

Abgabedatum: 27.Juli 2009, 12.00 Uhr

---

# Semesterarbeit

## Energie- autarke Region Glarus Nord

---

Schule: Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
Departement Life Sciences und Facility Management  
Institut Umwelt und Natürliche Ressourcen

Korrektor 1: Andreas Graber  
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
8820 Wädenswil

Korrektor 2: Jürg Rohrer  
Up-To-Date Umwelttechnik AG  
Abluftreinigungsanlagen  
Linthlistrasse 9  
8868 Oberurnen

Verfasserin: Alice Hefti  
Bachelorstudiengang 2007  
Studienrichtung Umweltingenieurwesen

## Zusammenfassung

Die Strategie einer Energieunabhängigkeit besteht darin, vorhandene und lokale Energieformen zu nutzen. Dabei sollen vor allem erneuerbare Energien zum Einsatz kommen. Durch eine energieautarke Region kann die Umwelt geschont und eine Energieabhängigkeit aus dem Ausland vermieden werden.

Im Rahmen der Semesterarbeit wurde eine Bestandesaufnahme der Energieflüsse in der Region Glarus Nord gemacht. Massgebend dabei ist der aktuelle Energieverbrauch, aber auch die Produktion von Energie in der Region. Der Energieverbrauch setzt sich zusammen aus der Energie für die Wärme, den Treibstoff und die Elektrizität. Der regionale Energieverbrauch liegt heute bei 551 GWh pro Jahr, dies ergibt einen jährlichen Verbrauch von 4000 Watt pro Person. Der Selbstversorgungsgrad der Region beträgt aktuell 28%.

Vor allem mit Massnahmen im Bereich der Energieeffizienz könnte der Verbrauch von Energie um einen grossen Teil gesenkt werden. Für den Wärmebedarf ist zum Beispiel mit einer Einsparung von bis zu 50% zu rechnen. Gesamthaft könnte der Energiebedarf in Glarus Nord durch Effizienz in den kommenden Jahren auf 326 GWh pro Jahr reduziert werden.

Die Potentialermittlungen ergaben, dass bei der Wärmeproduktion ein enormes Potential für die Nutzung der Abwärme aus der KVA besteht. Die Wärmenutzung der KVA Niederungen beträgt heute nur 0.5% der total anfallenden Wärmeenergie. Mit einem erhöhten Wirkungsgrad liessen sich zusätzlich 150 GWh pro Jahr nutzen. Die zukünftige Wärmeenergieproduktion der Region Glarus Nord liesse sich rein theoretisch substituieren durch die Nutzung der Fernwärme aus der Kehrichtverbrennungsanlage. Weitere Potentiale für die Wärmeenergieproduktion werden in der Nutzung von Sonnenenergie und Holzenergie gesehen. Unter der Einhaltung der Energie-Effizienz könnte die aktuelle Stromproduktion den elektrischen Energiebedarf bereits in den kommenden Jahren abdecken. Durch Photovoltaikanlagen und dem Ausbau von Trinkwasser-Kraftwerken kann die Stromproduktion zu dem erhöht werden. Eine mit Holz betriebene Kraft-Wärme-Kopplungsanlage und die Nutzung der Windenergie ist für eine gesteigerte Stromproduktion ebenfalls in Betracht zu ziehen. Durch den Einsatz neuester Technologie könnte der Energieverbrauch für den Treibstoff gesenkt werden. Zudem könnte durch den Einsatz von Steckdosenhybrid-Fahrzeugen ein neues energiesparendes Verkehrskonzept entstehen.

Durch die Nutzung von neuen regionalen Energieformen und durch die Senkung vom aktuellen Energieverbrauch, könnte der Selbstversorgungsgrad der Region Glarus Nord auf über 80% erhöht werden. Glarus Nord könnte folglich in den nächsten Jahrzehnten eine energieunabhängige Versorgung anstreben. Energieformen aus einheimischen und erneuerbaren Ressourcen könnten die Energieversorgung dominieren und einen Weg in eine zukunftsweisende Energiepolitik einschlagen.

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	0
2	Grundlagen.....	0
	2.1 Region Glarus Nord .....	0
	2.2 Definition Energieunabhängigkeit .....	0
3	Methoden.....	0
	3.1 Literaturrecherche .....	0
	3.2 Kriterienliste Ressourcen der Region Glarus Nord .....	0
4	Ergebnisse.....	0
	4.1 Bestandesaufnahme der Ressourcen- und Energieflüsse .....	0
	4.1.1 Holz .....	0
	4.1.2 Elektrizität .....	0
	4.1.3 Erdgas .....	0
	4.1.4 Erdöl .....	0
	4.1.5 Sonnenenergie .....	0
	4.1.6 Fernwärme / Abfall .....	0
	4.1.7 Biogas .....	0
	4.1.8 Geothermie, Grundwassernutzung und andere Umweltwärme .....	0
	4.1.9 Treibstoffe .....	0
	4.1.10 Wasserkraft .....	0
	4.1.11 Windkraft .....	0
	4.2 Energiebilanz der Verbraucher .....	0
	4.3 Aktueller Selbstversorgungsgrad der Region Glarus Nord .....	0
5	Diskussion.....	0
	5.1 Potential der einheimischen Ressourcen .....	0
	5.1.1 Energie- Effizienz .....	0
	5.1.2 Holz .....	0
	5.1.3 Sonnenenergie .....	0
	5.1.4 Abfall/Abwärme .....	0
	5.1.5 Geothermie .....	0
	5.1.6 Biogas / Biotreibstoffe .....	0
	5.1.7 Wasserkraft .....	0
	5.1.8 Windkraft .....	0
	5.1.9 Kriterienliste der Potentiale einheimischer Ressourcen .....	0

---

5.2 Konzept zur Selbstversorgung .....	0
5.2.1    Wärmeversorgung .....	0
5.2.2    Stromversorgung .....	0
5.2.3    Treibstoffversorgung .....	0
5.3 Potentieller Selbstversorgungsgrad der Region Glarus Nord .....	0
5.4 Diskussion der Kriterienliste .....	0
6 Literaturverzeichnis.....	0

## 1 Einleitung

Das Bestreben der Gesellschaft nach einer nachhaltigen umweltbewussten Energieversorgung steigt stetig. Durch die hohen Energiepreise und der Abhängigkeit von importierter Energie aus dem Ausland, wird immer häufiger die Nutzung von erneuerbaren und lokalen Energieträgern gefordert. Die Region Glarus Nord bietet gute Voraussetzungen für den Einsatz von erneuerbaren Energien, die Potentiale liegen im Bereich Sonne, Holz, Erd- oder Fernwärme, Wasser und Wind.

Im Rahmen der Semesterarbeit soll eine Bestandsaufnahme der Energieflüsse in der Region Glarus Nord gemacht werden. Dabei soll die Energiebilanz für diese Region erstellt und insbesondere der aktuelle Grad der Selbstversorgung mit erneuerbaren Energiequellen/-trägern bestimmt werden. Es soll dann das maximal nutzbare Potential der einheimischen erneuerbaren Energien aufgezeigt und mit Machbarkeitsüberlegungen die Realisierungschancen abgeschätzt werden. Schlussendlich wird das Konzept der "Energie-autarken Region" auf dessen Inhalte und Definition überprüft und zu den identifizierten aussagekräftigen Konzepten eine Aussage zur möglichen Zielerreichung in der Region Glarus Nord gemacht.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Region Glarus Nord

Die Region Glarus Nord setzt sich aus den Gemeinden Mühlehorn, Obstalden, Filzbach, Bilten, Niederurnen, Oberurnen, Näfels und Mollis zusammen. Ab dem Jahr 2011 wird gemäss der Gemeindestrukturreform von 2006 aus der Region Glarus Nord die Einheitsgemeinde Glarus Nord gebildet. Glarus Nord erstreckt sich auf einer Fläche von ungefähr 14'700 ha wobei grosse Höhenunterschiede das Landschaftsbild prägen. Mit 3'900 Einwohnern bildet Näfels die grösste Ortschaft von gesamthaft 15'980 Einwohnern in der Region Glarus Nord [1].



Abbildung 1: Karte Kanton Glarus

## 2.2 Definition Energieunabhängigkeit

Die Bezeichnung energieautark ist in der Literatur nicht definiert. Der Begriff Energieautarkie, was mit Energieunabhängigkeit gleich zu setzen ist, kann aber umschrieben und veranschaulicht werden.

Die Strategie einer Energieunabhängigkeit ist die lokale Nutzung von Energien in der Region. Dabei sollen vor allem erneuerbare Energien zum Einsatz kommen. Durch eine energieautarke Region kann die Umwelt geschont und eine Abhängigkeit von Energien aus dem Ausland vermieden werden. Die Verwendung von fossilen Energieträgern soll daher vermieden werden. Durch die lokale Energieerzeugung mit vorhandenen Ressourcen der Region, soll der eigene Energiebedarf abgedeckt werden. Der Energiebedarf einer Region setzt sich aus der Energie für die Elektrizität, die Wärme und den Treibstoff zusammen. Dabei können zum Beispiel Energieformen wie Holzenergie, Windenergie oder Solarenergie genutzt werden. Damit eine Energieunabhängigkeit für eine Region geschaffen werden kann, ist die Energie-Effizienz ein zentraler Aspekt und unerlässlich. Durch die Senkung des Energieverbrauchs können gute Bedingungen für eine Energieunabhängigkeit geschaffen werden.

Die Verwendung von ausländischen Energien führt zu einem Geldabfluss ins Ausland. Durch die Nutzung lokaler Roh- und Reststoffe kann die regionale Wertschöpfung gesteigert werden. Durch den Betrieb von lokalen Energieerzeugungsanlagen können Arbeitsplätze und neue Einnahmequellen geschaffen werden. Ein weiterer positiver Aspekt, für eine Region, die als energieautark gilt, ist die Vorbildfunktion für andere Regionen. Diese Vorbildfunktion kann zum Beispiel auch für die Entwicklung des Ökoenergie-Tourismus genutzt werden, was ebenfalls eine Schaffung von regionalen Arbeitsplätzen mit sich bringt und finanziell lohnenswert sein kann.

Die Lebensmittelproduktion soll durch die Erschließung von neuen Energien nicht in Konkurrenz gebracht werden. Daher wird auf einen grossflächigen Anbau von Energiepflanzen verzichtet.

In Österreich und Deutschland existieren bereits heute Regionen, die erfolgreich als energieautark bestehen. In der Schweiz werden zurzeit verschiedene Regionen zur Wandlung in eine Energieunabhängigkeit geprüft, es gibt in der Schweiz jedoch noch keine Gebiete die als energieautark gelten.

### **3 Methoden**

#### **3.1 Literaturrecherche**

Anhand der Literaturrecherche wurde ein Überblick über die verschiedenen Energien geschaffen. Dabei sollen die erneuerbaren Energien aber auch die aktuell verwendeten Energieformen berücksichtigt werden. Es soll recherchiert werden in welcher Form die Energien verwendet werden und welche Mengen an Ressourcen in der Region Glarus Nord genutzt werden. Die Literaturrecherche soll einen Überblick über verschiedene Aspekte der erneuerbaren Energien geben. Aspekte die behandelt werden sollen sind zum Beispiel die gesetzlichen Richtlinien oder die Kosten von erneuerbaren Energieformen.

Für die Literaturrecherchen werden bereits erstellte Studien herangezogen, die zum grössten Teil vom Internet stammen. Es sollen aber auch Informationen von Fachstellen und Fachleuten in die Semesterarbeit einbezogen werden. Bei den Fachstellen handelt es sich um das Departement Bau und Umwelt in Glarus sowie den Wasserversorgungen und Elektrizitätswerken der Region Glarus Nord.

### 3.2 Kriterienliste Ressourcen der Region Glarus Nord

Die Kriterienliste soll aufzeigen wo die Nutzung von erneuerbaren Energie sinnvoll ist. Dabei werden verschiedenen Kriterien beurteilt. Die Wahl der Kriterien sollte verschiedene Aspekte erfassen, damit eine möglichst breite Sichtweise über die verschiedenen erneuerbaren Energien geschaffen werden kann. Für die Wertung der Beurteilungskriterien werden Noten von 1 bis 6 vergeben. Die verschiedenen Kriterien unterliegen keiner Gewichtung, das heisst alle Kriterien sind in gleichem Masse aussagekräftig. Das Resultat der Kriterienliste soll als Wertung gelten, um schlussendlich eine Aussage über die Nutzung der verschiedenen Energieformen machen zu können. Je höher die gesamte Punktzahl aus der Kriterienliste, desto besser sind die Chancen für eine Nutzung der potentiellen Energieform.

Die Kriterien, nach denen eine Beurteilung statt findet, sind nachfolgend aufgeführt.

#### 1) Gesetzliche Richtlinien

Es soll abgeklärt werden, ob eine Nutzung von erneuerbaren Energien gesetzlich möglich ist oder nicht. Allfällige gesetzliche Einschränkungen die bei der Nutzung gemacht werden müssen, sollen beschrieben werden.

#### 2) Erschliessbarkeit

Es soll analysiert werden, wie die Verhältnisse zum erschliessen der neuen Energieform sind. Dabei sind die Strassenverhältnisse ein wichtiger Gesichtspunkt.

#### 3) Landschaftsbild

Bei der Nutzung von neuen Energieformen wird möglicherweise das Landschaftsbild beeinträchtigt. Je nach Nutzungsart kann dies grössere oder geringere Veränderungen auf das Landschaftsbild ergeben.

#### 4) Ökologie

Ein wichtiger Aspekt bei der Nutzung von neuen Energieformen ist die Umweltverträglichkeit, es soll analysiert werden, wie sich die Nutzung auf die Umwelt auswirkt.

#### 5) Kosten

Die Kosten zur Realisierung der Nutzung der erneuerbaren Energien werden grob abgeschätzt. Dabei sollen die Investitionskosten und die Unterhaltskosten berücksichtigt werden. Es werden keine genauen Angaben gemacht, wie sich die Kosten zusammensetzen. Sondern anhand der Literaturrecherchen ein Verhältnis zwischen den verschiedenen Energieformen geschaffen.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Bestandesaufnahme der Ressourcen- und Energieflüsse

Die Bestandesaufnahmen der Ressourcen- und Energieflüsse der Region Glarus Nord erfolgt von der Produktion und dem Import bis zum Endverbrauch.

#### 4.1.1 Holz

Glarus Nord verfügt über eine Waldfläche von 4'600 ha, diese Fläche bezieht sich jedoch nur auf den öffentlichen Wald. Hinzu kommt noch der Anteil der privaten Wälder, dieser liegt bei 582 ha.

Tabelle 1: Private und öffentliche Waldflächen ohne Gebüschwald in Glarus Nord

Waldeigentümer	Öffentliche Wälder [ha]	Private Wälder [ha]
Mühlehorn	296	31
Obstalden	399	66
Filzbach	331	84
Bilten	630	74
Niederurnen	525	41
Oberurnen	403	42
Näfels	1'266	78
Mollis	751	166
Total Glarus Nord	4'600	582

Mittelwerte aus den Jahren 2004- 2008

Die Daten der folgend aufgeführten Holzmengen sind immer als Durchschnittswerte aus den Jahren 2004 bis 2008 angegeben. Das anfallende Holz wird unterschiedlich genutzt die Aufteilung erfolgt in die Kategorien Stammholz, Industrieholz, Energieholz und übrige Sortimente. Der Anteil Energieholz macht mit gesamthaft 5464 m<sup>3</sup> pro Jahr etwa einen drittel der gesamten Nutzung aus [2].

Tabelle 2: Holznutzung Glarus Nord der öffentlichen Waldeigentümer

Öffentliche Waldeigentümer	Stammholz [m3]	Industrieholz [m3]	Energieholz Stückholz [m3]	Energieholz Schnitzel [m3]	Übrige Sortimente [m3]	Total Holzmenge [m3]
Mühlehorn	854	101	141	235	5	1'336
Obstalden	820	10	426	153	-	1'410
Filzbach	912	2	178	32	1	1'124
Bilten	1'484	169	723	319	19	2'715
Niederunen	407	10	345	483	1	1'244
Oberurnen	197	14	131	18	-	359
Näfels	2'848	99	646	513	-	4'106
Mollis	1'178	298	482	33	-	1'991
Total Glarus Nord	8'699	702	3'071	1'787	26	14'285

Mittelwerte aus den Jahren 2004- 2008

Tabelle 3: Holznutzung Glarus Nord der privaten Waldeigentümer

private Waldeigentümer	Stammholz [m3]	Industrieholz [m3]	Energieholz Stückholz [m3]	Energieholz Schnitzel [m3]	Übrige Sortimente [m3]	Total Holzmenge [m3]
Mühlehorn	21	-	41	8	-	70
Obstalden	21	-	109	-	-	130
Filzbach	66	-	92	-	-	158
Bilten	37	-	24	1	4	65
Niederunen	-	-	42	-	-	42
Oberurnen	8	-	27	4	-	39
Näfels	199	-	61	-	-	260
Mollis	261	12	198	-	-	471
Total Glarus Nord	613	12	594	12	4	1'235

Mittelwerte aus den Jahren 2004- 2008

Die Angaben der Holznutzungen sind in fester Holzmasse in Kubikmeter inklusive Rinde, das heisst ein Kubikmeter Holz ohne Zwischenräume. Unter dem Begriff Energieholz sind das energetisch genutzte Holz sowie energetische Holzprodukte wie Holzschnitzel zu verstehen. Materialien wie zum Beispiel Sägemehl, Rinde oder Schwarten, die als Abfallprodukte vom Nutz- und Industrieholz gelten und anschliessend zur Produktion von Energieholz verwendet werden, sind nicht unter dem Anteil Energieholz aufgeführt, sondern unter der Holzmenge der primären Holzverwendung. Diese Abfallprodukte vom Stamm- und Industrieholz können zum Beispiel für die Herstellung von Holzpellets verwendet werden.

Der Anteil der Abfallprodukte, die anschliessend als Energieholz verwendet werden, kann mit je 30% der Stamm- und Industrieholzmenge berücksichtigt werden [3]. Bei dem Stammholz ergibt sich dadurch eine Holzmenge von 2'800 m<sup>3</sup> und bei dem Industrieholz eine Holzmenge von

210 m<sup>3</sup> pro Jahr. Der daraus resultierende Energieinhalt von Abfallprodukten aus Stammholz ergibt eine Energiemenge von zirka 6'700 MWh, die Energiemenge für Abfallprodukte aus Industrieholz beträgt etwas mehr als 500 MWh pro Jahr.

Energieholz in Form von Stückholz wird hauptsächlich aus Laubholz gewonnen, der Anteil vom Stückholz aus Laubholz beträgt zirka 90%, 10% des Stückholzes wird folglich aus Nadelholz hergestellt. Auch Hackschnitzel werden mit zirka 70% überwiegend aus Laubholz hergestellt, die restlichen 30% der Hackschnitzel werden aus Nadelholz hergestellt [2]. Die Energieholzmenge von total 3'665 m<sup>3</sup> der privaten und öffentlichen Wälder beim Stückholz entspricht einem Energieinhalt von 11'116 MWh pro Jahr. Der Energieinhalt der Hackschnitzel beträgt 5'345 MWh bei einer totalen Menge von 1'799 m<sup>3</sup> pro Jahr. Bei der Berechnung wurden die verschiedenen Heizwerte von Laubholz und Nadelholz berücksichtigt. Für das Nadelholz wurde der Heizwert 2'323 kWh/ m<sup>3</sup> angenommen und für das Laubholz 3'133 kWh/ m<sup>3</sup>. Für die Berechnung des Energieinhalts für das Stückholz und die Hackschnitzel wurde aus den Heizwerten vom Laubholz und Nadelholz ein Misch- Heizwert verwendet [4].

Die totale Energiemenge von energetisch genutztem Holz für die Region Glarus Nord errechnet sich aus den Abfallprodukten vom Stamm- und Industrieholz, dem Stückholz und den Hackschnitzeln. Die Energiemenge die total zur Verfügung steht, beträgt etwa 23'700 MWh pro Jahr.

Tabelle 4: Energieinhalt energetisch genutzter Hölzer

Holzart	Holzmenge [m <sup>3</sup> ]	Misch- Heizwert [kWh/m <sup>3</sup> ]	Energieinhalt [MWh]
Abfallprodukte Stammholz	2'800	2'404	6'731
Abfallprodukte Industrieholz	210	2'566	539
Stückholz (Energieholz)	3'665	3'033	11'116
Hackschnitzel (Energieholz)	1'799	2'971	5'345
Total Glarus Nord	8'474		23'731

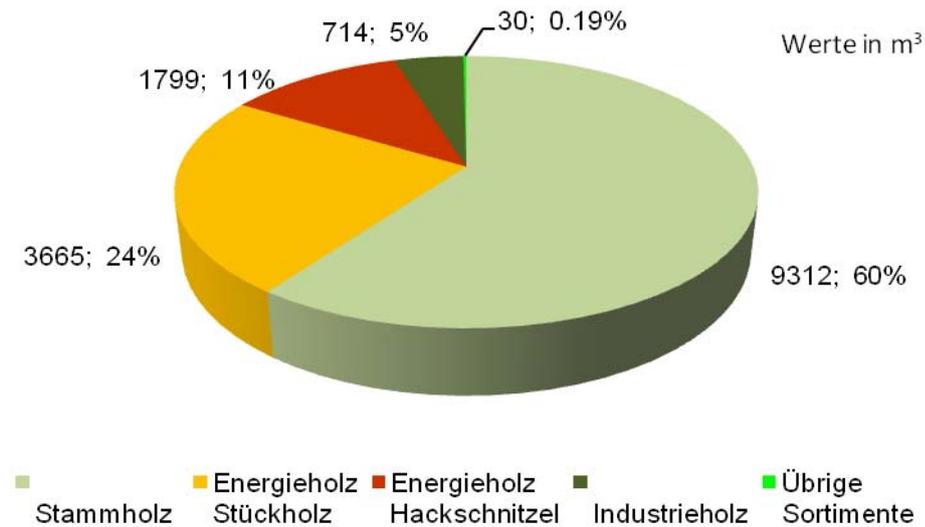


Abbildung 2: Holznutzung Glarus Nord, der privaten und öffentlichen Wälder

Die Abfallprodukte vom Stamm- und Industrieholz, die anschliessend energetisch genutzt werden, sind in der Abbildung 2 nicht unter der Energieholzmenge aufgeführt, sondern unter deren primären Nutzung als Stamm- und Industrieholz.

Vergleicht man die Produktionsmengen an Energieholz der Jahre 2004 bis 2008, ist keine Tendenz für eine Erhöhung oder Reduktion in der Region Glarus Nord festzustellen [2].

### 4.1.2 Elektrizität

Der Strom in der Region Glarus Nord wird von den Elektrizitätswerken oder den Elektrizitätsversorgungen geliefert. Die grösseren Industriebetriebe produzieren teilweise auch selber Strom und gelten somit als Eigenversorger. Gesamthaft wurden für den Kanton Glarus im Jahr 2006/2007 mehr als 135'000 MWh elektrische Energie verbraucht, wobei mit 22'410 MWh die Eigenversorger etwa einen Sechstel des Gesamtverbrauchs ausmachen [5].

Tabelle 5: Verbrauch von elektrischer Energie, Jahr 2006/2007

Verbrauch elektrischer Energie	Gemeinde bzw. Werk oder Versorgung [MWh]	Eigenversorger [MWh]
EV Filzbach	5'510	
EV Obstalden	1'748	
EV Mühlehorn	2'110	
EV Bilten	13'716	
EV Niederurnen	32'000	
EV Oberurnen	5'933	
EW Näfels	36'834	
EW Mollis	14'754	
KVA Niederurnen		19'800
ARA Bilten		850
Blechemballagen AG, Näfels		10
Landolt AG, Näfels		50
F.C. Jenny, Ziegelbrücke		1'700
	112'605	22'410
Total Glarus Nord	135'015	

In der folgenden Abbildung 3 fehlen die Angaben über den Verbrauch von elektrischer Energie für das Jahr 2004/2005, für dieses Jahr standen keine Daten zur Verfügung. Für die Jahre 2001/2002 und 2002/2003 sind keine Daten über den Stromverbrauch der Eigenversorger bekannt, daher werden diese nicht aufgeführt.

Der Stromverbrauch für den Schienenverkehr in der Region Glarus Nord ist unter dem Kapitel Treibstoffe aufgeführt.

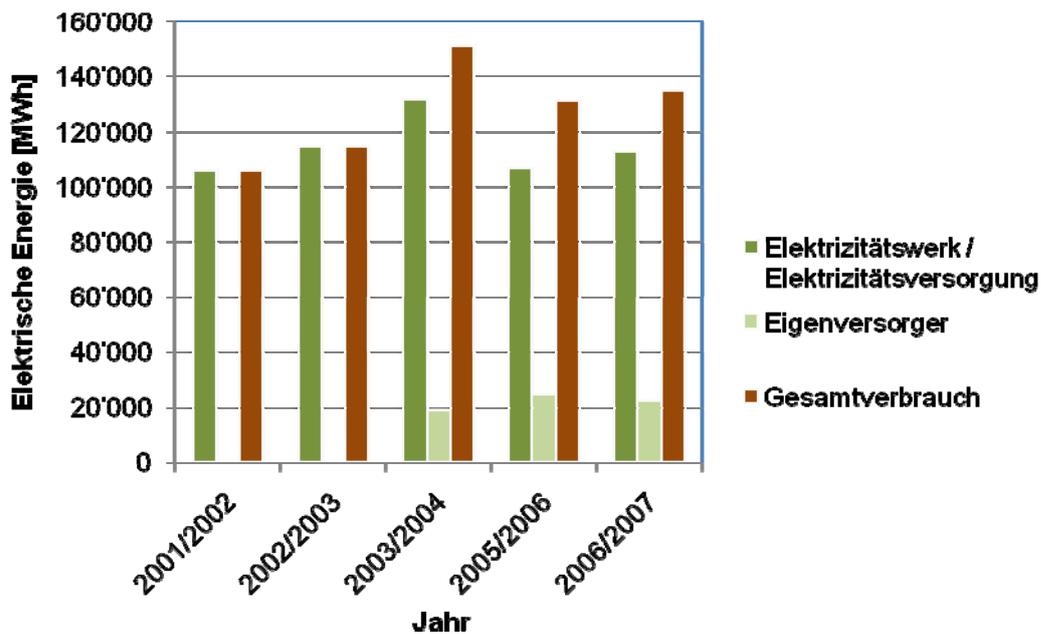


Abbildung 3: Verbrauch elektrischer Energie Jahr 2001 - 2007

Bei der Stromproduktion machen die Wasserkraft und die Kehrichtverbrennungsanlage in Niederurnen den Hauptanteil aus, genauere Angaben dazu werden im Kapitel 4.1.6.Fernwärme/Abfall und dem Kapitel 4.1.10 Wasserkraft erläutert. Durch die Wasserkraft werden jährlich 38'212 MWh elektrische Energie produziert. Der grösste Stromlieferant ist aber die Kehrichtverbrennungsanlage mit 81'800 MWh pro Jahr. Gesamthaft wurden im Jahr 2006/2007 in der Region Glarus Nord fast 121 GWh elektrische Energie produziert [5].

Tabelle 6: Produktion Elektrizität Region Glarus Nord Jahr 2006/2007

Ortschaft	Wasserkraft [MWh]	ARA [MWh]	Photovoltaik [MWh]	KVA [MWh]	Total [MWh]
Mühlehorn	800		-		800
Obstalden	-		-		0
Filzbach	500		-		500
Bilten	-	850	-		850
Niederurnen	10'900		5	81'800	92'705
Oberurnen	700		22		722
Näfels	25'312		21		25'333
Mollis	-		16		16
Total Glarus Nord	38'212	850	64	81'800	120'926

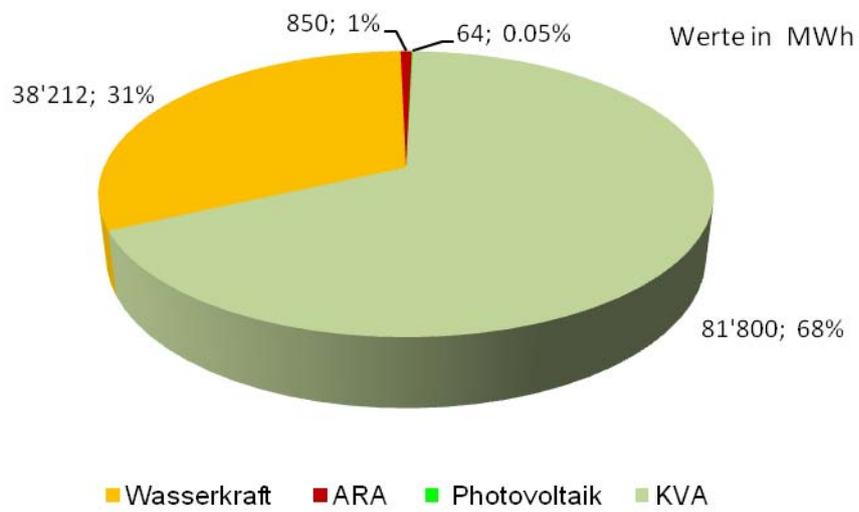


Abbildung 4: Produktion Elektrizität Region Glarus Nord

### 4.1.3 Erdgas

Die Erdgasversorgung der Gemeinden Bilten, Niederurnen und Oberurnen erfolgt durch die Erdgas Obersee AG. Die Gemeinde Näfels wird durch das Elektrizitätswerk Näfels versorgt, wobei das Elektrizitätswerk Näfels das Erdgas von der Erdgas Linth AG bezieht. Mollis bezieht das Erdgas direkt von der Ergas Linth AG. Die Gemeinden Mühlehorn, Filzbach und Obstallden sind nicht mit Erdgas erschlossen.

In der Region Glarus Nord wurde im Jahr 2006/2007 ein Gesamtverbrauch von 30'000 MWh Erdgas für die 12 Monate ermittelt. Die Grossabnehmer Fritz Landolt AG und Eternit AG verbrauchten mit 15,5 GWh etwa gleich viel Erdgas wie die Kleinverbraucher mit 14,5 GWh. Vergleicht man den Verbrauch an Erdgas mit den Vorjahren, ist ein leicht erhöhter Verbrauch von Jahr zu Jahr fest zustellen [6]. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das Erdgasnetz kontinuierlich ausgebaut wird und neue Verbraucher an das Netz angeschlossen werden.

Tabelle 7: Verbrauch von Erdgas Jahr 2006/2007

Gemeinde	Verbrauch Gemeinde [MWh]	Verbrauch Grossabnehmer [MWh]	Verbrauch Grossabnehmer [MWh]	Verbrauch Gemeinde +Grossabnehmer [MWh]
		Eternit	F. Landolt AG	
Bilten	2'000			2'000
Niederurnen	2'800	11'000		13'800
Oberurnen	800			800
Näfels	5'700		4'500	10'200
Mollis	3'200			3'200
Total Glarus Nord	14'500	11'000	4'500	30'000

Der Verbrauch von Propan betrug im Jahr 2006/2007 in der Region Glarus Nord 899 MWh [6]. Die Menge an verbrauchtem Propan in Glarus Nord wurde ausgehend von der Gesamtmenge des Kantons Glarus berechnet. Dabei wurden die Anteile der Wohnbevölkerung, der Gewerbebetriebe und der Industriebetriebe berücksichtigt [1] [7]. Dabei wurde davon ausgegangen, dass sich 50 % der Gewerbe- und Industriebetriebe in der Region Glarus Nord befinden.

Tabelle 8: Verbrauch von Propan Jahr 2006/2007

Verbraucher	Propan Verbrauch MWh
Einfamilienhäuser	219
Gewerbe	542
Industrie	139
Total Glarus Nord	899

#### 4.1.4 Erdöl

Bei der Grösse der Anlage wird unterschieden zwischen kleinen Ölfeuerungen (<350 kW) und grossen Ölfeuerungen (>350 kW). Zur Umrechnung der verbrauchten Ölmenge in Tonnen auf die Energiemenge in kWh wird angenommen das 1 Tonne Erdöl einer Energiemenge von 11'830 kWh entspricht [8].

Ölfeuerungen mit einer Leistung unter 350 kW machen bei dem Gesamtölverbrauch für die Region Glarus Nord den grösseren Teil aus siehe Tabelle 9. Der Gesamtölverbrauch im Jahr 2006 liegt bei über 18'000 Tonnen. Bei den grossen Ölfeuerungen weist Bilten einen hohen Ölverbrauch auf, der mit 1'200 Tonnen hauptsächlich durch die Firma Wannerit hervorgeht. Mit einem Verbrauch von fast 1000 Tonnen Erdöl im Jahr ist die Firma Netstal Maschinen der Hauptbezüger in der Gemeinde Näfels [6].

Tabelle 9: Verbrauch von Erdöl kleine/grosse Ölfeuerungen - Daten Jahr 2006

Gemeinde	Ölverbrauch kl. Ölfeuerungen [t]	Energiemenge kl. Ölfeuerungen [MWh]	Ölverbrauch gr. Ölfeuerungen [t]	Energiemenge gr. Ölfeuerungen [MWh]
Mühlehorn	572	6'767	-	-
Obstalden	594	7'027	-	-
Filzbach	694	8'210	140	1'656
Bilten	2'289	27'079	1'250	14'787
Niederurnen	2'883	34'106	504	5'962
Oberurnen	1'590	18'810	35	414
Näfels	3'445	40'754	1'472	17'413
Mollis	2'756	32'603	295	3'489
Total Glarus Nord	14'823	175'356	3'696	43'721

Tabelle 10: Gesamtverbrauch von Erdöl - Daten Jahr 2006

Gemeinde	Ölverbrauch [t]	Energiemenge [MWh]
Mühlehorn	572	6'767
Obstalden	594	7'027
Filzbach	834	9'866
Bilten	3'539	41'866
Niederurnen	3'387	40'068
Oberurnen	1'625	19'224
Näfels	4'917	58'167
Mollis	3'051	36'092
Total Glarus Nord	18'519	219'077

#### 4.1.5 Sonnenenergie

In Glarus Nord sind 19 Photovoltaikanlagen aufgeführt die elektrischen Strom erzeugen. Bei einigen Anlagen ist die gemessene produzierte Energiemenge aufgeführt, falls diese bekannt ist. Bei den Anlagen die keine Angaben zu den produzierten Energiemengen machen, wurde die installierte Leistung in kW peak (kWp) auf die produzierte Energiemenge in kWh umgerechnet, es wird gemäss Photovoltaik Energiestatistik (2007) angenommen das 1 kWp einer jährlichen Energiemenge von 805 kWh entspricht. Die Gemeinden Mühlehorn, Obstalden, Filzbach und Bilten verfügen über keine Photovoltaikanlagen [9].

Tabelle 11: Photovoltaikanlage- Stand in Glarus Nord 01.09.2008

Gemeinde	Anzahl Anlagen [Stk.]	Leistung [kWp]	Produzierte Energiemenge [MWh]
Niederurnen	3	5.320	4.706
Oberurnen	4	27.630	22.210
Näfels	5	33.750	20.828
Mollis	7	18.900	16.114
Total Glarus Nord	19	85.600	63.858

Sonnenkollektoren werden vor allem eingesetzt um das Trinkwasser zu erwärmen, die Kollektoren können aber auch zur Unterstützung der Raumheizung eingesetzt werden. Seit dem Jahr 2001 wurden in der Region Glarus Nord 60 Sonnenkollektor Anlagen mit einer Gesamtfläche von über 500 m<sup>2</sup> installiert. Der Ertrag den die Sonnenkollektoren vor allem für die Erwärmung des Wassers liefern, beläuft sich auf mehr als 302 MWh pro Jahr [10].

Tabelle 12: Installierte Sonnenkollektoren Stand 30.04.2008

Gemeinde	Anzahl Anlagen [Stk.]	Kollektorfläche [m <sup>2</sup> ]	Ertrag [MWh]
Mühlehorn	-	-	-
Obstalden	1	5.24	3.146
Filzbach	3	24.64	14.782
Bilten	3	32.67	19.602
Niederurnen	13	90.62	54.373
Oberurnen	5	42.55	25.533
Näfels	19	185.28	111.163
Mollis	16	123.55	74.136
Total Glarus Nord	60	504.55	302.735

#### 4.1.6 Fernwärme / Abfall

Im Nahwärmeverbund ist in Näfels eine Holzschnittelanlage in Betrieb. Die Leistung der Anlage beträgt 700 kW, an diesem Nahwärmeverbund angeschlossen sind das Altersheim, das Idaheim und Alterswohnungen in Näfels [5].

Die Kehrichtverbrennungsanlage in Niederurnen verbrennt jährlich tausende Tonnen von Kehricht. Der Kehricht stammt aus den Kantonen Glarus, Schwyz, St. Gallen und Graubünden. Wobei der Kanton Glarus mit 16'016 Tonnen im Jahr 2007/2008 nur etwa 14% der gesamten Menge von 118'000 Tonnen besteuerte. Für die Verbrennung des Kehrichts wird kein zusätzlicher Brennstoff benötigt, die Verbrennung wird nur durch Sauerstoffzugabe gefördert. Die Wärmemenge die aus dem Kehricht gewonnen wurde, beträgt mehr als 388 GWh. Ein grosser Teil der Energie blieb aber ungenutzt, die ungenutzte Energie ist daher gross und belaufen sich auf über 304 GWh pro Jahr. Dementsprechend klein ist der Wirkungsgrad von 22 % der Kehrichtverbrennungsanlage in Niederurnen [5].

Tabelle 13: Energiebilanz KVA Niederurnen Jahr 2006/2007

Kraftwerk	Input [GWh]	Verluste [GWh]	Wirkungsgrad [%]
KVA Niederurnen	388.7	304.9	22%

Die Wärme, die beim Verbrennen des Kehricht entstand, wurde hauptsächlich zur Stromproduktion genutzt. Der Energieinhalt des Kehrichts wurde mit Dampfturbinen in Strom umgewandelt. Der produzierte Strom deckte den Eigenbedarf von 19.8 GWh pro Jahr vollständig und die restliche produzierte elektrische Energie von 62 GWh wurde verkauft.

Tabelle 14: Stromproduktion KVA Niederurnen Jahr 2006/2007

Produktion [GWh]	Anteil vom Wärmeinput [%]	Eigenbedarf [GWh]	Verkauf [GWh]
81.8	21%	19.8	62.0

Nach der Stromproduktion steht Wärme zur Verfügung, die genutzt werden kann. Eine verschwindend kleine Energiemenge von nur gerade 0,5 % des Inputs wurde als Wärme genutzt. Dies entspricht 2 GWh pro Jahr, wovon ein Teil als Eigenbedarf verwendet wird und ein weiterer Teil als Fernwärme an verschiedenen Abnehmer in der Umgebung verkauft wird. Die Kehrichtverbrennungsanlage in Niederurnen betreibt ein Fernwärmenetz an das die Gebäude Raststätte Glarnerland, Berufsschule Ziegelbrücke, Schule an der Linth, Gewerbezentrum Fennen sowie ein Gebäude der KEHOS angeschlossen sind. Im Jahr 2006/2007 standen 1.7 GWh Energie aus der Kehrichtverbrennungsanlage für die Fernwärmebezügler zur Verfügung [5].

Tabelle 15: Genutzte Wärmeproduktion KVA Niederurnen Jahr 2006/2007

Produktion [GWh]	Anteil vom Input [%]	Eigenbedarf [GWh]	Verkauf [GWh]
2.0	0.5%	0.3	1.7

Tabelle 16: Fernwärmebezüger der KVA Niederurnen

Jahr	2006 /2007	2007/2008
Abnehmer	Energiemenge [MWh]	Energiemenge [MWh]
Raststätte Glarnerland, Niederurnen	470	644
Berufsschule Ziegelbrücke, Niederurnen	492	605
Schule an der Linth, Niederurnen	295	343
Gewerbezentrum Fennen Niederurnen	97	106
KEHOS AG, Glarus	377	321
Total KVA	1'731	2'019

#### 4.1.7 Biogas

Der grösste Teil der Abwässer vom Kanton Glarus werden in der Abwasserreinigungsanlage in Bilten gereinigt. Die Abwässer der Gemeinden Filzbach, Obstalden und Mühlehorn werden jedoch in der ARA Mittensee in Murg gereinigt. Der Anteil der Glarner Abwässer in der ARA Mittensee beträgt 38% [1]. Das Sernftal im Glarnerhinterland und Vorauen im Klöntal sind ebenfalls nicht an die ARA Bilten angeschlossen. Die St. Galler Gemeinden Weesen, Amden und Schänis sind jedoch an die ARA Bilten angeschlossen.

Bei der Klärschlammfäulung entsteht Faulgas welches in einem Blockheizkraftwerk zur Stromproduktion verwendet wird. Jährlich fallen etwa 700'000 m<sup>3</sup> Biogas an, aus dem das Blockheizkraftwerk Strom und Wärme produziert. Das Blockheizkraftwerk produziert pro Jahr etwa 3 GWh Wärme, die den Wärmebedarf der ARA Bilten vollständig deckt. Die Stromproduktion kann den eigenen Stromverbrauch der ARA nur zu 45% decken, es wird jährlich etwa 1 GWh Strom produziert [11].

Die Produktion von Biogas aus der ARA Bilten ist die einzige bedeutsame Produktionsstätte in der Region Glarus Nord.

#### 4.1.8 Geothermie, Grundwassernutzung und andere Umweltwärme

In der Region Glarus Nord sind zurzeit 30 Anlagen installiert, welche die Erdwärme nutzen. Die installierte Gesamtleistung beträgt zirka 320 kW [12]. Massgebend für eine Bewilligung zur Erstellung einer Anlage mit Erdwärmennutzung sind die hydrologischen und geologischen Verhältnisse. Im Talgrund von Oberurnen, Näfels und Mollis ist es nicht möglich Erdsonden zu bohren. Mehre Gutachten haben gezeigt, dass in diesem Bereich grosse Mengen an Grundwasser nahe der Oberfläche liegen [13]. In Mühlehorn, Obstalden und Filzbach sind die Verhältnisse aber gut um Bohrungen für Erdsondenanlagen zu erstellen. Mit 22 Erdsondenanlagen wird mehrheitlich die tiefe Geothermie genutzt. Erdkollektoren werden nur einige Meter unter der Erdoberfläche verlegt. Bei schlechten geologischen und hydrologischen Verhältnissen sind daher Erdkollektoren eher geeignet im Vergleich zu Erdsonden, die bis zu 200 Meter tief gebohrt werden können. Die Nachteile der Erdkollektoren im Vergleich zu den Erdsonden sind die höhere Grundfläche zur Verlegung des Erdkollektor und die geringer Bodentemperatur die einige Meter unter dem Boden vorherrscht.

Tabelle 17: Installierte Anlagen zur Erdwärmennutzung

Gemeinde	Anzahl Anlagen Erdsonden [Stk.]	Anzahl Anlagen Erdkollektoren [Stk.]
Mühlehorn	1	-
Obstalden	10	-
Filzbach	4	-
Bilten	3	1
Niederurnen	-	2
Oberurnen	-	2
Näfels	-	2
Mollis	4	1
Total Glarus Nord	22	8

Die Wärmegegewinnung aus Grundwasser in der Region Glarus Nord deckt einen grossen Bedarf an Energie im Bereich der Haushalte, Dienstleistung und der Industrie. Für die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe wird der Wert 3,4 angenommen. Die Vollbetriebsstunden der Wärmepumpe belaufen sich auf 2100 Stunden pro Jahr.

In den 8 Gemeinden der Region Glarus Nord sind zurzeit 73 Anlagen zur Grundwassernutzung installiert, die Gesamtleistung beträgt 1'786 kW. Die meisten Anlagen werden zur Wärmeproduktion verwendet, etwa 10% der Anlagen werden jedoch auch zur Kühlung verwendet. Der thermische Energieverbrauch beläuft sich auf 3,65 GWh davon ist 1,03 GWh elektrische Energie. Die Differenz davon beträgt 2,47 GWh und kann als Umgebungsenergie bezeichnet werden[12].

Tabelle 18: Installierte Anlagen mit Grundwassernutzung

Gemeinde	Installierte Leistung [kW]	Thermische Energie Verbrauch [MWh]	Elektrische Energie [MWh]	Umgebungsenergie Produktion [MWh]
Mühlehorn	-	-	-	-
Obstalden	-	-	-	-
Filzbach	-	-	-	-
Bilten	128	269	79	190
Niederurnen	194	407	120	288
Oberurnen	210	441	130	311
Näfels	730	1'378	373	906
Mollis	524	1'155	323	776
Total Glarus Nord	1'786	3'650	1'025	2'471

In Glarus Nord sind etwa 150 Luft- Wasser- Wärmepumpen mit einer Gesamtleistung von 756 kW installiert. Diese Annahme beruht auf dem Anteil der mittleren Wohnbevölkerung in der Region Glarus Nord und den gesamthaft installierten Luftwasser- Wärmepumpen im Kanton Glarus[5].

Die Zusammenstellung der gesamten genutzten Umweltwärme ergibt eine Leistung von über 2'800 kW, dabei wird mit 62% am häufigsten das Grundwasser genutzt.

Tabelle 19: Zusammenstellung Nutzung der Umweltwärme

Art der Umweltwärme	Leistung [kW]	Anteil [%]
Anlagen mit Erdwärmenutzung	320	11
Anlagen mit Grundwassernutzung	1'786	62
Anlagen mit Umgebungsluftnutzung	756	27
Total Glarus Nord	2'862	100

#### 4.1.9 Treibstoffe

Der Treibstoffverbrauch für die Fahrzeuge mit Dieselöl oder Benzin Betrieb der Region Glarus Nord wurde über den Treibstoffverbrauch der gesamten Schweiz ermittelt. Die Daten des Treibstoffverbrauchs sind auf die mittlere Wohnbevölkerung der Schweiz bezogen, die Annahmen zum Treibstoffverbrauch der Region Glarus Nord belaufen sich auf dessen Grundlagen. Somit konnte für die mittlere Wohnbevölkerung von 15'980 Einwohnern der Region Glarus Nord der Treibstoffverbrauch von Dieselöl und Benzin ermittelt werden. Der Verbrauch vom Benzin im Jahr 2007 beläuft sich auf 7239 Tonnen und ist im Vergleich zu den Vorjahren rückläufig. Der Verbrauch von Dieselöl als Treibstoff hat sich im Vergleich zu den Vorjahren erhöht und beläuft sich auf 4'176 Tonnen. Die verbrauchte Treibstoffmenge von über 11'000 Tonnen entspricht einem Energieinhalt von über 129 GWh pro Jahr. Der Treibstoffverbrauch vom Flugpetrol wird für diese Semesterarbeit nicht berücksichtigt. Für die Berechnung wird nur der Inlandabsatz berücksichtigt [14].

Tabelle 20: Verbrauch Dieselöl und Benzin Jahr 2007

Treibstoff	Verbrauch [t]	Brennwert [kWh/kg]	Energiemenge [MWh]
Benzin	7'239	11.90	86'144
Dieselöl	4'176	10.40	43'431
Total Glarus Nord	11'415		129'575

Die Jahresfahrleistung der verschiedenen Fahrzeuge wurde anhand des Fahrzeugbestands vom Jahr 2007 ermittelt [1]. Glarus Nord hatte im Jahr 2007 einen totale Fahrzeugbestand von über 12'000 Fahrzeugen, mit einer gesamt Jahresfahrleistung von über 156'000'000 km. Die Personenwagen machen mit über 70% den grössten Anteil bei der gesamt Jahresfahrleistung aus [15].

Tabelle 21: Fahrleistung der Fahrzeuge Glarus Nord Jahr 2007

Fahrzeug	Durchschnittliche Jahresfahrleistung [km/Fahrzeug]	Fahrzeugbestand [Anzahl Fahrzeuge]	Gesamte Jahresfahrleistung [km]
Personenwagen	13'469	8'961	120'691'668
Personentransportfahrzeuge 1)	15'743	459	7'226'982
Sachentransportfahrzeuge 2)	19'041	1'298	24'711'410
Motorräder	2'934	1'306	3'832'391
Total Glarus Nord		12'024	156'462'450

1) Motorwagen Gesellschaftswagen, Kleinbusse

2) Lieferwagen, Lastwagen, Sattelschlepper

Der Energieverbrauch für die Busse welche mit Erdgas betrieben werden, beläuft sich im Jahr 2008 auf 417 MWh. Der Energieverbrauch für die Busse mit Diesel Betrieb ergibt 1'943 MWh für das Jahr 2008. Der Gesamtenergieverbrauch für die Busse in Glarus Nord beträgt 2'360 MWh für das Jahr 2008 [6] [16]. Diese Angaben über den Energieverbrauch vom Diesel sind bereits in der Tabelle 20 aufgeführt. Die Angaben sollen eine Aufschlüsselung über den Treibstoffverbrauch im öffentlichen Verkehr ermöglichen.

Tabelle 22: Energieverbrauch Busse (öV) Jahr 2008

Treibstoff für Bus	Fahrleistung [km]	Heizwert [MJ/kg]	Energieverbrauch [MJ/100km]	Ges. Energieverbrauch [MJ]	Ges. Energieverbrauch [MWh]
Erdgas	50'400	46.50	2'976	1'499'904	417
Dieselöl	306'600	42.80	2'279	6'987'414	1'943

Seit dem Jahr 2006 wird in Niederurnen auf der Autobahnraststätte Glarnerland eine Erdgastankstelle durch die Erdgas Obersee AG betrieben. Der Verbrauch von Erdgas steigt seit der Inbetriebnahme der Erdgastankstelle und erreichte gemäss der Firma Erdgas Obersee im Jahr 2008 einen Verbrauch von 667 MWh [17]. Wie viele Erdgas Bezüger in der Region Glarus wohnhaft sind, ist jedoch nicht bekannt. Die Erdgastankstelle in Niederurnen ist die einzige Erdgastankstelle in Glarus Nord, zurzeit sind keine weiteren in Planung. Für Glarus Nord wird anhand vom Anteil der Wohnbevölkerung ein Verbrauch von 280 MWh im Jahr 2008 berechnet.

Tabelle 23: Erdgasverbrauch der Erdgastankstelle Niederurnen

Jahr	Verbrauch [MWh]
2006	541
2007	563
2008	667

Das SBB-Stromnetz wird mit Wechselstrom mit einer Frequenz von 16.7 Hz betrieben, das "normale" Stromnetz funktioniert mit einer Frequenz von 50Hz. Das heisst, die SBB betreibt für Ihren Bahnbetrieb ein komplett eigenes und unabhängiges Stromnetz. Die Region Glarus Nord verfügt über drei Strecken. Nr.1 geht von der westlichen Kantonsgrenze bis nach Ziegelbrücke, Nr.2 von Ziegelbrücke bis zur östlichen Kantonsgrenze und Nr.3 von Ziegelbrücke bis nach Näfels/Mollis. Der jährliche Energieverbrauch der SBB beträgt für die Region Glarus Nord 4'200 MWh pro Jahr, wobei etwa 80% für den Zugsverkehr benötigt werden und die restlichen 20% für die Infrastruktur der SBB [18].

Die Zusammenstellung über den gesamten Energieverbrauch für die Treibstoffe in der Region Glarus Nord zeigt auf, dass vor allem der Benzinverbrauch mit über 86 GWh pro Jahr sehr hoch. Die Energiemenge von Dieselöl beträgt 43 GWh und die vom Strom 10,5 GWh pro Jahr. Der gesamte Energieverbrauch für den Treibstoff in der Region beträgt über 133 GWh pro Jahr.

Tabelle 24: Zusammenstellung Treibstoffverbrauch Glarus Nord

Treibstoff	Energieverbrauch [MWh]
Dieselöl	43'431
Benzin	86'144
Erdgas	697
Strom (Schienenverkehr)	3'360
Total Glarus Nord	133'632

#### 4.1.10 Wasserkraft

Im Kanton Glarus hat die Wasserkraft einen hohen Stellenwert. Durch die Höhenunterschiede im Kanton ergeben sich gute Standorte für die Wasserkraft Nutzung. Der grösste Teil an elektrischer Energie aus Wasserkraft wird vom Kraftwerk Linth- Limmern produziert. Die Produktion liegt bei etwa 430 GWh elektrischer Energie für das Jahr 2007. Das Kraftwerk Linth- Limmern produziert annähernd die Hälfte der gesamthaft produzierten elektrischen Energie im Kanton Glarus.

In der Region Glarus Nord sind 12 Wasserkraftwerke in Betrieb, die Produktion von elektrischer Energie beträgt mehr als 38 GWh für das Jahr 2007. In Glarus Nord sind im Vergleich zum restlichen Kanton keine Kraftwerke in Betrieb, deren Leistung 10'000 kW überschreitet[19]. Die Elektrizitätswerke Niederurnen und Näfels produzieren am meisten elektrische Energie. In der Zentrale Rütiberg in Näfels wird je ein Generator mit Wasser vom Obersee und vom Brändbach betrieben. Der Rütibergweiher in Näfels wird wiederum genutzt, wobei in der Zentrale Risi Maschinengruppen bestehend aus Pelton- Turbine und Generator installiert sind.

Tabelle 25: Wasserkraftwerke Stand Jahr 2007

Gemeinde	Wasserkraftwerke [Stk.]	Gesamtleistung [kW]	Produktion aus Wasserkraft [MWh]
Mühlehorn	1	118	800
Filzbach	1	250	500
Niederurnen	4	3'200	10'900
Oberurnen	1	152	700
Näfels	5	4'555	25'312
Total Glarus Nord	12	8'275	38'212

#### 4.1.11 Windkraft

Zurzeit sind in der Region Glarus Nord keine Windkraftanlagen installiert.

## 4.2 Energiebilanz der Verbraucher

Die Aufteilung des Energieverbrauchs erfolgt in die Kategorien Industrie, Dienstleistung, privat Haushalte und Verkehr. Wobei die Anteile für die jeweiligen Sektoren anhand der Bestandesaufnahmen der Ressourcen- und Energieflüsse gewählt wurde. Da nicht bei allen Energieträgern eine Aufteilung in die verschiedenen Sektoren möglich war, wurden dort dieselben Prozentwerte wie im Energierichtplan für den Kanton Glarus gewählt [5].

Tabelle 26: Aufteilung des Energieverbrauchs nach Sektoren

Energieträger	Haushalte	Dienstleistung	Industrie	Verkehr
Strom	33%	22%	42%	3%
Öl	29%	8%	21%	42%
Erdgas	26%	18%	55%	1%
Holz	82%	13%	5%	0%
Umgebungswärme (Wärmepumpe)	43%	45%	13%	0%
Fernwärme, Anderes	0%	73%	27%	0%

Der Gesamtverbrauch an Energie der Region Glarus Nord liegt bei etwa 551 GWh pro Jahr. Wobei der grösste Anteil an Energie mit fast 40% in Form von Öl verwendet wird. Der Energieträger Elektrizität macht mit 135 GWh den zweit grössten Anteil aus, gefolgt vom Treibstoff für den Verkehr mit 134 GWh pro Jahr. Die restlichen Energieträger Erdgas, Holz, Fernwärme und Umgebungswärme machen nur etwas mehr als 10% am Anteil des Gesamtenergieverbrauchs aus. Unter dem Begriff Anderes sind die thermische Solarenergie und die Wärme aus dem Biogas der ARA in Bilten zu verstehen.

Tabelle 27: Gesamtenergieverbrauch der Region Glarus Nord

Energieträger	GWh/a	
Strom	135	24.5%
Öl	219	39.8%
Erdgas	31	5.6%
Holz	25	4.5%
Umgebungswärme (WP)	2	0.4%
Fernwärme, Anderes	5	0.9%
Treibstoffe (Verkehr)	134	24.3%
Summe	551	100.0%

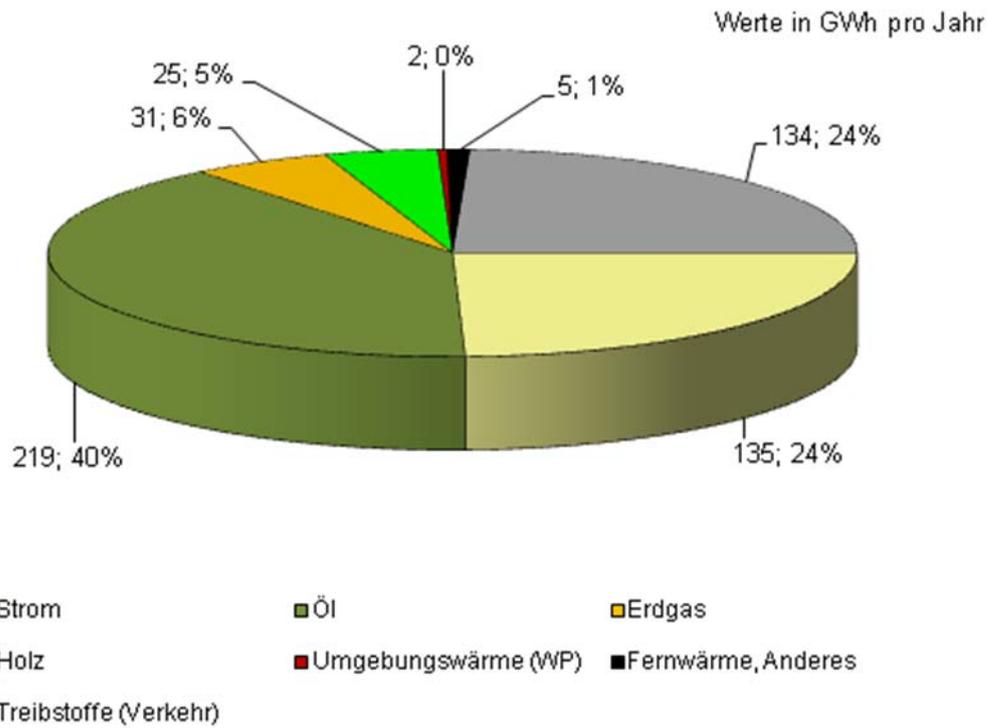


Abbildung 5: Gesamtenergieverbrauch der Region Glarus Nord

### 4.3 Aktueller Selbstversorgungsgrad der Region Glarus Nord

Die Region Glarus Nord verbraucht jährlich 551 GWh Energie. Dem Verbrauch gegenüber gestellt ist die Produktion von 153 GWh Energie pro Jahr, die in der Region erzeugt werden. Der aktuelle Selbstversorgungsgrad von Glarus Nord beträgt etwa 28 %. Vor allem wegen den Energieträgern Öl und Erdgas, die aus dem Ausland importiert werden müssen, ist die Produktionsmenge im Vergleich zum Verbrauch eher gering. Die Energie für den Treibstoff Benzin und Dieselöl muss ebenfalls vollumfänglich aus dem Ausland importiert werden, was die Bilanz für eine Selbstversorgung der Region tief hält. Der produzierte Strom in der Region Glarus Nord, kann einen grossen Teil des Verbrauchs der Region abdecken, es müssen dennoch zusätzlich 14 GWh pro Jahr importiert werden. Die Energiemengen erzeugt aus Holz, Umgebungswärme und Fernwärme werden voll umfänglich in der Region hergestellt.

Tabelle 28: Vergleich von Produktion/Verbrauch der Energien

Energieform	Produktion [GWh/a]	Verbrauch [GWh/a]	Differenz [GWh/a]
Strom	121	135	-14
Öl	0	219	-219
Erdgas	0	31	-31
Holz	25	25	0
Umgebungswärme (WP)	2	2	0
Fernwärme, Solar, Anderes	5	5	0
Treibstoffe (Verkehr)	0	134	-134
Summe	153	551	-398

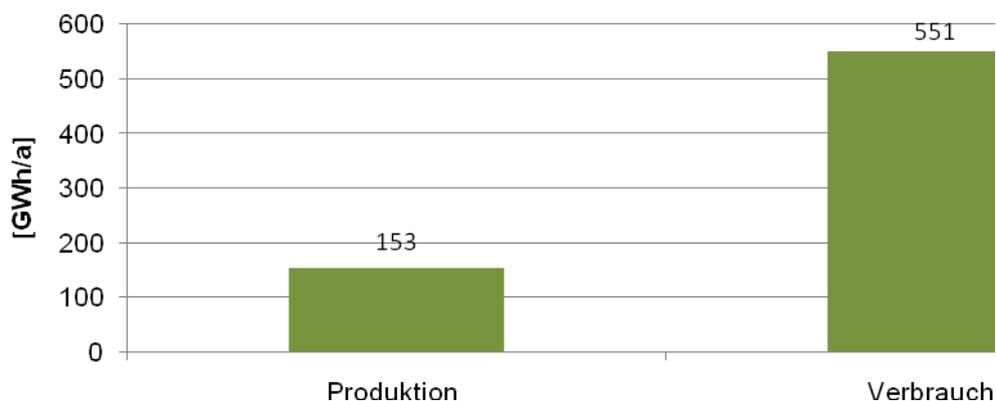


Abbildung 6: Vergleich von Produktion/Verbrauch der Energien

Der Anteil der erneuerbaren Energien beträgt in der Region Glarus Nord aktuell etwa 18%. Der grösste Anteil bei den erneuerbaren Energien macht die Elektrizität aus, wobei davon ausgegangen wird, dass die Hälfte des gesamten Elektrizitätsverbrauchs aus erneuerbaren Energien stammt. Diese Angabe beruht auf der Analyse von den Stromkennzeichnungen der verschiedenen Gemeinden. Mit Holzfeuerungen werden jährlich mehrere GWh Energie erzeugt, der resultierende Anteil von Holz an den erneuerbaren Energien beträgt 25 GWh pro Jahr. Zu den erneuerbaren Energien kommt zusätzlich mit 2 GWh pro Jahr noch der Anteil Umgebungswärme der Wärmepumpen hinzu. Zusätzliche 5 GWh pro Jahr werden durch die Fernwärme der KVA Niederunnen, die thermische Solarenergie und Wärmeproduktion der ARA Bilten erzielt. Die gesamte Energiemenge aus erneuerbaren Energien in Glarus Nord beträgt 99.5 GWh pro Jahr, die Energiemenge aus nicht erneuerbaren Energien beträgt mit 451.5 GWh pro Jahr über viermal so viel.

Tabelle 29: Aufteilung erneuerbare/nicht erneuerbare Energien

Energieform	Erneuerbare Energie [GWh/a]	nicht erneuerbare Energie [GWh/a]
Strom	67.5	67.5
Öl	-	219
Erdgas	-	31
Holz	25	-
Umgebungswärme (WP)	2	-
Fernwärme, Anderes	5	-
Treibstoffe (Verkehr)	-	134
Summe	99.5	451.5

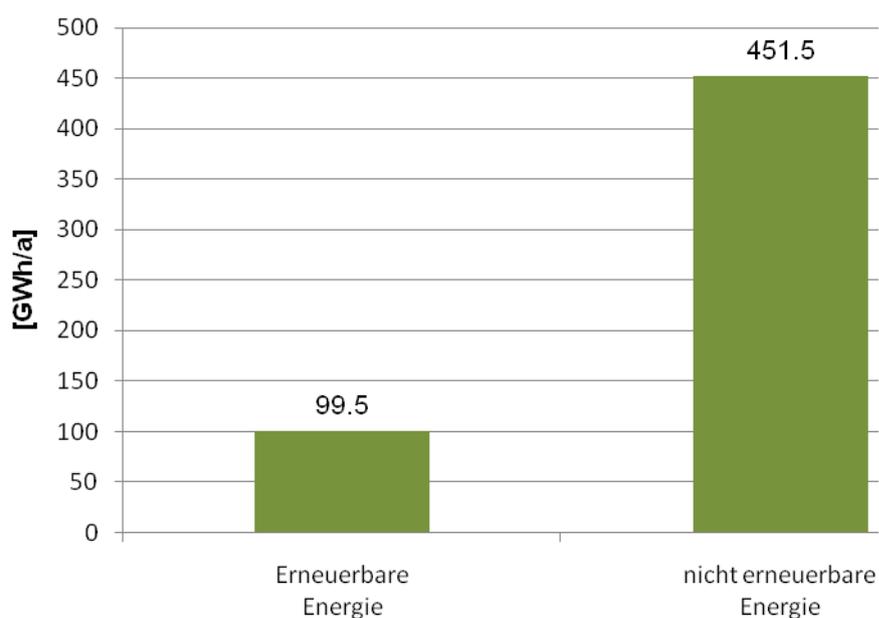


Abbildung 7: Aufteilung erneuerbare/nicht erneuerbare Energien

## 5 Diskussion

### 5.1 Potential der einheimischen Ressourcen

#### 5.1.1 Energie- Effizienz

Gemäss verschiedenen Quellen lässt sich der Energieverbrauch in den nächsten Jahren je nach Anwendungsbereich um einen grossen Teil verringern.

Tabelle 30: Massnahmen und Einsparung / Energieeffizienz

Energieart	Massnahme	Einsparung
Elektrizität	effizientere Geräte	32%
Wärme	bessere Wärmedämmung	50%
Treibstoff(Personenwagen)	„Best available Technology“	35%
Treibstoff>Lastwagen)	„Best available Technology“	20%
Treibstoff(Schienenverkehr)	„Best available Technology“	15%

Der Elektrizitätsverbrauch lässt sich mit dem Einsatz von effizienteren Geräten und der heute verfügbaren Technik um etwa 32% verringern. Dabei kommen im Haushalt zum Beispiel Stromsparlampen oder Geräte mit der Kategorie A++ zum Einsatz [20]. Eine Reduktion des Stromverbrauchs ist auch auf die Vermeidung vom Modus Stand-by zu erreichen. Durch Sanierungen bei bestehenden Gebäuden könnte der aktuelle Energieverbrauch für die Raumheizung und Warmwassererzeugung um die Hälfte reduziert werden. Mit dem Einsatz von besserer Wärmedämmung der Gebäude liesse sich so ein grosser Teil bisher verwendeten Energie einsparen. Durch den Einsatz von Hybridfahrzeugen liesse sich bei Personenwagen eine Einsparung des Energieverbrauchs von bis zu 35% erzielen. Bei den Lastwagen könnte die Einsparung 20% betragen und beim Schienenverkehr noch 15% [21].

Die Einsparpotentiale im Bereich Elektrizität, Wärme und Treibstoff sind alle ohne Verhaltensänderungen der Bevölkerung aufgeführt. Durch Verhaltensänderungen im Haushalt und Verkehr, und dem schonenderen Umgang mit Energien, liessen sich die Einsparpotentiale wesentlich erhöhen.

### 5.1.2 Holz

Das theoretische Zuwachspotential der öffentlichen und privaten Wälder in der Region Glarus Nord beträgt 27'295 m<sup>3</sup> Schaftholz (gesamte Masse eines Schaftes ohne Äste) pro Jahr. Das zurzeit nutzbare Zuwachspotential beläuft sich auf 18'209 m<sup>3</sup> Schaftholz pro Jahr. Als Zuwachspotential wird die Menge Holz definiert, die pro Jahr im Wald nach wächst. Gründe, die dazuführen, dass bis heute nicht die theoretische Holzmenge genutzt werden, sind schlecht erschlossene Gebiete und extreme Standorte. Diese Bedingungen führen dazu, dass eine Nutzung von Holz an solchen Standorten finanziell nicht lohnenswert ist. Ein weiterer Grund für die ungenutzte Holzmenge ist der Anteil Waldreservat, der sich auf ca. 10% der Waldfläche beläuft. Viel zu teuer für eine Nutzung ist auch das Holz, das bei Waldpflegearbeiten anfällt und einen zu geringen Durchmesser (unter 15-20 cm) aufweist. Daher wird bis heute lediglich 18'209 m<sup>3</sup> Schaftholz pro Jahr genutzt. Falls die Preise für das Holz aber in Zukunft steigen werden, ist eine Nutzung der schlecht erschlossenen Gebiete und der ungenutzten Holzmenge in Betracht zu ziehen. Zusätzlich nutzbar wäre in Zukunft somit die Differenz zwischen dem theoretischen Zuwachspotential und dem zurzeit nutzbaren Zuwachspotential. Was ein gesamthaftes Potential der öffentlichen und privaten Wälder von 27'295 m<sup>3</sup> Holz pro Jahr ergeben würde [2].

Tabelle 31: Zuwachspotential Schaftholz im öffentlichen Wald  
auf Basis des Zuwachses der kantonalen Waldinventur

Öffentliche Waldeigentümer	Theoretisches Zuwachspotential m <sup>3</sup> /Jahr	Nutzbare Zuwachspotential m <sup>3</sup> /Jahr
Mühlehorn	1'470	980
Obstalden	2'080	1'330
Filzbach	1'690	1'150
Bilten	3'580	2'520
Niederunen	2'920	2'010
Oberunen	2'190	1'390
Näfels	6'430	4'120
Mollis	4'030	2'770
Total Glarus Nord	24'390	16'270

Tabelle 32: Zuwachspotential Schaftholz im privaten Wald

Auf Basis des Zuwachses der kantonalen Waldinventur

private Waldeigentümer	Theoretisches Zuwachspotential m <sup>3</sup> /Jahr	Nutzbares Zuwachspotential m <sup>3</sup> /Jahr
Total Glarus Nord	2'905	1'938

Die Zuwachspotentiale beinhalten kein Astmaterial, sondern nur sogenanntes Schaftholz. Effektiv kommen vor allem beim Laubholz auch grössere Mengen Astholz zur Verwertung, hauptsächlich bei der Produktion von Schnitzeln, die bei Aufbereitungsplätzen im Wald produziert werden. Dafür bleibt Holz an hohen Stöcken und quer gelegten Stämmen (Steinschlagschutz) im Wald zurück.

Gemäss der Bestandesaufnahme der Ressourcen- und Energieflüsse von Holz wird etwa ein Drittel der geernteten Holzmenge als Energieholz verwertet. Es wird davon ausgegangen, dass das bis anhin genutzte Energieholz auch weiterhin zum gleichen Zweck verwendet wird. Die zusätzliche nutzbare Holzmenge von etwa 9'100 m<sup>3</sup> würde einen Energieholzanteil von 3030 m<sup>3</sup> pro Jahr ergeben. Wobei die Laubholzmenge mit 2575 m<sup>3</sup> pro Jahr einen Anteil von etwa 85% ausmacht und die Nadelholzmenge einen Anteil von 455 m<sup>3</sup> Holz.

Die zusätzlich nutzbare Energiemenge wäre folglich:

Tabelle 33: jährlich zusätzlich nutzbare Energiemenge von Nadel- und Laubholz

	Holzmenge [m <sup>3</sup> ]	Energieinhalt Hu [kWh/m <sup>3</sup> ]	Energiemenge [MWh]
Nadelholz	455	2'323	1'057
Laubholz	2'575	3'133	8'068

Als Berechnungsgrundlage wird angenommen, dass die geerntete Energieholzmenge vollständig in der Region Glarus Nord genutzt wird.

Die zusätzlich nutzbare Holzmenge, mit einer totalen Energiemenge von 9'125 MWh, könnte über eine Holzverstromungsanlage verwertet werden. Das zugeführte Holz wird zu Holzgas verarbeitet. Danach strömt das Gas in eine Kraft-Wärme-Kopplungsanlage, in der über einen Generator elektrischer Strom produziert wird. Als Nebenprodukt entsteht nutzbare Wärme. Die gesamte Nutzenergie ist CO<sub>2</sub> neutral.

Die Abwärme der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage kann für die Beheizung von Gebäuden genutzt werden, bei denen von einer durchschnittlichen Raumlufttemperatur von 20°C am Tag und 16°C in der Nacht ausgegangen wird. Die internen und externen Wärmegewinne, wie Sonnenstrahlung, Personen, Glühbirnen, etc., wurden bei der Auslegung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage berücksichtigt (siehe Temperaturhäufigkeitsdiagramm im Anhang). Die mögliche Anlage wurde so gewählt, dass sich die nutzbare Holzenergie über einen langen Zeitraum im Jahr verwerten lassen. Dies erfordert eine kleinere Anlagenleistung und somit tiefere Investitionskosten. Die nutzbare Wärme Energiemenge beträgt 9'125 MWh pro Jahr und die elektrische Energiemenge beläuft sich auf 4'563 MWh pro Jahr.

Tabelle 34: Wärme- und Elektrizitätsgewinn aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlage

Elektrizität		Wärme	
Leistung [MW]	Energie [MWh]	Leistung [MW]	Energie [MWh]
0,5	4'563	1,1	9'125

Der erzeugte elektrische Strom könnte ins Netz gespiesen werden. Die gewonnene Wärme könnte über ein Fernwärmeleitungsnetz verteilt werden. Die Auslastung der gesamten Anlage beträgt 96,8%. Diese hohe Auslastungszahl zeigt auf, dass die Anlage optimal dimensioniert wäre.

Tabelle 35: Laufzeit und Auslastung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage

	Laufzeit [h/a]	Stillstand [h/a]	Total [h/a]
Tag	3'020	80	3'100
Nacht	2'190	90	2'280
Total	5'210	170	5'380
Auslastung			96,8%
Stillstand			3,2%

Solche Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen sind bereits heute in anderen Gebieten in Betrieb. Als Beispiel wird hier eine Anlage in Nidwalden erwähnt. Die Anlage mit dem Namen «Holzverstromung Nidwalden» wird im Vollausbau 9.1 GWh Wärme und 9 GWh Strom CO<sub>2</sub>-neutral erzeugen.

### 5.1.3 Sonnenenergie

Das Potential für die Nutzung der Sonnenenergie wurde mit einer GIS basierten Software ermittelt. Für die Berechnung benötigt man ein digitales Höhenmodell DHM25. Das Höhenmodell ist ein Datensatz welcher die dreidimensionale Form der Erdoberfläche beschreibt. Auf der Basis des Höhenmodells der Region Glarus Nord kann mit der GIS- Software die Solarstrahlung berechnet werden. Die GIS- Software verfügt über ein spezielles Berechnungswerkzeug, das sogenannte Tool „Solar Radiation“. Mit diesem Tool kann die Solarstrahlung für Flächen über unterschiedliche Zeiträume berechnet werden. Die direkte Strahlung umfasst meistens den grössten Anteil an der einfallenden totalen Strahlung. Die reflektierte Strahlung macht eher einen geringen Anteil aus, die reflektierte Strahlung kann mit dieser Berechnungsmethode nicht berücksichtigt werden. Die Berechnung, für die Ermittlung der Sonnenstrahlung, wurde über ein ganzes Jahr gemacht. Dabei mussten verschiedene Parameter festgelegt werden. Die gewählten Parameter wurden nach den Empfehlungen gewählt.

Die berechneten Werte werden farblich auf der Karte dargestellt. Anhand der Farben kann abgelesen werden, welche Energiemenge durch die Sonnenstrahlung über ein Jahr auf einer bestimmten Fläche einfällt. Die Einheit in der die Energiemenge angegeben wird, ist Wh/m<sup>2</sup> die berechneten Werte beziehen sich auf ein ganzes Jahr.

Die Region Glarus Nord ist durch grosse Höhenunterschiede geprägt, dies führt dazu, dass manche Gebiete eine grosse Verschattung aufweisen, wiederum kommen Gebiete vor, die eine hohe Sonneneinstrahlung aufweisen. Die Gebiete mit der grössten Sonneneinstrahlung in der Region Glarus Nord befinden sich aber auf südexponierten Berghängen auf über 1000 Meter über Meer. Die Erschliessung solcher Gebiete ist für eine grossflächige Nutzung nicht geeignet. Die Region Kerenzerberg mit den Gemeinden Filzbach und Obstalden aber auch die Gemeinde Mühlehorn weisen im Vergleich zu der übrigen Region tiefe Sonneneinstrahlungswerte auf.

Tabelle 36: berechnete Solarstrahlungswerte in der Region Glarus Nord

Höchste Sonneneinstrahlung Region Glarus Nord :	1'700 kWh/m <sup>2</sup>
Durchschnittliche Werte im Niederurnertal (Stöggenberg) :	1'400 kWh/m <sup>2</sup>
Durchschnittliche Werte in der Region Glarus Nord (Talboden):	1'180 kWh/m <sup>2</sup>
Durchschnittliche Werte Filzbach, Obstalden, Mühlehorn:	900 kWh/m <sup>2</sup>
Tiefste Sonneneinstrahlung Region Glarus Nord:	113 kWh/ m <sup>2</sup>
Durchschnittliche Werte in der Schweiz:	1'100 kWh/m <sup>2</sup>

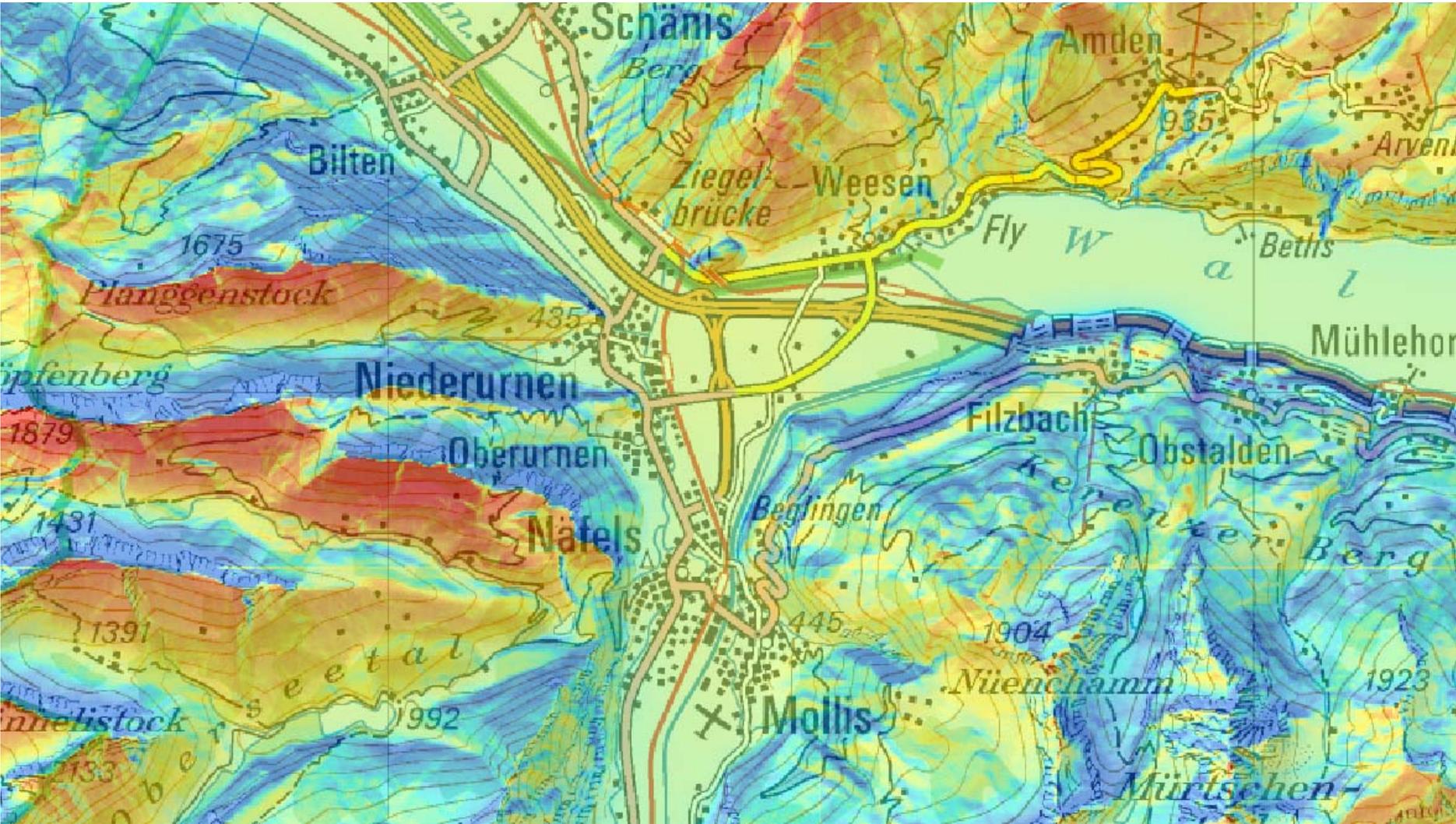


Abbildung 8: Sonneneinstrahlung in der Region Glarus Nord

Gemäss einer Studie vom Schweizerischen Fachverband für Sonnenenergie Swissolar lässt sich in der Schweiz ein grosser Teil des Strom- und Wärmebedarfs mittels Sonnenenergie decken [22]. Die Berechnungen beruhen auf Angaben des Schweizerischen Fachverbands für Sonnenenergie. Die Berechnungen mit der GIS- Software ergeben, dass in der Region Glarus Nord durchschnittliche Sonneneinstrahlungswerte zu messen sind. Für die Potentialabschätzung wird angenommen, dass die Hälfte aller Dachflächen geeignet ist, um Sonnenenergie zu nutzen. Die Berechnung wird von der mittleren Wohnbevölkerung der Schweiz, auf die mittlere Wohnbevölkerung der Region Glarus Nord herunter gerechnet. Die Dachfläche, die dadurch in der Region Glarus Nord zur Verfügung steht beträgt 419'667 m<sup>2</sup>. Dabei wird davon ausgegangen, dass ein Viertel der Dachflächen für die Wärmeproduktion genutzt wird und drei Viertel der Dachflächen für die Stromproduktion. Der durchschnittliche Ertrag wird bei den Sonnenkollektoranlagen bei 400 kWh/m<sup>2</sup> und Jahr festgelegt, bei den Photovoltaikanlagen bei 125 kWh/m<sup>2</sup> und Jahr. Die berechnete potentielle Energiemenge, die durch die Sonnenenergie erreicht werden könnte, beträgt für Sonnenkollektoranlagen in der Region Glarus Nord fast 42 GWh pro Jahr. Photovoltaikanlagen in der Region Glarus Nord könnten fast 40 GWh Strom pro Jahr erzeugen [22].

Tabelle 37: Potential Sonnenkollektor- und Photovoltaikanlagen in Glarus Nord

	Sonnenkollektoranlagen	Photovoltaikanlagen
Dachfläche [m <sup>2</sup> ]	104'917	314'750
Durchschnittlicher Ertrag [kWh/m <sup>2</sup> ]	400	125
Total Ertrag Glarus Nord [MWh]/a	41'967	39'344

### 5.1.4 Abfall/Abwärme

Im Vergleich mit anderen Kehrichtverbrennungslagen weist die Anlage in Niederurnen mit 22% einen eher tiefen Wirkungsgrad auf. Der Wirkungsgrad von Buchs beispielsweise beträgt 37% und der Wirkungsgrad der Kehrichtverbrennungsanlage in Zürich Hagenholz beträgt sogar 66%. Für diese hohen Wirkungsgrade im Vergleich zu der KVA Niederurnen ist vor allem die hohe Wärmenutzung ausschlaggebend. Die Wärmenutzung, der KVA Niederurnen beträgt nur gerade 0.5%, darin könnte aber ein bedeutendes Potential für eine gesteigerte Nutzung stehen.

Für die Potentialberechnung wird die Stromproduktion nicht erhöht, sondern es wird von der gleichen Energiemenge ausgegangen wie im Jahr 2006/2007. Die Nutzung der Abwärme könnte aber enorm gesteigert werden, es wird von einer Steigerung von 38 % ausgegangen, was einer Wärmemenge von 150 GWh entspricht. Der Gesamtwirkungsgrad der KVA Niederurnen könnte so einen Wirkungsgrad von 60% erreichen. Die Annahme für den Wärme Wirkungsgrad von 39% würde dabei noch unter den Wärme Wirkungsgraden der KVA's in Zürich Hagenholz (56%) und La Chaux-de-Fonds (44%) liegen. Mit der zusätzlich nutzbaren Wärmemenge von 150 GWh könnte theoretisch die Wärmeenergieproduktion für die Region Glarus Nord gedeckt werden. Für diese erhöhte Nutzung der Abwärme müsste das bestehende Fernwärmenetz um mehrere Kilometer ausgebaut werden, damit die entsprechenden Gebäude angeschlossen werden könnten. Zu beachten gilt, dass der Wärmebedarf für die Gebäude je nach Jahreszeit unterschiedlich ist, dass heisst im Sommer wird weniger Energie für die Gebäudeheizung benötigt als im Winter. Die Kehrichtverbrennungsanlage in Niederurnen liegt im nördlichen Teil von Niederurnen und ist nicht von Siedlungsgebieten umgeben. Eine Erschliessung der Gemeinden Bilten, Oberurnen, Niederurnen und allenfalls sogar Näfels und Mollis ist in Betracht zu ziehen [5].

Mit der Wärmeauskoppelung aus der Kehrichtverbrennungsanlage Niederurnen könnten dadurch jährlich über 12'500 Tonnen Heizöl substituiert werden. Ebenfalls würden zusätzlich 37'500 Tonnen CO<sub>2</sub> Emissionen vermieden werden. Aufgrund des starken Anstieges der Preise für Erdöl und Gas, ist Fernwärme heute ein attraktiver und konkurrenzfähiger Energieträger.

Tabelle 38: Potential Kehrichtverbrennungsanlage Niederurnen

KVA Niederurnen	Input [MWh]	Strom [MWh]	Wärme [MWh]	Verluste [MWh]	Nutzung [%]
2006/2007	388'693	81'800	2'033	304'859	22%
Potential	388'693	81'800	151'590	155'302	60%

Für die Semesterarbeit wird die Nutzung von Abwärme aus industriellen Prozessen, Kühlanlagen und dem Abwasser nicht berücksichtigt.

### **5.1.5 Geothermie**

Eine erhöhte Nutzung der Geothermie wird für diese Semesterarbeit nicht in Betracht gezogen. Die geologischen und hydrologischen Verhältnisse lassen eine sinnvolle Nutzung der Geothermie im grossen Rahmen nicht zu [23].

### **5.1.6 Biogas / Biotreibstoffe**

Das Kapitel Biogas / Biotreibstoffe wird im Umfang dieser Semesterarbeit nicht berücksichtigt. Die Potentialermittlung ist teilweise bereits unter anderen Kapiteln berücksichtigt (siehe Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen mit Holz betrieben).

### 5.1.7 Wasserkraft

Unter den regenerativen Stromerzeugern ist bei der Wasserkraft die Nutzung am weitesten ausgebaut. Die verfügbaren Potentiale von Laufwasser- und Speicherwasserkraftwerken sind in der ganzen Schweiz mehrheitlich erschlossen. Die Erstellung von neuen Wasserkraftanlagen wie Laufwasser- oder Speicherwasserkraftwerke ist meistens mit erheblichen Eingriffen in die Natur und Landschaft verbunden. Aus diesen zwei Gründen wird in dieser Semesterarbeit die Potential Abschätzung für neu zu erstellende Wasserkraftanlagen ausser Betracht gelassen.

Das Potential der Wasserkraft berücksichtigt aber nicht nur die Erstellung von neuen Wasserkraftanlagen, sondern es kann auch eine Optimierung von bestehenden Wasserkraftanlagen bedeuten. Bei der Optimierung von Wasserkraftanlagen lohnt sich die Auswechslung der Turbinen und der Generatoren, damit kann eine Leistungssteigerung erzielt werden. Eine Erneuerung solcher Wasserkraftwerke ist aber nur bei grösseren Wasserkraftwerken rentabel, da die Investitionen für Wasserkraftwerke mit einer kleinen Leistung zu hoch wären.

Die 12 installierten Wasserkraftwerke in Glarus Nord sind alles Kleinwasserkraftwerke mit einer Leistung unter 10 MW. Das Elektrizitätswerk Näfels produziert mit mehr als 25 GWh pro Jahr am meisten elektrische Energie aus Wasserkraft. Die Leistung beläuft sich auf 4.5 MW. Die Anlage wurde im Jahr 2007 optimiert und ist somit auf dem neusten Stand der Technik, eine Optimierung der Anlage lohnt sich nicht. Die restlichen Wasserkraftanlagen in der Region Glarus Nord weisen eine zu kleine Leistung auf, um eine Optimierung der Anlage zu rechtfertigen. Das Potential für die Optimierung von Wasserkraftanlagen fällt daher für die Region Glarus Nord weg.

Das grösste Potential der Wasserkraftanlagen wird in der Nutzung von Trinkwasser-Kraftwerken gesehen. In der Schweiz sind bereits seit Anfang des 20. Jahrhunderts viele Trinkwasser- Kraftwerke realisiert worden. Als geeignete Standorte für Trinkwasser-Kraftwerke gelten vor allem Berggebiete, wo zwischen der Quellwasserfassung und dem Reservoir grosse Höhenunterschiede bestehen. Es können aber auch Verbindungsleitungen zwischen unterschiedlichen Druckzonen genutzt werden. Die Umsetzung eines Trink-Wasserkraftwerk hat nur einen geringen Eingriff auf den Wasserkreislauf und die Natur zur Folge. Die Energieproduktionskosten von realisierten Trinkwasser- Kraftwerken liegen durchschnittlich bei 5 bis 20 Rp. je kWh.

Das einzige Trinkwasser- Kraftwerk in der Region Glarus Nord ist in Niederurnen lokalisiert. Die installierte Leistung beträgt 380 kW und die Jahresproduktion an elektrischer Energie ergibt 1'500 MWh pro Jahr.

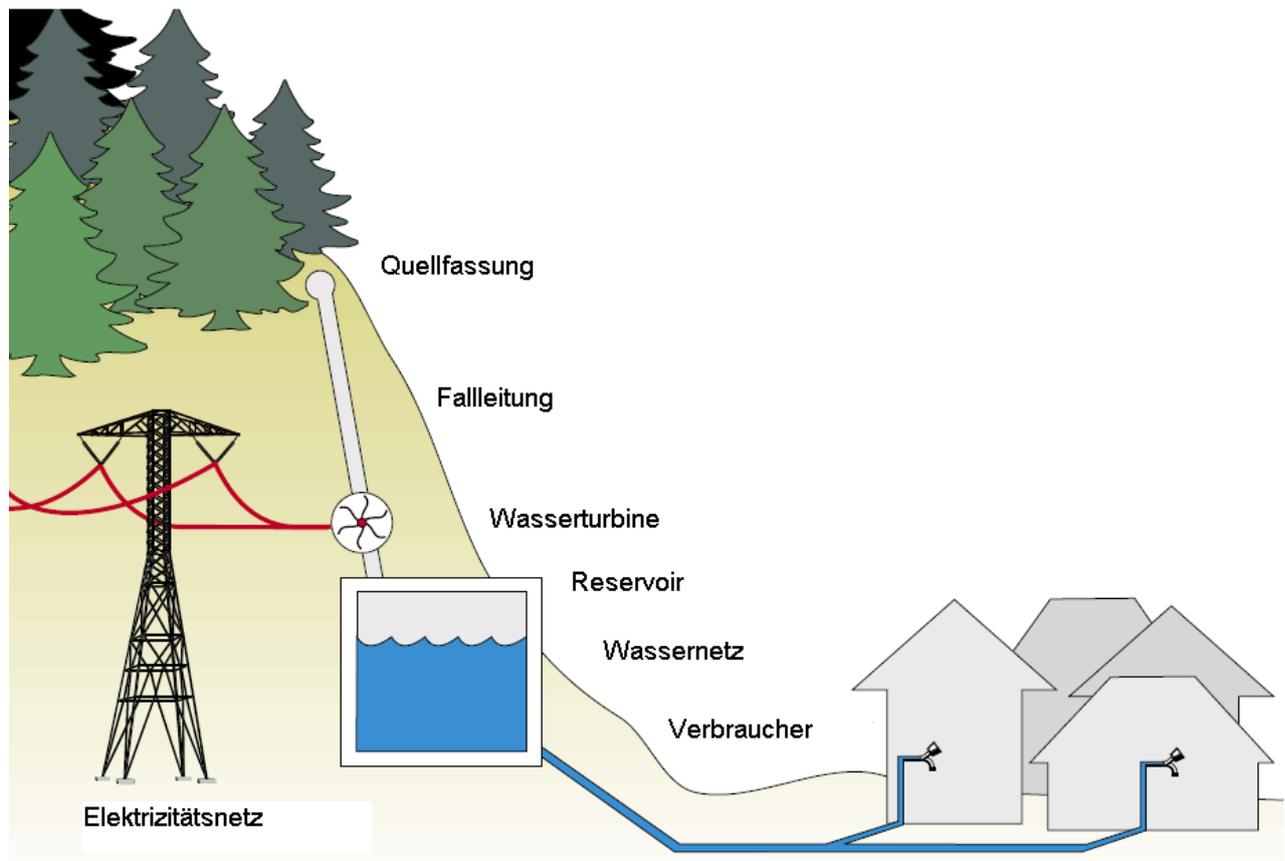


Abbildung 9: Beispiel eines Trink- Wasserkraftwerks

Im Jahr 2006 wurde die Nutzung von weiteren Trinkwasser- Kraftwerke im Kanton Glarus geprüft. Darunter befanden sich auch die Wasserversorgungen der drei Gemeinden Bilten, Oberurnen und Mollis. Die Grobanalysen zur Ermittlung des Potentials wurden vollständig vom Kanton Glarus und dem Programm Kleinwasserkraftwerk von Energie Schweiz finanziert. In den Grobanalysen wurden die technische Machbarkeit und die Wirtschaftlichkeit untersucht[24] [25].

Eine genaue Analyse, mit Unterlagen der Wasserversorgung der Gemeinde Molis, liegt für die Planung des Trinkwasser- Kraftwerks in Mollis vor. Ab dem Reservoir Wälschbüel in Mollis auf 846 m.ü.M bis zum Reservoir Beglingen in Mollis auf 536 m.ü.M ergibt sich ein Bruttogefälle von 310 m. Etwa 298'000 m<sup>3</sup> Trinkwasser von dem Zulauf zum Reservoir Beglingen könnten zur Turbinierung pro Jahr verwendet werden. Als Turbine würde eine Peltonturbine eingesetzt, die in einem neu zu erstellenden Reservoir in Beglingen untergebracht wird. Die bestehende Druckleitung vom Reservoir Wälschbüel zum Reservoir Beglingen ist mit Druckreduzierventilen ausgerüstet, damit ein möglichst hoher Druck genutzt werden kann, werden diese entfernt. Die über 100 Jahre alte Leitung könnte dem hohen Druck jedoch nicht standhalten, daher sollte die Wasserleitung aus Grauguss ersetzt werden, dies sollte ohnehin in absehbarer Zeit gemacht werden.

Die Stromproduktion von 230 MWh pro Jahr würde in das Verteilnetz der Gemeinde Mollis eingespiessen werden und könnte etwa 60 Haushalte mit erneuerbarem Strom versorgen. Die Kosten für ein solches Trinkwasser- Kraftwerk belaufen sich auf etwa Fr. 1'700'000.-. in den Kosten enthalten sind das Turbinengebäude mit Turbine, die neue Druckleitung mit Druckreduzierventilen, Leitungsanpassungen sowie die gesamte Installation. Das Trinkwasser- Kraftwerk in Mollis ist bereits für die kostendeckende Einspeisevergütung (KEV) angemeldet, es ist mit einer Vergütung von 28 Rp./kWh zu rechnen. Die Vergütungsdauer beträgt 25 Jahre. Die Bauausführung für das Trinkwasser- Kraftwerk Beglingen ist gemäss der Wasserversorgung Mollis für das Jahr 2010 geplant, im Jahr 2011 soll die Inbetriebnahme erfolgen.

Die Umsetzung eines Trinkwasser- Kraftwerk ist auch für die Gemeinde Bilten analysiert worden. Die Unterlagen stammen von der Wasserversorgung Bilten. Für die Energiegewinnung könnte ein Bruttogefälle von 300 m genutzt werden mit einer mittleren Wassermenge von 820 l/min. Die Turbine im Reservoir Hällis, würde vom Sammelschacht der Quellen Beizlen, Schnyderberg und Milchgaden gespiesen. Für die Realisierung dieser Anlage müsste die bestehende Druckleitung ersetzt werden, was in absehbarer Zeit ohnehin notwendig gewesen wäre. Die Stromproduktion von 240 MWh pro Jahr könnte über 60 Haushalte in der Gemeinde Bilten decken. Die Aufwendungen für die Erstellung der Anlage belaufen sich auf etwa Fr. 288'000.- darin enthalten sind die Turbine, die Steuerung, Rohrbauarbeiten, Arbeiten des Baumeisters und Elektriker. Die Kosten für die neu zu erstellende Druckleitung sind nicht inbegriffen. Für dieses Trinkwasser- Kraftwerk wäre mit Stromgestehungskosten von 8 Rp./kWh zu rechnen.

Für das potentielle Trinkwasser- Kraftwerk in Oberurnen liegen keine detaillierten Angaben vor. Es sind ist nur die Stromproduktion von 20 MWh pro Jahr und die Gestehungskosten von 55 Rp./kWh bekannt. Die Angaben stammen von der Firma EnergieSchweiz für Infrastrukturanlagen welche die Studie über die potentielle Trinkwasser- Kraftwerk erstellt hat.

Tabelle 39: Stromproduktion Trinkwasser- Kraftwerke

Trinkwasser- Kraftwerk	Stromproduktion [MWh / Jahr]
Bilten	240
Oberurnen	20
Mollis	230
Gesamte Stromproduktion Trinkwasser- Kraftwerk:	490

Abschliessend kann für die Potentialermittlung der Wasserkraft gesagt werden, dass eine Nutzung von Energie im Trinkwasser aus ökologischen und ökonomischen Gründen empfehlenswert ist.

### 5.1.8 Windkraft

Ab dem Jahr 2001 wurde an zwei Standorten Windmessungen durchgeführt [26]. Ein möglicher erster Standort für ein Windenergieprojekt wurde in Niederurnen in der Nähe der Autobahn gewählt. Mit einer temporären Messanlage wurden auf einer Höhe von 50 Metern während 12 Monaten die Windverhältnisse gemessen. Die Messungen auf der Höhe von 50 Metern ergaben eine mittlere Windgeschwindigkeit von 4,45 m/s, extrapoliert auf eine Nabenhöhe von 68 Metern können mittlere Windgeschwindigkeiten von 5,1 m/s erwartet werden. Der Energieertrag variiert von Jahr zu Jahr, im Jahr 2002 wurde in Niederurnen eine Energiedichte von 101 W/m<sup>2</sup> berechnet.

Eine zusätzliche Messung wurde in Bilten auf einem der Faulturm der ARA in einer Höhe von 30 Metern durchgeführt. Die Messung während 12 Monaten ergab eine mittlere Windgeschwindigkeit von 3.21 m/s auf einer Höhe von 30 Metern ab dem Talboden. Da die Messung auf einem der Faultürme ausgeführt wurde, muss davon ausgegangen werden, dass die Messergebnisse eine gewisse Ungenauigkeit aufweisen. Die gemessenen Windverhältnisse in Niederurnen sind geeignet zur Nutzung der Windenergie. Der Standort in der Nähe der Autobahn ist daher geeignet für die Erstellung einer Windkraftanlage. Es gibt folgende Kriterien die es zu berücksichtigen gilt bei der Auswahl der Windturbinen:

#### **Wirtschaftlichkeit:**

Die Projektkosten und die Finanzierung sind den erwarteten Stromerträgen gegenüber zu stellen. Die Grösse der Anlage ist abhängig vom verfügbaren Boden, da dieser eingeschränkt nutzbar ist, sollte die Anlage möglichst gross geplant werden. Dabei sollen die Vorgaben des Landschaftsschutzes und der Raumplanung eingehalten werden.

#### **Windaufkommen und Windenergieertrag:**

Im Vergleich zu Gebieten mit sehr guten Windverhältnissen, weist der Standort in Niederurnen eher tiefere Windgeschwindigkeiten auf. Die extrapolierte mittlere Windgeschwindigkeit von 5,1 m/s auf einer Nabenhöhe von 68 Metern kann sinnvoll genutzt werden, wenn die Turbine nicht zu gross geplant wird. Denn bei zu gross ausgelegter Turbine können die verhältnismässig niedrigen Windgeschwindigkeiten nicht optimal genutzt werden. Damit ein möglichst hoher Windenergieertrag erreicht werden kann, sollten die Erfahrungswerte der Hersteller von Windturbinen berücksichtigt werden.

#### **Extremwerte:**

Bei den Windmessungen wurden Extremwerte gemessen, die bei der Auswahl der Turbinen zu beachten sind. Das maximale Stundenmittel, das in Niederurnen erreicht worden ist beträgt 17,2 m/s, bei Böen wurde sogar eine Spitzengeschwindigkeit von 27 m/s erreicht. Die höchste Temperatur, die in Niederurnen gemessen wurde, betrug im Stundenmittel 33,1°C. Die tiefste Temperatur betrug -11,7°C im Stundenmittel. Um diesen Belastungen standzuhalten, sollten Windturbinen gewählt werden, die technisch ausgereift sind.

**Nabenhöhe:**

Je höher die Nabenhöhe gewählt wird, desto höher werden die Investitionskosten. Die Mehrkosten entstehen unter anderem durch das Fundament, die Kranmiete und den Transport. Der positive Aspekt bei einer höher gewählten Nabenhöhe, ist die bessere Ertragsprognose. Da die Windverhältnisse besser werden bei zunehmender Höhe.

**Sicherheit:**

Eine potentielle Gefahr bei Windanlagen besteht durch den Eiswurf. Da sich der potentielle Standort der Anlage in unmittelbarer Nähe der Autobahn befindet und Spazierwege an der Windanlage vorbei führen, sollten Massnahmen getroffen werden um Eiswurf zu verhindern. Solche Massnahmen können zum Beispiel eine Anlage mit einer Blattheizung oder einem Eisdetektor sein.

Im Folgenden werden vier Turbinentypen aufgeführt, die in Niederurnen eingesetzt werden könnten:

Tabelle 40: Turbinentypen

<b>Turbine</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Installierte Leistung [kW]</b>	<b>600</b>	<b>850</b>	<b>1'300</b>	<b>1'800</b>
Rotordurchmesser [m]	44	52	62	70
Turmhöhe [m]	50	50	68	68
Gesamthöhe [m]	72	76	99	103
Einschalt Windgeschwindigkeit [m/s]	2.5	4	3	2.5
Abschalt Windgeschwindigkeit [m/s]	28-34	25	25	28-34
Rotor Drehzahl [rpm]	18-34	14-31	13/19	18-34
Leistungsregelung	Pitch	Pitch	CombiStall	Pitch
Kraftübertragung	Direkt	Getriebe	Getriebe	Direkt
Generator	synchron	asynchron	asynchron	synchron
Generatorleistung bei 50 HZ [kW]	600	850	260/1'300	1'800
Ausgangsspannung [V]	400	690	690	400
Blattheizung	Ja	Eisdetektor	Ja	Ja

Die Ertragsprognosen für die Anlagen mit einer Nabenhöhe von 50 Metern sind zuverlässig. Da die Windverhältnisse für die Anlagen mit einer Nabenhöhe von 68 Metern extrapoliert wurden, muss mit Abweichungen gerechnet werden. Damit das Risiko einer Fehlerprognose reduziert

---

wird, wurden die Resultate der Anlagen mit einer Nabenhöhe von 68 Metern mit einem Sicherheitsfaktor nach unten korrigiert [26].

Die erwarteten Ertragsprognosen sind in folgender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 41: Produktion und Leistung der Turbinen

<b>Turbine</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Leistung [kW]</b>	<b>600</b>	<b>850</b>	<b>1300</b>	<b>1800</b>
Produktion [MWh/a]	480	710	1'420	1'720

Zusätzliche Standorte für eine Windkraftnutzung sind in Betracht zu ziehen und als sinnvoll zu erachten, können aber für diese Semesterarbeit nicht berücksichtigt werden.

### 5.1.9 Kriterienliste der Potentiale einheimischer Ressourcen

Tabelle 42: Kriterienliste

Beurteilungskriterien	Energieeffizienz	Holz	Sonnenenergie	Abfall/Abwärme	Wasserkraft *	Windkraft	Bedeutung der Noten
Gesetzliche Richtlinien	3	4	5	3	3	2	6= keine Vorschriften 1= erhebliche Vorschriften
Erschliessbarkeit	6	2	5	3	6	5	6= gut erschliessbar 1= schlecht erschliessbar
Landschaftsbild	6	3	5	6	6	2	6= keine Beeinträchtigung 1= erhebliche Beeinträchtigung
Ökologie	6	3	6	6	6	4	6= keine Auswirkungen 1= grosse Auswirkungen
Kosten	5	3	3	2	4	3	6= geringe Kosten 1= hohe Kosten
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>15</b>	<b>24</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	

\* Trinkwasser- Kraftwerke

Tabelle 43: Erläuterung zu der Kriterienliste

<b>Energie- Effizienz</b>	<p>Gesetzliche Richtlinien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich MuKE n (2008)</li> </ul> <p>Erschliessbarkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- keine Einschränkungen</li> </ul> <p>Landschaftsbild:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- keine nennenswerten Auswirkungen auf das Landschaftsbild</li> </ul> <p>Ökologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- keine nennenswerte negative Auswirkungen auf die Ökologie</li> </ul>
<b>Holz</b>	<p>Gesetzliche Richtlinien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einschränkungen durch Waldgesetz</li> <li>- Sonst keine Bewilligung für zusätzliche Energieholznutzung</li> </ul> <p>Erschliessbarkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Extreme Standorte, t.w. keine Strassen</li> </ul> <p>Landschaftsbild:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- durch intensivere Holznutzung wird das Landschaftsbild beeinträchtigt z.B. durch Erschliessungsmöglichkeiten</li> </ul> <p>Ökologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- durch intensivere Holznutzung wird in unbewirtschaftetes Gebiet vorgedrungen, was sich negativ auf Fauna und Flora auswirkt</li> </ul>
<b>Sonnenenergie</b>	<p>Gesetzliche Richtlinien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Teilweise Baubewilligung erforderlich für grössere Installation von PV- oder Sonnenkollektoranlage, meist aber ohne Schwierigkeiten</li> </ul> <p>Erschliessbarkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Technologie der PV- und Sonnenkollektoranlage bewährt und einfach zu installieren</li> </ul> <p>Landschaftsbild:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Montage von PV- und Sonnenkollektoranlagen auf Dach beeinträchtigen das Landschaftsbild kaum</li> </ul> <p>Ökologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- keine nennenswerte negative Auswirkungen auf die Ökologie</li> </ul>
<b>Abfall/Abwärme</b>	<p>Gesetzliche Richtlinien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aufwendiges Planungsverfahren für Bewilligung</li> </ul> <p>Erschliessbarkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- grosser Aufwand zur Erstellung des Fernwärmenetzes für die Wärmeverteilung</li> </ul> <p>Landschaftsbild:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- geringe Auswirkungen auf das Landschaftsbild</li> </ul> <p>Ökologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- keine nennenswerte negative Auswirkungen auf die Ökologie</li> </ul>
<b>Wasserkraft (Trinkwasser- Kraftwerke)</b>	<p>Gesetzliche Richtlinien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bewilligung erforderlich</li> </ul> <p>Erschliessbarkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- einfach zum erschliessen da Infrastruktur durch bestehende Trinkwasserreservoir gegeben ist</li> </ul> <p>Landschaftsbild:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- keine nennenswerten Auswirkungen auf das Landschaftsbild durch Trinkwasser- Kraftwerk</li> </ul> <p>Ökologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- keine nennenswerten Auswirkungen auf die Ökologie durch Trinkwasser- Kraftwerk</li> </ul>

---

<b>Windkraft</b>	Gesetzliche Richtlinien: - aufwendiges Planungsverfahren für Bewilligung Erschliessbarkeit: - potentieller Standort einfach erschliessbar Landschaftsbild: - im Vergleich mit anderen Energieformen relativ grosse Auswirkungen auf das Landschaftsbild Ökologie: - geringe Auswirkungen wegen Lärm und Schattenwurf, geringer Einfluss auf Fauna

## 5.2 Konzept zur Selbstversorgung

### 5.2.1 Wärmeversorgung

Die gesamte Wärmeenergie, die heute in der Region Glarus Nord produziert wird, beläuft sich auf 284 GWh pro Jahr. Dabei wird mit 77% ein grosser Teil der Wärmeproduktion aus Heizöl produziert. Der zweit grösste Produzent für die Wärmeenergie stammt mit 32 GWh vom Erdgas, gefolgt vom Holz mit 25 GWh. Die restlichen Energieträger weisen einen geringen Anteil für die Wärmeenergieproduktion auf. Der Stromverbrauch für die Elektroheizungen beträgt 15 GWh pro Jahr und ist bereits unter dem Kapitel Elektrizität aufgeführt.

Werte in GWh pro Jahr

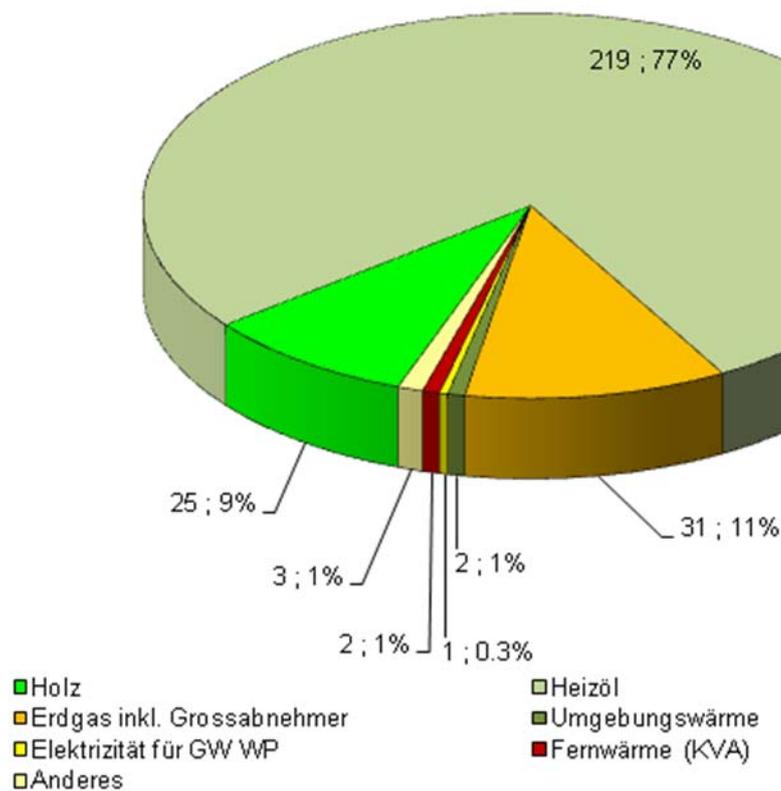


Abbildung 10: Wärmeenergieproduktion in der Region Glarus Nord

Bereits heute werden Gebäude im MINERGIE- Standard oder gar im MINERGIE -P Standard gebaut. Bei der MINERGIE-Bauweise ist der Wärmeleistungsbedarf relativ gering, und es müssen nur noch minimale Leistungen abgedeckt werden. Um den MINERGIE-Standard zu erfüllen, ist zwar keine erneuerbare Energienutzung vorgeschrieben, aber um den Systemnachweis zu erfüllen, wird die Nutzung eines erneuerbaren Energieträgers gemäss der Wegleitung Nachweis-Formular für MINERGIE empfohlen. Deshalb wird in heutigen MINERGIE-Gebäuden vielfach eine Gebäudeheizung mit erneuerbarer Energiequelle eingesetzt.

Zudem ist mit den Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich MuKE (2008) auch im Kanton Glarus eine neue Regelung in Kraft getreten. Demzufolge dürfen in Neubauten nur noch höchstens 80 Prozent des maximal zulässigen Wärmebedarfs für die Heizung und das Warmwasser mit nicht erneuerbaren Energien abgedeckt werden, der restliche Anteil muss durch erneuerbare Energien geliefert werden. Um diese Bestimmungen zu erfüllen, entscheiden sich manche Bauherren gänzlich für den Einsatz von erneuerbaren Energien. Der Entscheid für eine Gebäudeheizung mit erneuerbarer Energiequelle wird so unterstützt [27].

Mit gesteigerter Effizienz könnte die Region Glarus Nord die Hälfte der aktuell verwendeten Energie für die Wärmeenergieproduktion einsparen. Dies vor allem durch den Einsatz besserer Wärmedämmung bei Gebäuden. Somit könnte der Wärmeenergiebedarf auf 142 GWh pro Jahr reduziert werden. Dabei werden die Energieträger für die Wärmeenergieproduktion im gleichen Verhältnis betrachtet wie heute. Obschon in Zukunft tendenziell für die Wärmeenergieproduktion vermehrt auf erneuerbare Energieträger zurück gegriffen wird.

Tabelle 44: Wärmeenergiebedarf unter der Berücksichtigung der Energie- Effizienz

Energieform	Wärmeenergiebedarf Energie- Effizienz berücksichtigt [GWh]
Holz	13
Heizöl	110
Erdgas	16
Umgebungswärme	1
Elektrizität für GW WP	1
Fernwärme (KVA)	1
Anderes	2
Total Glarus Nord	142

Die gesamte Wärmeenergieproduktion der Region Glarus Nord von zukünftig 142 GWh liesse sich rein theoretisch substituieren durch die Nutzung der Fernwärme aus der Kehrichtverbrennungsanlage in Niederurnen. Der erhöhte Wirkungsgrad für die Wärmeenergienutzung der Kehrichtverbrennungsanlage in Niederurnen würde eine zusätzliche Energiemenge von 150 GWh zur Verfügung stellen. Der Ausbau eines Fernwärmenetzes für die ganze Region Glarus Nord ist sicherlich eine grosse Investition, würde aber zu einer unabhängigen Wärmeenergieproduktion in der Region Glarus führen. Nicht alle Gebiete in der Region Glarus Nord wären durch ihre Höhenlage an ein Fernwärmenetz anschliessbar, jedoch sicherlich ein grosser Teil. Für die erhöhte Wärmeenergienutzung der Kehrichtverbrennungsanlage wäre zudem eine Anpassung der Kehrichtverbrennungsanlage nötig. Unerlässlich ist auch eine detaillierte Planung und Neukonzipierung der ganzen Kehrichtverbrennungsanlage und Fernwärmenutzung. Die potentielle Nutzung der zusätzlichen Wärmeenergie stützt sich auf keine Studie, sondern wurde für diese Semesterarbeit angenommen. Der Ausbau eines Fernwärmenetzes für die ganze Region Glarus Nord würde zusätzliche Arbeitsplätze in der Region schaffen und eine Vorbildfunktion für andere Regionen darstellen.

Für die Wärmeenergieproduktion wäre zusätzlich die thermische Nutzung der Sonnenkollektoren möglich. Dabei könnte vor allem die Wasseraufbereitung in Gebäuden übernommen oder unterstützt werden. Die potentielle Energiemenge, die in der Region Glarus Nord zur Verfügung steht, beträgt fast 42 GWh pro Jahr und würde etwa einen drittel der zukünftigen Wärmeenergieproduktion abdecken. Durch die Holz betriebene Kraft- Wärme- Kopplung, könnten Gebiete versorgt werden, bei denen kein Anschluss an das Fernwärmenetz der KVA möglich ist. Eine Energiemenge von zusätzlich 9'125 MWh pro Jahr würde durch die Kraft- Wärme- Kopplungsanlage zur Verfügung stehen.

Gesamthaft wäre für die Wärmeenergie ein Potential von über 200 GWh im Jahr zur Verfügung.

Tabelle 45: zusätzliches Potential für Wärmeenergie

Energieform	Wärmeenergie [MWh]
Holz (Kraft- Wärme- Kopplung)	9'125
Sonnenkollektoren	41'967
Fernwärme (KVA)	150'000
Total	201'092

### 5.2.2 Stromversorgung

Bereits heute wird ein grosser Teil der verbrauchten Elektrizität in der Region Glarus Nord hergestellt. Der Stromverbrauch von 135 GWh ist aktuell einer Stromproduktion von 121 GWh gegenüber gestellt.

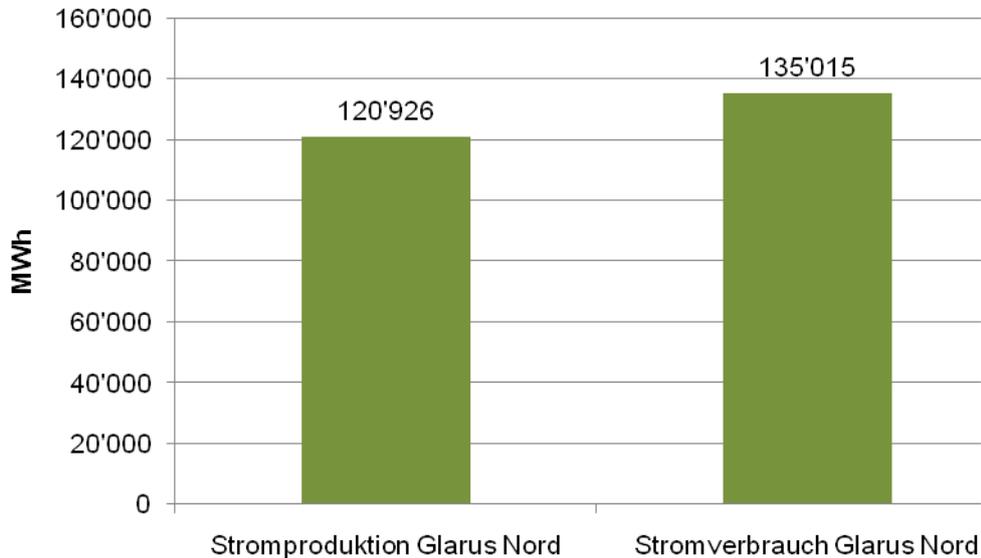


Abbildung 11: Vergleich Stromproduktion und Stromverbrauch

Werden die Massnahmen für die Energie- Effizienz berücksichtigt könnten vom heutigen Elektrizitätsverbrauch zirka 32% eingespart werden. Für die Zukunft würde somit für die Region Glarus Nord mit einem Elektrizitätsverbrauch von 92 GWh pro Jahr zu rechnen sein. Mit der Annahme, dass die aktuelle Stromproduktion gleich bleibt wäre nur durch die effizientere Nutzung der elektrischen Energie bereits eine Unabhängigkeit für die elektrische Energienutzung in der Region Glarus Nord geschaffen. Die Differenz von 29 GWh pro Jahr könnte für andere Zwecke genutzt werden.

Aus der Potentialberechnung für die verschiedenen Energieträger geht eine zusätzliche Stromproduktion von über 41 GWh für die Region Glarus Nord pro Jahr hervor. Zu den 41 GWh könnte zusätzlich die überschüssige Energiemenge von 29 GWh genutzt werden. Was einer gesamten verfügbaren Energiemenge von 70 GWh entspricht.

Tabelle 46: zusätzliches Potential für elektrische Energie

Energieform	elektrische Energiemenge [MWh]
Holz	4'563
Photovoltaikanlagen	39'344
Wasserkraft	490
Windkraft	1'720
Total	41'554

### 5.2.3 Treibstoffversorgung

Durch den Einsatz neuester Technologie könnte der Energieverbrauch für den Treibstoff von heute 134 GWh auf 92 GWh gesenkt werden. Für Dieselöl ist mit einer Einsparung von 25% zu rechnen, dabei wird angenommen, dass der grösste Teil vom Dieselöl für die Lastwagen gebraucht wird. Für das Benzin ist mit einer Einsparung von 35% zu rechnen, dies bei der Verwendung des Benzins ausschliesslich für die Personenwagen. Beim Schienenverkehr ist mit einer Einsparung von 15% zu rechnen.

Tabelle 47: Treibstoffverbrauch unter der Berücksichtigung der Energie- Effizienz

Treibstoff	Energieverbrauch [MWh]	Einsparung Energieeffizienz [%]	Zukünftiger Energieverbrauch [MWh]
Dieselöl	43'431	25	32'573
Benzin	86'144	35	55'994
Erdgas	697		697
Strom (Schienenverkehr)	3'360	15	2'856
Total Glarus Nord	133'632		92'120

Weitere Verbesserungsmöglichkeiten:

Die Treibstoffversorgung für die Personenwagen würde in Zukunft elektrisch erfolgen. Durch den Einsatz von Steckdosenhybrid-Fahrzeuge könnte die Elektrizität für den Automobilisten direkt von der eigenen Photovoltaikanlage auf dem Hausdach, für den Antrieb des Fahrzeugs verwendet werden. Eine zentrale Aufladestation wäre zusätzlich noch nötig, um eine optimale elektrische Versorgung der Fahrzeuge zu gewährleisten. Der Benzinverbrauch für den privaten Verkehr liesse sich aber nur durch die Elektrizität der Photovoltaikanlagen nicht vollständig decken. Aber durch die vermehrte Nutzung der öffentlichen Verkehrsmittel und einem energiesparenden Fahrverhalten, könnte eine enorme Einsparung vom Treibstoffverbrauch gemacht werden. Somit wäre anzunehmen, dass mit den aufgeführten Massnahmen eine unabhängige Treibstoffversorgung für den privaten Verkehr möglich wäre.

Die elektrische Energie für den Schienenverkehr liesse sich vollständig durch die Verwendung einheimisch produzierter elektrischer Energie decken.

Die Treibstoffherstellung aus Holz ist nicht empfehlenswert. Gründe dafür sind, dass bei der Umwandlung von Holz zu Treibstoff (Biodiesel und Methan) etwa die Hälfte des Energieinhalts verloren geht. Es ist sinnvoller das Holz, welches zu Energiezwecken zur Verfügung steht, für die Wärme- und Stromproduktion in einer Kraft- Wärme- Kopplungsanlage zu verwenden. Bei der Nutzung von Holz zur Umwandlung in Treibstoff ist ein weiterer negativer Punkt, dass die produzierte Treibstoffmenge nur eine geringe Menge des benötigten Treibstoff abdecken könnte[28].

### 5.3 Potentieller Selbstversorgungsgrad der Region Glarus Nord

Durch die Nutzung von neuen regionalen Energieformen und durch die Senkung vom aktuellen Energieverbrauch, könnte der Selbstversorgungsgrad der Region Glarus Nord extrem gesteigert werden. Dabei könnte der gesamte Energieverbrauch der Region von 551 GWh pro Jahr auf 326 GWh reduziert werden, dies nur auf Grund der Energie-Effizienz. Durch die Nutzung von verschiedenen einheimischen und regionalen Energieformen wie zum Beispiel Sonnenenergie oder Windkraft könnte pro Jahr eine Energiemenge von 391 GWh produziert werden. Jährlich würden nur noch 86 GWh weniger Energie produziert werden, als die Einwohner der Region Glarus Nord verbrauchen. Der Selbstversorgungsgrad für die Region würde dadurch 82 % betragen. Durch weitere Massnahmen, vor allem im Transportwesen könnte der Selbstversorgungsgrad enorm gesteigert werden. Durch Verhaltensänderungen der Einwohner, in dem man häufiger die öffentlichen Verkehrsmittel nutzt und die Fahrzeuge bewusster einsetzt, könnte eine Menge Energie im Bereich Verkehr eingespart werden.

Die Region Glarus Nord könnte folglich in den nächsten Jahrzehnten eine energieunabhängige Versorgung anstreben. Energieformen aus einheimischen und erneuerbaren Ressourcen könnten die Energieversorgung dominieren und einen Weg in eine zukunftsweisende Energiepolitik einschlagen.

Tabelle 48: Potentieller Vergleich von Produktion/Verbrauch der Energien

Energieform	Produktion [GWh/a]	Verbrauch [GWh/a]	Differenz [GWh/a]
Strom	163	92	71
Öl	0	110	-110
Erdgas	0	16	-16
Holz	34	13	22
Umgebungswärme (WP)	2	1	1
Fernwärme, Solar, Anderes	192	153	39
Treibstoffe (Verkehr)	0	92	-92
Summe	391	477	-86

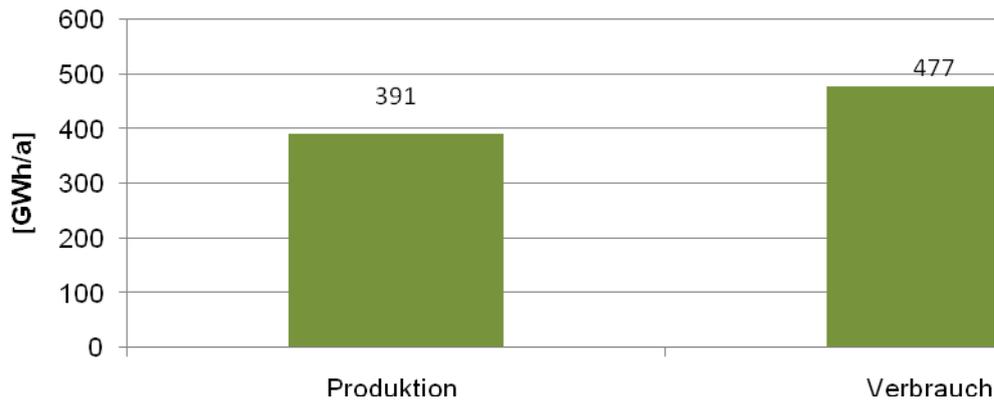


Abbildung 12: Potentieller Vergleich von Produktion/Verbrauch der Energien

Eine 2'000 Watt Gesellschaft (17'520 kWh Primärenergie pro Kopf und Jahr) gilt heute als Vision für die Verknüpfung von Nachhaltigkeit und stabilem Wohlstand, im Jahr 1960 war sie in der Schweiz Tatsache. Zusammen mit dem Wohlstand stieg auch der Energieverbrauch, der heute bei 5'000 Watt (43'800 kWh Primärenergie pro Kopf und Jahr) pro Schweizer Bürger liegt. Wobei hier die graue Energie von ca. 4'000 Watt, welche in importierten Gütern und Dienstleistungen enthalten sind, nicht miteinbezogen ist.

Bis 2050 kann der Energieverbrauch höchstens um 30% gesenkt werden. Für das Klima entscheidend ist jedoch wie die Energie erzeugt wird. Als langfristiges Ziel gilt, die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf unter eine Tonne pro Kopf und Jahr zu reduzieren oder auf 500 Watt pro Kopf aus fossilen Quellen, die Ziele könnten mit Energieeffizienz, Sparmassnahmen und neuen Technologien erreicht werden.

Die Region Glarus Nord hat einen aktuellen Energieverbrauch von rund 551 GWh, dies entspricht ca.4000 Watt pro Kopf und pro Jahr für jeden Einwohner. Mit dem potentiellen Energieverbrauch von 326 GWh wären es 2'300 Watt pro Kopf und pro Jahr, was schon fast dem Ziel der 2000 Watt Gesellschaft entspricht [29].

#### 5.4 Diskussion der Kriterienliste

Die Kriterienliste zeigt auf, dass Massnahmen im Bereich der Energieeffizienz mit total 26 Punkten am besten abschneiden. Vor allem deswegen, weil durch die Umsetzung solcher Massnahmen, keine negativen Auswirkungen auf das Landschaftsbild und die Ökologie fest zu stellen wären. Die Nutzung der Wasserkraft mittels Trinkwasser- Kraftwerke und die Nutzung der Sonnenenergie erreichen 25 bzw. 24 Punkte. Beide Energieformen würden die Ökologie nicht negativ beeinflussen. Die Nutzung von Energie aus dem Abfall der Kehrichtverbrennungsanlage schneidet mit 20 Punkten besser ab als die Windkraft mit 16 Punkten. Einschränkungen bei der Verwendung von Energie aus dem Abfall, entstehen vor allem durch die hohen Kosten für die Fernwärmenutzung. Die Nutzung von Energie aus Holz erreicht mit 15 Punkten die tiefste Anzahl Punkte, dadurch bedingt, dass bei der Erhöhung der Energieholzproduktion negative Auswirkungen auf das Landschaftsbild und die Ökologie zu erwarten sind.

Abschliessend kann zur Beurteilung der Kriterienliste gesagt werden, dass eine Nutzung der jeweiligen Energieform je höher die Punktzahl ausfällt, desto optimaler sind die Bedingungen für eine Umsetzung. Da aber alle geprüften Energieformen als erneuerbar gelten, und in der Region Glarus Nord erzeugt und genutzt werden könnten, sieht die Gesamtbilanz für alle Energieformen gut bis sehr gut aus.

## 6 Literaturverzeichnis

- [1] Glarner Kantonalbank (2008): Der Kanton Glarus in Zahlen,  
[http://www.glkb.ch/download/Kt\\_Glarus\\_inZahlen\\_08.pdf](http://www.glkb.ch/download/Kt_Glarus_inZahlen_08.pdf), (28.06.2009)
- [2] Departement Bau und Umwelt, Abteilung Wald (2009): Daten über Holznutzung Glarus Nord,  
(unveröffentlicht)
- [3] Marti, F. (2009) Kantonsoberförster Kanton Glarus (mündliche Mitteilung)
- [4] Bauer, C. (2003): Sachbilanzen von Energiesystemen, Grundlagen für den ökologischen Vergleich von Energiesystemen und den Einbezug von Energiesystemen in Ökobilanzen für die Schweiz
- [5] Basler & Hofmann (2009): Daten zur Erstellung des Energierichtplan für den Kanton Glarus, (t.w.unveröffentlicht)
- [6] Abteilung Umweltschutz und Energie Glarus (2008): Emissionskataster Luftschadstoffe, Departement Bau und Umwelt
- [7] Kontaktstelle für Wirtschaft (2009): Branchenverzeichnis,  
<http://www.glarusnet.ch/wirtschaft/dienstleistungen-kontaktstelle-fuer-wirtschaft/branchenverzeichnis/>, (28.06.2009)
- [8] Energie- Agentur EnAW (2007): Verpflichtungen und Zielvereinbarungen  
<http://www.enaw.ch/content.cfm?upid=02C80729-7F72-426C-B638449796C9FC7A&type=pdf&filetype=pdf>, (28.06.2009)
- [9] Elektrizitätswerk Näfels (2009): Datenblatt „PV- Anlagen der Solarstrombörse Glarnerland“ Stand 01.09.2008, (unveröffentlicht)
- [10] Departement Bau und Umwelt, Abteilung Umweltschutz und Energie (2009): Auflistung Sonnenkollektoranlagen, (unveröffentlicht)
- [11] Abwasserverband Glarnerland (2009): Informationen  
[http://www.avglarnerland.ch/frame\\_4infos.htm](http://www.avglarnerland.ch/frame_4infos.htm), (28.06.2009)
- [12] Departement Bau und Umwelt, Abteilung Umweltschutz und Energie (2009): Auflistung Erdwärmenutzung, (unveröffentlicht)

- [13] Departement Bau und Umwelt, Abteilung Umweltschutz und Energie (2009):  
Merkblatt „Bewilligungsverfahren für die Wärmenutzung von Grundwasser oder Erdwärme“  
[http://www.gl.ch/documents/w%C3%A4rmenutzung\\_neu.pdf](http://www.gl.ch/documents/w%C3%A4rmenutzung_neu.pdf), (28.06.2009)
- [14] Erdölvereinigung (2008): Jahresbericht 2007,  
<http://www.erdoel-vereinigung.ch/de/erdoelvereinigung/Publikationen/Jahresbericht.aspx>,  
(28.06.2009)
- [15] Bundesamt für Raumentwicklung (2000): Fahrleistungen der Schweizer Fahrzeuge,  
<http://www.news-service.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/1588.pdf>,  
(28.06.2009)
- [16] Infrac (2006): DIESEL-, GAS- ODER TROLLEYBUS?,  
<http://www.medienmitteilungen.bs.ch/img-299-f.pdf>, (28.06.2009)
- [17] Uhler, E. (2009) Geschäftsführer Erdgas Obersee, (mündliche Mitteilung)
- [18] Multimobil (2007): Aktuell,  
<http://www.multimobil.eu/content/view/121/38>, (28.06.2009)
- [19] Departement Bau und Umwelt, Abteilung Umweltschutz und Energie (2009):  
Datenblatt Kraftwerke im Kanton Glarus, (unveröffentlicht)
- [20] Schweizerische Agentur für Energieeffizienz (2007): Elektrizitäts-Sparpotenziale  
Schweiz, [http://www.energieeffizienz.ch/files/SAFE\\_Sparpotential\\_Strom\\_2005\\_JN.pdf](http://www.energieeffizienz.ch/files/SAFE_Sparpotential_Strom_2005_JN.pdf),  
(28.06.2009)
- [21] Schweizerischen Energie-Stiftung (2009): Das Einsparpotenzial ist immens,  
<http://www.energiestiftung.ch/energiethemen/energieeffizienz/einsparpotenziale/#close>,  
(28.06.2009)
- [22] Schweizerischen Fachverband für Sonnenenergie Swissolar (2008): Welchen Anteil an der  
Schweizer Energieversorgung kann die Sonnenenergie leisten?,  
<http://www.swissolar.ch/de/waerme-von-der-sonne/erfahrungsberichte/haeufige-fragen/>,  
(28.06.2009)
- [23] Scheurer, O. (2009) Departement Bau und Umwelt, Abteilung Umweltschutz und Energie  
(mündliche Mitteilung)
-

- [24] Departement Bau und Umwelt (2006): Prüfung neuer Trinkwasserkraftwerke im Kanton Glarus  
<http://www.gl.ch/documents/33936.pdf>, (28.06.2009)
- [25] Programm Kleinwasserkraftwerke (2008): Jahresbericht 2007  
[www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?](http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php?), (28.06.2009)
- [26] Interwind AG (2003): Windmessung in der Linthebene,  
<http://www.bfe.admin.ch/dokumentation/energieforschung/index.html?lang=en&project=42058>  
, (28.06.2009)
- [27] Huber, A. (2009: Wegleitung Nachweis-Formular MINERGIE Version 11,  
[http://www.minergie.ch/tl\\_files/download/WegleitungVers11.pdf](http://www.minergie.ch/tl_files/download/WegleitungVers11.pdf), (28.06.2009)
- [28] Holzenergie Schweiz (2006): Treibstoff aus Biomasse, Teilweise ein Holzweg!,  
<http://www.holzenergie.ch/267.0.html>, (28.06.2009)
- [29] Paul Scherrer Institut (2007): Energiespiegel  
[http://gabe.web.psi.ch/pdfs/Energiespiegel\\_18d.pdf](http://gabe.web.psi.ch/pdfs/Energiespiegel_18d.pdf), (18.07.2009)

**Abbildungs- und Tabellenverzeichnis**

Abbildung 1: Karte Kanton Glarus .....	0
Abbildung 2: Holznutzung Glarus Nord, der privaten und öffentlichen Wälder .....	0
Abbildung 3: Verbrauch elektrischer Energie Jahr 2001 - 2007 .....	0
Abbildung 4: Produktion Elektrizität Region Glarus Nord .....	0
Abbildung 5: Gesamtenergieverbrauch der Region Glarus Nord .....	0
Abbildung 6: Vergleich von Produktion/Verbrauch der Energien .....	0
Abbildung 7: Aufteilung erneuerbare/nicht erneuerbare Energien .....	0
Abbildung 8: Sonneneinstrahlung in der Region Glarus Nord .....	0
Abbildung 9: Beispiel eines Trink- Wasserkraftwerks .....	0
Abbildung 10: Wärmeenergieproduktion in der Region Glarus Nord .....	0
Abbildung 11: Vergleich Stromproduktion und Stromverbrauch .....	0
Abbildung 12: Potentieller Vergleich von Produktion/Verbrauch der Energien .....	0

Abbildung 2: Tagblatt, (2008): Glarner Gemeinden heute und morgen, <a href="http://www.tagblatt.ch/storage/pic/tbnews/tbhb/tb-os/145356_1_xio-fcmsimage-20090323010211-006066-49c6d1838b12d.tbhb_20090323_2tfcz_h5.jpeg">http://www.tagblatt.ch/storage/pic/tbnews/tbhb/tb-os/145356_1_xio-fcmsimage-20090323010211-006066-49c6d1838b12d.tbhb_20090323_2tfcz_h5.jpeg</a> , (28.06.2009)	
Abbildung 6: Energie Schweiz, (2003): Im Trinkwasser schlummert Ökostrom <a href="http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php">http://www.bfe.admin.ch/php/modules/publikationen/stream.php</a> , (28.06.2009)	

---

---

Tabelle 1: Private und öffentliche Waldflächen ohne Gebüschwald in Glarus Nord .....	0
Tabelle 2: Holznutzung Glarus Nord der öffentlichen Waldeigentümer .....	0
Tabelle 3: Holznutzung Glarus Nord der privaten Waldeigentümer .....	0
Tabelle 4: Energieinhalt energetisch genutzter Hölzer .....	0
Tabelle 5: Verbrauch von elektrischer Energie, Jahr 2006/2007 .....	0
Tabelle 6: Produktion Elektrizität Region Glarus Nord Jahr 2006/2007 .....	0
Tabelle 7: Verbrauch von Erdgas Jahr 2006/2007 .....	0
Tabelle 8: Verbrauch von Propan Jahr 2006/2007 .....	0
Tabelle 9: Verbrauch von Erdöl kleine/grosse Ölfeuerungen - Daten Jahr 2006 .....	0
Tabelle 10: Gesamtverbrauch von Erdöl - Daten Jahr 2006 .....	0
Tabelle 11: Photovoltaikanlage- Stand in Glarus Nord 01.09.2008 .....	0
Tabelle 12: Installierte Sonnenkollektoren Stand 30.04.2008 .....	0
Tabelle 13: Energiebilanz KVA Niederurnen Jahr 2006/2007 .....	0
Tabelle 14: Stromproduktion KVA Niederurnen Jahr 2006/2007 .....	0
Tabelle 15: Genutzte Wärmeproduktion KVA Niederurnen Jahr 2006/2007 .....	0
Tabelle 16: Fernwärmebezüger der KVA Niederurnen .....	0
Tabelle 17: Installierte Anlagen zur Erdwärmenutzung .....	0
Tabelle 18: Installierte Anlagen mit Grundwassernutzung .....	0
Tabelle 19: Zusammenstellung Nutzung der Umweltwärme .....	0
Tabelle 20: Verbrauch Dieselöl und Benzin Jahr 2007 .....	0
Tabelle 21: Fahrleistung der Fahrzeuge Glarus Nord Jahr 2007 .....	0
Tabelle 22: Energieverbrauch Busse (öV) Jahr 2008 .....	0
Tabelle 23: Erdgasverbrauch der Erdgastankstelle Niederurnen .....	0
Tabelle 24: Zusammenstellung Treibstoffverbrauch Glarus Nord .....	0
Tabelle 25: Wasserkraftwerke Stand Jahr 2007 .....	0
Tabelle 26: Aufteilung des Energieverbrauchs nach Sektoren .....	0
Tabelle 27: Gesamtenergieverbrauch der Region Glarus Nord .....	0
Tabelle 28: Vergleich von Produktion/Verbrauch der Energien .....	0
Tabelle 29: Aufteilung erneuerbare/nicht erneuerbare Energien .....	0
Tabelle 30: Massnahmen und Einsparung / Energieeffizienz .....	0
Tabelle 31: Zuwachspotential Schaftholz im öffentlichen Wald .....	0
Tabelle 32: Zuwachspotential Schaftholz im privaten Wald .....	0
Tabelle 33: jährlich zusätzlich nutzbare Energiemenge von Nadel- und Laubholz .....	0
Tabelle 34: Wärme- und Elektrizitätsgewinn aus Kraft-Wärme-Kopplungsanlage .....	0
Tabelle 35: Laufzeit und Auslastung der Kraft-Wärme-Kopplungsanlage .....	0
Tabelle 36: berechnete Solarstrahlungswerte in der Region Glarus Nord .....	0
Tabelle 37: Potential Sonnenkollektor- und Photovoltaikanlagen in Glarus Nord .....	0
Tabelle 38: Potential Kehrlichtverbrennungsanlage Niederurnen .....	0
Tabelle 39: Stromproduktion Trinkwasser- Kraftwerke .....	0
Tabelle 40: Turbinentypen .....	0
Tabelle 41: Produktion und Leistung der Turbinen .....	0

---

Tabelle 42: Kriterienliste .....	0
Tabelle 43: Erläuterung zu der Kriterienliste .....	0
Tabelle 44: Wärmeenergiebedarf unter der Berücksichtigung der Energie- Effizienz .....	0
Tabelle 45: zusätzliches Potential für Wärmeenergie .....	0
Tabelle 46: zusätzliches Potential für elektrische Energie .....	0
Tabelle 47: Treibstoffverbrauch unter der Berücksichtigung der Energie- Effizienz .....	0
Tabelle 48: Potentieller Vergleich von Produktion/Verbrauch der Energien .....	0

---



