

合作伙伴
德国

DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT



Abwasser nutzen – Gewässer schützen

Bilanz und Chancen
der chinesisch-deutschen
Finanziellen Zusammenarbeit

污水利用 — 水域保护

中德财政合作的成果与机会

Impressum

版本说明

Herausgeber 发行人

Ministry of Finance of the People's Republic of China
Finance Department
No. 3 Sanlihe Nansanxiang, Xicheng District
Beijing 100820
People's Republic of China

中华人民共和国财政部金融司
北京市西城区三里河南三巷3号
邮编: 100820

Mitherausgeber 发行人

KfW

www.kfw-entwicklungsbank.de

Redaktion 编辑

Diana Nenz, Tobias Reinhardt, Janine Uhlmannsiek,
Kristian Wilkening, Alexander Carius (adelphi)



adelphi

www.adelphi.de

Gestaltung 版面设计

Steffen Kalauch

Stand 版本

Dezember 2013

2013年12月

Anmerkung der Redaktion:

Die chinesische Übersetzung entspricht inhaltlich dem deutschen Text,
kann aber an wenigen Stellen im sprachlichen Umfang von diesem abweichen

编辑注明: 中文译稿内容与德文原稿相符, 但有些段落有所增减。

printed on 100 % recycled paper 采用100%回收纸张印刷

Abwasser nutzen – Gewässer schützen

Bilanz und Chancen
der chinesisch-deutschen
Finanziellen Zusammenarbeit

污水利用 — 水域保护

中德财政合作的成果与机会

Inhalt 目录



- 06 **Finanzielle Zusammenarbeit als Brücke zwischen China und Deutschland**
Cheng Zhijun | MOF
财政合作架起德中友谊桥梁
程智军 | 中国财政部金融司

- 08 **Für die Fortsetzung einer vertrauensvollen Zusammenarbeit**
Dr. Christine Heimburger | KFW
为延续信任合作之目的
C. Heimburger 博士 | 德国复兴信贷银行

- 12 **Chinas Wasserprobleme**
Prof. Dai Xiaohu | Tongji University
中国的水问题
戴晓虎教授 | 同济大学

- 19 **Potential für gemeinsame Innovationen**
Prof. Dr.-Ing. Martin Wagner, Dr.-Ing. Susanne Bieker
Technische Universität Darmstadt
联合创新的潜力
达姆斯塔特工业大学 M. Wagner 教授(工学博士)
和 S. Bieker 工学博士

- 24 **Herausforderungen gemeinsam angehen**
Jens Bessai | KFW
共同迎接挑战
J. Bessai | 德国复兴信贷银行

- 28 **Water Scarcity and Urbanisation in China – Challenges and Possible Solutions**
Wasserkonferenz Peking 2012
水的稀缺性与中国的城市化 — 挑战与可能的解决方案
2012年北京水资源会议



33 **Abwasserentsorgung in Qamdo**
昌都污水处理项目

37 **Abwasserentsorgung in Jiaxing**
嘉兴污水处理项目

41 **Abwasserentsorgung in Kaxgar**
喀什污水处理项目

45 **Abwasserentsorgung in Kaili**
凯里污水处理项目

49 **Abwasserentsorgung in Tonghua**
通化污水处理项目

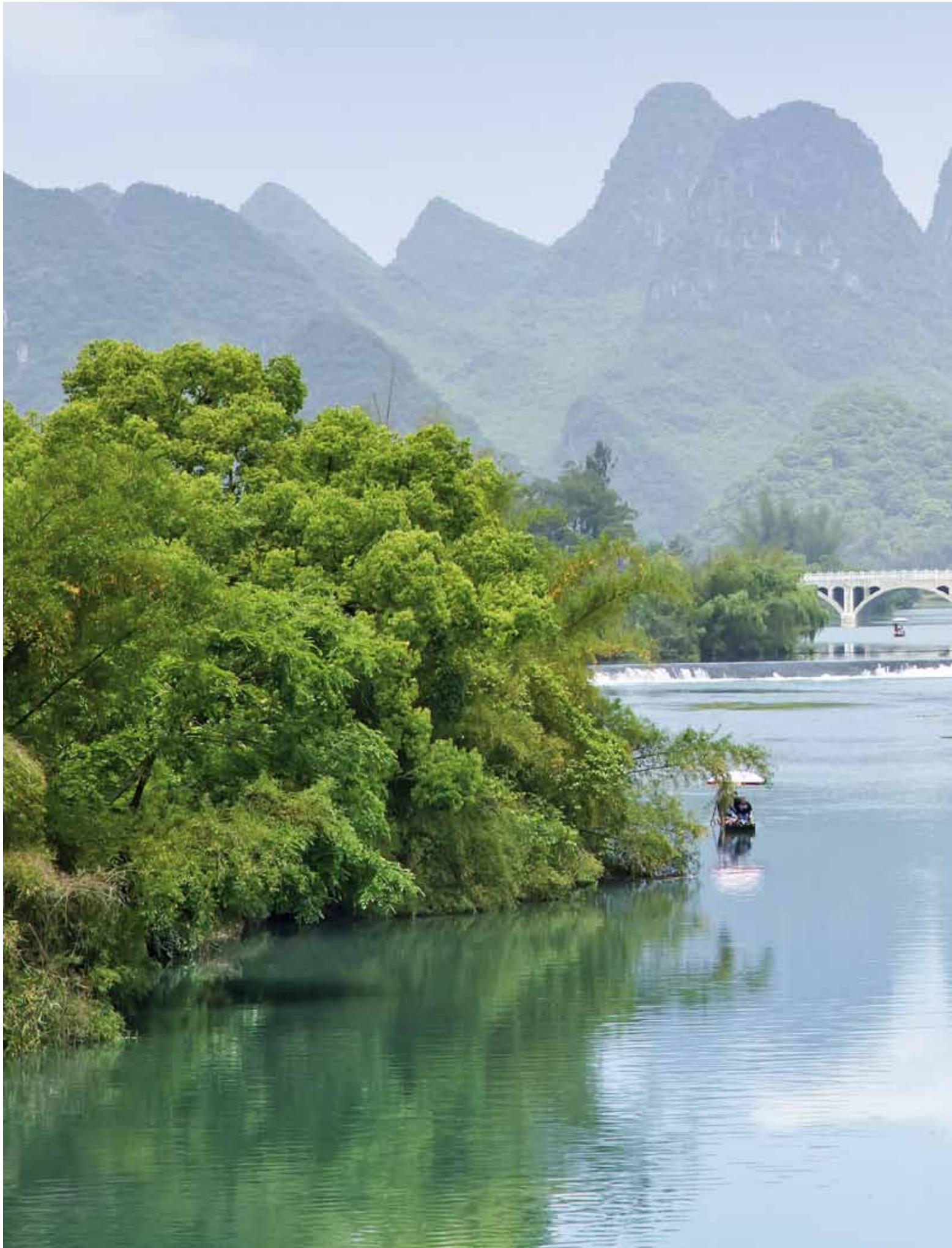
53 **Ausbau und Erweiterung der Kläranlage Liuwei in Yangzhou**
扬州六圩污水处理厂的扩建和增容

57 **Ausbau und Erweiterung der Kläranlage Taoziwan in Yantai**
烟台套子湾污水处理厂的扩建和增容

62 **Schlusswort**
结束语

66 **Literaturverzeichnis**
参考文献

67 **Glossar**
术语



06 **Finanzielle Zusammenarbeit als Brücke
zwischen China und Deutschland**

Cheng Zhijun | MOF

财政合作架起德中友谊桥梁

程智军 | 中国财政部金融司

08 **Für die Fortsetzung einer
vertrauensvollen Zusammenarbeit**

Dr. Christine Heimburger | KFW

为延续信任合作之目的

C. Heimburger 博士 | 德国复兴信贷银行



Finanzielle Zusammenarbeit als Brücke zwischen China und Deutschland

财政合作架起德中友谊桥梁



CHENG ZHIJUN

Ministry of Finance of the
People's Republic of China,
Abteilung für staatliche Kredite
程智军 | 中国财政部金融司

Seit rund einem Vierteljahrhundert besteht zwischen Deutschland und China eine Finanzielle Zusammenarbeit. In dieser Zeit haben wir eine Reihe gemeinsamer Projekte realisiert, um Chinas Wasserressourcen zu sichern. Wir erzielten positive Ergebnisse, machten wertvolle Erfahrungen und gewannen wichtige Erkenntnisse. All dies wollen wir in der vorliegenden Broschüre zusammenfassen und weitergeben. Alle Projekte, die wir im Rahmen dieser Zusammenarbeit verwirklichte, verbesserten die Umweltsituation vor Ort. Durch sie gelang es, Wasserressourcen effektiv zu schützen und nachhaltig zu nutzen. Darüber hinaus trugen sie dazu bei, die wirtschaftliche und soziale Entwicklung in einzelnen Regionen voranzutreiben. Beide Länder profitierten von dieser Zusammenarbeit. China erhielt auf diese Weise international fortschrittliche Technologien, etwa in der Abwasser- und Schlammaufbereitung. Zugleich kamen Erfahrungen und Konzepte in unser Land, um unsere Wasserressourcen effektiv zu schützen und nachhaltig zu nutzen. Deutschland wiederum konnte den Export von Technologie, Ausstattung und Dienstleistungen nach China erhöhen. Deutsche Unternehmen und Beratungsinstitutionen erschlossen in diesem wichtigen Bereich den chinesischen Markt.

中德财政合作在水资源保护和利用领域取得了积极的成效，应当认真总结获得的宝贵经验和深刻体会。自上世纪 90 年代初至今，我们先后实施了一批水资源保护和利用项目。项目的成功实施，改善了当地环境状况，促进了水资源的保护和有效利用，为项目区的经济社会可持续发展起到了积极作用。互惠互利的合作也增加了德国对华技术、设备和服务的出口，促进了德国企业和咨询机构开拓中国市场。以财政合作为桥梁和纽带，两国政府、企业和民众间的友谊得到了巩固和发展。我谨代表财政部金融司，向德国政府、德国驻华使馆、德国复兴信贷银行、相关专家和工作人员长期以来为促进中国水资源保护和利用做出的贡献表示感谢！

Vor allem aber festigte die Kooperation die Freundschaft zwischen den Regierungen, zwischen Unternehmen und Bürgern. Sie schuf eine Brücke, die unsere Länder – mehr als nur in ökonomischer Hinsicht – verbindet. Als Repräsentant der Kreditabteilung des Finanzministeriums danke ich der deutschen Regierung, der deutschen Vertretung in China, der KfW und allen beteiligten Experten und Mitarbeitern für ihre langjährigen Beiträge, um den Schutz und die nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen in China zu fördern.

合作项目的顺利开展，有效地弥补了国内建设资金不足，引进了国际先进的污水、污泥处理等方面的技术和设备，引入了先进的水资源保护和利用管理经验和理念，增加了合作的知识含量。在成功举办研讨会的基础上，将有关专家们的观点、经验和建议整理汇编成册，供各有关单位参考借鉴，有助于促进交流，促进分享，更好地发挥外资项目的引领示范作用。

Mit der Broschüre blicken wir auf die – inzwischen abgeschlossenen – Projekte zurück. Dank der Erfahrungen, die wir daraus gewonnen haben, werden wir künftig noch besser voranschreiten können. Angesichts der rasanten Urbanisierung Chinas ist es für uns von höchster Bedeutung, unsere Wasserressourcen wirksam zu schützen und nachhaltig zu nutzen, um sie so dauerhaft zu sichern. Ich glaube, dass die finanzielle Zusammenarbeit zwischen Deutschland und China auch in Zukunft wesentlich dazu beitragen wird, dieses Ziel zu erreichen.

总结过去是为了更好的前行。当前和今后一个时期，加强水资源的保护和利用对于中国加快城镇化建设步伐、提供可持续发展的环境资源保障具有十分重要的意义。我相信，通过认真总结以往的成功经验，结合新的发展阶段的实际要求，中德财政合作未来可以在水资源保护和利用方面不断取得更加丰硕的成果。

Für die Fortsetzung einer vertrauensvollen Zusammenarbeit 为延续信任合作之目的



DR. CHRISTINE HEIMBURGER

KfW, Abteilungsleiterin

für Ostasien/Pazifik

C. Heimbürger 博士 | 德国复兴信贷银行,
远东及亚太地区负责人

China ist in vielfältiger Weise ein wichtiger Partner Deutschlands. Die chinesisch-deutsche finanzielle Zusammenarbeit trägt seit über 25 Jahren zur Stärkung dieser Beziehungen bei. Ein Schwerpunkt ist dabei die Kooperation im Wassersektor, die in den vergangenen Jahren die chinesischen Partner dabei unterstützt hat, zahlreiche zeitgemäße Kläranlagen zu errichten und ordnungsgemäß zu betreiben. Die Umsetzung von Infrastrukturprojekten im Rahmen der finanziellen Zusammenarbeit ist stets durch einen intensiven Erfahrungsaustausch begleitet. Hierzu zählt auch das chinesisch-deutsche Dialogforum zu „Water Scarcity and Urbanisation in China – Challenges and Possible Solutions“, das im März 2012 in Peking stattfand. Experten und Vertreter hochrangiger Institutionen aus beiden Ländern diskutierten die Herausforderungen und Erfolge im Wassersektor. Ein besonderer Schwerpunkt lag dabei auf den Bereichen Wassertechnologie und Wasserressourcenmanagement.

中国已在许多领域成为了德国的合作伙伴。超过 25 年的发展历程证实，中德财政合作有助于增强双边关系。合作的重点是在水资源领域内合作设立众多符合时代要求的污水处理厂并按规章运营。过去几年，中方合作伙伴给予了大力支持。财政合作框架内基础设施项目的实施始终伴随着广泛的经验交流。2012 年 3 月在北京举办的中德对话论坛“水的稀缺性与中国的城市化 — 挑战与可能的解决方案”即属于此列交流活动。来自两国较高级别机构的专家和代表们已就水资源领域的挑战和成就进行了探讨。论坛的关键点在于水技术和水资源管理两方面。

Veranstaltungen wie auch dieses Dialogforum, die wir in der Zusammenarbeit mit unseren chinesischen Partnern jährlich zu aktuellen Themen von gemeinsamem Interesse durchführen, sind wichtiger Teil des Förder- und Entwicklungsauftrages der KfW. Sie ergänzen die Finanzierungs- und Beratungsaufgaben unseres Hauses. Mit der nun vorliegenden gemeinsamen Veröffentlichung werden ausgewählte Projekte vorgestellt und bestehende Herausforderungen und Lösungen diskutiert. Es wird darin deutlich, dass ein nachhaltiges Wasserressourcenmanagement und der Einsatz moderner Technologien bei der Aufbereitung der Wasserressourcen eine wichtige Voraussetzung für eine nachhaltige Entwicklung in China ist. Die kontinuierlich zunehmenden Herausforderungen verlangen immer anspruchsvollere Lösungen, um den Bedürfnissen zukünftiger Generationen gerecht zu werden. Sie stellen aber auch gleichzeitig Zukunftsbereiche für unsere gemeinsame Zusammenarbeit dar.

我们与中方合作伙伴每年均会就共同感兴趣的现实话题展开对话论坛，诸如此类的相关活动构成了德国复兴信贷银行促进与发展项目的重要组成部分。同时也是我们合作框架内资助与咨询任务的补充。本出版物的联合出版旨在对所选项目进行介绍并对既有的挑战和解决方案展开探讨。其中有一点非常明确，即可持续的水资源管理以及在水资源净化处理时采用现代技术构成了中国可持续发展的一个重要前提条件。随着挑战的持续增多，为了满足未来几代人的需要，已对各种解决方案提出了越来越高的要求。这同时也指明了双方共同合作的未来领域。

Als Vertreterin der KfW möchte ich allen Partnern für die erfolgreiche Umsetzung unserer gemeinsamen Projekte danken und freue mich auf eine Fortsetzung unserer vertrauensvollen Zusammenarbeit.

作为德国复兴信贷银行的代表，我想对成功实施联合项目的所有合作伙伴表示衷心的感谢，并对信任合作的延续充满期望。



- 
- 12 **Chinas Wasserprobleme**
Prof. Dai Xiaohu | Tongji University
中国的水问题
戴晓虎教授 | 同济大学
- 19 **Potential für gemeinsame Innovationen**
Prof. Dr.-Ing. Martin Wagner, Dr.-Ing. Susanne Bieker
Technische Universität Darmstadt
联合创新的潜力
达姆斯塔特工业大学 M. Wagner 教授(工学博士)
和 S. Bieker 工学博士
- 24 **Herausforderungen gemeinsam angehen**
Jens Bessai | KFW
共同迎接挑战
J. Bessai | 德国复兴信贷银行
- 28 **Water Scarcity and Urbanisation in China – Challenges and Possible Solutions**
Wasserkonferenz Peking 2012
水的稀缺性与中国的城市化 — 挑战与可能的解决方案
2012年北京水资源会议

PROF. DAI XIAOHU

戴晓虎教授

Chinas Wasserprobleme

Ursachen, Herausforderungen, Lösungen

中国的水问题

原因、挑战、解决方案

Chinas rasante wirtschaftliche Entwicklung und Urbanisierung stellt die Wasserversorgung vor große Herausforderungen. In den letzten Jahren wurden Wasserknappheit und Gewässerverschmutzung zunehmend zu schwerwiegendsten Umweltproblemen. Sie behindern inzwischen die wirtschaftliche Entwicklung des Landes sowie die Verbesserung des Lebensstandards der Bevölkerung. Im Folgenden wird die aktuelle Situation der Wasserkrise in China beschrieben. Dabei werden auch die relevanten Verwaltungsregelungen und politischen Maßnahmen vorgestellt und analysiert.

中国经济的快速增长以及城镇化的高速推进，使得水的供给和水污染控制面临极大的挑战。近年来，水资源的紧缺和水域污染已日渐成为最严峻的环境问题，它们正严重阻碍着国家的经济发展以及人民生活水平的改善。以下将对中国水危机的现实情况进行说明，同时将对相关的管理规定和政策措施进行介绍和分析。

Chinas Wassersituation

中国的水资源情况

Chinas Flüsse sind insgesamt 420.000 km lang. Der Jahresabfluss aller Flüsse zusammen beträgt 2.800 Mrd. m³. Dies entspricht einem Anteil von ca. 5,8 % des weltweiten Abflusses. China verfügt zwar über zahlreiche Flüsse, ihre regionale Verteilung ist jedoch sehr inhomogen. Weltweit gehört China zu den Ländern mit der geringsten Wasserverfügbarkeit¹⁾. Sie beträgt nur etwa 2.300 m³ pro Kopf und Jahr und entspricht damit nur einem Viertel des weltweiten Durchschnitts. Werden geographische Besonderheiten berücksichtigt, liegt sie sogar nur bei rund 1.100 Mrd. m³ pro Jahr. Bezogen auf die Gesamtbevölkerung sind dies jährlich pro Kopf nur rund 900 m³. International anerkannte Standards bezeichnen Regionen, in denen die Wasserverfügbarkeit pro Kopf und Jahr weniger als 1.000 m³ beträgt, als Wassermangel-Gebiete. In vielen chinesischen Provinzen droht die Gefahr eines Wassermangels. Einige Landesteile litten bereits wiederholt unter großflächigen Dürren historischen Ausmaßes^{2) 3)}.

中国大小河流的总长度约为 42 万公里，年径流总量达 2.8 万亿立方米，约相当于世界总径流量的 5.8%。虽然中国河流众多，但地域分布非常不均。中国是世界上水资源最贫乏的国家之一¹⁾，仅约为每年人均 2300 立方米，相当于世界平均水平的四分之一。考虑到地理特殊性，年可利用水资源总量仅为每年 1.1 万亿立方米左右。考虑到总人口数，每年人均可利用水资源仅约为 900 立方米。国际公认标准是将每年人均可利用水资源少于 1000 立方米的地区视为缺水型地域。中国的许多省份都面临着缺水的危险。有许多地域已一再遭受历史性规模的大面积干旱^{2) 3)}。

Ursachen der Wasserknappheit

水资源短缺的原因

Zwischen 2010 und 2011 verringerte sich das landesweit verfügbare Oberflächenwasser um 25,5 %. Hauptursache hierfür waren geringere Niederschlagsmengen. Zugleich sank die verfügbare Gesamtwassermenge um 16,1 %. Dies ist der tiefste Stand seit 1956. Die Grundwassermenge betrug 2011 rund 721.45 Mrd. m³. Dies ist etwa 10,6 % weniger als in den Jahren 1980 bis 2000.

在 2010 年至 2011 年间，全国范围内可利用的地表水减少 25.5%。其主要原因在于降水量的大幅减少。与此同时，可利用水的总量减少 16.1%。这是自 1956 年以来的最低谷。2011 年，地下水共计约为 7214.5 亿立方米。与 1980 年至 2000 年相比，约减少 10.6%。

In der Regel sind nur 30 – 35 % der Wasserressourcen zugänglich. Das bedeutet: Jährlich stehen ca. 900 Mrd. m³ Wasser in China zur Verfügung. Im Jahr 2011 wurden in China insgesamt 610.72 Mrd. m³ Wasser bereitgestellt (siehe Abb. 1, Seite 16). Die Wasserverbrauchsstruktur ist daher typisch für ein Land des globalen Südens (siehe Abb. 2, Seite 16). Ursache für Chinas Wasserknappheit ist jedoch nicht nur der Mangel an Wasserressourcen, sondern auch die Wasserverschmutzung. Beides wird durch die rasch zunehmende Urbanisierung und Industrialisierung weiter verschärft. Auch 2012 war die Gesamtlage der Gewässerverschmutzung in China noch sehr ernst. Der Gesamtzustand aller Oberflächenwasserabschnitte, die unter nationaler Kontrolle stehen, wurde als „leicht verschmutzt“ eingestuft⁴⁾.

一般情况下，只有 30% 至 35% 的水资源是可以利用的。这意味着：中国每年的可利用水约为 9000 亿立方米。2011 年，中国总计供水为 6107.2 亿立方米（参见图 1），水的消耗结构为典型的南半球国家（参见图 2）。中国水短缺的原因不仅仅在于水资源，还在于水体污染。这两个因素随着城镇化和工业化的急速发展而进一步加剧。即使在 2012 年，水域污染的总体形势仍然非常严峻，处在国家控制范围内的各类地表水的整体状况被归类为“轻度污染”⁴⁾。

Fortschritte bei der Wasserqualität

水质的进步

Um 162 Mio. Menschen mit Trinkwasser zu versorgen, entnahmen die überwachten Schwerpunktstädte 2012 rund 22.96 Mrd. t Wasser. Davon erfüllten 21.89 Mrd. t die Qualitätsvorgaben. Dies entspricht einer Quote von 95,3 % und bedeutet eine Steigerung von 4,7 % im Vergleich zu 2011.

2012年,为了向1.62亿人口提供饮用水,受监控的重点城市共约消耗229.6亿吨水。其中218.9亿吨水符合国家规定的质量要求。这相当于95.3%的比例,与2011年度相比提高了约4.7%。

2011 wurden landesweit 65.92 Mrd. t Abwasser abgeleitet, darunter 23.09 Mrd. t Industrieabwasser, 42.79 Mrd. t Abwasser aus privaten Haushalten und 40 Mio. t aus anderen Quellen⁵⁾ (siehe Abb. 5, Seite 17). 2012 wuchs die abgeleitete Abwassermenge auf 68.46 Mrd. t⁶⁾. Mit zunehmender Abwassermenge entstanden auch mehr kommunale Klärwerke. Im Jahr 2012 waren fast 3.200 Anlagen in Betrieb. Diese verfügten über eine Behandlungskapazität von 140 Mio. m³ Haushaltsabwasser pro Tag. Mehr als 75 % der kommunalen Abwässer wurden somit behandelt. Jährlich fielen ca. 30 Mio. t Klärschlamm an (mit 80 % Wassergehalt gerechnet). 80 % des Klärschlammes wird derzeit nicht stabilisiert und die im Klärschlamm enthaltene Bioenergie wurde nicht genutzt⁷⁾.

2011 全国范围内污水排放量为 659.2 亿吨,其中 230.9 亿吨为工业废水,427.9 亿吨来自于市政生活污水以及其他排放 4000 万吨⁵⁾ (参见图 5)。2012 年,所排放的污水量上升至 684.6 亿吨⁶⁾。随着污水排放量增多,越来越多的地方性污水处理厂应运而生。2012 年,有约 3200 座城市污水处理厂投入运行,处理规模达到 1.4 亿立方米,有 75% 以上的城市污水得到了收集处理。城市污水处理厂每年产生约 3000 万吨污泥 (以 80% 的含水量计算),目前约有 80% 的污泥未经稳定化处理后,污泥中蕴含的生物质能未能得到回收利用⁷⁾。

Politische Maßnahmen

政策措施

Vor diesem Hintergrund beschloss die Zentralregierung 2011 eine umfassende Wasserreform⁸⁾. Diese sieht vor, ein weitreichendes Wasserressourcenmanagementsystem zu implementieren. Dadurch soll der Gesamtwasserverbrauch sinken. Zudem soll sich der Eintrag von Schadstoffen in Oberflächengewässer nachhaltig verringern. Darüber hinaus gilt es, in den kommenden Jahren den Wassernutzungskoeffizienten sowie den Erfüllungsgrad der Gewässergüteanforderungen anzuheben. Zugleich sind die Wasserqualitätsanforderungen an Bezugsquellen für die städtische Trinkwasserversorgung vollumfänglich zu erfüllen. Die Vorgaben des 12. Fünfjahresplans sowie ein Verbrauchskatalog für wasserintensive Industrien verfolgen das Ziel, Wasser nennenswert einzusparen. Abbildung 6 (Seite 17) fasst die Entwicklung, die bis 2030 angestrebt wird, zusammen.

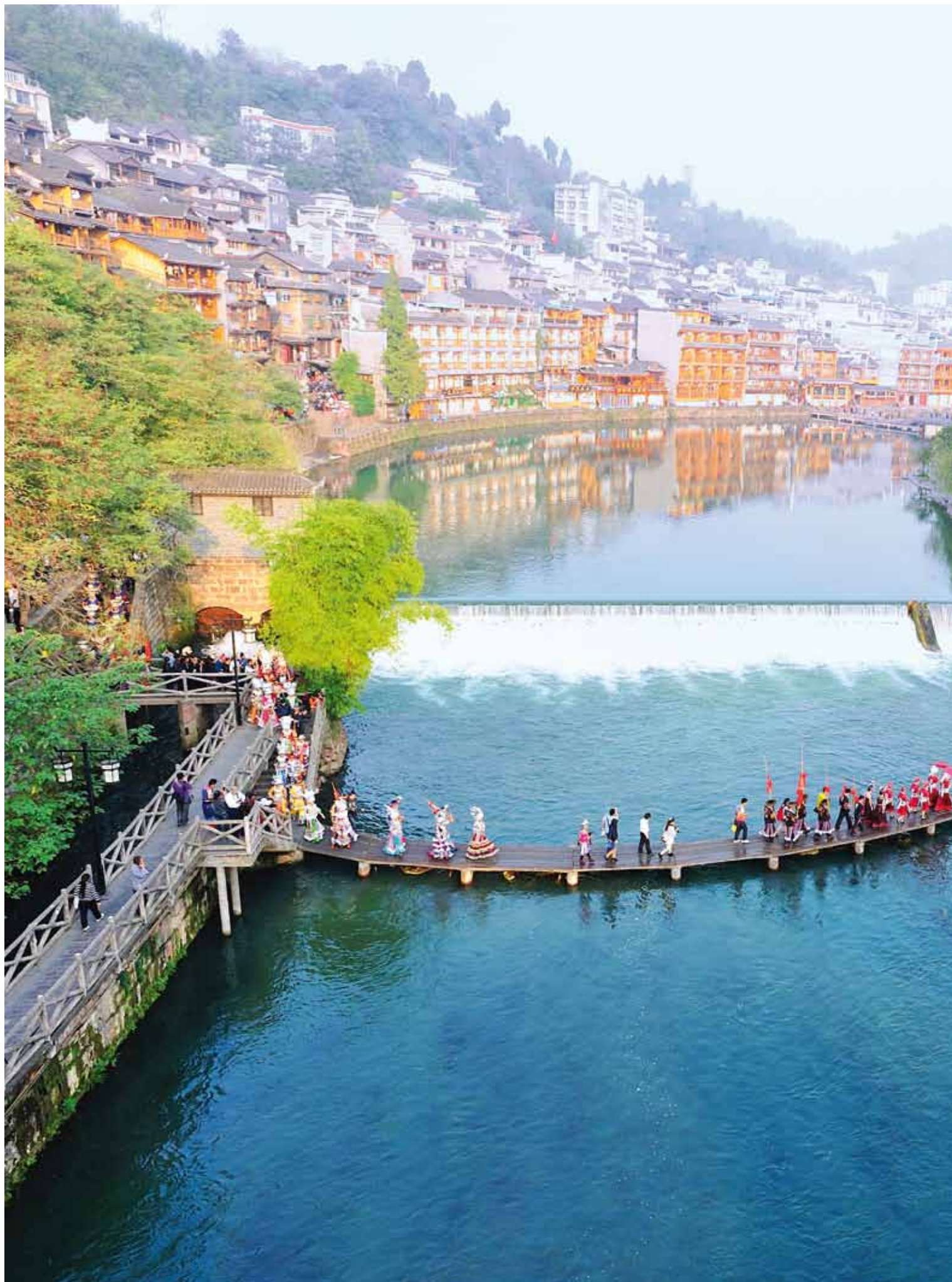
在此背景下,中央政府决定于 2011 年全面实施用水改革⁸⁾。颁布了采用历史上最严格的水资源管理体系,由此降低总耗水量以及持续减少水体中的污染物及有害物质的负荷。此外,还将在后续几年时间内持续提高水的利用率以及持续提升满足水体质量要求的实现程度。同时依照 2012 年新颁布的城市饮用水供应质量标准的参照标杆全面提升饮用水处理水平,达到水质的各项要求。十二五规划的设置目标以及高耗水行业的消耗目录需遵循节水和水循环利用的目标。图 5 概括了至 2030 年力争达到的发展目标。

Ziele

目标

Die staatliche Planung sieht vor, Neuanlagen zu errichten, die über eine Abwasserbehandlungskapazität von 42 Mio. t pro Tag verfügen⁹⁾. Zudem soll die Behandlungskapazität der vorhandenen Anlagen um 50 Mio. m³ pro Tag steigen. Auch die Klärschlammbehandlungskapazität soll sich um 47.000 t pro Tag erhöhen. Bis 2015 wird angestrebt, 10 % des städtischen Abwassers zu recyceln. Weiterhin hat die Zentralregierung ein nationales Schwerpunkt-Sonderforschungsprogramm ins Leben gerufen. Es dient dazu, Verschmutzungen zu kontrollieren und Gewässer zu sanieren. Für das Programm ist ein Budget von mehr als 30 Mrd. RMB (ca. 4,4 Mrd. USD) vorgesehen. Bei der Umsetzung arbeiten die zuständigen Ministerien eng zusammen. Für die Zukunft ist geplant, das Programm noch weiter auszubauen.

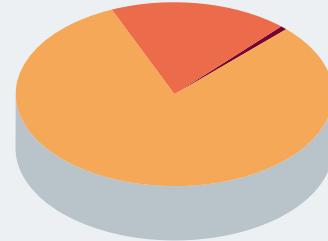
国家计划“十二五”期间再建造新的水处理设施,污水的日处理能力达 4200 万吨⁹⁾。将现有设施日处理能力扩建 5000 万立方米。污泥的日处理能力增加 47000 吨。至 2015 年,力争使 10% 城市污水得到再利用。此外,中央政府已实施了国家“水污染控制”重大科技专项(水专项),重点解决重点流域的水污染控制,水生态修复和饮用水安全保障问题,总的研发预算费用设定为 300 亿元人民币(约合 44 亿美元)。各主管部委紧密合作,确保项目的顺利实施。在未来还将进一步拓展这一专项计划,为国家水环境整体改善提供全方位技术支撑。



**HERKUNFT DER IN CHINA BEREITGESTELLTEN
MENGE WASSER VON INSGESAMT
610.72 MRD. M³ IM JAHR 2011
2011 年中国的供水量总计为
6107.2 亿立方米**

**ABB. 1
图 1**

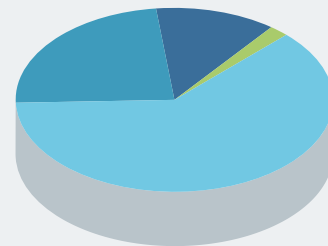
OBERFLÄCHENWASSER (495.33 MRD. M³) (4953.3 亿立方米) 地表水 81.1 %
GRUNDWASSER (110.91 MRD. M³) (1109.1 亿立方米) 地下水 18.2 %
ANDERE QUELLEN (4.48 MRD. M³) (44.8 亿立方米) 其他来源 0.7 %



**GEBRAUCH DER ZUGÄNLICHEN
WASSERRESSOURCEN 2011
(NUTZUNGSRATE 80 %)
可利用水资源的消耗 (2011 年)
使用率 80%**

**ABB. 2
图 2**

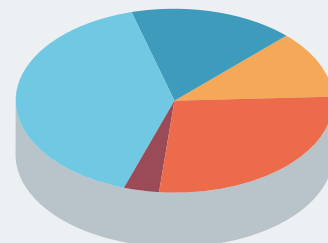
LANDWIRTSCHAFT 农业 62.0 %
HAUSHALTE 家庭 12.3 %
INDUSTRIE 工业 23.7 %
ÖKOLOGISCHE KOMPENSATION 生态补偿 2.0 %



**GRUNDWASSERQUALITÄT NACH GB/T 14848-93
VON 198 STÄDTEN AUF BEZIRKSEBENE (2012)
2012 年 198 个行政区级城市的地下水水质
(根据 GB/T 14848-93)**

**ABB. 3
图 3**

SEHR GUT 优 11.8 %
GUT 良 27.3 %
RELATIV GUT 较好 3.6 %
SCHLECHT 差 40.5 %
SEHR SCHLECHT 很差 16.8 %



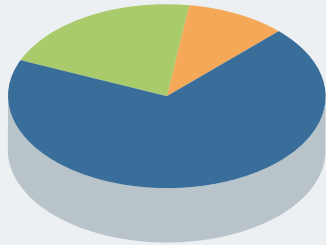


ABB. 4 WASSERQUALITÄT DER NATIONAL KONTROLLIERTEN ABSCHNITTE DER 10 GROSSEN FLUSSEINZUGSGEBIETE (YANGTZE-FLUSS, GELBER FLUSS, PERLFLUSS, SONGHUA-FLUSS, HUIHE-, HAIHE-, LIAOHE-FLUSS SOWIE FLUSS-SYSTEME IN PROVINZEN ZHEJIANG UND FUJIAN, IN NORDWEST- UND IN SÜDWEST-CHINA)

十大河流流域中受国家监控部分的水质
(长江、黄河、珠江、松花江、淮河、
辽河以及浙江和福建、
西北和西南地区的河流域)

- 10.2 % ● I-III I-III 类
- 68.9 % ● IV-V IV-V 类
- 20.9 % ● < V < V 类

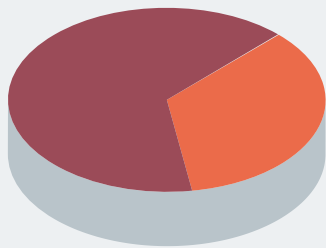


ABB. 5 PROZENTUALE VERTEILUNG DER ABGELEITETEN ABWASSERMENGEN VON 65.92 MRD. T (2011)

659.2 亿吨排放污水的百分比分布
(2011 年)

- 35.0 % ● INDUSTRIE 工业
- 64.9 % ● HAUSHALTE 家庭
- 0.1 % ● SONSTIGE QUELLEN 其他来源

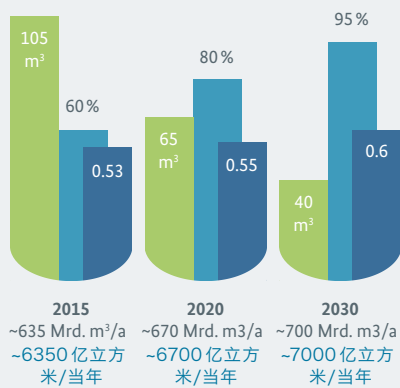


ABB. 6 GEGENÜBERSTELLUNG WICHTIGER PARAMETER
重要参数对比

- ERFÜLLUNGSGRAD DER GEWÄSSERGÜTEANFORDERUNGEN (MIND.) 水质达标率 (最少)
- WASSERNUTZUNGSKOEFFIZIENT BEI LANDWIRTSCHAFTLICHER BEWÄSSERUNG 农业灌溉的水利用率
- SPEZIFISCHER WASSERVERBRAUCH PRO 10.000 RMB INDUSTRIELLE WERTSCHÖPFUNG 每一万元人民币工业产值的特别耗水量

Fazit

总结

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die chinesische Regierung der Wasserpolitik und der Wasserplanung hinreichend Beachtung schenkt. Es gilt, eine ressourcenschonende und umweltfreundliche Gesellschaft aufzubauen. Ziel ist, aktive Maßnahmen gegen den globalen Klimawandel zu unternehmen, verstärkt Ressourcen einzusparen und zu managen, eine Kreislaufwirtschaft zu entwickeln, die Umwelt und Ökosysteme zu schützen und wiederherzustellen, ein Wassernutzungssystem sowie ein Katastrophenschutzsystem aufzubauen. Anhand der „12. Nationalen Fünfjahresplanung“ hat die chinesische Regierung eine Reihe politischer Maßnahmen und Planungen erarbeitet. Sie sollen die landesweite Umweltsituation verbessern und die Ressourceneffizienz erhöhen.

综上所述, 中国政府将充分考虑用水政策和用水规划, 建设保护各项资源的环境友好型社会。目的在于积极采取措施以应对全球气候变化, 强化各项资源的节约和管理, 发展循环经济, 保护和重建环境与生态体系, 建设水利用以及完善防灾系统。鉴于“十二五规划”, 中国政府已制定一系列的政策措施和规划。其有助于改进全国的环境形势并提高水资源效率。

2012 veranlasste der Staatsrat konkrete Anordnungen, um ein weitreichendes/umfassendes Wasserressourcenmanagementsystem (s.o.) zu implementieren. Ebenfalls 2012 veröffentlichten das Ministerium für Umweltschutz, die Nationale Kommission für Entwicklung und Reform, das Ministerium für Finanzen und das Ministerium für Wasserwirtschaft einen gemeinsamen Plan, um bei Schwerpunktlüssen die Wassereinzugsgebiete zu schützen und wiederherzustellen. Darüber hinaus ergriff die Regierung weitere politische Maßnahmen bzw. erließ Verordnungen, um die Ökosysteme zu schützen.

为实施具有深远意义的水资源管理体系, 国务院已于2012年启动了具体部署。同年, 为了在重点河流保护并重建水资源流域, 环保部、发改委、财政部和经济部发布了一项联合计划。此外, 为了保护生态体系, 加快生态文明建设, 政府还采取了其他各项政策措施并颁布了相关条例。

Ausblick

展望

China ist bestrebt, die Umweltschutzziele, die es in seiner nationalen Planung definiert hat, zu erreichen und die darin beschlossenen Aufgaben in die Tat umzusetzen. Hierzu ist China gewillt, vielfältige Engineering-Projekte zu verwirklichen. Der gesamte Investitionsbedarf wird sich voraussichtlich auf 3,4 Billionen RMB belaufen (ca. 410 Mrd. Euro)⁹⁾. Am 27. Juni 2011 haben die Regierungen unserer beiden Länder eine „Gemeinsame Erklärung über ein chinesisch-deutsches Forschungs- und Innovationsprogramm ‚Sauberes Wasser‘“ unterzeichnet. Ziel ist, gemeinsam – auf dem Gebiet der Wasserversorgung und Wasserentsorgung sowie beim Wasserressourcen-Management – Innovationen und beispielhafte Anwendungen zu erforschen.

中国将力争实现在国家规划中所明确的水环境保护目标, 并落实所确定的各项任务。为此, 中国愿意把各种工程项目落到实处, 总的投资需求预计为 3.4 万亿元人民币 (约合 4100 亿欧元)⁹⁾。2011 年 6 月 27 日, 中德两国政府签署了“关于中德研发与创新项目即洁净水的共同声明”。共同的目标是在供水和排水领域以及水资源管理方面实施创新并展开成功应用。

Die chinesische Regierung stellt eine massive politische, finanzielle und technische Unterstützung bereit, um die Wasserkrise und die Wasserverschmutzungsprobleme in China zu lösen. China betrachtet es als strategisch wichtiges Ziel, bei seinen gesamten Wasserressourcen eine nachhaltige Entwicklung zu ermöglichen.

为了消除中国的水危机以及解决水污染问题, 中国政府在政策、财政和技术方面提供了巨大的支持。在所有的水资源方面实现可持续发展, 是中国极其重要的战略性目标。

PROF. DR.-ING. MARTIN WAGNER
DR.-ING. SUSANNE BIEKER
达姆斯塔特工业大学 M. Wagner 教授(工学博士)
和 S. Bieker 工学博士

Potential für gemeinsame Innovationen

联合创新的潜力

In der Volksrepublik China mangelt es teilträumlich an Wasser, mehr als 60 % der Städte sind von Wassermangel betroffen. In 100 Städten gibt es so wenig Wasser, dass sogar absoluter Wassermangel besteht. Ursache hierfür sind oft eine natürliche Wasserknappheit sowie große Siedlungsdichten. Ein weiterer zentraler Faktor ist die Verschmutzung der Oberflächengewässer. Diese ist häufig so erheblich, dass sich das Wasser nur noch sehr aufwändig als Trinkwasser respektive sogar nur noch schwerlich als Brauchwasser aufbereiten lässt. Hinzu kommt: In großen Teilen der Volksrepublik ist es verboten, Grundwasser zu nutzen. Grund hierfür sind rasant sinkende Grundwasserspiegel sowie die Versalzung des Grundwassers.

在中国，部分地区严重缺水。60% 以上的城市面临缺水。有 100 个城市水资源稀缺，面临着严重缺水的形势。原因通常在于自然性缺水与人口居住密度过大。另一个重要原因是地表水域的污染。污染严重程度导致将水净化成为饮用水异常昂贵，或者几乎难以净化为工商业用水。另外：中国的大部分地区禁止利用地下水。其原因在于地下水水位的迅速下降以及地下水的盐化。



Anstieg der Klärschlammengen

污泥数量的增多

Die Zahl der Kläranlagen in der Volksrepublik China steigt stetig. Das gilt sowohl für große Städte als auch für kleinere Gemeinden. Im Jahr 2010 waren 2.496 Kläranlagen in Betrieb. Sie verfügten über eine Behandlungskapazität von 125 Millionen m³/d. Bis 2015 wird diese Kapazität auf voraussichtlich 170 Millionen m³/d wachsen¹⁰⁾. Die letzten 5-Jahres-Pläne fokussierten vor allem darauf, die Kläranlagenkapazitäten zu erweitern. Dadurch erhöhten sich die Erfassungs- und Behandlungsmengen deutlich. Das führte jedoch zu ebenfalls stark steigenden Klärschlammengen. Diese flächendeckend zu behandeln, gehört zu Chinas großen siedlungswasserwirtschaftlichen Herausforderungen der Gegenwart. Nur ein sehr geringer Teil des anfallenden Rohschlammes wird bislang geordnet behandelt und entsorgt. Der überwiegende Teil wird (teilweise entwässert) unbehandelt auf Deponien abgelagert.

在中国，污水处理厂的数量持续增多。大型城市和小型乡镇均是如此。在 2010 年，有 2496 座污水处理厂投入运行。其日处理能力为 1.25 亿立方米。至 2015 年，这一日处理能力预计将提高至 1.7 亿立方米¹⁰⁾。最近的五年计划主要集中于扩容污水处理厂的处理能力。由此可明显提高收集与处理的数量。但这同样会导致污泥数量的增多。如何全面处理这一问题，是中国在当前的居民用水 — 经济方面所面临的极大挑战之一。在所产生的污泥中至今只有很少一部分得以有序处理和排放。大量的则未经处理（有部分经脱水处理）就予以填埋。

Lösungsansatz

解决方案的采用

Um das Klärschlammproblem zu lösen, bedarf es großer Anstrengungen. So wäre es erforderlich, neu zu bauende Kläranlagen mit einer Schlammstabilisierungsstufe auszustatten und bestehende Anlagen nachzurüsten. Als Behandlungsverfahren würde sich anbieten, eine anaerobe Stabilisierung mit Energieerzeugung anzuwenden. Nur die Gärreste müssten deponiert werden. Eine Verwendung in der Landwirtschaft ohne Vorbehandlung dürfte an hohen Schwermetallkonzentrationen scheitern.

Ist weder die Deponierung möglich noch eine landwirtschaftliche Verwertung zulässig, können Mono-Klärschlammverbrennungsanlagen zum Einsatz kommen. Die dabei entstehenden Aschen lassen sich lagern. Der enthaltene Phosphor kann bei Bedarf zurückgewonnen werden.

为了解决污泥问题，需要付出极大的努力。似乎有必要在有待新建的污水处理厂中增加污泥稳定化功能并对现有设施进行改装。可把蒸炼器中的厌氧稳定化（产生能源）作为处理工艺予以推广。只有发酵残渣必须予以填埋。未经预处理就予在农业生产中进行使用则因重金属含量过大而失败。如果不允许进行填埋或农业利用，则可以采用单一的污泥燃烧设施。燃烧所产生的 灰烬可予保存。其中所含的磷可据需要予以回收。

Besondere Herausforderungen **特殊挑战**

In China kommen im Regelfall die gleichen Abwasserbehandlungsverfahren wie in Deutschland zum Einsatz. Dabei handelt es sich vorrangig um das Belebungsverfahren in unterschiedlichen verfahrenstechnischen Varianten. Anders als in Deutschland schwanken jedoch in China die Ablaufkonzentrationen im Durchschnitt sehr stark. Dies betrifft sowohl den Chemischen Sauerstoffbedarf als auch die Stickstoffverbindungen. Ursache hierfür sind die Abwässer aus industriellen und gewerblichen Betrieben. Denn diese gelangen vielerorts ohne Vorbehandlung in die kommunalen Kläranlagen. Nach offiziellen Zahlen verbrauchen chinesische Kläranlagen nicht mehr Strom als deutsche Anlagen, um die Abwässer zu reinigen (um 0,4 kWh/m³). Tatsächlich ist jedoch ein deutlich höherer Verbrauch zu beobachten. Dies liegt vor allem an den Belüftungssystemen, die nicht energieeffizient ausgelegt sind und sich somit auch nicht energieeffizient betreiben lassen.

通常情况下，中国的污水处理工艺与德国相同。其中在不同的工艺技术方案中首先考虑采用活化工艺。与德国不同的是，中国的平均排放浓度波动非常大。这与化学需氧量和氮化合物相关。其原因在于工业与商业企业所排放的污水。因为在许多地方都未经预先处理便排入污水处理厂。根据官方数据，中国的污水处理厂在净化污水时所耗电能并不明显高于德国的处理厂（相差 0.4 千瓦时/立方米）。实际所观察到的这一数字还更高。关键在于通风系统，其设计不具有能源有效性，因此运行也无能源有效性可言。

Technische Lösungen

技术解决方案

Ziel sollte somit sein, die Reinigungsleistung zu verbessern und die Ressourceneffizienz in den Bereichen Wasser und Energie zu erhöhen. Hierzu lassen sich deutsche Technologien (maschinentechnische Ausrüstung) einsetzen. Allerdings sind landestypische Anpassungen vorzunehmen. Sinnvoll ist insbesondere, robuste und wartungsarme Aggregate zu verwenden. Ebenso wichtig ist es, das Betriebspersonal – mit dem Ziel des Capacity Buildings – zu schulen. Nur so kann es gelingen, die aktuelle und zukünftige Situation des Betriebs chinesischer Kläranlagen zu verbessern.

其目的在于改进净化效率并提高水和能源的资源利用率。为此可使用德国技术（机械技术装备）。但在此需要适应全国范围内的不同要求。使用稳定的、极少维护的机组，其意义尤为重要。同样重要的是培训运行人员，目的在于构建能力。唯有如此，才能成功改进中国污水处理厂运行的现实与未来境况。

Vorbehandlung **预处理**

Ein weiterer wichtiger Baustein ist die Behandlung gewerblichen und industriellen Abwassers. Eine Behandlung vor Einleitung in die kommunale Kanalisation respektive Kläranlagen ist essentiell erforderlich. Zur Reduktion des Energieverbrauchs in der Abwasserbehandlung können energiesparende Belüftungssysteme zum Einsatz kommen. Diese werden insbesondere von deutschen Firmen angeboten. Bezüglich der Energieeffizienz sind Druckluftbelüftungssysteme Oberflächenbelüftungssystemen vorzuziehen. Besonders bedeutsam ist auch die abgestimmte Auswahl von Belüftungselementen, Armaturen und Gebläsen. Bei der Planung ist auf die Abwassertemperatur zu achten. Hierbei spielen sowohl klimatische Bedingungen als auch die Herkunft des Abwassers (industrielle/ gewerbliche Einleiter) eine Rolle, da sie sich auf die Volumina der biologischen Reaktoren auswirken. Nur so können die geforderten Ablaufkonzentrationen erreicht werden.

另一个重要的内容是工商业污水的处理。在排入地方排水管网或污水处理厂之前进行处理是非常必要的。为降低污水处理中的能耗，可采用节能型通风系统。德国企业尤其可提供此方面的设备。在能源利用效率方面，压缩空气通风系统优于表面通风系统。有针对性的选择通风元器件、配件和鼓风机至关重要。规划时务必考虑到污水温度。在此，气候条件和污水来源（工业/商业排放）尤为关键，因为它们会对生物反应器的数量产生影响。只有这样才能达到所要求的排放浓度。

Wasserrecycling 水的再循环利用

Um die Wassersituation Chinas zu verbessern ist es höchst bedeutsam, Wasser wiederzuverwenden. Es bietet sich an, den Ablauf kommunaler Kläranlagen entsprechend dem Wiederverwendungszweck aufzubereiten („fit for purpose“). Nur derjenige Anteil des gereinigten Abwassers, der sich nicht sinnvoll wiederverwenden lässt, würde somit abgeleitet. Die Wahl des Aufbereitungsverfahrens hängt unmittelbar vom Verwendungszweck ab. So ist z.B. eine Membranfiltration sinnvoll und erforderlich, wenn das Wasser in Privathaushalten wiederverwendet werden soll, etwa in Toilettenspülungen. Dagegen kann eine Filtration genügen, wenn das Wasser zur Bewässerung oder Straßenreinigung vorgesehen ist.

为了改进中国的水形势，对水进行再利用其意义非凡。需要对地方性污水处理厂的排放物根据再利用目的进行净化处理（目的适用性）。经净化的污水中只有无再利用价值的部分可予排放。净化工艺的选择直接取决于利用目的。例如，对家庭用水进行再利用时如卫生间冲洗，则采用膜过滤，其不仅有意义也有必要性。如果用于喷洒或街道冲洗，一般的过滤即可。

Desinfektion 消毒

Unverzichtbar bei der Wiederverwendung ist eine Desinfektionsstufe. Hierzu dienen in China derzeit hohe Chlorkonzentrationen. Sie sind aufgrund der Betriebsweise erforderlich, etwa wegen der langen Standzeiten in dezentralen Speichern. Perspektivisch sollte darüber nachgedacht werden, die Betriebsstrukturen zu verändern. Dadurch könnten umweltverträglichere Desinfektionsmöglichkeiten zum Einsatz kommen, wie etwa UV-Anlagen. Auch bei einer Verwendung in der Landwirtschaft ist eine Desinfektion erforderlich. Bei einer Tröpfchenbewässerung ist zudem darauf zu achten, dass das gereinigte Wasser nur sehr geringe Konzentrationen filtrierbarer Stoffe enthält. Dies kann wiederum bedeuten, dass Filtrationsstufen erforderlich sind.

进行再利用时，消毒步骤是不可或缺的。所用产品从目前来看含氯量均较高。考虑到运行方式，这是有必要的，例如因为在分散式存储器中的存放时间过长。从前景来看，应对如何改变运行结构进行思考。因此可以采用环境亲和型消毒方法，例如紫外线设施。即使是用于农业，消毒也是必需的。在滴水灌溉时需注意，经净化的水仅含有非常少量浓度的可过滤物质。这又一次表明过滤步骤不可或缺。

Städtebaulicher Ansatz 市政建设方法

Wenn es darum geht, neue Städte oder Stadtteile zu entwickeln, lassen sich weitergehende Konzepte anwenden, um die Ressourceneffizienz zu verbessern. Dazu gehört etwa der Ansatz SEMIZENTRAL. Dabei handelt es sich um einen holistischen Infrastrukturansatz. Dieser betrachtet Wasser, Abwasser, Abfall und Energie systemisch und setzt auf die Wiederverwendung von Wasserteilströmen:

- Das sogenannte *Grauwasser* stammt aus Duschen, Badewannen, Handwaschbecken und Waschmaschinen. Es ist einfach aufzubereiten und lässt sich nach einer Desinfektionsstufe in die Häuser zurückführen. Dort kann es zur Toilettenspülung genutzt werden. Dies spart zwischen 30 und 40 % Trinkwasser.

- Das sogenannte *Schwarzwasser* stammt aus Toiletten und Küchen. Es wird separat erfasst und aufbereitet. Entweder wird es in den Vorfluter abgeleitet oder aufbereitet zur innerstädtischen Bewässerung, Straßenreinigung oder als Löschwasser genutzt.
- Der bei der Abwasserbehandlung entstehende Klärschlamm lässt sich gemeinsam mit häuslichen Bioabfällen oder Speiseresten anaerob behandeln. Das resultierende Biogas kann den Strombedarf der semizentralen Behandlungseinheiten decken.

当涉及开发新城或新城时, 可以采用进一步的方案, 以改进资源利用率。例如, SEMIZENTRAL 方法即属于此列。在此与整体式基础设施方法相关。需要系统考虑水、污水、废弃物和能源等各方面, 并以下述水的再利用为基础:

- 灰水系来自淋浴、浴缸、洗手盆和洗衣机。需要进行简单净化, 并可在消毒后返还给家庭使用。可用于厕所冲洗。这节约了 30~40% 的饮用水。
- 黑水系来自厕所和厨房。需分别予以收集和净化。既可排入排水沟内, 也可经净化后用于内城喷洒、街道清洗或作为消防用水。
- 污水处理过程中产生的污泥可与家庭生物垃圾或剩余饮食一起进行厌氧处理。所产生的生物气体可满足半集中式处理单元的用电需要。

Ver- und Entsorgungszentren

供应与排放中心

Eine solche integrierte Behandlungseinheit für Abwasser, Abfall und Energie heißt nicht mehr „Abwasserbehandlungsanlage“. Vielmehr wird sie als „Ver- und Entsorgungszentrum“ bezeichnet. Ein Ver- und Entsorgungszentrum (VEZ) ist umso ressourceneffizienter, je näher es an den Bewohnern einer Stadt oder eines Stadtteils liegt. Daher richtet sich SEMIZENTRAL an Neubaugebiete in urbanen Räumen, die schnell wachsen. Hier besteht zum einen die räumliche Nähe zwischen Behandlung und Nutzung. Zum anderen gibt es – durch die hohe Siedlungsdichte – auf engem Raum viele Nutzer (zwischen 20.000 und 100.000). Dies macht es möglich, ökonomische Skaleneffekte zu nutzen.

Allerdings erfordert die Nähe zu Wohnbauten hohe Standards beim Emissionsschutz: Ver- und Entsorgungszentren sind somit geschlossene Bauwerke. Die verschiedenen Stoffströme werden ausschließlich „in-house“ behandelt. Das erste Zentrum dieser Art entsteht im Rahmen der „World Horticulture Exposition“, die 2014 in Qingdao (China) stattfindet.

污水、废弃物和能源的此类集成式处理单元已不再称为“污水处理设施”。更多的是将其称为“供应与排放中心”。供应与排放中心 (VEZ) 距离城市或城区居民越近, 其资源利用率就越高。因此 SEMIZENTRAL 方法所针对的是城市空间内迅速增长的新建区域。一方面, 处理与利用在空间上相互接近。另一方面, 由于居住密度高, 狭小空间内的使用者增多 (介于 20000 和 100000 之间)。在此可利用经济效率方式。

但是, 越接近住房建筑物就需要对排放保护设置越高的标准。供应与排放中心是一个封闭式构筑物。不同的物流均需在“户内”完成处理工艺。以此方式运行的首个中心将出现在 2014 年青岛(中国)“世界园艺展”上。

Fazit 总结

Abwasser ist zunehmend als Ressource einzustufen. Es ist somit kein Abfallprodukt mehr; vielmehr stellt es immer mehr einen Wert dar. Das gereinigte Wasser ist wieder verwendbar. Die Energie wiederum, die im Abwasser chemisch gebunden ist, lässt sich über Faulungsstufen in Strom und Wärme umwandeln. Weiterhin lässt sich die Wärme, die das Abwasser speichert, direkt zur Heizung oder Kühlung von Gebäuden verwenden. Einen weiteren Beweis, dass Abwasser ein Wertstoff ist, liefert die Rückgewinnung des Phosphors aus Klärschlämmen.

污水已逐渐被归类为资源。它们不再是垃圾产品, 而是越来越具有价值。经净化的水可重新利用。污水中经化合作用而产生的能源可通过发酵处理转化为电能和热能。另外, 可将污水所储存的热量直接用于房屋的取暖或冷却。污水是一种“有价值的物质”, 其另一个证明就是从污泥中回收利用磷。

JENS BESSAI, KFW

J. Bessai, 德国复兴信贷银行

Herausforderungen gemeinsam angehen

Finanzielle Zusammenarbeit im Wassersektor

共同迎接挑战

水行业的财政合作

Wasser ist ein bedeutender Faktor für die wirtschaftliche und soziale Entwicklung Chinas. Zu den Folgen der enormen industriellen Entwicklung und Urbanisierung gehören steigende Abwassermengen in chinesischen Metropolregionen. Diese belasten, da oft nur unzureichend behandelt, Grund- und Oberflächengewässer. Langfristig beeinträchtigt die sinkende Qualität auch die Verfügbarkeit der Ressource. Der Klimawandel wird diese Entwicklung durch Extremereignisse, wie außergewöhnliche Dürren und extreme Hochwasser, noch verstärken. Somit ist die verantwortungsvolle Nutzung von Wasser besonders bedeutsam.

水是中国经济与社会发展的一个重要因素。中国都市区污水数量的增多是工业迅速发展和城市化的结果。由于污水处理通常不充分，这就对地下水和地表水造成了诸多负担。从长期来看，水质的下降也将削弱资源的可利用性。气候变化将通过如异常干旱和超强洪水等极端事件加剧这一发展。因此，充满责任感地去利用水资源具有非常重要的意义。

Erfolgreiche Finanzielle Zusammenarbeit 成功的财政合作

Eine nachhaltige Wasserver- und Abwasserentsorgung sowie der nachhaltige Schutz der globalen Wasserressourcen sind zentrale Anliegen des Engagements der KfW Entwicklungsbank im Wassersektor. Gemeinsam mit dem MOF blickt die KfW auf eine lange und erfolgreiche Finanzielle Zusammenarbeit in der Volksrepublik China zurück. Durch verschiedene Finanzierungsinstrumente der KfW wurden viele richtungweisende Projekte angestoßen und umgesetzt. Als Finanzierungsformen standen dabei zur Verfügung:

- reine Haushaltsmittel (als Zuschüsse oder als zinsgünstige Kredite)
- Darlehen, die eine Mischung aus Haushaltsmitteln und KfW-Mitteln darstellen (Entwicklungskredite)
- Darlehen zu marktnahen Konditionen aus reinen KfW-Mitteln (Förderkredite)

Im Laufe der Zusammenarbeit entwickelten sich – der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit des Landes folgend – die Konditionen immer stärker von Zuschüssen hin zu marktnahen Finanzierungen.

可持续的供水和排污以及可持续的全球水资源保护是德国复兴信贷银行发展银行在水行业领域内采取行动的 centre 议题。德国复兴信贷银行将与财政部一起回顾在中国的长期且成功的财政合作。通过复兴信贷银行的不同资助手段, 启动并实施了许多具有指向性的项目。作为融资方式使用的有:

- 纯预算资金 (作为赠款或作为低息贷款);
- 预算资金与复兴信贷银行资金组合式贷款 (发展贷款);
- 纯粹的复兴信贷银行资金的准市场条件贷款 (促进性贷款);

在合作过程中, 由于国家经济形式的发展, 从补贴到准市场融资的各项条件均有较好的发展。

Innovative Projekte 创新项目

Die Volksrepublik China unternahm in der Vergangenheit große Anstrengungen, um ihre Wasserressourcen effizienter und nachhaltiger zu nutzen. Die chinesisch-deutsche Finanzielle Zusammenarbeit trug durch erfolgreiche, innovative Projekte dazu bei. Beispielsweise durch Projekte mit Modellcharakter, mit hoher Energieeffizienz und nachhaltigen Klärschlammkonzepten. So war die Kläranlage der Stadt Qamdo seinerzeit die weltweit erste Anlage auf einer Höhe von über 3.200 m ü.NN., die mit mechanisch-biologischer Klärtechnik und nachhaltiger Schlammbehandlung ausgestattet wurde. Ebenfalls wegweisend ist die sachgerechte Entsorgung des anfallenden Klärschlammes in den Städten Jiaying und Yantai. Hier wird der Klärschlamm zur Gewinnung von elektrischer Energie und Wärme verwendet. Ein besonders energieeffizienter Betrieb wurde in der Kläranlage der Stadt Kaxgar realisiert. Die Auswahl der Projekte, welche die Broschüre vorstellt, zeigt eindrucksvoll, wie die enge chinesisch-deutsche Kooperation dazu beiträgt, den Wasser- und Energieverbrauch zu reduzieren, Umweltbelastungen zu minimieren und Ressourcen zu schützen.

中国已在过去的时间内为了更有效、更可持续地利用水资源, 付出了极大的艰辛。中德财政合作则通过成功实施的创新项目为此助力。例如, 通过具有样板特征的、能源效益高的和污泥处理可持续的项目。昌都市的污水处理厂是当时世界上设立在海拔 3200 米以上高度的首座处理厂, 其采用机械生物污水处理技术以及可持续的污泥处理方案。同样具有指导性质的项目有, 在嘉兴和烟台对所产生的污泥按实际要求进行排放。这里的污泥用于产生电能和热量。喀什市的污水处理厂运行取得了非同一般的能源效益。之所以选择本出版物中所介绍的项目, 旨在明确表明因中德紧密合作而实现的项目是如何对降低用水和能耗、减少环境负担以及保护资源做出贡献的。

Wichtige Partnerschaft

重要合作



Seit Ende des letzten Jahrzehnts werden keine neuen Haushaltsmittel mehr für die Finanzielle Zusammenarbeit mit China bereitgestellt. Entwicklungspolitisch bedeutsame Vorhaben können seither ausschließlich mit Marktmitteln finanziert werden. Daran ist China interessiert. Dies ist bedeutsam, weil China ein wichtiger Partner ist, um globalen wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Herausforderungen zu begegnen. Deutschland kann China darin unterstützen, seine wirtschaftliche und soziale Infrastruktur energie- und ressourceneffizient zu entwickeln und somit gemeinsame Umweltziele zu erreichen. Die KFW verfolgt das Ziel, durch Unterstützung ausgewählter Vorhaben weitere öffentliche und private Mittel zu mobilisieren (Hebelwirkung). Der innovative Projektcharakter steht dabei im Mittelpunkt der gemeinsamen Kooperation. Voraussetzungen für die Förderung sind zudem die technische und finanzielle Nachhaltigkeit der Vorhaben sowie die positiven Wirkungen auf Mensch und Umwelt bei einem angemessenen Finanzierungsvolumen. Die KFW präferiert in besonderem Maße die Finanzierung von Ausrüstungsgegenständen. Das Monitoring des Projektfortschritts mit Vor-Ort-Besuchen ist ein wichtiger Bestandteil der Finanziellen Zusammenarbeit, um gemeinsam den Projekterfolg sicherzustellen.

自近几年起，不再为与中国的财政合作提供新的预算资金。因此，对具有意义的发展政策计划仅采用市场资金予以资助。中国对此充满兴趣。其意义在于，中国是在迎接全球经济、社会和生态挑战中的一个重要合作伙伴。德国可以为中国提供支持，以发展有效利用能源和资源的经济与社会基础设施，并因此实现共同的环境目标。复兴信贷银行的目标在于通过支持所选择的计划激活后续的公共和私人资金(杠杆作用)。项目的创新特征在于共同合作。此外，促进的条件是项目计划在技术和财政层面上的可持续性以及在适当的资助规模下对人与环境具有积极的作用。复兴信贷银行特别优先资助设备项目。采用现场访问监控项目进展情况是财政合作的重要组成部分，旨在共同确保项目的成功实施。



WASSERKONFERENZ PEKING 2012
2012 年北京水资源会议

Water Scarcity and Urbanisation in China – Challenges and Possible Solutions

水的稀缺性与中国的城市化 — 挑战与可能的解决方案

Im Frühjahr 2012 fand in Peking die Konferenz »Water Scarcity and Urbanisation in China – Challenges and Possible Solutions« statt. Dabei versammelten sich über einhundert hochrangige chinesische und deutsche Vertreter/innen aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Verbänden sowie Expert/innen aus der Entwicklungszusammenarbeit, um über künftige Herausforderungen und Lösungen im Wasserbereich zu sprechen. Die Veranstaltung wurde von der KfW organisiert.

2012 年初,在北京举办了“水的稀缺性与中国的城市化 — 挑战与可能的解决方案”会议。与会的一百多名专家分别来自政治、经济、科学和相关协会的中德高级代表以及来自发展合作项目,其旨在阐明水行业领域中未来的挑战和解决方案。该活动由复兴信贷银行组织举行。





Die Teilnehmer/innen erörterten intensiv aktuelle ökologische, wirtschaftliche und soziale Entwicklungsszenarien in China. Dabei setzten sie inhaltliche Akzente zu den Themen effiziente Wassernutzung, nachhaltiges urbanes Wassermanagement und Gewässergüte. Internationale Expert/innen diskutierten Technologien zur Abwasseraufbereitung, innovative Nutzungsmöglichkeiten von gereinigtem Abwasser sowie nachhaltige Wassermanagementkonzepte für den dynamisch wachsenden urbanen Raum.

与会者积极探讨了当下中国的生态、经济和社会发展景象。相关议题的重点内容是水的有效利用、可持续的城市水管理以及水域水质。国际专家则探讨了水净化处理的相关技术、经净化污水的创新利用途径以及城市动态发展空间中可持续的水管理方案。

Der zukunftsorientierte Dialog verleiht der chinesisch-deutschen Kooperation im Wasser- und Abwassersektor in besonderem Maße Ausdruck. Zugleich gilt er als Beleg für die erfolgreiche Finanzielle Zusammenarbeit.

面向未来的对话使中德在水和污水领域的合作具有显著特征。同时这也是财政合作的成功证明。

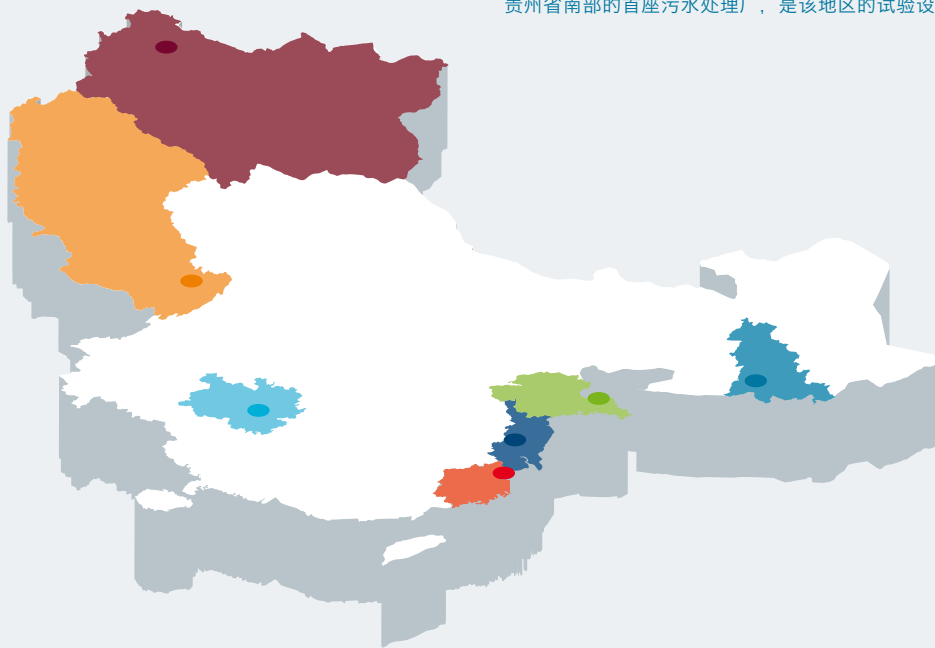


- 
- 33 **Abwasserentsorgung in Qamdo**
Die weltweit erste Höhenkläranlage mit biologischer Reinigungsstufe
昌都污水处理项目
世界上首座具有生物净化功能的高原污水处理厂
- 37 **Abwasserentsorgung in Jiaxing**
Eine ständig wachsende Millionenmetropole
嘉兴污水处理项目
持续发展的百万级大都市
- 41 **Abwasserentsorgung in Kaxgar**
Ein wirtschaftlich und kulturhistorisch wichtiger Standort
喀什污水处理项目
经济、文化历史重镇
- 45 **Abwasserentsorgung in Kaili**
Pilotcharakter für die Region
凯里污水处理项目
地区的试验设施
- 49 **Abwasserentsorgung in Tonghua**
Verbesserung des ökologischen Zustandes des Yalu Flusseinzugsgebietes
通化污水处理项目
改进鸭绿江河流域的生态情况
- 53 **Ausbau und Erweiterung der Kläranlage Liuwei in Yangzhou**
Ein Beitrag zum Schutz der Wasserressourcen
扬州六圩污水处理厂的扩建和增容
对水资源保护的贡献
- 57 **Ausbau und Erweiterung der Kläranlage Taoziwan in Yantai**
Ausbau einer Kläranlage mit Vorreiterrolle
烟台套子湾污水处理厂的扩建和增容
污水处理厂的扩能，其先锋作用在于可持续地排除污泥

Projektorte

中国项目概览

昌都污水处理项目 QAMDO
DIE WELTWEIT ERSTE HÖHENKLÄRANLAGE
MIT BIOLOGISCHER REINIGUNGSSTUFE
HAT MODELLCHARAKTER
世界上首座具有生物净化功能的高原污水处理厂，具有样板特征



通化污水处理项目 TONGHUA
SAMMLUNG UND REINIGUNG DES ABWASSERS
ZUR VERBESSERUNG DES ÖKOLOGISCHEN ZUSTANDES
DES YALU FLUSSEINZUGSGEBIETES
污水的收集和净化，用于改进
鸭绿江河流域的生态情况

JIAXING 嘉兴污水处理项目
AUSBAU DER BESTEHENDEN KLÄRANLAGE FÜR EINE
STÄNDIG WACHSENDE MILLIONENMETROPOLE
为持续发展（动态发展）的百万级大都市扩建污水处理厂

KAXGAR 喀什污水处理项目
EINE KLÄRANLAGE FÜR EINEN WIRTSCHAFTLICH UND
KULTURHISTORISCH WICHTIGEN STANDORT
经济、文化历史重镇的一座污水处理厂

KAILI 凯里污水处理项目
DIE ERSTE KLÄRANLAGE IM SÜDEN DER PROVINZ GUIZHOU
MIT PILOTCHARAKTER FÜR DIE REGION
贵州省南部的首座污水处理厂，是该地区的试验设施

LIUWEI IN YANGZHOU 扬州六圩污水处理厂的扩建和增容
AUSBAU DER KLÄRKAPAZITÄTEN UND VERBESSERUNG
DER REINIGUNGSLEISTUNG ALS BEITRAG ZUM SCHUTZ
DER WASSERRESSOURCEN
污水处理能力的扩能及改进净化效率，以作为对大都市地区水资源保护的贡献

TAOZIWAN IN YANTAI 烟台套子湾污水处理厂的扩建和增容
AUSBAU EINER KLÄRANLAGE MIT VORREITERROLLE
BEI DER NACHHALTIGEN ENTSORGUNG VON KLÄRSCHLAMM
污水处理厂的扩能，其先锋作用在于可持续地排除污泥

Qamdo 昌都污水处理项目

In 3.214 m Höhe entstand die weltweit erste Kläranlage mit biologischer Reinigungsstufe. Aufgrund dieser Lage hat das Projekt Modellcharakter.

作为世界上首座位于海拔 3214 米高度的具有生物处理功能的污水处理厂 (这一规模级别), 该项目具有样板特征。



Projektort: Qamdo, Tibet, China

Einwohner: 65.000

Davon angeschlossen: 40 %

Geoinformationen: 31°8'27.48"N | 97°10'19.27"E | Höhe: 3.214 m üNN

Projektträger: Urban & Rural Construction Housing and Bureau of Qamdo Prefecture

Projektpartner: Chinesisches Finanzministerium, Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

Laufzeit: 2001 → 2010

Finanzieller Umfang: 10.940.000 Euro

Finanzierung: Die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) unterstützt das Projekt mit 6.135.000 Euro. Die Regierung in Qamdo stellt etwa 4.800.000 Euro bereit.

项目实施地点：中国西藏昌都

居民：65000 人

其中所涉及的人数：40%

地理信息：31°8'27.48"N | 97°10'19.27"E, 高度为海拔 3214 米

项目承担人：昌都地区住房与城乡建设局

项目合作者：中国财政部；复兴信贷银行

期限：2001 至 2010 年

财政规模：1094 万欧元资助。由复兴信贷银行为该项目提供 613.5 万欧元支持。由昌都政府提供约 480 万欧元。

Qamdo 昌都污水处理项目

Herausforderung

Der Regierungsbezirk Qamdo befindet sich im Hochland von Tibet. Die Region ist wirtschaftlich nur schwach entwickelt. Vor dem Projekt gelangten die Abwässer unbehandelt in die umliegenden Flüsse Zhaqu, Angqu und Lancang (Mekong). Dadurch wurden auch weiter flussabwärts gelegene Teile des Mekong verunreinigt. Um dem entgegenzuwirken, entstand in Qamdo eine Abwasserentsorgungsanlage. Sie liegt 3.214 Meter über dem Meeresspiegel und ist die weltweit erste Kläranlage in einer solchen Höhe. Die besonderen klimatischen Bedingungen vor Ort verlangten spezielle technische Lösungen. So war es erforderlich, die gesamte technische Ausrüstung – einschließlich der Belüftungsanlage – an das Klima anzupassen. Zudem wurde die komplette Anlage eingehaust.

Projektziele

Das Projekt verfolgte in erster Linie das Ziel, die Umwelt- und Sanitärbedingungen in Qamdo selbst sowie in den flussabwärts gelegenen Gebieten zu verbessern. Genau so wichtig war es, einen nachhaltigen Anlagenbetrieb zu sichern. Um dies zu gewährleisten, wurde ein sequenzielles Finanzierungskonzept erstellt. Das Projekt soll zudem als Grundstein dienen, um die Region nachhaltig zu entwickeln.

Projektansatz

Das Projekt umfasst drei Hauptkomponenten:

1. Ausbau des Kanalnetzes in drei Stadtteilen
2. Bau einer Kläranlage und Anschluss des Kanalnetzes an die Kläranlage
3. Ausrüstung der lokalen Umweltüberwachungsstation

挑战

昌都行政区位于青藏高原。该地区的经济发展较为缓慢。在该项目实施前，污水未经处理直接排入扎曲河、项目目标昂曲河和澜沧江（湄公河）。由此对湄公河下游地区产生进一步的污染。为了解决这一问题，在昌都建成了一座排污设施。其海拔 3214 米，是世界上首座位于此高度的污水处理厂。当地特殊的气候条件需要提供特殊的技术解决方案。因此有必要使整体的技术装备包括通风设备均与当地的气候相适应。需要将复杂的设备安装 indoors。

项目目标

该项目的首要目标是改善昌都本地和下游地区的环境与卫生条件。确保设施的持续运行具有同样重要的意义。为提供保障，编制了循序渐进的资助方案。该项目是这一地区持续发展的基石。

项目构成

该项目包括三个主要组成部分：

1. 三个城区的排水管网的扩能
2. 建造一座污水处理厂并将排水管网与污水处理厂相连
3. 为当地的环境监控站安装设施



Nutzen des Projekts

Die Kläranlage ist seit 2009 in Betrieb. Sie verfügt über eine Kapazität von 9.000 m³/d. Damit gelangt ein Großteil des Abwassers aus der Stadt Qamdo in die Kläranlage. Dort wird es durch das konventionelle Belebtschlammverfahren gereinigt; dabei werden die Nährstofffrachten weitestgehend entfernt. Die im Ablauf gemessenen Parameter (siehe Tabelle unten) erfüllen die chinesische Standardklasse IB (GB 18918–2002). Anfallender Klärschlamm wird anaerob verwertet und das entstehende Biogas thermisch genutzt. Die Abluft wird gesammelt und ebenfalls behandelt.

Wirkungen

Die Anlage in Qamdo ist seit 2009 wirksam in Betrieb. Die dabei gewonnenen Erfahrungen unterstreichen ihre führende Rolle bei der Abwasserreinigung. Die Aufmerksamkeit, die sie in der Region genießt, verspricht langfristig weitere positive Effekte. Aufgrund der besonderen Höhenlage hat sie zudem Modellcharakter für Regionen mit ähnlichen klimatischen Bedingungen. Die Informationsveranstaltungen und Besichtigungen der Kläranlage fördern das Bewusstsein der lokalen Bevölkerung für den Umweltschutz sowie für einen verantwortungsvollen Umgang mit Wasser. Darüber hinaus bot das Projekt dem Bezirk Qamdo die Gelegenheit, den Kontakt mit ausländischen Partnern auszubauen und eigene Kapazitäten im Projektmanagement zu stärken.

项目使用情况

该污水处理厂自 2009 年起投入运行。其日处理能力为 9000 立方米。因此,昌都市的大多数污水均经过该污水处理厂的处理。在此以常规的活性污泥工艺进行净化;并尽最大可能消除营养物负荷。排放时所测得的参数(图表)需满足 IB 类国家标准 (GB18918-2002)。所产生的污泥需经厌氧处理,所形成的生物气体用于制热。需收集废气并经相应处理。

效果

昌都的污水处理厂自 2009 年起都处在有效运行中。经由项目所取得的经验强调了污水净化过程中设备的主导作用。该设备在该地区所享有的细致服务将会产生长期的积极效果。基于特殊的高原地理位置,其对类似气候条件的地区具有样板特征。信息交流活动和参观污水处理厂,有助于提升当地人口的环保意识以及对水资源的责任感意识。此外,该项目还为昌都行政区提供机会。与外国合作伙伴建立联系并增强自身在项目管理能力。

Überwachungswerte (Mittelwert von 3 Testmonaten)

监控值 (三个测试月内的平均值)

mg/L Zulauf 排入 Ablauf 排放

| | | |
|------------------------|-----------|-----------|
| CSB 化学需氧量 | 880 | 32 |
| BSB ₅ 生化需氧量 | 350 | n.b. 未经处理 |
| Feststoffe 悬浮物 | n.b. 未经处理 | 10 |
| Ammonium-N 氨氮 | 40 | 7,05 |
| Gesamt-N 总氮 | 66 | 13,61 |
| Gesamt-P 总磷 | 11,4 | 0,48 |

Chinesische Standardklasse (GB 18918-2002)

技术数据

IA IB II

| | | |
|--------|---------|----------|
| 50 | 60 | 100 |
| 10 | 20 | 30 |
| 10 | 20 | 30 |
| 5 (8)* | 8 (15)* | 25 (30)* |
| 15 | 20 | — |
| 0,5 | 1 | 3 |

* KLAMMERWERTE = GRENZWERTE BEI WASSERTEMPATUREN < 12°C
括号内的数值表示水温低于 12°C 时的限值。

Lessons Learned

- Die technische Ausrüstung, wie etwa die Belüftungsanlage, waren unter den klimatischen Besonderheiten der Hochland-Region zunächst nicht voll funktionsfähig. In chinesisch-deutscher Zusammenarbeit wurden die Geräte umgebaut und so erfolgreich den speziellen Umständen angepasst.
- Durch Schulungen, die die KFW anbot, ließen sich die Führungs- und Organisationskapazitäten der Projektagenturen vor Ort ausbauen.
- Der Klärschlamm wird momentan entwässert und geordnet deponiert. Weitere Lösungen und Verwertungsansätze sind hier noch zu identifizieren.

Ausblick

Das Projekt lässt sich noch weiter ausbauen. Neben der Erweiterung der Reinigungsleitung auf 18.000 m³/d, ist ein möglicher Anknüpfungspunkt die Erhöhung der Energieeffizienz beim Betrieb der Wasseraufbereitungsanlage. Zudem lässt sich der Klärschlamm noch stärker landwirtschaftlich nutzen. Auch sollte Biogas, das bei der Klärschlammfäulung entsteht, weiterverwendet werden. Aufgrund seines Modellcharakters bietet sich das Projekt als künftiges Forschungsobjekt an.

所吸取的教训

- 诸如通风设备的技术装备，在高原地区特殊的气候条件下无法全功能运转。在中德合作过程中，对各种器械进行了改进和改装，使其顺利适应特殊的环境条件。
- 通过复兴信贷银行所提供的培训，当地项目代理处的管理与组织能力均得以提升。
- 污泥均被瞬间脱水并予以填埋。其他的解决方案和利用方法尚有待证实。

展望

该项目还在继续拓展之中。除了将净化管道扩能为18000立方米每日，一个可能的接合点是在运行水净化设施时提高能源效率。为此，还可以将污泥大量应用于农业生产。污泥发酵时产生的生物气体应予以后续利用。该项目由于其所具有的样板特征而被作为未来的研究对象。



Technische Daten

技术数据

| | |
|----------------------|---|
| 65.000 EW | Kapazität 容量 |
| 9.000 m ³ | Leistung pro Tag 日处理量 |
| 7°C | Ø Temperatur 温度 |
| 177 l/s | Abwassermenge bei Trockenemwetter (max) 干燥气候下的污水量(最大值) |
| 208 l/s | Abwassermenge bei Regenwetter (max) 雨天气候下的污水量(最大值) |
| 65.000 | Einwohner (2002) 居民数 |

Jiaxing 嘉兴污水处理项目

Die Millionenstadt Jiaxing wächst stetig. Eine zweite Abwasseraufbereitungsanlage kann die neuen Herausforderungen bewältigen und negative Umweltfolgen abwenden.

嘉兴这座百万级城市正在不断壮大之中。借助第二座污水处理厂，可以克服诸多新的挑战并避免产生负面的环境后果。



Projektort: Jiaxing, Provinz Zhejiang, China

Einwohner: 3.32 Mio (2012)

Davon angeschlossen: 34 %

Geoinformationen: 30°45'14.12"N | 120°45'30.76"E | Höhe: 8 m üNN

Projektträger: Jiaxing Water Resource Investment Group Co. Ltd.

Projektpartner: Chinesisches Finanzministerium;
Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

Laufzeit: 07/2009 → 04/2011 bzw. 06/2012

Finanzieller Umfang: 555.96 Millionen Yuan (etwa 70.1 Millionen Euro)

Finanzierung: Die KfW unterstützt das Projekt mit einem Darlehen von 15 Millionen Euro.

项目实施地点：中国浙江省嘉兴市

居民：332万（2012年）

其中所涉及的人数：34%

地理信息：30°45'14.12"N | 120°45'30.76"E，高度为海拔8米

项目承担人：嘉兴市水务投资集团公司

项目合作者：中国财政部；复兴信贷银行

期限：2009年7月至2011年4月或2012年6月

资助规模：5.5596亿元（约合7010万欧元）

资助：由复兴信贷银行为该项目提供1500万欧元的贷款支持。

Jiaxing 嘉兴污水处理项目

Herausforderung

Die Stadt Jiaxing befindet sich im Osten Chinas in der Provinz Zhejiang. Sie liegt im Hinterland der Hang-Jia-Hu-Ebene sowie im Delta des Jangtsekiang. Jiaxing zählt 3.32 Millionen Einwohner (2012). Ökonomisch bedeutend ist die Stadt vor allem wegen ihrer Textilindustrie. Weiterhin ist sie ein wichtiger Standort der chinesischen Seidenindustrie. Die Metropole ist durch eine starke wirtschaftliche Entwicklung geprägt sowie durch stetiges Bevölkerungswachstum. Beides bewirkt auch einen Anstieg des Abwasseraufkommens. Zwar besaß Jiaxing bereits vor Projektbeginn eine kommunale Kläranlage mit einer Kapazität von 300.000 m³/d. Doch diese reichte nicht mehr, um die anfallenden Mengen zu bewältigen. Zum Planungszeitpunkt fielen Schmutzwasserfrachten von bis zu 1.250.000 Einwohnerwerten an. Bei dem Projekt waren zudem die Pläne umliegender Bezirke zu berücksichtigen, die ihr Abwasser ebenfalls zur Reinigung nach Jiaxing leiten wollten.

Projektziele

Das Projekt verfolgte das Ziel, ein zukunftsfähiges und leistungsstarkes Abwasserkonzept zu implementieren. Hierzu sollte das bestehende Kanalnetz erweitert werden. Außerdem sollten eine neue Kläranlage sowie weitere Pumpstationen entstehen. All dies diente wiederum dazu, die Wasserressourcen der Region zu schützen und die Gesundheitsrisiken zu verringern – sowohl in der Metropolenregion selbst als auch in den flussabwärts gelegenen Gebieten.

Projektansatz

Um das Projektziel zu erreichen, arbeiteten die lokalen Akteure mit Beratungsunternehmen aus China und Deutschland zusammen. Die Berater unterstützten die Akteure vor Ort beim Planen und Umsetzen folgender Projektkomponenten:

1. Bau einer zusätzlichen Kläranlage mit einer Reinigungsleistung von 300.000 m³/d, bestehend aus zwei Teilanlagen mit einer Kapazität von je 150.000 m³/d
2. Bau einer zweiten Hauptabwasserleitung mit einer Länge von rund 43 Kilometern
3. Bau von vier Pumpstationen

挑战

嘉兴市位于中国东部的浙江省,处在杭嘉湖平原的腹地以及长江三角洲。嘉兴市现有居民 332 万 (2012 年)。这座城市主要因其纺织业而在经济方面产生影响意义。另外,它是中国丝绸业的一个重要产地。大都市的特点是经济发展强劲,人口持续增长。两者都会使污水增量出现。在本项目实施前,虽然嘉兴已在当地拥有一座 30 万立方米日处理能力的污水处理厂。但需要处理所出现的污水量,这远远不够。项目规划时,所出现的污水负荷量最大为 125 万名居民人数。在本项目中,务必注意到周边地区的规划,因其同样设想把污水排往嘉兴进行净化处理。

项目目标

该项目旨在实施一个能够确保未来且功能强大的污水处理方案。为此需要对现有的排水管网进行扩能。此外,应增加一座新的污水处理厂以及其他的泵站。所有的一切都是为了服务于保护该地区的水资源以及降低健康风险 — 包括都市区本身和下游地区。

项目构成

为了实现项目目标,当地的参与方和来自中德两国的咨询企业展开合作。咨询专家们在下述项目组成的规划与实施方面为参与方提供支持。

1. 建造另一座污水处理厂,其日净化能力为 30 万立方米,由两座污水处理分厂组成,每一座的日处理能力为 15 万立方米。
2. 建造第二条排废主管,长约为 43 公里。
3. 建造泵站



Nutzen des Projekts

Im Rahmen des Projekts wurden rund 43 Kilometer Abwasserkanal und vier Pumpstationen gebaut. Zudem entstand eine zweite Kläranlage mit einer Kapazität von 300.000 m³/d. Die erste Teilanlage ging im April 2011 in Betrieb. Sie erreichte bereits im ersten Jahr eine Kapazität von durchschnittlich 169.727 m³/d. Damit überstieg sie sogar die Planungswerte. Auch die Testphase der zweiten Teilanlage, die im Juni 2012 eröffnet wurde, verlief positiv. Weiterhin gelang es, die Zulaufmenge auszugleichen. Dadurch lässt sich die erste Kläranlage in Jiaying nun optimal betreiben. Zwei Wärmekraftwerke nutzen einen Großteil des Klärschlammes, der in der neuen Anlage anfällt, zur Energiegewinnung. Die überwachten Parameter (siehe Tabelle unten) erfüllen die chinesische Standardklasse II für gereinigtes Abwasser, das in Oberflächengewässer eingeleitet wird (GB 8978-1996).

Wirkungen

Das Projekt trägt dazu bei, das kommunale Abwasser gereinigt in das Jangtsekiang-Delta abzuleiten. Es verbessert so den Schutz der Wasserressourcen in Jiaying und Umgebung. Der Ausbau des urbanen Abwassersystems stärkt den Wirtschaftsstandort Jiaying. Denn er macht ihn attraktiver für nationale und internationale Investitionen. Die ordentliche Beseitigung von Klärschlamm ist beispielhaft für andere Metropolenregionen in China und hat Vorbildfunktion für künftige Projekte. Die Weiterbildung des Betriebspersonals stärkt lokales Know-how und fördert eine optimale Betriebsführung.

项目使用情况

在项目框架内需要新建约 43 公里长的污水管道以及四个连接管道的泵站。嘉兴已有第二座污水处理厂，其日处理能力为 30 万立方米。首座污水处理分厂已于 2011 年 4 月投入运营。在第一年，污水处理分厂的日处理能力就已达 到 169727 立方米。这甚至超过了规划值。第二座污水处理分厂于 2012 年 6 月启用，试运行阶段设备良好。此外，已成功实现排入量的平衡处理。嘉兴的首座污水处理厂现已处在最佳运行状态。有两个热电厂利用了新污水处理厂所产生的污泥中的大部分热能，并用于能源回收。所监控的参数(图表) 满足了中国有关排入地表水系的污水的 II 类标准 (GB8978-1996)。

效果

该项目有助于将嘉兴都市区所产生的当地污水经净化后排入长江三角洲。以此方式可改善嘉兴及周边地区的水资源保护情况。城市污水系统的扩建将提升嘉兴的经济地位，使得嘉兴对国内外投资更具吸引力。规范去除污泥对其他都市区来说具有榜样性质，而对未来的项目也具有前瞻性意义。运行人员的再培训强化了本地的知识技能，并促进污水处理厂运行实现最佳管理。

Überwachungswerte (Mittelwert eines Testjahres)

监控值 (试运行年度的平均值)

mg/L Zulauf 排入 Ablauf 排放

| | | |
|------------------------|-----------|-----------|
| CSB 化学需氧量 | 426 | 78 |
| BSB ₅ 生化需氧量 | 237 | 22 |
| Feststoffe 悬浮物 | 284 | 22 |
| Ammonium-N 氨氮 | 21,8 | 9,5 |
| Gesamt-N 总氮 | n.b. 未经处理 | n.b. 未经处理 |
| Gesamt-P 总磷 | 8,41 | 0,84 |

Chinesische Standardklasse (GB 8978-1996)

中国国标技术数据

I II

| | |
|-----|-----|
| 60 | 120 |
| 20 | 30 |
| 20 | 30 |
| 15 | 25 |
| — | — |
| 0,5 | 1 |

Lessons Learned

- Präzise Planung von Bauabschnitten sowie die Auswahl von erfahrenen Projektpartnern verhindern Verzögerungen bei der Umsetzung des Gesamtprojektes.
- Damit beide Kläranlagen in Jiaying, wie von den Provinzbehörden gefordert, die Standardklasse 1B erfüllen, ist es nötig, beide Anlagen in Zukunft in der Betriebsführung zu optimieren.
- Die Projektpartner stimmten überein, die nicht abgerufenen Projektmittel von 3.8 Millionen Euro vom bereitgestellten Gesamtdarlehen über 15 Millionen Euro abzuziehen.

Ausblick

Der Klärwerksbetreiber plant, das Betriebspersonal in Trainingskursen weiterzubilden. Zentrale Themen sind dabei die Optimierung der Klärprozesse sowie die Verwaltung der Betriebsdaten.

所吸取的教训

- 建设阶段的精准规划以及选择有经验的项目合作伙伴使得整个项目的实施未出现延迟现象。
- 为了使嘉兴的两座污水处理厂满足省府机构所要求的1B标准等级,有必要使两座污水处理厂在未来的运行管理实现最佳化。
- 项目合作伙伴一致同意从所提供的全部贷款即1500万欧元中返还未动用的380万欧元项目资金。

展望

污水处理厂已计划让运行人员参加培训课程。培训的中心主题是净化过程的优化以及运行数据的管理。



Technische Daten

技术数据

| | |
|----------------------------------|--|
| 1.250.000 EW | Kapazität 容量 |
| | |
| 300.000 m³/Tag | Abwassermenge bei Trockenwetter (mittel) 干燥气候下的污水量(平均值) |
| | |
| 3.470 l/s | Abwassermenge bei Trockenwetter (max) 干燥气候下的污水量(最大值) |
| | |
| 4.510 l/s | Abwassermenge bei Regenwetter (max) 雨天气候下的污水量(最大值) |
| | |
| 3.320.000 | Einwohner (2012) 居民数 |

Kaxgar 喀什污水处理项目

Die Entwicklungsmöglichkeiten der Sonderwirtschaftszone machen eine leistungsstarke Kläranlage unabdingbar.

经济特区的发展方式使得具备一座强大的污水处理厂成为绝对必要。



Projektort: Kaxgar, Xinjiang, China

Einwohner: 435.000 (2009)

Davon angeschlossen: 73,5 %

Geoinformationen: 39°28'13.45"N | 75°59'23.11"E | Höhe: 1.270 m üNN

Projektträger: Kaxgar Water Supply and Sewage General Company

Projektpartner: Chinesisches Finanzministerium;
Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

Laufzeit: 12/2005 → 07/2010

Finanzieller Umfang: 13.1 Millionen Euro

Finanzierung: Die KfW unterstützt das Projekt mit einem Darlehen von 4.25 Millionen Euro. Die lokale Finanzierung wurde durch nationale Zuschüsse (60 Millionen CNY) und ein Darlehen der Chinesischen Entwicklungsbank (20 Millionen CNY) sowie eigene Finanzmittel sichergestellt.

项目实施地点：中国新疆维吾尔自治区喀什

居民：43.5 万 (2009 年)

其中所涉及的人数：73.5%

地理信息：39°28'13.45"N | 75°59'23.11"E, 高度：海拔 1270 米

项目承担人：喀什市供排水总公司

项目合作者：中国财政部；复兴信贷银行

期限：2005 年 12 月至 2010 年 7 月

资助规模：1310 万欧元

资助：由复兴信贷银行为该项目提供 425 万欧元的贷款支持。

当地的资助由国家补贴 (6000 万元人民币) 和国家开发银行贷款 (2000 万元人民币) 以及自筹资金予以确保。

Kaxgar 喀什污水处理项目

Herausforderung

Kaxgar ist die Hauptstadt des gleichnamigen Regierungsbezirks. Sie liegt am Rande des Tarimbeckens in der Uigurischen Autonomen Region Xinjiang. Die Stadt hat rund 435.000 Einwohner und gehört zu den kulturhistorisch wichtigsten Orten Zentralasiens. Ihre Wirtschaft wächst anhaltend. Parallel dazu nimmt die Bevölkerung pro Jahr um 5 % zu. Dies belastet die Wasserressourcen erheblich. Wichtigste Trinkwasserquelle sind die Flüsse Tuman und Kezi. Sie sind auch bedeutend für die Industrie und die Landwirtschaft. Vor dem Projekt gab es kein leistungsfähiges Kanalisationsnetz. Die Abwasserreinigung reichte weder quantitativ noch qualitativ. Zum Planungszeitpunkt fielen Schmutzfrachten von bis zu 400.000 Einwohnerwerten an. Die Einleitung ungeklärter Abwässer verschmutzte beide Flüsse und gefährdete die langfristige Verfügbarkeit der Wasserressourcen. Im Zuge einer umfangreichen urbanen Modernisierung beschloss daher die Kommunalverwaltung, das städtische Abwassersystem zu erneuern. Zudem sollte im südöstlichen Außenbezirk eine Kläranlage entstehen.

Projektziele

Der Ausbau des kommunalen Abwassersystems soll gewährleisten, dass die geltenden Emissionsstandards für kommunale Abwasserbehandlungsanlagen eingehalten werden. Damit verfolgt das Projekt auch die übergeordneten Ziele, den ökologischen Zustand der Flüsse Kezi und Tuman zu verbessern und so die langfristige Verfügbarkeit der Wasserressourcen zu sichern.

Projektansatz

Um die Projektziele zu erreichen, arbeiteten die Verantwortlichen in Kaxgar mit einem Partner zusammen, der sich auf Abwassersysteme spezialisiert hat. Die lokalen Akteure wurden bei der Planung und Umsetzung folgender Projektphasen unterstützt:

1. Erweiterung und Neubau der Kanalisation auf mehr als 40 Kilometern Länge
2. Bau einer kommunalen Kläranlage mit einer Reinigungsleistung von 80.000 m³ pro Tag

挑战

中国西部的喀什市是新疆维吾尔自治区同名行政区的首府，位于塔里木盆地的边缘地带，人口约 43.5 万。喀什的历史长达 2000 多年之久，属于中亚地区最重要的文化历史名城之一。这座城市不仅是旅游胜地，经济也在持续发展。与此同时人口数量每年递增 5%。这一发展明显加重了水资源的负担。最重要的饮用水源是吐曼河与克孜河。两条河流也都服务于工业和农业目的。早在项目启动前，喀什并没有有效的排水管网。污水净化无论在数量上还是在质量上都无法满足快速发展的需要。在项目流域内，规划之际的污物负荷最多为 40 万人数。未经净化的污水的排放污染了作为排水沟使用的吐曼河与克孜河。这危害到作为饮用水和生产要素的水资源的可利用性。所以在全面进行的城市现代化进程中，地方管理机构决定更新城市的污水排放系统。于是在行政区外围的东南部建造一座净化设施。

项目目标

当地污水排放系统的扩建应确保当地的污水处理设备符合现行的排放标准。因此，该项目的上位目标是改善吐曼河与克孜河的生态情况，并确保水资源具有长期的可利用性。

项目构成

为了实现项目目标，喀什的责任方与专长于污水排放系统的合作伙伴展开合作。当地的参与方在规划与实施项目的下述阶段时得到了支持：

1. 排水管网的扩建和新建,长度大于40公里
2. 建造当地的污水处理厂，其日处理能力为8万立方米。



Nutzen des Projekts

Durch den Neubau von mehr als 40 km Kanalleitung wurden Unternehmen sowie 100.000 Haushalte an eine leistungsfähige Kläranlage angeschlossen. Die neue Kläranlage ging 2009 in Betrieb. Ihre Reinigungsleistung beträgt pro Tag 80.000 m³. Sie nutzt das konventionelle Belebungsverfahren. Das sogenannte A²O-Verfahren (Nitrifikation/Denitrifikation) entfernt die Stickstoff- und Phosphatfrachten. Die Ablaufkonzentrationen erfüllen die nationalen Einleitanforderungen gemäß GB 18918-2002 (siehe Tabelle unten). Die Reinigung benötigt pro Kubikmeter Abwasser zwischen 0.186 und 0.213 kWh Energie. Sie gilt somit als besonders effizient. Der anfallende Klärschlamm wird vor Ort mechanisch entwässert und für die weitere Verwendung aufbereitet. Auf diese Weise verbesserte sich die Wasserqualität der innerstädtischen Wasserläufe sowie der weiter flussabwärts gelegenen Gewässer deutlich.

Wirkungen

Das Projekt verlief aus Sicht aller Beteiligten erfolgreich. Die Zusammenarbeit zwischen den lokalen Verantwortlichen, dem Betriebspersonal der Kläranlage und den beratenden Unternehmen war positiv. Sie stärkte das lokale Know-how nachhaltig. Die Abwasserreinigung erfolgt kosten- und energieeffizient. Hinzu kommen die Verwertung des Klärschlammes sowie die Rückgewinnung der im Abwasser enthaltenen Ressourcen. Davon profitieren langfristig die Umwelt, die Bevölkerung und der Wirtschaftsstandort Kaxgar.

项目使用情况

在项目框架内，喀什的排水管道长度超过 40 公里。有 10 万户家庭和企业通过管道与强大的污水处理厂相连。新的污水处理厂于 2009 年投入运行。其日净化处理能力为 8 万立方米。同时还采用常规的活化工艺。采用所谓的 A²O 工艺 (硝化作用/硝化作用)，可去除氮和磷负荷。依照 GB 18918-2002，排放浓度满足国家级污水排放要求 (见图表)。净化每立方米的污水需消耗 0.186 至 0.213 千瓦时的电能。因此，其效率特别高效。所产生的污泥可在现场通过机械方式实现脱水，并用于后续再利用。通过有序而规范的污水排放，明显改进了内城河道以及下游水域的水质。

效果

从各参与方的视角来看，项目的实施是成功的。当地责任方、座污水处理厂运行人员和咨询企业之间的合作情况良好。他们已将本地运行设备的知识技能予以持续强化。污水净化实现了成本与能源的有效性。此外还包含污泥的利用以及污水中所含资源的回收。由此长期得益的不仅仅是环境，还有人口和经济产地喀什。

Überwachungswerte (Mittelwert von 4 Testmonaten)

监控值 (四个测试月内的平均值)

| mg/L | Zulauf 排入 | Ablauf 排放 |
|------------------------|-----------|-----------|
| CSB 化学需氧量 | 501,9 | 41,6 |
| BSB ₅ 生化需氧量 | 241,9 | 6,3 |
| Feststoffe 悬浮物 | 746,1 | 17,2 |
| Ammonium-N 氨氮 | 33,3 | 4 |
| Gesamt-N 总氮 | 46 | 23,8 |
| Gesamt-P 总磷 | 6,1 | 2,3 |

Chinesische Standardklasse (GB 18918-2002)

技术数据

| IA | IB | II |
|--------|---------|----------|
| 50 | 60 | 100 |
| 10 | 20 | 30 |
| 10 | 20 | 30 |
| 5 (8)* | 8 (15)* | 25 (30)* |
| 15 | 20 | — |
| 0,5 | 1 | 3 |

* KLAMMERWERTE = GRENZWERTE BEI WASSERTEMPÉRATUREN < 12°C
括号内的数值表示水温低于 12°C 时的限值。

Lessons Learned

- Die enorme Entwicklungsdynamik der Wirtschaftszentren ist schon bei Planungsbeginn angemessen zu berücksichtigen. Hier waren bereits bei Inbetriebnahme der Anlage die Schmutzfrachten höher als in der Planungsphase angenommen.
- Durch eine nachträgliche Optimierung der Betriebsprozesse ließ sich die Stickstoffkonzentration so senken, dass sie den nationalen Standards entsprach.
- Integrierte Gesamtlösungen zum angemessenen Anschluss der geplanten Anlagen an das lokale Entsorgungskonzept sollten ausreichend geprüft werden. Um eine nachhaltige Entsorgung zu sichern, sollte der anfallende Klärschlamm entweder als Dünger weiterverarbeitet oder auf nahegelegene Deponien transportiert werden.

Ausblick

Bis 2020 soll sich die Reinigungsleistung der Kläranlage erhöhen. Dafür ist zunächst vorgesehen, die Kapazität auf 120.000 m³ pro Tag auszubauen. Darüber hinaus ist es möglich, bei Bedarf eine separate Stufe zur chemisch-physikalischen Phosphatfällung in den Aufbereitungsprozess zu integrieren. Dies bedeutet – vor allem mit Blick auf die ökonomische und touristische Bedeutung der Region – einen wichtigen Fortschritt.

所吸取的教训

- 在规划和确定污水处理厂的规模时，对中国经济中心的强大发展动力应予适当考虑。假定运行污水处理厂时所排入的污物负荷高于规划阶段所设定的。
- 通过运行流程的后续优化，可降低氮浓度，使其符合国家标准。
- 将计划中的设备与本地的排放方案进行适当结合的集成式整体方案，应予以充分审核。唯有如此，方可确保项目实施的顺利进行。规范去除污泥是一种挑战。为了确保做到 可持续的排放,应将污泥后续加工为肥料或者运送至附近填

展望

至 2020 年，污水处理厂的净化效率应得以提高。为此预计将日处理能力扩能为 12 万立方米。此外有可能在需要将化学物理脱磷的一个独立步骤集成入净化过程中。首先从地区经济和旅游的意义来看，这意味着一次重大的进步。



Technische Daten

技术数据

| | |
|----------------------------|--|
| 320.000 EW | Kapazität 容量 |
| 80.000 m ³ /Tag | Abwassermenge bei Trockenemwetter (mittel) 干燥气候下的污水量(平均值) |
| 1.200 l/s | Abwassermenge bei Trockenemwetter (max) 干燥气候下的污水量(最大值) |
| 28.150 m ³ | Beckenvolumen 浸没量 |
| 56 m ³ /d | Schlammmenge 污泥量 |
| 340.640 | Einwohner (2000) 居民数 |

Kaili 凯里污水处理项目

Die Kläranlage in Kaili war die erste Anlage im Süden der Provinz Guizhou und gilt als Pilotprojekt in der Region.

凯里的污水处理厂是贵州省南部地区的首座污水处理厂，是该地区的试验性项目。



Projektort: Kaili, Provinz Guizhou, China

Einwohner: 245.000 (2007)

Davon angeschlossen: 69 %

Geoinformationen: 26°34'0.67"N | 107°58'52.02"E | Höhe: 765 m üNN

Projekträger: Kaili City Water Supply Company, Kaili City

Projektpartner: Chinesisches Finanzministerium; Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW); Kaili City Water Supply Company

Laufzeit: 10/2002 → 12/2008

Finanzieller Umfang: 11.3 Millionen Euro

Finanzierung: Die KfW unterstützt das Projekt mit einem Darlehen von 4.1 Millionen Euro. Die lokale Finanzierung wurde durch nationale und kommunale Zuschüsse und eigene Finanzmittel sichergestellt.

项目实施地点：中国贵州省凯里

居民：24.5万（2007年）

其中所涉及的人数：69%

地理信息：26°34'0.67"N | 107°58'52.02"E，高度：海拔765米

项目承担人：凯里市供水公司

项目合作者：中国财政部；复兴信贷银行；凯里市供水公司

期限：2002年10月至2008年12月

资助规模：1130万欧元

资助：由复兴信贷银行为该项目提供410万欧元的贷款支持。本地的资助由国家和地方补贴以及自筹资金予以确保。

Kaili 凯里污水处理项目

Herausforderung

Die Stadt Kaili liegt im Südosten der Provinz Guizhou. Sie ist die Hauptstadt des Autonomen Bezirks Qian-dongnan und das kulturelle Zentrum der Dong und Miao. Seit Projektbeginn hat sich die Bevölkerung nahezu verdoppelt. Im Jahr 2010 betrug sie rund 478.000 Einwohner, darunter 245.000 Einwohner innerhalb des Stadtgebiets (2007). Kaili liegt an den Ufern des Qingshuihe. Der Fluss dient sowohl der Stadt als auch der flussabwärts gelegenen Region als wichtige Trinkwasserquelle. Zudem wird er landwirtschaftlich und industriell genutzt. Kaili besitzt eine geografische Besonderheit: Mitten durch die Stadt verläuft eine Wasserscheide. Diese teilt Kaili in zwei Wassereinzugsgebiete. Vor Projektbeginn gelangten das kommunale Abwasser sowie das Schmutzwasser aus den Betrieben direkt in den Fluss. Im Projekteinzugsgebiet fielen zum Planungszeitpunkt Schmutzfrachten von bis zu 200.000 Einwohnerwerten an. Um den nachhaltigen Schutz des Qingshuihe sicherzustellen, sollte die Stadtentwässerung erweitert werden. Zugleich sollte die erste Abwasserreinigungsanlage in der Region entstehen. Damit hatte das Projekt seinerzeit Pilotcharakter.

Projektziele

Ziel des Projekts war es, das anfallende kommunale Abwasser durch den Ausbau des Abwasserkanalsystems abzuleiten. Zudem sollte es in einer neuen Kläranlage gereinigt werden. Ziel war außerdem, die chinesischen Emissionsstandards einzuhalten. Dies wiederum ist eine wichtige Voraussetzung, um die Wasserqualität des Qingshuihe nachhaltig zu verbessern.

Projektansatz

Um die Projektziele zu erreichen, arbeiteten die Projektverantwortlichen in Kaili mit einem Partner aus Deutschland zusammen, der die lokalen Akteure vor Ort bei der Planung und Realisierung der folgenden Projektkomponenten unterstützte:

1. Ausbau des Abwasserkanalsystems um etwa 35 Kilometer
2. Aufbau einer Kläranlage mit einer Kapazität von 50.000 m³ pro Tag

挑战

凯里市位于贵州省东南部。它是黔东南自治区首府，是侗族和苗族的文化中心。自项目启动以来，人口数量已几乎翻番。2010年约有47.8万人，其中24.5万人居住在城市里（2007年）。这座城市坐落在黔水河畔。这条河流是凯里和下游地区的重要饮用水水源。此外还为工农业生产所利用。凯里的地理特点：一条分水线穿过城市的中心。它将凯里分为两个水流流域。早在项目启动前，当地的污水以及企业的已污染水均被直接排入河流中。在项目流域内，规划之际的污物负荷最多为20万人数。为了确保持续呵护黔水河，应对城市排水功能进行升级。与此同时，应在这一地区建造污水处理设施。因此该项目自启动之初就具备试验性特点。

项目目标

该项目旨在通过扩建污水管网系统来排放当地所产生的污水。为此应在一座新建的污水处理厂内进行净化处理。另一个目标是遵守国家排放标准。这又一次成为了持续改善黔水河水质的一个重要前提条件。

项目构成

为了实现项目目标，凯里的项目责任方与德国的合作伙伴展开合作，由合作伙伴为本地的参与方在规划和实施下述子项目时提供支持。

1. 污水管网系统扩建约35公里
2. 建造一座污水处理厂，日处理能力为5万立方米



Nutzen des Projekts

Es wurden rund 30 Kilometer Abwasserrohrleitungen verlegt. Zudem entstanden über 5 Kilometer Abwassersammelkanäle. Diese sind für besondere Belastungen ausgelegt. Im August 2007 ging die erste Kläranlage der Region in Betrieb. Sie verfügt über eine Reinigungsleistung von 50.000 m³ pro Tag. Die überwachten Parameter (siehe Tabelle unten) erfüllen die strengen nationalen Anforderungen (GB 18918-2002). Kailis besondere geographische Lage wirkt positiv auf die Energiebilanz der Kläranlage. Dort kommt das SBR-Verfahren zum Einsatz. Dadurch ist es nicht erforderlich, den Klärschlamm zurückzuführen. Im Vergleich zum konventionellen Belebtschlammverfahren spart dies Energie. Pro Kubikmeter gereinigtes Abwasser benötigt die Anlage etwa 0.17 kWh, d.h. sie arbeitet sehr energieeffizient. Der anfallende Klärschlamm wird durch Zentrifugen entwässert und auf der kommunalen Depo- nie entsorgt. Im Jahr 2008 waren dies etwa 9,5 t täglich.

Wirkungen

Eine funktionierende Abwasseraufbereitung sichert langfristig die Wasserqualität des Qingshuihe. Zugleich stärkt sie sowohl die Region als auch die flussabwärts gelegenen Gebiete als Standort für Industrie und Landwirtschaft. Der energieeffiziente Betrieb der Anlage hält die Betriebskosten niedrig. Dies wiederum wirkt positiv auf den Abwassertarif. Die Ausbildung des Betriebspersonals sowie umfangreiche Trainingsmaßnahmen garantieren den professionellen Betrieb der Anlage. Darüber hinaus profitieren die Verantwortlichen vor Ort auch bei künftigen Projekten von der Expertise.

项目使用情况

通过该项目, 凯里铺设了约 30 公里长的排污管道。此外, 污水收集管道有 5 公里多。这条管道是以特殊负荷的建造方式铺设的。2007 年 8 月, 这一地区的首座污水处理厂投入运行。其日净化处理能力为 5 万立方米。所监控的参数(见图表)满足了有关排入地表水系的污水的国家关键要求(GB 18918-2002)。凯里的特殊地理环境对污水处理厂的能源平衡有着积极作用。于是采用 SBR 工艺。以此方式则不必回送污泥。与常规的活性污泥工艺相比, 节省了能源。净化每立方米污水, 只需消耗约 0.17 千瓦时。这意味着其运行的能源效益非同一般。所产生的污泥采用离心机进行脱水处理, 并送至当地的填埋场。2008 年其日处理能力约为 9.5 吨。

效果

污水净化的实施将长期确保黔水河的水质。与此同时, 它使得作为工农业产地的这一地区和下游地区得到提升。高效地运行污水处理厂使运行成本保持在低位水平, 同时又对污水处理费用产生积极影响。运行人员的培训以及全面的培训措施为污水处理厂的专业运行提供了保障。此外, 当地的责任方也在实施未来的项目时受益于这些专业知识。

| Überwachungswerte (Mittelwert von 3 Testmonaten) 监控值 (三个测试月内的平均值) | | |
|--|-----------|-----------|
| mg/L | Zulauf 排入 | Ablauf 排放 |
| CSB 化学需氧量 | 190 | 17,6 |
| BSB ₅ 生化需氧量 | 154 | 7,5 |
| Feststoffe 悬浮物 | 289 | 9 |
| Ammonium-N 氨氮 | 28,3 | 3 |
| Gesamt-N 总氮 | 6,8 | 3,7 |
| Gesamt-P 总磷 | n.b. 未经处理 | n.b. 未经处理 |

| Chinesische Standardklasse (GB 18918-2002) 技术数据 | | |
|--|---------|----------|
| IA | IB | II |
| 50 | 60 | 100 |
| 10 | 20 | 30 |
| 10 | 20 | 30 |
| 5 (8)* | 8 (15)* | 25 (30)* |
| 15 | 20 | — |
| 0,5 | 1 | 3 |

* KLAMMERWERTE = GRENZWERTE BEI WASSERTEMPÉRATUREN < 12°C
括号内的数值表示水温低于 12°C 时的限值。

Lessons Learned

- Die geographischen Besonderheiten der Region wurden bei der Planung des Kanalnetzes berücksichtigt. Diese wirken positiv auf die Energiebilanz der eingesetzten Pumpen.
- Durch optimale Betriebsführung sind die Ablaufkonzentrationen einzelner Parameter niedriger, als während der Planungsphase angenommen. Die nationalen Standards werden ganzjährig erfüllt.
- Anhaltende Baumaßnahmen im Kanalnetz führten zu erhöhten Feststofffrachten im Zulauf während der Inbetriebnahme der Kläranlage.

Ausblick

Aus historischen Gründen ist das Kanalnetz derzeit teilweise als Misch- sowie als Trennkanalisation organisiert. In Zukunft soll flächendeckend auf das Trennsystem umgestellt werden. Denn dies bringt Vorteile für den Betrieb der Kläranlage.

所吸取的教训

- 在规划排放管网时需考虑到该地区的特殊地理条件。这对所使用的泵站的能源平衡产生积极影响。
- 通过优化运行管理，排放浓度的具体参数低于规划阶段所设定的数值。全年符合国家标准要求。
- 在污水处理厂运行期间，排水管网的持续施工增加了固体物质的负荷。

展望

由于历史原因，目前的排水管网有部分是混合排放，另一部分则是分离式排放。未来应全面转换成分离式排放系统，因为这为污水处理厂的运行带来诸多益处。



Technische Daten

技术数据

| | |
|---------------------------------|--|
| 170.000 EW | Kapazität 容量 |
| | |
| 50.000 m³/Tag | Abwassermenge bei Trockenemwetter (mittel) 干燥气候下的污水量(平均值) |
| | |
| 775 l/s | Abwassermenge bei Trockenemwetter (max) 干燥气候下的污水量(最大值) |
| | |
| 29.950 m³ | Beckenvolumen 浸没量 |
| | |
| 38 m³/d | Schlammmenge 污泥量 |
| | |
| 245.000 | Einwohner (2002) 居民数 |

Tonghua 通化污水处理项目

Langfristige Planung und der Einsatz innovativer Technik können den Herausforderungen begegnen, die durch ein starkes Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum entstehen.

长期规划和采用创新技术可以化解因经济和人口明显增长而带来的挑战。



Projektort: Tonghua Stadt, Jilin Provinz, China

Einwohner: 448.000 (2012)

Davon angeschlossen: 332.000 (74 %)

Geoinformationen: 41°43'42.24"N | 125°56'22.91"E | Höhe: 376–385 m üNN

Projekträger: Tonghua Jieyuan Wastewater Treatment Plant Co. Ltd., Tonghua

Projektpartner: Ministry of Finance, Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW), Tonghua Construction Bureau

Laufzeit: 12/2008 → 11/2012

Finanzieller Umfang: 36 Millionen Euro

Finanzierung: 13 Millionen finanziert von der KfW

项目实施地点：中国吉林省通化市

居民：44.8万 (2012年)

其中所涉及的人数：33.2万 (74%)

地理信息：41°43'42.24"N | 125°56'22.91"E，高度：海拔 376–385 米

项目承担人：通化市洁源污水处理厂有限公司

项目合作者：财政部、复兴信贷银行、通化建设局

期限：2008年12月至2012年11月

资助规模：3600万欧元

资助：1300万欧元由复兴信贷银行提供资助

Tonghua 通化污水处理项目

Herausforderung

Die bezirkstfreie Stadt Tonghua befindet sich im Osten Chinas in der Provinz Jilin. Die Stadt liegt am Hunjiang Fluss, der über den Yalu Fluss in das gelbe Meer fließt. Tonghua zählt 448.000 Einwohner (2012). Es siedeln dort vor allem Lebensmittel verarbeitende, medizintechnische und metallurgische Betriebe. Seit vielen Jahren gibt es ein stetiges Wirtschaftswachstum sowie einen starken Bevölkerungsanstieg. Beide Entwicklungen führten vor Projektbeginn zu einer hohen ökologischen Belastung des Hunjiang, da die Abwässer unbehandelt in den Fluss gelangten. Im Projekteinzugsgebiet fielen zum Planungszeitpunkt Schmutzfrachten von 330.000 Einwohnerwerten an. Die Planung und Realisierung eines neuen Abwasserkonzeptes gehörten zur Selbstverpflichtung der Stadtverwaltung. Diese versprach, die Umweltsituation im urbanen Raum sowie im Yalu Flusseinzugsgebiet zu verbessern.

Projektziele

Ziel des Projekts war es, das anfallende kommunale Abwasser abzuleiten. Dazu sollte im Stadtgebiet das Abwasserkanalsystem ausgebaut werden. Zudem sollte eine neue Kläranlage entstehen. Ziel war weiterhin, die chinesischen Emissionsstandards einzuhalten, um die Wasserqualität des Yalu Flusseinzugsgebietes nachhaltig zu verbessern.

Projektansatz

Um die Projektziele zu erreichen, kooperierten die beteiligten Akteure mit chinesischen und deutschen Partnern. Die deutsche Seite unterstützte vor allem bei folgenden Planungen, Umsetzungen und Inbetriebnahmen:

1. Ausbau des Abwasserkanalsystems um rund 20 Kilometer
2. Bau von drei intermittierenden Abwasserpumpstationen
3. Bau einer Kläranlage mit einer Reinigungsleistung von 50.000 m³ pro Tag

Challenge

这座非行政区域城市通化位于中国东部的吉林省，坐落在浑江河畔，经鸭绿江流入黄海。通化市现有居民 44.8 万 (2012 年)。落户在此的主要是食品加工、医疗技术和冶金企业。多年来，经济持续增长，人口增加明显。在项目启动前，这两方面的发展给浑江带来了极大的生态负担，因为污水未经处理就被排入河道之中。在项目流域内，规划之际的污物负荷最多为 33 万人数。新的排污方案的规划和实施属于城市管理部门的职责与义务。他们承诺改善城市区域内以及鸭绿江流域的环境形势。

Project Goals

该项目旨在排放当地所产生的污水。为此应在城区内扩建污水管网系统。需要建造一座新的污水处理厂。其旨在遵守国家排放标准，持续改善鸭绿江流域的水质。

Project Structure

为了实现项目目标，各参与方与中方和德方的合作伙伴展开合作。德方主要在上述规划、实施和运行方面提供支持。

1. 污水管网系统扩建约20公里
2. 建造三座间歇式排污泵站
3. 建造一座污水处理厂，其日处理能力为5万立方米。



Nutzen des Projekts

Im Rahmen des Projekts entstanden mehr als 30 Kilometer Abwasserkanal, drei Abwasserpumpstationen und eine Kläranlage. Nach einer Testphase ging die Anlage im Juni 2011 vollständig in Betrieb. Seither bereitet sie pro Tag durchschnittlich 50.000 m³ Abwasser auf (Trockenwetter). Die überwachten Parameter im Ablauf (siehe Tabelle unten) erfüllen die Standards der Klasse IB der nationalen Anforderungen für Abwasser, das in Oberflächenwasser eingeleitet wird (GB 18918-2002). Der anfallende Klärschlamm wird mechanisch entwässert und anschließend deponiert. Untersuchungen haben gezeigt, dass der Schlamm auch die chinesischen Standards für die Verwertung von Klärschlamm in der Landwirtschaft erfüllt.

Wirkungen

Die Projektpartner haben das Vorhaben erfolgreich umgesetzt. Nahezu dreiviertel der Bevölkerung Tonghuas wohnt im Einzugsgebiet der Kläranlage. Das bedeutet: Die Abwässer aus diesen Haushalten werden inzwischen gereinigt. Zudem wurde das Betriebspersonal weitergebildet und durch umfangreiche Trainings auf die Betriebsführung der Anlage vorbereitet. Entstehender Klärschlamm wird durch mehrere Zentrifugen entwässert und einer weiteren Verwertung zugeführt.

项目使用情况

在项目框架内，污水管道长达 30 公里之多，有三个排污泵站和一座污水处理厂。试运行之后，污水处理厂已于 2011 年完全投入运行。自此，每天的平均污水处理能力为 5 万立方米（干燥天气）。所监控的排放参数（见图表）满足了有关排入地表水系的污水的国家标准 IB 类（GB 18918-2002）。所产生的污泥均以机械方式脱水并在随后予以填埋。调查试验表明，污泥处理亦需满足农业污泥利用的国家标准。

效果

项目合作伙伴已成功实施了这一项目计划。几近四分之三的通化市人口居住在污水处理厂所在的流域范围内。这意味着：家庭生活污水得到了净化处理。运行人员得到了培训，并通过全面培训来为污水处理厂的运行管理做好准备。所产生的污泥通过若干台离心机进行脱水并作为后续利用。

Überwachungswerte (Mittelwert von 3 Testmonaten)

监控值 (三个测试月内的平均值)

mg/L Zulauf 排入 Ablauf 排放

| | | |
|------------------------|------|------|
| CSB 化学需氧量 | 247 | 44 |
| BSB ₅ 生化需氧量 | 118 | 18 |
| Feststoffe 悬浮物 | 117 | 11 |
| Ammonium-N 氨氮 | 25,5 | 6,2 |
| Gesamt-N 总氮 | 32,2 | 17,2 |
| Gesamt-P 总磷 | 2,51 | 0,71 |

Chinesische Standardklasse (GB 18918-2002)

技术数据

IA IB II

| | | |
|--------|---------|----------|
| 50 | 60 | 100 |
| 10 | 20 | 30 |
| 10 | 20 | 30 |
| 5 (8)* | 8 (15)* | 25 (30)* |
| 15 | 20 | — |
| 0,5 | 1 | 3 |

* KLAMMERWERTE = GRENZWERTE BEI WASSERTEMPATUREN < 12°C
括号内的数值表示水温低于 12°C 时的限值。

Lessons Learned

- Durch die professionelle chinesisch-deutsche Zusammenarbeit verlief das Projekt verzögerungsfrei. Die Anlage konnte wie geplant in Betrieb gehen. Die ersten Tests waren sehr zufriedenstellend. Die Ablaufkonzentrationen erfüllen die chinesischen Standards.
- Einen Ansatz, die Anlage weiter zu verbessern und zu optimieren, bieten die betrieblichen Energiekosten. Sie fallen derzeit höher aus als in der Planungsphase veranschlagt.
- Schrittweise erfolgten Maßnahmen, um die Qualität der Messdaten zu sichern. Dadurch haben die Daten für den Betriebszeitraum eine hohe Qualität.

Ausblick

Langfristig ist beabsichtigt, die Reinigungsleistung der Anlage auf bis zu 100.000 m³/d zu erweitern und die Reinigungsstufe IA zu erreichen. Die Planung berücksichtigte bereits die zweite Ausbaustufe der UV-Desinfektion. Die Verdopplung der Reinigungsleistung trägt der strukturellen Veränderung der Region Rechnung, einschließlich der damit verbundenen Herausforderungen.

所吸取的教训

- 通过中德专业合作，项目运转并无延误。污水处理厂可如期投入运行。首期试运行结果令人满意。排放浓度满足国家标准。
- 企业的能源成本为污水处理厂的后续改进和优化提供了机会。目前所产生的成本高于规划阶段所估计的数值。
- 将逐步采取各项措施来确保测量数据的质量。由此使运行期间的相关数据具有较高的品质。

展望

长期目标在于将污水处理厂的日净化能力扩能至 10 万立方米，并达到 IA 净化类别。规划时已考虑到第二步扩建紫外线消毒功能。净化能力的翻倍提升将有助于从结构上改变这一区域的面貌，包括迎接相关挑战。



Technische Daten

技术数据

| | |
|---------------------------------|--|
| 332.000 EW | Kapazität 容量 |
| | |
| 50.000 m³/Tag | Abwassermenge bei Trockenwetter (mittel) 干燥气候下的污水量(平均值) |
| | |
| 799 l/s | Abwassermenge bei Trockenwetter (max) 干燥气候下的污水量(最大值) |
| | |
| 34.800 m³ | Beckenvolumen 浸没量 |
| | |
| 448.000 | Einwohner 居民数 |

Liuwei in Yangzhou

扬州六圩污水处理厂的扩建和增容

Die bisherige Klärkapazität reichte nicht aus, um mit den Herausforderungen des Bevölkerungswachstums in Yangzhou umzugehen.

其污水处理能力不足以面对因扬州人口增长所带来的挑战。



Projektort: Yangzhou, Jiangsu Provinz, China

Einwohner: 4.600.000 (2012)

Davon angeschlossen: 260.000 Einwohner

Geoinformationen: 32°23'39.16"N | 119°24'46.67"E | Höhe: 11 m üNN

Projekträger: Yangzhou Jieyuan Discharge Water Co. Ltd.

Projektpartner: Chinesisches Finanzministerium;
Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

Laufzeit: 2009 → 2012

Finanzieller Umfang: 40 Millionen Euro

Finanzierung: Das Projekt wird mit 10 Millionen Euro durch die KfW Entwicklungsbank mit einem Förderkredit kofinanziert.

项目实施地点：中国江苏省扬州市

居民：460万(2012年)

其中所涉及的人数：26万居民

地理信息：32°23'39.16"N | 119°24'46.67"E，高度：海拔11米

项目承担人：扬州市洁源排水有限公司

项目合作者：中国财政部；复兴信贷银行

期限：2009至2012年

资助规模：4000万欧元

资助：该项目由复兴信贷发展银行以促进贷款的形式提供1000万欧元的合作支持。

Liuwei in Yangzhou 扬州六圩污水处理厂的扩建和增容

Herausforderung

Die Stadt Yangzhou befindet sich in der Provinz Jiangsu. Sie liegt am nördlichen Ufer des Jangtsekiang-Deltas, an der Einmündung des Beijing-Hangzhou-Kanals, und ist eine wichtige Hafenstadt. Sie erstreckt sich auf einer Fläche von 6.600 km². Im Jahr 2012 lebten dort rund 4.6 Millionen Menschen. Auch hier wachsen Wirtschaft und Bevölkerung rasant. Dies wiederum erhöht die Abwassermengen. Bereits vor Projektbeginn existierten zwei funktionstüchtige Kläranlagen (Liuwei und Tangwang). Sie verfügten über eine Reinigungsleistung von 50.000 m³/d respektive 100.000 m³/d. Dennoch konnten sie die Schmutzfrachten nicht mehr bewältigen. Diese lagen zum Zeitpunkt der Projektplanung schon bei ca. 200.000 Einwohnerwerten. Als Folge gelangte unbehandeltes Schmutzwasser direkt in das Jangtsekiang-Delta. Um den strukturellen Veränderungen der Stadt zu begegnen, plante die Stadtverwaltung den zweistufigen Ausbau der seit 2005 betriebenen Anlage Liuwei. Deren Kapazität sollte von 50.000 m³/d auf 150.000 m³/d steigen.

Projektziele

Ziel des Projekts war es, das bestehende Klärwerk um zwei Stufen auszubauen. Zugleich sollte sich die Reinigungsleistung so verbessern, dass sie die höchste chinesische Standardklasse gemäß Emissionsstandard GB 18918-2002 erreicht. Auf diese Weise sollte das Projekt auch dazu beitragen, die Wasserressourcen in der Region zu schonen. Zudem sollten die Gesundheitsrisiken für die Bevölkerung in den beteiligten Städten sinken, ebenso in den flussabwärts gelegenen Gebieten.

Projektansatz

Um das Projektziel zu verwirklichen, erfolgte eine enge chinesisch-deutsche Kooperation bei Planung und technischer Umsetzung. Das Projekt umfasste folgende Komponenten:

1. Erweiterung der Ausbaupkapazität auf eine Reinigungsleistung von 150.000 m³/d
2. Errichtung von zwei zusätzlichen Reinigungsstraßen auf der Anlage mit einer Kapazität von jeweils 50.000 m³/d
3. Sicherstellung einer nachhaltigen Klärschlammentsorgung

Challenge

Yangzhou ist in der östlichen Provinz Jiangsu, an der Mündung des Jangtsekiang-Deltas. Yangzhou ist ein wichtiger Hafenort. Im Jahr 2012 lebten dort rund 4,6 Millionen Menschen. Auch hier wachsen Wirtschaft und Bevölkerung rasant. Dies wiederum erhöht die Abwassermengen. Bereits vor Projektbeginn existierten zwei funktionstüchtige Kläranlagen (Liuwei und Tangwang). Sie verfügten über eine Reinigungsleistung von 50.000 m³/d, insgesamt 100.000 m³/d. Dennoch konnten sie die Schmutzfrachten nicht mehr bewältigen. Diese lagen zum Zeitpunkt der Projektplanung schon bei ca. 200.000 Einwohnerwerten. Als Folge gelangte unbehandeltes Schmutzwasser direkt in das Jangtsekiang-Delta. Um den strukturellen Veränderungen der Stadt zu begegnen, plante die Stadtverwaltung den zweistufigen Ausbau der seit 2005 betriebenen Anlage Liuwei. Deren Kapazität sollte von 50.000 m³/d auf 150.000 m³/d steigen.

Project Goals

Das Projektziel war es, das bestehende Klärwerk um zwei Stufen auszubauen. Zugleich sollte sich die Reinigungsleistung so verbessern, dass sie die höchste chinesische Standardklasse gemäß Emissionsstandard GB 18918-2002 erreicht. Auf diese Weise sollte das Projekt auch dazu beitragen, die Wasserressourcen in der Region zu schonen. Zudem sollten die Gesundheitsrisiken für die Bevölkerung in den beteiligten Städten sinken, ebenso in den flussabwärts gelegenen Gebieten.

Project Structure

Um das Projektziel zu verwirklichen, erfolgte eine enge chinesisch-deutsche Kooperation bei Planung und technischer Umsetzung. Das Projekt umfasste folgende Komponenten:

1. Erweiterung der Ausbaupkapazität auf eine Reinigungsleistung von 150.000 m³/d
2. Errichtung von zwei zusätzlichen Reinigungsstraßen auf der Anlage mit einer Kapazität von jeweils 50.000 m³/d
3. Sicherstellung einer nachhaltigen Klärschlammentsorgung



Nutzen des Projekts

Die Abwasseraufbereitungsanlage Liuwei wurde auf eine Kapazität von 150.000 m³/d erweitert. Das Abwasser wird durch ein konventionelles Belebtschlammverfahren, dem sogenannten A²O-Verfahren (Nitrifikation/Denitrifikation), aufbereitet. Dabei werden die Stickstoff- und Phosphatfrachten beseitigt und anschließend durch UV desinfiziert. Durch die hohe Reinigungsleistung erfüllt das gereinigte Abwasser die chinesische Standardklasse IA (siehe Tabelle unten) der nationalen Anforderungen für Abwasser, das in Oberflächengewässer geleitet wird (GB 18918-2002). Der Klärschlamm wird entwässert und in einem naheliegenden Kohlekraftwerk thermisch verwertet.

Wirkungen

Die Bauarbeiten, die im Rahmen des Projekts stattfanden, wurden im Oktober 2011 abgeschlossen. Aktuell arbeitet die Kläranlage mit einer Reinigungskapazität von etwa 125.000 m³/d. Sie erreicht damit 83 Prozent des in der Planung angenommenen Wertes. Die Anlage hält konstant die strengen Reinigungsanforderungen ein. Das Projekt trägt dadurch effektiv dazu bei, die Wasserressourcen in Yangzhou sowie im Jangtsekiang-Delta zu schützen. Zugleich verbessert es nachhaltig die gesundheitliche Situation der Bevölkerung. Die thermische Verwertung des anfallenden Klärschlammes ist beispielhaft für konventionelle Kläranlagen. Sie ist zudem eine Alternative zur Deponierung.

项目使用情况

六圩的污水净化设施已增能至每日 15 万立方米。通过常规的活性污泥工艺即 A²O 工艺对污水进行净化。由此去除氮磷负荷，然后进行紫外线消毒。通过提高净化效率，使得经净化的污水有关排入地表水系的污水的国家标准 IA 类 (GB 18918-2002)(见图表)。污泥需经脱水处理，并在附近的煤炭发电厂用于制热。

效果

项目框架内所需的施工工作已在 2011 年 10 月结束。污水处理厂的运行日净化处理能力约为 12.5 万立方米。其达到了规划时所设定数值的 83%。污水处理厂持之以恒地遵守着严格的净化处理要求。项目的有效贡献在于保护了扬州以及长三角地区的水资源。与此同时，它持续改善了人口的健康环境。所产生的污泥的热利用对常规污水处理厂来说具有榜样性质。同时，它也是填埋之外的一种选择。

Überwachungswerte (Mittelwert von 3 Testmonaten) 监控值 (三个测试月内的平均值)

| mg/L | Zulauf 排入 | Ablauf 排放 |
|------------------------|-----------|-----------|
| CSB 化学需氧量 | 300 | 41 |
| BSB ₅ 生化需氧量 | 130 | 6 |
| Feststoffe 悬浮物 | 160 | 6 |
| Ammonium-N 氨氮 | 24 | 2,4 |
| Gesamt-N 总氮 | 34 | 12 |
| Gesamt-P 总磷 | 3,6 | 0,4 |

Chinesische Standardklasse (GB 18918-2002) 技术数据

| IA | IB | II |
|--------|---------|----------|
| 50 | 60 | 100 |
| 10 | 20 | 30 |
| 10 | 20 | 30 |
| 5 (8)* | 8 (15)* | 25 (30)* |
| 15 | 20 | — |
| 0,5 | 1 | 3 |

* KLAMMERWERTE = GRENZWERTE BEI WASSERTEMPÉRATUREN < 12°C
括号内的数值表示水温低于 12°C 时的限值。

Lessons Learned

- Die Zusammenarbeit zwischen den chinesischen und deutschen Partnern verlief erfolgreich.
- Intensive Prüfungen durch lokale Autoritäten sichern die kontinuierliche Betriebsstabilität der Kläranlagen. Künftig sollten in der Projektplanungsphase Zeiten für die notwendigen Abnahmeprüfungen berücksichtigt werden.
- Die Anlage arbeitet mit einer Kapazität von etwa 125.000 m³ pro Tag. Dies entspricht 83 % des Planungswertes von 150.000 m³ pro Tag. Dadurch wird ein wichtiger Erfolgsindikator verwirklicht.

Ausblick

Die Projektverantwortlichen vor Ort prüfen zurzeit die Möglichkeit, eine eigene Verwertungsanlage für den Klärschlamm zu bauen.

所吸取的教训

- 中德伙伴之间的合作异常顺利。
- 通过本地权威机构的强化检查, 确保了污水处理厂连续运行的稳定性。在未来, 在项目规划阶段就应考虑为必不可少的验收检查确定所需的时间。
- 污水处理厂的日处理能力为 12.5 万立方米, 这相当于所规划的 15 万立方米日处理能力的 83%。由此实现了一个重要的成功指标。

展望

当地的项目责任方正在审视是否有可能自行建造一台污泥利用处理设施。



Technische Daten

技术数据

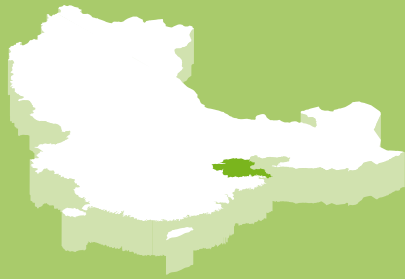
| | |
|---------------------------|--|
| 325.000 EW | Kapazität 容量 |
| 125.000 m ³ /d | Abwassermenge bei Trockenwetter (mittel) 干燥气候下的污水量(平均值) |
| 150.000 m ³ /d | Abwassermenge bei Trockenwetter (max) 干燥气候下的污水量(最大值) |
| 195.000 m ³ /d | Abwassermenge bei Regenwetter (max) 雨天气候下的污水量(最大值) |
| 260.000 | Einwohner 居民数 |

Taoziwan in Yantai

烟台套子湾污水处理厂的 扩建和增容

Die Kläranlage diente als Vorreiter bei der nachhaltigen Entsorgung von Klärschlamm in China.

在中国的可持续去除污泥方面，这一污水处理厂具有先锋模范作用。



Projektort: Yantai, Shandong Provinz, China

Geoinformationen: 37°27'49.74"N | 121°26'52.54"E | Höhe: 28 m üNN

Projektträger: Yantai Sewage Drainage Administration Division

Projektpartner: Chinesisches Finanzministerium;
Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

Laufzeit: 2008 → 2013

Finanzieller Umfang: 25 Millionen Euro

Finanzierung: Das Projekt wird mit 10 Millionen Euro durch die KfW Entwicklungsbank kofinanziert.

项目实施地点：中国山东省烟台市

地理信息：37°27'49.74"N | 121°26'52.54"E，高度：海拔 28 米

项目承担人：烟台市污水排放处

项目合作者：中国财政部；复兴信贷银行

期限：2008 年至 2013 年

资助规模：2500 万欧元

资助：该项目由复兴信贷发展银行提供 1000 万欧元的合作支持。

Taoziwan in Yantai 烟台套子湾污水处理厂的扩建和增容

Herausforderung

Die Stadt Yantai liegt in der Provinz Shandong auf der Halbinsel Shandong, südlich des Bohai-Meer. Die dortige Kläranlage Taoziwan entstand – in einer ersten Ausbauphase – bereits 1998. Sie war eines der ersten Projekte der chinesisch-deutschen Finanziellen Zusammenarbeit im Abwassersektor. Die Anlage war auf eine Kapazität von 250.000 m³ pro Tag ausgelegt und verfügte über eine mechanische Reinigung. Nach diesem Behandlungsschritt gelangten täglich 210.000 m³ Abwasser direkt ins Meer. Lediglich 40.000 m³ pro Tag wurden in weiteren Reinigungsstufen weiterbehandelt. Auf diese Weise konnten benachbarte Industriebetriebe das Abwasser nutzen. Als die Anlage entstand, war Yantai bei der Abwasserbehandlung vielen anderen Städten Chinas weit voraus. Doch die schnelle Entwicklung der Stadt machte es notwendig, die Anlage weiter auszubauen und die Standards für die Abwasserreinigung sowie für die Schlammbehandlung zu verbessern.

Projektziele

Das Projekt verfolgte das Ziel, die vorhandenen Reinigungskapazitäten dem veränderten Bedarf anzupassen. Dabei sollte die Leistung der biologischen Reinigungsstufe um 200.000 m³ pro Tag erweitert werden. Außerdem war geplant, die Faulbehälteranlage zu modernisieren und die anaerobe thermophile Schlammbehandlung in Betrieb zu nehmen. Darüber hinaus sollte eine großtechnische Pilotanlage ausgearbeitet und verwirklicht werden, um täglich 50 t Klärschlamm in einem Kohlekraftwerk mitzuverbrennen.

Projektansatz

Um das Projektziel zu verwirklichen, erfolgte eine enge chinesisch-deutsche Kooperation bei Planung und technischer Umsetzung. Das Projekt umfasste folgende Komponenten:

1. Anpassung der Ausbaupkapazität und Aufstockung der biologischen Reinigungsstufe
2. Rehabilitierung der im Vorgängervorhaben erstellten Schlammfaulung
3. Pilotanlage zur ordentlichen Beseitigung des Klärschlamm

挑战

烟台市位于山东省的山东半岛, 渤海南部。套子湾污水处理厂建成于 1998 年的首期扩建项目。它是中德财政合作在污水领域的首批项目之一。污水处理厂的日处理能力为 25 万立方米, 拥有机械式净化设施。经过处理, 每天有 21 万立方米污水被直接排入海中。每天仅有 4 万立方米进入后续净化处理步骤。邻近的工业企业可以此方式对污水进行利用。在污水处理厂建成之初, 烟台市的污水处理就已远远领先于许多其他的中国城市。但是, 城市的快速发展还是有必要继续扩建污水处理厂, 并提高污水净化和污泥处理的相关标准。

项目目标

该项目旨在使现有的净化能力能够满足变化中的需求。为此应当为生物净化功能增能 20 万立方米日处理能力。此外还计划使蒸炼器实现现代化, 并投入运行厌氧嗜热污泥处理工艺。与此同时, 为了在煤炭发电站每天可同时燃烧 50 吨污泥, 应编制大工艺试验设施计划并予以实现。

项目构成

为了实现项目目标, 在规划和技术实施期间中德双方紧密合作。该项目包括下述方面:

1. 协调生物净化功能的增能和增资
2. 恢复原先计划所编制的污泥发酵工艺
3. 用于规范去除污泥的试验设施



Nutzen des Projekts

Im Zuge der Erweiterung wurde die Anlage mit einer biologischen Reinigungsstufe nachgerüstet, um die inzwischen strengeren chinesischen Ablaufwerte einzuhalten. Die Kläranlage hat eine durchschnittliche Reinigungsleistung von 250.000 m³/d. Die im Ablauf gemessenen Parameter (siehe Tabelle unten) erfüllen den chinesischen Standard IA für Abwasser, das in Oberflächengewässer eingeleitet wird (GB 18918–2002). Zudem wurde die anaerobe Schlammfäulung, die bereits in der ersten Ausbaustufe entstanden war, erneuert und in Betrieb genommen. Teilweise existierte noch das Problem einer geordneten Entsorgung des Klärschlammes. Es gelang, dies zukunftsweisend zu lösen – durch die Mitverbrennung im nahe gelegenen Kraftwerk Qingquan.

Wirkungen

Derzeit fallen in Yantai täglich 250.000 m³ Abwasser an. Durch das Projekt wird dieses nunmehr mechanisch-biologisch aufbereitet und erst danach ins Meer geleitet. Als Folge verbesserte sich die Wasserqualität des Meeres deutlich. Für einen Teil des erzeugten Klärschlammes gelang es, einen zukunftsweisenden Entsorgungspfad zu implementieren. Dieser lässt sich problemlos ausbauen und erweitern.

项目使用情况

在扩能过程中,污水处理厂增设了生物净化功能,以遵守更为严格的国家排放要求。污水处理厂的日平均处理能力为 25 万立方米。所测得的排放参数(见图表)满足了有关排入地表水系的污水的国家标准 IA 类(GB 18918-2002)。为此更新了已在首期扩建阶段建成的厌氧污泥发酵工艺并投入运行。污泥的规范去除还存在部分问题。但已通过附近的清泉电厂进行燃烧的方式为未来指明了方向。

效果

目前,烟台市每天产生污水 25 万立方米。该项目现以机械生物方式进行净化,然后排入海中。其结果是明显改善海水水质。所产生的一部分污泥已成功实施了具有未来指向性的去除措施。由此使扩建和增能得以顺利进行。

Überwachungswerte (Mittelwert von 3 Testmonaten)

监控值 (三个测试月内的平均值)

mg/L Zulauf 排入 Ablauf 排放

| | | |
|------------------------|-----|------|
| CSB 化学需氧量 | 548 | 35 |
| BSB ₅ 生化需氧量 | 248 | 2 |
| Feststoffe 悬浮物 | 423 | 17 |
| Ammonium-N 氨氮 | 48 | 0,5 |
| Gesamt-N 总氮 | 62 | 13 |
| Gesamt-P 总磷 | 9 | 0,15 |

Chinesische Standardklasse (GB 18918-2002)

技术数据

IA IB II

| | | |
|--------|---------|----------|
| 50 | 60 | 100 |
| 10 | 20 | 30 |
| 10 | 20 | 30 |
| 5 (8)* | 8 (15)* | 25 (30)* |
| 15 | 20 | — |
| 0,5 | 1 | 3 |

* KLAMMERWERTE = GRENZWERTE BEI WASSERTemperaturen < 12°C
括号内的数值表示水温低于 12°C 时的限值。

Lessons Learned

Teile des Projektes – insbesondere der Klärschlammfau- lung – sind noch nicht abgeschlossen. Aus den bisheri- gen Erfahrungen lassen sich folgende Lessons Learned zusammenfassen:

- Durch Optimierung der Betriebsführung können die Projektpartner vor Ort Probleme bei der Faulung lösen.
- Die Mitverbrennung von Klärschlamm in einem Kohle- kraftwerk war bei der Einführung in Yantai ein innova- tiver Schritt. Inzwischen nutzen auch viele andere Orte Chinas diese zukunftsweisende Art der Klärschlamm- entsorgung.

Ausblick

Ein Teil des erzeugten Klärschlamms wird thermisch genutzt. Diese nachhaltige Entsorgung lässt sich weiter ausbauen und erweitern. Sie kann zudem künftigen An- lagen als Vorbild dienen.

所吸取的教训

- 项目中的一部分尤其是污泥发酵部分尚未完工。从至今所积累的经验中可以总结出下述经验教训：
- 通过优化运行管理，项目合作伙伴可以现场解决发酵时出现的问题。
- 污泥在煤炭发电厂的同时燃烧是烟台引进工艺的创新之举。期间中国有许多其他的地方也利用了这一具有指向性的去除污泥的方式。

展望

有一部分所产生的污泥用于制热。这种可持续性的去除方式可继续拓展和扩能。可作为未来的污水处理厂的榜样。

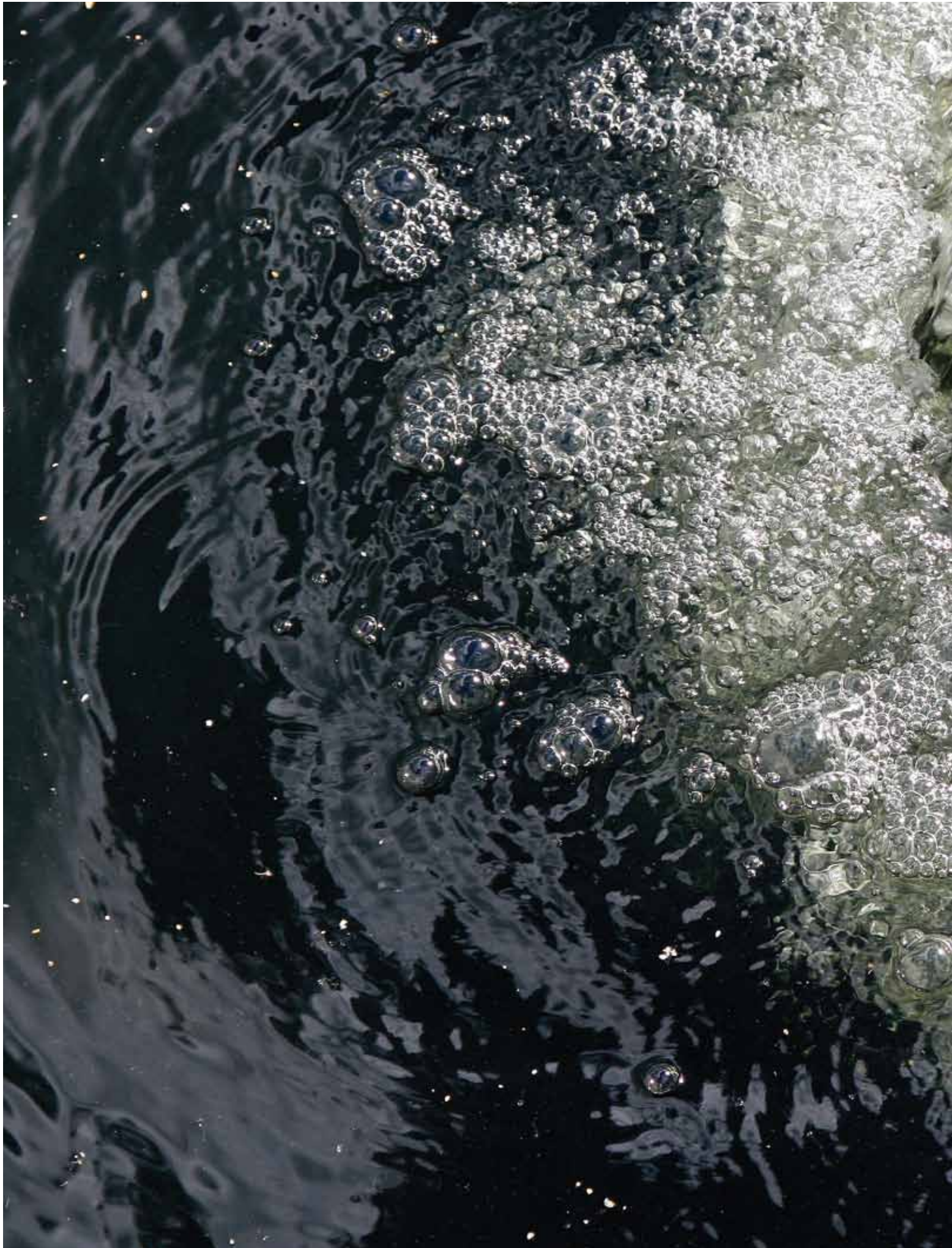


Technische Daten

技术数据

| | |
|--------------------------------|--|
| 1.000.000 EW | Kapazität 容量 |
| | |
| 250.000 m³/d | Abwassermenge bei Trockenwetter (mittel) 干燥气候下的污水量(平均值) |
| | |
| 3.180 l/s | Abwassermenge bei Trockenwetter (max) 干燥气候下的污水量(最大值) |
| | |
| 3.760 l/s | Abwassermenge bei Regenwetter (max) 雨天气候下的污水量(最大值) |
| | |
| 800.000 | Einwohner 居民数 |







| | |
|----|-------------------------------------|
| 64 | Schlusswort 结束语 |
| 66 | Literaturverzeichnis 参考文献 |
| 67 | Glossar 术语 |

Schlusswort 结束语



Angesichts der rasanten wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung Chinas ist die Wasserver- und Entsorgung besonders bedeutsam. Gleiches gilt für den nachhaltigen Schutz der Wasserressourcen. Zu den zentralen Prioritäten der Chinesischen Regierung gehören daher: Maßnahmen zum Schutz der Gewässer und der Trinkwasservorkommen, die effektive Aufbereitung und Wiederverwendung von Abwasser, die geordnete Entsorgung von Klärschlamm und die ökologische Regenwasserbewirtschaftung. All dies ergibt sich aus den Zielvorgaben des 12. Fünfjahresplans.

鉴于中国经济和社会的快速发展，给水排水具有特别重要的意义。这也适用于水资源的可持续保护。因此中国政府的首要优先任务是：水域和饮用水水源的保护措施，污水的有效净化和再利用，规范去除污泥以及雨水的生态经济利用。所有的这一切均源自于十二五规划所设定的目标。

Die Finanzielle Zusammenarbeit im Wassersektor bringt die langjährige Freundschaft beider Länder zum Ausdruck. Zugleich zeugt sie vom Willen, gemeinsam Verantwortung zu übernehmen, wenn es darum geht, globale Fragen zum Umwelt- und Ressourcenschutz zu beantworten. Die hier vorgestellten Projekte tragen erfolgreich dazu bei, die urbane Infrastruktur in China umweltgerecht zu entwickeln. Die finanzielle Kooperation mobilisiert zusätzliche Marktmitel. Zugleich bietet sie zukunftsweisende Lösungen, um die Herausforderungen der chinesischen Wasserwirtschaft zu bewältigen.

水领域的财政合作表明了两国之间的长期友谊。与此同时，当涉及环境与资源保护的全球性问题时，人们有意愿共同承担起责任。在此所介绍的项目已成功助力于发展符合环保要求的中国城市的基础设施。财政合作调动了其他的市场资金。为此形成了诸多指向性的解决方案，以迎接中国水经济所面临的挑战。

Kommunale Wasserver- und Abwasserentsorgung sind komplexe, kosten- und energieintensive Dienstleistungen. Um mit den urbanen Wachstumsdynamiken Schritt zu halten, bedarf es umfangreicher Investitionen in neue Abwasserkonzepte. Diese sollten anpassungsfähig sein, d.h. flexibel und ressourceneffizient auf Veränderungen reagieren können. Zugleich sollten sie die geographisch bedingte Verfügbarkeit der Ressource Wasser berücksichtigen.

地方性给水和排污是一项成本高、能耗大的复杂性服务。为了赶上城市增长的步伐，需要对新的污水处理方案进行全面投入。其应当具有适应性，即，能够对变化做出灵活响应，且有资源利用效益。同时应考虑到水资源可利用性受地理影响的因素。

Kosteneffektive Investitionen in energieeffiziente Technologien und Infrastruktur sind eine anspruchsvolle Aufgabe. Sie bedürfen einer langfristigen starken partnerschaftlichen Kooperation. Erforderlich ist zudem der Austausch von Erfahrungen, um die gemeinsamen Ziele zu erreichen. Die dargestellten Projekte bilden die bisherigen Erfolge der finanziellen Zusammenarbeit ab. Darüber hinaus sollen sie zu künftigem Engagement sowie zum weiteren Austausch praktischer Erfahrungen motivieren.

对具有能源有效性的技术和基础设施进行成本有效投入是一项高要求的任务。其需要长期伙伴式的深度合作。为达共同目标，需要相互交流经验。所描述的项目正描绘出财政合作的硕果。此外，它应当有助于调动未来的努力以及继续进行实际经验的交流。

China und Deutschland werden auch in Zukunft gemeinsam an innovativen Projekten arbeiten und so zum nachhaltigen Schutz der globalen Wasserressourcen beitragen.

中德亦将在未来合作开发创新项目，为可持续地保护全球的水资源做出贡献。

Literaturverzeichnis 参考文献

- 1 JIANG Wenlai 2004: Sorgen um Chinas Gewässer.
In: Science and Technology Consulting Herald, 2004:9, 17-20.
姜文来 2004: 我国水环境之忧,科技咨询, 2004 年第 9 期, 17-20 页
- 2 Ministerium für Wasserwirtschaft der VR China 2012: China Water Resources Bulletin 2010.
中华人民共和国水利部 2012: 2010 年中国水资源公报
- 3 Ministerium für Wasserwirtschaft der VR China 2012: China Water Resources Bulletin 2011.
中华人民共和国水利部 2012: 2011 年中国水资源公报
- 4 Ministerium für Umweltschutz der VR China 2013: Report on the State of the Environment in China 2012.
中华人民共和国环境保护部 2013: 2012 年中国环境状况公报
- 5 Ministerium für Umweltschutz der VR China 2012: Report on the State of the Environment in China 2011.
中华人民共和国环境保护部 2012: 2011 年中国环境状况公报
- 6 Ministerium für Umweltschutz der VR China 2013: China Environmental Statistical Yearbook 2011.
中华人民共和国环境保护部 2013: 2011 年环境统计年报
- 7 Dai Xiaohu 2012: Status quo und Überlegungen zu Klärschlammbehandlung in Chinas städtischen Klärwerken. In: Water & Wastewater Engineering, 2012, 1-5.1-5
戴晓虎 2012: 我国城镇污泥处理处置现状及思考, 给水排水, 1-5 页
- 8 Die Zentrale Volksregierung der VR China 2011: Entscheidung des ZK der KPCh und des Staatsrates über die beschleunigte Entwicklung der Wasserreform.
中华人民共和国中央人民政府 2011: 中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定
- 9 Die Zentrale Volksregierung der VR China 2011: Mitteilung des Staatsrates zur Ausgabe der Nationalen „12.Fünfjahresplanung“ für Umweltschutz. Guo Fa 2011:42.
中华人民共和国中央人民政府 2011: 国务院关于印发国家环境保护“十二五”规划的通知,国发『2011』42 号
- 10 Ministerium für Bauwesen der VR China 2012: Amtliche Bekanntmachung bzgl. kommunaler Kläranlagen von 2006-2012.
中国住房和城乡建设部 2012: 中国城镇排水与污水处理状况公报 (2006-2010)

Glossar 术语

| | |
|--|---|
| BSB₅ 生物化学需氧量 | <p>Der Biochemische Sauerstoffbedarf wird genutzt, um indirekt die Menge aller im Wasser enthaltenen biologisch abbaubaren organischen Verbindungen zu bestimmen. Er beschreibt die Menge an im Wasser gelöstem Sauerstoff, welcher zum biologischen Abbau der organischen Verbindungen in aerobem Milieu über einem Zeitraum von 5 Tagen notwendig ist.</p> <p>生物化学需氧量，用于直接确定水中所含的所有可生物降解的有机化合物的数量。其所指为溶于水的氧量，这是在需氧环境下经过五天时间生物降解有机化合物所必需的。</p> |
| CSB 化学需氧量 | <p>Der Chemische Sauerstoffbedarf ist ein wichtiger Summenparameter zur Bestimmung aller im Abwasser enthaltenen organischen Verbindungen. Als Maß dient die Menge an Sauerstoff, die notwendig wäre, um alle organischen Wasserinhaltsstoffe zu oxidieren. Neben anderen relevanten Parametern lassen sich mit dem CSB-Wert Aussagen über die Reinigungsleistung einer Kläranlage treffen.</p> <p>化学需氧量是确定污水中所含有机化合物的一个重要累计参数。含氧量是一个计量单位，系指使所有的有机含水物质发生氧化作用所必需的。除了其他相关参数外，可采用CSB数值来解释污水处理厂的净化效率。</p> |
| A²O-Verfahren A²O工艺 | <p>Das A²O-Verfahren ist eine Variante des konventionellen Belebtschlammverfahrens. In kontinuierlichem Betrieb wird das zu reinigende Abwasser durch ein vorgeschaltetes Anaerobbecken sowie durch ein Becken mit anoxischer und aerober Zone geleitet, um eine weitgehende biologische Phosphat- und Nitratelimination zu erzielen.</p> <p>A²O工艺是常规的活性污泥工艺的一种方案。将待净化的污水连续通过前置的厌氧池以及通过设有缺氧区和需氧区的池子，以达到采用生物方式全面限制磷和硝酸盐含量的目的。</p> |
| SBR-Verfahren 工艺 | <p>Das sequentielle biologische Reinigungsverfahren ist eine Variante des Belebtschlammverfahrens. Die biologische Abwasserreinigung findet dabei in nur einem Reaktionsraum und in zeitlich voneinander getrennten Verfahrensschritten statt.</p> <p>顺序式生物净化工艺，是活性污泥工艺的一种方案。生物污水净化仅在一个反应空间内进行，各工艺步骤在时间上相互分离。</p> |
| Einwohnerwert 居民数 | <p>Der Einwohnerwert wird herangezogen, um die Belastung einer Kläranlage mit der im Abwasser enthaltenen organisch abbaubaren Schmutzfracht zu bestimmen.</p> <p>设置居民数是为了确定污水处理厂的污水中所含可有机降解污物的负荷情况。</p> |
| GB 18918–2002 | <p>Chinesischer Emissionsstandard, der die Qualitätsanforderungen an Einleitungen von kommunalen Kläranlagen in Gewässer regelt. Der Standard differenziert zwischen 4 Klassen.</p> <p>国家排放标准，用于规定当地的污水处理厂向水域中进行排放的质量要求。该标准分为四类。</p> |
| GB 8978–1996 | <p>Chinesischer Emissionsstandard, der die Qualitätsanforderungen an Einleitungen von kommunalen Kläranlagen sowie an Industrieabwassereinleitungen in Gewässer regelt. Der Standard differenziert zwischen 3 Klassen.</p> <p>国家排放标准，用于规定当地的污水处理厂以及工业污水向水域中进行排放的质量要求。该标准分为三类。</p> |

Bildnachweis

图片来源

| | |
|--------------|---|
| Titelseite: | PRILL shutterstock.com |
| Seite 2 l: | yuliufu fotolia.com |
| Seite 2 r: | fstockfoto iStockphoto.com |
| Seite 3 l: | Aneb iStockphoto.com |
| Seite 3 r: | hjschneider shutterstock.com |
| Seite 4, 5: | yuliufu fotolia.com |
| Seite 10–11: | fstockfoto iStockphoto.com |
| Seite 15: | fatchoi iStockphoto.com |
| Seite 20: | Jonutis iStockphoto.com |
| Seite 26: | hxdbzxy shutterstock.com |
| Seite 27: | Jonutis iStockphoto.com |
| Seite 29: | Diego Ferrini adelphi.de |
| Seite 30–31: | Aneb iStockphoto.com |
| Seite 34: | LICreate iStockphoto.com |
| Seite 36: | Shen Kocks Consult GmbH |
| Seite 38: | ArtWell shutterstock.com |
| Seite 40: | Shen Kocks Consult GmbH |
| Seite 42: | summer.wu shutterstock.com |
| Seite 44: | Pan Lahmeyer International GmbH |
| Seite 46: | Tappasan Phurisamrit shutterstock.com |
| Seite 48: | Pan Lahmeyer International GmbH |
| Seite 50: | Tatiana Grozetskaya shutterstock.com |
| Seite 52: | Pan Lahmeyer International GmbH |
| Seite 54: | chungking shutterstock.com |
| Seite 56: | Stefan Meschke IMS Ingenieure |
| Seite 58: | xenotar iStockfoto.com |
| Seite 60: | Stefan Meschke IMS Ingenieure |
| Seite 61: | hxdbzxy shutterstock.com |
| Seite 62–63: | pampspix iStockphoto.com |
| Seite 64: | fatchoi iStockphoto.com |

Herausgeber

Ministry of Finance of the People's Republic of China
Finance Department
No. 3 Sanlihe Nansanxiang, Xicheng District
Beijing 100820
People's Republic of China

发行人

中华人民共和国财政部金融司
北京市西城区三里河南三巷3号
邮编: 100820