



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
**Bundesamt für Energie BFE**

# PROGRAMM KLEINWASSERKRAFTWERKE

## Schlussbericht **Centraline di Mesocco**

Ausgearbeitet durch

**Robert Hälg, Dipl. Ing. ETH. Beratender Ing.**

Postfach 336, 7522 La Punt. [robhaelg@bluewin.ch](mailto:robhaelg@bluewin.ch)

**Giorgio Cereghetti, Gemeinde Mesocco**

Casa Comunale, 6563 Mesocco. [giorgio.mesocco@bluewin.ch](mailto:giorgio.mesocco@bluewin.ch)

### Impressum

Datum: August 2006

### Unterstützt vom Bundesamt für Energie

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 31 322 56 11, Fax +41 31 323 25 00

[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

BFE-Bereichsleiter: [bruno.guggisberg@bfe.admin.ch](mailto:bruno.guggisberg@bfe.admin.ch)

Projektnummer: 101326

**Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.**



Programm  
Kleinwasserkraftwerke  
[www.kleinwasserkraft.ch](http://www.kleinwasserkraft.ch)



## Trinkwasserschiene San Bernardino - Mesocco

Reserv. Pian Cales (besteh.)

1770 müM

Quelle Fontanalba (besteh.)

1978 müM

Reservoir Acubona (besteh.)

TWKW Acubona (Projekt)

1733 müM

Reservoir Fiess ( in Bau )

TWKW Fiess ( Projekt )

1500 müM

Quelle Nanros ( Projekt)

1740 müM

Reservoir Camou (bestehend )

1300 müM

TWKW Camou 1 ( Projekt)

TWKW Camou 2 ( Projekt)

Reservoir Andergia ( besteh.)

TWKW Andergia (Projekt )

900 müM

Neue Trinkwasserschiene

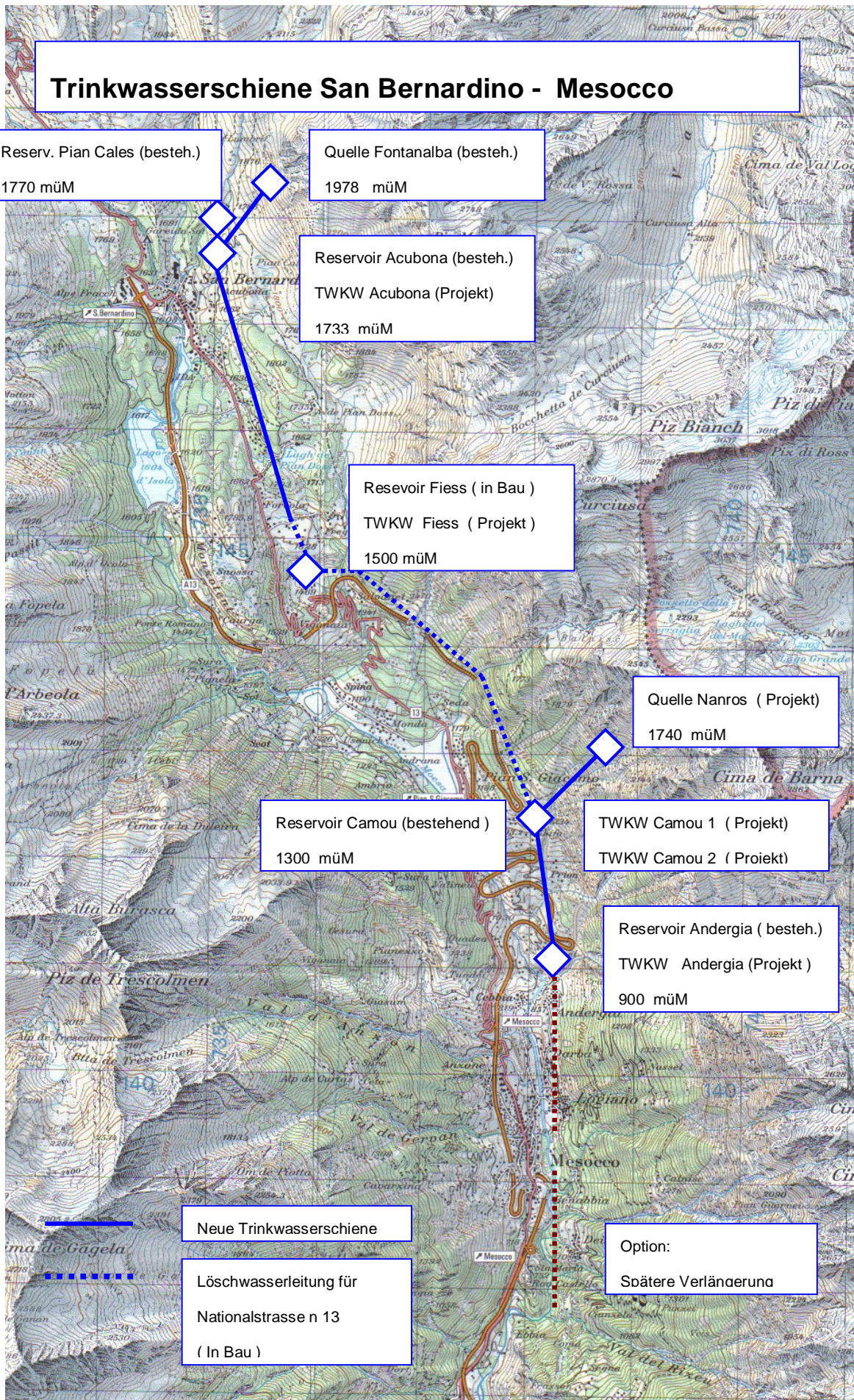
Löschwasserleitung für

Nationalstrasse n 13

( In Bau )

Option:

Spätere Verlängerung





## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Das Konzept einer Trinkwasserschiene mit Kleinkraftwerken zwischen S. Bernardino und Mesocco</b>	<b>4</b>
1.1 Auslösende Impulse	5
1.2 Zielsetzungen der Vorhaben	5
1.3 Die Quellen Fontanalba und Nan Ros	5
<b>2. Beschrieb und Problemstellungen der einzelnen Kraftwerksstufen</b>	<b>5</b>
2.1 Stufe Fontanalba – Acubona	5
2.2 Stufe Acubona – Fiess	6
2.3 Stufe Fiess – Camou	6
2.4 Stufe Nan Ros – Camou	6
2.5 Stufe Camou – Andergia	7
<b>3. Die Interessen und die Absichten der Gemeinde Mesocco</b>	<b>7</b>
<b>4. Anhang</b>	
4.1 Diagramm der Quellwassermengen Nan Ros	8
4.2 Tabelle Leistungen und Energieproduktion	9
4.3 Tabelle Investitionen und Investitionsgrenzen	10

## Zusammenfassung

Ausgelöst durch den Neubau einer Feuerlöschleitung entlang der Galerien und Tunnels auf der Südrampe der Nationalstrasse N 13 entstand der faszinierende Gedanken einer durchgehenden Trinkwasserschiene von S. Bernardino bis Mesocco mit 4 in Kaskade geschalteten Kleinkraftwerken. Die Energie des Trinkwassers mit der Quelle auf 1978 müM sollte bis zum letzten Reservoir auf 900 müM genutzt werden.

Mit der Erschliessung einer neuen Quelle will die Gemeinde Mesocco ihre Trinkwasserversorgung verbessern und gegen Verunreinigungen absichern. In diese Versorgung integriert ist das fünfte Kleinkraftwerk.

Das ursprüngliche umfassende Projekt wird nun geschmälert, da die Bedingungen für die Löschwasser-einrichtungen in den Tunnels sich nicht mit dem Betrieb eines Kleinkraftwerkes vereinbaren lassen.

Der bestehende Engpass zwischen S. Bernardino und Fiess kann aus kostengründen z. Zeit nicht saniert werden. Eine Querfinanzierung durch die verbleibenden Anlagen ist infolge ungenügender Transitzkapazität nicht möglich.

Dank dem durch das **Bundesamt für Energie geleisteten Förderbeitrages** sind neben dem angestrebten Gesamtkonzept auch die geschmälerten Varianten aufgezeigt worden. Die Gemeinde, sehr interessiert an der Energienutzung, will nun vorerst die Stufe Nan Ros realisieren und aufgrund der gemachten Erfahrungen später über die zwei weiteren verbleibenden Projekte entscheiden.

## Abstract

Due to the construction of a new fire extinguish line through the galleries and tunnels on the southern part of the national road N 13, the fascinating idea of a continuous drinking water track from San Bernardino to Mesocco with 4 small power stations in cascade came up. The energy of the drinking water with its spring at 1978 mas should be used down to its last reservoir at 900 mas.

With the opening of a new spring the municipality of Mesocco aims to improve the drinking water supply and to prevent it against possible pollutions. The fifth small power station is integrated in these drinking water supply.

The original extensive project has had to be reduced because the requirements of the fire extinguish system in the tunnels did not meet with the requirements of the small power station.

The existing bottleneck between San Bernardino and Fiess cannot be solved at the time due to economy reasons. The remaining plants cannot finance the whole project because of insufficient transit capacity to the lower station.

Thanks to the received **promotion from the "Bundesamt für Energie"** not only the aimed project but also the reduced variant have been elaborated and presented.

The municipality, very interested in producing energy, wants to realize first the step Nan Ros. Later on and with the gained experience she will decide about the next two remaining projects.

## 1. Das Konzept einer Trinkwasserschiene mit Kleinkraftwerken zwischen S. Bernardino und Mesocco

### 1.1 Auslösende Impulse

Das kantonale Tiefbauamt plant und baut für die Tunnels und die Galerien auf der Südrampe der Nationalstrasse N13 eine neue Feuerlöschleitung. Das Wasser hierzu wird aus dem Trinkwassersystem von S. Bernardino bezogen. Diese neue Leitung von ca. 3.5 km Länge wird künftig das Trinkwassernetz von S. Bernardino mit jenem von Mesocco verbinden. ( Siehe Kartenausschnitt, gestrichelte Leitungsführung)

Die Gemeinde Mesocco bezieht ihr Trinkwasser vorwiegend aus einem Grundwasserpumpwerk in der Ebene von Pian S. Giacomo. Das Wasser wird vorerst in das ca. 150 m höher liegende Reservoir Camou gefördert und gelangt so ins Netz der Gemeinde. Diese Versorgung ist empfindlich gegen Verunreinigungen bei Verkehrsunfällen auf den Nationalstrasse N13. Um dieses pendente Problem zu lösen, wurde von Seite des „Nationalstrassenfonds“ der Gemeinde eine Teilfinanzierung für die Neuerschliessung der Quelle Nan Ros zugesichert.

Diese beiden Projekte gaben Anlass die Energienutzung auf der durchgehenden Trinkwasserschiene von S. Bernardino bis Mesocco zu studieren, die notwendigen Investitionen zu umreissen und allfällige Probleme aufzuzeigen.

## 1.2 Zielsetzungen der Vorhaben

Verschiedene Zielsetzungen stehen an:

- Das Bereitstellen von Löschwasser für die Galerien und die Tunnels auf der Südrampe der Nationalstrasse N13.
- Die Erneuerung und die Erweiterung des Trinkwasser-Hauptstranges
- Die Sicherstellung von ausreichendem und einwandfreiem Trinkwasser für die Gemeinde Mesocco.
- Die optimale und umweltfreundliche Energienutzung
- Das offen halten der Option für eine mögliche spätere Verlängerung der Trinkwasserschiene talwärts.

## 1.3 Die Quellen Fontanalba und Nan Ros

Ab Sept. 2004 bis Mai 2005 wurden in Fontanalba wie auch in Nan Ros periodisch die Quellwassermengen gemessen. Beide Quellen schütten und verhalten sich annähernd gleich. Das Angebot ist erheblich und liegt in den Wintermonaten bei 30 – 40 l/s, in den Sommermonaten bei 100 l/s. Dabei ist zu beachten, dass die Winter- und Frühjahresmonate sehr niederschlagsarm waren.

Die Wasseranalysen zeigen auf, dass die Qualitätsanforderungen an Trinkwasser erfüllt werden.

Der Bericht eines Geologen/Hydrogeologen zeigt, dass das verstreut austretende Quellwasser in Nan Ros die Anforderungen an Trinkwasser erfüllt und mit vertretbarem Aufwand zu fassen sein sollte.

In Anhang 1 sind die Quellwassermengen graphisch dargestellt.

## 2. Beschrieb und Problemstellungen der einzelnen Kraftwerksstufen

Siehe hierzu Anhänge 4.2 Tabelle Leistungen und Energieproduktion

4.3 Tabelle Investitionen und Investitionsgrenzen

### 2.1 Stufe Fontanalba – Acubona

Von der bestehenden Quellwasserfassung Fontanalba führen zwei Leitungen zum Reservoir Acubona. Beide sind mit Druckbrecherstationen ausgerüstet und weisen Leckagen auf. Ein Leitungersatz drängt sich zur Zeit nicht auf, wäre aber Bedingung für den Betrieb eines Kleinkraftwerkes. Mit dem Betrieb eines TWKW könnte der Leitungersatz teilweise mitfinanziert werden.

Die wichtigsten ermittelten Daten:

- |                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| - Nennleistung              | 160 kW           |
| - Jahresproduktion          | 880'000 kWh/Jahr |
| - Ertrag bei 0.15 Fr/kWh    | 130'00 Fr/Jahr   |
| - Gesamt-Investitionsbedarf | 2'200'000.—Fr    |

Erkenntnis: Von Seite der Trinkwasserversorgung müsste ein Teilbeitrag an den Leitungersatz geleistet werden, damit die Gesamt-Investitionen bei 4 % Kapitalzins, in 25 bis 30 Jahren amortisiert werden können.

## 2.2 Stufe Acubona – Fiess

Ab Reservoir Acubona führen zwei Leitungsstränge von ca. 1200 m Länge ins Dorf S. Bernardino. Die weitere Strecke bis Fiess mit lediglich 120 mm Durchmesser ist 2300 m lang. Dieser Abschnitt mit der Gesamtlänge von 3'500 m bildet den Flaschenhals in der Trinkwasserschiene. Um sämtliches Überschusswasser aus Acubona nach Fiess führen zu können und mit angemessenen Druckverlusten das Kleinkraftwerk betreiben zu können, müsste der gesamte Hauptstrang ersetzt und auf 250 mm Durchmesser erweitert werden. Die Investitionen fallen entsprechend hoch aus.

Die wichtigsten ermittelten Daten:

- Nennleistung 100 kW
- Jahresproduktion 530'000 kWh/Jahr
- Ertrag bei 0.15 Fr/kWh 80'000.- Fr/Jahr
- Gesamt-Investitionsbedarf 2'600'000.- Fr

Erkenntnis: Der Investitionsbedarf liegt erheblich über dem wirtschaftlich vertretbaren Rahmen. Die Stufe könnte höchstens mit einer Querfinanzierung aus den andern rentablen Kraftwerksstufen erstellt werden.

## 2.3 Stufe Fiess – Camou

Sowohl das Reservoir Fiess wie auch die gesamte Leitung zwischen Fiess und Camou werden zur Zeit, zu Lasten der „Nationalstrasse N13“, neu gebaut. Die Zweckbestimmung liegt in der Feuerlöschwasser-Versorgung für die Galerien und die Tunnels der N13 zwischen S. Bernardino und Mesocco.

Die Bestrebungen, die Leitung mit entsprechendem Querschnitt und druckfest auszuführen, um zu einem späterem Zeitpunkt die Energienutzung zu realisieren, mussten, zum Vorteil einer optimalen Anordnung der Löscheinrichtungen weichen. Der Strang von ca. 3'500 m Länge ist zur Zeit im Bau, und wird mit Durchmesser 150 mm ausgeführt und mit Druckreduzierstationen ausgerüstet. Die Energienutzung wird kaum möglich sein. Wie weit die Leitung zu späterem Zeitpunkt allein für den optimalen Wassertransit benutzt werden kann, bleibt nach der Fertigstellung abzuklären.

Erkenntnis: Die Projektstufe, die ursprünglich den zündenden Gedanken für eine zusammenhängende Trinkwasserschiene mit 5 Kleinkraftwerken lieferte und z. Zeit im Bau steht, lässt die Energienutzung, aufgrund anderer Prioritäten, nicht zu. Die Faszination am Gesamtprojekt ist deswegen nicht gewichen, die Bestrebung, Energie aus dem Trinkwassersystem bestmöglich zu nutzen, hält an.

## 2.4 Stufe Nan Ros – Camou

Wie eingangs erwähnt, ist die Gemeinde Mesocco bestrebt, die vorhandene Grundwasser-Pumpstation stillzulegen und neu die Quelle Nan Ros zu erschliessen. Die Projektierungsarbeiten sind aufgenommen worden, die Trasseführung festgelegt, ein erstes geologisches Gutachten ist vorliegend, Offertanfragen an Unternehmungen in Bearbeitung. Die überarbeiteten, detaillierten Kostenvoranschläge sind der Gemeinde im Herbst vorzulegen, sodass voraussichtlich im Laufe des Winters die Baubeschlüsse getroffen und die Ausführungsaufträge erteilt werden können. Die Bauausführung ist für das Jahr 2007 vorgesehen.

Das Quellwasser in Nan Ros tritt über eine Höhendifferenz von ca. 50 m an verschiedenen Orten aus, diverse einzelne Fassungen werden notwendig sein. Das Gelände ist sehr steil, unerschlossen und teilweise steinschlaggefährdet. Entsprechend hoch wird der Kostenanteil für die Wasserfassung und die Druckleitung ausfallen.

Die wichtigsten ermittelten Daten sind:

- Nennleistung 250 kW
- Jahresproduktion 1'260'000 kWh/Jahr
- Ertrag bei 0.15 Fr/kWh 190'000.- Fr/Jahr
- Gesamt-Investitionsbedarf 3'500'000.- Fr

Erkenntnis: Zusammen mit dem zugesicherten Finanzierungsbeitrag für die Erschliessung der neuen Quelle sollte die Energienutzung wirtschaftlich möglich sein. Der Gemeinderat möchte somit dieses Teilprojekt mit erster Priorität in die Detailbearbeitung senden und voraussichtlich im kommenden Winter der Gemeindeversammlung zur Entscheidung vorlegen.

## **2.5 Stufe Camou – Andergia**

Die vorhandene Verbindungsleitung zwischen den bestehenden Reservoirs Camou und Andergia ist mit Druckbrecherkammern ausgerüstet und müsste auf ganzer Länge ersetzt werden. Vom Reservoir Camou werden die Häuser der Region Pian S. Giacomo versorgt. Solange der bestehende Engpass Acubona – Fiess nicht durch den Bau einer neuen Leitung eliminiert wird, steht der Stufe nur das Überschusswasser aus Camou zur Verfügung.

Unter der Annahme, dass die Stufe Nan Ros gebaut wird, wurden für das Kleinkraftwerk Andergia folgende Daten ermittelt:

- Nennleistung	250 kW
- Jahresproduktion	1'250'000 kWh/Jahr
- Ertrag bei 0.15 Fr/kWh	187'000.- Fr/Jahr
- Gesamt-Investitionsbedarf	2'760'000.- Fr

Erkenntnis: Bedingt durch das fehlende Wasser aus Fiess fällt die Produktion und die Wirtschaftlichkeit der Anlage Andergia geringer aus, als in den früher getroffenen Annahmen. Eine Finanzierungshilfe für die Stufe Acubona – Fiess kann von dieser Seite nicht mehr geleistet werden. Die Stufe könnte jedoch vollständig, ohne Beitragsleistungen von Seite der Wasserversorgung, gebaut und wirtschaftlich betrieben werden.

## **3. Die Interessen und die Absichten der Gemeinde Mesocco**

Die Gemeinde Mesocco ist bestrebt die Trinkwasserversorgung zu verbessern und signalisiert grosses Interesse an der gleichzeitigen Energienutzung. Die Energienutzung soll mithelfen die hohen Investitionen in die Druckleitungen, die zum Teil in sehr schwierigem Gelände verlaufen, zu tragen.

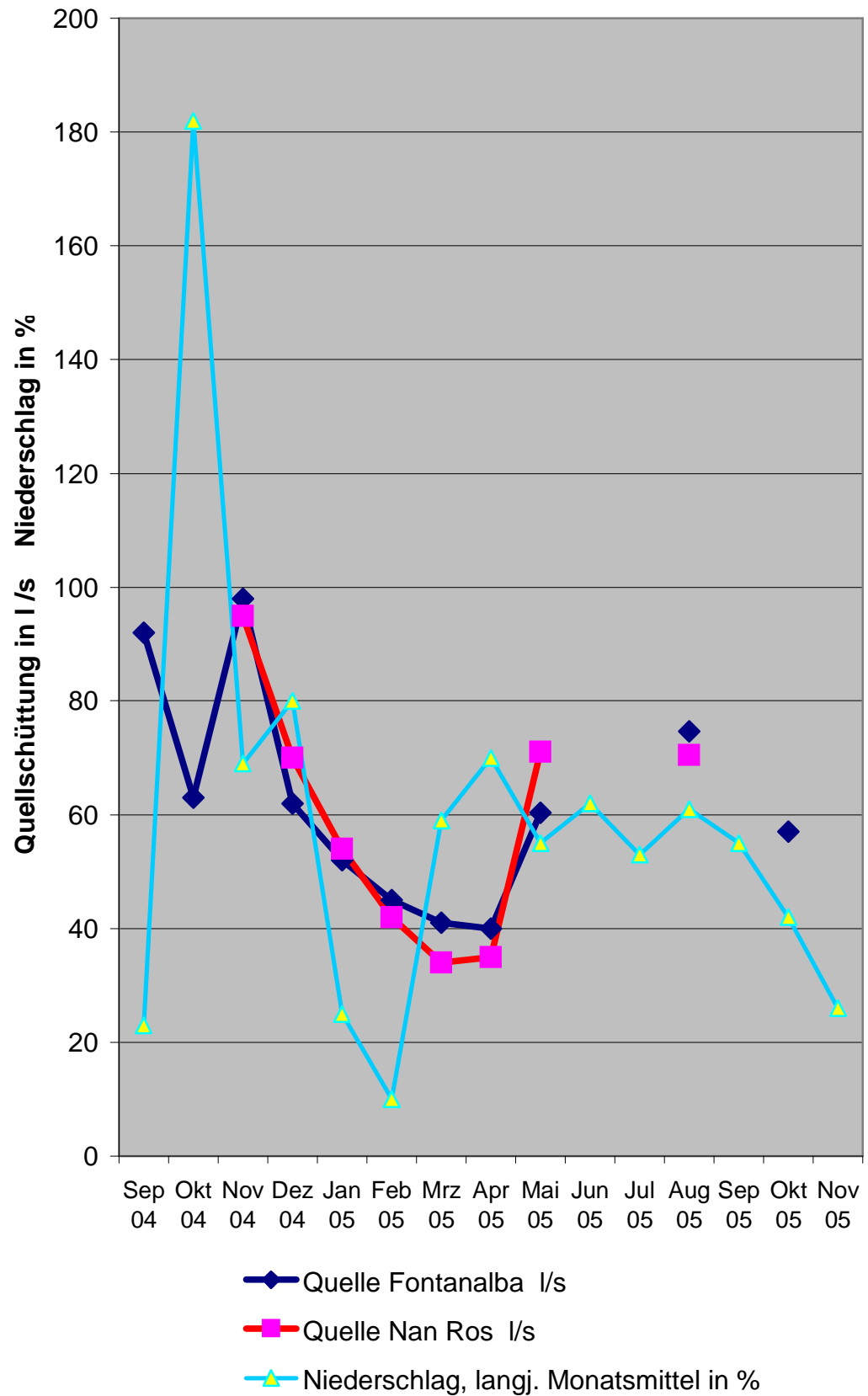
Nachdem mit der vorliegenden Studie, die durch den Förderbeitrag des Bundesamtes für Energie ermöglicht wurde, eine Gesamtübersicht über alle Möglichkeiten erarbeitet wurde, hat die Gemeinde die Absicht, die Neuerschliessung der Stufe Nan Ros – Camou, die ihr am meisten Vorteile bringt, forciert voranzutreiben. Der Baubeschluss könnte bereits im kommenden Winter fallen und damit eine Bauausführung im nächsten Jahr 2007 möglich werden.

Verständlicherweise will sich die Gemeinde zum Zeitpunkt nicht weiter an den möglichen weiteren Projekten Camou – Andergia und Fontanalba – Acubona engagieren und verpflichten. Erst möchte die Gemeinde das Projekt Nan Ros realisieren und die damit gemachten Erfahrungen abwarten.

Eine Verlängerung der Trinkwasserschiene talwärts, mit weiteren in Kaskade geschalteten Trinkwasserkraftwerken hält die Gemeinde als Option offen.

## 4.1 Anhang 1

### Quellen Fontanalba und Nan Ros





## 4.2 Anhang 2

### Zusammenstellung jährliche Energieproduktion und Ertrag

#### Variante mit Engpass Fiess - Acubona

		P min	P max	Energie / Jahr	Ertrag / Jahr
		kW	kW	kWh / Jahr	Fr / Jahr
<b>Acubona</b>		70	160	880'000	130'000
<b>Fiess</b>	langfristig zurückgestellt				
<b>Camou 1</b>	entfällt, Priorität Feuerlöschsystem				
<b>Nan Ros</b>	in Bearbeitung	102	250	1'260'000	190'000
<b>Andergia</b>		100	250	1'250'000	187'000
<b>Total</b>		<b>272</b>	<b>660</b>	<b>3'390'000</b>	<b>507'000</b>

### 4.3 Anhang 3

#### Investitionen und Investitionsgrenzen Gesamtübersicht

##### Variante mit Engpass Fiess-Camou

Investitionen	Acubona	Fiess	Camou	Nan Ros	Andergia	Total
Quellwasserfassung	100'000	langfr.	Priorität	570'000		670'000
Druckleitung	930'000	zurück-	Feuer-	1'510'000	1'300'000	3'740'000
Maschinenhaus	200'000	gestellt	lösch-	200'000	300'000	700'000
Elektromechanik	580'000		system	730'000	760'000	2'070'000
Diverses	400'000			520'000	400'000	1'320'000
<b>Total Investitionen (gerundet )</b>	<b>2'200'000</b>			<b>3'500'000</b>	<b>2'760'000</b>	<b>8'460'000</b>
Ertrag gemäss separater Berechnung	135'000			190'000	187'000	512'000
Jahreskosten, Betrieb und Unterhalt	20'000			30'000	30'000	80'000
Kapitaldienst	115'000			160'000	157'000	432'000
Investitionsgrenze bei <b>Annuität von 6.5 %</b> entsprechend 4 % Kapitalzins, 25 Jahre Amort.	1'769'231			2'461'538	2'415'385	6'646'154
<b>Investitionsgrenze gerundet</b>	<b>1'770'000</b>			<b>2'460'000</b>	<b>2'400'000</b>	<b>6'630'000</b>
Investitionsgrenze bei <b>Annuität von 5.7 %</b> entsprechend 3 % Kapitalzins, 25 Jahre Amort.	2'017'544			2'807'018	2'754'386	7'578'947
oder 4 % Kapitalzins, 31 Jahre Amort.						
<b>Investitionsgrenze gerundet</b>	<b>2'020'000</b>			<b>2'800'000</b>	<b>2'750'000</b>	<b>7'570'000</b>