



SEMIZENTRAL
INTEGRIERTE VER- UND ENTSORGUNGSSYSTEME FÜR SCHNELL WACHSENDE URBANE RÄUME

SEMIZENTRAL 半集中式系统

为快速发展的城市区域设计的综合供水排污处理系统



02

02 Blick auf die Skyline von Qingdao | 青岛地平线一瞥



03

Die Wasserversorgung und -entsorgung der Bevölkerung ist für eine schnell wachsende Megacity eine enorme Herausforderung. Zum einen kann die Infrastruktur der Ver- und Entsorgung mit dem Wachstum kaum Schritt halten. Zum anderen sind die lokalen Wasserressourcen begrenzt.

Der Ansatz SEMIZENTRAL entspricht im Hinblick auf Flexibilität und Anpassungsvermögen diesen Anforderungen an die Infrastruktursysteme und setzt neue Maßstäbe in Sachen Ressourceneffizienz.

对于快速发展的特大城市而言，完善居民给排水设施建设是城市发展建设中一项重大而艰巨的任务。一方面，给排水基础设施几乎很难跟上城市快速发展的步伐，另一方面，在特大城市中普遍存在水资源稀缺的问题。

在灵活性和适应性上，SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）的理念符合对基础设施系统的最新要求，同时也为资源高效利用树立了新标准。



Dr. Susanne Bieker leitet seit Februar 2009 den interdisziplinären Forschungsschwerpunkt SEMIZENTRAL am Institut IWAR der TU Darmstadt. Im Interview erklärt sie den innovativen Ver- und Entsorgungsansatz für die schnell wachsenden urbanen Räume des 21. Jahrhunderts.

自2009年2月起，苏珊娜·比克博士开始主持达姆施塔特工业大学IWAR研究所跨学科重点项目“SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）”的科研工作。在接受采访时，她对21世纪快速发展的城市区域的供水排污创新方案作了阐述。

Frau Dr. Bieker, wie ist SEMIZENTRAL entstanden?
比克博士，SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）理念从何而来？

Die Forschung im Kontext SEMIZENTRAL startete im Jahr 2003 unter der Leitung von Prof. Peter Cornel, dem Leiter des Fachgebietes Abwassertechnik am Institut IWAR. Wir forschen seitdem gemeinsam mit Partnern in Deutschland und China an verschiedenen Fragestellungen und Schwerpunkten an einem integrierten Infrastrukturanansatz mit hoher Flexibilität, Anpassungsfähigkeit und Ressourceneffizienz. Finanziert wird die Forschung auf deutscher Seite vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und auf chinesischer Seite vom Ministerium für Wissenschaft und Technologie (Ministry of Science and Technology, MOST).

针对SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）而开展的相关研究始于2003年，由领导IWAR研究所污水处理系的彼得·康奈尔教授发起。自此我们与德国和中国的合作伙伴一起，组织科研攻关，研究多项核心课题，探讨如何开发一个具有高度灵活性、适应性和资源利用效率的集成式基础设施体系。本科项目由德方的联邦教育研究部和中方的科学技术部共同资助。





Welche Vorteile hat das System?

该系统有哪些优点?

Konventionelle Infrastruktursysteme sind in der Regel zentral ausgelegt. Für die Abwasserbehandlung in China bedeutet dies, dass die Abwässer von Millionen Menschen gemeinsam erfasst und zu einer Kläranlage transportiert werden. In Shanghai liegen Kanäle mit Durchmessern groß wie U-Bahn-Schächte.

Vorteile zentraler Systeme sind die langjährige Betriebserfahrung und im Vergleich zu dezentralen Systemen der Betrieb durch professionelles Personal. Demgegenüber stehen diverse Nachteile: lange Vorlaufzeiten für Planung und Realisierung, lange Unterlastungsphasen, in denen die Ausbaugröße aufgrund vorgehaltener Kapazitätsreserven noch nicht erreicht ist und hohe Kapitalbindungen. Das macht sie unflexibel. Sie sind nur bedingt an sich verändernde Rahmenbedingungen anpassbar. Zentralen Ansätzen stehen dezentrale Lösungen gegenüber, die sehr kleine Einheiten bilden, also zum Beispiel auf Gebäudeebene. Diese sind aber bislang aus finanziellen Gründen nicht professionell zu betreiben, was sie aus hygienischen Gründen als ernsthafte Alternative in hoch verdichteten urbanen Räumen ausschließt.

传统的基础设施系统通常为集中式的。中国普遍的污水处理模式是将数以百万居民产生的污水收集后，集中输送至一个污水处理厂进行处理。由于水量巨大，上海的污水管网直径与地铁隧道相当。集中式系统的优点为运行管理经验成熟，并且与分散式系统相较，集中式系统具有更专业的从业人员。但也有一些弊端：如前期规划和建设周期长；由于预留设计余量使系统长期不能满负荷运营；资金周转性差。因此该系统欠缺灵活性，只能十分局限地适应不断变化的边界条件。相对于集中式系统而言还有一种分散为小单位的解决方案，如以楼宇为单位的分散式系统。但到目前为止这种分散式系统由于资金问题都不能做到专业化运营，因此考虑其卫生安全性，不应将其作为高密度城市地区的谨慎选择。

Und an dieser Stelle setzt das Forschungsprojekt an?

研究项目以此为切入点？

Ja. SEMIZENTRAL steht für eine Größenordnung zwischen zentral und dezentral, welche die Nachteile der klassischen Ansätze vermeidet und deren Vorteile kombiniert. Anders formuliert: Wir sind „so groß wie nötig“, um einen professionellen Betrieb zu ermöglichen, und „so klein wie möglich“, um ressourceneffizient arbeiten zu können. Hierzu schließen wir kleinräumige Stoffkreisläufe.





Neben der Größenordnung des Systems steht bei SEMIZENTRAL vor allem die Integration der verschiedenen Infrastruktursektoren Wasser, Abwasser, Abfall und Energie im Fokus. Das ermöglicht die Interaktion und Abstimmung zwischen den Sektoren und schafft so Synergieeffekte, wie die Reduzierung des Wasserbedarfs um 30 Prozent und mehr, einen energieautarken Betrieb des Resource Recovery Centers (RRC) sowie die Reduzierung von Klimagasen.

Vielen Dank für das Gespräch.

是的。SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）是集中式和分散式系统之间的一个折中方式，吸取传统方式的优点并剔除其弊病。也就是说：处理规模“大”得符合需要，以保证处理厂专业化运行管理；同时“小”得恰到好处，以保障区域内部物质流循环和资源的高效利用。

除了考虑系统规模因素之外，SEMIZENTRAL（半集中式供水排污处理系统）主要着眼于对供水、污水、垃圾和能源等各种基础设施领域的整合。这使得各个处理工艺之间相互协调，从而形成资源互补的协同效应，如至少可以减少30%用水量；实现资源再生利用中心的能源自给自足运行以及减少温室气体的排放。

谢谢。

SEMIZENTRAL DAS KONZEPT | 方案

SEMIZENTRAL zeichnet sich insbesondere durch den integrierten Ansatz aus. In konventionellen Systemen werden die Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Abfallbehandlung üblicherweise strikt voneinander getrennt.

SEMIZENTRAL integriert diese drei Sektoren zu einem ganzheitlichen Ansatz und ermöglicht eine Abstimmung zwischen den einzelnen Sektoren, wodurch Synergieeffekte entstehen und ein energieautarker Betrieb ermöglicht wird. Damit kann auch die Emission von Klimagasen reduziert werden.

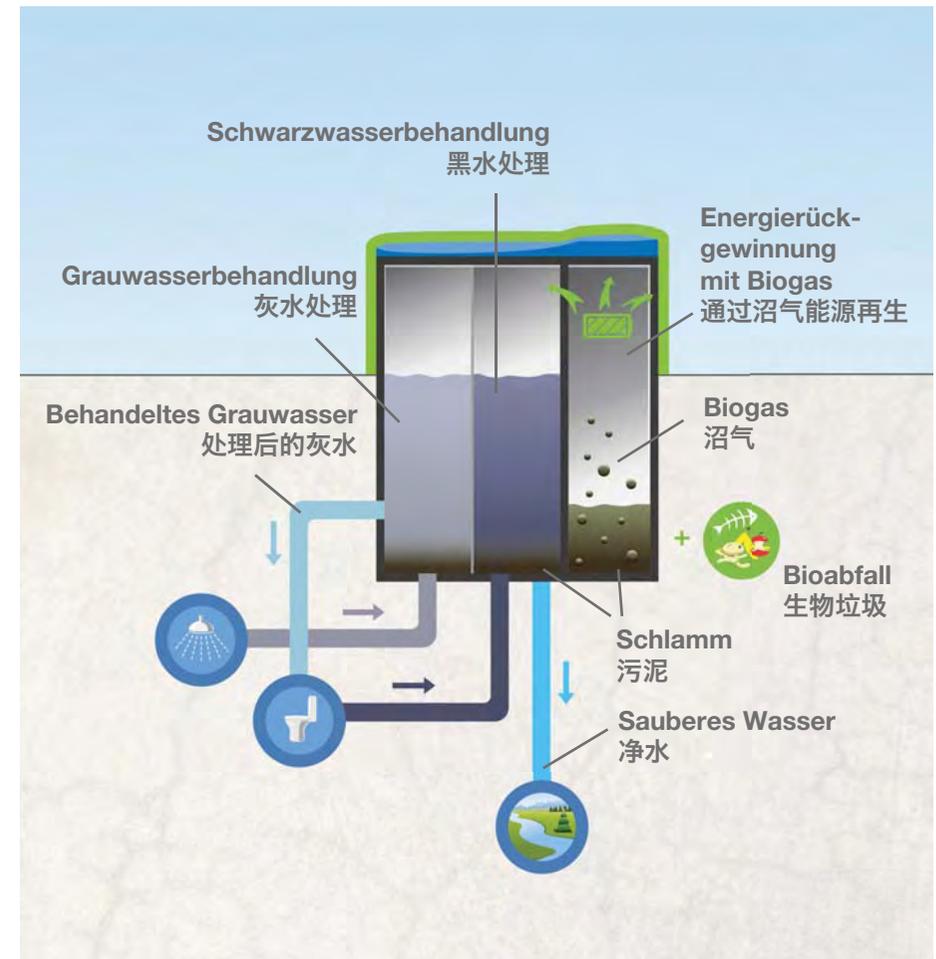
Der Vorteil gegenüber konventionellen, zentralen Systemen zur Wasserversorgung und -entsorgung besteht in dem großen Einsparpotenzial: 30 bis 40 Prozent Wassereinsparung, Energieeinsparung (Deckung des gesamten für Abwasser- und Abfallbehandlung erforderlichen Energiebedarfs durch eigene Biogaserzeugung), stark reduzierter Transportbedarf sowie eine rund um die Uhr gesicherte Wasserbereitstellung bei gleichbleibender Qualität und hoher Planungs- und Investitionskostensicherheit.

Dieser Ansatz wurde erstmals auf der Expo 2010 in Shanghai einer breiten Öffentlichkeit präsentiert.

SEMIZENTRAL (半集中式供水排污系统) 的最大特点是它的综合集成性。传统处理系统对供水、污水处理和废弃物处理进行了严格的区分。

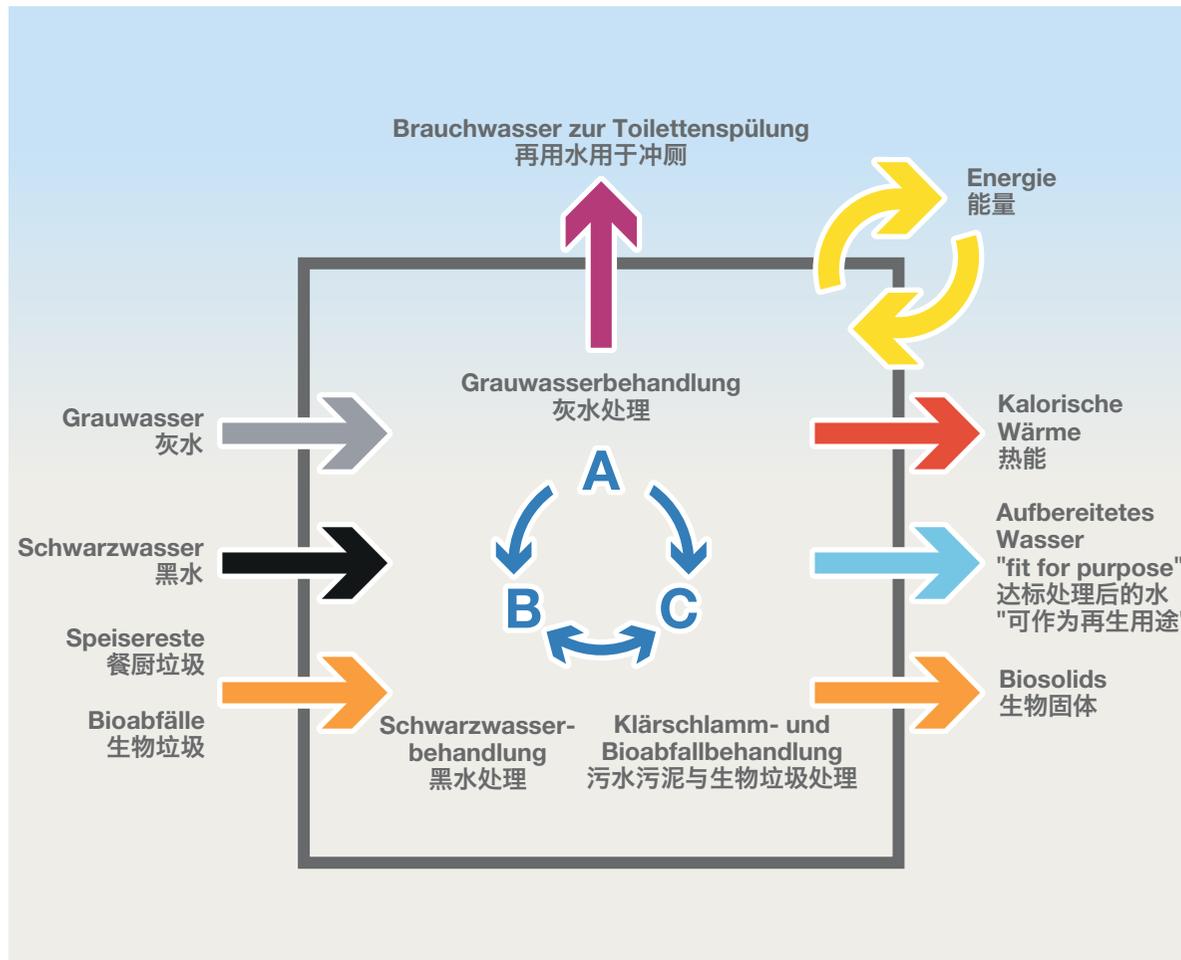
SEMIZENTRAL (半集中式供水排污系统) 将这三个处理系统综合集成为一体, 并实现了各工艺之间的协调运作, 通过协同效应实现了能源自给自足运行。从而减少温室气体的排放。

对比传统的集中式供水排污处理系统, 其优势在于具有很大的节约潜力: 节水(可节约30%至40%日用水量); 节能(通过沼气产出能源可以满足污水和废弃物处理所需全部能耗); 大大降低了污水与回用再生水等物质流的长途运输需求; 能够实现昼夜持续稳定供水; 同时保证了出水水质稳定, 具有较高的设计安全性。该方案于2010年在上海世博会上第一次公开向公众展示。



06

SEMIZENTRAL DER INTEGRIERTE ANSATZ | 综合集成式处理方案



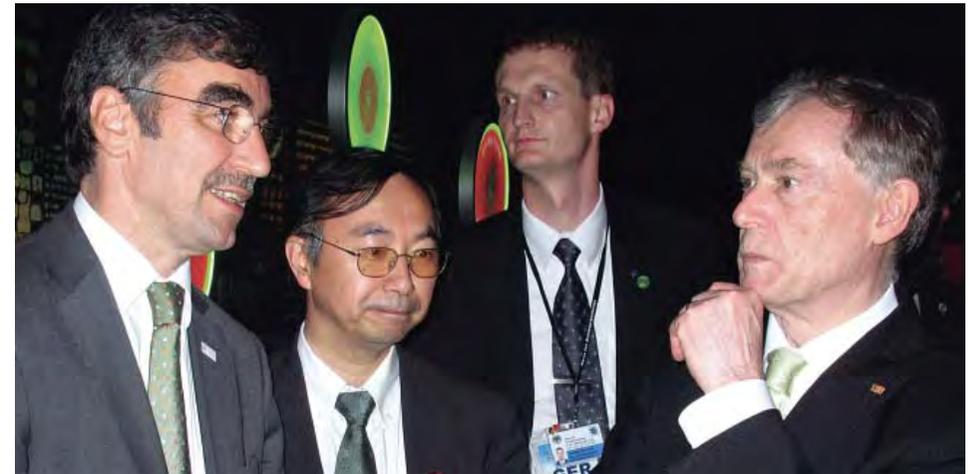
07

Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme bieten eine zukunftsorientierte und ressourcenschonende Alternative zu herkömmlichen zentralen Systemen. Sie bestehen aus drei verfahrenstechnischen Modulen. Modul A umfasst die Grauwasserbehandlung. Abwasser aus Duschen und Waschmaschinen wird behandelt und als Brauchwasser für die Toilettenspülung aufbereitet. Hierdurch wird ein Drittel des täglichen Wasserbedarfs eingespart. Im Modul B erfolgt die Behandlung des Schwarzwassers aus Toiletten und Küchenabläufen. Modul C, das Energiezentrum, umfasst die anaerobe (thermophile) Behandlung von Bioabfällen sowie Klärschlämmen aus Modul A und B. Das entstehende Biogas kann zur Stromerzeugung genutzt werden. Die so produzierte Menge an Strom und Wärme reicht bilanziell für alle Behandlungsprozesse im RCC aus.

与传统的集中式基础设施相比，半集中式供水排污处理系统提供了一种面向未来、资源节约型基础设施的新颖思路。该系统由三个不同处理模块组成。模块 A 为灰水处理模块。淋浴和洗衣污水共称为灰水，在此模块进行处理之后，将作为再生水回用于冲厕，由此可以节省约三分之一的生活日用水量。模块 B 处理来自厕所与厨房的污水，也就是黑水。模块 C - 能源中心 - 包括了对生物垃圾和 A、B 模块中产生的污水污泥的（高温）厌氧消化处理。所产生的沼气将用于发电。这部分电能和产生的热能足以平衡资源再生利用中心内所有处理工艺所需能耗，以实现处理中心的自给自足运行。



08



09

Das Fachgebiet Abwassertechnik (IWAR, TU Darmstadt) war auf der Expo 2010 in Shanghai als einziger deutscher Aussteller im chinesischen Zukunftspavillon URBAN PLANET vertreten. Der interdisziplinäre deutsch-chinesische Forschungsansatz fand großes Interesse. Unter anderem besuchte der damalige Bundespräsident der Bundesrepublik Deutschland Dr. Horst Köhler SEMIZENTRAL.

2010年上海世博会上，污水处理系（IWAR研究所，达姆施塔特工业大学）是中国未来城市星球馆中唯一的德国参展者。此跨学科德中合作科研项目的成果引发了参观者极大的兴趣。此外，2010年在位的德意志联邦共和国总统霍斯特·科勒博士也在该馆参观了SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）。

08 Blick auf die Exponate im Urban-Planet-Pavillon auf der EXPO 2010 in Shanghai | 2010年上海世博会上城市星球馆展品回顾

09 Prof. Peter Cornel (TU Darmstadt, links) und Prof. DAI Xiaohu (Tongji University Shanghai, zweiter von links) im Gespräch mit Bundespräsident Dr. Horst Köhler (ganz rechts) bei dessen Besuch auf der Expo 2010 in Shanghai | 彼得·康奈尔教授（达姆施塔特工业大学，最左）和戴晓虎教授（上海同济大学，左二）与德国总统霍斯特·科勒博士（最右）在2010年上海世博会展览现场交谈。



10

Am 27. Juni 2011 wurde in Anwesenheit des amtierenden Premierministers WEN Jiabao und Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel eine gemeinsame Erklärung über ein Deutsch-Chinesisches Forschungs- und Innovationsprogramm „SAUBERES WASSER“ durch das chinesische Ministerium für Wissenschaft und Technologie und das deutsche Bundesministerium für Bildung und Forschung unterzeichnet. Sie ist die Grundlage für die Errichtung des ersten semizentralen RRC im chinesischen Qingdao.

Investitionen und Betrieb werden von chinesischer Seite getragen. Als Investor konnte die Entwicklungsgesellschaft der Weltgartenbauausstellung (World Horticultural Exposition, WHE) 2014 in Qingdao gewonnen werden und als Betreiber die Qingdao Water Group.



11

Forschungsseitig arbeiten die Technische Universität Darmstadt, die Tongji University Shanghai und die Qingdao Technological University zusammen. Die begleitende Forschung der 14 deutschen Forschungspartner wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert.

2011年6月27日，中国总理温家宝和德国总理安格拉·默克尔博士共同出席并见证《关于开展中德清洁水创新研究合作项目的联合声明》的签字仪式。该声明由中国科学技术部和德意志联邦共和国教育研究部共同签署，从而为在中国青岛建立第一个半集中式资源再生利用中心奠定了基础。

中心的投资建设和经营由中方负责。2014年青岛世界园艺博览会开发公司-青岛世园集团为项目投资方，青岛水务集团为该项目运营商。

科研工作由德国达姆施塔特工业大学、上海同济大学和青岛理工大学共同合作。德国联邦教育研究部为德国十四家研究机构承担的科研工作提供项目科研经费。

Neben der gemeinsamen Forschung ist das semizentrale RRC auch ein äußerst erfolgreiches Beispiel gelungener, deutsch-chinesischer Zusammenarbeit, über alle sprachlichen und kulturellen Unterschiede hinweg.

Die beteiligten Unternehmen und Organisationen beider Länder haben in enger Abstimmung an der gemeinsamen Realisierung des Projekts gearbeitet, das in seiner Neuartigkeit große Herausforderungen an die Planung und die Koordination aller Beteiligten in Deutschland und China stellt.

Eine Reihe namhafter Firmen aus Deutschland hat durch die unentgeltliche Überlassung von Komponenten maßgeblich zur technischen Leistungsfähigkeit des RRC beigetragen. Die gespendeten deutschen Aggregate und Messgeräte (vgl. Seiten 24-25) wurden nach Abschluss der Hochbauarbeiten gemeinsam von deutschen Experten der Partnerfirmen und chinesischen Experten vor Ort eingebaut und in Betrieb genommen.

项目合作跨越了语言和文化方面的障碍，使得半集中式资源再生利用中心成为中德合作极为成功的一个范例。

为了共同实现此项目，两国的企业与科研机构紧密合作。项目的创新性对德中双方所有项目合作方而言，在设计和协调层面构成了重大挑战。

许多德国知名企业为资源再生利用中心无偿转让了技术成果。德国技术人员会同中国本地技术人员在土建工作完成之后进行了德国捐赠设备（参见24-25页）的安装工作并完成了运行调试。



12



13

Das RRC wurde in unmittelbarer Nähe zum Ausstellungsgelände der WHE gebaut. Die WHE gilt als "Olympia" des Gartenbausektors. Das Einzugsgebiet des RRC umfasst insgesamt drei neue Wohngebiete, einen Bürokomplex sowie zwei Hotels. Gemäß dem Ansatz SEMIZENTRAL werden Grau- und Schwarzwasser separat erfasst und behandelt. Die entstehenden Klärschlämme werden gemeinsam mit Speiseresten energetisch genutzt.

14

资源再生利用中心紧挨“世界园艺博览会”（世园会）而建，该博览会被誉为园艺界的“奥林匹克盛会”。资源再生利用中心的服务区域包括三个新建住宅区、一个办公建筑群以及两个酒店建筑群，它根据SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）的理念对该区域的污水流进行分类收集与处理。所产生的污水污泥与餐厨垃圾一起用于产能。



15



16

13 Außenansicht des chinesischen Gartens auf dem Gelände der WHE in Qingdao | 青岛世园会景区内中国园林外观

14 Offizielles Logo der WHE | 世园会的官方会徽

15 Kleines See-Areal im Bereich des chinesischen Gartens auf dem Gelände der WHE | 世园会景区内中国园林区的小西湖

16 Blumen-Arrangements des holländischen Gartens auf dem Gelände der WHE | 世园会景区内荷兰园林区的花圃

SEMIZENTRAL FEIERLICHE ERÖFFNUNG AM 27. APRIL 2014

Nach über zwei Jahren Planung und sechs Monaten Bauzeit wurde am 27. April 2014 das weltweit erste semizentrale RRC offiziell von Dr. Georg Schütte, Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung und WANG Jianxiang, Vizebürgermeister der Stadt Qingdao, eröffnet.

在历时两年多的设计和六个月的施工后，德国联邦教育研究部国务秘书乔治·舒特博士和青岛市副市长王建祥于2014年4月27日宣布，世界上第一个SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）示范工程正式揭牌投入使用。



17



18



19

17 Staatssekretär Dr. Georg Schütte (BMBF) im Gespräch mit dem Vizebürgermeister der Stadt Qingdao WANG Jianxiang und Prof. Siegfried WU, Vizepräsident der Tongji University Shanghai und Chefplaner der WHE Qingdao 2014 | 国务秘书乔治·舒特博士（德国教研部）与青岛市副市长王建祥和上海同济大学副校长、2014年青岛世园会总规划师吴志强教授交谈 18 Von links nach rechts: DING Wei (WHE), WEI Chengjie (Vorstandsvorsitzender Qingdao Water Group), Prof. Peter Cornel (TU Darmstadt), Prof. DAI Xiaohu (Tongji University Shanghai), Dr. Susanne Bieker (TU Darmstadt), Staatssekretär Dr. Georg Schütte (BMBF), XU Jianbo (Rektor TU Qingdao), Dr. Henning Kocks (Kocks Consult) | 从左至右依次为: 丁伟（世园集团总经理）、魏成吉（青岛水务集团有限公司董事长）、彼得·康奈尔教授（达姆施塔特工业大学）、戴晓虎教授（上海同济大学）、苏珊娜·比克博士（达姆施塔特工业大学）、国务秘书乔治·舒特博士（德国教研部）、徐剑波（青岛理工大学校长）、亨宁·考克思博士（德国考克思工程咨询有限公司） 19 Vizebürgermeister WANG Jianxiang und Staatssekretär Dr. Georg Schütte (BMBF) bei der Enthüllung der Eingangstafel | 青岛市副市长王建祥和德国教研部国务秘书乔治·舒特博士一起为中心揭牌



20 Von links nach rechts: DING Wei (WHE), Prof. DAI Xiaohu (Tongji University Shanghai), Prof. BI Xuejun (Qingdao Technological University), LI Gang (MOST), Ministerialrat Reinhold Ollig (BMBF), Dr. SHEN Weimin (Kocks Consult), WEI Chengjie (Qingdao Water Group), WANG Jianxiang (Vizebürgermeister der Stadt Qingdao), Ministerialrat Christian Jörgens (BMBF), Prof. Siegfried WU (Vizepräsident Tongji University Shanghai), Regierungsdirektor Christian Stertz (BMBF), Prof. Peter Cornel (TU Darmstadt), Staatssekretär Dr. Georg Schütte (BMBF), Ministerialdirektor Volker Rieke (BMBF), Prof. Hans Jürgen Prömel (Präsident der TU Darmstadt), Ralf Marohn (Far Eastern Consulting), Rudolf Scharping (RSBK), Peter Stamm (WILO), Friedrich Barth (GWP), Julia Kundermann (Deutsche Botschaft Beijing), Dr. Susanne Bieker (TU Darmstadt), Marion Steinberger (BMBF) | 从左至右依次为: 丁伟 (世园集团总经理)、戴晓虎教授 (上海同济大学)、毕学军教授 (青岛理工大学)、李刚 (中国科技部)、赖因霍尔德·欧利希处长 (德国教研部)、沈伟民博士 (德国考克思工程咨询公司)、魏成吉 (青岛水务集团有限公司)、王建祥 (青岛市副市长)、克里斯蒂安·蕨根斯处长 (德国教研部)、吴志强教授 (上海同济大学副校长)、克里斯蒂安·施特尔茨博士 (德国教研部行政专员)、彼得·康奈尔教授 (达姆施塔特工业大学)、国务秘书乔治·舒特博士 (德国教研部)、福尔克尔·里克处长 (德国教研部)、汉斯·于尔根·普鲁尔梅尔教授 (达姆施塔特工业大学校长)、拉尔夫·马论 (东源咨询公司)、鲁道夫·沙尔平 (鲁道夫·沙尔平战略咨询交流公司)、彼得·施塔姆 (威乐集团)、福瑞迪希·巴尔特 (德国水工业联合会)、尤莉亚·孔德尔曼 (德国驻北京大使馆)、苏珊娜·比克博士 (达姆施塔特工业大学)、玛丽昂·施泰因贝格 (德国教研部)



21

Im Anschluss an die offizielle Eröffnungszeremonie im Verwaltungsgebäude des WHE-Konzerns wurde der Schulungsraum im RRC (vgl. S. 28) von Staatssekretär Dr. Georg Schütte, Prof. Peter Cornel (TU Darmstadt) und Prof. DAI Xiaohu (Tongji University Shanghai) eröffnet.

在世园大厦举行盛大开幕仪式后，德国教育研究部国务秘书乔治·舒特博士、彼得·康奈尔教授（达姆施塔特工业大学）和戴晓虎教授（上海同济大学）又来到资源再生利用中心的培训中心（参见28页），为其开幕剪彩。



22

21 Im Vordergrund: Staatssekretär Dr. Georg Schütte (BMBF), Prof. Peter Cornel (TU Darmstadt), Prof. DAI Xiaohu (Tongji University Shanghai) | 前景：国务秘书乔治·舒特博士（德国教研部）、彼得·康乃尔教授（达姆施塔特工业大学）、戴晓虎教授（上海同济大学）22 Von links nach rechts: Prof. Peter Cornel (TU Darmstadt), Künstlerin Susanna Neunast, Staatssekretär Dr. Georg Schütte (BMBF) | 从左至右依次为：彼得·康乃尔教授（达姆施塔特工业大学）、女艺术家苏珊娜·纽纳斯特、国务秘书乔治·舒特博士（德国教研部）

SEMIZENTRAL IMPRESSIONEN DER ERÖFFNUNG | 开幕式印象



23



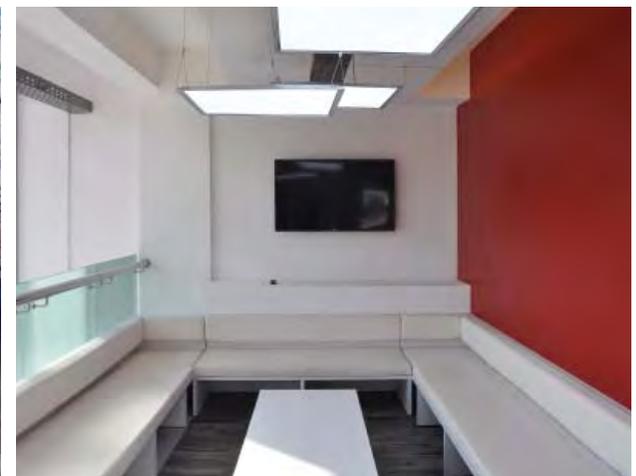
24



25



26



27

23 Von links nach rechts: Alexander Coelius (COSALUX), Staatssekretär Dr. Georg Schütte (BMBF), Dr. Susanne Bieker (TU Darmstadt) | 从左至右依次为：亚历山大·克流思 (COSALUX)、国务秘书乔治·舒特博士 (德国教研部)、苏珊娜·比克博士 (达姆施塔特工业大学)

24 Schulungsraum im Resource Recovery Center | 资源再生利用中心培训中心

25 Sponsorenwand mit Informationskarten im Resource Recovery Center | 资源再生利用中心内的赞助商信息卡墙

26 Prof. DAI Xiaohu im Interview mit einem chinesischen Fernsehsender | 戴晓虎教授接受中国电视台的采访

27 Loungebereich im Schulungsraum des Resource Recovery Center | 资源再生利用中心培训中心的休息区



28

Trotz des Regens in Qingdao war die Stimmung bei allen Anwesenden sehr gut.

尽管青岛飘着霏霏细雨，但所有在场嘉宾心情极佳。



29



30

28 Von links nach rechts: Peter Stamm (WILO), Dr. Matthias Kautt (Projekträger des BMBF in Karlsruhe), ZHU Enhui (WILO) | 从左至右依次为：彼得·施塔姆（威乐集团）、马蒂亚斯·考特博士（德国教研部卡尔斯鲁尔项目办）、朱恩惠（音译）（威乐集团） 29 Von links nach rechts: Dr. Volker Zang (Bilfinger Water Technologies), Staatssekretär Dr. Georg Schütte (BMBF), Dr. SHEN Weimin (Kocks Consult), Dr. Henning Kocks (Kocks Consult) | 从左至右依次为：福尔克尔·臧博士（贝尔芬格水处理技术有限公司）、国务秘书乔治·舒特博士（德国教研部）、沈伟民博士（德国考克思工程咨询公司）、亨宁·考克思博士（德国考克思工程咨询有限公司） 30 Im Vordergrund von links nach rechts: Prof. Siegfried WU (Tongji University Shanghai), WANG Jianxiang (Vizebürgermeister der Stadt Qingdao) und DING Wei (WHE) | 前面从左至右依次为：吴志强教授（上海同济大学）、青岛市副市长王建祥和丁伟总经理（世园集团）

Staatssekretär Dr. Georg Schütte beim Rundgang mit Vertretern der Sponsoren, die deutsche High-techprodukte für diese weltweit einzigartige Anlage unentgeltlich bereitgestellt haben.

国务秘书乔治·舒特博士在赞助商代表的陪同下进行参观，赞助商们为这座世界上第一座该类型的基础设施提供了德国高精尖技术的产品。



31



32



33

31 Klaus-Hasso Heller (AERZEN) im Gespräch mit Staatssekretär Dr. Georg Schütte (BMBF) | 克劳斯-哈索·黑勒博士（艾岑集团）与国务秘书乔治·舒特博士（德国教研部）亲切交谈

32 Von links nach rechts: Peter Stamm (WILO), Staatssekretär Dr. Georg Schütte (BMBF), Prof. Peter Cornel (TU Darmstadt) | 从左至右依次为：彼得·施塔姆（威乐集团）、国务秘书乔治·舒特博士（德国教研部）、彼得·康乃尔教授（达姆施塔特工业大学）

33 Von links nach rechts: Prof. Peter Cornel (TU Darmstadt), Staatssekretär Dr. Georg Schütte (BMBF), Hans Joerg Heckmann (Microdyn-Nadir) | 从左至右依次为：彼得·康奈尔（达姆施塔特工业大学）、国务秘书乔治·舒特博士（德国教研部）、汉斯·约尔格·黑克曼（德国迈纳德有限公司）



Prof. Peter Cornel
Institut IWAR, TU Darmstadt
彼得·康奈尔教授
IWAR研究所, 达姆施塔特工业大学



Prof. Martin Wagner
Institut IWAR, TU Darmstadt
马丁·瓦格纳教授
IWAR研究所, 达姆施塔特工业大学

Prof. Peter Cornel ist der geistige Vater des Ansatzes SEMIZENTRAL. Gemeinsam mit seinem Team leitet er den Forschungsverbund aus Wissenschaft und Industrie. Die Umsetzung des Ansatzes im Realmaßstab ist einmalig: Dank der mehr als 30 Jahre währenden Zusammenarbeit mit der Tongji University Shanghai, die seitens des SEMIZENTRAL-Teams durchgängig von Prof. Martin Wagner begleitet wurde, wird nun ein Konsortium von 14 Partnern den Betrieb wissenschaftlich begleiten. Das Projekt zeigt: Durch richtungsweisende Kooperationen zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen lassen sich künftige Herausforderungen in der Wasserversorgung und -entsorgung von Städten bewältigen.

彼得·康奈尔教授是SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）理念的精神之父。他与其团队领导着这一由学术界和工业界组成的科研联盟。这一理念在从诞生至科研再至实际生产规模的建设，整个过程的艰辛是其他科研项目无法比拟。正是得益于与上海同济大学存在着超过三十年的合作经验，以及马丁·瓦格纳教授对SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）这一由十四个合作伙伴组成科研联盟的全程指导，才使得项目取得了巨大成功。该项目展示了通过科研机构和企业之间的这种开创性的合作方式可以克服并解决未来城市供排水方面所面临的挑战。

IWAR
Wastewater Technology



Prof. DAI Xiaohu
(Tongji University Shanghai)
Leiter des Planungsteams China
戴晓虎教授（上海同济大学）
中方项目团队总负责人



Prof. CHEN Hongbin
(Tongji University Shanghai)
Koordinator des Planungsteams China
陈洪斌教授（上海同济大学）
中方项目团队协调员



Prof. BI Xuejun
(Qingdao Technological University)
Leiter des Planungsteams in Qingdao
毕学军教授（青岛理工大学）
青岛中方项目团队负责人



Im Rahmen der Forschung SEMIZENTRAL kooperieren seit 2003 zahlreiche Wissenschaftler der renommierten Universitäten in Darmstadt, Shanghai und Qingdao.

Die bislang höchste Anerkennung erfuhr die deutsch-chinesische Partnerschaft durch die Würdigung der Forschung als fortschrittliche Lösung für Städte der Zukunft auf der Weltausstellung 2010 in Shanghai.

Das weltweit erste RRC in Qingdao im Kontext der Weltgartenbauausstellung stellt einen weiteren wichtigen Meilenstein der deutsch-chinesischen Zusammenarbeit dar.

SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）研究合作始于2003年，众多来自达姆施塔特、上海和青岛的知名大学教授共同参与了科研合作。

这一研究项目在2010年上海世博会上作为未来城市供水排污方面的前瞻性解决方案被公开展览，这次展出是该项目德中亲密合作目前为止所得到的最高荣誉。

在青岛世界园艺博览会中所展示的世界首个半集中式资源再生利用中心是中德合作又一个重要的里程碑。

SEMIZENTRAL EIN PROJEKT MIT VIELEN PARTNERN | 众星云集的合作项目

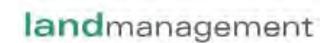
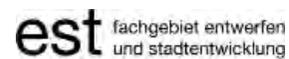


GEFÖRDERT AUF DEUTSCHER SEITE VOM
BUNDEMINISTERIUM FÜR
BILDUNG UND FORSCHUNG (BMBF)
德方由德国联邦教育与研究部 (BMBF)
资助科研

01

02

03



GEFÖRDERT AUF CHINESISCHER SEITE VOM
MINISTERIUM FÜR WISSENSCHAFT UND TECH-
NOLOGIE (MOST)
中方由科技部 (MOST) 资助科研

04

05

06

01 TU DARMSTADT, INSTITUT IWAR, ABWASSERTECHNIK | 达姆施塔特工业大学, IWAR研究所, 污水处理系 02 TU DARMSTADT, INSTITUT FÜR BAUBETRIEB | 达姆施塔特工业大学, 工程运行管理研究所
03 ISOE – INSTITUT FÜR SOZIAL-ÖKOLOGISCHE FORSCHUNG | ISOE—社会生态研究所 04 TU DARMSTADT, FACHGEBIET ENTWERFEN UND STADTENTWICKLUNG | 达姆施塔特工业大学, 设计与城市规划系
05 TU DARMSTADT, FACHGEBIET LANDMANAGEMENT | 达姆施塔特工业大学, 土地管理系 06 EMSCHER WASSERTECHNIK GMBH | EMSCHER水务技术有限公司



01



02



03



04



05



06



07



08

01 M+P GRUPPE | M+P集团 02 KOCKS CONSULTING GMBH | KOCKS 德国考克斯工程咨询有限公司 03 BILFINGER WATER TECHNOLOGIES GMBH | 贝尔芬格水处理技术有限公司

04 ENDRESS+HAUSER | 恩德斯豪斯有限公司 05 COSALUX GMBH | COSALUX有限公司 06 FAR EASTERN CONSULTING | 东源咨询公司

07 HEYL NEOMERIS | HEYL NEOMERIS创新水处理技术经销有限公司 08 GUMMERSBACH ENVIRONMENTAL COMPUTING CENTER/FACHHOCHSCHULE KÖLN | 科隆应用技术大学GUMMERSBACH环境计算中心

Eine entscheidende Unterstützung zur Realisierung des SEMIZENTRAL-Ansatzes erfolgte durch die sechs Sponsoren. Ihr hohes Engagement und wertvolles Know-how ermöglichten eine leistungsfähige Ausstattung des semizentralen RRC mit modernsten Technologien. Im RRC finden sich zahlreiche zukunftsweisende Produkte aus dem Portfolio aller Sponsoren, die im Zuge der Planungsarbeiten in enger Zusammenarbeit mit hoher Präzision aufeinander abgestimmt wurden. Die qualitativ hochwertige Ausstattung des RRC ermöglicht die großtechnische Validierung des SEMIZENTRAL-Ansatzes und trägt wesentlich zu dessen weiterer Verbreitung bei.

六位赞助商为实现SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）的理念提供了巨大而关键的支持。他们极强的事业心以及珍贵的专业技术知识，使半集中式资源再生利用中心配备了高精尖的技术设备。资源再生利用中心中安装了数量众多由赞助商研发部门为本项目提供的，具有技术前瞻性的设备和组件，并根据设计工作实现了对该项目的高度匹配。资源再生利用中心的高品质设备不但使得SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）理念变为现实，而且对该理念的优化与扩展应用做出了巨大的贡献。



Weltweit werden industrielle Anlagen unter Einsatz von AERZEN-Gebläsen und -Verdichtern mit gasförmigen Medien versorgt. In der innovativen AERZEN-Maschinentechnik stecken Erfahrungswerte aus 150 Jahren Firmengeschichte. Das Produktsortiment umfasst Drehkolbenverdichter, Drehkolbengebläse, Turbogebälde, Schraubenverdichter und Gaszähler. AERZEN-Gebälde, Verdichter und Gaszähler sind DIN EN ISO 9001 qualitätsgeprüft und zertifiziert. Das Angebot ist flexibel und hält neben Standarderzeugnissen kundenspezifische Sonderlösungen bereit. Zusätzlich bietet der AERZEN-After-Sales-Service die ganze Bandbreite an Service-Dienstleistungen an – vom Vollwartungsvertrag bis zu Reparaturen und Modernisierungen bestehender Anlagen.

在世界范围内，几乎所有工业设备均使用AERZEN（艾岑）生产制造的鼓风机和压缩机，用以提供气体介质。极具创新性的AERZEN工艺技术，得益于公司150年的经验历史。产品范围包括旋转活塞压缩机、旋转活塞风机、涡轮风机、螺杆压缩机及气量表。AERZEN风机、压缩机及气量表多符合DIN EN ISO 9001质量标准 and 受到认证。供货范围极为灵活，除了标准产品之外，还可以按照客户需求提供特定解决方案。此外，AERZEN的售后服务部门提供全面的售后服务-包括订货产品的全面维护或现有设备的维修和现代化改造。



Kein industrieller Prozess ohne Automatisierung, keine Automatisierung ohne Stellantriebe. Stellantriebe sind entscheidende Komponenten für den sicheren und wirtschaftlichen Transport von Gasen, Flüssigkeiten, Schlämmen und Granulaten durch die Rohrleitungen industrieller Anlagen. Dabei gestalten sich die verschiedenen Energie- und Stoffkreisläufe in jeder Anlage und in jedem industriellen Prozess neu und individuell. Optimale Steuerung verlangt nach einem flexiblen, modularen Konzept, das einerseits maßgeschneidert auf spezifische Anforderungen eingehen kann und andererseits ein Höchstmaß an Zuverlässigkeit und Sicherheit bietet. Und genau das ist das Konzept von AUMA: Solutions for a world in motion.

没有任何一种工业过程可以脱离自动化控制，没有任何一种自动化控制可以脱离电动执行器。电动执行器是保障工业设备中气体、液体、浆料与颗粒物管道输送过程的物流安全性和经济性的核心部件。每台工业设备、每一个工业流程中的能量循环和物质循环均是全新而独特的。优秀的控制系统需要为其提供灵活的、模块化的方案，一方面，需按照具体的特殊要求进行量身打造，另一方面，需要提供并保障其可靠性和安全性运转。而这恰恰是AUMA（欧玛）公司的理念-为运转中的世界提供解决方案。



Die Wilo-Gruppe ist einer der weltweit führenden Hersteller von Pumpen und Pumpensystemen für die Gebäudetechnik sowie für Wasserver- und Abwasserentsorgung. Mit dem Blick in Richtung Zukunft engagiert sich das Unternehmen stark in der Forschung und Entwicklung und positioniert sich zunehmend vom Komponenten- zum Systemlieferanten. Wilo ist international ein Synonym für Hightech im Pumpensegment. Mit ihren Produkten unterstützt die Wilo-Gruppe das innovative und zukunftsorientierte SEMIZENTRAL-Projekt der Technischen Universität Darmstadt im chinesischen Qingdao.

威乐集团 (WILO) 是专为建筑工程以及供水和污水处理系统提供水泵和水泵系统的制造商之一，它在全球范围内处于领先地位。威乐集团始终着眼于未来，斥巨资进行研究与开发，并将自身定位逐步从零部件供应商发展为系统供应商。国际上威乐是高科技水泵的代名词。威乐集团以其产品为达姆施塔特工业大学具有创新性的、面向未来的半集中式供水排污处理系统项目提供了极大的支持。该项目是2014年中国青岛世界园艺博览会的一个重大项目。



Bereits seit mehreren Jahrzehnten produziert die BinderGroup in Deutschland Gasmengenmessgeräte und weitere zugehörige Produkte für den Einsatz in Kläranlagen. VACOMASS® ist ein einzigartiges modulares System nach dem Baukastenprinzip für die Luftverteilung und -regelung in den belüfteten Becken. Nur die präzise Kalibrierung des Luftmengenmessgerätes im CAMASS®-Kalibriertechnikum und die Systemintegration im Luftverteilsystem stellen ein optimales Zusammenspiel der Komponenten sicher. Die Hauptvorteile für den Betreiber sind die hohe Prozessstabilität und die Energiekostenreduktion. Das thermische COMBIMASS® Gasmassmessgerät und die COMBIMASS®-Gasanalysegeräte können für die Überwachung und Regelung der Klärgasentstehung genutzt werden. Mobile und stationäre Analyseinstrumente bestimmen die typischen Komponenten im Gas.

几十年以来，冰德集团 (Binder Group) 在德国生产用于污水处理厂的气体流量计和其他相关产品。VACOMASS® 是按模块化原理进行设计的一种独特的模块化系统，它专用于生物处理池中的气体分配和调整。只有在CAMASS®标定中心对空气测控装置进行整体标定工作，才能保证系统组件的性能最优化。对于运营方而言，其主要优点是高运行稳定性，并能够减少能耗成本。COMBIMASS® 热式流量计和 COMBIMASS® 气体分析仪可用于对所产生的废气进行监控和调整。移动和固定的分析仪器测定气体中的典型组成。



OTT steht für 25 Jahre Leidenschaft, Qualität und Effizienz in der biologischen Abwasserreinigung. OTT produziert am Standort Deutschland feinblasige Membranrohrbelüfter sowie das modulare AirRex®-Leitungssystem. Darüber hinaus entwickelt und baut OTT hochwertige Belüftungssysteme für kommunale und industrielle Kläranlagen. Mit dem HE®-Programm bietet OTT seinen effizienzorientierten Kunden umfassende Möglichkeiten, um bei ihren Kläranlagen nachhaltig Energie zu sparen und die Leistung ihres Belüftungssystems zu optimieren.

25年来OTT集团始终致力于提高污水生物处理的质量和效率。其在德国的生产基地生产制造微小气泡的膜式管道曝气管，以及模块化的 AirRex® 管道系统。此外，OTT 集团为市政污水和工业废水处理厂开发和制造高质量的曝气系统。通过 HE® 程序我们可为我们的极为注重效率的客户为污水处理厂节能降耗以及优化曝气系统效率的各种方案。



Die LAR Process Analysers AG ist der führende Anbieter von Online-Analysatoren zur Bestimmung wichtiger Summenparameter wie TOC, CSB, BSB, TNb, TP und Toxizität. Ein patentiertes Probenentnahmesystem sowie weitere Produkt-ergänzungen und zugehörige Dienstleistungen runden die Produktpalette der LAR AG ab. Einsatzgebiete der Analysatoren sind die industrielle und kommunale Abwassertechnik, Prozessüberwachung sowie Reinstwasseranalytik für Kondensat und Pharmawasser (HPW, WFI) u.a. Die Online-Messgeräte der LAR AG helfen bei der Optimierung von Prozessen und bei der Steuerung industrieller Anlagen. Vor dem Hintergrund der ständig wachsenden Bedeutung des Umweltschutzes sichert die technologische Marktführerschaft – made in Berlin – die Beteiligung am Zukunftsmarkt der Ressource Wasser.

拉尔分析仪器公司 (LAR AG) 是世界领先水质在线分析仪器开发者及制造企业，旗下产品涵盖水中多项参数（如TOC、COD、BOD、TNb、TP及水中毒性等）的测量。拉尔分析仪器被广泛应用于工业废水、生活污水、过程控制、冷凝水及制药用水超纯分析 (HPW、WFI) 等领域。拉尔分析仪器公司在提供优质分析仪器的同时，也提供具有专利的采样系统、产品配件及相关技术服务。拉尔分析仪器公司的在线分析仪器协助用户进行过程控制优化及工业系统的控制工作。随着环境保护日益重视，拉尔分析仪器公司希望借此契机成为水质测量领域的领导者。柏林制造-未来水资源保护领域的积极参与者

SEMIZENTRAL KUNST UND WISSENSCHAFT | 艺术与科学

Die Künstlerin Susanna Neunast setzt sich bereits seit Jahren intensiv mit dem Thema „Wasser“ auseinander. Sie macht die Faszination und Schönheit des Wassers emotional erlebbar und erschafft mit ihren Fotografien unerwartete Ansichten dieses vermeintlich so bekannten Elements.

Susanna Neunast lässt durch ihre Installationen am und im RRC Wasser zu einem Teil des Gebäudes werden. Eine große spiegelnde Wasseroberfläche macht als zentrales Element der Fassade die Besucher bereits aus der Ferne auf die Besonderheit des Gebäudes aufmerksam. Angekommen im Inneren des Gebäudes werden die Besucher selbst Teil der bewegten Wasseroberfläche.

Der Eingangsbereich wird zu einer räumlichen Installation, in deren Zentrum die Besucher stehen. In der Installation aus Wasserfotografien und zahlreichen Spiegeln, die eine bewegte Wasseroberfläche simulieren, werden die Betrachter Teil des Wassers. Es vermischen sich die Spiegelungen der Wasserfotografien und die Spiegelbilder der Besucher zu einem neuen Ganzen.

艺术家苏珊娜·纽纳斯特多年从事关于“水”的创作。她将水这个众所周知的元素以另一种角度呈现在她的摄影作品中，使其散发出潜藏的魅力并使人们得到强烈的情感体验。

在苏珊娜·纽纳斯特为资源再生利用中心的设计中，水成为该建筑的一部分。以大型反光的水面作为外墙主体彰显了这座建筑的与众不同。访客一旦进入楼内即成为波动水面的一部分。

入口处以访客为中心的区域构成了一个独特的空间。水面摄影及大量镜面的组合模拟了水面波动的效果，并使访客成为水的一部分。水面摄影的反射与访客的镜像融合成为一个新的整体。



34



35

34 Fassade des Resource Recovery Centers Qingdao: Kunstinstallation von Susanna Neunast | 青岛资源再生利用中心外立面: 艺术装饰由苏珊娜·纽纳斯特设计

35 Eingangsbereich des Resource Recovery Centers: Räumliche Kunstinstallation von Susanna Neunast | 资源再生利用中心入口区域: 空间艺术装饰由苏珊娜·纽纳斯特设计





Der Schulungsraum dient dem Ziel interessierten Besuchern und Fachleuten den Ansatz SEMIZENTRAL zu erläutern, Einblicke in den Betrieb des RRC zu geben sowie Schulungen im Bereich Wasser-, Abwasser- und Abfalltechnik durchzuführen. Hierfür finanzierte das BMBF die Ausstattung des Schulungsraumes.

在培训中心，对SEMIZENTRAL（半集中式供水排污系统）感兴趣的访客与专家可以获取更多该系统理念的详细信息，并了解资源再生利用中心的运行情况。在培训中心内，还可以针对供水、污水处理与废弃物处理技术领域进行专业培训。德国教研部承担了整个培训中心的建设费用。



38

SEMIZENTRAL ist ein innovativer Infrastrukturansatz zur Wasserversorgung und -entsorgung, der dazu beitragen soll, die Ressourceneffizienz der Städte von morgen und damit die Lebensqualität in den Städten maßgeblich zu verbessern. Dafür sind jedoch nicht nur technische Lösungen gefragt. Auch der Betrieb neuer effizienter und innovativer Systeme stellt eine wesentliche Aufgabe dar. Hierfür sind hochqualifizierte Mitarbeiter notwendig. SEMIZENTRAL begegnet dieser Herausforderung mit dem multimedialen Schulungsraum im RRC Qingdao, der einerseits der Aus- und Weiterbildung, andererseits der Vertiefung der deutsch-chinesischen Kooperation dienen wird.

SEMIZENTRAL (半集中式供水排污系统) 是针对供排水基础设施的一项创新理念, 旨在改善未来城市的资源利用效率, 从而显著提高城市生活质量。然而, 对此不仅需要技术方案, 新的高效和创新系统的运行管理同样也成为一件极为重要的任务。为迎接这一挑战, 高素质人才的培养是重中之重。SEMIZENTRAL (半集中式供水排污系统) 在青岛世园资源再生利用中心为此设立了多媒体培训中心, 它一方面被用于培训和进修, 另一方面也将为中德合作的不断深入做贡献。

SEMIZENTRAL VIRTUELLE APP | 虚拟应用程序

Um das RRC erlebbar zu machen, wurde es als virtuelles 3-D-Modell realisiert. Auf interaktivem Weg können sich Interessierte über das Konzept und die Verfahrenstechnik des RRC informieren. Ein 3-D-Modell des RRC dient als Navigationsselement, das sich drehen lässt und dem Nutzer verschiedene Perspektiven bietet. Verschiedene Filterfunktionen können aktiviert werden, um die Anzahl der Auswahlpunkte zu reduzieren und sich gezielt über Prozesse und eingesetzte Anlagentechnologien unter anderem der Sponsoren zu informieren.

为了使用户对半集中式资源再生利用中心有身临其境的真实感受，资源再生利用中心可以通过虚拟的三维模型方式进行展示。通过交互方式用户可以获得赞助方和研究合作伙伴为建成半集中式资源再生利用中心所做出的贡献等相关项目资讯。半集中式资源再生利用中心的三维模型可以用作导航元件，通过旋转它可以为用户提供各种视角。应用程序提供各种过滤功能，以便减少选项的数量，对赞助方为处理工艺所提供的技术设备可进行具有针对性的查询。



39

Seite 1: Simon Gehrmann;
Seite 2: Dreamstime (Image ID: 16773023);
Seite 3: iStockphoto (Image ID: 40816026);
Seiten 4/5: IWAR, Abwassertechnik;
Seiten 6/7, 11 (Abbildung 11), 14 bis 19: COSALUX / Simon Gehrmann;
Seiten 8/9: SEMIZENTRAL;
Seite 10: DAI Xiaohu (Tongji University Shanghai);
Seite 11 (Abbildung 10): Bundesregierung/Guido Bergmann;
Seite 12: TU Darmstadt;
Seite 13: Dreamstime (Image IDs: 39741274, 39742295, 3974257613),
Logo: Official Website World Horticultural Exposition (<http://www.qingdaoexpo2014.org>);
Seite 20: IWAR, Abwassertechnik;
Seite 21: Tongji University Shanghai/TU Qingdao;
Seite 26: Susanna Neunast (Abbildung 34), Simon Gehrmann (Abbildung 35);
Seite 27: Susanna Neunast;
Seite 28/29: Simon Gehrmann;
Seite 30: COSALUX;

第1页：西蒙·格尔曼
第2页：Dreamstime（图片编码：16773023）
第3页：iStockphoto（图片编码：40816026）
第4和第5页：IWAR研究所，污水处理系
第6、7页、11页（11号图）、14至19页：COSALUX有限公司 / 西蒙·格尔曼
第8页和第9页：SEMIZENTRAL
第10页：戴晓虎教授（上海同济大学）
第11页（10号图）：联邦政府 / Guido Bergmann
第12页：达姆施塔特工业大学
第13页：Dreamstime（图片编码：39741274, 39742295, 3974257613）
会徽：世界园艺博览会官方网站（<http://www.qingdaoexpo2014.org>）
第20页：IWAR研究所，污水处理系
第21页：上海同济大学 / 青岛理工大学
第26页：苏珊娜·纽纳斯特（34号图）；西蒙·格尔曼（35号图）
第27页：苏珊娜·纽纳斯特
第28和第29页：西蒙·格尔曼
第30页：COSALUX有限公司

IMPRESSUM

Herausgeber:
Institut IWAR – Fachgebiet Abwassertechnik
Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften
Technische Universität Darmstadt
Franziska-Braun-Straße 7
64287 Darmstadt – Germany

T. +49 6151 16-2748
F. +49 6151 16-3758

semizentral@iwar.tu-darmstadt.de
www.semizentral.de

Text und Redaktion:
Dr. Susanne Bieker, Susanna Neunast

Design:
www.cosalux.com

© 2015, Institut IWAR – FG Abwassertechnik der TU Darmstadt
Alle Rechte vorbehalten.

出版说明

出版人:
IWAR研究所-污水处理系
建筑与环境工程学院
达姆施塔特工业大学
地址: Franziska-Braun-Straße 7
64287 Darmstadt – Germany

电话: +49 6151 16-2748
传真: +49 6151 16-3758

邮箱: semizentral@iwar.tu-darmstadt.de
网站: www.semizentral.de

文字及编辑:
苏珊娜·比克博士, 苏珊娜·纽纳斯特

设计:
www.cosalux.com

©2015年IWAR研究所—达姆施塔特工业大学污水处理系。
版权所有。

GEFÖRDERT VOM

