

Erfahrungen des Linthwerks mit Damminstabilitäten

Markus Jud, Linthingenieur

Die Linthverwaltung hat vor der Gesamtanierung des Linthwerks (Projekt «Hochwasserschutz Linth 2000», 1998–2013) vielfältige Erfahrungen mit Damminstabilitäten gemacht. Interessant sind dabei vor allem die Beobachtungen während der grossen Hochwasserereignisse von 1999 und 2005. Aber es muss nicht immer ein ausserordentliches Hochwasser sein, um einen Damm zum Einsturz zu bringen, wie das Beispiel des Dammbruchs von 1973 zeigt. Nur mit einer systematischen Überwachung der Anlagen besteht die Chance, dass «versteckte» Prozesse wie innere Erosion, aber auch Tierbauten, Risse infolge Trockenheit usw. entdeckt werden. Die Linthverwaltung hat eine solche systematische Überwachung eingeführt, mit monatlichen Kontrollen der Werkanlagen durch die Unterhaltsequipe, einem Grundwassermonitoring sowie einer jährlichen Inspektion der Werkanlagen zusammen mit Experten und einem Jahressicherheitsbericht. Im Hochwasserfall kommt eine Notfallorganisation mit einer Dammüberwachung, einem Ingenieur- und einem Baustab zum Einsatz.

Das System des Linthwerks

Das Linthwerk, bestehend aus Escher- und Linthkanal und diversen Nebengewässern, ist ein technisch hochkomplexes System, das den Erbauern vor bald 200 Jahren ein hervorragendes Zeugnis ausstellt. Es ist in seiner Konzeption von nationaler Bedeutung und ermöglichte erst die Entwicklung der Linthebene.

Mit dem Linthwerk wird das Wasser der Glarner Linth in den Walensee umgeleitet (Escherkanal); der Walensee selbst dient als Retentionsbecken und Geschiebesammler. Der Linthkanal entwässert – vereinfacht dargestellt – den Walensee in den Obersee (Zürichsee).

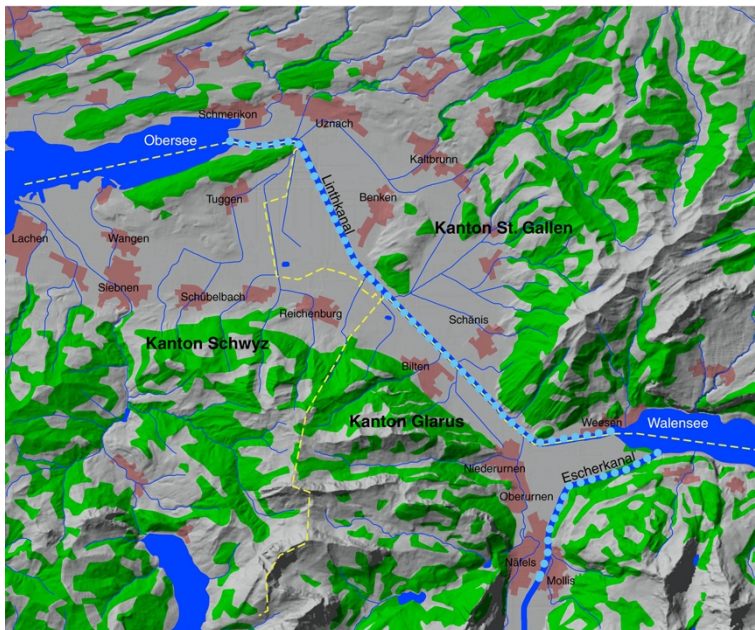


Abb. 1: Das Linthwerk (hellblau punktiert) umfasst den Escherkanal zwischen Näfels/Mollis und dem Walensee sowie den Linthkanal zwischen Walen- und Obersee (Zürichsee) mit ihren jeweiligen Binnenkanälen (Hintergräben). Der Perimeter des Linthwerks umfasst Teile der Kantone Glarus, St. Gallen und Schwyz. Der Kanton Zürich ist ebenfalls am Linthwerk beteiligt.

Escher- und Linthkanal sowie die Binnenkanäle (Hintergräben) verfügen je über ein eigenes Abflussregime. So bringt ein Hochwasser in einen Kanal nicht notwendigerweise ein Hochwasser in den anderen. Der Escherkanal ist ein typischer Gebirgsfluss, gekennzeichnet durch kurze und intensive Hochwasser sowie Geschiebe- und Schwemmholzfracht. Der Walensee dämpft die Hochwasserspitze seiner Zuflüsse. Daher ist die Abflussspitze im Linthkanal kleiner, aber deutlich länger als im Escherkanal. Der Linthkanal hat weitgehend geschiebefreien Abfluss.

Erfahrungen während der Hochwasserereignisse 1999 und 2005

Die während der Hochwasserereignisse 1999 und 2005 festgestellten Schadensbilder können generell in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Überströmung des Damms
- Durchsickerung im Dammkörper mit oder ohne Materialausschwemmung
- Grundbrucherscheinungen / innere Erosion («versteckte Prozesse»)

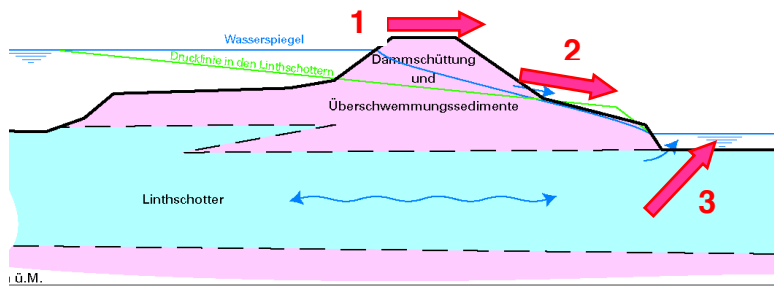


Abb. 2: Typischer Schnitt durch den Damm des Linthkanals mit den drei möglichen Schadensbildern:

- 1) Überströmen des Damms
- 2) Durchsickerung Damm mit Materialausschwemmung
- 3) Grundbrucherscheinungen / innere Erosion

Überströmung der Dämme

Beim Hochwasser 2005 wurde der Damm des Rechten Hintergrabens im Bereich einer Senke (Setzung über mächtigen Überschwemmungsablagerungen) auf einer Länge von wenigen Metern überströmt. Aller Wahrscheinlichkeit nach verhinderte die Grasnarbe eine Erosion auf der Luftseite des Damms.



Abb. 3: Beim Damm des Rechten Hintergrabens sind die beiden Schadensbilder «Überströmen des Damms» und «Durchsickerung Damm mit Materialausschwemmung» gut sichtbar.

Nicht sichtbar sind die ebenfalls festgestellten hydraulischen Grundbrucherscheinungen (Wasserkissen bei intakter Grasnarbe).

Durchsickerungen im Dammkörper mit oder ohne Materialausschwemmung

Die Dämme des Linthwerks wurden seinerzeit aus dem anstehenden Material geschüttet. Eine den heutigen Anforderungen entsprechende Verdichtung dieser Schüttungen war nicht möglich. Auch sind die Dämme ohne dichtenden Kern ausgebildet. Das Schadensbild der Durchsickerungen des Dammkörpers konnte denn auch beim Hochwasser 1999 mehr oder weniger über den gesamten Abschnitt beobachtet werden. Bedingt durch das langanhaltende Hochwasser bildeten sich durchgehende Sickerströme (Vernässungen und Hangquellen), die jedoch nirgends zu nennenswerten Ausschwemmungen von Feststoffen führten. Einzelne Stellen wurden mit Sandsackauflasten stabilisiert.

Grundbrucherscheinungen / innere Erosion («versteckte» Prozesse)

An Stellen, wo der Dammuntergrund aus kiesig-sandigem Material besteht, wurden während der Hochwasserereignisse Damminstabilitäten festgestellt. An diesen Stellen entstand ein hydraulischer Kurzschluss zwischen Linthbett und dem Linthschotter (Grundwasserträger). Dies führte wiederum zu hydraulischen Grundbrucherscheinungen, besonders nach dem beobachteten raschen Absinken der Hintergrabenspiegel (Potenzialdifferenz Wasserspiegel). Über dem Linthschotter liegen zudem Überschwemmungssedimente, die vornehmlich aus stark grundbruchgefährdetem Sand bestehen.

Während des Hochwasserereignisses 1999 konnten zudem an einigen Stellen Aussandungen festgestellt werden, die auf eine innere Erosion hinweisen. Beim Hochwasser 2005 kam es auf der Luftseite des Damms zu eigentlichen Wasseraufstößen. Einzelne Dammrisse sind auch infolge grossen Porenwasserüberdrucks, verursacht durch den schnellen Wasserabfall im Hintergraben, entstanden.



Abb. 4: Grundbrucherscheinungen mit Böschungsfussrutschungen am Hauptdamm des Linthkanals während des Hochwassers 1999.



Abb. 5: Aussandungen im Hintergraben während des Hochwassers 1999.

Stetige und über einen längeren Zeitraum stattfindende Aussandungen können aufgrund der inneren Erosion auch zu einem statischen Grundbruch führen (Hohlraum unter Damm).



Abb. 6: Wasseraufstoss am Rand des Hintergrabens während des Hochwassers 2005 (ohne Materialaustrag) als Anzeichen eines hydraulischen Grundbruchs.



Abb. 7: Wasseraufstoss im Vorland des Hintergrabens während des Hochwassers 2005 (ohne Materialaustrag) als Anzeichen eines hydraulischen Grundbruchs.

Dammbruch 1973

Bei einem kleineren Hochwasser im Sommer 1973 kam es am Linthkanal zu einem unerwarteten Dammbruch. Nach Einschätzung des damaligen Linthingenieurs Peter Meier führte sehr wahrscheinlich eine jahrelange innere Erosion zu einem Hohlraum unter dem Damm. Dieser Hohlraum führte dann zum Einsturz des Dammkörpers.



Abb. 8: Dammbruch bei einem HQ2–HQ5.



Abb. 9: Instandstellungsarbeiten.

Massnahmen

Die Werkanlagen des Linthwerks werden von der Unterhaltsequipe (Linthaufseher) laufend und systematisch überwacht. Schadstellen werden mit einem Formular dem Linthingenieur gemeldet. Jedes Jahr findet zudem zusammen mit Experten eine Jahresinspektion statt, wo u. a. die Beobachtungen der Linthaufseher behandelt werden. Das Resultat ist ein Jahressicherheitsbericht über den Zustand der Anlagen und die getroffenen Massnahmen. In diesem Jahressicherheitsbericht werden auch die Ergebnisse des Grundwassermonitorings und der periodischen Profilaufnahmen beurteilt.

Da auch mit einer guten Überwachung nicht alle Schadstellen festgestellt werden können, braucht es für den Hochwasserfall zwingend eine funktionierende Dammüberwachung und die Möglichkeit einer Intervention. Die Linthverwaltung gewährleistet dies mit einer Notfallplanung.