

Verbundprojekt: Nachhaltiges Wasserkonzept und dessen Anwendung für die Olympischen Spiele 2008;

Teilprojekt G2/G3: Wassersparende Technologien und Regenwassernutzung

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen: 02WA1014 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Inhaltsverzeichnis

1	Aufgabenstellung und Arbeitsziele	2
2	Planung und Ablauf des Vorhabens	2
3	Stand der Wissenschaft und Technik	10
4	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	12

Aachen, April 2011

1 Aufgabenstellung und Arbeitsziele

Im Rahmen des ersten Projekts zum nachhaltigen Wasserkonzept für die Olympischen Spiele 2008 (BMBF Förderkennzeichen 02WA05252, Projektende 31.07.2007) wurden im Mai 2006 in zwei Apartmentgebäuden auf dem Gelände der Beijing Hydraulic Engineering Foundation Works wassersparende Technologien installiert. Die bestehende Demonstrationsanlage zum Grauwasser-Recycling wurde in eine Membranbelebungsanlage (MBR-UF) umgebaut. Das Monitoring hat im August 2006 mit Verzögerung begonnen und es konnten keine ausreichenden Betriebserfahrungen gesammelt werden. Darüber hinaus wurde im Rahmen von Wartungsarbeiten die bestehende Membranfiltereinheit beschädigt, so dass die Demonstrationsanlage bei Projektende im Sommer 2007 nicht in Betrieb war.

Die Ergebnisse der Verlängerung des oben genannten Projekts um 2 Jahre sind Inhalt des vorliegenden Berichts. Wesentlich wurden zwei neue Schritte begangen: die Wartungsarbeiten an der Grauwasser-Recycling Anlage werden von chinesischen Technikern eigenverantwortlich durchgeführt und die bestehende Regenwassernutzungsanlage soll reaktiviert und optimiert werden. Die im Projekt erzielten Betriebserfahrungen sollen die chinesischen Projektpartnern und die Bewohner/Betreiber des Demonstrationsgebiets von der Technik überzeugen.

Ziele:

- Wartungs- und Reparaturarbeiten an der Grauwasser-Recycling-Anlage mit anschließendem Feldversuch um aussagekräftige Betriebserfahrung zu sammeln.
- Fortsetzung Feldversuch mit wassersparenden Technologien.
- Inbetriebnahme einer im Demonstrationsgebiet vorhandenen Regenwassernutzungsanlage und Implementierung eines Monitoringkonzepts zur Überwachung und Steigerung der Effektivität.

2 Planung und Ablauf des Vorhabens

Der Ablauf des Projekts wurde grundsätzlich in zwei Phasen unterteilt. In der ersten Phase mussten die Anlagen und Geräte zum Grauwasser-Recycling, der Regenwassernutzung und das neu zu implementierende Monitoring-System entwickelt und eingebaut werden. Die zweite Phase beinhaltet den Feldversuch mit der entsprechenden Erhebung von Betriebsdaten und daraus resultierenden aussagekräftigen Betriebserfahrungen.

Bereits im Kick-off Meeting im Mai 2008 hat sich heraus gestellt, dass die Umsetzung von Felduntersuchungen auf dem Gelände des Olympia Parks auch nach den Spielen 2008 im Rahmen des Projekts nicht möglich sind. Die weitere Umsetzung der Wasserspartechniken im Demonstrationsgelände der Beijing Hydraulic Engineering Foundation Works (EFW) musste demnach wieder aufgenommen werden.

Teilprojekt Grauwasser-Recycling

Um die im Projekt mit den chinesischen Partnern vereinbarte Anpassung des Wasserkonzepts sowie das anschließende Monitoring zu realisieren war es im ersten Schritt notwendig die bestehenden Anlagen zu warten und wieder in Betrieb zu nehmen. Die Druckerhöhungspumpen der Grauwasser-Recyclinganlage waren nach einer Überflutung des Technikraums im Jahr 2006 beschädigt. Der Austausch der Pumpen wurde zwingend notwendig. Die Membranfilter waren ebenfalls irreversibel beschädigt und mussten im Zuge der Wartungsarbeiten ausgetauscht werden.

Die Wartungsarbeiten wurden Ende Oktober 2008 umgesetzt. In Abbildung 1 ist einer von drei ausgebauten Doppelfiltermodulen dargestellt. Im Rahmen der Wartungsarbeiten wurden die chinesischen Techniker weitergebildet.



Abbildung 1 ausgebaute Doppelfilter (links) und getauschte Filtermodule und Druckpumpen der Druckerhöhungsanlage (rechts).

Die Druckerhöhungsanlage der bestehenden Grauwasseranlage im Demonstrationsgebiet wurde im Zuge der Wartung wieder in Betrieb genommen. Die Belegung der Grauwasseranlage konnte nach einer Standzeit von 18 Monaten problemlos in Betrieb genommen werden. Die mechanischen Aggregate wie Kompressoren, Förderpumpen etc. wurden mit sehr geringem Aufwand gestartet.

Der Prozess der Grauwasserbehandlung wurde im Rahmen der Reise im Oktober mit den chinesischen Partnern gestartet. Auf Grund der langen Standzeit wurden die Behälter

gereinigt und der alte Schlamm wurde entsorgt. Die Filtrationsleistung zu Beginn der Behandlung war erwartungsgemäß hoch. Der Eintrag an Schlamm aus dem teilweise unüberschaubaren Sammelsystem war sehr hoch. Das weitere Vorgehen in der Anlaufphase der Membranbiologie wurde vor der Abreise mit den chinesischen Partnern vereinbart und die Grauwasser-Recycling-Anlage wurde anschließend von den chinesischen Partnern selbständig in Betrieb genommen.

Nach einer kurzen Laufzeit von zwei Monaten ist der Filtratfluss stark eingebrochen, was auf Grund der Datenlage auf die Überlast an Schlamm zurückgeführt wurde. Eine Schlammabführung und die Reinigung des Filtertanks wurde von den Chinesen eigenständig durchgeführt. Technische Probleme bei der Inbetriebnahme konnten durch Zusammenarbeit aus Deutschland grundsätzlich eliminiert werden. Abgesicherte Informationen über den Betrieb der Anlage lagen nicht vor, da die Telefonverbindung in das Technikgebäude nicht verfügbar war. Im Rahmen des Task-Force-Meetings im Mai 2009 war ohnehin geplant das neue Monitoring system in Betrieb zu nehmen.

Bis zum Task-Force Meeting im Mai 2009 konnten keine zuverlässigen Informationen über den Zustand der Grauwasser-Recycling Anlage gewonnen werden. Vor Antritt der Reise nach Peking beschränkten sich die Aussagen der chinesischen Partner darauf, dass der Filtratfluss niedrig sei wegen einer zu hohen Belastung der Filter. Bei der ersten Besichtigung der Demonstrationsanlage im Anschluss an das TFM stellte sich der Gesamtzustand anders dar. Die Regenwasser- und Grauwasseranlage war auf Grund eines Rückstaus im lokalen Kanalsystem mit fäkalhaltigem Abwasser kontaminiert. Der Septic-Tank im Ablauf des Gebäudekomplex (200 EW) ist wahrscheinlich seit der Errichtung des Gebäudes im Jahr 2002 nicht gewartet worden (s. Abbildung 2).



Abbildung 2 Tankwagen zum entleeren und Spülen des Septic tanks (links)
Revisionschacht Hauptsammler mit Absperrventil überflutet (rechts).

Darüber hinaus war die Hebepumpe in der Belebung der Grauwasseranlage ausgefallen. Die Leitungen und Sammelbehälter mussten leergepumpt und gereinigt werden (Abbildung 3). Ohne diese Hebepumpe kann der Filter nicht betrieben werden und selbst beim Test der Filtrationsleistung muss der Ausfall der Pumpe auffallen. Es war vor Ort nicht zu klären, wann letztmalig ein verantwortlicher Mitarbeiter der Chinesischen Projektpartner die Anlage gesehen hat.



Abbildung 3 Hebepumpe am Boden des Belebungsbeckens (links)
Funktionstest der Hebepumpe nach Ausbau (rechts).

Die Filtration der Grauwasseranlage hat nach den Wartungsarbeiten im Mai 2009 funktioniert. Die defekte Hebepumpe sollte nach der Abreise von den chinesischen Partnern getauscht werden. Danach erst konnte die Anlage wieder in den ordentlichen Betrieb gehen.

Die im Mai besprochenen Restarbeiten zum ordentlichen Betrieb der Grauwasser-Recycling-Anlage wurde erst im September 2009 von den chinesischen Partner in Angriff genommen und bis Ende Oktober 2009 wurden die defekten Bauteile ausgetauscht. Die Inbetriebnahme der Filtration über einen Saugheber konnte von den chinesischen Partnern nicht realisiert werden, obwohl eine Arbeitsanweisung vorliegt und der Vorgang in der Vergangenheit sehr oft gemeinsam im Rahmen des Projekts trainiert wurde. Ende 2009 wurde die Funktion der Siphon- bzw. Saugheber-Methode von den Chinesen in Frage gestellt. Um die Anlage bis zum Projektende betreiben zu können musste eine außerplanmäßige Reise nach Peking im Februar 2010 durchgeführt werden.

Im Rahmen der vierten Wartung vor Ort im Februar 2010 wurde festgestellt, dass die chinesischen Partner selbständig ohne Rücksprache eine saugende Pumpe zur Unterstützung der Filtration in die Filtratleitung eingebaut haben. Der Austausch des fehlerhaft eingebauten zwangsgesteuerten Magnetventils durch ein direktgesteuertes Magnetventil – wie es im Mai 2009 bereits besprochen und vereinbart wurde – wurde nicht von den chinesischen Partnern umgesetzt. Auch bei der Abreise im Februar 2010 konnte gezeigt werden, dass die Membranfilter nicht verstopft oder beschädigt sind, sondern dass es einzig an der zu ersetzenden defekten Anlagentechnik liegt (direkt gesteuertes Magnetventil). Bis zum Abschluss des Projekts wurde von den chinesischen Partnern Ergebnisse von chemischen Untersuchungen des Filtrats durch die chinesischen Partner zur

Verfügung gestellt. Besprochene Reparaturen wurden nach dem Februar 2010 nicht mehr durchgeführt und die Anlage demnach auch bis zum Projektende nicht mehr ernsthaft in Betrieb genommen. Eine Telefonverbindung zum Monitoring System war auch nicht mehr möglich und es muss angenommen werden, dass die Telefonleitung nach Februar 2010 nicht mehr frei geschaltet war.

Teilprojekt Regenwassernutzung

Im Jahr 2002 wurde die Demonstrationsanlage zum Grauwasserwasser-Recycling und zur Regenwassernutzung im Rahmen eines BMBF Projekts (Förderkennzeichen 02WA0047) mit einer Druckerhöhungsanlage ausgerüstet. Das System wurde in den letzten Jahren auf Grund technischer Probleme nicht betrieben. Der zeitgleiche Betrieb der Regenwasserzentrale mit der in 2006 neu installierten Grauwasser-Recycling Anlage auf Basis des Membranbioreaktors war nicht möglich (s. Abbildung 4 links). Bei Schaltvorgängen von Drehstromaggregaten in der Regenwasserzentrale ist es zu Spannungsspitzen in der Steuerung der Grauwasseranlage gekommen. Um den Membranbioreaktor der Grauwasser-Recycling-Anlage sicher betreiben zu können und um Schaden von der Steuerung abzuwenden, konnte die alte Regenwasserzentrale nicht betrieben werden. Die Modifikation der Regenwassertechnik sowie Änderungen in der Elektrik der Hausinstallation – Trennung von Stromkreisen – konnten die Probleme nicht beheben. Aus diesem Grund wurde im Rahmen des Projekts die Regenwasserzentrale durch eine neue, kompakte Regenwasserzentrale ersetzt (s. Abbildung 4 rechts).



Abbildung 4 links: ursprüngliche Regenwasserzentrale (GEP Umwelttechnik GmbH, BMBF-Projekt Förderkennzeichen 01WA0047); rechts: neue Regenwasserzentrale nach Umbau.

Die neu installierte Regenwasserzentrale zeichnet sich durch eine einfache Doppelpumpenanlage und einen vom Volumen angepassten Zwischenbehälter aus. Die Zubringerpumpen in der Zisterne beschicken den blauen Zwischentank (s. Abbildung 5). Die Drehstrompumpen in der Zisterne konnten vor Ort durch die chinesischen Partner mittels einer einfachen elektrischen Schaltung an die neue Steuerung angeschlossen werden.



Abbildung 5 Regenwasserzentrale SP100 mit integriertem Zwischentank und einer Doppelpumpenanlage.

Dem zur Folge war es einfacher im Rahmen des Projekts eine optimierte und angepasste Regenwasserzentrale nach dem neuesten Stand der Technik einzubauen. Dieser Umbau hat im Oktober 2008 stattgefunden und die Anlage konnte in Betrieb genommen werden.

Im Rahmen der Inbetriebnahme ist ein sehr hoher Wasserverbrauch zur Toilettenspülung aufgefallen. Aus den früheren Projekten im Demonstrationsgebiet ist bekannt, dass der Verbrauch an den Toiletten bei täglich 6-8 m³ liegt – am Wochenende in Spitzen vielleicht 10 m³ am Tag. Nachdem die Anlage an einem Nachmittag gestartet wurde, konnte am folgenden Vormittag ein Verbrauch von 14 m³ gemessen werden. Als eine potentielle Ursache für diesen hohen Verbrauch konnten alte Ventile in einem Schacht zur Hausversorgung ermittelt werden. In Abbildung 6 ist der Schacht dargestellt und wird im Folgenden erläutert.

Bei der Errichtung des Gebäudes 2002 wurden von der Trinkwasserversorgung getrennte Betriebswassernetze in den beiden Gebäuden installiert. Die Toiletten in den insgesamt 120 Apartments hatten somit eine eigene Versorgungsleitung die mit gereinigtem Grauwasser bzw. Regenwasser von den Dachflächen versorgt werden sollte. Die „Notversorgung“ der Betriebswassernetze mit Trinkwasser muss getrennt sein vom Betriebswassernetz. Diese vorgeschriebene Trennung wird mit den Regenwasserzentralen realisiert (s. Abbildung 5).

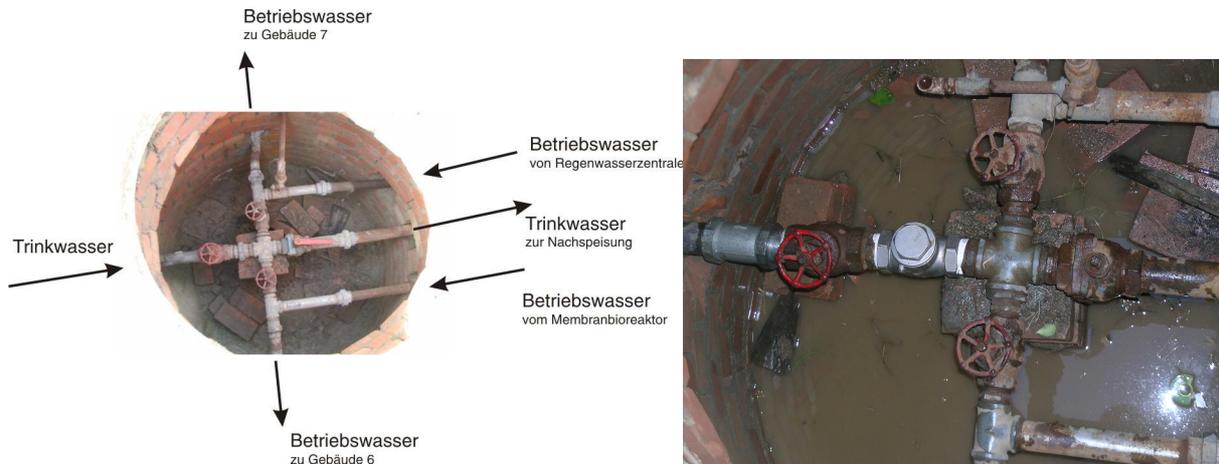


Abbildung 6 links: ursprüngliche Querverbindungen zwischen Regen- und Trinkwasser.
rechts: Trinkwasserleitung mit Rückflussverhinderer

Aus Sorge um die Betriebssicherheit haben die Chinesen damals eine provisorische Verbindung zwischen Trinkwasser und Betriebswasser in den Schacht gebaut, aus welchem das Technikgebäude mit Trinkwasser zur Nachspeisung und die Betriebswassernetze mit aufbereitetem Grauwasser bzw. Regenwasser versorgt werden (s. Abbildung 6). Bei Stillstand der Systeme werden die dargestellten Ventile so geöffnet und geschlossen, dass das Trinkwasser direkt in die Betriebswassernetze fließen kann. Diese Art der Querverbindung ist auch in China nicht zulässig. Die Unzulässigkeit wird bereits seit 2002 mit den Chinesen diskutiert und ist bekannt.

Bei der Inbetriebnahme der Regenwassernutzungsanlage im Oktober 2008 wurden die Ventile entsprechend umgestellt, sodass wieder Regenwasser zu Gebäude 7 fließen konnte. Das Ventil welches die Abdichtung zwischen Trinkwasser und Regenwasser bewerkstelligen soll ist inzwischen nicht mehr dicht und es liegt die Vermutung nahe, dass Regenwasser in der ersten Nacht unter Betriebsbedingungen in das Trinkwassernetz gepumpt wurde. Der Druck der Doppelpumpenanlage ist deutlich höher als der Druck im Trinkwassernetz und das Ventil im Schacht weist optisch Leckagen auf und ist extrem korrodiert.

Da es sich hierbei auch in China um eine unzulässige Querverbindung handelt wurde die Anlage gegen den Willen der chinesischen Projektpartner nach dem Umbau und ersten Testlauf im Oktober 2008 direkt wieder außer Betrieb genommen. Möglichkeiten das Problem zu beheben wurden in der Abschlussbesprechung des Besuchs mit den Partnern diskutiert. Es konnte unter anderem Einigung erzielt werden, dass man lösbare Verbindungen installiert, die nicht in dem außen liegenden Schacht sondern im Gebäude angeordnet sind. Die Chinesischen Partner haben sich anschließend für die Lösung in Abbildung 6 rechts entschieden. In die Trinkwasserzuleitung wurde ein Rückschlagventil installiert. Nach europäischen Vorschriften (EN1717) ist dies nicht zulässig. Im Rahmen des Projekts und aus Sicht der Chinesen war es die einzige Möglichkeit die Anlage wieder in Betrieb zu nehmen. Diese Entscheidung wurde bis zum nächsten TFM im Mai 2009 diskutiert und erst im Oktober 2009 in die Praxis umgesetzt.

Da die Regenwasserzisterne auf Grund des Rückstaus vom Abwasserkanal im Mai 2009 kontaminiert war (s. Abbildung 2) musste die Zisterne leer gepumpt und gereinigt werden. Diese Maßnahmen und der Einbau des Rückschlagventils wurden im Mai 2009 besprochen und von den chinesischen Partnern trotz Drängen nicht vor Oktober 2009 abschließend umgesetzt. Dadurch war es nicht möglich aussagekräftige Niederschlags- und Verbrauchsdaten der Regenwassernutzungsanlage während der Regenzeit (Mai – Oktober) zu erheben.

Durch die vielen Wartungsaufwendungen und insbesondere durch die Belastung im Rahmen des Abwasserrückstaus in das System der Demonstrationsanlagen im Mai 2009, ist das Vertrauen der Bewohner/Betreiber von EFW in das Projekt schwer gestört worden. Dass zwischen den chinesischen Projektpartnern des Beijing Hydraulic Research Institute und dem Betreiber von EFW nicht immer Einigkeit bestand war aus früheren Projekten bekannt und bis dahin immer lösbar. Zum Ende der Projektlaufzeit und insbesondere beim letzten Besuch im Februar 2010 wurde deutlich, dass keine Unterstützung mehr vom Betreiber bestand. Die Trinkwasser- und Brauchwasseranschlüsse an der Regenwasserzentrale waren zum Projektende physikalisch irreversible getrennt worden.

Teilprojekt Monitoringsystem

Das Teilprojekt „Monitoring Regenwassernutzung“ wurde im Rahmen des Kick-OFF Meetings sehr kontrovers mit den chinesischen Partnern diskutiert. Eine Umsetzung auf dem Gelände des Olympia Parks war sicherlich im Laufe des Jahres 2008 nicht mehr möglich, da die Chinesen nicht davon ausgehen, dass sobald nach den Spielen Zugang gewährt wird. Im Rahmen der Umbauten im Oktober wurde das Monitoring auf dem Olympiagelände erneut diskutiert mit dem Ergebnis, dass es aus Sicht der Chinesen keine Chance gibt auf dem Olympiagelände Forschung zu betreiben. Es wurde die Frage aufgegriffen, das Monitoring Konzept im Bereich der Demonstrationsanlage in EFW umzusetzen. Das Teilprojekt „Wassersparende Armaturen“ soll ebenfalls im Rahmen der Umbauten am Demonstrationszentrum aufgegriffen werden. Da die Datenerhebung durch die Chinesischen Partner kontinuierlich weiter läuft kann dieses Teilprojekt nahtlos an das vorhergegangene Projekt anknüpfen.

Die technische Umsetzung eines erweiterten Monitoringsystems zur Regenwassernutzung wurde wie im TFM 2008 besprochen im Mai 2009 geliefert, aufgebaut und in Betrieb genommen (s. Abbildung 7). Die Anbindung an das im Teilprojekt G6 entwickelte Erfassungssystem konnte nur theoretisch betrachtet werden, da die Demonstrationsanlagen in Peking im Projektzeitraum keine verwertbaren Daten geliefert hat. Im Rahmen der außerplanmäßigen Reise nach Peking Anfang 2010 wurde versucht wenigstens bis zum Projektende im Oktober 2010 noch Daten zu erheben. Wie oben beschrieben ist es nach dem letzten Besuch im Februar 2010 zu keinen verwertbare Resultaten mehr gekommen.



Abbildung 7 links: Niederschlagsmesser auf dem Dach des Technikgebäudes.
rechts: Datenlogger mit remote Anbindung an Telefon und an die
Grauwasser-Recycling Anlage

3 Stand der Wissenschaft und Technik

Ein Ansatz die Wasserknappheit in Peking zu bekämpfen ist es, den Wasserverbrauch zu reduzieren. Dieses Ziel kann erreicht werden indem der Verbrauch *end of the pipe* reduziert wird mittels

- Wartung an Zapfstellen - tropfender Wasserhahn verliert bis zu 5 m³/a,
- wassersparende Armaturen – bis zu 40% Einsparung in Deutschland,
- Toilettenspülkästen mit kleinen Volumina,
- kontrollierte Druckspülsysteme,
- kontrollierte Bewässerungssysteme,

oder durch die Nutzung von lokalen Ressourcen wie z.B.

- Regenwasser oder
- das Recycling von gering belastetem Abwasser (Grauwasser-Recycling).

Wassersparende Armaturen zur unmittelbaren Reduzierung des Wasserverbrauchs *end of the pipe* sind bereits vorhanden und im deutschen Markt verfügbar. Das Preis-Leistungsgefälle bei diesen verfügbaren Produkten ist sehr groß. Der Einsatz dieser Technologien in China scheitert bislang an den hohen Investitionskosten und der geringen Wirtschaftlichkeit auf Grund des niedrigen Wasserpreis in China. Da die Notwendigkeit zur Wassereinsparung gegeben und der steigende Wasserpreis bereits seit einigen Jahren politisch beschlossen ist, ist die Wirtschaftlichkeit dieser wassersparenden Armaturen neu zu prüfen. In Anknüpfung an vorhandene Erfahrung mit deutschen Produkten und der raschen Entwicklung mit Produkten aus dem chinesischen Markt wird ein Vergleich notwendig. Darüber hinaus gibt es auch Produkte chinesischer Herstellung, zu deren Qualität es bislang keine Untersuchungen gibt.

Das Grauwasser-Recycling ist bereits zu Beginn des Forschungsvorhabens in Peking grundsätzlich vorgeschrieben. Es wurden bislang zahlreiche Technologien eingesetzt. Nur wenige der eingesetzten Technologien haben sich im praktischen Betrieb bewährt und sind dauerhaft im Einsatz. Neben konventionellen Verfahren sind vergleichbar zur Entwicklung in der Klärtechnik Membranverfahren auf dem Vormarsch. Eine umfassende und seriöse Kosten-Nutzen-Analyse auf der Basis von praktischen Erfahrungen / Betriebserfahrungen bei der Wiederverwendung von Grauwasser in der Gebäudetechnik ist nicht bekannt. Darüber hinaus ist die Diskussion über den Grad der Dezentralisierung von Systemen zur Wasserwiederverwendung insbesondere in China sehr schwierig. Eine doppelte Leitungsführung bei der Gebäudeentwässerung und der Verteilung des Wassers in zwei Netzen spielt eine wichtige Rolle bei der Kosten-Nutzen-Analyse. Der Ansatz kleine Einheiten, z.B. Wohnblocks mit 500-1000 Bewohnern in eine Einheit zu fassen wird in China nicht diskutiert. Die Chinesische Definition von dezentral beginnt bei viel größeren Einheiten, mit dem Ergebnis, dass zentrale Leitungsnetze errichtet werden die aus langjähriger Erfahrung in Deutschland irgendwann extreme Instandhaltungs- und Wartungskosten nach sich ziehen.

Das Potenzial der Regenwassernutzung zur Reduzierung des Wasserverbrauchs in Peking wurde im Rahmen des Projekts „Chinese-German research project on storm water management in Beijing“ (Federführung Universität Duisburg-Essen, Prof. Geiger) untersucht. Das Nutzen von Dachablaufwasser bedarf einer Einzelfallprüfung in Verbindung mit der Prävention von Überflutungen. Im Rahmen des oben genannten Projekts wurden überregionale Wasserbilanzen für unterschiedliche Szenarien aufgestellt und es konnte gezeigt werden, dass durch Sparmaßnahmen die Entnahme aus dem Grundwasser für den Bereich Peking zu einer deutlichen Verringerung des Absinkens der Grundwasserspiegel in Peking führen kann. In diesen Betrachtungen wurden keine Kosten für notwendige Maßnahmen berücksichtigt.

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass bislang untersuchte nachhaltige Konzepte zum Wassermanagement in der Gebäudetechnik wesentlich auf theoretischen Untersuchungen beruhen. Es sind keine Arbeiten bekannt, welche Kosten-Nutzen-Analysen von ganzheitlichen Konzepten auf der Basis von praktischen Erfahrungen beinhalten.

4 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die Zusammenarbeit innerhalb des Verbundprojekts mit den deutschen Partnern war sehr konstruktiv und von der Projektkoordination gut gesteuert. Die Zusammenarbeit mit den chinesischen Projektpartnern bezüglich des Teilprojekts G2/G3 war zum Projektbeginn auch sehr konstruktiv. Die positiven Erfahrungen beim Umbau der Grauwasser-Recycling Anlage im vorhergegangenen Projekt (Förderkennzeichen 02WA0522) konnten im Rahmen des Projekts leider nicht bestätigt werden. Insbesondere in Verbindung mit unvorhergesehenen Ereignissen wie beispielsweise der Rückstau durch das Abwassernetz in das System, sind die in der Vergangenheit umfangreich geschulten chinesischen Projektpartner nicht zu Recht gekommen.

Im weiteren Verlauf des Projekts und der bestehenden technischen Probleme ist auch die Zufriedenheit der Betreiber der Demonstrations- und Versuchsanlage deutlich gesunken. Die chinesischen Projektpartner des BHRI haben in der zweiten Hälfte des Projekts anscheinend nicht mehr versucht mit vollem Engagement den Betreiber positiv zu beeinflussen.

Aachen, den 20. April 2010