

Eawag Forum Chriesbach

Research center in Switzerland



迈向可持续发展

Holcim 可持续建筑基金会瑞士研究中心

技术总监 ,Holcim 可持续建筑基金会管委会: Hans-Rudolf Schalcher

如今，世界各地的建筑商、工程师和建筑设计师已经逐步意识到建筑可持续性的重要性，但是我们仍然需要考虑，从建筑环境的角度讲，到底什么是可持续性？1987年的Brundtland报告虽然从经济、社会和生态三个方面给出了可持续性的评价指标，但是这些笼统的指标并不足以引导建筑从业者建立美学、技术等方面的理念，选择正确的材料和产品，或评价建筑方式的科学性。

Holcim 可持续建筑基金会的建立是为了增进人们对可持续建筑的理解，并且首当其冲的推动可持续建筑理念的实施。为此，基金会积极支持知名高校的研究活动，为相关实验项目提供资金，每三年在全球举办一届可持续建筑大奖赛，并且在学术论坛和公众当中传播可持续建筑方面的知识。

这也是基金会发起创作该系列丛书的初衷。书中所介绍的建筑都是按照瑞士联邦科技学院、麻省理工学院和中国同济大学联合拟定的可持续建筑评价标准来进行评价的，当然这些标准也会和当地的文化、气候、科技和经济发展程度相结合。本系列丛书旨在阐述这种因地域和具体技术而产生的多样性，并使读者从中领略到人类共同的建筑目标。该丛书的第一册介绍了哥斯达黎加的一个办公建筑，应用了当地的建筑理念和技术，还有临近瑞士苏黎世的一个高科技研发中心。

这个科技研发中心名为 Forum Chriesbach，属于瑞士联邦环境科学技术研究所(Eawag)，它极具说服力地向我们展示了什么是真正的“绿色建筑”，即消耗最少的能源、水和其他资源，不与周围环境发生冲突，并能使使用者感到舒适且具有一定建筑美学效果的建筑。它使我们理解到，虽然经过深加工的材料或产品通常都是能源密集型的，但如果它们能帮助我们节约更多的能源，或者可以回收再利用，那么这种能源和材料的平衡就体现了一种可持续性。

瑞士作为一个经济强国，深感自己在科技发展方面负有义不容辞的责任，Eawag 作为世界领先高等学府，也有着同样的责任感。虽然有时为了寻求科技进步需要承担一些风险，但瑞士人总能成功地成为开拓者并将自己的技术和理念在全世界推广开去。我们希望此书能够成为人类在探索可持续发展道路上的又一个里程碑。





可持续发展和可持续建筑不可避免地要涉及到很多复杂的事物。为了让人们更好地理解可持续建筑的理念，更好地评判和应用这一理念，Holcim 可持续建筑基金会提出了一个包含五个衡量标准的关于可持续建筑的定义，使我们可以据此判断哪些建筑在多大程度上符合可持续发展的要求。其中三个标准与 Rio Agenda 的首要目标相同，即平衡环境效应、社会效应和经济效应。一个标准是针对建筑的，即营造更好的建筑、周边环境和城镇环境。另外一个更高层次的标准是能够意识到更广义的需求。这五个标准在本系列丛书的第一册《哥斯达黎加的办公楼-向可持续建筑的标准靠近》中有详细阐述。以下文字解释了这五个标准，并阐述了 Forum Chriesbach 是如何达到这些标准的。

跃进式变革和可移植性

创意+复制是当今社会进步发展的基本模式，一旦获得广泛采用，就会成为未来的标准。但是，好的创意不应该是孤立存在的，而应该被广泛地复制，只有这样才能在全球范围内给社会带来最大的利益。好的创意和理念一定是经济的、简易且具有广泛可操作性的。

Forum Chriesbach 向我们表明，“绿色建筑”也可以成为主流的建筑，也可以具有较高的艺术价值，符合当代的建筑审美标准。

通过 Forum Chriesbach 项目我们可以看出，很多传统的、简单的技术和前瞻性的建筑技术结合起来使用，获得良好的环境效应，而且经济适用，不影响舒适性和建筑质量。

该建筑所采用的很多实用的水处理技术也应该得到推广。

Forum Chriesbach 向我们强调：要建造对未来负责任的建筑，客户在其中起着重要作用。

Forum Chriesbach 的外形引人注目，又是获奖作品，从而吸引了很多公众的注意，这些都对可持续建筑理念的推广起到了良好的推动作用。



生态质量和节能

可持续发展的最终目标是保证地球上的资源能够源源不断地供应子孙后代生存发展的需要。这对人类来说是一个挑战，因为目前地球的生态系统已经面临巨大的压力和恶化。许多不可再生的资源已经面临枯竭，环境遭到污染和破坏。建筑是世界上最大的能源和原材料消费者，因此建筑业对环境有着巨大的影响和责任。

Forum Chriesbach 依赖被动能源而不是化石燃料等不可再生资源，因此具有节能的优点。它消耗的能量和一个普通三口之家相当，而面积却要大 40 倍。Forum Chriesbach 还能为自身提供 1/3 的电力。

由于没有配备取暖和制冷系统，建筑内部产生的 CO₂ 几乎为零。

可循环和可再生材料在该建筑中都得到使用。

由于 Forum Chriesbach 就位于客户的校园当中，减少了使用者通勤所耗费的能源和产生的尾气排放，也对环保有益。

建筑实施整体水处理机制，包括尿液分离、无水坐厕、太阳能水加热、雨水处理和利用、雨水存蓄等。



美学标准和社会公平

可持续建筑要能够触动人的情感、突出重要的价值观、鼓舞人的精神、维系社会、社区和邻里之间的关系，从而实现建筑与人在感情和心理上的呼应。很多此类项目的建设方案都是利益相关者和使用者共同研究决定的。可持续建筑应该公平地体现设计、建造、使用和再利用过程中每一个利益相关者的利益。

Forum Chriesbach 为 Eawag 提供了科研活动场所，同时也证明宏伟的目标并不是不能实现的。



经济效应和兼顾性

通过科学的设计、建造、维护、运行和循环利用，从长远角度看，可持续建筑为使用者和社区提供了良好的经济效益。这种经济效益并不仅仅表现在利润和成本上，还表现在生产率和效率的提高、当地经济基础的巩固，或当地经济的振兴上。科学的分配财力、进行生活周期规划、使用可循环利用资源等可以共同促进可持续建筑的发展，不仅在财力上具有可行性，而且还会成为将来建筑的首选模式和一笔良好的长期投资。

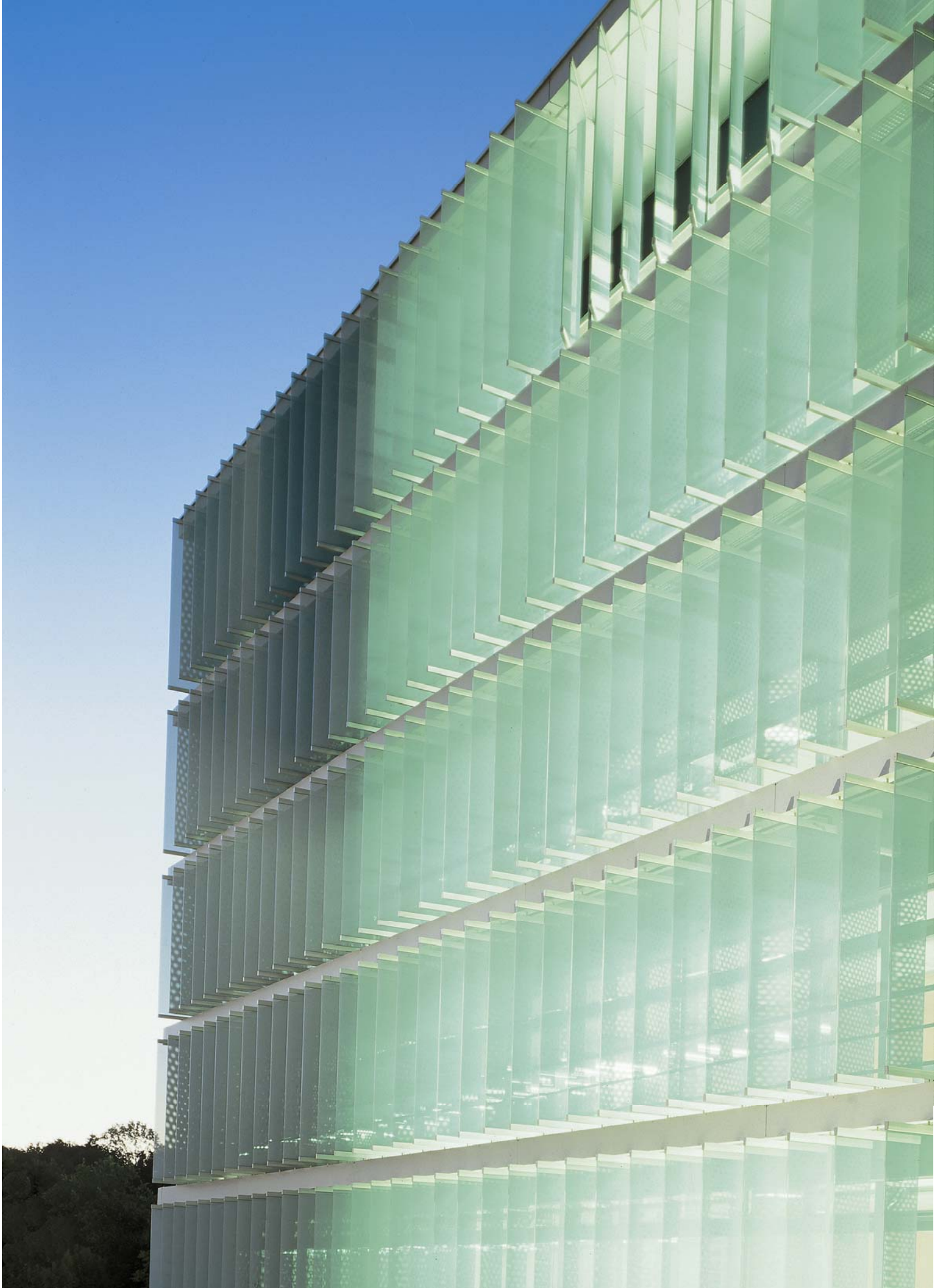
Forum Chriesbach 的节能效率是瑞士节能法规定标准的四倍，有效地降低了成本；建筑成本也控制在同等规模同类建筑预期的成本范围之内；而且，Forum Chriesbach 使用的耐用材料确保了建筑较长的生命周期；另外，设计方案中也考虑到实用性、未来拆除和再利用的方便性等问题。



文脉的呼应和美学影响

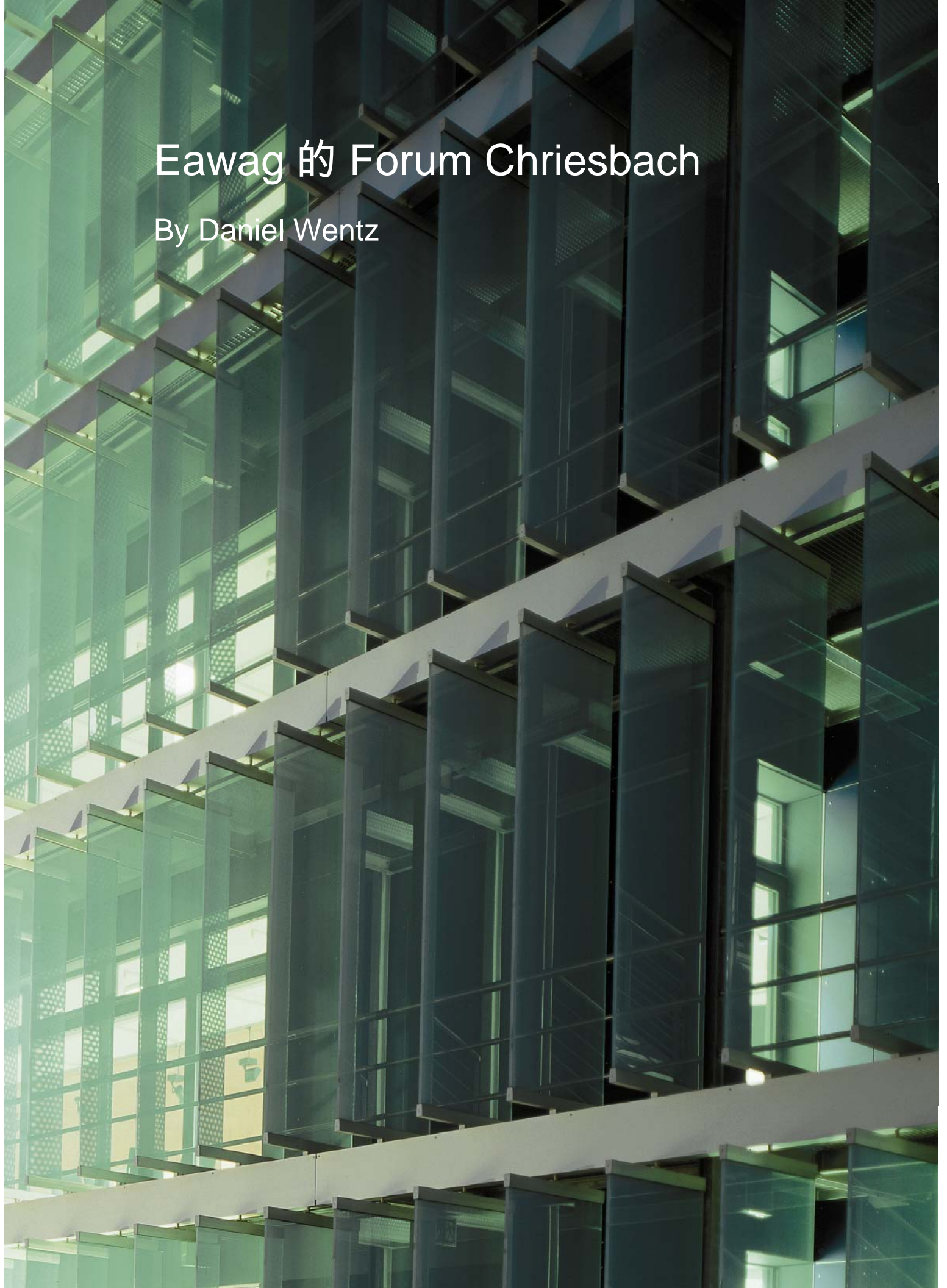
视觉效果和外形是建筑物建设中不可忽视的元素 ,不管是在土地规划、城市规划还是在建筑设计上。建筑项目不仅要满足使用者的需求 ,还要适应并提升周边的环境。

Forum Chriesbach 引人注目的外形使它成为很好的地标式建筑 ,也非常符合科研机构建筑物的风格。由于毗邻客户的校园 ,该建筑提升了周边的方位感 ,增强了视觉上的层次性 ,并且与户外娱乐场所有机地融为一体。而且 ,根据最初该地规划的生态和美学功能 ,Forum Chriesbach 的设计贯彻了该区域的整体水处理设计理念。该项目曾多次获得设计奖项 ,获得了广泛的认可 ,堪称节能建筑的典范。



Eawag 的 Forum Chriesbach

By Daniel Wentz



Forum Chriesbach 开始于水，更确切地说，Forum Chriesbach 是为了进行水处理而建造的。这不仅是使用者的要求，也是瑞士联邦环境科学技术研究所 (Eawag) 的职责所在。作为一所国际化的科研机构，Eawag 致力于生态学、经济学和水处理等领域的研究。它的目标是通过研究、教学以及咨询服务，将研究成果应用于实践，并在世界范围内传播相关的科学知识。它的研究领域是包括水处理在内的地球所有生态系统的自然资源。本着科学探索精神，Eawag 将自己的新研究中心当作研究更先进的资源管理模式的实验田。实际上，Eawag 已经极富雄心地指出，要使 Forum Chriesbach 具有“能够体现生态可持续性的前瞻性理念”。因此，Forum Chriesbach 的设计建造是对可持续建筑在技术和建筑学上的极限的挑战，是为建筑的未来发展寻求突破之作。

Eawag 是瑞士联邦科技学院的四所研究机构之一，和 Empa 有着密切的合作关系。二者都是水处理、能源、土壤等基础资源领域长期解决方案的研究机构。在 Forum Chriesbach 五年的设计、开发和建造过程中，两个机构一直保持紧密的合作。

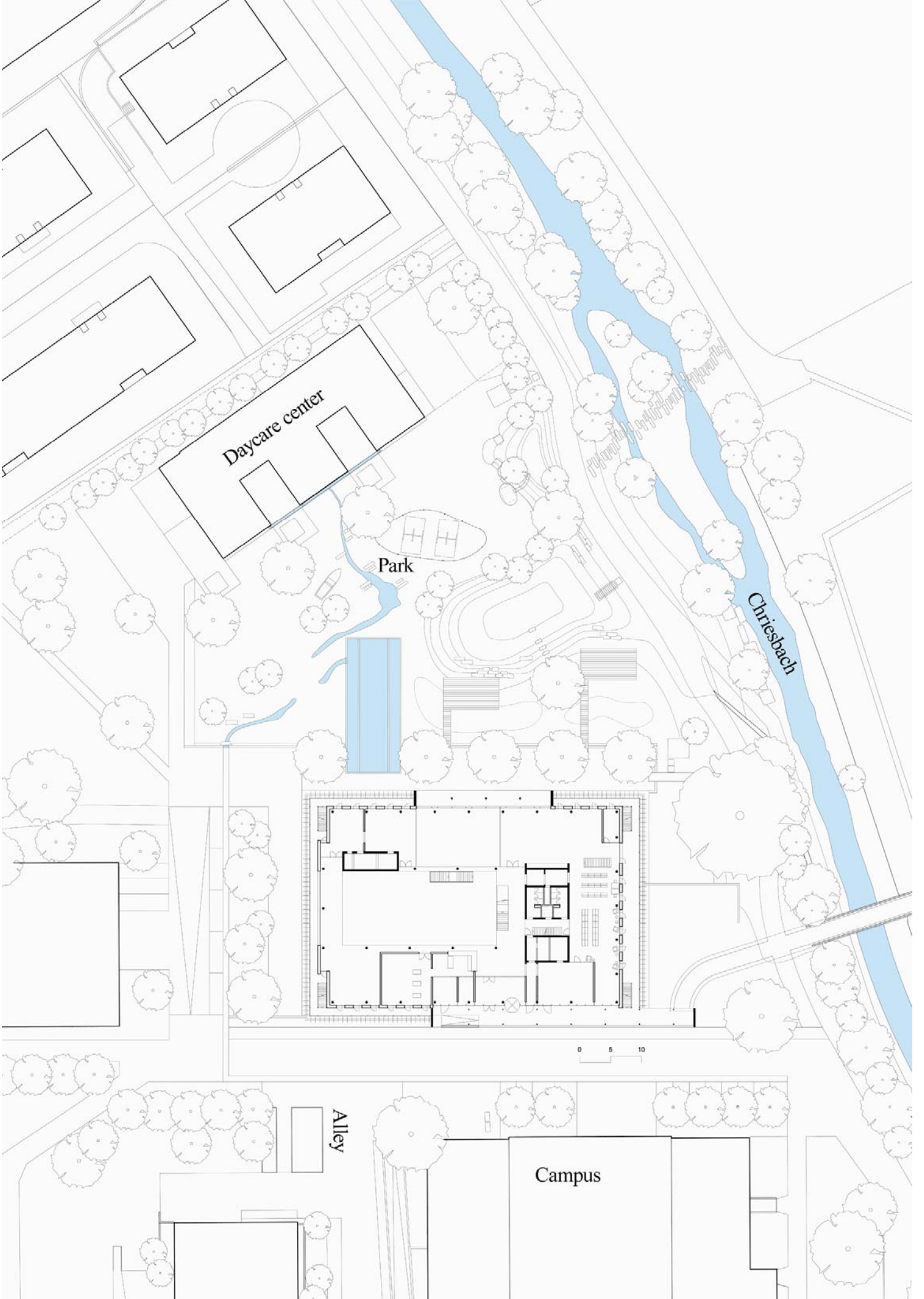


建筑场地设计

瑞士联邦科技学院管委会希望使 Eawag 和 Empa 在当地 (苏黎世附近一个人口为 2.3 万的小镇) 的校所更加集中化 , 从而节省员工的通勤时间、降低能耗、避免重复建设 , 并且促进两个学院之间的互动。因此 , Forum Chriesbach 被设计为包含在瑞士联邦科技学院校园内的一个项目。该校园已经投入使用多年。Forum Chriesbach 的选址位于 Empa 的几排教学楼附近 , 正处校园东南端。它采用了和附近几个楼相类似的外形 , 但是比它们要高 , 所以从视觉效果上看 , Forum 更像是穿行在三个楼中间的一条小路的终点 , 一直沿着这条小路走 , 就会渐渐看到 Forum Chriesbach 的大门。

大门处由一个水平的红色混凝土结构组成 , 与周边建筑物在色彩上形成呼应 , 并与大楼外立面的蓝色垂直线条形成强烈对比 , 对校园建筑整体效果起到很好的凝聚作用 , 增加了层次感。

Forum Chriesbach 的西北方向是一个景观公园 , 不是修葺整齐的草坪 , 而是一个由岩石、繁茂的草本植物和落叶树组成的地势高低起伏的自然景观公园。员工食堂与该公园遥相呼应 , 食堂外面有一片空地 , 供室外就餐。两座木墩由此处延伸至对面的公园。木墩两边是由三个部分组成的池塘。公园景观不仅体现了良好的美学效果 , 也有很好的使用价值。离 Forum Chriesbach 更远的地方是两个学院员工幼儿园 , 因此公园自然成为孩子们玩耍的地方、动植物的栖息地和西北部建筑的主要景观。



Daycare center

Park

Chrisbach

Alley

Campus

0 5 10

公园还有蓄水的功能。公园中的洼地可以集聚地表的水分，而疏松的土质使水分很好地渗透到地下，有效防止水土流失。公园的植物大多是自然生长的。

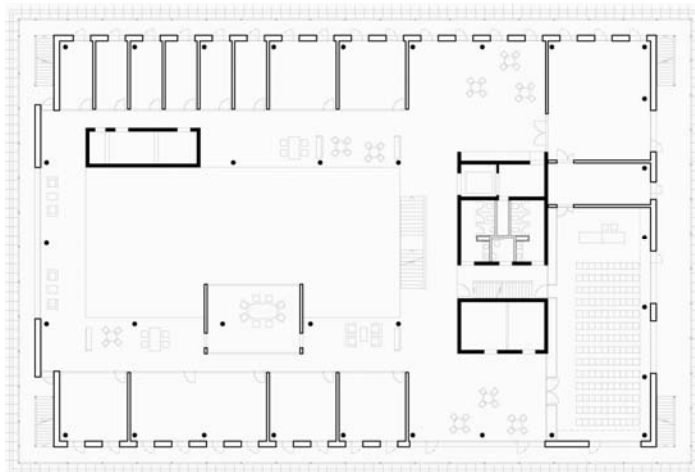
建筑的北面是 Chriesbach 河，该河将 Forum Chriesbach 和 Eawag 的图书馆和办公楼隔开，河上有一条小桥经过。和瑞士其他河流一样，20 世纪 70 年代，Chriesbach 用混凝土加固内侧河道，完全破坏了河本身的生态价值。之后的规划中，在河两岸建起了绿色长廊，自然景观得到了恢复。

建筑要求

客户的设计初衷是为科研人员提供一个学习和授课场所，尤其是为研究人员的协作提供场地。根据设计图纸，建筑内部包括可以容纳 150 人的办公室，一个前台和展区，一个可容纳 140 人的研讨室，两个分别可容纳 40 人的研讨室，7 个会议室，总共可容纳 106 人。4 个楼层都设有带桌椅的非正式交流区，一个多媒体室，一个图书馆和一个员工食堂。当然肯定也包括技术部门和服务部门的工作区。

除了基本室内设计要求外，客户还提出了其它许多具体要求。客户要求节约利用所有的资源，包括能源、材料和资金。规定必须将施工能源消耗降到最低，并且使用可再生能源。室内温度要保持在 19°C-26°C。要对雨水进行收集和利用，尿液要和带有固体垃圾的废水区分开处理。景观设计要尽量自然，与周边环境相协调。

新型建筑应该不仅仅提供足够的空间，满足常规的技术要求，还应该提供先进的建筑解决方案，使用 Forum Chriesbach 的研究者、学生乃至参观者在体验一种面向未来的建筑技术。设计师的任务是“开发最优化的技术方案以实现建筑中各个元素最好的协作”。



建筑理念

Forum Chriesbach 的设计团队 Bob Gysin + Partner BGP 计划将大楼设计成一个多种系统协同作用的多功能建筑。其中三个最重要的系统是：围护结构-一个多层、绝缘性能良好的光调制围护结构，包含紧急出口；一个使用多种被动能源的高效 HVAC 系统；一个中厅，可以采光，控制室内温度（分隔成两个温区）。这三个系统与大楼内其他的系统，尤其是地热、热量恢复和电脑控制系统等共同作用，来达到节能和节约资源的作用，同时提供舒适性和齐备的功能。

“建筑是多种系统协同作用的结果。”这句听起来有点像陈词滥调的话在 Forum Chriesbach 得到了真实的体现。建筑系统和技术系统形成了一个有机的整体，各个部分担负多项功能，同时又能够实现与其他部分的和谐运转。大楼的透明中厅有助于采光，帮助人们辨别方向，同时给人一种开放感和整体感。紧急出口建在大楼的外侧，提高了安全性。所有的系统都是由中央控制系统自动调控的，包括天窗和百叶窗，灯光和温度等。



从技术角度看，设计颇具科学性，但在实际应用中的效果怎样呢？Bob Gysin 一直认为，对于一个供学者和科学家使用的建筑来说，方便交流应该是它最重要的功能。“为了实现这个目的，大楼中央被设计成一个大型的五层中厅，其他房间环绕在它周围。中厅可以用来做展览、演示，或举办各种活动。这个交流空间是完全开放的，在每层都由玻璃隔断围起来。实际上，大楼里很多房间都采用玻璃隔断的设计，这样你就可以从会议室看到办公室，随时知道谁在大堂，谁在办公室，谁在会议室。楼里的走廊也比普通的走廊宽三倍，因为走廊也要成为交流的场所。研究人员喜欢进行各种非正式的交流。”

空间结构

中厅是大楼的“心脏”，高度一直达到大楼顶层的天花板，四周有楼梯上下衔接，玻璃隔断使四周的活动一目了然。四个悬臂式的会议室与中厅连接，一端固定在与中厅连接处，其余部分悬在空中。会议室具有良好的隔音和隔热效果，外墙由钛金的不锈钢隔音板建成。电梯和安全通道基本是隐藏的。中厅周围的办公室等围绕它呈 U 形排列，朝向西南，以实现采光。中厅和办公室之间的走廊配有座椅，可以用来进行即兴讨论，非常适合科研工作者。



Bob Gysin 说：“科研工作者不喜欢在开放的大办公室里工作，所以我们为他们设计了较小的办公室，每个最多只容纳 4 人。”(P. 21) 办公室可以用活动的隔断拆隔。两个办公室之间的隔断是木框结构支撑的。隔断朝向阳光充足的中厅，因此能够实现两面采光。办公环境舒适，功能齐全，但并不豪华。颜色采用自然色和中性色，而公共空间则使用较大胆的色调。

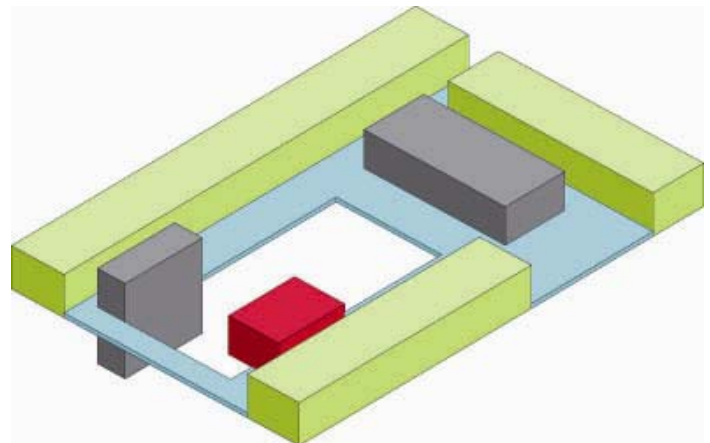
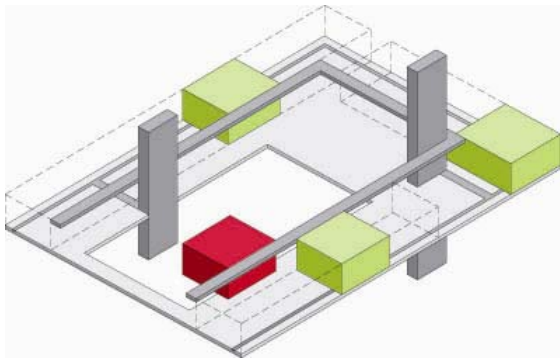
参观者会发现，即使在寒冷的冬天，大堂也是温暖如春，人们在楼梯走上走下，很少有人使用电梯或安全通道。当楼梯不被隐藏起来的时候，就会有更多人使用它。参观者还会看到，人们坐在办公室外面的走廊上讨论问题，或在会议室里进行学术交流-这也是该建筑最重要的活动。整个大楼的气氛是轻松自然的、人性化的。



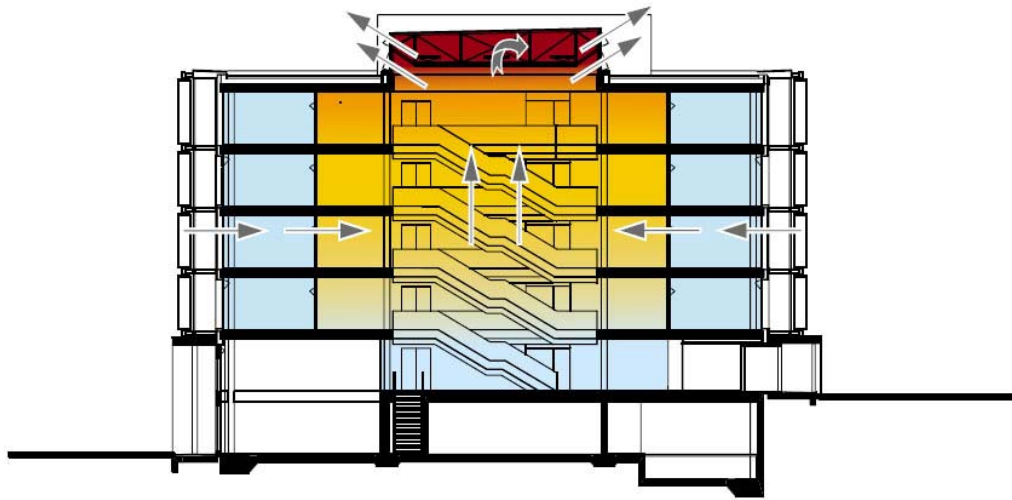
温度控制

Forum Chriesbach 内部的空间被分割为两个温区：舒适区和缓冲区。舒适区包括办公室和会议室等。这个区域的通风由机械控制，温度总是保持在舒适的工作温度。缓冲区包括中厅和周边的走廊，这个区域没有专门的通风系统和直接的温度调节系统，因此温度的变动会相对大一些。两个区域被绝缘玻璃板隔开。所以在冬季，舒适区由使用能源的系统进行加温，而缓冲区不加温。但是缓冲区既有光照，又有舒适区的环绕，因此也不感到寒冷。

舒适区的加热和通风系统都是统一控制的。空气交换是持续、安静、缓慢进行的。在夏季和冬季，冷热空气分别通过管道进入室内。夏季里，热空气在白天直接排出室外；冬季时，室外空气通过热交换机变成暖空气进入室内。



夏季的夜晚,两个温区的系统以一种简单高效的方法共同作用为室内降温。当室外气温降低时,中厅两侧窗户会自动打开,使位于其顶部的热空气散出。同时,舒适区各房间由发动机制动的窗户会打开-一个是朝向室外的窗户,另一个是与走廊隔断上的气窗。当热空气从中厅由下至上升起时,新鲜的冷空气也整晚源源不断地进入办公室。空气的流动带走两个区域大部分的热空气,所以第二天一整天大楼的空气都能保持凉爽清新。在这个降温系统中,只有气象站、中央控制系统和机械制动气窗的运行需要消耗能量。



能源使用效率

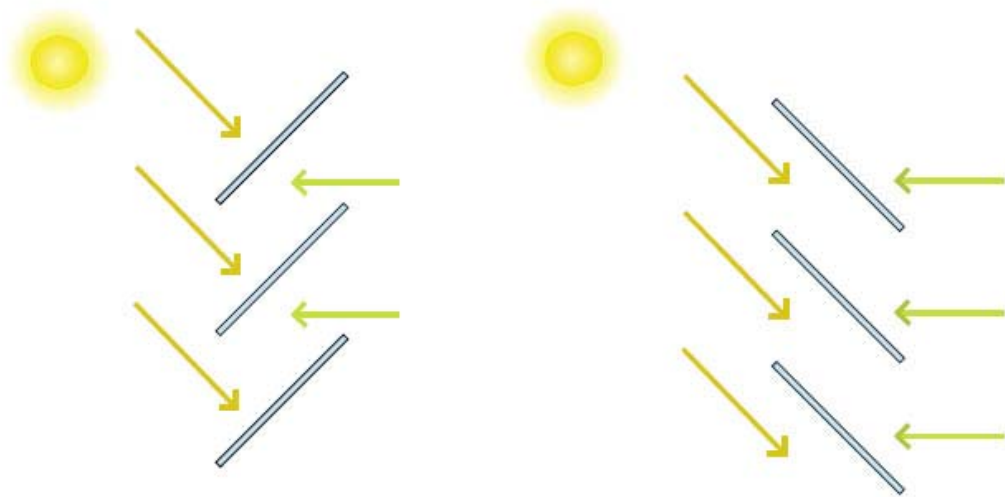
Forum Chriesbach 是一个被动型低能耗建筑，它没有传统的制冷和采暖系统，建筑的热源是地面、阳光、人体以及建筑内部的各种物体，如光、计算机、厨房设备等。由于建筑高度的密闭性，这些热源就足够内部取暖之用。而这种密封良好的建筑一般都有较好的通风系统，以保证充分的空气流通和冬季里通过室内的热空气取暖。

实际上，建筑内各个部分都对节能和创造舒适的室内环境起到了一定的作用。紧凑的建筑结构减少了建筑物的表面面积，从而降低了热量损失。屋顶和外立面都具有良好的绝缘性和密闭性，实现热桥了最小化。大面积的玻璃隔断有效增加了采光和对太阳光热能的吸收。外立面的通风系统可以阻止建筑在夏季里吸收过多热量。夏季使用的降温系统是被动式的。中厅的房顶设置了遮盖和通风系统。冬季，天窗自动接收阳光；夏季，又可以自动遮挡阳光。日光的使用降低了照明用电量，中央控制系统自动控制各个系统的运转，优化了能源使用效率。

这一整套系统使大楼无需配备任何取暖或制冷系统。大楼首次开放时，室外温度为 36 °C，而室内温度为 24 °C，最南端的办公室也只有 26 °C。大楼开放后的第一个冬天，因为很多研究人员都外出进行实地研究工作、讲学或参加会议，大楼里的常驻工作人员只有 100-120 人，所以由人体、计算机等设备提供的温度没有达到预期水平（其他人口密集的建筑如学校、工厂等更适合采用这种取暖方式）。

尽管如此，建筑物内部的温度仍然保持在 20°C-23°C。

Forum Chriesbach 的年初级能耗为 64.9 千瓦时/平方米，比瑞士节能法规定的标准还低 4 倍，已经达到了瑞士 2050 年 2000 瓦特社会的标准，换句话说，Forum Chriesbach 消耗的能量只相当于一个普通一口之家的能量，而它的体积却是对方的 40 倍。科学的使用能源不是生产更多的能源，而是降低能源的消耗。Forum Chriesbach 向世人展示了一个既能降低能耗，又不会产生任何负面影响的成功范例。

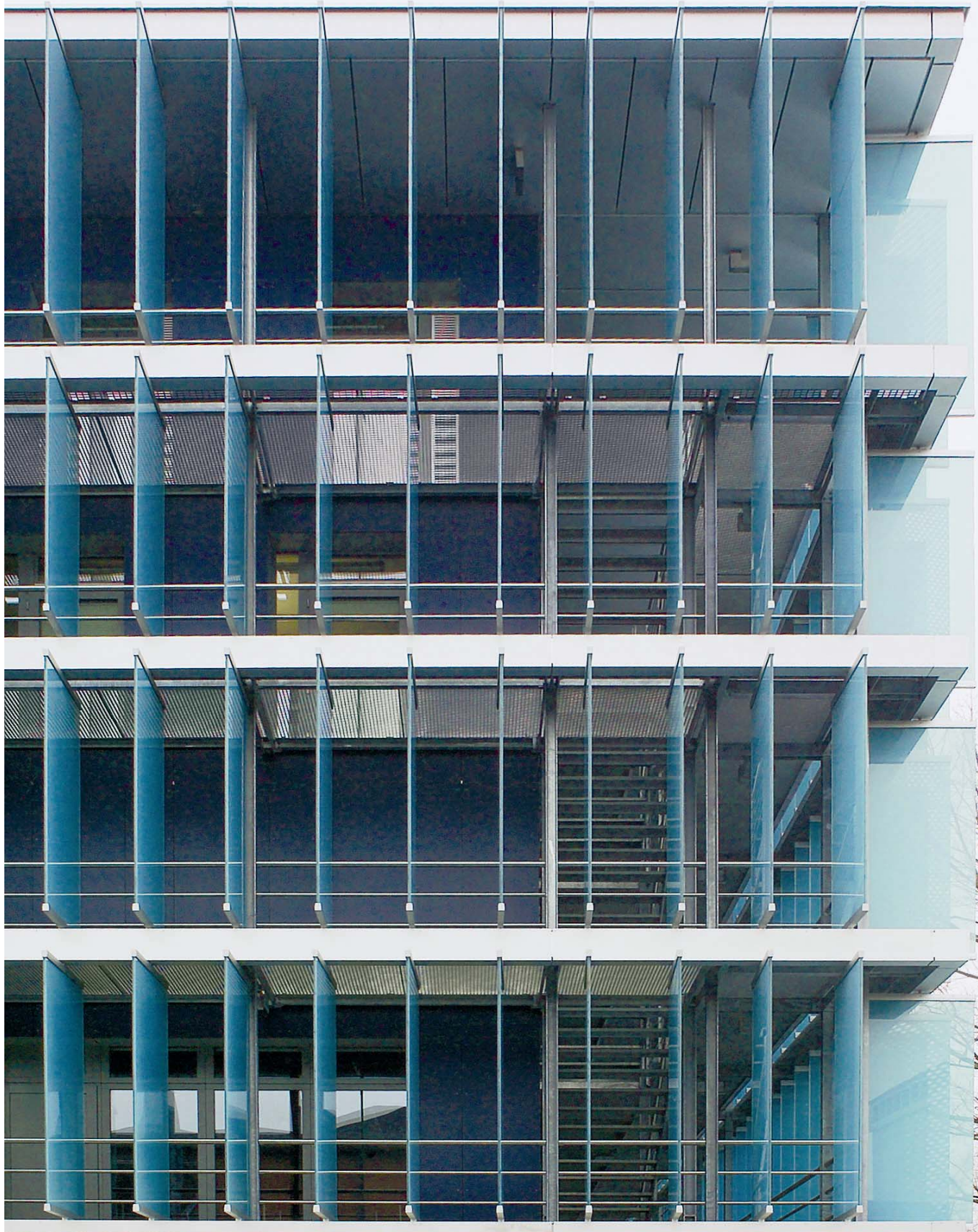


围护结构

Forum Chriesbach 三个主要系统中的第三个是围护结构、外立面和屋顶。外立面由三个部分组成：墙体、“永久型护栏”和百叶窗系统。墙体厚 45 厘米，由预制的木框板材和 30 厘米厚的矿物棉绝缘质制成。外表面是蓝色钛金混凝土板，可以在夏季帮助通风和散热。窗框为木质框架，玻璃窗共分三层，但从外面只能看见一层，其余的两层都被第三层，也就是百叶窗板遮挡住了（我们稍后将讨论第二层）。

百叶窗板呈水蓝色，由 1232 片玻璃组成，每片高 2.8 米，宽 1 米，厚 24 毫米。这种窗板由两层玻璃碾压制成。玻璃整体呈蓝色，内侧带有透明圆点，这种设计有利于接收阳光。

百叶窗的自动调节可以优化室内的温度和光线，将照明、取暖和制冷的能耗降到最小。大楼的气象站向中心控制系统传送天气数据，控制系统调整百叶窗的角度以控制光照。晴朗的冬日里，百叶窗板大致与阳光保持平行，确保最大的进光量。光线充足的夏日里，百叶窗可以阻挡阳光直射，只允许照明所需的光线进入室内。至于晴朗的春天或秋天，窗板的位置则是根据全球光照值来确定的。阴天，窗板通常会与建筑外立面垂直。控制系统中配置了一个滞后设备，避免窗板位置跟随流云的漂浮而调整。



在大风和寒冷天气里(-8°C 或更冷), 窗板会垂直于外立面且保持不动。窗板倾斜角度最大可达到距垂直方向前后 45° 。根据防火条例, 两个相邻窗板不会同时向相反方向转动。

三月里寒冷的阴天, 上午 11:40 左右, 所有百叶窗板呈 90° , 即垂直于外立面。11:57, 天空忽然转晴, 西南和东南方向的百叶窗同时调整到 45° 。这时可以听到发动机的声音, 调整时间约 10 秒。大楼其他两面的百叶窗则静止不动。12:02 时, 西南向的百叶窗调整到 15° , 东南向的仍为 45° 。每一面都根据光线的变化自行调整角度以保证最大的光照。

从外面看, Forum Chriesbach 的外立面总是不断变化的。从不同的角度向楼里看, 你或许能看到会议室, 或许只看到百叶窗。采用玻璃材质制作百叶窗也很别出心裁, 第一次来参观的人会禁不住疑惑, 这些是蓝色的玻璃吗? 所有的窗户都打开了吗?

在百叶窗和外墙之间, 是围护结构的第三个部分-护栏。(P. 26) 这个电镀的钢结构将每个楼层围护起来, 支撑和固定百叶窗系统, 容纳百叶窗的机械转动装置, 并在大楼的每个拐角处提供安全通道和楼梯。每个楼层、每间办公室和大楼外围的其他房间, 都有一扇通向该通道的门。



将安全通道放在建筑外侧是一个反传统的设计方法。建筑中没有了防火区之间的隔断，以及走廊和楼梯周围的大片隔断，这使得建筑的内部结构极大的透明化了，也从另一个侧面体现了 Forum Chriesbach 内部各个系统之间的互动。实际上建筑外侧的走廊并未体现在最初的设计方案中，而是后来为了满足防火需要增加的。但是这种设计也有一定缺陷，那就是挡光，大大降低了太阳光的吸收量。

Forum Chriesbach 外立面的设计不仅仅满足了功能和技术上的需求，也使它成为很多人喜爱的对象。

Forum Chriesbach 的魅力就在于外立面简洁而冷峻的设计。每一个楼层的百叶窗都是一样的，各立面每层的窗户都互相对齐，每一扇百叶窗都以金属包边。每两层中间都有一个铝合金槽口，容纳电线、发动机和控制杆。这些东西是隐藏在外立面内部的，增加了整体的简洁性。但是这种反传统的设计也遭到一些人的抱怨，比如看不到楼里的人，建筑看起来像个玻璃盒子等等。

百叶窗里面的天地可不是千篇一律的，窗户、安全通道、扶手、护栏等等都形态各异。当百叶窗角度变化时，从外面或许也可以看到这些。这种介乎于不透明与透明之间的二重性、这种人性化的内部设计与机器化的外立面之间的反差，使人感到兴奋和新奇。

围护结构的第二个部分是屋顶。屋顶和外立面一样具有多重功

能。它不仅具有遮挡和绝缘作用，还能通风、采光、遮阳、收集雨水和太阳能、发电、种植植物。屋顶基本由钢筋混凝土板、水蒸气扩散层、30 厘米的硬塑绝缘板、聚合材料的屋顶膜和屋顶环保系统组成。屋顶环保系统包括过滤排水层、腐殖质层和植被层。

平面的屋顶正中间是中厅的天窗，由两层绝缘玻璃组成。阳光可以通过天窗直射入中厅。夏天，两层玻璃中间的遮阳板打开，遮挡住阳光，阻止过多的热量进入室内，玻璃中间的空间还有通风的功能，帮助排除楼内的“温室气体”。

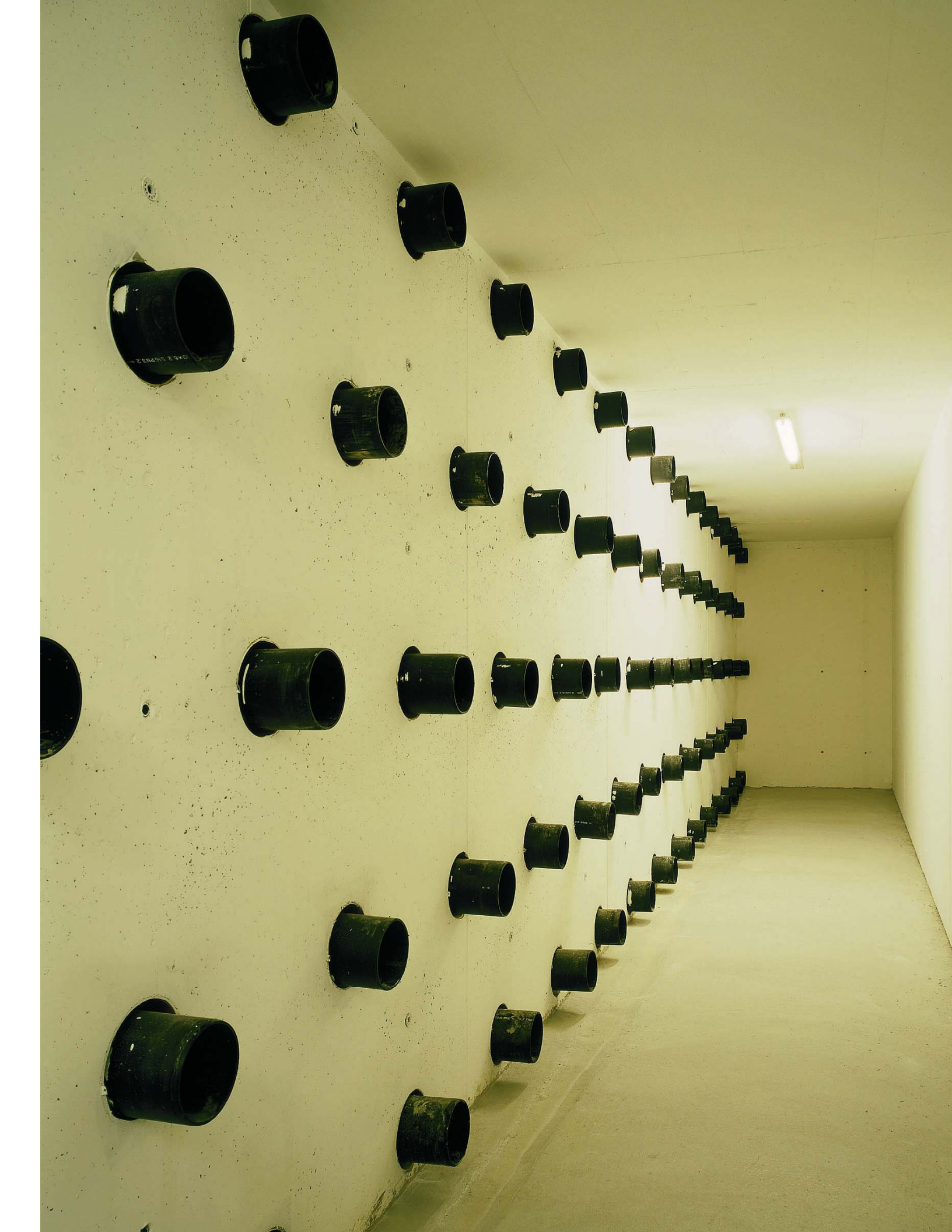
屋顶上长 50 米的真空管用来收集太阳能，环绕屋顶的 459 平方米的高性能光电收集器提供大楼所需 1/3 的电力。屋顶其余的空间用来种植各种植物，腐殖质层能够存蓄雨水。传统的屋顶将雨水直接导入下水道和含水土层，增加了大雨后爆发洪水的危险。没能存蓄在屋顶的雨水还可以由地面的水池接收。



机械系统

新鲜空气通过 8 根管道送入室内。这 8 根管道首先伸入地下采集地热能。吸入的新鲜空气在热通风调节器内冷却、过滤并通过相关的管道系统分散。来自服务器工作室和厨房的热量将被直接排出户外，或用于冬季室内取暖。另外，服务器室、会议室、研究室等空间应安装主动冷却装置（天花板内的冷水管）。室内的温度变化将通过钢筋混凝土结构的有效热质量加以控制。

除被动加热保温外，建筑还可以通过高效率、环境友好型压缩空气系统为建筑供热。该系统主要使用地热能、太阳能和再生能源。新鲜空气通过一套由 8 根长度为 20 米、直径为 18.5 厘米的塑料管组成的系统吸入，这些塑料管另一端延伸到土壤基层。冬季土壤对空气进行预加热处理。吸入的新鲜空气将穿过服务器工作室，使热量上升，同时帮助计算机冷却。然后，空气将通过热交换器，在热交换器中，废气中产生的热量将被回收。另外，保温效果较好的 12 立方米储热罐的热量会增加，这些热量主要来自厨房用具和屋顶真空管集热器。这些热量可将空气加热到 20 °C。由于建筑保温效果好，以及室内热源的保暖作用，将空气加热到 20 °C 就已经足够了。加热后的新鲜空气将被过滤，并通过走廊屋顶外露的保温导管分散到各个房间。由此可见，供暖、通风、空调系统（HVAC）内的能量消耗者不是燃炉，而是电脑、电灯、泵、风扇等，它们需要消耗 10.8kWh/m²a 的能量。将建筑与 Empa 的分区供暖网络连接，作为备用热源。通过该网络，可向相邻的建筑供应来自太阳能收集器的多余热水（55 °C）。



除被动冷却系统外，用于加热保温的同一系统，也可有效用于建筑的冷却与通风，只是系统装备的运行模式不同而已。建筑配备目前世界上最先进的计算机和技术设备，以便于对系统进行自动连续监测与控制。服务器位于地下室，是建筑的神经中枢，负责气象站、供暖与制冷系统、安全保障系统、应急照明、建筑出入口控制和消防设施之间的协调。建筑内大多数照明灯将根据日光的水平和运动传感器自动开启。电气电缆和电子电缆铺设在地板下面，铺设机构可以对房间进行灵活的分割。

水

作为瑞士联邦水生生物科学技术研究院的行政大楼，Forum Chriesbach 处理水的方式十分独特先进。不但可以节约饮用水，还可以使雨水得到有效的控制和利用，而且尿液也被收集用于医学研究。

为了确保这一技术的广泛应用，在这幢高大的办公楼内尿液和含有固体颗粒的废水被区分开处理。无水便池和专门设计的 NoMix 便池与单独的管道相连，将尿液和含有固体颗粒的废水被区分开。将尿液从污水水流中分离可以极大地减轻污水处理厂的负担，使污水处理变得更容易。这是因为浓溶液处理起来效率更高。尿液中含有十分有用的物质；目前 Forum Chriesbach 正在研究最实用的提取尿液的方法。将常见废弃物当作一种资源来开发利用是人类文明进步的标志。

Eawag 的 Novaquatis 项目主要研究城市水治理系统中的尿液收集与综合处理。尿液中含有磷和硝酸盐，经过处理可用作化肥。但尿液中也含有毒性物质和痕量元素（微量元素），例如：荷尔蒙和制药遗留的残渣。这些物质是化肥中不需要的，必须剔除。Eawag 正在研究相关的尿素处理技术，这些技术经过优化后可得到广泛使用。Forum Chriesbach 的研究甚至将男人和女人的尿液分开收集，以分析它们之间的差别。

小便池（贮尿器）是无需用水的。为了控制臭味，我们通过红外

线传感器探测用户的存在，自动关闭或打开通风系统阀。这项措施发挥了一定的作用，因为小便的臭味很容易辨别。建筑内安装了很多无需用水冲洗的小便池（贮尿器），以便研究人员对其进行测试，研究其装置设计，而后进一步开发这种新兴的技术。

大楼的屋顶具有收集雨水的功能。由于与不同的建筑材料接触，雨水会携带重金属和杀虫剂（这些物质对环境有害），因此不适于饮用。EAWAG 的研究人员目前正在对这一问题进行研究，并在对可能的改进措施和解决方案进行检测，同时他们还在对降雨量、雨水存蓄、蒸发以及屋顶水径流之间的关系进行研究。

Forum Chriesbach 屋顶收集的水经过处理后可用于冲洗厕所。为了净化通过绿色屋顶系统土壤的雨水，我们将水注入一个水池中。该水池其实是一座三隔间的生物处理厂（与建筑相邻）。取自二次沉淀室的处理水仍很混浊，通过管道回流到建筑内。池水溢出后将在邻近的地面坑内沉淀，并逐渐渗入土壤中。保持并使用雨水并使其回流到现场土壤内的过程十分简单，但却是控制溢出水的重要途径。目前，由于渗透性土壤大都密封在建筑和路面下方，因此溢水和积水的发生频率越来越高，灾害性越来越大。

研究与开发

Eawag 喜爱的分子帽罩模型 (比例尺 : 1: 1010) 悬吊在屋顶结构上 , 装饰天井 (前庭、门廊)。两个半透明的氢原子作为氧原子内部安装的卷轴设备投影屏。

这项研究简称“设计阶段开发”- 对于本设计而言 , 本项目无疑是非常必要的。这是因为建筑内所采用的部分新兴技术要求进行动态模拟测试 , 以实现系统和设计优化。Empa 作为一家材料科学技术研究院 , 具备对建筑材料及其装备进行测试的资质和设备。在 Forum Chriesbach 设计阶段 , Empa 对很多建筑性能参数进行确认 , 并进行一些技术模拟 , 以分析其热状态 (性能、活动)、气流状况、遮蔽情况、灯光、日光、排烟(从建筑物内排除火灾产生的烟和热气的措施)及其他现象。

Empa 在设计阶段所进行的最典型的试验就是对建筑立面的研究。2005 年 , Empa 在其太阳能试验中心与建筑立面承包商一道制作了一个 1:1 的建筑立面组件模型 (全套组件 , 包括外墙、中间脚手架、玻璃天窗系统等) , 以便于对能量传输特征和日光特征进行试验和分析。研究人员还对全部组件的能量传输总量以及日光照射系数 (作为窗与屋顶之间距离的函数) 进行了分析。对建筑立面组件进行优化后 , 可在离窗户较远的工作台上提供 300 勒克司的照明度。同时 , 研究人员还对天窗上压花丝网的密度与颜色进行了分析。还对各种不透明的浅蓝色、中蓝色和深蓝色点状网压花进行检测。G 值检测得出的结果



与所有三种颜色检测得出的结果类似 ,同时还获得了有关天窗布置对建筑性能影响的信息。我们选择透明度为 75%的淡蓝色天窗格局 , 以便于在提供最佳日照时防止太阳能热量的过度增加。

环保效果

Forum Chriesbach 具备良好的环境绩效，尤其是在能源效率、灰色能源、CO₂ 排放以及安全物质的使用方面效果良好。为了营造一个无毒的室内环境，同时较好的保护室外环境，在建筑内部未使用任何施工用溶剂型化学品、也未使用含有其他有害物质的材料或产品。几乎没有建筑所有人要求达到上述标准；而客户不仅要求达到上述标准，还坚持要求对现场达标性进行监测。现场监理人员将定期对材料进行检查，收集标签和产品数据表，并安排专家对其进行检查。这样，建筑内所使用的所有材料都在综合文件中列出。综合文件中记录了各种各样的信息，例如：所用木材的来源；房屋楼层上 900 立方米的再生混凝土；走廊与办公室之间门廊（前庭）与办公室之间的保温玻璃窗未使用对环境有害的物质 SF₆。

作为节约资源的手段之一，设计简报中规定了灰色能源的目标值、能源在所安装的建筑材料中的具体化分配。灰色能源在常规设计规范中很少提到，但在将来，相关的设定值将成为标准值。Forum Chriesbach 的开发为我们进行灰色能源的设计提供了十分有价值的经验。我们还规定了灰色能源的限制范围（5,000 MJ/M²）和每年最大热量需求（40MJ/M²）。这些数字之间的比率表明建筑中灰色能源以及建筑生命周期的重要性。

建筑师主要通过采用压缩建筑体积、在外墙使用木材、选择相对简单的内部结构、使用木质纤维的胶合地板刷油、使用可再生材料、

使管道系统外露、使用粘性胶泥木质结构墙，作为办公室之间的隔墙的办法使灰色能源的使用量保持在较低水平。将粘性胶泥木质结构墙用作办公室之间的隔墙，也可使用铝制间柱和石膏板。这种隔墙方法的主要缺点是当钉子钉入时，木质结构会碎裂，有鉴于此，办公室不能通过在墙上钉钉子挂图片，而是要沿天花板安装轨道。让管道系统和管道工程外露也是另外一种折衷的替代办法，但是在部分空间给人一种未完工的感觉。

灰色能耗与年度能耗在 Forum Chriesbach 实现了完美的平衡。灰色能源指标为 43,000GJ/12,000MWh，等于建筑正常运行 20 年左右所需的一次能源（初始能源）的总量。如需在 Forum Chriesbach 运行过程中，将一次能源（初始能源）的使用降到最低，这一研究成果将发挥显著作用。

由于建筑内未使用火炉，因此建筑在运行过程中其自身 CO₂ 的排放量几乎为零。

经济效益

建筑的经济效益主要通过建筑的建设成本、建筑整个生命周期内的运行与维护成本、建筑生命周期结束时拆除和材料处理成本，以及建筑设计功能增加的相对值进行评价。Forum Chriesbach 设计时充分考虑了全部生命周期内的各项成本。

Forum Chriesbach 的建造成本为 2950 万瑞郎，与同等规模的标准瑞士办公楼成本差不多。差额主要体现在建筑运营成本上，Forum Chriesbach 的运营成本极低。由于能源价格在不断上升，因此，这一差额越发明显。Forum Chriesbach 的维护成本也低于平均值。这是因为其机械系统非常简单（使用泵和风扇，替代压缩机和燃炉），建筑外立面无需安装额外的脚手架和其他设备就可全部进入，建筑内、外饰面均使用经久耐用、维护成本极低的表面材料，管道系统、管件和电缆等均外露，便于检修。前述装置覆板工艺也简化了建筑最后拆除时的材料分拣的任务。

Forum Chriesbach 为人们提供了一个舒适宜人、功能齐全的环境。这种环境有利于推动人与人、人与建筑、人与环境之间的互动，以帮助建筑内的工作人员提高工作效率和成绩。每一个人都希望建筑能够帮助他们顺利完成工作、创造最大的价值。建筑也为塑造 Eawag 的形象增加了难以估量的价值。作为现代建筑学领域一部惊世骇俗的作品，作为建筑面向未来的典型案例，Forum Chriesbach 再一次巩固了瑞士研究院作为领先科学研究中心的地位，同时，也表达了 Eawag 对可持续发展的承诺。



eawag
aquatic research 0000

eawag

面向未来的建筑

Forum Chriesbach 融入了世界先进的技术和大量的创新成果，例如：NoMix 管道系统以及灰色能源效率设计等。然而，核心建筑理念并不是最新的，超保温的无源太阳能建筑已经存在几十年了。

最明显的特征体现在项目背后的人们的通力合作，责任感、承诺和宏伟目标。客户规定的设计标准远高于国家标准、远高于任何建筑规范，尤其体现在建筑极限测试。

设计团队熟悉客户理念、了解必须的背景和技术秘诀，并在为期五年的项目周期内与客户、用户、承包商携手奋斗。将各式各样的建筑系统构成一个有机的整体，就是团队合作与专业能力的最好证明。这支队伍在不作任何重大妥协的情况下，使建筑所有相关问题得以妥善解决。



客户在建筑项目中扮演的角色极易被人们低估。很多建筑师都可交付可持续的建筑设计，但必须得到客户的认可，并能满足客户的需求。建筑的成功既掌握在建筑师的手中，也掌握在建筑所有者的手中。

Forum Chriesbach 的宝贵经验值得在全球范围内推广。该建筑的成功再一次证明使用传统材料和已知的可转让技术同样能够获得较高的建筑性能，而且造价不高，但经济实用。建筑性能水平对于可持续的未来至关重要。

该建筑无论从经济、社会、生态、功能、审美等任何一个角度看，都非常合理。当今世界，可持续能力已成为热门话题。“采用何种办法能够更好的治理我们的环境呢？”，Forum Chriesbach 就是未来建筑方法的楷模。



Bob Gysin 论可持续发展与建筑

“毫无疑问，由一支众多专家和满腔热情的客户组成的团队创造出类似 Forum Chriesbach 的建筑是完全有可能的。团队的每一位成员都必须称职，因为最后的结果是由最弱的环节决定。这就是为什么项目要求之一是组建一支由最佳组合的跨专业设计团队。”

Bob Gysin+合伙人 BGP 企业负责人



Bob Gysin：“可持续性”一词在您的作品中发挥着极其重要的作用。

那么到底什么样的建筑可以称为可持续的建筑呢？

“可持续性”已成为近年来最时髦的词语。但如果您仔细分析这一术语，就会发现我们以最快的速度完成的事情最后并不一定是最好的。这是为什么瑞士的缓慢并不一定总是一件坏事。可持续的建筑物可长期为人们提供服务。在建筑型式上百年保持不变的时代，建筑应具备较强的灵活性。材料应根据可持续原则正确使用。适合于建造百年建筑的材料必须与设计寿命仅为二十年的建筑所用材料是不同的。但是在两种情形下，材料必须适合于循环利用，甚至优化使用。六年前，我们在 Forum Chriesbach 现场附近修建了一座实验室，在实验室内可持续性的基本原理随处可见。建筑明确的设计使用寿命为二十年，因此我们选择了木质框架结构，该结构可在二十年后拆除并再利用。即使在最糟糕的情况下，这些木材也可作为燃料用料。当然，该建筑能源效率极高。部分原因是半透明的表面，允许日光照射到建筑的所有部位。实验室则像集装箱一样插入建筑结构内；二十年以后，这些结构都可拆除并且异地使用。由此可见，“可持续性”涉及材料的选择、能源效率和可逆性。

在 Forum Chriesbach 项目中，您的各项条件都是最理想的，因为客户就是研究节能建筑的机构。那么，如何能让每一个客户都执行

建筑节能的目标呢？

唯一的办法是不断的解释、说明，增强人们对这些问题的认识。但是，当提交的解决方案可帮助客户得到多种效益（不只是环保效益），例如经济效益，说服一位客户还是很容易的。如果我可以做说服客户的工作，我首先要能让客户确信我们能够建造可持续的建筑。作为一名建筑师，我们不能在做出明确承诺后就产生畏难情绪，害怕失去佣金。我们没有必要为每一个人设计零能源的建筑，但是我们必须向客户说明：设计零能源的建筑是我们追求的目标。除生态效益外，经济效益在未来建筑能效方面发挥着日益重要的作用。因此，我们的思想观念也将自动发生改变。但在此之前，我们仍应做大量的解释、说明工作。

Forum Chriesbach 之所以引人注目，不仅因为能源效率，而且还应归因于建筑质量。原有的建筑理念自始至终都得到了严格遵守。那么，如何在项目实施的全过程，保持建筑结构的简约性呢？

您所讲的是保持一定程度控制力的问题。为确保做到这一点，与客户的沟通非常必要。我们的设计理念必须在最大程度上与客户的理念保持一致，否则我们无法自始至终保持高度统一。经验在这一过程中也发挥着极其重要的作用。同时，质量控制也必须贯穿全过程。建筑需要人们持续的关注。客户、设计团队、承包商这三个最重要的角色，必须始终保持平衡。每一个人都在同一立场上讲话，人们之间的

协作就会更超前，更有效。

Forum Chriesbach 投入运营后短短六个月内，就获得了四项瑞士设计奖。这些奖项对您而言，意义何在呢？

这些奖项的意义可以从三个层面进行理解：第一，这些奖项对于建筑本身意义非常重大。他们是对项目团队努力工作的一种肯定，这个项目团队我认为应该包括所有的工程师和承包商，当然还应包括客户。只有客户和建筑用户感到满意，才能算得上成功。这些奖项将项目团队努力的成就展示在世人面前。第二，这些奖项是对建筑设计的宣传和推动。我希望我们的建筑方式能够给人们以指导，希望有更多的人模仿。我们不担心被人抄袭、剽窃，因为它是高效率的知识管理。第三个层面是奖金的问题，我们已公开宣布这些钱将用于资助科学研究。

工程师的作用非常重要（尤其对于办公大楼而言）。那么，您是如何选择工程师的呢？

1998 年，我开发出一个有关虚拟办公室的概念。其目标在于将资源共享的办公室完美结合在一起。这个平台就在互联网上，每一个学科有三到四间办公室。今天，虚拟办公室不再存在于该平台之上，但我们仍在与很多办公室合作（这些办公室是项目的重要组成部分）。让工程师和专家提前介入非常重要，甚至在工程竞标阶段就介入。

我们建筑师也应充分利用他人的知识和经验。任务越艰巨，我们越是要迎接挑战。

这种挑战总会激发您超常规的思维、挑战极限吗？

当然，不仅仅是在建筑设计领域，还包括人生的各个方面。但人们可以更加理性进行思考。实际上，并不存在真正的极限，最多只有范围。在地理学上，从山区到草原到沙漠的过渡是自然形成的。十六岁那年在我第一次去意大利的途中，透过火车车窗我试图找出瑞士和意大利之间的差异，但边境线两边的风景看起来几乎一模一样。所以极限时人为确定的。在房间里，我们可以看到明确的界限，但一旦走到户外，我们看到的就是室外空间。如果我们仰望天空，就会发现天空没有界限。是我们自己为自己设定了极限的概念。

此为 Anita Simeon 于 2007 年 3 月在“Bau & Architektur”的采访记录。



技术数据

建筑容积和建筑面积

建筑容积：38615 立方米；

中厅容积（下部玻璃层下方的容积）：4788 立方米；

户外表面的面积：5174 平方米；

使用面积：5012 平方米；

房屋面积：8533 平方米；

屋顶面积（建筑基底面）：1886 平方米；

能源基准面积：8270 平方米；

能源基准面积（房间高度加权）：11170 平方米

建筑公用设施

光生伏打板面积：459 平方米；

散热管太阳能收集器：50 平方米；

蓄热罐：12 立方米；

雨水存储罐：4 立方米；

雨水贮存池：80 立方米；

饮用水使用量：811 立方米/年

能源（设计值）

热容量需求值：8.0 瓦/平方米；

发热量需求值：52.0MJ/平方米年；

来自 Empa 网络的供热量：23.6MWH/A；

来自 Empa 网络的供冷量：12.0MWH/A；

对 Empa 网络的供热量 (潜在生产能力): 5.7 MWH/A；

真空管收集器：24.0 MWH/A；

动力需求量 (不含服务器): 181.0 MWH/A；

光生伏打发电量：60.0 MWH/A；

来自公用电网的电能：121.0 MWH/A；

灰色能源 (包括挖掘系统、机械/电气系统等): 12,000 MWH；

平均预期使用寿命：37.6 年

施工成本：2954.4 万瑞郎 (包括现场工程费用)

获奖情况：2006 年度瑞士太阳能奖 (“建筑”类)，由瑞士太阳能机构颁发。

2006 年度创新奖 (SWISSPOR)

2007 年度瓦特 d'Or 奖，由瑞士联邦能源部颁发。

2007 年度日光奖，由 VELUX 基金会颁发。



网址 : www.forumchriesbach.eawag.ch

客户

EAWAG , UBERLANDSTRASS 133 , CH-8600 DUBENDORF ,
www.eawag.ch

EMPA , UBERLANDSTRASS 129 , CH-8600 DUBENDORF ,
www.eawag.ch

客户代理人 :

BAFA BAUTEN FORSCHUNGSANSTALTEN,
KRISBACHSTRASSE 42 , CH-8600 DUBENDORF

建筑师

BOB GYSIN + 合伙 BGP , ARCHITEKTEN ETH SIA BSA ,
AUSSTELLUNGSSTRASSE 24 , CH-8005 苏黎世 ,
admin@bgp.ch , www.bgp.ch

总承包商

IMPLENIA GENERALUNTERNEHMUNG AG ,
INDUSTRIESTRASSE 24 , CH-8305 DIETLIKON ,
www.implenia.com

设计团队

建筑学专业：苏黎世 BOB GYSIN + 合伙 BGP

能源与机械工程专业：3-PLAN HAUSTENCHNIC AG ,
WINTERTHUR

建筑与能源工程专业：苏黎世 EK ENERGIEKONZEPTE AG

工程与设计专业：苏黎世 HENAUER GUGLER AG

电气工程专业：苏黎世 BUCHLER + 合伙 AG.

声学、建筑物理学、模拟学专业：KOPITSIS BAUPHYSIK ,WOHLEN

钢结构工程：MEBATECH AG , BADEN

生态学与可持续发展：苏黎世 HANSRUEDI PREISIG 教授

环境化学工程：苏黎世 UELI KASSER

景观建筑：苏黎世 ASP LANDSCHAFTSARCHITEKTEN AG.

景观建筑 (设计竞标)：苏黎世 VETSCH NIPKOW 合伙公司

HOLCIM 可持续建筑基金会

HOLCIM 可持续建筑基金会主要致力于推广可持续建筑的创新方法。HOLCIM 基金会的目标是在地区范围乃至全球范围内通过一系列举措，包括 HOLCIM 可持续建筑奖、HOLCIM 可持续建筑论坛、HOLCIM 可持续建筑研究项目等鼓励人们对影响建筑及其施工的技术问题、环境问题、社会经济问题、文化问题等做出可持续的响应、从可持续发展的角度采取积极行动。

*HOLCIM 可持续建筑基金会的合作机构包括瑞士联邦理工学院（苏黎世 ETH）、美国麻省理工学院（MIT 坎布里奇）、同济大学（中国上海）、IBEROAMERICANO 大学（UIA 墨西哥国墨西哥城）、WITWATERSRAND 大学（南非约翰内斯堡）、巴西圣保罗大学（USP）是 HOLCIM 基金会的联合大学。

HOLCIM 可持续建筑奖



面向未来的、有形的可持续建设项目参与的国际性评奖活动。

HOLCIM 奖是对人们在建筑设计、景观与城市设计、土木建筑与机械工程以及相关专业领域对可持续建筑所做贡献(无论大小)的肯定和褒奖。

每三年评选一次,奖金为两百万美元。该奖项旨在鼓励并激发超越传统的创新成果、探索新的建筑方法、引导人们关注并认同建筑领域的优异成果和优秀人才。

评奖活动由 HOLCIM 可持续建筑奖励基金与世界知名理工大学*共同主持。这些一流的大学将根据可持续建筑的目标对参评项目进行评价并独立进行评选。

WWW.HOLCIMAWARDS.ORG

HOLCIM 可持续建筑论坛



一系列由学术界和建筑从业人员参与的研讨会，鼓励人们就建筑环境的未来展开讨论。HOLCIM 论坛支持建筑行业、企业、社团的专家从科学的角度探讨可持续建筑问题。

出席论坛的人士除全世界的知名专家外，还邀请了来自世界一流大学的优秀学生，他们代表建筑行业的下一代，共享对未来建筑的认识。

第一届 HOLCIM 论坛于 2004 年在瑞士苏黎世的瑞士联邦理工学院 (ETH) 举行，论坛的主题是“基本需求”。第二届 HOLCIM 论坛于 2007 年在中国上海的同济大学举行，论坛的主题是“城市转型”。

WWW.HOLCIMFORUM.ORG

HOLCIM 可持续建筑研究项目



为加快可持续建筑进程并推动可持续建筑发展的研究项目提供启动资金和资助。

在 HOLCIM 可持续建筑研究项目框架内，HOLCIM 基金会将以三年为一个周期，为每个周期提供一百万美元，资助可持续建筑领域的研究以及建筑项目的实施。我们将根据基金会的目标对申请启动资金资助的提名可持续建筑研究项目进行评价。这些项目必须得到当地 HOLCIM 集团公司的认可。

HOLCIM 基金会作为研究项目和建筑启动工作的授权人和促进人，必须确保来自世界各地、各种重要的创新观念能够被广大专业人士所认可并得到检验。

WWW.HOLCIMPROJECTS.ORG

HOLCIM 可持续建筑基金会



HOLCIM 可持续建筑基金会地址：

瑞士苏黎世 HAGENHOLZSTRASSE 85 号 (CH-8050)

电话：+4158 858 82 93

传真：+4158 858 82 99

info@holcimfoundation.org

本资料的 PDF 文件可在 www.holcimfoundation.org 网站上下载。

©2007 本文件版权归瑞士 HOLCIM 可持续建筑基金会所有。



Holcimfoundation
for sustainable construction

