

unternehmenGOMS

Solarkraftwerke energieregionGOMS

Bericht zur Machbarkeitsstudie



Standorte und Beispiele typenähnlicher Solarkraftwerke

Copyright © 2008 energiebüro[®] ag, Zürich

Alle Rechte vorbehalten / Reproduktion ohne Genehmigung verboten

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage	3
1.1	Programm Alpersonne	3
1.2	Situation	3
1.3	Grundlagen und Annahmen	4
2	Technische Machbarkeit: Stichwort Schnee	6
2.1	Möglichkeiten der Schneentfernung	7
2.2	Statische Verstärkung	12
2.3	Zusammenfassung	14
3	Wirtschaftlichkeit	15
3.1	Einzelausführung	16
3.2	Gemeinsame Ausführung	17
3.3	Rückführung Investition	19
4	Mögliche weitere Vorgehensweisen	20
4.1	Randbedingungen	20
4.2	Ablaufplan	20
4.3	Ausführung inkl. Ausbildung lokaler Handwerksbetriebe	20
4.4	Gemeinsame Ausschreibung	21
4.5	Mischvariante	21
5	Grobterminplan	22
6	Anhänge	22
6.1	Dossiers zu Einzelobjekten	22
6.2	Zusammenstellung Kosten Grossprojekt	22

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Ausgangsposition Wenderakel oben	8
Abbildung 2:	Wendrakel streift Schnee von oben nach unten ab	8
Abbildung 3:	Wenderakel klappt in Flachposition und fährt wieder in Ausgangsposition	8
Abbildung 4:	SnowAway System	9
Abbildung 5:	Durch Schneelast beschädigtes Modul [Quelle: solarserver]	12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ertragsreduktion infolge Schnee in der Region GOMS	6
Tabelle 2:	Zusammenstellung Kostenschätzung Schneeräumservice	10
Tabelle 3:	Zusammenhang Montageart, Leistung, KEV (exkl. MwSt)	15
Tabelle 4:	Stromgestehungspreise bei 3% Verzinsung	16
Tabelle 5:	Übersicht Gesamtkosten (Auszug aus Anhang 6.2)	18

1 Ausgangslage

1.1 Programm Alpensonne

Im Rahmen des Programms "Alpensonne" sollen in der energieregion-GOMS zusammen mit privaten oder öffentlichen Gebäudeeigentümern konkrete Projekte im Bereich Solarstrom realisiert werden. Ausgehend von einer im Vergleich zum Rest der Schweiz um ca. 20 - 30% höheren Sonneneinstrahlung bietet die sonnenverwöhnte Goms Region eine sehr gute Ausgangslage zur Stromerzeugung durch Sonnenenergie. Die Auswahl der Standorte in dieser Region muss dennoch aufgrund der lokalen Beschattung durch Berge sowie der langen Schneelagedauer sehr sorgfältig geschehen, um die Rentabilität der Projekte zu gewährleisten.

1.2 Situation

Die für Solarkraftwerke in Frage kommenden Objekte wurden im Rahmen einer Erstbegehung am 29. Februar 2008 von der energiebüro ag in Zusammenarbeit mit unternehmenGOMS besichtigt. Einige Objekte wurden bereits zum damaligen Zeitpunkt als nicht in Frage kommend klassifiziert, und durch andere, ausgeschieden von Dionys Hallenbarter, unternehmenGOMS, ersetzt.

Daraus ergaben sich die folgenden möglichen Standorte für Solarkraftwerke in der Region Goms:

Objekt 1: Werkhalle German Hallenbarter, in Obergesteln

Objekt 2: Teigwarenfabrik Novena, in Ulrichen

Objekt 3: Bauernhof mit 3 Dächern, Militärbaracke, Remise und Stall, in Münster-Geschinen

Objekt 4: Holzbau Weger AG, in Münster-Geschinen

Objekt 5: Forstbetrieb Mittelgoms, in Reckingen-Gluringen

Objekt 6: Kinder- und Ferienlager Blinnensand, in Reckingen-Gluringen

Objekt 7: Gomina AG, in Niederwald

Objekt 8: Wohn- und Geschäftshaus, in Fiesch

Objekt 9: Sport- und Feriencenter mit 3 Dächern, Pavillon 1, Pavillon 2 und Sporthalle, in Fiesch

Objekt 10: Biobergkäserei, in Gluringen

Objekt 11: Schulhaus mit 3 Dächern, Südflügel, Westflügel und Turnhalle, in Fiesch

Objekt 12: Russi & Söhne AG mit Dächern Werkhalle und Bürotrakt, in Fieschertal

Objekt 13: Bergland Produkte, in Ernen
Objekt 14: Stall Imhof, in Lax
Objekt 15: Imhof AG, in Lax
Objekt 16: Walpen AG, in Reckingen Gluringen

Im Anhang 6.1 sind die einzelnen Solarkraftwerke jeweils in einem Kurzdossier inkl. Wirtschaftlichkeit beschrieben.

Darauf aufbauend sollen Synergien aufgezeigt werden, die bei gleichzeitiger Bauausführung mehrerer oder aller Objekte genutzt werden können.

1.3 Grundlagen und Annahmen

1.3.1 Allgemeine Grundlagen

- a) Erstbegehung am 29.2.2008 durch Dionys Hallenbarter, UnternehmenGOMS und Brit Assmus, energiebüro® ag
- b) Dachaufnahme Factsheets (teilweise geschätzte Masse), Objektfotos
- c) Zusammenstellung ‚Ersatzobjekte‘ von Dionys Hallenbarter, UnternehmenGOMS vom 14. April 2008
- d) Teilweise Planunterlagen (Grundrisse, Schnitte) im Papierformat
- e) Alle Preisangaben basieren, wenn nicht anders angegeben, auf Erfahrungswerten der energiebüro ag und spiegeln die Kosten Stand Mai 2008 wieder

1.3.2 Leistung, Kosten und Ertrag Solarkraftwerke

Auf Grundlage von Einstrahlungs- sowie Beschattungsanalysen sowie unter 1.3.1 genannter Planungsgrundlagen wurde eine erste Flächenauscheidung, Kosten- und Ertragsschätzung sowie eine erste wirtschaftliche Beurteilung der einzelnen Solarkraftwerke durchgeführt. Die Kurzdossiers zu den einzelnen Objekten liegen im Anhang 6.1 bei.

1.3.3 Schnee

In der Region Obergoms liegen mit einer sehr langen Schneelagedauer von bis zu 4 Monaten unvorteilhafte Bedingungen vor (Einstrahlungsreduktion für Solarmodule, erhöhte Statikanforderungen). Um die Wirtschaftlichkeit von Solarkraftwerken in dieser Region zu erhöhen, ist es daher empfehlenswert, eine spezielle mechanische Möglichkeit zur Entfernung von Schnee vorzusehen, die Solarmodule ohne Beschädigung der Solarmodule von Schnee befreit. Technischen Lösungen sind in 2.1 näher beschrieben.

Sollte der Schnee in der betroffenen Region tatsächlich für 4 Monate auf den Solarmodulfeldern verbleiben, würden sich Kosten für Unterkonstruktion (Verstärkung) und Solarmodule (Einschränkung Auswahl) erhöhen. Diese Auswirkungen sind in 2.2 näher ausgeführt.

Kosten für die eine oder andere Lösung sind in der ersten Kostenschätzung der Einzelkraftwerke bisher nicht enthalten, da zunächst eine Grundsatzentscheidung über die Handhabung des Themas Schnee gefällt werden muss. Die Größenordnung der Reduzierung der Einstrahlung sowie der sich daraus ergebende Stromgestehungspreis bei 4-monatiger Schneelagedauer sind für eine erste Einschätzung angegeben.

2 Technische Machbarkeit: Stichwort Schnee

Schnee liegt auf den Dächern in der Region Obergoms durchschnittlich bis zu 4 Monate (Dezember-März) und im Untergoms nur etwa während 1 Monat.

Aufgrund der langen Schneelagedauer kommt es zu folgender mittleren Ertragsreduktion:

Region	Schneelagedauer [Monate]*	Mittlerer jährliche Reduktion Stromproduktion [%]	Reduktion Stromproduktion 25 Jahre [kWh/kWp]	Mittlere Reduktion Ertrag [CHF/kWp]**
Obergoms	4 (Dez-April)	ca. - 23 %	ca. - 6100	ca. - 3900
Mittelgoms	2 (Mittel Dez-April)	ca. - 8 %	ca. - 2100	ca. - 1400
Untergoms	1 (Mittel Dez-April)	ca. - 3%	ca. - 1300	ca. - 850

* Angaben Einwohner Goms

** basierend auf einer mittleren Einspeisevergütung von 0.65 CHF/kWh

Tabelle 1: Ertragsreduktion infolge Schnee in der Region GOMS

Die in der Tabelle prognostizierte, mittlere Ertragsreduktion über die angenommene Mindestlebensdauer des Solarkraftwerkes von 25 Jahren wird im Folgenden mit den Aufwendungen für die jeweilige Möglichkeit zur Schneentfernung verglichen.

Die ungünstige Schneelage in Ober- und Mittelgoms führt nicht nur zu einer deutlichen Ertragsreduktion der Solarkraftwerke (z.B. keine Stromproduktion während 4 Monaten in Obergoms) sondern auch zu einer erhöhten statischen Belastung der Solarmodule inklusive Unterkonstruktion. So errechnet sich in der Region Obergoms (Meershöhe von bis zu 1'400 m ü. NN) für bis zu 30° geneigte Dächer eine nach SIA 261 anzunehmende Schneelast von bis zu 870 kg/m² (im Vergleich zum Flachland von 72kg/m²).

Es werden daher im Folgenden die Auswirkungen auf technische Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit für 2 Szenarien abgeschätzt:

- Möglichkeiten der Schneentfernung
- statische Verstärkung zur Aufnahme der zusätzlichen Schneelast durch die Solarmodule

2.1 Möglichkeiten der Schneentfernung

Da es sich in der besonders schneereichen Region Ober- und Mittलगoms bei 9 von 11 Dächern um Schrägdächer handelt, werden diese im Folgenden als Grundlage herangezogen. Bei aufgeständerten Solarkraftwerken auf Flachdächern ist eine einfache Entfernung von Schnee „von Hand“ denkbar. In der Region Untergoms wird die Schneesituation als unkritisch eingestuft, das bedeutet, die Reduktion des Ertrages sowie die Schneelast müssen zwar im Einzelfall betrachtet werden, jedoch ist eine Standardlösung nahe liegend.

Im Einzelfall und je nach eingesetzter Lösung ist die Möglichkeit der Schneelagerung zu überprüfen (z.B. Absperrung von im Winter nicht benötigten Weidebereichen).

2.1.1 Mechanische Schneentfernung

Zurzeit sind der energiebüro ag 2 ausgereifte Produkte zur mechanischen Schneentfernung auf Schrägdächern bekannt:

1. Elektrisch betriebener ‚Schneeschieber‘

Bei beginnendem Schneefall wird vollautomatisch ein patentiertes ‚Wenderakel‘ in Betrieb gesetzt. Dieses wird über Temperatur und Niederschlagsensor gesteuert. Das Wenderakel fährt von oben nach unten ca. 3 mm über den Solarmodulen, ohne diese zu berühren und streift den Schnee über das untere Dachende ab. Unten klappt das Wenderakel in eine Flachposition und fährt nach oben. Dort angekommen klappt es wieder nach unten und das Intervall startet von neuem. Dieser Vorgang wird solange wiederholt bis es nicht mehr schneit. Das Schneerutsch- und futsch-System wird seit 3 Jahren erfolgreich eingesetzt.



Die Kosten für diese Vorrichtung belaufen sich nach Herstellerangaben auf Schrägdächern auf ca. 300-700 CHF pro kWp je nach Grösse der Anlage, was einen rentablen Einsatz in Ober- und Mittelhöhen nahe legt (vergleiche Tabelle 1, letzte Spalte: mittlere Reduktion Ertrag pro kWp).

Vorteile des Systems liegen vor allem in der automatischen Inbetriebnahme sowie der flexiblen Einsatzmöglichkeiten auf Schrägdächern. Nachteile ergeben sich aus dem Verbrauch von Elektrizität bei Betrieb dieses Schneeräumungssystems.

2. Handbetriebener Schneeschieber

Bei dieser manuellen Variante der Schneentfernung wird ein ebenfalls patentierter Räumkörper an einem Seilzug von oben nach unten über das Solarmodulfeld gezogen. Der Seilzug läuft dabei am First an einer Montagewiseite entlang.

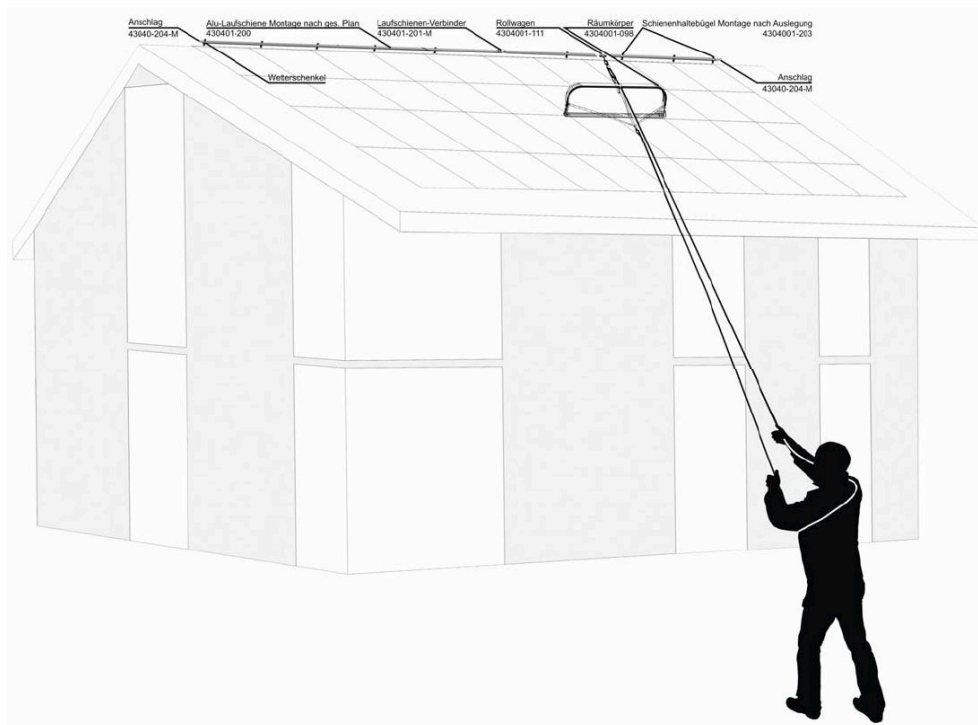


Abbildung 4: SnowAway System

Dabei sind folgende Randbedingungen zu beachten:

- Dachneigung $\geq 15^\circ$
- Ausreichend Platz zur Seilbedienung unterhalb des Modulfeldes
- Keine oder sehr geringe Abschlüssigkeit des Geländes
- Schneehöhe bis max. 30cm

Die Kosten für diese Vorrichtung belaufen sich auf Schrägdächern laut Herstellerangaben auf ca. 60 - 100 CHF pro kWp je nach Grösse der Anlage, was einen rentablen Einsatz in der gesamten Region GOMS nahe legt.

Einen Vorteil bieten sicher die erschwinglichen Kosten, Nachteile liegen klar in der maximal räumbaren Schneehöhe sowie den übrigen notwendigen Randbedingungen für den Einsatz dieses Systems.

2.1.2 Schneefreihaltung als Service

Im Rahmen der energieregionGOMS ist die Einrichtung eines regionalen „Solar-Schneeräumungsdienstes“ zu überlegen. Für regionale Firmen kann ein derartiger regionaler Servicevertrag eine Optimierung der Auslastung von Monteuren im Winter bedeuten. Dabei ist eine Ertragsbeteiligung der beauftragten Firmen (anteilige Stromproduktion an schneereichen Tagen) als Anreiz für einen schnellen Service denkbar.

Gleichzeitig würde ein solcher Service den Dachbesitzer bzw. den Solarkraftwerksbetreiber entlasten und eine fachgerechte Schneeräumung sicherstellen.

In der Planungsphase ist dabei bereits die Bereitstellung einer firstseitigen Arbeitssicherheit zur Befestigung der persönlichen Sicherheitsmontur zu berücksichtigen.

Dabei würden über 25 Jahre etwa folgende Kosten pro kWp auf einen Schrägdach auflaufen:

	Kosten in CHF/kWp über 25 Jahre
Arbeitssicherheit	
- dachseitig*	ca. 300
- persönlich**	ca. 30
- am Boden	ca. 10
Räumgerät (modulschonend)	ca. 80
Lohnkosten ***	ca. 5000
TOTAL:	ca. 5410

* Annahme durchlaufende Schiene am First (mittlere Dachlänge von 30m, mittlere Anlagenleistung 30kWp)

** Arbeitsgestell

*** Arbeitszeit 15 min/kWp und durchschnittlichen Lohnkosten von 80 CHF/h (inkl. An- und Abfahrt) sowie einer geschätzten Schneefallhäufigkeit (mit Räumungserfordernis) 10 / Jahr, über 25 Jahre

Tabelle 2: Zusammenstellung Kostenschätzung Schneeräumservice

Aus dieser sehr einfachen Kostenzusammenstellung sieht man, dass diese Variante des Schneeräumdienstes in Obergoms dann rentabel sein kann, wenn die Schneeräumung z.B. nach lang anhaltenden Schneefällen und mit Blick auf die weitere Wetterentwicklung auf bis zu 5 mal pro Jahr reduziert wird.

2.1.3 Weitere Möglichkeiten

Weitere Möglichkeiten, die hier aufgrund der Kurzfristigkeit der geplanten Bauausführung keine weitere Ausführung finden:

- Weiterentwicklung und Umnutzung der von der energiebüro ag entwickelten Solardraisine und/oder Reinigungswerkzeug (z.B. als Diplomarbeit)
- Entwicklung einer thermischen Schneeschmelzvorrichtung (z.B. als Diplomarbeit)

Darin könnte auch eine Wetterstatistik in Hinblick auf Einstrahlungsentwicklung im langjährigen Mittel, Schneefallhäufigkeit und Temperaturzusammenhänge Eingang finden.

2.2 Statische Verstärkung

2.2.1 Solarmodule

Die meisten renommierten Solarmodulhersteller unterziehen Ihre Module einer Bauartzertifizierung der TÜV Rheinland Group, für kristalline Module der „Bauartzertifizierung nach IEC 61215“. Darin werden neben Qualifikationstests für Strahlungs- und thermischer Beanspruchung auch mechanische Beanspruchungen getestet. Die Solarmodule werden dazu in 3 nacheinander durchgeführten Zyklen von je 1h einer gleichmässigen Flächenzug- bzw. Flächendruckkraft von umgerechnet 240 kg/m² unterzogen. Einige wenige Modulhersteller (z.B. Solon) haben diesen Testauflast auf freiwilliger Basis auf 540 kg/m² erhöht.

Jedoch wird selbst diese getestete Flächenlast in der Region Obergoms auf einer Meereshöhe von ca. 1'400 m ü. NN mit einer nach SIA 261 für bis zu 30° geneigte Dächer anzunehmenden Schneelast von knapp 870 kg/m² bei weitem überschritten. Es ist zudem zu beachten, dass die oben beschriebenen Tests auf einer horizontalen Modulfläche durchgeführt werden. Durch die auf Schrägdächern gegebene „Hangabtriebskraft“ des Schnees, zeigen sich in der Praxis jedoch immer wieder Schadensbilder mit einem nach unten aus dem Modul herausgebogenen Rahmen (s. Abbildung unten).



Abbildung 5: Durch Schneelast beschädigtes Modul [Quelle: solarserver]

Aus diesem Lastvergleich ergeben sich folgende Vorgehensweisen:

- a) Evaluierung der Möglichkeit durch zusätzliche Unterstützungen und Befestigungen die Tragfähigkeit der Solarmodule zu erhöhen. Dies muss zur Einhaltung der Garantiebestimmungen in Zusammenarbeit mit dem anbietenden Modulhersteller geschehen und wird ob der derzeitigen Marktsituation, die ein deutliches Unterangebot an Solarmodulen zeigt, als langwieriger Prozess eingestuft, der gleichzeitig die ohnehin eingeschränkte Auswahl an Solarmodulen noch weiter verringert und den Preis verteuert (fehlender Wettbewerb).

- b) Einsatz von Standardmodulen mit einer getesteten Flächenlast von 240 kg/m² bzw. 540 kg/m² und gleichzeitiger Begrenzung der max. zulässigen Schneehöhe auf den Solardächern auf 0.8 bzw. 1.8 m (als Vergleichswert: aus der nach SIA errechneten Schneelast von 870kg/m² ergibt sich ein zulässige Schneehöhe von 2.9 m bei einer angenommenen mittleren Raumlast für Altschnee von 3.0 kN/m³). Dies wird als eingeschränkt praktikabel eingestuft, könnte jedoch in Kombination mit dem oben beschriebenen Schneeräumdienst eine Lösungsmöglichkeit darstellen.
- c) Einsatz von kundenspezifischen Glas-Glas-Modulen, die Anforderungen an die aufnehmbare Schneelast erfüllen. Dies würde selbst bei vorsichtiger Schätzung mehr als eine Verdopplung der Modulpreise zur Folge haben und damit die Rentabilität der Solarkraftwerke weiter senken.

2.2.2 Unterkonstruktion

Die Unterkonstruktion für Solarmodule auf Schrägdächern setzt sich in der Regel zusammen aus:

- einer Montageschiene, an der die Solarmodule befestigt werden
- einem Befestigungselement, dass die Belastung von der Montageschiene auf die Tragkonstruktion des Daches überträgt (z.B. sind dies im Falle von Eternitdächern Stockschrauben)

Bei der Auswahl des Montagesystems ist nicht nur dessen ausreichende Tragfähigkeit sondern auch die genaue Lage der Befestigungspunkte der Solarmodule zu beachten. Besonders bei erhöhten Lastanforderungen geben Modulhersteller genaue Angaben über den zulässigen Befestigungsbereich der Module an der Montageschiene.

Gleichzeitig ist das oben beschriebenen, mögliche Beulen des Rahmens nach unten bei der Auswahl des Montagesystems zu berücksichtigen.

Die Tragfähigkeit der Dächer in Bezug auf Schnee kann in der Region Obergoms als gegeben angenommen werden, da die Bemessung der Dächer nach SIA mit der oben genannten Schneelast und einem Sicherheitsfaktor von 1.5 durchgeführt wird, der die sich aus dem Eigengewicht der Solarmodule ergebenden zusätzliche Auflast von max. 20 kg/m² (inklusive Unterkonstruktion) bei weitem einschliesst.

Es ist jedoch statisch sicherzustellen, dass die meist punktförmige Lasteinleitung aus dem Befestigungselement auf die Tragkonstruktion des Daches möglich ist.

2.3 Zusammenfassung

Für den Fall der mechanischen Verstärkung von Solarmodulen und Unterkonstruktion ergibt sich also ein erheblicher mit Mehrkosten (zum jetzigen Zeitpunkt schwer quantifizierbar) verbundener Mehraufwand bereits in der Planungsphase.

Im Hinblick auf den geplanten sehr engen Terminplan sowie die Wirtschaftlichkeit und auch die Nachhaltigkeit des Projektes ‚Alpensonne‘ ist die Möglichkeit einer Schneentfernung der konstruktiven Verstärkung der Module inkl. Unterkonstruktion vorzuziehen.

3 Wirtschaftlichkeit

Aufgrund der zurzeit vorliegenden Daten wurde die Rentabilität jedes einzelnen Solarkraftwerkes im Zusammenhang mit der kostendeckenden Einspeisevergütung gemäss „Artikel 7a des Energiegesetzes neu“ (KEV) untersucht. Dabei sind zum Teil mehrere Ausführungsvarianten bezüglich Leistung, Ausrichtung und Montage des Solarkraftwerkes als Entscheidungsgrundlage gegenübergestellt. Die folgende Tabelle zeigt die Zusammenhänge zwischen Montageart, Leistung und erwarteter Einspeisevergütung laut KEV:

Montageart	KEV Gruppe	Leistung [kWp]	Einspeisevergütung exkl. MwSt [CHF/kWh]
integriert	integriert	bis 10	0.83
		bis 30	0.69
		bis 100	0.62
		über 100	0.57
angebaut / aufgeständert	angebaut	bis 10	0.70
		bis 30	0.60
		bis 100	0.58
		über 100	0.56

Tabelle 3: Zusammenhang Montageart, Leistung, KEV (exkl. MwSt)

Dabei liegen den Kosten- und Wirtschaftlichkeitsschätzungen folgende Annahmen zugrunde:

- es kommen gerahmte Standardmodule kristalliner Technologie zum Einsatz
- bei integrierter Bauweise ist das meist vorgeschriebene wasserdichte Unterdach bauseits vorhanden / wird bauseits erstellt, d.h. Kosten hierfür sind nicht berücksichtigt. Diese Unterdächer müssen falls notwendig bei der Detailplanung projektspezifisch abgeklärt werden.
- Kosten für Schneeräumung und/oder statische Verstärkung der Module und Unterkonstruktion (s. auch 2) sind zurzeit nicht berücksichtigt, da vorgängig entschieden werden muss, welches Szenario zur Ausführung kommt.
- die Einnahmen aus der kostendeckenden Einspeisevergütung sind als Einnahmen vor Steuer zu verstehen

3.1 Einzelausführung

Die Einzelanlagen inklusive Ihrer Rentabilität auf Grundlage der vorgesehenen gesetzlichen Einspeisevergütung sind im jeweiligen Kurzdossier beschrieben (siehe Anhang 6.1). Die folgende Tabelle zeigt einen Überblick über Stromgestehungspreise bei einer 3%-igen Verzinsung und bei mittlerer, maximaler und minimaler Einstrahlung (1/2 Schneelagedauer, keine Schneelagedauer, max. Schneelagedauer) im Vergleich mit der erwarteten Kostendeckenden Einspeisevergütung:

	Leistung [kWp]	Stromgestehungspreis [CHF/kWp]			KEV [CHF/kWp]	Typ	
		Einstrahlung					
		mittel	max	min			
Objekt 1	Variante I	37	0.68	0.61	0.79	0.62	angebaut
Objekt 2	Variante I	32	0.69	0.61	0.80	0.63	angebaut
Objekt 3	Variante Ia	16	0.73	0.64	0.85	0.66	angebaut
	Variante Ib	16	0.75	0.66	0.88	0.78	integriert
	Variante 2a	7	0.91	0.80	1.05	0.70	angebaut
	Variante 3a	14	0.79	0.69	0.91	0.67	angebaut
	Variante 4	37	0.69	0.61	0.80	0.67	angebaut
Objekt 4	Variante I	43	0.67	0.60	0.75	0.62	angebaut
Objekt 5	Variante I	29	0.70	0.63	0.80	0.64	angebaut
Objekt 6	Variante Ia	16	0.78	0.69	0.88	0.66	angebaut
	Variante Ib	16	0.80	0.71	0.91	0.78	integriert
Objekt 7	Variante I	21	0.81	0.72	0.93	0.65	angebaut
Objekt 8	Variante Ia	3	1.35	1.31	1.40	0.70	aufgeständert
	Variante Ib	8	1.04	1.01	1.06	0.70	angebaut
Objekt 9	Variante I	24	0.74	0.72	0.76	0.64	aufgeständert
	Variante 2	34	0.69	0.67	0.72	0.63	aufgeständert
	Variante 3	63	0.62	0.60	0.64	0.60	aufgeständert
	Variante 4	121	0.62	0.60	0.65	0.62	aufgeständert
Objekt 10	Variante Ia	9	0.87	0.79	0.98	0.70	aufgeständert
Objekt 11	Variante Ia	17	0.77	0.75	0.79	0.66	angebaut
	Variante Ib	17	0.80	0.78	0.82	0.77	integriert
	Variante 2a	24	0.74	0.72	0.76	0.64	angebaut
	Variante 2b	24	0.77	0.75	0.79	0.75	integriert
	Variante 3a	18	0.83	0.80	0.85	0.66	angebaut
	Variante 3b	37	0.76	0.74	0.78	0.62	angebaut
	Variante 3c	54	0.72	0.70	0.74	0.61	angebaut
	Variante 3d	20	0.76	0.74	0.78	0.65	aufgeständert
	Variante 4	61	0.67	0.65	0.69	0.65	
Objekt 12	Variante I	27	0.69	0.67	0.71	0.64	angebaut
	Variante 2	5	1.02	0.99	1.05	0.70	aufgeständert
	Variante 3	32	0.68	0.66	0.70	0.65	angebaut/aufgeständert
Objekt 13	Variante Ia	22	0.72	0.70	0.74	0.65	angebaut
	Variante Ib	22	0.74	0.72	0.76	0.76	integriert
Objekt 14	Variante Ia	33	0.70	0.69	0.72	0.63	angebaut
	Variante Ib	33	0.73	0.71	0.75	0.73	integriert
Objekt 15	Variante Ia	14	0.85	0.83	0.87	0.79	integriert
	Variante Ib	14	0.91	0.89	0.93	0.79	integriert
	Variante Ic	29	0.77	0.76	0.79	0.74	integriert
	Variante Id	14	0.79	0.77	0.82	0.67	aufgeständert
	Variante 2a	6	1.02	0.99	1.06	0.70	angebaut
	Variante 3a	20	0.79	0.77	0.82	0.68	aufgeständert/angebaut
	Variante 4	5	geplante Fassadenanlage				aufgeständert/angebaut
Objekt 16	Variante Ia	36	0.69	0.62	0.79	0.62	angebaut
	Variante Ib	36	0.72	0.64	0.82	0.72	angebaut

Tabelle 4: Stromgestehungspreise bei 3% Verzinsung

	Stromgestehungspreis = KEV
	Stromgestehungspreis ≤ KEV
	Stromgestehungspreis ≥ KEV

Dabei ist zu beachten, dass sich bei Varianten, die sich aus mehreren Teilkraftwerken zusammensetzen (z.B. Objekt 9, Variante 4), sich die angegebene Einspeisevergütung aus den Einzeleinspeisevergütungen zusammensetzt. Sollten diese Teilkraftwerke als ein Kraftwerk im Sinne der KEV ausgeführt werden (ein einzelner Einspeisepunkt) z.B. aufgrund des KEV Zuschlages, ergäbe sich daraus eine Reduktion der Einspeisevergütung.

Daraus ist erkennbar, dass die Entfernung von Schnee ratsam ist, um eine 3%-ige Verzinsung zu erzielen. Lediglich 1 Objekt erreicht bei minimaler Einstrahlung bzw. maximaler Schneelagedauer eine 3% Rendite.

3.2 Gemeinsame Ausführung

Bei der gemeinsamen Ausführung können und müssen folgende Synergien genutzt werden um eine erhöhte Rentabilität zu erreichen:

- a) Einkauf Solarmodule: Eine gemeinsame Bestellung von Solarmodulen von über 500kW soll eine Reduktion der Solarmodulkosten von ca. 10% erreichen.
- b) Materialkosten: Bei Materialkosten wie Montagesysteme, Wechselrichter, Kabel etc. können bei einer Sammelbestellung ca. 5% eingespart werden
- c) Kranen / Arbeitssicherheit: Eine bis zu 10% Einsparung ist denkbar, wenn eine Langzeitmiete oder Kauf eines Kranes bzw. einer portablen Arbeitssicherheit in Erwägung gezogen wird.
- d) Lohnkosten Montage, Verkabelung: Aufgrund der Ausschreibung als Grossprojekt sind hier ebenfalls 10% an Einsparungen denkbar.
- e) Elektroplanung AC: Bei wiederholter Planung AC-seitiger Anschlüsse in einer Region wiederholen sich Abstimmungen mit örtlichen EWs sowie der ESTI. Daher sind Einsparungen von ca. 15% möglich
- f) Fachplanung: Aufgrund Synergien bei gleichen regionalen Vorschriften, gleichen Modul- und Wechselrichtertypen sowie einer Minimierung der Kommunikationswege können ca. 35% an Planungskosten bei der Detailplanung eingespart werden.

Die folgende Tabelle (s. auch Anhang 6.2) zeigt eine Übersicht über die Kosten als Summe von Einzelkraftwerken sowie bei Ausführung als Grossprojekt mit Sammelbestellung:

	mittlere Lebensdauer [Jahre]	Solarkraftwerke Ausführung als Grossprojekt	
		Summe Einzelkraftwerke Variante 1+16	Solarkraftwerke Ausführung als Grossprojekt Grossprojekt Variante 1+16
Alle Preisangaben in CHF, exkl. MwSt.			
Kostenschätzung			
- Module	25	3'017'710.-	2'682'321.-
- Wechselrichter	15	371'200.-	352'640.-
- Materialien, Unterkonstruktion, udgl.	30	345'085.-	327'831.-
- Anschlusskasten, Kabel, AC-Schrank udgl.		186'500.-	177'175.-
- Kranen, Arbeitssicherheit		236'000.-	212'400.-
- Montage, Verkabelung, Blitzschutz		283'650.-	191'160.-
- Elektroinstallation AC-seitig		371'500.-	315'775.-
- Fachplanung		486'000.-	315'900.-
- Gebäuden, Statiker, Reserven, Div.		85'000.-	50'000.-
Zwischentotal Etappierungen [CHF]		5'382'645.- CHF	4'625'202.- CHF
Spezifischer Preis pro Leistung [CHF/kWp]		9'733.-	8'363.-
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung mit branchenüblicher Verzinsung			
- Totale Kosten		5'382'645.- CHF	4'625'202.- CHF
- mittlerer Jahres-Ertrag		533'100 kWh	498'687 kWh
- max. Jahres-Ertrag		572'900 kWh	534'037 kWh
- min Jahres-Ertrag		493'300 kWh	463'337 kWh
- Verzinsung		4.00%	4.00%
- Laufzeit [Jahre]		25 Jahre	25 Jahre
- Annuität [CHF/a]		344'554.-	296'068.-
- URE (o.08 CHF/kWh)		42'648.-	39'895.-
- Versicherung [CHF]		16'100.-	13'900.-
TOTAL benötigter Ertrag [CHF]		403'302.-	349'863.-
kWh-Gestehtpreis [CHF/kWh] Mittel		0.76 CHF/kWh	0.70 CHF/kWh
kWh-Gestehtpreis [CHF/kWh] max.		0.70 CHF/kWh	0.66 CHF/kWh
kWh-Gestehtpreis [CHF/kWh] min.		0.82 CHF/kWh	0.76 CHF/kWh
Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ohne Verzinsung			
- Totale Kosten		5'382'645.- CHF	4'625'202.- CHF
- mittlerer Jahres-Ertrag		533'100 kWh	498'687 kWh
- max. Jahres-Ertrag		572'900 kWh	534'037 kWh
- min Jahres-Ertrag		493'300 kWh	463'337 kWh
- Verzinsung		0.00%	0.00%
- Laufzeit [Jahre]		25 Jahre	25 Jahre
- Annuität [CHF/a]		215'306.-	185'008.-
- URE (o.08 CHF/kWh)		42'648.-	39'895.-
- Versicherung [CHF]		16'100.-	13'900.-
TOTAL benötigter Ertrag [CHF]		274'054.-	238'803.-
kWh-Gestehtpreis [CHF/kWh] Mittel		0.51 CHF/kWh	0.48 CHF/kWh
kWh-Gestehtpreis [CHF/kWh] max.		0.48 CHF/kWh	0.45 CHF/kWh
kWh-Gestehtpreis [CHF/kWh] min.		0.56 CHF/kWh	0.52 CHF/kWh

Tabelle 5: Übersicht Gesamtkosten (Auszug aus Anhang 6.2)

3.3 Rückführung Investition

3.3.1 Kostendeckende Einspeisevergütung (KEV)

Unternehmen GOMS hat die Solarkraftwerke mit allen oben beschriebenen Varianten am 1. Mai 2008 zur Berücksichtigung der neu eingeführten kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) gemäss „Artikel 7a des Energiegesetzes neu“ zur Berücksichtigung eingegeben.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist die Berücksichtigung der Einzelprojekte unsicher und es wäre reine Spekulation zu sagen welche Projekte berücksichtigt werden könnten.

Vorschlag zur weiteren Vorgehensweise:

1. Bewilligte Projekte auf Ihre Rentabilität und Machbarkeit prüfen (z.B. kann Variante 4 des Schulhauses in Fiesch (Objekt 11) mit 3 Dächern als ein Solarkraftwerk den Zuschlag bekommen. Es ist zu prüfen, ob die verschiedenen Dächer als ein Solarkraftwerk im Sinne der KEV ausgeführt werden können)
2. Sollte die Ausführung gemäss Zuschlag KEV sinnvoll sein, sollten diese Projekte bevorzugt gebaut werden und die Einspeisevergütung ab 2009 beziehen
3. Die einzelnen Solarkraftwerke können im Rahmen einer Investorenregelung jeweils mit einer Kündigungsfrist von mindestens 1 Monat vor Ende des Kalenderjahres in ein anderes wirtschaftliches Rückführungsmodell überführt werden. (Stromversorgungsordnung, Art 2b)

3.3.2 Direktvermarktung

Ziel, besonders im Rahmen eines Grossprojektes, sollte es jedoch der direkte Verkauf des erzeugten Stromes an ein Elektrizitätsversorgungsunternehmen im Zuge einer Direktvermarktung (Modell 2 oder 3 des Energiegesetzes) sein. In diesem Zusammenhang kann ebenfalls der ökologische Mehrwert des produzierten Stromes in die Verhandlung einbezogen werden.

4 Mögliche weitere Vorgehensweisen

Im Folgenden sollen mögliche weitere Vorgehensweisen bei einer Ausführung als Grossprojekt als Diskussionsgrundlage kurz vorgestellt werden.

4.1 Randbedingungen

4.1.1 Termine

unternehmenGOMS möchte bereits die ersten Solarkraftwerke (2-3 Objekte) Ende 2008 in Betrieb sehen.

Vor weiterführenden Planungen muss dazu das Finanzierungsmodell feststehen sowie die Zustimmung der Gebäudeeigentümer eingeholt werden.

Abwarten auf den Entscheid der KEV würde diesen ambitiösen Ausführungsplan für die ersten Objekte terminlich nach heutigen Aussagen von Swissgrid in Frage stellen.

4.2 Ablaufplan

Da wegen des engen Terminplanes nicht alle Objekte zugleich ausgeführt werden können, sollte eine sinnvolle zeitliche Staffelung erfolgen.

4.3 Ausführung inkl. Ausbildung lokaler Handwerksbetriebe

Um die Nachhaltigkeit der energieregionGOMS nicht nur auf dem Energiesektor sondern auch wirtschaftlich zu stärken, wird die Ausführung des Gemeinschaftsprojektes durch lokale Handwerksbetriebe angedacht. Das dazu notwendige, PV-spezifische Know-How soll dabei in einem Training „on-the-job“ vermittelt werden. Vorstellbar ist folgender Ausbildungsaufbau:

- Selbststudium der theoretischen Grundlagen Photovoltaik (z.B. Wie funktioniert eine Solarzelle? Aus welchen Komponenten besteht ein Solarkraftwerk? etc), Unterlagen hierfür können von der energiebüro ag zusammengestellt werden.
- Training „on the job“ bestehend aus einem kurzem Theorieteil mit anschliessender praktischer Bearbeitung eines der zu realisierenden Objekte mit Themenschwerpunkt Ausführungsplanung und Ausführung Solarkraftwerk:
 - Layout Solarkraftwerk
 - Montagesystem Solarkraftwerk
 - Dimensionierung Wechselrichter
 - Verkabelung Module
 - AC-seitige Elektroanforderungen
 - Installation

4.3.1 Ziel

Ziel dieser „Ausbildung“ soll es sein, das notwendige PV-spezifische Know-how zu vermitteln, um die teilnehmenden regionalen Handwerksbetriebe in die Lage zu versetzen, zukünftige Solarkraftwerke selbständig zu umzusetzen. Im Rahmen des beschriebenen Grossprojektes sollte dabei eine Qualitätssicherung durch die energiebüro ag vorgesehen werden.

4.3.2 Zeitplan

Die Planung eines solchen Trainings wird ca. 3 Monate in Anspruch nehmen.

Dazu müssen die ausgewählten ‚Trainingsobjekte‘ vorher durchgeplant werden und Materialien zur Ausführung, wegen der zum Teil längeren Lieferzeit, bereits bestellt werden.

Die Durchführung vor Ort sollte ca. 4 Wochen nicht überschreiten (abhängig von Teilnehmeranzahl und Anzahl der dabei durchzuführenden Objekte).

4.3.3 Nachbereitung

Support nach dem Training kann z.B. in Form einer Hotline realisiert werden, über die den lokalen Handwerksbetrieben bei Bedarf Beratung zu spezifischen PV-Themen bei der Ausführung weiterer Objekte angeboten wird.

4.4 Gemeinsame Ausschreibung

Denkbar ist ebenfalls eine gemeinsame Ausschreibung mehrerer oder aller Objekte als Grossprojekt. Dies würde die oben beschriebenen kostenseitigen Synergien nutzen und die Attraktivität des Projektes für professionelle Solarunternehmer (im Vergleich zu einem Einzelprojekt) erhöhen. Jedoch bietet diese Lösung keine Nachhaltige Ausbildungsmöglichkeit für die Region Goms zum Thema Solarkraftwerke.

4.5 Mischvariante

Aufgrund des ehrgeizigen Terminplanes von unternehmenGOMS (bis Ende des Jahres sollen die ersten Solarkraftwerke in Betrieb sein) wäre auch eine Mischvariante denkbar, bei der die ersten Objekte ob der engen Terminalsituation von der energiebüro ag möglicherweise auch in Kooperation mit der sole-E suisse realisiert werden. Anschliessend werden, nach einer entsprechenden Vorbereitungsphase die nachfolgenden Objekte zu „Trainingsobjekten“ im Sinne von 4.3.

5 Grobterminplan

Der Grobterminplan ist in starkem Masse abhängig von der gewählten weiteren Vorgehensweise und kann erst nach einer Entscheidungsfindung zusammen mit unternehmenGOMS erstellt werden.

6 Anhänge

6.1 Dossiers zu Einzelobjekten

6.2 Zusammenstellung Kosten Grossprojekt