DEICHE UND DÄMME

BOLLWERKE SCHÜTZEN UND NÜTZEN

Der Itaipu-Staudamm im Dreiländereck Brasilien, Argentinien und Paraguay staut gewaltige Wassermassen und ist das größte Kraftwerk der Welt.

Deiche und Dämme bewahren die Menschen in den Küstenregionen und die Anwohner von Flüssen vor Überflutung. Deiche werden schon seit Jahrhunderten gegen natürliche Extremereignisse errichtet: An den Küsten schützen sie vor Sturmfluten, im Hinterland als Binnen- oder Flussdeiche vor Hochwasser-Ereignissen. Typischerweise sind sie immer nur vorübergehend den Kräften des Wassers ausgesetzt. Im Gegensatz dazu dienen Dämme der permanenten Stauhaltung an Speicherseen.

In einer Januarnacht des Jahres 1953 wurden die Bewohner im Südwesten der Niederlande von einer der furchtbarsten Sturmfluten seit Menschengedenken heimgesucht. Mit einer Geschwindigkeit von 150 km/h peitschte ein Orkan vom Atlantik unvorstellbare Wassermassen auf die Provinz Zeeland zu. Als die Deiche an fast 600 Stellen brachen, wurde das flache Küstenvorland blitzschnell überschwemmt. 1835 Menschen ertranken, und mit ihnen kamen 200 000 Haustiere und Nutzvieh um. In einer nationalen Kraftanstrengung verabschiedeten die Niederländer nach dieser Katastrophe das Delta-Gesetz, um die Seearme im Süden des Landes mit Deichen, Sturmflutwehren und Küstenbefestigungen endgültig sicher zu machen.

Die »Hollandflut« verursachte an den deutschen Küsten zwar keine größeren Schäden, gab aber ebenfalls den Anstoß, die Deiche zu verstärken. Als bei der Sturmflut von 1962 trotz aller Bemühungen allein in Hamburg die Dämme an 60 Stellen brachen und über 300 Menschen ertranken, wurde der »Generalplan Deichverstärkung, Deichverkürzung und Küstenschutz in Schleswig-Holstein« verabschiedet, besser bekannt als »Generalplan Küstenschutz«. In den folgenden Jahren wurden die Deiche nicht nur erhöht

und mit einer geringeren Neigung versehen, die deutsche Deichlinie wurde außerdem durch Maßnahmen wie den Bau des Eidersperrwerks um viele Kilometer verkürzt.

Flachere Böschungen: Schwallbrecher am Deich

Archäologische Untersuchungen weisen darauf hin, dass der Deichbau an den Küsten Deutschlands und der Niederlande etwa im 11. Jahrhundert begann – vermutlich als Reaktion auf großflächige Landverluste infolge eines anhaltenden Anstiegs des Meeresspiegels bis zum 15. Jahrhundert. Als Baustoff wurde anfangs wegen seiner geringen Wasserdurchlässigkeit ausschließlich Marschboden, der so genannte Klei, verwendet. Heute wird zur Einsparung des Kleis für den Kern des Deiches Sand verwendet, der eine hohe Wasserdurchlässigkeit hat.

Neben diesen Veränderungen bei den Baumaterialien gibt es eine noch viel wichtigere Entwicklung bei der Querschnittsgestaltung der Seedeiche. Wurden die Deiche im 15. Jahrhundert mit einer Höhe von einem Meter über dem Mittleren Hochwasser (MHW) und mit einer Außenböschungsneigung von 1:3 ausgeführt, weisen heutige Deiche Höhen von mehr als sechs Metern über dem MHW und eine Außenböschungsneigung von 1:6 auf. Durch die wesentlich flacheren Böschungen wird die Seegangsbelastung des Deichs erheblich vermindert, da die von See her anlaufenden Wel-

Niederländisches Jahrhundertprojekt: Die verheerende Sturmflut von 1953 war Anlass für umfangreiche Maßnahmen zum Küstenschutz.

Deiche sind auch Touristenattraktionen: Ausflügler in einem Wattwagen und Spaziergänger auf dem Deich der Nordseeinsel Neuwerk.

len nicht als so genannte Sturzbrecher sondern als »Schwallbrecher« an den Deich spülen und dadurch weniger hoch auflaufen.

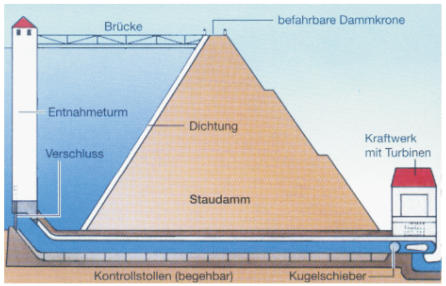
In ihrer Höhe sind die Nordsee- und Ostseedeiche so ausgelegt, dass es beim Eintritt von Sturmfluten, wie es sie in der Vergangenheit gegeben hat, selbst unter Berücksichtigung des derzeitigen Meeresspiegelanstiegs zu keinem Wellenüberlauf am Hauptdeich kommt. Die Vermeidung dieses Wellenüberlaufs ist außerordentlich wichtig für die Gewährleistung der Sicherheit des Deiches. Die Deichbrüche während der vergangener Extremsturmfluten in den Jahren 1953, 1962 und 1976 haben gezeigt, dass der Kollaps stets durch Wellenüberlauf mit anschließender Erosion der Deichbinnenböschung eingeleitet wurde.

Zur Sicherung: Gras, Asphalt und Pflaster

Maßgebend für den Erosionswiderstand sowohl der Binnen- als auch der Außenböschung des Seedeichs ist eine intakte, grasbegrünte, etwa einen Meter dicke Kleiabdeckung des Sandkerns. Zur Pflege der Grasabdeckung und zur Sicherung des Zugangs bei Sturmfluten sind beidseitig leicht zugängliche Deichverteidigungswege angelegt. Falls in Deichnähe keine ausreichende Menge Klei zur Verfügung steht oder der Klei aus Gründen des Naturschutzes nicht verwendet werden kann – wie es etwa für die Kleivorkommen im seeseitig des Deichs gelegenen Vorland gilt – kommen auch Asphalt- und Pflasterabdeckungen für die Sicherung der Außenböschung zum Einsatz.

Vor dem Hintergrund des drohenden Anstiegs des Meeresspiegels, den Klimaforscher für die kommenden Jahrzehnte prophezeien, sind auch in der Zukunft weitere Höhenanpassungen der Deiche an den deutschen Küsten erforderlich. Solchen Maßnahmen sind jedoch wegen der begrenzten Bodentragfähigkeit der küstennahen Marschgebiete und des erheblichen Grundflächenbedarfs bestimmte Grenzen gesetzt. Diese Schwierigkeiten traten bereits bei den Deicherhöhungsmaßnahmen unmittelbar nach der Sturmflut von 1962 in Erscheinung. Auch deshalb wurden lan-

Holland in Not: In der Ortschaft Wilnis bricht im August 2003 der Deich. Etwa 2000 Einwohner müssen in Sicherheit gebracht werden.



Querschnitt eines Staudamms zur Stromerzeugung: Über den so genannten Entnahmeturm gelangt das Wasser zu den Turbinen.

ge Deichabschnitte durch die Errichtung von Sperrwerken an den Mündungen der Flusse Eider und Ems sowie der Nebenflüsse von Weser und Elbe der direkten Sturmflutwirkung entzogen.

Problem Durchsickerung: Hochwasserschutz im Binnenland

Im Unterschied zu den als Schutz vor Sturmfluten angelegten Seedeichen dienen Flussdeiche dem Hochwasserschutz des Binnenlandes. Die Böschungen von Flussdeichen werden mit Nei-

Um der ständigen Überschwemmungen Herr zu werden, planen die Stadtväter von Venedig ein Deichsystem aus 79 Wehren und Fluttoren.

gungen von 1:3 erheblich steiler ausgeführt als die von Seedeichen, da Wellenüberlauf nicht die wesentliche Ursache für einen Bruch von Flussdeichen darstellt. Das Versagen von Flussdeichen geht aufgrund der im Vergleich zu den Küsten langen Standzeiten der Hochwasser, welche mehrere Tage andauern können, meist auf Durchsickerung zurück, die von einer Erosion des Deichkörpers durch das Ausspülen von Feinsandbestandteilen begleitet wird. Gelegentlich kommt es auch zu einem Überströmen des Wassers.

Zur Vermeidung der Durchsickerung werden Flussdeiche häufig als so genannte Drei-Zonen-Deiche ausgeführt. Bei diesen ist

Der Drei-Schluchten-Damm, der den Yangtse in China staut, wird im Jahr seiner Fertigstellung 2009 der größte Staudamm der Welt sein.

auf einem Sandstützkörper flussseitig eine Dichtungsschicht aufgebracht. Landseitig verhindert ein horizontaler Absatz in der Böschung, die so genannte Berme, auch im Falle lang andauernder Hochwasser ein Austreten der Sickerwasserströmung an der Binnenböschung. Um die Durchsickerung dauerhaft zu vermeiden, müssen sowohl die Durchwurzelung des Deichkörpers als auch die Aktivitäten von Wühltieren wie Bisams zuverlässig unterbunden werden. Tierbauten und Baumwurzeln sind bei einer Überflutung gefährliche Eintrittslöcher für das Wasser. Eine Kontrolle der Schutzmaßnahmen erfolgt im Rahmen der »Deichschau« mindestens einmal jährlich, typischerweise im Frühjahr nach Ablauf der Hochwasserperiode.

Die Höhe der Deichkrone von Flussdeichen orientiert sich nicht, wie bei Seedeichen, an historischen Höchstwasserständen. Vielmehr wird unter wirtschaftlichen, technischen, ökologischen und städtebaulichen Gesichtspunkten ein Bemessungshochwasser ausgewählt. Für dicht bebaute Industrie- und Siedlungsgebiete liegt die jährliche Eintrittswahrscheinlichkeit des Bemessungshochwassers meist unter einem Prozent. Da das Eintreten seltenerer Hochwasser nicht ausgeschlossen ist, werden an Flussdeichen durch Abflachen und Befestigung der Deichböschungen gezielt erosionsfeste Überlaufstrecken angeordnet, um ein unkontrolliertes Überströmen des Deiches zu verhindern.

Stauseen – Hochwasserrückhalteräume am Oberlauf

Ist eine Anpassung der Flussdeiche an den festgelegten Bemessungswasserstand nicht möglich, so kann eine Erhöhung der Hochwassersicherheit durch die Anlage von Stauseen erreicht werden, die als Hochwasserrückhalteräume im Gebiet des Oberlaufs dienen. Der Aufbau der Staudämme untergliedert sich in einen dichtenden Teil und einen stützenden Teil. Die Dichtung wird entweder auf der wasserseitigen Staudammböschung oder im Staudamminneren eingesetzt. Als Dichtungsmaterialien kommen Stahl, Asphalt-, Ton- und Zementbeton sowie Kunststoffdichtungsbahnen zum Einsatz.

Der Stützkörper, welcher zusammen mit dem Untergrund ein gemeinsames Tragwerk bildet, wird aus Fest- oder Lockergestein hergestellt, das in Lagen eingebracht und verdichtet wird. Es erfolgt eine kontinuierliche Sicherheitsüberwachung des Staudamms durch Lage-, Belastungs-, Wasserstands- sowie Zu- und Abflusssensoren, die in jährlichen Sicherheitsberichten dokumentiert wird. Neben dem Hochwasserschutz dienen Staudämme auch der Wasserversorgung und der Wasserkraftgewinnung. Durch die Schaffung ausgedehnter Wasserflächen haben sie zudem große Bedeutung für die Naherholung und den Tourismus.

EIDERSPERRWERK – DEUTSCHLANDS GRÖSSTES BAUWERK ZUM KÜSTENSCHUTZ

Nachdem während der Sturmflut von 1962 in Norddeutschland mehr als 120 Deiche gebrochen waren, wurde der »Generalplan Küstenschutz« verabschiedet. Er führte nicht nur zur Verbesserung aller deutschen Küstendeiche, sondern auch zur Errichtung der Eidersperre, die – als Jahrhundertbauwerk gefeiert – nach fünfjähriger Bauzeit im März 1973 eingeweiht wurde. Das größte Bauwerk an der deutschen Nordseeküste verbindet die Halbinsel Eiderstedt mit Dithmarschen und verschlang die für damalige Verhältnisse horrende Summe von 170 Mio. DM. Noch heute müssen enorme Summen für seine Instandhaltung aufgebracht werden.

Das in den Eiderdamm integrierte Sperrwerk besteht aus zwei Reihen mit jeweils fünf Segmenttoren, die eine lichte Weite von 40 Metern haben. Durch diese Öffnungen kann die Flut unter Normalbedingungen in die Eider einlaufen. Bei Sturmfluten wird das Einlaufen des Wassers durch die Schließung der Sperrwerksöffnungen verhindert. Die teilweise schon recht alten, rund 60 Kilometer langen Flussdeiche, die entlang der Eider ins Hinterland reichen, sind dank des Sperrwerks der direkten Sturmflutwirkung entzogen. Um die Zugänglichkeit des im Schutz der Abdämmung gelegenen Hafens Tönning auch weiterhin sicherzustellen, wurde neben dem Sperrwerk eine Schifffahrtsschleuse errichtet. Die Schleuse hat eine nutzbare Kammerlänge von 75 Metern bei einer Breite von 14 Metern und kann innerhalb von zwei Minuten geöffnet oder geschlossen werden.