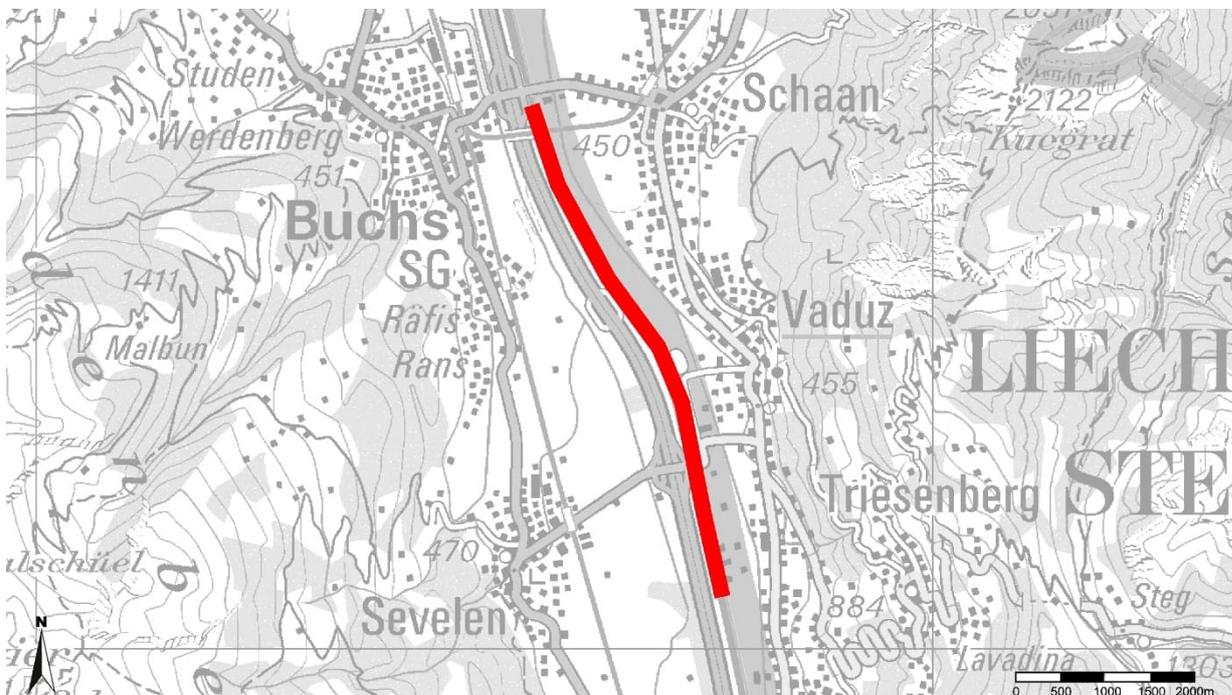


Dammsanierungen Sevelen / Buchs, Rhein km 43+335 – 49+350



Technischer Bericht Mitwirkung

Bauherrschaft:	Rheinunternehmen Rheinbaustrasse 2 9443 Widnau
Planung:	Bänziger Partner AG Staatsstrasse 44 9463 Oberriet
Geologie:	Dr. von Moos AG Bachofnerstrasse 5 8037 Zürich
Geotechnik:	IUB Engineering AG Stauffacherstrasse 31 8004 Zürich
Ökologie:	RENAT GmbH Hochhausstrasse 2 9472 Grabs

Widnau, 19. Dezember 2022

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	3
2	Schwachstellen der bestehenden Dämme	3
3	Abschnitte	4
4	Dammsanierung	6
5	Dammabrückung	7
6	Bauten Dritter	8
7	Kosten	9
8	Mitwirkung	9

Beilagenverzeichnis

- 6 Situationspläne
- 6 Querprofilpläne

1 Ausgangslage

Der Kanton St. Gallen liess die Dämme des Alpenrheins in den letzten Jahren von der Kantonsgrenze zu Graubünden (Rhein-km 24+300) bis zur Illmündung (km 65+000) untersuchen. Die erdstatischen Berechnungen haben gezeigt, dass die Dämme den heutigen Sicherheitsbedürfnissen und Normvorgaben nicht mehr gerecht werden. Der Dammabschnitt mit den geringsten Sicherheitsreserven befindet sich zwischen Sevelen und Buchs. In diesem Abschnitt sind die bestehenden Dämme rund 150 Jahre alt. Sie wurden bis in die 1980er Jahre hinein ständig erhöht und optimiert.

2 Schwachstellen der bestehenden Dämme

Die nachfolgenden Erklärungen sind zur besseren Verständlichkeit stark vereinfacht und verallgemeinert.

Bei der Betrachtung der Dammstabilität ist der Untergrund von ebenso grosser Wichtigkeit wie der Damm selbst. Der Talgrund im Bereich des betrachteten Rheinabschnitts ist bis in grössere Tiefe mit gut durchlässigem Rheinschotter verfüllt. Innerhalb dieses Rheinschotters zirkuliert das Grundwasser. Darüber haben sich während Ausuferungen des Rheins die sogenannten «Überschwemmungsablagerungen» abgelagert. Dieses siltig-sandige, graue Material wird im Rheintal als «Rheinletten» bezeichnet. Zwischen Sevelen und Buchs beträgt die Mächtigkeit des Rheinlettens durchschnittlich etwa einen Meter, wobei lokal grosse Unterschiede bestehen. Die Wasserdurchlässigkeit des Rheinlettens ist viel kleiner als jene des Rheinschotters.

Beim damaligen Dammbau wurde in nächster Umgebung gewonnener Rheinschotter direkt auf den Rheinletten geschüttet. Der Damm weist somit eine mit dem Rheinschotter vergleichbare, gute Wasserdurchlässigkeit auf (Abb. 1).

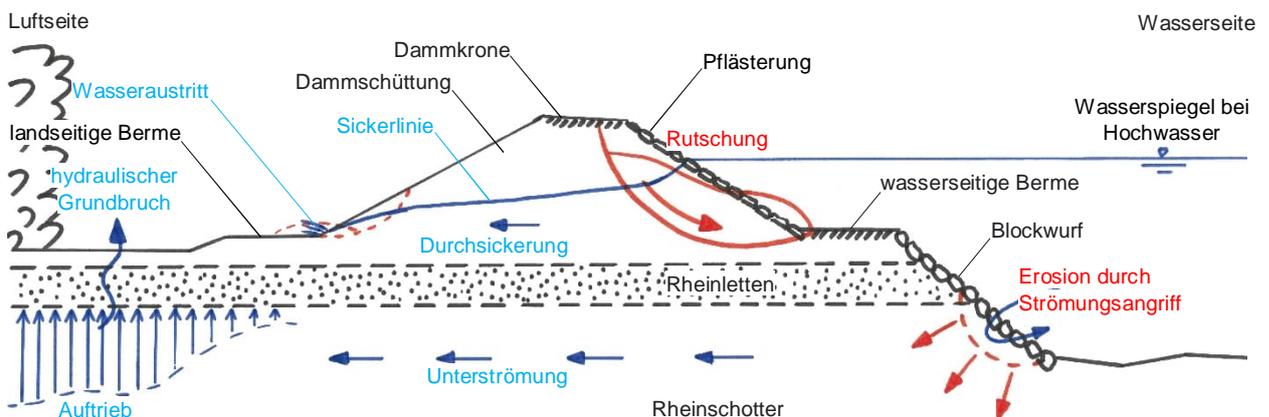


Abb. 1: Aufbau der bestehenden Dämme (schwarze Beschriftung) und mögliche Prozesse und Schadensbilder (rote und blaue Beschriftung) an den bestehenden Dämme

In Zusammenhang mit ausserordentlichen Hochwasserereignissen können folgende Schadensbilder an den Dammbauwerken auftreten:

- Der Damm weist keine Abdichtung in seinem Kern auf. Bei ansteigendem Wasserspiegel stellt sich deshalb eine **Durchsickerung** des gut durchlässigen Dammschüttmaterials ein. Diese Durchsickerungen machen sich durch Wasseraustritte im Bereich des luftseitigen Dammfusses bemerkbar. Mit zunehmender Dauer des Hochwasserereignisses oder bei weiterem Anstieg des Wasserspiegels im Gerinne wandert die **Sickerlinie** weiter nach oben. Die Wasseraustritte können dadurch auch weiter oben in der luftseitigen Böschung stattfinden. Die **Wasseraustritte** an sich stellen kein Problem dar. Der Damm darf durchsickert werden. Kritisch wird es aber, wenn Material aus dem Damm ausgewaschen wird. Diese innere Erosion kann zu einem Absacken der Dammkrone oder zu **Rutschungen der luftseitigen Böschung** (in Abb. 1 rot strichliert) führen.
- Das Grundwasser ist über den Rheinschotter direkt mit dem Rhein verbunden. Steigt bei Hochwasser der Pegel im Rhein, so steigt auch der Grundwasserspiegel. Dieser steigt im Laufe des Ereignisses bis an die untere Schichtgrenze des über dem Rheinschotter liegenden Rheinlettens und wird vorerst durch diese nicht-durchlässige Schicht im weiteren Anstieg gestoppt.

Das Grundwasser übt somit einen Druck von unten gegen den Rheinletten aus. Das Grundwasser wird als «gespannt» bezeichnet. Findet das unter Druck stehende Wasser einen Weg durch die Rheinletten an die Geländeoberfläche, so werden zu Beginn kleinste Sandkörner ausgespült. Die Strömungskräfte erweitern diese Wasserwege kontinuierlich, bis neben dem ausströmenden Wasser auch die entstehenden Hohlräume unter dem Damm und im Dammfussbereich zu Instabilitäten führen. Aber auch ein plötzliches Versagen durch die Anhebung des Rheinlettens und der darüber liegenden, durchwurzelt Schicht zwischen Dammfuss und Autobahn infolge des Auftriebs sind möglich. In der Fachsprache werden beide Phänomene als **hydraulischer Grundbruch** bezeichnet.

- Wasserseitig muss der Damm vor **Erosion durch Strömungsangriff** geschützt werden. Oberhalb der wasserseitigen Berme ist eine Pflasterung aufgebracht. Plattige Steine sind so behauen, dass sie möglichst fugenlos nebeneinander liegen. Unterhalb der wasserseitigen Berme ist die Böschung mit wildförmigen Wasserbausteinen abgedeckt, wobei diese nur geschüttet sind. Legt der Rhein das untere Ende des Blockwurfs frei oder reisst er einzelne Steine aus dem Verband, so rollen die darüber liegenden Steine nach und verschliessen die entstandene Lücke im Uferschutz. Der Blockwurf muss nach jedem Hochwasserereignis überprüft und allenfalls mit Steinen ergänzt werden.
- Die Böschungen zum Rhein hin sind wesentlich steiler als die Böschungen auf der Luftseite. Die grosse Böschungsneigung sowohl ober- als auch unterhalb der wasserseitigen Berme kann zu **Rutschungen** führen. Insbesondere bei abklingendem Hochwasser, wenn das Sickerwasser auch zur Wasserseite hin aus dem Damm strömt (Strömungskräfte) und der untere Bereich der Böschungen noch eingestaut ist (Auftrieb), kann es zu Böschungsinstabilitäten und Rutschungen kommen.

Die luftseitige Berme ist zur Zeit nur mit geländegängigen oder landwirtschaftlichen Fahrzeugen und nur bei trockenen Verhältnissen befahrbar. Es fehlt also ein Zugang zum luftseitigen Dammfuss für Interventionen, das heisst für das Auslösen von baulichen Massnahmen zur Sicherung des Dammes während Hochwasserereignissen. Ausserdem sind die Dämme auch auf der Luftseite so steil, dass die Bewirtschaftung nur mit speziell berggängigen Maschinen oder händisch erfolgen kann.

3 Abschnitte

Das Projekt ist in drei Abschnitte gegliedert. Im nördlichen und südlichen Abschnitt soll der Damm saniert werden. Dazwischen ist eine Dammabrückung (Neubau des Dammes) geplant. Es ist vorgesehen, zuerst den südlichen, dann den nördlichen Abschnitt und zum Schluss die Dammabrückung zu realisieren (Tab. 1). Genauere Abstimmungen mit Baustellen Dritter (z.B. ÖBB Sanierung, Brücke Buchs, Autobahnsanierung, Wildtierbrücken über die Autobahn etc.) könnten aber noch zu Änderungen beim Bauablauf führen.

Abschnittsbezeichnung	Massnahme	von/bis	
Autobahnanschluss Sevelen Süd	Dammsanierung	von km 43+335 bis km 44+825	Unterführung Chessiweg Rheinbrücke Sevelen – Vaduz
Autobahnanschluss Sevelen Nord	Dammabrückung	von km 44+850 bis km 46+650	Holzbrücke Sevelen – Vaduz Autobahnraststätte Rheintal
Raststätte bis Autobahnanschluss Buchs	Dammsanierung	von km 46+650 bis km 49+350	Autobahnraststätte Rheintal Rheinbrücke Buchs – Schaan

Tab. 1: Sanierungsabschnitte in tabellarischer Form, die km-Angaben beziehen sich auf die Rheinkilometer

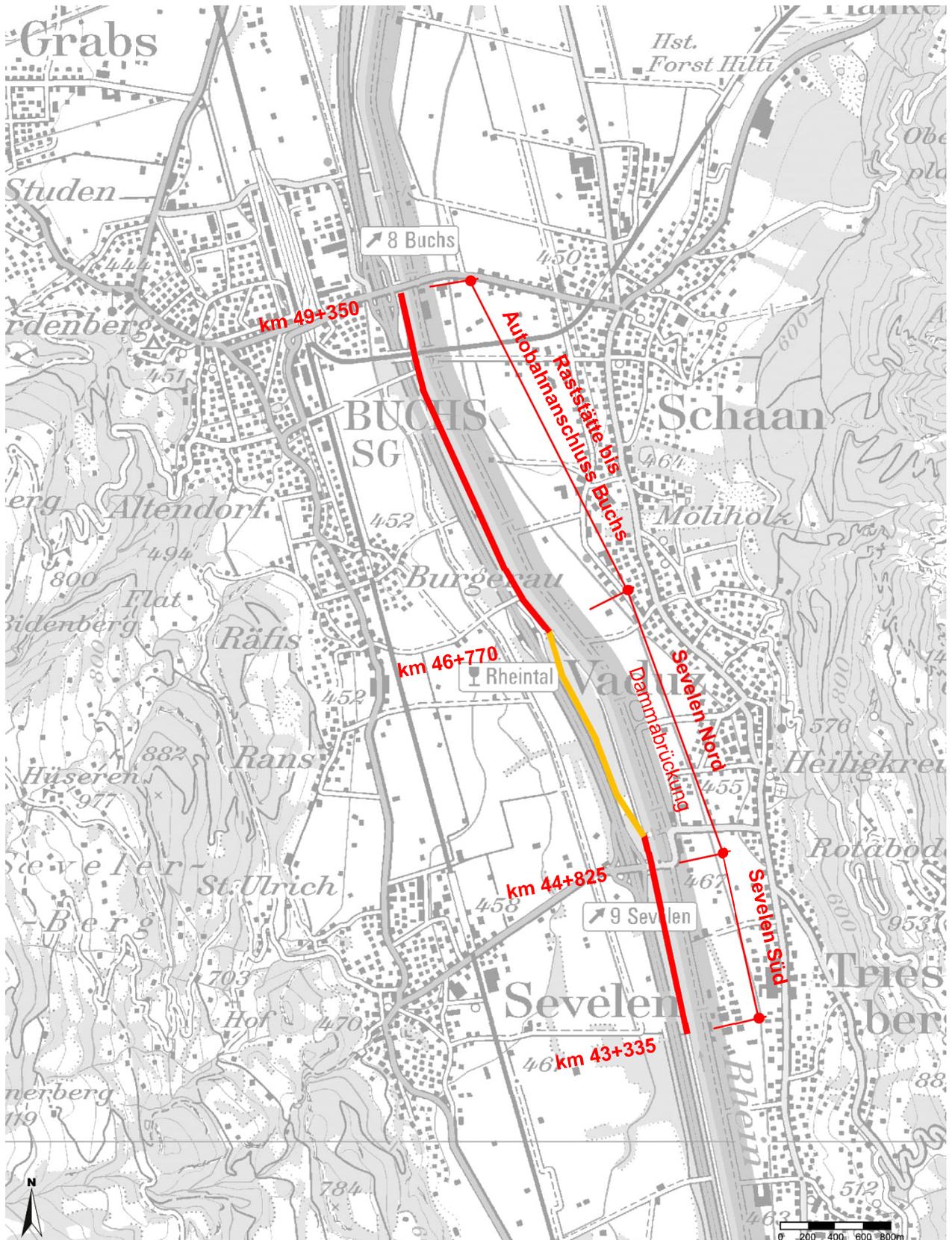


Abb. 2: Sanierungsabschnitte: rot = Dammsanierungen, orange = Dammabückung

4 Dammsanierung

Bei der Dammsanierung werden hauptsächlich die Defizite der Luftseite behoben. Die Schwachstellen wasserseitig werden in einem separaten Projekt bearbeitet und mit den verantwortlichen Stellen des Fürstentums Liechtenstein koordiniert.

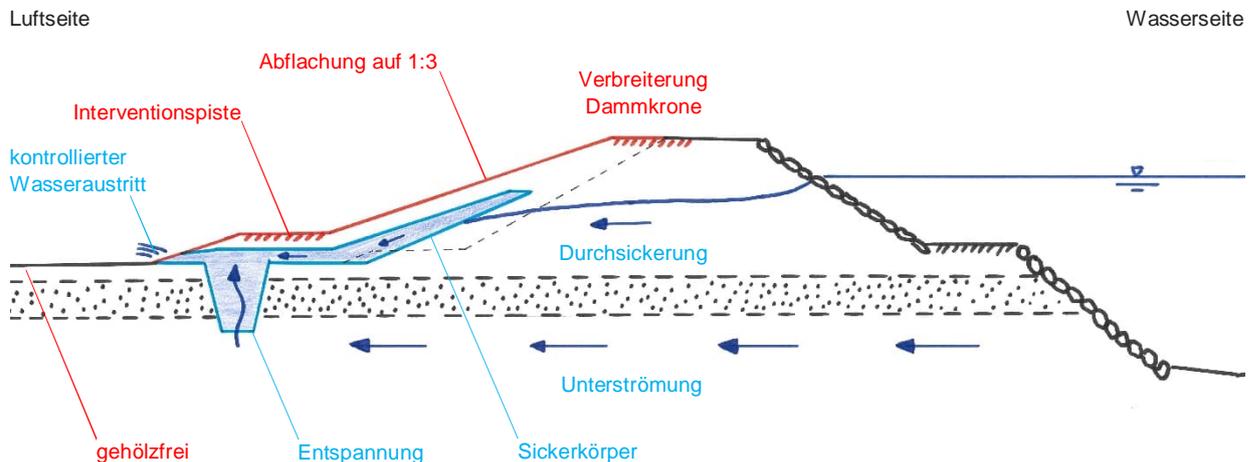


Abb. 3: Massnahmen luftseitige Dammsanierung (rote Beschriftung)

Die luftseitige Dammsanierung umfasst folgende Massnahmen (gemäss Abb. 3):

- Eine **Verbreiterung der Dammkrone** macht es möglich, den asphaltierten Fahrradweg von der wasserseitigen Böschung weg zu verschieben und durchgängig auf eine Breite von 4 m auszubauen. Folgende Vorteile ergeben sich daraus:
 1. bei der Befahrung der Dammkrone mit schwerem Gerät wird die wasserseitige Böschung nicht mehr so stark belastet;
 2. gefährliche Situationen im "Tagesbetrieb" (ausserhalb von Hochwassern) zwischen Unterhaltsfahrzeugen und dem Langsamverkehr werden durch die ausreichende Breite der asphaltierten Strasse verbessert und vermieden.
- Die **Abflachung** der Dämme verbessert die Böschungsstabilität und vereinfacht die Pflege der heutigen Magerwiesen. Wo der Platz vorhanden ist, sind Böschungsneigungen von 1:3 vorgesehen. Einem allfälligen hydraulischen Grundbruch wird durch diese Schüttungen mehr Auflast entgegengesetzt. Sollte es künftig trotz Sanierung zu unkontrollierten Materialausspülungen kommen, so gewährleistet die grössere Dammbreite, dass mehr Material erodiert werden muss, bevor es zu einer kritischen Situation in Bezug auf die Gesamtstabilität des Dammes kommt.
- Über die **Interventionspiste** sollen im Hochwasserfall schwere Gerätschaften und Baumaterial, wie z.B. Kies, Schotter oder Sandsäcke, für die Behebung von Schadstellen herangeführt werden können. Diese Dammverteidigungspiste wird einen Meter höher als das Umland bzw. die Autobahn zu liegen kommen. Dadurch bleibt sie auch bei Starkregenereignissen, erheblichem Sickerwasseranfall oder bei Überflutungen durch Drittgewässer (Binnenkanäle) möglichst lange befahrbar. Die Wende- und Ausweichstellen werden so ausgeführt, dass sie mit LKWs bis 40 Tonnen, Traktoren und grossen Baumaschinen befahren werden können.
- Auch künftig wird Wasser durch den Damm sickern können. Es werden in regelmässigen Abständen in Filtergewebe eingeschlagene Kieskörper (**Sickerkörper**) in die geplante Auflastschüttung und unterhalb der Interventionspiste eingebaut. Mit dieser Massnahme wird das Wasser gezielt gefasst und zum luftseitigen Dammfuss geleitet, respektive sicher abgeleitet.
- Unter den Rheinletten reichende Drainagekörper sorgen für eine **Entspannung** des den Damm unterströmenden Grundwassers und verhindern hydraulische Grundbrüche im Dammfussbereich.
- Das in den Sickerkörpern und Entspannungsgräben gesammelte Wasser wird im Dammfussbereich **kontrolliert ausgeleitet**. Das zum Einschlagen der Sickerkörper und Entspannungsgräben verwendete Gewebe muss sorgfältig auf das umgebende Dammschüttmaterial abgestimmt sein, sodass ein Ausschwemmen des Feinanteils verhindert wird. Bei kleineren Hochwasserereignissen mit einer Jährlichkeit von weniger als etwa 30 Jahren ist ein

Anspringen der Sickerkörper nicht zu erwarten. Bei grösser 30-jährlichen Ereignissen wird die austretende Wassermenge gegenüber dem Ist-Zustand zunehmen. Heute verhindert die Lettenschicht über weite Strecken ein Aufstossen von Grundwasser, bis es bei sehr grossen Hochwasserereignissen zum hydraulischen Grundbruch kommt. Bei 100-jährlichen Abflussmengen und grösseren Ereignissen wird die auf der Luftseite austretende Wassermenge vergleichbar mit der heutigen Situation, bei gleichzeitig wesentlich geringerer Gefahr einer Beschädigung des gesamten Dammes, sein.

- Die **Bestockung** der Dämme und des luftseitigen Dammfussbereiches wird strikt geregelt. Buschgruppen sind nur im obersten Drittel der luftseitigen Böschung zugelassen. Üppige Gehölzstrukturen und Bäume sind nicht tolerierbar. Sie verunmöglichen das Erkennen von Schwachstellen im Hochwasserfall, behindern den Zugang für Interventionen und Windwurf, starke Durchwurzelung, die nach dem Absterben von Wurzeln verbleibenden Hohlräume und grabaktive Tiere, welche sich im Bereich von Baumgruppen und ausgedehnten Hecken ihre Höhlen anlegen, schwächen Damm und Dammfuss (Abb. 4).
- **Ökologischer Ersatz** soll unter anderem durch das Anlegen einer trockenen Magerwiese und der Erstellung von Totholz- und Steinhaufen entlang der Dammkrone geleistet werden (Abb. 5).

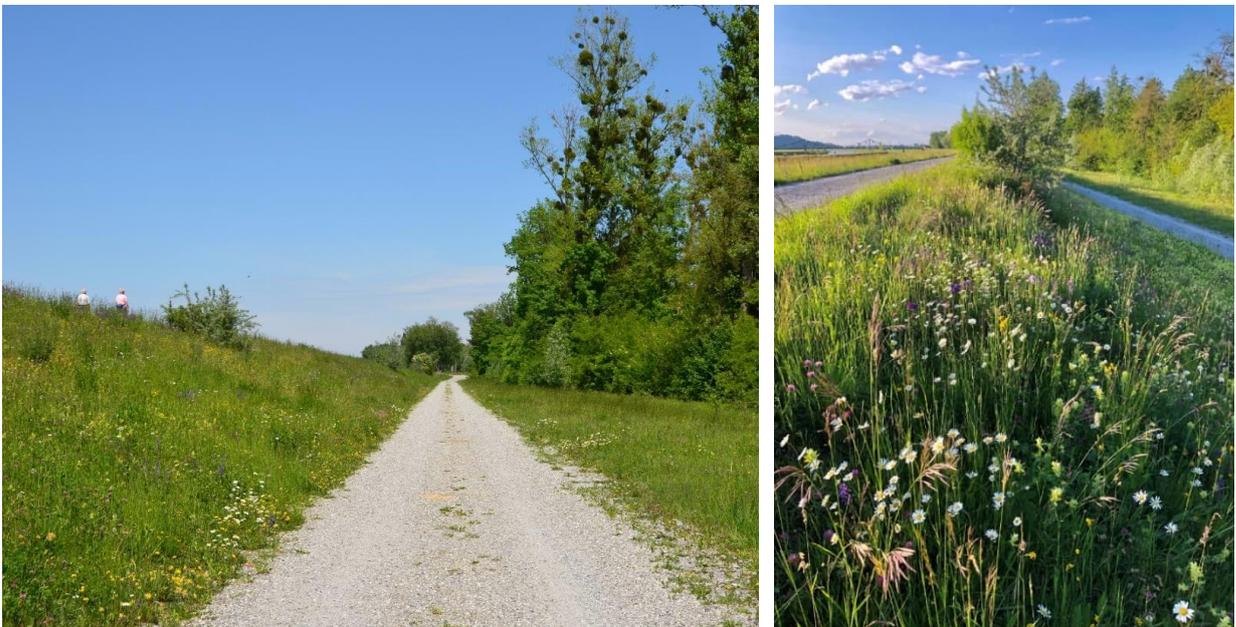


Abb. 4 + 5: luftseitige Böschung und Interventionspiste nach der Dammsanierung in Diepoldsau (Fotos RENAT GmbH)

5 Dammabrückung

Das Bundesgesetz über den Wasserbau (SR 721.100) regelt in Art. 4, Abs. 2, dass bei Eingriffen in Gewässer dessen natürlicher Verlauf möglichst wiederhergestellt werden muss. Der Gewässerraum ist so auszugestalten, dass:

- er einer vielfältigen Tier- und Pflanzenwelt als Lebensraum dienen kann;
- die Wechselwirkung zwischen ober- und unterirdischen Gewässern weitgehend erhalten bleiben und
- eine standortgerechte Ufervegetation gedeihen kann.

Oben aufgeführte Anforderungen bedingen eine Verbreiterung des Rheins. Innerhalb des Projektperimeters sind die benötigten Flächen einzig zwischen der Rheinbrücke Sevelen – Vaduz und der Autobahnraststätte Rheintal dafür vorhanden. Entlang der anderen Teilstrecken verläuft die Autobahn direkt am Dammfuss. Der für eine Aufweitung in Frage kommende, ehemalige Auwald befindet sich grösstenteils im Besitz des Rheinunternehmens. Die für die Dammbauwerke benötigten, direkt südlich der Autobahnraststätte und entlang der Autobahn liegenden Flächen der Grundstücke 1823 und 1824 (beide Sevelen) befinden sich im Eigentum des Bundesamtes für Strassen (ASTRA).

Unter Berücksichtigung des Wasserbaugesetzes wurde entschieden, dass zwischen km 45+100 (Holzbrücke Sevelen – Vaduz) und km 46+600 (Autobahnraststätte Rheintal) anstelle einer Sanierung des bestehenden Damms ein neuer Damm direkt entlang der Autobahn (Dammabrückung) gebaut werden soll. Damit soll sichergestellt werden, dass eine mögliche spätere Aufweitung realisiert werden könnte und keine verlorenen Werte geschaffen werden. Die Aufweitung des Rheins ist nicht Teil des vorliegenden Projekts. Priorität hat die umgehende Verbesserung des Hochwasserschutzes unter Berücksichtigung möglicher weiterer Planungen und das Offenhalten des Handlungsspielraums. In einem separat laufenden Projekt wird gegenwärtig die Machbarkeit einer 3 km langen Aufweitung zwischen Sevelen und Vaduz geklärt. Die relevanten Ergebnisse dieser Abklärungen fliessen in das vorliegende Projekt ein.

Bei der Planung und Umsetzung der Dammabrückung wird folgendes beachtet:

- Zusätzliche Lasten führen zu Setzungen des Untergrundes. Die Setzungen haben eine grössere Ausdehnung als die Aufstandsfläche des Damms. Nach detaillierten Untergrundaufschlüssen müssen rechnerische Nachweise den Einfluss auf die Autobahn aufzeigen.
- Der Dammaufbau orientiert sich stark an den Dammsanierungen des letzten Kapitels. Zusätzlich zum dort beschriebenen Aufbau weisen Neubaudämme aber eine von der Dammkrone bis in die Rheinletten reichende Dichtung (z.B. aus lehmigem Material) auf. Dadurch können die luftseitigen Drainagekörper stark verkleinert werden, müssen sie doch nur noch geringe, durch die Abdichtung dringende Wassermengen ableiten.
- Unterhalb des Rheinletten werden keine Dichtebenen vorgesehen, damit eine Zirkulation des Grundwassers, welches auch für die Trinkwassergewinnung genutzt wird, uneingeschränkt möglich bleibt.
- Die Notwendigkeit von Entspannungsdrains muss noch geklärt werden. Allenfalls reicht die durch die erhöhte Lage der Autobahn einem hydraulischen Grundbruch entgegenwirkende Masse aus.
- Rheinseitig werden die Böschungen wesentlich flacher als bei den bestehenden Dämmen ausgebildet, um so Böschungsinstabilitäten entgegen zu wirken. Als Schutz vor Strömungsangriffen sind wiederum die Erstellung einer Pflasterung oberhalb der wasserseitigen Berme und ein Blockwurf darunter vorgesehen. Der tief in den Untergrund einzubindende Blockwurf wird durch in das spätere Flussbett reichende Steinstrukturen («Buhnen») ergänzt. Dadurch werden die Strömung vom Ufer abgelenkt, vielfältige Strömungsbedingungen und Fliesstiefen erreicht und die Gewässerökologie gefördert. Für die Erstellung von Blockwurf und Buhnen wird ein tiefer Graben wasserseitig des neuen Damms ausgehoben. Nach Abschluss der Arbeiten soll dieser nicht mehr verfüllt werden, wodurch bereits mit der Dammabrückung ein zumindest bei Hochwasser durchströmter Seitenarm entsteht.
- Der bestehende Damm wird zumindest bis auf die Höhe der heutigen, wasserseitigen Berme abgetragen. Wo das Terrain zwischen neuem und altem Damm wesentlich tiefer liegt, ist sogar ein noch etwas grosszügigerer Abtrag möglich. Das Dammschüttmaterial und die Steine der Pflasterung und des Blockwurfes sollen möglichst für den neuen Damm weiterverwendet werden. Beim Bauablauf ist zu berücksichtigen, dass der Neubau dem Abtrag vorauslaufen und der Hochwasserschutz jederzeit gewährleistet sein muss.
- Auf der entstehenden, rund 100 m breiten Fläche zwischen neuem Damm und heutigem Ufer des Rheines wird ein Spontanbewuchs mit Büschen und Pionierpflanzen zugelassen, wodurch ökologischer Ersatz für die vorgängig zu rodende Fläche geschaffen wird. Das Setzen und fördern grosser Bäume ist nicht vorgesehen, da diese im Zuge einer allfälligen Aufweitung wieder entfernt werden müssten.
- Die Langsamverkehrswege werden umgelegt und entsprechend dem neuen Dammverlauf entlang geführt. Die Befahrbarkeit in Nord-/Südrichtung bleibt weiterhin gewährleistet.

6 Bauten Dritter

Axpo-Freileitung

Bei km 43.551 quert eine Hochspannungsfreileitung den Rhein. Gemäss aktuellem Projektstand sind keine Anpassungen nötig.

EGO-Gasleitung

Die ehemalige Ölpipeline «Oleodotto del Reno» wird heute als Erdgas-Hochdruckleitung genutzt. Sie verläuft innerhalb des Projektperimeters im oder direkt entlang des Rheindamms. Das Rheinunternehmen ist der Ansicht, dass die Umlegung der Leitung auf einer Länge von ca. 3.5 km nötig wird. Davon entfallen

ca. 2 km auf die Dammbückung. Es muss der Erdgas Ostschweiz AG überlassen werden, die zu ersetzenden Leitungsabschnitte im Detail auszuscheiden.

Pontoniere

An den Aussenanlagen und Nebengebäuden des Pontonierfahrvereins Buchs werden Anpassungen nötig. Das Rheinunternehmen ist mit den Verantwortlichen in Kontakt.

Autobahn

Die Terrainanpassungen reichen bis zum Wildtierzaun. Die Sockel der zum Teil rheinseits des Wildtierzauns fundierten Signalisationen müssen angepasst werden.

Unter der Autobahn hindurch führen Entwässerungsleitungen, welche infolge des Autobahnbaus zur Ableitung von Sickerwasser aus dem Dammbereich nötig wurden. Die Bauwerke befinden sich im Eigentum des ASTRA und werden auch vom ASTRA unterhalten. Die Einlaufbauwerke müssen durch die Verbreiterung der Dämme näher zur Autobahn hin versetzt werden.

7 Kosten

Der vorliegende Projektstand lässt eine belastbare Kostenschätzung noch nicht zu.

8 Mitwirkung

Gemäss Art. 4 des Bundesgesetzes über die Raumplanung (SR 700), kantonalem Planungs- und Baugesetz (sGS 731.1), Art. 34, Abs. 2 und kantonalem Wasserbaugesetz (sGS 734.1), Art. 16, Abs. 3 sind die Anliegen der Bevölkerung in Form einer Mitwirkung in den Planungsprozess mit aufzunehmen. Die Bevölkerung ist eingeladen, die vorliegenden Unterlagen zu studieren und Anliegen, Ideen und Verbesserungsvorschläge mittels Antwortformular kund zu tun. Das Rheinunternehmen bedankt sich bereits jetzt für die wertvollen Rückmeldungen.

Widnau, 19. Dezember 2022

Rheinunternehmen
Thomas Gasser