

Venedig retten

Eine der symbolträchtigsten Städte der Welt ist durch den steigenden Meeresspiegel bedroht. Vor dem Hintergrund eines durch den Klimawandel verstärkten Handlungsdrucks errichten Techniker auf dem Grund der Lagune von Venedig das modernste Flutschutzwehr der Welt. Seine Genialität? Wenn es nicht im Einsatz ist, kann man die 5,5 Mrd. teure Konstruktion nicht einmal erahnen. >

TEXT: **CLAUDIA B. FLISI** FOTOS: **MAURIZIO CAMAGNA**



Im Jahr 1966 wurde Venedig wachgerüttelt. Bis zu diesem Zeitpunkt waren jahrhundertlang die während der Wintermonate zeitweise auftretenden „acqua alta“ (Hochwasser) zwar lästig, stellten aber keine größere Bedrohung dar. Etwa alle drei Jahre wurden beim Zusammentreffen der Flut mit entsprechenden Wetterbedingungen ein paar der Straßen der Stadt für einige Stunden überschwemmt. Das Problem wurde mit Schlauchbooten und Plattformen auf Gerüsten behoben.

DAS HOCHWASSER von 1966 spülte das Wasser jedoch zwei Meter hoch in die Stadt. Neben Schäden in Millionenhöhe wurden unbezahlbare Kunstwerke zerstört. In den darauffolgenden 40 Jahren nahm die Häufigkeit der acqua alta aufgrund des Klimawandels, des ansteigenden Meeresspiegels und des Absinkens der Stadt zu. Dringend musste eine Lösung gefunden werden. „Zwar können wir die Zukunft nicht vorhersehen, aber wir wissen, dass sich die Lage in den letzten Jahren zusehends verschlechtert hat“, gibt Monica Ambrosini, Architektin aus der Stadt, zu bedenken.

Sie ist Sprecherin für Consorzio Venezia Nuova, das Konsortium, das die italienische Regierung mit der Rettung Venedigs vor dem Meer betraut hat. Die Lösung ist Mose,

ein innovatives Flutschutzwehrprojekt, das die Fluten, die die Stadt bedrohen, in Schach halten soll. Der Name ist eine Anspielung auf die Gestalt aus der Bibel, die der Erzählung nach das Rote Meer teilte, und steht für **MODulo Sperimentale Elettromeccanico** (experimentelles elektromechanisches Modul).

Mose ist ein System aus 78 beweglichen Toren, die an den drei Öffnungen der Insel angebracht sind, die die Lagune von Venedig von der Adria trennt. Unter Normalbedingungen liegen diese flach in kastenförmigen Konstruktionen oder auch Senkkästen unter Wasser. Bei Bedarf (geschätzte vier oder fünf Mal pro Jahr) werden sie aufgerichtet, um zu verhindern, dass das ansteigende Meerwasser die Lagune

erreicht. Wenn das Hochwasser gesunken ist, werden sie wieder herabgelassen.

DAS IST DER Schlüssel zu Moses Genialität. Anders als Wasserkontrollsysteme in Rotterdam, London und in einigen Städten Japans, hat Mose keine permanent sichtbaren Pfosten. Eine der Anforderungen an den Entwurf war, sich der Stadt, die es zu schützen gilt, anzupassen, und dies verlangte nach einem System, das ebenso einzigartig wie Venedig selbst ist.

Als 2003 grünes Licht für die Konstruktion gegeben wurde, war Mose das „innovativste System seiner Art“, erzählt Ambrosini und „das ist es bis heute geblieben. Es ist bei allen Wasserpegeln äußerst flexibel. Der Betrieb ist leise. Das Meeresleben und die Umwelt werden respektiert.“



Monica Ambrosini: „Die Lage hat sich in den letzten Jahren zusehends verschlechtert.“

UMWELTBELANGE haben höchste Priorität, denn Venedig gehört zum Weltkulturerbe und wird jährlich von 23 Millionen Touristen besucht. Immer mehr Besucher kommen auf gigantischen Kreuzfahrtschiffen angereist. Mose muss diesen ebenso gerecht werden wie Öltankern.

Die technischen Herausforderungen des Projekts lagen in der Größe und Komplexität. Ingenieur Tomaso Gastaldi arbeitet für Comar Scarl, ein Unternehmen, das für Mose Dienstleistungen bereitstellt und dabei die Arbeit von über 50 Unternehmen, dabei auch vier Großunternehmen überwacht.

„Der Betrieb ist leise.
Das Meeresleben
und die Umwelt werden
respektiert.“

MONICA AMBROSINI,
CONSORZIO VENEZIA NUOVA

MOSE: DAS PROJEKT IN ZAHLEN

- **1 Schleuse für große Schiffe** (bei Malamocco)
- **2 Schutzhäfen** (bei Lido und Chioggia)
- **3 Meter hohem** Tidenhub kann standgehalten werden
- **4 mobile Sperren**
- **15 Minuten** dauert es durchschnittlich, um die Sperren zu schließen (senken)
- **30 Minuten** dauert es, um die Sperren zu öffnen (heben)
- **78 mobile** Sperren insgesamt
- **1.000 Mitarbeiter** sind beteiligt
- **2018** ist die Fertigstellung geplant
- **5,5 Mrd. Euro** sind die voraussichtlichen Gesamtkosten (Stand März 2016)

VER-DAMMT: andere bemerkenswerte Sperrwerke



■ Das Oosterscheldekering (Oosterschelde-Sperrwerk) (Niederlande)

Das 9 Kilometer lange Oosterscheldekering ist das längste Flutwehr der Welt und ist nur eines von 13 Dämmen und Sturmflutsperrern des Delta-Works-Projekts in den Niederlanden. Das Oosterscheldekering besteht aus einer Vielzahl von Toren auf Meeresspiegelhöhe, die die Wassermenge aus der Nordsee regulieren. Seit seiner Eröffnung im Jahr 1986 war der Damm insgesamt nur 25 Mal komplett geschlossen.



■ Das Themsesperrwerk (Vereinigtes Königreich)

Das Themsesperrwerk ist das zweitgrößte bewegliche Sperrwerk der Welt. Seit seiner Fertigstellung im Jahr 1982 schützt es London vor der Überschwemmung bei außergewöhnlich hoher Flut und vor Sturmfluten von der Nordsee her. Es besteht aus rotierenden Toren, die in geöffnetem Zustand waagrecht auf dem Grund der Themse liegen und sich zum Schließen in vertikale Position drehen. Bis 2016 sind sie 176 Mal geschlossen gewesen.



■ Der Staudamm von Sankt Petersburg (Russland)

1978 begann die Sowjetunion mit der Konstruktion des Staudamms von Sankt Petersburg, allerdings wurde der 25 Kilometer lange Komplex aus Dämmen erst 2011 fertiggestellt. Er besteht aus 11 Dämmen und zwei Schleusen, die den Finnischen Meerbusen von der Newa-Bucht trennen, um die Stadt vor Überschwemmungen zu schützen. Das Kernstück des Stankt Petersburger Dammes bildet die südliche Wasserschleuse mit den zwei schwimmenden Radialschützen aus Stahl, die in der Mitte zusammengebracht werden können.

„Das Problem, das jedes Großprojekt mit sich bringt, ist die Koordination der zahlreichen Zulieferer und Unternehmen“, erklärt er. „Es müssen verschiedene Fristen berücksichtigt und die Tätigkeiten vieler Beteiligten aufeinander abstimmt werden. Jedes Unternehmen verfolgt eigene Interessen und verfügt über anderes Know-How, und nicht alle arbeiten auf die gleiche Weise zusammen. Das ist das Hauptproblem, mit dem wir uns auseinandersetzen.“

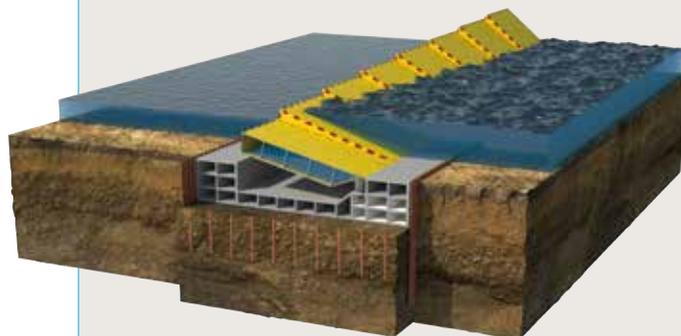
FERNER WAR MOSE in politische Skandale verwickelt, und die Fristen für das Projekt wurden mehrmals aufgrund von Korruptionsvorwürfen nach hinten verschoben.

Gastaldi und Ambrosini machen die reißerischen Schlagzeilen dafür verantwortlich, dass die enormen Errungenschaften des Projekts in den Hintergrund getreten sind. Das Wichtigste aber ist, dass Mose Venedig vor bis zu drei Meter hohem acqua alta schützt und dabei seine Umgebung nicht beeinträchtigt. Ein weiterer wichtiger Aspekt ist, dass die einzigartige Technologie die Entwicklung von technischen Innovationen positiv beeinflusst – in kommunalen, mechanischen und maritimen Bereichen. Dazu kommt, dass Mose, falls dies einmal beschlossen wird, ohne dauerhafte Schäden demontiert werden kann.

Eins der Mose-Wehre befindet sich seit dem 26. Mai 2016 im Testbetrieb, und die technische Leistung war bisher mehr als zufriedenstellend. Offiziell werden alle 78 Tore im Juni 2018 in Betrieb gehen. ■

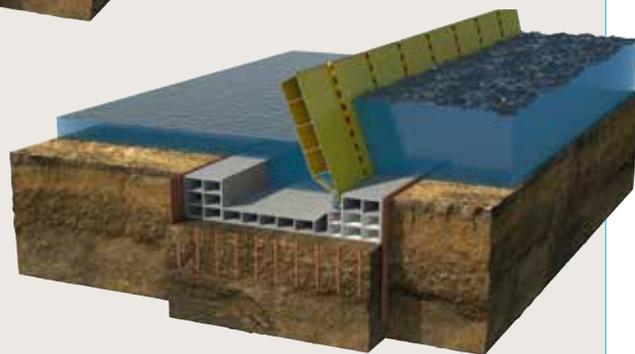
FUNKTIONSPRINZIP

1 Normalerweise sind die mobilen Tore der Mose-Konstruktion mit Wasser gefüllt und liegen nicht sichtbar in ihren Gehäusekonstruktionen auf dem Meeresboden.



2 Bei einem Tidenhub von über 110 Zentimetern wird komprimierte Luft in die Tore eingelassen, die das Wasser verdrängt, sodass sie beginnen anzusteigen.

3 Die Tore können so weit über die Oberfläche aufgerichtet werden, bis sie die Lagune vom Meer trennen. Wenn der Pegelstand wieder fällt, kehrt sich der Prozess um, und die Tore werden wieder in den Gehäusekonstruktionen verstaут.



Kompakt, leise und energieeffizient: Die Alfa Laval Kühlösung

Unter Flutbedingungen wird gekühlte, komprimierte Luft aus Alfa Laval Wärmeübertragern in die 78 mobilen Tore der Mose-Konstruktion gepumpt. Durch diese Luft wird das Meerwasser verdrängt, mit dem die Tore normalerweise gefüllt sind und durch das sie am Meeresgrund gehalten werden. Dadurch heben sie sich aus ihren Kästen unter der Lagune und richten sich zu Sperren gegen den steigenden Meeresspiegel auf. Die Luft muss zuerst gekühlt werden, weil die mobilen Tore aus einem starren Verbundwerkstoff bestehen, der für zu hohe Temperaturen nicht ausgelegt ist, erklärt Paolo Zapparoli, Produktmanager, Industrial Dry Coolers, Alfa Laval

Alonte, Italien.

Für das Mose-Projekt kommen zwei Modelle von Alfa Laval Wärmeübertragern zum Einsatz.

Beide gehören zur gleichen Alfa-V-Familie. Sie unterscheiden sich lediglich in ihrer Größe und in der Wärmeübertragungskapazität. Sie wurden aufgrund ihrer kompakten Konstruktion, ihres geringen Lärmpegels und ihrer Energieeffizienz gewählt, führt Zapparoli aus.

Er fügt hinzu, dass ein anderes entscheidendes Element in Bezug auf den Erfolg des Projekts die Zusammenarbeit zwischen den Mose-



Ingenieuren und den Experten von Alfa Laval war: „Wir haben von Anfang an zusammengearbeitet, um unsere Standardmodelle an die besonderen Anforderungen anzupassen und entsprechende Verbesserungen in Bezug auf Material und neue Technologien vorgeschlagen.“

Zu diesen Änderungen gehörten thermisches Material, eine neue Schnittstelle, verringerte Lärmpegel dank neuartiger Ventilation, angepasste Mechanik und eine verbesserte Konstruktion, gesenkter Energieverbrauch, reduzierter Stellflächenbedarf sowie Kompressoren mit hoher Leistung und geringem Volumen.

Für die Änderungen ausschlaggebend war, dass seit den ersten Projektbesprechungen bis zur tatsächlichen Umsetzung mehrere Jahre vergingen, in denen sich die Technologie jedoch weiterentwickelt hat. Zapparoli ist auf diesen Punkt der Zusammenarbeit besonders stolz – die Initiative von Alfa Laval, neuere Technologie umzusetzen, obwohl der Auftrag sich auf die älteren gründete.

In einem Pilotprojekt vor Ort erwies sich das System als erfolgreich. Die Projekttechniker führten zwar ein paar technische Anpassungen zur Verbesserung der Automatisierung der Sperren durch, aber die Komponenten funktionierten einwandfrei.