



KANTON
NIDWALDEN

TIEBAUAMT

Integrales Risikomanagement am Beispiel Engelberger Aa



STANS, MÄRZ 2009

Inhaltsverzeichnis	Seite
1. Naturgefahren und Sicherheit	2
2. Integrales Risikomanagement	4
3. Raumplanung	5
4. Differenzierter Hochwasserschutz	6
5. Notfallplanung	8
6. Testfall 2005	9
7. Integrales Risikomanagement lohnt sich	12
8. Eckdaten Engelberger Aa	13

Impressum

Herausgeber Tiefbauamt Kanton Nidwalden, Breitenhaus, 6370 Stans

Text /Gestaltung Ivan Seeholzer, Seeholzers, Bern
Josef Eberli, Kantonsingenieur Kanton Nidwalden

Bildnachweis Tiefbauamt Nidwalden, Stans
Niederer+Pozzi, Zürich und Uznach
Schweizer Luftwaffe

Copyright © Tiefbauamt Nidwalden

G:\G-TBA\Wasserbau\E-AA\0 Allgemein (Projekte)\1 Allgemein\17 Presse - Orientierungen\173
Dokumentationen\Projektbeschrieb -Integrales Risikomanagement-\Etappe 1-4\2009-03-23 Projekt Engelberger Aa.doc

Naturgefahren und Sicherheit

Sicherheit gegenüber Naturgefahren ist ein Grundbedürfnis des Menschen und der Gesellschaft. Der Umgang mit den Naturgefahren und den Risiken hat sich im Laufe der Zeit jedoch verändert.

Die Engelberger Aa hat die Talebene von Nidwalden seit der letzten Eiszeit aus Millionen Kubikmetern Geschiebe geschaffen. Nur bei ausserordentlichen Unwettern wurde diese Schwemmebene durch flächige Übersarungen erhöht und ein Stück weiter gegen den See vorgeschoben. Dieser Prozess dauert unvermindert an.

Die ersten Siedler, welche das Schwemmland in der Talebene besiedelten, waren sich ihres Risikos und der Eigenverantwortung bewusst. Sie siedelten deshalb an den Talhängen. Um weiteres Land zu gewinnen, wurden die Gewässer allmählich eingeengt und verbaut. Dies und die Umgestaltung vom Sumpfland in Fettwiesen gab den Menschen ein Gefühl der Sicherheit und sie begannen in der Schwemmebene zu bauen.

Als Folge der wirtschaftlichen Entwicklung und dem steigenden Raumanspruch breiteten sich die Siedlungen in den vergangenen Jahrzehnten massiv in die Schwemmebene und damit in die Gefahrengebiete aus. Die Risikoreduktion durch die Schutzbauten wurde durch das schnell wachsende Schadenpotential der neuen Siedlungen schnell aufgehoben.



In der Arealstatistik von Stans ist das überproportionale Siedlungswachstum der letzten Jahrzehnte, welches sich vorwiegend in der Schwemmebene etablierte, eindrücklich zu erkennen.

Die Unwetter im Kanton Uri und verschiedenen anderen Kantonen im Jahre 1987 zeigten auf eindrückliche Weise das neu geschaffene Schadenpotential und damit die Verwundbarkeit der Bauwerke und der bisherigen Strategie. Es setzte sich die Erkenntnis durch, dass allein mit technischen Massnahmen das Naturgefahrenrisiko nicht bewältigt werden kann. Das zentrale Element in der Schadenreduktion ist die Raumnutzung. Hochwasserschutzmassnahmen haben deshalb gemäss der schweizerischen Gesetzgebung primär über die Raumplanung zu erfolgen. Dies reicht von Gefahrenzonen mit Objektschutzauflagen über die Ausscheidung von nicht Baugebiet sowie von Gewässerräumen bis hin zu freizuhaltenen Abfluss- und Entlastungskorridoren.

Da die Skala der Naturereignisse nach oben offen ist, gibt es die absolute Sicherheit im Umgang mit Naturgefahren nicht. Es bleibt immer ein Restrisiko.

Der weltweite Klimawandel hat ergänzend zur Einsicht beigetragen, dass ein Strategiewechsel notwendig ist. Dieser Wechsel bedeutet weg von der Sicherheits- hin zu einer umfassenden Risikokultur. Ausdruck dieses Wechsels ist das integrale Risikomanagement, wie es im Kanton Nidwalden umgesetzt ist.

Dabei gibt es folgende grundsätzliche Möglichkeiten im Umgang mit Risiken:

Durch Massnahmen können entsprechende Risiken

- **vermieden** werden (bspw. in einem gefährdeten Gebiet wird nicht gebaut)
- **vermindert** werden (bspw. durch genügend Gewässerraum, Gewässerunterhalt und Schutzwaldpflege)
- **reduziert** werden (bspw. durch Schutzbauten oder Objektschutz)
- **eingedämmt** (bspw. durch effektive Notfalleinsätze basierende auf Notfallplanungen)
- **akzeptiert** werden (bspw. Überflutung in Entlastungskorridoren, für ein schadenarmes Management des Restrisikos, denn die absolute Sicherheit gibt es nicht).
- **finanziell abgedeckt** werden (bspw. über solidarische Elementarschaden-Versicherungen).

1. Integrales Risikomanagement

Das differenzierte Hochwasserschutzkonzept an der Engelberger Aa beachtet die Tatsache, dass es keine absolute Sicherheit gibt. Der Überlastfall, das heisst, wenn mehr Wasser oder Geschiebe auftreten, als abgeleitet werden können, wird in die Planung mit einbezogen. Überflutungen werden also nicht um jeden Preis verhindert. Vielmehr soll das Wasser kontrolliert an Orten über das Ufer treten, wo der Schaden möglichst gering ist. Ziel ist es, Dammbürche und unkontrollierte Überflutungen zu verhindern. Das überschüssige Wasser fliesst in schadenarmen Entlastungskorridoren ab. Allfällige schadenintensive Nutzungen, wie Siedlungen im Entlastungskorridor, werden durch Hinterdämme geschützt.

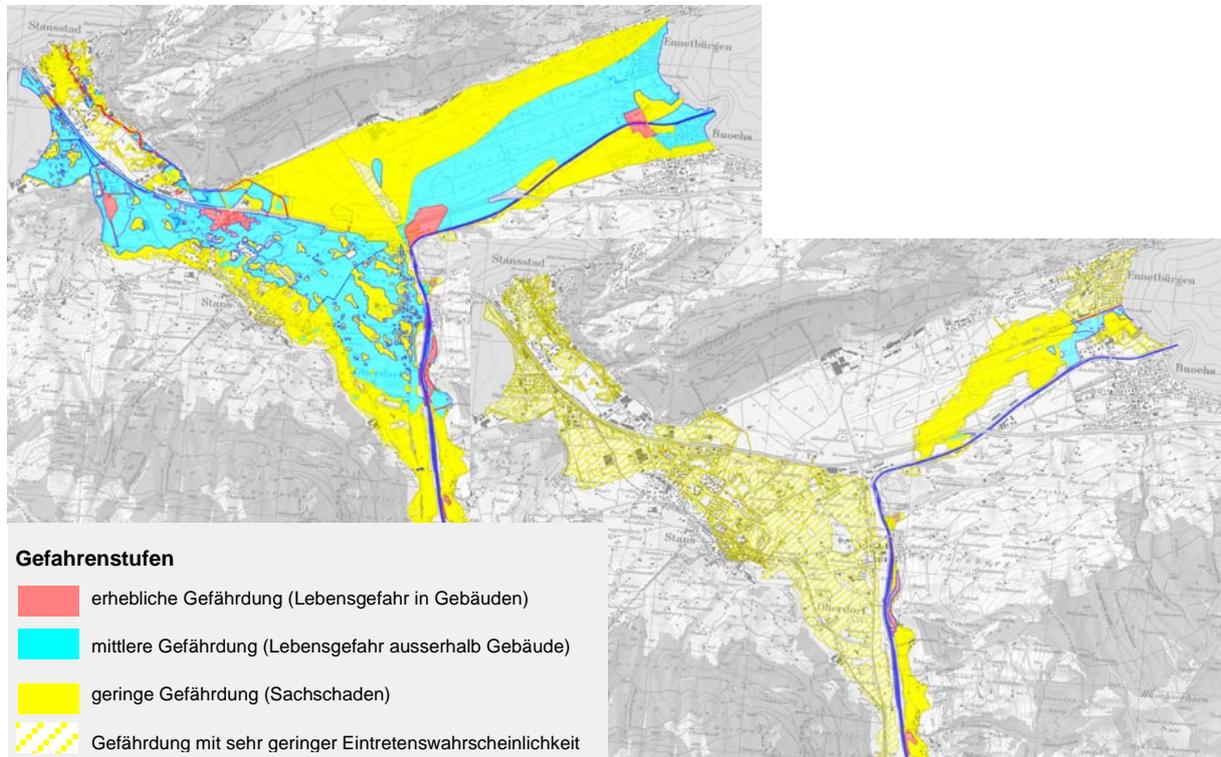
Grundlage und damit zentrales Element in der Hochwasserprävention ist die Risikoanalyse, die alle möglichen Prozesse einbeziehen und verschiedenste Szenarien abbilden muss. Für die Nutzungskategorien werden unterschiedliche Schutzziele je nach Schadenanfälligkeit definiert. So werden beispielsweise landwirtschaftlich genutzte Flächen bis zu einem 20-jährlichen Hochwasser und Siedlungen bis zu einem 100-jährlichen Hochwasser geschützt.

Die Erkenntnisse der Risikoanalyse werden in der Raumplanung, im Hochwasserschutz und in der Notfallplanung umgesetzt. Die dabei wesentlichen Massnahmenbausteine sind nachfolgend dargestellt.



Integrales Risikomanagement in der Hochwasserprävention

Im Rahmen einer Risikoanalyse werden alle relevanten Gefahrenprozesse erfasst, die verschiedenen Szenarien aufgezeigt und deren Risiken beurteilt. Dabei werden die Folgen des Klimawandels und das Udenkbare („worst-case“-Szenario) in die Überlegungen einbezogen. Die Darstellung der Risiken erfolgt in Gefahrenkarten.



Gefahrenkarte vor Realisierung (links) und nach Realisierung (rechts) der Schutzmassnahmen

2. Raumplanung

Die Gefahrenkarten fliessen in Form von Gefahrenzonen in die Zonenpläne und den entsprechenden Bestimmungen im Bau- und Zonenreglement ein. In Gebieten mit erheblicher Gefährdung besteht in der Regel ein Bauverbot. In Gebieten mit mittlerer Gefährdung und mit Gefährdungen bis zu mittlerer Häufigkeit werden Objektschutzaufgaben erlassen. Zudem werden in den Gebieten mit mittlerer Gefährdung keine Einzonungen mehr vorgenommen. Die Auflagen gelten bei allen Neu-, Ersatz- und wesentlichen Umbauten.

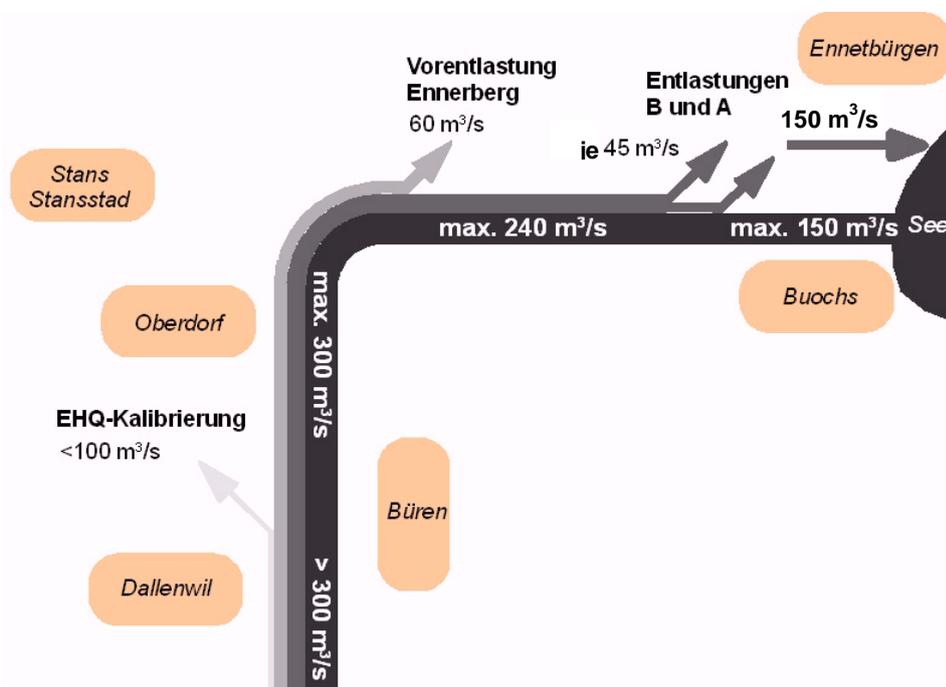
Der für den Überlastfall vorgesehene Entlastungskorridor ist im kantonalen Richtplan und der kommunalen Nutzungsplanungen gesichert und mit weitergehenden Bestimmungen gesichert

Damit die Gewässer ihre Funktionen für den Hochwasserschutz und die Ökologie gewährleisten können, ist der erforderliche Raum mit Gewässerraumzonen und –gebieten gesichert. Diese werden unter einer langfristigen Optik, über Generationen hinweg, festgelegt.

3. Differenzierter Hochwasserschutz

Die Planung und Projektierung des Hochwasserschutzprojektes «Engelberger Aa» begann 1987 und erfolgt in sechs Etappen. Die ersten vier Etappen in der stärker besiedelten unteren Talebene wurden Ende 2007 fertiggestellt. Die Hauptelemente des Projektes sind Hochwasserentlastungen für den Überlastfall, Gerinneverbesserungen, Dammverstärkungen, Uferschutzsaniierungen, naturnahere Gestaltung, Anpassen von Brücken, Schutzmassnahmen im Überflutungsgebiet sowie die Verbesserung des Geschiebehaushaltes. Mit diesen Massnahmen wurde zugleich eine landschaftliche und ökologische Aufwertung des Flussraumes realisiert. Damit kann die Forderung des Bundesgesetzes über den Wasserbau „nach Wiederherstellung eines natürlichen Flusslaufes“ weitgehend erfüllt werden. Die Naherholung wurde als wichtiges Begleitelement miteinbezogen.

Hinterdämme vor den Siedlungsgebieten reduzieren das Risiko zusätzlich. Sie weisen ein sehr gutes Kosten-Nutzenverhältnis auf. Gebäudebesitzer werden zudem darauf hingewiesen, mit welchen Objektschutzmassnahmen sie sich gegen die Restgefährdung wappnen können, und welche Massnahmen sie zu treffen haben, damit keine erhöhte Nachbar- oder Umweltgefährdung (z.B. Heizöltanks) auftreten kann.



Schema der Hochwasserentlastungen der Engelberger Aa

Zentrales Element der Schutzbauten sind vier Hochwasserentlastungen. Diese wurden an Orten angeordnet, wo im Überlastfall das „Zuviel“ an Wasser mit geringem Schadenpotential kontrolliert auf die Seite entlastet werden kann. Der Fließweg des entlasteten Wassers wird Entlastungskorridor genannt. Darin stehende Gebäude oder Siedlungen werden durch lokale Massnahmen bis zu ihrem Schutzziel geschützt.

Die Entlastungsbauwerke sind so ausgebildet, dass sie überströmt werden können, ohne dass ein Dammbbruch entsteht. Im Überlastfall¹ wird das «Zuviel» an Wasser kontrolliert seitlich über den Damm in den Entlastungskorridor geleitet. So wird gewährleistet, dass an jeder Entlastungsstelle maximal so viel Wasser im Gerinne verbleibt, wie der Kapazität des nachfolgenden Abschnittes entspricht. Sobald die Hochwasserganglinie wieder unter die Dimensionierungswassermenge sinkt, fließt alles Wasser wieder im Flussbett ab.

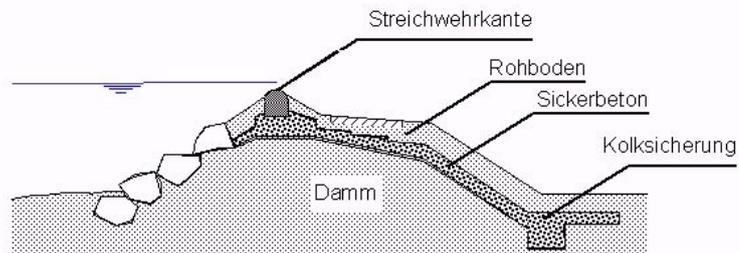


Die Engelberger Aa beim Abklingen des Hochwassers 2005. Das „Zuviel“ an Wasser verlässt das Flussbett an den vorgesehenen Stellen und strömt durch den Entlastungskorridor zwischen Ennetbürgen und Buochs dem Vierwaldstättersee zu. Im Flussbett verbleiben maximal 150 m³/s.

Aufgrund der starken Siedlungsentwicklung wurde die bisherige Dimensionierungswassermenge der Engelberger Aa von 120 m³/s angehoben. Vorbei am Hauptsiedlungsgebiet zwischen Dallenwil und der Entlastung Ennerberg beträgt die maximale Abflussmenge nach der Erhöhung der Dämme 300m³/s. Nach der vierten Hochwasserentlastung verbleiben noch maximal 150 m³/s im Flussbett, die in Buochs schadlos in den See geleitet werden können.

1 Von einem „Überlastfall“ spricht man, wenn ein Fluss mehr Wasser als das Dimensionierungshochwasser führt (Wassermenge, auf die eine Hochwasserverbauung dimensioniert ist.). Bei herkömmlichen Hochwasserverbauungen treten als Folgen eines „Überlastfalles“ unkontrollierte Ausbrüche und damit meist verheerende Schäden auf, wie sie aus den Ereignissen der jüngeren Vergangenheit bekannt sind.

Im Bereich der Entlastungen verengt sich der Querschnitt. Damit wird einerseits als Folge der höheren Schubspannung der Weitertransport des Geschiebes gewährleistet und andererseits können so die Entlastungsbauwerke kurz gehalten werden. Die Dammkrone ist jeweils als Streichwehrkante ausgebildet. Die Entlastungen sind zudem oberhalb eines Längsversatzes angeordnet, um Auflandungen im Abströmbereich von den Entlastungen zu trennen.



Vorentlastung Ennerberg: bei Hochwasser ($205 \text{ m}^3/\text{s}$) fließt nur das „Zuviel“ an Wasser über die Streichwehrkante (Bild links); Vorentlastung bei Normalabfluss (Bild rechts)

4. Notfallplanung

In der Notfallplanung «Engelberger Aa» sind die kantonale und die kommunalen Notfallorganisationen auf einander abgestimmt worden. Elemente der Notfallplanung sind unter anderem eine einheitliche Information und Alarmierung der Bevölkerung, gemeinsame Organisation der Dammwachen und der Verkehrssperrungen. Der Einsatz von Baumaschinen wird im ganzen Kanton koordiniert. Zudem wurde ein Stab aus Fachexperten für die Prognose und die Beurteilung von kritischen Situationen neu geschaffen.

Durch den Einbezug des Überlastfalles in die Überlegungen ist klar ersichtlich, wann, wo, wieviel Wasser überflutet. Die Gemeindeführungsstäbe und die Feuerwehren erhalten so die Möglichkeit, ihre Mittel und Kräfte je nach Situation dort einzusetzen, wo es nötig und sinnvoll ist. Es ist definiert, bei welchem Pegel wo punktuelle Evakuierungen und temporäre Massnahmen vorgenommen werden müssen. Die Planung der Einsätze ermöglicht es erst, die sehr begrenzten Ressourcen der Einsatzkräfte mit maximaler Wirkung einzusetzen und die erforderlichen Reserven für das anschwellende Hochwasser freizuhalten. Durch das schnelle und gezielte Eingreifen der Notorganisationen kann das Restrisiko nochmals gesenkt werden.

5. Testfall 2005

Das Unwetter im August 2005 war ein aussergewöhnliches Ereignis. Weite Gebiete des Kantons Nidwalden waren durch Rutschungen, Hochwasser und Grundwasseranstieg in Mitleidenschaft gezogen worden (Eckdaten siehe Seite 10). Am 22. August 2005 betrug der Spitzenabfluss der Engelberger Aa 230 m³/s. In der Folge entstanden in den noch nicht verbauten Abschnitten von Grafenort bis Dallenwil erhebliche Schäden.



Überflutungen im noch nicht verbauten Abschnitt, in der oberen Talebene von Grafenort bis Dallenwil. Das Bild zeigt einen Abschnitt in Wolfenschiessen mit unkontrollierten Ufererosionen, lokalen Auflandungen des Gerinnes, mit Übersarungen und Überschwemmungen. Dank der hier noch weitgehend traditionellen Siedlung am Hangfuss hielt sich der Schaden in Grenzen.

In diesen Gebieten war die Kapazität der Engelberger Aa viel kleiner als der Abfluss.

In der Folge weiteten die Wassermassen das teilweise begradigte und gesicherte Gerinne auf und verbreiterten es teilweise auf das Dreifache. Es kam zu Dammbürchen, grossflächigen Überschwemmungen, Geschiebeablagerungen und als Folge der grossen, durch die Dammbürche freigesetzten Energien entstanden neue Flussläufe. Kurz unterhalb der Auflandungen stellten sich massive Erosionen ein. Insgesamt wurden 250'000 m³ Geschiebe mobilisiert.

Damit der Schaden minimiert werden konnte, wurde als erste Sofortmassnahme das Gerinne bereits während des Hochwassers an neuralgischen Punkten freigelegt bzw. dessen Auflandung durch Ausbaggern von Geschiebe verhindert. An den kritischen Stellen wurde nach dem Abklingen der Hochwasserwelle das Ufer stabilisiert.

Im bereits ausgebauten Teil der Engelberger Aa in der untersten Talebene wurden dank dem realisierten Hochwasserschutzprojekt Engelberger Aa grosse Schäden verhindert. Die Entlastungsbauwerke haben technisch wie geplant funktioniert.



Die Abflussmenge von $230 \text{ m}^3/\text{s}$ wurde selbsttätig auf die vorhandene Abflusskapazität von $150 \text{ m}^3/\text{s}$ in Buochs entlastet. Ohne Entlastungen wäre ein Dambruch in Buochs nicht abzuwenden gewesen.

Anhand der Beobachtungen wurde festgestellt, dass die gewünschte Wassermenge präzise entlastet wurde. Die neu entwickelten, ungesteuerten Kippelemente der Entlastung A legten sich gleichmässig und vollständig ab. Beim Abklingen der Hochwasserwelle haben sich hier geringe Geschiebeauflandungen eingestellt, die aber die Funktion der Entlastung nicht beeinträchtigt haben. Trotz des vielen Schwemmholzes war keine Intervention notwendig.

Die Gotthard-Autobahn A2 musste als Folge des seitlich abgeleiteten Wassers während rund drei Stunden gesperrt werden. Nach dem Abklingen der Vorentlastung auf ein 100-jährliches Ereignis konnte die A2 wieder für den Verkehr freigegeben werden.

Als Folge der bewusst gering gehaltenen Schubspannungen im Entlastungskorridor bleibt die Grasnarbe unbeschädigt. Im Gegensatz dazu verursachten unkontrollierte Überschwemmungen in der oberen Talebene bei gleichen Gefällsverhältnissen erhebliche Erosionen.



Auswirkungen der intensiven Prozesse bei einem Dammbbruch im noch nicht verbauten Abschnitt (Wolfenschiessen)



Dosierte Energien im Entlastungskorridor verhindern Erosionen (Entlastungskorridor Buochs-Ennetbürgen)

Als Folge von Einsparungen waren im August 2005 die zum Schutze der Siedlungen von Ennetbürgen geplanten Hinterdämme noch nicht erstellt und es entstanden hier Schäden von rund 30 Mio. Schweizer Franken.

Wird das Hochwasser 2005 ohne Massnahmen nachgebildet, zeigt sich, dass bei gut $120 \text{ m}^3/\text{s}$ der erste Dammbbruch oberhalb von Buochs entstanden wäre und das Dorf Buochs überschwemmt hätte. Beim weiteren Anstieg wäre bei $180 \text{ m}^3/\text{s}$ der Damm der Engelberger Aa in der Kurve Ennerberg gebrochen. Es hätte sich ein neues Flussbett gebildet, welches die A2 für mehrere Tage unterbrochen hätte und quer durch das Dorf Ennetbürgen und Teile von Buochs abgeflossen wäre. Ab rund $200 \text{ m}^3/\text{s}$ wären die Dämme flussaufwärts gebrochen. Das Hochwasser hätte in dieser Phase die Siedlungen von Oberdorf, Stans und Stansstad schwer verwüstet.

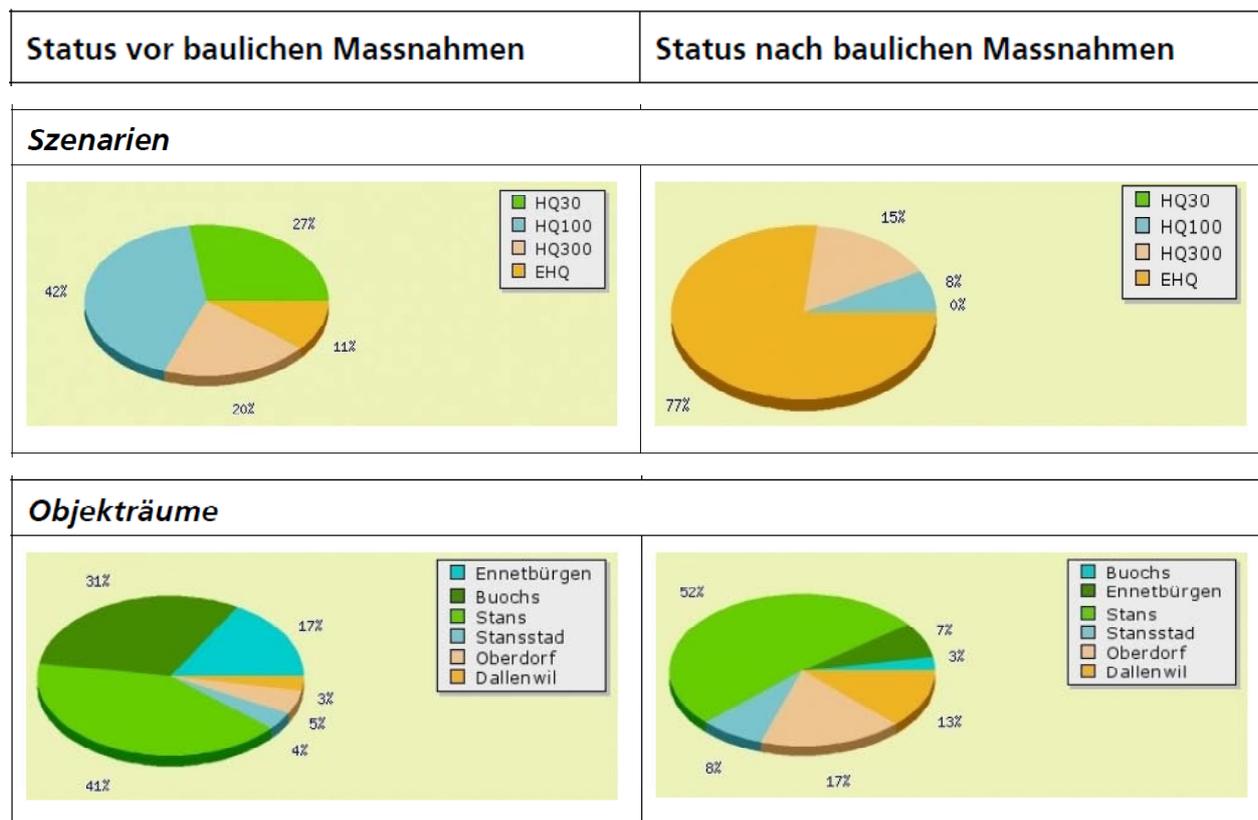
6. Integrales Risikomanagement lohnt sich

Während dem Hochwasser haben sich das Konzept des integralen Risikomanagements und die Massnahmen des differenzierten Hochwasserschutzes im Unterlauf der Engelberger Aa bewährt. Die Konstruktion der Entlastungen hat die Bewährungsprobe erfolgreich bestanden. Die vom Landrat beschlossenen Schutzziele wurden erreicht. Damnbrüche und deren Schäden konnten verhindert werden (geschätzte Kosten beim Ereignis 2005 über 160 Mio. CHF). Die getätigten Investitionen von 30 Mio. Franken haben sich bereits beim ersten Testfall mehr als ausbezahlt.

Risikobeurteilung RiskPlan

Das IT-basierte Instrument "RiskPlan" wurde von den Firmen Ernst Basler + Partners; Zollikon und der Firma GRSoft GmbH; Büsingen in enger Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Umwelt (BAFU) und dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) entwickelt. Es ermöglicht die Beurteilung von verschiedenen Risiken in einer Region und die Beurteilung von Massnahmen anhand deren Kostenwirksamkeit auf eine pragmatische Art und Weise. (www.riskplan.admin.ch; Sprachen d, f, e, chinesisches).

Die Risikoreduktion durch die getroffenen Massnahmen wurde mit der Methodik RiskPlan untersucht. Dabei zeigte sich die Effizienz der getroffenen Massnahmen deutlich. Der jährliche Schadenerwartungswert wurde von 10.45 Mio. Fr. auf 0.46 Mio. Fr. resp. auf 4% reduziert. Das Kosten-Nutzen-Verhältnis beträgt 1:17. Weitere Resultate aus RiskPlan sind nachfolgend grafisch dargestellt.



7. Eckdaten Engelberger Aa

Einzugsgebiet

Fläche	A=227 km ² ;
Mündung Vierwaldstättersee	434 m.ü.M.;
höchster Punkt:	3238 m.ü.M. (Titlis)
Bodenbedeckung:	1% Siedlung, 41% Kulturland, 24%Wald, 29% Fels/Ödland, 5% Gletscher
Gewässercharakter:	Gebirgsfluss, Gefälle im Tal von 1.5 - 0.5%

Ausbauprojekt Etappen 1 bis 4

Planung und Projektierung	seit 1989
Bauausführung	1998-2007

Abflusskapazität

vor Ausbau	120 – 140 m ³ /s
nach Ausbau im kritischen Bereich des Stanserbodens	300 m ³ /s
nach Ausbau bei Buochs	150 m ³ /s

Wasserbauliche Massnahmen

vier Hochwasserentlastungen: Vergrösserung des Gewässerraumes; Dammerhöhung, Dammverstärkungen und Dammdichtungen; Erosionsschutz durch Aufweitungen und Blockrampen; Uferschutz durch Bühnen, Blocksatz und Bestockung; Schutzmassnahmen für hintenliegende Siedlungen, Objektschutz

Weitere Massnahmen:

Ökologische Aufwertung (u.a. Wiederherstellen der freien Fischwanderung); Erholungsnutzung

Planerische Massnahmen

Sicherung des Entlastungskorridors und des Gewässerraumes; Ausscheiden der Gefahrenzonen mit Bauauflagen sowie Hinweise für Grundeigentümer

Notfallplanung

Koordinierte kantonale und kommunale Notfallplanung

Gesamtkosten

flussbauliche Massnahmen auf 7.4 km	26 Mio. Franken
passive und planerische Massnahmen	4 Mio. Franken
Dadurch verhinderter Schaden	über 160 Mio. Franken

Hochwasserereignis 21. - 23. August 2005

Niederschlag:

Im August 2005 gab es vier Hauptniederschlagsphasen. Dabei fielen in den ersten drei die übliche August-Niederschlagsmenge. Deshalb vermochten die teilweise gesättigten Böden die Regenfluten des Jahrhundertereignisses nicht mehr abzufangen. Ursache für die Starkniederschläge war ein Genuatief. Die Wiederkehrperiode der gemessenen Niederschlagsmengen liegt über 100 Jahren (Stans: 193mm/m² in 48h, 256 mm/72h, davon Abfluss 171 mm/72h)).

Engelberger Aa:

Spitzenabfluss (Wiederkehrperiode ca. 250 Jahre):	230 m ³ /s
Eingetragenes Geschiebe:	ca. 250'000 m ³
in den See transportiertes Geschiebe:	ca. 6'000 m ³
Schwemmh Holzmenge:	4'400 m ³
Anzahl Rutschungen	ca. 800
Total Schadensumme Nidwalden	110 Mio. Franken