

Eawag 新闻



防洪与恢复——我们河流的新方向

第 12 页 从专家决策到风险对话

第 26 页 加宽作为一种恢复措施

第 32 页 结果好就是好吗? 用于成果评估的一种工具



Bruno Schädler, 大气物理学家和水文学家, 联邦环境部(FOEN)水文局科学顾问

罗纳河-图尔河项目： 朝河流综合管理方向发展

2000 年秋,阿尔卑斯南部和英国很多地方遭受破坏性洪水的袭击。根据这一背景,James Dooge(现年 84 岁的水文科学老前辈)在一次国际洪水管理研讨会上,呼吁代表们将水资源综合管理和可持续管理的梦想迅速转化为行动。作为一位名誉教授和前政治家(爱尔兰外交部长),Jim Dooge 兼有促使这种梦想实现所需的所有技能和经验。正如他所言,重要的不仅仅是将水文工程、生物学和生态学等领域的专家召集在一起,还需要更多来自社会科学、交流研究、经济学和法律方面的贡献。

自从 1977 年在阿根廷马德普拉塔召开“联合国第一届水大会”以来,对水资源综合管理(IWRM)的需求已被科学界和国际政治界广泛接受。不过,尽管存在一些值得称赞的例外,在地方和地区政策层面和在实际操作中,依然存在实施方面的困难。欧洲通过了《欧盟水框架指令》,而且制定一项欧盟洪水评估和管理指令的时机已成熟。目的不仅是为了保护或恢复地表水体良好的生态状况,而且还要保护人民和财产免受洪水之害。在瑞士,1999 年联邦新宪法包括了可持续发展的规定(第 2 条和第 73 条),尤其是对水管理的规定(第 76 条)。不过,没有关于水资源综合管理的明确条款。

目前,重大的水管理项目已被列入议事日程:一百年前依照当时最佳实践而进行的河流改造,现在需要更新和适应未来的需要,瓦莱州的罗纳河、林特运河、Alpenrhein(康斯坦茨湖上游的莱茵河)和图尔河仅是几个实例。现在应如何在这些大型河流工程项目中实施政治准则呢?瑞士高等教育机构的许多朝前看的研究人员已在

研究这一问题,他们的热情也激发了其他机构、民营咨询机构以及州和联邦机构的同事们。他们共同发起了关于“河流综合管理”的跨学科重大项目,“罗纳河-图尔河研究项目”这一工作名称被更多人所知。

正如本期《Eawag 新闻》、www.rivermanagement.ch 网站、众多关于特定主题的已发表的文章以及许多学位论文和博士论文所示,这些努力已结出果实。作为一项额外的措施,正在向专业人员提供培训课程。

Jim Dooge 在最近一次公共集会上令人难忘地阐明了跨学科合作的四个关键性的成功要素:进行坦城布公的讨论,在考虑到方言和技术术语的同时找到共同语言,以及努力理解其他意见。这凸显了第 4 个要素的重要性:仔细听!

B. Schädler

Bruno Schädler

目 录

主要文章

4 恢复——到什么程度以及为什么?

A. Peter, Eawag



全世界的水道被严重操纵——尽管原始河流和溪流为社会提供大量好处。罗纳河-图尔河研究项目已为可持续水道管理建立了科学

基础和手段。

从研究到实践

9 迎接防洪挑战

防洪正在变得越来越复杂。前瞻性想法是必要的。

12 从专家决策到风险对话

平衡和透明的规划过程涉及所有相关的行动者。

15 用生态指标来评估恢复项目

恢复努力实际上会大大改善水道的生态条件吗?

18 河流动态与防洪:确切地说是一种矛盾吗?

现代河流工程必须考虑河流的自然力和行为。

21 预测恢复措施的后果

数学模型对规划阶段的决策做出实质性贡献。

24 恢复的沿岸区的景观开发

基于过程的演化模型提供初步预报。

26 加宽作为一种恢复措施

详细研究了5个河段加宽前后的情况。

28 水道上的水峰

为了减轻水峰的影响,可以设想结构性措施和运行措施。

30 水峰对地下水的影响

水峰影响罗纳河的阻塞过程。

32 结果好就是好吗?一项用于成果评估的工具

P. Keusch, Kt.VS



挖掘机走了,鸟回来了,当地社区满怀热情。这意味着恢复项目已成功了吗?成果评估程序旨在帮助回答这一问题。

eawag

水生研究 ○○○

出版:瑞士联邦水生科学与技术研究所
Eawag, P.O. Box 611, 8600 Dübendorf, Switzerland
电话: +41(0)44 823 5511
传真: +41(0)44 823 5375
网址: <http://www.eawag.ch>

编辑: Martina Bauchrowitz, Eawag
出版情况: 每年2-3期,以英、德、法3种文字出版
ISSN 1440-5289

中文版翻译出版: UNEP-Infoterra 中国国家联络点
北京市 2871 信箱 邮编: 100085
电话: (010) 62920727 62849120
传真: (010) 62923563
电子邮件: nfpkszh@rcees.ac.cn
网址: <http://www.rcees.ac.cn>

结 论

- 35 罗纳河-图尔河项目,来自图尔高州的想法需要简单的工具水道开发讨论会

其 他

- 36 罗纳河-图尔河项目出版物
- 39 Eawag 出版物
- 40 简讯

恢复—— 到什么程度以及为什么？



Armin Peter, 生物学家,
Eawag 罗纳河-图尔河项目
联合负责人

全世界的水道很大程度上都被设计建造。但由于原始河流和溪流为社会提供大量好处,所以人们希望这些水道恢复到更加自然的状态。罗纳河-图尔河项目已为可持续的水道管理建立了科学基础和科学手段。

瑞士的水道已被防洪措施和其他工程作业弄得严重退化了。罗纳河和图尔河也是这种情况,它们很大程度上已丧失了生态多样性和有特色的地貌特征。因此,目前在不断努力恢复水道,新的防洪方案几乎总是包括恢复措施。一个例证是 2000 年瓦莱州大议会通过的“罗纳河第三次矫正”。该项目的目的是纠正现有防洪系统的不足,与此同时,从生态学角度提升罗纳河。另外,位于图尔河流域的五个州承诺图尔河及其支流的天然开发或半天然开发。1993 年开始的“图尔河第二次矫正”的几个阶段已得到了实施,未来,恢复工作将会继续进行。

2002~2005 年,这两个州级项目接受罗纳河-图尔河跨学科研究项目形式的科学支持(见专栏)。这包括科学基础的奠定以及可用于未来河流工程项目的实际手段和方法(也用于生境增强目的)。

目前的主要问题:非天然的水文形态和改变的流况根据已公布的估计^[1,2],全世界 75%~95% 的水道退化。受损情况多种多样(见第 8 页上的

表 1)。很多河流和溪流具有单一形态或流况严重改变,或受到化学污染。多重压力往往成为规律而不是例外。在英国,目前只有 2% 的水道被划分为天然水道,1/3 以上的水道被认为高度退化或污染^[3]。

在瑞士,过去五十年的努力集中在改善化学水质方

罗纳河-图尔河研究项目

这一跨学科的研究项目的目的是,为可持续的水道管理建立科学基础,大部分集中在罗纳河和图尔河。

研究的三个主要领域

- ▶ 生物学/生态学(Eawag 和瑞士联邦森林、雪和景观研究所/WSL);
- ▶ 群落/景观(WSL 和 Eawag);
- ▶ 河流工程(瑞士联邦苏黎世理工学院水力学、水文学与冰川学实验室/VAW 以及瑞士联邦洛桑理工学院水利建设实验室/LCH)。

本期《Eawag 新闻》所示的罗纳河-图尔河项目的成果有:

- ▶ 一本河流工程项目参与和决策手册^[4];
- ▶ 一个用于预测恢复措施成果的综合模型^[5];
- ▶ 一个水边森林演替模型^[6];
- ▶ 一份关于最佳协作用和河流工程措施(将于 2006 年底发表);
- ▶ 一份关于水道加宽的总报告^[6];
- ▶ 一份关于水峰的总报告(仅罗纳河)^[7];
- ▶ 一本用于评估河流恢复项目成果的手册^[8]。

出版物详细清单见第 36 页,也可在线获得:[www.rivermanagement](http://www.rivermanagement.rhonethur.eawag.ch) 和 www.rhonethur.eawag.ch。

罗纳河-图尔河研究项目的其他参与者有:联邦当局(联邦环境部/FOEN),图尔高州和瓦莱州苏黎世大学和纳沙特尔大学,位于伊弗东的冲积区咨询中心以及各种环境与工程咨询机构(尤其是 Limnex AG)。

面。如今,非天然水道形态尤其是生境破碎以及缺乏连接性已成为主要问题。图 1 提供我国河流和溪流生态形态现状的概况:总水道网的 1/3 以上需要采取行动。

还有成问题的是流况的改变,一般与水力发电有关。瑞士现有 1600 多座水力发电站在运行。很多情况下,水从水道中被分流进水库。结果,下游河段的水流速度降低。另外,流量方面可能发生大的波动,当水从水库返回时会出现波潮(水峰)。我国大约 25%的大中型水道受这些流况的影响。

被非生命因素危害的生态功能 上述非生命环境中的缺陷已对生物群落和生态过程产生不利影响,影响水道的功能能力以及减少生物多样性。因此,湖泊、河流和溪流中的物种灭绝速度是陆地生态系统的 5 倍^[9]。这很大程度上归咎于诸如水坝一类障碍所致的破碎和溪床稳定化结构^[10],这些妨碍了生物的扩散和迁移。在非破碎的水道系统中,生物多样性对气候变化不太敏感,例如,因为生物能够迁移到更合适的地方去。

开发防洪与保护之间的协合作用 水道的集中使用导致对可持续管理与保护的复合概念的需求。社会依赖于这些生态系统所提供的各种服务——饮用水和灌溉用水的供应、自净能力、气候调节、生物多样性、渔业、娱乐活动、精神/美学价值,等等。但在长期过程中,只有当水道的主要功能得到确保时,我们才能从这些服务中受益。因此,迫切需要恢复规划。

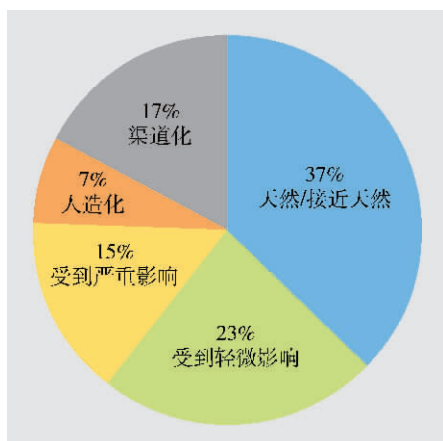
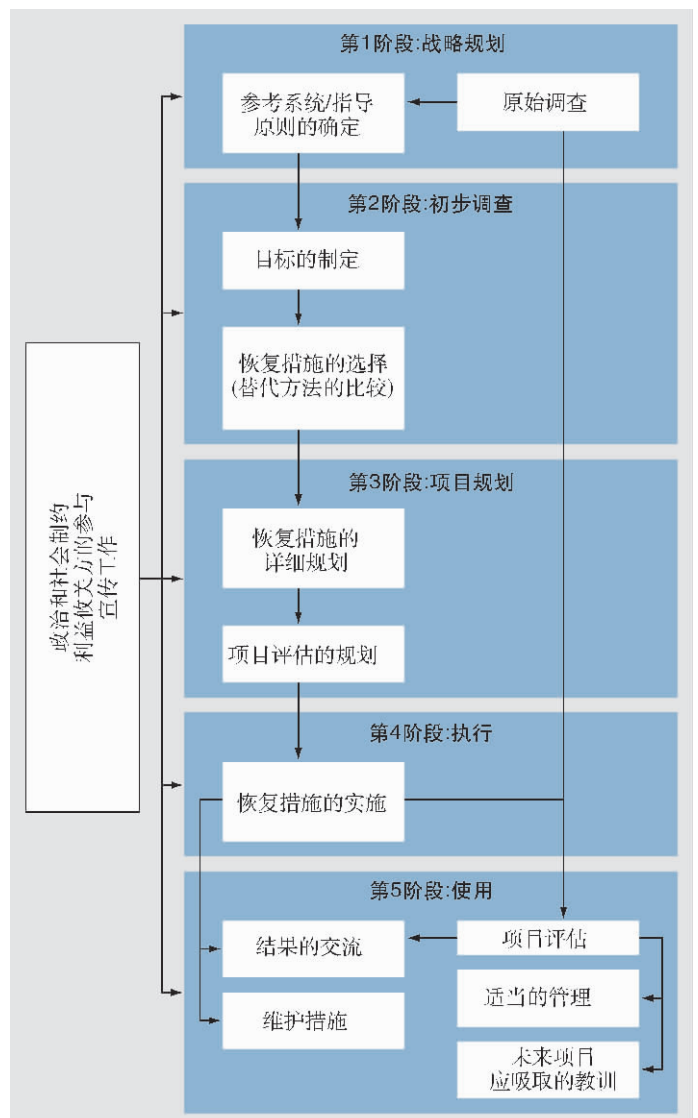


图 1 基于模逐步程序的瑞士水道的生态形态分类(数据来自 2005 年 10 月, FOWG)^[8]

与此同时,不得不对住区、交通和工业基础设施以及农田加以保护,以免受到洪水危害。在很多情况下,现有的防洪措施已不再充分有效,正如 2005 年 8 月发生的洪水所凸显的那样(见第 9 页 H.P.Willi 的文章)。人们日益认识到,为了有效地防洪,需要增加水道的可用空间。所以河流工程与生态之间产生了重要的协合作用(见第 18 页 A.Schleiss 的文章)。

仔细规划——成功的恢复 恢复方案是一项复杂的工作,就防洪来说,河流动力学和生态都是中心要素。认真仔细的项目管理对于恢复努力的成功是至关重要的。图 2 示出了理想的活动次序——从规划到成果评估。在

图 2 恢复项目流程图^[8]



前两个阶段(“战略规划”与“初步研究”), 确定恢复目标和措施。罗纳河-图尔河研究项目已研究了旨在促进未来这一决策过程的方法。

规划过程中的一个关键性步骤是,重大恢复问题的最初讨论:

- ▶ 能够在防洪和环境增强措施之间达到何种协合?
- ▶ 要改善或恢复何种生态系统服务?
- ▶ 能在何种程度上实施生境增强和连通措施?
- ▶ 要重建何种严重减少或消失的物种?
- ▶ 何种措施会促进具有生态价值生境的合算的恢复?

在这一过程中,需要考虑政治和社会框架,以及所有利益攸关方的参与: 题为《Wasserbauprojekte gemeinsam planen》的手册中有关于促进建设性对话的指导(河流工程项目的联合规划,见第 12 页 M. Zaugg 的文章)。

预测可能措施的成果的数学模型的应用,也能促进决策过程。河边森林演替模型专门针对景观和植被开发(见第 24 页 C. Glenz 的文章)。相比之下,综合

位于 Altikon-Niederneunforn 的以前的图尔河(2001 年 6 月,左边)以及加宽 2 年后的图尔河(2005 年 9 月,右边)。包括 1.5 km 长河段,这是迄今瑞士最宽的局部加宽项目,因此罗纳河-图尔河研究项目对其进行了仔细的研究。特别惊人的是砾石岸的建造所致的岸线长度的明显增加。出现的新型生境迅速被植物和野生动物所定居。





Photos: C. Herrmann, BHAteam, Frauenfeld

模型采用一种更广的方法,试图同时预测措施的经济后果和生态后果(见第21页 P. Reichert 的文章)。目前,生态模型考虑的要素如水力和形态变化以及它们对鱼、植被、岸线动物和水底生物的影响。一个简化的水边森林模型也被结合进这一综合模型。

将经验传给未来的项目 一旦恢复措施已被确定和实施,那么评估项目的目标是否已实现就是必要的。评价河流恢复的成果是整个序列中的一个重要步骤(图2),因为它可以为未来项目吸取教训。水道恢复项目成果评估手册提供了如何进行的一步一步的指导(见第32页 C. Weber 的文章)。

用于评价项目成果的指标应尽可能是易于测量的参数。该手册中描述的主要是生态指标例如岸线长度或物种出现度和丰度(见第15页 K. Tockner 的文章)。进一步的指标与下列方面的项目目标有关:财政、河流工程、饮用水供给、舒适值、政治接受性以及利益攸关方的参与。

在描述景观结构和植被发育的特定指标基础上,评估了在 Gütighausen 所进行的图尔河加宽项目的结果(见第26页 S. Rohde 的文章)。

水峰问题 在某些情况下,河流工程和生境增强工作被其他一些困难弄得复杂化了,尤其是在罗纳河情形中与水峰相关的问题。水库水电站下游水流量的波动对物理和化学水质(如温度和浊度)和河栖生物产生影

人为利益	背景—影响—实例
防洪;弄直和渠道化	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 缺乏横向的/纵向的/垂直的连接性 ▶ 继渠道化之后溪床稳定化结构所致的破碎: 每公里水道上苏黎世州有 11 个人工坝, 阿尔高州有 5 个, 伯尔尼州有 2 个 ▶ 瑞典 33 000 多公里水道受影响^[11], 奥地利 80% 的主要河流受影响^[12]
防洪与结构改善;暗渠=封闭渠道中的水道	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 在农田上,在公路交叉处和城市地区 ▶ 瑞士 17% 的水道为暗沟
土地开垦	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 用于住区、农业、交通和工业 ▶ 英格兰南部和丹麦 95% 以上的低地水域^[13] ▶ 河岸区的开发和冲积区常常完全的丧失
灌溉和水电	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 水库:全世界大约有 80 万个,包括大约 45 000 座大型水坝; 瑞士有 156 个大型水库 ▶ 流量调控:欧洲河流受到严重影响, 瑞典 70% 的河流受到调控^[10]; 筑坝拦水和剩余流量段; 瑞士 25% 的大中型水道中的水峰^[7]
污染	▶ 来自农业、城市和工业源
航运	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 重货物运输 ▶ 大河:莱茵河、多瑙河、易北河等
林业/木材浮运	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 带有土壤侵蚀的彻底的森林砍伐(清伐),尤其是在北美和热带雨林 ▶ 20 世纪的木材浮运,尤其是在斯堪的纳维亚
砾石开采	▶ 由于缺乏砾石而导致溪床降低

表 1 导致水道生态完整性损害的主要人为利益

响。一份总结报告详述了水峰的基本原理(见第 28 页 T. Meile 的文章),该报告还提出了用于减少或消除波潮的可能的措施。在 Sion 和 Marigny 之间的罗纳平原进行的一项研究,调研了水峰运作对溪床和岸线区(从而对地表水/地下水交换)所产生的影响(见第 30 页 M. Fette 的文章)。

水道恢复——一种增长的产业 只是在过去大约 15 年中开展了大规模的水道恢复工作。过去 10 年目睹了全世界工程项目数的大增,这一趋势可能会继续下去。在欧洲,由于 2001 年欧盟通过了《水框架指

令》,所以恢复计划也将变得更为广泛。该法规要求到 2015 年所有地表水体都要实现“良好的生态状况”。防洪不再充分有效以及自然保护学家已确定存在重大生态缺陷的地方,需要采取优先行动。这些利益共同需要的是水体需要更多的空间。因此,确切地说,为防洪和保护目的服务的措施不再矛盾!



- [1] Benke A.C. (1990): A perspective on America's vanishing streams. *Journal of the North American Benthological Society* 9, 77–88.
- [2] Dynesius M., Nilsson C. (1994): Fragmentation and flow regulation of river systems in the northern third of the world. *Science* 266, 753–762.
- [3] Hostmann M., Buchecker M., Ejderyan O., Geiser U., Junker B., Schweizer S., Truffer B., Zaugg Stern M. (2005): Wasserbauprojekte gemeinsam planen. Handbuch für die Partizipation und Entscheidungsfindung bei Wasserbauprojekten. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. Publikation des Rhone-Thur-Projekts, 48 S.
- [4] Reichert P., Borsuk M., Hostmann M., Schweizer S., Spörri C., Tockner K., Truffer B. (2006): Concepts of decision support for river rehabilitation. *Environmental Modelling and Software* (in press).
- [5] Glenz C. (2005): Process-based, spatially-explicit modelling of riparian forest dynamics in Central Europe – Tool for decision-making in river restoration. Thèse Nr. 3223, EPFL, Lausanne.
- [6] Rohde S. (2005): Integrales Gewässermanagement, Erkenntnisse aus dem Rhone-Thur-Projekt, Synthesebericht Gerinnenaufweitungen. Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, 69 S.
- [7] Meile T., Baumann P., Fette M. (2005): Synthesebericht Schwall/Sunk. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. Publikation des Rhone-Thur-Projekts, 48 S.
- [8] Woolsey S., Weber C., Gonser T., Hoehn E., Hostmann M., Junker B., Roulier C., Schweizer S., Tiegs S., Peter A. (2005): Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fliessgewässerrevitalisierungen. Publikation des Rhone-Thur-Projekts. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ, 112 S.
- [9] Bernhardt E.S. *et al.* (2005): Synthesizing U.S. River restoration efforts. *Science* 308, 636–637.
- [10] Nilsson C., Reidy C.A., Dynesius M., Revenga C. (2005): Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science* 308, 405–408.
- [11] Jansson R., Nilsson C., Dynesius M., Andersson E. (2000): Effects of river regulation on river-margin vegetation: a comparison of eight boreal rivers. *Ecological applications* 10, 203–224.
- [12] Muhar S., Schwarz M., Schmutz S., Jungwirth M. (2000): Identification of rivers with high and good habitat quality: methodological approach and applications in Austria. *Hydrobiologia* 422, 343–358.
- [13] Giller, P.S. (2005): River restoration: seeking ecological standards. Editor's introduction. *Journal of Applied Ecology* 42, 201–207.



Hans Peter Willi, 土木工程师, 联邦环境部 (FOEN) 危险预防局局长

迎接防洪的挑战

自 1987 年洪水灾难以来, 瑞士已承诺可持续防洪——一种已结出果实的方法。然而, 鉴于气候以及土地方面可能的变化, 防洪已变得越来越复杂。前瞻性的思考是必要的。

2005 年 8 月袭击瑞士的洪水是灾难性的——从财政角度看是过去 100 年内该国所经历的损失最惨重的事件。据一份自 1972 年以来一直保持的官方概述称, 这一时期第二半段的损失已增长 3 倍。投资率统计表明, 自 1987 年事件以来投入的资源已不得不翻番。但尽管已有大量资金投入, 可是损失并未减少, 实际反而增加了。目前保护战略的含义是什么? 能够说它已失败了吗?

防洪措施: 生态增强的机会 过去 15 年已目睹了自然危害管理方面的决定性变化。具有广泛基础战略的国家自然危害论坛 (PLANAT) 已表明, 单纯的技术措施不足以应付这类危害^[1]。所需要的是综合风险文化和综合风险管理。然而在未来, 防洪构筑物仍将不得不放置在水道中和水道周围, 以便确保足够的防护水平。不过, 与此同时, 这类干预或改动还代表改善生态条件的一种机会。这是《河流工程法》第 4 条的含义, 它要求在实施改动时尽可能修补生态缺陷。自 1993 年新的《河流工程法》生效以来, 联邦当局一直在信奉这一新的防洪哲学。

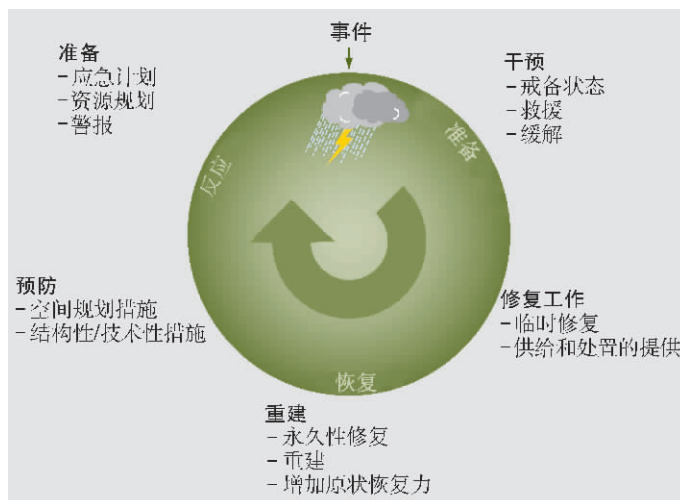
绝对安全是不可能达到的 对可能危害的知晓是防洪项目的一个关键性要求。继对 1987 年洪涝原因分析之后, 公布了各种帮助和建议: 一本关于防洪要求的小册子 (1995 年), 关于“在具有土地利用影响的活动方面考虑防洪”的建议 (1997 年)^[2], 关于“河流与溪流洪水控制”的指南 (2001 年)^[3], 以及“瑞士水道指导原则” (2003 年)^[4]; 这些文件共同提供了联邦当局目前战略的综合陈述。但目前危害地图编制现状表明, 建议仅是行动的一种初始行为。虽然瑞士所有市镇中 80% 暴露于洪水风险, 但只有 50% 的市镇了解危害程度, 只有 15% 的市镇已将危害

程度纳入土地利用计划。

另外, 正如联邦社会保护部的灾难循环所示 (图 1), 损失事件将总是会发生, 无法确保绝对安全。因此, 需要和建议对这类事件作好准备, 预防性、前摄性措施尤为重要。

1995 年, 通过 Engelberg Aa 河实例向专家们展示了新的不同的综合防洪方法, 过去 10 年中, 已开展了基于这些新原则的进一步的项目。作为罗纳河-图尔河项目组成部分而进行的以实践为方向的研究, 旨在促进可持续防洪和综合解决办法的制定, 以及允许评估完成项目的结果。在这些研究和其他事件分析的基础上, 现在能够评估目前防洪战略的合适性。

图 1 风险综合管理 (基于参考文献[1])





Swiss Air Force

图 2 2005 年洪水期间位于 Ennetbürgen 和 Buochs 之间的平原上的 Engenberg Aa 河。箭头表示允许洪水以受控状态淹没该平原的 3 个位点中的 2 个。橙色线表示的是目前正在建设的第 2 座大坝

成功要素 如果结构性防洪措施想要在紧急情况下提供有效保护,那么需如何来对它们进行设计呢?重要的是在规划阶段考虑若干因素:

- ▶ 选择负责的规划者:一个跨学科工作组对于开发者来说是一个关键性的抉择;
- ▶ 用于复杂问题解决的总体规划:一种系统层的方法对于确保地方级合适的行动是必不可少的;
- ▶ 用于安全和生态考虑的空间:排水能力和结构多样性;
- ▶ 对总负荷条件的考虑:保护性构筑物应坚固耐用、可超载的和适应性强的;
- ▶ 水道之外的二级措施:剩余的风险可以通过诸如地形改变、泄洪通道的设计等方式来限制;
- ▶ 参与性规划过程,以获得对项目的广泛支持;
- ▶ 按优先顺序排列措施:最大限度增加靠有限资源所取得的效果;
- ▶ 用于认真规划的充足的时间。

如今,保护性构筑物的规划是一个相互影响的过程,

在这一过程中,评估各种方法的效果。然后实施从全球角度考虑最佳的方案。这方面的口号是可持续性:目的不单单是最大限度增加安全,而是研究一种能适应未来变化以及在紧急或超负荷情况下坚定实施的相称的解决办法。在选择合适的方案过程中,还需要考虑保护性构筑物的服务寿命和更新需求。

管理不确定性——Engelberg Aa 案例 尼德瓦尔登州在其 Engelberg Aa 河防洪项目中,采用了差别防洪的概念。在这里,不再以任何代价来预防洪涝。而是保护程度适应于被保护财产的价值和重要性。因此,重点考虑为这一地区提供防洪措施:从 Dallenwil 延伸到 Stans 平原,带来 Stans, Stansstad, Ennetbürgen 和 Buochs 等乡村。与此同时,农田的洪涝被认为是可忍受的。Engelberg Aa 河上实施的保护方案的关键要素是选定地区受控的洪涝。在 3 个点上,允许洪水漫过大坝和分流穿过开阔的乡村流向卢塞恩湖,不导致对建筑物或住区的任何损害(图 2)。通过空间规划将剩余风险保持在最低限度:未来将禁止



H.P. WILH. FOEN

图3 当 Engelberg Aa 河因降雨而溺水时,Dallenwil 电站采取了局部其他防护措施

在以地形改造为界的洪水通道上开发。就采用现场措施来防御剩余风险向房地产所有者提供建议(图3)。除了调控洪水流量外,还根据现代地质技术要求对坝进行更新。水道加宽措施不仅大大改善了排水能力,而且还增加了 Engelberg Aa 河的结构多样性,尽管这项工程需要改造7座桥梁。最后,纵向连接逐步得到恢复,所以湖鲑将能再一次到达其产卵场。

2005年发生的洪涝充分证明了这一防洪工程的成功。幸亏2600万瑞士法郎的投资,从而避免了大大超过1亿瑞士法郎的破坏。这一点也变得很清楚:通过简单的额外措施,尤其是水道之外的二级防御,可以进一步提高安全性。

前瞻性思考与动态行动 在商界,公司寻求通过“动态能力”战略适应市场的变化来确保它们的生存。自然危险领域出现某些类似情况,在该领域也会发生较快的环境条件变化。就经济方面来说,好的解决办法是:以最小的资源代价实现最大限度的危害减低,以及用最低的可能作为结果的代价来展现适应变化的最大的可能的灵活性。在不确定性不断增加的时候,例如气候变化所产生的不确定性,动态能力的重要性显然增加了。另外,不仅水文条件而且土地利用利益都被当作动态变量。因此,需要用前瞻性的方法管理开发的进程和位置。在高风险地区,这只能以很大的代价来得到确保,不应创办进一步的资产。应尽可能不利用这些地区。而是应进一步开发充分安全的地区。我们需要与科学界一起不带任何偏见地考虑整个系列的问题:我们的生活空间正在怎样变化?全球变

暖在怎样影响我们的环境?风险局势在怎样发展?如何才能通过精心的重新规划来使我们的景观更为安全?需要有创新性方案和行动选择。

未来防洪的指导原则 我们如何才能迎接复杂的防洪挑战呢?可以提供若干指导原则:

► **综合风险管理:** 只有利用所有可用的选择我们才能增加生活空间的安全以及使破坏保持在最低限度。所以部门的方式动作的机构必须以协作的方式来行动。

► **从反应性方法转向主动的和前摄性方法:** 有人已预报,由于气候变化,目前集中利用的那些地区将不会都能在不受限制的情况下保持可用状态。所以除了这一现状之外,未来的风险管理还必须考虑基本条件(如土地利用)方面的潜在变化。必须思考不可思议的问题,需要精心制定多层措施。

► **提供泄洪道和滞洪区:** 这将导致极端情况下安全性的大大提高,并有助于避免破坏潜力方面的无控增加。

► **对有效措施的支持:** 自从“财政均摊和任务分配改革(NFA)”以来,已更加强调有效的措施。为了促进可持续的项目,目前正在联邦级研制一个奖励制度。

► **加强教育与培训:** 专家依靠有效的知识传播。防洪措施规划阶段所涉及的每一个人都需要熟悉可能的自然危险。

► **以实践为方向的跨学科研究:** 控制措施的有效性将是未来对防洪项目支持的中心。所以需要进一步研制用于评估项目成果的指标。



- [1] Nationale Plattform Naturgefahren Planat (2003): Strategie Naturgefahren Schweiz. Bern, 88 S. www.planat.ch/resources/planat_product_de_543.pdf
- [2] BUWW, BUWAL, BRP (1997): Berücksichtigung der Hochwassergefahren bei raumwirksamen Tätigkeiten, 32 S. www.bwg.admin.ch/themen/natur/d/pdf/804201d.pdf
- [3] BWG (2001): Hochwasserschutz an Fließgewässern, Wegleitung. www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/publikationen
- [4] BUWAL, BWG (2003) Leitbild Fließgewässer Schweiz, Für eine nachhaltige Gewässerpolitik, Bern, 12 S. www.umwelt-schweiz.ch/buwal/de/publikationen



Marc Zaugg Stern, 苏黎世大学社会地理学家
 联合作者: Eawag 的 Markus Hostmann

从专家决策到风险对话

可持续的防洪方案的实施是一个极其复杂的过程,需要大范围的详细分析和所有利益攸关方的参与。作为罗纳河-图尔河研究项目的一部分而出版的河流工程项目联合规划手册(Wasserbauprojekte gemeinsam planen),为决策提供了帮助。

最近直到 20 世纪 80 年代,水道的防洪一直包括一种基于河流改变和土地开垦的技术方法——因为 19 世纪迅速工业化的社会产生了需求和威胁。但自 20 世纪 50 年代以来,不利的生态影响已变得日益明显:我国最小的水体中 98% 已消失了,曾经占瑞士总面积 3% 的冲积区的面积减少到 0.25%。由于水道的人造结构和渠道化,自然界经历了从“威胁”到“被威胁”的转变过程——这一过程引起了关注,并被各种政治抗议运动所凸显^[1-3]。

从技术到可持续防洪 但技术防洪措施的不利影响超出了损害水道生态完整性的范围:增加的溪流流量、保留区的丧失以及洪水风险区住区或基础设施的建造,导

致暴露于风险和潜在危险的机率不断增加。另外,不管潜在的损失规模如何,为开发区和农业区提供相同水平的防洪。这导致了瑞士国家的巨大成本,这通常是因为建造和维护河流工程设施所致。所以 20 世纪 70 年代(以生态辩论为背景)目睹了瑞士河流工程方法的典型转变。迄今主要以技术为导向的这一部门,演化成了一个对持续性想法有承诺的专家系统(图 1)。可持续防洪试图在防洪与水道和毗邻地区如冲积景观区的保护之间实现平衡。不是依靠“硬的”工程措施,而是又一次让河流和溪流拥有更多的空间。可持续防洪的其他关键要素包括:与相关部门的政策协调,例如自然保护、农业和空间规划以及公众在特定项目中的参与。当今防洪项目中的一个必不可

图 1 从技术向可持续防洪转变^[4]

年份	1960	1970	1980	1990	2000
影响因素		生态演说	20世纪70、80、90年代洪水 关于防洪成本辩论	关于公共资金有效使用的辩论	可持续性辩论
	“技术性”防洪			“可持续”防洪	
目标	综合性防洪,扩大农业生产和疾病控制			可持续防洪,水体近自然状态的保护与促进	
特性	成本集中,所有财产的保护程度相同			成本有效的,适应于不同的保护目标	
景观	渠化的水道			水道具有足够的空间	
设计	硬式的,统一的和通常人造的结构			可变的,如可能的话接近自然的结构	
决策	“专家管理论者的”,主要基于专家知识,其他利益方不透明的参与			基于专家知识,分歧的社会利益方透明的参与	



实际对话——以参与的方式精心确定问题、目标和措施

少的过程是,有差异的保护目标的确定。目的是为了日益保护复杂的交通和通讯基础设施,而由于瑞士粮食生产变得不太相关,所以为农业地区提供的保护在减少。20世纪90年代,可持续防洪原则——它的实施是基于平衡特定情况下的社会、经济和环境考虑——在联邦河流工程法规和相应政策中被铭记。

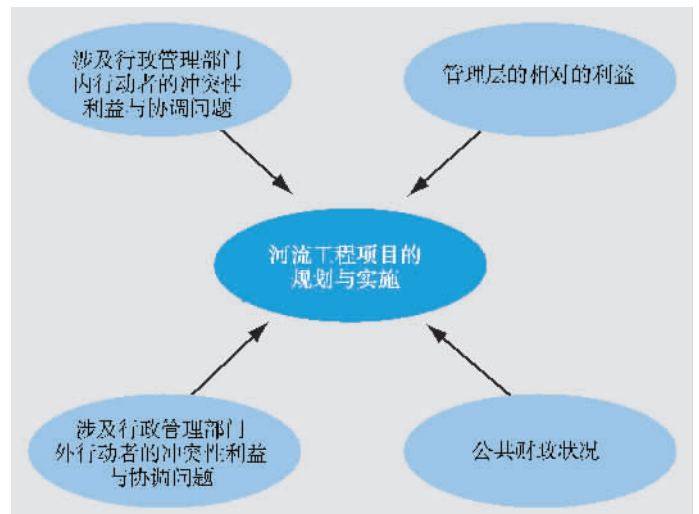
可持续防洪面临的挑战 将可持续防洪的目标和原则转化为实践,是一项复杂的工作,至少四个不同领域会产生问题(图2)^[4]:

▶ **相对的利益**:在几个州,各种相关政策领域——如保护、地下水保护、饮用水供应——的规则、方法或目标包括了相对的利益。这必须要有各种机构利益的微妙的平衡。

▶ **内部合作**:行政管理部门之外的行动者常常反对那些对农业和住区开发实施制约的河流工程措施。在这些情况下,这些行动者们可能会得到支持或甚至被政治代表们当成工具。

▶ **有限的财政资源**:河流工程目前受到公共财政状况的制约。河流工程利益与目前的财政政策目标背道而驰。鉴于地方行政区的预算问题,难以通过河流工程结构的维

图2 河流工程项目4个成问题的领域^[4]



护来实现确保防洪的首要目标——尽管可持续维护和扩展减少了中长期的费用。

实施困难与贯彻水道“空间要求”的目的的关系特别明显。在住宅区,确保所需空间的努力与建设区的分界相抵触。社区认为它们的发展范围被限制。在开发区之外,农民们(有时得到农民协会或州农业局的支持)反对土地转让或对基于河流工程或生态考虑的土地限制。因此,住区内外可用土地的稀少大大阻碍了可持续河流工程的实施。

对复杂环境中决策的建议 这一新的防洪方法已安排河流工程专家在复杂的协商过程中起“调解人”的作用。参与这一过程的是政府和民间社会不同的行动者,他们带有各自的资源——例如法律规定、专家或政治影响^[5]。这类过程成功的调停决定性地取决于项目内容系统、深入的分析以及决策支持手段的合理使用:

► **来龙去脉的分析:**用于决策的科技基础的认真考虑需要得到项目政治、社会和历史关系的分析、评估和文件证明。这包括确定所有关键性环境条件的努力,例如法律规定或相关的利益与利益攸关方。

► **利益攸关方的参与:**来龙去脉的分析将使得项目管理者能计划与各利益攸关方的合作。这里所选择的联系渠道应适合于有关各方的不同性质。在早期阶段与那些直接相关方进行面对面的讨论,是可行的。这些行动者应通过工作组参与规划和实施过程。大众也必须收到及时的和定期的信息,而且应通过采访或调查表对他们进行咨询。在内部协调手段的帮助下,早期在行政管理范围内就能察觉不同政策和机构之间冲突性目标或利益^[6]。

► **使用决策支持工具:**可以采用正规的工具支持达成协议和决策过程。例如这些工具能够在与相关利益攸关方协商时比较各种不同的选择。在这一过程中,可以确认不同利益之间的冲突,并制定出一致的解决办法^[6]。另外,决策支持工具能指明不同的河流工程选择对重要目标区域“生态”和“当地经济”的影响。

作为罗纳河-图尔河研究项目一部分而出版的河流工程项目联合规划手册(Wasserbauprojekte gemeinsam planen),详细阐述了决策基本原则和相关的方法^[7]。

合理的和透明的程序 如今,河流工程目标和措施构成了综合空间规划政策的一部分,它还包括农业、水保护和娱乐福利设施。对河流工程项目的制定和实施提出的新要求,要求采用知识和相互管理领域的新方法和新

手段以及决策支持。根据可持续发展的原则,这些方法以合理和透明的程序促进利益的平衡。采用这些新方法,河流工程专家们就能在保持其行动和决策能力的同时,适当地调节这些过程。 ○○○

- [1] Walter F. (1996): Bedrohliche und bedrohte Natur. Umweltgeschichte der Schweiz seit 1800. Zürich: Chronos.
- [2] Speich D. (2003): Helvetische Meliorationen. Die Neuordnung der gesellschaftlichen Naturverhältnisse an der Linth (1783–1823). Zürich: Chronos.
- [3] Zaugg Stern M. (2006): Philosophiewandel im schweizerischen Wasserbau. Zur Vollzugspraxis des nachhaltigen Hochwasserschutzes. Schriftenreihe Humangeographie, Bd. 20. Zürich: GIUZ.
- [4] Zaugg M., Ejderyan O., Geiser U. (2004): Normen, Kontext und konkrete Praxis des kantonalen Wasserbaus. Resultate einer Umfrage zu den Rahmenbedingungen der kantonalen Ämter oder Fachstellen für Wasserbau bei der Umsetzung der eidgenössischen Wasserbaugesetzgebung. Schriftenreihe Humangeographie, Bd. 19. Zürich: GIUZ.
- [5] Kienast F., Peter A., Geiser U. (2004): Wasserbauer werden zu Moderatoren. In: Kommunalmagazin, 2004, 10., S. 14–17.
- [6] Hostmann M. (2005): Decision Support for River Rehabilitation. Diss. ETH Zurich Nr. 16136. 170 p.
- [7] Hostmann M., Buchecker M., Ejderyan O., Geiser U., Junker B., Schweizer S., Truffer B., Zaugg Stern M. (2005): Wasserbauprojekte gemeinsam planen. Handbuch für die Partizipation und Entscheidungsfindung bei Wasserbauprojekten. Dübendorf: Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ.



Klement Tockner, 生物学家,
Eawag 水生生态室科学家

采用生态指标来评估恢复项目

全世界目前正盛行溪流和河流恢复项目。但这些努力实际上大大改善了水道的生态状况了吗？生态指标的使用促进了这方面的评估。

明确定义的生态标准对恢复活动的成功是必不可少的，每一个工程至少应达到下列标准：¹¹⁻²¹

- ▶ 已确定了一个“指导性概念”，包括动态的生态边界点。
- ▶ 生态状况明显改善。
- ▶ 生态系统显示出更大的恢复力，生态完整性得到增强。
- ▶ 进行生态评价。

恢复措施的必要目标是生态完整性持续的改善，即生态系统在面对洪水和干旱一类自然干扰时保持其结构功能性的能力。由于几乎不可能直接确定一条河流或一个河边生态系统的完整程度，所以非常需要有生态指标。当不容易测定复杂的生态系统状况和过程时，采用这些

生态指标。

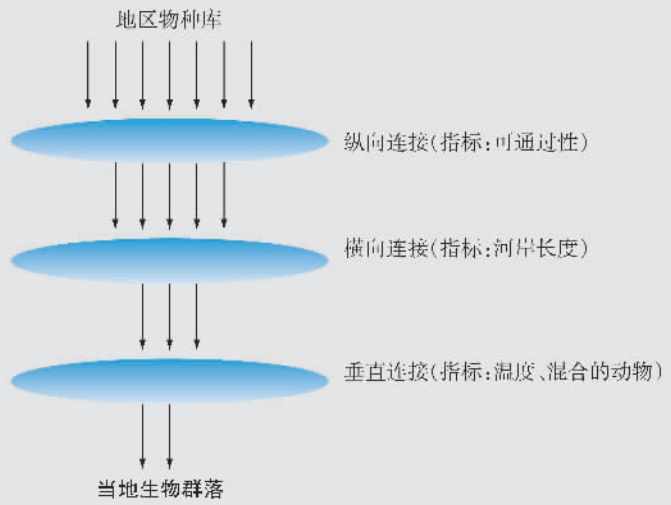
以生态指标评估成果 最近出版的一本河流恢复项目评估手册——罗纳河-图尔河研究项目的产物——意味着现在首次有了一个用于评估项目成果的用户友好型指南²¹。该手册包括 45 个可用来评估水道结构和功能性特征的生态指标。不过，假如要推敲和正确解释这些指标的话，那么可靠的生态知识就是必不可少的。

一个河段的生物多样性可以被用作实例。鱼、无脊椎动物和藻类被考虑用于评估目的。但什么决定了当地物种多样性呢？可以把它看作随下列因素而变：

- ▶ 整个流域范围内地区物种库；
- ▶ 环境过滤器的分级安排，即特定的环境条件如气候、水体类型以及连接程度；
- ▶ 各种物种的特点使得它们能“通过”这些过滤器（即对这些环境条件的耐受性，如移动性、觅食习性、生命周期）。

图 1 为简化的这种模型，纵向、横向和垂直接程度充当环境过滤器。示出的还有允许各种过滤器评估的潜在指标。由于各过滤器的分级位置，所以如果仅通过恢复措施使垂直连接性增加，而支流和河岸区依然被忽视，则当地物种丰度不会增加。两个进一步的实例可以说明这一过滤器模型：就一条受水峰影响的河流来说，河岸加宽措施将对水生无脊椎动物的促进起不了多少作用，因为形态改善所产生的任何积极的影响，都将被人造昼夜流量波动——一种高级因素的影响所抵消。同样，如果水道下游的拦河坝充当了上游鱼类迁移的障碍，那么即便

图 1 环境过滤器模型





使用直升机载红外照相机

在最佳生境条件下,上游河段鱼类的多样性也不可能增加。只有当高层环境过滤器(拦河坝)被消除,即纵向连接性得到确保时,才会出现更多的鱼类物种。在这一点上,恢复实践中反映出一种广泛的神话:“你所要做的就是建造一个天然水道,然后生物就会自动在那里安家了。”

水道作为有弹性的系统:避难所实例 淡水动物的灭绝速率是陆地生态系统的5倍^[4]。因此,水体生物多样性的长期保护代表恢复的重要动机。高水平的生物多样性尤其取决于避难所——生境的可得性,在受到干扰(洪水、干旱、人为应力)之后,物种能够从那里重新集群和定殖。人们现已知道,避难所的贡献和用途随河流长度沿线干扰类型和程度而变。在山溪中,昆虫幼虫——但也包括鱼类如大头鱼(*Cottus gobio*)——在受地下水影响的较深的溪床沉积层中寻找避难所。接近自然的支流也在继泥石

Photos: U. Lehninger, Eawag



图2 从直升机上看到的位于 Schaffäli 的图尔河加宽段,画轮廓区大致对应于图3中的红外照片

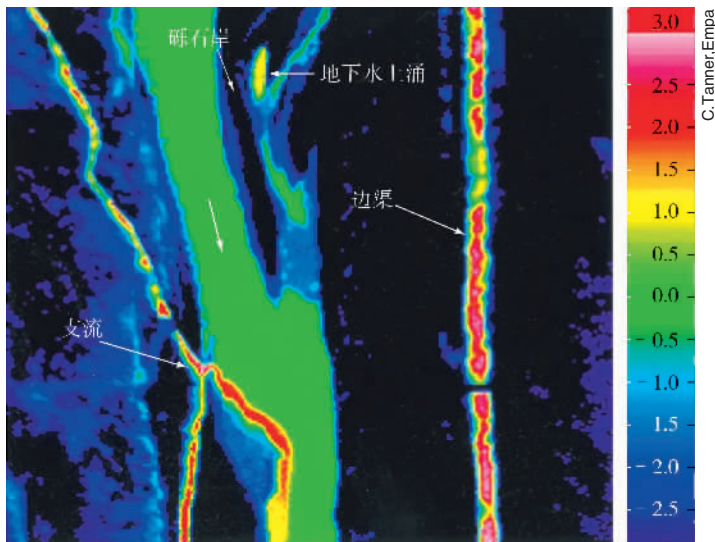


图3 2005年1月记录的位于Schaffäuli的图尔河加宽段的温度变化,红外照片(分辨率1m²,精确度0.1°C)大致对应于图2中的画轮廓区

流或灾难性洪水之后的重建中发挥关键性作用。不过,在洪水期间,大河中的水生无脊椎动物向河岸区扩散。所以就水道生态完整性的长期保持来说,需要一个未调控的支流网以及与相关地下水和河岸区的强有力的联系。因此,接近自然的支流的数量、作为地表水/地下水相互作用量的温度不均一性(见专栏和图2与图3)以及岸线长度,充当避难所可得性以及河流生态完整性的间接指标。

河岸景观作为内部连接的生境：岸线实例 水道是“开放的”生态系统,它们与毗邻的陆地生境和水生生境发生强烈的相互作用。尤其重要的是河岸区,它代表水体与周围陆地区之间的一个动态区域。这一区域生活着不同的动植物,既包括水生物种,也包括陆地物种。

横向连接程度的一个指标是岸线的长度。岸线越长,水与陆地之间的功能性相互作用就大。就天然水道来说,每河流公里的岸线长度可能高达25公里,尽管存在大的水位波动,但水生生境的可得性依然保持相对不变。但在渠道化河段,岸线长度最多缩成到2公里/河流公里。用作一种指标,岸线长度还提供这类好处:无论小河还是大河都能对其进行调研,而且它对水文和地形方面的变化都高度敏感。

另外,岸线长度已被证明与鱼类幼体的多样性或与湖沼鸟——涉水鸟如小环纹鸫(*Charadrius dubius*)繁殖

配对数成正相关。例如,阿尔卑斯地区最后自由流淌的河流之一——塔利亚门托河沿线,这类物种多样性随岸线长度增加到22个繁殖配对/河流公里。

检验新制定的指标 河流恢复项目评估手册的编制,使得一系列生态指标的详述成为必不可少的项目。这些新的指标包括陆地河边动物的物种丰度和密度、浮游有机物的组分及其被生物的定殖以及作为水底生物重新定殖潜力量的避难所的可得性。这些指标需要经过检验、校准以及应用于实践——我们会邀请环境当局和工程咨询机构专业人员实施的一项任务。 ○○○

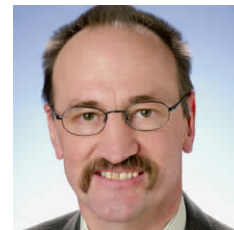
温度作为一种指标

红外照相机的使用能够以高的空间分辨率对水道的热条件作图。正如图3所示,网状河流——在本实例中,位于Schaffäuli的图尔河加宽段——常常呈现出主河道与次河道之间明显的温度变化。这提供了避难所可得性的证据。敏感鱼类如茴鱼和河鳟夏季依赖于冷水避难所。冬季依赖于暖水避难所(图3中黄色至红色部分)。相反,图尔河主河道中的温度是高度一致的。

除了一个较暖的支流之外,在这一红外照片上还能看到一个地下水涌区。这表明由于这一加宽工程所致,地表水/地下水相互作用得到了部分恢复。由于该照片是1月份拍摄的,所以受地下水影响的生境比周围地区要暖和。地下水涌和支流可防止冬季结冰,并在夏季创建较凉的生境。

- [1] Palmer M.A. et al. (2005): Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology* 42, 208–217.
- [2] Nakamura K., Tockner K., Amano K. (2006): River and wetland restoration: Lessons from Japan. *BioScience* (im Druck).
- [3] Woolsey S. et al. 2005. *Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen*. Publikation des Rhone-Thur-Projekts. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ, 112 S.
- [4] Bernhardt E.S. et al. (2005): Synthesizing U.S. River restoration efforts. *Science* 308, 636–637.

河流动态与防洪： 确切地说是一种矛盾吗？



Anton Schleiss, ETH 土木
工程师, 洛桑 EPF 水力建设
教授

接近自然的水道应提供动态的——不断变化的——生境。通过采用创新性的方法和利用可能的协合作用。可以达到上述这一要求，即便是在仅有有限的可用空间的情况下和在局部河流导流工程建设不可避免的情况下。

“大自然不应被忽视,它总是真实的,总是认真的,总是严格的;它总是正确的,缺点和错误总是人类造成的。”负责规划河流防洪措施的水力工程技术人员应当好好地铭记歌德的这一段话。可靠的防洪只能通过那些能够保护水道自然特性的构筑物来确保。因此,现代河流工程必须考虑河流的自然力和行为。例如,试图将一条自然形成的河弯弄直,可能是危险的;在极端洪水条件下,明显被制约的河流将会收回和重新占领其被给予的空间。

河流动态与水道改变 “世界就像是一条河,沿着其河床这样和那样流淌,偶尔形成砂岸,然后被这些砂岸所迫采取一种不同流向。鉴于所有这一切都是平稳的、容易的和逐步进行的,所以当河流工程技术人员试图反制这种自然行为时,他们遇到了很大的困难。”哥德(再一次)认识到,通过水道改造和刚性的河流导流工程,只能有限程度地控制河流的动态。“动态”这个词是指由于洪水排放和沉积物迁移水文形态在空间和时间上所发生的变

图 1 1987 年洪水之前,位于 Gurtellen-Wiler 的带有 3 个河弯的罗伊斯河道



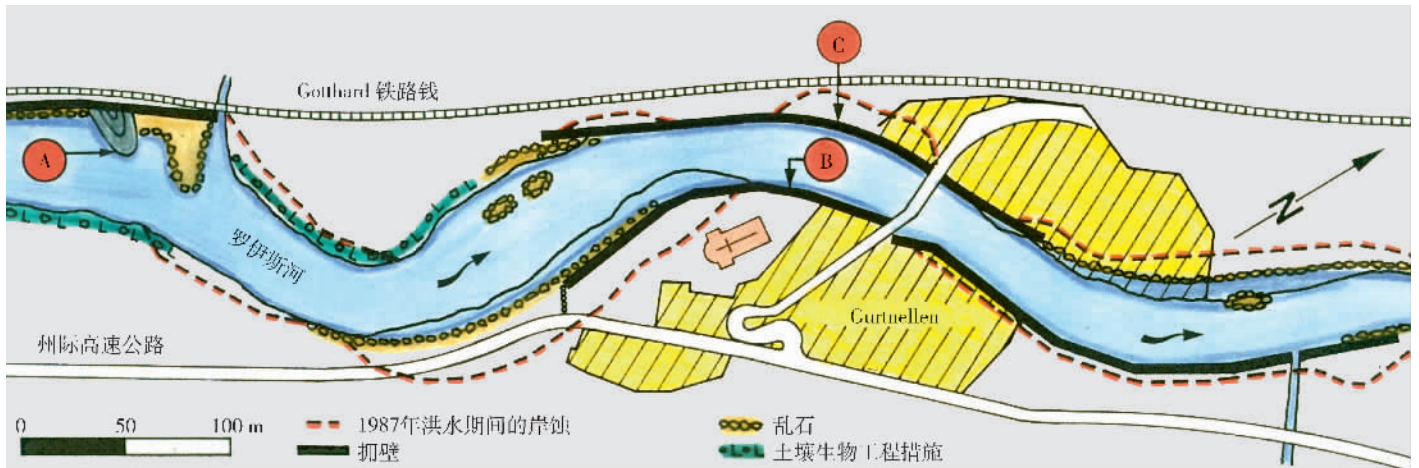


图2 1987年 Gurtellen–Wiler 洪水期间出现的堤岸侵蚀和随后实施的防洪措施(A,B,C 详情参见文章)

化。这些过程经常导致生境破坏,尤其是河岸区的生境破坏,并产生作为新生境的空间。动态的水道需要大量空间。例如,天然蜿蜒的河流在一个宽度为河床宽度 5~6 倍的河道游荡带范围内横向迁移^[1]。这种游荡带会被天然侧水道进一步加宽,使得主水道向河谷反侧方向迁移。因此,阿尔卑斯和前阿尔卑斯流域的水道最初需要整个河床。

除了提供防洪以外,过去两个世纪内进行的水道改造还旨在为开发和农业开垦土地。因此在努力阻碍水道动态:河流和溪流渠化,以及按照沉积物输送对水道床宽度加以最佳化。这导致了千篇一律的水道,水力特征或形态特征方面几乎没有任何不同。

结构性防洪和恢复 “水对于熟悉它和知道如何管理它的人来说是一种友好的要素。”歌德的这句话提醒我

们:结构性防洪措施需要基于对与洪泛相关的过程和对水文生态条件的详细了解。这样一来,就能将干扰保持在最低限度。尽管如此,防洪构筑物仍将不可避免地会降低河流的动态特征。

恢复措施的目的是尽可能恢复水道的动态特征,从而增加结构多样性。只有当诸如河流导流工程一类河流工程措施使河流多样性成为可能,进而对水道物种多样性产生有利影响,才能实现上述这一目的^[2]。即便是几乎笔直的河段不可避免的乱石也应弄成波浪形,以便增加水流多样性^[3]。结构丰度总是依赖于最小程度的河流动态特征,例如导致水道中沉积物的定期调整和局部的河岸侵蚀。

Gurtellen–Wiler 实例研究:接近自然的河流工程与防洪之间的协合作用 Gurtellen–Wiler 社区尤其受到 1987 年罗伊斯河流域洪水的严重打击。在 Gurtellen,罗伊斯河沿一个弯曲水道(3 个河弯)流淌(图 1)。在严重的洪水条件下,由于河床和河岸侵蚀,这些河弯被扩大或移位。这是灾难性破坏的原因(图 2)。这里是瑞士首先应用防洪新方法的地方之一,选择了一种接近天然河流的工程方法——尽管罗伊斯河存在巨大的破坏力——保持原有水道走向^[4]。借助于 3 个主要防护要素(图 2A,B,C),它证明能稳定这些河弯——即便是在极端的洪水条件下^[5]。

► 与人造“半岛”相结合的一个升高的岩石防坡堤(A):它起着稳定罗伊斯河上游河弯以及将水最佳导入下游河弯的作用。这一新的大型防波堤配置了岩石状或接近自然的表面,从而使得几种受保护的植物种在很短的时间内能够立足(图 3)。

图3 旨在稳定 Gurtellen–Wiler 河弯的人造陡岸





图4 罗纳河上一个多目标水管理设施的总设计和要素

► 教堂上游一个浸设式防护墙(B):在对岸上,被人造陡岸分流的水流接触到一个隐蔽的支撑墙,后者保护该村的教堂区,并引导罗伊斯河进入下一个河弯。

► 乡村桥上游的一个弯曲的拥壁(C):沿 Gotthard 铁路线走向的这一拥壁可稳定最下游的河弯。采用一个水力模型,使该拥壁的曲率最佳化,从而保护这座历史拱桥。

通过这些措施,可以保护罗伊斯河的天然山地河流的特征,以及提升 Gurtellen-Wiler 村的显示度。

多目标项目中的最佳协合作用 如今,由于存在着常常难以调和的利益冲突和资金困难,所以几乎不可能作为单一目标的任务来实施涉及防洪、水力发电或河流恢复的水管理项目。因此,这类项目应置于综合的和可持续的基础上,结合尽可能多的利益。这可以通过创新性的多目标项目来实现,以满足各种利益和目标要求(图4)。

在过去一个世纪中,罗纳河像其他多数高山河流一样被改造和渠道化。如今,它受到防洪和众多与农业和工业利用、水力发电、保护及娱乐有关的利益之间存在的应力的影响。

在这方面将可以看到“罗纳河第三次矫正”——一项将延续几代人的计划。就此而言,综合的和可持续的多目标项目是非常重要的⁹。作为协合作用研究项目的组成部分,一个由水文和环境工程技术人员和建筑设计师组成的跨学科工作组,正在分析一个多目标的罗纳河项目中所涉及的所有相关的技术、生态和社会经济因素的相互关系。这可能会导致下列目标之间的最佳协合作用(图4):

- 防洪:通过阻挡和冲刷地的受控管理减少峰流量。
- 生态流量调控:消除有害的水峰现象。
- 创建新的群落生境:浅滩、鸟类避难所、定期被水淹没的植被区。
- 娱乐:水上运动、步行小道和马道、垂钓、辅助的河流渡口。
- 水电:带有生态流量调控的基底负载能源生产,可再生的无 CO₂ 排放的电力。

可持续的河流工程措施 “水奔腾,水上涨,一位渔民坐在……。”这些来自歌德脍炙人口的诗歌“Der Fischer”的诗行说明了这一现实:动态的河流既能是一个宝贵的生境,又能是一个有吸引力的娱乐区。然而在人口稠密的居住区,不能再恢复不受控制的河流或溪流动态,如今单一式改造的水道不仅呈现出生态缺陷,而且还存在防洪方面的缺陷,尤其是因为结构性防护措施常常没有充分考虑水道的原有特征。所以在洪水处理和恢复项目中,需要有创新性的方法,旨在恢复河流动态状况以及可用空间范围内的结构多样性。还应考虑其他利益,如娱乐、农业、基础设施以及用于可再生能源生产和供水等河流用途。这意味着河流导流工程和防洪措施的设计和和实施不仅要考虑防洪,还要考虑环境效益、社会效益和经济效益。 ○○○

- [1] Bundesamt für Wasser und Geologie (2001): Hochwasserschutz an Fließgewässern, Wegleitung. BWG, Biel.
- [2] Schleiss A. (2005): Flussbauliche Hochwasserschutzmassnahmen und Verbesserung der Gewässerökologie – Vorschlag eines hydraulisch-morphologischen Vielfältigkeitsindex. Wasser Energie Luft 7/8, 195–200.
- [3] Schleiss A. (2000): Conception et dimensionnement des enrochements en rivière en montagne. Ingénieurs et Architectes Suisses – IAS, 23, 450–453.
- [4] Schleiss A., Bär H., Gmür A. (1992): Projektierung und Bau von Hochwasserschutzmassnahmen an der Reuss in Gurtellen-Wiler. Internationales Symposium Interpraevent, Bern, Tagungspublikation Band 5, 43–54.
- [5] Schleiss A. (1996): Flussbauliche Massnahmen an der Reuss zum Hochwasserschutz von Gurtellen. Wasser Energie Luft 5/6, 93–98.
- [6] Schleiss A. (2005): Mögliche Synergien zwischen Hochwasserschutz, Flussrevitalisierung und Wasserkraft dank innovativer Mehrzweckprojekte. Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet des Hochwasserschutzes – Konferenz über angewandte Forschung im Rahmen der 3. Rhonekorrektur, Martigny, Communications du Laboratoire de Constructions Hydrauliques Nr. 21, LCH – EPFL, pp. 155–169.



Peter Reichert, Eawag 系统分析、综合评价与模拟部负责人

联合作者：Eawag 的 Mark Borsuk, Steffen Schweizer 和 Christian Spörrli

预测恢复措施的结果

提出的措施将会产生什么影响？当评估供选择的解决办法时，决策者们会面对这一问题。数学模型可以用一种明白无误的方式来归纳目前关于重要的因果关系方面的知识。所以它们可以对决策支持做出实质性的贡献。

做出好的决策是困难的。这特别适用于规划阶段必须从各种备选方案中选择最佳措施组合时的河流恢复。困难的原因包括：

- ▶ 矛盾的目标之间的冲突：例如关于河流和农业的空间需求；
- ▶ 不同组利益攸关方的不同的利益：如农民和环境保护论者；
- ▶ 复杂的决策程序：如市级、州级和联邦级民主和参与过程；
- ▶ 根据我们对复杂自然系统不完全的了解而提出的措施结果的不确定性。

所以必须制定用于支持决策过程的程序(见专栏)^[1]。这类程序的一个重要步骤是，预测替代性恢复措施的结果。

为了这一目的，我们已研制了一个河流恢复措施结果的数学模型。这是在罗纳河-图尔河项目范围内进行的。

预测方法学——一种综合模型 数学模型采用数学表达方式有力地简化被调研系统中的结构和过程的表述。将要被预测的系统特性是用于对目标进行量化的指标(见第 15 页 K. Tockner 文章)。该模型描述重要影响因素对这些特性的影响。因为恢复措施具有地形、水文、生态和经济方面的影响，所以必须综合来自不同学科的知识。这种知识的来源包括：来自文献的数据、更详细的模型、罗纳河-图尔河研究项目的结果以及专家推导。

图 1 示出了恢复措施产生效果的最重要的途径。根据所确定的次系统，我们决定将这一综合模型分为几个亚模型。就每一个亚模型而言，可以画出适合于详细程序较高的显示因果关系的类似图形，可以采用可测量的系统特性(图 2)。在这些图形基础上，可以为该模型所代表的所有依赖关系用公式表述数学关系。该模型不同的输

河流恢复的决策支持

安排采用下列步骤的决策过程，可以增加讨论的目的性以及增加那些在利益攸关集团中具有高度一致意见的解决办法的制定(根据参考文献[1]简化而来)。

1. 分析所要解决的问题，确定决策所涉或受该决策影响的利益攸关方。
2. 描述和量化决策者和利益攸关方的目标。
3. 列出实现这些目标的措施。
4. 预测所提措施的结果。
5. 提供备选措施完成程度的分析以及利益攸关集团之间冲突原因的分析。

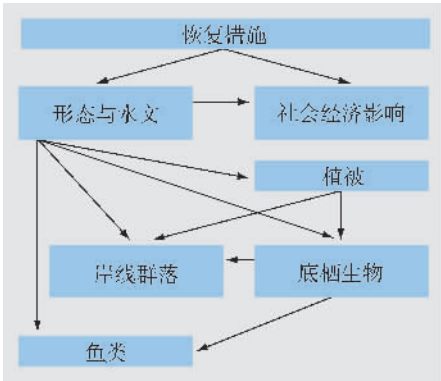


图 1 河流恢复综合模型 河流恢复措施效果宣传的重要途径^[1]

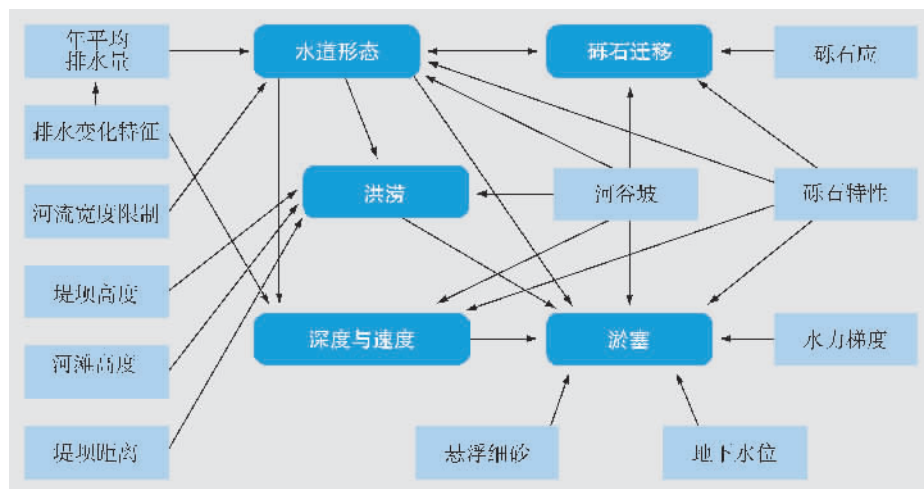


图2 “形态学与水力学”亚模型中系统特性之间的简化的依赖关系^[2]

入值描述供选择的恢复措施。由于该模型考虑到了科学不确定性，所以以所有恢复措施系统特性可能性分配的方式获得模拟结果。

亚模型 这一综合模型(参考文献[1]详细加以了描述)由6个亚模型组成:

形态学与水力学:图2显示了该亚模型的结构^[2]。输入值如河流宽度限制或堤坝之间的距离等用浅蓝色框表示,模型输出如水道形态或河床被细颗粒阻塞用深蓝色框表示。

泛原植被:这一亚模型目前还没有。将要研究的是第

24页 C.Glenz 的文章描述的详细的泛原植被模型的简化型^[3]。

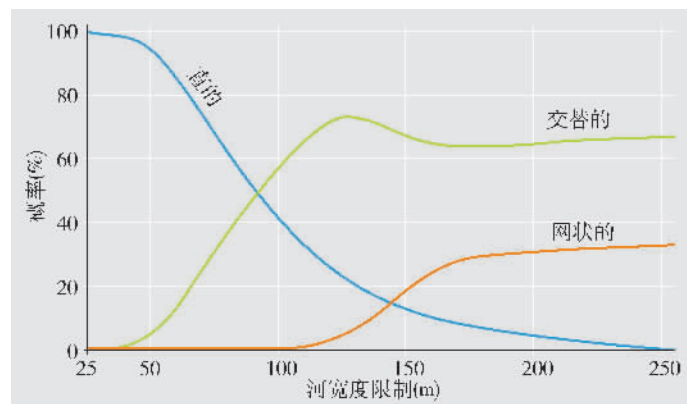
河床生物:这一亚模型描述属于特定功能组(藻类、食草动物、撕碎性动物、采集性动物、捕食性动物)随外部影响因素(水力条件、洪水频率、河床稳定性、营养物、温度、光照等)而变的动物丰度。已有实验型这种亚模型。

岸线动物:迄今为止,只进行了很少量的岸线动物研究。因此,这种亚模型基于来自 Paetzold 等人的数据^[4],并且描述地面甲虫(步行虫)和蜘蛛的丰度,它们依赖于河流形态、排水变化特征以及充当捕食动物步行虫食物的水生昆虫。

鱼类:为河鳟研制了一个特定的亚模型。它模拟随下列几种影响因素而变的河鳟种群:水质、鱼肾病 PKD 的存在、水温、最大鱼密度、洪水频率、放养和捕鱼活动等^[5]。正在研制一种用于白鱼(鲤)的更为简单的模型。

经济:这一亚模型确切地说明规划和建设活动的花费对当地经济的影响。它考虑了不同经济部门的结合,并将这些影响计算为每个部门的工作面数^[6]。它还估算影响当地经济的娱乐性旅游方面的变化。

图3 随 Bürglen 和 Weinfeldten 之间的图尔河河床宽度变化的不同河流形态的模拟概率。形态考虑有:直的河道、砾石坝与网状水系之间的水道交替变化



第一个使用“形态学和水力学”模数的模型预测“形态学和水力学”亚模型已首次用于 Bürglen 和 Weinfeldten 之间的图尔河段^[2]。我们计算了如果该河加宽后它会如何发展(图3)。在其目前状况下,由于堰堤建造和切割,图尔河的宽度已缩减到30m左右,而且其流向是直的。如果将该河加宽到大约100m,那么出现一个带有砾石坝的交替性河道的可能性就会增加。如果给予该河更

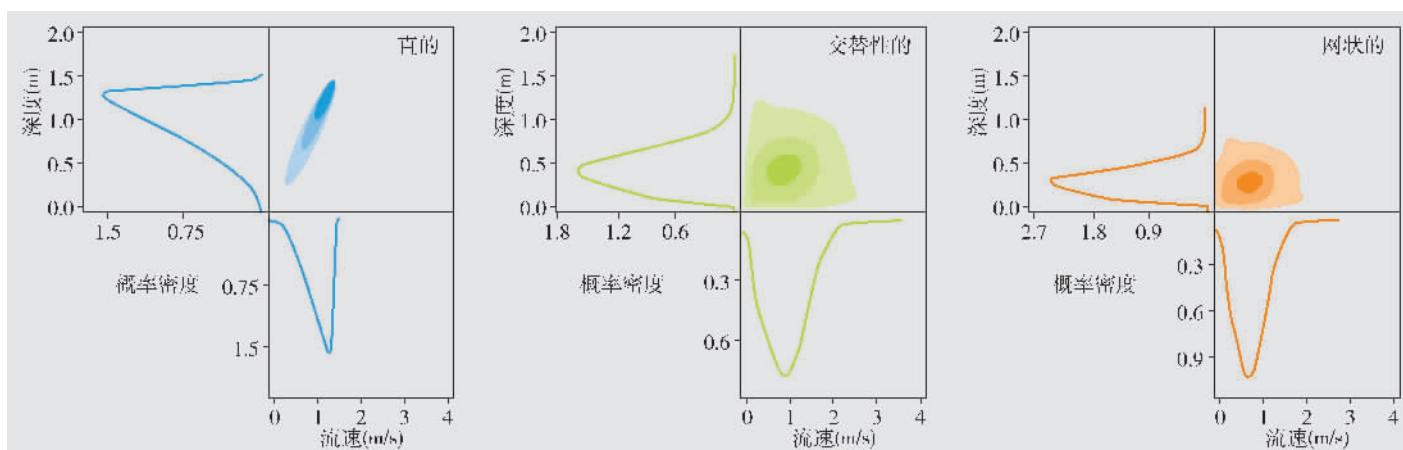


图4 Bùrglen 和 Weinfeldén 之间的图尔河水深与流速联合频率分布预测。左边:带有 30 m 宽河床的现状;中间:200 m 宽河床,当出现交替性砾石坝时;右边:200 m 宽河床,当河流支流出现时。主图中着色区包括 25%(深色)、50%(中到深色)和 95%(整个着色区)的成对值。边上的图表示流速和水深的边际频率分布^[2]

多的空间,那么形成网状河道系统的可能性就会增加到大约 30%,而且出现带有交替性砾石坝的可能性就会增至大约 70%。

图 4 示出了预计出现的水深与流速的联合分布。对于如今直的河道来说,水深度小总是伴随着小流速(靠近河岸),而大流速则与深水(在河中央)相一致。如果河床加宽到 200 m,交替性河道和网状河道深度将会出现更多变化。大的或小的水深度都可能出现高流速和低流速,因而网状形河道的深度和流速一般较低。这种更大的生境多样性有利于多样性较高的河底生物和鱼类,所以也间接支持岸线动物的发展。合适的亚模型描述了这些影响。

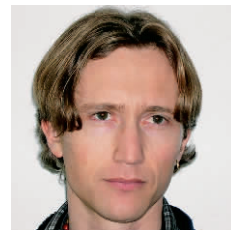
第一个使用“经济”模数的模型预测 经济亚模型表明,总共大约 8 个工作面每个每年将会导致百万瑞士法郎的投资。其中大约 6 个将会由建设部门中产生,1 个在服务部门;另一个工作面分布于其他部门。就 5 年内大约 3000 万法郎的投资而言,这一期间会导致大约 50 个工作面。相比之下,关于旅游和休闲活动的长期努力则相当小:对于图尔河这一较短的河段来说,根据粗略估算,预计最大大约 5~6 个工作面^[6]。

该模型的进一步发展 第一个完整的这类综合模型

将于 2006 年底完成。为了确保该模型真正能实用,Eawag 将与潜在的用户交换意见。来自科学与实践的反馈是很重要的,以便将来不断改进这一模型。然后,这一模型就可支持恢复项目的科学附属物。 ○○○

- [1] Reichert P., Borsuk M., Hostmann M., Schweizer S., Spörri C., Tockner K., Truffer B. (2006): Concepts of decision support for river rehabilitation. *Environmental Modelling and Software* (in press).
- [2] Schweizer S., Borsuk M., Reichert P. (2006): Predicting the morphological and hydraulic consequences of river rehabilitation (submitted).
- [3] Glenz C. (2005): Process-based, spatially-explicit modelling of riparian forest dynamics in Central Europe. PhD thesis, Laboratory of Ecosystem Management (GECOS), EPF Lausanne, Switzerland.
- [4] Paetzold A., Schubert C., Tockner K. (2005): Aquatic-terrestrial linkages along a braided river: Riparian arthropods feeding on aquatic insects. *Ecosystems* 8, 748–759.
- [5] Borsuk M.E., Reichert P., Peter A., Schager E., Burkhardt-Holm P. (2006): Assessing the decline of brown trout (*Salmo trutta*) in Swiss rivers using a Bayesian probability network. *Ecological Modelling* 192, 224–244.
- [6] Spörri C., Borsuk M., Peters I., Reichert P. (2006): The economic impacts of river rehabilitation: a regional input-output analysis, *Ecological Economics* (submitted).

恢复的沿岸区的景观开发



Christian Glenz, 生物学家/环境科学家, 洛桑 EPF; 现在 Forum Umwelt Ag, Visp

沿岸区是复杂的、动态的生境,难以预测继恢复措施之后它们在长期过程中将会发生什么变化。这可能妨碍恢复项目的接受和实际实施。基于过程的沿岸森林演替模型是第一个可能的解决办法。

河道加宽是目前一项有利的河流工程选择,因为它结合了生态利益和防洪利益。但继加宽措施之后将如何开发景观呢?是否预计会有具有自然演替过程的沿岸森林形成呢?这些问题一般无法提前给予有效答案。如今,这些问题通常在咨询专家关于加宽河道的“最佳”设计的辩论中得到解决——留下相当大的解释空间。相关的不确定性常常妨碍恢复项目的决策、规划和实施过程。

是什么使预测沿岸景观开发如此之难呢?困难来自于沿岸区极端复杂的自然以及地形、水力和生态过程(驱动过程)的相互作用,以及来自于这一现实:植被的生境条件受到不断变化的影响。

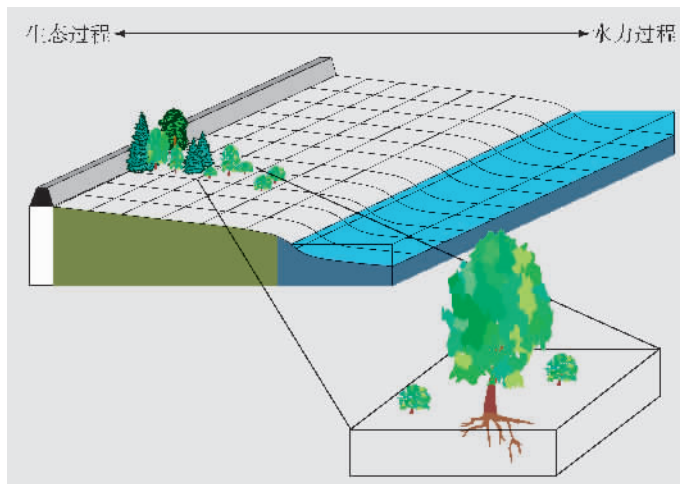
为了解决这一问题,沿岸景观开发的预测需要那些考虑到这些驱动过程的动态的、基于过程的计算机模型。这类模型还应结合决定植物生长的非生物过程和生物过程。这使得能够模拟不断变化的环境影响对植被所产生的效应。2个湿地森林演替模型的研制过程中已采用了这种方法^[1,2]。不过,这些模型不是为中欧环境条件设计的:它们不能充分结合阿尔卑斯和前阿尔卑斯泛滥滩特定的环境因素,它们未能考虑上述相互作用。

RIFOD:一种基于过程的演替模型 作为罗纳河-图尔河研究项目的组成部分,研制了一个被称之为 RIFOD (“Rlparian FOrest Dynamics”)的模型,它将一个森林演替模型(生态模型)与一个拟-2D 水力模型结合起来^[3]。RIFOD 在一个 10 m 方格上模拟了中欧 65 种树木和灌木短

期或长期的沿岸森林动态(图1)。这一模型考虑了取决于模拟栅格在该研究区的位置的生态和水力过程的特定相互作用。尤其是,这一模型允许模拟植被粗糙度(即植被的密度、形状和伸缩性)和水流。这是一个重要的方面,由于植被的发育直接和间接取决于流型(例如流速以及洪水持续时间/深度)。但与此同时,植被也影响水流,例如流速由于植被变密而下降,从而导致洪水深度增加。

这一沿岸森林演替模型有一个模数结构。种群量动态模数与树木和灌木的发芽/再生、生长和死亡有关。其他模数模拟生境条件以及物种与开发特定应力,例如干

图1 RIFOD 模型的采用



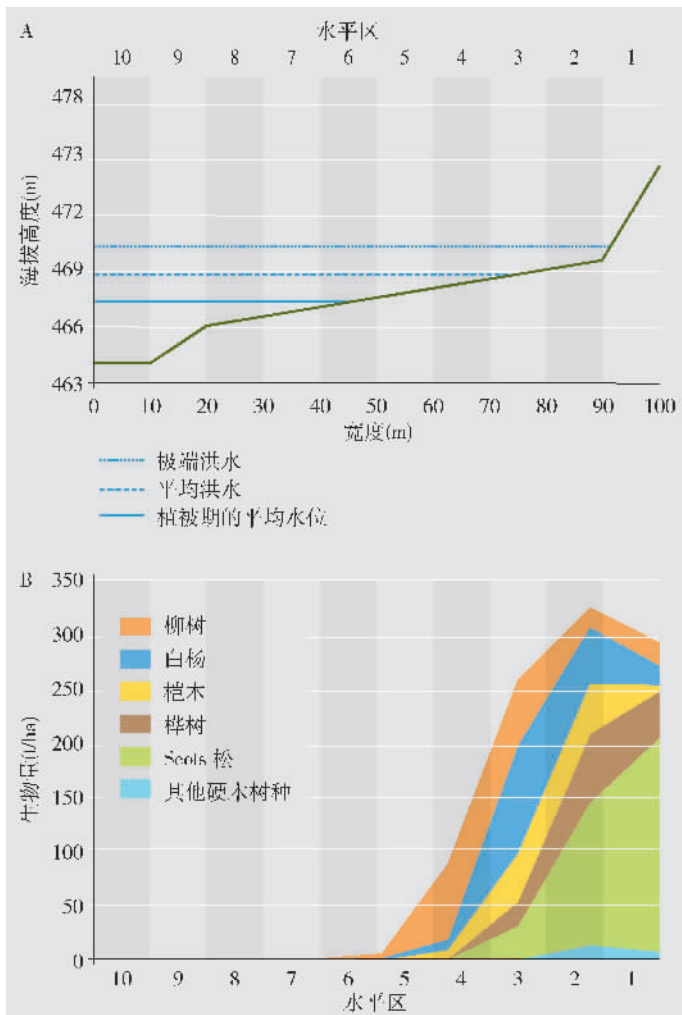


图2 显示 Sitten 下游罗纳河加宽后水位情况的沿岸剖面 (A) 以及模拟加宽后 100 年沿岸林木水平组成情况 (B)

旱应力、氮缺乏以及机械性和生理性洪水应力。由于尚须结合地貌过程，所以这一模型最初只适用于带有低水平地貌活动的沿岸区(例如低地河流)或在河道加宽情况下适用于带有较稳定剖面的地区(如降低的岸坡)。

首次模型预测 RIFOD 模型首次被用来预测继 Sitten 下游罗纳河加宽之后沿岸发展情况(图 2A)。该模型的输入包括 Sitten 地区各监测站过去 20 年收集的流量和气候数据(包括 1987 年、1993 年和 2000 年的洪水)以及关于土壤结构的数据。图 2B 示出了加宽后 100 年沿岸森林中可能存在的树种。根据我们的预测,第 7~10 区将保持无树木和灌木状态。河道边缘以 Scots 松为主,而更靠近河流的区域的条件只允许某些低密度柳树出现。在这之间,出现的主要树种是那些软木林,最初以柳树为

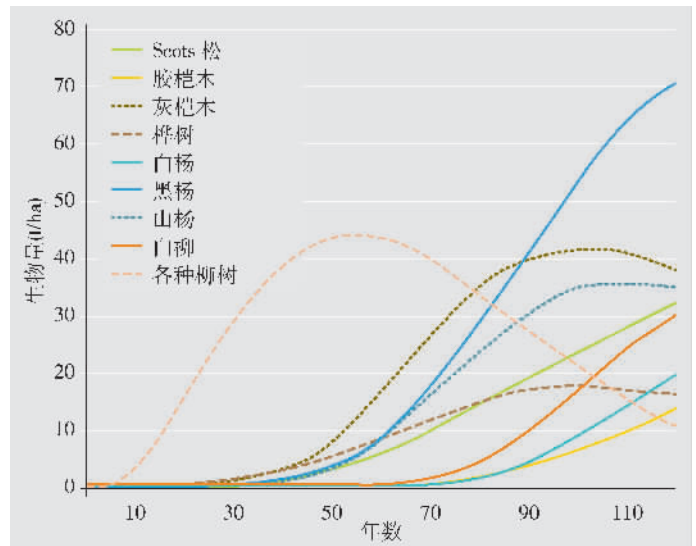


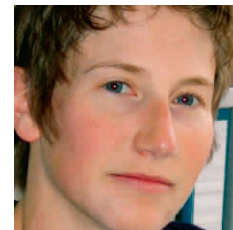
图3 水平区 3 中的林木发育

主,接着以桤木和白杨为主。与灰桤木相比,胶桤木只在较后的阶段产生,因为在演替的开始时营养水平不足(图 3)。在 100 年预测期内,水平区 3 的生物量明显没有大的损失。这意味着,由于有稳定化的主水道,所以即使在极端洪水情况下,这一地区的树木也不会被连根拔除。

RIFOD 的改进 这一项目中研制的该模型模拟沿岸森林发展趋势以及不同河道剖面的相关特性(如垂直结构、生产力)或流型方面的变化(如流量由于径流式水电站而下降)。为了增加该模型预测的可靠性,将需要更多定量数据的输入(如随沿岸区环境因素而变的长期树木年轮测量序列)以便系统阐述这些过程以及校准和证实该模型。这将进一步减少该模型与参数和过程相关的不确定性。虽然目前不提供地貌过程,但 RIFOD 模型已被用于支持河流恢复项目的决策。 ○○○

[1] Pearlstone L., McKellar H., Kitchens W. (1985): Modelling the impacts of a river diversion on bottomland forest communities in the Santee River floodplain. *Ecological Modelling* 29, 283-302.
 [2] Phipps R.L. (1979): Simulation of wetlands forest dynamics. *Ecological Modelling* 7, 257-288.
 [3] Glenz C. (2005): Process-based, spatially-explicit modelling of riparian forest dynamics in Central Europe – Tool for decision-making in river restoration. Thèse Nr. 3223, EPFL, Lausanne.

加宽作为一种恢复措施



Sigrun Rhode, 景观管理人, WSL; 现在阿尔高州建设、交通和环境局

河流加宽措施——一种可取的恢复方法——的“生态”成功主要取决于设计和位置的选择。一项成果评估结果为未来加宽项目的规划与实施提供宝贵的经验教训。

局部水道加宽措施充当了如何才能将河流工程的目标与自然和景观保护目标相结合的一个范例。加宽措施能有助于减少河床侵蚀程度和洪涝风险。与此同时,它们可以恢复与河流自然动态一致的特征平衡的发展能力。因此,可以重建沿岸物种和生物群落。但如何评价河流加宽项目的生态成功呢?

作为罗纳河-图尔河研究项目的组成部分,在加宽前后详细研究了 5 个河段^[1-3]:位于 Aefligen 的 Emme,位于 Gütighausen 的图尔河,位于 Chippis 的罗纳河、以及位于 Grono 和 Lostalio 的 Moesa。为了这一目的而选择的指标

物(参见第 15 页 K.Tockner 和第 32 页 C.Weber 的文章)是那些描述景观结构的参数,例如生境类型、多样性、大小和形状,特定生境类型两个区之间的距离以及生境边界长度。另外,在文献和专家知识的基础上,汇编典型沿岸植物物种一览表。在网上可以获得这个曾专门被用来表征加宽河段植被演化的一览表^[4]。

加宽河段上不规则的生境马赛克 图 1 通过实例示出了加宽之前和之后罗纳河和图尔河恢复河段出现的各种生境类型。最惊人的发现是:(a)先前渠道化的带有砾石的前)高山河流分成了几个水道(变宽的/网状水道);(b)形成了不同发展(演化)阶段的岛屿和砾石/砂坝;以及(c)出现侵蚀性堤岸。相比之下,就天然弯曲的河流来说,往往会出现底切坡和滑脱坡。就河道本身而言,断面的加宽导致各种带有不同水深和流型的河床形式的产生。

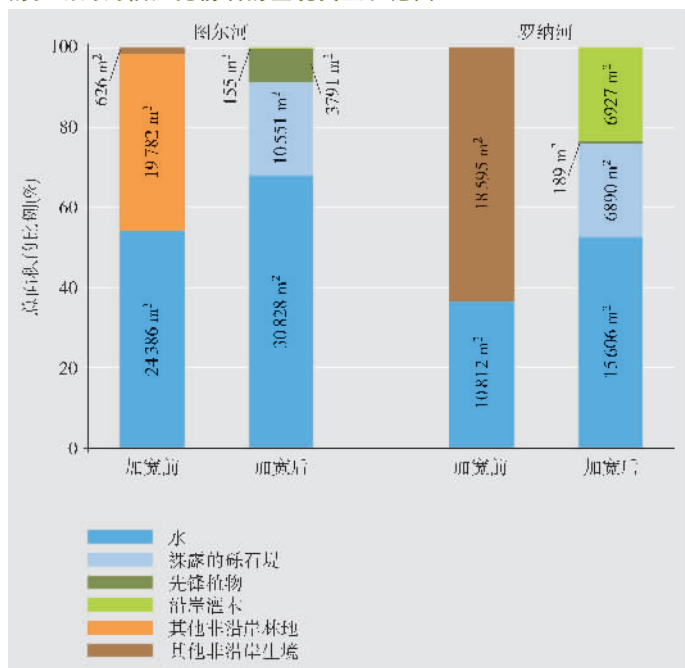
不过,因为纵向和横向的加宽程度有限,所以只能恢复部分沿岸生境的自然系列。主要类型的演变是先锋植物集群的生境。沿岸灌木只能片状出现,而沿岸森林则全然没有。总之,与接近自然的冲积地区相比,变宽河段的生境马赛克更为不规则和更为复杂。

沿岸先锋植被的快速集群 植被研究表明,河流加宽措施可以对促进和保护沿岸物种做出重要贡献。所研究的加宽河段总共记录到 28 种沿岸植物种。

这一组包括的物种有主要依赖于冲积区生存的物种或主要出现在这类生境的物种,如阿尔卑斯柳叶菜。

28 种植物中大多是砾石堤和岸上的(先锋)植物。它们不仅能在干早期生存,而且还能忍受间歇性洪涝,洪涝后,它们会迅速再生,各种柳树种是典型的实例。与此同

图 1 位于 Gütighausen 的图尔河河段和位于 Chippis 的罗纳河河段加宽前后的生境类型和范围



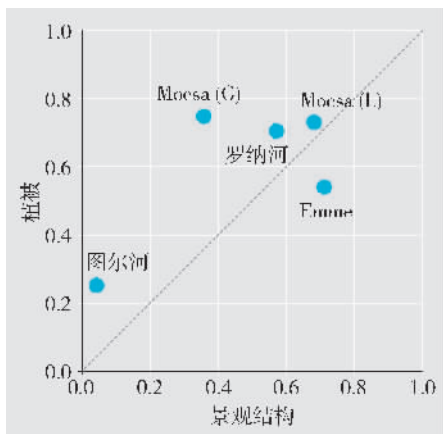
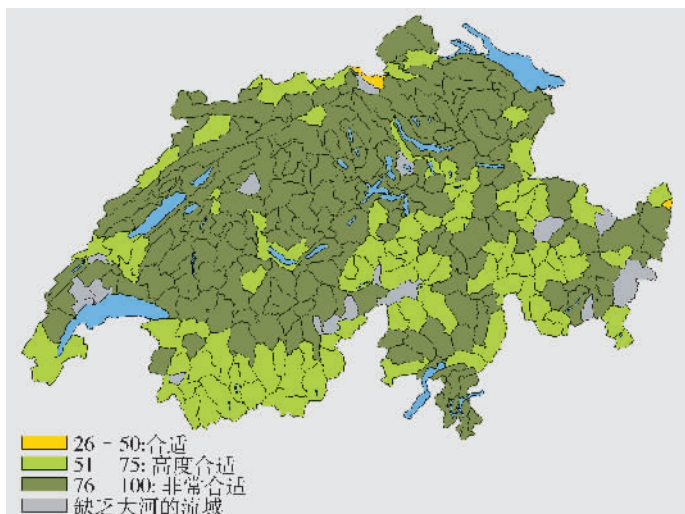


图2 实施加宽措施之后被研究河段的自然程度。一种统一的系数被用于评价 (详情见参考文献[3])
0=渠化状态
1=接近自然状态

时, 那些不适应砾石堤岸易变条件和有时完全无法预料条件的物种, 则无法茁壮生长, 因此很少发现。这些物种尤其包括沿岸软木森林物种。

达到的自然程度 为了评价加宽后水道达到的自然程度, 将确定这些指标的数值转换成一种统一的系数, 从0到1。“0”代表最初渠化状态, “1”代表想要达到的接近自然的目标状态。一般说来, 加宽的河段都达到较高的自然程度(图2)。与接近自然的参照地相比, 存在的不足是由于加宽段有限的空间范围所致的较低的生境多样性和不规则结构。只有图尔河段的加宽被发现不太成功。这时, 所达到的值位于该尺度的较低端: 植被为0.23, 景观结构为0.03。这部分是由于这一现实所致: 这个地方的砾

图3 河流水道加宽的合适度, 用每一流域生态恢复合适度系数的平均值来表示^[4]



阿尔卑斯柳叶菜 (*Epilobium dodonael*)

石堤不太大, 所以经常被洪水淹没。

加宽——一种值得的措施! 恢复项目的成功不仅取决于所实施的措施, 而且还取决于现场的主要(生态)条件。相对未受损河流的加宽常常更为有效, 而在严重退化的水道, 可能无法完全实现这类措施的效益。所以重要的是, 根据有利的生态条件以及显露出良好的成功前景, 确定那些特别适合水道加宽的河段。为此, 作为罗纳河-图尔河研究项目的组成部分, 还为瑞士流域精心研制了一种生态恢复合适度系数^[5]。总之, 未来恢复项目的主要条件被证明是有利的或高度有利的(图3)。在网上可以获得该研究战略的详细信息以及合适度系数的计算^[5]。

○○○

- [1] Rohde S. (2005): Integrales Gewässermanagement, Erkenntnisse aus dem Rhone-Thur-Projekt, Synthesebericht Gerinnenaufweitungen. Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, 69 S. Siehe: www.rivermanagement.ch
- [2] Rohde S. (2005): Flussaufweitungen lohnen sich! Ergebnisse einer Erfolgskontrolle aus ökologischer Sicht. Wasser Energie Luft 97, 105-111. Siehe: www.rivermanagement.ch
- [3] Rohde S. (2004): River restoration: Potential and limitations to re-establish riparian landscapes. Assessment and planning. Dissertation, ETH Zurich, 127 p. Siehe: www.rhone-thur.eawag.ch/publikationen.html
- [4] www.rivermanagement.ch/download.php
- [5] www.rivermanagement.ch/aufweitungen/aufw_p7.php

水道上的水峰



Tobias Meile, 土木工程师,
洛桑 EPF 水力建设实验室
LCH

蓄水水力发电站的运行导致水流状况方面快速的和频繁的变化。这可能会对水道的生态完整性产生有害影响。为了减轻水峰影响,可以设想结构方面的措施和运行方面的措施。

在蓄水水力发电站,来自高抬水库的水通过涡轮机进入下游水道。这主要出现在电力需求高峰时,这会导致流速上升和下降(浪涌和减退,或“水峰”)之间频繁的、定期的交替,这一现象完全不同于自然洪水活动(图 1)。

在 2005 年 1 月底到 3 月初这一期间,联邦当局水文监测网中的 44 个站至少在 6 天中记录到量级至少为 10 cm 的快速的、浪涌型水位波动(图 2)。主要受到水峰影响的水道是阿尔卑斯和前阿尔卑斯山谷中的大中型河流。这些河流也常常受到其他人为应力影响,例如直化、渠化、处理后废水的排放以及来自集约化管理的农田的径流。

瑞士中部高原只有少数带有水峰运行的电站。径流式水电站(在这类电站,水坝一般不允许大量蓄水和/或必须保持较一致的水位)下游,只是在涡轮机紧急关停

(一种非常罕见的情形)之后才会观察到水峰。因此,在充当自然滞留盆地的阿尔卑斯边缘大湖下游的中部高原的河流上很少看到水峰现象。抽水蓄能电站也不会导致水峰,因为水是通过两个水库或水塘之间的涡轮机。

对水道的影响 水峰影响水道中的各种生物参数:

- ▶ 水力:排水量、流速和河床剪切应力等方面的快速的和重大的变化;
- ▶ 化学和物理水质:对浊度和温度日差变化、导电率以及营养物和污染物浓度的影响;
- ▶ 形态学:上覆细砾石层的移动、细沉积物的再悬浮或沉积。

生物因素方面的这些变化再转过来影响生物群落。

图 1 位于 Porte du Scex 的罗纳河的排水量以及流量增加率/减少率。1907 年 10 月一个周(秋季洪水)与 2003 年 10 月一个周(典型的涡轮机运行周期)的比较(数字摘自参考文献[2])

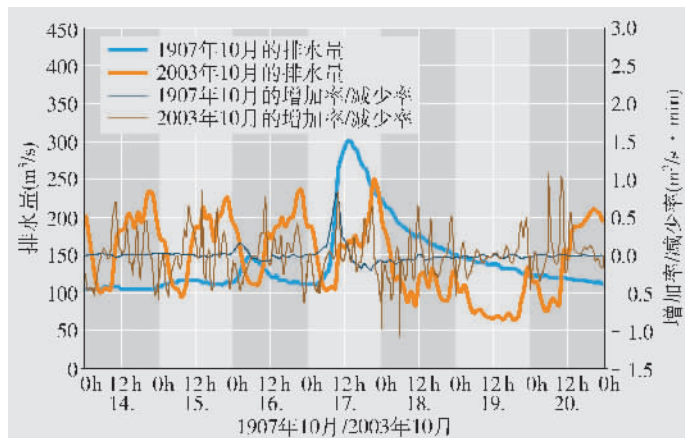


图 2 瑞士主要河道网,示出了 44 个联邦运作的排水监测站,它们制作了显示 2005 年 1 月 29 日至 3 月 6 日期间明确的水峰事件的水文图(数据来自参考文献[3])



	结构性措施	运行措施
尾水不排入河流	直接排入湖泊 用于尾水的单独水道	
对排入河流的尾水加以调节	建造滞水池排入径流式水电站的前池（可能是一种多用途设施，参见第 18 页 A.Schleiss 的文章）	限制输出（最大排水量） 增加来自水库/最小流量涡轮机的最小排水量 涡轮机缓慢的升高和下降斜波 不同发电站逆循环涡轮机
最大限度减少受影响的水道区	水道形态最佳化,水道改造	

表 1 减缓措施

Baumann 和 Klaus^[1]综述许多与阿尔卑斯地区水峰的生物影响有关的研究。在绝大多数情况下,确定了水生生物群落的结构状态变量。因此,观察到生物群落的成分一般发生了变化,各种生物(鱼、水底大型无脊椎动物、水底藻类)的丰度或生物量下降。只有少数研究调研了沿岸区的集群,该区域会被浪涌淹没,在低流量条件下则会变干(参见第 30 页 M.Fette 的文章)。

主要生物参数也已得到评估。例如,几项研究已显示在浪涌条件下水底大型无脊椎动物的漂移密度明显增加,并观察到生物的搁浅与沿岸浅水处以及与主水道相连的沟槽中快速下降的流速和水位有关(例如在伯尔尼州的 Saane 和巴伐利亚的莱希河)。虽然搁浅和漂移显然与水峰有关,但仅仅在目前生物状态基础上,难以区分河流形态变化、物理化学变化和水文变化的影响。

减缓措施和浪涌指标 在理论上,各种河流工程措施和运行措施可被用来减缓水峰(表 1)。不过,运行措施的缺点是,如果在峰负荷期间蓄水发电站不再能在无任何限制的情况下运行其涡轮机的话,那么就会危及水力发电的经济生机。根据对阿尔卑斯莱茵河的一项研究,运行限制所产生的收入损失比建设调压水池的费用高 3.5 倍^[4]。

要想确定减缓措施的有效性,需要所谓的浪涌指标,即用于描述和评价水峰的特征值/指导值。对于若干浪涌指标来说,已在水生态学基础上提出了关于指导值的建议。例如,12 cm/h 这一值被推荐作为最大的水位下降率,以确保很大程度上防止幼鱼搁浅。关于最大浪涌与最小水位之比,5:11-2:1 这一数值范围被认为是可接受的。不过,更可行的可能是以水道特定方式来确定这些生态指导值。已经为阿尔卑斯莱茵河定制了这种标准,而且该

标准已用于制定各种可能的水峰调控预案^[5]。

水峰：河流恢复项目中的一个制约因素 瑞士阿尔卑斯和前阿尔卑斯地区大中型水道中约有 1/4 受到水峰的影响。所以应考虑作为河流形态恢复项目中一个制约因素的频繁、快速的水流状态变化。另外,任何浪涌减缓措施都应特别适合所考虑的水道。研究中现存的差距与形态学和水峰以及减缓措施有效性之间的相互作用有关。为了解决这一问题,将需要评估已实施恢复项目和未来恢复项目的成果。

本文归纳了罗纳河-图尔河研究项目水峰报告中最重要的研究成果^[2]。 ○○○

- [1] Baumann P., Klaus I. (2003): Gewässerökologische Auswirkungen des Schwallbetriebs. Mitteilungen zur Fischerei Nr. 75, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- [2] Meile T., Schleiss A., Boillat J.-L. (2005): Entwicklung des Abflussregimes der Rhone seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts. Wasser, Energie, Luft 97, 133-142.
- [3] Meile T., Fette M., Baumann P. (2005): Synthesebericht Schwall/Sunk. Publikation des Rhone-Thur-Projekts.
- [4] Wickenhauser M., Hauenstein W., Minor H.-E. (2005): Massnahmen zur Schwallspitzenreduktion und deren Auswirkungen. Wasser, Energie, Luft 97, 29-38.
- [5] Schälchli U., Eberstaller J., Moritz C., Schmutz, S. (2003): Notwendige und wünschbare Schwallreduktion im Alpenrhein. Internationale Regierungskommission Alpenrhein, Projektgruppe Gewässer- und Fischökologie, Vaduz.

水峰对地下水的影响



Markus Fette, 环境工程师, Eawag 地表水室博士; 现在 Meier 和 Partner AG, St. Gallen

作为“罗纳河第三次矫正”项目的组成部分,不同地点的河床被加宽。这种工程作业可能会促进地表水与地下水之间常常有限的交换——但可能会对地下水利用产生不利影响。

过去 150 年内, 罗纳河流域的水文条件因两项大型矫正工程而发生重大变化, 一条先前动态的阿尔卑斯河流被改造成一条无变化的、被高度操纵的水道。地下水条件方面的变化(虽然不可见)已不太引人注目了: 如今, 先前地表水/地下水广泛的相互作用被严重制约。这一趋势被水峰运行所致的水位不断波动所加剧(参见第 28 页 T. Meile 的文章)。如果恢复措施再一次促使水交换, 那么地下水利用可能会受到不利影响。为此, 在恢复项目涉及也受到水峰影响的河道段时, 应特别考虑水力问题。

由于水位下降和河床阻塞而减少交换 除了防洪目的之外, 罗纳河矫正还旨在为农业或开发目的开垦先前

的冲积土地。所以这些项目不仅包括该河的渠化, 而且还包括河谷地面的系统排水, 从而导致了水位下降。地表水与地下水之间产生一个水力梯度, 即朝地下水方向的永久性水流^[1]。这一梯度导致这一现实: 来自上层沉积层的颗粒被冲刷进沉积孔中, 它们沉积在那里, 从而产生河床阻塞(淤灌)。与此同时, 剩余较大的颗粒形成密实的、固定的表层。在未受影响的河流中, 在低流量条件下, 水力梯度被逆转, 所以河床被冲洗干净(反阻塞)。大洪水也能导致反阻塞。

人们很可能会以为, 在受到水峰影响的河段, 由于“每天的洪水”河床也被反阻塞。但情况并非如此。相反, 河床的阻塞实际上增加了: 水流频繁变化所致的小规模上下运动导致细颗粒更有效的混合, 从而填满孔系统^[2]。

不同程度的阻塞: 非阻塞河岸区(Töss)和严重阻塞河岸区(罗纳河)



罗纳河上的水峰影响阻塞 在基于温度时间序列的研究的帮助下(专栏), 我们证明水峰影响罗纳河的阻塞过程。首先, 受水峰影响的河段的阻塞被加剧了, 那里的渗透性($K=1 \times 10^{-5}$ m/s)被发现低于水电站上游($K=5 \times 10^{-5}$ m/s)。其次, 在河岸区发觉垂直的可变渗透性区的产生。在较低的区域(永久性湿河岸), 该值大约为 $K=11 \times 10^{-6}$ m/s。在较高的区域(只在浪涌条件下才是湿的), 水电导率高两个数量级($K=1.4 \times 10^{-4}$ m/s), 这表明阻塞不太明显。

汇集河流生态学家和地下水保护专家 地表水对补充蓄水层做出巨大贡献, 从而确保大约 80% 的瑞士饮用水供给能来源于地下水。其中一些(河岸滤过水)是在安装在河流附近的泵站的帮助下抽取的。一般情况下, 河岸



罗纳河上的水峰:雪线示出了每天的水位波动

滤过水可以在不需要任何进一步处理的情况下提供给家庭。这样一种现实使之成为可能,即当水在通过河流与泵站之间的地下时已被自然净化。但如果恢复措施导致阻塞层破坏,次表面将被变得更可渗透,水将会更快地到达

泵站,净化就会不太好。因此,水道的改善会对地下水利用构成潜在的威胁。所以重要的是,在恢复项目的规划阶段,就把所有相关方召集来讨论,并详细确定水道的特定特性:水力态势怎样?该河受水峰运行影响吗?河床和河岸区阻塞程度如何?附近有饮用水井吗?只有当河流生态学家与地下水保护专家携手工作时,恢复努力才能获得成功。○○○

阻塞的确定

作为罗纳河-图尔河研究项目的组成部分,我们在河流与地下水温度测量的基础上研制了一种简单的阻塞估算方法^[1]。通过比较表面和地下水温度的时序,就能估算对流渗透率以及作为阻塞间接量度的水电导率K。K值描述物质(一般为土壤或岩石)对水的渗透性。在自然条件下,它的数量级通常为 $\sim 10^{-2}$ m/s(砾石)至 $\sim 10^{-9}$ m/s(粘土)。

- [1] Baumann P, Meile T. (2004): Makrozoobenthos und Hydraulik in ausgewählten Querprofilen der Rhone. *Wasser, Energie, Luft* 96 (11/12): 320–325.
- [2] Schälchli U. (1993): Die Kolmation von Fließgewässersohlen. Prozesse und Berechnungsgrundlagen. Bericht.
- [3] Fette M. *et al.* (2005): Temperature fluctuations as natural tracer for river-groundwater interaction under hydropeaking conditions. *Journal of Hydrology*, *submitted*.



Christine Weber, 生物学家, Eawag 鱼类应用生态学小组博士
 联合作者: Eawag 的 Sharon Woolsey 和 Armin Peter

结果好就是好吗? 一种用于成果评估的工具

挖土机走了, 鹤回来了, 当地社区满怀热情。这是否意味着这项恢复工程已成功了呢? 设计了水道恢复项目成果评估手册, 以帮助回答这一问题。

遗憾的是, 恢复项目的完成不一定意味着其成功。例如, 美国一项研究表明, 许多生境增强一直是无效的和短命的^[1]。不管怎么说, 在很多情况下, 恢复项目的成果从未得到过评估。目标是否已达到或付诸于该项目的资源是否已得到经济有效的使用, 这些依然不清楚。结果是丧失了对未来项目的宝贵投入, 因为好的评价提供动力和激发进一步的努力, 而来自不太成功的项目的经验教训也是有教益的。另外, 也错过了一个对恢复之后的管理概念作特殊调整(适应性管理)的机会, 以便弥补剩余的不足。由于下列各种原因可能无法进行成果评估:

- ▶ 研究发现不充分;
- ▶ 未很好地确定项目目标;
- ▶ 担心失败;
- ▶ 缺乏适当的指导。

所以决定: 作为罗纳河-图尔河研究项目的组成部分, 编制一本对进行成果评估提供一步步指导的手册^[2,3]。

基于项目目标的成果评估 恢复项目可能追求众多目标。但它们都规定一个通过增强措施想要达到的最佳状态。例如, 目标可能是促进特定地点的植物群落, 确保饮用水供给以及为当地居民创建一个有吸引力的娱乐区。一个可持续项目的目标不会是片面的, 而是会平衡考虑可持续性的所有 3 个方面(图 1)。

成果评估将检查各项目目标是否的确已达到。鉴于项目可能目标的多重性, 该手册中的成果评估有必要限于 14 项目标 (图 1 以斜体示出了 12 项目标), 重点将放在“环境和生态”方面。该手册包括的另一个主题是基于“政

治接受性”与“利益攸关方参与”目标的项目实施。

在指标基础上评价目标 项目目标确定的一个重要条件是这些目标应能得到评估。这要求使用专门的实际参数或指标, 这些参数应是易于测量和解释的、经济有效的和非破坏性的^[4]。

另外, 每一项指标都应有参考值。这些参考值来自参考系统, 用以描述通过恢复所要达到的最佳状况。理想的

图 1 根据可持续性 3 个方向分类的水道恢复项目可能的目标^[5]。该手册详细论述了斜体字项目



参考系统是来自相同地理区域的自然河段或很少受到影响的河段。遗憾的是,这类河段很少,而且彼此相距很远,尤其是在瑞士中部高原集约管理的地区。因此如果可能的话,求助于历史参考,例如显示河流原有流径的老地图或先前物种分布的记录。另一方面,可以在水文生态概念和普通科学知识基础上使用理论上重建的参考系统,虽然这种方法导致相当大的解释余地。

该成果评估手册描述总共 50 个带有参考值的指标。还包括重要的程序信息,例如调查方法和所需要的预计时间。专门为该手册研制了很多指标,例如岸线长度(参见专栏)。其他指标是基于确认的国际方法。每一项指标都表征一项或多项项目目标:例如,“鱼类-物种数与出现频率”这一指标,为“接近自然的动物多样性和丰度”这一项目目标提供直接测量;与此同时,被检查的鱼类物种使得能够得出水道纵向连接性的间接结论(迁移物种的存在或不存在)。如可能的话,依照不同指标对项目的每一项目标加以评价(图 2)。

指标的标准化与评估程序 各种指标都有特定的单位,例如每平方米的个体数或瑞士法郎数。为了使不同的量适合于联合评估,必须将它们转换为标准化的无量纲值。这些值的范围从 0 到 1,表示该指标的自然程度或满意程度。对于多数指标来说,借助于标准化的数字函数(专栏)来确定自然性。在不可能做到这一点的情况下,使用几种不同的标准和分类来半定量或定量地评估自然程度。

项目目标							指标
高的娱乐价值	形态与水力变化性	接近自然的沉积状态	纵向连接性	接近自然的植物多样性与丰度	接近自然的动物多样性与丰度	有效的有机物循环	
			●				鱼类可通过性
	●	●	●	●			鱼种群的年龄结构
	●	●	●	●			物种数目与出现频率
	●	●	●	●			鱼类的生态依赖植物集团
			●	●			典型的冲积植物种
			●	●	●		漂浮有机物的组成以及生物集群
	●	●		●	●		流速的变化性
	●	●		●	●		最大排水深度的变化性
	●	●	●	●			沉积状态
●							观光者人数
						●	利益攸关方对项目的接受度
						●	利益攸关方对参与决策过程的满意程度
					●		项目成本

图 2 建议用于评价旨在改善纵向连接性的措施的一组指标

实例：“岸线长度”指标

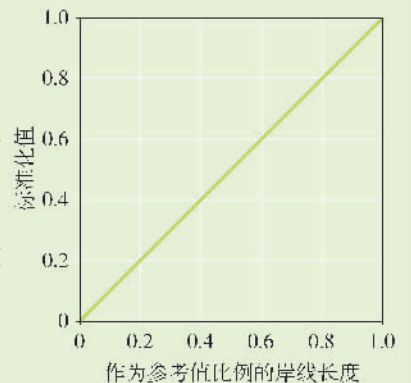
陆地水界面(岸线)的长度被用作横向连接性的指标。岸线越长,水道越接近自然状态。但将这一指标用于成果评估的程序到底是什么呢?通过实例给出位于 Schaffäuli 的图尔河加宽方面的数据。

► 数据采集:确定 3 个值。参考值描述工程作业之前每公里河流的岸线长度(从历史地图上查明的)。图尔河的这一值为 4.47 km/km(1862 年的苏黎世州狩猎图)。现场测量恢复之前和之后的岸线长度。项目前的值为 2 km/km,项目后的值为 2.9 km/km。

► 标准化:项目前值和项目后值分别除以参考值,用所

示的函数将结果转换为项目前和项目后无量纲指标值。计算出的项目前的指标值为 0;加宽后,这一值为 0.4。

► 评估:在评估矩阵中对这类指标值加以比较(图 3),这使得能够读出一项措施的成功或失败。就岸线长度来说,Schaffäuli 加宽项目可以被评估为较小成功。



为了测定恢复后的变化,至少需要两个比较点,描述实施前(项目前)的自然程度和恢复完成后(项目后)的自然程度。这种标准化指标值的前后比较,是成果评估的一项必要的工作。这是在评价矩阵的帮助下进行的(图3)。根据值的变化,可以将成果定为5个“成功类别”中的一类。这一程序不仅考虑变化的幅度和方向,而且也考虑起点。根据初始状态,0.3的增加将被认为较小的成功(例如初始值从0.1增至0.4)或中度成功(如从0.5增至0.8)(图4)。

这一评价矩阵可以用于与项目目标相关的各个指标或所有指标。为此,将与相同目标有关的所有指标的前后比较结果加以平均。“环境与生态”领域存在大量目标,这些目标不容易合并成一个总体目标。因此,可以在定性标准基础上进行进一步的集合。

为简化成果评估过程中所涉的各种步骤,该手册包括了一个 Excel 工具。

一致的和简化的成果评估 该手册被认为是一种有助于瑞士成果评估实践标准化的工具和最初步骤。2~3年应用期之后,将要检查中期结果,如需要的话,将对

手册进行修订。

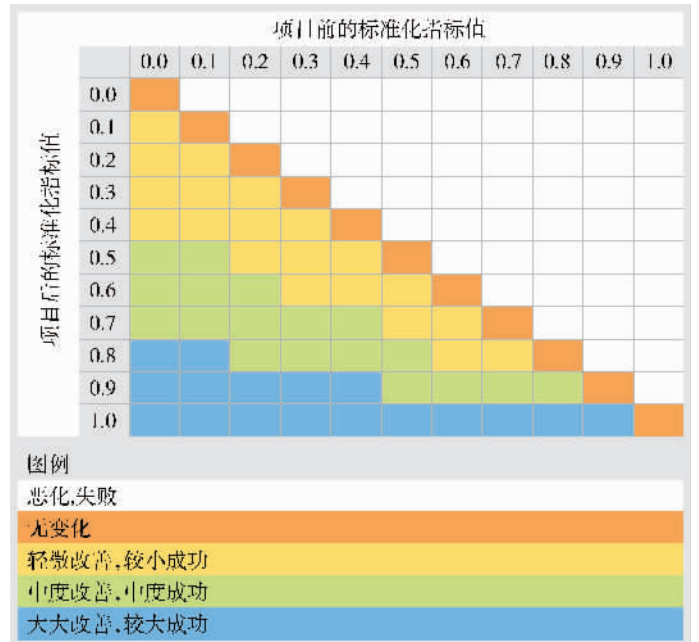
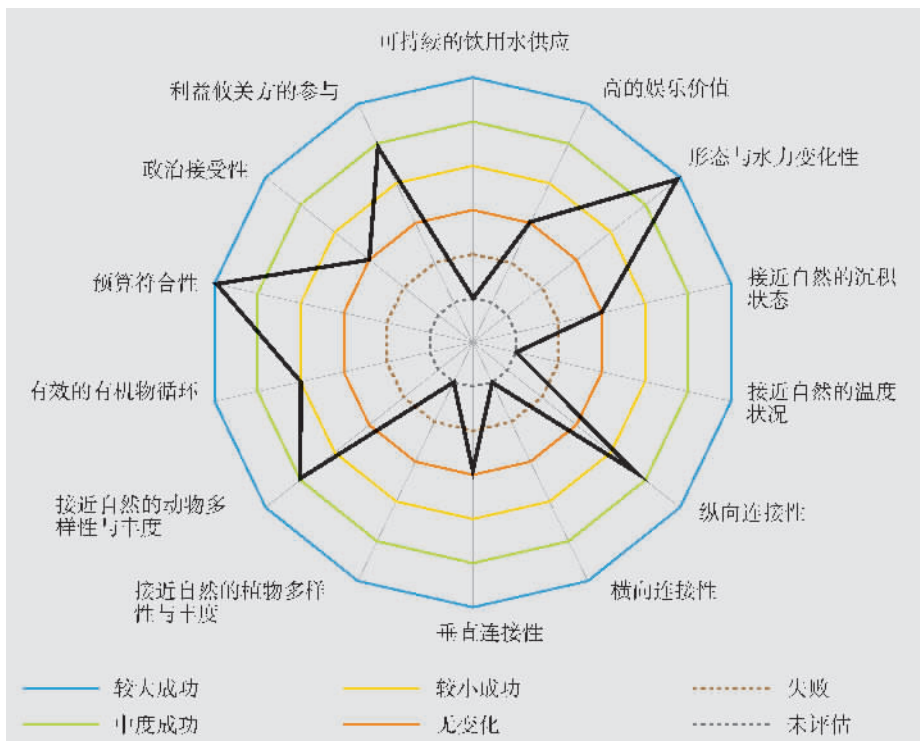


图3 用于评价水道恢复项目成果的矩阵

图4 显示设想成果评价结果的雷达图



- [1] Frissell C.A., Nawa, R.K. (1992): Incidence and causes of physical failure of artificial habitat structures in streams of western Oregon and Washington. *North American Journal of Fisheries Management* 12, 182–197.
- [2] Woolsey S., Weber C., Gonser T., Hoehn E., Hostmann M., Junker B., Roulier C., Schweizer S., Tiegs S., Tockner K., Peter A. (2005): Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen. Publikation des Rhone-Thur-Projekts. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ, 112 S.
- [3] Woolsey S., Capelli F., Gonser T., Hoehn E., Hostmann M., Junker B., Paetzold A., Roulier C., Schweizer S., Tiegs S., Tockner K., Weber C., Peter A.: Assessing river restoration: Indicator selection based on project objectives (submitted).
- [4] Angermeier P.L., Karr J.R., (1994): Biological integrity versus biological diversity as policy directives. *BioScience* 44, 690–697.
- [5] BWG (2001): Hochwasserschutz an Fließgewässern: Wegleitung 2001. BWG, Biel, 72 S.

结 论

罗纳河-图尔河项目—图尔高州的一种观点

我发现科学研究界、不同的高教机构和实践者之间的协作是激励性的、有趣的和建设性的。这一项目的特殊之处在于：利用实际研究目标研制了方法和手段。由于它们尚需在其他水道和实践中得到检验，所以这一意义上，该项目尚未完成。我对州河流工程机构和水文工程技术人员的要求可能是，他们应在以后的项目中使用这些手册和工具，并提供反馈，这样一来它们就能得到进一步发展。

罗纳河-图尔河项目汇集了很多科学、工程和社会科学学科。这已为学科间成功的合作建立了新的网络和平台。一起开会、工作和学习——罗纳河-图尔河项目的特点是其广泛的、横切的、网络式的方法。

对于我来说，尤为重要的是以下两个方面：

► 社会科学研究的发现：实际规划过程“一道”发生了什么以及哪些因素影响河流工程项目？每一项工程项目都有其自身的历史、政治和地理内容。虽然项目经理认识到这一点并不会使规划更为容易，但它将会促进与有关各方的协商。

► 来自实践的想法直接输入研究的可能性。一个很好的实例是“水獭”问题。实践者的建议引发研究报告，接着在州议会的辩论中提出了结果。

○○○

需要简单的工具

瑞士实际环境保护基金会 (Pusch) 促进旨在有益于环境的措施的实施。它寻求来自地方当局和组织代表的支持。我们不断面对的主要问题之一是：我们如何才能促使当地的行动者为环境做些事（例如增强水道）？我们能用什么样的论据来说服他们？

这里需要区分的是水道和相邻土地是属于公有的还是私有的。可能期望公共行动者关心大自然景观和生境的促进，只是因为他们有法律义务这么做。

但私有土地所有者或农民一般可能没有很大的兴趣。对于他们来说，实际的财政问题最为重要。以后他们仍会有效管理他们的土地吗？他们将会遭受生产损失或收入损失吗？如果这样的话，如何才能对此加以补偿呢？

为了补充本出版物所呈现的研究结果，我将提两个额外的要求：我们需要这样的规划和评估工具，它们既能满足科学要求，与此同时又足够简单，从而使得它们能在不导致不合理花费的情况下用于小规模项目。另一个有用的工具可能是一组论据和实例研究，它们将能从土地所有者和农民那里获取对恢复项目的支持，即便他们并非天生对环境问题持赞同态度。不过，也应公开阐述任何不利条件。

○○○

水道开发讨论会

人们管理地表水是因为他们觉得这是适宜的。在瑞士，直到 20 世纪 80 年代前后，资源利用和防洪一直占主导地位，而对生态和美学问题的关注很少。河流工程技术人员们研制出了必要的工具，当水道结构改变时，专家们的意见是决定性的。过去 20 年，看法已发生了巨大的改变。

现在经常提出的问题是：未来河道应服务于何种功能——保护、娱乐、旅游、洪水、农业、水电或某种组合？这不再主要由专家来决定，而是由所有相关方来决定。所以需要有新的方法来评价河道开发选择方案。

在罗纳河-图尔河研究项目中，为此目的建立了科学基础，研制和检验了各种方法。重点特别放在用于预测和评估措施有效性的工具以及决策过程中关键方和受影响方的参与上。

新的方法要求众多学科与利益攸关方之间的合作。这种“跨学科性”是对科学界的一项重大挑战。Eawag 想充当促进水道综合管理的“讨论会”。但这一讨论会无法单独开办。正如罗纳河-图尔河项目中已出现的情况那样，我们依赖于富有生命力的伙伴关系。这是我们未来在科学界和之外所要贯彻的。

○○○



Mario Baumann, 图尔高州环境局水管理处处长



Ion Karagounis, 实际环境保护基金会首席执行官



Ueli Bundi, Eawag 代理所长

罗纳河-图尔河项目的出版物

Incomplete literature list. Further publications appear until mid 2007.

Most of these publications are available as pdf files: www.rhone-thur.eawag.ch/publikationen.html and www.rivermanagement.ch

Synthesis reports

Hostmann M., Buchecker M., Ejderyan O., Geiser U., Junker B., Schweizer S., Truffer B., Zaugg Stern M. (2005): Wasserbauprojekte gemeinsam planen. Handbuch für die Partizipation und Entscheidungsfindung bei Wasserbauprojekten. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. Publikation des Rhone-Thur-Projekts, 48 S.

Meile T., Baumann P., Fette M. (2005): Synthesebericht Schwall-Sunk. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ. Publikation des Rhone-Thur Projekts, 48 S.

Rohde S. (2005): Integrales Gewässermanagement, Erkenntnisse aus dem Rhone-Thur-Projekt, Synthesebericht Gerinneaufweitungen. Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Birmensdorf, 69 S.

Vetsch D., Fäh R., Farshi D., Müller R., Minor H.-E. (2005): Basement – Synthesebericht Teil A: Einleitung und Softwaretechnische Aspekte. VAW/ETH Zürich.

Vetsch D., Fäh R., Farshi D., Müller R. (2005): Basement – Synthesebericht Teil B: Implementierte Modelle für Hydraulik und Sedimenttransport. VAW/ETH Zürich.

Vetsch D., Fäh R., Farshi D., Müller R., Minor H.-E. (2005): Basement – System manuals: user, reference and development. VAW/ETH Zürich.

Woolsey S., Weber C., Gonser T., Hoehn E., Hostmann M., Junker B., Roulier C., Schweizer S., Tiegs S., Peter A. (2005): Handbuch für die Erfolgskontrolle bei Fließgewässerrevitalisierungen. Publikation des Rhone-Thur Projekts. Eawag, WSL, LCH-EPFL, VAW-ETHZ, 112 S.

Final reports

Baumann P. (2004): Revitalisierung und Benthos der Rhone. Schlussbericht SP I-6. Rhone-Thur-Projekt, Eawag, WSL, Limnex AG, 120 S.

Baumann P., Meile T. (2004): Makrozoobenthos und Hydraulik in ausgewählten Querprofilen der Rhone. Wasser, Energie, Luft 96, 320–325.

Chevre Ph. (2004): Influence de la macro-rugosité d'un enrochement sur la charriage et l'érosion en courbe. Communication du Laboratoire de Constructions Hydrauliques N° 19, LCH – EPFL, Editeur: A. Schleiss.

Fette M., Hoehn E., Wehrli B. (2004): Infiltration von Flusswasser ins Grundwasser. Wasser, Energie, Luft 96, 301–304.

Imhof B., Baumann P., Portmann M. (2004): Schwebstoffe in der Rhone von 1901 bis 2003. Wasser, Energie, Luft 96, 318–319.

Meier W., Wüest A. (2004): Wie verändert die hydroelektrische Nutzung die Wassertemperatur der Rhone? Wasser, Energie, Luft 96, 305–308.

Meier W., Frey M., Moosmann L., Steinlin S., Wüest A. (2004): Schlussbericht Rhone Ist-Zustand. Rhone-Thur-Projekt, Subprojekt I-2: Wassertemperaturen und Wärmehaushalt der Rhone und ihrer Seitenbäche. Eawag, Kastanienbaum, 102 S.

Peter A., Weber C. (2004): Die Rhone als Lebensraum für Fische. Wasser, Energie, Luft 96, 326–330.

Portmann M., Baumann P., Imhof B. (2004): Schwebstoffhaushalt und Trübung der Rhone. Publikation des Rhone-Thur-Projekts, 42 S.

Roulier C., Vadi G. (2004): Erfolgskontrolle der Vegetationsdynamik. Wasser, Energie, Luft 96, 309–314.

Tockner K., Karas U., Paetzold A., Blaser S. (2004): Ökologischer Zustand der Rhone: Benthische Evertbraten und Uferfauna. Wasser, Energie, Luft 96, 315–317.

Further reports and articles

Borsuk M.E., Reichert P., Peter A., Schager E., Burkhardt-Holm R. (2006): Assessing the decline of brown trout (*Salmo trutta*) in Swiss rivers using a Bayesian probability network. Ecological Modelling 192, 224–241.

Chèvre Ph., Schleiss A. (2005): Einfluss der Makrorauigkeit eines geschlängelten Blockwurfes auf den Sedimenttransport und Kolkerscheinungen. Wasser, Energie, Luft 97, 154–158.

Coops H., Tockner K., Amoros C., Hein T., Quinn G. (2005): Science-based management of large river-floodplains. In: J.T.A. Verhoeven, B. Beltman, R. Bobbink, D.F. Whigham (eds): Wetlands as a natural resource. Volume 1. Wetlands and Natural Resource Management. Ecological Studies Vol AAA. Springer, Berlin.

Ejderyan O. (2004): Science "déjà faite" et science "en train de se faire" dans un processus participatif de prise de décision. Le cas de la renaturation de la Seymaz dans le canton de Genève. In: H.-J. Scarwell, M. Franchomme (dir.). Contraintes environnementales et gouvernance des territoires. La Tour d'Aigues, Éditions de l'Aube, p. 309–316.

Fette M., Kipfer R., Schubert C.J., Hoehn E., Wehrli B. (2005): Assessing river-groundwater exchange in the regulated Rhone River (Switzerland)

using stable isotopes and geochemical tracers. Applied Geochemistry 20, 701–712.

Fette M., Weber C., Peter A., Wehrli B. (2006): Hydropower production and river rehabilitation: A case study on an alpine river. Environmental Modeling and Assessment (in press).

Farshi D., Komaei S. (2005): Finite volume model for two-dimensional shallow water flows on unstructured grids. Journal of Hydraulic Engineering 131, 1147–1148.

Farshi D., Minor H.-E. (2004): A finite volume method for solving SWE in rivers on complex topographies. Hydraulics of Dams and River Structures, ISBN 90-5809-632-7.

Frey M., Schmid M., Wüest A. (2003): Einfluss von Aufweitungen auf das Temperaturregime der Thur. Eawag, Kastanienbaum, 36 S.

Frey M., Moosmann L., Meier W. (2003): Bericht über die Messung in den Staueen: Lac des Dix, Lac de Mauvoisin und Lac d'Emosson. Eawag, Kastanienbaum, 11 S.

Heller Ph. (2006): Analyse et objectifs de gestion d'un aménagement hydraulique fluvial à buts multiples. Wasser, Energie, Luft 98, 10–15.

Hostmann M., Bernauer T., Mosler H.J., Reichert P., Truffer B. (2006): Multi-attribute value theory as a framework for conflict resolution in river rehabilitation. Journal of Multiple Criteria Decision Analysis (in press).

Hostmann M., Borsuk M., Reichert P., Truffer B. (2005): Stakeholder values in decision support of river rehabilitation. Large Rivers 15, No 1-4, Archiv für Hydrobiologie Suppl. 155/1-4, 491–505.

Jansson R., Backx H., Boulton A.J., Dixon M., Dudgeon D., Hughes F.M.R., Nakamura K., Stanley E.H., Tockner K. (2005): Stating mechanisms and refining criteria for ecologically successful river restoration: a comment on Palmer *et al.* (2005). Journal of Applied Ecology 42, 218–222.

Kienast F., Peter A., Geiser U. (2004): Wasserbauer werden zu Moderatoren. Raum und Umwelt: Revitalisierung von Flussläufen. Kommunalmagazin, Nr. 10, 4 S.

Küttel S., Peter A., Wüest A. (2002): Temperaturpräferenzen und -limiten von Fischarten Schweizerischer Fließgewässer. Eawag, Kastanienbaum, 39 S.

Meile T., Schleiss A., Boillat J.-L. (2005): Entwicklung des Abflussregimes der Rhone seit dem Beginn des 20. Jahrhunderts. Wasser, Energie, Luft 97, 133–142.

- Meile T.** (2005): Flussbauliche Massnahmen zur Verminderung von Schwall- und Sunkerscheinungen infolge Kraftwerkbetrieb. Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft, Technische Universität Graz 43, 85–90.
- Nakamura K., Tockner K.** (2006): River and wetland restoration: Lessons from Japan. *BioScience* (in press).
- Paetzold A., Langhans S., Sadler J.P., Findlay S., Tockner K.** (2006): Aquatic-terrestrial interactions along river corridors. In: P.J. Wood, D.M. Hannah, J.P. Sadler (eds.) *Hydroecology and Ecohydrology: Past, Present and Future*. Wiley.
- Paetzold A., Bernet J., Tockner K.** (2006): Consumer-specific responses to riverine subsidy pulses in a riparian arthropod assemblage. *Freshwater Biology* (in press).
- Paetzold A., Schubert C.J., Tockner K.** (2005): Aquatic-terrestrial linkages along a braided-river: Riparian arthropods feeding on aquatic insects. *Ecosystems* 8, 748–759.
- Paetzold A., Tockner K.** (2005): Effects of riparian arthropod predation on the biomass and abundance of aquatic insect emergence. *Journal of the North American Benthological Society* 24, 395–402.
- Peter A., Kienast F., Woolsey S.** (2005): River rehabilitation in Switzerland: scope, challenges and research. *Large Rivers* 15, No. 1-1, Archiv für Hydrobiologie Suppl. 155/1-4, 643–656.
- Reichert P., Borsuk M., Hostmann M., Schweizer S., Spörri C., Tockner K., Truffer B.** (2006): Concepts of decision support for river rehabilitation. *Environmental Modelling and Software* (in press).
- Rohde S.** (2005): Flussaufweitungen lohnen sich! Ergebnisse einer Erfolgskontrolle aus ökologischer Sicht. *Wasser, Energie, Luft* 97, 105–112.
- Rohde S.** (2005): Hochwasserschutz und Ökologie. *Natur und Mensch* 4, 11–18.
- Rohde S., Kienast F., Bürgi M.** (2004): Assessing the restoration success of river widenings: A landscape approach. *Environmental Management* 34, 574–589.
- Rohde S., Schütz M., Englmaier P.** (2005): River widening: an approach to restoring riparian habitats and plant species. *River research and applications* 21, 1075–1094.
- Rohde S., Hostmann M., Peter A., Ewald K.C.** (2005): Room for rivers: An integrative search strategy for floodplain restoration. *Landscape and Urban planning* (in press). Available online 21 November 2005
- Schager E., Peter A.** (2005): Bedrohte strömungsliebende Cypriniden in der Thur: Status und Zukunft. Studie im Auftrag von: AWEL Zürich, Departement für Bau und Umwelt Thurgau, Amt für Jagd und Fischerei St. Gallen. Eawag, Kastanienbaum, 76 S.
- Schleiss A.** (2005): Flussbauliche Hochwasserschutzmassnahmen und Verbesserung der Gewässerökologie – Vorschlag eines hydraulisch-morphologischen Vielfältigkeitsindex. *Wasser, Energie, Luft* 97, 195–200.
- Schleiss A.** (2006): Mögliche Synergien zwischen Hochwasserschutz, Flussrevitalisierung und Wasserkraft dank innovativer Mehrzweckprojekte. *Wasser, Energie, Luft* 98, 3–9.
- Schleiss A.** (2005): Mögliche Synergien zwischen Hochwasserschutz, Flussrevitalisierung und Wasserkraft dank innovativer Mehrzweckprojekte. Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet des Hochwasserschutzes – Konferenz über angewandte Forschung im Rahmen der 3. Rhonekorrektur, Martigny, Communications du Laboratoire de Constructions Hydrauliques Nr. 21, LCH – EPFL, 155-169.
- Tockner K.** (2003): Totholz – entsorgungspflichtig oder wertvoll? *Petri Heil* 43.
- Tockner K.** (2005): Linking pattern and processes along river corridors. In G.E. Petts, B. Kennedy (eds.) *Emerging concepts for integrating human and water needs in river basin management*. Birmingham, UK p.14–20.
- Tockner K., Langhans S.** (2003): Die ökologische Bedeutung des Schwemmgutes. *Wasser, Energie, Luft* 95, 353–354.
- Tockner K., Peter A.** (2003): Totholz und Schwemmgut. *Wasser, Energie, Luft* 95, 352–374.
- Tockner K., Peter A.** (2002): Totholz spielt im Ökosystem der Gewässer eine wichtige Rolle. *Kommunalmagazin* 10, 31.
- Tockner K. et al.** (2003): The Tagliamento River: A model ecosystem of European importance. *Aquatic Sciences* 65, 239–253.
- Tockner K., Paetzold A., Karas U., Claret C., Zettel J.** (2006): Ecology of braided rivers. In: G.H. Sambrook Smith, J.L. Best, C. Bristow, G.E. Petts (eds.) *Braided Rivers*. IAS Special Publication, Blackwell Science, Oxford (in press).
- Tockner K., Paetzold A., Karas U., Claret C., Zettel J.** (2004): Ecology of braided rivers. IAS Special Publication, 51 p.
- Vadi G., Roulier C., Gobat J.-M.** (2006): Erfolgskontrolle der Vegetationsdynamik. Thur: Stand der Forschung 2005. *Wasser, Energie, Luft* (im Druck).
- Vetsch D., Fäh R., Farshi D., Müller R.** (2005): BASEMENT – Ein objektorientiertes Softwaresystem zur numerischen Simulation von Naturgefahren. Mitteilung der VAW Nr. 190, ETH Zürich, 201–212.
- Zaugg M.** (2002): More space for running waters: Negotiating institutional change in the Swiss flood protection system. *GeoJournal* 58, 275–281.
- Zaugg M.** (2003): Mehr Raum den Fließgewässern – Der Weg zu einem nachhaltigen Hochwasserschutz. *GAIA* 3, 201–207.
- Zaugg Stern M.** (2006): Philosophiewandel im schweizerischen Wasserbau. Zur Vollzugspraxis des nachhaltigen Hochwasserschutzes. Schriftenreihe Humangeographie, Bd. 20. Zürich: GIUZ.
- Zaugg M., Ejderyan O., Geiser U.** (2004): Normen, Kontext und konkrete Praxis des kantonalen Wasserbaus. Resultate einer Umfrage zu den Rahmenbedingungen der kantonalen Ämter oder Fachstellen für Wasserbau bei der Umsetzung der eidgenössischen Wasserbaugesetzgebung. Schriftenreihe Humangeographie, Bd. 19, 96 S.

Dissertations

Bratrich C. (2004): Kennzeichen erfolgreicher Revitalisierungsprojekte: Planung, Bewertung und Entscheidungsprozesse im Fließgewässer Management. ETH Zürich und Eawag Kastanienbaum, 343 S.

Fette M. (2005): Tracer Studies of River-Groundwater Interaction under Hydropeaking Conditions. ETH Zurich and Eawag Kastanienbaum, 117 p.

Glenz C. (2005): Process-based, spatially-explicit modelling of riparian forest dynamics in Central Europe – Tool for decisionmaking in river restoration. EPF Lausanne, 220 p.

Hostmann M. (2005): Decision support for river rehabilitation. ETH Zurich and Eawag Kastanienbaum, 170 p.

Karas U., Guillon H., Tockner K. (2004): The contribution of lateral aquatic habitats to macroinvertebrate diversity along river corridors. In: U. Karas, The ecology of lateral aquatic habitats along river corridors. Diss. ETH Zurich.

Paetzold A. (2005): Life at the edge – aquatic and terrestrial interactions along river corridors. ETH Zurich and Eawag Dübendorf.

Rohde S. (2004): River restoration: Potential and limitations to re-establish riparian landscapes. Assessment & Planning. ETH Zurich and WSL Birmensdorf, 133 p.

Zaugg M. (2005): Mehr Raum den Fließgewässern! Eine strukturationstheoretische Analyse des institutionellen Wandels im schweizerischen Hochwasserschutz seit den 1970er Jahren. Universität Zürich. Zürich: GIUZ.

A complete list and pdf files of all Eawag publications are available: <http://library.eawag.ch/ris/risweb.isa>
Search for author, title or keyword. In case of problems: bibliothek@eawag.ch

- [4410] **Meier W.K., Reichert P.** (2005): Mountain streams – modeling hydraulics and substance transport. *J. Environ. Eng.-ASCE* 131, (2), 252–261.
- [4411] **Reichert P.** (2005): UNCSIM – a computer programme for statistical inference and sensitivity, identifiability, and uncertainty analysis. In: "Proceedings of the 2005 European Simulation and Modelling Conference (ESM 2005)", (Eds.). Porto, Portugal, 51–55.
- [4412] **Mieleitner J., Reichert P.** (2005): Modelling functional groups of algae in Lake Zürich. In: "Proceedings of the 2005 European Simulation and Modelling Conference (ESM 2005)", (Eds.). Porto, Portugal, 256–261.
- [4418] **Holtmann X., Bader H.-P., Scheidegger R.R.W.** (2005): SIMBOX-FUZZY: ein Tool zur Bewertung von Stoffflüssen basierend auf unsicheren Wissen. In: "Simulation in Umwelt- und Geowissenschaften, Workshop Dresden", J. Wittmann X.N. Thinh (Eds.). Shaker Verlag Aachen, 11.
- [4419] **Lorke A., Wüest A.** (2005): Application of coherent ADCP for turbulence measurements in the bottom boundary layer. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology* 22, (11), 1821–1828.
- [4420] **Trang P.T.K., Van N., Mui, Viet P.H., Berg M., Tanabe S.** (2005): Arsenic species in urine samples collected from individuals using arsenic polluted ground water in Vietnam. *Proceedings of the Bao cao Khoa hoc. Hoi nghi Toan, Hanoi, Vietnam* 807–811.
- [4421] **McCracken K.G., Beer J., McDonald F.B.** (2005): The long-term variability of the cosmic radiation intensity at earth as recorded by the cosmogenic nuclides. In: "The solar system and beyond the years of ISSI", J. Geiss B. Hultqvist (Eds.). ESA Publications Divisions, The Netherlands, 83–98.
- [4422] **Trang P.T.K., Berg M., Hue N.T.M., Nhat V.M.L., Hong B., Dau P.T., Hao T.T., Mui N.V., Viet P.H.** (2005): Chronic arsenic intoxication from tubewell water at some areas in the Red River and Mekong River Deltas. *Vietnam Journal of Practical Medicine* 9, (519), 14–17.
- [4423] **Ha C.T., Chieu L.V., Khoi N.V., Mat B.V., Anh N.N., Berg M.** (2005): Improving the supply water quality of Hanoi. Part 1: current situation of supply water and challenges for treatment technology. *Magazine of the Vietnam Water Supply and Sewerage Association (VWSA)* 7, 31–35.
- [4424] **Ha C.T., Chieu L.V., Khoi N.V., Mat B.V., Anh N.N., Berg M.** (2005): Improving the supply water quality of Hanoi. Part 2: Ammonium removal for improving supply water quality. *Magazine of the Vietnam Water Supply and Sewerage Association (VWSA)* 9, 38–40.
- [4435] **Hassler C.S., Behra R., Wilkinson K.J.** (2005): Impact of zinc acclimation on bioaccumulation and homeostasis in *Chlorella kessierii*. *Aquat. Toxicol.* 74, (2), 139–149.
- [4436] **Ciani A., Goss K.-U., Schwarzenbach R.P.** (2005): Determination of molar absorption coefficients of organic compounds adsorbed in porous media. *Chemosphere* 61, (10), 1410–1418.
- [4437] **Steiner M., Boller M.** (2005): Adsorbersysteme für die Kupfer- und Zinkentfernung aus Dachwasser. *Schweizer Baujournal* 2, 15.
- [4438] **Schulz T., Ingensand H., Steiner M.** (2005): Laser scanning and noise reduction applied to 3D road surface analysis. In: "7th Optical 3-D Measurement Technique Conference", A. Grün H. Kahmen (Eds.). Vienna, Austria, 135–143.
- [4439] **Mosler H.-J.** (2005): Modelling environmental behaviour: socio-psychological simulation. In: "Alternatives for environmental valuation", M. Getzner, C.L. Spash S. Stagl (Eds.). Routledge, Abingdon, 69–95.
- [4440] **Mosler C., Mosler H.-J.** (2005): Vom Erkennen zum Handeln – was naturverträgliches Verhalten erleichtert und was es erschwert. In: "Freizeitaktivitäten im Lebensraum der Alpentiere – Konfliktbereich zwischen Mensch und Tier", P. Ingold (Eds.). Haupt, Bern, 404–410.
- [4441] **Schwarz G., Mosler H.-J.** (2005): Investigating escalation processes in peace support operations: an agent-based model about collective aggression. In: "Representing social reality", K.G. Troitzsch (Eds.). Proceedings of the Third Conference of the European Social Simulation Association, Koblenz, Fölbach, 191–197.
- [4442] **Mosler H.-J., Tamas A., Tobias R., Caballero Rodríguez T., Guzmán Miranda O.** (2005): Produced household waste and the recycling and disposal strategies of the population of Santiago de Cuba. In: "Waste the social context", (Eds.). Edmonton, Alberta/Canada, 6B2-1-6B2-11.
- [4443] **Tamas A., Mosler H.-J., Tobias R., Caballero Rodríguez T., Guzmán Miranda O.** (2005): Factors determining the intentions to reuse, separate and compost household waste in the city of Santiago de Cuba. In: "Waste the social context", (Eds.). Edmonton, Alberta/Canada, 5A3-1-5A3-9.
- [4444] **Colautti R.I., Manca M., Viljanen M., Kettlelaars H.A.M., Burgi H., Macisaac H.J., Heath D.D.** (2005): Invasion genetics of the Eurasian spiny waterflea: evidence for bottlenecks and gene flow using microsatellites. *Mol. Ecol.* 14, (7), 1869–1879.
- [4445] **Dow S.M., Barbeau B., von Gunten U., Chandrakanth M., Amy G., Hernandez M.** (2006): The impact of selected water quality parameters on the inactivation of *Bacillus subtilis* spores by monochloramine and ozone. *Water Res.* 40, (2), 373–382.
- [4446] **Luo J., Cirpka O.A., Fienen M.N., Wu W.-M., Mehlhorn T.L., Carley J., Jardine P.M., Criddle C.S., Kitanidis P.K.** (2006): A parametric transfer function methodology for analyzing reactive transport in nonuniform flow. *J. Contam. Hydrol.* 83, (1–2), 27–41.
- [4447] **Tockner K., Surian N., Toniutti N.** (2005): Geomorphologie, Ökologie und nachhaltiges Management einer Wildflusslandschaft am Beispiel des Fiume Tagliamento (Friaul, Italien) – ein Modell-ökosystem für den Alpenraum und ein Testfall für die EU-Wasserrahmenrichtlinie. In: "Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt", (Eds.). München, 3–17.
- [4448] **Neiman A., Jokela J., Lively C.M.** (2005): Variation in asexual lineage age in *Potamopyrgus antipodarum*, a New Zealand snail. *Evolution* 59, (9), 1945–1952.
- [4449] **Klump S., Kipfer R., Cirpka O.A., Harvey C.F., Brenwald M.S., Ashfaq K.N., Badruzzaman A.B.M., Hug S.J., Imboden D.M.** (2006): Groundwater dynamics and arsenic mobilization in Bangladesh assessed using noble gases and tritium. *Environ. Sci. Technol.* 40, (1), 243–250.
- [4450] **Schubert C.J., Durisch-Kaiser E., Klausner L., Vazquez F., Wehrli B., Holzner C.P., Kipfer R., Schmale O., Greiner J., Kuypers M.M.M.** (2006): Recent studies on sources and sinks of methane in the Black Sea. In: "Past and Present Water Column Anoxia", L.N. Neretin (Eds.). Springer, 419–441.
- [4452] **Lacqua A., Wanner O., Colangelo T., Martinotti M.G., Landini P.** (2006): Emergence of biofilm-forming subpopulations upon exposure of *Escherichia coli* to environmental bacteriophages. *Appl. Environ. Microbiol.* 72, (1), 956–959.
- [4453] **Rieger L., Thomann M., Gujer W., Siegrist H.** (2005): Quantifying the uncertainty of on-line sensors at WWTPs during field operation. *Water Res.* 39, (20), 5162–5174.
- [4454] **Spydcher S., Escher B., Gasteiger J.A.** (2005): QSAR Model for the Intrinsic Activity of Uncouplers of Oxidative Phosphorylation. *Chem. Res. Toxicol.* 18, 1858–1867.
- [4457] **Buesing N., Gessner M.O.** (2006): Benthic bacterial and fungal productivity and carbon turnover in a freshwater marsh. *Appl. Environ. Microbiol.* 72, (1), 596–605.

- [4458] **Dang C.K., Chauvet E., Gessner M.O.** (2005): Magnitude and variability of process rates in fungal diversity-litter decomposition relationships. *Ecol. Lett.* 8, (11), 1129–1137.
- [4459] **Harl R., Livingstone D.M., Siber R., Burkhardt-Holm P., Güttinger H.** (2006): Consequences of climatic change for water temperature and brown trout populations in Alpine rivers and streams. *Glob. Change Biol.* 12, (1), 1377–1388.
- [4460] **Livingstone D.M., Lotter A.F., Kettle H.** (2005): Altitude-dependent differences in the primary physical response of mountain lakes to climatic forcing. *Limnol. Oceanogr.* 50, (4), 1313–1325.
- [4461] **Livingstone D.** (2005): Anthropogenic influences on the environmental status of remote mountain lakes. *Aquatic Sciences – Research Across Boundaries* 6, (3), 221–223.
- [4462] **Chèvre N., Loeffe C., Singer H., Stamm C., Fenner K., Escher B.I.** (2006): Including mixtures in the determination of water quality criteria for herbicides in surface water. *Environ. Sci. Technol.* 40, (2), 426–435.
- [4463] **Zhou Z., Ballentine C.J., Kipfer R., Schoell M., Thibodeaux S.** (2005): Noble gas tracing of groundwater/coalbed methane interaction in the San Juan Basin, USA. *Geochim. Cosmochim. Acta* 69, (23), 5113–5128.
- [4464] **Jankowski T., Strauss T., Ratte H.T.** (2005): Trophic interactions of the freshwater jellyfish *Craspodacusta sowerbii*. *J. Plankton Res.* 27, (8), 811–823.
- [4466] **Johnson C.A., Moench H., Wersin P., Kugler P., Wenger C.** (2005): Solubility of antimony and other elements in samples taken from shooting ranges. *J. Environ. Qual.* 34, (1), 248–254.
- [4467] **McDowell D.C., Huber M.M., Wagner M., Von Gunten U., Ternes T.A.** (2005): Ozonation of carbamazepine in drinking water: Identification and kinetic study of major oxidation products. *Environ. Sci. Technol.* 39, (20), 8014–8022.
- [4469] **Acero J.L., Piriou P., von Gunten U.** (2005): Kinetics and mechanisms of formation of bromophenols during drinking water chlorination: Assessment of taste and odor development. *Water Res.* 39, (13), 2979–2993.
- [4470] **Schertenleib R.** (2005): From conventional to advanced environmental sanitation. *Water Sci. Technol.* 51, (10), 7–14.
- [4471] **Truffer B., Kornrad K.** (2005): Sustainability foresight as a method to shape socio-technical transformation in utility systems. In: "Yearbook 2005 of the Institute for Advanced Studies on Science, Technology and Society", A. Bammé, G. Getzinger B. Wieser (Eds.). Profil, 2005 Science and Technology Studies, München, 285–306.
- [4472] **Rothenberger D., Truffer B.** (2005): Private-sector participation in water and sanitation reviewed – insights from new institutional economics. In: "The Business of Water an Sustainable Development", J. Chenoweth J. Bird (Eds.), Greenleaf, Sheffield, 82–98.
- [4473] **Trottmann N., Langhans S., Tockner K.** (2005): Schwemmgut, ein wichtiger Weg der Ausbreitung. *Natur und Mensch* 5, 8–11.
- [4474] **Viet Anh N., Nga P.T., Nhue T.H., Morel A.** (2005): The potential of decentralized wastewater management for sustainable development – a Vietnamese experience. In: "Water Environmental Federation (WEF) International Conference: Technology", (Eds.). San Francisco, CA, USA, 27.
- [4475] **Andrady A., Aucamp P.J., Bais A.F., Ballaré C.L., Björn L.O., Bornman J.F., Caldwell M., Callaghan T., Cullen A.P., Erickson D.J., de Grujil F.R., Hader D.P., Ilyas M., Kulandaivelu G., Kumar H.D., Longstreth J., McKenzie R.L., Norval M., Redhwi H.H., Smith R.C., Solomon K.R., Sulzberger B., Takizawa Y., Tang X.Y., Teramura A.H., Torikai A., van der Leun J.C., Wilson S.R., Worrest R.C., Zepp R.G.** (2005): Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: progress report, 2004. *Photochem. Photobiol. Sci.* 4, (2), 177–184.
- [4476] **Andrady A., Aucamp P.J., Bais A.F., Ballaré C.L., Björn L.O., Bornman J.F., Caldwell M., Cullen A.P., Erickson D.J., Grujil F.R.d., Häder D.-P., Ilyas M., Kulandaivelu G., Kumar H.D., Longstreth J., McKenzie R.L., Norval M., Redhwi H.H., Smith R.C., Solomon K.R., Sulzberger B., Takizawa Y., Tang X., Teramura A.H., Torikai A., van der Leun J.C., Wilson S.R., Worrest R.C., Zepp R.G.** (2005): Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: progress report, 2005. *Photochem. Photobiol. Sci.* 1, 13–24.
- [4477] **Sulzberger B.** (2005): *Aquatic Sciences – research across boundaries* is an online first journal! *Aquatic Sciences – Research Across Boundaries* 6, (1), i.
- [4478] **Meunier L., Laubscher H., Hug S., Sulzberger B.** (2005): Effects of size and origin of natural dissolved organic matter compounds on the redox cycling of iron in sunlit surface waters. *Aquatic Sciences – Research Across Boundaries* 6, (3), 292–307.
- [4479] **Schwede-Thomas S.B., Chin Y.-P., Dria K.J., Hatcher P., Kaiser E., Sulzberger B.** (2005): Characterizing the properties of dissolved organic matter isolated by XAD and C-18 solid phase extraction and ultrafiltration. *Aquatic Sciences – Research Across Boundaries* 6, (1), 61–71.
- [4480] **Sanguinetti G.S., Ferrer V., Garcia M.C., Tortul C., Montangero A., Kone D., Strauss M.** (2005): Isolation of *Salmonella* sp in sludge from septage treatment plant. *Water Sci. Technol.* 51, (12), 249–252.
- [4481] **Sanguinetti G.S., Tortul C., Garcia M.C., Ferrer V., Montangero A., Strauss M.** (2005): Investigating helminth eggs and *Salmonella* sp in stabilization ponds treating septage. *Water Sci. Technol.* 51, (12), 239–247.
- [4482] **Cofie O.O., Agbottah S., Strauss M., Esseku H., Montangero A., Awuah E., Kone D.** (2006): Solid-liquid separation of faecal sludge using drying beds in Ghana: Implications for nutrient recycling in urban agriculture. *Water Res.* 40, (1), 75–82.
- [4483] **Koottatep T., Surinkul N., Polprasert C., Kamal A.S.M., Kone D., Montangero A., Heinss U., Strauss M.** (2005): Treatment of septage in constructed wetlands in tropical climate: lessons learnt from seven years of operation. *Water Sci. Technol.* 51, (9), 119–126.
- [4484] **Truffer B., Voss J., Konrad K.** (2005): Sustainability Foresight. Reflexive Gestaltung von Transformationsprozessen in deutschen Versorgungssystemen. In: "Technik in einer fragilen Welt. Die Rolle der Technikfolgenabschätzung", A. Bora, M. Decker, A. Grunwald O. Renn (Eds.). Sigma Edition, Berlin, 255–265.
- [4485] **Leupin O.X., Hug S.J., Badruzzaman A.B.M.** (2005): Arsenic removal from Bangladesh tube well water with filter columns containing zerovalent iron filings and sand. *Environ. Sci. Technol.* 39, (20), 8032–8037.
- [4486] **Leupin O.X., Hug S.J.** (2005): Oxidation and removal of arsenic (III) from aerated groundwater by filtration through sand and zero-valent iron. *Water Res.* 39, (9), 1729–1740.
- [4487] **Tiegs S.D., O'Leary J.F., Pohl M.M., Munill C.L.** (2005): Flood disturbance and riparian species diversity on the Colorado River Delta. *Biodiversity and Conservation* 14, (5), 1175–1194.
- [4488] **Tiegs S.D., Pohl M.** (2005): Planform channel dynamics of the lower Colorado River: 1976–2000. *Geomorphology* 69, (1–4), 14–27.
- [4489] **Buesing N., Marxsen J.** (2005): Theoretical and empirical conversion factors for determining bacterial production in freshwater sediments via leucine incorporation. *Limnol. Oceanogr. Meth.* 3, 101–107.
- [4491] **Nakamura K., Amano K., Tockner K.** (2006): Restoration: European perspectives and lessons for Japan. *Ecol. Civil Eng.* 8, (2), 201–214.
- [4492] **Lecerf A., Dobson M., Dang C.K., Chauvet E.** (2005): Riparian plant species loss alters trophic dynamics in detritus-based stream ecosystems. *Oecologia* 146, (3), 432–442.

简 讯

Forum Chriesbach 落成仪式

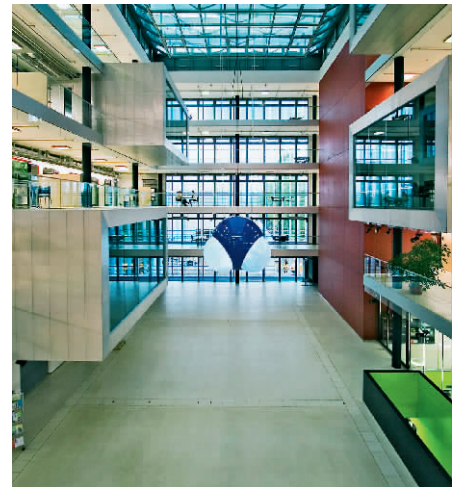
9月1日,Eawag庆祝了其新总部Forum Chriesbach的开张。该大楼代表功能性、美学和可持续性的完美结合,从而对该研究所自身研究所强调的更大的可持续性需求做出实际回应。例如,由于最佳利用了所有能源(包括使用者的体



Photos: Eawag

热),该大楼的运行无需常规取暖系统或空调系统。应用的所有材料都做了可持续性评价。雨水被收集和用于冲厕(厕所都是非混合系统,尿是分开收集的)。新大楼拥有150个办公场所以及培训设施和会议室、Empa-Eawag联合图书馆和员工小卖部。由所有5层楼上的1232块可调蓝玻璃定向板组成的外观,使它成为一座引人注目的建筑物。这一钢筋混凝土框架构造的正厅也给予内部一种显著的外观,带有明确定位和宽敞的形式。差不多2500人参加了开张仪式,参

观了Forum Chriesbach,并深入了解了引人入胜的水生研究世界。○○○



大规模水电项目的独立检查

截止目前,一直未充分考虑苏丹目前在建的Merowe大坝的环境影响。这项将在尼罗河第四大瀑布处建造一个水库的构筑物,旨在为该国的城市生产峰荷电力。根据Eawag研究人员3月份公布的一份报告,这种规模的项目应受到独立评估,要考虑最

新的科学发现。该报告的作者估计,这一200公里长的水库中每年将累积1.3亿吨沉积物。尚未制定这一负荷管理计划。除非采取措施,否则也会产生与水库水质和温室气体排放相关的问题。○○○

SODIS 获红十字会奖

6月份,由Martin Wegelin领导的Eawag SODIS(太阳水消毒)项目荣获瑞士红十字会(SRC)创立的“红十字会奖”。这项25000瑞士法郎的奖(为标志SRC成立140周年纪念而设)旨在承认特殊的人道主义努力。评审委员会为该项目的发起人Martin Wegelin的个人承诺所感动,他“试图通过伙伴关系和资金筹措将其研究和开发工作投入实践,以帮助改善残疾人的生活条件。”SODIS被认定为一种帮助减少发展中国家(痢疾)疾病从而减少死亡率的“惹人注目”的方法。○○○

René Schwarzenbach 获殊荣

René P. Schwarzenbach自1977年



EPF Zurich

以来一直服务于Eawag(2000~2005年为理事会成员),现为苏黎世联邦理工学院(ETH)环境科学系主任,荣获了美国化学会环境科学与技术创造进步奖。Schwarzenbach是经典教科书《环境有机化学》的作者之一(联合作者有Philip M. Gschwend和Dieter M. Imboden)。他是第一位非美国籍的该奖获得者,以表彰他在该领域的创造性贡献。○○○

