UNIVERSITÄT BERN

OESCHGER CENTRE
CLIMATE CHANGE RESEARCH

Geographisches Institut
Gruppe für Hydrologie

Publikation Gewässerkunde Nr. 635
ISBN 978-3-9520278-0-6

Vorarlberg auf dem Weg zur Energieautonomie

Bericht zur Fachexkursion des Geographischen Instituts der Universität Bern

25. – 27. August 2014

Kursteilnehmer:

Amsler, C., Baumgartner, J., Bichsel, S., Bühlmann, A., Debrunner, E., Fedrigo, N., Girardin, A., Graber, M., Grob, M., Kallen, I., Kummer, D., Märki, S., Meier, S., Mosimann, M., Oetiker, L., Rast, F., Schwab, L., Umbricht, F., von Wattenwyl, N., Wittwer, M., Wyss, D., Wyss, M.

Leitung:

Prof. Dr. Rolf Weingartner

i. A. Dipl.Ing. (FH) Helmut Burtscher

UNIVERSITÄT
BERN

OESCHGER CENTRE
CLIMATE CHANGE RESEARCH

Geographisches Institut

Gruppe für Hydrologie

Vorarlberg auf dem Weg zur Energieautonomie

Bericht zur Fachexkursion des Geographischen Instituts der Universität Bern

25. – 27. August 2014

Kursteilnehmer:

Amsler, C., Baumgartner, J., Bichsel, S., Bühlmann, A., Debrunner, E., Fedrigo, N., Girardin, A., Graber, M., Grob, M., Kallen, I., Kummer, D., Märki, S., Meier, S., Mosimann, M., Oetiker, L., Rast, F., Schwab, L., Umbricht, F., von Wattenwyl, N., Wittwer, M., Wyss, D., Wyss, M.

Leitung:

Prof. Dr. Rolf Weingartner

i. A. Dipl.Ing. (FH) Helmut Burtscher

IMPRESSUM

Herausgeber:
Gruppe für Hydrologie
Geographisches Institut
Hallerstrasse 12
3012 Bern
Autoren: Amsler, C., Baumgartner, J., Bichsel, S., Bühlmann, A., Debrunner, E., Fedrigo, N., Girardin, A., Graber, M., Grob, M., Kummer, D., Märki, S., Meier, S., Rast, F., Schwab, L., Umbricht, F., von Wattenwyl, N., Wyss, D., Wyss, M.
Redaktion: Mosimann, M., Kallen, I., Oetiker, L., Wittwer, M.
Fotos: Titelseite: Vorarlberg (Illwerke VKW, *http://www.vkw.de/inhalt/de/2653.htm*) | S. 2: Karte der Region Vorarlberg (Google Maps, Kallen, I.) | S. 25 – 28: Eindrücke der Exkursion (Kummer, D.)
Zitiervorschlag: Weingartner, Rolf (Ed.) (2014): Vorarlberg auf dem Weg zur Energieautonomie. Bericht zur hydrologischen Fachexkursion des Geographischen Instituts der Universität Bern, 25.–27. August 2014. Publikation Gewässerkunde Nr. 635. Bern. (ISBN 978-3-9520278-0-6)

PDF-Link: www.hydrologie.unibe.ch/download/Energieautonomie_Vorarlberg.pdf

Inhalt

1 Einleitung 1

1.1 Exkursionsroute 2

2 Grundlagen zur Energieautonomie 3

2.1 Energieautonomie Vorarlberg 3

2.2 Energiemasterplan Vorarlberg alpS 4

2.3 VLOTTE – Modellregion für Elektromobilität. 5

2.4 Dezentrale Batteriespeicher in Kombination mit Photovoltaikanlagen 6

3 Vom Pumpspeicherwerk zum Biomasseheizwerk 7

3.1 Kopswerk I: Begrüssung und Information durch Hans Tschanherz 7

3.2 Kopswerk II 8

3.3 Illwerke Zentrum Montafon IZM 9

3.4 Klima- und Energie-Modellregion KEM 10

3.5 Biomasseheizwerk Lech 11

4 Klima- und Energiemodellregion Lech Warth 13

4.1 Übersicht über die Energiemodellregion Lech Warth 13

4.2 Beschneiung in der Tourismusregion Lech 14

5 Zusammenfassungen und Ausblick 15

5.1 Beobachtungen am ersten Exkursionstag 15

5.2 Beobachtungen am zweiten Exkursionstag 16

5.3 Diskussion vom 26. August 2014 zum Thema: „Energieautonomie Vorarlberg – Lehren und Übertragbarkeit auf den Kanton Bern“ 17

5.4 Beobachtungen am dritten Exkursionstag 20

5.5 Zusammenfassung 21

6 Bildmaterial 23

7 Liste der Referenten 27

1 Einleitung

Matthias Wittwer

Vom Montag 22.08.2014 bis Mittwoch 25.08.2014 besuchten 22 Studentinnen und Studenten der Universität Bern zusammen mit ihrem Betreuer Prof. Dr. Rolf Weingartner im Rahmen der Masterveranstaltung „hydrologischen Fachexkursion“ das österreichische Bundesland Vorarlberg. Geführt wurden wir dabei über weite Strecken von Helmut Burtscher vom Konzern *Illwerke vkw.* Der Fokus der Exkursion lag vollumfänglich auf Fragen zum Thema Energie. Das Land Vorarlberg bietet sich für diese Thematik geradezu an, hat es doch das Programm *Energieautonomie Vorarlberg* lanciert. Dieses wurde im Jahr 2007 initiiert und ist seither das zentrale energiepolitische Programm des Landes. In einem einstimmigen Landtagsbeschluss wurde die Energieautonomie als langfristiges, strategisches Ziel bis 2050 festgelegt. Damit will Vorarlberg in Energiefragen selbstbestimmend sein, die Unabhängigkeit von Preissteigerung und Versorgungsengpässen bei fossilen Energieträgern erreichen und einen wichtigen Beitrag für den Klimaschutz leisten. In einem ersten Schritt wurde dazu ein Massnahmenplan erarbeitet, der einerseits konkrete Massnahmen für die nächsten 10 Jahre festlegt (um die 2020-Ziele der EU zu erreichen), andererseits für das mittelfristige Ziel Energieautonomie die wichtigen Weichen zu stellen. Aus der Massnahmenplanung wurde schliesslich ein Schlussbericht mit 101 „enkeltauglichen“ Massnahmen erstellt. Ende 2011 wurden die 101 enkeltauglichen Maßnahmen wiederum einstimmig im Vorarlberger Landtag beschlossen. Der Umsetzungsprozess startete im Frühjahr 2012. Vier Arbeitsgruppen haben zu den Themen „Erneuerbare Energie“, „Gebäude“, „Industrie und Gewerbe“ sowie „Mobilität und Raumplanung“ rund 40 Maßnahmen priorisiert und konkrete Umsetzungsschritte ausgearbeitet. Die Hauptaufgabe in den kommenden Jahren wird es nun sein, die 101 enkeltauglichen Maßnahmen umzusetzen und diese einem kontinuierlichen Monitoring zu unterziehen.

Beim Erreichen des Ziels energieautonom zu werden, kommt dem Konzern *Illwerke vkw* eine zentrale Rolle zu. Das österreichische Energieunternehmen mit Sitz in Bregenz erzeugt Strom ausschliesslich aus Wasserkraft und anderen erneuerbaren Energieträgern. Die Werke produzieren Spitzen- und Regelenergie für den internationalen Markt und tragen so zur Stabilisierung des europäischen Verbundnetzes bei. Um das Ziel energieautonom zu werden zu erreichen, konzentriert man sich auf die vier Säulen Energieeffizienz, Elektromobilität, Ausbau der Wasserkraft und Bewusstseinsbildung.

Durch die Exkursion in Vorarlberg hatten wir (Masterstudierende der Uni Bern) die Möglichkeit die *Illwerke vkw* und deren laufenden Projekte im Zuge des Programms *Energieautonomie Vorarlberg* vertieft kennenzulernen. Wir verbrachten insgesamt drei spannende und sehr lehrreiche Tage in Österreich. Dafür möchten wir unseren Betreuern Prof. Dr. Rolf Weingartner und i. A. Dipl.Ing. (FH) Helmut Burtscher herzlich danken. Die nachfolgenden Ausführungen stellen nun eine Zusammenfassung des Erlebten und der verschiedenen Vorträge und Führungen aus Sicht der Studentinnen und Studenten dar.

1.1 Exkursionsroute

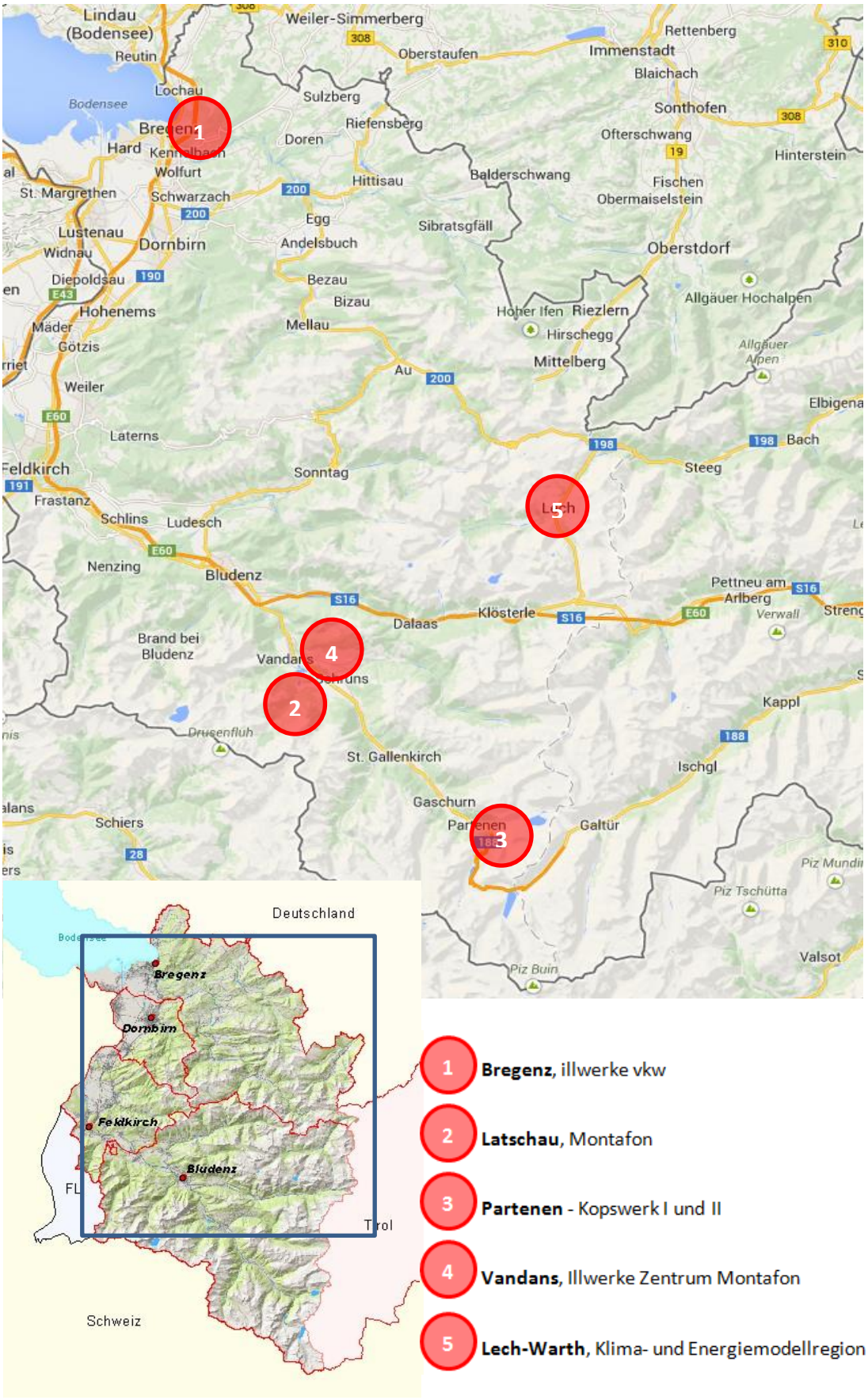

Abbildung 1: Exkursionsroute (Irene Kallen). Quelle: google Maps (Karte oben), Land Vorarlberg Abt. VII a- Raumplanung – VOGIS Daten (Karte unten).

2 Grundlagen zur Energieautonomie

2.1 Energieautonomie Vorarlberg

Eliane Debrunner

Gleich viel Energie aus erneuerbaren Energien produzieren, wie verbraucht wird – dieses Ziel soll im österreichischen Bundesland Vorarlberg bis 2050 erreicht werden. Christian Vögel, Fachbereichsleiter für Energie & Klimaschutz, berichtet über die Energieautonomie 2050, das zentrale politische Programm Vorarlbergs.

Bereits vor 30 Jahren wurde in der Bevölkerung Vorarlbergs der Wunsch laut, Wasser als erneuerbare Energiequelle zu nutzen. Dieses innovative Denken, eine breite Sensibilisierung der Bevölkerung für Energiefragen sowie geeignete naturräumliche Gegebenheiten lieferten optimale Rahmenbedingungen für den Start des Projekts „Energieautonomie Vorarlberg“. 2007 wurde beschlossen, dass eine unabhängige Energiezukunft möglich sei, worauf 2011 in einem Landtagsbeschluss die Energieautonomie als strategisches Ziel bis 2050 beschlossen wurde. Damit will Vorarlberg unabhängig sein von Preisschwankungen und Versorgungsengpässen bei fossilen Energieträgern sowie einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Zur Umsetzung des Programms Energieautonomie wurde ein Massnahmenplan ausgearbeitet, welcher Ziele bis und mit 2020 festlegt. Der Zeithorizont wurde von 2050 auf 2020 verkürzt und somit fassbarer gemacht. Durch diese Massnahmen sollen einerseits die Ziele des Energieplans der Europäischen Union EU-2020 erreicht werden: 20% energieeffizientere Energieproduktion, 20% weniger Energieverbrauch, 20% höherer Anteil erneuerbarer Energien. Andererseits soll der Massnahmenplan die Weichen stellen für das Erreichen des Ziels Energieautonomie bis 2050. In vier Arbeitsgruppen wurden schliesslich 101 „enkeltaugliche“ Massnahmen zu den Themen „Erneuerbare Energien“, „Gebäude“, „Industrie und Gewerbe“ sowie „Mobilität und Raumplanung“ erarbeitet. Diese beinhalten ambitionierte Ziele bis 2020 sowie konkrete Umsetzungsschritte: So soll im Bereich „Erneuerbare Energien“ ein Zubau der Wasserkraft um 200 GWh bis 2020 erfolgen. Auch die Solarthermie, Photovoltaik, Biogas, Wärmepumpen und die zusätzliche Nutzung von Energieholz sollen weiter ausgebaut werden. Im Bereich „Gebäude“ soll durch Sanierung und Mindest-Energie-Standard eine Reduzierung des spezifischen Energieverbrauchs um 20% erzielt werden. Von der Industrie wird eine jährliche Verbesserung der Energieintensität der Sachgüterproduktion um 1% gefordert. Im Mobilitätsbereich soll insbesondere der Fahrradverkehr auf kurzen und mittleren Strecken gefördert werden. 50% der Fahrten mit PKWs in Vorarlberg sind kürzer als 5 Kilometer, was das Potential einer Umstellung auf Fahrräder oder auf E-Fahrzeuge deutlich macht. Werden die Massnahmen im Mobilitäts-Bereich konsequent umgesetzt, so kann der Endenergieverbrauch des Personen- und Güterverkehrs bis 2020 um ca. 20% reduziert werden.

Der Umsetzungsprozess dieser Massnahmen ist im Frühjahr 2012 angelaufen. Die Hauptaufgabe in den kommenden Jahren wird es sein, die 101 enkeltauglichen Massnahmen konsequent umzusetzen und einem kontinuierlichen Monitoring zu unterziehen. Zusätzlich zu den fachthematischen Massnahmen wurden Querschnittsmassnahmen definiert, welche alle Arbeitsgruppen betreffen. Einen Schwerpunkt bildet dabei die Verankerung der Ziele in der Bevölkerung durch Öffentlichkeitsarbeit sowie Aus- und Weiterbildung.

Mit dem Programm Energieautonomie hat sich Vorarlberg das Ziel einer zukunftsfähigen Energieversorgung gesetzt. Damit nimmt die Region national als auch international eine wichtige Vorreiterrolle ein. Um das Ziel Energieautonomie bis 2050 zu erreichen, gehören die Steigerung der Energieeffizienz sowie die Reduzierung des Energieverbrauchs zu den zentralsten Aufgaben. Dies sind jedoch nicht nur technische, sondern ebenso gesellschaftliche Herausforderungen.

2.2 Energiemasterplan Vorarlberg alpS

Jan Baumgartner

Damit das Bundesland Vorarlberg die angestrebte Energieautonomie erreichen kann (vgl. „Energieautonomie Vorarlberg“) muss der Energieverbrauch in sämtlichen Lebensbereichen optimiert und reduziert werden. Der Energiemasterplan, welcher im Rahmen des Projektes „G08 Energieraum Alpen“ entwickelt wird, umfasst eine Geodatenbank mit Informationen zu Gebäudezustand, Infrastruktur und Energieverbrauch von einzelnen Gebäuden. Durch die räumliche Darstellung dieser Informationen lassen sich Schlüsse zur Optimierung von Energieverbrauch und –produktion ziehen.

Die Firma alpS ist ein Wissenschaftsunternehmen mit verschiedenen Shareholdern aus Wissenschaft (Universitäten) und Wirtschaft (Energieunternehmen). Ziel der Firma ist es, den Dialog in der Energiediskussion zwischen Wirtschaft (Stromproduzenten, Baufirmen usw.), Politik und Wissenschaft zu fördern. Dabei soll neben einer Objektivierung der Thematik auch die Wertediskussion Platz finden. Weiter soll durch Forschungsprojekte Wissen im Bereich der technischen und strategischen Anpassungsmöglichkeiten an den Klimawandel generiert werden. Eines dieser Projekte ist das Projekt „G08 Energieraum Alpen“, welches auf die Entwicklung von effizienten Energiesystemen für Regionen in den Alpen fokussiert. Das Anforderungsprofil des Projektes sieht eine vertiefte Auseinandersetzung mit folgenden Themenbereichen vor:

- Optimierte Raumentwicklung
- Energie und CO_2 Bilanz einer Region
- Berücksichtigung der Rahmenbedingungen
- Partizipation
- Simulation von Energiesystementwicklung
- Energiemonitoring
- Entscheidungs- und Handlungsgrundlagen ermöglichen

Für die Umsetzung des Projektes wurden drei Regionen ausgesucht, für welche detaillierte Informationen zu den privaten und öffentlichen Gebäuden der Regionen gesammelt wurden. Neben Informationen zum Standort, Ausrichtung und Zustand der Gebäude wurden auch Daten zu der Nutzung und der Menge, sowie der Art des Energieverbrauchs gesammelt. Die Erhebung der Daten war aufgrund der unterschiedlichen Eigentümer der Daten, sowie aus Datenschutzgründen eine Herausforderung für das Projekt. Sämtliche Daten wurden in einer Geodatenbank abgelegt.
Der Energiemasterplan sieht mithilfe der Geodatenbank und der Analyse der Daten in dem Geoinformationssystem „QGis“ die Bearbeitung der folgenden Arbeitspakete vor: Ist-Zustandsanalyse, Potentialabschätzung für erneuerbare Energie-Quellen, Szenarienentwicklung und Zielfestlegung, Massnahmenplanung und Bewertung.
Im Anschluss können detaillierte Aussagen zu den Quellen und Senken im Energieraum getroffen werden. Weiter können Potentiale für die Entwicklung von effizienten und nachhaltigen Energiesystemen identifiziert werden.

Im Rahmen des laufenden Projektes konnte gezeigt werden, dass in den drei Regionen eine grosse Abhängigkeit von fossilen Energieträgern besteht. Weiter wurde offensichtlich, dass bei der Senkung des Energiebedarfs im Bereich Wohnen in Zukunft, neben der intelligenten Ausnutzung von Synergien in Bezug auf Energiequellen, die Sanierung von Gebäuden eine entscheidende Rolle spielen wird. Neben der Ausnutzung von Optimierungsprozessen zwischen den einzelnen Gebäuden sollte aber auch die Optimierung der Energiesysteme auf interregionaler Ebene angestrebt werden, weil die Regionen unterschiedliche Quellen und Senken haben, welche effizient ausgenützt werden müssten. Allgemein kann festgestellt werden, dass es mit einer Geodatenbank mit detaillierten Daten zu Gebäuden und deren Nutzung, gefolgt von der anschliessenden Auswertung in „QGis“, Handlungsempfehlungen für die Erstellung von nachhaltigen und effizienten Energiesystemen entwickelt werden können. Diese Empfehlungen können anschliessend der Politik, aber auch an Privatpersonen weitergegeben werden.

2.3 VLOTTE – Modellregion für Elektromobilität.

Matthias Grob

Um den immensen Energieaufwand der Mobilität zu senken und dem Ziel „Energieautonomie bis 2050“ nachzukommen, entwickelt der Energieversorger Illwerke vkw in der Region Vorarlberg ein innovatives Konzept, das bereits einige Erfolge aufweisen kann, jedoch auch auf viele noch nicht ausgeschöpfte Potentiale aufmerksam macht.

Der Klima- und Energiefond der österreichischen Bundesregierung hat Ende 2008 das Projekt VLOTTE, als Modellregion für Elektromobilität, des Vorarlberger Energiedienstleisters Illwerke vkw zum Sieger einer bundesweiten Ausschreibung gekürt und eine Unterstützung mit 4.7 Millionen Euro Fördergelder zugesprochen. Inzwischen hat sich dieses Projekt gemeinsam mit verschiedenen Partnern in Forschung und Entwicklung, Stromerzeugung/-verteilung, Finanzierung, Marketing und Tourismus zu einer der grössten Modellregionen für nachhaltige Mobilität in Europa entwickelt.
Die geografische Ausdehnung des Projekts umfasst die Region Rheintal mit Umland (Fläche Rheintal: 260 km^2) und somit ungefähr 366.000 Einwohner, davon ca. 274.000 im Rheintal. Es sind über 400 Elektroautos unterwegs, die insgesamt bereits 7 Millionen Kilometer zurückgelegt und mehr als 1100 Tonnen CO_2 eingespart haben. In Vorarlberg wurde eine flächendeckende Ladeinfrastruktur eingerichtet und an neuralgischen Punkten steht ein Schnellladenetz zur Verfügung. Der benötigte Strom wird ausschliesslich aus (zusätzlichen!) erneuerbaren Quellen gewonnen. Dazu wurden 700m^2 Photovoltaikanlagen (100‘000 kWh/a entspricht ungefähr 555‘000km Elektromobilität /a) und ein Kleinwasserkraftwerk (seit 2011 in Betrieb) gebaut.
Das zukünftige Energieeinsparungspotential ist dennoch weiterhin kaum ausgeschöpft. Die ca. 240‘000 Autos in Vorarlberg benötigen 2‘500GWh Energie, was ungefähr 30% der verbrauchten Gesamtenergie der Region entspricht. Da das Elektrofahrzeug 75% der aufgewendeten Energie (Energie aus Wasserkraft) auf die Strasse bringt, der Dieselmotor jedoch 85% von der Energieerzeugung bis zum Einsatz verliert, könnte man mit einer kompletten Umstellung auf E-Mobilität, 60% Energie einsparen.
Norwegen ist bei der Umsetzung eines solchen Wechsels bereits weiter fortgeschritten, hier sind E-Autos auf den Strassen ein vertrauter Anblick (15% aller Neuwagen in Norwegen sind bereits E-Fahrzeuge). Der Schlüssel liegt hierbei im politischen Willen, die Emissionen zu verringern und den Verkehr auf die Strasse zu bringen. Konkret wird die Elektromobilität durch verschiedene finanzielle Anreize gestärkt (z.B. Mehrwertsteuerbefreiung auf Anschaffungspreis). Neben den Kosteneinsparungen, bringt das E-Auto im Alltag auch etliche andere Vor- und Nachteile mit sich:

Vorteile	Nachteile
+ Energieeffizienz	- geringe Reichweite (80-300km)
+ geringe Betriebs-/Unterhaltskosten	- hohe Anschaffungskosten
+ Fahrleistung (E-☺)	- lange Ladezeit der Batterie
+ Entwicklungspotentiale nach oben offen	- niedrige Lebensdauer der Batterie

Mit entsprechendem politischen Willen, geschicktem Marketing und ausgereifter Infrastruktur ist es bereits heute möglich die Leute von den Vorteilen der Nutzung eines E-Autos zu überzeugen. Die überregionale Strahlkraft von innovativen Modellregionen, die zukünftigen technologischen Weiterentwicklungen und Anschaffungs-Kostensenkungen bei den E-Autos sichern den Weg in eine nachhaltige Mobilität längerfristig.

2.4 Dezentrale Batteriespeicher in Kombination mit Photovoltaikanlagen

Fabian Umbricht

Dezentrale Batteriespeicher in Kombination mit Photovoltaikanlagen sind ein System um einerseits den Selbstversorgungsgrad (Autarkie) eines Energie-Endverbrauchers zu erhöhen und anderseits die Netzbelastung zu reduzieren, da sowohl die Spitzen im alltäglichen Energieverbrauch als auch die wetterabhängigen Einspeisespitzen gepuffert werden können.

Eine der grössten Herausforderungen bei der Produktion nachhaltiger Energie ist es, die tageszeit- und witterungsbedingten Energieüberschüsse oder -defizite die durch die (angestrebte) grosse Menge an installierten Photovoltaik- und Windkraftanlangen naturgemäss auftreten, zu bewältigen. Eine der effizientesten und gängigsten Lösungen für diese Pufferfunktion sind Pumpspeicheranlagen. Wird durch Wind oder Sonne überschüssige Energie produziert, kann mit dieser relativ effizient (Wirkungsgrad ~90 %) Wasser als potentielle Energie gespeichert werden. Wird Energie kurzfristig benötigt, kann diese schnell durch Turbinieren wieder erzeugt werden (die ungefähre Energiemenge die so produziert werden kann beträgt ungefähr 7*Q*h).
Dieses System ist zwar einfach und effizient, jedoch existieren auch hier gewisse Probleme:

- Es wird kein Bandstrom produziert, also eine gewisse Energiegrundversorgung kann durch dieses System nicht gewährleistet werden. Nachhaltige Optionen sind hier nur Flusskraftwerke und Biomassekraftwerke.
- Trotz der Zunahme an Photovoltaik (PV)-Anlagen (besonders auch bei Endvebrauchern) muss die Netzkapazität erhöht werden, da durch die grosse installierte PV-Leistung auch ein entsprechend grosser Energieüberschuss produziert werden kann, der irgendwie zu einem Pumpspeicherkraftwerk transportiert werden muss.
- In Regionen die über wenig topographische Energie verfügen (Flachland) sind Pumpspeicheranlagen keine Option.

Als Alternative werden beispielsweise in Deutschland (ein Land mit relativ wenig Optionen für Pumpspeicherwerke) dezentrale Batteriespeicher in Kombination mit PV-Anlagen gefördert. Dezentrale Batteriespeicher sind leistungsstarke Li-Ionen-Akkus, die über ca. 20 kWh Kapazität verfügen (ähnlich einem E-Auto), etwa die Grösse eines Kühlschranks haben und bei einem Endverbraucher (also dezentral) in Kombination mit einer PV-Anlage installiert werden.
Durch diesen Batteriespeicher kann nun die variable Energieversorgung der hauseigenen PV-Anlage etwas gepuffert werden. Dadurch steigt nicht nur die Autarkie des Endverbrauchers, sondern auch die erforderliche Netzkapazität wird verringert, da im Falle einer Energieüberproduktion durch die PV-Anlage die überschüssige Energie nicht direkt ins Netz gespeist wird, sondern zuerst der Batteriespeicher aufgeladen wird. Dafür sind jedoch intelligente Energiemanagementsysteme nötig, die anhand des selberproduzierten PV-Stroms, der Netzauslastung und des aktuellen Energieverbrauchs die Ladung des Batteriespeichers steuern. Die Batteriespeicher haben dadurch die Vorteile, dass durch die erhöhte Autarkie der notwendige Bandstromanteil im Netz reduziert werden kann und die Netzbelastung durch Überschuss- und Verbrauchsspitzen ebenfalls reduziert wird.
Jedoch weist dieses System ebenfalls gewisse Nachteile auf. Einerseits ist die Energiebilanz der Li-Ionen-Akkus durchaus zwielichtig, insbesondere wegen der benötigten „unsauberen“ Grauen Energie bei der Herstellung. Ausserdem wirken Batteriespeicher bei falscher Steuerung der Akku Auf- und Entladung eher kontraproduktiv.
Auch für die Energieversorger wie die Illwerke VKW ist das Batteriespeichersystem sowohl ökonomisch nicht unbedingt erstrebenswert, als auch in der Nutzung noch mit zu vielen unbekannten behaftet. Aus diesem Grund läuft das Pilotprojekt des dezentralen Batteriespeichers im Land Vorarlberg nur als Test und zur Entwicklung, um keinen möglichen Trend zu verpassen.

Dezentrale Batteriespeicher sind eine neue technische Lösung im Umgang mit der Spitzen-Problematik in der nachhaltigen Energieversorgung. Bei richtiger Managementstrategie können ausserdem Autarkie und Bandstrom-Bedürfnis reduziert werden. Jedoch ist die Energiebilanz noch zwiespältig und die Anwendung auf Stufe Konsument noch nicht ausgereift und ausserdem momentan für Energieversorger ökonomisch nicht attraktiv.

3 Vom Pumpspeicherwerk zum Biomasseheizwerk

3.1 Kopswerk I: Begrüssung und Information durch Hans Tschanherz

Nicolas Fedrigo

Die Energiereise in Begleitung der Vorarlberger Illwerke AG führt uns nach Gaschurn-Partenen, im südlichen Montafon. Nebst dem grossen Skigebiet Silvretta Montafon, befinden sich in dieser Region die beiden Kraftwerke der Illwerke Kopswerk I und II. Herr Hans Tschanherz ermöglicht uns einen historischen Rückblick auf die Kopswerke, bevor er uns im späteren Vormittag durch die Kaverne des Kopswerk II führt.

Mit dem Bau des Vermutwerkes ab 1925 und der Inbetriebnahme 1930 beginnt die Geschichte der Werksgruppe der Illwerke in der Region Gaschurn-Partenen. Das Potential der Wasserkraft soll im Interesse des Landes Vorarlberg genutzt werden und auf die Nachfrage der Stromproduzenten ausgerichtet sein. Dieses Werk wurde damals als erfolgreiches Muster der österreichischen Industriekultur betrachtet. Bereits mit dem Vermutwerk wird in den frühen 1930er Jahre eine energetische Verbindung zum deutschen Ruhrgebiet aufgestellt die heute weitergeführt wird. Eine Aufgabe der Wasserkraftwerke war schon damals die Produktion von Spitzen- und Regelenergie.
Kopswerk I und seine Nebenanlagen werden im Rahmen des „Programm 1960“ zwischen 1962 und 1969 errichtet. Da in der Ortschaft keine lawinen- und murensichere Lage ermittelt werden kann, wird eine 70 Meter lange, 26 Meter Breite und 29 Meter hohe Kaverne in den Berg ausgehöhlt worin das Krafthaus und die Schaltanlangen eingerichtet werden. Bei ihrer Errichtung sind die Generatoren und die Doppelfreistahlturbinen des Kops I die leistungsstärksten Wasserkraftmaschinen in Österreich. Gleichlaufend mit dem Werk wird der Stausee Kopssee (1'809m) errichtet, welchem verschiedene Bäche aus dem Tirol und die Kops-, Verbella- und Zeinisbäche zugeführt werden. Das abgefangene Wasser aus dem Tirol wird somit dem Einzugsgebiet der Donau entnommen und dem des Rheines zugefügt. Somit erreicht der Kopssee einen Nutzinhalt von 42.9 Mio. m^3. Auch der Bau des Kopssees ist ein Ausdruck erstklassiger technischen Kenntnisse der 600 Ingenieure und Bauleute, die sich am Bau beteiligt haben. Die Talsperre, eine breit gespannt und doppelt gewundene Bogenmauer mit künstlichem Widerlager, ist im tief eingekerbten Haupttal auf einen Felsriegel aufgesteckt. Es wurden für die Staumauer ca. 660'000 m^3 Beton gegossen, womit sie als die damals grösste Sperre (122 m) Österreichs gekrönt werden kann. Es wurde kein Eisen unter den Beton gemischt, weil sich die Mauer bei einem Vollstau ca. 6 cm gegen Luftseite bewegt. In nur 30 Monaten Bauzeit konnte diese technische Errungenschaft errichtet werden. Im November 1967 wurde der erste Vollstau des neuen Sees erreicht. Zurzeit ist im Kopswerk I eine Modernisierung im Gange. Das Kops I ist mit 3 Maschinensätzen ausgestattet mit einer Nennleistung pro Doppelturbine von je 84,6 MW, diese Leistung wird nach den Erneuerungsarbeiten auf ca. 93 MW pro Satz erhöht.
Nebst dem Kops I erzeugt seit 2008 das neue Pumpspeicherkraftwerk Kopswerk II erstrangigen Spitzen- und Regelstrom aus der im Kopssee gespeicherten erneuerbaren Ressource. Das von der Energie Baden-Württemberg AG (EnBW) mitfinanzierte Kops II ist das letzte und auch das grösste Pumpspeicherkraftwerk das von Illwerke betrieben wird. Sein Krafthaus und sämtliche ergänzenden Anlagen wurden wie jene des Kops I ca. 200 m tief im Berg eingerichtet. Hunderte von Sprengungen wurden für das Aushöhlen der Kaverne eingesetzt und hochspezialisierte Unternehmen aus Europa und der Welt für unterschiedliche Etappen des Baues ins Projekt eingebettet. Nach vier Jahren Bau und einer fünftägigen Umweltverträglichkeitsprüfung konnte erstmals Wasser durch das 800 Meter hohe Gefälle vom Speichersee in die Turbine geführt werden. Mit einer installierten Leistung von 530 MW können die drei Turbinen des Kops II ca. 530'000 Haushalte mit Energie versorgen.

Speicher- und Pumpkraftwerke werden für die Produktion der Spitzenenergie eingesetzt da sie rasch und punktuell auf- und abgeschaltet werden können. Die Pumpe kann über den hydraulischen Kurzschluss betätigt werden. Überflüssige Energie wird dem Netz entnommen und kann im See gespeichert werden. Ist die überflüssige Energie ungenügend für die Pumpen (<150 MW), kann die fehlende Energie durch das Betreiben der parallel laufenden Turbinen ergänzt werden.

3.2 Kopswerk II

Lorenz Schwab

Die Besichtigung des Kopswerks II, des grössten Pumpspeicherkraftwerks in Vorarlberg, prägte den Vormittag des zweiten Exkursionstages. Ein Film über die Bauphase gab einen ersten Einblick in die Dimensionen und Planung dieses Riesenprojekts. Im Innern des Werkes gab es anschliessend viel, vorwiegend technische, Informationen von Hans Tschanhenz.

Das Kopswerk II befindet sich in Gaschurn/Partenen im Montafon und ist als Pumpspeicherkraftwerk konzipiert. Das Wasser wird aus der Silvretta-Gebirgsgruppe bezogen und durch das Gefälle zwischen dem Kopssee (1‘800 m) und dem Ausgleichs- und Pumpvorratbecken Rifa (1‘000 m) genutzt. Gebaut wurde das Kopswerk aus Platzgründen und um nachteilige Eingriffe in die Natur zu verhindern als Kavernenkraftwerk, das heisst die gesamte Anlage wurde im Berg untergebracht. Die drei vertikalachsigen Maschinensätze mit 24‘000 Litern Durchfluss liefern je 150 Megawatt (MW), was eine gesamte Nennleistung von 450 MW ermöglicht.

Take Home Message aus der Besprechung: Eine einfache Abschätzungen der Leistung von Wasserkraftwerken ist mit vereinfachten Annahmen anhand der Formel $7 * Q * h$ möglich.
7: Wirkungsgrad * Erdbeschleunigung **Q: Durchfluss in m^3 (~ 70 m^3)** **h: Höhe in m (~ 1000m).** Daraus ergibt sich eine Leistung von ca. 490 MW.
7 ist allerdings für ein modernes Werk wie das Kopswerk II eine konservative Annahme und die Rohfallhöhe beträgt 800m. Diese Annahmen ergeben 8 * 70 * 800 = 448 MW, was der tatsächlichen Nennleistung von 450 MW sehr nahe kommt.

Hintergrund des Baus vom Kopswerk II sind die Liberalisierung des Strommarktes und der Ausbau der erneuerbaren Energien wie Wind- oder Solarenergie. Mit unbeeinflussbaren Windstärken und –flauten führt dieser Ausbau zu einer erhöhten Nachfrage von Spitzen- und Regelenergie. Um optimal an diese Markterfordernisse angepasst zu sein, besitzt das Kopswerk II eine Regelfähigkeit von ± 100% im Turbinen- und Pumpbetrieb. Der Einsatz von Speicherpumpen ist allerdings nur möglich, wenn diese mit 100% Leistung laufen wogegen der Leistungsüberschuss aus dem Netz schwankend ist. Dies wurde technisch durch den sogenannten „hydraulischen Kurzschluss“ gelöst. Dabei wird die Differenz zwischen der Leistungsaufnahme der Pumpe und dem Überschuss aus dem Netz durch den gleichzeitigen Betrieb der Turbinen kompensiert. Damit bei Regelvorgängen schnell vom Turbinen- in den Pumpbetrieb und umgekehrt gewechselt werden kann (im Kopswerk II innerhalb von ca. 40 Sekunden), muss das Wasser im Stollen abrupt gebremst und in die Gegenrichtung beschleunigt werden. Bei diesen Vorgang entstehen enorme dynamische Drücke, welche zusätzlich zu den statischen Drücken wirken. Zum Vermindern dieser Druckschwankungen dient das Wasserschloss, eine Art Ausgleichsgefäss zwischen Druckstollen und Druckschacht.
Der Bau des Kopswerk II wurde erstmals in Vorarlberg an die Bedingungen einer Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) geknüpft, welche die Auswirkungen des Grossprojekts beschreiben, bewerten und Massnahmen prüfen sollte. Diese konnte in Rekordzeit abgeschlossen werden, auch weil bereits bestehende Seen und Hochspannungsleitungen genutzt werden.
Die Wasserkraft und auch die Pumpspeicherkraftwerke sind Bestandteil der Bestrebungen Vorarlbergs in Energiefragen selbstbestimmt und unabhängig von Preis- und Versorgungsengpässen zu sein. Da in Pumpspeicherkraftwerken vorwiegend Energie gespeichert wird, die anderswo bereits produziert wurde, ist fraglich inwiefern Pumpspeicherkraftwerke der Energieautonomie dienen und Unabhängigkeit fördern.

Das Kopswerk II erfüllt durch seine aussergewöhnliche Regelfähigkeit die heutigen Ansprüche eines flexiblen Strommarktes und bietet Regel- und Spitzenstrom. Es ist gut in die bestehende Kraftwerksgruppe eingebettet und verursacht so geringe Eingriffe in die Natur.

3.3 Illwerke Zentrum Montafon IZM

Caroline Amsler

Von März 2012 bis September 2013 entstand in der Vorarlberger Gemeinde Vandans eines der grössten Bürogebäude in Holzhybridbauweise der Welt. Das Illwerke Zentrum Montafon, kurz „IZM", ersetzt mehrere ältere Bürogebäude der Vorarlberger Illwerke AG und bündelt somit neu deren Organisationseinheiten an einem Ort. Das fünfstöckige Gebäude ragt mit einem Viertel seiner Länge in den See. Es verfügt über moderne Arbeitsplätze für rund 270 Mitarbeiter und erfüllt modernste Standards in nachhaltigem und energieeffizientem Bauen. Planer und Architekten des Gebäudes sind Hermann Kaufmann ZT GmbH in Schwarzach.

Grundkonzept und Aufbau: Das Erdgeschoss und das erste Obergeschoss des IZM sind öffentlicher Bereich. In diesen Beiden Stockwerken sind der Empfang, eine Mensa für Mitarbeiter und Gäste sowie Besucher-, Schulungs- und Besprechungsräume untergebracht. In den oberen drei Geschossen befinden sich die Büroräumlichkeiten. 90% der Arbeitsplätze sind in Grossraumbüros zu angeordnet; die offene Gestaltung der Büroräumlichkeiten soll den Austausch zwischen den Mitarbeitern und den verschiedenen Abteilungen fördern und starren Hierarchien entgegenwirken.

Green Building: Beim Bau des IZM wurde auf Energieeffizienz und nachhaltige, regional verfügbare Baumaterialien gesetzt. Es wird eine Zertifizierung in Gold nach den Zertifizierungsrichtlinien der Österreichischen Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft ÖGNI angestrebt. Das IZM wurde in Holzhybridbauweise realisiert, was bedeutet, dass Systemkomponenten aus Holz und Beton verwendet wurden. Für die Holzkomponenten wurden Weisstanne, Fichte und Buche verarbeitet. Das Holz stammt zu je einem Drittel aus dem Montafon, der Region Vorarlberg und Süddeutschland. Für den Bau des Gebäudes wurde Holz von einer Waldfläche von ca. 7 ha beansprucht. Diese Holzmenge würde in einem Vorarlberger Wald in ca. 2 Tagen nachwachsen. Auch bei der Innenausstattung des Gebäudes wurde viel Wert auf Energieeffizienz gelegt, beispielsweise bei der Beleuchtung durch Tageslicht- und Präsenzgesteuerte LED-Lampen. Eine optimale Wärmedämmung konnte unter anderem mit einer Dreifachverglasung der Fenster erzielt werden. Dank den oben erwähnten Massnahmen beläuft sich der jährliche Energiebedarf des Gebäudes auf lediglich 29 kw/h pro Quadratmeter. Im IZM werden diverse Parameter wie der CO_2-Gehalt in der Luft oder der Strom- und Wasserverbrauch rund um die Uhr in einem automatisierten Monitoring überwacht. Dies erlaubt es, den Ressourcenverbrauch des Hauses zu verfolgen und bei Bedarf zu regulieren.

Blue Building: Beim IZM wurde nicht nur auf die ökologische sondern auch auf die soziale Nachhaltigkeit Wert gelegt: Die Mitarbeiter sollen sich im Gebäude wohl fühlen. Die Arbeitsplätze in Grossraumbüros bieten sehr viel Platz (12 m^2 je Arbeitsplatz), fördern aber gleichzeitig auch den Austausch zwischen den Mitarbeitern. Im Sinne eines „bottom-up"-Ansatzes wurden die Mitarbeiter bei der Planung des Gebäudes stark miteinbezogen. Auch Kunst am Bau (Rund 1 % der Gesamtinvestitionssumme von 30 Millionen Euro), soll zu einer guten Atmosphäre im Bürokomplex beitragen.

Das IZM in Vorarlberg zeigt, dass es möglich ist, ein Gebäude zu planen und umzusetzen, welches sowohl ökologischen wie auch sozialen Kriterien gerecht wird. Es ist ein Beispiel dafür, dass Energieeffizienz und ein schonender Umgang mit natürlichen Ressourcen nicht zwangsläufig Einschränkung und Verzicht bedeuten sondern durchaus mit Modernität und Luxus zu vereinbaren sind.

3.4 Klima- und Energie-Modellregion KEM

Simon Meier

Das Programm „Klima- und Energie-Modellregionen" umfasst Regionen in Österreich, die eine Unabhängigkeit von fossilen Energien als Ziel haben. Durch die Nutzung regionaler Ressourcen, Produktion von erneuerbaren Energien, Energieeffizienz und intelligente Steuerung soll dieses Ziel erreicht werden. Seit 2009 sind bereits 112 Klima- und Energie-Modellregionen mit 1165 aktiven Gemeinden und über 2.7 Millionen Menschen entstanden.

Im Zuge des Klimaschutzes und der Entwicklung einer nachhaltigen Energiewende wurde 2007 der Klima- und Energiefonds durch die Österreichische Bundesregierung ins Leben gerufen. Mit den seit der Gründung zur Verfügung stehenden 850 Millionen Euro Fördergelder werden Klimaschutz- und Energieprojekte mit den Kernpunkten Nachhaltigkeit und Effizienz gefördert. So werden auch die Klima- und Energie-Modellregionen (KEM) durch diesen Fonds unterstützt. Mit dem Slogan „heute aktiv, morgen autark" sind die KEM ein wichtiges Instrument, um das Ziel der Österreichischen Bundesregierung, bis 2050 unabhängig von fossilen Energieträgern zu werden, umzusetzen. Das Programm der KEM verfolgt einen Bottom-Up Förderansatz. Im Gegensatz zum häufig angewandten Top-Down Ansatz sollen die Regionen hier ihren eigenen Weg in Richtung Senkung des Energieverbrauchs und der Nutzung von erneuerbarer Energie finden. Die Vorteile bei diesem Ansatz sind die Identifikation der Bevölkerung durch die hohe Partizipation, sowie die Möglichkeit der Fokussierung auf die Stärken einer Region je nach thematischer Ausrichtung.
Für eine erfolgreiche Umsetzung von Massnahmen in KEM wurden drei Faktoren definiert:

1) *Ein Umsetzungskonzept*: Untersuchung der Ist-Situation, Zielsetzung mit Zwischenzielen, Identifikation von Potentialen und Erstellung eines konkreten Massnahmenpakets. Die Regionen sollten idealerweise eine Grösse von 60‘000 EinwohnerInnen nicht überschreiten.

2) *Eine treibende Kraft vor Ort*: Jede Region hat ihre/n eigene/n ModellregionsmanagerIn. Diese Person treibt die Umsetzung von Projekten aus dem Massnahmenplan voran und ist als fixe Ansprechperson für die regionalen Stakeholder und für die Bewusstseinsbildung in der Region verantwortlich. Dem/Der ModellregionsmanagerIn stehen dazu pro Jahr maximal 100‘000 Euro zur Verfügung.

3) *Einbindung der Region in den Entwicklungsprozess*: Stakeholder der regionalen Wirtschaft, der Politik und der Bevölkerung werden für die Schaffung von Bewusstsein und die Verankerung der Entwicklung in der Region eingebunden. Die Ko-Finanzierung von Projekten durch die Gemeinden ist dabei ein wichtiger Faktor.

Als weitere unterstützende Massnahme treffen sich zwei Mal jährlich alle ModellregionsmanagerInnen Österreichs zu einem Schulungs- und Vernetzungstreffen. Die Schulung, aber vor allem der Know-How-Transfer unter den Regionen findet dort intensiv statt. Weiter ist jede Region verpflichtet, ein Energiekennzahlenmonitoring über Verbrauch und Erzeugung durchzuführen. Dadurch entsteht zum einen ein hohes Problembewusstsein und zum anderen ist dies Notwendig, um Erfolge direkt darstellen zu können.

Für einen effizienten Klimaschutz und das Ziel der Österreichischen Bundesregierung, bis 2050 unabhängig von fossilen Energieträgern zu werden, wird mit dem Ansatz der Klima- und Energie-Modellregionen ein wegweisender Schritt gemacht. Durch die Förderung von regionalen Ressourcen, Nachhaltigkeit und Energieeffizienz soll zukünftig eine Energieautarkie erreicht werden (Klimaundenergiemodellregionen 2014).

3.5 Biomasseheizwerk Lech

Daniela Wyss

Die durch die Gemeinde Lech und die Vorarlberger Kraftwerke AG realisierte Biomasse-Fernwärmeanlage ist ein Vorzeigeprojekt bezüglich Energieeffizienz, nachhaltiger Umwelttechnologie und regionaler Wertschöpfung. Waldbesitzer und Holzverarbeitungsbetriebe liefern das in Vorarlberg anfallende Energieholz für 100% Fernwärme in Lech.

Aus dem Zusammenwirken von schlechter Luftqualität (Inversionslage) und der 1. Irak-Krise um Saddam Hussein (Abhängigkeit von fossilen Energieträgern) wurden in Lech (1999: 2 Kessel mit einer Leistung von 2 MW und 5 MW; 2010: plus 7 MW), Zug (2007), Oberlech (2009) und Zürs (2010) Biomasseheizwerke gebaut. Dasjenige in Lech, das grösste Biomasseheizwerk Österreichs, produziert eine Spitzenleistung von 18 MW (Wirkungsgrad 85-90%). Pro Jahr sind für die Belieferung der aktuell 330 angeschlossenen Objekte mit Fernwärme für Warmwasser und Heizung (65 Mio kWh) 80‘000 srm[(1)] Holz-Schnitzel nötig.
Aus dem Tagesbunker gelangen die Schnitzel via Schubboden und Kratzförderer zum Abwurfschacht und in den Heiz-Kessel. In diesem werden die Schnitzel mittels zwei sich gegeneinander verschiebenden Roste vorwärts geschoben und zunehmend verbrannt (600-800°C). Im oberen Teil des Kessels wird im Wärmetauscher das Rauchgas durch das die Rohre umgebende Rohre Netzwasser von 1000°C auf 140-160°C runtergekühlt. Bevor das Rauchgas zum 2. Wärmetauscher (Kondensation) gelangt, wird es mittels eines Elektrofilters vom Feinstaub gereinigt. Diese Elektroasche muss als Sondermüll in einer Untertagdeponie entsorgt werden, wohingegen die Rostasche kostenpflichtig der Restmülldeponie zugeführt werden kann. Das durch den Kondensationsprozess final auf 40°C runtergekühlte Rauchgas verlässt via Kamin das Heizwerk. Das sägefrische Holz enthält 40-50% Feuchtigkeit, welche nach dem Verbrennungs- und Kondensationsprozess als aufbereitetes Abwasser (pH = 6-8) in die Kanalisation gelangt. Die konstante „Arbeit“ der Heiz-Kessel wird durch zwei 107m^3-Wassertanks zur Deckung der Morgen- und Abendspitzen des Fernwärme-Bedarfs ergänzt.

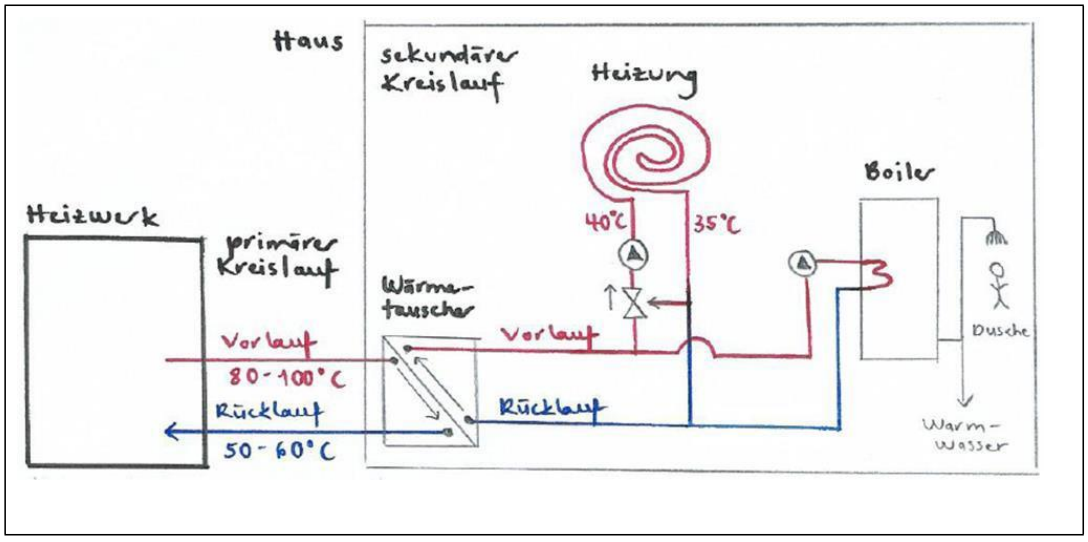

Abbildung 2: Funktionsweise der Fernwärme mittels zwei Kreisläufen

Das Biomasseheizwerk Lech trägt einerseits zur Erhaltung der Wirtschaftskraft in einer sensiblen Berg- und Tourismusregion bei; durch die Verringerung des Einsatzes fossiler Brennstoffe erfüllt es andererseits eine Botschafterfunktion zur Erreichung der Energieautonomie Vorarlberg 2050.

[(1)] srm = Schüttraum-Meter (1 srm = 1 m^3, aber Dichte und Gewicht unterschiedlich)

4 Klima- und Energiemodellregion Lech Warth

4.1 Übersicht über die Energiemodellregion Lech Warth

Dominic Kummer

Die Klima- und Energiemodellregion Lech Warth besteht aus den Gemeinden Lech und Warth, die im Grenzgebiet von Vorarlberg zum Bundesland Tirol liegen. Ziel der KEM Lech Warth ist der Ausbau der Versorgung mit erneuerbaren Energieträgern.

Die Klima- und Energiemodellregion (KEM) Lech Warth ist eine der erfolgreichsten Modellregionen Österreichs. Die Modellregion befindet sich zwischen 1400 und 1500 Meter über Meer, weist eine Fläche von 109 km^2 auf und beherbergt ca. 2000 Einwohner. Die Modellregion lebt vom Tourismus, weist 337 Tourismusbetriebe auf und verzeichnet pro Jahr ca. 1,1 Millionen Nächtigungen.
Um die Energieversorgung mit erneuerbaren Energieträgern zu erreichen, wurden verschiedene Effizienzmassnahmen in den Bereichen Mobilität, Wärme und Strom angestrebt.
Im Bereich Mobilität wurde versucht, den lokalen Verkehr zu vermindern. Es wurden der Bevölkerung, sowie den Touristen 20 E-Bikes zur Verfügung gestellt, damit sie lokale Distanzen mit dem Rad statt mit dem Auto bewältigen. Der Verleih wurde eingestellt, es befinden sich jedoch heute 70 private E-Bikes im Einsatz. Zudem wurde ein öffentliches Personenverkehrs-Angebot etabliert, das besonders von Touristen verwendet wird. Ein Projekt mit öffentlich verfügbaren E-Autos scheiterte, da die Autos aufgrund der limitierten Reichweite nach der Talfahrt die Rückfahrt in die Modellregion nicht mehr meistern konnten.
In der Modellregion wird 85% der Heizenergie in vier Biomassekraftwerken aus nachwachsendem Holz erzeugt. Mit dem Biomassekraftwerken konnten in vier Jahren 8 Millionen Liter Heizöl gespart werden. Um dennoch den Verbrauch von Heizwärme möglichst gering zu halten, sollten Hotelbesitzer wassersparende Duschbrausen und Wassersiebe verwenden. Ein Schulprojekt, in welchem Schüler und Schülerinnen ein Design für ein Wassersieb entwarfen, soll auch Haushalte im Umgang mit Wasser sensibilisieren. In der Modellregion ging der Wasserverbrauch in einem Jahr um 30,1% zurück.
Im weiteren Zusammenhang mit Wärme wurden diverse Häuser mit Wärmebildkameras untersucht. In diesen Untersuchungen erkannte man, dass rund ein Drittel aller Hotelfenster andauernd gekippt sind. In neueren Hotels werden daher Monitoring-Systeme mit Sensoren eingebaut, die erkennen, dass Fenster gekippt sind und die Gebäudebesitzer warnen. Es wurde zudem erkannt, dass Aussenheizungen, die Dächer und Wege heizen, oft auf Temperatur und nicht auf Schnee oder Eis reagieren.
Im Bereich Strom wurde besonders in die Beleuchtung investiert. Da viele Hotels nicht auf dauerhafte Beleuchtung verzichten können ist es wichtig, dass energiearm beleuchtet wird. Die Beleuchtung macht 30-40% des Stromverbrauches eines Hotels aus. Durch die Verwendung von LED‘s können mindestens 10% eingespart werden. Da herkömmliche Lampen eine bedeutend kürzere Lebenserwartung aufweisen, amortisiert sich eine Umstellung auf LED in weniger als einem Jahr. Insgesamt wurden in Lech 30‘000 LED Leuchten installiert.
Nicht alles kann in der Modellregion umgesetzt werden. Der Bau eines neuen Biomassekraftwerkes in Warth kann nicht realisiert werden, da das betroffene Grundstück 25 verschiedenen Eigentümern gehört. Zudem können keine PV-Anlagen auf Dächern angebracht werden, da diese durch die Last des Schnees erdrückt würden. Alternativ wurden jedoch bereits PV-Anlagen in Geländer verbaut.

In der Klima- und Energiemodellregion Lech Warth können dank der intensiven Sensibilisierung der Bevölkerung und der Tourismusbetriebe jährlich 3,8 Tonnen CO_2 eingespart werden. Es konnte zudem gezeigt werden, dass durch Energiemonitoring und sparsame LED Beleuchtung der jährliche Stromverbrauch eines Hotels um einen Drittel gesenkt werden kann.

4.2 Beschneiung in der Tourismusregion Lech

Melissa Graber

Am Morgen des 27.8.2014 treffen wir Michael Manhart im Gemeindezentrum von Lech. Michael Manhart gilt als Pionier, Original, Unternehmer, manchmal auch als Sturkopf, ab und zu auch als leicht Verrückter. Sein Referat war äußerst interessant und manchmal auch ziemlich amüsant.

Es ist nicht ganz einfach, von diesem interessanten Referat eine Zusammenfassung zu erstellen. Denn das Thema wird ziemlich häufig und abrupt gewechselt. Michael Manhart beginnt damit, sich kurz vorzustellen. Er ist 72 Jahre alt, Besitzer der Skilifte Lech, aber auch Vorsitzender der Arbeitsgruppe Umweltverband. Sein Großvater hat die Skilifte in Lech aufgebaut. Nachdem die Lifte im 2. Weltkrieg zerstört wurden, baute er sie wieder auf, seitdem geht's bergauf mit dem Skigebiet Lech. Allzulange mag Herr Manhart allerdings nicht bei diesem Thema bleiben, also wechselt er zu den Skiliften, dem Wachstum, und die dabei entstehenden Probleme. Bei diesen Problemen bezieht er sich auf das Verkehrsaufkommen im Dorf Lech. Er wollte einen neuen Lift bauen, hatte aber gemerkt dass der Verkehr im Dorf immer mehr zugenommen hatte. Obwohl dies auf den ersten Blick unlogisch erscheint, schlug Michael Manhart vor, die Anzahl Skifahrer auf den Pisten zu limitieren. Um dies zu erreichen, gibt es nun für die Skilifte Lech nur noch 14000 Tageskarten. Aber auch der Orts-interne Verkehr war ein Problem. Die Lecher hatten auch für die kleinsten Wege das Auto genommen. Nun gibt es ein gratis Orts-Bus, den jeder nutzen kann. Themawechsel: Herr Manhart hat schon im Jahre 1972 das erste Mal erwähnt, dass es gut wäre, die Skigebiete rund um Lech zu fusionieren. Erst 2013 haben dann aber auch die Politiker reagiert. Laut Manhart sind Politiker sowieso „Hosenscheisser, die man zum Ja-sagen überzeugen muss". Nicht nur bei wirtschaftlichen Themen ist Manhart's Betrieb ein Pionierbetrieb, auch bei Themen wie Qualität und Umwelt ist er immer für Veränderungen zu haben. Diese können auch auf spezielle Art und Weise umgesetzt werden, wie er uns erzählt.Herr Manhart züchtet Hochlandrinder, die auf den Skipisten grasen, was einige Probleme löst: Die Rinder kürzen das Gras und machen den Boden uneben, was die Lawinengefahr vermindert. Der Mist der Tiere wird zudem als Biodünger genutzt und die Steaks in eigenen Betrieben verkauft. „Ihr seht schon, Rinder machen mir Spass" ist Manhart's abschließende Bemerkung zu den Hochlandrindern.
Nun aber zur Beschneiung. Eigentlich gibt es in Lech viel Niederschlag: 2000mm/Jahr. Aber der Niederschlag fällt unregelmässig, deshalb braucht es Beschneiungsanlagen. In Kanada hat Herr Manhart „gelernt, wie man es nicht macht". Mit einer geschenkten Schneekanone macht er einige erfolgreiche Versuche in Lech und 1974 wird eine Schneeanlage gebaut. Für die Produktion von 2.3L Schnee wird 1L Wasser verbraucht. Schnee machen sei teuer sagt er, pro Kubikmeter muss man 7 Euro zahlen. In Lech-Zürs werden pro Jahr 6 Millionen Euro für die Beschneiung ausgegeben. Schneeverfrachtungen seien eigentlich billiger. Man muss aber immer aufpassen wegen den Lawinen, wie man jüngst auch in den Medien mitgekriegt hat, als Prinz Friso nach einem Lawinenunfall ins Koma fiel. Manhart meint, dass diese Geschichte den Skiliften in Lech nicht geschadet hat, denn es entstand viel „Publicity" für die Betriebe. Allerdings meint er noch: „Die haben noch ne Gams getötet", für den passionierten Jäger natürlich eine Tragödie.

Skiliftbetreiber müssen sich mit vielen verschiedenen Themen und Problemen auseinandersetzen. Um erfolgreich zu bleiben, sind immer wieder Innovationen und Investitionen nötig. Eine starke Persönlichkeit und gutes Durchhaltevermögen, ein bisschen Verrücktheit und gute Ideen können nicht schaden. Diese Eigenschaften haben jedenfalls Michael Manhart und seine Lecher Skilifte dorthin gebracht, wo sie heute sind.

5 Zusammenfassungen und Ausblick

5.1 Beobachtungen am ersten Exkursionstag

Matthias Wyss

Am ersten Tag der Exkursion erhielten wir eine Einführung in die „Energieautonomie Vorarlberg 2050", hörten einen Vortrag über den Energiemasterplan Vorarlberg, wurden in die Modellregion VLOTTE eingeführt und durften als Highlight des Tages Testfahrten mit aktuellen Elektro-Fahrzeugen durchführen.

Nachdem wir alle pünktlich mit dem Zug in Bregenz angekommen sind, fuhren wir mit dem Car zur Illwerke vkw AG in Bregenz. Nach einer kurzen Vorstellung von Helmut Burtscher, welcher die Exkursion vorbereitet und geführt hat, führte Rolf Weingartner ein kurzes „Pöstler"-Geographie Quiz über die Region Vorarlberg durch, womit der Einstieg in die Exkursion gegeben war. Nach dem Mittagessen in der Betriebskantine erhielten wir von Christian Vögel einen vor allem politischen Einblick in die Ziele der „Energieautonomie Vorarlberg 2050". Hier kurz einige Kernbotschaften des Vortrages:

- Die Politik steht mit einstimmigen Beschlüssen des Landtages hinter dem Vorhaben der Energieautonomie.
- Die Energieeffizienz muss gesteigert werden um das Ziel erreichen zu können. Das fängt bei jedem einzelnen Bürger an und wird schon in der Schule gefördert.

Danach erhielten wir von Dr. Paul Stampfl von der alpS eine wissenschaftliche Sicht auf den Energiemasterplan Vorarlberg. Er illustrierte uns, wie GIS als Arbeitstool verwendet wird. Die grössten Vorteile sieht er darin, dass man viele verschiedene Hintergrundinformationen grafisch darstellen kann. Dabei wurden die verschiedensten Datenbanken importiert um möglichst genaue Aussagen über den Energieverbrauch/-gewinnung von einzelnen Häusern, Quartieren oder Regionen machen zu können. Mit Hilfe von Simulationen konnten die Wissenschaftler zeigen, dass Gebäudesanierungen wichtig sind um eine ausreichende Energieeffizienz zu erreichen.
Als letzten Teil des Programmes am ersten Tag stand die Elektromobilität mit der Modellregion VLOTTE im Mittelpunkt. Nach einem Vortrag von Stefan Hartmann wartete das Highlight des ersten Tages auf uns. Wir durften aktuellste E-Fahrzeuge testfahren. Das beinhaltete E-Velos, einen Segway und auch die neusten E-Autos. Man sagte, es hätten sich bei den Testfahrten nicht alle an die maximal erlaubten 20km/h auf dem Betriebsgelände gehalten. Jedenfalls war der Spass dabei allen Exkursionsteilnehmer/innen anzusehen. Die Probefahrten waren sicherlich beste Werbung für mögliche zukünftige E-Fahrzeug-Besitzer/innen.
Nach einer kurzen abschliessenden Podiumsdiskussion, in der die Vor- und Nachteile von E-Fahrzeugen mehr oder weniger objektiv dargestellt wurden, fuhr uns der Car nach Latschau ins Montafon. Dazwischen gab es einen Halt im Restaurant Kohldampf in Bludenz in dem wir uns mit Schnitzel und Bier stärkten. Am Abend sassen noch einige Exkursionsteilnehmer/- innen im Gästehaus bei ein paar Runden Bier zusammen um ein wenig über Gott und die Welt zu diskutieren. Als die Serviertochter, ein wenig genervt, nur noch Schaum anstatt Bier ausschenkte, gingen wir nach einem spannenden und gelungenen ersten Exkursionstag ins Bett.

Beim Anhören der Vorträge des ersten Tages fiel mir auf, wie stark sich alle mit dem Projekt Energieautonomie Vorarlberg 2050 identifizieren konnten. Seien es die Politiker, die Kraftwerksbetreiber, die involvierten Wissenschaftler oder auch die Bevölkerung des Landes.

5.2 Beobachtungen am zweiten Exkursionstag

François Rast

Nachdem am ersten Exkursionstag die Strategie der „Energieautonomie Vorarlbergs bis 2050" theoretisch vorgestellt wurde, wurden am zweiten Exkursionstag verschiedene Standorte in Vorarlberg besucht. Sie stellen Beispiele der Umsetzung dieser Strategie dar oder solche, denen im Rahmen der Strategie künftig eine Schlüsselrolle zukommen kann.

Der erste Halt an diesem Tag war das Kopswerk II, das aktuell modernste Pumpspeicherkraftwerk der Vorarlberger Kraftwerke VKW. Dieses neue Kraftwerk nutzt einen Speichersee, welcher bereits bestand und vom Kopswerk I mitbenutzt wird. Das neue Kopswerk II befindet sich in einer unterirdischen Kaverne, welche drei Maschinenblöcke beinhaltet, deren Engpassleistung im Turbinenbetrieb 525 MW beträgt. Die Achsen sind vertikal angelegt, an welcher sich zuoberst die Turbinenstufe, dann die Generatorenstufe und schliesslich zuunterst die Pumpenstufe befindet.
Die technischen Spezifikationen, die kurze Planungs- und Bauzeit der Anlage aber auch der „hydraulische Kurzschluss" faszinierten die Gruppe. Auch die Kräfte, welche sich bei einem Wechsel vom Turbinen- zum Pumpenbetrieb lautstark bemerkbar machen, waren sehr beeindruckend. Es zeigte sich, dass Pumpspeicherkraftwerke nicht mehr nur Spitzenstrom liefern, sondern dass diese bezüglich einer Speichermöglichkeit von erneuerbaren Energien von Interesse sein werden. Die hochflexible und intelligente Steuerung und Technik des Kopswerks II zeigte, dass dies technisch auch bereits möglich ist.
Anschliessend besuchte die Gruppe das Illwerke Zentrum Montafon in Vandans. Das Bürogebäude wurde als Green Building in Passivhausbauweise errichtet und ist eines der grössten Bürogebäude in Holzhybridbauweise. Die Haustechnik wird abhängig von der Präsenz von Personen und der Tageszeit gesteuert. Die Illwerke VKW gingen noch einen Schritt weiter als „Green Building", und konzipierten das Gebäude durch Miteinbezug sozioökonomischer Faktoren als ‚Blue Building'. Interessanter Aspekt ist, dass die verwendete Holzmenge in Österreich bereits in einer Stunde wieder nachgewachsen ist, während die Vorarlberger Wälder dazu 2 Tage benötigen. Die Nachhaltigkeit dieses Baustoffes wird damit eindrücklich deutlich. Mit modernster Haustechnik benötigt das Bürogebäude rund 70% weniger Energie als herkömmliche Bürogebäude. Beheizt wird das Gebäude durch die Abwärme des Rodundwerkes I, welches sich in der Nähe befindet. Mit dem Gebäude zeigen die Illwerke VKW auf, dass Green Buildings in Sachen Effizienz, Nachhaltigkeit, Komfort und Ästhetik grosses Potenzial aufweisen. Bezüglich der elektronischen Ausstattung des Gebäudes wurde aber auch der Rebound-Effekt diskutiert. Der Exkursionsgruppe fiel auf, dass eine aufwendige elektronische Steuerungs- und Antriebstechnik verbaut ist, was eher kritisch betrachtet wurde.
Zum Schluss besuchte die Gruppe das Biomasseheizwerk Lech, welches Holzschnitzel regionaler Herkunft verheizt, um Lech mit Fernwärme für Heizung und Warmwasser zu versorgen. Am Beispiel der Tourismusorte Lech und Zürs zeigt sich, dass es möglich ist, ganze Dörfer mit Wärme aus Biomasse zu versorgen. Interessant ist die Tatsache, dass der Umstieg von fossilen Brennstoffen hin zur Biomasse auch durch Druck von aussen (durch Touristen, welche sich über die schlechte Luft beklagten) veranlasst wurde. Die Problematik der schlechten Luftqualität konnte durch die neuen Biomassenheizwerke gelöst werden. Eindrücklich zeigt sich, dass in ‚Holzabfällen' welche in der Region anfallen, ein grosses Energiepotenzial enthalten ist.

Die besuchten Orte zeigten Beispiele in den Bereichen Technologie, Bau und (Versorgungs-) Infrastruktur auf, welche es ermöglichen, Energie effizienter zu nutzen, Energie zu speichern und Energie nachhaltig zu produzieren. Die vorgestellten Projekte und Infrastrukturen spielen im Rahmen des Zieles „Energieautonomie Vorarlberg bis 2050" eine zentrale Rolle. Energie und Baustoffe sind nicht nur effizienter zu nutzen, sondern auch regional zu gewinnen.

5.3 Diskussion vom 26. August 2014 zum Thema: „Energieautonomie Vorarlberg – Lehren und Übertragbarkeit auf den Kanton Bern“

Annick Girardin und Natascia von Wattenwyl

Das Land Vorarlberg zeigt mit ihrem fortschrittlichen Umgang mit Energie auf, wie eine Energieautonomie möglich sein könnte. So wurden in der Diskussion verschiedene Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz bzw. Energieautonomie besprochen und in Bezug auf die Schweiz reflektiert. Als Grundsteine zur Umsetzung nachhaltiger und energieeffizienter Massnahmen dienen besonders die Sensibilisierung und die Zusammenarbeit mit der Bevölkerung.

Am Ende des zweiten Exkursionstages sollte im Rahmen einer Diskussion die Energieautonomie Vorarlberg in Bezug auf die Schweiz bzw. auf den Kanton Bern reflektiert werden. Dabei erfolgte die Diskussion entlang folgender fünf Themen:

- Liberalisierung des Strommarktes
- Energieautonomie
- Sensibilisierung der Bevölkerung
- Pumpspeicherkraftwerke (Spitzenstrom)
- Lokale Projekte (Photovoltaik, Minergie, Schnitzelheizungen)

Dabei wurde jedes Thema bzw. jeder Bereich definiert und mit der Exkursion in Beziehung gesetzt, den Sinn bzw. Unsinn als auch die Motivation zum Handeln eruiert, sowie Stärken und Schwächen des jeweiligen Ansatzes reflektiert und dies auch in Bezug auf andere Regionen. Dabei wurde diskutiert, inwiefern die Schweiz und insbesondere der Kanton Bern vom Land Vorarlberg hinsichtlich Umgangs mit der Ressource Energie/des Energiemanagements lernen könnte. Was sind Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede beider Regionen? Wo können andere Regionen vom Vorarlberg abschauen und Ideen übernehmen bzw. weiterentwickeln? Zudem wurde besprochen, inwiefern solche Massnahmen im Kanton Bern geeignet und umsetzbar wären. Hierbei wurden unter anderem über mögliche Hürden und Chancen diskutiert, sowie Stakeholders bestimmt. Im Folgenden werden die zentralen Ergebnisse der Diskussion, gegliedert in die fünf Diskussionsbereiche, zusammengefasst.

Liberalisierung des Strommarktes
Die Liberalisierung des Strommarktes umfasst die Öffnung des Strommarktes, welches oft eine Privatisierung mit sich bringt. Dadurch wird der offene Wettbewerb gefördert und die Konkurrenz zwischen den Anbietern erhöht. In Österreich und in der Schweiz sind ungleiche Situationen im Strommarkt vorzufinden. In Österreich ist die Liberalisierung bereits erfolgt, in der Schweiz hingegen ist eine Teilliberalisierung des Strommarktes festzustellen. Wie es das neue schweizerische Stromversorgungsgesetz vom April 2008 vorschreibt, soll zukünftig Schritt für Schritt die Liberalisierung des Strommarktes erfolgen. Bis anhin konnten Grosskunden mit einem Jahresverbrauch von mindestens 100'000 kWh ihre Anbieter frei wählen. Zukünftig soll dies aber auch für Kleinverbraucher möglich werden. Aufgrund der bisher günstigen Preise des Schweizer Strommarktes erfolgten kaum Wechsel von Schweizer Stromanbieter zu „ausländischen“ Stromproduzenten. Aufgrund der Strompreissenkungen im europäischen Markt, u.a. hervorgerufen durch subventionierte Photovoltaikanlagen in Deutschland, werden jedoch in Zukunft mehr Wechsel erwartet. Eine wesentliche Folge der Liberalisierung des Strommarktes ist eine Strompreissenkung. Dies geschieht jedoch oft auf Kosten einer nicht nachhaltigen, teilweise ineffizienten Produktion. Ein Sprichwort sagt zudem: „Was nichts kostet, ist nichts wert“, und genau dies könnte zu einem verschwenderischen Gebrauch des Stroms führen. An dieser Stelle stellt sich die Frage nach der Effizienz einer Liberalisierung des Strommarktes. Ideologische Positionen sind für die unterschiedlichen Meinungen bezüglich der Liberalisierung des Strommarktes verantwortlich. Politische Hürden scheinen in der Schweiz das grösste Hindernis einer Liberalisierung des Strommarktes zu sein. Stakeholders sind alle die Strom produzieren, konsumieren oder Politiker, welche sich öffentlich mit dem Thema Energie auseinandersetzen.

Energieautonomie
Energieautonomie umfasst die Produktion der Energie, welche in einer bestimmten räumlichen Einheit verbraucht wird. Mit dem Landesprogramm „Energieautonomie Vorarlberg“, welches 2007 initiiert wurde, will das Land Vorarlberg die Energieautonomie bis 2050 erreichen. Eine Unabhängigkeit gegenüber anderen Staaten, sowie das Ziel einer nachhaltigen Zukunft und einen Beitrag zum Klimaschutz zu leisten, stehen hierbei im Vordergrund. Auch die Schweiz verfolgt im Rahmen der Energiestrategie 2050 des Bundes die Energieautonomie. Dabei ist eine enge Zusammenarbeit der Produzenten mit der Politik zentral. Im Land Vorarlberg scheint dies gegeben. Es steht nicht die Gewinnoptimierung im Vordergrund, sondern die Autonomie. In der Schweiz sieht die Situation ein wenig anders aus. Die Schweiz strebt zwar die Energieautonomie an, aber die privaten Kraftwerkbetreiber wollen ihren Gewinn optimieren. Doch Gewinnoptimierung und Autonomie sind zwei ganz unterschiedliche Strategien und gehen daher oft nicht zusammen einher. Um das Ziel umzusetzen, müssten alle Politiker dieselben Ziele vertreten und im besten Fall eng mit den Kraftwerkbetreibern zusammenarbeiten. Eine mögliche und von den Diskussionsteilnehmer als sinnvollste Variante angesehen, ist eine Umsetzung auf regionaler Ebene. Das Zusammengehörigkeitsgefühl, sowie der Stolz etwas lokal erreichen zu können, stösst auf grössere Akzeptanz, als eine vom Staat diktierte Massnahme.

Sensibilisierung der Bevölkerung
Die Sensibilisierung der Bevölkerung meint die Bewusstseinsbildung der Bevölkerung im Umgang mit Energie, d.h. hinsichtlich Energieproduktion, Energiearten, Energieverbrauch, Probleme und Chancen. Wichtig dabei ist, dass die Werte von der breiten Masse geteilt werden bzw. Konsens über die weitere Entwicklung und Handeln besteht. Das Fördern einer gemeinsamen Grundlage/Wissensbasis ist bei der Sensibilisierung zentral. Wirkungsvoll ist die Sensibilisierung besonders wenn diese früh initiiert wird. Wie sich in Vorarlberg zeigte, sind daher Projekte, welche in den Schulen gestartet wurden besonders wirkungsvoll. Ein Beispiel hierfür ist das Trennen und Recyceln von Abfall, welches über die Schüler erfolgreich in die Haushalte gelang. Die Diskussion hat gezeigt, dass es wichtig ist das Verständnis für ein bestimmtes Phänomen oder Verhalten zu fördern, damit das erwünschte Verhalten bei den einzelnen Individuen bzw. Gruppen eintritt. Ein Beispiel im Bereich der Energie wäre, die Einheit kWh für den Einzelnen fassbarer zu machen. Was spare ich in einem Jahr, wenn ich das Licht immer lösche und keine Geräte auf Standby laufen? Oder was sind die Auswirkungen auf die Umwelt? Wie viel Wasser brauche ich um 1kWh herzustellen? Fassbare Vergleiche anzustellen sind für eine erfolgreiche Sensibilisierung von grosser Bedeutung. Denn dadurch wird ersichtlich, inwiefern das eigene Verhalten zur Lösung eines Problems beiträgt.
Inwiefern eine Person bereit ist, sich einer Sensibilisierung hinzugeben, ist auch von der eigenen Motivation abhängig und verlangt dementsprechend Eigeninitiative. Anreizsysteme können dabei dennoch eine wichtige Rolle spielen. Mögliche Anreize sind Zertifikate (Blue house, Green house) oder ökonomische, wie Förderungen oder Vergünstigungen. Bewusstseinsbildung und Effizienz hängen unmittelbar zusammen und müssen Hand in Hand gehen. Beispiel dafür ist die Umstellung auf energieeffizienteres LED-Licht. Werden diese jedoch aufgrund der Strom- respektive Kosteneinsparungen nicht mehr ausgeschalten oder anstelle von einer Lampe nun drei installiert, nützt all die Effizienz der LED-Lampen nichts. Dieser Rebound-Effekt sollte für einen nachhaltigen Umgang mit Energie kommuniziert und vermieden werden. In diesem Zusammenhang wurde zudem das Hybridgebäude der Illwerke vkw kritisiert, da dieses einerseits 10mal weniger Energie als das alte Gebäude braucht, jedoch anderseits viel grösser ist und möglicherweise durch die vollautomatische Steuerung des Gebäudes wieder viel Energie verbraucht. Das Holzhybridgebäude zeigt zudem mit dem „verschwenderischen“ Umgang auf, dass Energieeffizienz und Energiesparen nicht bedeutet, auf Spass im Leben zu verzichten und der ganze Lebensstil umzustellen, sondern bereits kleine Änderungen können der Energieverbrauch verbessern. So sind einzelne Personen eher zu einer Verhaltensänderung bereit. Bei der Sensibilisierung sollte überdies darauf geachtet werden, dass keine Wertung dahinter steht, sondern diese Sensibilisierung auf einer informativen Ebene bleibt und nicht Eigeninteressen mit sich bringt. In jedem Fall sind partizipative Entscheidungsprozesse bei Energiefragen sinnvoll, um auf die Akzeptanz und Beteiligung der Bevölkerung zu zählen, da diese letztendlich die Hauptakteure sind. Diese Prozesse können jedoch lange dauern und eine Entscheidung über das weitere Handeln/Entwickeln verzögern.

Pumpspeicherkraftwerke (Spitzenstrom)
Pumpspeicherkraftwerke befördern mittels überflüssiger Energie Wasser auf ein höheres Level, wodurch die Speicherung elektrischer Energie möglich wird. Pumpkraftwerke sind in hohem Masse regulierbar (z.B. im Vergleich zu Kernkraftwerken), d.h. sie können bei hohem Strombedarf schnell abgerufen werden, wie es bei Spitzenzeiten (morgens, mittags und abends) oft nötig ist. Gerade im Rahmen des Ziel der Energieautonomie, wie es das Land Vorarlberg vor hat, nehmen Pumpspeicherkraftwerke eine wichtige Rolle ein, da diese —wie schon erwähnt—Schwankungen in der Stromnachfrage zu glätten vermögen. Wichtig ist es Anreize für die Industrie, aber auch einzelne Personen zu schaffen, damit diese während Energieengpässen ihren Stromverbrauch reduzieren und wenn ein Überangebot an Strom besteht diesen nutzen.
Das Ziel hierbei ist eine intelligente Stromverteilung, welche in Vorarlberg Smart Grid genannt wird. Mit Hilfe von intelligenten Sensoren sollen die Energieversorger die Bevölkerung informieren wann der Strom günstig ist und sie die Waschmaschine anstellen sollen (oder auch gerade automatisch die Maschine anstellen). Die Wasserwärmer in Lech funktionieren schon heute nach diesem Prinzip, sie werden reguliert, gesteuert und es sind Sperrzeiten vorhanden. Unglücklicherweise ist diese Technologie, sowie Teile davon nicht nachhaltig. Zudem brauchen die elektronischen Zähler, welche immer auf Standby stehen müssen, wiederum viel Energie. Der Smart Meter selber spart somit kaum Energie und ist überdies nur so schlau wie der Nutzer selber. Die Vorbildfunktion dieses Systems bleibt jedoch erhalten und ist der Nutzer informiert und sensibilisiert, kann diese Technologie dennoch etwas bewirken.

Lokale Projekte (Photovoltaik, Minergie, Schnitzelheizungen)
Ziel lokaler Projekte ist die Energienutzung mittels erneuerbaren Ressourcen effizienter zu machen. In Österreich als auch in der Schweiz gibt es verschiedene lokale Projekte, welche sich mit der Energieversorgung beschäftigen. Dieser regionale Ansatz ist besonders interessant, da dieser versucht bottom-up ein Problem nachhaltig zu lösen. Dies setzt jedoch voraus, dass die lokale Bevölkerung sich dem Problem bewusst ist und diese das Gefühl hat, dass sie in der Lage ist das Problem mit eigenen Ressourcen zu lösen, wodurch die Motivation erwächst gemeinsam ein lokales Problem zu bewältigen.
In Lech erfolgte die Umstellung von Öl- auf Schnitzelheizung relativ problemlos. Es war keine Frage, ob die Umstellung stattfinden soll oder nicht, sondern die Erkenntnis, dass die nicht nachhaltige Variante Probleme verursacht. Auch hier ist eine breite Abdeckung in der Bevölkerung unabdingbar.

Die Diskussion hat gezeigt, dass die Energieversorgung in Zukunft eine grosse Herausforderung darstellen wird, aber auch vielfältige Ideen vorliegen. Pilotprojekte wie jenes im Lande Vorarlberg sind wichtige Vorbilder. Diese ermöglichen die Entwicklung verschiedener Massnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und das Erreichen einer Energieautonomie. Zur (Weiter-)Entwicklung bestehender und neuer Massnahmen ist der Austausch verschiedener Regionen untereinander von zentraler Bedeutung. Neben dem Austausch darf jedoch nie vergessen werden, die Bevölkerung zu sensibilisieren und miteinzubeziehen, da diese die Hauptakteure im Umgang mit Energie sind.

5.4 Beobachtungen am dritten Exkursionstag

Sebastian Bichsel

In der Gemeinde Lech wurde die Exkursionsgruppe unter der Leitung von Prof. Dr. Rolf Weingartner und i. A. Dipl.Ing. (FH) Helmut Burtscher zu einer Vortragsrunde vom Gemeindepräsidenten Ludwig Muxel empfangen. Die Vorträge an diesem Vormittag sollten den Abschluss der Exkursion bilden und zugleich die positiven und negativen Konsequenzen der Energiemodellregion in dieser Gemeinde vorstellen.

Referent: Ludwig Muxel

Unser Gastgeber im wunderschönen und energieoptimierten Hotel Aurora, welcher zugleich Bürgermeister von Lech ist, startete die Vortragsrunde im Gemeindehaus. Die wichtigsten Meilensteine in seiner Funktion als Bürgermeister oder Stv. Brürgermeister sind folgend aufgelistet.

- 1980er Jahre: Erstellung Zonenplan für die Gemeinde
- Einführung Raumnutzungsziffern, Festlegung auf 10'000 Betten (theoretisch möglich 24'000 Betten)
- Mobilität: Einführung des gratis Ortsbus (06.30h – 03.30h)
- 1990er Jahre: Erstellung Biomassekraftwerk (>90% der Gebäude in der Gemeinde sind dort angeschlossen)
- Aktives Vorgehen gegen die Erstellung von Zweitwohnungen (Wohnung muss Mittelpunkt des Lebens sein)

Referent: Michael Manhart

Ein Urgestein aus Lech. Michael Manhart war und ist durch seine Pionierleistungen in der Beschneiung und durch seine Innovationen im Liftbau und Betrieb ein wahrer Glücksfall für die Gemeinde Lech und deren Region. Dies ist ihm durchaus bewusst, ihm ist klar was „sein“ Lift für die Region bedeutet.

Eine Persönlichkeit mit Ecken und Kanten, welche seine Meinung vehement vertritt.

Dies war spätestens dem Letzten im Raum klar, als er den Klimawandel als den gleichen „Schmarren“ wie das Waldsterben abtat und grosse Zweifel am IPCC Bericht äusserte.

Meilensteine im Leben von Michael Manhart:

- 1970er Jahre Erstellung der ersten Beschneiungsanlage in Lech
- 1988 Olympiade Calgary: Beschneiung der Olympiade mit Schneekanonen von Lech
- Partnerorganisation (Seilbahnen Lech) der Klima-und Energiemodellregion Lech Warth
- 1987 Festlegung einer maximalen Anzahl von Personen im Skigebiet (14'000)

Referent: Helmut Burtscher

Helmut konnte die Klima- und Energiemodellregion frei von jeglichen Vorurteilen übernehmen. Somit durfte er völlig unbefangen den interessierten Personen seine erdachten Massnahmen zur Energieeinsparung vorstellen. Dies fand immer vor Ort in einem gemeinsamen Gespräch statt. Durch diesen partizipativen Zugang konnte er in Lech sehr viel erreichen. Einige Beispiele:

- Austausch der Beleuchtung in Hotels gegen LED: LED spart 10% Energie (Amortisation <1 Jahr)
- Austausch Heizpumpen: 80% des Energieverbrauchs kann mit effizienteren Pumpen eingespart werden (96% Abdeckung in Lech)
- Einführung von Wassersparsieben und Sparduschköpfen, welche 50% weniger Wasser verbrauchen — Eine enorme Einsparung von Warmwasser resp. Energie bei 1,1 Millionen Übernachtungen im Jahr!

Der Erfolg der Klima- und Energieregion Lech Warth gründet auf einer nachhaltigen Tourismuspolitik, einem grossen Willen der Bevölkerung, Energie zu sparen oder nachhaltige Energie zu nutzen und den günstigen strukturellen Bedingungen im Land. Der Anstoss zur ökologischen Energieproduktion und zum Umdenken kam aus der Not – der Irak-Krise und den schlechten Luftbedingungen, welche die Ölheizungen verursachten.

5.5 Zusammenfassung

Leandro Oetiker

Während den Exkursionstagen vom 25. – 27. August besuchten wir das österreichische Bundesland Vorarlberg, um uns deren angestrebte Energieautonomie in situ anzuschauen. Mit Referaten, Werkbesichtigungen und Expertendiskussionen gaben uns verschiedene Akteure aus der Politik, Wissenschaft und Wirtschaft einen vertieften Einblick in das Thema und verdeutlichten, wie jenes Projekt politisch debattiert, mit konkreten Zielen festgelegt und letztendlich in Projekte umgesetzt wurden. Welches sind nun die Lehren, die wir aus dem Energiemodell von Vorarlberg ziehen können? Mit diesem letzten Kapitel werden nochmals die zentralen Elemente und Erfahrungen unserer Exkursion aufgezeigt und ein abschliessendes Fazit versucht.

Aufgrund der Tatsache, dass das Bundesland Vorarlberg schon länger über eine unabhängige Energiepolitik nachdachte, war der 2007 beschlossene Landtagsbeschluss zur Energieautonomie keine grosse Überraschung. Dennoch, die Liberalisierung des Strommarktes – die zu Strompreissenkungen führten – hätten aus ökonomischer Sicht durchaus ein Stolperstein werden können. Es zeigt, dass mit diesem Beschluss nicht nur politische Akteure, sondern eine ganze Region, deren Bewohner und Wirtschaftsvertreter diesem Plan zustimmten. Ausgearbeitet wurden vier zentrale Themen, „Erneuerbare Energien“, „Gebäude“, „Industrie und Gewerbe“ sowie „Mobilität und Raumplanung“, auf denen die neue Energiepolitik aufbauen sollte. Die 101 „enkeltauglichen“ Massnahmen unterstreichen die Bemühungen, den Sinn und Nutzen der Energieautonomie der Bevölkerung sichtbar zu machen, auch mit dem Wissen, dass deren Bewusstsein und Verhalten bezüglich Energieverbrauch ausschlaggebend für den Erfolg der neuen Energiepolitik ist. Zudem hatte der Auftrag an das Wissenschaftsunternehmen AlpS ebenso zum Zweck den gemeinsamen Energieverbrauch der Region – sowohl privat, öffentlich als auch wirtschaftlich – zu untersuchen und den Dialog zwischen Politik, Wirtschaft und Wissenschaft hinsichtlich der Umsetzung und weiteren Forschungsbemühungen zu vertiefen. Das partizipative Vorgehen war folglich sowohl ein wichtiges Instrument in der politischen Entscheidungsphase als auch bei der Ausarbeitung der Ziele hinsichtlich der Energieautonomie.

Die Umsetzung der Leitziele hat auf verschiedene Wege stattgefunden mit entsprechenden Erfolgen. Das Unternehmen Illwerke vkw, das sich hauptsächlich auf das Erzeugen von Strom aus Wasserkraft und erneuerbaren Energieträgern konzentriert, nimmt hier eine wichtige Rolle ein. Die vom Unternehmen Illwerke vkw entwickelten E-Autos sollen im Bereich „Mobilität“ eine energieeffiziente und umweltschonende Alternative zu den herkömmlichen Benzin- und Dieselmotorfahrzeugen bieten. Trotz zunehmendem Interesse ist das errechnete Potential noch lange nicht ausgeschöpft. Zu den relativ hohen Anschaffungspreisen und technischen Defiziten kommt auch die noch mangelnde Überzeugung der regionalen Bevölkerung hinzu. Norwegen zeigt aber, dass mit politischer Überzeugung und finanziellen Anreizen ein solcher Trend erreicht
werden kann. Das Pumpspeicherkraftwerk Kopswerk II der Illwerke vkw, das Regel- als auch Spitzenenergie liefern kann, ist in erster Linie eine Antwort auf den Ausbau erneuerbarer Energieträger, welches zu Schwankungen in der Stromerzeugung führte. Dank dem hydraulischen Kurzschluss findet der Pumpbetrieb auch bei defizitärem Leistungsüberschuss aus dem Netz statt, da die restliche benötigte Energie mit dem gleichzeitigen Turbinenbetrieb erzeugt wird und somit die genügende Stromversorgung in der Region gewährleistet ist. Ein weiteres umgesetztes Projekt, welches noch vor der Energieautonomie realisiert wurde, sind die hochwirksamen Biomasseheizwerke in Lech, Zug, Oberlech und Zürs, die mit regionalem anfallendem Energieholz Fernwärme erzeugt und an die Haushalte der umgebenden Gemeinde liefert. Gründe für das Umdenken – weg von fossilem Brennstoff hin zur nachhaltigen, energieeffizienten Umwelttechnologien – waren die Qualitätseinbussen der Atmosphäre und sichtbaren Schmutzemissionen der Erdöl- und Erdgasheizungen als auch die Erdöl-Krise der 90er Jahren.

Die Biomasseheizwerke sind ein gutes Beispiel für die lokale (Bottom-up) Initiative und Umsetzung umweltfreundlicher, nachhaltiger Energiegewinnung, das durch ihren Erfolg ausgeweitet wird auf weitere Gemeinden in der Umgebung.

Für die 2009 lancierten Klima- und Energie-Modellregionen der österreichischen Bundesregierung ist das oben erwähnte Biomasseheizwerk ein perfektes Beispiel für die langfristig anvisiert Unabhängigkeit von Fossilenergie. Solche Erfolge auf regionaler Ebene benötigen allerdings einen hohen Aufwand an Überzeugung und Mediation verschiedener Akteure. Im Fokus ist der einzelne Haushalt oder Endverbraucher, deren Ressourcen- und Energienutzung letztendlich entscheidet, ob es verschwendet oder nachhaltig und effizient gebraucht wird. Mit wenigen Massnahmen wurde der Gesamtverbrauch von Wasser in Lech um 30% reduziert und ebenfalls der Stromverbrauch von Lichtanlagen markant gesenkt. Das Illwerke Zentrum Montafon (IZM) ist ein bemerkenswertes Vorzeigewerk für eine ressourcenfreundliche, nachhaltige Bauweise, das nebst einer hohen Energieeffizienz auch den sozialen nachhaltigen Aspekt miteinbezog. Der Fortschritt in der Energienutzung kann aber auch zum „Rebound-Effekt“ führen, wie beispielsweise die steigenden Ansprüche im Tourismusbereich bezüglich Infrastruktur und Beschneiungsanlagen zeigen. Die Sensibilisierung der Bevölkerung ist daher ein zentraler Faktor, damit die angestrebten Ziele der Energieautonomie erreicht werden können. Auch den Wirtschaftsbranchen muss mit Aufklärung und Anreizen (oder strengeren Energiegesetzen) das Umsteigen auf effiziente und umweltschonende Energiemodelle attraktiv gemacht werden, da ansonsten die alten Energiemodelle aufgrund mangelnder Kenntnisse und fehlenden Anreizen verharren, obwohl effizientere Innovationen vorhanden wären.

Aus dem Energiemodell von Vorarlberg können wir mehrere Lehren ziehen: Die Energieautonomie der Region Vorarlberg scheint realistisch zu sein und mit einer langfristigen nachhaltigen Regionalentwicklung planbar. Die gebauten Kopswerke II und die Biomasseheizwerke sind effiziente, nachhaltige und umweltschonende Energie- und Fernwärmeproduzenten. Die benötigten Ressourcen (Holzenergie bzw. potentielle Wasserenergie) als auch die geophysikalische Lage (ausreichende Fallhöhe) sind im Berner Oberland ebenfalls gegeben und wären theoretisch gut umsetzbar. Zudem zeigen die lokalen / regionalen Initiativen von umweltfreundlichen und energieeffizienten Projekten, dass die nicht nachhaltigen Effekte der fossilen Energieträger in Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft durchaus erkannt werden und bieten eine gute Basis zur weiteren Aufklärung und Förderung nachhaltiger Energiemodelle. Beim Vergleich mit der Energiepolitik Berns fallen Unterschiede auf. Der teilliberalisierte Schweizer Strommarkt setzt die Energieunternehmen (noch) nicht unter Druck, auf nachhaltige und energieeffiziente Ressourcen zu setzen. Die vom Bund deklarierte Energieautonomie bis 2050 scheint nicht den gleichen Grundgedanken zu haben. Im Vorarlberg steht die Autonomie der Energieproduktion im Zentrum, wo hingegen in der Schweiz die Unternehmen den Fokus mehr auf die Gewinne richten. Partizipative Lösungsfindungen zwischen Politik, Wirtschaft und Bevölkerung scheinen zwingend notwendig, hier können die erfolgreichen Prozesse im Vorarlberg als Beispiel dienen. Bei der Wahrnehmung der Bevölkerung über Gewinnung, Verbrauch und Effizienz von Energie ist die Situation in Bern ähnlich einzuschätzen wie im Vorarlberg. Im Kanton Bern ist hoher Bedarf die Energiethemen dem Konsumenten fassbar zu machen und somit das Verantwortungsbewusstsein zu schärfen. Zuletzt sollten ebenfalls langfristige externe Einflussfaktoren miteinbezogen werden, etwa der Klimawandel, der im gesamten Einzugsgebiet der Alpen unterschiedliche Einflüsse haben kann. Wasserkraftwerke und andere Energieträger können von den Änderungen von Niederschlag und Temperatur stark betroffen sein und müssen auch auf wechselnde Bedingungen hin geprüft werden.

6 Bildmaterial

Abbildung 3: Krafthaus der Illwerke VKW Bregenz. Links: Begrüssung durch DI Christian Vögel (Energiebeauftragter Land Vlbg.). Rechts: Geschenkübergabe durch Prof. Dr. Rolf Weingartner (rechts) an Referenten Dr. Paul Stampfl (Bereichsleiter alpS).

Abbildung 4: Illwerke VKW Bregenz. Oben links: Stefan Hartmann BA MAS MSc (VLOTTE) mit einer zentralen Frage des ersten Tages. Oben rechts: Begehrtes Testobjekt — das Elektroauto BMW i3. Unten: Weitere elektronisch angetriebene Testobjekte.

Abbildung 6: Verpflegungsstopp in Bludenz. Links: Wenn man schon in Österreich is(s)t... Rechts: ca. +30 Min – auch beim Essen wird nichts verschwendet.

Abbildung 5: Kopswerk I + II in Partenen. Oben links: Hans Tschanhenz begrüsst die Gruppe am Kopswerk I. Oben rechts: Besichtigung des Kopswerk II. Unten links: Maschinenraum des Kopswerk II. Unten rechts: Studium des Modells von einem der drei vertikalachsigen Maschinensätze.

Abbildung 7: **Illwerke Zentrum Montafon. Barbara Fitsch (unten rechts) führt durch das Bürogebäude in Holzhybridbauweise.**

Abbildung 8: **Biomasseheizwerk in Lech. Franz-Josef Schmutzer (Betriebsleiter, unten links) erklärt die Funktionsweise der Anlagen.**

Abbildung 9: Hotel Aurora. Interessante und weitreichende Diskussionen im Hotel Aurora über die gewonnenen Eindrücke.

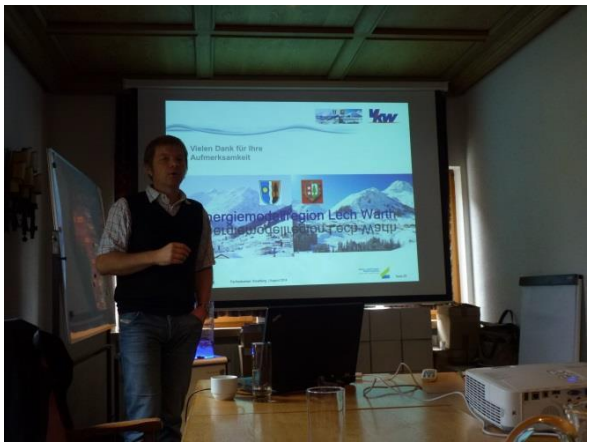

Abbildung 10: Gemeindehaus Lech. Oben links: TR DI Michael Manhart (Geschäftsführer Skilifte Lech) erklärt der Gruppe, „wie der Hase läuft“. Oben rechts und unten links: DI HS/FH Helmut Burtscher (Betreuer KEM Lech Warth, Leiter der Exkursion) führt das Resultat von Energiesparmassnahmen vor und hält das Schlussreferat. Unten rechts: Prof. Dr. Rolf Weingartner (Leiter der Exkursion) fasst die interessante Exkursion im Schlusswort zusammen.

7 Liste der Referenten

Referent	Tätigkeit	Vortrags-Thema	Kontakt
Dipl. Ing. Christian Vögel	Energiebeauftragter Land Vlbg.	Energieautonomie Vorarlberg 2050	christian.voegel@vorarlberg.at
Dr. Paul Stampfl	Bereichsleiter alpS	Energiemasterplan Vorarlberg alpS	stampfl@alps-gmbh.com
BA MSc Stefan Hartmann	System Engineer VLOTTE	VLOTTE Modellregion für Elektromobilität Dezentrale Batteriespeicher in Kombination mit Fotovoltaikanlagen	stefan.hartmann@vkw.at
Hans Tschanhenz	*keine Angaben*	Kopswerk I + II	*keine Angaben*
Barbara Fitsch	Kommunikation Illwerke vkw	IZM – eines der größten Bürogebäude in Holzhybridbauweise der Welt	*keine Angaben*
Franz-Josef Schmutzer	Betriebsleiter Heizwerk Lech	Besichtigung des Biomasseheizwerks Lech	*keine Angaben*
Technischer Rat Dipl.-Ing. Michael Manhart	Geschäftsführer Skilifte Lech	Beschneiung in der Tourismusregion	manhart.michael@skiarlberg.at
i. A. Dipl.Ing. (FH) Helmut Burtscher	Betreuer KEM Lech Warth	Begleitung und Vorstellung der KEM Lech Warth	helmut.hurtscher@vkw.at
Prof. Dr. Rolf Weingartner	Leiter der Gruppe für Hydrologie; Projektleiter des "Hydrologischen Atlas der Schweiz" (HADES)	Exkursions-/Diskussionsleiter	rolf.weingartner@giub.unibe.ch