

## Erfolgreiche Implantation beim Grande Dixence Staudamm

Erhard Heuerding

# Hangsicherung vor der höchsten Staumauer der Welt

Das SchweizerBauJournal orientierte in der Nr. 5/2000 über die Pflanzversuche und die ökologischen Anforderungen und das Ziel 700 000 m<sup>3</sup> Stollenaushub zu begrünen. Wie ist die Situation heute, 12 Jahre später?

Die 285 m hohe Staumauer Grande Dixence, die höchste der Welt, staut auf 5,3 km Länge ein Wasservolumen von 400 Millionen m<sup>3</sup> im Hochgebirge und alpiner Landschaft. Der Stausee ist 30 km vom Rhonetal und Sion entfernt und jährlich besuchen 10 000 Touristen von Juni bis September das vor 50 Jahre erstellte gigantische Bauwerk, dessen Bauzeit nur 10 Jahre dauerte. Am Ende des 20. Jahrhunderts ergänzte der Bau eines Zusatzstollens die Elektrizitätserzeugung Dixence wesentlich.

### Auflagen für die Umwelt

Die Bauherrschaft, die Grande Dixence SA, benötigte eine Deponiefläche von 70 000 m<sup>2</sup>, um das Stollenausbruchmaterial kostengünstig, gelände- wie naturnah zu deponieren. Gefordert wurde von der Naturschutzvertretung die Rekulтивierung mit Pflanzen, die hier ihre natürliche Verbreitung haben. Der Naturschutz einigte sich mit der Bauherrschaft, dass keine Artenverfälschung entsteht. Bei allen Deponieflächen wird nur ökologisch einwandfreies Pflanzen-

gut verwendet, das hier im Tal, +/- 200 bis 300 m von der Depotplatzhöhe, ihre Verbreitung hat. Hydrosaatn erfolgten mit deklariertem Hochlagen-Ökotypensaatgut.

Für die definitive Pflanzenverwendung im alpinen Gelände mussten vorgängig Versuche den Erfolg belegen. Dafür standen Implantationsmethoden, wie sie in den Rocky Mountains wachsen, zur Diskussion. Das Geobotanische Institut der ETH Zürich hat mehrjährige Erfahrung mit dieser Methode, die belegt, dass die in USA angewendete Begrünung auch für schweizerische Verhältnisse geeignet wäre.

Die Kräuter und Gräser der Versuchs-Implantation 1992 pflanzte man nach der Anzucht und abgehärtet auf alpines Klima. Die Pflanzung vor Ort begleitete das Geobotanische Institut der ETH Zürich, und die Auswertung erfolgte 1998 von Frau Prof. Urbanska. Sie taxierte und belegte den Gesamtversuch 1998 mit dem Endresultat «erfolgreicher Abschluss» mit über 90 % entwickeltem Pflanzenbestand und sehr gutem Beginn der Pflanzenverbreitung auf



1 Der Einbau und das Fixieren von Kieferstämmen vor dem Materialeinbau im Jahr 1997/98. In der Schüttungsfläche zur Massenfestigung auf dem glatten Fels, darüber für die Stein-schlaglenkung. (Bilder: Erhard Heuerding)

2 Sechs Jahre nach der Fertigstellung der Arbeiten blühen Schmetterlingsblütler (Lotusklees), die den Stickstoff für die Knöllchenbakterien aufnehmen. Pflanze und Bakterien leben in Symbiose.

3 Sichtbar sind nach einem Jahr bereits die Weiden, die aus den Sickerleitungsgräben sprössen, und die Wurzeln wachsen in das aufgeschüttete Material.

4 In den Sickergräben wachsen nach 5 Jahren bei so viel Feuchtigkeit die Weiden zur Bodenbefestigung heran.

die Anschlussflächen. Darauf vergaben die Grande Dixence Kraftwerke SA den Auftrag zur umweltgerechten Terra Verda Implantation und Hydrosaat am Staudamm der Grande Dixence und die übrigen Depotflächen Dent de Nendaz, Tortion, Traquet, Meribé VS an die Firma Schutz, Filisur.

### Ökologische Hangsicherung

Die starken Hangneigungen mit glatten Felsflächen unterhalb der Staumauer bedingten unterschiedliche Methoden der Deponiebefestigung mit ökologischen Werkstoffen in der über 1 m ho-







5



6

5 So gross wird ein Gras nach 5 Jahren in 2300 m Höhe (Detail von Bild 6).

6 Gräser- und Kräuteranpflanzungen auf 10m<sup>2</sup> Grösse und dem notwendigen Freiraum zur Entwicklung. Daneben die erfolgreiche Steinschlagsicherung.

hen Auffüllung mit Gneis aus der Monte Rosa / St. Bernhard Decke.

- 3 Kiefernstämmen D 30 cm gestapelt als diagonale Sicherung gegen Schotterrutsch.
- Die gleiche Ausführung im Steinschlaggebiet 1 m hoch über dem Terrain.

- Drainagegräben mit Gefälle, gefüllt mit frisch geschnittenem und zu Rollen gebündeltem Weidenholz, als Wasserableitung. Die schnell wurzelnden Weiden unterstützen die Hangsicherung nach wenigen Jahren.
- Gräser- und Kräuterarten, die ihre drahtigen, zugfesten Wurzeln 30 bis 40 cm tief in die Oberfläche entwickeln. Sie verhindern damit Bodenerosionen an der Geländeoberfläche und entwickeln den neuen grünen Lebensraum für Fauna und Flora.
- Erosionsmatten aus Jute, Kokos, Pappelholz, sichern am Anfang das Abrutschen der Gerölloberfläche und Pflanzen. Nach einigen Jahren, wenn die Steinoberfläche fest ist, verrotten die 100% abbaubaren Erosionsmatten aus Naturfasern und das Material verwenden die Pflanzen als Wuchsstoff.

Die Schüttung des Gneis-Ausbruchmaterial ist für das Wurzelwachstum der gepflanzten 55000 Kräuter und Gräser vorteilhaft, weil die Bodenluft in den Hohlräumen zwischen den groben Steinen ungehindert zu den Wurzeln gelangt. Die feuchte Bodenluft fördert die Entwicklung der Pflanzen und der dringend notwendigen Bodenlebewesen. Mit Terra Verda Begrünungsprodukt als Humusersatz, weil die organische Masse mit Nährstoff im sterilen Stollenaushub fehlt, wo 100 verschiedene Pflanzen auf 10 m<sup>2</sup> wachsen sollen. Substrat benötigen auch die zirka 80 m<sup>2</sup> seitliche Anschlussfläche, wo vom Wind Samenkörner hierher wehten und sich daraus neue Pflanzen entwickelten.

Terra Verda Dünger mit Langzeitwirkung fördert den Aufbau der Mikroorganismen auf der gesamten zu begrünenden Fläche.

Terra Verda Erosionsschutzmittel kam auf die Steiflächen mit Hydrosaat als Schutz gegen Wind- und Wassererosionen auf der Bodenoberfläche.

Die Terra Verda Produkte bauen sich biologisch ab und bewähren sich für Hochlagen.

## Die Wurzeln sind das A und O

Alle Pflanzen, auch die alpinen Gräser und Kräuter, besitzen unterschiedliche Wurzeln, die sich lang und senkrecht oder horizontal- und netzartig in den Boden entwickeln. Bei alpinen Pflanzen ist das Wurzelvolumen im Boden das Mehrfache gegenüber dem geringen oberirdischen Anteil der Blätter. So hat die Netzweide im alpinen Gelände nur wenige 5 bis 7 cm hohe Blätter. Der Wurzelanteil der Pflanze mit verzweigten dicken Wurzeln dagegen beträgt unter der Oberfläche > 4 bis 6 m<sup>2</sup>. Die Wurzeln stabilisieren und verankern die oberen Bodenschichten und erhöhen die Scherfestigkeit, in dem sie die Schichten wie ein Netzwerk verankern. Das fördert die Nährstoffaufnahme, die Entwicklung wie die Widerstandskraft der Pflanzen. Das Merkmal ist bei der Entfaltung der Implantation beim Grande Dixence eindeutig sichtbar. Die Verbesserung des Stollenschüttgutes mit Bodensubstraten und der ausgedehnten Bodenluft in den Hohlräumen der Auffüllung ermöglichte den Aufbau der Mikroorganismen, die optimale Wurzelbildung und Kräuterentwicklung und -verbreitung.

Jede Pflanze besitzt mehrere Wurzeltypen: Dickere für die Pflanzenversorgung. Dünne, drahtige Wurzeln für die Zug-, Reiss- und Standfestigkeit. Das sind wichtige Eigenschaften für die Rekultivierungen wie bei der Grande Dixence. Je nach Standort, Boden und Pflanzenart, Nährstoffvorrat, Jahreszeit, Alter, kann die Zugfestigkeit unterschiedlich sein.

Wissenschaftliche Berechnungen zeigen, dass die Eigenschaft «Zugfestigkeit = MPa» wie die «Reisskraft = N» bei den drahtigen Wurzeln der Kräuter oft so hoch ist wie bei Gehölzen.

7 Der grosse Entwässerungsgraben dient der Ableitung von Schnee- und Regenwasser. Bereits haben sich hier Grünerlen durch Samenflug angesiedelt. Auch sie können Stickstoff verarbeiten.

8 Grossflächige Terrainmodulation mit vielfältiger, gezielter Bepflanzung. Links im Hintergrund die Staumauer.



7



8





9



10

9 Ein Schulbeispiel wie sich im alpinen Gelände Kräuter und Gehölze ausbreiten.

10 Schneelattich, Pestwurz, Alpenwegerich weisen die extrem höchste Zug- und Reissfestigkeit auf. Sie zeigen Feucht- und Nassstellen an.

*Gräser besitzen 5 bis 10 MPa/N pro m<sup>2</sup>, Kräuter 3 bis 60 MPa/N pro m<sup>2</sup>, Gehölze 10 bis 70 MPa/N pro m<sup>2</sup>, bis zu maximal (160 MPa/N pro m<sup>2</sup> bei speziellen Arten).*

Das Bild 12 zeigt das Resultat der Zugfestigkeit in der Natur. Die dicken Wurzeln der Bergföhre rissen unter dem Schneedruck, die jungen aktiven dagegen nicht. Das Alter der Wurzeln und der gesamte Querschnitt der vielen jungen Wurzeln war ausschlaggebend. Der Erfolg bei Hochlagenbegrünungen mit Implantaten, wie der Hydrosaat, hängt daher, neben allgemeinen Standortvoraussetzungen für die Pflanzen, von den Wurzeln ab.

Die Firma Schutz erstellte für Alpengräser und -kräuter eine Wurzelskala der Zug- und Scherfestigkeit von 1 bis 10 und verwendet sie entsprechend der Begrünungssituation.

Zahlreiche Pflanzen bei der Hochlagenbegrünung, zum Beispiel die Schmetterlingsblütler, sind «Selbstversorger» mit Nährstoffen. Sie befinden sich auch in den Mischungen des Projektes der Grande Dixence. Es handelt sich um Kräuter wie zum Beispiel Vicia-Wicke, Lotus-

Schotenklee, Trifolium-Alpenklee. Auch die allgemein bekannte Grünerle (Betulaceae) gehört dazu. Diese Pflanzenarten besitzen Voraussetzungen der Nährstoffversorgung durch Bakterien, die in den Wurzelknöllchen leben, den Stickstoff binden und für die Pflanzen aufnahmefähig und verwendbar machen.

### Die Situation der Geländebegrünung im September 2011

Die Grande Dixence SA war gewillt, mit diesen Begrünungen alles zu unternehmen, um eine nachhaltige, ökologisch einwandfreie, standortentsprechende Wiedereingliederung der Flächen zu erreichen. Sie sind überzeugt, dass die Kraftwerke mit den anfallenden Kosten für die Instandstellungs- und Begrünerarbeiten ihre Verantwortung in den Walliser Alpen und der Landschaft übernommen haben. Es ist der Grande Dixence SA gelungen und sehenswert. Das Objekt ist auch mit dem Öffentlichen Verkehr erreichbar, und daher gibt es seit dem Jahr 2000 beim Grande Dixence eine weitere Touristen-Attraktion für die BesucherInnen. Die flächendeckende Reaktivierung vom Stollenaushub mit der neuen Begrünungsmethode, die Implantation, die bisher nur in der USA großflächig angewendet wurde.

Die Alpen-Pflanzenarten der Region entwickelten und verbreiteten sich im vergangenen Jahrzehnt hervorragend. Der Blick aus der Kabinenbahn zum Staudamm zeigt die elegante Terrainform im rauen Gebirge und die nach 10 Jahren begrüneten Flächen trotz der kurzen Vegetationszeit von Juni bis September.

Aus dem Stollenaushub entstanden hier, nördlich der 285 m höchsten Staumauer der Welt, im steilen alpinen Gelände, wie auf den weiteren fünf Flächen, artenreiche, standortentsprechende Implantationen. Es sind Vorzeigeobjekt für den Tiefbau, wie die fertige Terrainmodulation sein soll. Die Landschaftsgestaltung führte ihre Aufgaben fachlich mit dem Ziel der nachhaltigen Flächenbegrünung aus. So wachsen in alpiner Lage abgehärtete Pflanzen auf Flächen, die den Forderungen des Natur- und Umweltschutzes entsprechen, und sie sind gleichzeitig ein Anfang für die nachhaltige Entwicklung der Vegetation in dieser Region. ■

### Literatur

Grundbau Taschenbuch, Ingenieurbio-logische Bauweisen, H.M. Schichtl, 1992.  
Geologie der Schweiz, Toni P. Labhart, Hallwag Verlag, 1983.  
Naturnahe Begrünung, Schutz Filisur, 2011. Tagespresse Der Bund.



11

11 Eine Lärche, die sich seit 10 Jahren aus dem zugeflogenen Samenkorn entwickelte.

12 Die Zugfestigkeit MPa in der Praxis. Diese Legföhre überwinterte jahrelang unter einer schweren Schneelast, bis die Zugfestigkeit der dicken alten Wurzeln riss. Die zahlreichen jungen Wurzeln genügten, weil ihr Gesamtquerschnitt grösser ist.



12