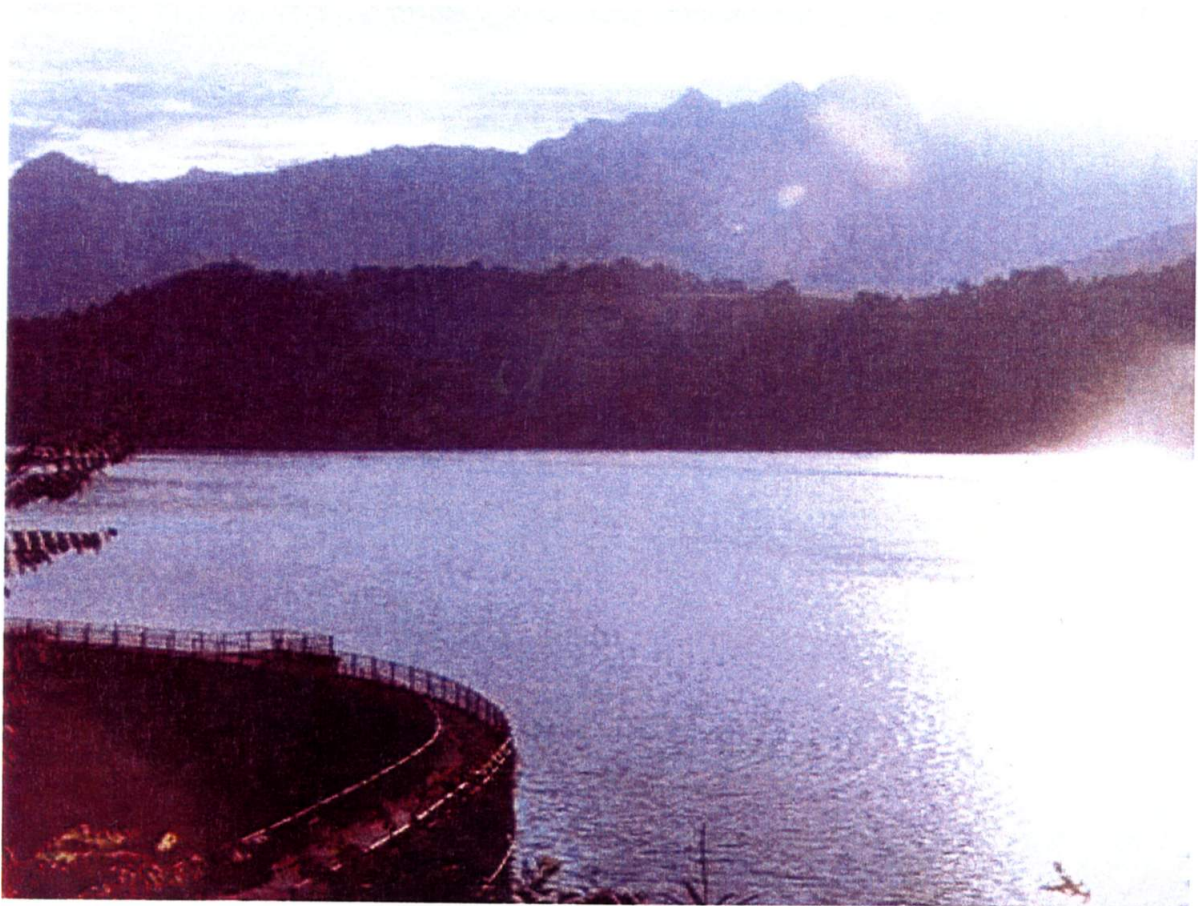


Schweizerisches Talsperrenkomitee
Comité suisse des barrages
Comitato svizzero delle dighe
Swiss Committee on Dams



Konstruktive Sicherheit der Talsperren:
NUTZUNGSPLAN UND SICHERHEITSPLAN

Sécurité structurale des barrages:
PLAN D'UTILISATION ET PLAN DE SECURITE

Arbeitsgruppe Talsperrenbeobachtung
Untergruppe Sicherheitsphilosophie

Groupe de travail pour l'observation des barrages
Sous-groupe philosophie sécurité structurale



Inhalt	Seite	Contenu	Page
1. Einleitung	3	1. Introduction	3
2. Vorgehen	3	2. Approche	3
3. Begriff der „Sicherheit“	4	3. Notion de „sécurité“	4
4. Nutzungsplan	5	4. Plan d'utilisation	5
4.1 Ziel des Nutzungsplans	5	4.1 But du plan d'utilisation	5
4.2 Gliederung des Nutzungsplans	5	4.2 Structure du plan d'utilisation	5
4.3 Elemente des Nutzungsplans	6	4.3 Eléments du plan d'utilisation	6
5. Sicherheitsplan	9	5. Plan de sécurité	9
5.1 Ziel des Sicherheitsplans	9	5.1 But du plan de sécurité	9
5.2 Gliederung des Sicherheitsplans	10	5.2 Structure du plan de sécurité	10
5.3 Elemente des Sicherheitsplans	10	5.3 Eléments du plan de sécurité	10
6. Anwendungsbeispiele	15	6. Exemples d'application	15
6.1 Einleitung	15	6.1 Introduction	15
6.2 Nutzungs- und Sicherheitsplan für ein Hochwasserrückhaltebecken	16	6.2 Plans d'utilisation et de sécurité d'un bassin de protection contre les crues	16
6.3 Auszug aus dem Nutzungs- und Sicherheitsplan eines Wehrs	28	6.3 Extraits des plans d'utilisation et de sécurité d'un barrage mobile	28
7. Bibliographie	33	7. Bibliographie	33

Mitglieder der Untergruppe „Sicherheitsphilosophie“ **Membres du sous-groupe „Philosophie sécurité structurale“**

<i>Ammann, Eduard</i>	IM Ingegneria Maggia SA, Via St. Franscini 5, Casella postale, 6601 Locarno
<i>Hauenstein, Walter, Dr.</i>	Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband, Rütistrasse 3a, 5401 Baden
<i>Loosli, Daniel</i>	Colenco Power Engineering AG, Mellingerstrasse 207, 5405 Baden
<i>Mouvet, Laurent</i>	Laboratoire de constructions hydrauliques, EPFL-Ecublens, 1015 Lausanne
<i>Müller, Rudolf W.</i>	Bundesamt für Wasser und Geologie, Ländtestrasse 20, Postfach, 2501 Biel
<i>Pougatsch, Henri</i>	Office fédéral des eaux et de la géologie, rue du Débarcadère 20, case postale, 2501 Bienne
<i>Rechsteiner, Gian</i>	Énergie Ouest Suisse, case postale, 1001 Lausanne



1. EINLEITUNG

Das Sicherheitskonzept für Talsperren stützt sich auf 3 Pfeiler ab: die konstruktive Sicherheit (korrekte Bemessung und Bauausführung), die Überwachung (Organisation und Einsatz zielkonformer Kontrollen) sowie das Notfallkonzept (zweckmässige Notfallvorbereitungen). Die konstruktive Sicherheit verlangt – gemäss Wortlaut der Stauanlagenverordnung – dass die Stauanlage so zu bemessen und zu bauen sei, dass ihre Standsicherheit bei allen voraussehbaren Betriebs- und Lastfällen gewährleistet ist. Die Arbeitsgruppe „Talsperrenbeobachtung“ des Schweizerischen Talsperrenkomitees hat es als zweckmässig erachtet, sich mit den wesentlichen Aspekten der konstruktiven Sicherheit, die es zu berücksichtigen gilt, vertiefter zu befassen.

Mit dem vorliegenden Dokument erhält der Ingenieur bei der Erstellung eines Projekts oder bei der Überprüfung einer bestehenden Stauanlage die erforderlichen Grundlagen für die Festlegung des Inhalts des Nutzungs- und Sicherheitsplans. Es ist auch festzuhalten, dass Entwurf und Ausführung eines Projekts verschiedene Stufen durchlaufen (Vorprojekt, Hauptprojekt etc.). Ein Nutzungs- und Sicherheitsplan wird im Hauptprojekt ausgearbeitet und bildet einen Teil des Technischen Berichts. Grundsätzlich wird dieser Plan jedoch bereits beim Vorprojekt berücksichtigt.

Schliesslich ist noch darauf hinzuweisen, dass dieses Dokument als Grundlage für die Ausarbeitung der Richtlinien des Bundesamtes für Wasser und Geologie bezüglich der konstruktiven Sicherheit gedient hat.

1. INTRODUCTION

La philosophie de sécurité des barrages se fonde sur 3 piliers: la sécurité structurale (conception et réalisation adéquates), la surveillance (mise en place d'une organisation stricte de surveillance) et le plan en cas d'urgence (préparatifs adéquats en cas de situation de danger). La sécurité structurale, selon les termes de l'Ordonnance sur la sécurité des ouvrages d'accumulation, oblige un dimensionnement et une construction des ouvrages de manière à ce que leur sécurité reste assurée dans tous les cas de charge et d'exploitation prévisibles. Il a paru opportun au groupe de travail "Observation des barrages" du CSB d'approfondir des aspects essentiels qui doivent être pris en considération pour répondre à cette demande.

Le présent document donne, lors de l'élaboration d'un projet ou la vérification d'un ouvrage existant, les éléments qui peuvent guider la démarche de l'ingénieur pour définir le contenu d'un plan d'utilisation et d'un plan de sécurité.

Il faut aussi remarquer que la conception et la réalisation d'un projet passe par différentes étapes (avant-projet, projet définitif). En ce qui concerne le projet définitif, un document intitulé "Plan d'utilisation et plan de sécurité" sera élaboré et fera partie du mémoire technique du projet. On tient compte en principe de ces plans déjà au niveau de l'avant-projet.

Signalons enfin que ce document a servi de base à la rédaction de directives de l'Office fédéral des eaux et de la géologie relative à la sécurité structurale.

2. VORGEHEN

Zu Beginn hat sich die Untergruppe mit dem Begriff der Sicherheit befasst. Es galt festzuhalten, was dieser Begriff für die Gewährleistung der Sicherheit eines Bauwerks beinhaltet.

Die Arbeit bestand im Wesentlichen darin, die Elemente zusammenzutragen, welche die Grundlagen eines Projektes bilden, wie der Zweck der Nutzung, die Ermittlung der Risiken (zum Beispiel durch die Bestimmung des Projekthochwassers und der seismischen Verhältnisse am Standort), die Anforderungen, denen das Bauwerk zu genügen hat sowie die zur Gewährleistung der Sicherheit zu ergreifenden Massnahmen (im Projektstadium, beim Bau und in der Betriebsphase). Um dieses Vorgehen zu gliedern, hat sich die Untergruppe anhand der Angaben der SIA-Norm 160 *Einwirkungen auf Tragwerke* (1989) [1] orientiert,

2. APPROCHE

Tout d'abord, le sous-groupe a abordé la question de la définition de la notion de "sécurité". Il était important de fixer ce que cette notion implique pour assurer la sécurité d'un ouvrage.

L'essentiel du travail a ensuite consisté à réunir les éléments entrant dans les bases d'un projet, telles que sa fonction, l'évaluation des risques encourus (par exemple, détermination de la crue de projet, des conditions sismiques au site), les conditions auxquelles l'ouvrage doit répondre, les mesures à prendre pour garantir sa sécurité (aux stades de son projet, de sa construction, de son exploitation). Pour structurer cette démarche, le sous-groupe était d'avis de se référer aux indications qui figurent dans la norme SIA 160 *Actions sur les structures porteuses* (1989) [1] concernant l'établissement d'un plan d'utilisation et d'un plan

und zwar betreffend der Erstellung des Nutzungsplans und des Sicherheitsplans. Die Richtlinie SIA 465 *Sicherheit von Bauten und Anlagen* (1998) [2] und die Norm SIA 469 *Erhaltung von Bauwerken* (1997) [3] wurden dabei ebenfalls berücksichtigt. Das in der SIA-Norm 160 beschriebene Vorgehen wird bereits heute durch Ingenieurbüros bei der Planung von Stauanlagen und ihrer Nebenanlagen angewandt. Es ist aber zu bemerken, dass bereits das bisherige beim Bau und Betrieb von Talsperren (Projekt, Bauausführung und Überwachung) sowie bei der Sicherheitsanalyse angewendete Vorgehen den Grundsätzen der SIA-Norm entsprochen hat.

Das in diesem Bericht vorgestellte Konzept ist für alle Stauanlagen gültig (Staumauern, Staudämme, Wehre), unabhängig von ihrer Zweckbestimmung (im Speziellen Anlagen zur Wasserspeicherung, Schutz- und Rückhaltebauwerke). Der Bericht enthält Stichworte, kann aber nicht als Checkliste betrachtet werden. Vielmehr soll er das Vorgehen des Betreibers, des Ingenieurs sowie der Aufsichtsbehörde bei der Projektierung einer neuen Anlage, beim Umbau oder der Sicherheitsanalyse einer bestehenden Anlage sowie bei der Ausarbeitung von Betriebs- und Überwachungsvorschriften beim Betrieb einer Anlage erleichtern. Es ist klar, dass jede Stauanlage als Einzelfall zu betrachten ist, so dass die in den Kapiteln 4 und 5 erwähnten Elemente dem speziellen Fall jeweils anzupassen sind.

de sécurité. La directive SIA 465 *Sécurité des ouvrages et des installations* (1998) [2] et la norme SIA 469 *Conservation des ouvrages* (1997) [3] ont aussi été consultées. Le processus préconisé par la norme SIA 160 est déjà aujourd'hui utilisé par des bureaux techniques pour des projets d'ouvrages d'accumulation et de leurs ouvrages annexes. Il faut toutefois remarquer que l'approche utilisée lors de la construction des barrages et pendant leur exploitation (projet, construction et surveillance), ainsi que l'analyse de leur sécurité font depuis longtemps appel aux principes que la SIA a fixés dans les publications citées.

Le concept développé dans ce rapport est valable pour tous les types d'ouvrages d'accumulation (barrages en béton et en remblai, barrages mobiles), quelle que soit leur fonction (en particulier les ouvrages pour le stockage d'eau, les ouvrages de protection et de rétention). Le présent document contient des mots-clés et ne doit pas être considéré comme une check-list. Toutefois, son contenu doit faciliter la démarche de l'exploitant et de l'ingénieur, ainsi que des autorités de surveillance, en ce qui concerne l'élaboration d'un nouveau projet, les transformations d'un ouvrage existant, l'analyse de la sécurité d'un ouvrage existant, ou encore la rédaction des consignes de service et de surveillance au stade de l'exploitation. Il est bien clair que chaque ouvrage d'accumulation représente un objet particulier, aussi les éléments mentionnés dans les chapitres 4 et 5 doivent-ils être adaptés à chaque cas spécifique.

3. BEGRIFF DER „SICHERHEIT“

„Sicherheit gegenüber einer Gefährdung besteht dann, wenn diese Gefährdung durch geeignete Massnahmen unter Kontrolle gehalten oder auf einen akzeptierbar kleinen Wert beschränkt wird. Eine absolute Sicherheit kann nicht erreicht werden.“

Die im Bereich der Talsperren ergriffenen Massnahmen können gut in Beziehung zu dieser Definition gemäss SIA-Norm 160 (1989), Artikel 2.2.1, Ziffer 1, gebracht werden. Bereits die Talsperrenverordnung (1957) sowie die neue Stauanlagenverordnung (1998) [4] erwähnten im Zusammenhang mit ausserordentlichen Ereignissen die Gefahren, welche eine Bedrohung der Sicherheit der Anlage bedeuten könnten. Konstruktive Vorkehrungen wie die Erstellung von Ablassorganen zur Entlastung von Hochwasser und im Bedarfsfall zur Absenkung des Speichers waren darin zwingend vorgeschrieben. Diese Vorkehrungen sind darauf ausgerichtet, das Restrisiko so gering wie möglich zu halten.

3. NOTION DE "SÉCURITÉ"

„La sécurité face à un risque est assurée lorsque ce risque est maintenu sous contrôle par des mesures appropriées et qu'il reste inférieur à un seuil acceptable. Une sécurité absolue ne saurait être garantie.“

Les mesures prises dans le domaine des barrages peuvent facilement être mises en relation avec cette définition, qui figure à l'article 2.2.1, chiffre 1 de la norme SIA 160 (1989). L'ancien règlement concernant les barrages (1957) de même que la nouvelle ordonnance sur les ouvrages d'accumulation (1998) [4] font état en ce qui concerne les événements dits extraordinaires, des dangers pouvant constituer une atteinte pour la sécurité de l'ouvrage. Des dispositions structurales sont également imposées, comme la mise en place d'organes de décharge, afin notamment d'assurer le passage de crues et de permettre en cas de besoin un abaissement de la retenue. Toute l'organisation mise en place ces dernières années vise à rendre le risque résiduel aussi faible que possible.



4. NUTZUNGSPLAN

4. PLAN D'UTILISATION

4.1 Ziel des Nutzungsplans

Der durch den beauftragten Ingenieur in Absprache mit der Bauherrschaft ausgearbeitete Nutzungsplan erlaubt, die Projektvorgaben zu formulieren (Nutzung und kennzeichnende Angaben zur Anlage, Betriebsbedingungen). Er beinhaltet die Beschreibung der Auslegungsgrundlagen, welche bei der Ausarbeitung und Realisierung eines Projektes zu berücksichtigen sind. Zudem gestattet er auch die Festlegung von Anforderungen der Aufsichtsbehörde und von besonderen Betriebsbedingungen, welche sich aus der Konzession ergeben. In dieser Phase ist es ebenfalls möglich, die allgemeinen Dimensionierungsannahmen festzulegen.

Es ist auch wichtig, im Nutzungsplan den Gesichtspunkt der Sicherheit der beweglichen Entlastungsorgane zu berücksichtigen.

Der Nutzungsplan ist stufengerecht nachzuführen, so dass er immer auf dem aktuellen Stand ist.

Der Nutzungsplan lässt sich gleichermassen auf neue und bestehende Stauanlagen anwenden.

4.1 But du plan d'utilisation

Etabli par l'ingénieur mandaté en accord avec le Maître de l'ouvrage, le plan d'utilisation permet de formuler les données de base du projet (fonction et caractéristiques de l'aménagement, conditions d'exploitation). Il comprend la description des dispositions structurelles particulières qui doivent être mises en œuvre lors de l'élaboration et la réalisation du projet. Enfin, il permet aussi de faire état des exigences de l'autorité de surveillance et des conditions particulières d'exploitation fixées par la concession. A ce stade, il est aussi possible de spécifier les hypothèses générales pour le dimensionnement.

Il est aussi important de considérer dans le plan d'utilisation l'aspect de la sécurité de fonctionnement des organes de décharge mobiles.

Au cours des différentes étapes du projet et au cours de l'exploitation, le plan d'utilisation sera régulièrement mis à jour, de sorte qu'il exprime toujours l'état actuel.

La notion de plan d'utilisation s'applique tant à un nouvel ouvrage qu'à un ouvrage existant.

4.2 Gliederung des Nutzungsplans

Es ist dem Ingenieur überlassen, die für jeden Einzelfall am besten geeignete Gliederung des Nutzungsplans festzulegen. Im Allgemeinen werden im Nutzungsplan wenigstens die folgenden Punkte behandelt:

- A) Nutzung
- B) Grundlagen und allgemeine Regeln
- C) Örtliche Gegebenheiten
- D) Auslegungsgrundlagen
- E) Beschreibung der Anlage

In Abschnitt 4.3 werden für die oben erwähnten Punkte diejenigen Elemente aufgelistet, welche speziell für Talsperren von Bedeutung sind. Die Auflistung ist nicht abschliessend, sollte aber das Aufstellen eines Nutzungsplans erleichtern.

4.2 Structure du plan d'utilisation

Il appartient à l'ingénieur de définir la structure du plan d'utilisation la mieux adaptée à chaque cas particulier. En règle générale, le plan d'utilisation traite au moins des points suivants:

- A) Fonction
- B) Données de base et principes généraux
- C) Conditions liées au site
- D) Dispositions structurelles
- E) Description de l'ouvrage

Le paragraphe 4.3 contient pour chacun des points énumérés ci-dessus une liste d'éléments concernant spécifiquement les barrages. Ces listes ne sont pas exhaustives, mais elles doivent faciliter l'établissement d'un plan d'utilisation.

4.3 Elemente des Nutzungsplans

A) *Nutzung*

A1 *Hauptnutzung*

Speicherung von Wasser für

- Stromproduktion
- Wasserversorgung
- Bewässerung
- Beschneigung
- Fischzucht
- Löschreserve
- Schifffahrt

Schutzbauten

- Hochwasserrückhaltebecken
- Hochwasserschutzdamm
- Geschiebesperre
- Wildbachsperre
- Lawinenauffangdamm
- Seeregulierung

Andere Nutzungen

- Biotop
- Rest einer alten Anlage
- Freizeitnutzung, Tourismus

A2 *Nebennutzungen (andere Nutzungen soweit sie nicht dem Hauptzweck der Anlage entsprechen)*

- Verkehrsverbindungen
- Werkleitungs-Trassen (Gas, Öl, Wasser, Telekommunikation, Strom)
- Auflager für andere Bauten (Masten, ...)
- Schifffahrt
- Fischeaufstieg
- Freizeitnutzung
- Fischerei
- Baden
- Tauchen
- Wandern
- Bungee-Jumping
- Klettern
- Vergnügungsschifffahrt
- Langlauf

4.3 Eléments du plan d'utilisation

A) *Fonction*

A1 *Fonction principale*

Stockage de l'eau en vue de

- Production d'électricité
- Alimentation en eau potable
- Irrigation
- Production de neige artificielle
- Pisciculture
- Réserve incendie
- Navigation

Ouvrages de protection

- Bassin de rétention contre les crues
- Digue pour la protection contre les crues
- Barrage de rétention de sédiments charriés
- Barrage de correction de torrent
- Ouvrage de protection contre les avalanches
- Régularisation des lacs

Autres fonctions

- Biotope
- Réservoir subsistant d'un ancien aménagement
- Loisirs, tourisme

A2 *Fonctions accessoires (autres que la fonction principale)*

- Voies de communication
- Passage de conduites industrielles (gaz, hydrocarbures, eau, télécommunication, électricité)
- Support pour autres structures (mâts, ...)
- Navigation
- Echelle à poissons
- Loisirs
- Pêche
- Baignade
- Plongée
- Promenades
- Saut à l'élastique
- Varappe
- Navigation de plaisance
- Ski de fond



A3 *Nutzungsdauern*

- Staumauer und Staudamm (Struktur)
- Verkleidung
- mechanische Ausrüstung
- Stahlwasserbau
- Überwachungsanlage

A4 *Generelle Betriebsbedingungen*

- Nutz- und Totalvolumen des Beckens
- Beckenbewirtschaftung (Staukoten, usw.)
- Hochwasserschutzraum
- Brauchwasserabgabe
- Dotierregime, Restwassermengen
- Zugänglichkeit

B) *Grundlagen und allgemeine Regeln*

- Bundesgesetzgebung (Gesetze, Verordnungen, Richtlinien, Empfehlungen) zu Stauanlagen, Wasserbau, Gewässerschutz, Fischerei, Wald, Zivilschutz
- Kantonale Gesetzgebung
- Konzession
- Normen, Richtlinien, Empfehlungen von Verbänden (SIA, SUVA, SN, usw.)
- Topographisches Kartenmaterial
- Meteorologische und hydrologische Jahrbücher
- Publikationen STK, ICOLD
- Technische Literatur
- Dokumentation aus der Bauzeit
- Dokumentation aus dem Betrieb
- Technische Berichte

C) *Örtliche Gegebenheiten*

C1 *Topographische Gegebenheiten*

Geländeaufnahmen

C2 *Geologie / Geotechnik*

Geologische Aufnahmen

- Geologie im näheren und weiteren Bereich
- Fundationsverhältnisse
 - Aufstandfläche
 - Widerlager

A3 *Durées d'utilisation*

- Barrage (structure)
- Revêtement
- Équipement mécanique
- Vantellerie, blindage
- Dispositif d'auscultation

A4 *Conditions générales d'exploitation*

- Volume utile et volume total du bassin d'accumulation
- Mode d'exploitation du bassin d'accumulation (niveaux, etc.)
- Volume réservé en cas de crue
- Fourniture d'eau industrielle
- Dotation, débits résiduels
- Accès

B) *Données de base et principes généraux*

- Législation fédérale (lois, ordonnances, directives, recommandations) relative aux ouvrages d'accumulation, à l'aménagement des cours d'eau, à la protection des eaux, à la pêche, aux forêts, à la protection civile
- Législation cantonale
- Concession
- Normes, directives, recommandations d'associations professionnelles (SIA, SUVA, SN, etc.)
- Cartes topographiques
- Annuaire hydrologiques et météorologiques
- Publications CSB, CIGB
- Littérature technique
- Documentation issue du temps de la construction
- Documentation issue de l'exploitation
- Rapports techniques

C) *Conditions liées au site*

C1 *Conditions topographiques*

Relevés du terrain

C2 *Géologie / Géotechnique*

Relevés géologiques

- Description géologique régionale et locale
- Conditions de fondation
 - Surface de fondation
 - Appuis

- Geologie des Beckenbereiches
 - Beckendichtigkeit
 - Hangstabilität (Rutschungen, Massenstürze)
- Materialvorkommen (Schüttmaterialien, Betonzuschlagstoffe)
- Erdbebenaktivität

C3 Hydrologie

- Meteorologische und hydrologische Verhältnisse
 - Niederschläge
 - Abflussregime
 - Hochwasser
 - Feststofftransporte
- Lawinen
- Gletscher

C4 Umwelt

- Geschützte Objekte
- Ausgleichsmassnahmen, Ersatzmassnahmen

- Conditions géologiques concernant la retenue
 - Etanchéité de la cuvette
 - Stabilité des versants (glissement, éboulement)
- Disponibilité en matériaux (matériaux de remblai, agrégats à béton)
- Sismicité

C3 Hydrologie

- Conditions météorologiques et hydrologiques
 - Précipitations
 - Régimes d'écoulement
 - Crues
 - Transports solides
- Avalanches
- Glaciers

C4 Environnement

- Objets protégés
- Mesures compensatoires et de remplacement

D) Auslegungsgrundlagen

D1 Lage und Höhe der Sperre

D2 Talsperrentyp

- Staumauer
- Damm
- Wehr und Seitendamm

D3 Bemessungskriterien

- Stabilität
- Hochwasserableitung
- Erdbeben
- Absenkung des Wasserspiegels
- Ersteinbauüberwachung
- Ausserbetriebnahme

D4 Bevölkerungsschutz

- Alarmeinrichtung
- Vorsorgliche Absenkung
- Militärische Anforderungen

D5 Anforderungen Dritter

- Beeinflussung von Quellen
- Zugangswege

D) Dispositions structurelles

D1 Implantation et hauteur du barrage

D2 Type de barrage

- Barrage en béton
- Barrage en remblai
- Barrage mobile et digue latérale

D3 Critères de dimensionnement

- Stabilité
- Evacuation des crues
- Séisme
- Abaissement du plan d'eau
- Contrôle du 1^{er} remplissage
- Mise hors service

D4 Protection de la population

- Installation d'alarme
- Abaissement préventif
- Exigences militaires

D5 Exigences de tiers

- Incidence sur les sources
- Accès



E) Beschreibung der Anlage

E1 Kenndaten der Stauanlage

E2 Ablassorgane

E3 Hochwasserentlastung

E4 Wasserfassung

E5 Verschiedenes

- Provisorische Umleitung
- Betriebseinschränkung
- Entleerungseinschränkung
- Geschwemmselentfernung
- Spülung
- Zugänglichkeit
- Alarmeinrichtungen

E) Description de l'ouvrage

E1 Caractéristiques principales de l'ouvrage d'accumulation

E2 Organes de vidange

E3 Evacuateur de crues

E4 Prise d'eau

E5 Divers

- Dérivation provisoire
- Restriction d'exploitation
- Restriction de vidange
- Elimination des corps flottants
- Chasse
- Accès
- Installation d'alarme

5. SICHERHEITSPLAN

5.1 Ziel des Sicherheitsplans

Die Ausarbeitung des Sicherheitsplans verlangt die Ermittlung aller möglicher Zustände, welche ein Risiko bedeuten, sowie die Festlegung entsprechender Massnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit des Bauwerks. Die akzeptierbaren Risiken (Art der tolerierbaren Schäden) haben einen direkten Einfluss auf die bauliche Auslegung. Im Sicherheitsplan muss man sich Rechenschaft geben über die Voraussetzungen, welche das korrekte Funktionieren des Bauwerks und der Organe sicherstellen oder zu Störungen derselben führen können.

Aufgrund dieser Elemente ist es möglich, alle Annahmen für die Dimensionierung und Überprüfung (auszuführende Untersuchungen, Baukontrollprogramm) der Stauanlage und ihrer Nebenanlagen (Hochwasserentlastung, Grundablass, etc.) festzulegen. Zudem gestattet der Sicherheitsplan die besonderen Elemente zu ermitteln, welche in Betriebs- und Überwachungsreglemente einfließen sollen.

Obwohl dieses Dokument eher auf die Sicherheit des Bauwerks und seiner Nebenanlagen selbst ausgerichtet ist, sollen die Sicherheit von Personal, Besuchern und Passanten sowie die Zugänglichkeit nicht aus den Augen verloren werden. Schutzmassnahmen müssen mit dem Betreiber besprochen werden.

5. PLAN DE SÉCURITÉ

5.1 But du plan de sécurité

L'élaboration du plan de sécurité impose l'évaluation de toutes les situations possibles de risque et la détermination des mesures adéquates à prendre en vue de garantir la sécurité de l'ouvrage. Les risques acceptables (nature des dégâts tolérés) auront une incidence directe sur les dispositions structurelles. Dans le plan de sécurité, il s'agit aussi de se préoccuper des mesures qui peuvent garantir le bon fonctionnement de la structure et des organes mobiles ou conduire à des dysfonctionnements.

Ces éléments réunis, il sera possible de fixer l'ensemble des hypothèses pour le dimensionnement et la vérification (travaux de reconnaissance à entreprendre, programme de contrôle d'exécution) de l'ouvrage d'accumulation et des ouvrages annexes (évacuateur de crue, vidange de fond, etc.). Enfin, le plan de sécurité doit permettre de déterminer les prescriptions particulières qui doivent figurer dans les consignes de service et de surveillance.

Bien que ce document soit plutôt orienté vers la sécurité propre du barrage et de ses ouvrages annexes, il ne faut pas perdre de vue que la sécurité du personnel, des visiteurs, des promeneurs, ainsi que des accès doit aussi être garantie. Les mesures de protection doivent être discutées avec l'exploitant.

5.2 Gliederung des Sicherheitsplans

Der Sicherheitsplan stellt die hauptsächliche Grundlage für die Dimensionierung der Bauten dar. Zur Festlegung der mit dem Sicherheitsplan zu erreichenden Ziele sind verschiedene Vorgehensweisen möglich. Es ist dem Ingenieur überlassen, die für jeden Einzelfall bestgeeignete Gliederung des Sicherheitsplans festzulegen. Im Allgemeinen werden im Sicherheitsplan wenigstens die folgenden Punkte behandelt:

- A) Einwirkungen
- B) Gefährdungsbilder
- C) Ursachen
- D) Massnahmen
- E) Restrisiko

5.2 Structure du plan de sécurité

Le plan de sécurité constitue la base principale pour le dimensionnement des structures. Pour fixer les buts à atteindre, différentes démarches sont possibles. Il appartient à l'ingénieur de définir la structure du plan de sécurité la mieux adaptée à chaque cas particulier. En règle générale, la structure du plan de sécurité traite au moins des points suivants:

- A) Actions
- B) Situations critiques
- C) Causes
- D) Mesures
- E) Risque résiduel

5.3 Elemente des Sicherheitsplans

A) *Einwirkungen*

Ständige Lasten

- Eigengewicht (Struktur, Verschlussorgane)
- Erddruck von Anschüttungen
- Verankerungen

Veränderliche Lasten

- Wasserdruck
- Auftrieb
- Betontemperatur
- Sedimentdruck
- Verkehrslasten
- Strömungskräfte des Sickerwassers
- Porenwasserdrücke

Ausnahmebelastungen

- Hochwasser
- Erdbeben
- Lawinen
- Murgang
- Eisdruck

5.3 Eléments du plan de sécurité

A) *Actions*

Charges permanentes

- Poids propre (structure, vannes)
- Poussée des terres (remblai)
- Ancrages

Charges variables

- Poussée de l'eau
- Sous-pressions
- Température du béton
- Poussée des sédiments
- Charges roulantes
- Pressions d'écoulement des eaux de percolation
- Pressions interstitielles

Charges exceptionnelles

- Crue
- Séisme
- Avalanche
- Lave torrentielle
- Poussée des glaces



B) Gefährdungsbilder

Die kritischen Zustände werden einerseits durch Lastkombinationen andererseits durch die Beschreibung der möglichen Gefahren und Schäden angegeben.

B1 Lastkombinationen

Bauphase

- Während des Baus (speziell bei Bogenmauern)
- Bauzustände (speziell bei Schüttdämmen):
 - nichtkonsolidiertes Tonmaterial
 - provisorische Dichtungen
- Bau-Ende (speziell bei Schüttdämmen)

Betriebsphase

- Typ 1 Normal
- Typ 2 Ausserordentlich
- Typ 3 Extrem

B2 Mögliche Gefahren und Schadensbilder

Bei der Definition kritischer Zustände muss zwischen den Bauwerken aus Beton oder Mauerwerk (Staumauern, Wehre) und denjenigen aus Schüttmaterial (Dämme) unterschieden werden. Dabei sind die Zustände zu ermitteln, welche zu einer Verminderung der Sicherheit der Anlage oder sogar zu ihrem Bruch führen könnten.

a) Staumauern

- Verschiebung der Widerlager
- Gegenseitige Verschiebung der Blöcke
- Abgleiten
- Schaden am Mauerkörper
- Überströmen der Krone
- Durchsickerungen durch Bauwerk und Fundament (Risse)
- Verstopfung von Ablassorganen
- blockierte Ablassorgane

b) Dämme

- Setzungen von Damm oder Foundation (Verminderung des Freibords)
- Interne Erosion (piping)
- Instabilität von Böschungen
- Schaden am Dammkörper (Risse)
- Überströmen der Krone
- Durchsickerungen durch Bauwerk und Fundament
- Verstopfung von Ablassorganen
- blockierte Ablassorgane
- Auswaschung des luftseitigen Dammfusses
- Erosion durch Tierbauten und Pflanzenwurzeln

B) Situations critiques

Les situations critiques sont données, d'une part, par les combinaisons des charges et, d'autre part, par la description des dangers et des dégâts possibles.

B1 Combinaisons des charges

Lors de la construction

- En phase de construction (valable en particulier pour les barrages voûte)
- Pendant la construction (valable en particulier pour les barrages en remblai):
 - matériaux argileux non consolidés
 - étanchéités provisoires
- En fin de construction (valable en particulier pour les barrages en remblai)

En exploitation

- Type 1 Normal
- Type 2 Exceptionnel
- Type 3 Extrême

B2 Description des dangers et des dégâts possibles

Dans la définition des situations critiques, une différence doit être faite entre les ouvrages en béton, en maçonnerie et en remblai (digue). Il s'agit d'évaluer les situations pouvant conduire à une diminution de la sécurité de l'ouvrage, voire à sa rupture.

a) Ouvrages en béton

- Déplacement des appuis
- Déplacement différentiel des plots
- Glissement
- Dégâts au corps de l'ouvrage
- Submersion du couronnement
- Percolations à travers l'ouvrage et les fondations (fissures)
- Obturation d'organes de décharge
- Blocage d'organes de décharge

b) Ouvrages en remblai

- Tassement de la digue ou des fondations (diminution de la revanche)
- Erosion interne (piping)
- Instabilité de pentes
- Dégâts au corps de la digue (fissures)
- Submersion du couronnement
- Percolations à travers l'ouvrage et les fondations
- Obturation d'organes de décharge
- Blocage d'organes de décharge
- Erosion au pied aval de la digue
- Erosion au travers de terriers, tanières et le long de racines

C) Ursachen

C1 Hauptursachen

Natürliche Ereignisse

- Hochwasser
- Erdbeben
- Lawinen
- Murgang
- Erdbeben
- Steinschlag
- Sedimentablagerung

Ausgelöste Ereignisse

(Folgen von menschlichen Einwirkungen)

- Untertagebauten
- Sabotage, Vandalismus
- Explosion
- Bombardierung
- Flugzeugabsturz, Satellitenabsturz

Andere unnatürliche Effekte

- Kolk

C2 Aussergewöhnliche Ursachen

- Ausfall der Stromversorgung
- Ausfall der mechanischen Anlagen
- Ausfall der Telekommunikation

C3 Projektbedingte Ursachen

Mangelhaftes Projekt

- Unterdimensionierung
- Falsche Annahmen
- Ausführungsfehler
- Materialfehler

Sperrenzustand

- Schlechte Materialqualität
- Gravierende Rissbildung
- Alterung, Abnutzung (Stahlwasserbau)
- Alkali Aggregat Reaktion
- Auswaschung des Injektionsschirms

D) Massnahmen

Die Massnahmen können unterschiedlicher Natur sein. Es ist jedoch zu unterscheiden zwischen den Massnahmen, die im Projektstadium (bzw. während der Bauausführung) und denjenigen, die während des Betriebs zur Verbesserung der konstruktiven Sicherheit ergriffen werden.

Es ist hier nicht der Platz zur Aufstellung eines Massnahmenkatalogs. Lediglich einige allgemeine Angaben können dazu gemacht werden. Bei den zu ergreifenden Massnahmen spielen verschiedene Gesichtspunkte eine Rolle: die Dimensionierung, die Ausführungskontrolle (z.B.

C) Causes

C1 Causes principales

Evénements naturels

- Crue
- Séisme
- Avalanches
- Lave torrentielle
- Glissement de terrain
- Chute de pierres
- Accumulation de sédiments

Evénements provoqués

(consécutifs à une intervention de tiers)

- Travaux souterrains
- Sabotage, vandalisme
- Explosion
- Bombardement
- Chute d'aréonef ou de satellite

Autre(s) effet(s) non naturel(s)

- Affouillement

C2 Causes particulières

- Défaillance de l'alimentation électrique
- Panne de l'équipement mécanique
- Interruption des télécommunications

C3 Causes liées au projet

Défaut du projet

- Sous-dimensionnement
- Hypothèses erronées
- Erreur d'exécution
- Emploi erroné d'un matériau

État du barrage

- Déficience de la qualité des matériaux
- Fissuration importante
- Vieillesse, usure (parties métalliques)
- Réaction alcali-aggrégats
- Dégradation du voile d'injection

D) Mesures

Les mesures peuvent être de différentes natures. Il faut toutefois distinguer les mesures qui sont prises au stade du projet (éventuellement pendant l'exécution) de celles qui doivent être envisagées pendant l'exploitation pour améliorer la sécurité structurale de l'ouvrage.

Il n'est donc pas aisé de dresser un catalogue de mesures. Seules des indications générales peuvent être données. En effet, dans les mesures à prendre, le dimensionnement, le contrôle de l'exécution (par ex. contrôle de la qualité des matériaux, essais de mise en place des remblais),



Qualitätskontrolle der Baumaterialien und Einbaukontrollen von Schüttmaterialien), spezielle konstruktive Auslegungen (z.B. Planung eines Drainageschirms und/oder eines Abdichtungssystems, Wahl von speziellen Baumaterialien). Es ist dem Ingenieur aufgrund der besonderen Problemstellungen überlassen, die entsprechenden Massnahmen zu finden.

Zur Illustration des Gesagten werden nachstehend einige Elemente aufgeführt:

D1 Dimensionierung der Bauwerke

- Festlegung der massgebenden Belastungen
- Stabilitätskriterien
- Materialeigenschaften (Festigkeit, zulässige Spannungen)
- Geologische Grundlagen
- Zulässige Deformationen
- Spezifische geometrische Festlegungen (Kronenbreite, Freibord, Überfallbreiten)
- Eigenschaften der Dammfundation (Festigkeit, Durchlässigkeit, Löslichkeit, etc.)

D2 Konstruktive Massnahmen bei der Projektierung

- Entlastungsorgane
- Behandlung der Fugen (Injektionen, Verzahnungen)
- Drainagesystem
- Abdichtung
- Untergrundbehandlung
- Widerlagerverstärkung
- Messeinrichtung
- Bepflanzung

D3 Massnahmen vor und während der Bauausführung

- Sondierkampagnen und Versuche
- Eignungsversuche der Baumaterialien
- Versuchsschüttungen
- Kontrolle des Betons und der Zuschlagstoffe
- Kontrolle der Eigenschaften des Schüttmaterials
- Nachführung der Planunterlagen

D4 Massnahmen in der Betriebsphase

- Unterhalt
- Verstärkung mit Ankern
- Ausführung oder Verbesserung des Drainagesystems
- Konsolidation mit Injektionen (Beton, Fundation)
- Verstärkung des Injektionsschirms
- Kontrollen, Messungen
- Massnahmen gegen Sabotage

des dispositions constructives particulières (par ex. conception d'un système de drainage, d'étanchéité, choix de matériaux spéciaux) sont différents aspects qui jouent chacun un rôle. Le soin est donc laissé à l'ingénieur, en fonction des problèmes particuliers, de rechercher toutes les mesures adéquates.

Pour illustrer ces propos, quelques éléments sont donnés ci-dessous:

D1 Dimensionnement des structures

- Définition des charges à prendre en compte
- Critères de stabilité
- Caractéristiques des matériaux (résistance, contraintes admissibles)
- Données géologiques
- Déformations admissibles
- Données géométriques particulières (largeur du couronnement, revanche, largeur des passes)
- Caractéristiques des fondations (résistance, perméabilité, dissolution, etc.)

D2 Mesures constructives au moment du projet

- Organes de décharge
- Système de traitement des joints (injections, redans)
- Système de drainage
- Système d'étanchéité
- Mode de traitement du sous-sol (injections)
- Renforcement des appuis (ancrages)
- Dispositif d'auscultation
- Végétation

D3 Mesures avant et pendant les travaux

- Campagnes de sondage et essais
- Essais de convenance des matériaux
- Essais de mise en place des remblais
- Contrôle de la qualité des aggrégats et des bétons
- Contrôle de la qualité des remblais
- Mise à jour des plans

D4 Mesures constructives pendant l'exploitation

- Entretien
- Renforcement par ancrages
- Réalisation ou amélioration du système de drainage
- Consolidation par injection (béton, fondation)
- Amélioration du voile d'étanchéité
- Contrôles, mesures
- Mesures contre le sabotage



E) Restrisiko

Aufgrund ihrer äusserst geringen Eintretenswahrscheinlichkeit werden folgende Fälle nicht berücksichtigt:

- Flugzeugabsturz
- Satellitenabsturz

Darüber hinaus können toleriert werden:

- Unkritische Schäden beim Extremhochwasser oder Extremerdbeben
- Annahme, dass Extremhochwasser und Extremerdbeben nicht gleichzeitig vorkommen

E) Risque résiduel

En raison de leur faible probabilité d'occurrence, les cas suivants peuvent être négligés:

- Chute d'aéronef sur un ouvrage
- Chute de satellite

Par ailleurs, les événements suivants peuvent être tolérés:

- Dégâts non critiques suite à des événements extrêmes de crue ou de séisme
- Hypothèse qu'une crue et un séisme extrêmes ne surviennent pas en même temps



6. ANWENDUNGSBEISPIELE

6. EXEMPLES D'APPLICATION

6.1 Einleitung

6.1 Introduction

Die in den vorangehenden Kapiteln dargestellte einfache Auflistung der verschiedenen Punkte ist sicherlich etwas trocken. Es erscheint deshalb sinnvoll, anhand von verschiedenen Beispielen Möglichkeiten für die Erstellung von Nutzungs- und Sicherheitsplänen aufzuzeigen. Festzuhalten ist, dass es dabei kein Standardmodell gibt, sondern dass diese Pläne dem betreffenden Fall jeweils anzupassen sind. Dies verlangt vom beauftragten Ingenieur und von der Bauherrschaft eine vertiefte Überlegungsarbeit, um die für das vorgesehene Projekt und seine Funktion erforderlichen Elemente zusammenzustellen und zu klassieren. Das definitive Dokument wird durch den Projektverfasser und den Bauherrn gemeinsam durch Unterschrift angenommen. Weitere Angaben zum Nutzungs- und Sicherheitsplan werden in den Richtlinien zur konstruktiven Sicherheit des Bundesamtes für Wasser und Geologie gegeben.

Es ist nicht einfach, Beispiele beizubringen, weil Umfang und Inhalt von Nutzungs- und Sicherheitsplänen verhältnismässig voluminös werden können, je nach Dimension und Nutzungszweck des Objekts. Zwei Beispiele aus aktuellen Projekten werden in ihren wesentlichen Teilen im Folgenden vorgestellt.

Beim ersten Beispiel handelt es sich um das Projekt eines Hochwasserrückhaltebeckens. Der Nutzungs- und Sicherheitsplan ist nach dem in diesem Bericht dargestellten Schema aufgebaut. Obwohl dieses Rückhaltebecken einige Besonderheiten in seiner Funktionsweise hat, wurde es als Beispiel ausgewählt. Es kann aber gut als Muster für andere Stauanlagentypen verwendet werden.

Beim zweiten Beispiel handelt es sich um eine etwas grössere Stauanlage eines Flusskraftwerks. Es macht wenig Sinn, hier einen gesamten Nutzungs- und Sicherheitsplan für eine Kraftwerksanlage mit Wehr und Maschinenhaus wiederzugeben, da jeder Nutzungs- und Sicherheitsplan individuell zu erstellen und im Umfang auch entsprechend der Wichtigkeit und der Komplexität des Bauwerks Rechnung zu tragen ist. Es erschien hier zweckmässig, eine zusammenfassende Darstellung in Tabellenform zu wählen. Dabei ist zu beachten, dass durch die Tabellen bereits eine allgemeine Übersicht über das Projekt erhalten werden kann.

Il est certain que la simple énumération des divers points cités dans les chapitres précédents est très dépouillée. Il a paru judicieux de montrer, par quelques exemples, quelles peuvent être les possibilités pour établir ces plans d'utilisation et de sécurité. Il convient de préciser qu'il n'existe aucune structure type. Il est donc nécessaire d'adapter ces plans à chaque cas traité. Cela impose à l'ingénieur, ainsi qu'au Maître de l'ouvrage, un travail de réflexion approfondi afin de réunir et de classer les points répondant parfaitement au projet prévu et à ses fonctions. Le document définitif doit être signé par les deux parties pour accord. Les directives de l'Office fédéral des eaux et de la géologie fournissent des indications supplémentaires concernant le plan d'utilisation et de sécurité.

Il n'est, par ailleurs, pas facile de donner des exemples, car le contenu des plans d'utilisation et de sécurité peut être relativement volumineux suivant les dimensions et les fonctions de l'objet. Les points essentiels de deux exemples, tirés de projets récents, sont présentés dans ce chapitre. Le premier exemple concerne le projet d'un bassin de protection contre les crues. Cet exemple complet reprend le schéma proposé dans ce rapport. Il a été retenu, bien que le type d'ouvrage concerné réponde à des règles particulières. Il peut toutefois servir de référence pour d'autres types d'ouvrages d'accumulation.

Le second exemple concerne le cas d'un important aménagement hydroélectrique en rivière comprenant un barrage mobile et une centrale. Pour cet exemple, on a renoncé à donner la totalité des plans d'utilisation et de sécurité qui doivent être établis. En effet, chacun de ces plans doit être établi de manière individuelle en tenant compte de l'importance et de la complexité de l'ouvrage. Il a paru ici plus judicieux de résumer sous forme de tableaux synthétiques quelques points particuliers à prendre en compte. Il faut relever que ce mode de représentation permet aussi d'obtenir un aperçu général du projet.



6.2 Nutzungs- und Sicherheitsplan des Hochwasserrückhaltebeckens Steinibach

Einleitung

Der Dorfbach von Horw weist eine ungenügende Abflusskapazität auf. Er tritt häufig über die Ufer und überflutet die dicht bebauten Gebiete zwischen der Einmündung des Steinibachs und dem See. Schon 1983/84 wurde deshalb ein Konzept zur Korrektur des Dorfbaches und seiner wichtigsten Zuflüsse Schlundbach und Steinibach ausgearbeitet.

Mit der Erweiterung der Nationalstrasse A2 im Raum Kriens-Horw-Hergiswil werden Schlund- und Steinibach in neue Gerinne, welche über die tiefergelegte und eingedeckte Autobahn führen, verlegt.

Gleichzeitig werden auch die seit langem vorgesehen Hochwasserschutzmassnahmen in Form von zwei Hochwasserrückhaltebecken realisiert.

Im vorliegenden Nutzungs- und Sicherheitsplan sind die Vorgaben und Anforderungen an das Rückhaltebecken Steinibach zusammengestellt und in technische Vorschriften und Bedingungen für das Projekt umgesetzt.

Der Nutzungsplan ist in folgende Kapitel gegliedert:

- A Nutzung
- B Grundlagen und allgemeine Regeln
- C örtliche Gegebenheiten
- D Auslegungsgrundlagen
- E Beschreibung der Anlage

Der Sicherheitsplan ist wie folgt strukturiert:

- A Gefährdungsbilder und Massnahmen
- B Einwirkungen und Bemessungsgrundlagen
- C Beanspruchungen und Sicherheiten
- D Restrisiko

Der vorliegende Nutzungs- und Sicherheitsplan wird durch die von Projektverfasser und Bauherrn unterzeichnete Vereinbarung zur Grundlage des Bauprojekts.

Dem besseren Verständnis des Projektbeschriebes dienen die im Anhang wiedergegebene Übersichtspläne.

NUTZUNGSPLAN

A. Nutzung

A1 Hauptnutzung

Das Rückhaltebecken Steinibach drosselt die maximalen Abflüsse im Unterlauf des Baches auf eine Wassermenge, welche gefahrlos durch das bestehende Gerinne abgeleitet werden kann und den Dorfbach nicht so stark beaufschlagt, dass er über die Ufer tritt und bebauten Gebiet überflutet.

Der im hinteren Teil des Rückhaltebeckens angeordnete Geschiebesammler und der vertikale Grobrechen vor dem Betriebsauslass halten grobes Geschiebe und Geschwemmsel zurück. Ablagerungen in der Flachstrecke über dem Autobahntrasse werden dadurch verhindert, der Bach sollte deshalb nicht mehr aus seinem Bett ausbrechen und die A2 überfluten.

6.2 Plans d'utilisation et de sécurité du bassin de protection contre les crues de Steinibach

Introduction

Le Dorfbach de Horw possède une capacité hydraulique insuffisante. Il déborde fréquemment et inonde les zones fortement construites entre l'embouchure du Steinibach et le lac. C'est pourquoi, en 1983, 1984 déjà, un concept de correction du Dorfbach et de ses affluents principaux, le Schlundbach et le Steinibach, a été élaboré.

Avec l'extension de la route nationale A2 dans le secteur Kriens-Horw-Hergiswil, le Schlundbach et le Steinibach sont déplacés dans de nouveaux canaux qui passent par-dessus la tranchée couverte de l'autoroute. En même temps, les mesures de protection contre les crues envisagées depuis longtemps et constituées de deux bassins de rétention contre les crues sont réalisées.

Dans les présents plans d'utilisation et de sécurité, les données et exigences relatives au bassin de rétention Steinibach sont rassemblées et traduites en prescriptions techniques et en conditions pour le projet.

Le plan d'utilisation se compose des chapitres suivants:

- A Fonction
- B Données de base et principes généraux
- C Conditions liées au site
- D Dispositions structurelles
- E Description de l'ouvrage

Le plan de sécurité est structuré comme suit :

- A Situations critiques et mesures
- B Actions et bases de dimensionnement
- C Sollicitations et sécurité
- D Risque résiduel

Les présents plans d'utilisation et de sécurité constituent, après accord passé entre l'auteur du projet et le maître de l'ouvrage, la base du projet de construction.

Pour une meilleure compréhension de la description du projet, on se reportera aux plans généraux reproduits en annexe.

PLAN D'UTILISATION

A. Fonctions

A1 Fonction principale

Le bassin de rétention du Steinibach a pour effet de réduire les débits maximum dans la partie aval du cours d'eau à des valeurs pouvant s'écouler sans danger par le canal existant et qui évitent un débordement du Dorfbach dans les zones bâties.

Un dépotoir à sédiments placé dans la partie arrière du bassin de rétention et une grille grossière verticale placée avant l'exutoire retiennent les sédiments grossiers et les corps flottants. Ces éléments permettent d'éviter la formation de dépôts dans le tronçon plat situé au-dessus de l'autoroute; le cours d'eau ne devrait ainsi plus sortir de son lit et inonder la route nationale A2.



A2 Nebennutzung

Der Stauraum wird nicht vollständig gerodet und weiterhin forstwirtschaftlich genutzt.

Dienstzufahrten und Wege im Bereich der Sperre und des Stauraums werden zu Erholungszwecken genutzt (Jogging, Spazieren, Spielen).

A2 Fonction accessoire

La zone de retenue n'est pas défrichée totalement et continue à être utilisée pour l'exploitation forestière.

Les accès de service et les chemins dans la zone du barrage et de la retenue servent de lieux de détente (jogging, promenades, jeux).

A3 Nutzungsdauern

Den einzelnen Bauteilen und Einrichtungen liegen folgende Nutzungsdauern zu Grunde:

Mauerkörper	100 Jahre
Schieber, Rechen	30 Jahre
Strassen, Wege	30 Jahre
Mess- und Überwachungseinrichtungen	20 Jahre
Geländer, Leitern	40 Jahre
Tosbeckenverkleidung	20 Jahre

Alle Konstruktionen und Bauteile sind möglichst dauerhaft und unterhaltsarm vorgesehen und werden dementsprechend ausgeführt.

A3 Durée d'utilisation

On a attribué aux différentes parties d'ouvrages et aux équipements les durées d'utilisation suivantes :

Corps de la retenue	100 ans
Vannes, grilles	30 ans
Routes, chemins	30 ans
Installations de mesure et de surveillance	20 ans
Barrières, échelles	40 ans
Revêtement du bassin de dissipation	20 ans

Toutes les constructions et parties d'ouvrages sont conçues pour durer longtemps et pour nécessiter peu d'entretien.

A4 Generelle Betriebsbedingungen

Im normalen Betriebszustand ist das Becken leer, die Abflüsse passieren die Sperre unbehindert.

Der Sperrdurchlass erlaubt einen normalen Geschiebetrieb, grobes Geschiebe wird im Geschiebesammler und vom Grobrechen zurückgehalten.

Das für die Beckendimensionierung massgebende 100-jährliche Hochwasser kann gedrosselt werden, ohne dass der Hochwasserüberfall anspringt. Bei diesem Hochwasser wird der Abfluss im Unterlauf auf max. 2.5 m³/s gedrosselt.

Die Mauerkrone ist für Kontrollzwecke und für die Bedienung der Schütze jederzeit, d.h. auch bei Hochwasser erreichbar.

Der Kiessammler im hinteren Beckenteil ist mit Lastwagen erreichbar und wird periodisch entleert.

Der Stauraum wird vom Forstamt bewirtschaftet und als Naherholungsgebiet genutzt.

Beim Bau der Anlage werden ein effizienter Einsatz der finanziellen Mittel und eine kurze Bauzeit angestrebt. Die Qualität der verwendeten Baustoffe und der Bauausführung wird überwacht und dokumentiert.

A4 Conditions d'exploitation générales

A l'état d'exploitation normale, le bassin est vide, les débits passent sous l'ouvrage sans encombre.

L'orifice d'écoulement permet le passage des sédiments ordinaires, seuls les plus grossiers étant retenus dans le dépotoir à sédiments et par la grille grossière.

La crue centennale déterminante pour le dimensionnement du bassin peut être laminée sans déversement. Pour une telle crue, le débit à l'aval de l'ouvrage est limité à un maximum de 2,5 m³/s.

Le couronnement du barrage est accessible en tout temps, même en cas de crue, pour des contrôles et pour manœuvrer la vanne.

Le dépotoir à sédiments, dans la partie arrière du bassin, est accessible par des camions et est vidé périodiquement.

La zone de retenue est exploitée par le Service des forêts et sert également de zone de détente.

La construction de l'aménagement est marquée par un effort tendant à un engagement efficace des moyens financiers et à une durée de construction limitée. La qualité des matériaux utilisés et celle de la méthode de construction sont contrôlées et certifiées.

B. Grundlagen und allgemeine Regeln

Als Grundlagen für diesen Nutzungs- und Sicherheitsplan dienten folgende Dokumente:

- Berichte:
- Vorprojekt vom Januar 1993 (R. Rodel, dipl. Ing. ETH/SIA, Udligenswil)
 - Geologisches Gutachten Nr. 91 2268 vom 5.11.1991 mit Ergänzung vom 4.1.1993 (Mengis + Lorenz AG, dipl. Bauing. ETH + Dr. Geologe, Luzern)

Verordnungen und Richtlinien:

- Verordnung über die Sicherheit der Stauanlagen (1998)
- Richtlinien zur Verordnung über die Sicherheit der Stauanlagen
- Sicherheit von Hochwasserrückhaltebecken (Bundesamt für Wasserwirtschaft, 23.11.1984)

- SIA-Normen:
- 160 Einwirkung auf Tragwerke (1989)
 - 162 Betonbauten (rev. 1993)
 - 469 Erhaltung von Bauwerken (1997)

Bücher und Vorlesungen:

- Hochwasserrückhaltebecken (D. Vischer und W. Hager, vdf-Verlag 1992)
- Talsperrenhydraulik (D. Vischer, ETHZ 1981)

C. Örtliche Gegebenheiten

C1 Topographische Gegebenheiten

An Kartenmaterial standen Übersichtskarten 1:25'000 und 1:10'000 mit den erforderlichen Informationen zu Einzugsgebiet und Gerinneverlauf zur Verfügung. An der Sperrstelle wurden diese Unterlagen mit Geländeaufnahmen (Querprofile und Einzelpunkte) komplettiert, sodass ein einigermaßen zuverlässiger Höhenkurvenplan im Massstab 1:500 resultierte.

B. Données de base et principes généraux

Les documents suivants ont servi de base aux présents plans d'utilisation et de sécurité:

- Rapports :
- Avant-projet de janvier 1993 (R. Rodel, dipl. Ing. ETH/SIA, Udligenswil)
 - Expertise géologique N° 91 2268 du 5.11.1991 avec complément du 4.1.1993 (Mengis + Lorenz AG, dipl. Bauing. ETH + Dr. Geologue, Luzern)

Ordonnance et directives:

- Ordonnance sur la sécurité des ouvrages d'accumulation (1998)
- Directives relatives à la sécurité des ouvrages d'accumulation
- Sécurité des bassins de rétention contre les crues (Office fédéral de l'économie des eaux, 23.11.1984)

- Normes SIA:
- 160: Actions sur les structures porteuses (1989)
 - 162: Ouvrages en béton (révision 1993)
 - 469: Conservation des ouvrages (1997)

Livres et cours:

- Bassin de rétention contre les crues (D. Vischer und W. Hager, vdf-Verlag 1992)
- Talsperrenhydraulik (D. Vischer, ETHZ 1981)

C. Conditions liées au site

C1 Conditions topographiques

Le matériel cartographique disponible consistait en cartes topographiques au 1:25'000 et au 1:10'000 avec les informations nécessaires relatives aux bassins versants et aux écoulements. Ces documents ont été complétés sur le site par des relevés de terrain (profils transversaux et points isolés), de manière à obtenir un plan topographique relativement fidèle au 1:500.



C2 Geologie

Die Sperrstellengeologie wurde mittels Oberflächenaufnahmen, einer Sondierbohrung und 3 Sondierschlitzten abgeklärt und zeigte folgendes Bild:

An den Talflanken liegt der Fels unter einer dünnen Deckschicht von Gehängeschutt, oder ist an der Oberfläche sichtbar.

Die Talrinne selbst ist vollständig mit Lockermaterial aufgefüllt, der Fels bis zu 16 m mit Bachschutt (siltiger Kiessand mit Steinen und Blöcken) überdeckt.

Der Felsuntergrund besteht aus einer Wechselfolge von Konglomeraten, Sandsteinen und Mergeln (feinkörnige Silt- und Schlammsteine) der Unteren Süsswassermolasse. Dabei dominieren die mittelkörnigen Sandsteine, die massive Schichtkomplexe von mehreren Metern bis wenigen Dekametern Mächtigkeit bilden. In diesen Sandsteinen findet man Konglomerate aus sehr harten Kristallingeröllen als linsenförmige Einschaltungen oder als dünne, meist weniger als 2 m mächtige Bänke. Die feinkörnigen, tonreicheren Zwischenschichten aus Mergel dagegen sind meist nur wenige Meter mächtig. Da sie leichter verwitter- und erodierbar sind, folgen denn auch die kleinen Talungen überwiegend dem Streichen dieser Schichten und verlaufen ungefähr Richtung SW-NE.

Wo der Fels an der Oberfläche ansteht, besteht er meist aus recht gesunden und harten Sandsteinen. Unter der dünnen Überdeckung der Talflanken sind die Sandsteine bis zu 1 m Tiefe aufgeweicht, bei der grossen Überdeckung im Talboden aber ebenfalls gesund und hart.

Die Lockermaterialauffüllung der Talrinne ist grobkörnig und ab ca. 2 m Tiefe dicht gelagert. Der Grundwasserspiegel wurde rd. 9.5 m unter der Terrainoberfläche angetroffen.

C3 Hydrologie

Das Einzugsgebiet des Steinibachs beträgt 1.65 km², ist von langgestreckter Form und erreicht eine maximale Höhenkote von 1200 m ü.M. Der Hauptast des Baches ist knapp 3 km lang und weist ein mittleres Gefälle von 25% auf.

Die Hochwassermengen wurden aufgrund von Niederschlagsmessungen der Station Luzern mit der Methode der Einheitganglinie (Unit Hydrograph) bestimmt. Nach der Methode Chicago resultiert mit einem Abflusskoeffizienten von $\Psi = 0.4$ ein 100-jährliches Hochwasser von 13.6 m³/s, welches der Beckendimensionierung zugrunde gelegt wurde.

Das 1000-jährliche Projekthochwasser wurde mit $\Psi = 0.8$ zu rd. 38 m³/s bestimmt.

Das Sicherheitshochwasser von $1.5 \times Q_{1000}$ beträgt folglich 57 m³/s.

C2 Géologie

La géologie du site a été déterminée à l'aide de relevés de surface, d'un sondage et de trois tranchées et peut être décrite comme suit :

Sur les flancs de la vallée, le rocher est recouvert par une fine couche de débris de pente ou affleure à la surface.

Le fond de la vallée est complètement rempli de matériaux meubles et le rocher est recouvert d'une couche de sédiments de rivière pouvant atteindre 16 m d'épaisseur (sable graveleux limoneux avec cailloux et blocs).

La base rocheuse consiste en une alternance de conglomérats, de grès et de marnes (avec composantes limoneuses et argileuses) appartenant à la molasse d'eau douce inférieure. On note une dominance de grès à grains moyens qui forment des complexes massifs de couches d'une épaisseur allant de plusieurs mètres à quelques décimètres. Dans ces grès, on trouve des conglomérats formés d'éboulis cristallins très durs, soit sous forme d'inclusions lenticulaires, soit sous forme de bancs d'une épaisseur souvent inférieure à 2 m. Les couches intermédiaires formées de grains fins et plus riche en argile n'atteignent par contre le plus souvent que quelques mètres d'épaisseur. Comme ces couches s'effritent et s'érodent plus facilement, elles se prêtent à la formation de petits vallons d'orientation sud-ouest nord-est.

La roche affleurante consiste en grès sains et durs. En dessous de la fine couverture des flancs de la vallée, les grès sont altérés jusqu'à une épaisseur d'un mètre; sous l'épaisse couche de couverture du fond de la vallée, ils sont également sains et durs.

La couche de remplissage du lit du cours d'eau est formée de grains grossiers fortement compactés à partir de 2 m de profondeur. La nappe phréatique a été rencontrée à une profondeur d'environ 9.5 m en dessous de la surface du terrain.

C3 Hydrologie

Le bassin versant du Steinibach a une superficie de 1.65 km² et est de forme allongée; son point le plus haut est situé à la cote de 1'200 m s.m. Le talweg principal du cours d'eau mesure à peine 3 km de longueur et possède une pente moyenne de 25%.

Les débits de crue ont été déterminés sur la base des mesures de précipitations de la station de Lucerne par la méthode de l'hydrogramme unitaire. Par la méthode Chicago, avec un coefficient d'écoulement $\psi = 0.4$, on obtient une crue centennale dont le débit de pointe égal à 13,6 m³/s est utilisé pour le dimensionnement du bassin.

Le débit de pointe de la crue de projet millénale déterminée avec un coefficient $\psi = 0.8$ est d'environ 38 m³/s. Il s'ensuit que la crue de sécurité de $1.5 \times Q_{1000}$ possède une pointe de 57 m³/s.

C4 Umwelt

Der Beckenstandort wurde den geologischen und hydrologischen Randbedingungen angepasst und berücksichtigt die Belange des Landschaftsschutzes.

Für die Wahl der Baustoffe wurden neben den Beanspruchungen auch die erwarteten Umwelteinflüsse berücksichtigt.

Um den optischen Einfluss der massiven Betonkonstruktion auf das Landschaftsbild zu mildern sind die luftseitigen Mauerparamente mit Naturstein verkleidet.

Die Abwässer aus dem Baustellenbetrieb werden vor der Einleitung in den Vorfluter gemäss den geltenden Vorschriften behandelt. Die Oberflächenwässer (Mauerkrone, Strassen) werden zum Versickern gebracht.

Umweltgefährdende Betriebsmittel sind für Bau und Betrieb der Anlagen verboten.

Geeignetes Ausbruchsmaterial wird bei vernünftigem Kosten/Nutzen-Verhältnis als Baustoff (Fundationsschicht usw.) wiederverwendet.

D. Auslegungsgrundlagen

D1 Lage und Höhe der Sperre

Der Standort für das Becken wurde möglichst nah an der zu schützenden Zone und möglichst weit unten im Bachlauf gewählt, damit die grösstmögliche Abflussmenge ins Becken geleitet und reguliert werden kann.

Rund 250 m oberhalb des heutigen A2-Durchlasses weitet sich das Steinibachtobel aus, der Bachlauf wird flacher und biegt gegen links ab. In diese rund 60 m von der Grisigenstrasse entfernte, bewaldete Ebene konnte eine leicht erreichbare aber trotzdem nicht von weitem einsehbare Sperre eingepasst werden.

Aus dem für die gewünschte Abflussdrosselung erforderlichen Rückhaltevolumen resultierte eine Staukote von 497 m ü.M.

D2 Sperrentyp

Am gewählten Beckenstandort öffnet sich das Tal kontinuierlich und die Flanken weisen eine bescheidene Neigung auf. Eine klassische Sperrstelle in Form einer Verengung ist nicht vorhanden.

Bestehende Wege und Gebäude bedingten die Anordnung von abgewinkelten Flügelmauern. Diese Mauerform war nur als Schwergewichtsmauer vernünftig realisierbar.

Ausserdem sprachen auch die bescheidenen Informationen über Qualität und Verlauf des Felsuntergrundes für die anpassungsfähige Schwergewichtsmauer.

C4 Environnement

Le site du réservoir a été adapté aux conditions géologiques et hydrologiques et respecte les exigences de la protection du paysage.

Pour le choix des matériaux, on a pris en considération non seulement les sollicitations mais aussi les impacts sur l'environnement prévus.

Pour adoucir l'influence optique de la construction massive en béton sur le paysage, le parement aval du barrage est revêtu de pierres de taille.

Les eaux provenant du chantier sont traitées conformément aux prescriptions en vigueur avant leur rejet dans le cours d'eau. Les eaux de surface (couronnement du mur, route) sont absorbées par infiltration dans le sol.

Les produits de construction et d'exploitation nuisibles à l'environnement sont interdits.

Les matériaux d'excavation sont réutilisés s'ils sont adéquats (couche de fondation, etc.) et si le rapport coût/utilité est raisonnable.

D. Dispositions structurelles

D1 Implantation et hauteur du barrage

Le barrage a été implanté le plus près possible de la zone à protéger et le plus à l'aval possible le long du cours d'eau, afin de permettre la régulation d'un débit maximal après son passage dans le bassin.

Environ 250 m à l'amont du passage actuel sous l'autoroute A2, s'étend le Steinibachtobel et le cours d'eau s'aplanit et s'incurve vers la gauche. Dans ce petit plateau boisé distant d'environ 60 m de la route de Grisigen, il a été possible de loger un barrage facilement atteignable et pourtant peu visible de loin.

Afin d'obtenir le laminage prévu avec le volume de retenue disponible, la cote du plan d'eau est de 497 m s.m.

D2 Type de barrage

Sur le site du réservoir choisi, la vallée s'ouvre progressivement et les flancs possèdent une inclinaison modeste. On ne dispose pas à cet endroit d'un site de barrage classique sous forme de verrou.

Les chemins et bâtiments existants nécessitent la mise en place de murs bajoyers. La forme de barrage la plus raisonnable était un barrage poids.

De plus, les informations limitées sur la qualité et la forme de la roche de fondation militaient pour un barrage poids, facilement adaptable à ces conditions.



D3 Bemessungskriterien

Die Sperre wurde als Schwergewichtsmauer aus unarmiertem Massengemischbeton konzipiert und auf gesunden, anstehenden Fels fundiert.

Sie wurde den allgemeinen Regeln des Talsperrenbaus entsprechend ausgelegt und dimensioniert.

Die Mauerstabilität wurde mit ausreichenden Kipp- und Gleitsicherheiten nachgewiesen.

Die Hochwasserentlastung wurde so ausgelegt, dass das Bemessungshochwasser Q_{1000} mit einem minimalen Freibord und das Sicherheitshochwasser von $1.5 \times Q_{1000}$ mit minimalem Überströmen der Krone abgeleitet werden kann.

Eine Spiegelabsenkung innerhalb einer bestimmten Zeit und die Tiefhaltung des Wasserspiegels für Revisionsarbeiten waren für das Hochwasser-Rückhaltebecken nicht relevant.

Mit der vorhandenen Schütze von 50 x 75 cm könnte das Becken aber sehr schnell abgesenkt und der Spiegel problemlos längere Zeit tief gehalten werden.

D3 Critères de dimensionnement

Le barrage de type poids est constitué de béton de masse sans armature et est fondé sur de la roche affleurante saine.

Il a été projeté et dimensionné conformément aux règles générales de la construction de barrages.

Le mur présente une sécurité suffisante par rapport au renversement et au glissement.

L'évacuateur de crues a été conçu de telle manière que la crue de dimensionnement Q_{1000} soit maîtrisée avec une revanche minimale et que la crue de sécurité de $1.5 \times Q_{1000}$ provoque un déversement minimal par-dessus le couronnement.

Un abaissement du plan d'eau en un temps donné ainsi que le maintien à un niveau bas du plan d'eau pour des travaux de révision n'étaient pas déterminants pour le bassin de rétention des crues.

La vanne de 50 x 75 cm permettrait cependant d'abaisser très rapidement le plan d'eau et de le maintenir à un niveau bas durant une longue période.

D4 Bevölkerungsschutz

Der Bevölkerungsschutz wird durch die Alarmorganisation des Bauherrn sichergestellt.

Eine Wasseralarmeinrichtung ist bei einem Hochwasser-Rückhaltebecken nicht erforderlich.

Ebenso wenig bestehen Anforderungen an eine vorsorgliche Absenkung.

D4 Protection de la population

Un plan en cas d'urgence doit être établi par le Maître de l'ouvrage afin d'assurer la protection de la population.

Une installation d'alarme-eau n'est pas nécessaire pour un bassin de rétention contre les crues, de même qu'il n'existe aucune prescription relative à un abaissement préventif.

D5 Anforderungen Dritter

Die einschlägigen Bauvorschriften und die Anforderungen bezüglich Gewässerschutz, Lärmimmissionen, Umweltschutz usw. müssen eingehalten werden.

Die Sperre muss den Anforderungen der Stauanlagenverordnung genügen und ist der Oberaufsicht des Bundes unterstellt.

Personen, die sich im Stauraum aufhalten, müssen das Becken bei aufkommendem Hochwasser sicher verlassen, d.h. dem Mauerfuss entlang aufsteigen können.

Die Schüttung, chemische Zusammensetzung und Temperatur von genutzten Quellen darf durch den Bau und Betrieb der Anlage nicht verändert werden.

Die Erstellung der Anlagen darf keine Erschütterungen verursachen, welche das Wohlbefinden von Personen oder die Nutzung von benachbarten Bauwerken und Maschinen beeinträchtigt.

D5 Exigences de tiers

Les prescriptions constructives en vigueur et les exigences relatives à la protection des eaux, aux immissions phoniques et à la protection de l'environnement, etc. doivent être respectées.

Le barrage doit satisfaire aux exigences de l'ordonnance sur les ouvrages d'accumulation et est soumis à la surveillance de la Confédération.

Les personnes qui se tiennent dans la zone de retenue doivent pouvoir la quitter sans danger en cas de crue en montant le long du pied du mur.

Le déversement de matériaux sur des sources protégées est interdit; la composition chimique et la température de ces dernières ne peuvent pas être modifiées par la construction et l'exploitation de l'aménagement.

Le montage des installations ne doit pas provoquer des vibrations de nature à altérer le bien-être des personnes ou gêner l'utilisation de constructions ou de machines avoisinantes.



E. Beschreibung der Anlage
(vgl. auch Anhang)

E1 Kenndaten

Stauanlage	- zur Drosselung der Hochwasser-Abflüsse - wird 2001 fertiggestellt und in Betrieb genommen - unter der Aufsicht des kantonalen Verkehrs- und Tiefbauamtes von den Anliegergemeinden Kriens und Horw betrieben
Talsperre	Schergewichtsmauer - Kronenkote 499 – 500 m ü.M. - Kronenlänge 120 m - Kronenbreite 2.5 m - max. Höhe über Fundation 28 m - max. Fussbreite 21 m - Betonvolumen 12'000 m³
Becken	Normaler Betriebszustand: leer - Stauspiegel bei Q₁₀₀: 497.00 m ü.M. - Stauspiegel bei Q₁₀₀₀: 498.35 m ü.M. - Beckenoberfläche: 3'000 m² - Beckenvolumen: 17'000 m³
Ablassorgane	Betriebsauslass: Stollen von 80x120 cm durch den Mauerkörper Ausflussöffnung mit Schütze auf 0.25 m ² limitiert Einlaufkote 484.00 m ü.M.
Hochwasser-Entlastung	Freier Überfall: Breite 9 m Überfallkote 497.00 m ü.M. Energievernichtung in Tosbecken von 7 m Breite und 10.5 m Länge
Hydrologie	Einzugsgebiet: 1.65 km ² Hochwasser für Beckendimensionierung Q ₁₀₀ : 13.6 m ³ /s Projekthochwasser: 38 m ³ /s Sicherheitshochwasser 1.5 x Q ₁₀₀₀ 57 m ³ /s

E. Description de l'ouvrage
(voir aussi annexes)

E1 Caractéristiques principales

Ouvrage d'accumulation	- Laminage des crues - Terminé et mis en exploitation en 2001 - Placé sous la surveillance de l'Office cantonal des transports et des travaux publics et exploité par les communes de Kriens et Horw
Ouvrage de retenue	Barrage poids - Cote du couronnement 499 – 500 msm - Longueur du couronnement 120 m - Largeur du couronnement 2.5 m - Hauteur max. sur fondation 28 m - Epaisseur max. au pied 21 m - Volume de béton 12'000 m³
Bassin d'accumulation	Etat d'exploitation normal: Niveau d'eau pour Q ₁₀₀ : 497.00 msm Niveau d'eau pour Q ₁₀₀₀ : 498.35 msm Surface: 3'000 m ² Volume: 17'000 m ³
Organes de vidange	Vidange de fond: Galerie de 80x120 cm traversant le mur Ouverture de la vanne limitée à 0.25 m ² Cote d'entrée 484.00 msm
Evacuateur de crues	Déversoir libre: Largeur 9 m Cote 497.00 msm Destruction d'énergie dans un bassin amortisseur de 7 m de largeur pour 10.5 m de longueur
Hydrologie	Bassin versant: 1.65 km ² Crue pour le dimensionnement du bassin: Q ₁₀₀ : 13.6 m ³ /s Crue de projet: 38 m ³ /s Crue de sécurité 1.5 x Q ₁₀₀₀ 57 m ³ /s

E2 Ablassorgane

Der Betriebsauslass ist leicht exzentrisch unter der Hochwasserentlastung angeordnet und mit einer Schütze von 50x75 cm versehen. Die Abflussöffnung wird mit der Schütze auf die erforderlichen 0.25 m² limitiert, sodass die max. Durchflussmenge 2.5 m³/s beträgt. Der Einlauf wird durch einen bis zur Kote des Überfalls reichenden halbkreisförmigen Rechen von 1.5 m Durchmesser geschützt. Der 12.5 m hohe Rechenkorb gewährleistet bei normaler Wasserführung einen angemessenen Geschiebetransport und im Hochwasserfall die Wasserrückgabe, selbst wenn der untere Rechenteil verlegt ist.

Der Mauerdurchlass ist mit Abmessungen von 80x120 cm so gross, dass nur Freispegelabflüsse auftreten und er bei Bedarf begangen werden kann. Die Sohle und der untere Teil der Seitenwände werden mit Natursteinen verkleidet. Auf der Sperrenluftseite mündet der Stollen direkt ins Tosbecken.

E2 Organes de décharge

L'orifice de décharge muni d'une vanne de 50 x 75 cm est légèrement décentré par rapport à l'axe de l'évacuateur de crues. Son ouverture peut être réglée à l'aide de la vanne à la section de 0.25 m² permettant le passage du débit maximum de 2.5 m³/s. L'entrée est protégée par une grille semi-circulaire d'un diamètre de 1,5 m dont le niveau supérieur correspond à la cote de déversement. Cette grille de 12,5 m de hauteur permet, à débit normal, un transport de sédiments raisonnable et, en cas de crue, la restitution d'eau même si la partie inférieure de la grille est en place. L'ouverture sous le mur de 80 x 120 cm est suffisante pour ne faire apparaître que des écoulements à l'air libre et pour être accessible si nécessaire. La semelle et les piédroits sont revêtus de pierres de taille. Ce passage conduit directement dans le bassin de dissipation.



E3 Hochwasserentlastung

Die Hochwasserentlastung ist an der Überfallkante 9 m breit und 2.0 m hoch. Sie verjüngt sich bis zur Einmündung ins Tosbecken auf 7 m. Der Überfallrücken ist hydrodynamisch ausgebildet, der Abfluss von zwei Leitmauern geführt.

Beim 1000-jährlichen Hochwasser steigt der Wasserspiegel im Becken auf rd. 498.35 m ü.M., und es werden rd. 29 m³/s über den Hochwasserüberfall entlastet. Das resultierende Freibord von 65 cm kann für die vorliegende Sperre als ausreichend betrachtet werden.

Im Katastrophenfall, d.h. für das Sicherheitshochwasser von $1.5 \times Q_{1000}$, und einen verstopften Betriebsauslass steigt der Wasserspiegel ca. auf Kote 499.10, und es kommt zu einem leichten Überströmen der Krone.

Das Tosbecken wurde entsprechend einem Becken Typ III des "US Bureau of Reclamation" für die Wassermenge Q_{1000} ausgelegt. Sicherheitszuschläge und Freibord werden minimal gehalten, da bei einem 1000-jährlichen Ereignis ohnehin beachtliche Schäden im Unterwasser auftreten werden.

Die Tosbeckenlänge konnte so auf 10.50 m beschränkt werden, die Breite beträgt an der Sohle 7 m. Die Beckensohle aus Beton ist mit Natursteinen verkleidet; einige grössere, aus der Sohle herausragende Steinblöcke übernehmen die Funktion von Strahlaufreissern und Energievernichtern. Die Wände werden mit einem Anzug von 1:5 aus hinterbetonierten Blöcken ausgeführt und tragen mit ihrer Rauigkeit zur erforderlichen Energievernichtung bei. Eine Endschwelle soll den Wassersprung im Beckenbereich fixieren.

Der maximale Abfluss im Unterlauf ergibt sich beim 1000-jährlichen Ereignis aus der Überfallmenge und die durch den Betriebsauslass abfließende Wassermenge zu maximal 31.50 m³/s. Die Abflusstiefe am Auslauf des Tosbeckens beträgt dabei rd. 3.5 m.

E4 Verschiedenes

Der vor dem Rückhaltebecken angeordnete Geschiebesammler muss periodisch geleert werden, sodass immer ein gewisses Auffangvolumen zur Verfügung steht.

Werden Geschiebe und Geschwemmsel im Rückhaltebecken abgelagert, muss auch dieses periodisch entfernt werden.

Die Sperre ist mit einem Umkehrlot und einer geodätischen Messanlage zur Ermittlung der Kronenverschiebungen ausgerüstet.

Die Zugänglichkeit zur Lotmessstelle und zum Schützenantrieb erfolgt zu Fuss oder mit Kleingeräten über den rechten Sperrenflügel. Bei Bedarf kann mit schwereren Geräten (Lastwagen) über den linken Sperrenflügel bis zum Hochwasserüberfall gefahren werden.

Wasserstände im Becken werden ab einer gewissen Höhe registriert.

Bei Hochwasserereignissen muss das Becken überwacht werden. Dazu ist ein "Betriebs- und Überwachungsreglement" zu erstellen und durchzusetzen.

Die Anlage muss periodisch kontrolliert und regelmässig unterhalten werden.

E3 Evacuateur de crues

L'entaille de l'évacuateur de crues est de 9 m de largeur sur la crête du déversoir et de 2 m de profondeur. Elle se rétrécit à 7 m à l'entrée dans le bassin de dissipation. Le déversoir est de forme hydrodynamique et l'eau déversée est conduite par deux murs bajoyers.

Lors de la crue millénale, le plan d'eau dans le bassin s'élève à environ 498,35 m s.m. et environ 29 m³/s sont évacués par le déversoir. La revanche de 65 cm peut être considérée comme suffisante.

En cas de catastrophe, c'est-à-dire pour la crue de sécurité de $1.5 \times Q_{1000}$ et un orifice de décharge obstrué, le plan d'eau monte jusqu'à la cote d'environ 499.10 m s.m. et l'on assiste à un léger déversement par-dessus le couronnement.

Le bassin de dissipation correspond à un bassin du type III du "US Bureau of Reclamation" et a été dimensionné pour la crue millénale. On a limité à un minimum les suppléments de sécurité et la revanche, car une crue millénale sera de toute façon accompagnée de dégâts considérables à l'aval.

La longueur du bassin de dissipation a ainsi pu être limitée à 10.50 m et sa largeur au niveau de la semelle est de 7 m. La semelle du bassin en béton est revêtue de pierres de taille; plusieurs blocs en pierre dépassent de la semelle et jouent le rôle de blocs brise-charge et de destructeurs d'énergie. Les parois ont un fruit de 1:5 et sont revêtues de blocs bétonnés; elles contribuent, avec leur rugosité, à la dissipation d'énergie. Le seuil de sortie permet de maintenir le ressaut à l'intérieur du bassin.

Le débit maximum de sortie en cas de crue millénale, composé du débit déversé et du débit passant par l'orifice de décharge, est de 31.50 m³/s. La profondeur d'eau correspondante à la sortie du bassin de dissipation est d'environ 3,5 m.

E4 Divers

Le dépotoir à sédiments situé devant le bassin de retenue doit être vidé périodiquement de manière à préserver un certain volume libre.

Les sédiments et les corps flottants qui se déposent dans le bassin de retenue doivent aussi être éliminés périodiquement.

Le barrage est doté d'un pendule inversé et d'une installation de mesures géodésiques permettant de déterminer les mouvements au niveau du couronnement.

L'accès à la station de mesures du pendule et au dispositif de commandes de la vanne a lieu à pied ou à l'aide de petits engins à partir de l'aile droite. En cas de besoin, l'aile gauche permet l'accès d'engins lourds (camions) jusqu'au bord du déversoir.

Le niveau d'eau dans le bassin est enregistré à partir d'une certaine hauteur de remplissage.

En cas de crue, le bassin doit être surveillé. A cet égard, un règlement d'exploitation et de surveillance doit être établi et appliqué.

L'aménagement doit être contrôlé périodiquement et entretenu régulièrement.



SICHERHEITSPLAN

A. Gefährdungsbilder und Massnahmen

Nachstehend werden in tabellarischer Form die wichtigsten Gefahren und die Massnahmen zur Schadensverhütung bzw. Schadensverminderung aufgezählt.

A1 Bauphase

Gefahr	Massnahmen
Rutschung, Geländeinstabilität	• Geologische Erkundungen • Geotechnische Berechnungen • Schonender Geländeabtrag • Ausreichende Wasserableitung • Sicherungsmassnahmen • Vorsichtige Schüttungen
Überflutung	• Korrekte Bemessung der Bachumleitung • Vorsichtige Platzierung der Installationen • Messung der Abflussmengen • Schaffen von Fluchtwegen • Alarmorganisation
Steinschlag	• Geologische Erkundungen • Periodische Kontrollen • Fangnetze • Instruktion der Arbeiter • Sanitätsdienst
Verkehrsunfall	• Korrekte Fahrzeug- und Geräteausrüstung • Kreuzungsstellen • Kommunikationsmöglichkeiten • Instruktion der Arbeiter • Sanitätsdienst
Brand	• Bau- und Betriebsstoffe mit hohem Feuerwiderstand • Bereitstellen von Löscheinrichtungen
Arbeitsunfall	• Helmtragepflicht • Schutzgerüste und Geländer • Ausreichende Beleuchtung • Instruktion der Arbeiter • Sanitätsdienst

A2 Betriebsphase

Gefahr	Massnahmen
Versagen der Foundation	• Wahl des Standortes • Geologische, geotechnische Abklärungen • Konsolidierung des Untergrundes • Ausreichende Einbindung • Neigen der Foundationsfläche • Genügend grosse Sicherheitsfaktoren

PLAN DE SECURITE

A. Situations critiques et mesures

Les types de danger les plus importants, ainsi que les mesures pour s'en prémunir et les limiter sont donnés dans le tableau suivant:

A1 Phase de construction

Danger	Mesures
Glissement, Instabilité de terrain	• Reconnaissances géologiques • Calculs géotechniques • Exavations prudentes • Dérivation suffisante des eaux • Mesures de protection • Remblayage avec prudence
Inondation	• Dimensionnement adéquat de la dérivation du cours d'eau • Implantation prudente des installations • Mesure des débits • Aménagement de chemins de fuite • Organisation d'alarme
Chutes de pierres	• Reconnaissances géologiques • Contrôles périodiques • Filet de protection • Instruction aux ouvriers • Service sanitaire
Accident de la circulation	• Equipement correct des véhicules et des engins • Mise en place de carrefour • Possibilités de communication par radio, téléphone • Instructions aux ouvriers • Service sanitaire
Feu	• Matériaux de construction et d'exploitation avec une haute résistance au feu • Mise en place d'équipements pour la lutte contre le feu
Accident de travail	• Port du casque obligatoire • Echafaudages et barrières de protection • Eclairage suffisant • Instructions aux ouvriers • Service sanitaire

A2 Phase d'exploitation

Danger	Mesures
Défaillance des fondations	• Choix de l'emplacement / du site • Reconnaissances géologiques et géotechniques • Consolidation du sous-sol • Assurer un bon contact • Pente de la surface de la fondation • Valeurs suffisantes des facteurs de sécurité



Betonschäden	• Korrekte Bemessung • Wahl der Zuschlagstoffe • Korrekte Betonverarbeitung • Ausreichende Sicherheiten	Dégâts au béton	• Dimensionnement adéquat • Choix des adjuvants • Confection correcte des bétons • Sécurités suffisantes
Gegenseitige Verschiebung der Blöcke	• Verzahnung der Blockfugen • Überwachung	Déplacement différentiel des blocs	• Confection de redans pour les joints des blocs • Surveillance
Korrosion	• Wahl beständiger Baustoffe • Weitgehender Verzicht auf Armierung • Korrosionsschutz • Auswechselbare Ausrüstung	Corrosion	• Choix de matériau de construction résistant • Renoncement à l'armature dans une large mesure • Protection contre la corrosion • Equipement amovible (interchangeable)
Überströmen der Sperre	• Korrekte Bemessung Überfall • Ausreichend grosses Projekthochwasser	Submersion du barrage	• Dimensionnement adéquat du déversoir • Valeurs suffisantes des crues pour le projet
Verklausung des Überfalls	• Breite Öffnung • Keine Brücken und Stege	Obstruction du déversoir	• Large ouverture • Pas de pont ni de passerelle
Verstopfung des Betriebsauslasses	• Grobrechen • Gute Zugänglichkeit • Periodische Kontrollen • Unterhalt	Obstruction de la vidange de fond	• Grille grossière • Bonne accessibilité • Contrôles périodique • Entretien
Durchsickerungen	• Einbau von Fugenbändern • Keine Zugspannungen zugelassen • Reduktion der Hydratationswärme	Percolation	• Mise en place de bande d'étanchéité • Aucune contrainte de traction tolérée • Réduction de la chaleur d'hydratation
Erdbeben	• Keine speziellen Massnahmen	Séisme	• Aucune mesure spéciale
Sabotage	• Absperrungen • Schlüsselsicherung für Schieberantrieb	Sabotage	• Barrières • Clé de sûreté pour la commande de la vanne
Besucherunfall	• Hinweistafeln • Absperrungen	Accident de visiteurs	• Panneaux de signalisation • Barrières
Kriegerisches Ereignis	• Keine besonderen Massnahmen	Fait de guerre	• Aucune mesure spéciale

Die Gefährdungsbilder, welche sich gemäss SIA-Norm aus den Lastkombinationen (vgl. B3) ergeben, sind in den vorstehenden Tabellen integriert.

Les situations critiques, qui résultent des combinaisons de charges selon la norme SIA (voir B3), figurent dans le tableau qui précède.

B Einwirkungen und Bemessungsgrundlagen

B1 Einwirkungen

Für die Sperre Steinibach sind die folgende Einwirkungen von Bedeutung:

- Eigengewicht der Sperre
- Hinterfüllung:
Auflast bzw. Erdruchedruck mit $\lambda_o = 0.43$
- Wasserdruk:
Wasserspiegel auf Kote Überfall im Normallastfall,
Wasserspiegel auf Kronenkote bei den anderen Lastfällen
- Auftrieb:
trapezförmig, mit $\lambda = 0.8$ im Normallastfall und $\lambda = 1$ bei den anderen Lastfällen
- Erdbeben:
statische Ersatzlast = 0.1 g

B Actions et bases de dimensionnement

B1 Actions

Pour le barrage de Steinibach, les charges suivantes sont prises en compte:

- Poids propre du barrage
- Remblai derrière le mur:
Charge ou poussée des terres au repos avec $\lambda_o = 0.43$
- Poussée de l'eau:
Plan d'eau à la cote du déversoir pour le cas de charge normal,
Plan d'eau à la cote du couronnement pour les autres cas de charge
- Sous-pression:
Forme trapézoïdale, avec $\lambda = 0.8$ pour le cas de charge normal et $\lambda = 1$ pour les autres cas de charge
- Séisme:
Charge de remplacement statique = 0.1 g

B2 Materialkennwerte

Die massgebenden Kennwerte lauten:

- Untergrund: Sandsteine und sandig-siltige Mergel
 $\gamma = 23 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 38^\circ$, $c = 500 \text{ kN/m}^2$
- Hinterfüllung: siltige Kies-Sande
 $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 35^\circ$, $c = 0 \text{ kN/m}^2$
- Stahlbeton: B45/35F
 $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$, $f_c = 23 \text{ kN/mm}^2$
- Randbeton: B35/25F
 $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$, $f_c = 16 \text{ kN/mm}^2$
- Kernbeton: B30/20
 $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$, $f_c = 13 \text{ kN/mm}^2$

B2 Caractéristiques des matériaux

Les caractéristiques principales sont:

- Sous-sol: grès et marne sablo-limoneuse
 $\gamma = 23 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 38^\circ$, $c = 500 \text{ kN/m}^2$
- Remblai derrière le mur: sable graveleux limoneux
 $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$, $\phi = 35^\circ$, $c = 0 \text{ kN/m}^2$
- Béton armé: B45/35F
 $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$, $f_c = 23 \text{ kN/mm}^2$
- Béton de parement: B35/25F
 $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$, $f_c = 16 \text{ kN/mm}^2$
- Béton de masse: B30/20
 $\gamma = 24 \text{ kN/m}^3$, $f_c = 13 \text{ kN/mm}^2$

B3 Lastkombinationen und Berechnungsannahmen

Die aufgeführten Einwirkungen wurden zu den vier folgenden Lastkombinationen zusammengefasst:

Leeres Becken:	Eigengewicht, Hinterfüllung, Erdbeben
Normallastfall:	Eigengewicht, Hinterfüllung, Hochwasser Q_{100} , Auftrieb
Ausserordentlicher Lastfall:	Eigengewicht, Hinterfüllung, Projekthochwasser Q_{1000} , Auftrieb
Extremlastfall:	Eigengewicht, Hinterfüllung, Sicherheitshochwasser $1.5 \times Q_{1000}$, Auftrieb, verstopfter Betriebsauslass

B3 Combinaisons des charges et hypothèses de calcul

Les actions considérées sont combinées dans les 4 cas de charge suivants:

Bassin vide:	Poids propre, remblai derrière le mur, séisme
Cas de charge normal:	Poids propre, remblai derrière le mur, crue Q_{100} , sous-pression
Cas de charge exceptionnel:	Poids propre, remblai derrière le mur, crue de projet Q_{1000} , sous-pression
Cas de charge extrême:	Poids propre, remblai derrière le mur, crue de sécurité $1.5 \times Q_{1000}$, sous-pression, vidange de fond obstruée

Ein Erdbeben kombiniert mit vollem Becken wurde für das in der Regel leere Hochwasserrückhaltebecken nicht berücksichtigt.

Berechnet wurden die als massgebend betrachteten Lastkombinationen "Normallastfall" und "Extremlastfall".

Die Gleitsicherheiten wurden mit und ohne Berücksichtigung der Kohäsion ermittelt.

Le cas d'un séisme à lac plein n'est en principe pas considéré pour un bassin de protection contre les crues.

Ont été considérés comme cas déterminants et calculés, le "cas de charge normal" et le "cas de charge extrême".

La sécurité au glissement a été analysée avec et sans cohésion.

C. Beanspruchungen und Sicherheiten

Die wichtigsten Ergebnisse der statischen Berechnung lauten wie folgt:

	Normallastfall	Extremlastfall
Betonspannungen Druck Zug	0.66 N/mm ² -0.08 N/mm ²	0.71 N/mm ² -0.20 N/mm ²
Kippsicherheiten	1.6	1.3
Gleitsicherheiten ohne Kohäsion mit Kohäsion	1.8 6.4	1.3 4.9

C. Sollicitations et sécurité

Les résultats les plus importants des calculs statiques sont les suivants:

	Cas de charge normal	Cas de charge extrême
Contraintes dans le béton Compression Traction	0.66 N/mm ² -0.08 N/mm ²	0.71 N/mm ² -0.20 N/mm ²
Sécurité au glissement	1.6	1.3
Sécurité au glissement Sans cohésion Avec cohésion	1.8 6.4	1.3 4.9

D. Restrisiko

Treten während den Bauarbeiten Hochwasserabflüsse auf, welche über der Risikowassermenge von 5 m³/s liegen, übernimmt der Bauherr die Schäden am unvollendeten Bauwerk.

Wird die Sperrenkronen unter aussergewöhnlichen Umständen (Hochwasser bei mit Material gefülltem Becken, unerwartete Abflussmengen und -ganglinien usw.) überströmt, werden Schäden am Mauerfuss in Kauf genommen.

Das Tosbecken wird so ausgekleidet, dass die durch den Betriebsauslass fliessenden Abflüsse gedämpft werden. Geht der Hochwasser-Überfall in Betrieb, werden reparierbare Schäden am Tosbecken akzeptiert.

Begrenzte Schäden, welche die Funktion der Sperre nicht beeinträchtigen, werden bei Erdbeben oder kriegesischen Ereignissen und bei einem Sicherheitshochwasser in Kauf genommen.

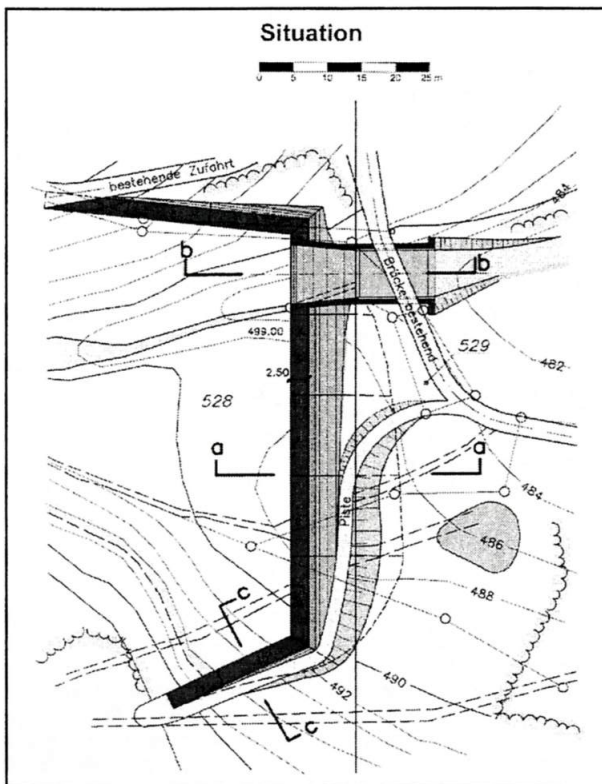
D. Risque résiduel

Si pendant les travaux survient une crue dont le débit est supérieur à la limite des 5 m³/s admise comme risque toléré, le Maître de l'ouvrage prend en charge les dégâts subis par l'ouvrage non achevé.

Si, en cas de circonstances exceptionnelles (crue avec bassin rempli de matériaux, débit ou régime d'écoulement inattendus, etc.), une submersion du couronnement devait se produire, des dégâts au pied du barrage sont tolérés.

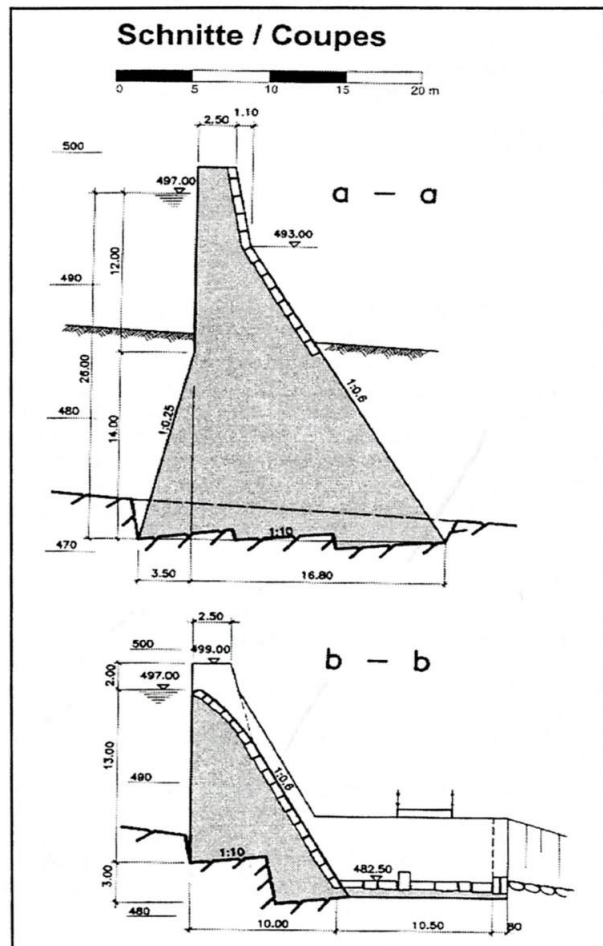
Le bassin amortisseur est revêtu de telle façon que l'écoulement au travers de la vidange de fond soit freiné. Si le déversoir de l'évacuateur de crue devait entrer en fonction, des dégâts réparables du bassin amortisseur sont tolérés.

Des dégâts limités, qui ne compromettent pas la fonction du barrage, seront tolérés en cas de séisme ou de faits de guerre et suite au transit de la crue de sécurité.



Situation und Schnitte des Hochwasserrückhaltebeckens Steinbach.

Situations et coupes du bassin de protection contre les crues de Steinbach.



6.3 Auszug aus dem Nutzungs- und Sicherheitsplan des Wehrs des Kraftwerks Ruppoldingen

Da die Nutzung und die Bemessung für ein Wasserkraftwerk sehr umfangreich und komplex sein können, scheint es angebracht, den Nutzungs- und Sicherheitsplan für die beiden Kraftwerksanlagenteile, Maschinenhaus und Wehr, getrennt zu führen, ohne jedoch Schnittstellen der beiden Bauwerke zu vernachlässigen. Dabei wird der Nutzungsplan für beide Anlagenteile auch hier gemäss den Richtlinien in folgende Kapitel gegliedert (Reihenfolge nicht zwingend, inhaltlich sollte jedoch alles abgedeckt werden):

1. Einleitung mit Beschreibung der Nutzungen (entspricht Kapitel A und E)
2. Grundlagen / Randbedingungen (entspricht Kapitel B)
3. Örtliche Gegebenheiten (entspricht Kapitel C)
4. Auslegungsgrundlagen (entspricht Kapitel D)

Der Sicherheitsplan wird wie folgt strukturiert:

1. Einwirkungen und Sicherheiten (entspricht Kapitel A und C)
2. Gefährdungsbilder und Massnahmen (entspricht Kapitel B und D)
3. Restrisiko (entspricht Kapitel E)

Nutzungsplan

Der in der Tabelle 1 gezeigte Ausschnitt der Tabelle ist eine konzentrierte Zusammenfassung der wichtigsten Daten des Nutzungsplanes. In ihr werden die verschiedenen Bauteile, die vorgesehene Nutzung mit den entsprechenden Nutzlasten und Einwirkungen, die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und die Massnahmen zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit wiedergegeben. Diese Art einer zusammenfassenden Tabelle ist für den Gesamtüberblick sehr hilfreich und kann als solche auch in den Sicherheitsplan integriert werden.

Sicherheitsplan

Der in der Tabelle 2 dargestellte Ausschnitt der Tabelle zeigt eine Zusammenfassung der möglichen Einwirkungen und der Gefährdungsbilder auf das Bauwerk Stauwehr im Endzustand. Für die Bauzustände müssen natürlich auch Sicherheitspläne erstellt werden, welche jedoch nach Vollendung des Bauvorhabens meistens ihre Wichtigkeit verlieren und archiviert werden können. Die Einwirkungen in der Tabelle sind unterteilt in ständige, veränderliche und aussergewöhnliche Einwirkungen. Die Kombinationen der einzelnen Einwirkungen, welche gleichzeitig wirken können, ergeben jeweils ein Gefährdungsbild (Lastfallkombination). Diese Gefährdungsbilder dienen der Bemessung und der Beurteilung des Bauwerkes. Eine solche zusammenfassende Tabelle im Sicherheitsplan ist sehr hilfreich und gibt einen raschen und guten Überblick über die berücksichtigten Einwirkungen und Lastkombinationen, insbesondere für spätere Nachrechnungen, Überprüfungen oder sogar für eventuelle Schadensfindungen.

6.3 Extraits des plans d'utilisation et de sécurité du barrage mobile de Ruppoldingen

En raison du mode d'utilisation et du dimensionnement complexe d'un aménagement hydroélectrique avec barrage mobile, les plans d'utilisation et de sécurité de la partie "Barrage mobile" doivent éventuellement être séparés de la partie concernant la "Centrale", sans pour autant négliger les éléments qui leur sont communs.

Le plan d'utilisation, établi pour les 2 parties d'ouvrages selon les données qui précèdent, peut comprendre les chapitres suivants (la structure du plan n'a aucun caractère obligatoire, mais son contenu doit, par contre, tout englober):

1. Introduction avec description des fonctions (correspond aux chapitres A et E)
2. Données de bases / Conditions cadre (correspond au chapitre B)
3. Conditions liées au site (correspond au chapitre C)
4. Dispositions structurelles (correspond au chapitre D)

Le plan de sécurité, quant à lui, peut être structuré de la façon suivante:

1. Actions et sécurité (correspond aux chapitres A et C)
2. Situations critiques et mesures (correspond aux chapitres B et D)
3. Risque résiduel (correspond au chapitre E)

Plan d'utilisation

Le tableau de l'annexe 1 représente un résumé succinct des données les plus importantes du plan d'utilisation. Il comprend pour les différentes parties de l'ouvrage, les fonctions prévues, les actions et les charges utiles correspondantes, les exigences pour l'aptitude au service, ainsi que les mesures pour garantir l'aptitude au service. Cette représentation, résumée sous forme de tableau, est très utile car elle donne un aperçu global et peut être intégrée telle quelle dans le plan de sécurité.

Plan de sécurité

Le tableau de l'annexe 2 représente un résumé des actions possibles et des situations critiques pour un barrage mobile terminé. Pour les phases de construction, les plans de sécurité doivent naturellement aussi être établis, lesquels à la fin des travaux perdent de leur importance et peuvent être classés (archivés). Les actions ont été regroupées dans le tableau par cas de charges permanentes, variables et exceptionnelles (accidentelles). La combinaison d'actions qui peuvent agir en même temps, donne une "situation critique" (combinaison de charges). Les différentes situations critiques servent au dimensionnement et à l'appréciation de l'ouvrage. Un tel tableau récapitulatif dans le plan de sécurité est très utile. Il donne par ailleurs un rapide et excellent aperçu des actions et des combinaisons de charge considérées. Il peut aussi servir par la suite pour de nouveaux calculs, des contrôles ou éventuellement pour l'explication de dommages.



Tabelle 1: Nutzungsplan Wehr

Bauteil	Vorgesehene Nutzung	Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit	Nutzungs- zustände	Massnahmen zur Gewährleistung der Gebrauchstauglichkeit
Schwelle Widerlager links Mittelpfeiler A, B, C Widerlager rechts Wehrbrücke	Eigenlasten und Auflasten Ständige Lasten - Erdruck auf Widerlager rechts (im Grundwasser) - Zwängungen aus differentiellen Setzungen Veränderliche Lasten - Wasserdruck - Staukote min. 397.20 m - Staukote max. 398.40 m (Bemessung 399.00 m) - Betrieb bei Hochwasser ($Q_{1000} = 1330 \text{ m}^3/\text{s}$) und bei Niederwasser ($Q = 80 \text{ m}^3/\text{s}$) - Verschiedene Positionen der Schützen und Klappen - Revision einer Schütze (bei Hochwasser), mit OW- und UW-Damm Balken - Auftrieb - bei Hochwasser und bei Niederwasser - Nutzlasten der Wehrbrücke - Rechenreinigungsmaschine auf Schienen - wird für das Versetzen der Dammbalken benützt - Strassenlasten gemäss SIA 160/89 Ziffer 4 09 - Nutzlasten der Hydraulikräume - Bodenplatte: Nutzlast 5 kN/m^2 - Decke: Strassenlasten gemäss SIA 160/89 Ziffer 4 09 - Treppe: Nutzlast 4 kN/m^2	Dauerhaftigkeit Risseverhalten - Hohe Anforderungen gemäss SIA 162/89 Ziffer 3 33 Verformungen, Setzungen - Funktionstüchtigkeit der Schützen (gemäss Lieferanten-Angaben) Dichtigkeit Entwässerung	- $Q_{\text{per, lang}}$ - $Q_{\text{per, kurz}}$ - $Q_{\text{per, lang}}$ - $Q_{\text{per, kurz}}$	Betonüberdeckung 50 mm Begrenzung der Rissbreiten Mindestbewehrung Stababstand max. 200 mm Begrenzung der Stahlspannungen Wahl geeigneter Bauteile Begrenzung des Wassergehalts des Betons Sorgfältige Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons Wahl geeigneter Dicke Wahl einer fugenlosen Konstruktion Verdichten des Fundamentsbodens (wenn nötig) Wahl einer genügend grossen Dicke Anordnung von Fugenbänder in der Dilatationsfuge bei Maschinenhaus Anordnung von Fugenblechen bzw. Injektionskanäle in den Arbeitsfugen Verwendung von wasserdichtem Beton gemäss SIA 162/1 Tabelle 1 Begrenzung der Rissbreiten Sorgfältige Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons Sorgfältige Ausführung der Arbeitsfugen Anordnung einer Entwässerungsrinne im Wehrkontrollgang Pumpenanlage für das Leckwasser im Maschinenhaus
Sohlenplatte	Eigenlasten und Auflasten Ständige Lasten - Zwängungen aus differentiellen Setzungen Veränderliche Lasten - Wasserdruck - Staukote min. 397.20 m - Staukote max. 398.40 m (Bemessung 399.00 m) - Betrieb bei Hochwasser ($Q_{1000} = 1330 \text{ m}^3/\text{s}$) und bei Niederwasser ($Q = 80 \text{ m}^3/\text{s}$) - Verschiedene Positionen der Schützen und Klappen - Revision einer Schütze (bei Hochwasser), mit OW- und UW-Damm Balken - Auftrieb - bei Hochwasser und bei Niederwasser	Dauerhaftigkeit Risseverhalten - Erhöhte Anforderungen gemäss SIA 162/89 Ziffer 3 33	- $Q_{\text{per, lang}}$ - $Q_{\text{per, kurz}}$	Betonüberdeckung 50 mm Begrenzung der Rissbreiten Mindestbewehrung Stababstand max. 200 mm Begrenzung der Stahlspannungen Wahl geeigneter Bauteile Begrenzung des Wassergehalts des Betons Sorgfältige Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons

Tableau 1: Plan d'utilisation d'un barrage mobile

Partie d'ouvrage	Utilisation prévue	Exigences liées à l'aptitude au service	Conditions d'utilisation	Mesures pour garantir l'aptitude au service
Seuil Appui rive gauche Piliers centraux A, B, C Appui rive droite Pont	Charges propres et charges Charges permanentes - Poussée des terres sur l'appui rive droite (dans la nappe) - Contraintes dues aux tassements différentiels Charges variables - Poussée de l'eau - Niveau min. de la retenue 397.20 m - Niveau max. de la retenue 398.40 m (Calcul 399.00 m) - Exploitation en cas de crue ($Q_{1000}=1330 \text{ m}^3/\text{s}$) et en étiage ($Q=80 \text{ m}^3/\text{s}$) - Différentes positions des vannes et des clapets - Révision d'une vanne (en cas de crue), avec batardeaux amont (AM) et aval (AV) - Sous-pression en cas de crue et d'étiage - Charges utiles du pont - Dégrilleur se déplaçant sur rails pour la mise en place des batardeaux - Charges sur routes selon SIA 160/89 Chiffre 4 09 - Charges utiles chambres des vannes et de service - Dalle: charge utile 5 kN/m^2 - Toiture: charges sur routes selon SIA 160/89 Ch 4 09 - Escalier: charge utile 4 kN/m^2	Durabilité / Résistance dans le temps - Comportement en état fissuré - Haute qualité selon norme SIA 162/89 Chiffre 3 33 Déformations, tassements - Possibilité de fonctionnement des vannes (selon données du fournisseur) Etanchéité Récolte des eaux	- $Q_{\text{seil long}}$ - $Q_{\text{seil court}}$ - $Q_{\text{seil long}}$ - $Q_{\text{seil court}}$	Recouvrement béton 50 mm Limitation de l'épaisseur des fissures Armature minimum Ecartement des barres 200 mm Limitation des contraintes dans l'acier Choix adéquat des étapes de construction Limitation de la teneur en eau du béton Préparation et traitement soignés du béton Choix d'une épaisseur appropriée Choix d'une construction sans joint Etanchement du sol de fondation (si nécessaire) Choix d'une épaisseur suffisante Mise en place de bande d'étanchéité dans les joints de l'usine Mise en place de lames d'étanchéité en tôle et de tuyaux d'injection dans joints de travail Utilisation d'un béton étanche selon norme SIA 162/1 Tableau 1 Limitation de l'épaisseur des fissures Préparation et traitement soignés du béton Exécution soignée des joints de travail Exécution d'une rigole pour la récolte des eaux d'infiltration dans la galerie Installation de pompage pour les fuites dans l'usine
Radier	Charges propres et charges Charges permanentes - Contraintes dues aux tassements différentiels Charges variables - Poussée de l'eau - Niveau min. de la retenue 397.20 m - Niveau max. de la retenue 398.40 m (Calcul 399.00 m) - Exploitation en cas de crue ($Q_{1000}=1330 \text{ m}^3/\text{s}$) et en étiage ($Q=80 \text{ m}^3/\text{s}$) - Différentes positions des vannes et des clapets - Révision d'une vanne (en cas de crue), avec batardeaux amont et aval - Sous-pression en cas de crue et d'étiage	Durabilité / Résistance dans le temps - Comportement en état fissuré - Haute qualité selon norme SIA 162/89 Chiffre 3 33	- $Q_{\text{seil long}}$ - $Q_{\text{seil court}}$	Couverture du béton 50 mm Limitation de l'épaisseur des fissures Armature minimum Ecartement des barres 200 mm Limitation des contraintes dans l'acier Choix adéquat des étapes de construction Limitation de la teneur en eau du béton Préparation et traitement soignés du béton



Tabelle 2: Sicherheitsplan Wehr - Lastkombinationen im Betriebszustand

LASTKOMBINATIONEN	Ständige Einwirkungen				Veränderliche Einwirkungen																Aussergewöhnliche Einwirkungen				
	Eigengewicht und Auflasten	Eigengewicht und Auflast	Wehrbrücke	Erddruck Widerlager rechts Hochwasser	Erddruck Widerlager rechts Niederwasser	Wasserdruck								Auftrieb				Nutzlast Wehrrücke	Nutzlast Hydraulikräume	Höchsthochwasser (mit zugehörigen Auftrieb+Erddruck)	Schnelle Absenkung des Wasserspiegels	quer zum Fluss	parallel zum Fluss		
						Hochwasser (HW), Max. Stau				Niederwasser (NW), Max. Stau				HW		NW									
						Öffnungen				Öffnungen				Öffnungen										max. und min. Werte	
						1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4							1 - 4	1 - 4
E 1.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
E 1.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
E 1.3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
E 1.4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
E 1.5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
E 1.6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
E 2.1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
E 2.2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
E 2.3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				
E 2.4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X				

Tableau 2: Plan de sécurité du barrage mobile - Combinaisons de charges pour l'état de service

COMBINAISONS DE CHARGES	Charges permanentes				Charges variables																Charges exceptionnelles																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	Poids propre et surcharges	Poids propre et surcharges sur le pont	Poussée des terres appui rive droite, crue	Poussée des terres appui rive droite, étiage	Poussée de l'eau								Étiage (E), niveau max.				Sous-pression		Charges utiles pont	Charges utiles chambres hydrauliques	Crue de sécurité (sous-pression et poussée des terres correspondantes)	Abaissement rapide du plan d'eau	Séisme																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
					Crue (C), niveau max.				Passes				Passes				C	E																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
					Passes				Passes				Passes				Passes						Passes																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1 - 4	1 - 4					Valeurs max. et min.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
					ouverte	ouverte	ouverte	ouverte	en révision	en révision	en révision	en révision	fermée	fermée	fermée	fermée																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
E 1.1	X	X	X	X												X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



7. LITERATUR

- [1] SIA-Norm 160 Einwirkungen auf Tragwerke (1989)
- [2] Richtlinie SIA 465 Sicherheit von Bauten und Anlagen (1998)
- [3] Norm SIA 469 Erhaltung von Bauwerken (1997)
- [4] Stauanlagenverordnung (StAV), Verordnung vom 7. Dezember 1998 über die Sicherheit der Stauanlagen, SR 721.102

7. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Norme SIA 160 Actions sur les structures porteuses (1989)
- [2] Directives SIA 465 Sécurité des ouvrages et des installations (1998)
- [3] Norme SIA 469 Conservation des ouvrages (1997)
- [4] Ordonnance du 7 décembre 1998 sur la sécurité des ouvrages d'accumulation (OSOA), RS 721.102

Publications du Comité suisse des barrages Publikationen des Schweiz. Talsperrenkomitees

Titel – Titre	Jahr Année	Sprache Langue
Bibliographie Suisse des barrages réservoirs Schweizerische Talsperrenbibliographie	1980	D, F
Messanlagen zur Talsperrenüberwachung	1987	D
Dispositif d'auscultation des barrages	1987	F
Erdbeben und Talsperren in der Schweiz Séismes et barrages en suisse	1991	D/F
Auftrieb bei Betonsperren	1992	D
Informatik in der Talsperrenüberwachung L'informatique dans la surveillance des barrages	1993	D/F
1980–1996 - Eine Talsperrenepoche - Une époque pour les barrages	1997	D/F
Mesures de déformations géodésiques et photogrammétriques pour la surveillance des ouvrages de retenue	1997	F, E
Zustandsüberwachung von Stauanlagen und Checklisten für die visuellen Kontrollen	1997	D
Surveillance de l'état des barrages et check lists pour les contrôles visuels	1997	F
Konstruktive Sicherheit der Talsperren - Nutzungsplan und Sicherheitsplan Sécurité structurale des barrages - plan d'utilisation et plan de sécurité	2000	D, F

**Preise und Bestellung beim Sekretariat.
Prix et commandes auprès du secrétariat.**

© 2000 Schweizerisches Talsperrenkomitee
Comité suisse des barrages
Comitato svizzero delle dighe
Swiss Committee on Dams

adresse: c/o laboratoire de constructions hydrauliques
LCH-EPFL-Ecublens
CH-1015 Lausanne

fax: +41-21-693 22 64
www.swissdams.ch
Secrétaire: laurent.mouvet@epfl.ch