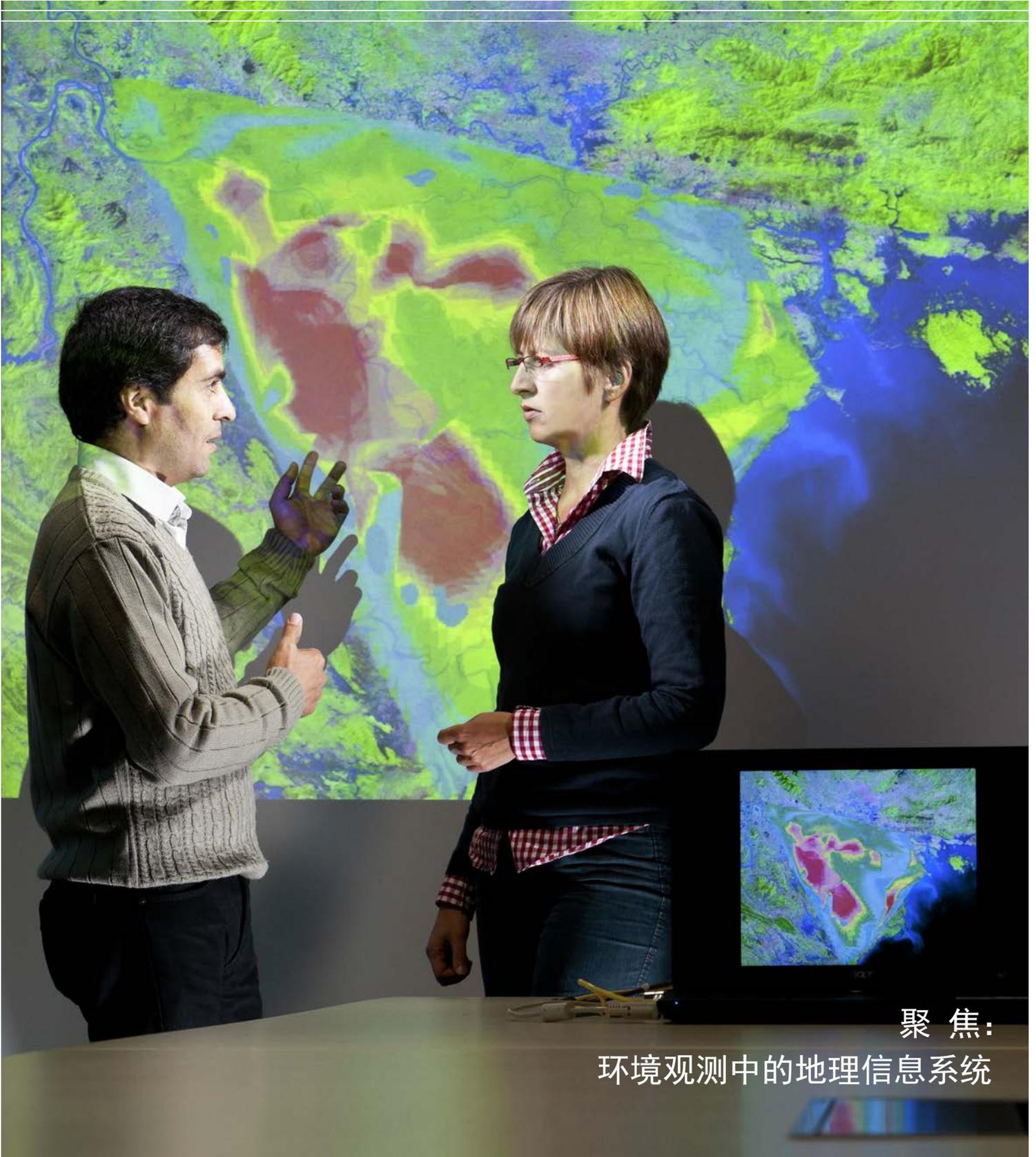


# 新闻



聚焦：  
环境观测中的地理信息系统



Peter Reichert, 系统分析、综合评价与模拟室负责人, Eawag 理事会成员。

## 空间尺度的重要性

空间尺度对于环境系统行为以及人类活动对这些系统的影响具有重大意义。例如,影响分散农业源水污染的至关重要的因素是,农田离地表水体的远近程度,雨水是否会直接流经以及是否存在来自其他次集水区的污染物。只有当转移的或局部灭绝的物种能从更接近天然的河段迁移过来,地形或水文方面改善的河段的动植物才能成功地重新集群。另一方面,良好的纵向连接性也能促进入侵种的扩散。这些少量实例表明了空间尺度在了解生态系统以及评价恢复或增强措施方面的重要性。

当今,地理空间数据在地理信息系统(GIS)和相关数据库中被储存、处理和可视化。这些系统还能被用来产生交互地图,采用直接嵌入GIS或外部连接于GIS的统计模型或机械模型来分析数据,研究环境系统,或计算输入数据和显示输出。

本期《Eawag 新闻》探讨地理空间数据的各个方面以及各种规模的分析。例如,在对 Rosi Siber 的采访中(见第 4 页),强调了 GIS 作为一种通讯手段的潜力。在她本人的文章中(见第 14 页),她还展示了 GIS 在建立用于农业地区除草剂径流的较简单的定量模型方面所提供的好处。Manouchehr Amini 描述的另一种应用(见第 6 页文章)涉及到更复杂的地下水砷污染和氟化物污染模型与 GIS 的结合,以便确认那些将地下水资源用作饮用水的可能构成健康风险的地区。最后,Christian Folberth(见第 10 页文章)证明,将复杂的农业生产

模型结合进 GIS,可以得出粮食产量及其对气候依赖性的大规模概观。

除了集中于地理空间数据之外,本期《Eawag 新闻》还讨论水电开发主题(见第 18 页文章)、其扩展受到继瑞士决定逐步停止使用核能之后强大的政治压力的支配。在这一点上,空间组分在众多方面又一次显得极为重要:在完整景观的保护方面以及在评价生态破坏的影响方面、水峰作业的后果或与水电站排放有关的剩余流况。

最后,为了标志 Willi Gujer 的退休,本期包括他经历的简述(见第 30 页)。他一直帮助塑造 Eawag 的宗旨:不仅对科学研究做出重大贡献,而且愿意考虑专业人员的关注;他已靠自己的知识积极帮助解决供水和废水管理方面的一些实际问题。

*Peter Reichert*

封面照片:系统分析、综合评价和模拟室的地理空间建模者 Manouchehr Amini 在与同事讨论地质起源的地下水污染风险图。(摄影:Peter Schönenberger, Winterthur)

# 目次

## 焦点

### 4 “GIS 是一种极好的交流手段”



GIS 专家 Rosi Siber 在这次采访中，说，地理信息系统是一种使抽象现象可视化的有效工具。GIS 可以促进学科与公众联系之间的交流。

### 6 将地质起源的污染放在地图上

地下水中的地质起源污染物威胁着无数人的健康。基于网络的 GIS 的应用将提高人们对这一问题的认识，并有助于确认处于污染风险的地区。

### 10 气候变化与撒哈拉以南农业



Eawag 的研究人员正在采用 GIS 模型来研究撒哈拉以南的气候变化对农业生产的影响以及农民如何在一般情况下和不断变化的气候条件下增加他们的产量。

### 14 哪里的除草剂使用尤为关键？

正如一项涉及基于排放过程模型的评价所示，在瑞士，集中使用除草剂的作物主要种植在径流风险低的地区。这一方法也能用来确定关键地区。

## 论坛

### 18 水电——找到适当的平衡



由于核电被停止，瑞士政府想扩大水电的使用。然而，设想存在着净增 40 亿 kWh 的能力的潜力这一点受到不同专家的质疑。

### 22 给蟾蜍更多的空间和枯木

陆地生境中常见蟾蜍和绿蟾蜍种群需要几个足球场大小的地区和足够的结构要素。但即便是保护区也常常无法满足这些要求。

### 26 极地冰中太阳的痕迹



太阳的活动影响水文循环和全球气候。通过分析极地冰中沉积的同位素，Eawag 的研究人员能再现过去 10 000 年中的太阳活动，而且能够初步预测未来的发展。

### 30 研究和教授专业人员

在 Eawag 差不多 40 年的历程，Willi Gujer 帮助在瑞士和国际上塑造城市水管理部门。为了标志他的退休，举行了其成果的庆祝会。

## 简讯

### 34 Lac 项目：用文件证明鱼类多样性

### 35 重塑厕所

### 36 流域管理

## 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) 58 765 55 11

传真：+41 (0) 58 765 50 28

网址：<http://www.eawag.ch>

编辑：Andres Jordi

出版情况：每年 2 期，以英、德、法、中 4 种文字出版

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：[nfpksr@rcees.ac.cn](mailto:nfpksr@rcees.ac.cn)

网址：<http://www.rcees.ac.cn>

ISSN 1440-5289

## “GIS 是一种极好的交流手段”

据 Rosi Siber (Eawag 的 GIS 专家) 称, 地理信息系统是一种以易理解的方式使抽象现象图形可视化的有效工具。这可以促进学科与公众联系之间的交流。但要绘制一个好的地图, 制图的专业知识是必不可少的。

采访人: Andres Jordi

Rosi Siber, 你在书店能买到的传统地图与地理信息系统所展示的地图之间究竟有什么差异? 作为印刷产品, 这两种地图之间没有什么差异。它们都是静态的, 在规模和信息内容方面是不能改变的。而 GIS 的优势在于计算机化的地图可以在任何时间很容易加以调整。所以你能以不同的规模展示某一部分, 以及显示或隐藏不同的专题图层, 例如土地使用或地表海拔高度。这使得 GIS 地图——即便带有更大信息内容——要比常规地图清晰得多。另外, 后者是一个在特定时间点的快照, 它可能很快会过时, 而 GIS 地图可以不断更新。

这是一种像传统地图一样准确的地图吗? 最初的 GIS 地图是通过扫描传统地图产生的。所以地理数据的基础是相同的。当然, 现在的数据是以纯数字形式存在的。



### GIS 将一个地理区域与该区域的信息相连接

GIS 产生的地图可能是相当清楚的, 但概念本身似有点模糊。什么是地理信息系统? GIS 提供地理区域与该地区相关信息之间的联系——地表水的除草剂径流  $x$  高, 地表水径流  $y$  低——这是通过图形来展示的。GIS 总是包括能处理这种信息的软件、带有特殊信息内容的空间数据以及用户。在 GIS 程序中, 数据被输入、加工、分析和以图形格式输出, 它也适用于数据库中的组织与管理。数据可以作为包含特定信息的简表导入——例如具体的测量值或景观类(可耕地、地表水、森林)以及相关的坐标。除了采用点对象以外, 你还可以处理线、面积和图形数据, 如航空照片或卫星图像。

除了你已提到的要点之外, GIS 还有什么好处? 一幅地图可以比千言万语解释得更多。GIS 是一种以图形和非常清楚的方式使抽象和空间相关性可视化的有效工具。这可以促进不同学科间专家们的交流。这使得它成为极好的交流手段, 尤其是当与公众交流时。但地图也总是做出某种说明, 而且这可以得到你选择的图形演示的支持。所以你可以说服而且还可以影响人们。可能存在着某种对它的操纵。当你用鲜红色来显示一个地区的农药使用时, 它将传递一种与采用浅绿色的相同地图不同的信息。这使得更为重要的是, 应巧妙地处理这种可视化。

GIS 可以做到比可视化数据更多吗? GIS 的核心功能是空间分析。这意味着你可以通过不同的测量数据产生相交点或“覆盖”, 或从空间集成数据。可以采用网络计算来确定距离, 以及通过水文计算来确定流域面积。另外, 来自不同学科的数据的综合查看和分析, 使你能识别新的

联系。某些类型的统计分析和模拟也是可能的。当然，一些具体的方案常常用于更深入的分析，不过，一些模拟工具直接基于GIS。Eawag 也正在研发这种应用（见第 10 页）。

**科学家们自己值得获取这些技能吗？或他们应将GIS留给专家们去处理吗？** 这些基本技能较易获得。如果你想进行更深入的分析，那么就需要较长的培训期。因为参与制作地图的努力并不很大，所以GIS可以很快收效。只要数据是长期使用，它就是值得的。网上也有开源应用程序，可以免费下载。它们当然可以用于较简单的可视化。

**各种程序和格式的兼容性如何？** 这里的标准是由美国软件公司环境系统研究所（Esri）指定的，它有自己的数据格式。其他公司生产的程序提供这种格式的接口。但数据也可以用一种通用格式保存，例如简单的文本文件。这确保它在 20 年内仍能阅读，尽管技术在不断发展。

**Eawag 内部何处在使用GIS？** 主要是那些工作与空间直接相关的研究人员在使用。他们经常使用GIS地图来获取研究区域概况以及其地质、水文和生物特性。借助于数字海拔模型，可以计算某一区域的地表水集水区及其特征。另一个重要领域是基于GIS的模拟。例如，我们已模拟了耕地上的除草剂径流过程（见第 14 页）。

**你们GIS应用中所用的数据来自何处？** 首先，当然是研究人员的收集项目特定的数据。基本数据（特别是空间数据）主要是从联邦地形测量局（swisstopo）获得，如果必要的话，适应我们的需求。其他提供者包括联邦统计局、联邦环境部以及各州的GIS机构。

我们与 swisstopo 有数据合同，所以我们可以Eawag 内部免费使用他们的地理数据。很多州免费提供数据，或者我们订立项目级协议，这样我们也能为目的而免费使用数据。

**在Eawag，你负责协调地理信息系统和地理数据。实际上，它牵涉到些什么？** 首先，我向研发人员提供概念性建议——例如，可以用于他们所研究问题的GIS选项——以及提供数据采集、加工和管理方面的支持。

我协调 Eawag 运行的 GIS 项目，知道谁在做什么，并能从内部将人们聚集在一起。其次，我是外部伙伴的联系点，并与其他研究机构负责 GIS 的人员保持联系。另外，我从事技术开发，而且熟悉最新的软件版本或工具。

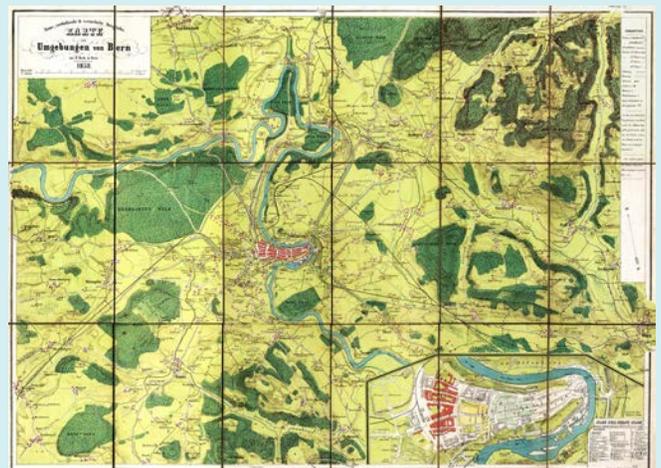
**最新趋势是什么？** 目前，强力关注互联网和普遍使用的移动应用——例如，如何在智能手机上显示地图。Eawag 在这方面特别感兴趣的是基于 Web 的解决方案。我们已经开发几个这种应用程序。例如，我们最近已在 [www.eawag.ch/webkarte-restwasser](http://www.eawag.ch/webkarte-restwasser) 网上制作了可网上获取的瑞士剩余流量图。一个基于 Web 的地下水神污染和氟化物污染的应用很快将会完成（见第 6 页）。 ○○○

## 通过 GIS，可以清楚地使抽象数据和空间相关性可视化

### 瑞士地图搜索门户

2011 年初推出的 Kartenportal.CH，允许用户在线搜索瑞士地图集、档案馆和地理数据供应商所持有的印刷数字地图或地理数据。汇集了所有相关信息，这一门户网站提供一种高效的、新开发的地图搜索工具。在 Google 地图 API 的基础上，这一地理搜索系统使得能够找到一个给定地区所有制图材料，包括图书馆位置的详细信息。Kartenportal.CH 由 Lib4RI——Eawag/Empa/PSI/WSL 图书馆——与瑞士其他高等教育机构图书馆合作开发，并将继续由它们来运行。

[www.kartenportal.ch](http://www.kartenportal.ch)



在这张追溯到 1858 年的地图上，伯尔尼市及其郊区按 1:24 742 的比例展示

# 将地质起源的污染放在地图上



Manouchehr Amini, 系统分析、综合评估和模拟室的地理空间模型制作者, 负责开发基于 Web 的地理信息系统的应用。

砷和氟化物作为地下水天然（地质起源的）污染物，威胁着无数人的健康，基于 Web 的 GIS 应用不仅将提高人们对这一问题的认识，而且还将帮助政策制定者们找出污染风险区。

提供安全的饮用水和改善水质是需要巨大努力的全球性挑战。据世界卫生组织的最新估计，每年死于不安全的供水或不充足的供水的人，多于死于所有形式暴力行为的人<sup>[1]</sup>。在很多发展中国家，恶劣的供水和卫生也对经济增长产生影响，使中东和北非国家每年的 GDP 损失 0.5% ~ 2.5%<sup>[2]</sup>。因此，《联合国千年发展目标》之一是，到 2015 年，使没有可持续获得安全饮用水和基本卫生设施的人口比例减半。

**地质起源污染物：一种健康风险** 在世界的很多地方，地下水是不可缺少的饮用水源，因为它没有地表水中广泛存在的致病菌。但地下水的质可能会受到从含水层岩石和沉积物浸出的天然物质的影响。这些地质起源的污染物对人类健康构成了风险。据统计，约 2 亿人受到砷污染和氟化物污染的影响——占全世界所有饮用地下水人口的大约 5%。

长期暴露于饮用水中过高水平的砷会导致各种健

柬埔寨很多地方地下水井中的饮用水含有高浓度的砷



Mickey Sampson, Resource Development International, Cambodia

康问题，从皮肤变色和角质化到心血管病和癌症。饮用水中的高浓度氟化物会导致生长障碍、氟斑牙和骨骼畸形。据世界卫生组织称，低于 10 μg/L 的砷浓度是可接受的，而世界卫生组织的氟化物指标值为 1.5 μg/L。

世界各地都有富砷地下水资源。台湾、智利、阿根廷和墨西哥报道了最初一些慢性砷中毒的病例。地下水中砷的临界浓度出现在中国、尼泊尔、柬埔寨、越南、缅甸和印度尼西亚的苏门答腊岛的许多地区。不过，遭受地下水砷中毒之苦人口比例最高的地区是孟加拉三角洲（包括孟加拉国和印度的一部分）<sup>[3]</sup>。

东非大裂谷，从厄立特里亚一直到马拉维，是氟化物严重污染的地区之一。印度、中国、巴基斯坦、塞内加尔、南非、阿根廷和墨西哥，也已报道了地下水中高浓度的氟化物<sup>[4]</sup>。

由于地下水用于饮用和灌溉的迅速增加，可靠地确认安全的地下水资源的能力是必不可少的。这是 Eawag 学科间研究项目“水资源质量”的动机之一。其目的是为减轻砷污染和氟化物污染制定一个框架——可适用于地区和地方一级（图 1）。

首先，我们希望使政府机构和国际非政府组织能获得相关国家地质起源污染的空间分布的地区概况，接着为缓解风险而研制大规模的战略方法。其次，通过与地方当局和非政府组织的直接合作，我们正在寻找解决当地具体问题的方法，例如，如何处理城镇或乡村受污染的供水。我们提供这方面的信息和专门知识，以支持当地的利益相关方制定实惠的和广泛适用的措施。

图 1 “水资源质量”项目包括一种区域方法和一种局部方法。一个集中于地下水资源的评价，而另一个则涉及减轻砷污染和氟化物污染的具体方案。进一步信息可从 [www.erq.eawag.ch](http://www.erq.eawag.ch) 获得



砷中毒导致角质组织过度生长（角质化），甚至可能会导致癌症

**使用模型来填补数据空白** 该项目的一个组成部分包括将基于 Web 的 GIS 开发应用与全球和地区风险图。到目前为止，受影响的地下水体大部分已通过大型水质监测方案而得到确认，例如“美国国家水质评价规划”（NAWQA, <http://water.usgs.gov/nawqa/>），欧洲的“欧洲地球化学基线测绘规划”（FOREGS, <http://www.gsf.fi/foregs/geochem>）或国际地下水资源评价中心（IGRAC, [www.igrac.nl/](http://www.igrac.nl/)）。然而，在发展中国家——高风险领域的知识可能会特别有益——系统的监测活动常常受限于公共机构支持和财政支持的缺乏。

近年来，地理空间信息（如地质、气候、土壤性质和土地使用）和处理这种信息的计算能力的日益普及，已彻底改变了环境科学。虽然它决不能代替当地监测，但地理空间信息可被用作确认极有可能受地质起源污染影响的蓄水层的地球化学条件的代替物。例

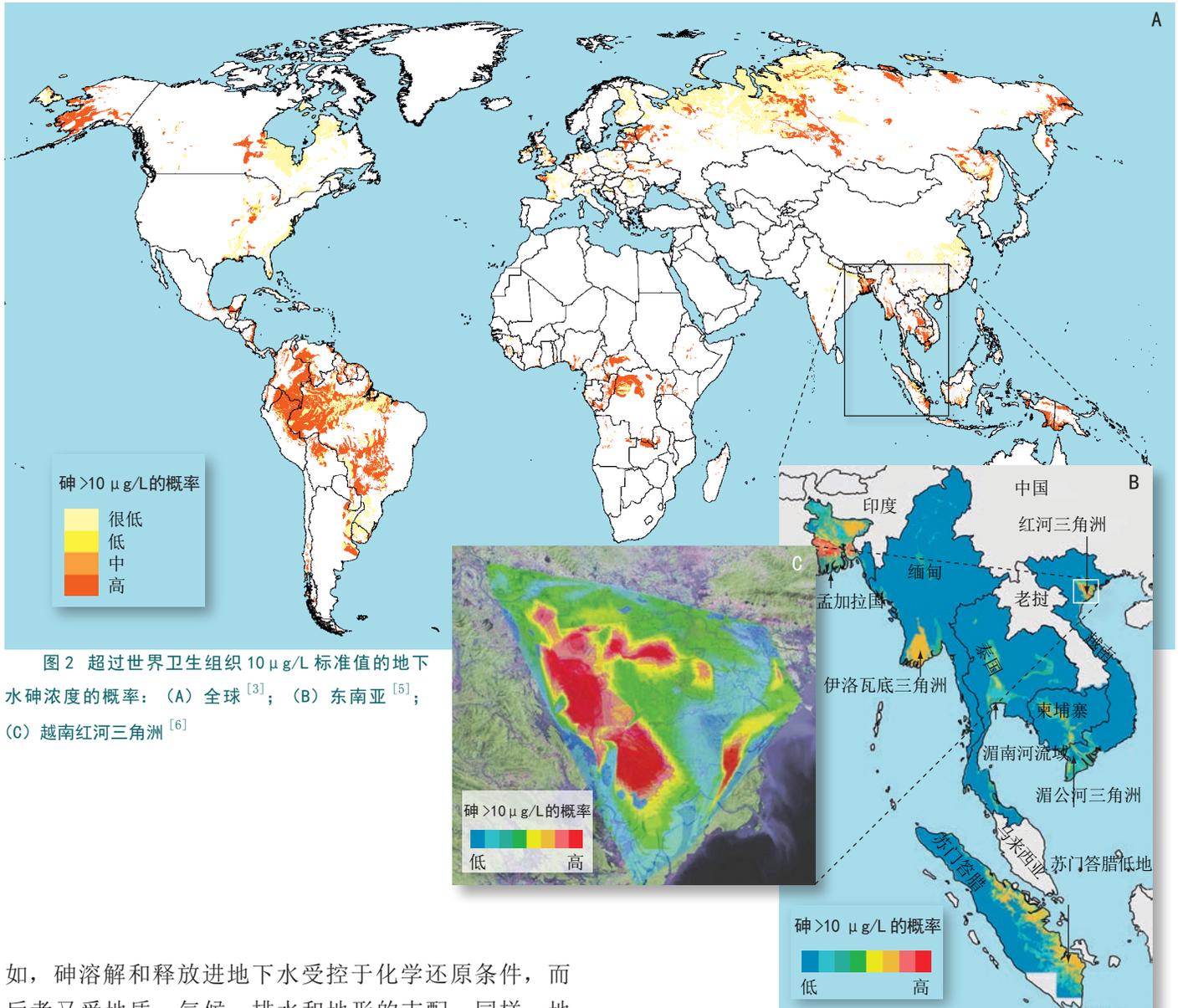


图2 超过世界卫生组织 10 µg/L 标准值的地下水砷浓度的概率：(A) 全球<sup>[3]</sup>；(B) 东南亚<sup>[5]</sup>；(C) 越南红河三角洲<sup>[6]</sup>

如，砷溶解和释放进地下水受控于化学还原条件，而后者又受地质、气候、排水和地形的支配。同样，地下水中氟化物的浓度取决于岩石（如花岗岩、玄武岩、正长岩和页岩）的氟化物含量或它们的成分（如磷灰石、萤石、黑云母和黄玉）。

借助于建模，我们已使用这类信息对全球地下水中砷和氟化物浓度升高进行预测<sup>[3, 4]</sup>。另外，根据测定的地下水浓度和数字化的地理空间信息（如关于地表地质、土壤、海拔、土地使用和农业管理的信息），我们已绘制了各种规模的砷风险图——全球的、东南亚大陆的以及越南红河三角洲地区的（图2）。

**将数据对公众开放** 地理信息系统（GIS）目前被广泛接受，作为地理空间数据储存、管理、操作、分

析和可视化的强大的工具。最近，GIS 技术已被集成在基于 Web 形式的英特网或网上 GIS 应用（见第 4 页的采访）。这些发展为从事地理空间信息工作的研究人员创造了新的机遇。基于 Web 的 GIS 应用有利于公众的地理空间信息的获取和传播。用于地理数据存储 / 加工和可视化的开源软件的开发已提高了这些应用的吸引力。

一个这类开发是 GeoServer (<http://geoserver.org>)，一个可用来对来自任何采用开放标准的主要数据源的地理空间数据进行存储、编辑和分享的开源服务器。它提供不同的服务，允许用户与数据库交互以

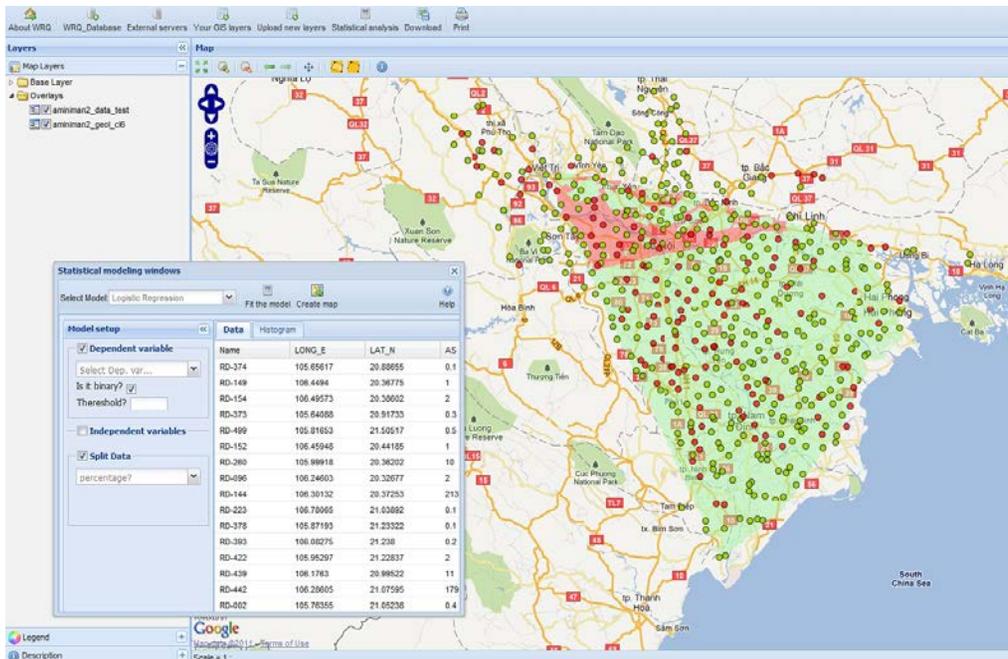


图3 基于 Web 的 GIS 应用程序的用户界面（预发布版本）

及开发地理空间信息。另一个开源 GIS 图书馆实例是 OpenLayers (<http://openlayers.org>)。

为了分享我们关于地下水中地质起源污染物的数据和我们的模拟专长，我们已使用这些免费提供的工具来开发基于 Web 的 GIS 应用（图 3）。我们已建了一个本地的开源服务器，它存储着我们的全球地理空间数据库和概率图。通过这种应用，用户可以覆盖和操纵可用的地理空间信息，以及获取其他空间数据基础设施服务的数据，如联合国全球环境展望数据门户网站 (<http://geodata.grid.unep.ch/webservices>)。

通过我们基于 Web 的 GIS 的应用，我们的目的是以一种吸引人的和内容丰富的方式将地质起源污染放在地图上。这种在线工具还应为那些未进行地下水日常监测的地区提供信息，进而帮助决策者、全球组织、地方政府和非政府组织识别高风险地区以及找到安全的地下水资源。

**不断改进** GIS 应用将于 2012 年在 <http://webgis.wrq.eawag.ch> 网站上实现。应该指出，全球地图尚不适合用于详细的地区评价，因为它们的准确性受到下列两个因素制约：全球可用信息的空间分辨率和测量数据的可得性。然而，正如我们的区域模型所示<sup>[5, 6]</sup>，在区域范围，这类模型的质量是可以改进的。用户将能够上传

自己的数据和制作地区概率图，使用所提供的统计库和支持。

随着越来越多信息变得可用时，我们可能在未来几年内看到众多快速发展。我们对水文地球化学过程了解的加深以及优化的模拟程序，应该使我们在未来能够更精确地确定受影响的蓄水层。 ○○○

- [1] World Health Organization (2002): World health report – Reducing risks, promoting healthy life. Geneva, Switzerland.
- [2] The World Bank (2007): Making the most of scarcity: Accountability for better water management results in the Middle East and North Africa. Washington DC.
- [3] Amini M., Abbaspour K.C., Berg M., Winkel L., Hug S.J., Hoehn E., Yang H., Johnson C.A. (2008): Statistical modeling of global geogenic arsenic contamination in groundwater. *Environmental Science & Technology* 42, 3669–3675.
- [4] Amini M., Mueller K., Abbaspour K.C., Rosenberg T., Afyuni M., Moller K.N., Sarr M., Johnson C.A. (2008): Statistical modeling of global geogenic fluoride contamination in groundwater. *Environmental Science & Technology* 42, 3662–3668.
- [5] Winkel L., Berg M., Amini M., Hug S.J., Johnson C.A. (2008): Predicting groundwater arsenic contamination in Southeast Asia from surface parameters. *Nature Geoscience* 1, 536–542.
- [6] Winkel L., Trang P.T.K., Lan V.M., Stengel C., Amini M., Ha N.T., Viet P.H., Berg M. (2011): Arsenic pollution of groundwater in Vietnam exacerbated by deep aquifer exploitation for more than a century. *PNAS* 108, 1246–1251.

# 气候变化与撒哈拉以南农业



Christian Folberth, 拥有环境规划和生态工程硕士学位, 是系统分析、综合评价和模拟室的博士生。

全球气候变化预计会对农业产生重大影响。撒哈拉以南非洲地区尤其将经历产量下降。Eawag 正在利用 GIS 模型, 研究气候变化将如何影响该地区的农业产量以及农民如何能够在一般条件下和在不断变化的气候条件下提高作物产量。

在撒哈拉以南非洲地区, 主食作物如玉米、小麦、小米和水稻种植的农业生产率属全球最低之列。伴随着极端事件——干旱、暴雨或虫灾——的主要问题之一是土壤养分的耗竭。种植的植物品种常常不能理想地适应环境条件。另外, 许多小农户收获的不仅是玉米, 而是整个植物, 用作饲料、燃料或建材, 从而剥夺了土壤养分。在多数情况下, 他们买不起化肥。该地区的化肥消费量平均不到工业化国家的 5%。得到灌溉的种植面积不到 4%。

**寻求区域适应的解决方案** 近年来, 几项研究已试图借助于统计分析或作物生长模型来估计气候变化对撒哈拉以南非洲地区农业生产力的影响; 这些研究所描绘的景色一般是暗淡的。根据这些研究, 预计在本世纪末,

在厄立特里亚贫瘠的田野中劳作: 在撒哈拉以南非洲农业地区, 土壤退化司空见惯。用得起化肥的小农很少



Stefan Boness/Ipom

一些地区的产量将会下降 50% 以上。与此同时, 当地的行动者正在成功地研发增加农业产量和减轻气候变化不利影响的方法。科学家们也正在通过大量野外研究探索潜在的解决办法。

在我们正进行的项目中, 我们正在使用一个地区作物生长模型来估计气候变化对撒哈拉以南农业的影响, 并评价和比较各种增产方法的成效。目的不是找出适用于整个次大陆的解决方案, 而是调研对于特定地区最有希望的方法。

对于我们的模拟, 我们使用“环境政策综合气候”(EPIC) 模型, 这是用于农业系统模拟的最完善的方案之一<sup>[1]</sup>。为了使 EPIC 适合基于网络的输出地图, 将它与 Eawag 一个早先项目中地理信息系统联用(基于 GIS 的 EPIC=GEPIIC)。为了获得适当的(栅格格式)的输入数据, 我们将研究区分成网络单元格。每个单元格代表带有各自数据集的农业单位, 数据集包括如气候、土壤类型、坡度、灌溉面积和化肥输入。输入数据的范围可以按照需求扩展。根据数据的程度, 还可以调整分辨率; 目前, 它被定为 50×50 km。此外, 相关作物的管理措施被输入该模型<sup>[2]</sup>。

根据这一数据, 该模型计算生物量和作物产量、蒸散量、养分循环、侵蚀、土壤水平衡和其他众多变量。这些都可以直接在 GIS 或结合其他人口统计数字的栅格数据集(例如人均粮食供应)中得到评估。

**社会经济因素的影响** 在这种估计中, 社会经济因素——尤其是人口的健康状况——起重要的作用。因此, 更不用说人类悲剧了, 高达 30% 的艾滋病流行率(博茨瓦纳)和广泛的霍乱与疾病流行的持久性, 与有经验的

农民和农业劳动者的大量损失有关。受疾病影响的小农户常常不得不出卖贫乏的资源（设备或牲畜），以便负担医疗费用。此外，农村人口可能会因经常性的武装冲突而被迫逃离家园。

由于很多这些不同的因素是局部可变的，而且可用的数据很少，所以无法很容易地将它们集成到模型中。然而，重要的是要记住它们，因为它们制约模拟结果与官方统计的可比程度。模拟产量比官方来源报道的产量高 20% ~ 40% 并非不寻常。我们的模型可能受限于物理环境条件（土壤、气候和地形）和农业实践（品种、管理、化肥和灌溉强度）。

**土壤退化的估计** 我们模型中所用的土壤和气候数据取自其他机构编制的全球数据集。作物生长参数基于在野外校准 EPIC 的同事的研究<sup>[3,4]</sup>。对于种植日期，我们研发一种方法，让我们在地区基础上确定每年研究期的最佳日期。

在估计产量方面，早期研究中通常忽视的一个重要因素是土壤退化。现有的土壤数据一般与自然生态系统有关，而不是与（常常退化的）农田有关。因此，为了获得更真实的信息，我们模拟 20 年连续种植之后各种作物的可能产量，假设每次收获从田地中去除 85% 的生物量（图 1）。

虽然这种情景只在有限程度上代表现实世界的条件，但这些模拟的产量与官方统计数据吻合度较好。不过，只有当空间明确的土壤退化数据可用时，才能进行适当的验证。目前各种国际项目中正在努力收集这类数据，例如“非洲土壤信息服务”项目。

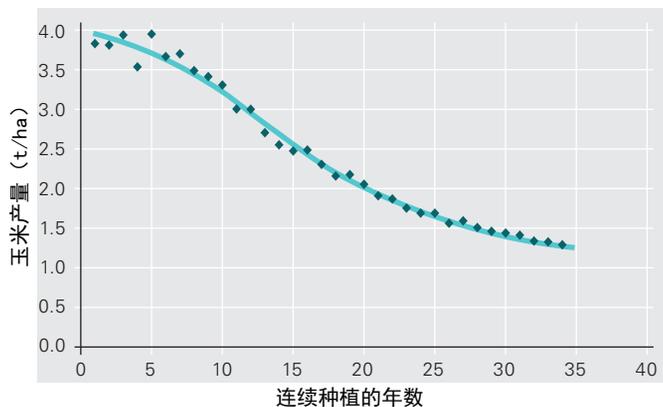


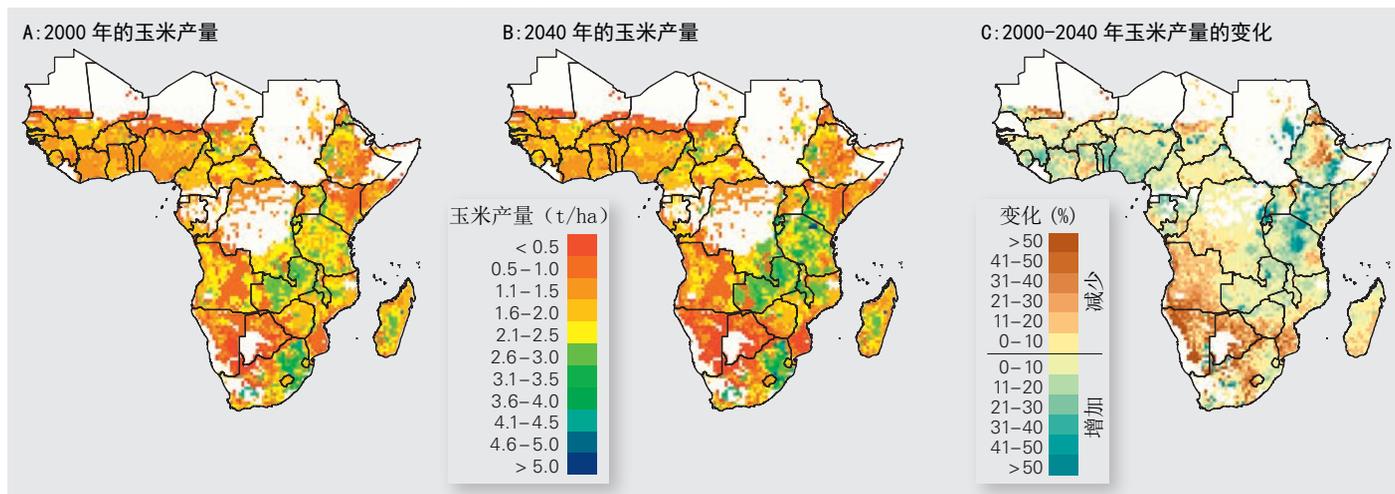
图 1 正如玉米的实例所示，如果植物残余物被去除而且没有养分补充，那么多年连续种植期间产量会下降。在我们的模型中，使用的是 20 年后的产量<sup>[5]</sup>

**气候变化日益增加的不利影响** 在所有这些数据的基础上，再加上气候模型，可以采用 GEPIC 来估计气候变化对作物产量产生的预期影响。在玉米的实例中，我们已对 2000—2040 年这一影响进行了估计（图 2）。

根据这一模拟，预计今后几十年内，尤其是在非洲大陆南部（博茨瓦纳、纳米比亚和南非）以及埃塞俄比亚和萨赫勒地区，产量会下降。然而，也有一些地区的产量预计可能会增加，其中包括西非的大部分地区（尼日利亚、尼日尔和几内亚）和东部非洲（莫桑比克、肯尼亚和索马里）。这主要是由于较高的大气 CO<sub>2</sub> 浓度（CO<sub>2</sub> 施肥效应）和预测的当地降雨量增加。此外，预计温度上升很可能有利于高海拔地区的作物生长。

如果我们考虑直到 2080 年这一期间，预计会有较高的产量，尤其是在本世纪中叶，当温度升高仍然是

图 2 模拟的 2000 年 (A) 和 2040 年 (B) 的玉米产量，以及这一时期的产量变化 (C)





产量增加得益于低成本措施：在南非的田间实验，从原位雨水收集和灰水（主要为冲洗水）获得更可靠供水的玉米（左边和右边），比对照植物（中部）生长得更好

温和的，与此同时，多少高点的  $\text{CO}_2$  浓度将允许产生更多的生物量。但此后，温度升高的不利影响将在很多地区占主导地位，就平均而言，产量将再次下降<sup>[6]</sup>。

**需要创新的耕作方法** 撒哈拉以南非洲的小农户如何才能使他们的栽培实践适应不断变化的气候条件以实现稳产或甚至增产呢？

经常提倡的一种方法是“绿色革命”，这是工业化国家在 20 世纪 60 年代所追求的。这会特别涉及到无机肥料、灌溉系统和高产品种的使用。但撒哈拉以南非洲的化肥价格是全球市场价格的 4~6 倍，主要是由于运输成本高的结果。当地的化肥产量微不足道，中期仅有有限的发展潜力，这是由于高能量需求所致。

不过，除了这些成本密集型的选项之外，存在各种低成本的方法。例如，一些研究已发现，原位雨水收集是极有希望的。这包括促进水渗入土壤的土壤管理措施。

在雨量大但降雨不规则的地区，这意味着不是让雨水从地表流走，而是让它存储在地面，以便植物在生长期可以用。使用这种方法，当地产量可以提高 2~4 倍。首先，雨水收集使得能够弥补降水的波动。

关于养分增加，也同样存在低成本的替代品。固氮豆科植物——包括地方品种，如 *Sesbania* sp. 或 *Vicia faba*（蚕豆）——可以轮种或与玉米等养分密集型作物联种。在田间实验证明成功的另一个选择是农林业，例如，沿植物种植固氮相思 (*Faidherbia albida*)，作为遮荫和养分来源。

**氮肥带来的高产** 多数这些管理措施可以通过 GEPIC 来评估。但到目前为止，我们主要模拟了高输入方法（氮肥和灌溉）的影响，因为这些允许评估产量限制，并作为一种参考。

在一项初步研究中，我们已评估了玉米种植的农艺

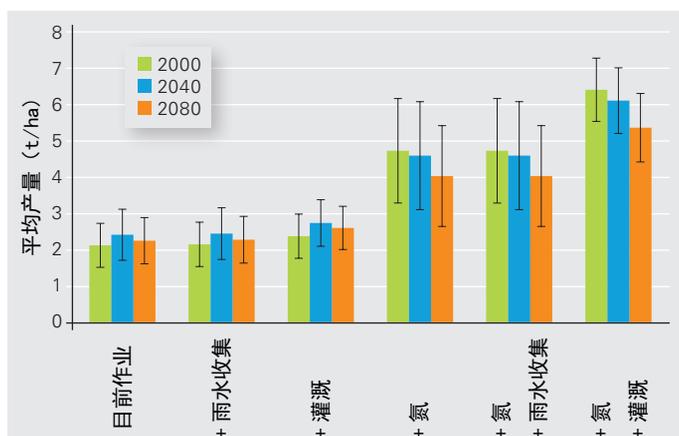
措施的选择（图3）。如果我们看看当前气候条件下的模拟效果之间的差异，雨水收集显然无重大改善。传统灌溉只会导致产量增加约10%。但通过施用足够的氮，产量就能急剧增加100%以上。在这方面，雨水收集的增加也有有限的效果，但额外的灌溉导致进一步的显著增产。因此，通过足够的氮和水供应，产量可以平均增加2倍以上，虽然整个这一地区的优先考虑事项是应对养分枯竭。

事实上，实践证明行之有效的雨水收集显示模拟中的边际效应可能是由于各种因素所致。这种方法在陡坡地上特别有效，在没有特殊管理措施的情况下，陡坡地的地表径流特别高，从而限制了可用水。但通过我们较粗的分辨率（50×50 km 网格单元），整个区域的斜坡经常被取消了。此外，土壤耕作措施的时机是非常重要的。因此，在模型中，局部调整可能仍然是需要的。

如果我们看看“一切照常”的方案中气候变化的影响，预计到2040年产量将会略有增加，但到2080年产量将会再次下降，刚刚超过2000年的水平。这也适用于涉及雨水收集或灌溉而不增加氮的方案。相比之下，对于所有3个具有足够供氮的方案来说，预计产量会持续下降。然而，2040年和2080年较低的产量仍会大大高于目前的水平。

因此，可以得出这样的结论：无论是现在还是未来，高投入农业能有助于增加产量。但未来投资回报率可能会下降。与此同时，随着充分灌溉，水需求预计会增加，有时会大幅增加。这特别适用于马达加斯加、利比里亚的西非沿海、几内亚湾以及中非的部分地区<sup>[7]</sup>。

图3 当前和未来气候条件下带有各种管理措施的撒哈拉以南非洲平均的玉米产量。误差线表示标准偏差



**更全面和更精确的模型** 这一初步研究仅粗略评估气候变化对撒哈拉以南非洲农业预计可能产生的影响。因此，我们打算加入大量气候模型和排放情景，以涵盖尽可能广泛的潜在发展和限制我们估计的不确定性。此外，我们正在增加所研究的主食作物的数量，不仅包括小麦、小米和水稻（正如上文所述），而且还包括木薯和高粱。除了允许我们评估气候变化影响之外，这还应指明某些作物是否能在保证未来粮食安全方面发挥特别重要的作用。

首先，需要更深入地分析低成本的管理措施。与当地组织和研究机构合作，我们将侧重于豆类、水土保持和农林业的研究。由于方法的选择通常主要由经济因素所决定，所以这些也将被纳入我们未来的分析。 ○○○

- [1] Williams J.R., Jones C.A., Kiniry J.R., Spalton D.A. (1989): The EPIC crop growth model. *Transactions of the ASAE* 32, 497–511.
- [2] Liu J. (2009): A GIS-based tool for modelling large-scale crop-water relations. *Environmental Modelling & Software* 24, 411–422.
- [3] Adejuwon J. (2005): Assessing the suitability of the EPIC crop model for use in the study of impacts of climate variability climate change in West Africa. *Singapore Journal of Tropical Geography* 26, 44–60.
- [4] Gaiser T., de Barros I., Sereke F., Lange F.-M. (2010): Validation and reliability of the EPIC model to simulate maize production in small-holder farming systems in tropical sub-humid West Africa and semi-arid Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 135, 318–327.
- [5] Folberth C., Gaiser T., Abbaspour K., Schulin R., Yang H. (eingereicht): Regionalization of a large-scale crop growth model for sub-Saharan Africa – model setup, evaluation, and estimation of crop yields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*.
- [6] Folberth C., Yang H., Abbaspour K., Schulin R. (2010): Modelling the impact of climate change on agricultural food production in sub-Saharan Africa and measures of mitigation. *Proceedings of the Tropentag Conference 2010, Zurich, Switzerland*.
- [7] Folberth C., Abbaspour K., Schulin R., Hong Y. (2011): Assessing the efficiency and sustainability of high- and low-cost fertilizer inputs for maize in sub-Saharan Africa by large-scale modeling. 17<sup>th</sup> International Sustainable Development Research Conference, Columbia University, New York.

# 哪里的除草剂使用 尤为关键？

虽然可以在瑞士各地的地表水中检测到除草剂，但除草剂密集型作物主要种植在低风险地区。这一点得到一项涉及基于GIS的中部高原排放过程模拟的评估证实。通过这种方法，也可以识别关键性地区。

地表水化学污染是导致瑞士各地鱼类种群下降的原因吗？在气候变化时代，能确保不断增长的人口获得足够的安全用水供应吗？在解答这些问题和许多其他问题过程中，水质监测仍然是优先关注的问题，尤其是在诸如瑞士中部高原一类人口稠密的地区，在那里，各种各样的利益在一个较小的区域彼此冲突——

水力发电、农业、防洪和自然环境保护。水质评价需要了解水污染源和污染物进入地表水体的过程。水污染最重要的扩散（即非点）源包括农业中使用的除草剂。

瑞士的土壤数据缺乏 试图了解和量化除草剂流失于地表水的科学家们进行了实地研究<sup>[1, 2]</sup>。不过，

在中部高原，农用除草剂主要施用于从水保护角度来看合适的地区



agenda/Michael Kottmeier



Rosi Siber，系统分析、综合评价和模拟室的GIS专家，负责Eawag的GIS与地理数据的协调工作。

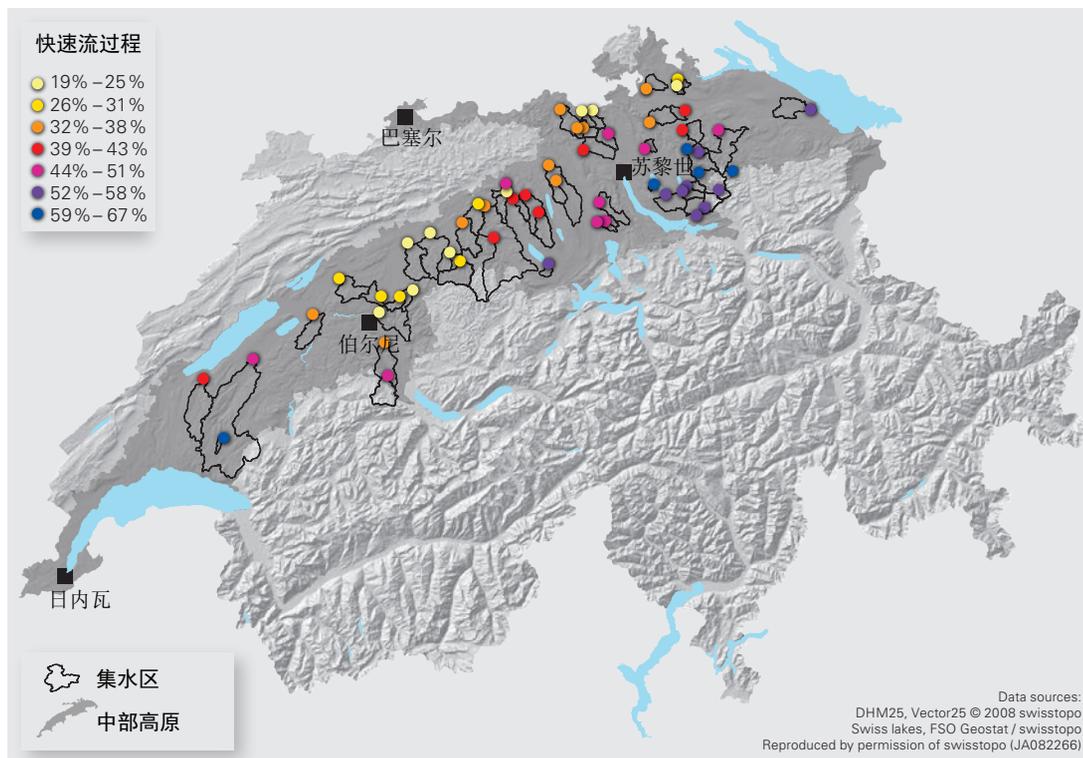


图1 中部高原的国家排放站及其集水区。颜色代表快速流过程对总流量的相对贡献。这一比例越高，除草剂流失率预计就会越高

这类研究成本高昂，并需要相当大的努力。因此，数字模型在评估广阔地区弥漫性流失方面可能是有用的，过去20年中，许多复杂的模型已被研发用于农药对地表水体的输入<sup>[3]</sup>。但这些模型在瑞士的适用性是有限的，主要是缺乏足够的土壤与排水数据。

为此，Eawag 环境化学室的 Christian Stamm 与系统分析、综合评价与模拟室的 Peter Reichert 和 Rosi Siber，研发了一个更为简单的模型，该模型在捕捉除草剂流失主要过程的同时，在有数据的情况下，在实践中仍然适用<sup>[4]</sup>。该模型的目的是不是预测地表水中可能的浓度，而是评估除草剂流失对农业地区构成的风险，换言之，是确定特别易受这类流失影响的地区，例如基于土壤性质。然后，可以通过将模拟结果与估计的除草剂使用的空间分布相结合，来估算对地表水的输入。我们的研究只限于中部高原，因为密集型农业——与农药大量使用有关——主要集中在这一地区。虽然确定除草剂流失的过程十分复杂，但地表水中的除草剂浓度的时空动态遵循一个简单的模式：这些物质主要是在施用过程中和施用后不久被输往水体，当它们被雨水或灌溉同时洗出土壤时。除草剂从田间到地表水的运移，主要涉及到所谓的“快速流”

过程，例如地表径流或瓦管排水流<sup>[5]</sup>。因此，对地表水的流失程度在很大程度上取决于集水区快速流过程的水平。

**东部和前阿尔卑斯山脉的风险较高** 因此对于我们的模型，我们将快速流过程的预计水平<sup>[6]</sup>用作除草剂运移的良好替代物<sup>[7]</sup>。关于流动过程的信息是由联邦环境部经营的国家排放站的长期测量数据提供的（图1）。此外，我们使用地理信息系统，在数字高程模型和瑞士河流网络数据的基础上，划定各个集水区，我们计算每个集水区与排放模式相关的参数。这些包括地形、气候、土壤和土地利用方面的数据（表）。

为了消除覆盖面的空白，一个包括气候和土壤数据以及地形参数的预测模型，被用于无法获得排放测量数据的地区。为了找出哪些因素对快速流过程产生重大影响，我们将排放数据和集水区参数提交给统计（回归）分析。结果显示，快速流过程特别受到3个因素的影响——土壤渗透性、河流密度（所有水道总长度与集水区面积之比）和降水频率。通过排放模型，我们能够仅使用土壤渗透性与河流密度在较大程度上（62%）计算快速流过程的水平。

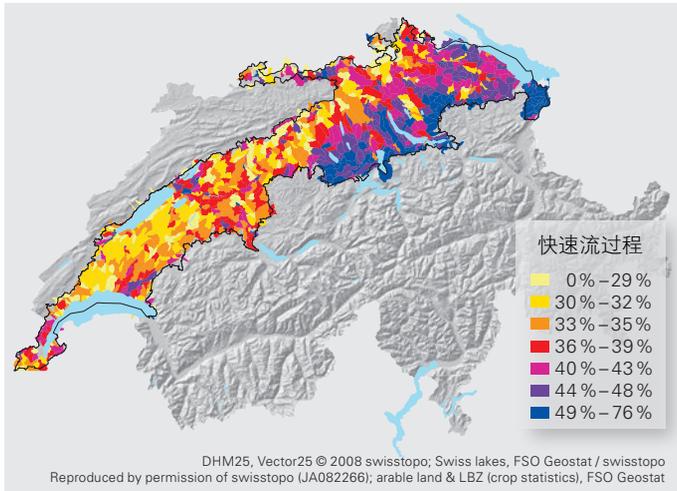


图2 除草剂流失的风险，显示快速流过程对总量的相对贡献。较高的百分比对应较高的风险

借助于这一模型，连同有可用数据的集水区，在地理信息系统中也能预测和可视化没有数据的集水区的排放模式。中部高原完整的图片显示所有地区快速流过程对总流量以及除草剂流失风险的相对贡献。可

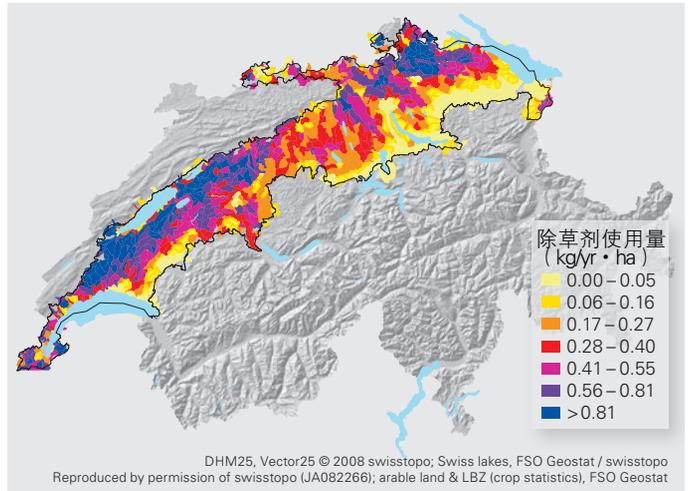


图3 估计的除草剂使用量：特定集水区所使用的量取决于那里栽培的作物

以看到这种风险从西向东增加，而且还向前阿尔卑斯山脉和阿尔卑斯山脉方向增加（图2）。

**东北部除草剂使用量较高** 用于农业的除草剂的数量随种植作物的类型而变<sup>[8]</sup>。虽然瑞士缺乏农田尺度的作物数据，但可用一个关于土地使用类别（包括可耕地）的栅格数据集。通过将它与联邦统计局的当前作物统计相结合，我们能够估算中部高原每个集水区的除草剂使用总量，这在GIS中是可视化的。

整个中部高原的个别作物的空间分布差异很大。例如，谷物和玉米较为均匀地分布于整个这一地区——它们种植在凡可以进行可耕农业的地方。相比之下，土豆、甜菜和蔬菜则集中于某些地区。除草剂使用的空间分布反映了这些作物需要较高数量的化学品这一事实，例如在东北（苏黎世 Weinland 和 Thurtal 地区）以及西兰岛（三湖）地区除草剂使用量特别高（图3）。

如果对除草剂使用量与流失的风险加以比较，令人吃惊的是，在很多地区——如西部和东北部——高使用量与低风险有关。换言之，在中部高原，实行集约农业的主要是那些从水保护角度看可接受高强度除草剂使用的地区。

**漫滩：关键性地区** 不过这种比较也揭示了某些例外——除草剂使用量高的地区与高流失风险相吻合。这些是应调研可能的缓解需求的关键性地区。高空间

表：与个别集水区排放模式相关的参数

		资料来源
地形	坡度	swisstopo: DHM 25 © 2004-8, 允许转载 (JA 082266)
	最低海拔	
	最高海拔	
	平均海拔	
	河流密度	swisstopo: Vector25 © 2004-8, 允许转载 (JA 082266)
气候	年平均降水量	瑞士的水文图集 (2008 年) www.hades.unibe.ch
	降水频率	Wüest M., Frei C., Altenhoff A., Hagen M., Litschi M., Schär C. (2008): 采用雨量分析和基于雷达的分类的瑞士每小时网格降水数据集,《国际气候学杂志》
土壤	渗透性	土壤适宜性地图 (BEK 200, FSO Geostat)
	水涝	
土地使用	每种作物使用的除草剂	Keller L., Amaundruz M. (2004): Pflanzenschutzmittelverbrauchserhebung der Jahre 1997-2003 in den Einzugsgebieten Greifensee, Murtensee, Baldeggersee. LBL, Lindau, SRVA, Lausanne
	可耕地	FSO (2004): Ackerland, ackerfähige Böden, Dokumentation. FSO Geostat, Neuchâtel
	作物种类	FSO (2002): LBZ (年度作物统计) FSO Geostat, Neuchâtel

分辨率的分析主要证实了总趋势的偏差。有关地点常常位于先前的漫滩。

即使在这种情况下，也需要进一步研究，基于快速流过程的模拟可能有助于确定特别脆弱的地区，如果有必要，这些地区甚至可以禁止集约型农业使用。因此，这类模型适合于有针对性的监测努力，并且能对水质以及作为动植物生境的水体质量的改善做出重大贡献。

不管怎么说，更好的数据可用性对于更精确的评估将是可取的。地表水除草剂输入途径的研究清楚地表明，土壤性质是一个重要因素<sup>[9]</sup>，但整个瑞士没有详细的土壤数据。此外，由于缺乏长期的除草剂测量数据，所以难以用实际数据来验证这一模型。例如，只有3个阿特拉津监测数据集。不过，这些数据集与该模型结果很吻合——这再次强调快速流过程作为代表除草剂扩散流失损害性的必不可少的适用性。虽然我们的模拟方法不能被直接转换，但它的确指出了为中部高原以外地区建立较为简单和实用的模型的途径。

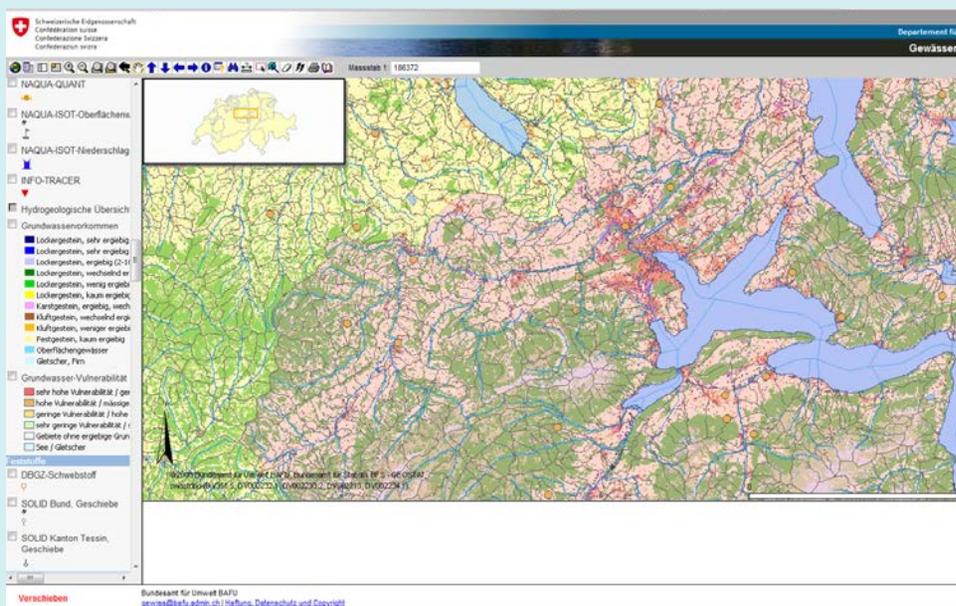


- [1] Schmocker-Fackel P., Näf F., Scherrer S. (2007): Identifying runoff processes on the plot and catchment scale. *Hydrology and Earth System Sciences* 11 (2), 891–906.
- [2] Gomides Freitas L., Singer H., Müller S.R., Schwarzenbach R., Stamm C. (2008): Source area effects on herbicide losses to surface waters – a case study in the Swiss Plateau. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 128, 177–184.
- [3] Bach M., Huber A., Frede H.G. (2001): Input pathways and river load of pesticides in Germany – a national scale modelling assessment. *Water Sciences and Technology* 43 (5), 261–268.
- [4] Siber R., Stamm C., Reichert P. (2009): Modelling potential herbicide loss to surface waters on the Swiss plateau. *Journal of Environmental Management* 91, 290–302.
- [5] Leu C., Singer H., Müller S.R., Schwarzenbach R., Stamm C. (2005): Comparison of atrazine losses in three small headwater catchments. *Journal of Environmental Quality* 34, 1873–1882.
- [6] Arnold J.G., Allen P.M., Muttiah R., Bernhardt G. (1995): Automated base-flow separation and recession analysis techniques. *Ground Water* 33 (6), 1010–1018.
- [7] Müller K., Deurer M., Hartmann H., Bach M., Spiteller M., Frede H.G. (2003): Hydrological characterisation of pesticide loads using hydrograph separation at different scales in a German catchment. *Journal of Hydrology* 273 (1–4), 1–17.
- [8] Stamm C., Siber R., Fenner K., Singer H. (2006): Monitoring von Pestizidbelastungen in Schweizer Oberflächengewässern. *GWA* 8, 629–636.
- [9] Frey M., Dietzel A., Schneider M., Reichert P., Stamm C. (2009): Predicting critical source areas for diffuse herbicide losses to surface waters: role of connectivity and boundary conditions. *Journal of Hydrology* 365, 23–36.

## 瑞士的水体信息系统

瑞士的水体信息系统 (GEWISS) 是一个在线的地理信息系统门户网站，由联邦环境部主办，它提供跨学科数据和概述，涵盖该国水体的所有方面。该门户网络的目的是促进综合分析，向国家或国际组织和机构提供数据，支持联邦一级的法规实施，以及告知公众。在统一（已公布）的国家统计数据集基础上，它提供各种简单的查看和数据搜索 / 检索功能。

[www.gewiss.ch](http://www.gewiss.ch)



## 水电——找到适当的平衡

瑞士已决定逐步淘汰核能。除了可再生能源如光伏发电之外，联邦政府打算扩大水电的使用。然而，据众多专家认为，其关于水电开发潜力的设想是不现实的。他们认为，与生态破坏相比，额外小水电站的好处有限；与此同时，需要新的抽水蓄能电站。

作者：Andres Jordi

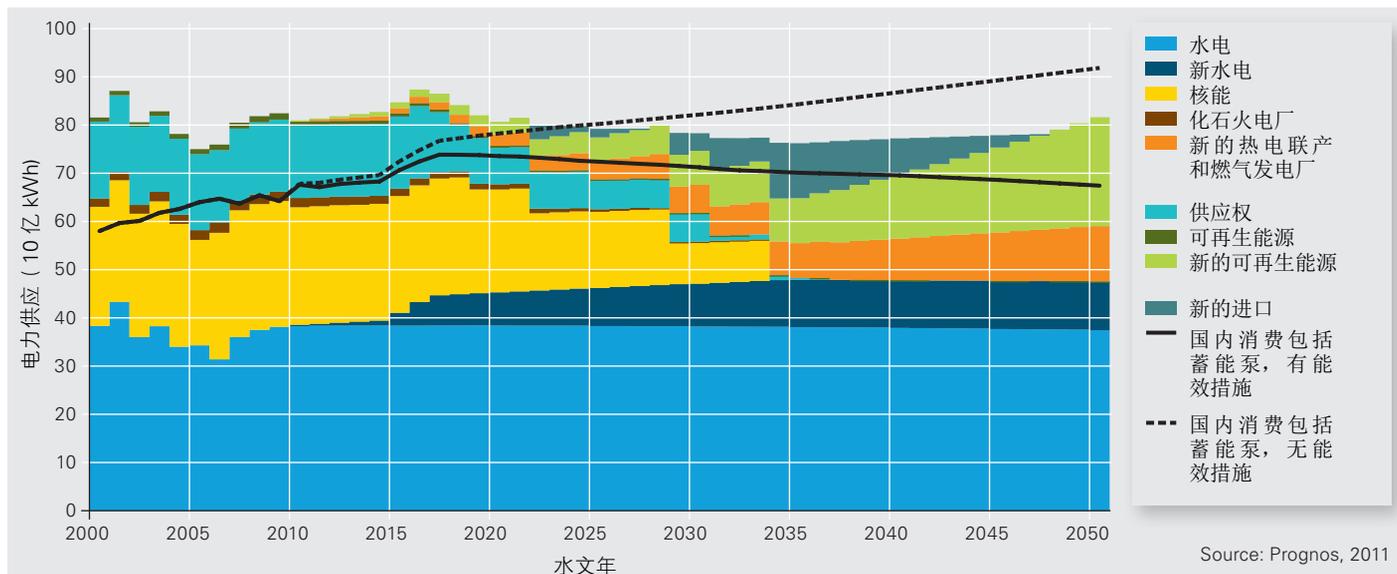
根据瑞士决策标准，这是一个关于如此意义深远问题的极快的决定：仅在福岛核灾难几周之后，联邦委员会就决定在中期逐步停止核能。这一决定得到瑞士议会两院的批准。在 50 年安全使用寿命的基础上，现有的核电站将陆续退役——贝兹瑙 1 号 2019 年，贝兹瑙 2 号和 Mühleberg 2022 年，Gösgen 2029 年，最后一个 Leibstadt 2034 年。

目前，瑞士的核电厂约占年发电量的 40%，或 250 亿千瓦时 (kWh)<sup>[1]</sup>。未来，这一份额将逐步被其他能源所取代。瑞士联邦能源部的《2050 年能源展望》提供了如何实现这一目标的大纲，这些展望基于由一个早先版本（《2035 年能源展望》）更新的模型和

情景。除了气候预测外，对涉及人口增长、交通趋势和能源政策文件的假设做了调整。SFOE 的 Philipp Schwander 解释说：“联邦当局目前正在修订 2050 年展望，准备未来能源战略的协商程序，以便获得更精确的情景。”新版本应在 2012 年中期间问世。

**水电的扩展** 根据《2050 年能源展望》，核电的损失将主要由可再生能源（特别是光伏发电、地热能和风能）和水电开发的扩展来补偿。任何剩余的短缺将由化石燃料（热电联产、燃气）电厂和电力进口来弥补（图 1）。此外，联邦委员会正在依靠能效措施，这些措施是到 2050 年将电力消耗限制在 700 亿 kWh 以

图 1 未来的电力生产主要来自水电和其他可再生能源。将还需要通过改善能效的措施来稳定联邦的电力消费。在图中，抽水蓄能电厂被列入水力扩展，虽然它们不会导致年发电量的净增



Source: Prognos, 2011



www.michael-peuckert.com

瑞士的水电已得到高度开发——图为巴塞尔兰州高莱茵河上的比尔斯费尔登水电站

下（相比之下，瑞士 2010 年的耗电量为 600 亿 kWh 左右）。如果目前的能源政策继续下去，SFOE 预测到 2050 年电力消耗量将会超过 900 亿 kWh<sup>[2]</sup>。

苏黎世联邦理工学院能源科学中心的研究人员得出了类似于《2050 年能源展望》的结论。但在他们的研究中，生物在电力生产中被赋予更为重要的作用<sup>[3]</sup>。

到 2050 年，在没有核电的情况下，将需要弥补约 300 亿 kWh 的容量不足。水电将继续在这方面发挥关键性的作用。目前，水电站生产瑞士 56% 的电力（每年平均为 360 亿 kWh）（图 2）。展望未来，联邦能源政策要求能力增加 40 亿 kWh，这相当于 Gösgen 核电厂年生产量的大约一半。

增容潜力被认为位于现有设施的改造或扩建中以及在新水电站的建设中（见表）。在大型水电部门（>10 兆瓦的能力），联邦的估计基于过去 30 年内计划但未

根据联邦的估计，水电扩大的潜力

	10 亿 kWh
改造 / 转换	+2.4
新的大型水电站 (>10 兆瓦装机容量)	+2.0
新的小型水电站 (<10 兆瓦装机容量)	+1.9
VAEW 地区的使用	+0.4
总的发电量增加	+6.7
由于剩余流量调节所致的发电量损失	-0.7
由于气候变化所致发电量损失	-2.0
发电量净增	+4.0

按照《水电开发损失补偿条例》（VAEW），值得特别保护的景观区免除电力生产

## 水电：全球巨大的潜力

水电占全球电力的 20% 左右，或 3.4 万亿 kWh。在三分之一的国家中，水电所占的比例在 50% 以上（瑞士为 56%）。然而，尤其是在发展中国家，水电的潜力大多仍未开发。据世界银行称，这些国家经济可行水电潜力仅有 23% 被开发<sup>[7]</sup>。例如，仅中国就有大约 1.4 万亿 kWh 未开发的水电潜力，拉丁美洲有 1.2 万亿 kWh，非洲有差不多 1 万亿 kWh。

洛桑联邦理工学院（EPFL）的 Anton Schleiss 说，一些年来容量一直在不断增加。世界银行在水基础设施方面投资的增加反映了这一点，这方面的投资从 2002 年的 2.5 亿美元增至 2008 年的 10 亿多美元。Schleiss 说，尤其是中国正在水电扩展方面投入巨资，但在其他一些国家——土耳其、伊朗、印度、日本、越南、老挝、缅甸、菲律宾和巴西投资也在扩大。需要尽可能以环境无害和社会可接受的方式开发水力资源。例如，在赞比西河流域，Eawag 的研究人员正在调查 Itezhi-Tezhi 水电站水库对下游湿地的生物地球化学影响以及大型水坝的运营和未来项目的规划如何才能被适应，以尽量减少环境影响。其他研究人员正在研究来自热带水库的温室气体甲烷的排放。

[www.eawag.ch/forschung/surf/schwerpunkte/project/adapt](http://www.eawag.ch/forschung/surf/schwerpunkte/project/adapt)

[www.eawag.ch/forschung/surf/gruppen/methane](http://www.eawag.ch/forschung/surf/gruppen/methane)

实施的项目。Eawag 地表水室的 Alfred Wüest 说，“原则上，一个额外的大型厂——或可能两个——在我看来是可以接受的。”但他认为，重要的是要选择对环境破坏最小的场地以及尽量在强制性环境影响评价框架内优化建设项目。

**小水电站的潜力有限** 此外，联邦战略设想通过“KEV”（成本覆盖网格输入的报酬）增加 19 亿 kWh 的小水电站装机容量。2009 年推出的这项计划旨在促进可再生能源，包括装机容量小于 10 兆瓦的水电站。据代表联邦当局管理 KEV 规划的 Swissgrid 的 Hans-Heiri Frei 称，已收到对水电站的申请，这些水电站

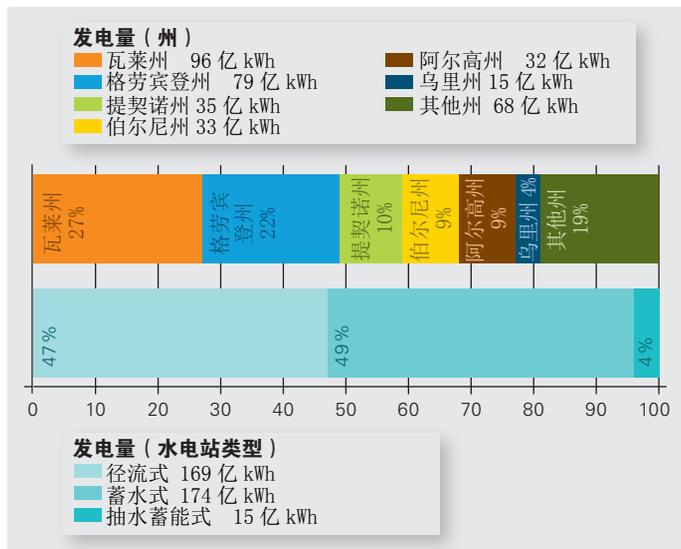


图2 瑞士水电统计数字。瑞士拥有约1300个水电站，其中185个大型水电站(>10兆瓦装机容量)占总发电量的90%。径流式水电站提供连续的基本负荷能源，而蓄水和抽水蓄能水电站则主要用来满足高峰负荷需求

将总共产生20多亿kWh的电力。

然而，由于生态标准没有被用于为KEV批准而进行的项目评价，所以很多这些水电站——尤其是在以前未开发水域的水电站——从生物多样性和水保护观点看到可能是不适合的。联邦当局已认识到这一不足，并以制定（非绑定）准则，这些准则应使各州能确定哪些水道值得特殊保护以及哪些适度开发可能是适当的<sup>[4]</sup>。但正如SFOE的Schwander说，“KEV项目的审批仍然是州的责任。”

如果为了可持续的能源政策，在选择小水电站合适地点时考虑到生态约束，那么潜力会大幅减少。因此，世界自然基金会的一个瑞士项目得出的结论为：增加不超过10亿kWh容量是可接受的<sup>[5]</sup>。Wüest认为，小水电扩张的投资可能会被误导：“就填补能源缺口而言，它几乎没有任何帮助，而对水生态系统和景观的影响则大得不成比例。”

**水电的生态成本** 正如Eawag各种研究项目所证明那样，水电运营对水生环境的影响是众多的。堰和水坝导致生境破碎，构成对洄游鱼类如鲑鱼或nase的主要障碍。此外，正如鱼类生态学和进化室的Armin Peter所解释：“人为障碍改变了沉积动力学——砾石和沙被阻止向下游移动。如果缺乏泥沙，砾石床产卵

场得不到补充，它们将不再起作用。”在河流中，流量调节和取水会影响生物群落的组织——从藻类到鱼类——从而对整个食物网产生影响。

蓄水式水电站的运行导致流速方面非自然波动（“水峰”）。动植物被需求高峰时产生的人造潮冲走。相反，在少量水或没有水通过涡轮的日常低流量期，它们的生境经常干涸。Peter说：“流速的突然降低常常导致幼鱼死亡，因为它们被滞留。所以阿尔卑斯山脉的莱茵河上的水峰运行会对褐鳟鱼或鳟的自然繁殖产生不利的影响。”

例如，水库或引水水力发电站下游河段剩余流量的不足导致连通性差、温度变化以及不足的水位或流速。由于细沉积物累积在河床，所以可能还会出现堵塞。

**水保护努力受到威胁吗？** 为了减轻水电运营的影响，瑞士的水保护法规已修订了多次。根据1991年《水保护法》，要求各州到2012年确保足够的剩余流量。但正如Peter所指出：“这些法规的实施一直是不令人满意的，一些州严重滞后于计划。”根据该法最新修正案（2012年），联邦政府正在利用额外的可用资源来减少水峰和河流破碎的不利影响。例如，河流的纵向连通性将通过修复项目来改善。一些专家对这些努力高度乐

### 水务部门的能效

除了发展可再生能源之外，提高能效是联邦政府未来战略的重要组成部分。水务部门存在着巨大的节约潜力——供水和污水处理厂目前占瑞士公共基础设施城市电力消耗的30%以上。

对于废水管理和饮用水处理，Eawag的科学家们正在研发优化高效节能的方法。例如，过程工程师已帮助开发了用于去除污泥消化液中氮的所谓的厌氧氨氧化法。与传统的硝化/反硝化法相比，采用这种方法，所需的曝气大大减少，不需要外部碳源。这节省了能源，并大大降低了运行成本。另一个Eawag项目正在研究采用节能重力驱动膜系统通过污染的湖水和河水生产饮用水。

[www.eawag.ch/forschung/eng/schwerpunkte/abwasser/nitrations\\_anammoxprozess/index\\_EN](http://www.eawag.ch/forschung/eng/schwerpunkte/abwasser/nitrations_anammoxprozess/index_EN)  
[www.eawag.ch/forschung/eng/gruppen/gdm](http://www.eawag.ch/forschung/eng/gruppen/gdm)

观，甚至说是河流工程和生态学的和谐之举。

即将来临的水电扩展不完全与水保护取得的进展背道而驰吗？Armin Peter 说：“如果水电扩展跟联邦建议一致，那么，可以预计生态进步会逆转，尤其与小水电有关。”他认为，水生环境已严重破碎，无法设想进一步的破碎。由于新的小水电站，一个地方通过恢复措施取得的进展，会立即在另一个地方被抵消。

迄今为止，根据《水电开发相关损失补偿条例》（VAEW），值得特别保护的景观区一直豁免于电力生产。SFOE 也认为这些地区有某些水电潜力。但 SFOE 的 Schwander 对这些建议进行展望：“这仅仅是一个初步评估。我们目前正在与各州一起分析扩展的现实潜力。”对于多数专家来说，这种发展无论如何不是一种选择。洛桑联邦理工学院建筑水力实验室的 Anton Schleiss 同意这一看法，他说：“在我看来，诸如 Greina 高原一类的保护区被排除了。”

**不现实的假设** Schleiss 在评论联邦关于总共增加 40 亿 kWh 容量的建议时说：“这仅是净增——实际上，水电可能会不得不扩增总共 67 亿 kWh。”此外，据 Schleiss 称，因剩余流量规划而损失的能源被低估了：如果要达到这一法律要求，预计电力产量会下降 14 亿 kWh。另一方面，气候变化所致电力产量损失似乎被高估了。这一评估与瑞士水文与湖泊学会和水文委员会最近公布的一项研究一致，该研究的结论为：预计直到 2035 年这段时期内只有有限的变化<sup>[6]</sup>。

很多专家都认为，联邦的这一方案在任何情况下都是不可行的。例如，瑞士电力公司协会（VSE）已表示，该国实际上已没有剩余的水电扩展的余地。虽然瑞士水资源管理协会（SWV）基本上欢迎扩展的建议，但它说在现有法律框架中，这些建议是不现实的。因此，它要求在权衡资源利用问题与保护利益时，给予前者更大的权重。

Schleiss 也发现这些数字不现实：他认为容量净增大约 20 亿 kWh 是可行的——“甚至是很乐观的”。他补充说，这意味着瑞士将不得不至少建造一个新的大型水库。

Eawag 的 Wüest 说：“我们需要坚决扩大光伏发电——一个具有大得多的潜力的部门，而不是挤压我

们河流的最后一滴能源。”他认为，水电可以做出贡献的地方是在抽水蓄能电站的储能领域。未来，因为能源越来越多地来自可再生能源，如太阳能和风力发电，这些是不能连续可得，所以将需要更大的存储容量。然而，抽水蓄能电站不净产生任何额外的电力。

**瑞士：欧洲电网的一颗电池** Schleiss 说：“瑞士抽水蓄能电站具有非常可观的潜力，”他认为应该为欧洲的电力市场开发这种潜力。瑞士可以日益承担欧洲电网中电池的功能，还向邻国提供抽水蓄能电力。他说：“相反，我们将越来越依赖于欧洲的风能和太阳能。”

在未来几年内，SFOE 预计抽水蓄能容量将增加 50 亿 kWh 左右。一些设施——如瓦莱州的 Nant de Drance 或格拉鲁斯州的 Linth-Limmern——已在开工建设。

当然，抽水蓄能电站也不可避免地涉及到对环境的破坏。例如，在 Poschiavo 的 Lagobianco 项目的环境影响评价中，Eawag 的科学家们证明，抽水蓄能电站的运行会对两个相连湖泊的温度和浊度产生重大影响。与此同时，他们发现，这一项目也会导致生态改善，例如消除水峰，更高和更动态的剩余流量以及各种恢复措施。

Schleiss 认为，适度扩大瑞士的水电并不一定需要环保方面做出重大牺牲。在他看来，非常重要的一点是，所有利益攸关方参与规划过程，以便共同找到解决办法，他强调说，这将需要各方的某种妥协。 ○○○

- [1] Bundesamt für Energie (2011): Schweizerische Elektrizitätsstatistik 2010.
- [2] Bundesamt für Energie (2011): Grundlagen für die Energiestrategie des Bundesrates – Aktualisierung der Energieperspektiven 2035.
- [3] Andersson G., Boes R., Boulouchos K., Bretschger L., Brüttsch F., Filippini M., Leibundgut H, Mazzotti M., Noembrini F. (2011): Energiegespräch vom 2. September 2011 an der ETH Zürich – Hintergrundinformation.
- [4] Bafu, BFE, ARE (2011): Empfehlung zur Erarbeitung kantonaler Schutz- und Nutzungsstrategien im Bereich Kleinwasserkraftwerke.
- [5] WWF Schweiz (2010): Kleinwasserkraft – zusätzliches Potenzial an ökologisch geeigneten KEV-Standorten.
- [6] Schweizerische Gesellschaft für Hydrologie und Limnologie und Hydrologische Kommission (2011): Auswirkungen der Klimaänderung auf die Wasserkraftnutzung – Synthesebericht. Beiträge zur Hydrologie der Schweiz 38.
- [7] World Bank (2010): Directions in hydropower – scaling up for development. Water P-Notes 47.

# 给蟾蜍更多的空间和枯木

在陆地栖息地，常见蟾蜍和绿蟾蜍种群需要一个规模相当于多个足球场的地区以及足够的结构要素——尤其是以木质残体的形式。但在很多情况下，甚至连保护区也不能满足这些要求。枯木堆的建立将会是一个大大提高现有两栖类动物生境质量的简单和低成本的方式。

很多两栖类动物一年中和它们一生中只在水中或水边生活一小部分时间。它们的大部分时间花在陆地生境，如森林、砾石或农田。因此，最近一些研究表明，陆地生境对于两栖动物种群的生存特别重要<sup>[1]</sup>。在设计两栖动物保护区时，需要特别注意生境的结构特点和最小规模。

然而，对两栖动物的实际管理而言，只要多数科学研究产生的数据——如关于最小的生境规模——与

个体而不是与种群有关，那么，这种深入了解只有有限的价值。Eawag 研究人员与苏黎世大学的 Benedikt Schmidt 合作，已在开展一项旨在弥补这一缺陷的研究。

**研究自然行为** 在 2 年多时间里，我们研究了塔利亚门托河结构丰富的约 800 m 宽的漫滩中常见绿蟾蜍种群的生境需求。流过意大利东北部弗留利地区的塔利亚门托河，是中欧最后一条未调控的阿尔卑斯大河。



Lukas Indermaur, 生物学家，他在 Eawag 水生生态室获博士学位，目前负责 WWF 的“活的阿尔卑斯莱茵河”项目。

阿尔卑斯河流之王：意大利弗留利地区的 Fiume 塔利亚门托河是阿尔卑斯山脉最后一处旷野河景观





绿蟾蜍在枯木堆中寻找躲避高温之处

对于自然保护从业人员而言，它极其宝贵——在这里，仍能在原始的自然生境中研究两栖动物种群的行为和需求。

在被清理过和结构改变的住区或农业区，两栖动物通常不得不靠无法完全满足其需求的结构勉强过去。例如，受流况迅速变化（水峰）影响的河段，远非两栖动物（或鱼类）理想的繁育地。如果一种物种的结构和生境规模的最低要求得不到满足的话，种群密度将会下降。但什么是两栖动物种群最低的生境规模和结构需求呢？瑞士的保护区能满足这些需求吗？

在我们的塔利亚门托河的研究中，我们重点对比物种与生态，以便拥有一个用于提出两栖动物保护建议的更广泛的证据基础。虽然常见蟾蜍 (*Bufo bufo*) 也是瑞士的土著种，绿蟾蜍 (*Bufo viridis*) 只出现在邻国，但其生态非常类似于土著的黄条蟾蜍 (*Bufo calamita*)。常见蟾蜍在文献中被描述为分布广泛的常见物种。绿蟾蜍，像黄条蟾蜍，是典型的先锋物种。这种物种依赖于开阔地区，它们能够迅速集群。因此，这项研究所选定的物种是大范围生境类型和需求的代

表。我们给 56 只常见蟾蜍和 59 只绿蟾蜍安装了微型发射机，并使用无线电跟踪来记录它们白天和晚上的位置以及两个夏季的运动情况。

**保护区常常太小** 我们的研究表明，虽然这两种蟾蜍对枯木的偏好超过其他类型的结构，但它们的资源利用行为则不同。绿蟾蜍利用枯木主要为了高温下调节体温，而常见蟾蜍则利用这一资源来觅食<sup>[2]</sup>。

可用的枯木量也决定了这两种物种夏季生境的大小。在枯木少的地区，夏季生境非常大，而丰富的枯木与小生息地范围大小有关<sup>[3]</sup>。动物扩展它们的生息地范围，直到对大枯木的最低需求得到满足为止。我们利用自己的数据来计算各个常见蟾蜍和绿蟾蜍最低的生境规模和最低的枯木需求。然后，我们在各层次需求的基础上，使用数学模型计算 100 个个体的种群的生境和枯木需求<sup>[4]</sup>。这种规模或更大规模的种群因偶发事件而完全局部灭绝的大风险极低。

根据我们的研究，通过提供足够的枯木，塔利亚门托河一个常见蟾蜍种群最少需要 4.3 ha 陆地生境，而

100 个个体需要的面积	常见蟾蜍			绿蟾蜍		
	平均	最小	最大	平均	最小	最大
陆地生境* (ha) (足球场数)	6.0 (8.1)	4.3 (5.8)	7.7 (10.5)	24.8 (33.7)	17.9 (24.4)	32.7 (44.5)
枯木** (m <sup>2</sup> /ha)	756.9	214.5	1983.5	233.2	85.5	534.4

\*未更正的物种之间或相同物种个体之间 2.6% 的生息地范围重叠 (常见蟾蜍 2.7%, 绿蟾蜍 11.2%)

\*\*更正物种之间或个体之间的生息地范围重叠

#### 常见蟾蜍和绿蟾蜍种群的生境和枯木需求

最低 = 低于 95% 置信限 最高 = 高于 95% 置信限

绿蟾蜍种群则需要 17.9 ha 陆地生境。用不同的表述为：一个常见蟾蜍种群需要 6 个足球场大小的面积，而一个绿蟾蜍种群则需要超过 24 个足球场的面积 (见表)。

在瑞士，两栖动物并非总有这种规模的地区。例如，国家重要的两栖类动物产卵区一般都小得多<sup>[5]</sup>。在很多情况下，州保护区也太小，正如我们的分析所示：在图尔高州、伯尔尼州和格劳宾登州，我们计算了带有森林组分的文化景观区内 77 个保护区的平均规模。这些保护区中，有 52% 小于常见蟾蜍所需的最小生境规模；对于绿蟾蜍——或更确切地说生态相似的土著黄条蟾蜍——来说，多达 75% 的被调查区域都太小了。

**可用的枯木不足** 对于塔利亚门托河上常见蟾蜍种群来说，所需最低的枯木量为 214.5 m<sup>2</sup>/ha，绿蟾蜍种群的这一需求量至少为 85.5 m<sup>2</sup>/ha。如果这些数字施用于瑞士，显然，很多地区土著蟾蜍可用的枯木量是不足的。在农田中，几乎没有枯木，即便在森林中，可用的量一般也会少得多：根据最新的《瑞士国家森林资源清单》，该国森林地面上平均只有 0.77 m<sup>2</sup>/ha 枯木，记录到的最低值在中部高原 (0.43 m<sup>2</sup>/ha) 和沙夫豪森州 (0.06 m<sup>2</sup>/ha)<sup>[6]</sup>。即便只考虑一种单一动物的最低需求，这些量也是不足的。

只有在阿尔卑斯山脉北部 (1.29 m<sup>2</sup>/ha) 和弗里堡

塔利亚门托河漫滩上发现的枯木量约为 115 m<sup>2</sup>/ha，相比之下，中部高原仅有 0.43 m<sup>2</sup>/ha



州 (1.5 m<sup>2</sup> /ha)，才能满足绿蟾蜍或黄条蟾蜍个体级对枯木的最低需求；但对于常见蟾蜍来说，瑞士任何地区的可用枯木量都是不足的（见图）。为了比较，人们可能会注意到，塔利亚门托河漫滩上的枯木量平均为 115 m<sup>2</sup> /ha。这主要分布在裸露的砾石沉积中——一个可以很容易与镶嵌型景观结构相比的情形。在毗邻的冲积森林中，枯木的可用性可能同样好或甚至更好。

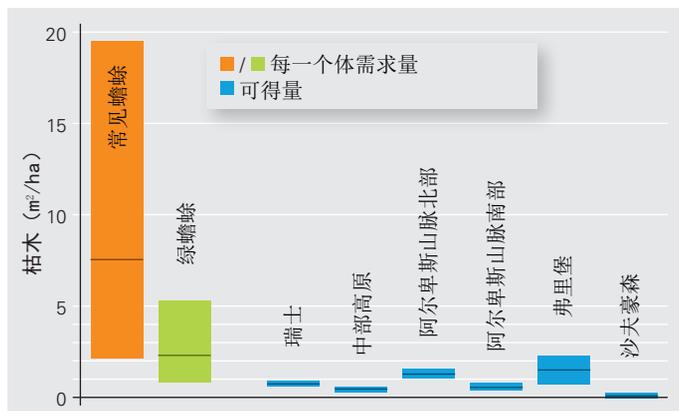
由于瑞士两栖动物主要占据的生境是农田和森林，所以枯木和其他小结构元素的供应不足可能会严重制约它们在一般密集使用区的分布，从而导致种群下降。

**低成本的保护措施** 不过，枯木堆的建造可能是清理过的农业区建立新的小结构要素的廉价而有效的方式。因此陆地生境——两栖类动物和其他动物的生境——的质量就容易得到改善。日常管理过程中会产生枯木，它们可能容易堆积和倒地。

为了支持许多不同的物种，最好是建立不同尺寸的堆。正如我们的研究所示，蟾蜍使用木质堆积物的范围为 1 ~ 60 m<sup>2</sup>。对于常见蟾蜍，堆积物的规模不很关键，相比之下，绿蟾蜍（黄条蟾蜍）更喜欢面积达 5 m<sup>2</sup> 的独立堆。然而，由于瑞士森林中可用的枯木非常少，尽管森林面积在不断增加，所以让更多的木材倒地，会使两栖动物特别受益。

枯木堆还能用来加强现有生境的连接，例如对于那些太小的保护区。可用通过安排堆积枯木线来扩展两栖动物的生境，以便将孤立的生境小区连接起来。当保护区本身无法扩大时，也可以采取这一措施。

每个个体所需要的枯木量以及瑞士森林中每个个体可得的倒地枯木的量。条形图显示最低值（95%以下的置信限）、平均值和最高值（95%以上置信限）



枯木堆的建立是改善开阔景观结构多样性和两栖动物生境连接的廉价而有效的方法。图为 Rubigen（伯尔尼州）附近的阿勒河河岸

但最终，如果没有可用于繁殖的产卵水域，那么一个合适的陆地生境是没有多大用处的。因此，如有必要，应建造新的水体。临时产卵水域已证明是特别有生产力的<sup>[7]</sup>。因为它们周期性干涸，所以它们蔽护的捕食动物较少——这对蝌蚪的生存具有积极的作用。临时产卵水体是辫状河床特有的，而且通常是木质碎屑堆积所产生的。

鉴于我们关于塔利亚门托河的研究，我们认为枯木堆的形成和临时产卵水域的建立，将是开垦的农田和森林生境中两栖动物保护特别有效的措施。 ○○○

- [1] Trenham P.C., Shaffer H.B. (2005): Amphibian upland habitat use and its consequences for population viability. *Ecological Applications* 15, 1158–1168.
- [2] Indermaur L., Winzeler T., Schmidt B.R., Tockner K., Schaub M. (2009): Differential resource selection within shared habitat types across spatial scales in sympatric toads. *Ecology* 90, 3430–3444.
- [3] Indermaur L., Gehring M., Wehrle W., Tockner K., Näf-Dänzer B. (2009): Behavior-based scale definitions for determining individual space use: requirements of two amphibians. *American Naturalist* 173, 60–71.
- [4] Indermaur L., Schmidt B.R. (2011): Quantitative recommendations for amphibian terrestrial habitat conservation derived from habitat selection behavior. *Ecological Applications*, doi: 10.1890/10-2047.1, in press.
- [5] Borgula A., Fallot P., Ryser J. (1994): Inventar der Amphibienlaichgebiete von nationaler Bedeutung – Schlussbericht. Schriftenreihe Umwelt Nr. 233. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft.
- [6] Speich S., Abegg M., Brändli U.-B., Cioldi F., Duc P., Keller M., Meile R., Rösler E., Schwyzer A., Ulmer U., Zandt H. (2010): Drittes Schweizerisches Landesforstinventar. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft.
- [7] Schmidt B.R., Zumbach S. (2010): Neue Herausforderungen und Wege im Amphibienschutz. *Wildbiologie* 4/37.

# 极地冰中太阳的痕迹

太阳——我们主要的能量来源——给地球气候系统和水循环以动力。但它也日益对我们高科技世界构成危险。所以主要的是改善我们对太阳尤其是太阳长期活动的认识。冰芯使我们能追溯到过去 10 000 年，并对未来活动做出初步的预测。

自古以来，人类就直觉地认识到太阳对地球生命的重要性。因此，毫不奇怪，太阳在几乎所有的早期文化中被供奉为神。从启蒙的黎明，科学家们就试图了解太阳。然而在 19 世纪，产生了一个大异议。

William Thomson (后来的 Lord Kelvin)，当时最有名的科学家之一，估计太阳的能量储备持续时间不超过 3 000 万年。这与另一位著名科学家的研究结果形成了鲜明的对照：在地质侵蚀和生物进化速率的基础上，



Jürg Beer, 地表水室物理学家，研究太阳活动对气候的影响。

一位研究人员拿着格陵兰深层冰芯，这种冰芯提供太阳史的记录



Marc Steinmetz, Visum

Charles Darwin 的结论为：地球必定至少有 3 亿岁了。这两位科学泰斗怎么会得出如此不同的结果呢？事实上，有一个简单的答案——太阳有一个当时尚不为人知的特殊的能量来源。

**1 600 万度的温度** 太阳核是一个融合反应堆，在那里，氢在摄氏 1 600 万度温度下不断被转化为氦气。这在一过程中——根据  $E=mc^2$ ——0.73% 的物质被转化为能量，这种能量被输送到太阳表面并被辐射入太空。太阳辐射的总量为  $4 \times 10^{26}$  瓦，这意味着每秒钟有 440 万 t 物质被转化为能量。这一过程是那么的高效，以致于太阳可以通过  $2 \times 10^{30}$  kg 物质很容易地燃烧 100 亿年，而它只损失其质量的百万分之零点五。

大约 30% 接触到地球的太阳辐射被反射入太空，例如通过云、雪或冰。其余被吸收的能量相当于  $8.4 \times 10^{16}$  瓦，或 1 亿个核电站的输出。这是目前人类需求能量的 6 000 倍。这一太阳能的差不多一半导致水的蒸发，从而驱动全球的水循环。入射的太阳辐射在地球上并没有均匀分布，而是大多集中在赤道附近。为了弥补这些差异，气候系统以水（海流、水蒸气）和风的形式不断向高纬度地区输送能量。

**驱动水文循环** 我们中幸运地获得安全饮用水的那些人，可能会理所当然地认为自来水几乎可以无限制地获得。我们常常会忘记，我们在很大程度应将这一宝贵的资源归功于太阳的作用。由于地球表面约 2/3 被海洋所覆盖，所以大比例的入射太阳辐射（ $4 \times 10^{16}$  瓦）落在水上。这导致每年 430 000  $\text{km}^3$  水的蒸发。当然，这其中的约 90% 是以雨的形式直接返回大海的。但落在各大洲的降水量超过剩余的 10%（即 43 000  $\text{km}^3$ ）；事实上，由于陆地上也自然存在蒸发，所以其总量约为 100 000  $\text{km}^3$ 。

蒸发是一种高效的冷却系统，因为形成水蒸汽需要大量能量。（同样，当我们努力时，人体开始出汗）。使 2003 年夏季异常炎热的原因是这一事实，在长期无雨之后，地面干涸，从而丧失了其冷却效应。

水和空气输送过程受各种变化——我们所知的天气的支配。延伸数十年的长期过程被列为气候变化。虽然这些通常指温度，但对水文循环的影响更为重要——当然它们也与温度变化有关。此外，小的原因可能会有大

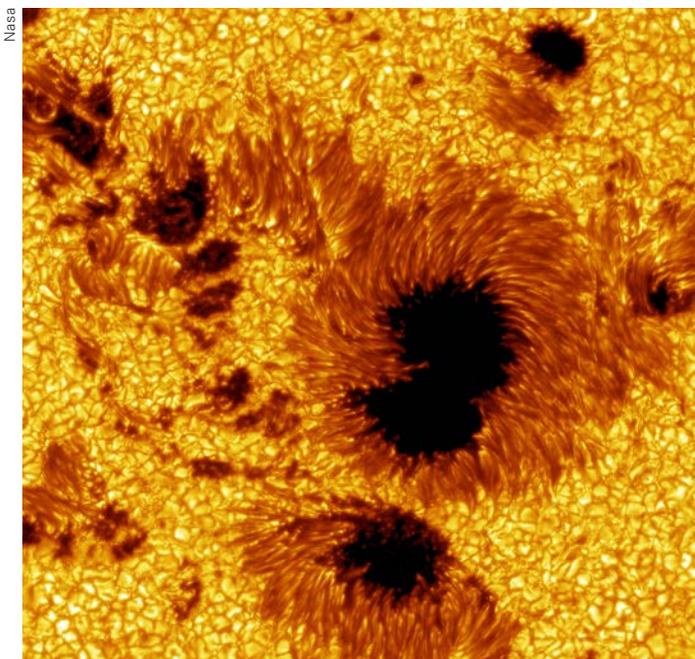


图 1 太阳表面可见的太阳黑子

的影响。例如，如果由于某种原因，海洋上的降水量仅减少 1%，而蒸发量保持不变，那么，陆地降水量——占总降水量的 10% ~ 11%——将会增加 10%。

这里的问题是，作为气候系统发动机的太阳是否也有助于气候变化。

**太阳黑子周期** 在可见光下看，太阳看起来像一个光滑、发光的光碟。所以这一点并不奇怪：直到最近，多数科学家仍认为，地球上太阳辐射的强度取决于至太阳的距离。因此，入射的太阳辐射量（照度）——每平方米约为 1 360 瓦——通常被称为太阳常数。然而，人们也很早之前就知道太阳表面并非完全同质。多年来，天文学家们反复观察到黑子的出现，这些黑子常常被视为凶兆，因此秘而不宣（图 1）。

随着约 1610 年望远镜的发明，人们能够发现更小的黑子。1843 年，药剂师 Heinrich Schwabe 公布了 18 年系列观测的结果，假设存在一个大约 11 年的太阳黑子周期。对这一发现印象深刻的科学家之一是 Rudolf Wolf，他 1855 年成为苏黎世联邦理工学院第一位天文学教授。他随后集中于太阳研究，因此在苏黎世的 Semper 天文台启动了系统性的太阳黑子计数（图 2）。

除了 11 年周期——事实上，这一周期长度为 8 ~ 15 年不等——中太阳黑子的消长之外，还能观察到太阳黑

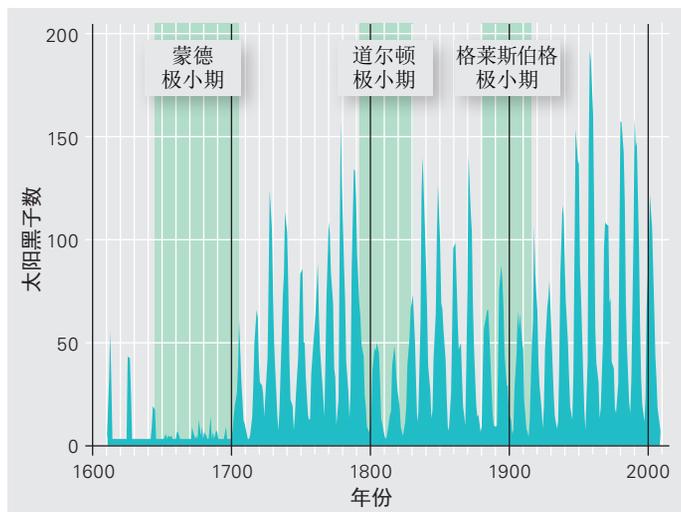


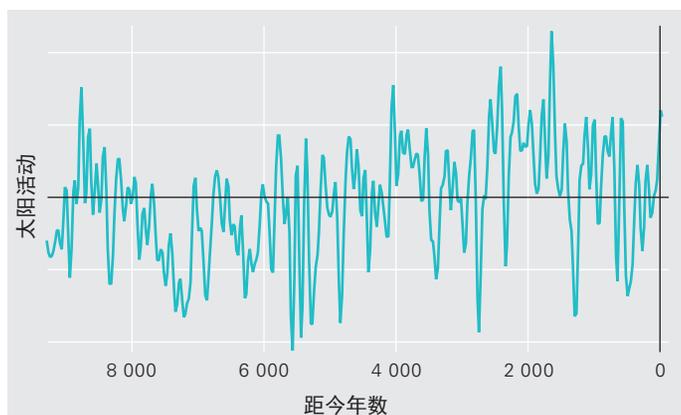
图2 1609年以来，直接观测（如在苏黎世的Semper天文台）记录的太阳黑子计数。太阳黑子数周期性变化，大约每11年达到最大值

子计数增高的长期趋势以及太阳黑子低活动期。尤其引人注目的是1645—1715年期间（被称为蒙德极小期），当时，几乎无法观测到太阳黑子。1800年和1900年前后，也发生过明显程度低得多的极小期。

太阳黑子被认为是地球大小的区域，那里集中的磁场穿透太阳表面，从而抑制来自内部的热气流（大约6000度）。这导致大约1500度的降温，看上去较暗的区域。因此，Schwabe的11年周期是太阳表面磁场活动变化的结果。

**极地冰中的档案** 虽然图2所示的400年太阳活动史肯定是有趣的，但它仅仅是45亿年太阳生命史中

图3 根据格陵兰冰中测量铍-10浓度重建的过去10000年太阳活动<sup>[4]</sup>



的一瞬间。但我们如何才能进一步追溯到过去望远镜发明之前的时期（不存在直接观测）呢？这一谜的关键在于极地冰盖。

电离气体不断从太阳表面喷射到太空。这种太阳风——导致每秒钟约400万t物质的进一步损失——形成一个环绕整个太阳系的巨大气泡，直径为地球到太阳距离的100倍。这一气泡（“日光层”）充当抵挡宇宙辐射的盾牌；宇宙辐射是以接近光速的速度穿越星系的高能粒子。太阳风“吹”的强度以及保护性盾牌的密集程度取决于太阳的活动。如果太阳活动高，产生的太阳风就越多，可以穿透我们太阳系的宇宙粒子就越多；如果太阳活动低，则反之。

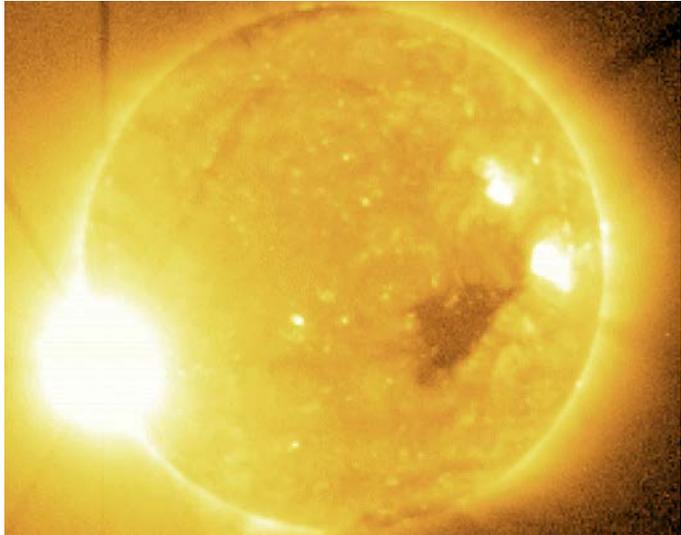
如果宇宙射线进入地球大气层，它们会与原子碰撞并粉碎原子，导致各种放射性同位素的形成——例如铍-10，它衰变成半衰期约为140万年的硼-10<sup>[1]</sup>。在它们形成后不久，铍同位素附着于气溶胶，从而在2年内从大气中被洗出。如果这发生在极地地区，它们就会沉积在冰中。

这一过程的结果是，现在的极地冰层藏着档案，绵延数千年，它可以被用来在铍-10浓度变化的基础上重建过去10000年的太阳史<sup>[2,3]</sup>。

**地球上的轻微冷却** 从格陵兰中部取回的冰芯所进行的数千次铍测量数据的分析，揭示了这一历史的性质。这表明过去几十年——太阳密集研究期——是非典型的，因为这一时期太阳一直比过去10000年中平均水平活跃得多。冰芯记录中清晰可见的是蒙德极小期，当时实际上未观测到太阳黑子。我们的研究还显示，除了11年的太阳活动周期之外，还出现过87年、104年、208年、350年、500年、1000年和2000年周期。

因此很明显，尽管太阳直接观测方面取得重大科学进展，但某些问题仍无法得到解答，因为它们特别与长期动态有关。不过，如果基于地球的望远镜和卫星携带仪器所获得的短期详细信息与冰芯中获得的长期数据相结合，我们就能获得这一星球全面得多的情况，没有这一星球，地球上的生命就不会存在。

如果这两种观点可以合成——这正是我们目前在努力的——它应该不仅能更好地了解太阳本身，而且还能初步预测太阳活动的发展以及未来气候可能的后果。初步研究结果表明，未来几年到几十年内，太阳活动将趋



Nasa

图4 2006年12月5日观测到的一次太阳耀斑，它如此强大，以致于损坏了制作这一图像的GOES-13卫星上的探测器

于下降<sup>[5]</sup>。最新11年周期的最大值的确已很长和很明显，这可能会被解释为即将来临的下降的第一个迹象。

由于太阳辐射与太阳活动有关，所以这将导致地球大气层降温。但将是非常轻微的，绝不会抵消温室效应所造成的气候变暖。此外，它将被限制在几十年内，其后是太阳活动的重新增加。

**太阳风的危害** 1859年9月1日上午，一位名叫Richard Carrington的年轻天文学家，坐在其私人天文台通过望远镜在屏幕上素描太阳黑子，当时，他突然看见两道强烈的白光，在一分钟内再次消失。第二天黎明前不久，欧洲的天空被红色、绿色和紫色极光照亮，其亮度足以供人们阅读报纸。与此同时，电报系统失控了，有时甚至释放火花，使电报纸着火。

Carrington第一个直接发现的这一现象被称为太阳耀斑。当太阳上的强磁场短路时，会出现太阳耀斑(图4)，释放大量能量，相当于数亿颗氢弹。

虽然1859年异常强大的耀斑(被称为Carrington事件)特别是因壮观的北极光显示而被人们所记住，当今一个类似的太阳风暴会导致全球性灾难，损失将达万亿美元。这是由于我们高科技文明的脆弱性增加。例如，1989年，一次地磁风暴打乱了加拿大的电力传输，导致600万人停电9h。如今，不仅电网受到影响，而且整个通讯系统，GPS卫星定位系统和其他许多系统都会受到影响。

为了确保更有效地免遭这种难以捉摸的危害，以及改善我们做出可靠预测的能力——科学家们现在使用“空间天气”和“空间气候”这类术语——重要的是要进行太阳耀斑强度和频率的统计研究。在这方面，冰芯也可以产生有价值的信息。

**太阳的缓慢死亡** 太阳及其行星是大约45亿年前一次超新星爆炸留下的气态物质云形成的。由于重力吸引，物质更加集中在该星云中心；然而，由于角动量守恒，只有99.9%的物质凝聚形成太阳<sup>[6]</sup>。其余作为行星环绕太阳运行。

引力能量的释放导致原太阳内部温度上升超过1600万度，从而启动聚变反应堆。然而，模型已证明，最初的太阳能输出大约比如今低25%，此后不断上升。这引发了一个有趣的问题：为什么地球那时没有变成一块冰。有可能是较低的阳光辐射被地球大气层中较高浓度的温室气体和稍大的太阳原质量所抵消。

太阳能输出将会继续逐步增加，在大约50亿年中，达到比目前高大约50%的水平。但在这个时候，太阳的氢储备将开始跑出来，它将扩展成一个红巨星，几乎扩展到地球，地球上的所有生命将会毁灭。当太阳能量生产最终停止时，它将会缩小成一个地球大小的白矮星，慢慢冷却，并降入黑暗。

○○○

- [1] Beer J., McCracken K.G., von Steiger R. (2011): Cosmogenic radionuclides: theory and applications in the terrestrial and space environments. Springer, Berlin-Heidelberg.
- [2] Beer J. (2004): Ice and Climate. *Eawag News* 58, 3–5.
- [3] Vonmoos, M. (2004): Sun and Climate: Hot History from Cool Ice. *Eawag News* 58, 8–10.
- [4] Steinhilber F., Abreu J.A., Beer J. (2008): Solar modulation during the Holocene. *Astrophysics and Space Sciences Transactions* 4, 1–6.
- [5] Abreu J.A., Beer J., Steinhilber F., Tobias S.M., Weiss N.O. (2008): For how long will the current grand maximum of solar activity persist? *Geophysical Research Letters* 35, 1–4.
- [6] Beer J. (2010): *Astrophysical influences on planetary climate systems. Heliophysics: evolving solar activity and the climates of space and earth*, Cambridge University Press.

# 研究和教授专业人员

在 Eawag 近 40 年的职业生涯中，Willi Gujer 帮助在瑞士和国际上塑造城市水管理部门。作为一位研究员，他总是非常重视培养年轻专家和向专业人员伸出援手。为了纪念他的退休，我们在这里回顾他的职业生涯和庆祝他取得的成就。

当 1974 年 Willi Gujer 加盟 Eawag 时，结构性水保护正在瑞士蓬勃发展。在 20 年内，大量公共资金被用于建造污水管网以及新建或扩建污水处理厂（WWTPs）。那个时候，严重缺乏能设计生物处理和根据最新科学发现从污水中除磷的所谓三级和四级处理的专家。为了加强过程工程领域污水处理研究，当时的 Eawag 所长 Werner Stumm 推行一个招聘受过国外培训的年轻专业人员的战略。

Willi Gujer——其观点有说服力的倡导者



Tom Kawara



Markus Boller, 工程师，  
城市水管理室前负责人  
和苏黎世联邦理工学院  
教授。

**污水处理：新方法** 从苏黎世联邦理工学院获得土木工程硕士学位，并以活性污泥工艺的论文，从加州大学伯克利分校获得环境工程博士学位，Gujer 理想地承担了用最新方法发展 Eawag 现有关于污水生物处理的研究。尤其是通过他物质平衡方面的知识以及活性污泥系统的动力学数据，他不仅能通过实验研究处理过程，而且还能通过数学来加以描述。多亏了 Gujer 和不断发展的工程科学室的其他成员，Eawag

很快建成为专业知识中心，为污水处理厂的建设和升级的众多项目提供宝贵的支持。

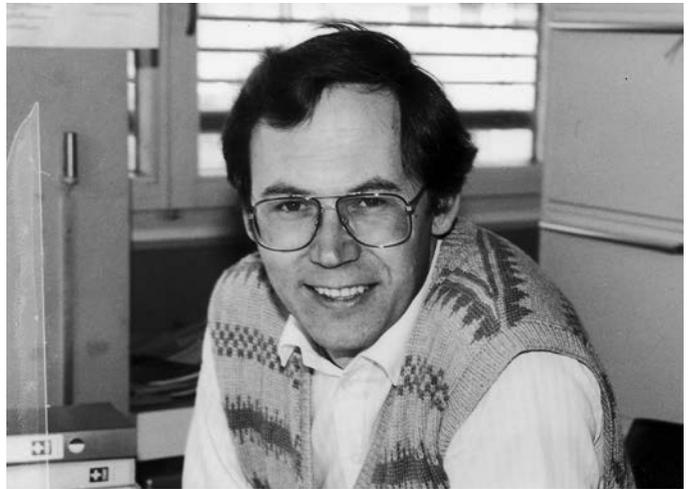
苏黎世 Werdhölzli 污水处理厂的扩建是一个典型例子，其中，Gujer 采用新方法来设计活性污泥池、曝气系统和二次沉清池，为了有机物降解以及铵的细菌氧化（硝化作用）。20 世纪 70 年代和 80 年代，通过瑞士水协会（VSA）的培训计划，他使更广泛的专业观众熟悉了相关的模拟理论和方法。相关的出版物吸引了世界各地相当大的兴趣，并提交于许多国内会议和国际会议。

**现代模拟方法** Gujer 将他的特别专业——污水生物处理过程的数学描述——发展成一个复杂的方程组结构。在这里，以这样一种方式将生物过程与反应器技术相联系，即整个系统成为从数字上易控制的，即便是在变量条件下。在他 1985 年发表的博士论文中，他通过国际工作组（他是其关键成员）为一系列活性污泥模型——ASM1、ASM2 和 ASM3 的研发奠定了基础。

这些模型连同为污水工程师开发的软件，为现代模拟方法在污水处理厂设计和评估中的应用铺平了道路。因此，很大程度上得益于 Gujer，我们现在能在污水数量和质量输入数据的基础上计算带有复杂流方案的活性污泥系统，模拟它们在养分含量、温度、pH 值、供氧和其他实践中出现的过程参数变化情况下的动态行为，以及预测高时空分辨下的出水水质。

20 世纪 80 年代初，在 Eawag 工作人员的积极支持下，苏黎世联邦理工学院推出了一个“城市水管理和水保护”研究生课程（NDS）。这意味着，现在可以首次在瑞士一个机构中接受这种高关注度学科方面的培训。作为 NDS 首任秘书的 Gujer 帮助制定污水技术领域的教学大纲和教学。这是他作为讲师职业生涯的开始，这一职业生涯以他被任命为苏黎世联邦理工学院城市水管理教授而圆满结束。

**生物膜过程的模型** 在他的研究中，Gujer 继续集中在污水生物处理过程方面。为了追求效率的提高，他专注于涉及固着生物膜的污水处理选项。但在这方面，数学描述证明要比活性污泥过程复杂得多。尽管如此，他成功地研发了模型和相关的生物膜过程软件，使得能够预测各种运行条件下固定生物膜的行为。



1974 年，作为一个年轻的、外国培训的专家最初被招募，Willi Gujer 为 Eawag 城市水管理事业贡献了差不多 40 年

不过，这些模型在实际应用中有些困难，因为它们需要大量模型专门知识。尽管如此，连同基本理论方法，这些模型提供了生物膜行为的新见解，从而导致各种过程的优化。

1991 年，为表彰他在污水生物处理领域的成功工作，Gujer 获得了环境工程教授协会的“杰出讲师奖”，其中包括赞助全美巡回演讲。

**敏捷的思想家** 与 Gujer 讨论科学问题的人总是会被他思想的敏捷和精准所吸引。他中肯提出的论点和对未来的想象，使他成为 Eawag 内部的驱动力。因此，从 1976 年起一直担任工程科学室的负责人，2001 年，他成为 Eawag 理事会成员。

1992 年，他被任命为苏黎世联邦理工学院城市水管理教授。1994 年起他放弃了工程科学室的一些责任，将精力集中在联邦理工学院城市水管理新教学规划的制定方面，与他的工作人员一起编制相关的讲座和练习材料。在他与本科生和博士生工作的过程中，他开始认识到，基层水平的培训是提高实际专业知识最有效的方法。

他将其演讲笔记作为他第一本书——《Siedlungswasserwirtschaft》的基础，这本书现在不仅是学生们的“圣经”，而且还为专业人员规划污水处理厂和饮用水厂提供指导。到他职业生涯末，Gujer 出版了第二本书《水技术系统分析》，该书对关注水和污水处理过程工程的高校学生和专业人士特别有用。

## 关于一个好理论的实际好处

为了纪念2011年初Willi Gujer 退休，以及给予他在城市水管理领域成就的荣誉，10月份在Dübendorf 的Empa 学院举办一个研讨会。出席这个题为“关于一个好理论的实际好处”活动的有130多位科学家和水专业人士。它分为3个专题板块，主要由Gujer 先前的博士生演讲，报告他们目前在研究或实践中的活动。这一研讨会的标题以及演讲人的选择是为了强调Gujer 对建造研究与实践之间桥梁的承诺——几个演讲中都强调了这一点。

**联合项目** Gujer 的继任者、Eawag 过程工程

室负责人以及苏黎世联邦理工学院城市水管理教授Eberhard Morgenroth, 演讲的主题为污水处理中生物膜过程。他提到了1985年和1986年问世的由Gujer 共同撰写的两本出版物。他说，这些年来，这两本书一直是他的不断的伴侣，他一直反复查阅它们：“事实上，自那时以来，我们还没有取得很多进展。”

Morgenroth 还强调了涉及研究人员与专业人员之间合作的项目的重要性：在他看来，很多导致对系统更好了解的问题无法由科学家单独来解答。例如，虽然实验室中流槽是有用的，但它们并不总能充分解释污水处理厂中出现的现象。尤其对于生物膜过程，它



们是在烧杯中还是在工厂装置中研究的，是会有相当大差异的。因此，Morgenroth 主张联合项目，而不是从研究向实践转移知识。

**迫切需要采取行动** 在他的演讲中，Reto von Schulthess——一家活跃在污水处理技术领域的工程咨询分公司经理——提出了研究结果实际上是否适用于实践的问题。他认为，一般会是这样情形：研究人员热心于实践，而专业人员又热心于研究，在他看来，只有那时，污水技术研究才有价值。他说：“一方面，必须有准备进行大型实验以及愿意和能够在平等基础上与专业人员进行讨论的研究人员；另一方面，必须有对这种实验开放的工厂经营者。”

据 von Schulthess 称，真正相关研究的一个关键性的成功因素是迫切需求的存在：如果研究人员在解决亟待解决的问题，那么专业人员也将会受益。他认为，如今存在着采取行动的迫切需求，例如，在微污染物的管理方面，在污水处理能耗优化方面，或在磷——一种有限资源的回收方面。他说，“在这方面，我们需要来自研究的支持。”他补充说，发展中国家很多迅速扩大的城市迫切需要适应其需求的解决方案。例如在中国，爆炸性的城市化与高度水污染有关，水资源短缺是一个永久性的问题。

**有吸引力的培训** von Schulthess 还强调了在确保知识从研究向实践转移方面与私营部门合作的重要性：研究人员无法单独将项目变成适销对路的产品，而对于产业来说，很少能研发其自己的工艺过程。如瑞士水协会（VSA）或 Eawag 举办的会议和课程也促进了知识转移。以实践友好方式呈现研究成果的出版物也发挥了重要作用。

最后，von Schulthess 指出，对本科生和博士生有吸引力的培训也是至关重要的。因为废水主题本质上显然是没有吸引力的，需要以这样一种方式呈现材料：有趣、相关和对未来有益。Gujer——一位天才教师——树立了榜样。他两次接受瑞士联邦理工学院学生会对他杰出和专注教学的表彰——“金猫头鹰”。他也是“瑞士信贷最佳教学奖”得主。

**尿源头分离：未来的概念** 在他担任教授期间，Gujer 拓宽和增多了他的研究兴趣。他给予下水道系统研究新的动力，这一主题以前在 Eawag 和苏黎世联邦理工学院曾受到外围关注。他借助于几篇论文从事下水道渗出和渗入过程研究以及废水运输和处理系统之间的相互作用研究。

他还热衷于向水专业人员介绍他的一些想法：将新的分散式废水管理概念作为过去 60 年建造的处理系统的替代物。例如，在他妻子的积极支持下，他设法引起国内和国际对通过新的卫生系统源头尿分离的兴趣，至少在某些情况下，这种方法已导致初步的实际应用。废水中重要养分的回收，连同各种微污染物的控制，是一个在未来肯定会变得日益相关的概念。无论如何，Gujer 后时代关于尿分离与处理技术实施的研究的不断追求，反映了这一概念首创者们的关注。

**遗产在良好掌控下** 近年来，Gujer 的注意力转向城市水管理方面很大程度上一直被忽视的一个问题，即测量数据和模型参数究竟有多大意义。在这一点上，他的抽象思维能力和随机过程的数学处理知识再次发挥了作用。在他的监督下，几名博士生研究了这一主题，阐述了测量和模拟的意义。虽然少数这些见解迄今已被过程工程实践所采用，但“Gujer 学校”的工作将会由许多前博士生来大大推进。

2011 年 10 月，为对他表示敬意而召开的一次会议，证明了 Willi Gujer 成就的持续不断的意义（见专栏）。在这里，作为几十年来一贯的同事，令人欣慰地指出，在一代人过程中，城市水管理工程取得了重大进展，这一时期培训出的专业人员，现已成为能在研究和实践中管理和推进 Gujer 遗产的关键人物。○○○

## Sandec 获奖

2011年11月，在马来西亚吉隆坡召开的国际水协（IWA）第二届发展大会上，发展中国家水和卫生室（Sandec）被授予“IWA 发展解决方案奖”。该奖项是认可在国家、地区或国际层面已有明显影响的杰出发明或对科学和实践的杰出贡献。据评奖委员会称，Sandec 的“应用研究和高品质的科学为工作中低收入国家的学术界提供了指导和伙伴关系。”代表 Eawag 该室领奖的 Sandec 负责人 Christian Zurbrugg, 强调了卫生领域替代和创新方法的重要性以及地方政府、私营部门、专业人员、研究人员和研发机构之间的伙伴关系。一项“发展解决方案奖”还被授予不来梅海外研究 & 开发协会（BORDA）。

[www.iwahq.org/sn/about-iwa/honours-and-award](http://www.iwahq.org/sn/about-iwa/honours-and-award)

## 环境微生物学室新负责人



自 2011 年 7 月以来，Eawag 环境微生物学室已由 Martin Ackermann 领导，他是苏黎世联邦理工学院分子微生物生态学副教授。他与其研究小组研究细菌在自然环境中的演化和生态学的基本问题。

[www.eawag.ch/forschung/umik](http://www.eawag.ch/forschung/umik)

## 政策分析的新职位



2011 年 8 月，Karin Ingold 被任命为助理教授，领导专注于环境的政策分析小组。这个终身职位（具有永久教授的可能性）是伯尔尼大学政治科学学院新设立的，并由 Eawag 联合出资的。它旨在促进 Eawag 与伯尔尼大学在水资源管理和水政策领域的联合研究。Karin Ingold 是一位关注水、能源和气候政策的政治科学家，她侧重于与自然资源管理相关的政治进程和问题的分析。政策分析研究组设在伯尔尼大学。

[www.ipw.unibe.ch/content/team/karin\\_ingold](http://www.ipw.unibe.ch/content/team/karin_ingold)

## 由 FDHA 移交给 FDEA

从 2013 年起，对联邦理工学院领地——包括 Eawag——的责任，将由联邦民政事务部（FDHA）移交给联邦经济事务部（FDEA）。2011 年夏季，联邦委员会决定重组各部，在 FDEA 中整合教育、研究和创新部门，联邦职业教育和技术署已隶属于 FDEA。



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

## Lac 项目：用文件证明鱼类多样性

由 Ole Seehausen 教授领导的一个来自 Eawag 鱼类生态学 & 演化室和伯尔尼自然史博物馆的国际研究小组，已开始深入研究阿尔卑斯山脉中湖泊及其周围的湖泊。在“Lac 项目”中，将对鱼类种群进行科学的记录和描述。目前，人们很少知道欧洲一些最大湖泊的生物多样性。到目前为止，已在穆尔滕湖和两个法国湖（阿纳西湖和布尔歇湖）对种群进行了系统采样。调查数据表明，三分之一以上以前描述过的鱼类物种已从穆尔滕湖消失，与此同时，已发现了几种从前未知的物种。

[http://www.eawag.ch/medien/bulletin/20110901/index\\_EN](http://www.eawag.ch/medien/bulletin/20110901/index_EN)



## 微调 PEAK 课程

以实践为导向的 Eawag (PEAK) 课程，顾名思义，促进研究人员与专业人员之间的交流，传递最新研究成果，以及帮助学员建立他们自己之间的网络。它们是为来自产业、管理部门、咨询机构和非政府组织的专家设计的。为了在未来更有效地满足这些群体的需求，Eawag 已设立了一个内部委员会，它将寻求使课程内容更紧密地匹配学员的需求。

联系人: Evelin Vogler, [evelin.vogler@eawag.ch](mailto:evelin.vogler@eawag.ch)  
[www.eawag.ch/lehre/peak/index-EN](http://www.eawag.ch/lehre/peak/index-EN)



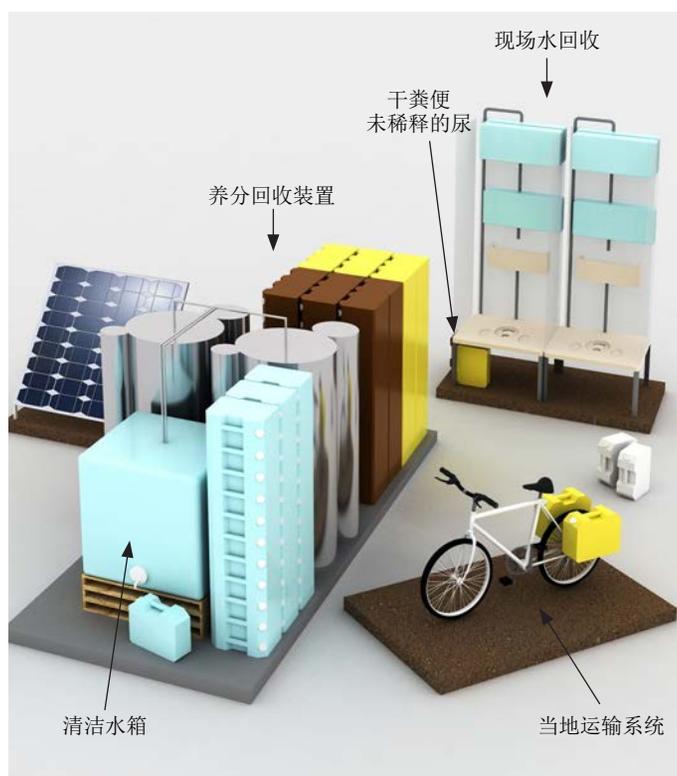
## Eawag 的年轻科学家获奖

Andreas Kretschmann, 环境化学家, Eawag 前博士生, 因其发表在 2011 年第 45 卷《环境科学与技术》上一篇题为“用于描述二噁农在大型蚤中生物富集和转化有毒性动力学模型”的论文, 收到了德国化学会 (GDCh) 环境化学与生态毒理学部的“青年科学家奖”。该奖是 2011 年 9 月召开的“EuChEMS 国际化学与环境大会”上颁发的。

Saskia Zimmermann, Eawag 水资源与饮用水室博士生, 在 2011 年 11 月 19 日“联邦理工学院日”颁奖仪式上, 因其论文“臭氧和高铁酸盐强化污水处理: 动力学、转化产物和工业臭氧化”而获得本年度苏黎世联邦理工学院“Otto Jaag 水保护奖”。

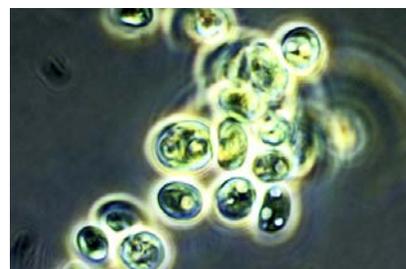
## 重塑厕所

由城市水管理室 Tove Larsen 领导的一个跨学科团队, 已接受了重塑厕所的挑战。这个雄心勃勃的项目的最终产品是一个厕所, 它收集源头分离的尿和粪便, 用于进一步处理, 同时在现场回收用过的水。该项目接受 Bill & Melinda Gates 基金会约 40 万美元的资助, 是从这一来源获得支持的第二个 Eawag 研究项目。



## 受到纳米管影响的绿藻

纳米粒子出现在数量日益增多的产品中, 但人们很少知道它们是如何影响环境——特别是水生生态系统的。为了回答这些问题, Eawag 的科学家正在这一领域与 Empa 的研究人员合作。据 Empa 和 Agroscope Reckenholz-Tänikon 研究站最近公布的一项研究 (Eawag 也参与其中) 显示, 虽然碳纳米管不直接对绿藻有毒, 但它们的确通过剥夺绿藻的阳光和空间而抑制其生长。



[www.empa.ch/plugin/template/empa/1256/113921/---/1=1](http://www.empa.ch/plugin/template/empa/1256/113921/---/1=1)

# 简讯

## 日程表

### 课程

2012年3月28–29日 洛桑联邦理工学院  
Introduction à l'écotoxicologie

2012年5月10–11日 Eawag Dübendorf  
Erfolgreiche Revitalisierung von Fließgewässern

2012年6月4–8日 Eawag Dübendorf  
环境系统分析博士暑期学校

2012年6月6日 Eawag Kastanienbaum  
Fachtagung Schadstoffe in Seesedimenten

### 有向导的参观

2012年12月8日 Eawag Dübendorf  
公众参观 Eawag Dübendorf (用德文讲解)

### 活动

2012年1月12日, Eawag Dübendorf  
Abwassereinleitungen in Gewässer bei Regenwetter –  
Erfahrungsaustausch und Diskussion nach vier Jahren  
STORM

2012年6月22日 苏黎世联邦理工学院  
Infotag 2012: Lebensraum Wasser – was er leistet, was er  
braucht

2012年6月28–29日 Eawag Dübendorf  
欧洲生态毒理学替代性测试战略网络大会

进一步信息: [www.eawag.ch/veransaltungen/index-EN](http://www.eawag.ch/veransaltungen/index-EN)

## ERC 资助的 ATHENE 项目启动

2011年10月, 由 Eawag 过程工程室的 Adriano Joss 和德国联邦水文研究所 (BfG) 的 Thomas Ternes 领导的 ATHENE 项目启动。该项目的目的是提高我们对废水生物处理过程中有机微污染物——如来自抗生素、止痛剂或杀菌剂——微生物降解的了解。确定降解途径和弄清酶反应, 将可以研发和试验用于废水生物处理的创新性的技术解决方案。该项目为期5年, 预算约为350万欧元。

## Eawag 出版物

Eawag 研究人员所有出版物 (包括文章摘要) 的一个数据库可在线获得:

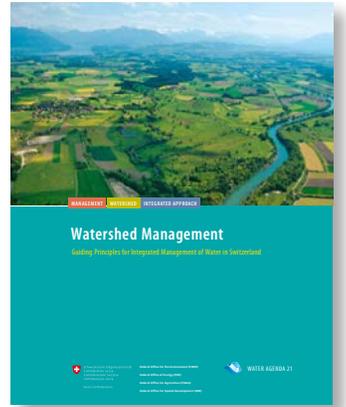
[www.lib4ri.ch/institutional-bibliography/eawag.html](http://www.lib4ri.ch/institutional-bibliography/eawag.html)

开放获取的出版物可以免费下载。如有任何疑问, 请联系: [info@lib4ri.ch](mailto:info@lib4ri.ch)

## 刚问世的出版物

“21世纪水议程” (瑞士水管理利益相关方网络) 以及联邦环境部、能源部、农业部和空间开发部, 刚刚出版了《流域管理——瑞士水综合管理指导原则》。这些原则旨在促进跨部门的现代水管理, 同时解决保护和资源利用利益问题。

<http://wa21.ch/index.php?page=303>



河流恢复项目究竟涉及什么? 需要考虑哪些要点?



对鱼类有什么好处以及渔业界发挥什么作用? 这些问题的答案可以在渔业咨询中心 (Fiber) 出版的一本新的小册子《河流恢复》(法文和德文) 上找到。该小册子提供了恢复措施理论和实践的有用的概述。

[www.fischereiberatung.ch/docs](http://www.fischereiberatung.ch/docs)

Eawag 在其网站上发布了关于各种热点问题的资料单页。最近新增的内容涉及水电与生态、水与能源以及雨水利用。

[www.eawag.ch/medien/publ/fb/index\\_EN](http://www.eawag.ch/medien/publ/fb/index_EN)

由 Eawag 出版的《以社区为主导的城市环境卫生指南》, 旨在促进发展中国家水管理基础设施的规划与实施。这些供决策者之用的指南包括7个规划步骤, 以浅显易懂的语言编写, 适合于非专家使用。所强调的关键性成功因素之一是, 所有利益相关方参与规划过程。

[www.eawag.ch/forschung/sandec/gruppen/sesp/clues](http://www.eawag.ch/forschung/sandec/gruppen/sesp/clues)

