

### 3 Modellvorhaben – Ziele und Chancen

Die Entwicklung des Flughafens Tegel zu einem innovativen Industriestandort stellt weltweit eine seltene Situation dar, da in der Regel in Großstädten eher neue Flughäfen gebaut werden. In Berlin soll hier nach Jahrzehnten des industriellen Abbaus ein neuer Industriestandort entstehen. Eine besondere Herausforderung besteht darin, neue, klimaschutzgerechte Wege bei der Entwicklung und dem Ausbau des Standortes zu gehen. Im Zusammenhang mit der nachhaltigen Entwicklung Berlins sollen hier moderne zukunftsweisende Techniken und Verfahren bei allen Fragen der Standortentwicklung eingesetzt werden.

Das betrifft nicht nur den Umgang mit den Bestandsgebäuden, sondern auch mit den neu geplanten Industrieansiedlungen. Die energetische Sanierung des Bestandes und energie- und ressourcenoptimierte Neubauten sind Entwicklungsziele, die einen darauf ausgerichteten Umgang mit Wasser erfordern.

Ziel ist es, eine Modellstadt Wasser zu schaffen, die beispielhaft am Objekt zeigt, wie Klimaschutz im Bereich Wasser einschließlich der Energiegewinnung aus Abwasser heute verstanden und umgesetzt wird. Die „Modellstadt Wasser TXL“ soll nicht nur ein Begriff für den zeitgemäßen und nachhaltigen Umgang mit dem Thema Wasser sein, sondern auch als Marke entwickelt werden.

Dabei soll ein Modell des integrierten Wasser- und Abwassermanagements entstehen, in das sich die verschiedenen von den entsprechenden Investoren geplanten Neubauten in das Gesamtbewirtschaftungskonzept einfügen. Nur so kann ein optimierter Umgang mit Stoff- und Energieströmen gewährleistet werden. Eine Trennung der Themen Wasser und Energie mit seinen Bezügen zu Abwasser würde die nachhaltige Entwicklung von Tegel behindern, da Einzelprojekte alleine nicht zur Ressourcenoptimierung führen.

Die besondere Eignung des Konzeptes „Modellstadt Wasser“ bei der Nachnutzung des Flughafens Tegel liegt sowohl in der Neuartigkeit der Gesamtkonzeptionierung und deren Realisierung auf dem Flughafengelände als auch in den Herausforderungen, die mit der Entwicklung des innovativen Industriestandortes verbunden sind.

In der Verbindung der international beachteten Standortentwicklung Tegels mit der „Modellstadt Wasser TXL“ wird Berlin einen Spitzenplatz in der nationalen und internationalen Wasserbranche demonstrieren, der bisher zwar verstreut anhand verschiedener innovativer Projekte in Berlin nachvollzogen werden kann, aber derzeit an keinem Standort umfassend erkennbar ist. So wurden einige innovative Techniken Berliner Unternehmen zwar in anderen deutschen Städten oder im Ausland eingesetzt, sind jedoch in Berlin bislang nicht zu erleben. Auch existiert im Wasserbereich weltweit keine konzentrierte Demonstration an einem Ort für verschiedenste realisierte Projekte und Verfahren.

Die Berliner und Brandenburger Unternehmen der Wasserbranche finden bereits heute weltweit großes Interesse. Im Zuge einer wirtschaftlichen Stabilisierung Berlins ist die Stärkung der auch auf internationalen Märkten expandierenden Wasserbranche von großer Bedeutung.

Die Modellstadt Wasser TXL wird sein:

- eine weltweit einmalige Demonstration der Verknüpfung aktuellster Verfahren und Techniken im Wasser-, Abwasser- und Energiebereich auf dem neuesten Stand von Wissenschaft und Technik
- ein zukunftsweisendes, beispielgebendes Projekt, das theoretisch und praktisch nachvollzogen werden kann

- eine begehbare, dennoch voll in Funktion befindliche Demonstration des nachhaltigen Wassermanagements einer städtischen Großstruktur bei laufendem Betrieb
- die Optimallösung der Wasserbewirtschaftung für diesen Standort
- eine Demonstration verschiedenster Methoden, Verfahren und Techniken, die vor Ort bei den Bestandsgebäuden, aber auch bei neuen Industriebauten angewandt und eingesetzt werden
- eine Leistungsschau der Berlin-Brandenburger bzw. deutschen Wasserbranche
- die für diesen Standort optimierte Kombination von Stoff- und Energieströmen unter Einbeziehung der vorhandenen und neu zu bauenden Infrastruktur und Gebäude

Modellstadt Wasser heißt aber auch, auf die Einzelfallbearbeitung bei Entwicklung bzw. Neubau von Produktions- und Verwaltungsstrukturen zugunsten einer einheitlichen Planung der Wasser- und Energieströme zu verzichten und somit ein Gesamtprojekt zu ermöglichen, das in sich geschlossen ein Maximum an Umwelt- und Klimaschutz ermöglicht und als internationales Leuchtturmprojekt herausragt.

Modellstadt Wasser bedeutet aber dennoch, dass die Individualität bei der Entwicklung dieser einzelnen Strukturen für den Investor nicht verlorenggeht, sondern dass nur bestimmte Parameter, Mengen- und Stoffstromleitungen einzuhalten sind, die unter Umständen sogar gegenüber einer herkömmlichen Ver- und Entsorgung zu Einsparungen führen.

### **Showroom**

Als Ergänzung der Modellstadt Wasser TXL schlägt das Netzwerk WaterPN vor, einen Showroom der Wasserbranche in Tegel aufzubauen und dauerhaft zu betreiben. Er soll die Leistungsbreite der Wasserbranche zeigen, Best Practice demonstrieren und Informationspunkt über zukunftsweisendes nachhaltiges Wassermanagement sein.

Der Showroom soll aus zwei Teilen bestehen:

1. begehbare Showroom im Terminal oder im geplanten Infozentrum (Abb. 21) mit Dauerausstellung von Geräten, Ausstattungen und Anschauungsmaterialien für interessierte Besucher; Durchführung von Seminaren, Ausstellungen, Vorträgen und sonstigen Veranstaltungen
2. realisierte, begehbare und beschilderte Anlagen des nachhaltigen Wassermanagements in und an Gebäuden bzw. in der Landschaft zur praktischen Anschauung im laufenden Betrieb

Dieses Konzept verfolgt Ziele, wie sie dem „Campus TXL“ zugrunde liegen: Aus dem Zusammenspiel von Forschung, Anwendung und Demonstration ergeben sich Ansatzpunkte für die Entwicklung von Unternehmen.

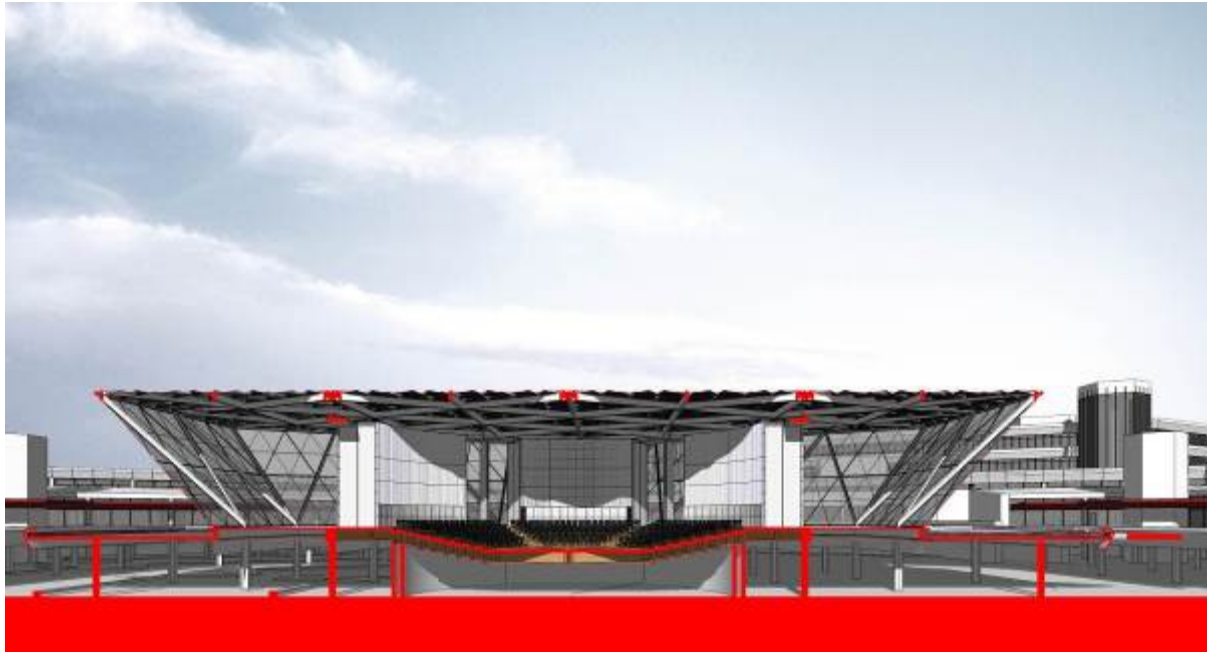


Abb. 21: Planungsvorschlag Konferenzgebäude, Schnitt (Quelle: GMP)

### 3.1 Leitbild und Charakterisierung des Vorhabens und der Bezugspunkte zu Tegel

Das übergeordnete Ziel ist es, ein dem Gedanken der Zukunftstechnologien angemessenes integriertes Wassermanagement in dem zu schaffenden „Forschungs- und Industriepark Zukunftstechnologie“ anzuwenden. Dadurch wird zugleich die Expertise der Berliner Unternehmen und Forschungseinrichtungen sichtbar und die „Modellstadt Wasser TXL“ als Showroom etabliert.

Aus wasserwirtschaftlicher Sicht gilt das Leitbild:

„Wasser im Gebiet bewirtschaften – externe Flüsse minimieren“

Dieser Ansatz beginnt immer bei den lokalen Ressourcen. Sofern diese nicht ausreichen, werden Möglichkeiten der internen Flüsse einbezogen, bevor externe Zu- oder Abflüsse erwogen werden. Die Ausweitung auch auf die mit dem Wasser verbundenen Energie- und Stoffströme führt zu einem umfassend integrierten Konzept.

Die Umsetzung eines nachhaltigen Wassermanagements in Tegel sowie die Entwicklung der „Modellstadt Wasser TXL“ ist maßgeblich an die intensive Zusammenarbeit aller Beteiligten gebunden. Nur so wird es gelingen, einen Aufbau dieses geplanten Industriestandortes zu erreichen, in dem die natürlichen Ressourcen optimal genutzt und somit geschont werden.

#### 3.1.1 Anknüpfungspunkte für das Modellvorhaben

Die Ausgangspunkte am Standort Tegel für die Modellstadt Wasser sind günstig, da der Flughafen als entwickelter Standort bereits über Rahmenbedingungen verfügt, die die Realisierung der Modellstadt Wasser unter Nutzung vorhandener Infrastruktur und bei innovativem Einsatz der Technologien ermöglichen.

Der Standort Tegel ist international bekannt und erhält breite Aufmerksamkeit. Projekte dort werden im internationalen Fokus beachtet werden. Dies ist als ein erheb-

licher Vorteil für das Modellvorhaben zu sehen. Die Fläche des Gebietes von 460 ha bietet ausreichend Platz, um neben der Sicherung der Trinkwasserschutzzone III und einschließlich der Neubauten nachhaltiges Wassermanagement durchzuführen und zu demonstrieren. Das Gebiet bietet genug Raum für neue Mediierschließung (begehbare Kanäle), Biogasanlage, Becken etc., um die Gewerbebauten entsprechend erschließen zu können.

Für das Wassermanagement sind zahlreiche Anknüpfungspunkte gegeben:

a) *Städtebaulich:*

- Lage am Nordrand der Stadt in der Nähe ausgedehnter Erholungsgebiete (Rehberge, Tegeler See etc.) gewährleistet gute Entwicklungsmöglichkeit für Industriestandort, da Nutzerdruck auf Grünflächen auf dem Flughafenareal weniger stark ausgeprägt ist
- gute und historisch gewachsene Beziehungen und Anbindungen zu den umliegenden Stadtquartieren
- Terminal als bekanntes, architektonisch und räumlich herausragendes Zentralgebäude
- Vorhandensein von Mischformen der Nutzung in der Umgebung mit unterschiedlichem Potential für die Einbeziehung in das Wassermanagement:
  - o Stadtteilzentrum Kurt-Schumacher-Platz im Osten (Entwässerung)
  - o Jungfernheide
  - o Flughafensee (Vogelschutzgebiet; Auffüllung mit Regenwasser in Trockenzeiten ggf. notwendig)
  - o drei ehemals französische Siedlungen Cité Guynemer, Cité Pasteur und Cité Joffre: bisher Regenentwässerung in den Flughafensee
- Prestigeobjekt für Gesamt-Berlin

b) *Räumlich:*

- weitgehend autarke und unabhängige Lage des Planungsgebietes, Erschließung gebündelt; dezentrale Bewirtschaftung möglich
- Terminalgebäude ist Ausgangspunkt und Zentrum einer themengebundenen Entwicklung, dort Ansiedlung verschiedener Nutzungsformen möglich (Szenarien von GMP)
- Flächen westlich und östlich des Terminals werden in Phasen zu Industrie- und Gewerbebeständen entwickelt

c) *Technisch:*

- Neubau von Gebäuden ermöglicht den Einsatz neuer Techniken
- Gebäudebestand aus den 70er Jahren erfordert zeitgemäße Sanierung mit dem Einsatz (auch modellhaft) von neuesten Technologien
- weitgehend intakter Gebäudebestand, der jedoch energetisch saniert werden muss; dabei können Infrastrukturen (z. B. mehrfache Leitungsstränge für Regenwasser, Stoffstromtrennung) installiert werden
- Umnutzung bestehender Gebäude für Gewerbe, wasserbezogene Sanierungen und Ausbau unter Beachtung der speziellen Anforderungen des jeweiligen Gewerbes (Produktionswasserbedarf, Regenwasseranfall etc.)
- Terminal, gut strukturiert und auf Nutzung durch große Menschenmengen ausgerichtet (Hochschule oder Verwaltungssitz)

- intakte Medienversorgung der Bestandsgebäude (Gas, Wasser, Elektrizität)
- vorhandene funktionierende technische Infrastruktur (Trinkwasser, Schmutzwasser, Löschwasser) für große Menschenmengen und intensive Nutzung
- intakte Regenwasserableitung in den Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal bzw. die Kanalisation über Rückhaltebecken und Schiebersteuerung weiterhin möglich, verursacht jedoch Gewässerbelastungen
- Regenentwässerung in den Flughafensee ist zu verbessern (Reinigung, Monitoring)
- Schmutzwasserentsorgung intakt, jedoch ohne Nutzung der im Abwasser enthaltenen Stoffe

*d) Ökologisch:*

Der Standort bietet durch die Vielfältigkeit der Rahmenbedingungen (TWSZ, Flughafensee, Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal, vorhandene Biotope, Versiegelung und Bebauung) eine große Vielfalt an Möglichkeiten, aber auch Anforderungen für ökologisches Wassermanagement

- Kaltluftentstehungsgebiet:  
Die Untersuchung der Kaltluftströme ergab, dass selbst bei Neubebauung des Flugfeldes die Kaltluftströme in die Stadt hinein nicht beeinträchtigt werden würden. Die Durchlüftungsfunktion der großen Freiflächen und des Flughafensees kann jedoch gestützt werden, wenn bei Neubauten durch Dach- und Fassadenbegrünung sowie offene Wasserflächen die Verdunstung gefördert wird.
- Trockenrasenbiotope:  
Auf Grund des Biotopschutzes sind die besonders schützenswerten Biotope der Trocken- und Magerrasen im Bereich des Flugfeldes von zusätzlicher Wasseraufleitung jeglicher Art freizuhalten. Sie stehen als Versickerungsflächen nur im bisher vorhandenen Ausmaß zur Verfügung.
- Mäckeritzwiesen:  
Ausschließlich Flächen auf den Mäckeritzwiesen können als Retentionsflächen z. B. in Form von Sumpfbereichen mit schwankendem Wasserstand je nach anfallender abzuleitender Regenmenge entwickelt werden.
- Versiegelte Flächen:  
Vorhandene versiegelte Flächen müssen im Zuge der zukünftigen Umnutzung bzw. Neubauvorhaben auf Notwendigkeit des Bestehens geprüft werden. Vorzuziehen ist die Entsiegelung der Flächen. Notwendige Neubefestigungen von Flächen sollten entweder versickerungsfähig sein oder bei Zufahrten seitlich in die anschließenden Rasenflächen durch die bewachsene Bodenschicht (30 cm stark) entwässert werden.

*e) Allgemeine Bezüge*

Wasser und der Umgang mit Wasser kann stärker in das Bewusstsein der Allgemeinheit gehoben werden, wobei das Thema „Wasser“ bereits durch die Gewässer Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal, Flughafensee und Tegeler See sowie das Wasserschutzgebiet des Wasserwerkes Tegel vielfältig am Standort präsent ist.

### **3.1.2 Wasserwirtschaftliche Rahmenbedingungen**

*a) Grundwasserschutz*

Es ist politische Zielstellung, dass Berlin seinen Trinkwasserbedarf auch in Zukunft aus eigenen Ressourcen deckt. Dabei soll das Trinkwasser auch zukünftig vollständig aus dem Grundwasser und nahezu vollständig im Stadtgebiet gewonnen werden.

Das hat zudem den Vorteil, dass siedlungsverträgliche Grundwasserstände weiterhin gewährleistet werden können. Das gefasste Grundwasser bildet sich in Berlin aus Versickerungen der Niederschläge sowie aus dem Uferfiltrat der oberirdischen Fließgewässer Havel, Spree und Dahme.

Wie in Kapitel 2.1.2 dargestellt, liegt das Flughafengelände im Einzugsbereich des Wasserwerks Tegel. Zukünftig werden größere Teile des Areals in der Wasserschutzzone III liegen, hinzu kommt die mittlere bis hohe Verschmutzungsempfindlichkeit des Grundwassers. Insofern kommt dem Grundwasserschutz eine große Bedeutung zu, er erfordert für den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und die Versickerung von Regenwasser besondere Aufmerksamkeit.

Die derzeit gültige Schutzgebietsverordnung für das Wasserwerk Tegel erstreckt sich in ihrem Gültigkeitsbereich zwar – noch – nicht auf das Flughafengelände, es ist aber davon auszugehen, dass die derzeit geltenden Beschränkungen und Genehmigungspflichten für Handlungen in der Schutzzone III künftig auch für Teile des Flughafengeländes gelten werden.

Eine Regenwasserversickerung ist in der Wasserschutzzone III prinzipiell möglich und aus Gründen der Grundwasserneubildung auch sinnvoll. Allerdings sind besondere Anforderungen (RiStWag<sup>D</sup>, DWA M153) im Hinblick auf den Grundwasserschutz einzuhalten. Die RiStWag empfiehlt z. B. die Versickerung über den bewachsenen Boden. Generell sind Versickerungsanlagen in Wasserschutzgebieten genehmigungspflichtig, da die Freistellungsverordnung nicht greift.

#### *b) Gewässerschutz*

Besondere Anforderungen an die Behandlung von Regenwasser bestehen im nördlichen Teil des Flughafens bezüglich der Einleitung in den Flughafensee. Da der Flughafensee abflusslos ist, akkumulieren sich eingeleitete Schadstoffe.

An Einleitungen in den Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal sind nach derzeitigem Kenntnisstand keine besonderen Anforderungen zu stellen, die über die allgemeinen Anforderungen in Berlin hinausgehen. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass sich unter der zukünftigen Nutzung im Vergleich zur heutigen Situation die stoffliche Belastung deutlich verringern dürfte (kein Einsatz von Enteisungsmitteln, keine Betankung mit Kerosin, etc.).

#### *c) Hochwasserschutz, Drosselung der Einleitmengen*

Anders als in den Einzugsgebieten der kleineren Fließgewässer (Panke, Wuhle, etc.) besteht im Bereich des Flughafens keine besondere Anforderung an die Drosselung der Einleitmengen (es sei denn, eine Behandlung z. B. mit Filtern erfordert aus praktischen Gesichtspunkten eine vorgeschaltete Rückhaltung). Probleme mit Hochwasserschutz oder hydraulischem Stress bestehen weder am Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal noch am Flughafensee.

#### *d) Wasserhaushalt*

Die Urbanisierung mit den üblichen Begleiterscheinungen wie der Versiegelung und der Ableitung von Regenwasser durch Entwässerungssysteme hat Einfluss auf den Wasserhaushalt – und zwar nicht nur auf das Abflussverhalten bei Starkregen, sondern auch auf Verdunstung und Grundwasserneubildung und damit auf die mittlere Jahreswasserbilanz als Ganzes (Abb. 22).

---

<sup>D</sup> RiStWag: Richtlinie für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten, FGSV



Abb. 22: Veränderung des Wasserhaushaltes durch Urbanisierung (nach US-EPA 2005)

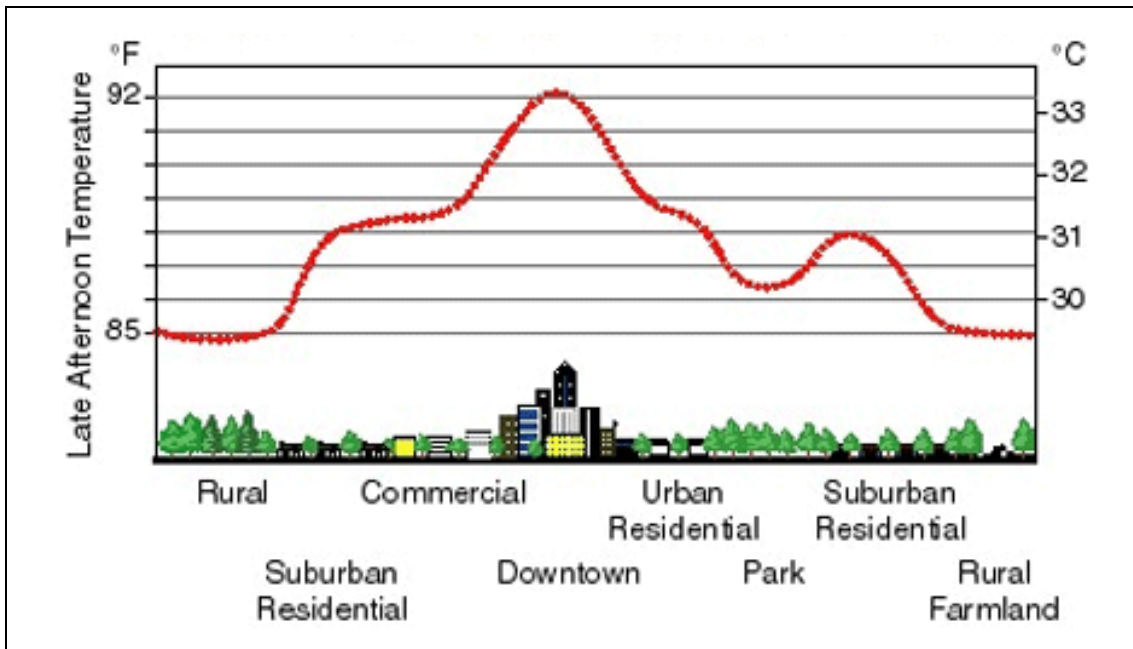


Abb. 23: Schematische Darstellung des Hitze-Insel-Effekts (Quelle: www.london.gov.uk)

Hinzu kommen die Wechselwirkungen zwischen Wasserwirtschaft und Stadtklima. Die Verminderung der Verdunstung ist (in Kombination mit der Wärmespeicherung und dem Abstrahlverhalten) ein Grund für den sogenannten „Hitze-Insel-Effekt“

(Heat-Island-Effekt, Abb. 23). Im Bereich urbaner Verdichtung steigen die Temperaturen deutlich an.

Dass diese Effekte tatsächlich auftreten, ist in Abb. 8 zu erkennen. Die Bereiche mit versiegelten und über Regenwasserkanäle entwässerte Flächen des Flughafens (Terminal, Vorfeld) weisen deutlich geringere Oberflächentemperaturdifferenzen zwischen Abend und Morgen auf als die Start- und Landebahnen, deren Abflüsse im Nahbereich versickern und verdunsten.

Trotz dieser bekannten Effekte hat die Betrachtung des Wasserhaushalts eines Gebietes in der Planungspraxis bisher so gut wie keine Bedeutung.

### 3.1.3 Technologische Potentiale der Region

In der regionalen Wasserbranche finden sich rund 200 Unternehmen mit einem Umsatz von insgesamt mind. 500 Mio. EUR (2007) und 2.500 Beschäftigten (Müller, Stryjak 2008)<sup>E</sup>. Mit Wasserbranche sind hier die privaten Leistungsanbieter ohne die Versorgungsunternehmen gemeint. Die Unternehmen der Wasserbranche erlösen mehr als die Hälfte ihrer Umsätze außerhalb der Region und sind zum Teil weltweit tätig. Besonders hohe Internationalisierungsgrade weisen die Hersteller von Mess- und Analysetechnik auf, gefolgt von Entwicklern und Herstellern von Verfahren für die Aufbereitung und Reinigung von Wasser. Die Branche ist von eher kleinen Unternehmen geprägt. Die Hälfte der Unternehmen weist nur 10 Mitarbeiter und weniger auf.

Der Aktionsplan Wasser Berlin-Brandenburg 2011 (Müller et al. 2011 – Entwurf) weist die besonderen Stärken der regionalen Wasserbranche wie folgt aus:

- Kanal- und Rohrnetze (60 Unternehmen)
- Mess- und Analysetechnik (17 Unternehmen)
- Regenwasser – Integration und Nutzung (25 Unternehmen)
- Integriertes Wassermanagement (19 Unternehmen)

Die folgenden technologieorientierten Themenfelder weisen zudem gute Entwicklungspotentiale auf:

- Brauch- und Prozesswasser in Gewerbe und Industrie (31 Unternehmen)
- Energie und Wasser (7 Unternehmen)

Somit finden sich in der Region Anbieter der für die Umsetzung des Modellvorhabens erforderlichen Techniken und Leistungen. Alle genannten Themenfelder profitieren von den technologischen Entwicklungen der letzten Zeit im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und der Mikroelektronik. Die Durchdringung wasserwirtschaftlicher Systeme und Verfahren mit Sensor- und Steuerungstechnik ist im Vormarsch und wird von Unternehmen der Branche als Technologieentwickler aktiv vorangetrieben.

<sup>E</sup> Die Zahlen beruhen auf einer konservativen Schätzung auf Grund einer Umfrage.

<b>STANDORTPROFIL</b>	
für den Wassersektor in der Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg	
<p><b>Stärken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Kompetenzzentrum Wasser Berlin als Netzwerkknoten für Wissenstransfer</li> <li>+ WaterPN Berlin-Brandenburg als Unternehmensnetzwerk</li> <li>+ Vielzahl von Unternehmen</li> <li>+ überdurchschnittlich ausgeprägte Forschungslandschaft mit hoher Drittmitteleinwerbung</li> <li>+ Vielzahl von (internationalen) Kooperationsbeziehungen aus der Forschung</li> <li>+ große fachliche Bandbreite in Forschung und Unternehmen</li> <li>+ mit BWB Standort des größten deutschen Wasserver- und -entsorgers</li> <li>+ Erfahrung der Unternehmen in internationalen Projekten</li> <li>+ Sitz der Geschäftsstelle der German Water Partnership (GWP) als bundesweitem Netzwerk der exportorientierten Wasserwirtschaft</li> <li>+ Berlin als Regierungssitz Ziel vieler internationaler Delegationen und Standort politiknaher Institutionen und Verbände</li> <li>+ große internationale Präsenz der Stadt</li> <li>+ Messe „Wasser Berlin“ und weitere internationale Messen</li> </ul>	<p><b>Schwächen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wenig Referenzprojekte und -anlagen in Berlin für neue Techniken</li> <li>- noch zu geringe Beteiligung von KMU an Forschungsprojekten</li> <li>- Kommunikationsdefizite zwischen KMU, Forschung und Großunternehmen und Verwaltung</li> <li>- keine ausgearbeitete Kompetenzfeldstrategie für den Wassersektor („Masterplan“)</li> <li>- kleinteilige Unternehmensstruktur, zum Teil unter kritischer Grenze</li> <li>- geringe Gründungstendenz (wenig Transfer aus den Hochschulen)</li> <li>- Kooperationsgrad bei KMU nicht immer ausreichend</li> <li>- Wasser kein Schwerpunktfeld in Forschungspolitik, FuE- und Wirtschaftspolitik Berlins</li> <li>- zu geringe Nutzung der vorhandenen Kompetenzen auf höherer Verwaltungsebene</li> <li>- Wissensdefizite über Branche bei international sichtbaren Anbietern und Organisationen</li> </ul>
<p><b>Chancen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>+ stärkere Nutzung der Stadtentwicklungsprojekte Berlins für Demonstrations- und Pilotvorhaben</li> <li>+ Initiierung von FuE-Vorhaben zur Entwicklung neuer Produkte</li> <li>+ Ausbau der Kontakte zur EU und zu den Botschaften</li> <li>+ Nutzung der vielfältigen politisch implementierten Kontaktforen (Städtepartnerschaften)</li> <li>+ Nutzung der GWP</li> <li>+ großes Potential im Bereich Human Resources/Alumni</li> <li>+ mittelfristig Potential für Wachstum durch Ausbau des Fort- und Weiterbildungssektors</li> <li>+ starkes internationales Entwicklungs-Know-how</li> </ul>	<p><b>Risiken</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- weiterer Rückgang der öffentlichen Investitionen im Infrastrukturbereich</li> <li>- Abbau regionaler Verflechtungen der international agierenden Unternehmen/Verlust des Bezugs zur Region</li> <li>- Standortverlagerung/Abwanderung relevanter Institutionen und wissenschaftlichen Know-hows</li> <li>- Know-how-Verlust für KMU durch übermächtige Kooperationspartner</li> <li>- zu wenig passgenaue Angebote auf Grund fehlender Erfahrungen</li> <li>- ineffiziente Doppelentwicklungen auf Grund fehlender Kooperation</li> <li>- nachlassende Wahrnehmung der Branche durch Auftraggeber auf Grund zu geringer Präsenz</li> </ul>

In einigen Bereichen der Wasserwirtschaft stehen Berliner Unternehmen an der Spitze der technischen Entwicklungen. Dies sind insbesondere:

- grabenlose Verfahren der Rohrverlegung und Sanierung
- Konzepte und Techniken der Regenwasserbewirtschaftung und Regenwassernutzung
- Softwareentwicklung für die Modellierung von Regenwasser, Grundwasser und Oberflächenwasser
- automatische Online-Analysatoren für die Überwachung der Wasserqualität
- Konzepte der Stoffstromtrennung – Neuartige Sanitärsysteme und Grauwassernutzung
- Nutzung des Abwassers (energetisch und stofflich)

Diese Innovationskraft bietet hervorragende Voraussetzungen für das hier entwickelte Konzept einer integrierten Bewirtschaftung der Wasserströme.

## 3.2 Bedeutung für die Entwicklung des Standortes

### 3.2.1 Qualifizierung des Industriestandortes

Das Thema Wasser spielt bei der Entwicklung des Industriestandortes eine herausragende Rolle, da ein starker Zuwachs an Gebäuden (Produktionshallen und weiteren Gebäuden) zu erwarten ist, die mit Frischwasser für das Personal sowie Betriebswasser für Toilettenspülungen und ggf. für die Produktionsprozesse versorgt werden müssen. Auf der anderen Seite ist Regenwasser, Schmutzwasser und ggf. erheblich verunreinigtes Produktionsabwasser abzuleiten und zu entsorgen.

Eine Qualifizierung des Industriestandortes ist bei Realisierung der in den Folgekapiteln vorgeschlagenen Maßnahmen des nachhaltigen Wassermanagements möglich. Sie zielen darauf, alle Stoffströme quantitativ und qualitativ zu erfassen sowie kostensparend und effizient zu leiten. Davon partizipieren die einzelnen Betriebe durch:

- herausragende beispielhafte Verwendung des Wassers und Abwassers und damit Möglichkeit zur offensiven Werbung mit Nachhaltigkeit nicht nur in ihrem eigenen Produktionsbereich
- Kosteneinsparung
- Teilhabe an der weltweit einmaligen „Modellstadt Wasser TXL“ mit Showroom und damit weiterer internationaler Bekanntheit
- Verbesserung des Gewässerschutzes

### 3.2.2 Aufwertung des Standortes insgesamt

Für den Standort Tegel bedeutet die „Modellstadt Wasser TXL“ eine besondere Aufwertung, da die Klammer zwischen Industriestandort und umgebender Erholungslandschaft für die Bevölkerung nachhaltig und sichtbar durch den Showroom, aber auch direkt in der Landschaft durch das Wasser erfolgt. Es wird begeh- und begreifbar demonstriert, wie der heutige Umgang mit der Ressource erfolgt und wie der Verbraucher mit neuen Techniken umgehen kann.

Insbesondere ergeben sich in der Gestaltung der einzelnen Bestandteile des zukünftigen Industriestandortes Möglichkeiten, mit und durch Wasser beste Praxis zu demonstrieren. An zukunftsfähigem Wirtschaften und Produzieren Interessierte finden

so in Tegel neben den innovativen Industrien auch den innovativen Umgang mit Wasser.

### 3.2.3 Chancen für eine wasserwirtschaftliche Verbesserung

Mit der „Modellstadt Wasser TXL“ kann auch die wasserwirtschaftliche Situation am Standort deutlich verbessert werden. Durch das nachfolgend beschriebene Konzept wird der lokale Wasserhaushalt dem naturnahen Zustand angenähert, d.h. Verdunstung und Grundwasserneubildung werden erhöht während die derzeit deutlich erhöhten Abflüsse reduziert werden.

Eine erhöhte Verdunstung leistet einen Beitrag zur Kaltluftproduktion und damit zur Verbesserung des Stadtklimas. Diese Wirkung ist nicht auf das Flughafengelände beschränkt sondern wirkt auch in Richtung Innenstadt, wo dieser Effekt von besonderer Bedeutung ist.

Für den Flughafensee und den Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal wird das Konzept zu einer Verringerung der Stoffeinträge führen. Damit wird ein Beitrag zur Verbesserung der Wasserqualität in diesen Gewässern geleistet.

Die Trennung von Abwasserströmen und die Schließung von Stoffkreisläufen stellt eine ressourceneffizientere Form der Wasserwirtschaft dar. Nährstoffe werden dem Abwasser entzogen und so aufbereitet, dass eine Verwendung als Dünger möglich ist. Außerdem wird gegenüber einer herkömmlichen Abwasserentsorgung Energie eingespart.

## 3.3 Vergleichbare Projekte

In den letzten zwei Jahrzehnten wurden an verschiedenen Orten dezentrale Systeme der Wasserwirtschaft als Weiterentwicklung oder Alternative der bestehenden zentralen Systeme erprobt. Sie umfassen Projekte zur Regenwassernutzung, der Grauwassernutzung und der Stoffstromtrennung in der Abwasserableitung (Neuartige Sanitärsysteme – NASS<sup>F</sup>).

Im Folgenden sind einige Modellvorhaben genannt, bei denen diese Ansätze eingesetzt wurden. Die Modellstadt Wasser kann hier ansetzen und die Erfahrungen der einzelnen sehr unterschiedlichen Projekte in einem Standort in Berlin kombinieren und fortführen:

- Berlin Tiergarten, Wohnblock „Block 6“, Nähe Potsdamer Platz (Wohnblock mit dezentraler Grauwasserrecycling-Anlage)
- Berlin Neukölln, Wohnhaus Richardplatz (Grauwasseraufbereitung als Pflegewasser zum Wäschewaschen etc.)
- Berlin-Stahnsdorf, Gebäude der Berliner Wasserbetriebe (Schwerkraft- und Vakuumtrenntoiletten sowie wasserlose Urinale, anaerobe Behandlung von Braunwasser, Grauwasserpflanzenkläranlage)

<sup>F</sup> NASS: Neuartige Sanitärsysteme beruhen im Gegensatz zur herkömmlichen Siedlungswasserwirtschaft auf dem Prinzip der Trennung der verschiedenen Stoffströme des Haushaltsabwassers. Ziel dieser Verfahren ist es, die in den einzelnen Stoffströmen enthaltenen Inhaltsstoffe zu nutzen und Stoffkreisläufe möglichst kleinräumig zu schließen (siehe Kap. 4.4).

- Berlin-Lichtenberg, typisches Berliner Mietshaus (wassersparende Toiletten und Armaturen, wasserlose Urinale, Trockentoiletten, Grauwasserrecycling, Pflanzenkläranlage, Membrantechnik)
- Berlin-Pankow, Kloster Pankow mit Wohntrakt, Hygiene- und Duschstation, Suppenküche und Kleiderkammer (wassersparende Toiletten und Armaturen, Grauwasserrecycling, Regenwassernutzung, Pflanzenkläranlage)
- Berlin-Rummelsburger Bucht (Wohnsiedlung mit dezentraler Regenwasserbewirtschaftung) sowie viele weitere in Berlin
- Lübeck-Flintenbreite (Siedlung mit Vakuumtoiletten und Vakuumkanalisation, Biogasgewinnung aus Schwarzwasser, Pflanzenkläranlage)
- Hamburg-Allermöhe (Siedlung mit Komposttoiletten, Pflanzenkläranlage)
- Hamburg-Wandsbek, Neubausiedlung (Biogasgewinnung aus Schwarzwasser)
- Hamburg-Wandsbek, Siedlung Braamwisch (Komposttoiletten, Pflanzenkläranlage, Bodenfilter, Regenwassernutzung)
- Lambertsmühle Burscheid (getrennte Ableitung und Behandlung von Grau-, Braun- und Gelbwasser, Urinseparationstoiletten, wasserlose Urinale, Pflanzenkläranlage)
- Hotel „Am Kurpark Späth“ in Bad Windsheim bei Erlangen (Grauwasserrecycling-Anlage)
- Knittlingen bei Pforzheim, DEUS 21-Projekt (Siedlung mit Vakuumkanalisation, Biogasgewinnung)
- Berching bei Nürnberg, Gebäude der Firma Huber SE (Membranreaktoren für Braunwasser und Schwarzwasser)
- Emscherquellhof, Gebäude der Emschergenossenschaft/Lippeverband (Spültrenntoiletten, wasserlose Urinale, Urinlagerung, bewachsene Bodenfilter)
- Eschborn bei Frankfurt, Bürogebäude der GIZ (SANIRESCH-Projekt: Schwerkrafttrenntoiletten, wasserlose Urinale, Urinlagerung, Struvitreaktor, Membranbioreaktoren)
- Kiel-Hassee (Komposttoilette, Pflanzenkläranlage, Regenwasserableitung in Teich)
- Kiel-Vieburg (Komposttoiletten)
- Hannover, Öko-Technik-Park Hägewiesen (Trenn- und Vakuumtoiletten, Trockenurinale, Schilfbeete, Tauchtropfkörper, Bioreaktoren, Regenwassernutzung, Regenwasserversickerung)
- Bielefeld-Waldquelle (Komposttoiletten, eigene Trinkwasserversorgung mit Brunnen in der Siedlung, geschlossener Kreislauf für Wasser und Abwasser, Pflanzenkläranlage)
- Passivhaus "Wohnen und Arbeiten" Freiburg-Vauban (Vakuumtoiletten, Biogasanlage, Grauwasserfilter)
- Dübendorf bei Zürich, Bürogebäude der EAWAG (Schwerkrafttrenntoiletten, wasserlose Urinale, Urinlagerung)
- Solarcity Linz, Österreich (Siedlung mit Schwerkrafttrenntoiletten, Pflanzenkläranlage)

Es handelt sich um Wohngebäude und Tagungsstätten verschiedener Größe, die in den letzten zwei Jahrzehnten realisiert wurden. Das größte und modernste Projekt, DEUS 21, umfasst dabei mind. 100 Wohngrundstücke und ist derzeit im Bau. Bisher

sind weder Industrie- und Gewerbestandorte mit neuen Ansätzen des Wassermanagements verwirklicht worden noch ein Areal in der für die Modellstadt Wasser TXL angedachten Größenordnung von mehr als 10.000 Personen zuzüglich produzierendem Gewerbe.

### 3.4 Schlussfolgerungen

Die Realisierung des „Modellstadt Wasser TXL“ bietet große Chancen, die sich insbesondere wie folgt begründen:

- Die aktuelle Diskussion zukünftiger Konzepte des Wassermanagements fokussiert auf eine dezentrale Bewirtschaftung bei sinnvoller Nutzung ggf. vorhandener zentraler Systeme.
- Die technologischen Potentiale der Wasserbranche in der Region Berlin-Brandenburg sind exzellent und ermöglichen eine zeitnahe, fundierte und qualitätsgerechte Realisierung.
- Die Zielstellung der Aufwertung und innovativen Industriestandortentwicklung in Tegel wird durch die wasserwirtschaftliche Verbesserung, die durch die Modellstadt geschaffen wird, unterstützt und gefördert. Umweltbelastende und ressourcenverbrauchende Verfahren werden korrigiert und mittels modernster Verfahren ersetzt.
- Der gesamte Standort erfährt eine Aufwertung durch die angewandten Technologien, aber auch durch verstärkte nationale und internationale Nachfrage.
- Es gibt weder im deutschen noch im internationalen Raum zur Zeit eine solche „Modellstadt Wasser“, die alle zur Zeit gültigen und zukunftsweisenden Techniken, Verfahren und Produkte an einem großen Standort demonstriert.

## 4 Module der Wasserbewirtschaftung

Für die Konzeptionierung eines nachhaltigen Wassermanagements auf dem Standort Tegel sind vier Bereiche zu betrachten:

1. Regenwasser
2. Wasserversorgung
3. Abwasser
4. Energie und Wasser

Im Folgenden werden die möglichen Ansätze beschrieben.

### 4.1 Regenwasser

Dezentrales Niederschlagsmanagement bedeutet, das anfallende Regenwasser auf dem jeweiligen Grundstück zu bewirtschaften und weitgehend nicht in die Kanalisation abzuleiten. Dazu stehen die folgenden Möglichkeiten zur Verfügung:

- Regenwassernutzung (Nutzung als Betriebswasser z. B. für Toilettenspülung, Bewässerung von Außenanlagen)
- Verdunstung
- Versickerung
- Rückhaltung
- Einleitung in Gewässer

Neben ökologischen Aspekten sind hierbei auch ökonomische Anreize gegeben: Seit Einführung des gesplitteten Niederschlagswasserentgelts in Berlin im Jahr 2000 für alle Grundstückseigentümer hat sich die Gebühr für in die Kanalisation eingeleitetes Regenwasser von 0,90 € (1,74 DM) auf zur Zeit 1,897 €/m<sup>2</sup> angeschlossener Fläche mehr als verdoppelt. Verstärkte Investitionen in Abkopplungsmaßnahmen und damit Verbesserung des Wasserhaushaltes und eine Entlastung der Kanalisation waren die Folge.

Um die Möglichkeiten und den Aufwand bei der Umsetzung eines dezentralen Regenwassermanagements zu beurteilen, sind die folgenden Daten erforderlich:

- Dachflächen
- Dacheindeckungsart
- Dachgefälle
- Innen-/Außenentwässerung
- Ableitung des Regenwassers
- Rohrsohlen der Regenleitungen
- Durchmesser/Fassungsvermögen und Zustand der Regenleitungen
- Vorhandensein und Zustand von Schächten

Die heutige Situation stellt sich wie folgt dar (Kap. 2.2.3): Die Gebäude sind mit Flachdächern aus nichtmetallischem Material (Hartdach) ausgeführt. Die Ableitung des Regenwassers erfolgt von den Gebäuden über außen- oder im Falle des Terminals A innenliegende Fallrohre in das Regenrohrleitungssystem und wird dem zentralen Regensammelbecken (Abb. 2.2.3-3) zugeführt. Das Becken kann je nach Belastung des Regenwassers mittels Pumpen und Schiebersteuerung in den Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal bzw. die Schmutzwasserkanalisation entleert werden.

Diese technischen Anlagen sind stark veraltet und nur vermindert funktionsfähig, sodass bei Winterbeginn der Schieber dauerhaft verstellt wird und das gesamte Regenwasser der Winterzeit in die Schmutzwasserkanalisation fließt (mündliche Auskunft von Hr. Wolf vom Büro Rademacher und Wolf am 23.03.2011).

Eine Nutzung des Regenwassers findet nicht statt, die Sammlung des größten Teils in einem Becken bietet jedoch gute Ansatzpunkte, das Regenwasser in ein Versorgungskonzept einzubeziehen.

## 4.2 Versorgung

Die Versorgung mit Wasser wird in Deutschland in der Regel durch das zentrale Trinkwassernetz bereitgestellt. Damit steht eine ständig verfügbare Wasserversorgung in gesicherter Qualität zur Verfügung. Die Einführung der zentralen (Trink-)Wasserversorgung im 19. Jhd. erfolgte auch deshalb, um der Verbreitung von Infektionskrankheiten entgegen zu wirken.

Der Berliner Trinkwasserverbrauch ist seit 1989 fast um die Hälfte zurückgegangen. Grund sind gemäß den Berliner Wasserbetrieben vor allem die sinkende Anzahl der Industriebetriebe und die wachsende Sparsamkeit der Verbraucher. Waren in Berlin 1989 noch 378 Millionen m<sup>3</sup> Wasser im Jahr genutzt worden, sank der Verbrauch 2007 auf 202 Millionen m<sup>3</sup> ab. Zur Zeit verbraucht jeder Einwohner durchschnittlich 111 Liter Wasser am Tag. Es wird davon ausgegangen, dass es künftig weniger als 100 Liter sein werden. Der sinkende Verbrauch führt zu steigenden Preisen je Einheit, da Bau und Betrieb der zentralen Infrastruktur erhebliche Kosten verursachen, die unabhängig vom Durchfluss im System sind. Zur Zeit (2011) kostet ein Kubikmeter (1.000 Liter) Trinkwasser in Berlin 2,03 Euro. Nach Angaben der Berliner Oppositionsparteien CDU und FDP ist das der höchste Preis in deutschen Großstädten.

Der Ansatz einer zentralen Versorgung in hoher Qualität (Trinkwasser) bietet große hygienische Sicherheit, vernachlässigt jedoch, dass gesundheitlich unbedenkliches Wasser nur für die Nutzungen benötigt wird, wo es in direkten Kontakt mit dem Menschen tritt (Nahrungsmittel, Körperhygiene). Für andere Nutzungen, die häufig in der Menge überwiegen, sind geringere Qualitätsanforderungen ausreichend (Betriebswasser für Toilettenspülung, Reinigung von Räumen oder Werkstücken, Bewässerung von Grünanlagen etc.).

Auf der anderen Seite werden für Produktionsprozesse zum Teil deutlich höhere Anforderungen an die Qualität des Wassers gestellt, als dies nach Trinkwasserverordnung gesichert ist. In diesen Fällen ist sogar eine betriebsinterne Aufbereitung erforderlich. Auch ist gerade im gewerblichen Bereich eine Eigenwasserversorgung in Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten nicht unüblich.

Eine konsequente Betrachtung der Wasserversorgung muss aus den oben genannten Überlegungen von den unterschiedlichen Mengen und Qualitäten je nach den Nutzungszwecken ausgehen, um die verschiedenen Optionen („Wasserquellen“) zur Deckung des Bedarfes zu analysieren. Hier ist zunächst grob zwischen Trinkwasser (für den menschlichen Verzehr und die Körperhygiene bestimmt) und Betriebswasser (Wasser für alle sonstigen Zwecke einschließlich Bewässerung) zu unterscheiden. Es lassen sich vier Optionen nach dem Grad der erforderlichen technischen Strukturen abgrenzen:

- a) Versorgung ausschließlich aus dem öffentlichen Netz
- b) Nutzung von Regenwasser als Betriebswasser
- c) zudem Nutzung des anfallenden Grauwassers
- d) zudem Nutzung des anfallenden Prozesswassers aus der Produktion

Diese Optionen bauen auf einander auf und führen schrittweise zu einer immer stärkeren Nutzung von Wasser aus anderen Quellen als dem öffentlichen Netz. Im Folgenden werden die prinzipiellen Vor- und Nachteile dargestellt.

*Option a): Versorgung ausschließlich aus dem öffentlichen Netz*

Die gesamte Versorgung (Trinkwasser, Betriebswasser und Löschwasser) erfolgt aus dem öffentlichen Netz. Dies entspricht dem in der Regel gewählten Ansatz in den Städten.

Vorteile:

- gesicherte Versorgung
- Verantwortung des Versorgers für Wasserlieferung bis zur Grundstücksgrenze
- hygienisch einwandfreies Wasser (sofern keine Stagnation im Netz auftritt)
- ein Leitungssystem für Versorgung ausreichend

Nachteile:

- Energieaufwand für Transport von entfernter Fassung (Brunnen und Wasserwerk) und Aufbereitung
- Qualität für Einsatz in Produktionsprozessen nicht immer ausreichend
- am Standort anfallendes Abwasser wird abgeleitet und keiner Nutzung zugeführt
- Leitungssystem muss auf Spitzenlast ausgelegt werden (permanente Bereitstellung des Drucks mit entsprechenden Energiekosten)

*Option b): Nutzung von Regenwasser als Betriebswasser*

Das am Standort anfallende Niederschlagswasser wird als Betriebswasser bspw. für Toilettenspülung, Gebäudereinigung oder Bewässerung genutzt.

Vorteile:

- weniger Transport über größere Entfernungen
- Schonung der Grundwasservorräte und der Lebensräume an den Fassungsstellen (Wasserwerk Tegel)
- Leitungssystem Trinkwasser kann ggf. kleiner dimensioniert werden
- ggf. erleichterte Aufbereitung zu Betriebswasser für gewerblich-industrielle Anwendungen (Reinstwasser)
- weniger Abfluss aus dem Gebiet

Nachteile:

- zweites Leitungssystem zumindest in Gebäuden erforderlich
- Verantwortung des Betreibers/Nutzers für Versorgung mit Regenwasser
- verminderter Durchfluss in bestehenden Trinkwassersystemen kann zu einer Verkeimung des Wassers führen (Gesundheitsgefahren)
- zusätzlicher Aufwand für Aufbereitung und Speicherung

*Option c): zudem Nutzung des Grauwassers*

Das am Standort anfallende gering verschmutzte Abwasser aus Haushalten bzw. haushaltsähnlichen Nutzungen (Körperhygiene, Reinigung von Oberflächen etc.) wird als sogenanntes Grauwasser separat erfasst. Nach Aufbereitung und Speiche-

ung wird es für Zwecke eingesetzt, für die geringere Qualitätsanforderungen bestehen (Toilettenspülung, Reinigung von Außenflächen, Bewässerung etc.).

Vorteile:

- weiter sinkender Aufwand für Gewinnung, Aufbereitung und Transport von Wasser
- weiter verringerter Abfluss aus dem Gebiet

Nachteile (zusätzlich):

- Aufwendungen für Aufbereitung und Speicherung des Grauwassers
- drittes bzw. weiteres Leitungssystem zumindest in Gebäuden erforderlich

*Option d): zudem Nutzung des Prozesswassers aus der Produktion*

Das am Standort anfallende Abwasser aus Produktionsprozessen wird je nach Qualität und Zusammenhang vor Ort für verschiedene Zwecke genutzt: für Zwecke mit geringeren Qualitätsanforderungen (Option c), zur Neutralisation von Abwasser aus anderen Produktionsprozessen oder als Ausgangsbasis für weitere Produktionsprozesse in anderen Betrieben.

Vorteile:

- weiter sinkender Aufwand für Gewinnung, Aufbereitung und Transport von Wasser
- nochmals verringerter Abfluss aus dem Gebiet
- mögliche Synergien zwischen Betrieben

Nachteile (zusätzlich):

- Aufwendungen für Aufbereitung und Speicherung des betrieblichen Abwassers
- viertes bzw. weiteres Leitungssystem, bei Verbund ggf. auch außerhalb der Gebäude erforderlich

Die Praktikabilität dieser Optionen für die Nachnutzung des Flughafens Tegel wird in Kap. 5 näher untersucht. Um den Bedarf der Wasserversorgung abschätzen zu können, werden folgende Daten benötigt:

- Anzahl von Personen je Tag im Terminal und in anderen Bestandsgebäuden sowie in Neubauten (Industrie und Gewerbe)
- vorhandenes Frischwasserversorgungssystem: Leitungen, Querschnitte, Zustand
- benötigte Mengen an Betriebswasser für Produktions- und Reinigungsprozesse
- Menge der bisherigen Bewässerung der Außenanlagen mit Trinkwasser

Die bisherige Versorgung des Flughafens Tegel mit Trinkwasser über Frischwasserleitungen kann voraussichtlich auch bei Umnutzung des Bestandes beibehalten werden, da Wasserdruck und -menge ausreichend sein dürften. Gleichwohl sind Änderungen in der Versorgung zu erwägen.

Für die Erweiterung mit Industriebauten ist die Notwendigkeit der Erweiterung des Trinkwassernetzes auf dem Gelände zu prüfen, da Trinkwasser ausschließlich für Personal (Waschbecken, Küche) zur Verfügung gestellt werden muss und Prozesswasser, das gegebenenfalls benötigt wird, aus Regen- oder Grauwasser gewonnen werden kann.

## 4.3 Abwasser

In gleicher Weise wie die Versorgung mit Trinkwasser wird auch die Ableitung und Reinigung des Abwassers in Deutschland durch zentrale Systeme gewährleistet. Diese bieten eine hohe hygienische Sicherheit bei großem Entwässerungskomfort. Die Reinigung in zentralen Großkläranlagen hat zu einer starken Entlastung der Gewässer geführt. Die Behandlung erfordert jedoch Energie und nutzt die im Abwasser enthaltenen Inhaltsstoffe nicht hinreichend im Sinne einer Kreislaufwirtschaft. Zudem erweisen sich zentrale Systeme als wenig flexibel, wenn sich Siedlungsstrukturen und die Bevölkerungsdichte ändern.

An eine Stadt der Zukunft ist daher die Forderung zu stellen, mit Schließung von Stoffkreisläufen durch landwirtschaftliche und landbauliche Verwertung des Abwassers (Düngung, Bewässerung) eine ressourcen- und umwelteffizientere Form der Wasserwirtschaft zu verwirklichen, die den Zielen des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel dient.

Potentiale der Wiederverwendung, sowohl zur erneuten Nutzung als Brauchwasser in unterschiedlicher Qualität als auch von Abwasserinhaltsstoffen als Dünger bzw. zur Produktion von Biogas, können durch die Einführung von Teilstromkonzepten in der Abwasserwirtschaft verwirklicht werden.

Dieses Konzept wird unter dem Begriff „Neuartige Sanitärsysteme“ (NASS) seit ca. 15 Jahren intensiv diskutiert und in zahlreichen Modellvorhaben auf die Praxis-tauglichkeit getestet (vgl. Kap. 3.3). Sie werden national wie international als eine Alternative zu dem bisherigen Konzept der Sammlung und zentralen Reinigung diskutiert, da sie nicht nur die Inhaltsstoffe des Abwassers nutzen, sondern auch flexibler auf Änderungen in der Siedlungs- und Nutzungsstruktur reagieren können.

Zum Thema NASS wurde von der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) vor sechs Jahren der Fachausschuss KA 1 „Neuartige Sanitärsysteme“ gegründet. Im Dezember 2008 wurde von diesem Fachausschuss das DWA-Themenheft „Neuartige Sanitärsysteme (NASS)“ herausgegeben, in dem das damalige Wissen zu NASS zusammengestellt wurde. Inzwischen arbeiten ca. 70 Personen in acht Arbeitsgruppen an diesem Thema weiter.

Durch Trennung und separate Ableitung von Grauwasser (aus Duschen, Waschbecken, Waschmaschinen), Schwarzwasser (Fäzes inkl. Toilettenpapier, Spülwasser und Urin), Braunwasser (Fäzes inkl. Toilettenpapier und Spülwasser) und Gelbwasser (Urin plus Spülwasser) wird es ermöglicht, die so gewonnenen Teilströme hinsichtlich ihrer Menge und ihrer Zusammensetzung adäquat zu behandeln und einer spezifischen Nutzung zuzuführen:

- **Grauwasser**  
Grauwasser wird aufbereitet (z. B. mechanische Grobstofftrennung, 2-stufiger bewachsener Bodenfilter, Membrantechnologie, Hygienisierung) und steht als Wasser für Bewässerung (Gartenbau, Parkflächen, Energiepflanzenanbau, Produktion nachwachsender Rohstoffe), Toilettenspülung, Waschmaschine, als Brauchwasser für Gewerbe und im Zusammenhang mit Gründachbewässerung zur Gebäudekühlung wieder zur Verfügung. Prinzipiell ist auch eine Wärmerückgewinnung möglich. Diese ist jedoch, je nach verfolgtem Konzept, einem eventuell damit einhergehenden Nachteil (durch die niedrige Temperatur) bei der nachfolgenden Aufbereitung gegenüberzustellen. Pro Person werden ca. 70 bis 80 Liter Grauwasser am Tag erzeugt.
- **Schwarzwasser**  
Schwarzwasser kann anaerob behandelt und zur Produktion von Biogas verwendet werden. Je nach Art der Toilette können pro Person 6 Liter (Vakuumentoilette) bis 40 Liter (Schwerkrafttoilette) pro Tag entstehen. In Kombination mit organischen Abfällen aus dem Gartenbau, der Landschaftspflege und aus Haushaltun-

gen ist eine Co-Vergärung möglich, um die Biogasausbeute zu erhöhen. Die dabei entstehenden Gärreste können entweder direkt landwirtschaftlich verwertet oder, wenn das nicht unmittelbar möglich ist, weiter zu einem Humussubstrat (Vererdung) aufbereitet und einer Verwertung zugeführt werden. Hierdurch können die in Fäzes und Urin enthaltenen Pflanzennährstoffe Phosphor und Stickstoff weiter nutzbar gemacht werden. Ein zur Zeit neues Verfahren hierfür ist die Erzeugung von Terra Preta (s. u.), das künftig auch im Botanischen Garten Berlin zum Einsatz kommen soll.

- **Braunwasser**  
Braunwasser kann wie Schwarzwasser behandelt werden. Je nach Art einer Trenntoilette ist die anfallende Braunwassermenge kleiner als die Schwarzwassermenge.
- **Gelbwasser**  
Gelbwasser mit seinem hohen Gehalt an Stickstoff wird separat aufgefangen und aufbereitet (z. B. Aufkonzentrierung mittels Verfahrenskombination „Teilnitrifikation und Vakuumverdampfung“ oder „Magnesium-Ammonium-Phosphat (MAP)-Fällung und Dampfstrippung“) oder nach Lagerung direkt als Düngemittel eingesetzt. Pro Person entsteht je Tag ca. 1,4 Liter Urin. Je nach verwendetem Toiletten- und Urinaltyp wird der Urin ggf. mit Spülwasser verdünnt.

Für die Behandlung der Teilströme ist es wichtig, dass sie möglichst klein sind, was mit wassersparenden Toiletten und Urinalen erreicht werden kann:

- **Wasserspautoiletten**  
Bei Wasserspautoiletten (mit Spartaste bzw. Zwei-Mengenspülung) werden 3,5 bis sechs Liter Wasser für die Spülung von Fäzes und ca. zwei Liter für die Spülung von Urin benötigt.
- **Vakuumtoiletten**  
Vakuumtoiletten benötigen pro Spülung rund einen Liter Wasser, bei sechs Toilettengängen also etwa sechs Liter pro Tag und Person.
- **Urintrenntoiletten**  
Mit Urintrenntoiletten können Urin und Fäzes getrennt erfasst und abgeleitet werden. In diversen Projekten (Kap. 3.3) wurden bzw. werden unterschiedliche Trenntoiletten verwendet. Urin wird mit 0,2 Liter Spülwasser abgeleitet und Fäkalien werden mit vier Liter weggespült. Bei einem Typ (Fa. Roediger) wird der Urin ohne Spülwasser abgeleitet. Inzwischen werden mehrere Modelle auf dem Markt angeboten und vor allem in Schweden und Norwegen im Alltag getestet.
- **Trockentoiletten bzw. Trockenurinale**  
Bei Trockentoiletten bzw. Trockenurinalen wird kein Spülwasser benötigt. Bei Trockenurinalen kann der Urin unverdünnt abgeleitet, gesammelt und weiterverarbeitet werden. Bei Trockentoiletten, die im urbanen Kontext eingesetzt werden, gibt es für Entsorgung der Fäkalien nach wie vor wenig Erfahrung.
- **Terra Preta**  
Hierbei handelt es sich um die gemeinsame Kompostierung von holzhaltigen, zuvor verkohlten Pflanzenresten und Schwarzwasser oder Braunwasser. Ziel ist es, die in gelöster Form im Schwarz- bzw. Braunwasser enthaltenen Pflanzennährstoffe Stickstoff und Phosphor an das Holzsubstrat zu binden und so in eine lagerfähige feste Form zu bringen. Terra Preta kann zur Bodenverbesserung oder als Dünger eingesetzt werden. Die Produktion von Terra Preta ist derzeit Gegenstand intensiver Forschung und Entwicklung.

Je nach Gegebenheit können unterschiedliche Kombinationen in Frage kommen, zum Beispiel

- Trennung in drei Stoffströme (Grau-, Braun- und Gelbwasser) oder nur in zwei (z. B. Grau- und Schwarzwasser),
- energetische Verwertung oder alleinige Aufbereitung zur Nutzung für Bewässerungszwecke,
- energetische Verwertung, Erzeugung von Bodenverbesserer/Dünger (Kompostierung, Terra Preta), Bewässerung und Bereitstellung von entsprechendem Brauchwasser,
- Erzeugung von Bodenverbesserer/Dünger (Terra Preta), Bewässerung und Bereitstellung von entsprechendem Brauchwasser,
- Einbeziehung organischer Abfälle oder getrennte Entsorgung,
- Produktion von Energiehölzern und/oder nachwachsenden Rohstoffen (NaWa-Ro).

In Berlin sind Projekte zu Grauwassernutzungen an mehreren Stellen verwirklicht worden, für NASS ist in der Region bislang nur das SCST-Projekt in Stahnsdorf realisiert (Kap. 3.3).

Alternativ zur Anwendung von Neuartigen Sanitärsystemen besteht für das Flughafenareal immer auch die Möglichkeit, die bereits vorhandenen, konventionellen Entsorgungswege (Anschluss an den Schmutzwasserkanal) zu nutzen. Anders als bei Neubaugebieten „auf der grünen Wiese“ ist dadurch das technologische und ökonomische Risiko bei der Anwendung von NASS-Techniken begrenzt.

## 4.4 Energie und Wasser

Sowohl Wasser als auch Abwasser können mittlerweile energetisch genutzt werden. Die Nutzung von Wasser im Kontext der Energiegewinnung bzw. Energieeinsparung erfolgt in vielfältiger Form. Genutzt werden können

- die Verdunstungskälte, die beim Verdunsten von Regenwasser entsteht,
- der Wärmeinhalt des Abwassers,
- die organische Fracht des Abwassers zur Biogaserzeugung,
- die Nährstoffe als Dünger zur Biomasseproduktion zwecks Biogaserzeugung bzw. als Substitution von energieintensiv hergestellten Düngemitteln sowie
- Geothermie.

Folgende Möglichkeiten bestehen und sind Stand der Technik:

### **Adiabate Kühlung von Gebäuden:**

Die Verdunstung von Wasser benötigt Energie (Wärme) und kann daher zu Kühlzwecken in der Raumklimatisierung eingesetzt werden. Bei der adiabaten Abluftkühlung (indirekte Verdunstungskühlung) wird Wasser in den Abluftstrom des Gebäudes versprüht und die Zuluft über einen Wärmetauscher vorgekühlt. Bei der Verwendung von Regenwasser anstelle von Trinkwasser in den Klimaanlage wird zugleich Wasser und Abwasser gespart.

Nur die ausströmende Raumluft wird großflächig mit Wasser in Verbindung gebracht. Die für die Wintermonate ohnehin vorhandene Wärmerückgewinnung im Frischluftzustrom nimmt die Verdunstungskälte auf und kühlt damit die benötigte Frischluft des Raumes. Die verbrauchte, feuchte Raumluft gelangt dagegen ohne Umluftanteile schwadenfrei direkt ins Freie. Selbst im Hochsommer lässt sich so die

Frischluft auf angenehme 22 °C kühlen. Durch dieses Verfahren wird der Wassergehalt der Raumluft nicht erhöht. Mit einem Kubikmeter Wasser lassen sich so am Tag gut 1.000 m<sup>2</sup> Bürofläche komfortabel kühlen.

Wirkungsvoller ist die direkte Verdunstungskühlung, das Einsprühen von Wasseraerosolen oder über einen Flächenbefeuchter direkt in die Zuluft, erhöht jedoch die Luftfeuchte im Raum.

Auf Flachdächern kann die Verdunstungskühlung durch Berieselung eingesetzt werden. Über Düsen auf dem Dach wird das Dach berieselt und so mit Wasser bedeckt. Die Berieselung findet in der Nacht statt. Tagsüber erfolgt die Verdunstung dieses Wasserfilms. Dabei wird viel Wärmeenergie verbraucht, sodass die Aufheizung des Gebäudes verringert wird.

Alle genannten Verfahren sind sowohl bei den Bestandsgebäuden als auch Neubauten am Standort Tegel anwendbar und sollen modellhaft gezeigt werden.

### ***Dachbegrünung:***

Je nach der Tragfähigkeit der Dächer wird Dachbegrünung extensiv (zwischen 4 und 9 cm Substratauflage) oder intensiv (ab 20 cm Substratauflage) ausgeführt. Vorteil ist generell der hohe Verdunstungsgrad, der insbesondere bei intensiv begrünten Dächern die Verdunstung von einer offenen Wasserfläche übersteigt. Im Sommer muss daher zusätzlich beregnet werden. Dies würde gleichfalls stark zur Abkühlung der Luft im Gebiet beitragen.

Der Aufwand bei der Intensivbegrünung (Bereitstellung der besonderen Gebäudestatik für die Auflasten) lohnt sich nur bei speziell genutzten Flächen, z. B. Repräsentationsflächen wie Dachgärten an Veranstaltungsräumen. Extensive Begrünungen sind vorbehaltlich der ca. 150 kg Auflast/m<sup>2</sup> relativ einfach zu realisieren.

### ***Fassadenbegrünung:***

Fassadenbegrünungen fördern unmittelbar die energetische Optimierung von Gebäuden. Die Blätterdecke schafft einen Temperaturpuffer zwischen Außenwand und Blättern an geschlossenen Fassadenflächen ohne bzw. zwischen Fenstern. Vor Glasflächen können ebenfalls Bepflanzungen mit Kletterpflanzen erfolgen. Im Sommer ist die Fassade begrünt und gewährleistet einen aktiven Sonnenschutz, im Winter passiert das Sonnenlicht ungehindert die Glasfassade und erwärmt dadurch die Innenräume. Außerdem wird Verdunstungskälte zur Verbesserung des Mikroklimas innerhalb des Gebäudes und im unmittelbaren Gebäudeumfeld erzeugt. Zur Bewässerung der Pflanzen wird vorzugsweise Regenwasser eingesetzt.

### ***Nutzung von Abwasserströmen für die Energieerzeugung in Biogasanlagen:***

Wie bereits oben (Kap. 4.3) zu Neuartigen Sanitärsysteme ausgeführt, kann die chemische Energie des Abwassers durch Erzeugung von Biogas nutzbar gemacht werden. Zur Ermittlung der möglichen Auslegung einer noch zu planenden Biogasanlage sind Daten über die anfallenden Mengen an Abwasser und deren Inhaltsstoffe erforderlich. Für einen wirtschaftlichen Betrieb ist ggf. die Co-Vergärung von Grünabfällen einzubeziehen, die auf den Freiflächen (Pflegeschnitte) anfallen.

Indirekt können so auch die im Abwasser enthaltenen Nährstoffe für die Energieerzeugung genutzt werden. Mit dem Terra-Preta-Konzept werden beispielsweise Düngemittel erzeugt, mit denen prinzipiell auch Biomasse für die Energiegewinnung erzeugt werden kann. Ein ähnliches Konzept wird derzeit z. B. auf den ehemaligen Rieselfeldern Hobrechtsfelde erprobt, wo Kläranlagenabläufe für die Bewässerung von Kurzumtriebsplantagen genutzt werden. Ein wichtiger Aspekt dabei ist, dass Abwasser bzw. Abwasserinhaltsstoffe ungern für die Nahrungsmittelproduktion verwendet werden, die ethische Problematik der Verwendung von Lebensmitteln für die Energieerzeugung stellt sich damit hier nicht in dem Maße wie in der Landwirtschaft.

Außerdem können durch die Abtrennung der im Abwasser enthaltenen Nährstoffe Düngemittel substituiert werden, die ansonsten ressourcenintensiv produziert werden müssten (Phosphatressourcen sind endlich, Stickstoffdünger muss energieintensiv hergestellt werden).

Generell erfordert die Behandlung des Abwassers in einem Biogasreaktor eine möglichst hohe Konzentration der organischen Inhaltsstoffe. Daher wird dieses Verfahren derzeit vor allem bei industriell-gewerblichem Abwasser bspw. aus der Lebensmittelproduktion eingesetzt. Soll Sanitärabwasser eingesetzt werden, ist eine möglichst konzentrierte Sammlung von Schwarzwasser oder Braunwasser anzustreben.

### **Nutzung des Wärmeinhaltes von Abwasser:**

Auf Grund der Temperaturunterschiede von Abwasser zur Umgebung (Abwasser ist im Winter deutlich wärmer als die Außenluft und im Sommer kälter) kann Abwasser zum Heizen oder zum Kühlen von Gebäuden genutzt werden. Gemäß Berechnungen vom Bundesamt für Energie könnten rund fünf Prozent aller Gebäude mit Abwasserwärme versorgt werden. Voraussetzung für eine wirtschaftliche Nutzung der Abwasserenergie ist die Nähe des Energieverbrauchers zu einem großen Abwasserkanal oder einer Kläranlage.

### **Geothermie (Erdwärmennutzung):**

Bei der Erdwärmennutzung wird meistens Wasser als Träger eingesetzt, um die Wärme aus den tieferen Erdschichten in das Gebäude zu transportieren. Dies betrifft sowohl den Wärmetransport an die Oberfläche als auch den Wärmetransport im Untergrund.

Dadurch ist auch der Bezugspunkte zum Grundwasserschutz gegeben: Die erforderlichen Bohrungen können Auswirkungen auf den Grundwasserleiter haben und der Wärmehaushalt des Grundwassers wird verändert.

Der Einsatz ist am Standort Tegel technisch im Prinzip möglich und zur Beheizung von Gebäuden ggf. empfehlenswert, da die einzelnen Anlagen unabhängig voneinander direkt in der Nähe des Gebäudes installiert werden können und nicht an ein zentrales Netz gebunden sind. Jedoch ist der Schutz des Grundwassers zu gewährleisten. Dies gilt insbesondere in der Trinkwasserschutzzone III, in der nach mündlicher Auskunft der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz (SenGUV) eine Nutzung der Geothermie nicht genehmigungsfähig ist.

Geothermie steht immer, also unabhängig von der Tages- und Jahreszeit und auch unabhängig vom Wetter, zur Verfügung. Unterschieden wird in Oberflächengeothermie (bis 100 m Tiefe) und Tiefengeothermie (ab 100 m Tiefe).

Oberflächennahe Geothermie ist eine Form der direkten Nutzung zum Heizen und Kühlen, technisch meist als Wärmepumpenheizung ausgeführt. Durch den Einfluss der Lufttemperatur entsprechen die in fünf bis zehn Meter Tiefe im Boden gemessenen Temperaturen praktisch der Jahresmitteltemperatur des Standortes (ca. 8 bis 10 °C in Deutschland). Mit Hilfe von Erdwärmesonden (vertikale Bohrungen), Erdwärmekollektoren (horizontal und oberflächennah ins Erdreich eingebrachte Systeme) oder Erdwärmekörben, aber auch mit erdgebundenen Beton-Bauteilen wird die Wärme an die Oberfläche befördert. Meist kommen Wärmepumpen zum Einsatz, um Heizanwendungen für Gebäude zu realisieren (Wärmepumpenheizung). Vor allem im Sommer kann mit einer Wärmepumpenheizung auch gekühlt werden, während im Winter Heizmaterial eingespart werden kann. Entscheidend ist dabei die Effektivität der eingesetzten Wärmepumpe und die Herkunft des Stromes zu deren Betrieb.

Tiefe Geothermie kann sowohl als direkte Nutzung bei der Wärmeerzeugung als auch indirekt zur Stromerzeugung in einem Geothermiekraftwerk genutzt werden. Für eine wirtschaftliche Stromerzeugung sind Temperaturen über 100 °C erforder-

lich. Mit Einschränkungen sind zur Optimierung der Wirkungsgrade hier Kraft-Wärme-Kopplungen (KWK) möglich. Die Temperaturen steigen in der Erdkruste mit zunehmender Tiefe an, im Durchschnitt mit 35 bis 40 °C Temperaturerhöhung pro Kilometer Eindringtiefe (geothermische Tiefenstufe). Dieser Wert schwankt regional jedoch oft stark, sodass unterschieden wird zwischen Hochenthalpielagerstätten, die eine hohe Temperatur bereitstellen, und Niedrig-enthalpielagerstätten. Diese sind meist ausreichend, da in vielen Anwendungsfällen nur relativ niedrige Temperaturen benötigt werden.

Bei der tiefen Geothermie werden drei Arten der Wärmeentnahme aus dem Untergrund unterschieden, die je nach den jeweiligen geologischen Voraussetzungen, der benötigten Energiemenge sowie nach dem geforderten Temperaturniveau der Wärmenutzung eingesetzt werden.

1. Hydrothermale Systeme: Liegen entsprechende Temperaturen im Grundwasserleiter vor, so kann dieses Wasser direkt gefördert, abgekühlt und reinjiziert werden. Sie sind je nach vorliegender Temperatur zur Wärme- oder Stromgewinnung nutzbar.
2. Petrothermale Systeme: Das Hot-Dry-Rock-Verfahren (HDR-Verfahren) ist ein Verfahren zur Nutzung der im Erdkörper enthaltenen Erdwärme aus einer Tiefe von 3.000 bis 6.000 m. Das gleiche Prinzip liegt dem Hot-Fractured-Rock-Verfahren (HFR) und dem Enhanced-Geothermal-System-Verfahren (EGS) zu Grunde. Das Grundprinzip ist die Herstellung und der Betrieb eines überdimensionalen Wärmeübertragers im Untergrund zwischen mindestens zwei Bohrlöchern. Durch das Einpressen von Wasser mit Druck von bis zu 150 bar weiten sich im Gestein vorhandene Risse aus, neue bilden sich und bleiben dauerhaft offen. Über ein Bohrloch wird während des Betriebes kaltes Wasser eingeleitet und an der anderen Bohrung als erwärmtes Wasser wieder gefördert. Dabei erleichtern die natürlichen thermischen Auftriebskräfte des heißen Wassers die Zirkulation.
3. Tiefe Erdwärmesonden: Dieses geschlossene System zur Erdwärmegewinnung besteht aus einer 2.000 bis 3.000 m tiefen Bohrung, in der ein Fluid in einem Rohr zirkuliert. Im Ringraum der Bohrung fließt das kalte Wärmeträgerfluid nach unten und steigt anschließend erwärmt in der dünneren eingehängten Steigleitung wieder auf. Der Vorteil ist dabei, dass kein Kontakt zum Grundwasser besteht. Die Sonden sind an jedem Standort möglich. Die Entzugsleistung ist von technischen Parametern und von den Gebirgstemperaturen und den Leitfähigkeiten des Gesteins abhängig, beträgt jedoch nur einige Hundert Kilowatt je Bohrung und ist wesentlich kleiner als bei einem vergleichbaren offenen System. Grund ist die kleine Wärmeübertragungsfläche mit dem Gebirge, da sie nur der Mantelfläche der Bohrung entspricht. Es wird somit relativ wenig Energie extrahiert.

Geothermie wird auch zur Erhöhung der Kühlungsleistung angewendet. Der Einsatz eines Erdkollektors kann das zuvor in Zisternen gespeicherte Regenwasser vor dem Einsatz für die Dachbewässerung bei Dachbegrünungen und Verrieselungen bzw. Versprühungen abkühlen. Bei diesem Verfahren der Regenwassernutzung zirkuliert das Wasser von der Zisterne aus über ein Leitungssystem auf das Dach, kühlt dieses ab und wird über die Regenrinne zurück in die Zisterne geleitet.



## 5.1 Tegel Süd – Bestandsflächen

Unter Tegel Süd wird das Gelände des derzeitigen Zivilflughafens Otto Lilienthal ohne die Rollbahnen verstanden. Es weist eine Gesamtfläche von 95 ha auf. Von den zahlreichen Gebäuden (vgl. Kap 2.2.2) wird nach derzeitigem Stand mit Sicherheit das Terminal A (Hexagon) erhalten bleiben. Hier liegt das konkrete Nutzungsinteresse der Beuth-Hochschule für eine Erweiterung vor. Die übrigen Flächen und Gebäude sollen in eine industriell-gewerbliche Nutzung überführt werden.

### 5.1.1 Regenwasser

Im Folgenden wird aufbauend auf Vorschlägen von GMP, allgemeinen Überlegungen und der vorhandenen Infrastruktur die Verwendung des Regenwassers auf den Bestandsflächen behandelt.

#### **Vorschlag von GMP zur Umgestaltung des Terminals**

In Erweiterung und Aufwertung des Standortes wird von GMP der Neubau eines Konferenzgebäudes vorgeschlagen. Es soll inmitten des Terminals A auf der unteren Ebene entstehen.



Abb. 26: Konferenzsaal im Zentrum des neuen Parks (Quelle: aac – Academy for Architectural Culture; TXL+ – Eine Energie-Plus-Stadt)

Es ist vorgesehen, rings um das Gebäude eine Wasserfläche zu errichten, die zum einen das Wasserthema offensichtlich macht und sich somit zwanglos in die „Modellstadt Wasser TXL“ integriert. Zum anderen wertet sie das Terminalgelände ästhetisch auf und trägt durch Verdunstungskühle zum Wohlbefinden bei.

Zum Befüllen des Beckens sowie zum Ausgleich der Verdunstung während des Betriebs kann Regenwasser der Dachflächen verwendet werden. Mengenmäßig schlägt das benötigte Wasser danach kaum mehr zu Buche.

### **GI-Flächen im Bestandsgebiet Tegel Süd**

Die Einbeziehung des anfallenden Regenwassers bei den neu anzusiedelnden Betrieben kann momentan – vor Vorliegen von konkreten Rahmendaten – nur in Form von Modulen dargestellt werden. Der Umgang mit den anfallenden Niederschlagsmengen obliegt dem zu einem späteren Zeitpunkt zu erstellenden konkreten Wassermanagement-Konzept, das alle Faktoren des nachhaltigen Wassermanagements einschließt und die Mengen optimal für Ressourcen- und Energieeinsparung verteilt. Die besondere Qualität des Modellvorhabens liegt hier in einer ganzheitlichen integrierten Betrachtung der Einzelprojekte, die nach und nach in das Gesamtprojekt mit eingliedert werden können.

Die Dachflächen sollten vorzugsweise als Hartdach (nichtmetallische Dachhaut) oder Flachdach ausgeführt sein, um eine hohe Qualität des ablaufenden Regenwassers zu sichern.

Eine maximale Versiegelung in Tegel Süd von 80 Prozent entsprechend 76 ha von 95 ha würde einen Regenertrag von jährlich ca. 285.000 m<sup>3</sup> ermöglichen. Dieses Regenwasser steht nach einer Aufbereitung zur Verfügung für:

- die Nutzung als Toilettenspülwasser, Produktions- und Betriebswasser,
- die Bewässerung intensiv genutzter Freiflächen (z. B. Büro- und Gewerbeanlagen) und
- die Erhöhung der Verdunstung und damit zur Abkühlung.

Ein ggf. nicht nutzbarer Überschuss kann versickert oder in den Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal eingeleitet werden.

### **Realisierung**

Derzeit werden die Bestandsflächen im südlichen Bereich des Flughafens (Vorfeldflächen, Terminal A und D, Technikbereich, Verwaltung) über ein umfangreiches Regenwasserkanalnetz entwässert.

Eine komplette Umstellung dieser Entwässerung ist zum einen mit sehr hohen Kosten verbunden. Zum anderen ist die Realisierbarkeit insbesondere für die Vorfeldflächen auf Grund der Boden- und Grundwasserverhältnisse genehmigungsrechtlich fraglich.

Andererseits existiert bereits jetzt mit dem großen Kerosinabscheider eine Vorrichtung, mit der die Regenwasserabflüsse aufgefangen werden können. Das spezifische Volumen des Speicherbeckens (2.400 m<sup>3</sup>) beträgt bei einer angeschlossenen versiegelten Fläche von ca. 53 ha (aus Luftbildern digitalisiert) ca. 45 m<sup>3</sup>/ha. Für eine längerfristige Speicherung (z. B. im Sinne einer Zisterne) ist dieses Volumen nicht ausreichend. Es reicht aber für eine Zwischenspeicherung aus, sodass ein Großteil der Regenabflüsse mit einer Hebeanlage z. B. in ein Wasserbecken gepumpt werden kann.

Um das nutzbare Regenwasservolumen abschätzen zu können, wurde ein vereinfachtes Simulationsmodell mit der Software STORM (IPS) erstellt, in dem die versiegelte Fläche, das Abscheiderbecken, die Pumpe und ein nachgeschaltetes Wasserbecken abgebildet wurden. Im Ergebnis der Simulation können in Abhängigkeit der Pumpenleistung ca. 70 bis 80 Prozent des Jahresabflusses von ca. 200.000 m<sup>3</sup> gefasst werden. Das nicht über die Pumpen geförderte Regenwasser (bei Starkregen) wird über den vorhandenen Regenwasserkanal wie bisher in den Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal abgeleitet.

Bei einer Pumpenleistung von 50 l/s würden ca. 150.00 m<sup>3</sup> Regenwasser oder 75 Prozent der Zulaufmenge gepumpt werden können. Bei einer Förderhöhe von ca. 25 m wäre dazu eine Pumpe mit einer Leistung von ca. 22 kW notwendig, der jährli-

che Energieverbrauch würde etwa 18.500 kWh betragen, die Energiekosten würden bei 0,25 €/kWh<sub>el</sub> etwas unter 5.000 € liegen. Ob die im Abscheiderbecken vorhandenen Pumpen dazu weiter genutzt werden können, kann auf Grund fehlender Informationen derzeit nicht beantwortet werden.

Für die zusätzlich erforderliche Speicherung des Regenwassers wird ein offenes Wasserbecken vorgeschlagen. Dieses Becken müsste ein Volumen von ca. 20.000 m<sup>3</sup> haben, um die variablen Niederschlagszuflüsse soweit zu vergleichmäßigen, dass eine kontinuierliche Entnahme für die diversen Nutzungsmöglichkeiten (Toilettenspülung, Bewässerung, Betriebswasser) gewährleistet wäre. Eine unterirdische Speicherzisterne wäre prinzipiell auch möglich, aber erheblich teurer.

Ein eventuell möglicher Standort für ein derartiges Wasserbecken wäre das jetzige Parkdeck (P5) unter der Annahme, dass dieses bei einer späteren Nutzung des Geländes als Campus nicht mehr benötigt würde. Dieser Standort liegt in einer Geländemulde und wäre damit topografisch gut geeignet.

Selbstverständlich ist die Integration eines Wasserbeckens bei der Neugestaltung des Freiraumes zu berücksichtigen. Gestalterisch bietet eine offene Wasserfläche im Zufahrtbereich sicherlich viele Möglichkeiten.



Abb. 27: Messe München-Riem: Beispiel für eine Wasserfläche an einem Gewerbestandort (Quelle: Messe München International)

Ein weiterer Vorteil eines offenen Wasserbeckens besteht in ihrer Verdunstungsleistung. Diese erhöhte Verdunstung würde auch durch die Lage des Gebietes in einer Kaltluftschneise klimatisch positiv wirken.

### 5.1.2 Künftiger Wasserbedarf

Die Abschätzung der benötigten Wassermengen für die Versorgung des Bestandsgebietes Tegel Süd erfolgt auf Grund der unterschiedlichen Nutzungscharakteristika für die Beuth-Hochschule und die GE-/GI-Flächen gesondert.

**Beuth-Hochschule**

Nach dem bisherigen Stand des Planungsprozesses wird davon ausgegangen, dass der bestehende Terminal A (Hexagon) durch die Beuth-Hochschule genutzt werden wird. Hieraus lassen sich Schätzwerte für den Bedarf an Wasser und für die anfallenden Mengen und Qualitäten des Abwassers ableiten.

Ausgangswerte:

- 6.000 Studierende, Nutzung an 300 Werktagen für im Mittel 10 Stunden Aufenthaltszeit
- 500 Mitarbeiter, Nutzung an 300 Werktagen für im Mittel 10 Stunden Aufenthaltszeit
- ein Fünftel des Wasserbedarfs in Trinkwasserqualität erforderlich
- anfallendes Abwasser mit hohem Anteil an Sanitärabwasser (Toiletten), da Körperhygiene im privaten Bereich außerhalb der Hochschule anzunehmen ist
- keine nennenswerten Abwasserströme aus Laboren und Ähnlichem
- Flächenausdehnung 10 ha, davon 30 % Grünfläche bei mittlere Beanspruchung durch Nutzung

Ausgehend von Erfahrungswerten der Beuth-Hochschule (Zwolenski 1998: Diplomarbeit an der TFH-Berlin, heutige Beuth-Hochschule) kann der Wasserbedarf damit wie folgt eingeschätzt werden:

Tab. 2: Wasserbedarf der Erweiterung der Beuth-Hochschule

Verbraucher	Spezifisch		Gesamt		
	l/Pers * d	Personen	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d (300 Werktage)	m <sup>3</sup> /h (10 h/Tag)
Studenten	16,9	6.000,0	37.000	123,4	12,3
Mitarbeiter	40,0	500,0	7.300	24,3	2,4
Summe			44.300	147,7	14,8
davon Trinkwasser (Verzehr, Waschen)			8.900	29,5	3,0
davon Betriebs- wasser (sanitär)			35.400	118,2	11,8

Bewässerung	Spezifisch		Gesamt		
	l/m <sup>2</sup> * a	Fläche ha	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d (10 Wochen)	m <sup>3</sup> /h (10 h/Tag)
Grünfläche (mittel beansprucht)	150,0	3,0	4.500	64,3	6,4
Gesamtverbrauch			48.800	212,0	18,2

Auf Grund des hohen Anteils an Sanitärabwasser (Toiletten) wird nur wenig gering verschmutztes Abwasser (Grauwasser) zu erwarten sein.

Zu dem in Tab. 2 abgeschätzten Wasserbedarf ist die Löschwasserversorgung bereitzustellen. Nach DVGW-Regelwerk W 405 muss eine Menge von 192 m<sup>3</sup>/h für mind. 2 Stunden sicher bereitgestellt werden können. Dies übersteigt den mittleren Bedarf je Stunde erheblich, hat jedoch keinen Einfluss auf die Jahresmengen, da Löschwasser wenn überhaupt nur sehr selten benötigt werden sollte.

**GI-Flächen im Bestandsgebiet Tegel Süd**

Die künftigen GE-/GI-Flächen im Bestandsgebiet Tegel Süd umfassen die derzeit bebauten Flächen mit Ausnahme des Terminalgebäudes. Ihre Fläche wird mit 85 ha angenommen. Nach 2.3.3 ist von der Ansiedlung von Betrieben des produzierenden Gewerbes auszugehen. Die Betriebe werden von den Produktionsprozessen her voraussichtlich der Metallverarbeitung, der Elektrotechnik und der Kunststoffverarbeitung zuzuordnen sein.

Ausgangswerte:

- ca. 50 Beschäftigte je ha, insgesamt rund 4.250 Mitarbeiter, Nutzung an 300 Werktagen für im Mittel 10 Stunden Aufenthaltszeit
- maximal die Hälfte des Wasserbedarfs in Trinkwasserqualität erforderlich
- anfallendes Abwasser mit geringem Anteil an Sanitärabwasser (Toiletten), da betriebliche Prozesse sowie Körperhygiene (Duschen für Mitarbeiter aus der Produktion) als Quelle anzunehmen sind
- Belastung und Menge der Abwasserströme aus der Produktion in unbekanntem Maße
- Flächenausdehnung 85 ha, davon 20 % Grünfläche (geringe Beanspruchung durch Nutzung)

Es liegen Erfahrungswerte aus Hamburg (Michel et al. 2007) vor. Bei aller Vorsicht, insbesondere die breite Spreizung der Verbrauchswerte betreffend, kann der Wasserbedarf damit wie folgt eingeschätzt werden:

Tab. 3: Wasserbedarf des produzierenden Gewerbes

Verbraucher	Spezifisch		Gesamt		
	l/Pers * d	Personen	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d (300 Werktage)	m <sup>3</sup> /h (10 h/Tag)
Mitarbeiter	135	4.250	210.000	700	70,0
davon Trinkwasser (Verzehr, Waschen)			47.000	157	15,7
davon Betriebs- wasser (sanitär)			31.000	103	10,3
davon Betriebs- wasser (Produktion)			132.000	440	44,0

Bewässerung	Spezifisch		Gesamt		
	l/m <sup>2</sup> * a	Fläche ha	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d (10 Wochen)	m <sup>3</sup> /h (10 h/Tag)
Grünfläche (mittel beansprucht)	100	17	17.000	243	24,3
Gesamtverbrauch			227.000	943	94,3

Auch hier muss Löschwasser in einer Menge von 192 m<sup>3</sup>/h für mind. 2 Stunden sicher bereitgestellt werden können. Es gelten dieselben Anmerkungen wie zu Tab. 2. Unbekannt sind zum jetzigen Zeitpunkt die Qualitätsanforderungen an das Betriebswasser zur Produktion.

Der Anteil an gering verschmutztem Abwasser (sog. Grauwasser) dürfte auf Grund eines vermehrten Aufkommens von Abwasser aus der Körperhygiene und aus Produktionsprozessen deutlich höher liegen, als bei der Nutzung durch eine Hochschule.

Die Qualität des entstehenden betrieblichen Abwassers hängt sehr stark von den Produktionsprozessen ab und kann daher nicht sinnvoll benannt werden. Es ist jedoch auch in den zu erwartenden Produktionsprozessen (siehe oben) mit nicht unerheblichen Frachten in der Höhe von 1 bis 100 Einwohnergleichwerten je Beschäftigtem zu rechnen.

**Gesamtverbrauch im Bestandsgebiet Tegel Süd**

Der künftig sicherzustellende Gesamtverbrauch im Bestandsgebiet Tegel Süd ergibt sich aus der Addition des Bedarfs der Beuth-Hochschule und des produzierenden Gewerbes:

Tab. 4: Künftiger durchschnittlicher Wasserbedarf Bestandsfläche Tegel Süd

Bedarf für	Menge (m <sup>3</sup> /a)	Menge (m <sup>3</sup> /h)
Trinkwasser (Verzehr. Waschen)	55.900	18,7
Betriebswasser (sanitär)	66.400	21,8
Betriebswasser (Produktion)	132.000	44,0
Bewässerung	21.500	31,0
Summe	275.800	115,5

Es wird zugrunde gelegt, dass die beiden bestehenden Zuleitungen von je DN 300 mm weiterhin zur Verfügung stehen. Nach Auskunft der Flughafengesellschaft wurden im Jahr 2009 rund 200.000 m<sup>3</sup> Wasser auf dem Flughafen verbraucht. Diese Menge war in etwa zu gleichen Teilen auf die beiden Zuleitungen verteilt. Der daraus resultierende Durchfluss reichte knapp aus, eine Verkeimung der Leitungen zu vermeiden.

Wenn zu einem späteren Zeitpunkt genauere Abschätzungen des Wasserbedarfes und der Verteilung auf dem Gelände möglich sind, ist eine Rohrnetzberechnung durchzuführen. Diese betrachtet den Zustand im Rohrnetz für bestimmte Bemessungszustände und führt den Nachweis, dass auch bei Einhaltung eines Mindestdrucks im Versorgungsnetz die Löschwasserversorgung gewährleistet ist.

**5.1.3 Abwasser**

Kern des Konzeptes ist die Nutzung des Abwassers zur Energiegewinnung und der im Abwasser enthaltenen Pflanzennährstoffe. Die Umsetzung auf dem Gelände des Flughafens Tegel erfordert dafür entsprechende bauliche Voraussetzungen. Je nach der zukünftigen Nutzung müssen jedoch auf jeden Fall umfangreiche Umbaumaßnahmen durchgeführt werden, bei denen parallel (und damit kostengünstig) die Vo-

raussetzungen für Neuartige Sanitärsysteme geschaffen werden können. Das hier an erster Stelle zu betrachtende Szenario ist die Nutzung des Terminalgebäudes durch die Beuth-Hochschule.

Je nach Gegebenheit können dabei unterschiedliche Kombinationen der Sanitäreinrichtung, Stoffstromtrennung, Aufbereitung und Verwertung miteinander kombiniert werden. Für die Modellstadt Tegel sollten folgende Möglichkeiten in Betracht gezogen werden:

- Trennung in zwei Stoffströme (Grauwasser/Schwarzwasser)
- Nutzung von Wasserspartoiletten und/oder Vakuumtoiletten
- Einsatz von wasserlosen Urinalen
- ggf. Einsatz von Trockentoiletten in einigen ausgewählten Bereichen
- energetische Verwertung des Schwarzwassers in einer Biogasanlage, Nutzung der Gärreste zur Erzeugung von Humusersatz durch Entwässerung und Kompostierung bzw. durch eine Terra-Preta-Anlage, Einsatz in den örtlichen Parkanlagen und umliegenden Kleingartenkolonien
- Einbeziehung organischer Abfälle (Grünschnitt von den Parkflächen) in die Erzeugung von Biogas
- beispielhafte Produktion von Energieholz durch Kurzumtriebsanbau (Option)

Bei 6.000 Studenten und 500 Mitarbeitern können für die Beuth-Hochschule folgende Stoffströme abgeschätzt werden (vgl. Kap. 5.1.2):

- Grauwasser: ca. 30 m<sup>3</sup>/d
- Schwarzwasser: 40 bis 140 m<sup>3</sup>/d, je nach Toilettensystem, durch Sedimentation reduzierbar/aufkonzentrierbar auf ca. 20 m<sup>3</sup>/d
- Gelbwasser: bis 15 m<sup>3</sup>/d, je nach Einsatz von wasserlosen Urinalen

Hierzu wären die Abwasserströme aus der gewerblichen Nutzung (nur Mitarbeiter: Sanitär- und ggf. Küchenbereiche) zu rechnen, sodass für die Bestandsflächen insgesamt mit den folgenden Mengen zu rechnen ist:

- Grauwasser: ca. 187 m<sup>3</sup>/d
- Schwarzwasser: 75 bis 245 m<sup>3</sup>/d, je nach Toilettensystem, durch Sedimentation reduzierbar/aufkonzentrierbar auf ca. 35 m<sup>3</sup>/d
- Gelbwasser: bis 25 m<sup>3</sup>/d, je nach Einsatz von wasserlosen Urinalen

Als notwendige Maßnahmen zu nennen sind u. a.:

- Einsatz wassersparender Toiletten und wasserloser Urinale, eventuell Einsatz eines Vakuumtoilettensystems, wassersparende Armaturen
- getrennte Rohrleitungsführung für die Ableitung von Grau-, Schwarz- und Gelbwasser
- getrennte Rohrleitungsführung für die Zuleitung von Trink- und Brauchwasser
- dezentrale Auffangeinrichtungen für Gelbwasser inkl. Lagerung und Zuwegung für Transport
- Aufbereitungsanlage für Grauwasser (200 m<sup>3</sup>/d), z. B. bewachsener Bodenfilter mit ca. 1.500 m<sup>2</sup>, Langsandsfilter und UV-Desinfektion (Variante mit ausreichend Platz) oder Grauwasseraufbereitung mit Membranbelebung oder Wirbelbett (Variante mit wenig Platz)
- Biogasanlage für die Vergärung von Schwarzwasser und organischen Abfällen, bestehend aus Sedimentation für Schwarzwasser, mechanischer Aufbereitung für Bioabfälle, Beschickungseinrichtung, Gärreaktor, Nachvergärung/Lagerung, Entwässerung, Reaktorgröße je nach Toilettenart und Menge der zusätzlichen organischen Substrate z. B. je ca. 900 m<sup>3</sup> für Reaktor und Nachvergärer, Bio-

gaserzeugung bis ca. 1.400 m<sup>3</sup>/d, nutzbar z. B. in einem Blockkraftwerk mit 120 KW<sub>el</sub> (Strom-Produktion ca. 1,0 Mio. kWh pro Jahr), Platzbedarf ca. 900 m<sup>2</sup>

- Einrichtung und Erprobung einer Serviceeinrichtung zur Abholung von Inhalten aus Trockentoiletten, Einrichtung eines Kompostplatzes oder einer Terra-Preta-Station für Gärreste aus der Biogasanlage, Inhalte aus den Trockentoiletten und Grünabschnitte aus den Parkflächen (Flächenbedarf ca. 2.000 m<sup>2</sup>)

Vor dem Hintergrund, dass diverse Neuartige Sanitärsysteme bereits existieren, aber permanent weitere Entwicklungen hierzu erfolgen, wird für die Modellstadt Tegel vorgeschlagen, möglichst große Freiheitsgrade für zukünftige Entwicklungen zu schaffen. Dazu zählen u. a.:

1. Bei Um- und Neubauarbeiten der sanitären Einrichtungen von bestehenden und neuen Gebäuden sind möglichst wie bei dem NASS-Projekt der Berliner Wasserbetriebe in Stahnsdorf vier Leitungen (Grauwasser, Braunwasser, Gelbwasser, Vakuumleitung für Schwarzwasser) vorzusehen. Damit wäre (auch zu einem späteren Zeitpunkt) der Anschluss diverser Toilettenarten (Schwerkrafttoilette, Schwerkrafttrenntoilette, Vakuumtoilette) möglich.
2. Die Infrastrukturkanäle sollten beibehalten und je nach NASS-Konzept erweitert werden. Dadurch besteht die Möglichkeit, ggf. Leitungen um- oder hinzuzubauen je nach Entwicklungsstand der Techniken und Verfahren von NASS-Konzepten.
3. Eine zentrale Einrichtung für die Bereitstellung und das Management von Wässern diverser Qualitäten und für die Verwertung und Entsorgung der Abwässer zukünftiger Firmen auf diesem Gelände sollte geschaffen werden. Diese zentrale Stelle sollte auch den Einsatz von Bioabfällen, Grünschnitt und ggf. nachwachsenden Rohstoffen in der Biogaserzeugung managen (siehe Kap. 6).
4. Auf Grund eines NASS-Konzeptes wäre die Ansiedlung von Firmen für die Entwicklung und Produktion von Komponenten der NASS-Techniken vorteilhaft.

Bis entsprechende Techniken und Verfahren für NASS installiert sind, könnte das Abwasser wie bisher in das bestehende Abwassernetz eingeleitet werden.

Sollte sich die Beuth-Hochschule im gegenwärtigen Terminal ansiedeln, könnte u. a. von dieser Institution weiter an neuartigen Sanitärsystemen direkt vor Ort geforscht und diese in der Praxis weiterentwickelt werden. Bei einer Umsetzung eines NASS-Konzeptes in Tegel könnte dies auch als Demonstrationsprojekt für national und international Interessierte dienen.

Die Behandlung des betrieblichen Abwassers kann derzeit nicht konzeptioniert werden, da Mengen und Qualitäten nicht bekannt sind. So können auch die Konsequenzen der Anwendung der einschlägigen Verordnungen wie Indirekteinleiterverordnung und VAWS Berlin nicht benannt werden. Das Gebiet bietet die Chance, das betriebliche Abwasser ggf. einer Vorbehandlung zu unterziehen, um eine störungsfreie Behandlung in den Kläranlagen der BWB zu gewährleisten. Dies kann für das gesamte Gebiet gemeinsam angeboten werden, sodass die einzelnen Betreiber entlastet werden können. Eine Online-Kontrolle der Toxizität für die Abwasserbehandlung bietet sich auf Grund der Größenordnung des angeschlossenen Gebietes an.

#### 5.1.4 Versorgung und Entwässerung des Gebietes (Bestand)

Die in Kapitel 4.2 abgegrenzten Optionen für eine Versorgung sind anhand der Abschätzungen des Bedarfes (siehe Kap. 5.1) hinsichtlich ihrer Realisierungsmöglichkeiten zu prüfen.

- **Beuth-Hochschule**

*Option a) Versorgung ausschließlich aus dem öffentlichen Netz*

Der Bedarf für die Versorgung der Erweiterung der Beuth-Hochschule beträgt mit rund 48.800 m<sup>3</sup>/a nur etwa ein Viertel des derzeitigen Verbrauchs. Hierfür wäre damit bereits eine der beiden Leitungen DN 300 völlig ausreichend.

Dies gilt auch für die Bereitstellung von Löschwasser, auch hier kann der Bedarf von 192 m<sup>3</sup>/h ohne Druckverlust aus einer der beiden Leitungen gespeist werden.

Fazit:

Die Versorgung ist ohne weitere Maßnahmen aus dem vorhandenen Anschluss an das öffentliche Trinkwassernetz möglich. Um eine Verkeimung zu vermeiden, ist eine Querschnittsverengung der Zuleitungen zu erwägen, falls die Beuth-Hochschule zunächst der einzige Verbraucher auf dem Gelände sein sollte (vgl. 5.2.7). Diese kann mit modernen Verfahren reversibel gestaltet werden.

*Option b) Nutzung von Regenwasser als Betriebswasser*

Der Bedarf an Betriebswasser für Toilettenspülungen sowie für Bewässerungszwecke ist mit 39.900 m<sup>3</sup>/a anzusetzen. Dies entspricht weniger als einem Drittel des derzeit gefassten und sinnvoll nutzbaren Niederschlagswassers der Bestandsfläche (150.000 m<sup>3</sup>/a, siehe Kap. 5.1.1). Ein sich aus jahreszeitlichen Niederschlagschwankungen ggf. ergebender Fehlbedarf kann aus dem Trinkwassernetz gedeckt werden.

Fazit:

Die Versorgung mit Betriebswasser aus dem vor Ort anfallenden Regenwasser ist möglich. Sie erfordert eine Aufbereitung, eine Speicherung und ein zweites Leitungssystem.

*Option c) zudem Nutzung des anfallenden Grauwassers*

Bei einer Hochschule sind nur vergleichsweise geringe Mengen an Grauwasser aus Handwaschbecken und Küchenbereichen zu erwarten, da die Hauptmenge des Grauwassers in Haushalten bei der Körperhygiene (Duschen/Baden) anfällt.

Fazit: Die Nutzung des Grauwassers der Beuth-Hochschule allein steht voraussichtlich in keinem sinnvollen Verhältnis zum erforderlichen Aufwand.

*Option d) zudem Nutzung des anfallenden Prozesswassers aus der Produktion*

Prozesswasser aus der Produktion fällt bei der Nutzung durch eine Hochschule nicht an.

Fazit:

Vorzugsvariante bei alleiniger Ansiedlung der Beuth-Hochschule ist nach diesen Überlegungen Variante b).

- **Industriell-gewerbliche Nutzungen auf Bestandsflächen**

*Option a) Versorgung ausschließlich aus dem öffentlichen Netz*

Der Bedarf für die Versorgung des anzusiedelnden produzierenden Gewerbes ist voraussichtlich mit rund 229.600 m<sup>3</sup>/a etwas höher als der derzeitige Verbrauch. Hierfür wäre jedoch bereits eine der beiden Leitungen DN 300 völlig ausreichend.

Dies gilt auch für die Bereitstellung von Löschwasser, auch hier kann der Bedarf von 192 m<sup>3</sup>/h ohne Druckverlust aus einer der beiden Leitungen gespeist werden.

Fazit:

Die Versorgung ist ohne Weiteres aus dem vorhandenen Anschluss an das öffentliche Trinkwassernetz möglich.

#### *Option b) Nutzung von Regenwasser als Betriebswasser*

Der Bedarf an Betriebswasser für Toilettenspülungen und Bewässerungszwecke ist mit etwa 48.000 m<sup>3</sup>/a anzusetzen. Für den Bedarf an Betriebswasser für die Produktion (insgesamt 132.000 m<sup>3</sup>/a) wird angenommen, dass auf Grund der Qualitätsanforderungen die Hälfte aus Regenwasser gedeckt werden kann. Daraus folgt insgesamt ein Bedarf an Betriebswasser von 114.000 m<sup>3</sup>/a. Dies entspricht etwa zwei Dritteln des derzeit gefassten und sinnvoll nutzbaren Niederschlagswassers der Bestandsfläche (150.000 m<sup>3</sup>, siehe Kap. 5.1.1). Hierzu wäre ggf. der Ablauf weiterer versiegelter Flächen zu rechnen, die bislang im Bestandsgebiet noch nicht an das Regenentwässerungssystem angeschlossen sind. Ein sich aus jahreszeitlichen Niederschlagsschwankungen ggf. ergebender Fehlbedarf kann aus dem Trinkwassernetz gedeckt werden.

Fazit:

Die Versorgung mit Betriebswasser aus dem vor Ort anfallenden Regenwasser ist möglich. Sie erfordert eine Aufbereitung, eine Speicherung und ein zweites Leitungssystem.

#### *Option c) zudem Nutzung des anfallenden Grauwassers*

Gering verschmutztes Grauwasser aus Handwaschbecken, Duschen und Küchenbereichen ist in der Größenordnung von 47.000 m<sup>3</sup>/a zu erwarten. Eine Aufbereitung in einer Pflanzenkläranlage und die Nutzung zur Bewässerung können einen spürbaren Beitrag zur Versorgung leisten.

Fazit:

Die Nutzung des Grauwassers ist voraussichtlich eine sinnvolle Option.

#### *Option d) zudem Nutzung des anfallenden Prozesswassers aus der Produktion*

Es ist mit insgesamt bis zu 132.000 m<sup>3</sup> Prozesswasser aus der Produktion im Jahr zu rechnen. In welchem Maße und mit welchem Aufwand es für eine Wiederverwendung auf dem Gebiet zur Verfügung steht, kann ohne Kenntnis der Produktionsabläufe nicht vorhergesehen werden.

Fazit:

Vorzugsvariante für die industriell-gewerblich genutzten Flächen (Bestandsgebiet) nach diesen Überlegungen ist Variante c).

### • **Vorzugsvariante Bestandsgebiet**

Die Kombination der Überlegungen zur Wasserversorgung im Bestandsgebiet zeigt:

- Es werden gegenüber einer konventionellen Lösung deutlich geringere Mengen Trinkwasser aus dem öffentlichen Netz zu beziehen sein.
- Eine Nutzung des Regenwassers aus dem Gebiet kann den Bedarf an Betriebswasser für Toilettenspülungen und für Bewässerung decken.

- Zudem kann aus dem Regenwasser des Gebietes Betriebswasser für Produktionszwecke gewonnen werden.
- Das Grauwasser aus der Körperhygiene kann sinnvoll im Gebiet aufbereitet und genutzt werden.
- Die Wiederverwendung des Abwassers aus Produktionsprozessen kann zur Zeit nicht geprüft werden.

Es ergeben sich folgende Wasserströme:

A) Regenwasser im Bestandsgebiet (in m<sup>3</sup>/a):

bisher gefasstes Regenwasser	150.000
noch zu aktivierender Regenablauf	56.600
<b>Summe Regenablauf nutzbar:</b>	<b>206.600</b>
Davon eingesetzt für:	
Betriebswasser für sanitäre Zwecke	66.400
Betriebswasser für Produktion (50 % von 132.000)	66.000
Bewässerung	21.500
Verdunstung	3.000
<b>Summe</b>	<b>156.900</b>
Überschuss (nutzbar für Verdunstung, Versickerung)	49.700
Überschuss (Ableitung)	70.000

B) Versorgung aus dem Netz der BWB (in m<sup>3</sup>/a):

Trinkwasser	55.900
Betriebswasser für Produktion (50 % von 132.000)	66.000
<b>Summe</b>	<b>121.900</b>

C) Abwasser:

Herkunft	m <sup>3</sup> /a	Behandlung/Ableitung
Grauwasser aus Trinkwasser Sammlung in Schwerkraftsystem	55.900	Behandlung in einer Pflanzenkläranlage, Ablauf ggf. für Bewässerung nutzbar oder Ableitung in den Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal alternativ: Ableitung in Kanalisation der BWB
Schwarzwasser aus Betriebswasser sanitär Sammlung in kombinierter Vakuum- und Druckentwässerung	66.400	Anaerob-Reaktor (Biogas), Gärreste zu Düngesubstrat (Terra Preta) weiterverarbeiten; Ablauf aus Terra-Preta-Anlage in Pflanzenkläranlage reinigen, Ablauf ggf. für Bewässerung nutzbar oder Ableitung in den Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal oder: Ableitung des Ablaufes Anaerob-Reaktor/ Terra-Preta-Anlage in Kanalisation der BWB

(Fortsetzung Abwasser Tegel Süd Bestand)

Abwasser aus Produktion	132.000	Rückführung in Prozess oder: Behandlung in einer Pflanzenkläranlage, Ablauf ggf. für Bewässerung nutzbar oder Ableitung in den Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal oder: Anaerob-Reaktor (Biogas) oder: Kanalisation der BWB
-------------------------	---------	---

Es zeigt sich, dass dem Bezug von 121.900 m<sup>3</sup>/a Trinkwasser aus dem Netz der BWB ein Überschuss an nutzbarem Wasser auf dem Gebiet gegenübersteht. Neben einem Überschuss an Regenwasser von 49.700 m<sup>3</sup>/a kann unter optimalen Bedingungen der gesamte Abwasseranfall des Gebietes von 254.300 m<sup>3</sup>/a nutzbar gemacht werden.

Hiervon können nach dem Stand der Technik die Aufbereitung des Grauwassers und des Schwarzwassers (122.300 m<sup>3</sup>/a) als gesichert angesehen werden, sodass mit mindestens 172.000 m<sup>3</sup>/a auf dem Gebiet nutzbarem Wasser zu rechnen ist.

Die in die Kanalisation der BWB abzuleitende Menge entspricht mit 132.000 m<sup>3</sup>/a in etwa der Menge des zu erwartenden Trinkwasserbezugs.

## 5.2 Erweiterungsflächen Tegel Süd

Nördlich des Bestands des derzeitigen Zivilflughafens Tegel sind im FNP im Bereich der heutigen Rollfelder weitere GI-Flächen im Umfang von 88 ha ausgewiesen. Weitere künftige GI-Flächen finden sich östlich des Flughafens zum Kurt-Schuhmacher-Damm hin (17 ha). Damit sind insgesamt weitere 105 ha im FNP für die industriell-gewerbliche Nutzung ausgewiesen (Abb. 25).

### 5.2.1 Regenwasser

Für die Abschätzung des Regenwasseranfalls im Bereich der Erweiterungsflächen Tegel Süd wird für die geplanten 105 ha von einer maximalen Versiegelung von 80 Prozent ausgegangen. Bei einem Nettoniederschlag von ca. 390 mm/a (mittlerer Abflussbeiwert von 70 %) resultiert daraus ein Jahresniederschlagsabfluss von ca. 330.000 m<sup>3</sup>.

Die Summe der Spitzenabflüsse bei einem typischen Bemessungsregen (Dauer D=15 min, Wiederkehrzeit T=5 Jahre, Regenspende r=180 l/s \* ha) wird in der Größenordnung von 15.000 l/s liegen. Eine konventionelle Regenwasserkanalisation auf diese Abflussspitzen auszulegen, ist schon aus rein ökonomischer Sicht wenig sinnvoll.

Entsprechend den in Kapitel 4.1 vorgeschlagenen Modulen wird für die Erweiterungsflächen Tegel Süd eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung mit den Komponenten Nutzung, Verdunstung und Versickerung vorgeschlagen. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht sollte dabei auf einen möglichst großen Anteil der Verdunstung orientiert werden (siehe auch Kapitel 5.1). Maßnahmen mit einer positiven Wirkung auf die Verdunstung sind unter anderem

- Dachbegrünungen, Fassadenbegrünungen,
- Teiche, Wasserbecken oder andere Wasserflächen,
- Feuchtbiotope (sogenannte „constructed wetlands“) und

- mit Regenwasser gespeiste Bewässerungssysteme z. B. auch für Gründächer

Die Überläufe aus diesen Anlagen sollten möglichst breitflächig über die belebte Bodenzone versickert werden.

Eine Vorgabe bestimmter Techniken erscheint derzeit wenig sinnvoll, da keine konkreten Vorstellungen über Grundstückszuschnitte und Nutzungen bestehen. Jedoch sollten entsprechende Vorgaben zur Ausgestaltung der Dächer gemacht werden (Harddach mit nichtmetallischer Dachhaut, Flachdach).

Um dennoch die wasserwirtschaftlichen Ziele sicherstellen zu können, wird vorgeschlagen, die Wasserbilanz des unbebauten Zustandes (siehe Kapitel 2.1.2) als Planungsvorgabe z. B. in den Bebauungsplan und/oder die Kaufverträge aufzunehmen. Damit bleiben den Investoren bzw. deren Planern große Freiheitsgrade für die Realisierung des Regenwassermanagements.

Für die anzustrebende Nutzung des vor Ort anfallenden Regenwassers (Kap. 5.3.4) ist eine Aufbereitung und Speicherung in einem oder mehreren offenen Reservoirien (Teich oder Wasserbecken) mit einem Volumen von 15.000 bis 20.000 m<sup>3</sup> erforderlich. Prinzipiell ebenfalls mögliche unterirdische Zisternen wären erheblich teurer. Die Speicherung sollte möglichst zentral zwischen den bzw. am Rande der Neubauten liegen, um eine Verteilung über kurze Wege zu ermöglichen. Das Regenwasser kann eingesetzt werden als

- Betriebswasser für sanitär Zwecke (Toilettenspülungen),
- Betriebswasser für die Produktion (fakultativ) und
- zur Bewässerung der Grünflächen im Gebiet

Das Regenwasser wird als lokale Wasserquelle wie im Bestandsgebiet Tegel Süd in Kapitel 5.3.4 in die Versorgung einbezogen. Zumindest in Teilen steht es nach einer Aufbereitung für die oben angesprochenen Maßnahmen der Verdunstung zur Verfügung.

Für die Verkehrsflächen wird eine möglichst breitflächige Versickerung über eine mindestens 30 cm starke belebte Bodenzone vorgeschlagen.

## 5.2.2 Künftiger Wasserbedarf

Es gelten die gleichen Annahmen wie bereits in 5.1.2 für die gewerblichen Flächen angeführt.

Ausgangswerte:

- ca. 50 Beschäftigte je ha, insgesamt rund 5.250 Mitarbeiter, Nutzung an 300 Werktagen für im Mittel 10 Stunden Aufenthaltszeit
- maximal die Hälfte des Wasserbedarfs in Trinkwasserqualität erforderlich
- anfallendes Abwasser mit geringem Anteil an Sanitärabwasser (Toiletten), da betriebliche Prozesse sowie Körperhygiene (Duschen für Mitarbeiter aus der Produktion) als hauptsächliche Quelle anzunehmen sind
- Belastung und Menge der Abwasserströme aus der Produktion in unbekanntem Maße
- Flächenausdehnung 105 ha, davon 20 % Grünfläche (geringe Beanspruchung durch Nutzung)

Es liegen Erfahrungswerte aus Hamburg (Michel et al. 2007) vor. Bei aller Vorsicht, insbesondere die breite Spreizung der Verbrauchswerte betreffend, kann der Wasserbedarf damit wie folgt eingeschätzt werden:

Tab. 5: Wasserbedarf des produzierenden Gewerbes

Verbraucher	Spezifisch		Gesamt		
	l/Pers * d	Personen	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d (300 Werktage)	m <sup>3</sup> /h (10 h/Tag)
Mitarbeiter	135	5.250	258.800	862,3	86,2
davon Trinkwasser (Verzehr, Waschen)			57.500	191,6	19,2
davon Betriebswas- ser (sanitär)			38.300	127,8	12,8
davon Betriebswas- ser (Produktion)			163.000	542,9	54,3

Bewässerung	Spezifisch		Gesamt		
	l/m <sup>2</sup> * a	Fläche ha	m <sup>3</sup> /a	m <sup>3</sup> /d (10 Wochen)	m <sup>3</sup> /h (10 h/Tag)
Grünfläche (mittel beansprucht)	100,0	38,0	21.000	300,0	30,0
Gesamtverbrauch			279.800	1.162	116,2

Unbekannt sind zum jetzigen Zeitpunkt die Qualitätsanforderungen an das Betriebswasser zur Produktion.

Wie bereits für die gewerblichen Flächen im Bestandgebiet (Kap. 5.1) wird der Anteil gering verschmutzten Abwassers (Grauwasser) auf Grund eines vermehrten Aufkommens von Abwasser aus der Körperhygiene (Mitarbeiterduschen) und aus Produktionsprozessen relativ hoch eingeschätzt.

Die Qualität des entstehenden betrieblichen Abwassers hängt sehr stark von den Produktionsprozessen ab und kann daher nicht sinnvoll benannt werden. Es ist jedoch auch in den zu erwartenden Produktionsprozessen (siehe oben) mit nicht unerheblichen Frachten in der Höhe von 1 bis 100 Einwohnerequivalenten je Beschäftigtem zu rechnen.

Auch hier gelten die bereits unter 5.1.2 gemachten Ausführungen zum Löschwasser.

### 5.2.3 Abwasser

Das in Kapitel 5.1.3 vorgestellte Konzept für die Abwasserbehandlung und -verwertung beinhaltet auch die Erweiterungsflächen.

### 5.2.4 Versorgung und Entwässerung des Gebietes (Erweiterungsflächen)

Wie bereits unter 5.1.5 wird auch hier zugrunde gelegt, dass die beiden bestehenden Zuleitungen von je DN 300 mm weiterhin zur Verfügung stehen. Die in Kap. 4.2 abgegrenzten Optionen für eine Versorgung sind anhand der Abschätzungen des Bedarfes (5.2.2) auf ihre Realisierungsmöglichkeiten zu prüfen.

#### *Option a) Versorgung ausschließlich aus dem öffentlichen Netz*

Der Bedarf für die Versorgung der künftigen gewerblich-industriell genutzten Flächen beträgt mit rund 279.800 m<sup>3</sup>/a fast das Anderthalbfache des derzeitigen Verbrauch. Aus dem Stundenbedarf ergibt sich ein Durchfluss von 60 l/s, der bereits aus einer der beiden Leitungen DN 300 ohne Druckverlust gedeckt werden kann.

Dies gilt auch für eine ggf. zusätzliche Bereitstellung von Löschwasser, auch hier kann der Bedarf von 192 m<sup>3</sup>/h ohne Druckverlust aus einer der beiden Leitungen gespeist werden. Damit sind die vorhandenen Leitungen ausreichend, auch die gleichzeitige Versorgung der in Kap. 5.1 als Bestandsgebiete beschriebenen Flächen (Beuth-Hochschule und gewerbliche Flächen) wäre dadurch nicht gefährdet (insgesamt erforderlich: 555.600 m<sup>3</sup>/a ohne Löschwasser).

#### **Fazit:**

Die Versorgung ist ohne weiteres aus dem vorhandenen Anschluss an das öffentliche Trinkwassernetz möglich. Ob zur Vermeidung einer Verkeimung der Zuleitungen eine rückbaubare Querschnittsverengung der Zuleitungen zu erwägen ist, hängt vom zeitlichen Rahmen der Ansiedlung von Betrieben ab.

#### *Option b) Nutzung von Regenwasser als Betriebswasser*

Der Bedarf an Betriebswasser ergibt sich aus dem Bedarf für die Toilettenspülung, die Bewässerung von Grünflächen und dem Einsatz in der Produktion. Unter der Annahme, dass auf Grund der spezifischen Qualitätsanforderungen die Hälfte des für die Produktion benötigten Betriebswasser aus Regenwasser gespeist werden kann, folgt ein Bedarf an Betriebswasser von 140.800 m<sup>3</sup>/a. Dies entspricht ca. 45 Prozent des Regenablaufes aus den neu zu erschließenden Flächen (Kap. 5.2.1).

#### **Fazit:**

Die Versorgung mit Betriebswasser aus dem vor Ort anfallenden Regenwasser ist möglich. Sie erfordert eine Aufbereitung, eine Speicherung und ein zweites Leitungssystem. Je nach Qualitätsanforderungen der Produktionsprozesse sind zudem weitere Aufbereitungsschritte erforderlich, die jedoch unter dem Aufwand für die Aufbereitung von Trinkwasser aus dem Netz liegen können.

#### *Option c) zudem Nutzung des anfallenden Grauwassers*

Auf den neu zu erschließenden GE/GI-Flächen werden voraussichtlich 57.500 m<sup>3</sup>/a gering verschmutzten Grauwassers aus Handwaschbecken, Duschen und ggf. Küchen anfallen.

#### **Fazit:**

Aus diesen Überlegungen kann bei aller Vorsicht gefolgert werden, dass die Nutzung von Grauwasser erwogen werden sollte. Das Grauwasser sollte hier als Toilettenspülwasser zum Einsatz kommen, da davon keine Komplikationen für den Produktionsprozess ausgehen.

#### *Option d) zudem Nutzung des anfallenden Prozesswassers aus der Produktion*

Es ist insgesamt mit einem Abwasseranfall aus der Produktion (Prozessabwasser) von 163.000 m<sup>3</sup>/a zu rechnen. Über die Qualität kann derzeit keine Aussage gemacht werden, solange keine konkreten Ansiedlungswünsche bekannt sind.

#### **Fazit:**

Die Nutzung von Prozesswasser sollte erneut geprüft werden, wenn konkretere Annahmen möglich sind. Prozessabwasser kann ggf. als Betriebswasser für Produkti-

onszwecke eingesetzt werden, soweit es die Qualität des Abwassers und die Anforderungen an das Betriebswasser sinnvoll möglich erscheinen lassen.

Eine Vorzugsvariante ist nach diesen Überlegungen nicht klar benennbar, da die tatsächlichen Wasserströme zu stark von der Nutzung abhängen. Es sind daher Vorkehrungen zu treffen, die die Einbeziehung von Regenwasser, die Grauwassernutzung und das Prozesswasserrecycling auch im Verbund zwischen Betrieben ermöglichen. Es ergeben sich die folgenden Wasserströme:

A) Regenwasser aus dem Gebiet (in m<sup>3</sup>/a):

zu aktivierender Regenablauf	240.000
Davon eingesetzt für:	
Betriebswasser für sanitäre Zwecke	38.300
Betriebswasser für Produktion (50 % von 163.000)	81.500
Bewässerung	21.000
Verdunstung aus Speicherbecken	3.000
<b>Summe</b>	<b>143.800</b>
Überschuss (nutzbar für Verdunstung, Versickerung)	96.200
Überschuss bei Starkregen (Versickerung)	80.000

B) Versorgung aus dem Netz der BWB (in m<sup>3</sup>/a):

Trinkwasser	57.500
Betriebswasser für Produktion (50 % von 163.000)	81.500
<b>Summe</b>	<b>139.000</b>

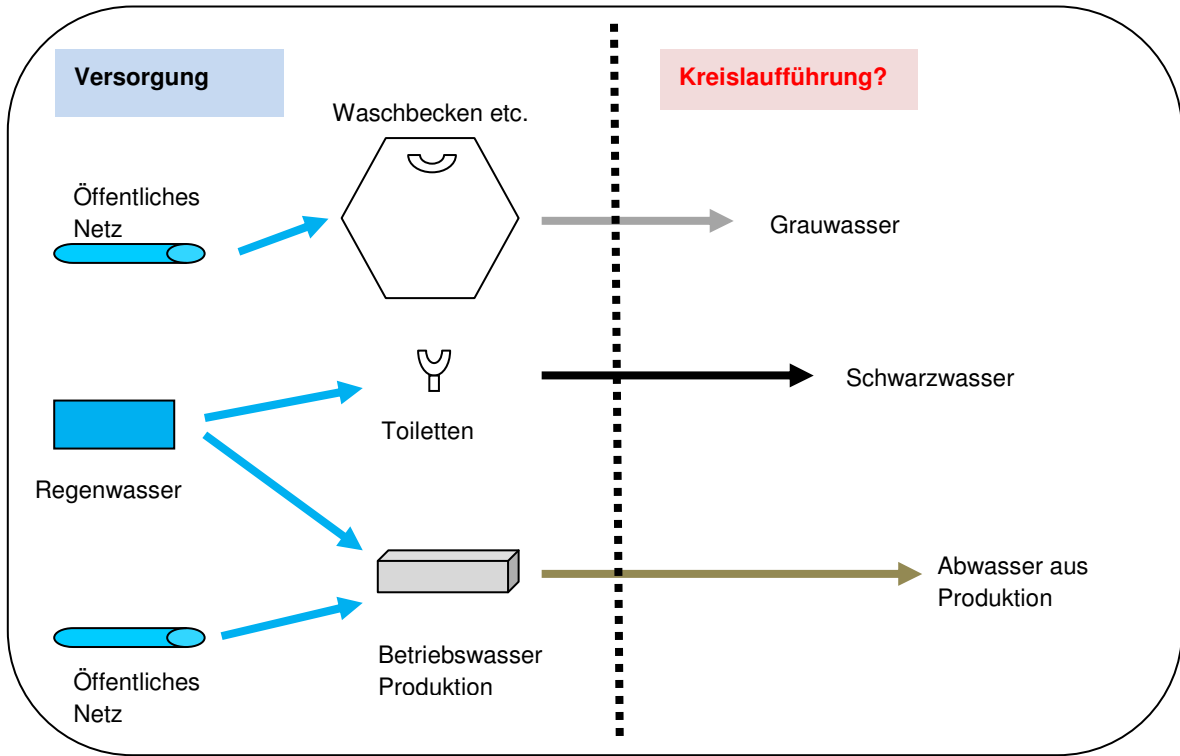


Abb. 28: Versorgung – Schema

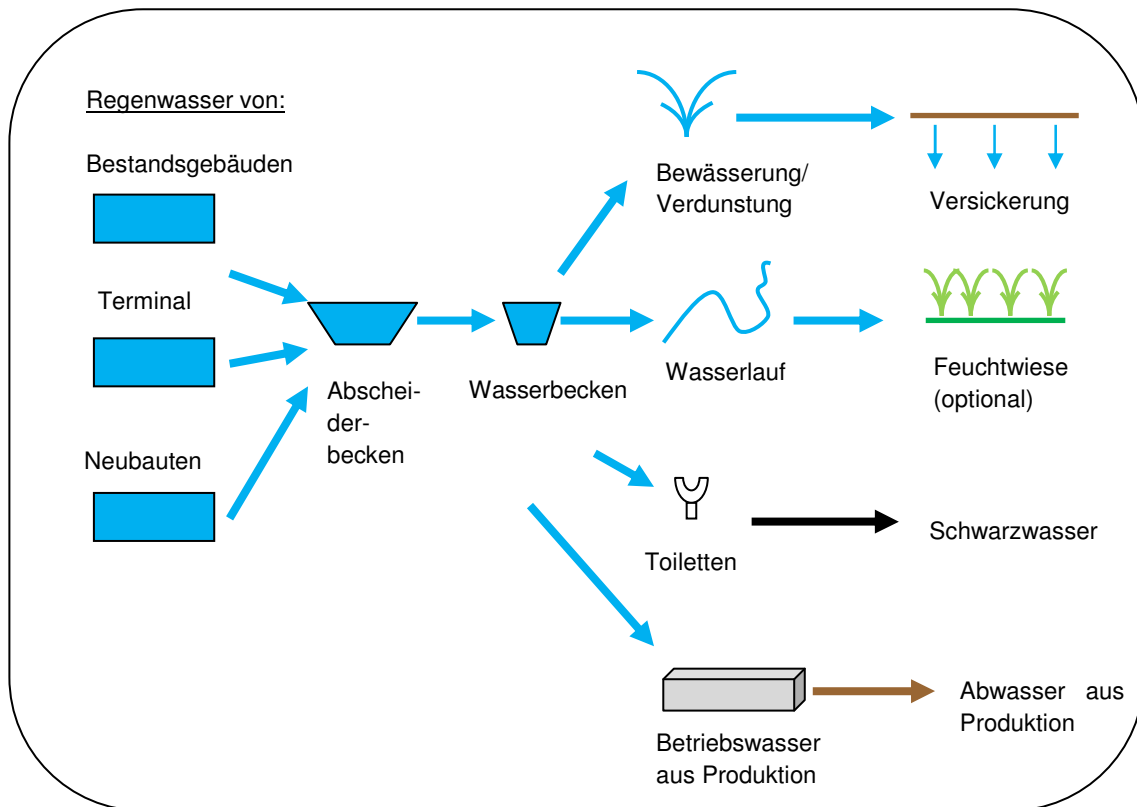


Abb. 29: Regenwassermanagement – Schema

C) Abwasser:

Herkunft	m <sup>3</sup> /a	Behandlung/Ableitung
Grauwasser aus Trinkwasser Sammlung in Schwerekraftsystem	57.500	Behandlung in einer Pflanzenkläranlage, Ablauf ggf. für Bewässerung nutzbar oder Ableitung in den Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal  alternativ: Ableitung in Kanalisation der BWB
Schwarzwasser aus Betriebswasser sanitär Sammlung in kombinierter Vakuum- und Druckentwässerung	38.300	Anaerob-Reaktor (Biogas), Gärreste zu Düngesubstrat (Terra Preta) weiterverarbeiten; Ablauf aus Terra-Preta-Anlage in Pflanzenkläranlage reinigen, Ablauf ggf. für Bewässerung nutzbar oder Ableitung in den Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal  oder: Ableitung des Ablaufes Anaerob Reaktor/Terra-Preta-Anlage in Kanalisation der BWB
Abwasser aus Produktion	163.000	Rückführung in Prozess  oder: Behandlung in einer Pflanzenkläranlage, Ablauf ggf. für Bewässerung nutzbar oder Ableitung in den Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal  oder: Anaerob-Reaktor (Biogas)  oder: Kanalisation der BWB

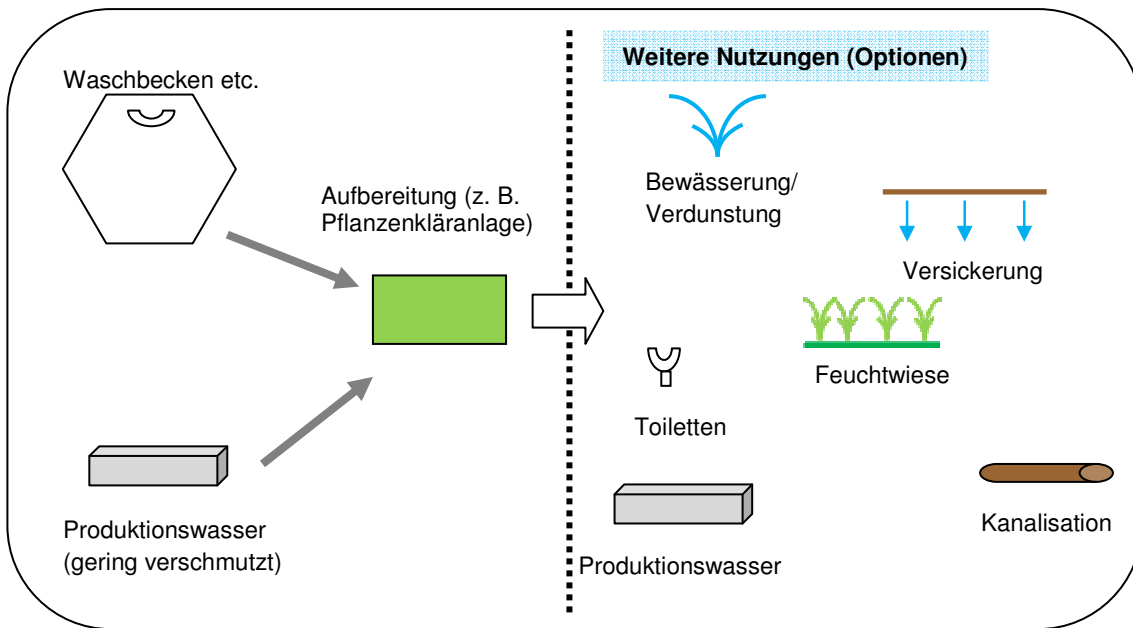


Abb. 30: Grauwassermanagement – Schema

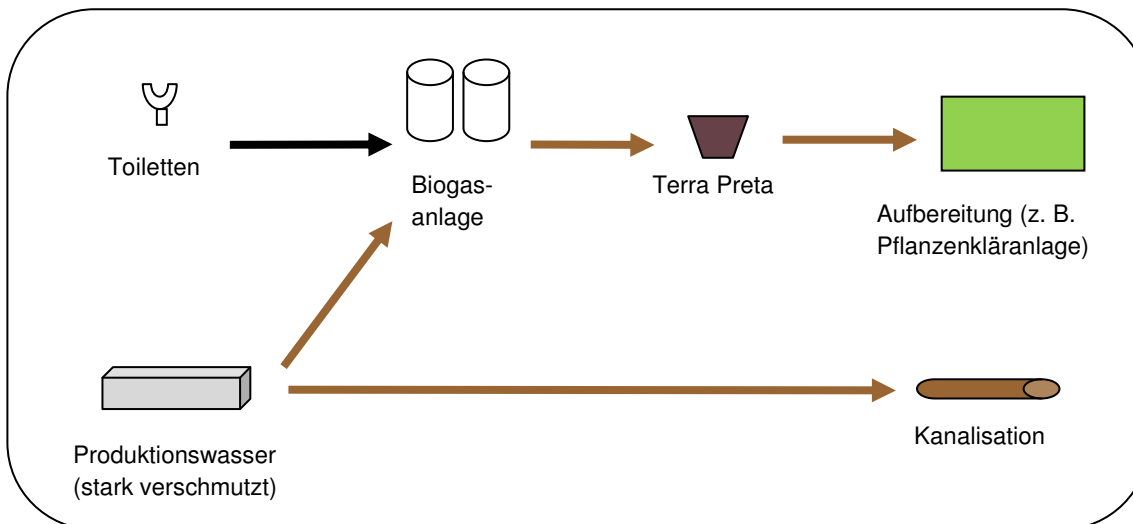


Abb. 31: Abwassermanagement – Schema

Es zeigt sich auch hier, dass dem Bezug von 139.000 m<sup>3</sup>/a Trinkwasser aus dem Netz der BWB ein Überschuss an nutzbarem Wasser auf dem Gebiet gegenübersteht. Neben einem Überschuss an Regenwasser von 96.200 m<sup>3</sup>/a kann unter optimalen Bedingungen der gesamte Abwasseranfall des Gebietes von 258.800 m<sup>3</sup>/a nutzbar gemacht werden.

Hiervon können nach dem Stand der Technik die Aufbereitung des Grauwassers und des Schwarzwassers (95.800 m<sup>3</sup>/a) als gesichert angesehen werden, sodass mit mindestens 192.000 m<sup>3</sup> auf dem Gebiet nutzbarem Wasser im Jahr zu rechnen ist.

Die in die Kanalisation der BWB abzuleitende Menge ist mit 163.000 m<sup>3</sup>/a etwas größer als die Menge des zu erwartenden Trinkwasserbezugs.

## 5.3 Tegel Nord – Bestandsflächen

Da derzeit keine konkreten Überlegungen für die Nutzung der Bestandsgebäude im Bereich Tegel Nord bestehen, können Vorschläge für das Wassermanagement nur in Form von Modulen entwickelt werden.

### 5.3.1 Regenwasser

Ein Schwerpunkt des Regenwassermanagements in Tegel Nord sollte die Verminderung der Stoffeinträge in den Flughafensee sein. Dies kann zum einen durch eine Reduzierung der Niederschlagsabflüsse, zum anderen durch eine Regenwasserbehandlung erfolgen.

Eine Reduzierung der Niederschlagsabflüsse durch Entsiegelung kommt dann in Betracht, wenn die Freiflächen im Zuge einer Umnutzung umgestaltet werden. Bleiben die Vorfeldflächen in ihrer jetzigen Form bestehen, bietet sich aus Kostengründen eher eine Beibehaltung der kanalgebundenen Entwässerung in Verbindung mit einer Regenwasserbehandlung an. Da die Abflüsse über den (abflusslosen) Flughafensee sowieso wieder dem lokalen Wasserhaushalt zugeführt werden, ist eine Versickerung auf diesen Flächen wasserwirtschaftlich unbedeutend.

Geprüft werden sollte die Abkopplung von Gebäuden (Dachflächen) in Kombination mit der Anlage von Regenwasserbewirtschaftungsanlagen. Der Schwerpunkt sollte dabei aus bereits genannten Gründen auf der Erhöhung der Verdunstung liegen.

Für die Regenwasserbehandlung sollten als Alternative bzw. Ergänzung zu zentralen End-of-Pipe-Anlagen (z. B. Bodenfilter), wie sie an anderen Stellen in Berlin bereits gebaut worden sind, auch dezentrale Behandlungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Berliner Unternehmen haben hier verschiedene Verfahren entwickelt (z. B. Innolet<sup>®</sup>, Innodrain<sup>®</sup>, Sedipipe<sup>®</sup>, etc.), die aber bislang in Berlin nur sehr eingeschränkt zur Anwendung gekommen sind. Gerade vor dem Hintergrund des „Showroom“-Gedankens bietet sich hier eine gute Möglichkeit, Berliner Expertise zu demonstrieren.

### 5.3.2 Versorgung

Inwieweit eine Anpassung der bestehenden Versorgung erforderlich ist, kann derzeit nicht beurteilt werden. Im Prinzip bieten sich hier dieselben Möglichkeiten wie in Kap. 5.1 beschrieben.

### 5.3.3 Abwasser

Das in Kap. 5.1.3 vorgestellte Konzept für die Abwasserbehandlung und -verwertung beinhaltet grundsätzlich auch die Bestandsflächen in Tegel Nord. Konkrete Vorschläge hierfür können erst entwickelt werden, wenn Überlegungen für die Nutzung der Bestandsgebäude vorliegen.

## 5.4 Infrastruktur und Bau

### ***Frischwasserzuleitung***

Es ist davon auszugehen, dass sich die Nachnutzung des großen Areals des ehemaligen Flughafens Tegel in einem längeren Prozess entwickeln wird. Daraus ergeben sich Konsequenzen für die bestehenden Trinkwasserzuleitungen. Diese beiden Leitungen mit DN 300 werden bereits jetzt im Betrieb des Flughafens in einem so geringen Maße genutzt, dass eine Verkeimung auf Grund der langen Standzeiten in den Rohrsystemen gerade eben vermieden werden kann. Ein Absinken des Verbrauches würde das Zuleitungssystem endgültig zu gering durchströmen. Da jedoch für die angestrebte intensive Nutzung des Gebietes ein Rückbau nicht sinnvoll ist, bietet es sich an, den Querschnitt der Zuleitungen temporär zu verringern. Entsprechende Systeme sind am Markt verfügbar. Sie ermöglichen das Einziehen einer Leitung mit geringerem Querschnitt dergestalt, dass diese später wieder entfernt werden kann. Die Infrastruktur kann somit erhalten werden.

### ***Infrastrukturkanäle***

Das beschriebene integrierte Konzept für Wasserversorgung, Regenwasserbewirtschaftung, Abwasserreinigung und Energiegewinnung erfordert eine flexible Infrastruktur. Es bietet sich daher an, die vorhandenen Infrastrukturkanäle im Bereich des Terminals und der westlichen Betriebsflächen des Flughafens zu erhalten. Es ist mit Sicherheit günstig, das Konzept der Infrastrukturkanäle auch auf die Neubauflächen entlang des noch zu entwickelnden Wegerasters auszubauen. Durch dieses Tunnelsystem können baubegleitend im Zuge der Erschließung der Gebäudekomplexe ohne Aufgrabungen die erforderlichen Ver- und Entsorgungssysteme installiert, nachgerüstet, erweitert oder ausgetauscht werden.

### ***Grabenlose Verfahren der Verlegung***

Wo Infrastrukturkanäle nicht möglich oder sinnvoll erscheinen, können grabenlose Verfahren der Rohrverlegung wie auch Sanierung vorhandener Leitungen eingesetzt werden, um bspw. Wasserhaltungsmaßnahmen zu vermeiden oder vorhandene Strukturen zu unterfahren.

### ***Grundwasserschutz bei Neubauten***

Der oberflächennahe Grundwasserstand wird insbesondere bei den neu zu errichtenden Bauten des produzierenden Gewerbes Grundwasserhaltungen erforderlich machen, auch wenn die Baugruben mittels Schlitzwänden oder Spundwänden zunächst abgegrenzt werden.

Je nach Lage können andere Gründungsverfahren wie Bohrpfahlgründungen oder das Abteufen von Senkkästen eingesetzt werden, die eine Grundwasserhaltung ggf. unnötig machen.

### **5.4.1 Konsequenzen aus dem vorgeschlagenen Konzept zu Versorgung und Ableitung**

Die in den Kapiteln zur Versorgung und Entwässerung des Gebietes beschriebenen Szenarien erfordern eine entsprechende Infrastruktur sowohl auf dem Gelände als auch in den Gebäuden selbst.

**Versorgung:**

a) Versorgung ausschließlich aus dem öffentlichen Netz

Hier sind die allgemein üblichen Leitungssysteme erforderlich:

- Zuleitung von Frischwasser
- Ableitung von Abwasser
- Ableitung von Regenwasser

b) Nutzung von Regenwasser als Betriebswasser

Hier sind zudem Aufbereitungs- und Leitungssysteme für das Regenwasser erforderlich:

- Sammlung von Regenwasser auf dem Gelände (im Bestandsgebiet bereits vorhanden)
- Aufbereitung von Regenwasser bspw. durch bewachsenen Bodenfilter
- Zwischenspeicherung des Regenwassers in offenem Wasserbecken oder unterirdischen Zisternen
- zweites Leitungssystem für Betriebswasser, aus dem Regenwasserreservoir zu speisen
- Ableitung bzw. Versickerung etwaigen überschüssigen Regenwassers

c) zudem Nutzung des anfallenden Grauwassers

Das Grauwasser wird bereits separat erfasst (siehe unten) und kann ggf. in gleicher Weise wie das Regenwasser aufbereitet werden. Es wird wie das Regenwasser unter b) als Betriebswasser genutzt. Es ist damit zusätzlich erforderlich:

- Aufbereitung des Grauwassers bspw. durch bewachsenen Bodenfilter

d) zudem Nutzung des anfallenden Prozesswassers aus der Produktion

Hier sind weitere Leitungssysteme und Aufbereitungstechniken erforderlich. Die Nutzung kann ggf. durch die Betriebswasserleitungen ermöglicht werden:

- Sammlung des Prozesswassers auf dem Gelände
- Aufbereitung des Prozesswassers

**Ableitung:**

Es wird durchgehend vorgeschlagen, dass Abwasser aus den Toiletten konzentriert und getrennt von den übrigen Abwasserströmen zu sammeln. Dies erfordert die Installation eines Vakuumentwässerungssystems zur Sammlung des Schwarzwassers. Es sollte für jedes Gebäude separat installiert werden, da Vakuumsysteme über größere Entfernungen störanfällig sind. Im Kellergeschoss kann das Schwarzwasser aus dem Vakuumsystem in eine Druckentwässerung in Richtung Biogasanlage übergeben werden.

Der Abfluss aus den vorgesehenen wasserlosen Urinalen kann entweder in die Druckentwässerung übergeben werden oder im Sammel tanks gelagert und zu einer externen Behandlung und Nutzung abgefahren werden.

Der Ablauf aus Waschbecken und Küchenbereichen wird in Schwerkraftentwässerung abgeführt und je nach Menge aufbereitet (bspw. in einem bewachsenen Bodenfilter) und genutzt oder in die öffentliche Kanalisation gegeben. Das hierfür benötigte Leitungssystem entspricht den gewohnten Installationen.

## 5.5 Freiflächen

Die vorliegende Machbarkeitsstudie zum Wassermanagement will keine Aussagen zur Gestaltung des Gebietes machen. Gleichwohl weist das dargelegte Konzept einige Bezüge zu den Freiflächen auf, die in Bezug auf Wassermanagement nach folgenden Kriterien zu unterteilen sind:

- Schützenswerte Flächen: Die nach Kriterien des Biotop- und Artenschutzes auf Grund ihrer besonderen Standortverhältnisse geschützten Flächen sind zu respektieren. Insbesondere die durch trockene Standortbedingungen gekennzeichneten Flächen der Rollfelder dürfen nicht durch künstliche Bewässerung verändert werden und stehen damit weder für Versickerungsmaßnahmen noch für die Gestaltung mit Wasserflächen zur Verfügung. Die Relikte ehemaliger Feuchtgebiete (Mäckeritzwiesen) können dagegen durch eine Aufleitung von Regenwasser ggf. aktiviert werden.
- Der Flughafenensee als einziges Oberflächengewässer erhält derzeit Einleitungen mit verunreinigtem Regenwasser. Hier ist eine Verbesserung der Situation anzustreben.
- Auf den Flächen der zukünftigen Trinkwasserschutzzone III bestehen besondere Anforderungen bei der Versickerung von Regenwasser.

Bei der Planung offener Becken und Wasserläufe sind daher gewisse Randbedingungen einzuhalten. Folgende Elemente zur Wasserbewirtschaftung auf den Freiflächen werden vorgeschlagen:

- großes Wasserbecken neben dem Terminal (Parkplatz) zur Speicherung für die Regenwassernutzung in der Toilettenspülung
- Regenwasserbecken am künftigen Konferenzgebäude (Terminal A)
- Versickerungsanlagen für Restversickerung sowie als Demonstrationsobjekte (Rigolenelemente, InnoDrain, etc.)
- Wasserläufe, die vom großen Regenbecken über das Gelände in Richtung Freiflächen nordwärts führen (optional)

Weitere Konsequenzen für die Freiflächennutzung ergeben sich aus dem Platzbedarf für die Biogasanlage und die Aufbereitung von Regenwasser sowie ggf. Grauwasser durch bewachsene Bodenfilter.

## 5.6 Auswirkungen auf das Grundwasser

Auf Grund der Lage im Einzugsgebiet des Wasserwerkes Tegel ist den Auswirkungen einer veränderten Versiegelung einschließlich der von Havarien ausgehenden Risiken erhöhte Aufmerksamkeit zu widmen. Diese möglichen Auswirkungen können mit modernen Methoden der mathematischen Modellierung der Grundwasserflüsse sehr zuverlässig beurteilt werden, wie es in den folgenden Texten der DHI-WASY GmbH (Mitglied von WaterPN) beschrieben ist. Die folgenden Ausführungen sind durch die freundliche Genehmigung der Berliner Wasserbetriebe ermöglicht, in deren Auftrag die Grundwassermodelle erstellt wurden, auf denen die Aussagen gründen (folgendes Kap. 5.5.1).

Die Grundwassermodelle können während der gesamten Nutzungszeit des Gebietes zur Beschreibung der Veränderungen und der Risiken eingesetzt werden. Dies bezieht sich auch auf die Modellierung von Grundwasserkontaminationen im Falle von Havarien, sodass geeignete Abwehrmaßnahmen eingeleitet werden können.

Die Betrachtung möglicher Auswirkungen ist gegliedert in Grundwasserneubildung, Grundwasserstände und Auswirkungen im Havariefall.

### 5.6.1 Auswirkungen auf die Grundwasserneubildung

Als Bestandteil des Verfahrens zur Umweltverträglichkeitsprüfung und des Bewilligungsverfahrens zur Grundwasserförderung und -anreicherung durch das Wasserwerk Tegel war eine Neubemessung der Trinkwasserschutzzonen vorzunehmen. Von den BWB wurde die DHI-WASY GmbH 2010 beauftragt, die Grundwasserströmungsmodellierung zur Neubemessung der Trinkwasserschutzzonen des Wasserwerks Tegel durchzuführen und die Ergebnisse dementsprechend zu dokumentieren.

Im Rahmen des Auftrages waren mit einem bereits vorhandenen 3D-FEFLOW-Modell (Abb. 32) entsprechende Förderszenarien zu berechnen und deren Ergebnisse zu dokumentieren. Das vorliegende Modell wurde durch die zuständigen Referate der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz als Arbeitsinstrument für die oben genannten Verfahren anerkannt.

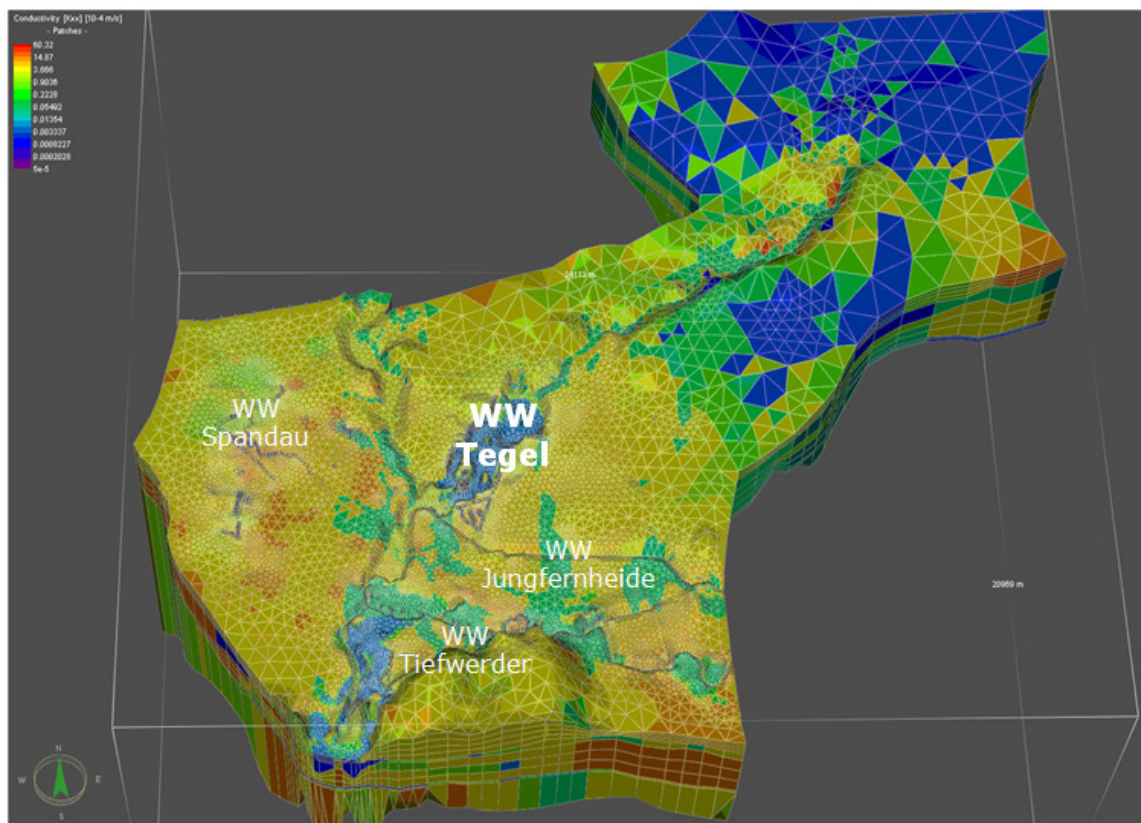


Abb. 32: Vorhandenes 3D-Grundwassermodell FEFLOW (Quelle: DHI-WASY GmbH)

Im Modellgebiet liegen neben dem Wasserwerk Tegel auch das Wasserwerk Spandau, das ehemalige Wasserwerk Jungfernheide sowie das Wasserwerk Tiefwerder (Galerien Nord und Süd) und 21 Industriefassungen. Diese benachbarten Wasserwerke bzw. -fassungen werden gemäß der Lage ihrer jeweiligen Förderbrunnen im Modell berücksichtigt.

Ein wesentlicher Teil des Auftrages bestand darin, eine stationäre Berechnung zur Bemessung der Trinkwasserschutzzonen III A und III B unter Berücksichtigung der mittleren Grundwasserneubildung, der mittleren Oberflächenwasserstände, einer Jahresfördermenge am Wasserwerk Tegel von 60,4 Mio. m<sup>3</sup> und einer jährlichen Grundwasseranreicherung von 20 Mio. m<sup>3</sup> zu berechnen. Ausgewertet wurden u. a.

die Isochronen<sup>G</sup> für die Fließzeiten von 1.000 Tagen, 10 Jahren, 12 Jahren und 30 Jahren und die Grenze des Grundwassereinzugsgebiets. Die Auswertung der Isochronen erfolgte separat für die einzelnen Fördergalerien und Grundwasserleiter (Grundwasserleiterkomplexe 1 und 2). Die Ermittlung der hydraulisch variablen Einzugsgebietsgrenzen der einzelnen Brunnengalerien erfolgte auf der Basis der Rückwärtsbahnlinien<sup>H</sup> und der Grundwassergleichen.

Die Grundwasserneubildung wurde entsprechend dem relativ aktuellen Kenntnisstand der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (Umweltatlas Berlin, Karte 02.17 Grundwasserneubildung, Ausgabe 2007, Modell ABIMO) angesetzt. Demnach beträgt das Gebietsmittel im Gesamtgebiet 116 mm/a.

Die im Rahmen der Modellstadt Tegel zu planenden Baumaßnahmen auf dem Flughafengelände, insbesondere die der Regenwasserversickerung und der Regenwasserableitung, werden das momentan vorhandene Dargebot, insbesondere die Grundwasserneubildung, beeinflussen. Die sich daraus ergebenden Änderungen der oben dargestellten Grundwassergleichen (und Isochronen bzw. Grundwassereinzugsgebiete) können bequem und adäquat mit dem vorliegenden Modell ermittelt und dokumentiert werden. Voraussetzung dafür ist lediglich, dass die zu versickern den Mengen bekannt sind. Da dies zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht im Detail möglich ist, wurde für die vorliegende Studie mit zwei Extremvarianten gerechnet. Ausgehend vom Strukturplan (Stand September 2010) wurden die geplanten Flächen digitalisiert und eine mittlere Grundwasserneubildung (GWN) zugewiesen. Für die nicht versiegelten Flächen erfolgte dies über eine Regionalisierung aus den umliegenden Gebieten. Für die versiegelten Flächen wurde eine Variante A mit kompletter Rückhaltung des Niederschlags (GWN beträgt 0 mm/a), bei der also keine Grundwasserneubildung auf dem Gelände angenommen wird, und eine Variante B mit nahezu kompletter Versickerung des Dargebotes (GWN beträgt 500 mm/a) aufbereitet, wie sie nur durch technische Verfahren der Versickerung erreichbar ist. In der Abbildung 33 sind die angesetzten Grundwasserneubildungsraten für den Ist-Zustand und die beiden genannten Varianten dargestellt.

In der Tabelle 6 sind die Dargebotsmengen (m<sup>3</sup>/a) auf dem Flughafengelände (Gesamtfläche von 5,04 km<sup>2</sup>) sowohl für den Ist-Zustand, als auch für die beiden Varianten A und B aufgelistet. Bereits jetzt wird damit deutlich, dass die dargestellten Unterschiede zum Ist-Zustand (maximal 733 000 m<sup>3</sup>/a) gegenüber der Gesamtfördermenge im Wasserwerk Tegel von ca. 60 Mio. m<sup>3</sup>/a eine untergeordnete Rolle spielen dürften.

Tab. 6: Dargebotsmengen

Ist-Zustand	Variante A: Rückhaltung	Variante B: Versickerung
795.678 m <sup>3</sup> /a	518.551 m <sup>3</sup> /a	1.529.271 m <sup>3</sup> /a

<sup>G</sup> Isochrone: Verbindungslinie der Punkte mit gleicher Fließzeit zu den Brunnen.

<sup>H</sup> Rückwärtsbahnlinien: Ermittlung der Fließverhältnisse von den Fassungszone n ausgehend zum Ursprung der Grundwasserströmung.

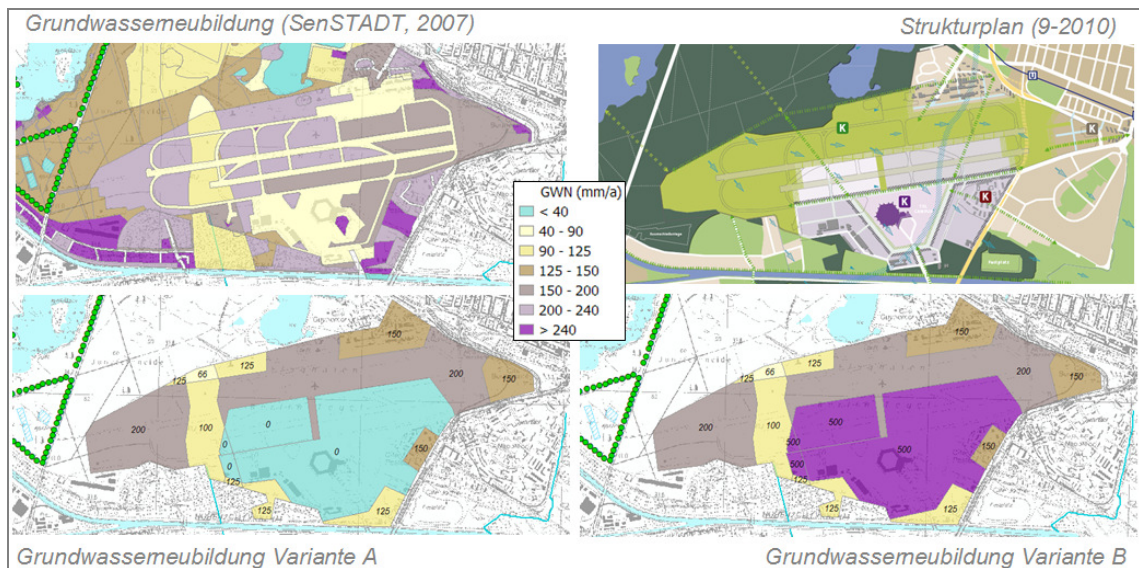


Abb. 33: Angesetzte Grundwasserneubildungsvarianten (Quelle: SenStadt 2007)

Die Berechnung der beiden angenommenen Extreme und ihr Vergleich mit dem derzeitigen Zustand zeigt, dass künftige Nutzungsänderungen nur geringe Einflüsse auf das am Wasserwerk Tegel verfügbare Dargebot haben werden.

### 5.6.2 Auswirkungen auf die Grundwasserstände

Für diese Untersuchungen zur Modellstadt Tegel wurde das Netz im Bereich des Flughafens noch einmal deutlich verfeinert. Die Ergebnisse der drei Berechnungen sind in der Abbildung 34 dargestellt. Gegenüber dem Ist-Zustand sinken die langjährigen mittleren Grundwasserstände bei Variante A um maximal 10 cm. Bei Variante B steigen sie jedoch um maximal 25 cm an. Bei beiden Varianten werden die maximalen Änderungen erwartungsgemäß im Bereich der geplanten versiegelten Flächen prognostiziert.

Da die berechneten Varianten extreme Bedingungen darstellen, liegt die Schlussfolgerung nahe, dass die zu planenden baulichen Änderungen und die damit verbundene Regenwasserbewirtschaftung sich kaum auf die Lage des Einzugsgebietes des Wasserwerkes Tegels und damit auf die Lage der TWSZ III A und III B auswirken wird. Dennoch wird empfohlen diese Berechnungen zu wiederholen, wenn genauere Angaben zu den Versickerungsmengen und die Lage der Versickerungsanlagen vorliegen.

Auch hier zeigt sich, dass künftige Nutzungsänderungen nur geringe Einflüsse auf den Grundwasserhaushalt haben werden.

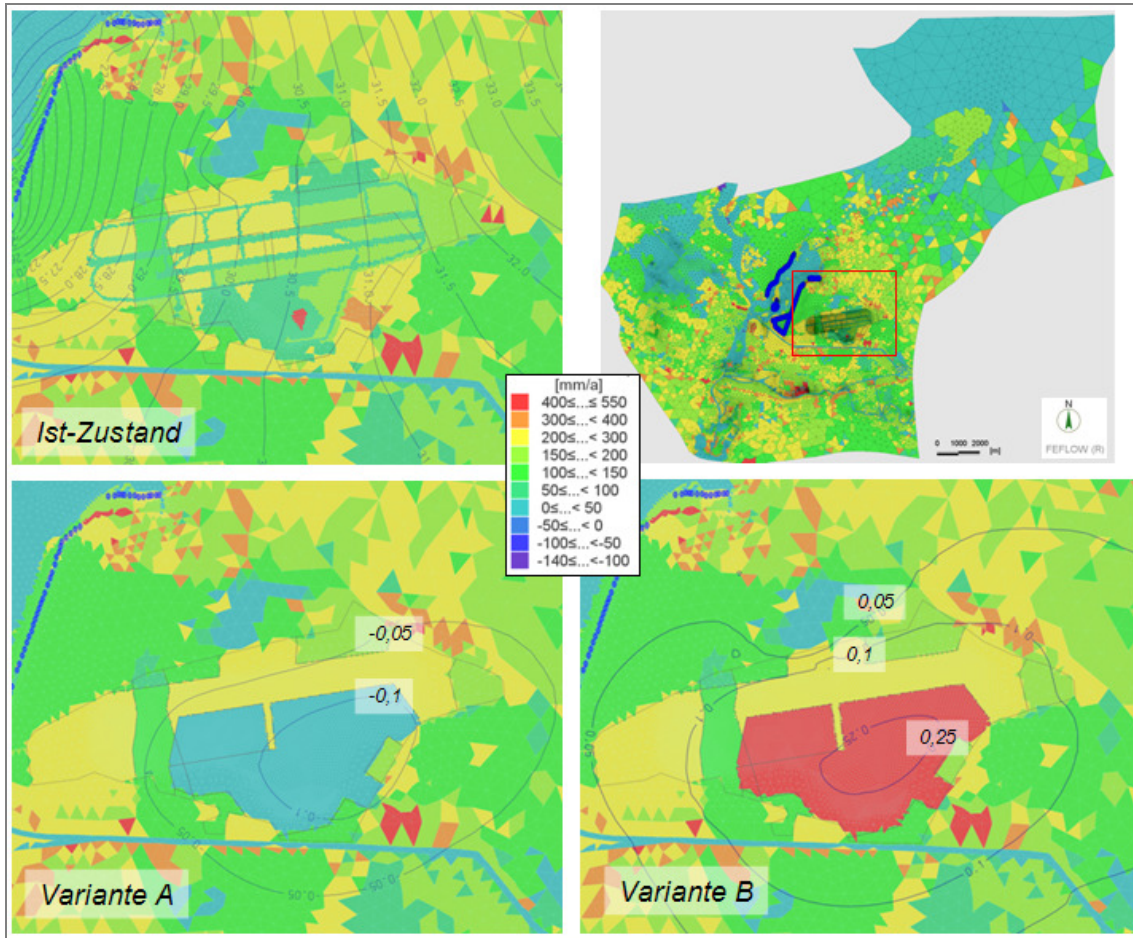


Abb. 34: Änderungen der mittleren Grundwasserstände (Quelle: DHI-WASY GmbH)

### 5.6.3 Auswirkungen im Havariefall

Das gleiche Modell kann auch verwendet werden, um den Einfluss bereits vorhandener Altlastflächen sowie eines eventuell auftretenden Havariefalls (z. B. mit belastetem Löschwasser) zu analysieren. Beispielsweise wurde hierzu ein Havariefall an zwei verschiedenen Stellen auf dem Flughafengelände simuliert. Die Auswertung erfolgte anhand von Vorwärtsbahnlinien<sup>1</sup>, jedoch lediglich auf Basis des advektiven Transports. Zusätzliche Berechnungen unter Berücksichtigung der Dispersion und Diffusion sind mit dem verfeinerten Modell jedoch auch relativ bequem durchzuführen. Das Ergebnis der durchgeführten Berechnungen ist anhand von Fließzeiten in der Abbildung 35 dargestellt. Es ist davon auszugehen, dass bei einem möglichen Havariefall auf dem Flughafengelände demnach zwischen 1.000 Tagen bis 10 Jahren und 30 bis 50 Jahren vergehen, bis die Schadstoffwolke einen der Förderbrunnen erreicht. Es wird allerdings darauf hingewiesen, dass die Berechnungen nur für stationäre Bedingungen durchgeführt wurden. Möglicherweise verbreitet sich der Schadstoff auf Grund eines Niederschlagsereignisses sowie der bis jetzt noch nicht berücksichtigten Dispersion und Diffusion deutlich schneller. Daher wird auch hier empfohlen, zusätzliche Berechnungen durchzuführen.

<sup>1</sup> Vorwärtsbahnlinien: Ermittlung der Fließverhältnisse von den Havariepunkten ausgehend entlang der Grundwasserströmung zu den Trinkwasserfassungen

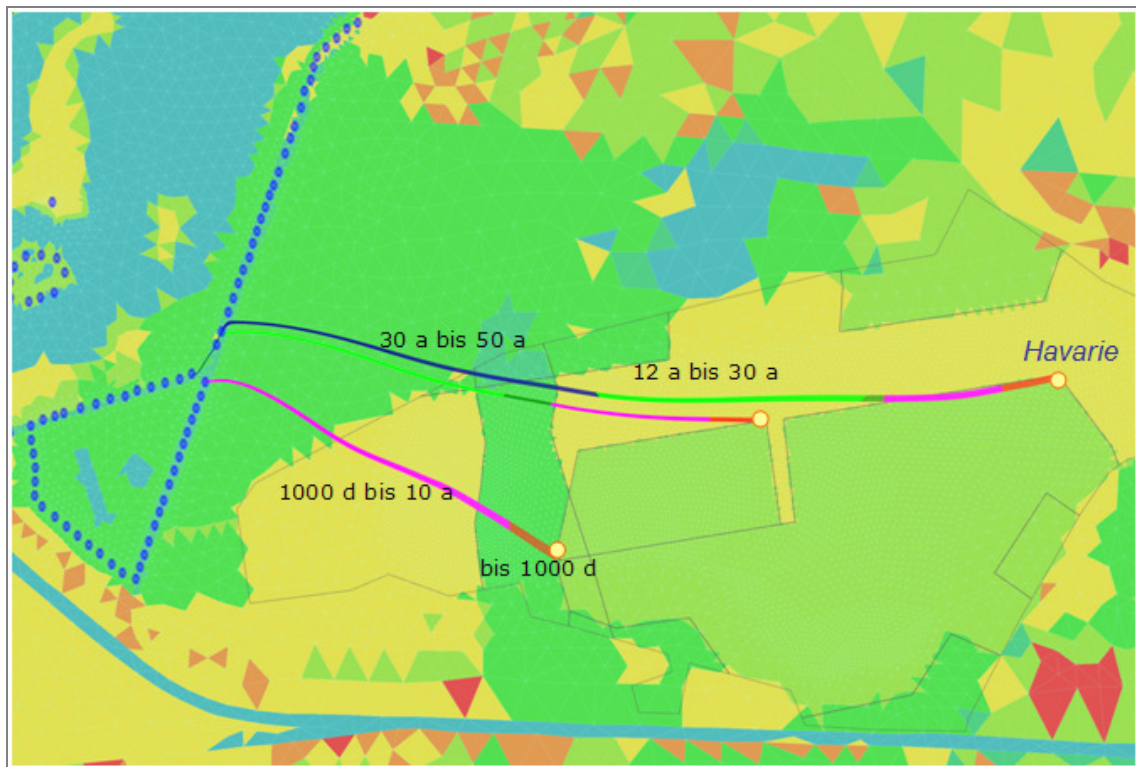


Abb. 35: Fließzeiten der simulierten Havarie-Ereignisse

## 5.7 Kosten

Im jetzigen Planungsstadium ist es nicht möglich, belastbare Aussagen zu den Kosten des vorgeschlagenen Konzeptes zu machen. Die Installation zusätzlicher Leitungssysteme (Kap. 5.4) und Anlagen verursacht mit Sicherheit Kosten über die konventionelle Lösung hinaus. Deren Höhe hängt jedoch von einer Reihe von Faktoren ab.

Ausmaß und Dimensionierung der Systeme verursachen zunächst Materialkosten, wobei die Erfahrung zeigt, dass zumindest innerhalb der Gebäude die Verbindungsstücke gegenüber den reinen Rohrsträngen den Hauptanteil an den Kosten haben. Deren Anzahl und Ausführung ist jedoch ohne konkrete Vorplanung nicht bekannt.

Der Aufwand der Verlegung ist ein erheblicher Kostenfaktor (Arbeitszeit, Bodenklasse, Art der Flächenbefestigung u. a.). Der zusätzlich zu leistende Aufwand ist jedoch in hohem Maße davon abhängig, ob es sich um eine Neuerrichtung, eine durchgreifende Gebäudesanierung oder tatsächlich nur um das Einziehen zusätzlicher Leitungen handelt. Derzeit ist der Umfang der Umbauten und Sanierungsmaßnahmen im Gebäudebestand ebenso wenig bekannt wie Umfang und Art der Neubauten. Ziel soll es jedoch sein, die „Modellstadt Wasser TXL“ nicht nur im Showroom zu dokumentieren, sondern die verschiedenen Bausteine des nachhaltigen Wassermanagements direkt in die Realisierung von Neubauten oder Sanierungen einzubeziehen und sichtbar zu machen.

Bei Kosten sind Einsparungen gegenzurechnen, die aus einem verminderten Bezug von Frischwasser und der verringerten Ableitung von Abwasser in die Kanalisation der BWB resultieren. Zudem verringert die Energieproduktion der Biogasanlage die zu beziehende Fremdenergie. Diesen Einsparungen stehen natürlich wiederum Betriebskosten gegenüber.

Eine eingehende Untersuchung der Kosten bei einer Umstellung auf Neuartige Sanitärsysteme wurde 2007 für ein bestehendes Siedlungsgebiet in Berlin-Nikolassee vorgenommen (Oldenburg 2007). Es wurde festgestellt, dass bei einer vollständigen Abkoppelung des Gebietes von der Schmutzwasserentsorgung der BWB und dem Einsatz der Bioabfälle in dem vorgeschlagenen Bioreaktor (Einsparung der Müllentsorgungsgebühr) die Umstellung für den Bürger zumindest nicht mehr Kosten verursachen würde als das bestehende zentrale System.

## 5.8 Geothermie

Die Nutzung der Geothermie ist für die westlichen Flächen innerhalb der Trinkwasserschutzzone III und die östlichen Flächen außerhalb der TWSZ III gesondert zu bewerten.

### *Östliche Flächen (außerhalb der TWSZ III):*

Auf den östlichen Flächen erscheint nach jetzigem Kenntnisstand die Nutzung der oberflächennahen Geothermie möglich. Die zu erwartende enge Bebauung bietet dabei günstige Voraussetzungen für einen effizienten Einsatz, da zentrale Elemente nur einmal benötigt werden. Die für eine thermische Nutzung der oberflächennahen grundwasserführenden Schichten erforderliche Anzahl an Bohrungen steht jedoch unter dem Vorbehalt einer entsprechenden Altlastenerkundung. Das Gebiet des Flughafens Tegel steht flächendeckend unter dem Verdacht von Altlasten, die keinesfalls durch die Bohrungen mobilisiert werden dürfen.

### *Westliche Flächen (innerhalb der TWSZ III):*

Auf den westlichen Flächen ist nach derzeitigem Stand eine Genehmigung für Bohrungen zur Nutzung der Geothermie ausgeschlossen. Es sollte jedoch ggf. die Nutzung der tiefen Geothermie erwogen werden, da bei dieser Form erheblich weniger Bohrungen erforderlich werden. Da diese zudem einen größeren Durchmesser aufweisen, als bei der oberflächennahen Geothermie üblich, besteht die Möglichkeit der Qualitätssicherung der Bohrungen durch geophysikalische Untersuchungsverfahren. Ob jedoch das nutzbar zu machende Wärmeangebot für eine sinnvolle Nutzung ausreichend ist, kann ohne entsprechende Untersuchungen nicht beurteilt werden.

### *Eckpunkte für Grundwasserschutz bei tiefer Geothermie*

Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass Untersuchungen zum Einfluss der Effizienz und von flachen geothermischen Anlagen zur Kühlung oder Heizung der vorhandenen oder neuzubauenden Gebäude mit dem in Kap. 5.5.1 beschriebenen Grundwasser-Modell mit vergleichsweise geringem Aufwand durchgeführt werden können.

Der Bau von flachen geothermischen Anlagen im Bereich der TWSZ III wird ausdrücklich von der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz untersagt (SenGUV 2010). Daher kann nur die Planung von tiefen geothermischen Anlagen für das geplante Vorhaben betrachtet werden. Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit schätzt die Möglichkeiten der tiefen Geothermie für das Norddeutsche Becken positiv ein (BMU 2007). In Hamburg wurden die Möglichkeiten bereits im Detail untersucht (Bardenhagen 2011). Dabei hat sich herausgestellt, dass die Möglichkeiten für die Verwendung von hydrothermalen Systemen im Stadtgebiet und der Metropolregion Hamburg zwar begrenzt sind, dass es aber dennoch hinreichend große Reservoirs gibt, die für eine hydrothermale Nutzung geeignet sind. Die von Bardenhagen dargestellten Einschränkungen beziehen sich im Wesentlichen auf die Ergiebigkeit der Aquifere und die vorhandenen Salzstrukturen.

Dies spielt auch im Berliner Raum eine bedeutende Rolle. In Berlin sind im Wesentlichen zwei Grundwasserstockwerke ausgebildet: Das tiefere führt Salzwasser und ist durch eine etwa 80 Meter mächtige Tonschicht von dem oberen süßwasserführenden Grundwasserstockwerk hydraulisch – mit Ausnahme lokaler Fehlstellen der Tonschicht – getrennt. Dieses etwa 150 Meter mächtige Süßwasserstockwerk wird auch vom Wasserwerk Tegel für die Berliner Trink- und Brauchwasserversorgung genutzt (SenStadt 2010). Es soll einerseits bei der Ausführung gewährleistet werden, dass durch die Bohrungsarbeiten kein Kurzschluss zwischen diesen beiden Grundwasserstockwerken entsteht und die Trinkwasserentnahmen des Wasserwerks möglicherweise gefährdet sind. Andererseits soll auch sichergestellt sein, dass durch die lokale Absenkung bei der Wasserentnahme und die lokale Erhöhung des Grundwassers bei der Rückführung (auch im zweiten Grundwasserstockwerk) keine gravierenden Änderungen im Druckverhältnis zwischen den beiden Stockwerken und damit eine sich ändernde Sickerate zwischen diesen entsteht. Auch dies könnte unter Umständen die Betriebsweise des Wasserwerks Tegels beeinflussen.

Möglicherweise spielt auch das „Upconing“ (Kastens 2000) durch die Entnahme eine bedeutende Rolle. Bei einer ausreichend genauen Datengrundlage könnte dies anhand von Modellrechnungen überprüft werden. Mit dem Modell FEFLOW (Kap. 5.5.1) sind hierfür die wesentlichen numerischen Voraussetzungen gegeben, insbesondere da dieses Modell konzentrationsabhängige Dichte und Viskosität bei der Modellierung berücksichtigen kann (Diersch 2010).

## 5.9 Schlussfolgerungen

Das beschriebene Konzept lässt noch eine Reihe von Fragen offen, die den derzeitigen Ungewissheiten geschuldet sind. Gleichwohl ist jedoch zu erkennen, dass eine Bewirtschaftung des Wassers auf dem Gebiet eine Reihe von Chancen eröffnet. Es kann folgendes festgestellt werden:

Die Umsetzung des oben beschriebenen Konzeptes würde es erlauben, den Wasserbezug aus dem Netz der BWB gegenüber einer konventionellen Lösung von ca. 560.000 m<sup>3</sup>/a auf ca. 260.000 m<sup>3</sup>/a deutlich zu verringern.

Die Behandlung des Schwarzwassers in einem Anaerob-Reaktor (Biogasanlage) vor Ort würde die Gewinnung von elektrischer Energie in der Größenordnung von 2 Mio. kWh/a und von thermischer Energie in der Größenordnung von 3 Mio. kWh/a ermöglichen.

Durch den Einsatz des Terra-Preta-Konzeptes könnten die im Schwarzwasser enthaltenen Nährstoffe Stickstoff und Phosphor zu großen Teilen zurückgewonnen werden.

Trotz der Behandlung und Nutzung vor Ort kann es erforderlich sein, Abwasser insbesondere aus der Produktion in einer Größenordnung von rund 300.000 m<sup>3</sup>/a in die Kanalisation der BWB einzuleiten. Die in sich geschlossene Entwicklung des Gebietes würde den Einsatz einer entsprechenden Überwachungstechnik ermöglichen, um negative Auswirkungen auf die Kläranlagen der BWB auszuschließen.

Aus dem Überschuss an Regenwasser sowie der Aufbereitung des Grauwassers und des Ablaufs der Biogasanlage würden ca. 365.000 m<sup>3</sup> Wasser pro Jahr verbleiben, die eingesetzt werden könnten

- zur Stützung des Wasserhaushaltes durch Versickerung,
- zur Kühlung der Gebäude und umliegenden Flächen durch Verdunstung,
- zur Verbesserung des Geländeklimas durch Verdunstung,
- zur Gestaltung der Freiflächen und

- zur Stützung des Wasserhaushaltes von Feuchtgebieten wie den ggf. zu renaturierenden Mäckeritzwiesen.

Für die Versorgung des Gebietes mit Trinkwasser ist im Hinblick auf den voraussichtlich sich über längere Zeit hinziehenden Prozess der Entwicklung festzustellen, dass zumindest in der Anfangszeit der Durchfluss in den beiden bestehenden Zuleitungen zu gering sein wird, um eine Verkeimung sicher zu vermeiden. Hier sind entsprechende Gegenmaßnahmen zu prüfen (temporäre Querschnittsverengung, Stilllegung einer Leitung, Chlorierung etc.).

Die vorhandene Infrastruktur des Gebietes ermöglicht eine Entwicklung des Gebietes über einen längeren Zeitraum hin, da die Erschließung mit Wasser für die Bestandsflächen gesichert ist und die Erweiterungsflächen an die bestehende Infrastruktur angeschlossen werden kann. Dies macht eine flexible Handlungsweise möglich, die durch Erhalt und ggf. Ausbau der vorhandenen Infrastrukturkanäle begünstigt wird. Zugleich stellt die vorhandene Infrastruktur einen großen Investitionswert dar, der sich auch bei Verwirklichung des beschriebenen Konzeptes weiter nutzen lässt.

Die vorhandene Erschließung lässt aber auch Raum für Erprobungen: Sollten Komponenten wie die Biogasanlage in der Anfangszeit nicht ausreichend funktionieren, so kann das Abwasser für eine Übergangszeit in den Schmutzwasserkanal der BWB eingeleitet werden. Die Entwässerung des Gebietes ist damit stets gesichert.

Quantitative Auswirkungen auf das Grundwasser sind in der Gesamtbilanz nicht erheblich. Vor Versickerungsmaßnahmen ist der Untergrund auf Altlasten zu prüfen. Im Falle des Versagens von Sicherheitseinrichtungen bei einer Havarie verbleiben Vorwarnzeiten von mindestens 1.000 Tagen bis zu 30 Jahren, ehe die Fassungszone des Wasserwerkes Tegel erreicht werden.

Die Nutzung der Geothermie im Gebiet kann nicht abschließend beurteilt werden. Hierzu fehlen Untersuchungen zum Potential, um eine sachgerechte Entscheidung über Ertrag und die Wahl der geeigneten Technik (flache oder tiefe Geothermie) zu treffen. Erst dann kann entschieden werden, ob die Nutzung der Geothermie unter Wahrung der unter allen Umständen prioritären Belange des Trinkwasserschutzes möglich ist.

## 6 Organisatorische Konsequenzen – Stadtwerke TXL

Die konventionellen Systeme der Wasserversorgung stellen den Grundstückseigentümer bzw. Grundstücksnutzer weitgehend frei: Trinkwasser wird in gesicherter Qualität bis zum Grundstück geliefert und das Abwasser entgegengenommen und der Reinigung zugeführt. Die entstehenden Kosten werden mit den Wasser- und Abwassergebühren abgegolten.

Bei großen Gebäuden und Grundstücken liegt die Verantwortung für den Betrieb einschließlich der Sicherung der Trinkwasserqualität auch im Falle der konventionellen Versorgung beim Grundstücksnutzer. Das hier vorgeschlagene Konzept verlagert weitere wesentliche Aufgaben der Versorgung in dessen Verantwortlichkeit. Angefangen mit der Zahl der erforderlichen Rohrleitungen und ihrer zweckgemäßen Verwendung über die Reinigung des Abwassers und die Nutzung des Regenwassers bis zur Erzeugung von Biogas sind Aufgaben zu erfüllen, die über das bislang gewohnte Maß eines Gebäudemanagements hinausgehen.

Hinzu tritt der Aspekt der erforderlichen Flexibilität der Infrastruktur und der Gebäudeinstallationen. Wie mehrfach ausgeführt, sind zum einen im jetzigen Planungsstadium kaum verlässliche Annahmen über die künftigen Nutzer auf dem Gelände zu treffen. Zum anderen sind im Laufe der Zeit Änderungen in der Struktur der Nutzungen wie in den Produktionsprozessen zu erwarten. Dies erfordert eine entsprechende Anpassung des Betriebs und auch der Infrastruktur, um die Vorteile des beschriebenen integrierten Wasserkonzeptes auch tatsächlich realisieren zu können.

Ein weiterer Gesichtspunkt ist die sichere Einhaltung der Einleitbedingungen in den Abwasserkanal der BWB. Eine Einleitung von Abwasser insbesondere aus den Produktionsprozessen wird auch in Zukunft erforderlich sein. Je nach Qualität und Menge des Abwassers sind dadurch Störungen in den Klärwerken nicht auszuschließen, wie sie in der Vergangenheit beobachtet werden (mündliche Mitteilung Frau Bergner, Umweltbeauftragte der BWB). Die Größe des Gebietes und die Schmutzwasserableitung mittels einer Leitung (Abb. 16) lassen es sinnvoll erscheinen, eine geeignete Überwachungstechnik und je nach zu erwartenden Qualitäten des Abwassers geeignete Aufbereitungstechniken vor dem Übergabepunkt zu installieren. So können Beeinträchtigungen der Abwasserreinigung vermieden werden.

Auf Grund der Vielzahl miteinander verzahnter Fragestellungen wird daher vorgeschlagen, ein integriertes Management für Wasser, Abwasser und Energie übergreifend für das gesamte Gebiet einzurichten im Sinne eines „Stadtwerkes TXL“. Zentrale Aufgaben dieser Institution wären:

1. Konzeption, Erstellung und Betrieb von Verbundsystemen
2. Rückgewinnung der Energie (Wärme, Biogas)
3. Betrieb sowohl dezentraler als auch zentraler Komponenten
4. Überwachung der Qualitäten
5. ggf. Management der wasserrechtlichen Genehmigungen

Die gemeinsame Bewirtschaftung des Wassers und der Energie in dem gesamten Gebiet ist also durch eine Managementinstitution vor Ort zu betreiben und bedarfsweise anzupassen. Hierdurch kann gewährleistet werden, dass für den einzelnen Investor kein höherer organisatorischer Aufwand entsteht, als dies gemeinhin üblich ist. Zugleich wird das Ineinandergreifen der verschiedenen Komponenten und Teilsysteme gesichert.

Hieraus entsteht ein besonderes Merkmal des Gebietes: Derartige Konzepte wurden zwar in den letzten Jahren vermehrt für Energieverbände eingesetzt, nicht jedoch für die Integration der Bewirtschaftung des Wassers. Die Investoren bzw. Nutzer profitieren von den Vorteilen des Wassermanagements, müssen jedoch weder das erforderliche Fachwissen erwerben, noch die gemeinschaftlich günstiger zu nutzenden Komponenten wie Biogasanlage, Blockheizkraftwerk oder Regenwassersammlung in eigener Regie betreiben.

## 7 Showroom

Das Konzept Modellstadt Wasser Tegel eröffnet neue Chancen, da erstmals in einem großen, zusammenhängenden Gebiet der Einsatz dezentraler Wassertechniken gezeigt werden kann. Hieraus ergeben sich Möglichkeiten der Demonstration neuer Techniken und Verfahren, woraus Anregungen für Forschung und Entwicklung ebenso entstehen wie ein direkter Nutzen für beteiligte Firmen durch Referenzprojekte in einem ansprechenden Umfeld. Um dies optimal zu realisieren, wird ein Showroom der Wassertechnik als Bestandteil der Modellstadt Wasser Tegel vorgeschlagen.

Dieser Showroom der Wasserbranche, beispielhaft vertreten durch das Netzwerk WaterPN, soll an zentraler Stelle, entweder im Terminal oder im von GMP vorgeschlagenen Konferenzzentrum seinen festen Punkt haben.

Dort werden die Ergebnisse des in der „Modellstadt Wasser TXL“ realisierten nachhaltigen Wassermanagements in Form von Ausstellungstafeln, Displays und Ausstellungsstücken gezeigt.

Der Showroom selbst muss im Zuge der Um- bzw. Neubauten in das Gesamtbauvorhaben integriert werden. Die Ausstattung selbst sollte zu großen Teil von den beteiligten Unternehmen von WaterPN übernommen werden.

Auch entsprechende Führungen, Seminare und Infoveranstaltungen können von den Firmen durchgeführt werden.

Der außenliegende, auf dem gesamten Gelände bzw. in Gebäuden realisierte, Teil des Showrooms sollte die am Standort im Rahmen der Sanierungs- und Neubauvorhaben realisierten Techniken des Wassermanagements zeigen, wie es durch die „Stadtwerke TXL“ betrieben werden würde.

Die Realisierung von vorgeschlagenen Maßnahmen, die ggf. nicht dem direkten Interesse von Investoren entspricht, könnte ggf. von den daran interessierten Firmen des Netzwerks WaterPN teilweise mit getragen werden. Dies ist in Einzelverhandlungen jeweils zu klären.

Ohne Hinweis an die Projektentwickler und Investoren zur Integration der einzelnen Bauvorhaben in das Gesamt-Wassermanagement wird keine nachhaltige Bewirtschaftung, geschweige denn eine innovative "Modellstadt Wasser TXL" möglich.

Der Showroom überführt das ursprüngliche Gebäudekonzept des Terminals in die neuen Nutzungen:

„Der Entwurf für Tegel Süd ist die konsequenteste und kompakteste geometrische Lösung der damaligen Zeit. Die Funktionalität seiner architektonischen Lösung beweist der Flughafen Tegel bis heute. Fast kreuzungsfrei erreicht man sein Gate. Vom Auto zum Abflugschalter sind es zum Teil nur 30 m. Bei der Ausführung wurde sehr viel Wert auf ein qualitätsvolles, einheitliches Erscheinungsbild gelegt. Im Bereich der Fluggastabfertigung herrschte die Farbe Rot vor. Sie wurde für Decken und Klinkerfußboden verwendet. Gelb war die Farbe für „offizielle“ Informationen, Grün waren die Hinweise auf Nebendienste wie Banken und Kioske“. (Quelle: Grundlagenermittlung)

Wir schlagen vor, im Zuge der Weiterführung eines weltweit zu seiner Zeit einmaligen Funktions- und Farbkonzeptes auch nach der Schließung des Flughafens im Terminal A und ergänzend auf dem gesamten Flughafengelände die ursprüngliche Zuweisung von Farben zu Funktionen zu erhalten und sie mit der Farbe Blau zu ergänzen: Blau für Wasser und alle eingebauten Techniken des nachhaltigen Wassermanagements.

Die Ansiedlung des Showrooms im Terminalgebäude ist zudem geeignet, im Zusammenspiel mit einer anzustrebenden Nutzung des Gebäudes durch die Beuth-Hochschule einen Nukleus für ein Zentrum für Wassertechnik zu bilden.

## 8 Zusammenfassung

Die Nachnutzung des Flughafens Tegel als Standort innovativer Industrien wird durch einen ebensolchen Umgang mit den Ressourcen und dem Standort selbst unterstützt. Im Kontext der nachhaltigen Entwicklung wurde das Thema Wasser in Berlin als wichtiger Faktor zukunftsfähigen Wirtschaftens bisher – auch auf Grund der guten Verfügbarkeit des Wassers in Berlin – eher zu gering bewertet. Nicht zuletzt die erhebliche Nachfrage aus dem Ausland nach Experten für Wassermanagement und Wassertechnik belegt aber den internationalen Druck, sich des Themas intensiv anzunehmen.

Am Standort Flughafen Tegel wird Wasser bisher konventionell bewirtschaftet, Zielsetzungen der nachhaltigen Entwicklung spielen keine Rolle. Im Gegenzug dazu steht nun die Neuausrichtung des Standortes.

Es wird ein Konzept der Wasserbewirtschaftung auf dem Standort Tegel vorgeschlagen, das den unbeeinflussten Wasserhaushalt des Gebietes als Bezug hat. Ausgehend von der Prämisse, externe Flüsse zu minimieren bedeutet dies eine deutliche Steigerung der Verdunstung bei Verminderung der Ableitung aus dem Gebiet. Die in den Abwasserströmen enthaltenen Inhaltsstoffe (Pflanzennährstoffe und energiereiche Verbindungen) sollten genutzt werden.

Durch das Wassermanagement in dem Gebiet werden gestalterische Optionen möglich, da das Wasser nicht auf schnellstem Wege abgeleitet wird. Diese Prägung des Standortes und die Demonstration der technologischen Leistungsfähigkeit der Wasserbranche tragen zu seiner Profilierung und Markenbildung bei.

Auch aus stadtklimatischer Sicht ist der Vorrang der Verdunstung vor der Versickerung oder Retention abzuleiten. Die hieraus folgende Kühlung wirkt dem „Heat-Island-Effekt“ entgegen und führt zu einer Verbesserung des Stadtklimas, was insbesondere hinsichtlich sich extremer gestaltender Hitzeperioden in den Großstädten von zunehmender Bedeutung ist.

Die Entwicklung des nicht zur Bebauung vorgesehenen Landschaftsraumes der künftigen „Stadtheide Tegel“ kann durch ein aktives Wassermanagement unterstützt werden, um die Ziele des Biotop- und Artenschutzes zu erreichen.

Besonderes Potential birgt die Verknüpfung des Standortes von Zukunftstechnologien mit dem „Campus TXL“, da so in enger räumlicher Nähe eine befruchtende Beziehung von Industrie, Wirtschaft und Wissenschaft möglich wird. Dies wird durch die „Modellstadt Wasser TXL“ auf den gesamten Wasserbereich ausgeweitet.

Aus diesen Gründen ist das Modellvorhaben des nachhaltigen Wassermanagements für den Standort Tegel von großer Relevanz und wird für Berlin insgesamt eine positive Wirkung haben. Dezentrale Bewirtschaftungsmodelle, ggf. unter sinnvoller Nutzung vorhandener zentraler Systeme, werden im internationalen Kontext der Entwicklung von schnell wachsenden Megastädten als sinnvolle Option für städtische Teilbereiche oder Siedlungen diskutiert.

Zudem verfügen Berlin und die Region Brandenburg über ein erhebliches, international anerkanntes Potential im Wassermanagement. Die hier tätigen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Organisationen arbeiten und realisieren vorbildliche Projekte, die weltweit Beachtung finden. Die Bereitschaft der Branche zum Engagement in der „Modellstadt Wasser TXL“ und dem vorgeschlagenen Showroom für Wassertechnik auf dem „Campus TXL“ ist groß.

Nicht zuletzt strebt die Stadt Berlin selbst die nachhaltige Standortentwicklung an und schafft damit eine stabile Grundlage für die Umsetzung des Vorhabens. Die Realisierung der „Modellstadt Wasser TXL“ bedarf jedoch der Unterstützung.

Folgende Maßnahmen werden vorgeschlagen:

### **Wasserversorgung**

Bisher wird der Flughafen mit Trinkwasser aus dem Netz der BWB in ausreichender Menge versorgt.

Im Rahmen der Modellstadt wird das Regenwasser im Gebiet gesammelt und als Betriebswasser für die Toilettenspülungen und ggf. auch Produktionsprozesse genutzt, wodurch etwa die Hälfte des Trinkwassers durch Regenwasser ersetzt werden kann und sich so von ca. 560.000 m<sup>3</sup>/a auf ca. 260.000 m<sup>3</sup>/a reduziert (geschätzte Verbräuche). Dementsprechend halbieren sich die Kosten für den Trinkwasserbezug. Trinkwasser ist dann nur noch für Nutzungen mit direktem Kontakt des Menschen (Körperhygiene, Küchenbereiche etc.) und für hinsichtlich der Wasserqualität besonders anspruchsvolle Produktionsprozesse notwendig.

Dem erforderlich bleibenden Bezug von Trinkwasser aus dem Netz der BWB von 260.000 m<sup>3</sup>/a (geschätzt) steht ein Überschuss an Regenwasser von 145.900 m<sup>3</sup>/a gegenüber. Dieses kann auf dem Gelände genutzt werden (Bewässerung, Verdunstung, ggf. Führung als Wasserläufe über das Gelände).

### **Abwasserentsorgung**

Es wird eine Trennung in Grauwasser (gering verschmutztes Abwasser), Schwarzwasser (Fäkalien und Urin) und Produktionsabwasser vorgeschlagen.

*Grauwasser* aus Waschbecken und Produktionsprozessen wird nach einer Aufbereitung (Pflanzenkläranlage) nur für Bewässerungszwecke eingeplant, da aus Gründen des mengenmäßig ausreichend vorhandenen Regenwassers ein Einsatz in Gebäuden zur Zeit nicht als notwendig erachtet wird.

*Schwarzwasser* ist in einem Vakuumsystem konzentriert zu fassen und kann in einem Anaerob-Reaktor zusammen mit Grünschnitt zu Biogas vergoren werden. Nach der Aufbereitung des Ablaufs der Anlage in einer Pflanzenkläranlage steht es für weitere Nutzungen auf dem Gelände zur Verfügung. Die im Schwarzwasser enthaltenen Pflanzennährstoffe Stickstoff und Phosphor können durch Erzeugung von Terra Preta zurückgehalten und als Düngemittel vermarktet werden

*Produktionsabwasser* wird voraussichtlich weiterhin in die Kanalisation der BWB einzuleiten sein. Inwieweit die technisch mögliche Wiederverwendung des Produktionsabwassers als Betriebswasser sinnvoll umsetzbar ist, kann ohne konkrete Kenntnis der Produktionsbetriebe nicht beurteilt werden. Diese Rückführung sollte jedoch aus Gründen der Nutzung der verfügbaren Wasserströme für die weitere Erhöhung der Verdunstung auf dem Gelände im Einzelfall geprüft werden.

Aus der bisherigen Abschätzung der Mengenflüsse ist eine Kreislaufführung des Abwassers zwischen den Betrieben nicht erforderlich, da ausreichend Regenwasser vorhanden ist. Im Sinne der Modellstadt sollte die Kreislaufführung jedoch zumindest beispielhaft gezeigt werden.

Durch die Nutzung des Abwassers vor Ort verringern sich nicht nur die Kosten für die Schmutzwasserentsorgung, sondern es können auch Einnahmen durch die Biogaserzeugung erzielt werden, die Ausbeuten in Höhe von 2 Mio. kWh/a und thermische Energie in Höhe von 3 Mio. kWh/a erwarten lässt.

### **Wiedernutzung und Kreislaufführung auf dem Gelände**

In welchem Ausmaß der gesamte geschätzte Abwasseranfall des Gebietes von 513.100 m<sup>3</sup>/a für weitere Zwecke genutzt werden kann, ist derzeit nicht zu beurteilen. Nach dem Stand der Technik kann die Aufbereitung des Grauwassers und des Schwarzwassers als gesichert angesehen werden, sodass etwa 218.100 m<sup>3</sup>/a nutzbar gemacht werden können.

Dieses Wasser steht für Gebäudekühlung und Verbesserung des Mikroklimas auf den umliegenden Flächen durch Verdunstung zur Verfügung, aber auch für die Gestaltung des Geländes durch offene Wasserläufe und die Erhaltung und Unterstützung der ggf. zu renaturierenden Mäckeritzwiesen. Der Gesamt-Wasserhaushalt wird damit maßgeblich durch Verdunstung, aber auch Versickerung gestützt.

Daraus ergeben sich Änderungen der Infrastruktur:

Hinsichtlich der Versorgung aus dem Trinkwassernetz kann die vorhandene Leitungsstruktur genutzt werden. Eine möglichst bruchlose Weiternutzung nach Stilllegung des Flughafens Tegel ist anzustreben, da bei längerem Stillstand eine Verkeimung des Leitungssystems zu erwarten ist. Die Regenwassernutzung knüpft an die vorhandenen Entwässerungsstrukturen an, die um entsprechende Sammelbehälter bzw. offene Wasserbecken zu ergänzen sind. Ein Becken (ca. 20.000 m<sup>3</sup>) wird für den Parkplatz östlich vom Terminal vorgeschlagen. Ein weiteres Becken oder ein Behälter (ca. 18.000 m<sup>3</sup>) ist im Zuge der Erweiterung zu errichten.

Für alle zu verlegenden Medien (Elektrizität, Telekommunikation, Gas, Wasser etc.) wird der Erhalt der begehbaren Medienkanäle vorgeschlagen, die durch Neubau zu erweitern sein werden. Dies gewährleistet ein hohes Maß an Flexibilität.

Weitere größere infrastrukturelle Bausteine im Rahmen des Wassermanagements sind

- getrennte Leitungen für Betriebswasser und Trinkwasser in den Gebäuden,
- getrennte Leitungen für Grauwasser, Schwarzwasser und Produktionsabwasser in den Gebäuden,
- getrennte Leitungssysteme für den Transport der genannten Wasserströme auf dem Gelände,
- die Errichtung einer Biogasanlage und einer Terra-Preta-Anlage,
- die Errichtung einer Pflanzenkläranlage für Grauwasser und den Ablauf der Terra-Preta-Anlage,
- die Ableitung des Produktionswassers zur Aufbereitung und/oder Ableitung der Kanalisation und
- die Anpassung der Trinkwasserzuleitung an den neuen Bedarf (Querschnittsverengung).

Eine Ermittlung oder auch nur Abschätzung der Kosten für diese Maßnahmen ist im jetzigen Stadium der Planungen nicht möglich, da sie wesentlich vom Gesamtkontext der Umbauten im Gebiet abhängen.

Dem künftigen Entwicklungsträger des Gebietes kommt bei der Umsetzung eine Schlüsselrolle zu, ohne ein klares Bekenntnis zur Umsetzung des Konzeptes auch des Landes Berlin ist die Realisierung nicht möglich. Bereits in den Vorgesprächen mit potentiellen Investoren sollte auf das Modellvorhaben hingewiesen werden und darauf, dass für den Umgang mit Wasser und Abwasser bestimmte Vorgaben einer späteren Gesamtplanung eingehalten werden müssen. Um dies zu gewährleisten, sollte frühzeitig eine Vereinbarung zwischen dem Entwicklungsträger und potentiellen Investoren formuliert werden.

Für die Umsetzung innovativer Techniken wird es ggf. zu Mehrkosten kommen (z. B. zusätzlichen Leitungssystemen für Stoffstromtrennung). Eine entsprechende Förderung einzelner Maßnahmen und/oder Teilprojekte wird sich als notwendig erweisen, für den Investor sollte dadurch keine Kostenerhöhung gegenüber konventionellen Verfahren entstehen.

Das Thema Wasser, seine positiven Auswirkungen auf den Standort selbst, die „Modellstadt Wasser TXL“ mit ihrem Showroom und das Potential als zukunftsweisender Standort für Industrien sollten beim Standortmarketing im Gesamtzusammenhang der innovativen Industriestadt gezielt eingesetzt werden.

Nicht zuletzt werden Art, Größe und Produktionsmethoden der Industrien die Weiterplanung des Gesamt-Wasserkonzeptes und der „Modellstadt Wasser TXL“ wesentlich beeinflussen.



## 9 Quellen

- Agenceter 2009: Werkstattverfahren Nachnutzung Flughafen Tegel TXL – Die Lichtung in der Stadt. Erläuterungstext, Agenceter Landschaftsarchitekten, Karlsruhe
- Arms et al. 2010: Entwurf Standortprofil für die Nachnutzung des Flughafens Tegel. AT Kearny und Decision Institute im Auftrag der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Frauen Berlin
- Bardenhagen und Kathmann 2011: Geothermische Energie für die Metropolregion Hamburg, Teil2 – Einschränkungen der geothermischen Nutzungspotentiale im Bereich von Hamburger Salzstrukturen. Proceedings of „GeoTHERM 2011“, Messe Ofenbourg-Ortnau, 24. Februar 2011
- BMU 2007: Tiefe Geothermie in Deutschland. Broschüre des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Referat Öffentlichkeitsarbeit, September 2007
- DHI-WASY 2010: Grundwasser-Strömungsmodellierung zur Neubemessung der Trinkwasser-schutzzonen Wasserwerk Tegel. Im Auftrag der BWB, Mai 2010, unveröffentlicht
- Diersch 2010: Grundwassersimulationssystem FEFLOW® 6.0. User-/ Reference-Manual, DHI-WASY GmbH, Berlin
- GMP 2009: Sustainable City TXL+. Gerkan, Marg und Partner, Berlin, und Academy for Architectural Culture, Hamburg
- Indirekteinleiterverordnung: Verordnung über das Einleiten von Abwasser in öffentliche Abwasseranlagen (Indirekteinleiterverordnung – IndV) vom 01. April 2005, Berlin
- Kastens, M. 2000: Modellierung dichteabhängiger Strömung – Vom Henry-Problem zur Küsteninsel. Studienarbeit, 2000, TU Braunschweig, Institut für Geographie und Geoökologie
- Luipold, Ring, Wagner-Endres 2010: Standort Flughafen Tegel – Chancen einer gewerblich-industriellen Nachnutzung. regioconsult im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin
- Michel et al. 2007: Wasserbedarfsprognose 2030 für das Versorgungsgebiet der Hamburger Wasserwerke GmbH (HWW). Online-Erhebung durch kooperative Infrastruktur und Umwelt, Frankfurt a. M., und ISOE, Darmstadt, im Auftrag von Hamburg Wasser
- Müller, Grassmann, Bonnet, Stryjak 2011: Aktionsplan Wasser Berlin. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Technologie und Frauen, Berlin (Entwurf)
- Müller, Stryjak 2008: Branchenreport Wasser Berlin 2008 – Kompetenzzentrum Wasser Berlin gGmbH
- NatSchGBIn: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege von Berlin (Berliner Naturschutzgesetz – NatSchGBIn) in der Fassung vom 3. November 2008.
- ÖKOLOGIE+PLANUNG 2009: Flughafen Tegel und Flughafensee in Berlin – Zusammenfassende Bewertung und naturschutzfachliche Planung. Im Auftrag des Landesbeauftragten für Naturschutz und Landschaftspflege Berlin
- Oldenburg 2007: Final cost calculation report for the demonstration project "Sanitation Concepts for Separate Treatment of Urine, Faeces and Greywater" (SCST). Berlin (<http://www.kompetenzwasser.de/SCST-Downloads.295.0.html>)

RiStWag: Richtlinie für bautechnische Maßnahmen an Straßen in Wasserschutzgebieten. FGSV

Seebauer et al. 2008: Nachnutzung Flughafenareal Berlin-Tegel – Bestandserfassung, Handlungsempfehlungen. Studie von Seebauer, Wefers und Partner GBR Landschaftsarchitektur im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin

SenGUV 2010: Erdwärmennutzung in Berlin – Leitfaden für Erdwärmesonden und Erdwärmekollektoren mit einer Heizleistung bis 30 kW außerhalb von Wasserschutzgebieten. April 2010,  
<http://www.berlin.de/sen/umwelt/wasser/wasserrecht/pdf/leitfaden-erdwaerme.pdf>

SenStadt 2001: Abwasserbeseitigungsplan Berlin. Berlin

SenStadt 2004: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin: Planwerk Westraum. Berlin

SenStadt, 2007: Digitaler Umweltatlas Berlin – 02.17 Grundwasserneubildung. Ausgabe 2007, <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/ia217.htm>

SenStadt 2009: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung: Nachnutzung Flughafen Tegel: Grundlagenermittlung. Berlin

SenStadt 2010: Zukunftsraum Tegel – Herausforderung und Chancen – Strukturplan. September 2010

SenStadt 2010a: Digitaler Umweltatlas Berlin – 02.07 Flurabstand des Grundwassers. Ausgabe 2010,  
[www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/e\\_text/kd207.doc](http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/e_text/kd207.doc)

SenStadt 2010b: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung – Strukturplan Nachnutzung Flughafen Tegel

VAWS: Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen und über Fachbetriebe (VAWS) Berlin vom 23. November 2006

Wasserschutzgebietsverordnung Tegel 1995: Verordnung zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes für das Wasserwerk Tegel (Wasserschutzgebietsverordnung Tegel) vom 31. August 1995





