



Grafik: Atelier Dreiseitl

„Strategic Flood Masterplan“ - Hochwasserschutz in Kopenhagen

Stefan Brückmann

Kopenhagen ist weltweites Vorbild für eine nachhaltige Stadtentwicklung. Die Stadt treibt seit einigen Jahren mit sehr visionären Schritten den Umbau zur CO₂-neutralen Stadt voran. Ausschlaggebend dafür war ein „Skybrud“ (Wolkenbruch), der am 2. Juli 2011 große Teile der Innenstadt meterhoch überflutete. Innerhalb von zwei Stunden fielen mehr als 150 Millimeter Regen pro Quadratmeter und verursachte Schäden von über einer Milliarde Euro. Der damals bestehende Klima-Anpassungsplan, mit dem sich Kopenhagen auf den allmählichen Anstieg des Meeresspiegels und auf zunehmend starke Regenereignisse innerhalb der nächsten 50 Jahre vorbereiten wollte, wurde damit von der Realität überholt. Dies rüttelte alle Verantwortlichen der Politik in Kopenhagen und in Dänemark wach und wurde so zum „game changer“ der Nation.

2012 entwickelte man gemeinsam mit Verwaltung, Städtebau-, Entwässerungs- und Verkehrsplanern einen „Wolkenbruch-Management-Plan“ zum Überflutungsschutz und dem konkreten Umgang mit Starkregenereignissen. Diesem Beispiel folgen nun alle Städte in Dänemark und mit der dänischen Regierung wurde vereinbart, einen eigenen Klima-Anpassungsplan zu entwickeln. [1] Obwohl allen Beteiligten klar ist, dass sich keine Stadt komplett gegen Überflutungen schützen kann, ist es doch möglich, mit entsprechenden Maßnahmen besser auf kommende Überschwemmungen vorbereitet zu sein. Dadurch lassen sich nicht nur die immensen Kosten für die Beseitigung der zu erwartenden Schäden vermeiden, sondern gleichzeitig positive Synergien mit der nachhaltigen Stadterneuerung und Verbesserung der Lebensqualität erreichen.

Cloudburst Management Plan Kopenhagen

Aus technischer und ökonomischer Sicht gibt es keine Alternative, als den oberirdischen Überflutungsanteil über Straßen oder vorhandene Gewässer direkt ins Meer zu leiten, da das benötigte Retentionsvolumen in der vorhandenen Stadtstruktur nachträglich nicht unterzubringen ist, um, z. B. während eines 100-jährigen Überflutungsereignisses, den Abfluss so stark zu verzögern, dass dieser gedrosselt in die vorhandenen Kanälen abgeleitet werden kann. Durch das in weiten Teilen der Stadt bestehende Mischkanalsystem, kommt der Entkopplung und oberflächigen Bewirtschaftung von Überflutungsabflüssen eine zusätzliche Bedeutung zum Schutz der natürlichen Gewässer und des Meeres zu. Hierfür wurden bereits hohe Summen in die Abwasserinfrastruktur investiert, da-

mit z. B. die Badewasserqualität im Hafenbecken, mit dem berühmten „Harbour Bath“, dauerhaft gegeben ist. In den tieferliegenden, dicht bebauten Bereichen des Zentrums werden zusätzliche Rohre bzw. Tunnel für die Ableitung von Sturzfluten notwendig, deren Tiefenlage jedoch vom Anstieg des Meeresspiegels begrenzt wird. Die Schadens- und Risikobewertung zeigt, dass eine Anhebung des Sicherheitsniveaus, vom heutigen Standard mit 10-jähriger auf eine 100-jährige Bemessungssicherheit, den größtmöglichen Nutzen gegenüber den zu erwartenden Schäden bringt. Daraus folgt, dass das Sturzflutmanagement nicht alleine die Aufgabe der Stadtentwässerung sein kann. Stadtplanung, Straßenverwaltung sowie private Grundstücksbesitzer und Investoren müssen ihren Anteil dazu beitragen, um Überflutungsschäden in Zukunft zu

vermeiden bzw. zu minimieren, denn technisch bedeutet die Erhöhung der Überstauhäufigkeit der Kanalisation, dass diese fast nur an der Oberfläche herstellbar ist. Dabei wird vereinbart, die kritische Einstauhöhe der Abflüsse von 10 cm über dem Straßenniveau nicht zu überschreiten.



Abb. 1: Die Mitbenutzung von Straßenräumen für die Ableitung von Sturzregen ist seit 2013 Programm in Kopenhagen. [2] (Visualisierung: Atelier Dreiseitl)

Weiterhin ist geplant, den Umbau und die Umsetzung der erforderlichen Präventionsmaßnahmen in Bereichen mit dem höchsten Schadensrisiko zu beginnen. Dabei werden in den ersten beiden Phasen die Maßnahmen verwirklicht, die einfach zu realisieren sind und die größte Ableitungswirkung erzielen. Die erforderlichen Investitionen für die nächsten zwanzig Jahre wurden auf 500 Mio. Euro geschätzt [2]. Eine schnellere Umsetzung der Masterplanideen ist aus technischen und sozial-ökonomischen Gründen nicht möglich, setzt sie doch eine Investitionsbereitschaft auf privater als auch auf öffentlicher Seite voraus. Zur Bereitstellung der finanziellen Mittel wurden die Abwassergebühren erhöht und eine Klimasteuer eingeführt. Über die bestehenden gesetzlichen Regeln hinaus, wie Bauleitplanung und Abwasserkonzeptpläne, hat das Dänische Umweltministerium die bestehenden Gesetze zur Gebührenordnung angepasst. Somit ist eine moderne, integrierte Planung, Finanzierung und der Bau sowie auch der spätere Unterhalt aller ober- und unterirdischen Infrastrukturbauwerke ab sofort verwaltungstechnisch möglich.

Entscheidend ist außerdem, dass der politische Rahmen für das gemeinsame Vorgehen über die Kreis- und Bezirksgrenzen hinweg geschaffen wurde. Nur

so können aus wasserwirtschaftlicher, verkehrstechnischer und stadtgestalterischer Sicht sinnvolle, nachhaltige und insbesondere ökonomische Lösungen entwickelt werden.

Die Stadt Kopenhagen und ihre betroffenen Nachbargemeinden wurden deshalb, unabhängig von politischen Grenzen, in 12 natürliche „Wasser-einzugsgebiete“ eingeteilt und in drei Prioritätenbereiche definiert. Höchste Priorität haben die Bereiche, in denen ein hohes Überflutungsrisiko besteht und die erforderlichen Maßnahmen leicht umzusetzen sind. Gleichzeitig sollen hier mit den geplanten Stadtentwicklungsprojekten bzw. den notwendigen Infrastrukturerneuerungen gute Synergieeffekte erreichen werden.

Darüber hinaus gibt es einen Notfallplan für besonders gefährdete Bereiche und Gebäude, wie z. B. Krankenhäuser, um deren Zugänglichkeit und Überflutungssicherheit absolut sicher zu gestalten.

Für die Kopenhagener war das oberste Ziel des Klimaanpassungsplans und des Sturzflut-Managementplans, aus der Not eine Tugend zu machen und diese Chance als Wirtschaftsfaktor und

Motor zur Verbesserung der Lebensqualität zu sehen.

In Stadtbereichen, in denen viele kleine Regenabflüsse entstehen, oder in Stadtteilen mit ausreichenden Flächen zur dezentralen Rückhaltung und Versickerung, soll eine vollständige Abkopplung des Regenwassers vom öffentlichen Kanalnetz erreicht werden. In diesen Bereichen fallen die Investitionskosten, im Verhältnis zu den notwendigen Schutzmaßnahmen im Zentrum, wesentlich geringer aus. Hier sollen finanzieller Anreize für die Bürger, z. B. durch Rückerstattung der Anschlussgebühren, geschaffen werden.

Strategic Flood Masterplan Kopenhagen

Auf Grundlage der Vorgaben aus dem Sturzflut-Managementplan wurden in den überflutungsgefährdeten 12 Einzugsgebieten konkrete Ideen zur Integration in die bestehende Stadt- und Infrastruktur entwickelt. Das Team Rambøll/Dreiseitl, bestehend aus Landschaftsarchitekten, Stadtplanern, Entwässerungs- und Verkehrsingenieuren sowie Mediatoren, arbeitete dabei zwischen 2012 bis 2013 in >>

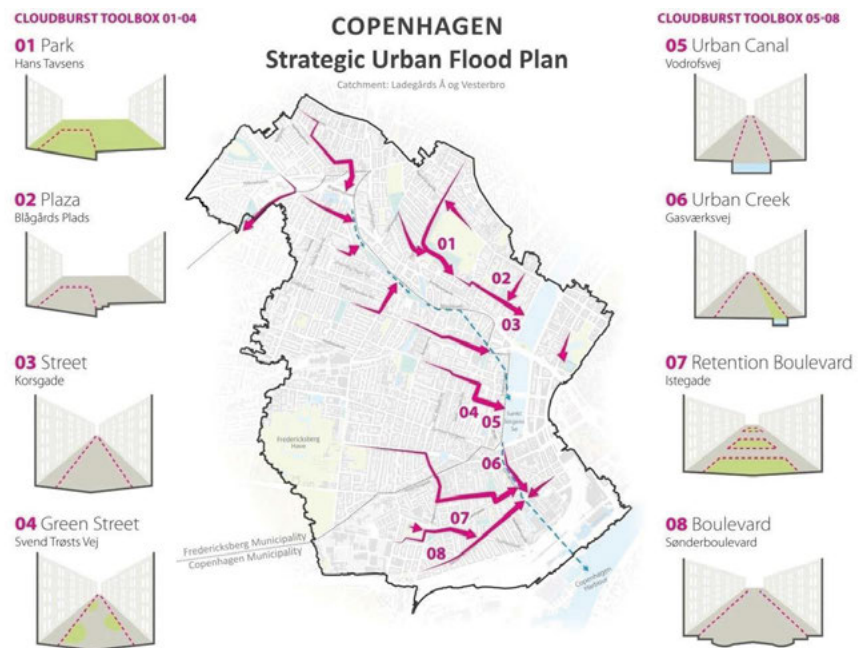


Abb. 2: Der Kopenhagen „Strategic Flood Masterplan“, mit den stark betroffenen Stadtbezirken Låde-gårds-Åen und Vesterbro, sieht entlang der gestrichelten Hauptachse einen Ableitungstunnel vor. Die oberirdische Ableitung bzw. Bewirtschaftung lässt sich in den untergeordneten Straßen, Plätzen und Boulevards an Hand der acht entwickelten Typologien gestalterisch integrieren [2] (Integration, Ideen und Grafik: Atelier Dreiseitl)

den Gebieten mit dem höchsten Überflutungsrisiko, dass eine Einzugsgebietsfläche von 35 Quadratkilometern umfasst. Die hydraulischen Voruntersuchungen mit komplexen hydrologisch-hydraulischen Modellen (MIKE-Urban, MIKE21, Mike Flood und GIS) zeigten deutlich, wie groß das oberirdische und unterirdische Abflusspotenzial ist und wo die kritischen Überflutungspunkte aber auch Retentionspotenziale im Bestand liegen. Zu Fuß und mit Fahrrädern besichtigte das Design-Team gemeinsam mit Entscheidungsträgern verschiedener Behörden und Stadtbezirke die Überflutungswege und -hotspots, die am 11. Juli 2011 am stärksten betroffen waren. In anschließenden Workshops wurden gemeinsam städtebauliche Ideen entwickelt und die nutzbaren Potenziale zum Bau von oberirdischen Überflutungskorridoren und Rückhalteflächen festgelegt.

Dabei war auffällig, dass in den stark betroffenen Stadtbezirken Lådegåds-Åen und Vesterbro kaum öffentliche Grünflächen und Verkehrsgrün existieren. Der öffentliche Stadtraum ist hier ziemlich stark versiegelt. Die Strömungsanalyse in der bestehenden Topographie deutet darauf hin, dass diese im dänischen als "Skybrudsboulevards" bezeichneten Wolkenbruch-Boulevards den Spuren von alten Flusssystemen der Stadt folgen.

Straßengestaltung mit multifunktionaler wasserwirtschaftlicher Freiraumfunktion

Aus städtebaulicher Sicht war die Erkenntnis schließlich entscheidend, die Kernstadt als Wassersystem zu lesen. Alle Hauptverkehrsstraßen laufen sternförmig auf das Rathaus zu und die Verkehrshauptachsen liegen topografisch höher

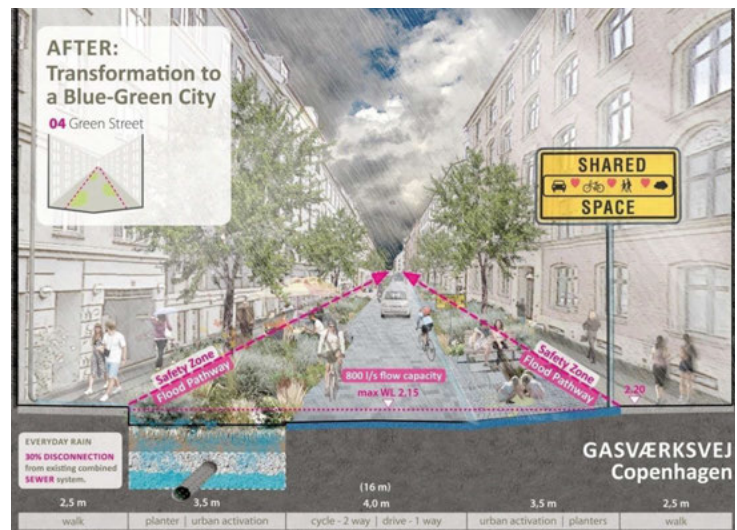


Abb. 3: Der Straßentyp „Green Street“ sorgt für Begrünung und gleichzeitig für die Bewirtschaftung des alltäglichen Regens über Baumbeste mit Drainagen, die überschüssiges Regenwasser in den städtischen Kanal entwässern, bei Extremregen bleiben die Gehsteige trocken, nur der Fahrbahnbereich wird beim 100-jährigen bis zu 10 cm eingestaut. [2] (Integration, Ideen und Grafik: Atelier Dreiseitl)

als die Verbindungsstraßen. Zwischen diesen Hauptverkehrsachsen befinden sich zweitrangige Straßen von eher lokaler Bedeutung mit überwiegender Wohnnutzung. Diese Nebenstraßen weisen einen entscheidenden Vorteil auf: Sie sind viel breiter als die primären Boulevards und eignen sich bestens für die Umstrukturierung zu Retentions-Boulevards. Ziel ist es, die alltäglichen Niederschlagsmengen in den bestehenden Grünflächen zu versickern und zu verdunsten. Im Überflutungsfall arbeiten diese Flächen wie Badewannen mit oberirdischem Überlauf. Die Begrünung dieser Verkehrsrau-



Abb. 4: Der Typ „Retention Boulevard“ kann sowohl den alltäglichen Regen bewirtschaften als auch den Extremregen ableiten, ohne Einstau der Fahrbahnen [2] (Integration, Ideen und Grafik: Atelier Dreiseitl)

me sorgt zudem für eine merkbare Verbesserung der Aufenthaltsqualität als auch des Kleinklimas und Luftreinigung. In den vorhandenen Straßentypologien wurden beispielhaft integrative Lösungen mit multifunktionaler wasserwirtschaftlicher und Freiraumfunktion entwickelt. Auf diese „Werkzeugkiste“ mit „Retention-Boulevards, -Parks und -Plätzen“ können Ingenieure, Verkehrs- und Stadtplaner zukünftig zurückgreifen und auf vergleichbare Situationen übertragen. Der innovative Ansatz mit Grüner Infrastruktur bezieht wesentliche Dienstleistungen wie Mobilität, Erholung, Sicherheit und Ökologie in die zukünftige Stadtgestaltung ein. Damit erfolgt eine strategische Neuorientierung für die Weiterentwicklung lebenswerter Stadträume.

In diesen Bezirken wird es einerseits autofreie Bereiche geben, während in anderen Statteilen, in denen der Verkehr Priorität hat, die technische Realisierbarkeit einer oberirdischen Niederschlagswasserableitung nicht möglich sein wird. Damit optimale Lösungen gefunden werden können, ist ein Diskussionsprozess mit allen Beteiligten zu führen.

Zurück zum Strategic Flood Masterplan für den Stadtteil Lådegåds-Åen und Vesterbro: Der in Abb. 3 gestrichelt dargestellte Ableitungstunnel müsste als durchgehende Ableitung bis zum Hafenbecken mindestens einen Durchmesser von 5 Metern haben, um die Wassermassen abzuleiten. Alternativ dazu sind die Planer auf die Idee gekommen den Sankt Jørgens See tiefer zu legen und als zusätzlichen Rückhalteraum zu nutzen. Auch aus städtebaulicher Sicht ist diese Überlegung sehr attraktiv. Nach dem Vorbild des „Sugar Beach“ in Toronto könnte hier ein urbaner Strandpark mit terrassenartig gestuftem Geländeverlauf zur Stadt hin entstehen. Die räumliche Großzügigkeit des Sees wird erhalten. Der westliche Teil könnte in einen Bürgerpark mit Spielflächen, einem neu angelegten Deich und belebten Uferzonen umgebaut werden und bietet zusätzlich Retentionsraum vom ca. 40.000 Kubikmeter. Der Überlauf aus dem See führt in eine Tunnelverbindung, die mit 2,5 Me-

ter Durchmesser nur noch halb so groß sein müsste. Der Sankt Jørgens See diene, wie auch die anderen, künstlich überhöht angelegten Becken, früher als zentrales Trinkwasserreservoir für Kopenhagen. Heute tragen sie als eine der wenigen großen zusammenhängenden Wasser- und Freiflächen in mitten des Stadtzentrums wesentlich zur Erholung und Verbesserung des Kleinklimas bei.

Investition in die Zukunft

Der Klima-Anpassungs-Plan [5] ist die richtige Antwort auf zunehmende Extremregen und den Anstieg des Meeresspiegels in Kopenhagen.

Für das Starkregenmanagement mit einer neuen und leistungsfähigeren Trennkanalisation, unterirdischen Regenrückhaltebecken und Pumpstationen, sowie dem dezentralem Regenwassermanagement lag die Kostenschätzung bei 3.0 bis 4.0 Mrd. Euro.

Auf Grund des Extremereignisses vom 2. Juli 2011 wurde die Strategie für den zukünftigen Umgang mit Starkregen nochmal auf den Prüfstand gestellt und genauer nachgerechnet, welches Retentionspotenzial und welche Entwässerungsmaßnahmen notwendig sind, um derartige Überflutungen zu vermeiden. Das Ergebnis hat gezeigt, dass die bloße Erweiterung der städtischen Entwässerungsinfrastruktur technisch, ökonomisch und sozial nicht umsetzbar wäre.

Bei solchen gigantischen Investitionen spielt die soziale Akzeptanz die Hauptrolle für die Entscheidung zur richtigen Lösung. Klimaanpassung ist eine Aufgabe für einen integrierten Stadtbau mit der Beteiligung und Teilung der Verantwortung auf allen gesellschaftlichen Ebenen. Es ist notwendig das individuelle, das privatwirtschaftliche und das öffentliche Interesse auf gemeinsame Lösungen zu fokussieren.

In der Konkretisierungsphase des Cloudburst-Management Plans wurde mit dem Strategic Flood Masterplan gezeigt, wie durch eine integrative Planung und dem Einsatz unterschiedlicher Gestaltungsmaßnahmen zugleich die Ziele des Hochwasserschutzes mit

städtebaulichen Elementen verbunden werden konnten.

Mit ca. 30 km „Retention-Boulevards“, 500.000 m² Retention-Grünflächen“ sowie 75 km „Green Streets“ könnten jährlich 1,5 Millionen Kubikmeter Regenwasser vor der Ableitung im Kanal bewirtschaftet und dem lokalen Wasserkreislauf aufbereitet zugeführt werden. Im Überflutungsfall dienen die Kombination aus vorhandenen Kanälen, neuem Tunnel und umgebauten Straßen, Plätzen und Parks der schadlosen Ableitung bis zu einem 100-jährigen Extremereignis. Die geschätzten Gesamtkosten belaufen sich auf ca. 400 bis 500 Millionen Euro auf das Stadtgebiet Kopenhagen, die im Rahmen der Hochrechnung für das Gesamtgebiet im Bereich der Schätzkosten des Klima-Anpassungs-Plans liegen, mit dem Vorteil, dass die Qualität der Maßnahmen sichtbar, erlebbar, ökologisch und nachhaltig sind.

Autor

Stefan Brückmann
Atelier Dreiseitl GmbH (Rambøll Gruppe) Überlingen
stefan.brueckmann@dreiseitl.com

Literatur

- [1] How to manage cloudburst and rain water - Action plan for a climate-proof, Denmark, December 2012
- [2] Copenhagen Strategic Flood Masterplan 2013 – Konkretisierungs Masterplan (Rambøll/Dreiseitl)
- [3] Københavns Kommunes Skybrud-splan - Kopenhagen Extremregen Management Plan 2012
- [4] Jan Rasmussen, Gerhard Hauber “Climate Adaptation” Vortrag 2013, City of Copenhagen
- [5] København Klimatilpasning Plan 2011 – Kopenhagen Klimaanpassungs-Plan 2012