

# Risk Habitat Megacity

具有风险的人类住区：特大城市

Nachhaltiges Management von

Wasserressourcen und Wasserdienstleistungen

- das Beispiel Santiago de Chile -

水资源及其服务产业的可持续管理  
以智利圣地亚哥为例

Helmholtz Forschungsinitiative 2007 – 2010

亥姆霍兹联合会研究计划 2007 - 2010

Dr. Helmut Lehn

ITAS – Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse

KIT – Karlsruher Institut für Technologie

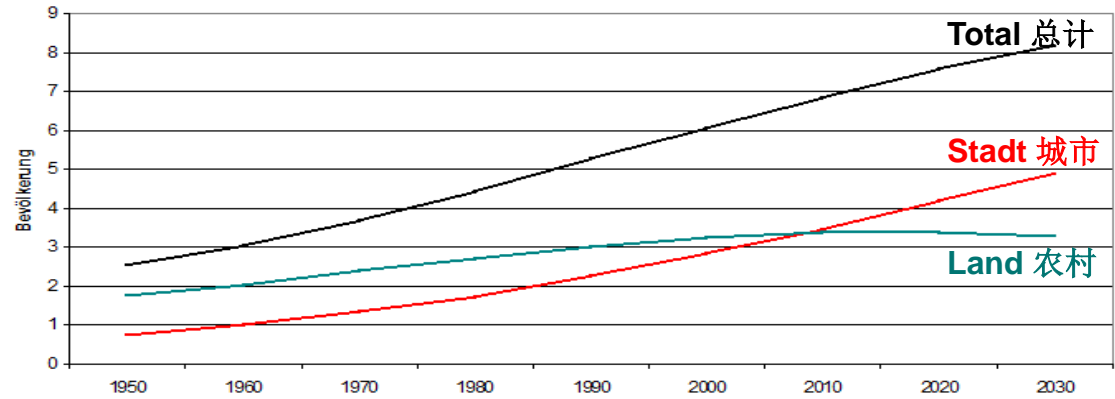
卡尔斯鲁厄技术研究院技术评估和系统分析部门

- **Urbanisierung 城市化**
- **Forschungsinitiative „Risk Habitat Megacity“**  
“特大城市：具有风险的人类住区” 研究计划
- **Anwendungsfeld: „Wasser - Ressourcen und Dienstleistungen“**  
应用领域： “水：资源和服务”

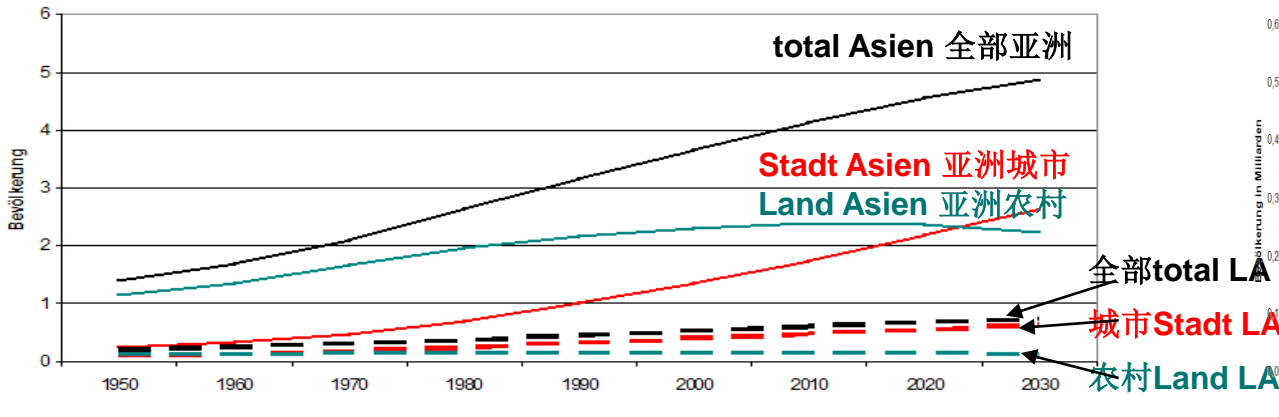
# Urbanisierung 城市化

- Urbanisierung - Phänomen des 21. Jahrhunderts  
城市化：二十一世纪的标志现象
- Hauptwachstum in Städten des "globalen Südens"  
主要增长在“全球南部”城市

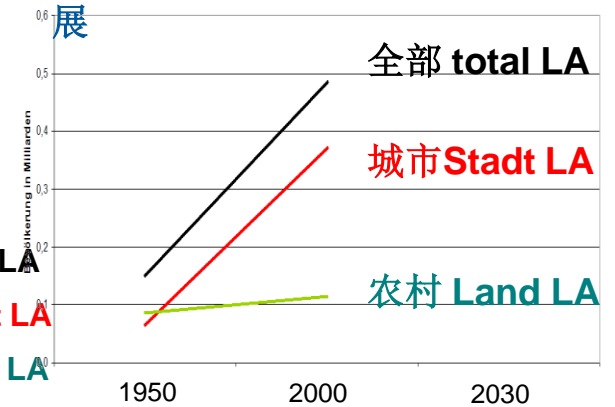
Entwicklung der Weltbevölkerung 1950 - 2030 (Mrd.)  
世界人口发展 1950-2030 (十亿)



Bevölkerungsentwicklung in Asien 1950 - 2030 (Mrd.)  
亚洲人口发展 1950-2030 (十亿)



Bevölkerungsentwicklung in Latein Amerika und der Karibik  
拉丁美洲和加勒比海地区的人口发展



# Stadt-Kategorien 城市类别

Entsprechend ihrer Einwohnerzahl 根据人口数量

Metropolis 大都会: > 1 Mio. Einwohner 人口一百万以上 (Santiago 圣地亚哥)

Megacity 特大城市: > 5, >8, >10 Mio. Einwohner 6 Mio. 六百万  
人口五百万、八百万、一千万以上

Metacity 未来城市: >20 Mio. Einwohner 人口两千万以上

Entsprechend ihrer Funktion 根据功能

Global city 全球化城市:

Wichtiger Knoten im globalen Wirtschaftsnetzwerk 全球经济网络中的重要节点

Tokyo (35.3 Mio.); New York (18.5 Mio.); London (7.6 Mio.); Frankfurt  
größeres Rhein-Main-Gebiet 法兰克福周边大莱茵-美茵区 (3.7 Mio.)

Primate city 首位城市:

20-50% der Staatsbevölkerung 占国家人口20-50% (Santiago: 38 %)

20-50% des BSP 占国民生产总值20-50% (Santiago: ~50 %)

# Forschungsinitiative „Risk Habitat Megacity“

“特大城市：具有风险的人类住区”  
研究计划

# Forschungsziel 研究目标

Das **übergeordnete Ziel** der Forschungsinitiative besteht darin, das Verständnis derjenigen komplexen urbanen Prozesse, Wechselwirkungen und Rückkopplungsmechanismen zu vertiefen, die Megacities zu einem Lebensraum sowohl für **Risiken** als auch für **Chancen** im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung machen.

某些城市化进程、相互作用和反馈机制使特大城市这种人类住区为实现可持续发展带来挑战和机遇，本研究计划旨在加深对这些复杂现象的理解。

Hierzu beabsichtigt die Initiative: 为此计划:

- ▶ **Nachhaltigkeitsziele für Megacities zu identifizieren;**  
确定特大城市可持续发展目标;
- ▶ **charakteristische Risiken**, ihre Triebkräfte und Folgen abzuschätzen;  
评估表征性风险及其驱动力和后果;
- ▶ **Strategien**, Prozeduren and Instrumente eines Risikomanagements zu entwickeln sowie **Lösungsansätze** zur Förderung einer nachhaltigen Entwicklung zu implementieren.

开发风险管理对策、程序和工具，实施可持续发展方案。

# Megacities – Risikolebensraum 特大城市-具有风险的人类住区

- Singuläre Katastrophen (Erdbeben, Sturm, Überflutung etc.) 罕有的灾害（地震、风暴、洪水等等）

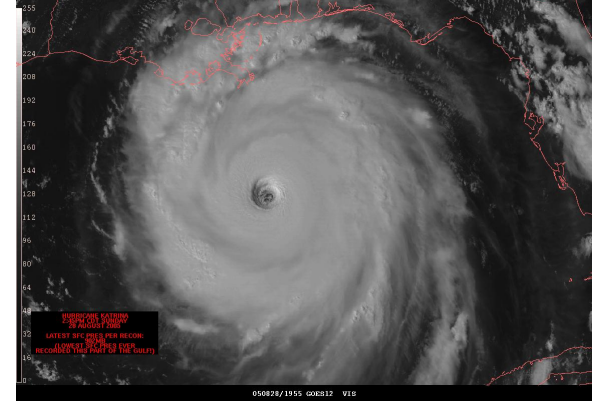
*Stadt als Opfer 城市作为受害者*

- Kritische, chronische langfristige Prozesse (Luftverschmutzung, Abfall-, Abwasserproduktion, soziale Exklusion etc.) 负面的长期进程（空气污染，废物废水排放，社会排斥等等）

*Stadt als Täter 城市作为罪犯*

- Globale Umweltveränderung (Klimawandel, Zunahme von Extremereignissen) 全球环境变化（气候变化，极端事件增加）

*Steigende Unsicherheit bei Risikovorhersage und -management - Stadt zugleich „Opfer“ und „Täter“ 提高风险预报和管理的不确定性 - 城市既是“受害者”也是“罪犯”*



**Megacities: Risiko für Nachhaltige Entwicklung ?**

**特大城市：可持续发展的风险？**

**¿Sostenibilidad en riesgo ?**

# Megacities – Chancenräume

## 特大城市 - 机会的空间



wirtschaftliche Dynamik und Produktivität  
经济活力和生产能力



Knoten im globalen Netzwerk  
全球网络中的结点



Human- und Sozialkapital  
人力和社会资本



Potenzial für kostengünstige und  
umweltfreundliche Infrastruktur  
潜在的低成本且环保的基础设施

*Megacities haben das Potential und die Ressourcen, um mit ihren Risiken fertig zu werden (UN Habitat 2007)*

特大城市具备潜力和资源，以应付它们所面临的风险（联合国人居署2007）



# Partner 合作伙伴

## Helmholtz-Zentren in Deutschland 德国亥姆霍兹联合会

- Deutsches Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR) 德国航空航天中心
- GeoForschungszentrum Potsdam (GFZ) 波茨坦地球科学研究中心
- Helmholtz Zentrum für Infektionsforschung (HZI) 亥姆霍兹传染研究中心
- Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ) – *Koordination* 亥姆霍兹环境研究中心 - 协调
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT) 卡尔斯鲁厄理工学院

## Partner in Latein Amerika 拉丁美洲合作伙伴

- Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Latein Amerika und die Karibik (ECLAC / CEPAL) 联合国拉丁美洲和加勒比经济委员会（拉加经委会/拉美经委会）
- Universidad de Chile (UCH) 智利大学
- Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) 智利天主教大学
- Universidad Alberto Hurtado (UAH) – *asoziiert* -> Risiko 阿尔贝托乌尔塔多大学- 风险
- Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (PUV) - *asoziiert* -> Abfall 瓦尔帕莱索天主教大学 - 废物
- Ingeniería Alemana S.A. (IASA) *asoziiert* -> Abfall, Wasser, Abwasser 德国分析工程有限公司协会（IASA）- 废物，水，废水

# Forschungskonzept 研究方案

Ziele 目标

Probleme 问题 Handlung 处理



**Nachhaltige  
Entwicklung**  
可持续发展

**Risiko 风险**

**Governance  
管理**

**Aggregation, Generalisation, Theoriebildung**  
聚集, 概括, 理论建设

Festlegung der Forschungsfragen 确定研究问题

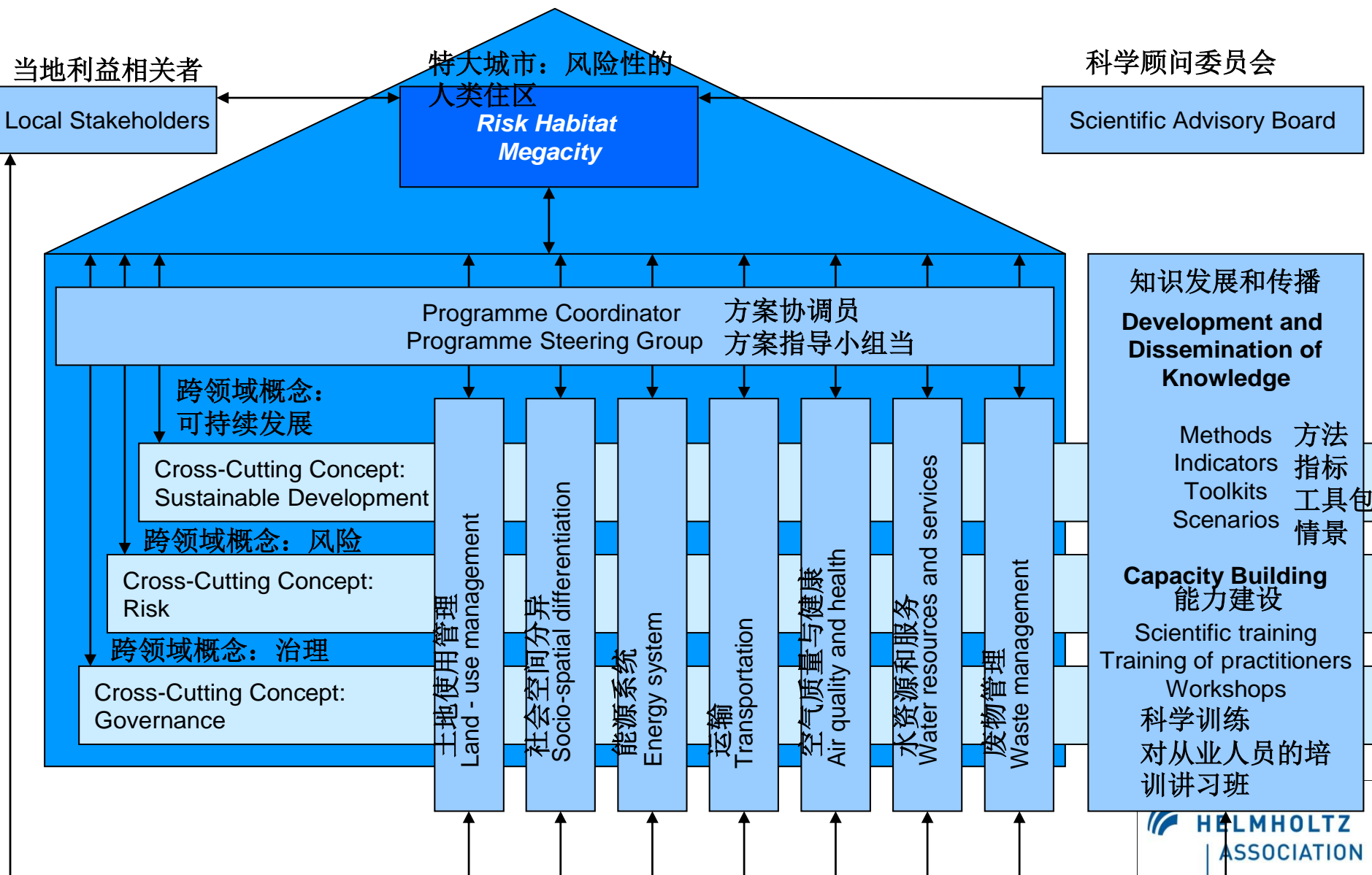
**Anwendungsorientierte Lösungen**  
应用性解决方案

**Anwendungsfelder 应用领域**

- **Landnutzungs Management** 土地使用管理
- **Transport 运输**
- **Sozialräumliche Differenzierung** 社会空间分异
- **Abfall 废物**
- **Luftqualität und Gesundheit** 空气质量与健康
- **Energiesysteme 能源系统**
- **Wasser – Ressourcen und Dienstleistungen** 水 - 资源和服务

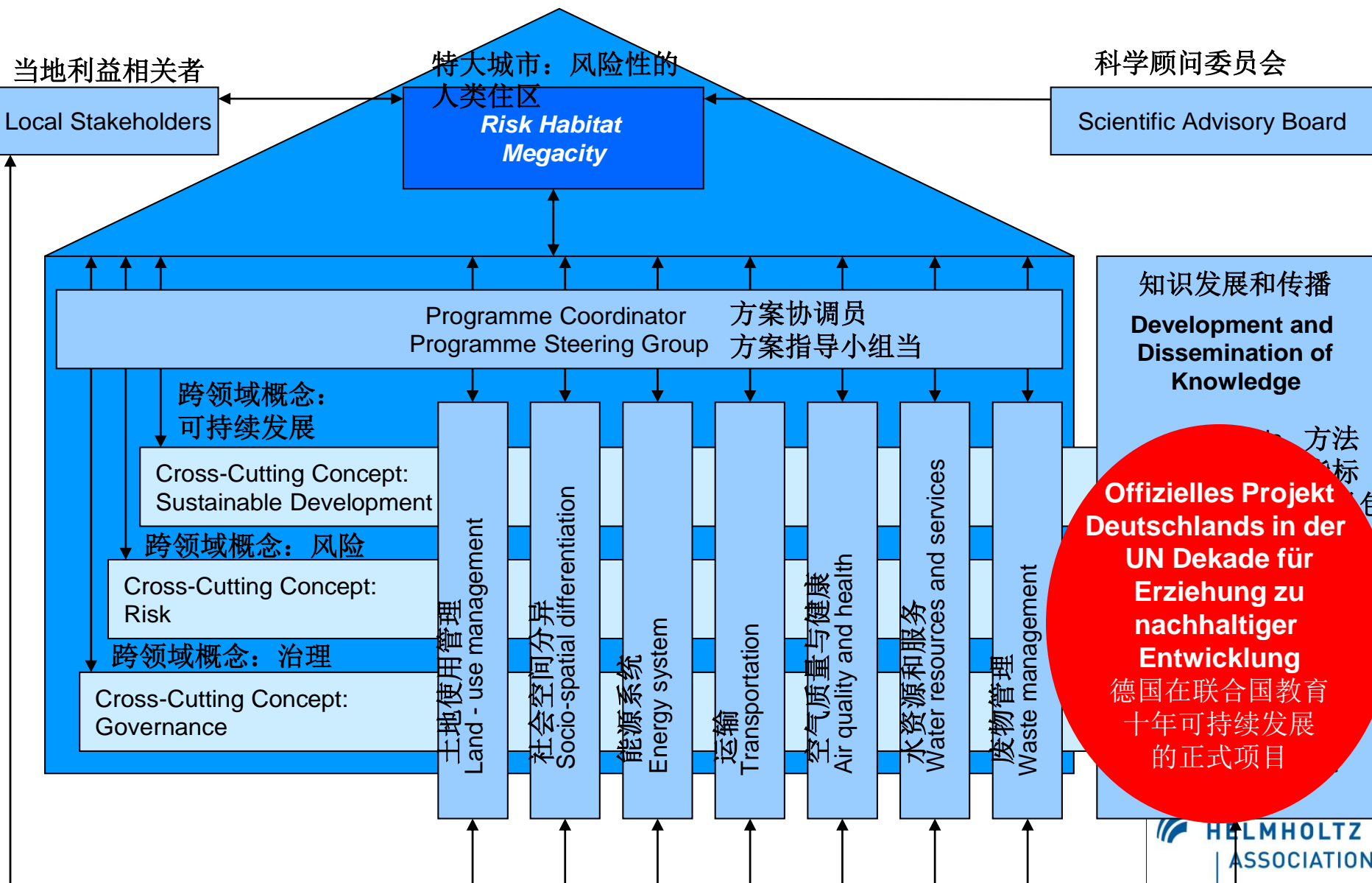
# Risk Habitat Megacity

## 特大城市：具有风险的人类住区



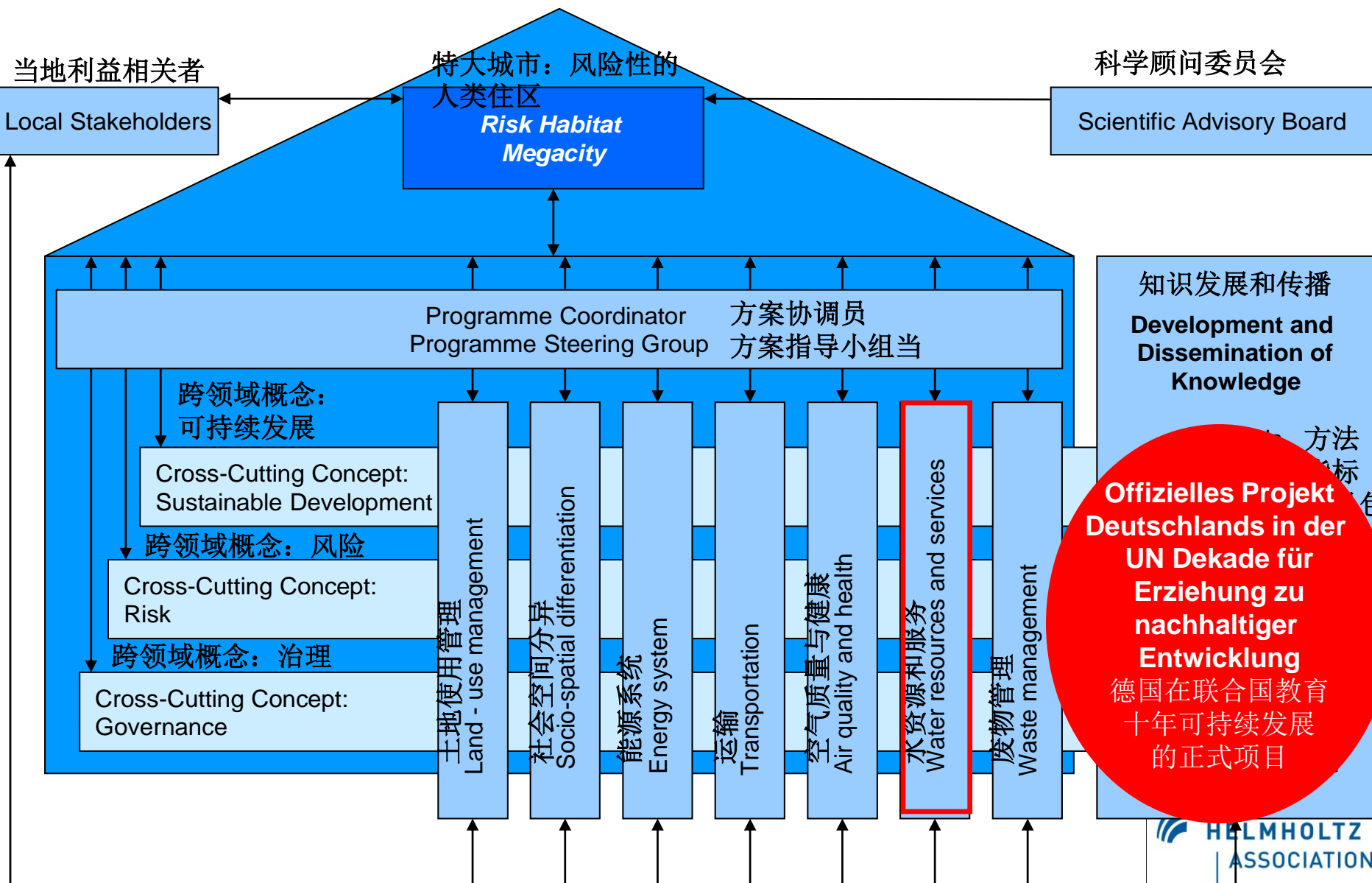
# Risk Habitat Megacity

## 特大城市：具有风险的人类住区



# Risk Habitat Megacity

## 特大城市：具有风险的人类住区



# Wasser – Ressourcen und Dienstleistungen 水 - 资源和服务



Foto: H.Lehn

**Natürliche und künstliche Wasserläufe**  
天然和人工水道



Foto: H.Lehn

**Wasserversorgung**  
供水

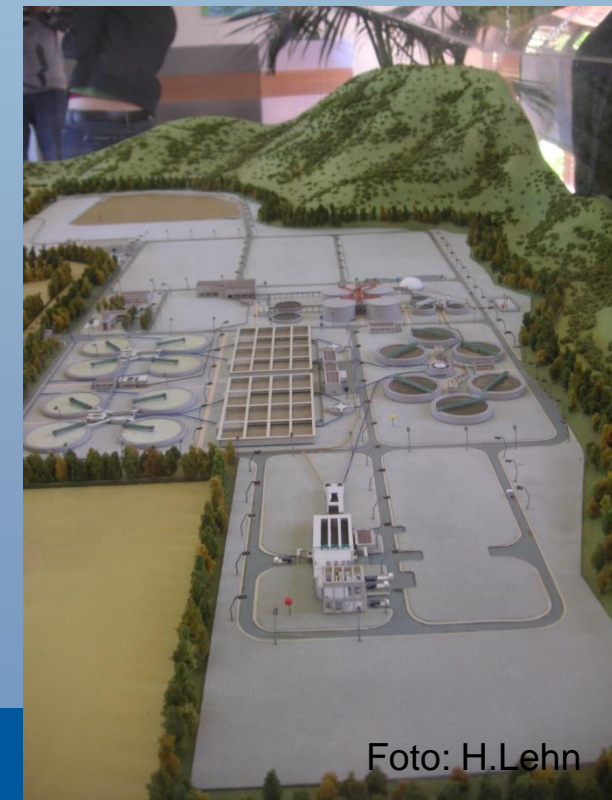


Foto: H.Lehn

**Abwasserbehandlung**  
废水处理





Nachhaltige  
Entwicklung  
可持续发展

Business as usual  
常态

Nachhaltigkeit  
可持续性





**Kriterien**

标准



**Indikatoren**

指标



*Nachhaltigkeit*  
可持续性

*nachhaltige*  
**Entwicklung**  
可持续的发展

# Vorgeschlagene Wasserindikatoren – Überblick

## 建议水指标 - 概述

### Dimensionen 规模

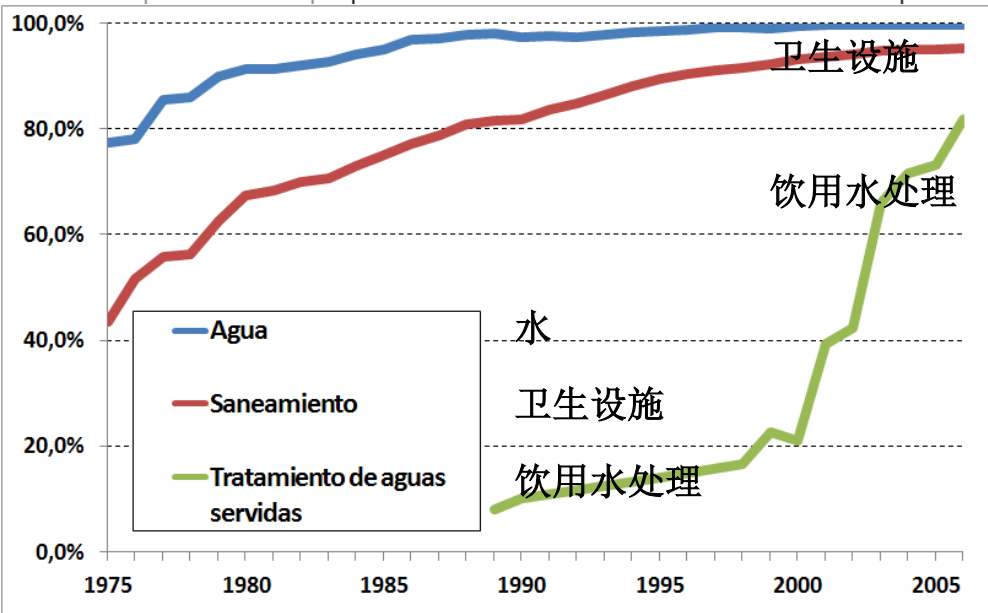
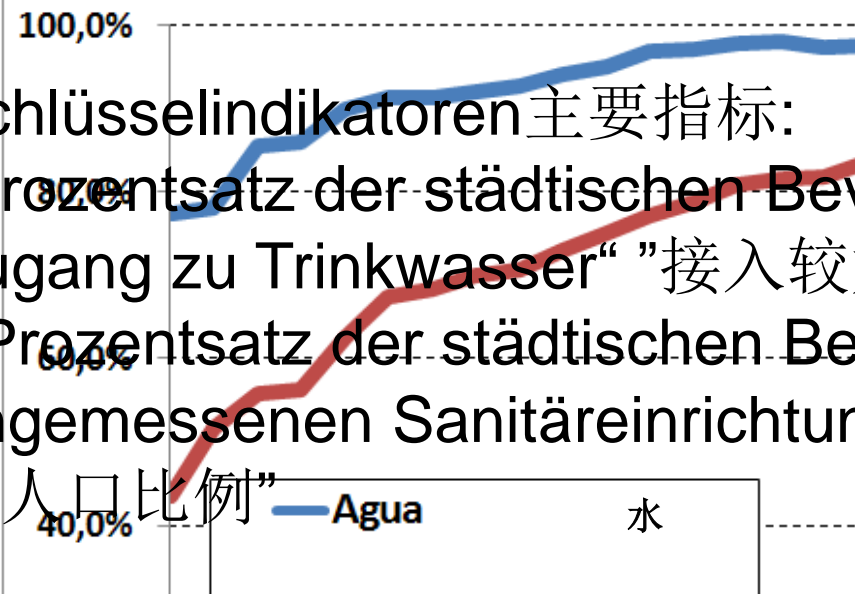
- Menschliches Leben (5) 人类生命
- Natürliche Ressourcen (17) 自然资源
- Soziale und kulturelle Ressourcen (12)  
社会和文化资源
- Sicherstellung des gesellschaftlichen  
Produktivpotenzials (10) 社会生产潜力保障
- Chancengleichheit (7) 机会平等
- Governance (10) 管理
- Globale Verantwortung (3) 全球责任

# Wasserdienstleistungen 水服务

Schlüsselindikatoren 主要指标:

„Prozentsatz der städtischen Bevölkerung mit verbessertem Zugang zu Trinkwasser“ ”接入较好饮用水的城市人口比例“

„Prozentsatz der städtischen Bevölkerung mit Zugang zu angemessenen Sanitäreinrichtungen“ ”拥有良好卫生设施的城市人口比例“



- |                                                            |                                                          |                                            |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| <span style="color: green;">■</span> AGUAS ANDINAS         | <span style="color: darkgreen;">■</span> AGUAS MANQUEHUE | <span style="color: purple;">■</span> ESSA |
| <span style="color: yellow;">■</span> SMAPA                | <span style="color: green;">■</span> AGUAS CORDILLERA    |                                            |
| <span style="color: black;">■</span> AGUAS SANTIAGO        | <span style="color: lightblue;">■</span> SEPRSA          |                                            |
| <span style="color: magenta;">■</span> AGUAS LOS DOMINICOS | <span style="color: olive;">■</span> AGUAS DE LAS LILAS  |                                            |

Vogdt 2008

# Wasserdienstleistungen – Abwasserbehandlung

## 水服务 - 污水处理



La Farfana  
3 mio. Einwohner  
三百万居民  
(Quelle: Aguas Andinas)



El Trebal  
1,5 mio. Einwohner  
150万居民  
(Quelle: Aguas Andinas)

Parameter 参数	Reinigungsgrad 净化度
TSS	74%
BSB5	96%
Stickst. (ges.) 氮 (总计)	ca. 20%
Phosphor (ges.) 磷 (总计)	ca. 20%

Vogdt 2008

Mischwasserkanalisation in älteren Stadtgebieten:  
Santiago Zentrum, Providencia,...

老城区的混合下水网道：圣地亚哥中心，普罗维登， ...

~ 1.000 km (11% des gesamten Kanalnetzes)

~ 1000公里（整个下水道系统的11%）

Rest: Ableitung über Straßen

剩余：道路排水

# Niederschlagswassermanagement 雨水管理



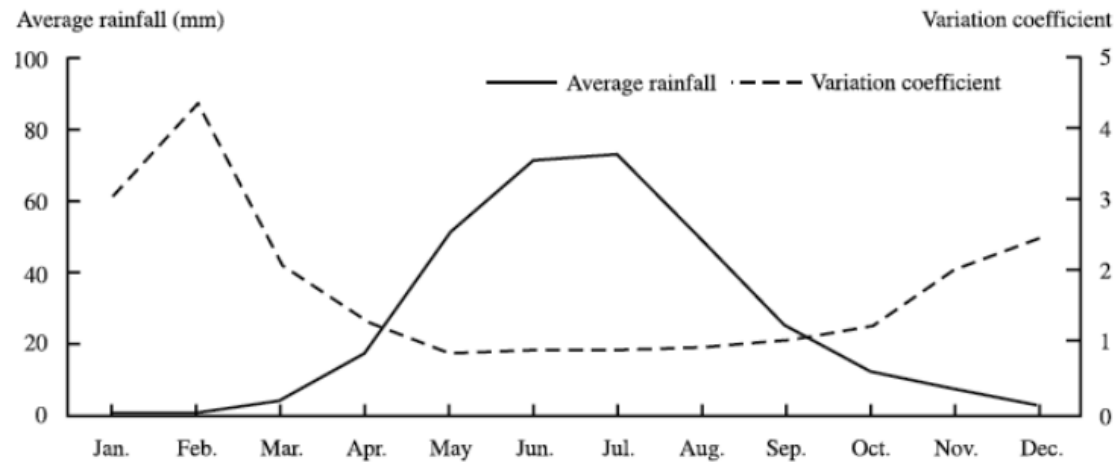
Überflutung Gran Avenida Paradero 41, 28 Juni 2009;  
2009年6月28日Gran Avenida Paradero 41 洪水

Quelle: La Tercera, 29. Juni 2009

# Wasserressourcen 水资源

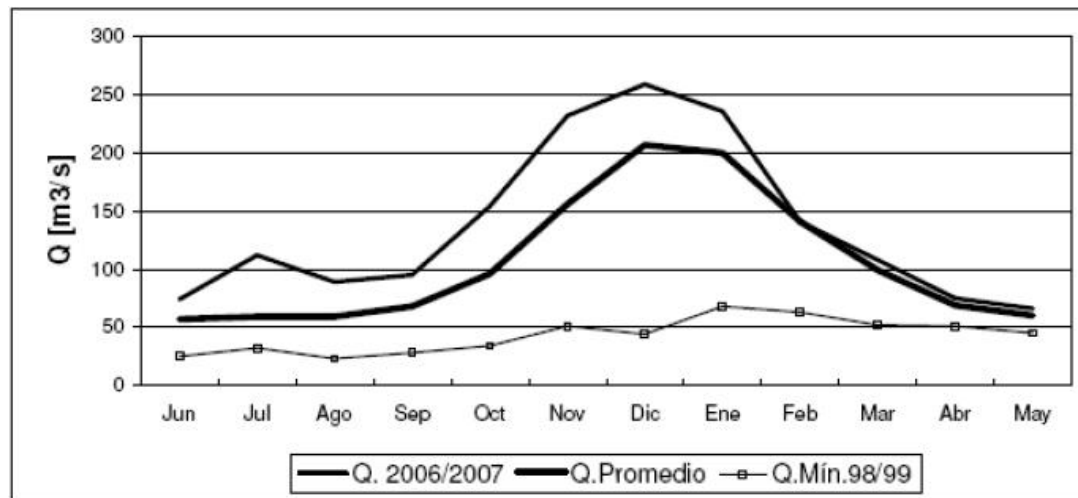
## Schlüsselindikator: Verhältnis zw. Dargebot und Nachfrage

### 关键指标: 供需关系



**Niederschlagsstatistik für Santiago, 1950-1998 (Bartosch, 2007)**

**圣地亚哥降水统计, 1950至1998年**



**Abfluss des Rio Maipo bei El Manzano (DGA 2007)**

**El Manzano Rio Maipo的径流量**

# Wasserressourcen 水资源

Schlüsselindikator: Verhältnis zw. Dargebot und Nachfrage

关键指标: 供需关系





# Wasserressourcen 水资源

Schlüsselindikator: Verhältnis zw. Dargebot und Nachfrage

关键指标: 供需关系



# Wasserressourcen 水资源

Schlüsselindikator: Verhältnis zw. Dargebot und Nachfrage

关键指标: 供需关系



Nutzung 使用	1993 km <sup>3</sup> /a	2017 km <sup>3</sup> /a
Landwirtsch. 农业	3,39	3,79
Trinkwasser 饮用水	0,47	0,8
Industrie 工业	0,23	0,58
Bergbau 采矿业	0,01	0,01
<b>Total 总计:</b>	<b>4,1</b>	<b>5,18</b>

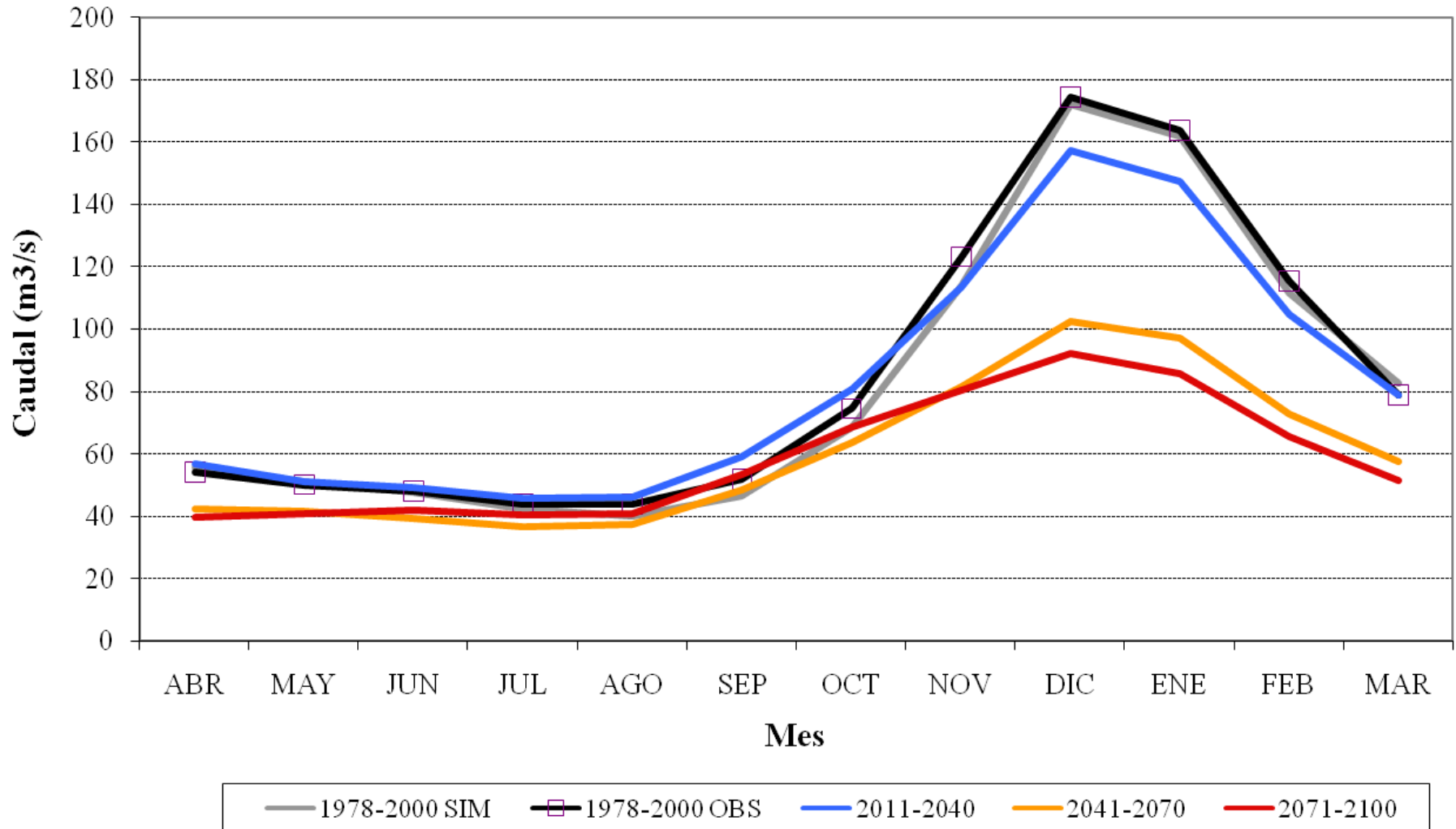
Source: Bartosch 2007

Normaljahr 正常年份	4,6
Nassjahr 湿润年份	6,3 – 7,3
Trockenjahr 干旱年份	2,8 – 3,2

# Modellierung des Klimawandels 气候变化模型

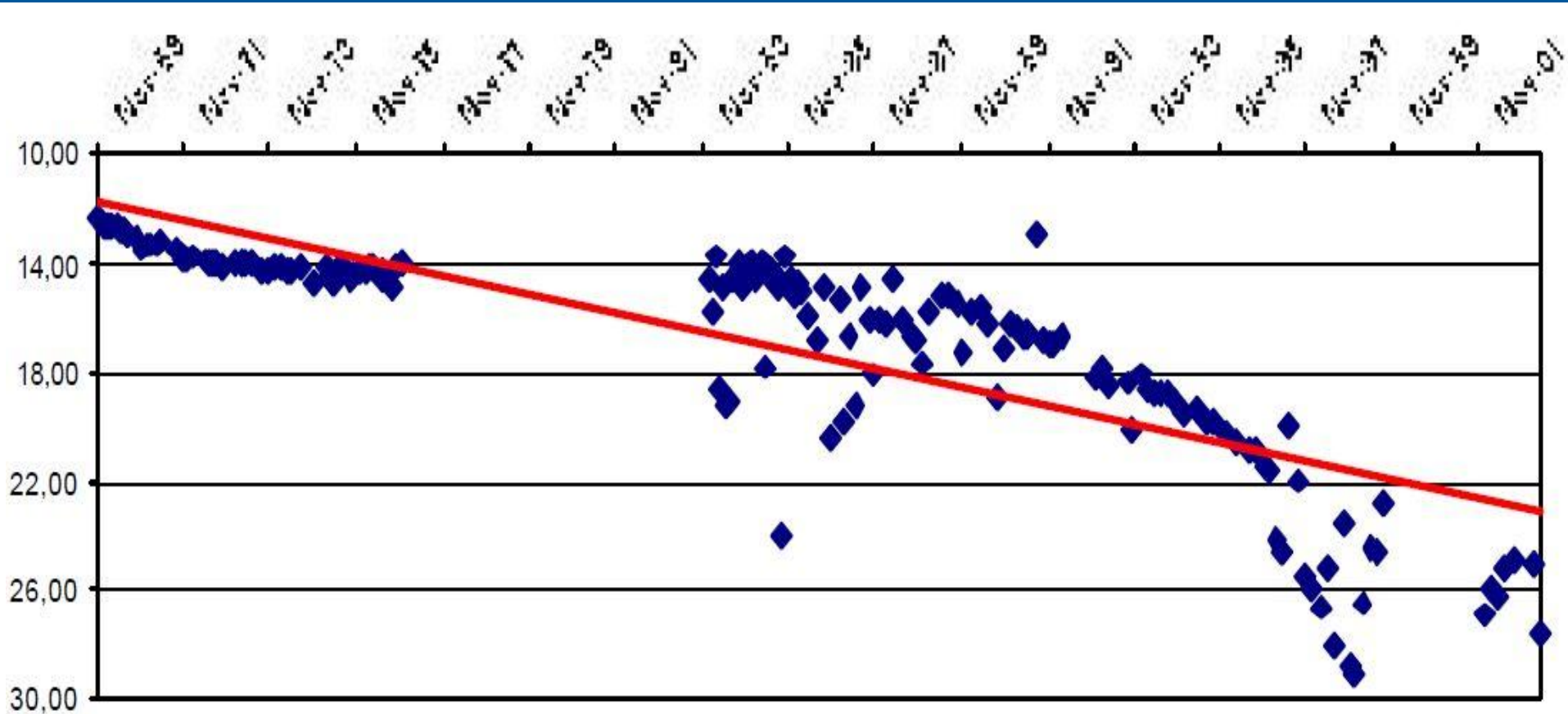
## Einfluss auf den Abfluss des Rio Maipo (San Alfonso)

### 对Rio Maipo (San Alfonso)径流影响



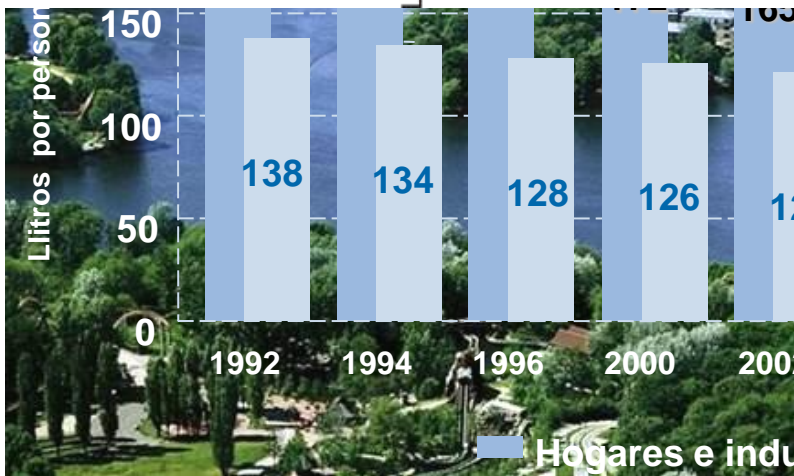
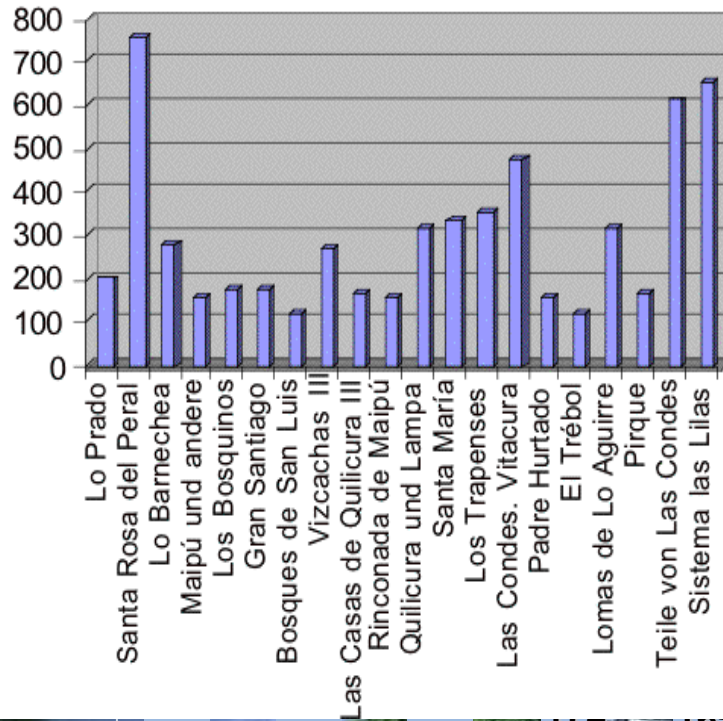
Quelle: Meza, 2009

# Grundwasserspiegel im Sektor Santiago Central 1971-2001 (Station Consejo Nacional de Menores) 圣地亚哥市中心地下水位 1971-2001 (Consejo Nacional de Menores站)



# Wassernutzung - Berlin und Santiago de Chile

## 水的使用 - 柏林和智利圣地亚哥



# Schlussfolgerungen 总结

- Den Wasserdienstleistungen in Santiago kann eine gute Nachhaltigkeitsperformance bestätigt werden.  
圣地亚哥供水服务被证明是一个很好的可持续发展的表现。  
Ausnahme: das Management des Niederschlagswassers 例外: 雨水管理
- Die Nachhaltigkeitsperformance bzgl. des Grund- und Oberflächenwasser-managements kann erheblich verbessert werden.  
地下水和地表水可持续管理有大幅改善的潜力。
- Um das Wasser länger im Einzugsgebiet halten zu können, wären die Möglichkeiten eines langsameren Abflusses der Hauptflüsse abzuschätzen ► weniger Überflutungen, weniger Trockenheit.  
为了将水保留在流域, 有可能减缓主河道径流 ►减少洪水和干旱。
- Das Bewusstsein für Wassersparmaßnahmen ist in allen Sektoren zu schärfen: Landwirtschaft, Haushalte, Wirtschaft.  
提高实施节约用水措施意识: 农业, 居民, 经济生产。
- Um die konkurrierenden ökologischen und ökonomischen Aspekte einer nachhaltigen Entwicklung in der Metropolregion von Santiago besser integrieren zu können, sollten die Auswirkungen von Wasser bezogenen Freizeitaktivitäten und Tourismusköglichkeiten in Stadtnähe abgeschätzt werden.  
为了在圣地亚哥城市可持续发展过程中更好的融合原本互相竞争的生态和经济两方面, 应对相关休闲活动和旅游业对水产生的影响进行评估。

# Mögliche Maßnahmen 可采取的措施

## **Reduzierung der Abflussgeschwindigkeit – Erhöhung der Verweildauer im Einzugsgebiet** 降低流水速度-提高水流在流域内停留时间

- Dammbau 建立水坝
- Aufforstung 重新造林
- Grundwasseranreicherung 提高地下水量

## **Erschließung neuer Wasserressourcen** 寻找新的水资源

- Regenwassernutzung 利用雨水
- Fernwassertransport 调水
- Steigerung des Anteils von virtuellem Wasser 提高潜在水源的比例
- Abwasser als Ressource verstehen und nutzen 废水作为资源理解并利用

## **Steigerung der Wassereffizienz** 提高水效率

- Landwirtschaft: mehr Ertrag pro m<sup>3</sup> Wassereinsatz 农业：提高每单位用水的产出
- Industrie: mehr Kreislauf- und Kaskadennutzung 工业：提倡循环和阶梯利用
- Haushalte: Wassersparmaßnahmen und Mehrfachnutzung: 居民：节水和多次利用  
z.B. Trinkwasser -> Grauwasser -> Gartenbewässerung 如：饮用水-> 中水-> 花园灌溉

## **Steigerung der Wassersuffizienz** 提高供水量

- Propagierung der 80 l/d Person 宣传每人每天用水80升

## **Capacity development** 能力建设



Gefördert vom Impuls- und  
Vernetzungsfonds der  
Helmholtz Gemeinschaft

由亥姆霍兹联合会创新和协  
作基金资助

**Vielen Dank!**

**谢谢!**

[www.risk-habitat-megacity.ufz.de](http://www.risk-habitat-megacity.ufz.de)

[helmut.lehn@kit.edu](mailto:helmut.lehn@kit.edu)