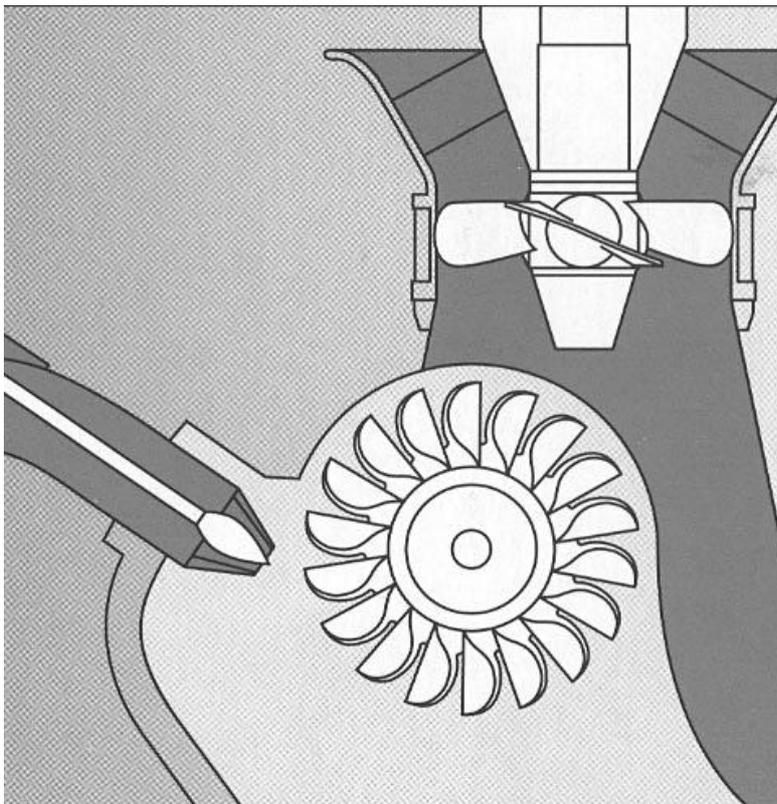


Schlussbericht März 2003

# Vorstudie Kleinwasserkraftwerk Schöni, Hani bei Gwatt (Thun)

## Reaktivierung Niederdruck-Kraftwerk



ausgearbeitet durch  
Bernhard Kunz  
Hanspeter Meng

Kunz & Meng GmbH, Langnau

## **Inhalt:**

Seite:

<b>1.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>4</b>
2.1	Geschichtlicher Hintergrund	4
2.2	Bestehende Anlageteile	4
2.3	Bestehende Infrastruktur	4
2.4	Vorhaben der Bauherrschaft	5
2.5	Rechtliche Situation	5
<b>3.</b>	<b>Wasserdargebot</b>	<b>6</b>
3.1	Einzugsgebiet	6
3.2	Wasserentnahme	6
3.3	Wasserfracht	6
3.4	Hydrologie	6
<b>4.</b>	<b>Anlagebeschreibung</b>	<b>7</b>
<b>5.</b>	<b>Technische Grössen</b>	<b>7</b>
5.1	Gemessene Wassermengen	7
5.2	Restwassermengen	8
5.3	Gewählte Ausbauwassermenge	8
5.4	Gemessenes Gefälle	8
5.5	Berechnete Nettofallhöhe	8
5.6	Hydraulische Leistung	9
5.7	Elektromechanische Ausrüstung	9
5.8	Betriebsarten	9
5.9	Installierte Leistung	9
5.10	Jährliche Energieproduktion	10
<b>6.</b>	<b>Umweltspekte</b>	<b>11</b>
6.1	Fischwanderung	11
6.2	Natur- und Landschaftsschutz	11
6.3	Hochwassersicherheit	11
<b>7.</b>	<b>Aufwand und Ertrag</b>	<b>12</b>
7.1	Kostenschätzung	12
7.2	Energieertrag	12
<b>8.</b>	<b>Wirtschaftlichkeit</b>	<b>13</b>
8.1	Annuität	13
8.2	Energiegestehungskosten	13
8.3	Jährlicher Gewinn / Verlust	13
<b>9.</b>	<b>Empfehlungen</b>	<b>14</b>
9.1	Weiteres Vorgehen	14
9.2	Realisierungschancen	14
9.3	Weitere nötige Abklärungen	14
9.4	Bewilligungsverfahren	15
<b>10.</b>	<b>Beilagen</b>	<b>15</b>

# 1. Zusammenfassung:

Die Familie Schöni betrieb bereits während fast 100 Jahren ein Kleinwasserkraftwerk in ihrem Sägereibetrieb im Weiler Hani, oberhalb von Gwatt bei Thun. Dieses Kraftwerk wurde aber 1984 stillgelegt und die Konzession an den Kanton Bern zurückgegeben. Das gesamte Anwesen wird bald durch Herrn Roger Schöni junior übernommen. Er möchte im Zusammenhang mit einem grösseren Bauvorhaben das alte Wasserkraftwerk wieder reaktivieren. Deshalb hat er das Ingenieurbüro Kunz & Meng GmbH in Langnau i/E. beauftragt, eine Vorstudie bezüglich den Realisierungschancen und der möglichen Wirtschaftlichkeit durchzuführen.

Sehr rasch zeigte sich dabei auf, dass sich eine eigentliche Reaktivierung des bestehenden Kraftwerkes aber nicht mehr lohnen würde, da die alten Anlageteile in einem zu schlechten Zustand sind und bisher nur etwa ein Drittel des vorhandenen Gefälles ausgenutzt wurde. Vielmehr muss das alte Kraftwerk durch einen gesamten Neubau ersetzt werden. Dabei kann aber zukünftig das gesamte vorhandene Gefälle optimal ausgenutzt werden.

Während dieser Vorstudie wurden verschiedene Varianten (z.B. unterschiedliche Linienführungen der Druckleitung, andere Standorte der Wasserentnahmestelle und des Turbinenhauses, verschiedene Turbinentypen, etc.) untersucht. In diesem Bericht wird aber nur die Variante mit der grössten jährlichen Energieproduktion beschrieben, da auch das öffentliche Interesse wegen der geplanten zukünftigen Reduktion der Abgasemissionen auf dieser Linie liegt. Sollten sich später trotzdem grössere Probleme bei der Ausführung dieser „optimalen und maximalen“ Variante ergeben, so könnte auch eine der anderen Varianten weiterverfolgt und ausgeführt werden. Zwar würde dabei wegen einem kleineren ausnutzbaren Gefälle auch eine kleinere jährliche Energieproduktion erzielt. Weil dabei aber auch die Baukosten geringer ausfallen würden, weisen diese anderen Varianten trotzdem noch eine positive Wirtschaftlichkeit auf.

Der Glütschbach weist eine unregelmässige, wetterabhängige Wassermenge auf. Deshalb hat man sich für die Installation einer sogenannten Durchström-Turbine (Ossberger) entschieden. Während andere Turbinentypen (wie Francis- oder Brümmer-Turbinen) bei einer Wassermenge kleiner als 20 % der Ausbauwassermenge abgestellt werden müssen, weist die Ossberger-Turbine bei nur 16 % der Ausbauwassermenge immer noch einen garantierten Wirkungsgrad von 81 % auf.

Mit einem Nettogefälle von 17,5 Metern und einer Ausbauwassermenge von 400 l/s erreicht diese Ossberger-Turbine eine elektrische Leistung von 52,5 kW. Mit der empirisch ermittelten Wassermenge ergibt sich eine geschätzte jährliche Produktionserwartung von ca. 181'900 kWh. Werden durchschnittlich etwa 16 Rp. pro kWh gelöst, so ergibt sich damit ein geschätzter Energieertrag von ca. 30'300.- Fr. pro Jahr.

Die Kosten für den Neubau des Kraftwerkes werden sich geschätzt auf ca. 312'000.- Fr. belaufen. Bei einer Annuität von 22'150.- Fr. (5 % Zins, 25 Jahre Amortisation) und ca. 2'000.- Fr. Unterhaltskosten ergeben sich Jahreskosten von insgesamt ca. 24'150.- Fr. Die Energiegestehungskosten betragen somit ca. 13,3 Rp. Damit würde auch ein jährlicher Ertragsüberschuss von ca. 6'150.- Fr. resultieren.

In diesen Baukosten ist sogar noch ein wesentliches Sparpotential vorhanden. Da Herr Schöni junior im Baugewerbe tätig ist, könnte er sehr viele Bauarbeiten selber ausführen. Auch die späteren regelmässigen Unterhaltsarbeiten (Schmierung der Turbinen- und Generatorlager, Kontrolle der Rechanlage, kleinere bauliche Reparaturarbeiten, etc.) könnten durch Herrn Schöni selber ausgeführt. Auch kann dabei noch mit weiteren Unterstützungsbeiträgen der öffentlichen Hand (z.B. zinslose Darlehen des Kantons Bern) gerechnet werden.

Das Kraftwerk könnte sehr sanft in die vorhandene Umgebung eingefügt werden und wäre demnach kaum wahrnehmbar. Auch die Fischwelt würde praktisch nicht gestört. Da am bestehenden Regelungswehr bei der Glütschbach-Verzweigung im Weiler Hani keine baulichen Veränderungen vorgenommen würden, wäre die Hochwassersicherheit dieses Baches genau gleich wie bis anhin gegeben. Wegen all diesen aufgeführten Gründen und wegen der guten Wirtschaftlichkeit werden deshalb diesem Projekt sehr gute Realisierungschancen gegeben, obwohl noch weitere Abklärungen bezüglich den genauen Grenzverläufen der Liegenschaften gemacht werden müssen.

## **2. Grundlagen:**

### **2.1 Geschichtlicher Hintergrund:**

Mitten im Weiler Hani oberhalb von Gwatt bei Thun befand sich früher ein Sägereibetrieb. Dieser Betrieb wurde 1891 modernisiert. Dabei wurde ein Wasserkraftwerk mit einer Francisturbine von 12 kW Leistung gebaut. Diese Turbine trieb über ein Kegelradgetriebe mit einem langen Flachriemen bzw. einem Seiltrieb direkt die Sägereimaschinen und später einen Generator zur Stromproduktion an. Hierbei wurde der zur Kander abfallende Glütschbach mit einem Wehr ca. 3 Meter hoch gestaut und das Wasser wurde mit einer Druckleitung zur Francisturbine geleitet. Dabei wurde aber nur etwa 1/3 des vorhandenen Gefälles ausgenutzt. 1984 wurde das alte Wasserkraftwerk auf Druck der Bernischen Kraftwerke AG und der verschiedenen Fischereikreise stillgelegt und die Konzession dem Kanton Bern zurückgegeben. 1991 wurde schliesslich das Wehr des Stausees bei einem Hochwasser vollständig zerstört und der zur Kander abfallende Glütschbach wurde 1998 mit einer Blockrampe verbaut.

### **2.2 Bestehende Anlageteile:**

Heute bestehen, mit Ausnahme des Stauwehres und der Wasserentnahme, noch alle Teile des alten Wasserkraftwerkes. Dabei ist immer noch ein ca. 40 Meter langes Stück der alten Druckleitung im Boden eingegraben. Diese Druckleitung hat einen inneren Rohrdurchmesser von 50 cm. Die Francisturbine befindet sich in einem tiefen Schacht, ca. 4 Meter unterhalb der Erdoberfläche. Über der Turbine befindet sich das Kegelradgetriebe. Der Turbinenschacht ist mit einem ca. 4 Meter hohen Holz- bzw. Stahlurm überdeckt. Dieser Turm trägt die Flachriemenführung und die Antriebsrollen des Seiltriebes. Auch das alte Saugrohr von ca. 10 Meter Länge ist immer noch vorhanden und im Boden eingegraben. Dieses Betonrohr weist ebenfalls einen Innendurchmesser von 50 cm auf.

Diese Francisturbine war fast hundert Jahre im Betrieb. Da sie nur schwer zugänglich ist, konnte der genaue Zustand nicht untersucht werden. Es ist jedoch anzunehmen, dass sie nach dieser langen Betriebsdauer Erosion aufweist und nach dem längeren Stillstand auch stark korrodiert ist. Eine eventuelle Restaurierung dieser Turbine lohnt sich, mit Berücksichtigung des (gegenüber den heutigen Turbinen weit tieferen) Wirkungsgrades, deshalb wohl kaum. Da diese Turbine eine Nennleistung von nur etwa 12 kW aufweist, ist sie für eine komplette Ausnützung des vorhandenen Bruttogefälles von 19 Metern sowieso viel zu klein ausgelegt. Zudem sind auch der ganze Turbinenschacht und der Holz- bzw. Stahlurm sehr baufällig.

### **2.3 Bestehende Infrastruktur:**

Das gesamte Anwesen der ehemaligen Sägerei befindet sich heute im Besitz von Roger Schöni senior. Das immer noch bestehende und teilweise erneuerte obere Wehr zur Regelung der Wassermengen bei der Glütschbach-Verzweigung (mit der zukünftigen Wasserfassung) befindet sich an der asphaltierten Hauptstrasse Gwatt-Reutigen. Gegenüber dem Haus der Familie Schöni befindet sich eine Lagerhalle mit einem grossen Parkplatz. Diese Parzelle befindet sich ebenfalls im Besitz der Familie Schöni. Die Lagerhalle eignet sich sehr gut zum Lagern von Baumaterial (z.B. Zementsäcke, HOBAS-Rohre, etc.) und eventuelle Baumaschinen können problemlos auf dem grossen Parkplatz parkiert werden. Zum alten Turbinenschacht (und auch zum neuen Turbinenhaus) führt entlang dem Glütschbach ein Feldweg über das Anwesen Schöni. Eine eventuell notwendige Baustromversorgung (230/380 VAC) kann beim Haus der Familie Schöni oder bei der Lagerhalle angeschlossen und abgesichert werden. Damit sind für den Neubau eines Kleinwasserkraftwerkes sehr gute Infrastrukturen und somit auch günstige Voraussetzungen vorhanden.

## **2.4 Vorhaben der Bauherrschaft:**

Die Liegenschaft Schöni wird bald von Roger Schöni junior übernommen. Er plant, die alten Gebäude komplett abzureissen und durch ein Mehrfamilienhaus zu ersetzen. Herr Schöni junior ist sehr positiv gegenüber erneuerbaren Energien eingestellt. Nebst der Warmwasseraufbereitung durch eine eigene Solaranlage plant er auch, den gesamten elektrischen Energiebedarf durch ein eigenes Kleinwasserkraftwerk zu decken. Sein Ziel ist es, ein Wohnhaus zu bauen, das bezüglich der Energiegesamtbilanz mehr Energie produziert als verbraucht. Deshalb ist das geplante Kleinwasserkraftwerk als Bestandteil des gesamten Bauprojektes zu verstehen.

Zudem will Herr Schöni junior das bestehende Baugelände nach dem eventuellen Abbruch der alten Gebäude aufschütten und anheben. Das würde bedeuten, dass die neuen Druckleitungen nur auf der heutigen Erdoberfläche verlegt und gesichert werden könnten. Erst danach würde das Baugelände aufgeschüttet und die Rohrleitungen damit überdeckt. Somit könnten weitere teure Eingrabungskosten für die Druckleitung eingespart werden.

Herr Schöni junior will das geplante Kleinwasserkraftwerk aber nur bauen, wenn es innerhalb einer vernünftigen Zeit (20...25 Jahre) amortisiert werden kann. Dabei sollen keine finanziellen Abenteuer und grosse Risiken eingegangen werden. Diese Vorstudie soll deshalb in erster Linie helfen, die Wirtschaftlichkeit und Kosten einer solchen Anlage aufzuzeigen. Zudem soll sie als Diskussionsgrundlage mit dem Konzessionsgeber (Kanton Bern) dienen, um die Realisierungschancen abzuklären.

## **2.5 Rechtliche Situation:**

Die Familie Schöni hatte während mehr als hundert Jahren eine Konzession bzw. ein Wassernutzungsrecht für den Glütschbach. Nach der Stilllegung des alten Kraftwerkes wurde aber diese Konzession bzw. das Nutzungsrecht nicht mehr erneuert.

Der Glütschbach ist ein öffentliches Gewässer und somit liegt die Verantwortung beim Kanton Bern.

Für den Unterhalt des unteren Glütschbaches (eventuelle Reparaturarbeiten an Schwellen und Uferverbauungen, Entfernen von Schwemmgut, Entsandung, Kanalreinigungen, etc.) ist aber das Bauamt von Thun zuständig.

Die Gemeinde Zwieselberg hat die Auflage, eine Wassermenge von mindestens 330 l/s (gemäss Bauamt Thun nur 200 l/s) bei der Glütschbach-Verzweigung im Weiler Hani in Richtung Allmendingen zu leiten und zu regulieren.

Zudem muss bei dieser Glütschbach-Verzweigung im Weiler Hani eine minimale Restwassermenge von 50 l/s in Richtung Kander geleitet werden.

Weiter unten (in Richtung Allmendingen), nach der Glütschbach-Verzweigung im Weiler Hani, bestehen noch verschiedene Wassernutzungsrechte:

- Fischereizucht Allmendingen
- Fischteich Uetendorf
- Herr Iselin, Uetendorf (für die Bewässerung von Erdbeerfeldern)
- Kraftwerk Mühlematt, Thierachern (für die neue Fischtreppe)
- Mühle Uttigen
- „Oeli“ Uttigen
- Waffenplatz Thun (Befeuchtung der Panzerpisten).

Weiter unten (in Richtung Allmendingen) hat der Glütschbach noch zwei weitere kleine Zuflüsse. Diese kleinen Bäche bringen aber, je nach Klimabedingungen, eine gegebene Wassermenge. Hingegen ist die Verzweigung des Glütschbaches im Weiler Hani die einzige Stelle, wo die Wassermenge reguliert werden kann.

## **3. Wasserdargebot:**

### **3.1 Einzugsgebiet:**

Das Wassereinzugsgebiet des Glütschbaches oberhalb der Verzweigung Hani umfasst das Gelände Hani - Zwieselberg - Höfen - Pohlern - Stockhorn - Lasenberg - Heiti - Simmenflue - Reutigen - Hani.

Dieses Einzugsgebiet umfasst eine Fläche von 25,4 km<sup>2</sup>. Von dieser Gesamtfläche sind ca. 40 % eine recht flache Talsohle, die praktisch unbewaldet ist. Die restlichen 60 % dieser Gesamtfläche sind aber sehr steiles Gelände (Nordseite des Stockhorns, Moosflue). Von diesem sehr steilen Gelände sind ca. 2/3 bewaldet (ca. 40 % der Gesamtfläche) und 1/3 (ca. 20 % der Gesamtfläche) ist äusserst steiler unbewaldeter Fels. Dieses Einzugsgebiet unterliegt, gemäss dem hydrologischen Atlas der Schweiz, dem mittelländischen und jurassischen Regime (Alpennordseite). Dem Glütschbach ist dabei im hydrologischen Atlas der Schweiz keinerlei Abflussregime zugeteilt. Aufgrund der Angaben bei den umliegenden Gewässern kann aber von einem „nivo-pluvial préalpin“ ausgegangen werden.

Diese Gegend um das Stockhorn herum gilt als sehr niederschlagsreich. Mit Ausnahme von möglichen Hochwassern nach Gewittern im Sommer wird die Wassermenge des Glütschbaches als recht gleichmässig bezeichnet.

### **3.2 Wasserentnahme:**

Die geplante Wasserentnahme für das Kleinwasserkraftwerk Schöni befindet sich beim bestehenden Regelungwehr der Glütschbach-Verzweigung im Weiler Hani, oberhalb von Gwatt bei Thun. Dabei werden am bestehenden Regelungwehr aber keinerlei bauliche Veränderungen vorgenommen.

Koordinaten der Wasserfassung:

**614 689 / 172 681 / 594**

### **3.3 Wasserfracht:**

Der Glütschbach führt sehr sauberes Wasser. Sand und feineres Geschiebe kann bei der Glütschbach-Verzweigung im Weiler Hani mit Öffnen der vorhandenen Schleuse leicht aus dem Wehrstaubereich ausgespült werden. Bei Hochwasser werden vor allem Äste und kleineres Schwemmholz mitgeführt. Im Herbst führt der Bach auch einiges an Laub mit. Hingegen kommen im Winter praktisch keine Eischollen vor. Da die Wasserentnahme aber nach der Kurve vorgesehen ist, wird das meiste Schwemmgut bei Hochwasser über das Wehr in Richtung Kander getragen.

### **3.4 Hydrologie:**

Am Glütschbach ist keine Messstation der Landeshydrologischen Anstalt vorhanden. Somit existieren keine Aufzeichnungen der geführten Wassermengen über ein ganzes Jahr. In den Jahren 1998 / 1999 wurden aber verschiedene Messungen von der Firma B + S Ingenieure AG durchgeführt. Auch die Kunz & Meng GmbH führte eigene Wassermengenmessungen durch. Diese Messresultate wurden mit der Gürbe verglichen, die ein sehr ähnliches Einzugsgebiet wie der Glütschbach (ebenfalls auf der Nordseite der Stockhornkette) aufweist. Hierbei konnte durchaus ein mathematisch gesetzmässiger Zusammenhang festgestellt werden.

Somit konnten folgende empirische Formeln für den Zusammenhang zwischen den beiden Wassermengen hergeleitet werden:

x = Wassermenge Gürbe (Messstelle LHG 2472)

y = Wassermenge Glütschbach vor der Verzweigung

Für Wassermengen  $x < 1230$  l:  $y = - 0,000017137 x^2 + 0,23568 x + 357,04.$

Für Wassermengen  $x > 1230$  l:  $y = 0,15463 (x - 1230) + 621,00.$

Damit wurden die hydrologischen Aufzeichnungen der Jahre 1982 bis 2001 der Gürbe auf den Glütschbach umgerechnet. Diese empirisch ermittelten Wassermengen sind in der Tabelle in Kapitel 5.10 (jährliche Energieproduktionserwartung) aufgelistet.

## 4. Anlagebeschreibung:

Beim Kraftwerk Schöni handelt es sich um ein übliches Niederdruck-Kleinwasserkraftwerk. Von der Wasserentnahmestelle führt eine ca. 219 m lange Druckleitung (HOBAS-Rohr) entlang der Stützmauer und über das Anwesen Schöni zum Turbinenhaus im kleinen Waldstück, das ca. 17 m tiefer liegt. Hier ist eine sogenannte Ossberger-Turbine installiert, die direkt einen Asynchrongenerator mit sechs Polpaaren antreibt. Die Drehzahl der ganzen Turbogruppe beträgt dabei 515 1/min. Mit der produzierten elektrischen Energie wird das eigene geplante Mehrfamilienhaus (mit 5 Wohnungen) versorgt. Überschüssige Energie wird ins öffentliche Netz eingespeist. Die Turbine wird gemäss dem aktuellen Wasserstand oben beim Regelungswehr geregelt. Je nach Wasserstand werden die Leitklappen geöffnet oder geschlossen. Dabei beschlägt die kleinere Leitklappe 1/3 der Ossberger-Turbine auf und die grosse Leitklappe 2/3. Damit kann die Ossberger-Turbine bei einer Wassermenge von mehr als 15 % der Ausbauwassermenge mit über 80 % Wirkungsgrad betrieben werden. Nur wenn die Wassermenge unter 10 % der Ausbauwassermenge fällt, so muss die ganze Turbinenanlage abgestellt werden. Damit bei einem Schnellschluss die Druckleitung durch den sogenannten Allievi-Stoss nicht zerstört wird, werden die beiden Leitklappen geregelt mit einer langsamen Schliesszeit von 18....27 Sekunden geschlossen. Somit kann sich keine grosse kurzzeitige Druckspitze aufbauen und der Bau eines Wasserschlosses oder einer Kompensationsleitung ist nicht notwendig. Nach der Turbine führt ein ca. 14 m langes Saugrohr (ebenfalls HOBAS-Rohr) an den Glütschbach zurück zum Auslaufwerk. Während ein Teil der Druckleitung (ca. die Hälfte) überirdisch verläuft und auf Konsolen und Fundamenten verlegt ist, so ist das ganze Saugrohr im Wald unterirdisch verlegt und abgestützt. Der Austrittsschacht mit dem Tauchrohr liegt noch einmal ca. 2 m tiefer als das Turbinenhaus.

Koordinaten des Turbinenhauses: **614 747 / 172 849 / 577**

Koordinaten des Saugrohraustrittes: **614 749 / 172 861 / 575**

## 5. Technische Grössen:

### 5.1 Gemessene Wassermengen:

Die Firma Kunz & Meng GmbH hat am 3.9.2002, ca. 2 Tage nach dem letzten Niederschlag, eine entsprechende Messung der Wassermengen bei dieser Glütschbach-Verzweigung im Weiler Hani durchgeführt. Dabei wurden folgende Wassermengen gemessen:

Wassermenge über das Regelungswehr:	572 l/s
Wassermenge über den Überfall:	84 l/s
Wassermenge zum Kanal (in Richtung Allmendingen):	316 l/s
<b>Gesamte Wassermenge zur Kander (Wehr und Überfall):</b>	<b>656 l/s</b>
<b>Gesamte Wassermenge Zufluss (vor dem Wehr):</b>	<b>972 l/s</b>

## **5.2 Restwassermengen:**

Die Wassermenge zur Abzweigung in Richtung Allmendingen muss gemäss Auflage an die Gemeinde Zwieselberg mindestens 330 l/s (gemäss Bauamt Thun nur 200 l/s) betragen. Da aber verschiedene Nutzungsrechte an diesem Bachteil hängen und hier die einzige Regelungsmöglichkeit besteht, wird an dieser fest eingestellten Wassermenge zum Kanal vorzugsweise nichts verändert. Für die Bestimmung der Restwassermenge ist daher die gesamte Wassermenge zur Kander (über das Wehr und den Überfall) massgebend, da von diesem Teil Wasser für die Turbinierung abgezweigt werden soll. Diese Restwassermenge zur Kander muss mindestens 50 l/s betragen. Nimmt man aber das geschätzte Q347 (minimale Wassermenge während 347 Tagen im Jahr) des Glütschbaches als Grundlage zur Berechnung, so ergibt sich folgende minimale Restwassermenge für die Abzweigung zur Kander:

Q347 (durchschnittliche Wassermenge während 347 Tagen im Jahr):	426 l/s
Wassermenge zum Kanal Richtung Allmendingen (begrenzt):	316 l/s
Q347 zur Abzweigung in Richtung Kander (Wehr und Überfall):	110 l/s
<b>Berechnete Restwassermenge (nach GSchG Artikel 31):</b>	<b>90 l/s</b>

## **5.3 Gewählte Ausbauwassermenge:**

Damit ergibt sich eine gewählte Ausbauwassermenge von 400 l/s.

Mit dieser gewählten Ausbauwassermenge lässt sich das Kleinwasserkraftwerk Schöni während ca. 40 Tagen im Jahr auf Vollast betreiben. Die gesamte Betriebsdauer beträgt ca. 319 Tage im Jahr. Die übrige Zeit (während ca. 46 Tagen) muss das Kleinwasserkraftwerk Schöni voraussichtlich abgestellt werden. Diese Ausbauwassermenge von 400 l/s ergibt die grösste Energie-Jahresproduktion. Mit einer grösseren Turbine kann zwar eine weit grössere Spitzenleistung bei einem hohen Wasserstand erreicht werden. Dafür muss diese aber bei einem tiefen Wasserstand viel früher abgestellt werden und kann somit während noch weniger Tagen im Jahr betrieben werden. Die minimale Wassermenge muss für eine solche Ossberger-Turbine mehr als 10 % von der Ausbauwassermenge betragen, damit diese überhaupt betrieben werden kann.

## **5.4 Gemessenes Gefälle:**

Beim Regelungswehr der Glütschbach-Verzweigung im Weiler Hani wurde ein Oberwasserpegel von ca. 594 m.ü.M gemessen. Der mögliche Saugrohraustritt zurück in den Glütschbach befindet sich unten im Waldstück auf ca. 575 m.ü.M. Damit ergibt sich ein Bruttogefälle von ca. 19 Metern. Im Gegensatz zur alten Kraftwerksanlage, wo nur etwa ein Drittel dieses Bruttogefälles ausgenutzt wurde, soll mit der neuen Turbinenanlage das gesamte mögliche Gefälle ausgenutzt werden, um eine maximale jährliche Energieproduktion zu erhalten.

Unten im Wald besteht sogar noch die theoretische Möglichkeit, das Saugrohr in Richtung Kander zu verlängern und das Bruttogefälle damit um weitere ca. 1...2 Meter zu vergrössern. Dazu müssten aber weitere Besitzverhältnisse geklärt und Absprachen (eventuelle Vertragsverhältnisse) mit der Nachbarschaft getroffen werden. Vorerst wird aber nur mit einem Bruttogefälle von 19 Metern gerechnet.

## **5.5 Berechnete Nettofallhöhe:**

Mit der gewählten Linienführung der Druckleitung (gemäss Beilage 2) und dem Innendurchmesser von 50 cm ergibt sich ein maximaler Rohrleitungsdruckverlust von ca. 1,6 Metern. Die maximale Wassergeschwindigkeit beträgt 2,04 m/s im HOBAS-Rohr bei der Ausbauwassermenge von 400 l/s. Die Wassergeschwindigkeit im Rohr hat direkt einen quadratischen Einfluss auf die Rohrreibungsverluste. Damit ergibt sich eine berechnete Nettofallhöhe von ca. 17,5 Metern.

## **5.6 Hydraulische Leistung:**

Mit dieser gewählten Ausbauwassermenge von 400 l/s und einem Nutzgefälle von 17,5 Metern ergibt sich eine hydraulische Leistung von 68,67 kW. Diese (theoretisch maximal mögliche) Leistung ist massgebend für die Auslegung der Wasserturbine und somit auch für die Wahl des Generators.

## **5.7 Elektromechanische Ausrüstung:**

Als Wasserturbine wurde eine sogenannte Ossberger-Turbine gewählt, die schon an vielen Orten in der Schweiz im Einsatz steht und sich sehr bewährt hat. Diese Niederdruckturbine treibt direkt einen Asynchrongenerator (6-polig) an. In diesem Generator sind drei Messstellen für die Temperaturüberwachung der beiden Lager und der Statorwicklung eingebaut.

Je nach Wasserstand oben bei der Wasserentnahmestelle werden die Eintrittsklappen der Ossberger-Turbine geöffnet oder geschlossen. Dafür ist eine entsprechende Wasserstandssonde für die Klappenregelung oben beim Wehr eingebaut. Die Leitklappen selber werden hydraulisch bewegt.

## **5.8 Betriebsarten:**

Das Kleinwasserkraftwerk Schöni wird normalerweise im Netzparallelbetrieb betrieben. Dabei soll nach Möglichkeit immer die, gemäss dem aktuellen Wasserstand bei der Wasserentnahmestelle, grösstmögliche Leistung gefahren werden. Damit soll auch die grösstmögliche Energie-Jahresproduktion erreicht werden. Von der vorgesehenen Anlage wird auch die Möglichkeit eines Inselbetriebes bei einem eventuellen Netzausfall gefordert.

## **5.9 Installierte Leistung:**

Mit der festgelegten Ausbauwassermenge von 400 l/s und der hydraulischen Leistung von 68,67 kW wurden folgende Komponenten für das Kleinwasserkraftwerk ausgewählt:

Ossberger-Turbine (300 mm Laufraddurchmesser):

**58 kW**

Generator (515 1/min.; Bauform B3; 6-polig):

**70 kVA.**

Diese Ossberger-Turbine ist aber auf eine maximale Wassermenge von 400 l/s ausgelegt und hat somit keine Schluckreserve mehr bei einem Hochwasser. Deshalb ist die normale Vollast gleichzeitig auch die Spitzenleistung.

## **5.10 Jährliche Energieproduktion:**

Mithilfe der empirisch hergeleiteten hydrologischen Tabelle und der Messwerte der Firma Kunz & Meng GmbH und aus dem Bericht von der Firma B + S Ingenieure AG, lässt sich die mittlere jährliche Energieproduktionserwartung berechnen:

Dauer des Abflusses	Gesamte Wassermenge	Restwasser Kander	Abfluss der Turbine	Netto-Gefälle	Wirkungsgrad Turbine	Wirkungsgrad Generator	Totaler Wirkungsgrad	Netto-Leistung	Energie pro Periode
<b>Tage</b>	<b>l/s</b>	<b>l/s</b>	<b>l/s</b>	<b>m</b>	<b>p.u.</b>	<b>p.u.</b>	<b>p.u.</b>	<b>KW</b>	<b>kWh/p</b>
1	1'918	1'202	400	17,5	0,840	0,910	0,764	52,49	1'260
3	1'587	871	400	17,5	0,840	0,910	0,764	52,49	2'520
6	1'362	646	400	17,5	0,840	0,910	0,764	52,49	3'779
9	1'253	537	400	17,5	0,840	0,910	0,764	52,49	3'779
18	1'057	341	400	17,5	0,840	0,910	0,764	52,49	11'338
36	887	171	400	17,5	0,840	0,910	0,764	52,49	22'676
55	793	90	387	17,5	0,835	0,905	0,756	50,21	22'894
73	735	90	329	17,5	0,835	0,900	0,752	42,45	18'336
91	691	90	285	17,5	0,830	0,895	0,743	36,35	15'701
114	643	90	237	17,5	0,830	0,885	0,735	29,89	16'497
137	608	90	202	17,5	0,825	0,880	0,726	25,18	13'897
160	576	90	170	17,5	0,825	0,875	0,722	21,07	11'629
182	549	90	143	17,5	0,820	0,870	0,713	17,51	9'247
205	526	90	120	17,5	0,820	0,865	0,709	14,61	8'066
228	507	90	101	17,5	0,815	0,860	0,701	12,15	6'708
251	488	90	82	17,5	0,810	0,850	0,689	9,69	5'350
274	471	90	65	17,5	0,800	0,840	0,672	7,50	4'139
292	460	90	54	17,5	0,735	0,790	0,581	5,38	2'325
310	451	90	45	17,5	0,625	0,720	0,450	3,48	1'502
329	440	90	34	17,5	0,230	0,650	0,150	1,03	222
347	426	90	20	17,5	0	0	0	0	0
356	413	90	7	17,5	0	0	0	0	0
362	403	90	0	17,5	0	0	0	0	0
365	390	90	0	17,5	0	0	0	0	0

Damit ergibt sich eine **geschätzte Gesamtenergieproduktion von 181'865 kWh pro Jahr.**

## **6. Umweltaspekte:**

### **6.1 Fischwanderung:**

Im Glütschbach (nach oben und gegen unten in Richtung Allmendingen) selber hat es vor allem Bachforellen und Groppen. Nach der Verzweigung im Weiler Hani hat es im abfallenden Teil zur Kander nebst den obgenannten Fischarten auch noch vereinzelt Seeforellen.

1998 wurde nach der Verzweigung im Weiler Hani der abfallende Teil des Glütschbaches zur Kander mit Steinblöcken verbaut und dabei eine Blockrampe von ca. 18 % Steigung erstellt. Diese sehr steile Blockrampe endet unmittelbar unterhalb des Regelungswehres bei der Glütschbach-Verzweigung. Fische können das recht hohe Wehr und den Überfall kaum überwinden und somit nur von oben her gegen unten in die Kander wandern.

Bei diesen Verbauungsarbeiten im Jahr 1998 wurde aber bewusst auf eine Fischtreppe beim Wehr verzichtet. Man will das Wehr als natürliches Hindernis beibehalten, so dass keine Seeforellen in den oberen Teil des Glütschbaches zum Laichen gelangen können. Damit will man verhindern, dass die alten Seeforellen nach dem Laichen und die jungen ausgeschlüpften Seeforellen bei der Rückwanderung gegen unten in die Abzweigung Richtung Allmendingen gelangen können.

Die Blockrampe im zur Kander abfallenden Teil des Glütschbaches wäre eigentlich zum Laichen der Seeforellen vorgesehen. Erfahrungsgemäss brauchen die Seeforellen zum Laichen aber eher ruhige Gewässer mit kleinen Strömungsgeschwindigkeiten. Während den verschiedenen Wassermengenummessungen wurde aber festgestellt, dass die Fliessgeschwindigkeit in diesem Teil zur Kander hinunter sehr gross ist und eventuelle Fischlaiche durch die Wassermengen möglicherweise weggespült werden. Deshalb wäre eine Reduktion dieser Wassermenge (und damit der Fliessgeschwindigkeit) zur Kander hinunter vermutlich sogar förderlich für das gewünschte Laichen der Seeforellen.

### **6.2 Natur- und Landschaftsschutz:**

Zur momentan bestehenden baulichen Situation am Glütschbach im Weiler Hani und zu den momentan eingestellten Wassermengen ergeben sich durch den Bau des Kleinwasserkraftwerkes Schöni kaum Veränderungen. Auch die Fischwanderung wird aus den obgenannten Gründen (Abschnitt 6.1) nicht weiter beeinträchtigt. Damit sind keine grösseren Einschneidungen in die Natur zu erwarten.

Die Wasserfassung lehnt sich sehr gut an die bestehenden Uferverbauungen an. Die Druckleitung ist weitgehend unterirdisch und nur entlang der Stützmauer bei der Hauptstrasse sichtbar. Das Turbinenhaus befindet sich unten im Waldstück und ist nach der Aufschüttung des Grundstücks von der Hauptstrasse her nicht mehr sichtbar. Das Saugrohr befindet sich hinter der Liegenschaft Schöni im dichten Wald und ist ebenfalls nicht sichtbar. Der Saugrohr-Austritt befindet sich beim abfallenden Teilstück des Glütschbaches in einer kleinen, von unten (von der Kander) her schwer zugänglichen Schlucht und ist damit auch nicht sichtbar. Das gesamte Wasserkraftwerk wird insgesamt sehr gut und diskret in die Landschaft des Weilers Hani integriert

### **6.3 Hochwassersicherheit:**

An den baulichen Gegebenheiten des Wehres bei der Glütschbach-Verzweigung im Weiler Hani wird mit der Wasserfassung praktisch nichts verändert und es tritt keinerlei Querschnittsverengung des Bachlaufes auf. Eine absolute Hochwassersicherheit ist mit der festen Überfallhöhe und dem eingestellten Regelungswehr wie bisher gegeben.

## 7. Aufwand und Ertrag:

### 7.1 Kostenschätzung:

Aufwand	Geschätzte Kosten (SFr.)
Wasserentnahme, Einlaufbauwerk	3'200.-
Druckleitung entlang der Stützmauer auf Konsolen (ca. 109 m)	32'700.-
Druckleitung über dem Gelände auf Fundamenten (ca. 110 m)	63'400.-
Maschinenhaus mit Dach und Einstiegstüre	27'000.-
Saugleitung unterirdisch auf Fundamenten (ca. 14 m)	5'200.-
Saugrohraustritt, Auslaufbauwerk	800.-
Ossberger-Turbine mit Regelapparatur	44'500.-
Asynchrongenerator (6-polig)	15'700.-
Elektrische Ausstattung (Steuerung, Messung und Schutz)	15'200.-
Wasserstandsmessung	1'200.-
Anmeldung STI und elektrische Inbetriebnahme	2'000.-
Erwerb von Grund und Rechten	2'000.-
Projektierung (Vermessung durch Geometer)	5'000.-
Projektierung (Planung durch Bauingenieur)	30'000.-
Projektierung (Planung durch Maschineningenieur)	22'000.-
Reserve (für Teuerung, Unvorhergesehenes, etc.)	20'000.-
Mehrwertsteuer (7,6 % von 289'900.-)	22'000.-
<b>Totaler Aufwand für das KW Schöni</b>	<b>311'900.-</b>

Der relativ grosse Anteil an Baukosten kann aber durch eine entsprechende Eigenleistung von Herrn Roger Schöni junior (der selber im Baugewerbe tätig ist) noch weiter reduziert werden. Der Personal-kostenanteil an den gesamten Bauarbeiten beträgt dabei mindestens 12'000.- SFr. Dabei kann ebenfalls mit weiteren eventuellen Unterstützungsbeiträgen (z.B. durch das Bundesamt für Energie an den Vorprojektierungskosten, zinslose Darlehen durch den Kanton Bern, etc.) gerechnet werden.

### 7.2 Energieertrag:

Die produzierte Energie soll in erster Linie direkt den Eigenbedarf des neuen Mehrfamilienhauses mit 5 Wohnungen abdecken. Da somit die Ankaufskosten für die Tagesenergie (mit einem höheren kWh-Preis) eingespart werden können, muss aber für die Wirtschaftlichkeitsberechnung des neuen Wasserkraftwerkes dieser Eigenbedarf berücksichtigt werden.

Eigenbedarf der 5 Wohnungen (ca. 20'000 kWh pro Jahr à 0,22 Fr.):	4'400.- Fr.
Verkauf der Überschussenergie (ca. 161'865 kWh à 0,16 Fr.):	25'898.- Fr.
<b>Totaler geschätzter Energieertrag pro Jahr:</b>	<b>30'298.- Fr.</b>

## **8. Wirtschaftlichkeit:**

### **8.1 Annuität:**

Für die Verzinsung des investierten Kapitals wird ein Zinssatz von 5 % eingesetzt. Als Amortisationszeit werden 25 Jahre angenommen (Standardvorgaben vom Bundesamt für Energie). Damit ergibt sich eine Annuität von 0,071.

### **8.2 Energiegestehungskosten:**

Mit den geschätzten Werten für die jährliche Energieproduktion und dem Kostenaufwand für den Bau des Wasserkraftwerkes lassen sich auch die Energiegestehungskosten berechnen:

Jährliche Betriebskosten (Personal, Reparaturen, Unterhalt):	2'000.-
Annuität (Kapitalzins 5 %, Amortisationsdauer 25 Jahre):	0,071
Kapitalkosten (Wirtschaftlicher Anlagewert 312'000.-):	22'152.-
Gesamte Jahreskosten:	24'152.-
Mittlere jährliche Energieproduktion:	181'865 kWh
<b>Energiegestehungskosten:</b>	<b>13,3 Rp. / kWh</b>

Der geschätzte jährliche Aufwand für die Betriebskosten beruht auf der Annahme, dass diese Arbeiten durch eine Fremdfirma durchgeführt werden. Dabei muss aber festgehalten werden, dass die meisten Unterhaltsarbeiten durch Herrn Roger Schöni junior selber ausgeführt werden können. Diese Eigenleistungen kommen sicher billiger zu stehen, als wenn die Unterhaltsarbeiten durch eine Fremdfirma durchgeführt werden müssten.

### **8.3 Jährlicher Gewinn / Verlust:**

Damit lässt sich auch eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für die neue Kraftwerksanlage anstellen:

Energieertrag pro Jahr:	30'298.-
Gesamte Jahreskosten:	24'152.-
<b>Ertragsüberschuss:</b>	<b>6'146.-</b>

Diese Wirtschaftlichkeitsberechnung zeigt auf, dass sich mit dem Bau eines neuen Wasserkraftwerkes, selbst ohne jegliche Eigenleistungen des Bauherrn und auch ohne weitere Unterstützungsbeiträge der öffentlichen Hand, ein sehr guter Jahresgewinn erwirtschaften lässt.

## **9. Empfehlungen:**

### **9.1 Weiteres Vorgehen:**

Herr Roger Schöni junior muss sich (nach einem eingehenden Studium dieser Vorstudie) entscheiden, ob sich für ihn der notwendige administrative und finanzielle Aufwand zum Bau dieses Kleinwasserkraftwerkes lohnt. Dabei müssen auch die Finanzierungsmöglichkeiten gründlich abgeklärt werden.

Dieser Vorstudienbericht sollte ebenfalls dem späteren Konzessionsgeber (Kanton Bern, Wasser- und Energiewirtschaftsamt, Herr Oppliger) als Diskussionsgrundlage vorgelegt werden. Damit lassen sich die Realisierungschancen für dieses Kleinwasserkraftwerk sehr rasch abklären.

Sollte Herr Schöni sich schliesslich positiv zum Bau des neuen Kleinwasserkraftwerkes entscheiden, so müssen entsprechende Ingenieurbüros (Vermessung, Baupläne und Berechnungen, Maschinenbau, etc.) beauftragt werden, um das Projekt konkret zu realisieren.

Dabei müsste mit der BKW FMB Energie AG in Bern auch der Preis für die durch das Kleinwasserkraftwerk Schöni ans Netz abgegebene Restenergie ausgehandelt werden. Momentan beträgt dieser Preis für solche Energie zwischen 15 bis 17 Rp./kWh.

Nach dem Erhalt von genauen Bauplänen und Berechnungsunterlagen kann danach ein Konzessionsgesuch beim Kantonalen Amt für Wasser- und Energiewirtschaft eingereicht werden.

### **9.2 Realisierungschancen:**

Die Kunz & Meng GmbH hat in der Vergangenheit schon mehrere Vorstudien für Kleinwasserkraftwerke im Kanton Bern durchgeführt. Doch bisher wurde noch keine Situation vorgefunden, wo die Wirtschaftlichkeit (z.B. das Verhältnis zwischen ausnutzbarem Gefälle und baulichem Aufwand) so günstig liegt wie beim Kraftwerk Schöni in Hani. Da es sich hierbei um eine Erneuerung einer alten Wasserkraftwerksanlage handelt, werden diesem Projekt durchaus sehr gute Realisierungschancen gegeben.

### **9.3 Weitere nötige Abklärungen:**

Der durchschnittliche jährliche Abflusswassermengenverlauf wurde anhand von früher durchgeführten Mengemessungen geschätzt. Sollte sich Herr Schöni junior aber für eine Weiterführung des Kraftwerkprojektes entscheiden, so sollten regelmässige Wassermengenmessungen am Glütschbach durchgeführt werden, damit die Abflussmenge Q347 (minimale Wassermenge während 347 Tagen im Jahr) und die daraus resultierende Restwassermenge noch genauer bestimmt werden kann.

Die genauen Grenzverläufe der Liegenschaft Schöni müssen noch abgeklärt werden. Möglicherweise lässt sich das nutzbare Gefälle durch eine weitere Verlängerung des Saugrohres gegen unten zum Glütschbach (in Richtung Kander) sogar noch etwas erhöhen. Das nötige Grundstück (Walddreieck, ca. 615 m<sup>2</sup> Fläche) sollte dabei wenn möglich vom Nachbarn abgekauft werden.

Auch der Grundbesitz beim Wehr der Glütschbach-Verzweigung im Weiler Hani muss noch genauer abgeklärt werden. Sonst muss eventuell der Standort der Wasserentnahme in Richtung Kanal bis auf das Grundstück der Liegenschaft Schöni verlegt werden, was aber keine grosse bauliche Verteuerung zur Folge hätte, da damit auch die Druckleitung verkürzt würde.

Das geplante Bauvorhaben mit dem Wasserkraftwerk muss mit den Grundstückbesitzern der Anliegerparzellen gründlich ausdiskutiert werden. Damit lassen sich bei einem Entgegenkommen dieser Nachbarn beträchtliche Baukosten einsparen. Ebenfalls bringt eine Verlängerung des Saugrohres ein entsprechend grösseres Nutzgefälle und damit auch eine höhere Wirtschaftlichkeit.

Auch der genaue Grenzverlauf zwischen den beiden Gemeinden Zwieselberg und Reutigen muss noch abgeklärt werden. Eventuell muss die Baubewilligung für die Wasserfassung oben bei der Glütschbach-Verzweigung bei der Gemeinde Reutigen eingeholt werden.

## **9.4 Bewilligungsverfahren:**

Für die Realisierung des Kleinwasserkraftwerkes Schöni werden folgende Bewilligungen benötigt:

- Beim Kantonalen Wasser- und Energiewirtschaftsamt muss ein Konzessionsgesuch eingeholt werden.
- Bei der Gemeinde Zwieselberg muss eine entsprechende Baubewilligung für das gesamte Kleinwasserkraftwerk eingeholt werden. Eventuell befindet sich die Wasserentnahmestelle bei der Glütschbach-Verzweigung schon auf dem Gebiet der Gemeinde Reutigen. Deshalb müsste dafür eventuell eine Baubewilligung bei dieser Gemeinde eingeholt werden.
- Der spätere Netzparallelbetrieb des Kleinwasserkraftwerkes mit einer Leistung von mehr als 10 kVA (dreiphasig) ist beim ESTI (Eidgenössisches Starkstrominspektorat) in Zürich vorlagepflichtig. Diese Anmeldung erfolgt normalerweise durch die Installationsfirma der elektrischen Komponenten (Generator, Trennschalter, Schutz- und Steuerschrank, etc.).
- Vom zuständigen Elektrizitätswerk (BKW FMB Energie AG, Bern) wird eine entsprechende Anschlussbewilligung ans öffentliche Stromnetz benötigt.

Für den Erhalt von allen notwendigen Bewilligungen muss mit einigem zeitlichen Aufwand gerechnet werden. Vor allem kann die Baubewilligung durch Einsprachen (z.B. durch Anwohner, Fischereikreise, etc.) sehr lange verzögert werden.

Kunz & Meng GmbH

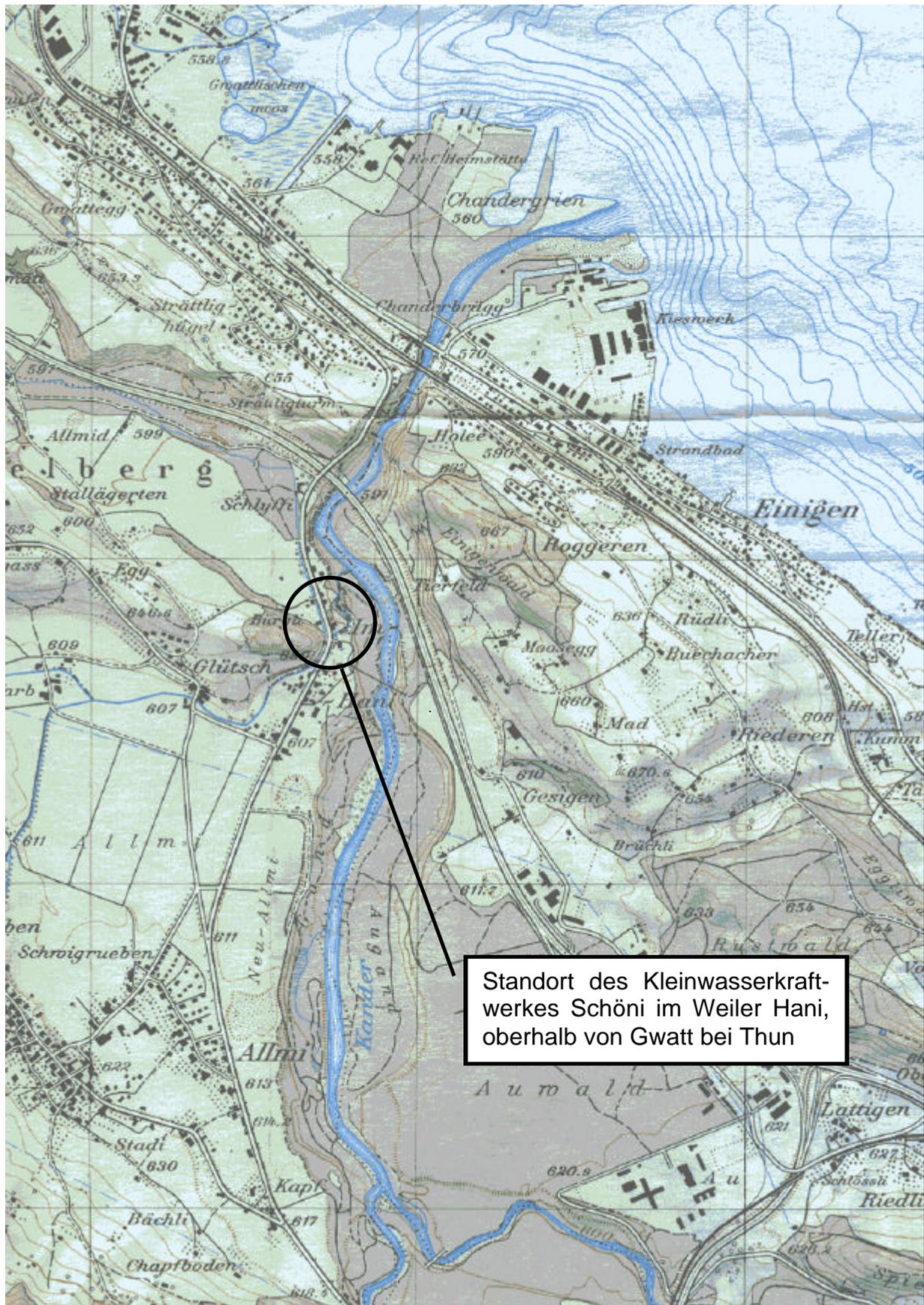
Bernhard Kunz  
Verfasser der Vorstudie

Hanspeter Meng  
Projektleiter

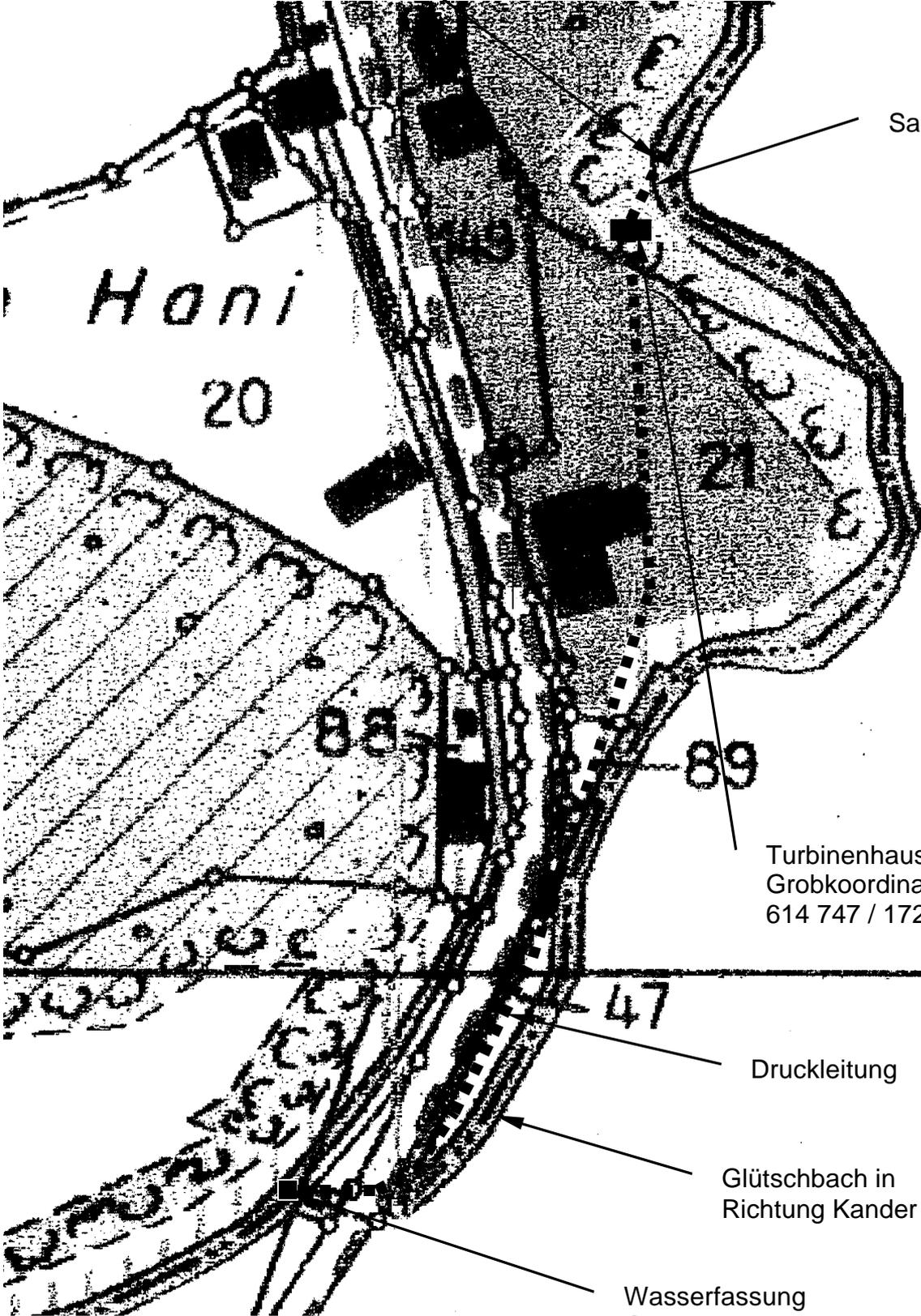
## **10. Beilagen**

- Beilage 1: Kartenausschnitt Gwatt bei Thun  
Beilage 2: Situationsplan Kraftwerk Schöni  
Beilage 3: Schnittbild der Kraftwerksanlage  
Beilage 4: Fotos (4 Seiten)

Landeskarte der Schweiz 1:25'000 / Blatt 1207 (Thun)



Saugrohraustritt  
Grobkoordinaten:  
614 749 / 172 861 / 575



Saugrohr

Turbinenhaus  
Grobkoordinaten:  
614 747 / 172 849 / 577

Druckleitung

Glütschbach in  
Richtung Kander

Wasserfassung  
Grobkoordinaten:  
614 689 / 172 681 / 594



# Fotos Kraftwerk Schöni:



Ansicht auf das gesamte Regelungswehr bei der Glütschbach-Verzweigung.



Linker Teil des Regelungswehres. Abzweigung von ca. 2/3 der Gesamtwassermenge in Richtung Kander hinunter.



Rechter Teil des Regelungswehres (Überfall). Diese kleine Wassermenge über den Überfall geht ebenfalls Richtung Kander.



Bei der Glütschbach-Verzweigung im Weiler Hani werden ca. 330 l/s in den Kanal Richtung Allmendingen geleitet.



Dieser Kanal ist an der schmalsten Stelle (in der Kurve oberhalb vom Weiler Hani) ca. 2 Meter breit und ca. 40 cm tief.



Die Druckleitung würde wahrscheinlich unterhalb von diesem alten Sägereigebäude gegen unten zum Waldrand durchgeführt.



Der Standort des zukünftigen Turbinenhauses käme wahrscheinlich unterhalb des heutigen Bienenhauses im Wald zu liegen.