

Kurzbeschreibung des Projektes Nr. 7 des PSEL

Betonabration im Wasserbau

Technische Forschungs- und Beratung für Zement und Beton (TFB), Wildegg
Versuchsanstalt für Wasserbau (VAW), ETH Zürich

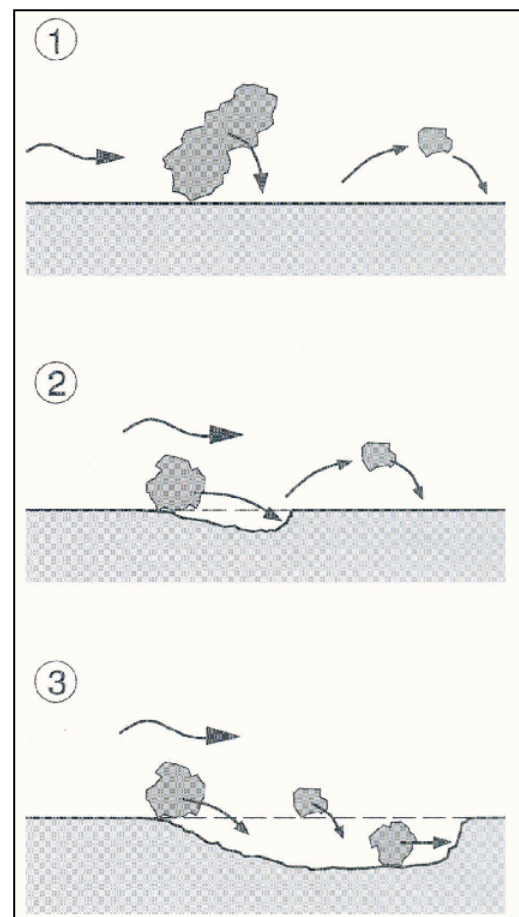
Das PSEL-Projekt Nr. 7 konnte nach einer für Langzeitversuche typischen Laufzeit von rund acht Jahren im 2001 abgeschlossen werden. Die Schlusspublikation „Betonabration im Wasserbau, Grundlagen – Feldversuche – Empfehlungen“ mit den Autoren Dr. F. Jacobs (TFB), K. Winkler (VAW), Dr. F. Hunkeler (TFB), Dr. P. Volkart (VAW) ist als Mitteilung der VAW Nr. 168 erschienen und kann über den PSEL bezogen werden.

Ausgangslage und Zielsetzung

Schäden an Betonoberflächen, die über fließendes Wasser in Kontakt mit Sand, Kies und Steinen gelangten, sind im Wasserbau seit langem bekannt und gefürchtet. Eine systematische Untersuchung zur Wechselwirkung zwischen abrasivem Sedimentkorn und Betonoberfläche an realen Bauwerken des Wasserbaus fehlte aber; insbesondere tappte man für die besonderen Verhältnisse in gebirgigen Gegenden im Dunkeln. Hohe Fliessgeschwindigkeiten sowie ein weiter Bereich der Korndurchmesser und –formen prägen hier das Bild ebenso wie lokal hohe Beanspruchung gepaart mit den schwierigen Bau- und Unterhaltsverhältnissen in anspruchsvoller Topographie.

Ging man ursprünglich vom Abrieb durch feine Sandpartikel als primärer Ursache aus, stellte sich im Zuge der Untersuchung immer mehr das grobe und oft kantige Korn des Flussgeschiebes – im wörtlichen Sinne – als Stein des Anstosses heraus. Dies ging auch aus einer Umfrage hervor, die TFB bereits 1991 auf Anraten der VAW bei Ämtern, Kraftwerksgesellschaften und Tiefbauunternehmungen der Schweiz durchführte.

In der Folge traten bei Begehungen massive Schäden zu Tage, die auf Geschiebe mit Abmessungen im Dezimeterbereich zurückzuführen waren.



Initialschaden durch grosses Geschiebekorn. Der Beton wurde in den Versuchen nach wenigen Hochwasserereignissen auf 50 cm abgetragen.

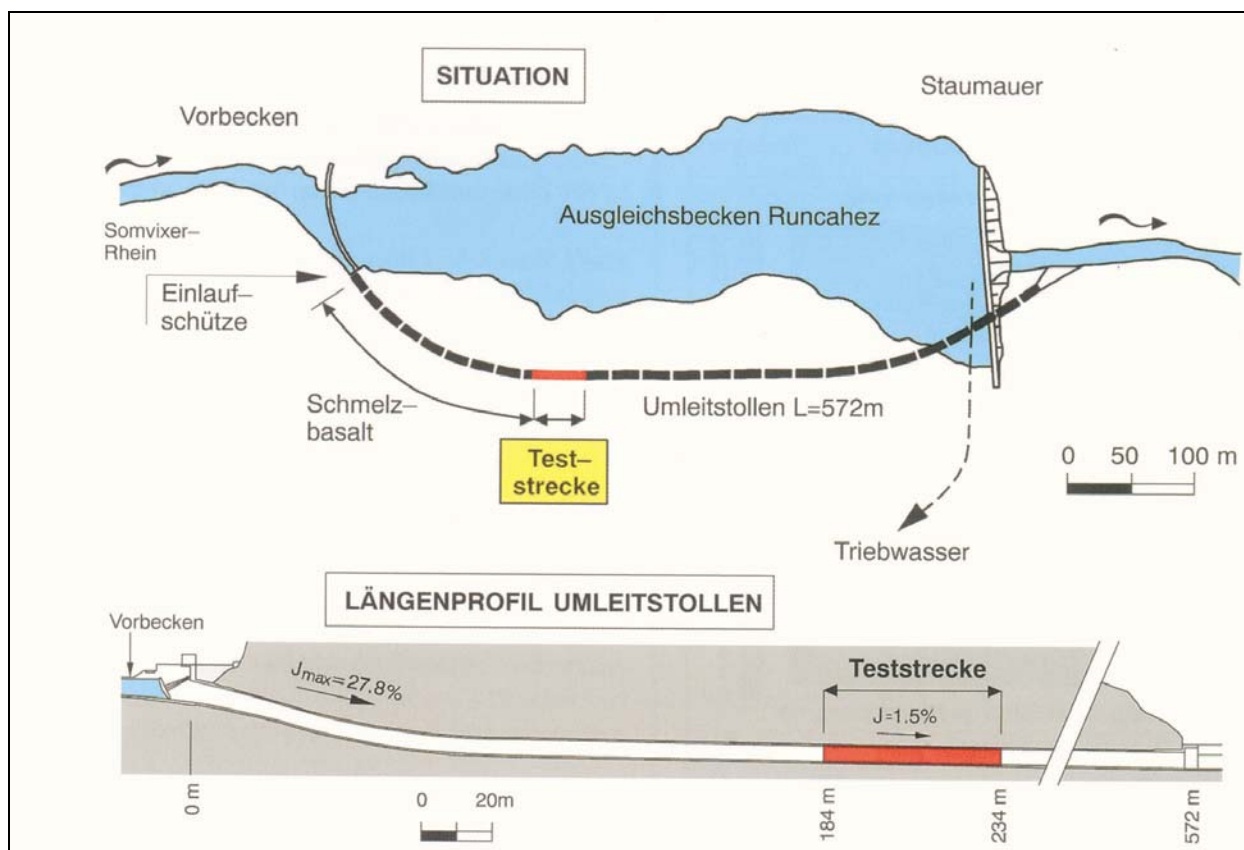
Diese ernüchternde Erkenntnis zerstörte auch die anfänglichen Hoffnungen, die Abrasion von Beton durch Feststoffe im fließenden Wasser an standardisierten Anlagen im Labor zu testen. Schliesslich rang man sich dazu durch, Versuche am realen Objekt durchzuführen. Obschon auch Querbauten, wie Wildbachsperrern oder Auslässe von Geschiebe- und Hochwasser-Rückhaltebecken zur Diskussion standen, entschloss man sich für gezielte Versuche an einem sedimentbefrachteten Umleitstollen. Dies nicht zuletzt deshalb, weil ein in Fließrichtung ausge-dehntes Schadensbild zu erwarten war. Im Gegensatz dazu erlauben mehr punktuelle Schädigungen, wie sie etwa an Schwellen und Überfällen zu erwarten sind, kaum den Einbau mehrerer Beton-Versuchsfelder mit gleichen Beanspruchungsbedingungen. Zudem fallen für den Praktiker lokale Schäden materiell oft weniger ins Gewicht, und auch die Reparaturen sind einfacher.

Versuche im Stollen Runcahez

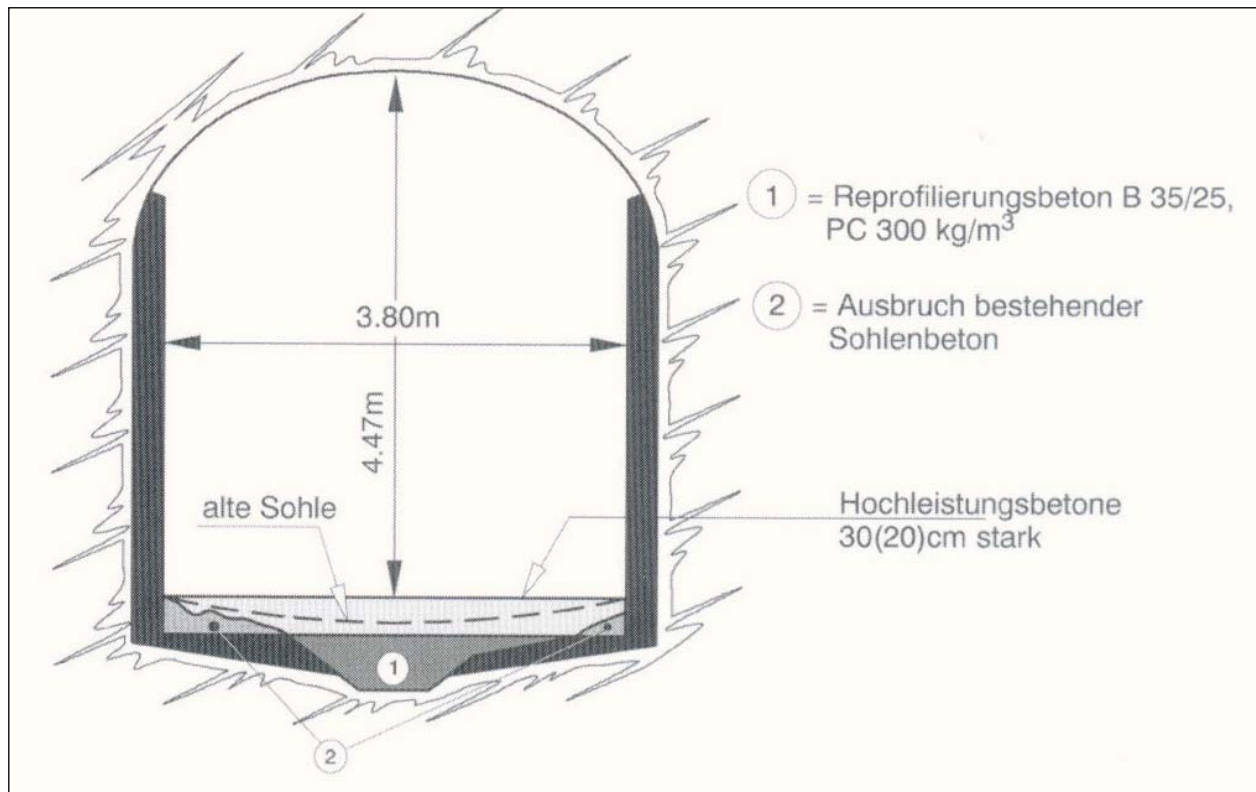
Dank dem Entgegenkommen der KVR und der NOK konnte am Geschiebeumleitstollen der Kraftwerke Vorderrhein (KVR) beim Ausgleichsbecken Runcahez am Rhein da Somvitg ein passendes Testobjekt gefunden werden.

Bei Hochwasser setzt sich hier das Geschiebe im Fluss massiv in Bewegung. Um das Becken vor Verlandung zu schützen, wird jeweils die Segmentschütze am Stolleneinlauf geöffnet und der geschiebeführende Abfluss durch diesen Umleitstollen geleitet. Die Bilder geben einen Eindruck der Anordnung. Der Durchfluss konnte mit einer Pegelrelation bestimmt, der Geschiebedurchgang nach vorhergehender Kornverteilungsanalyse rechnerisch abgeschätzt werden.

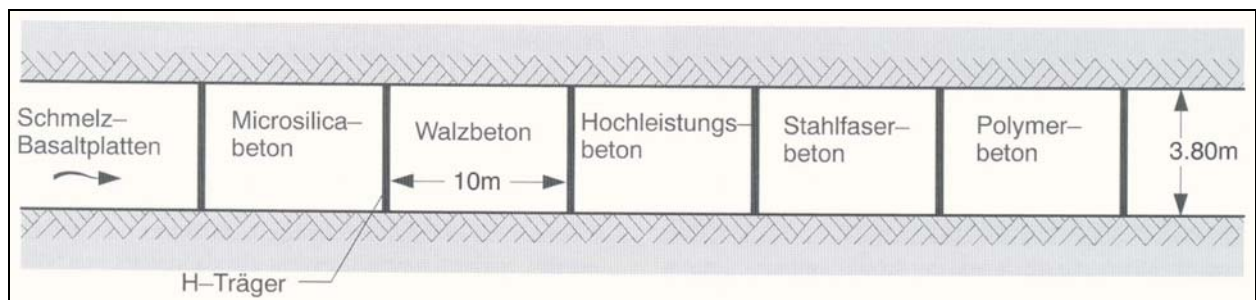
In die Sohle des Stollens wurden Testfelder aus verschiedenen Betonen eingebaut und nach jeder Hochwasserbeaufschlagung der Abtrag genau ausgemessen. Dies erlaubte nach mehr-jähriger Versuchsdauer einen Vergleich der Abrasionsfestigkeit unterschiedlicher Rezepturen.



Umleitstollen Runcahez mit Abrasions-Teststrecke.



Querschnitt durch den Teststollen.



Anordnung der Versuchsfelder im Umleitstollen Runcahez der KVR.

Ergebnisse

Ohne auf Einzelheiten der ausführlichen Studie einzugehen, kann ausgesagt werden, dass ein Beton, der einem derart grossen Verschleiss ausgesetzt ist, künftig möglichst folgende Eigenschaften aufweisen sollte:

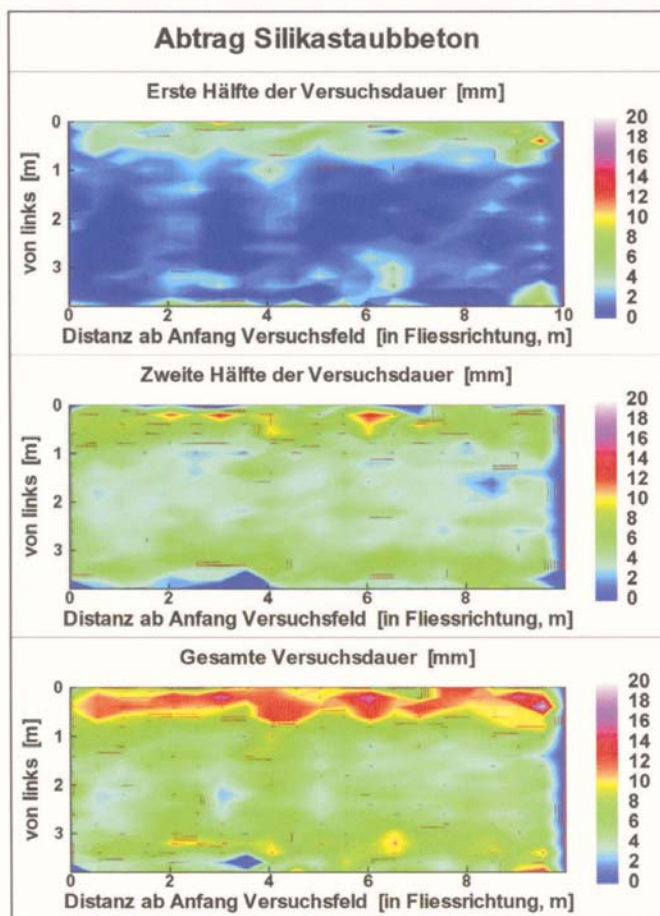
- Guter Verbund zwischen Zementstein und Zuschlag,
- hohe Biegezugfestigkeit und hohe Bruchenergie,
- allenfalls tiefer E-Modul,
- geringer Schleifverschleiss, beispielsweise nach Böhme.

Rein strömungstechnisch stellen sich Gerinneformen, bei denen der Abfluss örtlich stark konzentriert und/oder unter stumpfem Winkel auftritt (Initialschaden) sowie Strömungen mit Rezirkulation („Gletschermühlen“) als abrasionsverdächtig heraus, insbesondere, wenn grosse und kantige Geschiebeanteile mit im Spiel sind. Abpflästerungen aus sehr hartem aber sprödem Material eignen sich nicht, als Schutzmassnahme, da der Schlag eines grossen Steines zum Spröbruch einer ersten Platte führt. Kann sich der hydrostatische Wasserdruck dann unter eine Pflasterung ausbreiten, so lösen sich in der Folge grosse Plattenbereiche ab.

Bei qualitativ gutem Einbau und professioneller Nachbehandlung der Betone stellten sich ein B 40/30 für Flussbauwerke im Mittelland, ein B 50/40 (Biegezugfestigkeit ca. 6 N/mm²) an Wildbächen und ein Hochleistungsbeton B 80/70 (Biegezugfestigkeit >10 N/mm²) als prüfungswerte Lösung heraus.

Quelle:

Tätigkeitsbericht 2001 des PSEL (Projekt- und Studienfonds der Elektrizitätswirtschaft)



Gemessener Verschleiss.