

Carema, Santa Giustina, Casnigo und Tavagnasco
vier Projekte in Norditalien zur umweltverträglichen Verwertung
des ungenutzten Wasserkraftpotenzials
in Einklang mit der Wasserrahmenrichtlinie

Dott. Ing. Sergio Mazzoleni

Berlin-Deutschland

sergio.mazzoleni@studiofrosio.it

STUDIO FROSIO S.r.l.

Brescia – Italien

Ein Ingenieurunternehmen der Gruppe



Wasserkraft im Zeitalter der WRRRL



Wasserkraft im Zeitalter der WRRL

Wasserkraft im Alpenraum:

- steigende Genehmigungshürden (Wasserrahmenrichtlinie) für neue Projekte
- neue Anforderungen für die bereits Bestehenden
- umweltverträgliche Wasserkraftnutzung → Voraussetzung für die öffentliche finanzielle Förderung (z.B. Deutschland und Italien)

Spielt Wasserkraft noch eine Rolle bei der Erhöhung des Stromanteils aus erneuerbaren Energiequellen ?

Aktuelle Herausforderung für Planer und Betreiber → Verwertung des ungenutzten Wasserkraftpotenzials in Einklang mit der Wasserrahmenrichtlinie

Ungenutztes Wasserkraftpotenzial

Wasserkraftpotenzial, dessen Nutzung sich kaum zusätzlich negativ auf die Umwelt auswirkt:

- Effizienzverbesserung von bestehenden Anlagen (Optimierung des ganzen hydraulischen Systems, nicht nur Maschinenersatz)
- Wasserkraftnutzung des Mindestwassers direkt am Wehr oder an der Talsperre

Vier Projekte in Norditalien:

- Carema und Santa Giustina (neu)
- Tavagnasco und Casnigo (umfassender Ausbau)

Neue Anlagen: Carema und S. Giustina



	Carema (Piemont)	Santa Giustina (Trentino)
Stauwerk	Wehr	Talsperre
Speicherkapazität	-	171 Mm ³
Durchfluß (m ³ /s)	9-24	2,1
Fallhöhe (m)	4,0	60-128
Einheiten	1 Rohrturbine	1 Francis
Installierte Leistung (MW)	0,9	2,5
Erzeugter Strom (GWh/Jahr)	4,6	14

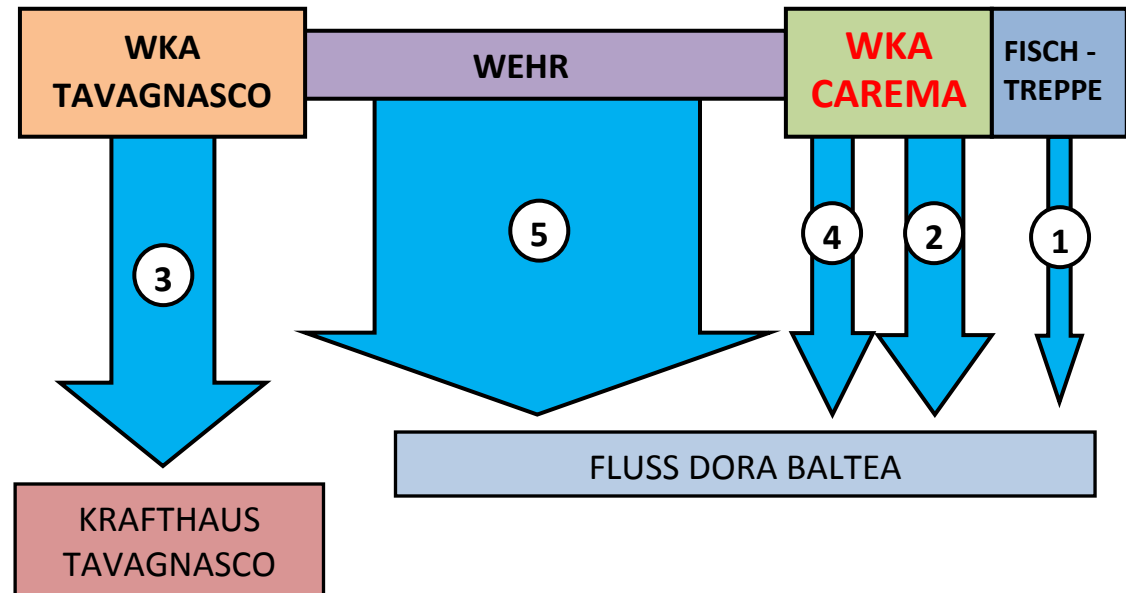
Das hydraulisches System

Carema verwendet das Restwasser (2) am Wehr von Tavagnasco und nutzt zusätzlich die Wassermenge (4), die den maximalen Durchfluss der Hauptkraftanlage (3) übersteigt

Andere Erfordernisse
zu erfüllen:

- 1) Betrieb der
Fischaufstiegsanlage
- 5) Überschüssiges
Wasser (Hochwasser)

Die Nummer im Bild
entspricht dem Vorrang



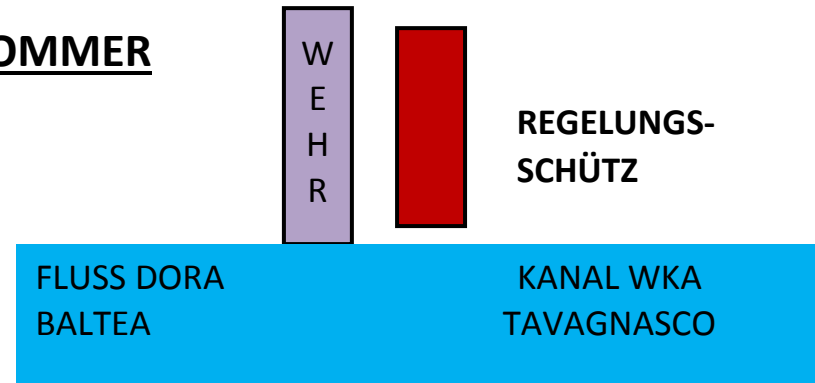
Regulierung des Oberwasserspiegels

Das neue Regelungsschütz am Anfang des Entnahme-Kanals von Tavagnasco dient Carema

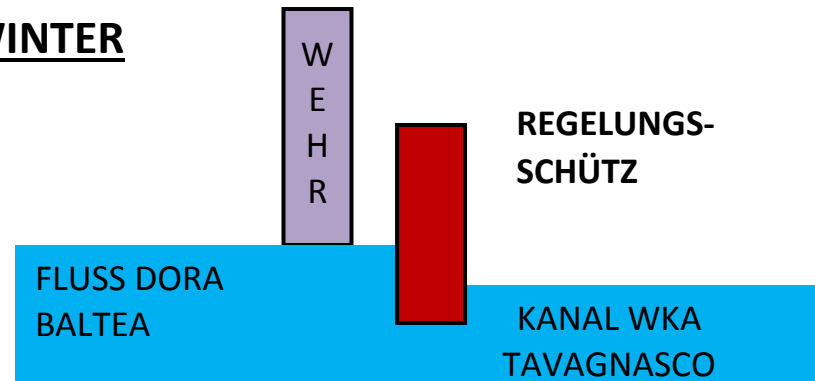
Der Zweck?

Die Abhängigkeit der Oberwasserhöhe vom Betrieb des Hauptwasserkraftwerks zu brechen und damit immer die höchstmögliche Leistung am neuen Krafthaus von Carema zu gewinnen

SOMMER



WINTER



Carema

Inbetriebnahme, Kosten und Nutzen

Die Wasserkraftanlage ist zurzeit im Bau und soll im Oktober 2016 in Betrieb genommen werden

Die Kosten betragen 4,4 Millionen Euro

Der jährlich erzeugte Strom beträgt 4,6 GWh



Santa Giustina ehemals höchste Talsperre Europas (1952)

Die Talsperre ist 152 m hoch



der ständige Mindestabfluss von $2,10 \text{ m}^3/\text{s}$ hat eine bedeutende Energie

Die Betreibergesellschaft Edison hatte die Idee, dieses Wasser zu nutzen, um zusätzlichen Strom aus Wasserkraft zu erzeugen

Die Verwirklichung des Projekts bereitete einige technische Schwierigkeiten



Technische Schwierigkeiten

- Die 10 m breite Staumauer zu bohren (mit Wasserstrahl)
- Der vertikale Teil der Druckrohrleitung (80 m) an der Staumauer zu befestigen
- Die Lage des Krafthauses in einer Schlucht

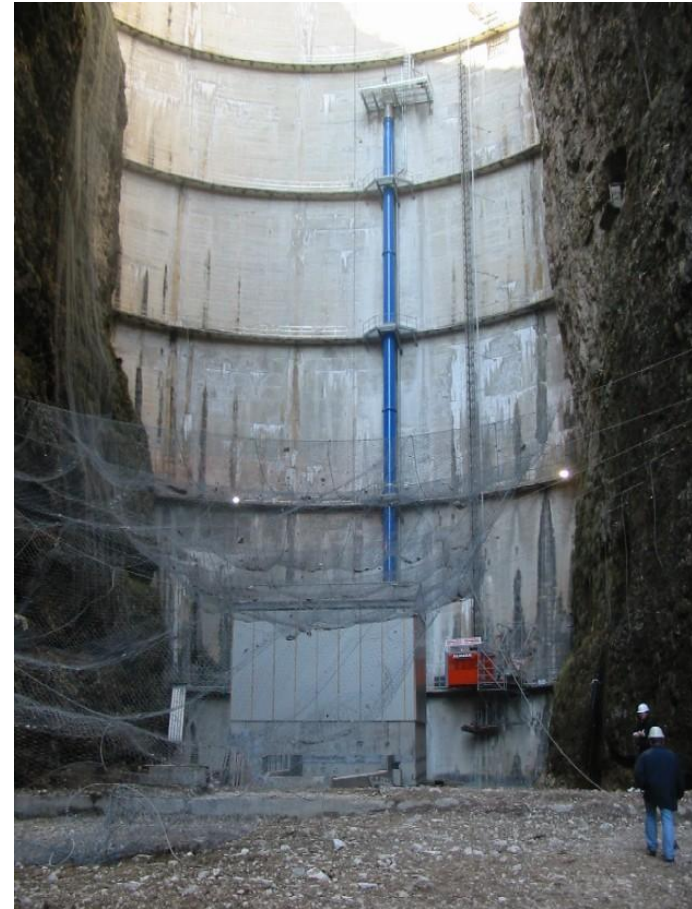


- Sehr hohe Lieferungskosten der Baumaterialien



Ein sehr kompaktes Maschinenhaus, mit Betonmauern nur bis auf das Hochwasserniveau

Der oberste Teil: ein leichter Stahlbau mit entfernbarem Dach



Ausbau bestehender Anlagen

Tavagnasco und Casnigo

	Tavagnasco (Piemont)		Casnigo (Lombardei)	
	davor	danach	davor	danach
Fluss	Dora Baltea		Serio	
Kraftwerkstyp	Laufwasserkraftwerke		Laufwasserkraftwerke	
Höchstdurchfluß	72 m ³ /s	72 m ³ /s	10 m ³ /s	15 m ³ /s
Fallhöhe	10,9 m	12,1 m	9,50	12,96
Einheiten	3 Kaplan	3 Kaplan	6 Francis	1 Rohrturbine
Installierte Leistung	7,2 MW	8,3 MW	1,4 MW	1,8 MW
Erzeugter Strom	40 GWh/Jahr	45 GWh/Jahr	4,7 GWh/Jahr	9 GWh/Jahr

Historische Grundlagen des Ausbaus

- 2006 Planung des Maschinenersatzes
- Untersuchung der hydraulischen Effizienz der Wasserwege
- Gründe: Fallhöheverluste ungewöhnlich hoch (Wasserspiegelneigung zweimal so groß wie die Neigung des Kanalbodens)
- Hydraulische Studie → Fließgeschwindigkeit im Einlauf bis zu 2,7 m/s, beschleunigend in Richtung der Maschinenhalle
- Geschichte der Anlage: für einen maximalen Durchfluss von 40 m³/s geplant und bis auf 72 m³/s ausgebaut



Die Erweiterung des Kanalquerschnittes

Ziel: Minderung der Fallhöheverluste

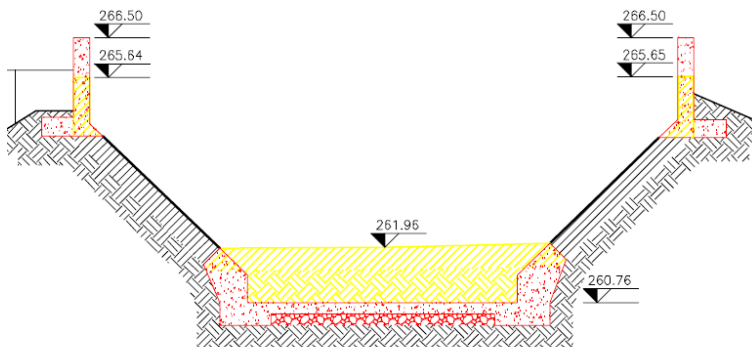
Vergleich verschiedener Querschnitte:

- hydraulische Wirkung aller Alternativen (durch HEC-RAS untersucht)
- Kosten-Nutzen-Analyse

Beste Lösung (in diesem Fall): den trapezförmigen Querschnitt beibehalten!

- beträchtliche Auswirkung auf die Hydraulik
- keine unverhältnismäßigen Kosten

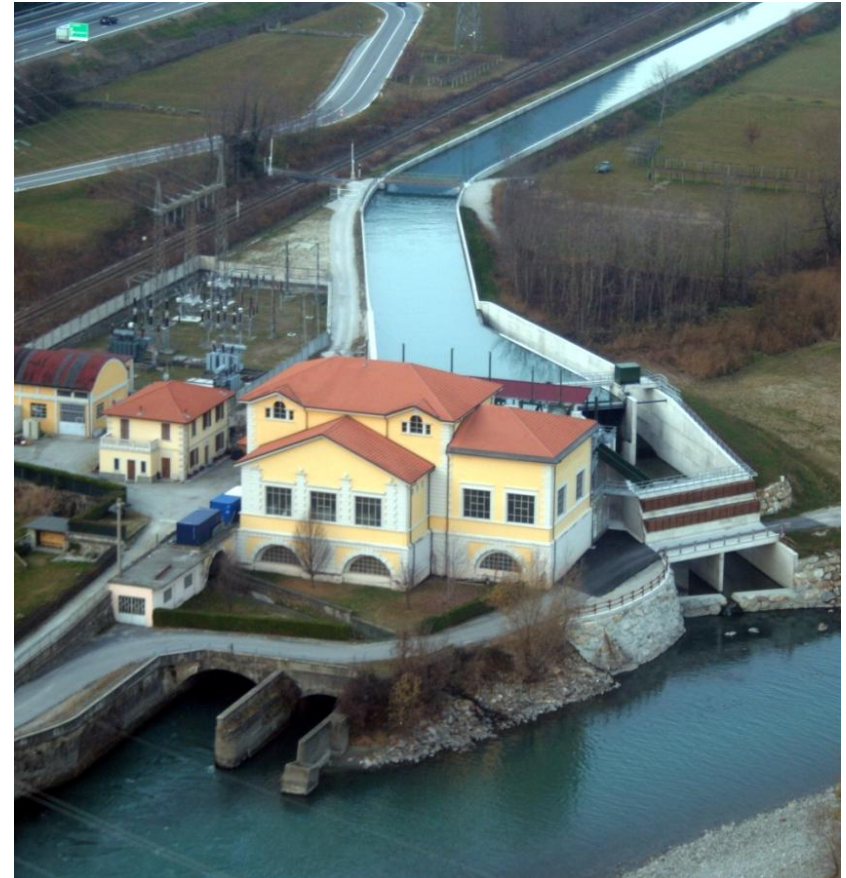
Sicherste Lösung auch aus geotechnischer Sicht (Eisenbahnstrecke entlang dem Kanal)



	Davor	Danach
Höchstfließgeschwindigkeit	2,7 m/s	1,6 m/s
Fließquerschnitt (mit Höchstfließgeschw.)	26,8 m ²	45,6 m ²
Gesamtfallhöheverluste	1,75 m	0,65 m

Weitere Maßnahmen

- Neue Klappe am Ende des Oberwassers: sie gewährleistet den Auslass des Wassers im Fall eines raschen Schließvorgangs der Maschinen und vermeidet große Wellen im Kanal
- Renovierung jedes Teils des Wasserkraftwerks: neue Turbinen, Generatoren, Transformatoren, Schalt- und Steuerungsanlagen, Schütze und Rechenreiniger
- Anpassung des Wasserkraftwerks den aktuellen gesetzlichen Auflagen: hinaufgesetzt der Restwassermenge, neue Fischaufstiegsanlage



Casnigo

Ein komplett neues Layout

- Krafthaus und Unterlauf neu gebaut
- Eine Rohr-Turbine ersetzt fünf Francis-Maschinen, verteilt auf verschiedene Räume des alten Fabrikgebäudes
- Alles vom Wehr bis zum Oberwasser renoviert
- Eine neue Fischtreppe am Wehr eingebaut



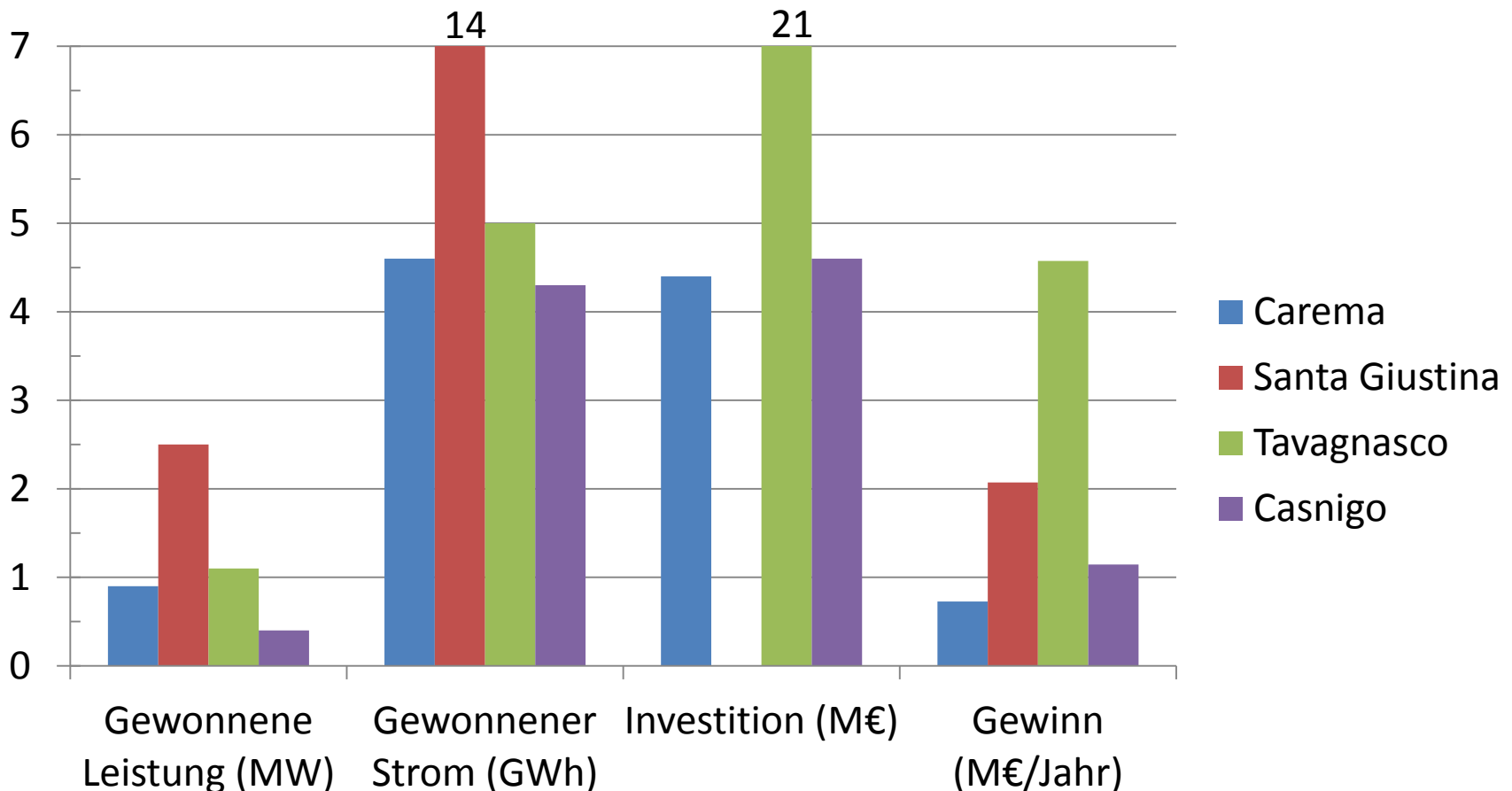
Casnigo

Der neue Auslauf

- Grabungsarbeiten für den Bau des neuen Unterwassers in dicht bebautem Betriebsgebiet
- Mikrobohrpfahlwänden zur Sicherung der nebenstehenden Gebäude
- Der Kanal hat eine Bifurkation vor der Mündung in den Fluss
- Je nach hydrologischen Umständen, zwei Schütze bestimmen wohin das Wasser abfließt



Geschäftsdaten zu den vier Projekten



Das ungenutzte Potenzial erfolgreich verwerten

Effizienzverbesserung von bestehenden Anlagen:

- Umbau der Wasserwegen zur Minderung der Fallhöheverluste (Tavagnasco)
- Umwandlung des Maschinenlayouts (Casnigo)
- usw.

Wasserkraftnutzung des Mindestwassers direkt am Stauwerk:

- Niederdruckanlagen (Carema)
- Hochdruckanlagen (Santa Giustina)

Neue Wasserkraftanlagen an bestehenden Staustufen



Carema, Santa Giustina, Casnigo und Tavagnasco
vier Projekte in Norditalien zur umweltverträglichen Verwertung
des ungenutzten Wasserkraftpotenzials
in Einklang mit der Wasserrahmenrichtlinie

Dott. Ing. Sergio Mazzoleni

Berlin-Deutschland

sergio.mazzoleni@studiofrosio.it

STUDIO FROSIO S.r.l.

Brescia – Italien

Ein Ingenieurunternehmen der Gruppe

