表渗透进行水资源存储

利用法兰克福桥梁系统可以收集多达200万立方米水。由于浅表层的存储能力很快就会到达上限，这一项目力求将水渗透进入地下水体。大量的雨水或建筑基坑的地下水被收集起来，有目的地渗透并根据需要再次利用。目前的地下水取用于城市周边地区，并且无法满足新增的60万立方米用水需求。据估计，桥梁系统连接的所有远端渗蓄区完全具备存储全部200万立方米水的能力。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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：60万立方米的水可以被存储在 城市周边的地下水中

如此大量的水在满足一定条件的情况下能够渗透进城市周边的地下水中，从而增加地下水储量，以便之后再次取用。

下面会具体介绍，作为渗蓄区，土地需满足哪些条件。

在法兰克福桥梁系统项目中，潜在的城市周边渗蓄区会被仔细挑选。通过观察目前的地下水水位，借助地下水模型的模拟，得出渗蓄之后上涨的地下水水位数值（厘米）。

全面彻底的特殊水处理是所有地下水积聚的先决条件。采样的时间和地点也要符合有关部门的严格规定。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



在桥梁系统的帮助下可收集200万立方米的水 —— 储存如此大量的水是一个巨大的挑战

为了有足够的水进行灌溉，可以使用几种水源：雨水、从建筑基坑中抽出的地下水以及从美茵河中取用的水。从理论上讲，这意味着全年可以收集灌溉所需的超过60万至80万立方米的水。那么具体什么时候会用到这些水？需要储存多久？

在法兰克福桥梁系统项目范围内，考虑到近年来德国植被的生长周期分别向前提前和向后延长两周，规划的水存储容量能够满足所有绿化植被从4月至9月的灌溉需求。植被在春季更早开始发芽，叶片在秋季更晚脱落。这一趋势很可能会持续下去。

因此，在3月底必须有足够的水供应，以保护对城市气候具有重要价值的绿地和树木免受潜在的长期干旱的威胁：这是一项艰巨的任务。

对于如此大量的灌溉用水，将其储存在地下水体中 比建造巨大的人工水库更具可持续性

原则上有如以下几种存储类型：例如大型地下工程（类似于法兰克福的 11 个雨水蓄水池）；或城市附近湖泊等地表水。也可以考虑利用美茵河尽端的海港盆地进行蓄水。

但是所有这些存储设施都需要大量的建设工作。由于空间不足，在法兰克福市区提供大型储水箱也并非易事。然而，有一个大型的现存水库：地下水。

原理很简单：让排放水渗入地下水体。而渗入地下水体的排放水质必须严格遵守相关法律规定，即水质不得因排放水的渗入而恶化。

如果所有条件都满足，“地下水体”可以通过渗蓄来富集，必要时可以从附近的井中取水而不会降低地下水位——在德国，必须在确保地下水位不受到威胁的情况下才能取用地下水。

这也是法兰克福从黑森州的沼地中获得饮用水的方式。与此类似，也可以在法兰克福城市周边如城市公园中建造渗水坑和渗透井。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

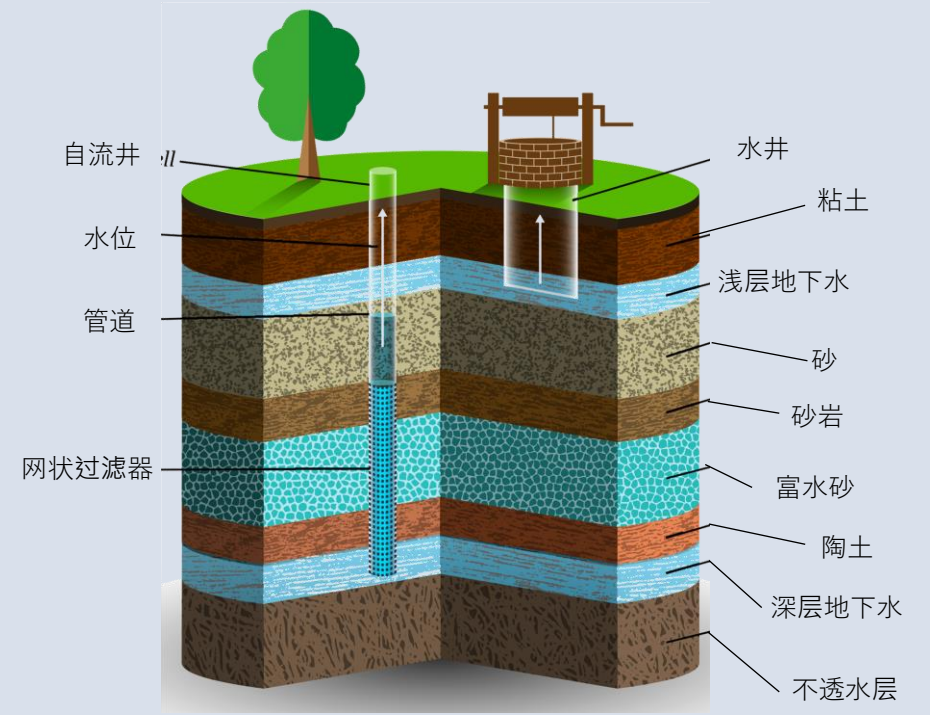
团队

联系 & 版权说明



通过灌溉用水的渗蓄实现 地下水富集

渗蓄的最佳条件是，地下水位以上有一层不饱和层。通过渗蓄作用，不饱和层中土壤和岩石的孔隙会被填满，地下水位上升。一旦该层完全饱和，它就不能再吸收任何水分。若再往其中渗蓄，那里的地表很快就会被水淹没。



土壤条件决定渗蓄潜力

决定一个地区是否适合储存地下水的决定性因素是地下水之上的透水土壤层的“厚度”，专家们称之为“非饱和区”的“厚度”。在法兰克福城区内，不同地区非饱和区的厚度不一：在上拉德区 (Oberrad) 非饱和区相当薄，地下水更接近地表。在埃舍尔斯海姆区 (Eschersheim) 非饱和区更厚，地下水更深。

法兰克福的土壤成分也有很大差异：城市南部的土壤是沙质的，北部则更加肥沃。因此，渗透水需要不同的时间才能到达地下水层。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁
城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝
桥梁环形管道系统
雨水收集
利用基坑水
近郊储水
水敏性法兰克福

能源
交通
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



土壤不得被污染区域污染

污染区域的污染物会通过渗透过程进入地下水。因此一些曾经的工业区[例如里德瓦(Riederwald)]作为潜在的渗蓄区——尽管看起来干净——将不被纳入渗蓄范围。

该区域必须提供水处理空间

只有当水质不低于地下水质量的情况下，水才能被渗蓄。即使水是从最近的水井中取出的，也可能需要经过处理过程才能汇入管道系统。

土壤必须具有渗透性

传统情况下，水的渗蓄发生在法兰克福南部的城市森林中，因为那里的土壤渗透性很强。而美茵河以北延伸至法兰克福城市下方的土壤很快就到了粘土层，很难对水进行渗蓄作用。

土壤必须有足够的储存能力

地下的非饱和层必须足够厚，以吸收足够的地下水，而不会让地下水位上升到危及现有建筑物或树木的程度。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

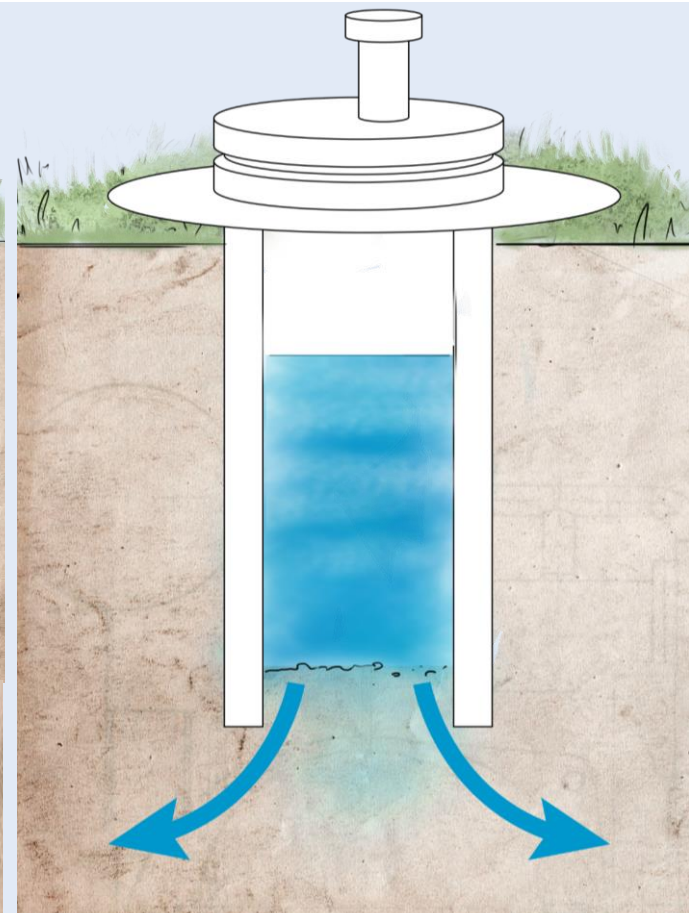
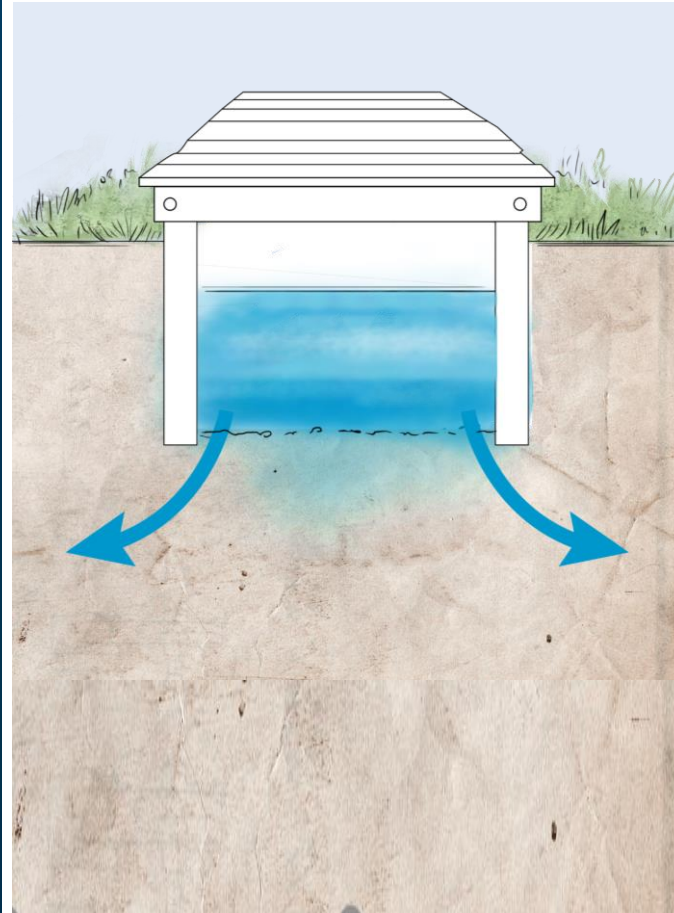
联系 & 版权说明



渗透的两种变体： 沟渠或竖井

对于城市周边的水渗透来说，尽管缺少公园或草地，却可以建造特殊的渗水系统：一方面可以建造渗水沟，并且可以很好地隐藏在人行道下。另一方面可以选择性地建造更深入地下的渗透井。

对此可以根据具体位置进行选择：若空间足够，则选择渗水沟；若空间有限，那么更深入地下的渗透井则更为合适。



旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



渗透过程通过可覆盖的沟渠进入地下， 这些沟渠看起来就像普通的人行步道

渗透沟可以将大量的水缓慢地排入地下，同时尽可能少地占用空间。为此需要向下深挖数米，并砾石填充。水被引入并填充砾石之间的空隙，并逐渐渗透至土层。

为了防止污染以及人们的踩踏，渗透沟将被覆盖起来，并可以作为人行步道使用。

当法兰克福的人们在绿地漫步并享受这一天时，他们脚下的地下水正在逐渐被填满。



总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



与之相关的风险和问题必须在法兰克福桥梁系统的初步规划阶段得到澄清，并由当局进行审查

在进行渗透储水之前，必须明确重要的先决条件：

1. 在法兰克福市区或近郊的何处可以进行渗蓄？那里的土壤质量和成分是什么？
2. 需要何种程度的处理？净化到饮用水标准还是更低？
3. 在离渗透源多远的地方可以取水？
4. 在离渗透多长的时间段后可以取水？

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

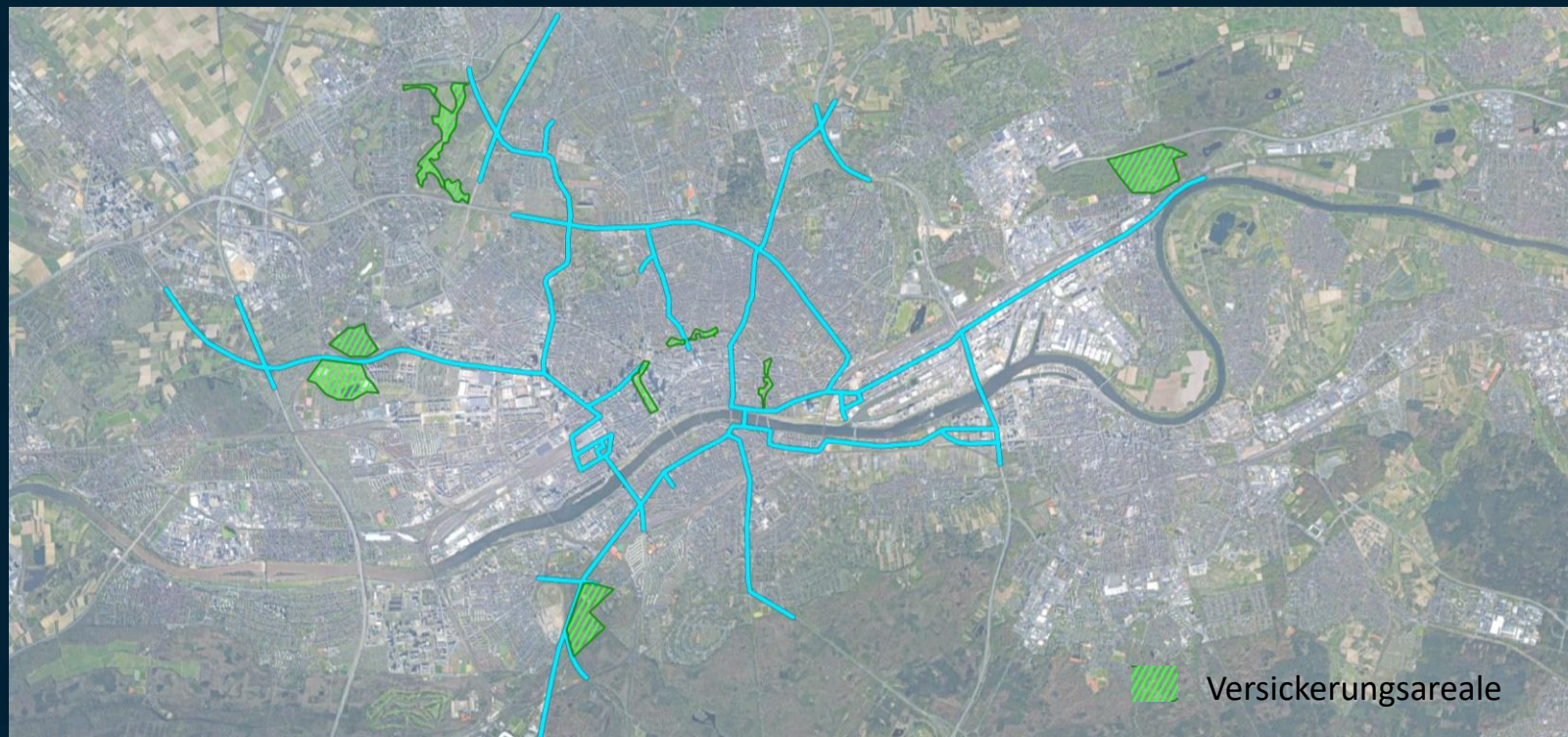
搜索

团队

联系 & 版权说明



考虑到当地的土壤条件，并借助简化的地下水模型， 确定法兰克福可以安全渗水的区域



根据当前的地下水模型，确定潜在渗流位置：一个地区的地质和地下水状况对渗流的影响具有决定性意义。只有在现状地下水水位不高，并且水流的渗入只会导致地下水水位在一定范围内上涨的情况下，才可以将该地区作为安全渗水区域。否则，地下水水位过高可能会对建筑构件或植被造成损害。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

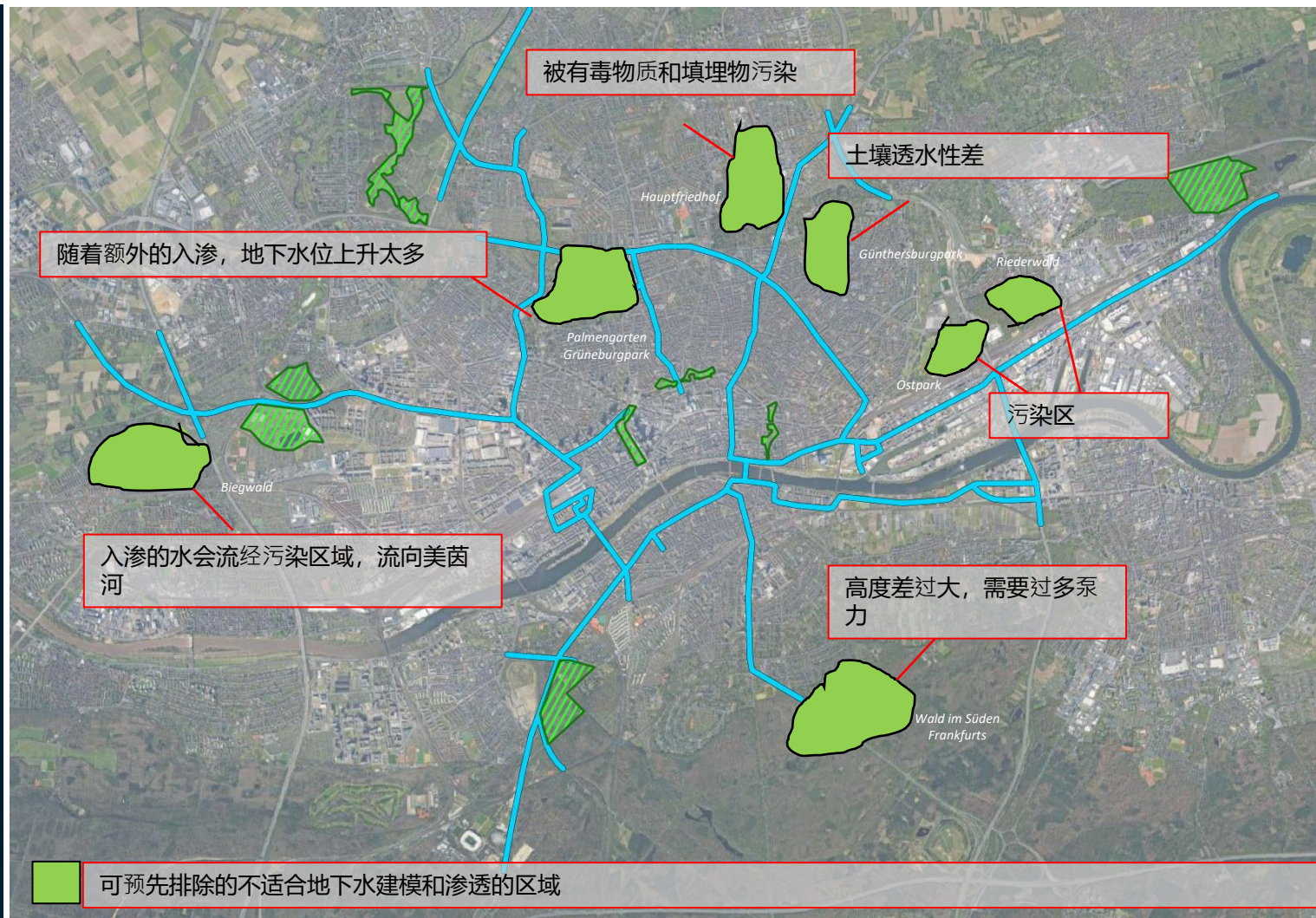


第一步是从所有潜在的渗蓄区域中选择合适的区域，并排除不合适的区域

整个城市范围内的公园和绿地，以及人行道下方，都可以进行水的渗蓄。然而，并非所有区域都适合对大量的水进行渗蓄。

选择参数

1. 土壤污染信息
2. 项目区域地势（高程剖面）
3. 地质条件（粘土、沙子、岩石等），即土壤的透水性和蓄水能力
4. 当前的地下水位以及相应的入渗高度 —— 只能通过地下水模型确定



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

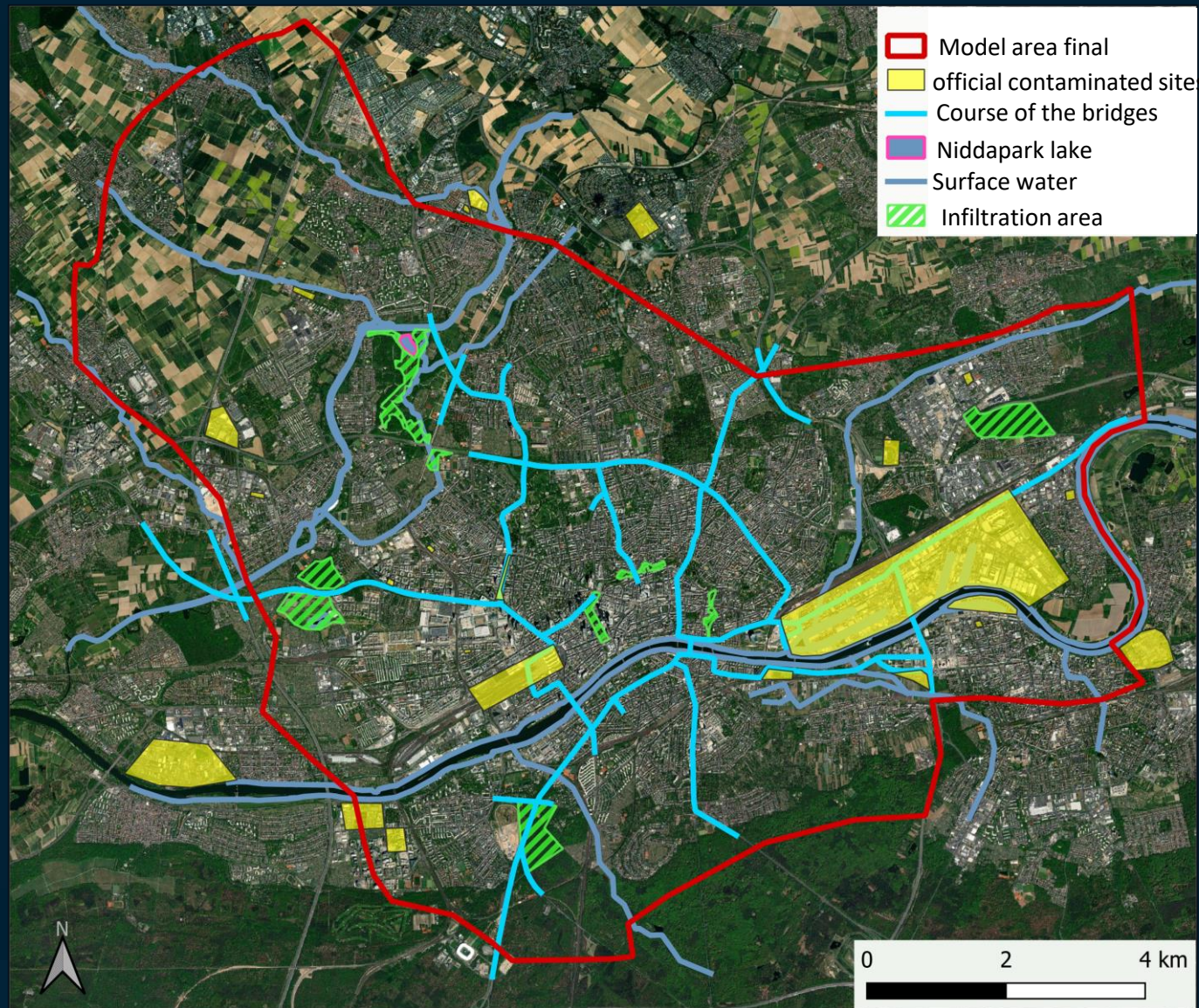
团队

联系 & 版权说明



(1) 确定研究区域内的污染点

由于会损害地下水水质，污染区被排除在适合渗蓄的区域之外。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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) 数字地形模型展示研究区域的高度信息

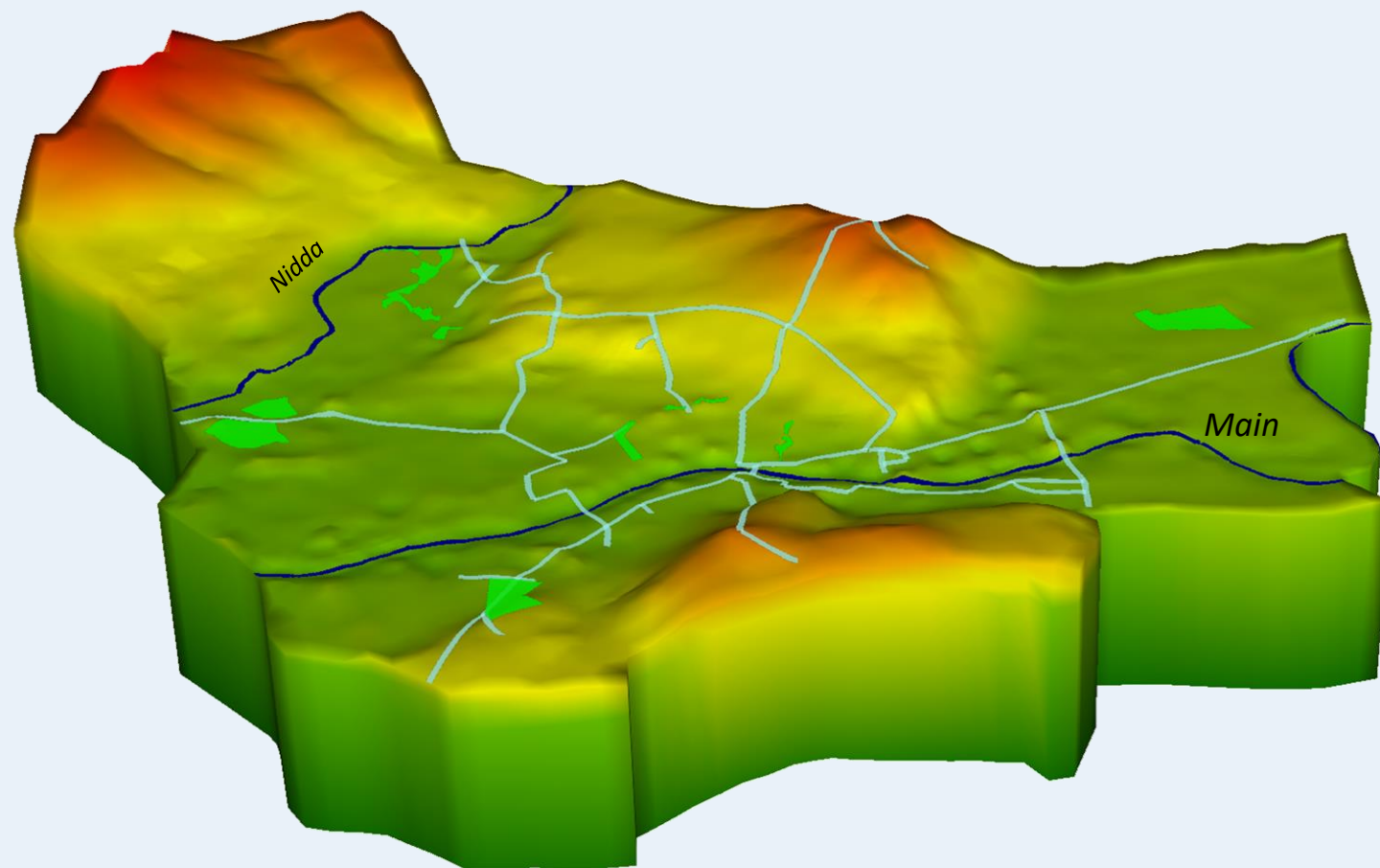
研究区内带有桥梁和美茵河路线信息的数字地形模型，提供了城市地形的整体印象，以及创建3D地下水模型的数据基础。图中的荧光绿区域为渗蓄区。

地面顶部[mNHN]



— 线路的走向

— 地表水 (美茵河, 尼达河)



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

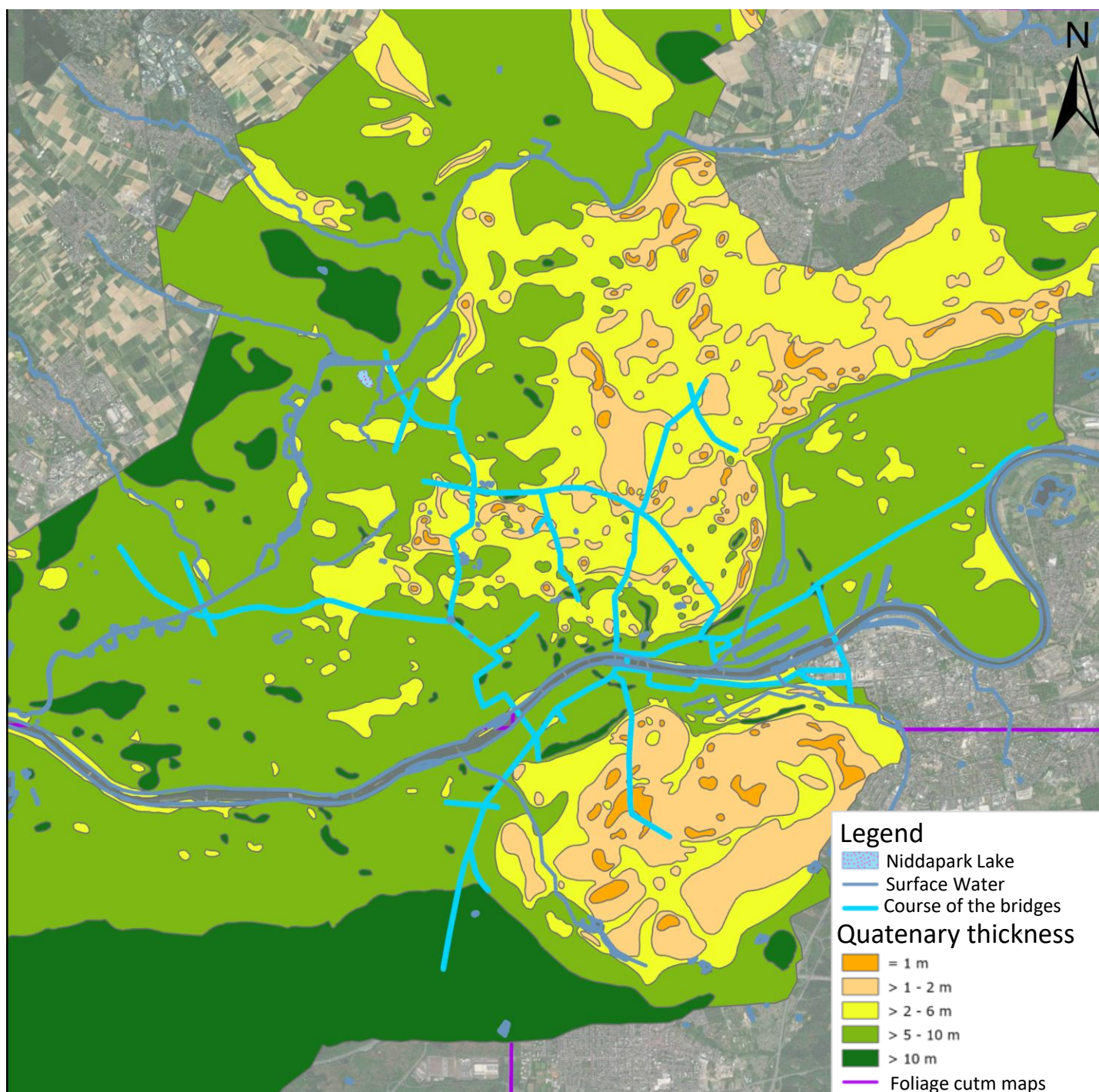
团队

联系 & 版权说明



(3) 第四纪沉积物厚度 (在模型中) 表示土壤 的透水性和蓄水能力

所谓的“第四纪沉积物厚度”描述了地表中能够容纳地下水的地层的厚度。简单地说：一个点的第四纪厚度越低，含水层就越“薄”。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

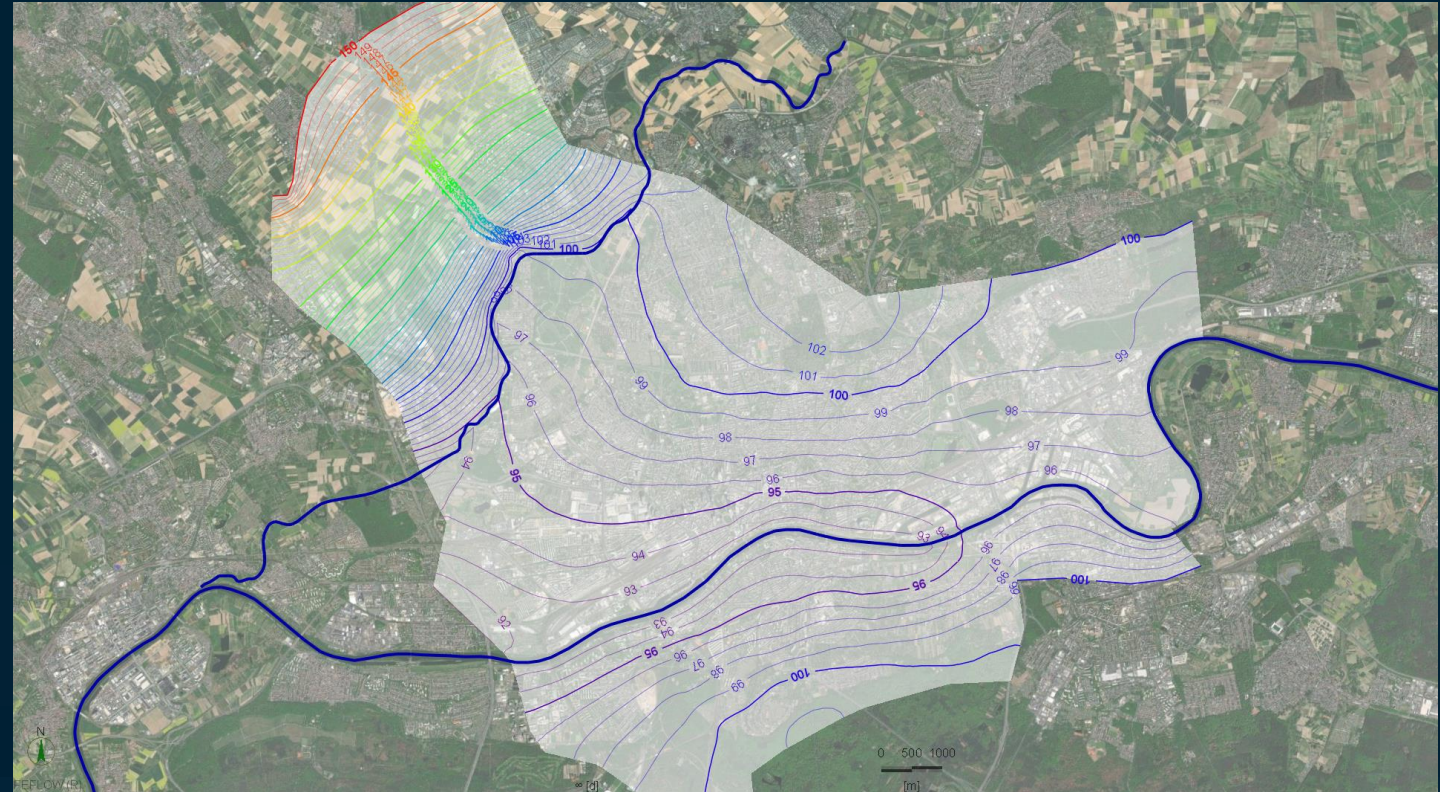
团队

联系 & 版权说明



(4) 当前的地下水位是地下水模型的重要输入参数

在二维地下水模型中，当前的地下水位可以以不同的方式读出。这是一个重要的模拟额外渗水所带来的影响的工具。



通过地下水模型，计算了法兰克福桥梁系统渗水前后整个模型区域的地下水水位。即使模拟结果只是初步估计，它也是模拟额外渗水影响的重要依据。

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

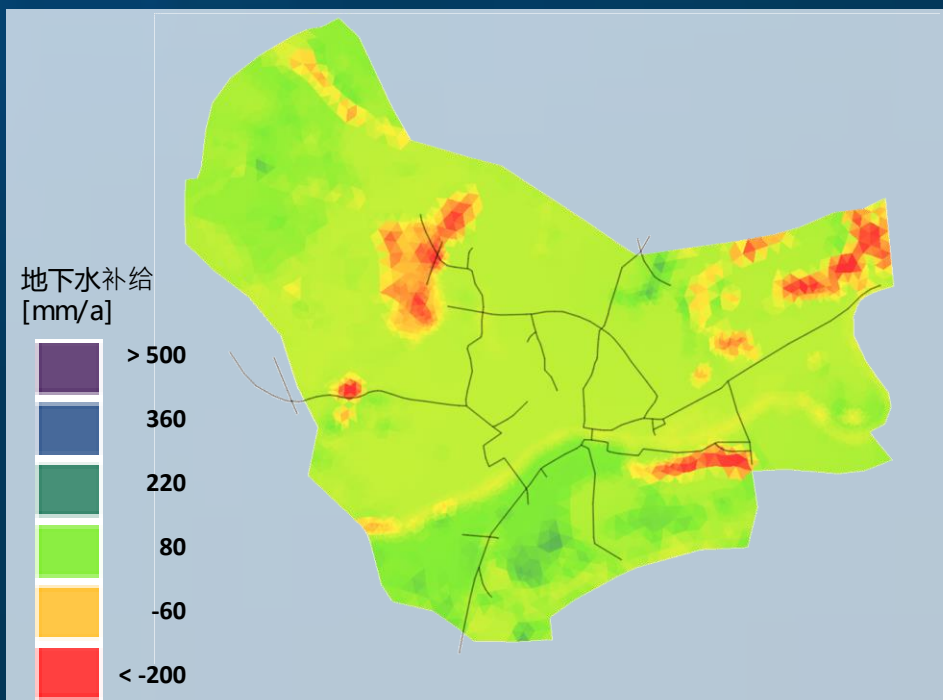
团队

联系 & 版权说明



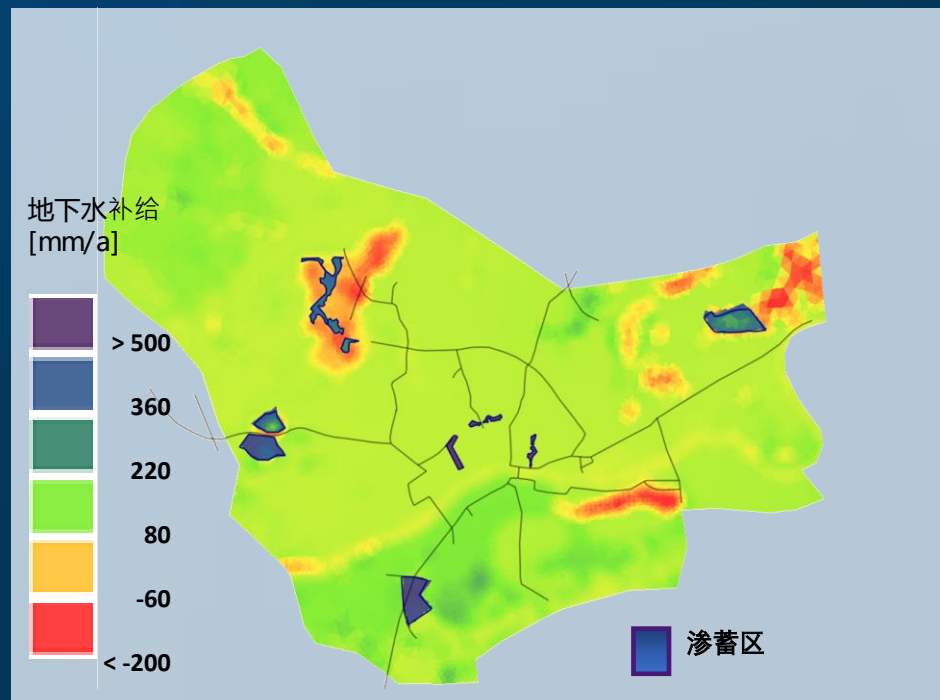
建模区域地下水补给的初步情况

地下水补给被定义为“水下渗进入地下水” (DIN 4049-3)。 较低的或者负值的地下水补给量往往与蒸发量过大有关，而地下水补给率高则意味着地下水水量增加。是否适合作为渗蓄区首先取决于其地形条件及土层结构。



法兰克福桥梁系统有助于更多地对地下水进行补给

在地下水模型中，现有的地下水补给水与来自渗蓄区的水汇集。适合渗蓄的区域有：尼达公园(Niddapark)、部分城市环线 (Anlagenring)、雷布施托克公园 (Rebstockpark,)、海因里希卡夫公园 (Heinrich-Kraft-Park)和城市森林。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

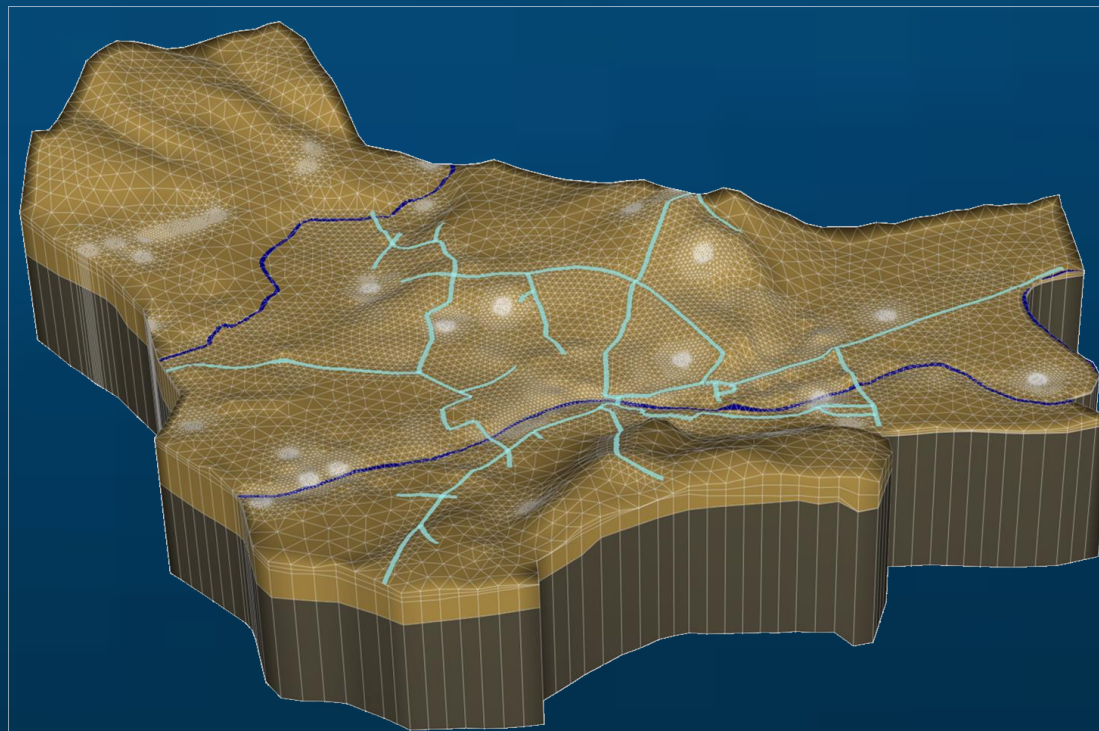
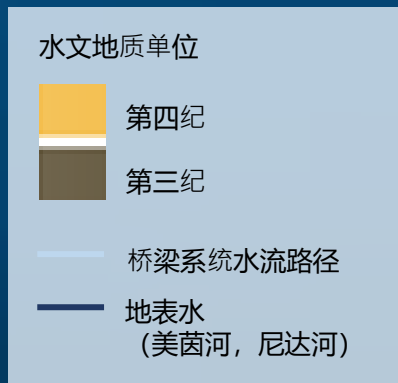
团队

联系 & 版权说明



水文地质结构模型的运用大大简化地下水动力学分析

借助数字地形模型中的公开数据，建立水文地质结构模型（3D）。它以高度简化的形式描绘了第四纪和第三纪的主要水文地层构造。



该图还显示了有限元的离散网络，在该网络的过渡处求解了地下水流的微分方程。该模型网络在已知水井处进行了更精细的离散化，以便更详细地表示当地地下水动态。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

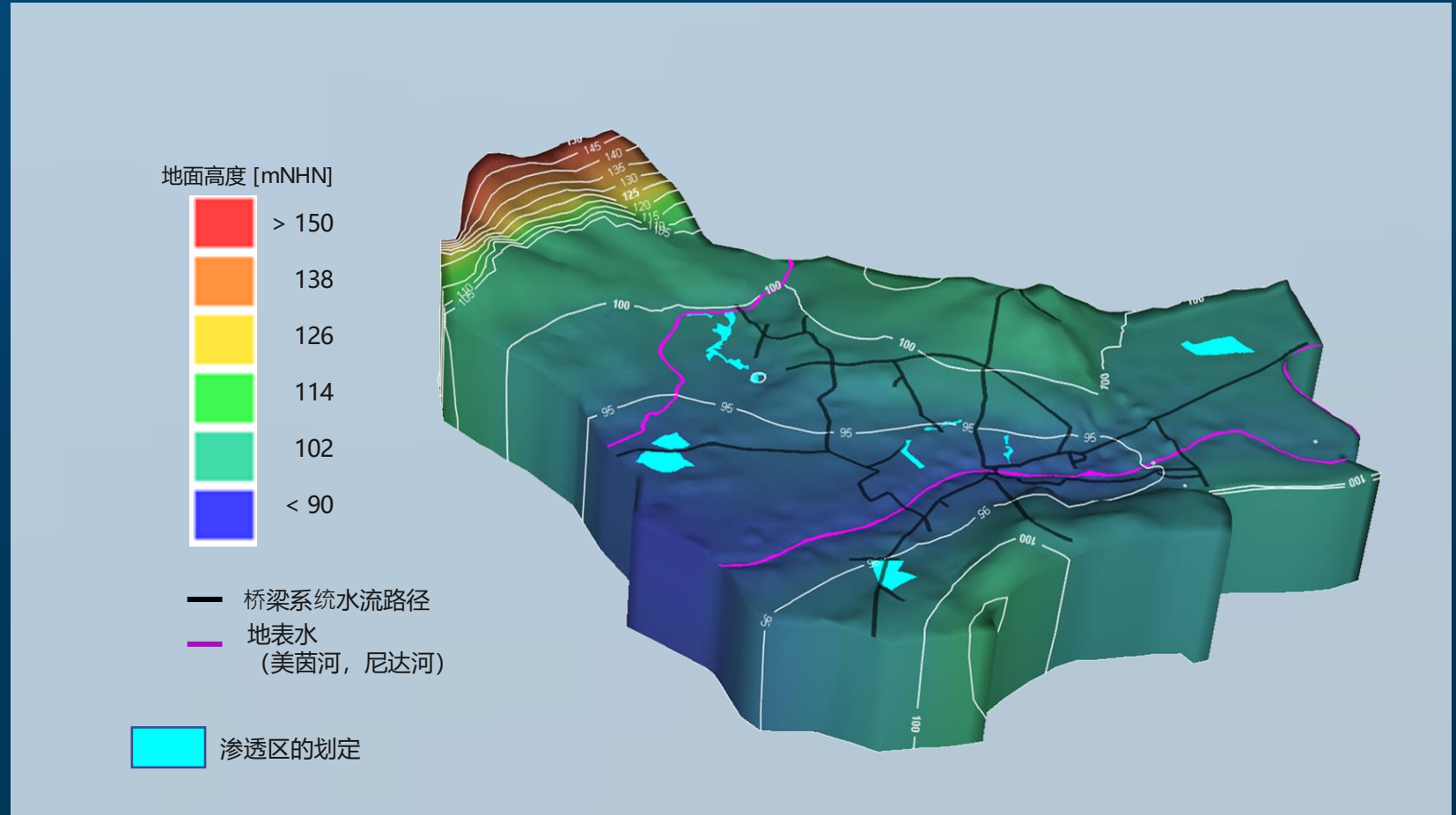
搜索

团队

联系 & 版权说明



3D 地下水模型显示了近地表第四纪地下水层的水位 (地下水位等高线)



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁
城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝
桥梁环形管道系统
雨水收集
利用基坑水
近郊储水
水敏性法兰克福

能源
交通
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

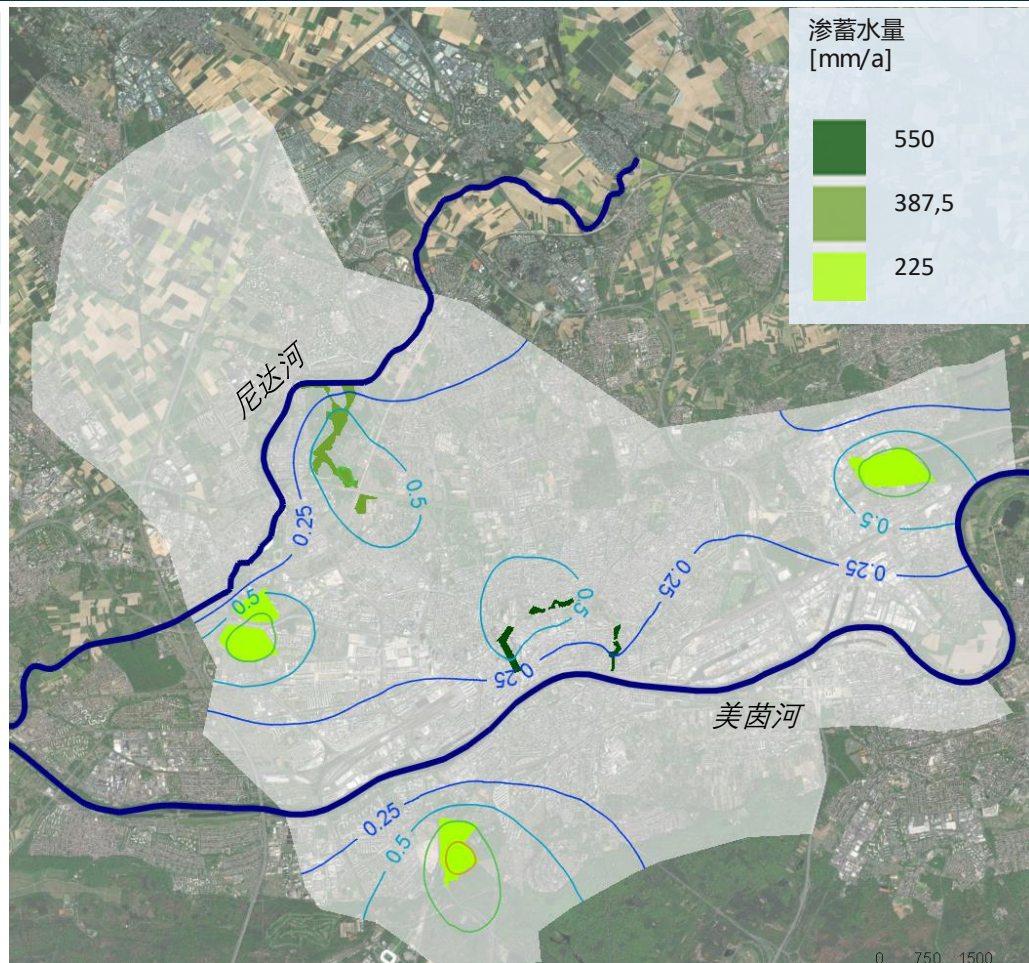
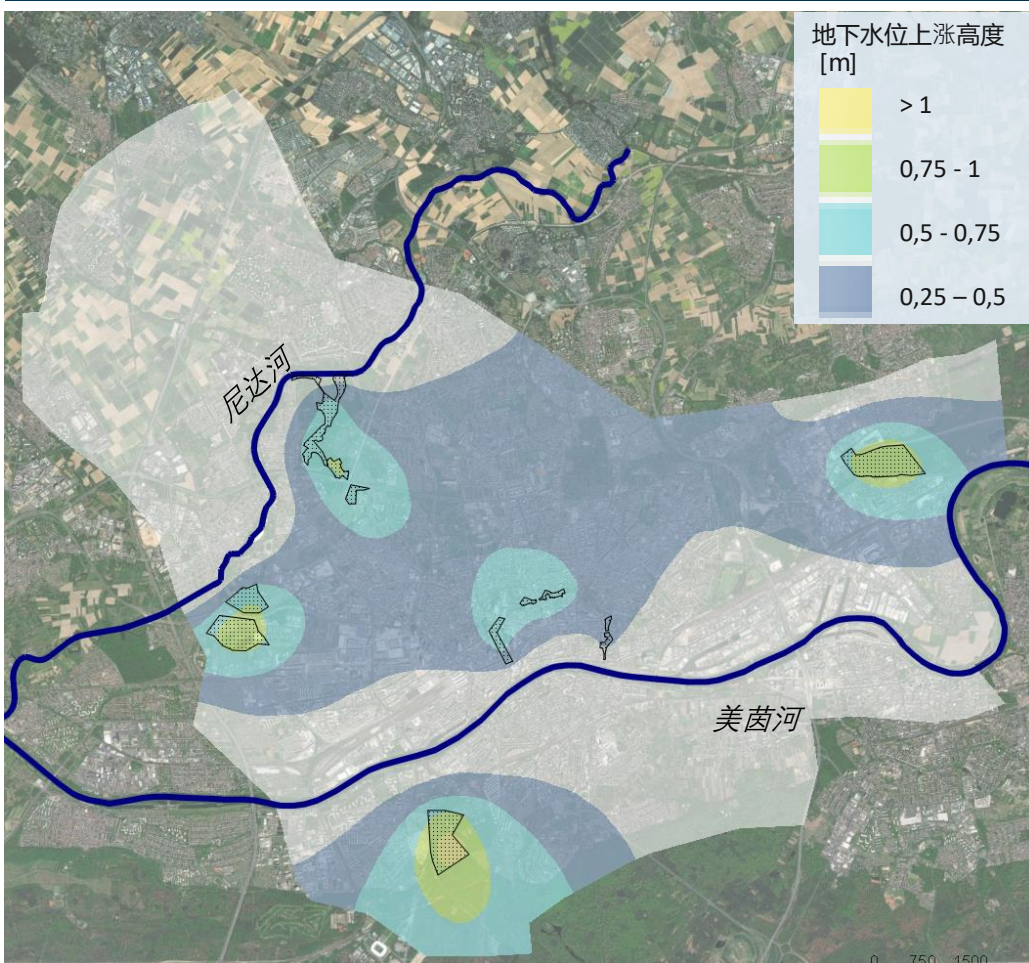
专业信息

搜索
团队
联系 & 版权说明



地下水模型显示了每年额外渗透 60 万立方米水量后地下水水位的增加

由于额外的水渗透，预计地下水水位将大幅增加 25 至 50 厘米。这意味着，在不影响现有的建筑物或工厂的情况下，多达60万立方米的水可以在靠近城市的地方渗蓄。如果扩大模型区域，可以在法兰克福周边区域通过渗蓄储存多达 200 万立方米的水。



总方案

建筑 & 桥梁
城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝
桥梁环形管道系统
雨水收集
利用基坑水
近郊储水
水敏性法兰克福

能源
交通
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

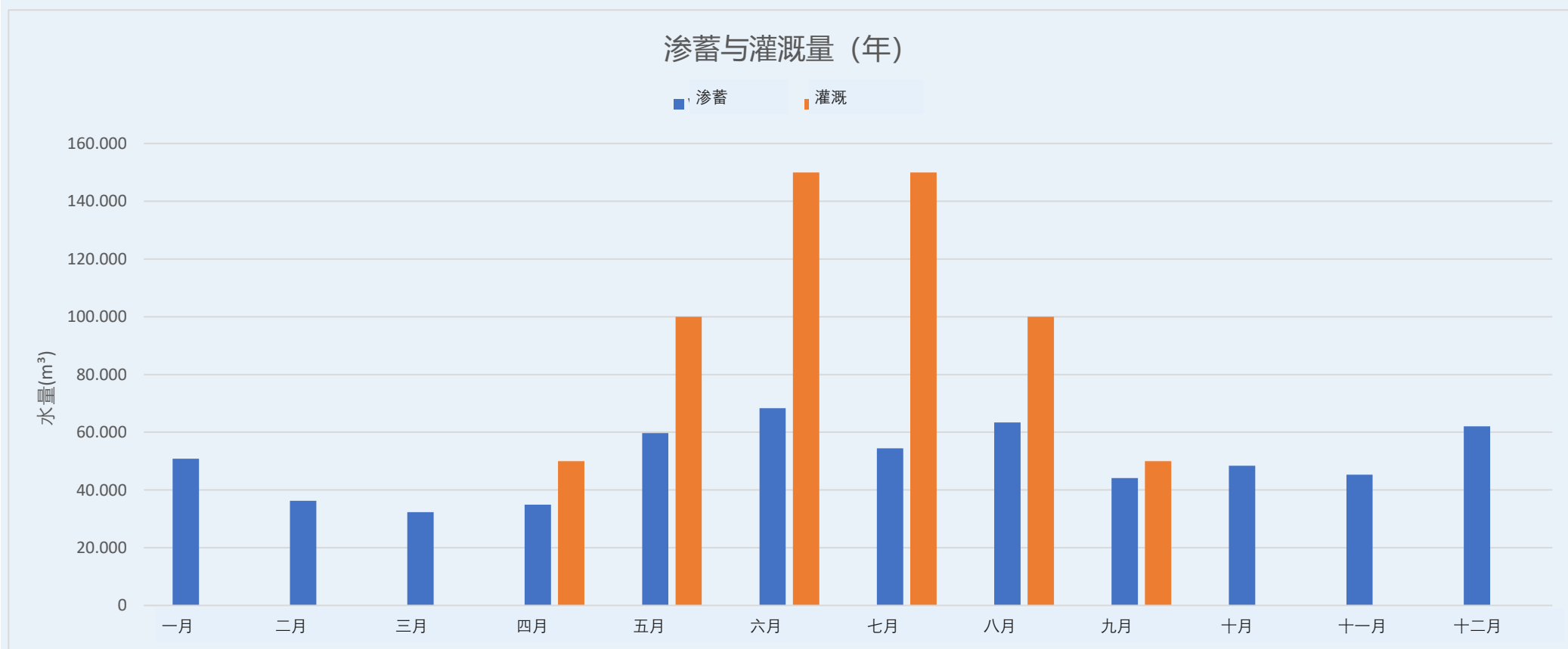
专业信息

搜索
团队
联系 & 版权说明



渗蓄与灌溉量模型

下图以灌溉需求600000 立方米/年 为基础，以理想化年份为例说明了每年的渗蓄与灌溉情况。灌溉在夏季进行超过 6 个月，并随着温度的升高而增加。渗蓄全年都在发生，这里是根据多年来确定的月降水量按比例估算的。渗蓄水量与灌溉水量达到了平衡。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

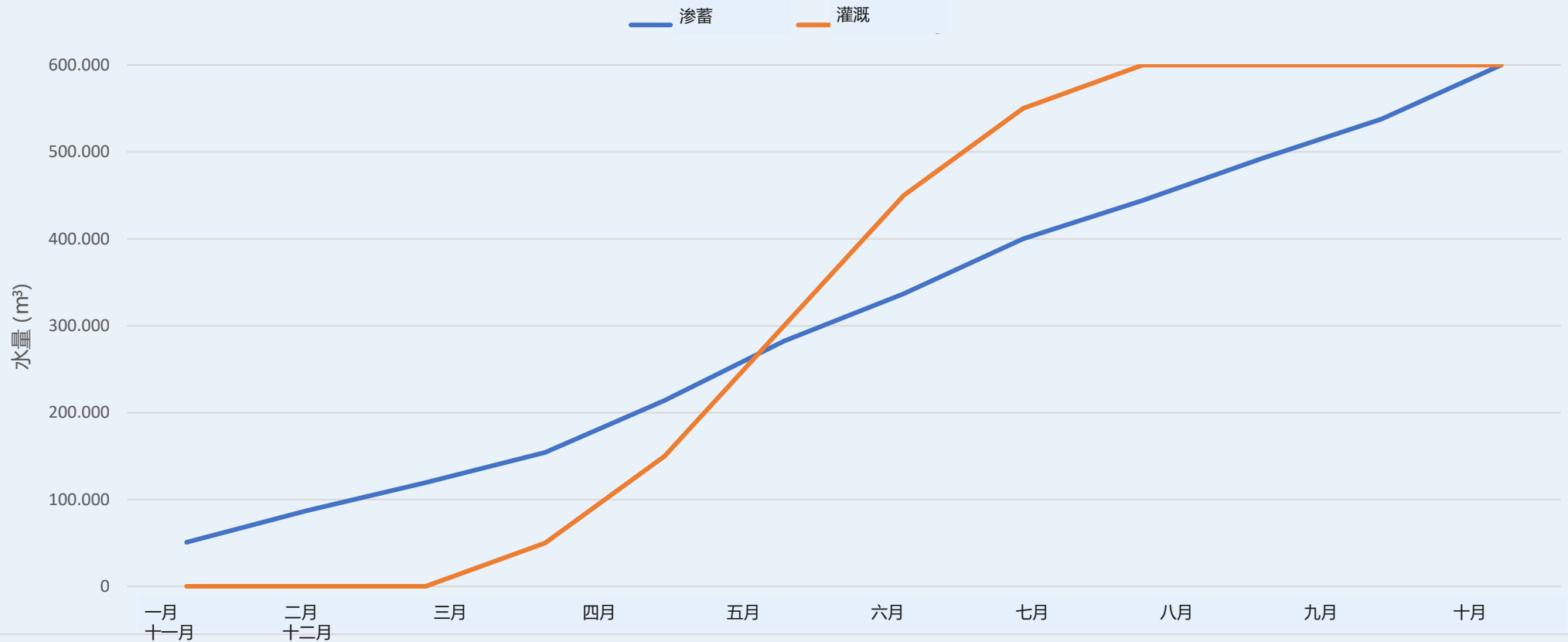
搜索

团队

联系 & 版权说明



一年中累计渗蓄和灌溉量



水的渗蓄和取用过程

如果将一年的渗蓄和灌溉量绘制成折线图，则可以根据特定时期两条曲线之间的最大差值来确定所需的最大存储量。在这个例子中（灌溉量60万立方米），8月和9月的最大值在15万立方米左右。对于年100万立方米的灌溉量，所需的存储量约为25万立方米。由此可以得出结论，即使在极端年份，60万立方米的地下水储存容量也足以满足桥梁和公园的灌溉需求。

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



挑战：根据渗蓄的地点和时间确定取水的地点和时间

此外，该模型还可用于计算地下水的流向和流速。这样不仅确定了最佳入渗位置，同时确定了地下水的最佳抽取位置。

理想情况下，应及时抽取与之前渗入的水量相同的水量——例如在7月份抽取在2月份渗入的水量。



旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

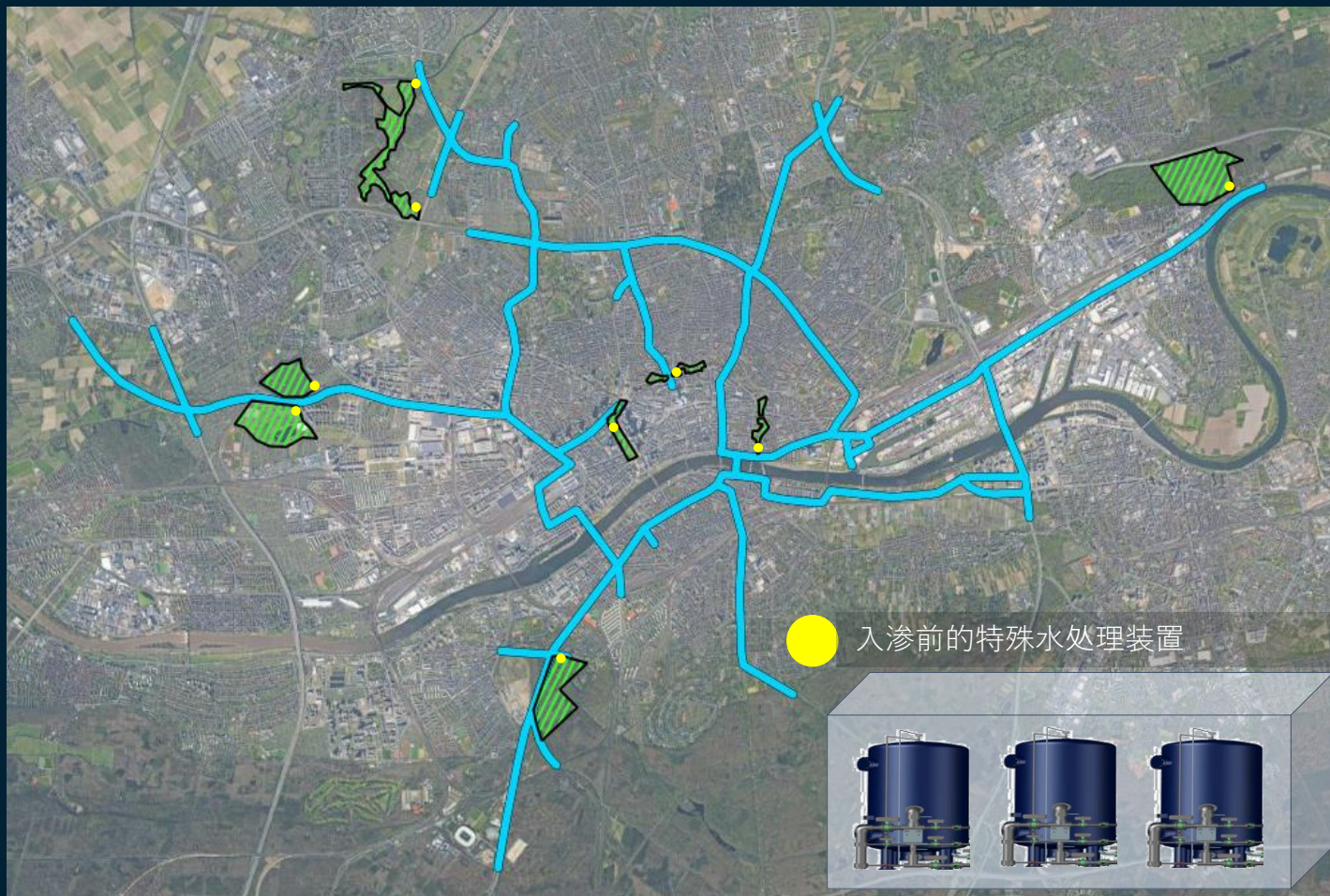
搜索

团队

联系 & 版权说明



在渗入地下水之前，来自管道系统的水可能需要再次处理。这一过程应当在清洁装置中进行（可能使用活性炭过滤器）。



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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：在市中心地区，至少可以通过渗蓄储存60万立方米水。

借助简易的地下水模型，可以评估在法兰克福市区通过渗蓄储存大量水的可行性。该模型表明，在法兰克福桥梁系统沿线选定的渗蓄区域，可以轻松渗蓄至少60万立方米水，而地下水位上升幅度不超过 25 厘米至 50 厘米。这一存储量足以满足灌溉需求。

若由于气候变化或绿化面积增加而导致灌溉需求增加，可在城市周边确定额外的渗蓄区。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



目标：抵御干旱和洪涝



通过桥梁环形管道系统进行
水分配



雨水收集代替雨水排放



建筑基坑地下水的利用



未来城市没有水资源的浪费



内城软化



城市绿地赋能



绿色的未来都会

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

水敏性法兰克福

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



未来城市没有水资源的浪费

只有水敏性城市才能抵御干旱季节、暴雨、树木死亡和洪水。长久以来，城市的水处理目标一直是尽快排出积水以避免其带来潜在的危害。而在未来，城市的目标必然是保留任何类型的水资源并竭尽所能高效的利用他们。渗透、再处理、以及城市内储存是满足这一目标的重要手段。

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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：建设法兰克福成为水敏性城市的措施

城市地表水是植物灌溉用水的储备和临时储存。和雨水、基坑地下水一样，来自美茵河以及其他静水体的水都需要在汇入管道系统和深入地下之前进行清洁。

另一个重要的未被开发的水资源是废水：和世界上大多数城市类似，法兰克福城市最大的潜力在于废水的再利用。这在应对气候变化的大背景下是必要的。

在法兰克福，还有许多其他措施来改善城市绿化灌溉，从而改善城市气候。例如建造洼地、蓄水池、沟渠等等。这些都是建设水敏性城市道路上的里程碑。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

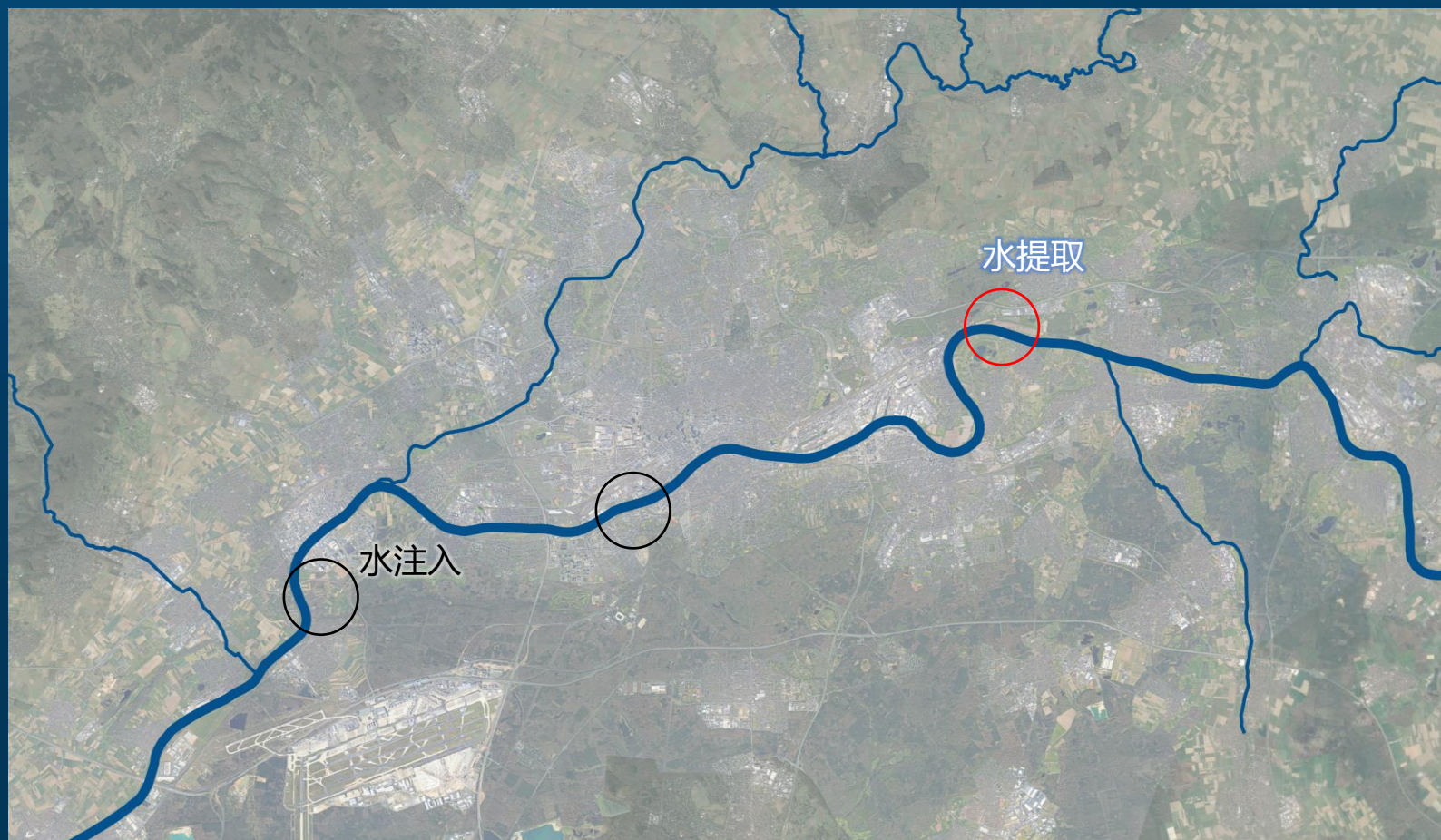
联系 & 版权说明



美茵河的河水可以用来补给城市用水储备

如果雨水和地下水资源不足，美茵河就是城市的安全网。但只能在高水位的时候从美茵河抽取水资源，而且必须为将来的使用储备起来。

美茵河的水抽取点要设置在上游的费兴海姆(Fechenheim)方向，因为在下游城市南部的下拉德区(Niederrad)和辛德林根区(Sindlingen)附近的污水处理厂会再次将处理过的污水排入美茵河。



旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



在桥梁系统的北端，可以建造一个沐浴湖作为临近城市的另一个水库

法兰克福一直缺少一个属于自己的，公共交通便捷的沐浴湖。在法兰克福桥梁系统的北端，尼达公园(Niddapark)的联邦园艺展的旧址上，可以建造一个这样的湖泊。



沐浴湖不仅是灌溉水的理想储存地，还可以提升当地度假区的品质，同时也为各种动植物提供一个重要的栖息地。

通过法兰克福桥梁的客运系统可以便捷到达沐浴湖，游客可以从桥梁直接抵达湖泊。对于没有私家车的家庭，以及老人小孩等只能由人陪同不方便出游的群体，这个沐浴湖无疑是法兰克福的一个新的吸引点。

沐浴湖也对城市气候产生积极的影响：水的蒸发 —— 至少在某些天气条件下 —— 可以冷却湖周边空气，并将其送入城市中心。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



尼达公园(Niddapark) 的沐浴湖： 水库、空调和度假区

周长：820米

面积：45000平方米

储水量：约12万立方米

可取水量：13500立方米

通过桥梁上的无人交通系统可以
快速抵达 —— 高峰期多达
每几分钟一班

遛狗公园替代区：整个湖泊南
部区域



旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝
桥梁环形管道系统
雨水收集
利用基坑水
近郊储水
水敏性法兰克福

能源

交通

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



法兰克福人一直
很喜欢城市中的
天然泳池：图为
1930年，铁桥
(Eiserner Steg)旁
的美茵河泳池



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



沐浴湖以环保和可持续的方式建造

在规划阶段，必须进行水文地质研究以确定湖泊可以获得多少地下水。剩余的水由收集和净化后的雨水通过桥梁环形管道系统补充。

湖泊的蓄水量很大。根据不同的深度选择，湖泊可以储存多达12万立方米的水。

并非所有的湖水都可以用于灌溉。可用水量在干旱时期被限制在30厘米水位高度（约13500立方米）。这样就可以保证即使在干旱期，沐浴湖也可以成为城市的自然空调系统。

法兰克福桥梁系统的运营公司负责湖泊的水质、整个区域的清洁以及游客的安全和相应的服务。

浴场设施



水的提取方式

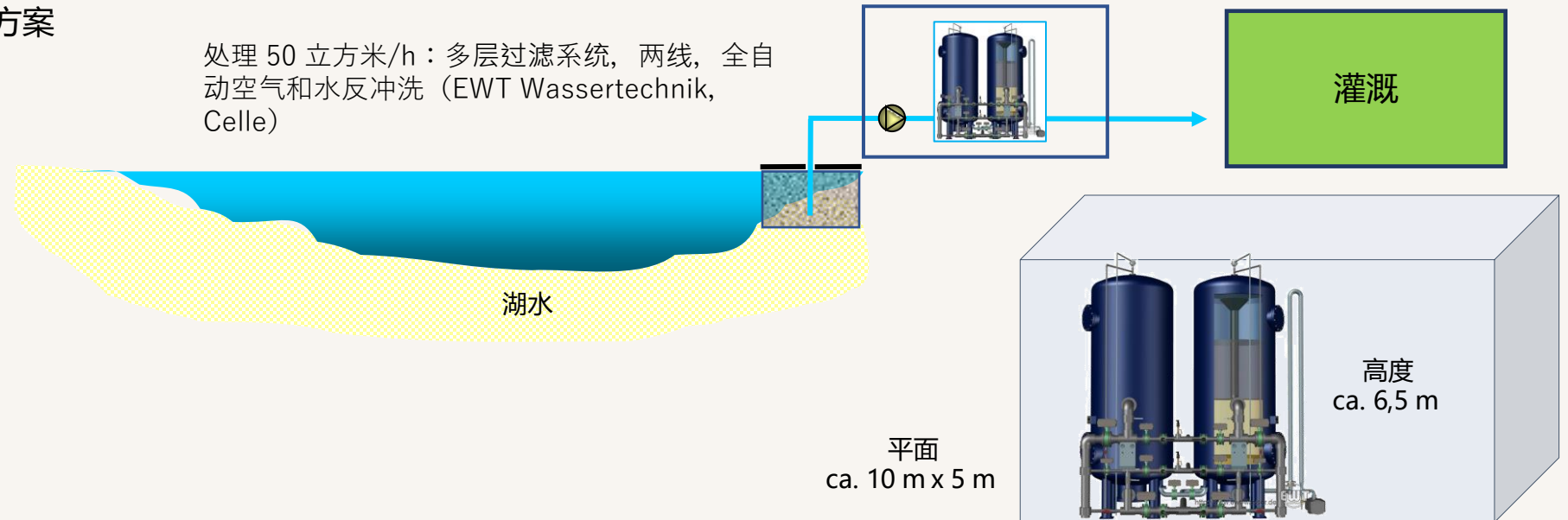
考虑到浴场的水质，可以直接通过在河岸边放置的干燥自吸泵取水。为了避免出现风险，不应安装潜水电泵。

为了防止吸入颗粒杂质，吸嘴周围应当使用中到大号砾石覆盖。通过罩子可以最大限度地减少藻类生长。全自动过滤系统可以进一步减少未溶解的污染物。

输送灌溉水的管线应该确保在泵关闭时可以自主排空余水。这些装置可以扩展安装杀菌系统（紫外线杀菌或氯化杀菌，以及活性炭滤芯）。

所有的系统组件可以安装在一个简易建筑中。在运行时系统可以按需调控。每年要对进水口进行清洁。

程序方案



旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁
城市绿化 & 自然水

武装城市以抗旱涝
桥梁环形管道系统
雨水收集
利用基坑水
近郊储水
水敏性法兰克福

能源
交通
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

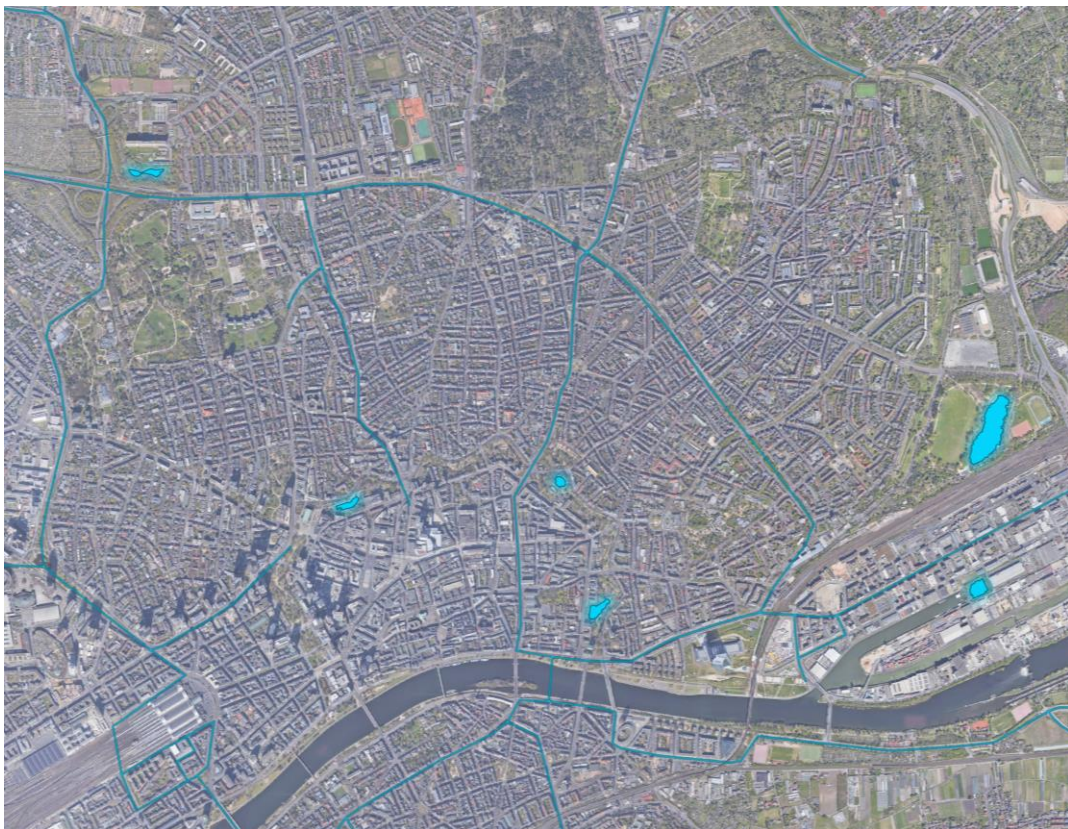
搜索
团队
联系 & 版权说明



法兰克福桥梁系统还可以将其他静水体融入法兰克福市区中

除了所描述的沐浴湖之外，还可以将更多地表水整合到系统中。根据位置的不同，可以想象这些所谓的静水体的功能类似于蓄水池，即从屋顶表面收集雨水并暂时储存，然后将其汇入管道系统中；或者，就像地下水和沐浴湖一样，可以作为水库，以满足灌溉需求。

在静水的情况下，与尼达公园(Niddapark)的沐浴湖一样，水位波动被限制在 30 厘米范围内：因此，总共可以暂时抽取多达 12775立方米的水。



静水体	面积	水量 (上升 30 cm)
Ostpark-Weiher	34.985 m ²	10.496 立方米
Bundesbank-Weiher	4.195 m ²	1.259 立方米
Albert-Mangelsdorff-Weiher (Anlagenring)	3.403 m ²	1.021 立方米
Schwedlersee	6.139 m ²	1.842 立方米
Bethmannweiher	2.325 m ²	698 立方米
Rechneigrabenweiher	4.951 m ²	1.485 立方米
总计	42.583 m ²	12.775 立方米

彻底清洁的废水将成为法兰克福未来的 另一种灌溉用水储备

目前，城市中积聚的水，无论是雨水、地下水还是污水，都需要进行排放。

法兰克福桥梁系统可以提供如何使用雨水和地下水的方案。剩下的是废水：来自家庭和商业单位。

法兰克福每年约有6500万立方米废水从位于下拉德区(Niederrad)和辛德林根区(Sindlingen)的污水处理厂排放到美茵河。

这种废水的净化已经非常彻底：在一个三阶段的过程中，粗固体首先在机械清洗中被去除。接着，碳以及营养物质氮和磷在生物和化学清洁过程中被去除。只有经过这一过程处理的水才能向美茵河中排放。

为了能够毫无顾虑地将收集的水作为灌溉用水使用，需要经过所谓“第四阶段净化”。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



净化的第四阶段包括更广泛的除磷和去除微污染物。

越来越多的城市在其水管理中实施这一净化阶段。

法兰克福也已经在计划实施这种先进的废水处理方式。

净化的第四阶段会使用沙子和活性炭过滤器，臭氧和膜系统以及它们的组合。

目前对于“第四阶段净化”没有具有约束力的法律要求。但是，可以预想在不久的将来，这一情况会有所改变。

在瑞士首次大规模实施此类系统后，德国紧随其后，尤其是在巴登-符腾堡州和北莱茵-威斯特法伦州。

第一个黑森州的测试设施是达姆施塔特理工大学在朗根(Langen)污水处理厂的支持下实现的。黑森州的第一座大型工厂目前正在比肯巴赫(Bickenbach)建造。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然水

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

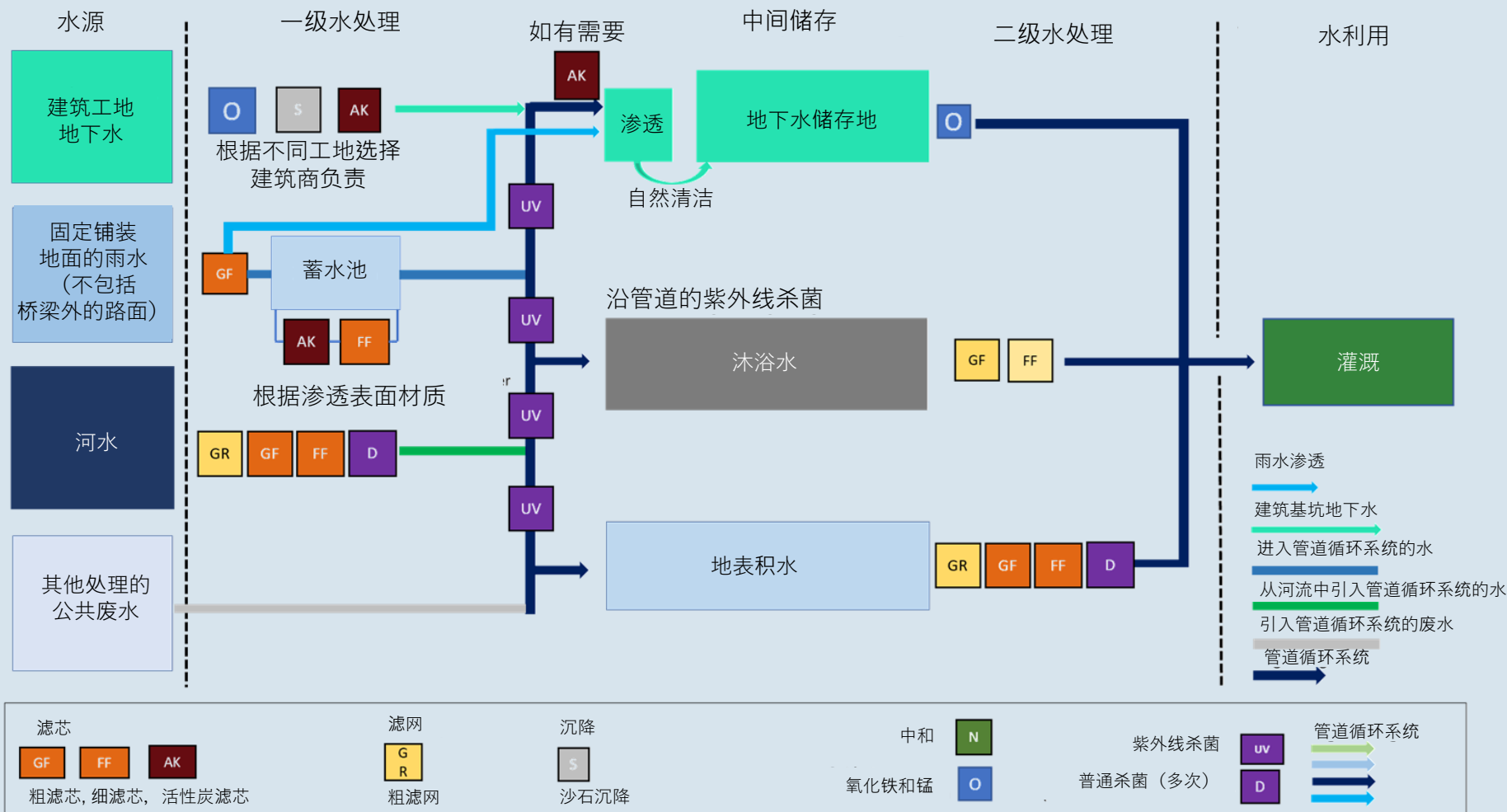
团队

联系 & 版权说明



桥梁系统中不同水源和水站需要不同的水处理工艺

环形管道系统是中央水分配设施。从水源到水库，再到流经管道循环系统的灌溉用水，所有的水都需要满足最低的水质要求。灌溉用水本身没有固定的限值，关键是它基本不含固体和细菌。根据预期的水质，需要不同的水处理过程。



总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



未来的水敏性城市会利用好每一滴水

由于气候变化，即使在以前水资源丰富的中欧国家，水资源短缺现象也正在加剧——尤其是在夏季。

因此，在欧盟层面已经确定了要将处理过的废水作为额外水源的再利用，现在则将在成员国进一步推广。

德国也在开展这方面的工作：德国水管理、废水和废物协会（DWA）的一个专家委员会目前正在为德国地区制定一套规则，该规则将于2023年发布。它明确指出，处理后的废水不仅应用于农业，还应用于灌溉城市绿地。

在美国、澳大利亚和以色列等其他缺水的工业化国家，已经开始利用处理后的废水进行灌溉，这一方式很可能在在德国被推广开来。

对废水的进一步净化和再利用将成为桥梁项目的一部分

规划中废水将用于地下水的富集，即收集的雨水、建筑基坑地下水或河水将通过环形管道系统流向渗蓄设施。

为此，在下拉德区(Niederrad)污水处理厂的出口与最近的桥梁之间将建立一段连接。因为与桥梁系统的其他水源相比，污水处理厂的水是永久性来源，因此根据不同的天气情况，在需要灌溉时，这一连接能够将水从污水处理厂通过环形管道系统输送到需要被灌溉的区域。这样可以避免经过地下水“绕道”，从而缩短输水时间，减少灌溉系统的能源需求。

这一措施的先决条件是在下拉德区(Niederrad)污水处理厂大规模实施第四阶段净化。这一条件目前并未满足，除了必要的投资之外，场地空间不足也是一个挑战。此外，对于有多少水需要进一步净化并没有任何约束性规范。

不过，预计在法兰克福桥梁系统建成时，法兰克福也将大规模实施第四阶段净化工作，桥梁系统的水资源分配功能会将净化后的废水输送到储存地点，可直接用作城市的灌溉用水。



总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

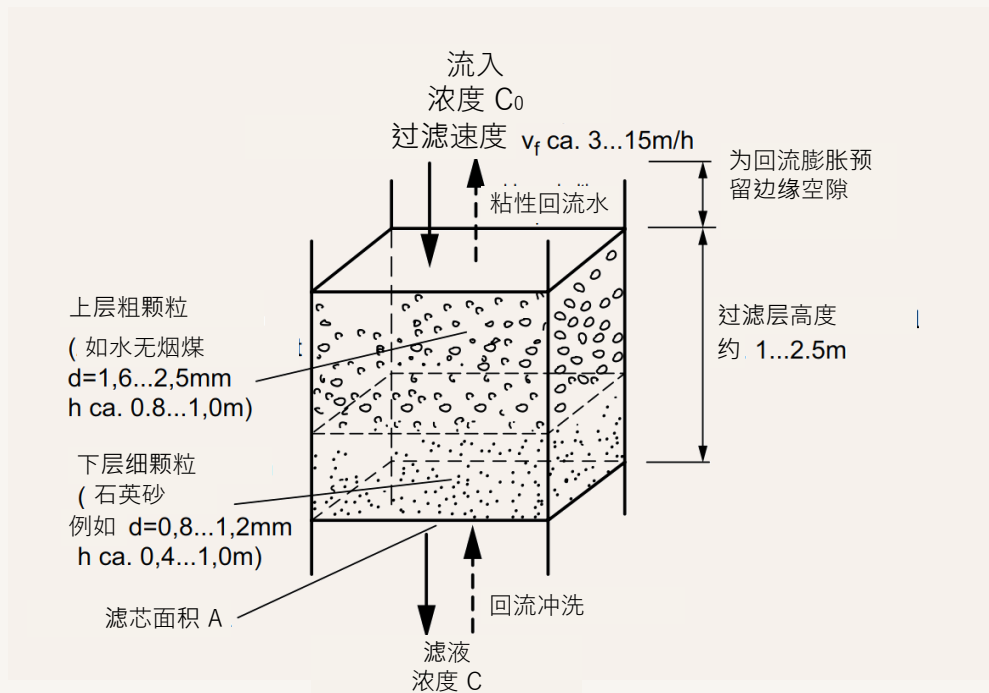
搜索

团队

联系 & 版权说明



快速过滤器的基本尺寸 (两层快速过滤器)



选择GAK (颗粒状活性炭) 活性炭滤芯尺寸, 作为渗透前的预处理 (可选)

空床接触时间: 5到30分钟 (选择20分钟)

滤床速度为 5 - 15 m/h (选择 10 m/h)

选择的吞吐量: 25 立方米/h

冗余概念: 总是至少+1, 所谓的警察过滤器

尺寸选择	接触时间	20 min
	滤床速度	10 m/h
	吞吐量	25 m ³ /h
	所需截面面积	2,5 m ²
	所需滤芯直径	1,8 m
	所需滤芯体积	8,3 m ³
	滤芯总高度	3,3 m
	最终选择	3个滤芯, 2m高

截面和平面 (粗略尺寸)

高度约3m



平面尺寸 约8m x 4m

创建水敏性城市的措施还包括小空间的分散性措施， 如建造洼地

与周围区域最大高度差为 30 厘米的洼地设计能够分散渗透和收集雨水，尤其是在大雨天气的情况下。

如果将水从人行道或其他硬质铺装区域引入这些洼地，可以减轻雨污管道的排水压力。同时，这些水也可供洼地处的植被使用。通过这种方式，实现雨水的自然水平衡。

尤其在夏季强降雨的情况下，雨水能够更好地被捕获，蒸腾作用也营造出宜人的城市微气候。

若洼地设计合理、设施安装得当，水会在24小时内渗出，因此不会出现内涝、损坏植物、昆虫滋生或其他令人不快的现象。

旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



洼地概念不仅可以沿桥梁系统实施，也可以推广到整个法兰克福市



洼地的建造



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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

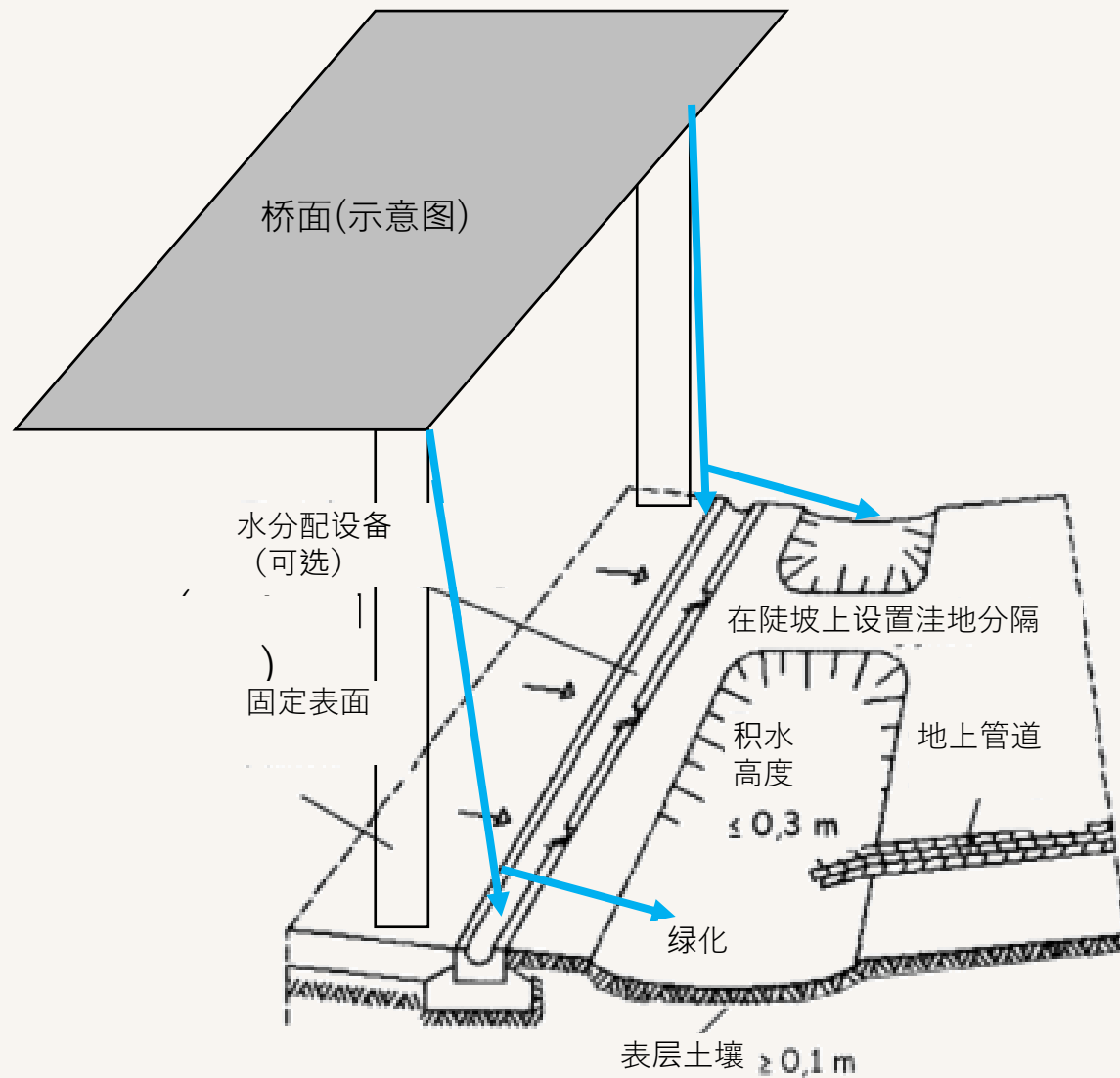
搜索

团队

联系 & 版权说明



洼地的尺寸与安装必须经过专业的规划和计算



旧颜新城 法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



法兰克福应引入蓄水池规范

在桥梁系统经过的，适合立面绿化的大体量建筑所在的基地内，应安装蓄水池，为立面的绿化进行灌溉。

在入户门前、车行道下的蓄水池作为备用：若建筑基地内的蓄水池满了，可以将多余的雨水排到车行道下的蓄水池。若基地内的蓄水池没有足够的水，也可从车行道下的蓄水池取用。

在法兰克福（或其他类似的城市）也可规定强制安装蓄水池的最小建筑基地尺寸，尤其是对于新建的建筑，通过“蓄水池规范”赋予其应承担的义务。



总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



作为一座水敏性城市，法兰克福可以为联合国的 可持续发展目标作出贡献

今天的标准废水处理在未来将在法兰克福扩大到第四个处理阶段，以消除微污染。

在这个过程中，微塑料如轮胎磨损，激素活性物质和药物残留物或抗生素病菌被清除。

随之而来的措施，如在庭院和空地上建立渗水槽或标准化地安装蓄水池和渗水沟，是通往水敏性城市道路上的进一步基石。

这样一来，法兰克福不仅可以保留城市中积存的雨水和地下水，还可以将废水保留在城市水循环中，不再需要剥夺其他社区的饮用水来为法兰克福供水。

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然

水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

城市气候 - 全球气候

艺术 & 文化

包装 - 创新

全球ALTES NEULAND

法律

财政

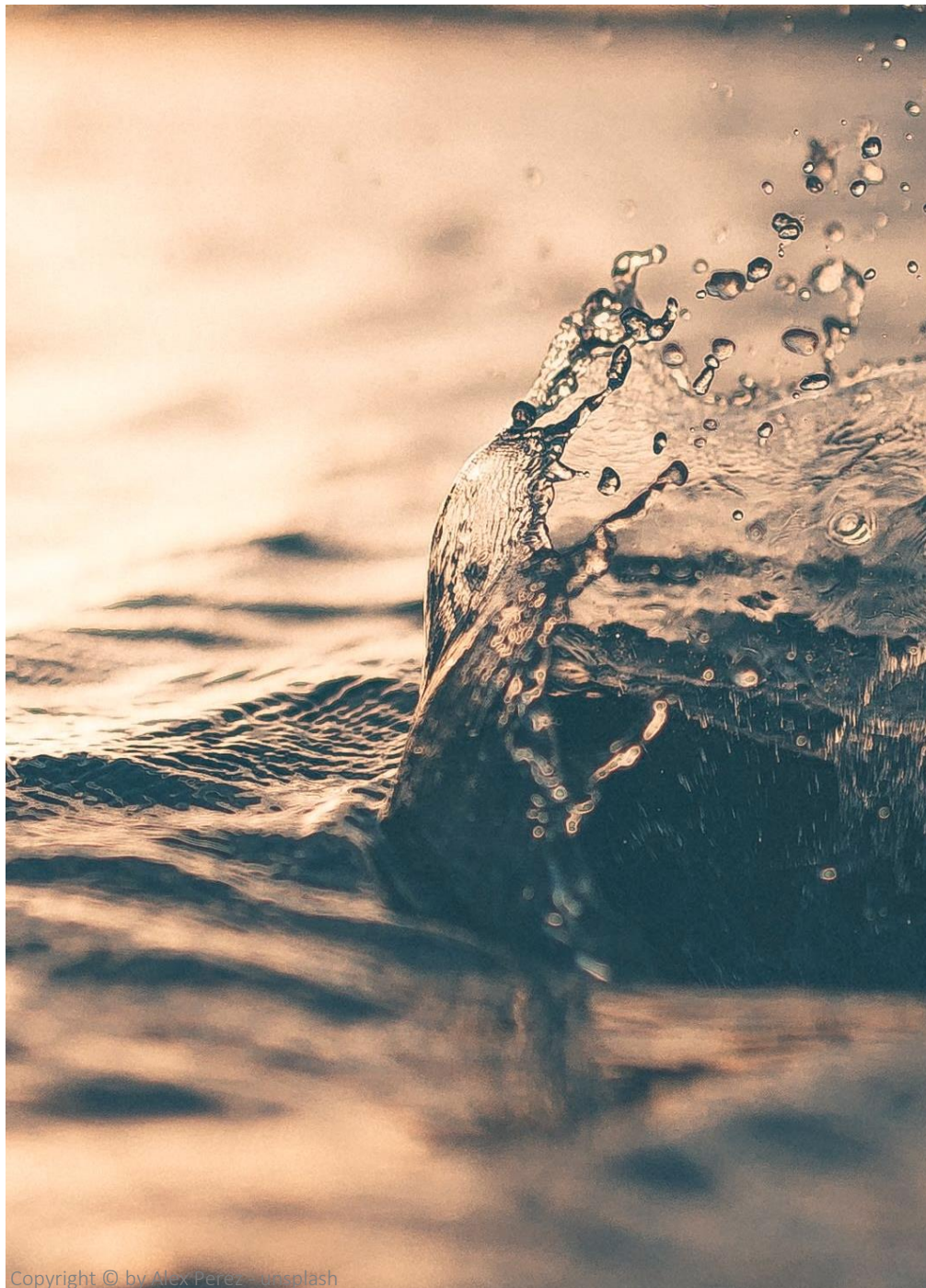
实施

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法兰克福成为水敏性城市的重要里程碑。

法兰克福桥梁系统打造了一个集收集、存储、重新分配水资源于一身的系统。

雨水或建筑基坑的地下水可以作为法兰克福新增绿化的灌溉用水；在未来，进一步净化的污水也可从桥梁系统输送到储存地点或绿化区域。

在法兰克福桥梁系统的帮助下，之前被排放到城市外的水可以被用来灌溉城市绿化，从而反馈到城市的自然水循环中。

旧颜新城

法兰克福

总方案

建筑 & 桥梁

城市绿化 & 自然
水

武装城市以抗旱涝

桥梁环形管道系统

雨水收集

利用基坑水

近郊储水

水敏性法兰克福

能源

交通

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



目标：抵御干旱和洪涝



通过桥梁环形管道系统进行
水分配



雨水收集代替雨水排放



建筑基坑地下水的利用



通过渗蓄进行水存储



内城软化



城市绿地赋能



桥梁沿线措施

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

