

# Höhentraining

Autor(en): **Schmid, Markus**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **135 (2009)**

Heft 41: **Neue Monte-Rosa-Hütte**

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-108319>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# HÖHENTRAINING

Das intelligente Verknüpfen von Gebäudehülle und Gebäudetechnik ist unabdingbar, um eine hohe Energieeffizienz zu erzielen. Die notwendige Erfahrung in Planung und Praxis ist im Talraum der Schweiz mit gemässigtem Klima bereits weit fortgeschritten. Anders beim Bauen im Hochgebirge, wo keine Versorgung mit Wasser, Elektrizität und Strassen bereitsteht. In diesem extremen Klima eine moderne Gaststätte mit 120 Schlafplätzen, komfortablen sanitären Anlagen und 90 % Energieautarkie zu bauen, stellt ausserordentliche Anforderungen an Konzept, Planung, Ausführung und Betrieb. Solches «Höhentraining» wird auch die Leistungen im Tal im Bereich Gebäude und Gebäudetechnik beeinflussen und verbessern.

Nach der Auswahl des Projektes «Glänzling» wurde dieses in der inneren Organisation und der äusseren Erscheinung auf Basis der Jurykritik überarbeitet (vgl. «Zukunftshütte?», S. 18ff.). Zusätzlich wurde im Rahmen eines Forschungs- und Entwicklungsprojektes F&E der ETH Zürich, zusammen mit externen Fachleuten der Empa und der Hochschule Luzern – Technik & Architektur, nach weiteren Optimierungen des Selbstversorgungsgrades gesucht. So kristallisierte sich die heutige Gebäudeform im wahrsten Sinne des Wortes zum Bergkristall heraus. Damit war das Ziel definiert, und die Ausführungsphase begann im Jahr 2007. Zu Beginn wurde der Bauherrin, dem Schweizerischen Alpen-Club (SAC), Sektion Monte Rosa, die Sicherheit gewährt, das Projekt von Firmen mit Praxiserfahrung und Versicherungen bei Haftungsfällen ausführen zu lassen. Dazu wurde das Projekt an ein Generalplanerteam übertragen. Es wurden bewusst Firmen der Konzeptverfasser eingebunden, um sämtliches Wissen, bestehende Beziehungen und Informationsflüsse zu erhalten. Der Generalplaner Monte Rosa, bestehend aus Bearth&Deplazes Architekten AG Chur/ Zürich, architektur + bauprozess! Zürich, Architektur + Design GmbH Zermatt und Lauber IWISA AG Naters, erkannte frühzeitig, dass das Ziel von 90 % Autarkie und Nachhaltigkeit nicht durch blosses Optimieren der einzelnen Gewerke zu erlangen ist. Zudem sollten nur bewährte und robuste Bauteile verbaut werden, die dem extremen Klima langfristig garantiert standhalten.

Der Weg zum Ziel führte also über das «Miteinander» der einzelnen Bestandteile, und das sowohl in passiver Form (Materialwahl und deren räumliche Anordnung) als auch in aktiver Form (Sonnenkollektoren, PV-Elemente, Gebäudetechnik und deren Steuerung).

## EFFIZIENZ UND KOMFORT

Effizienz steht immer im Zusammenhang mit dem erzielten Komfort. Jede einfache Alphütte ist in hohem Grade energieautark, doch wird gleichzeitig kein nennenswerter Komfort erzielt: Schlafräume sind unbeheizt und nicht mechanisch belüftet, kaltes Wasser steht am Holzbrunnen draussen zur Verfügung, ebenso das Plumpsklo mit der Fäkalgrube etc. Verglichen mit herkömmlichen SAC-Hütten bietet die Neue Monte-Rosa-Hütte mehr Komfort für die Besucher. Rund um die Uhr stehen fliessendes Wasser und wassergespülte Toiletten bereit. Ist ein Energieüberangebot vorhanden, können zusätzlich fünf Warmwasserduschen benutzt werden. Sämtliche Räume sind mechanisch belüftet und werden über das Vortemperieren der Zuluft beheizt. Zudem steht in allen Räumen elektrisches Licht zur Verfügung. Die Wasserversorgung wird durch Schmelzwasser aus der Umgebung sichergestellt. Dieses wird in einer Felskaverne mit rund 200m<sup>3</sup> Rauminhalt gesammelt und frostsicher eingelagert. Den notwendigen Wasserdruck erzeugt die Schwerkraft, weil die Kaverne rund 40 Höhen-

### AM BAU BETEILIGTE

#### Energie- und Gebäudetechnik

Matthias Sulzer, dipl. HLK-Ing. FH/SIA MBA  
Lauber IWISA AG, Naters

Urs-Peter Menti, dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA  
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik

Hochschule Luzern – Technik & Architektur

Team Hochschule Luzern: Iwan Plüss,

Adrian Tschui, Stefan Mennel

Team Lauber IWISA AG: Cedric Cina,

Martin Andres

Das Konzept basiert auf ersten Ideen von

Hansjürg Leibundgut, D-ARCH ETH Zürich

#### Energiemanagement

##### F&E-Phase II

Institut für Dynamische Systeme und Regelungstechnik, Departement Maschinenbau und Verfahrenstechnik (D-MAVT), ETH Zürich

Lino Guzella

Samuel Fux

#### Bauphysik

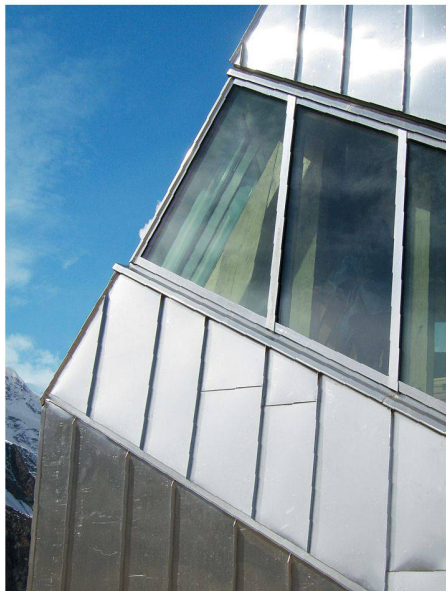
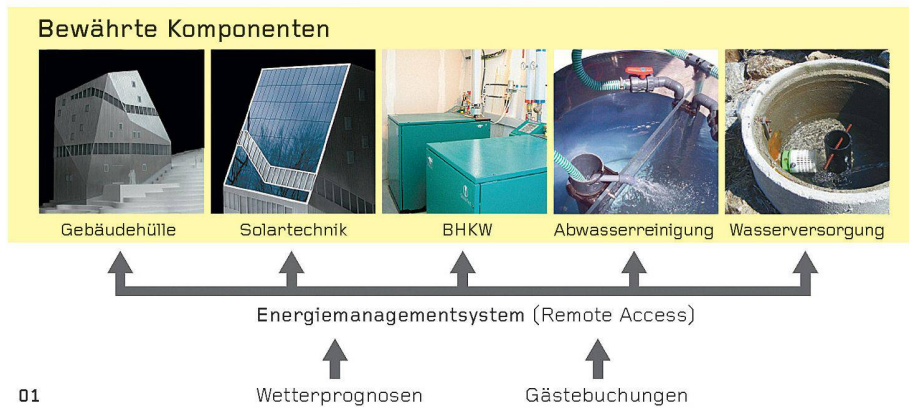
##### F&E-Phase II

Professur für Bauphysik, Institut für Hochbautechnik (HBT), Departement Architektur (D-ARCH), ETH Zürich

Bruno Keller

Mirjam Noureldin

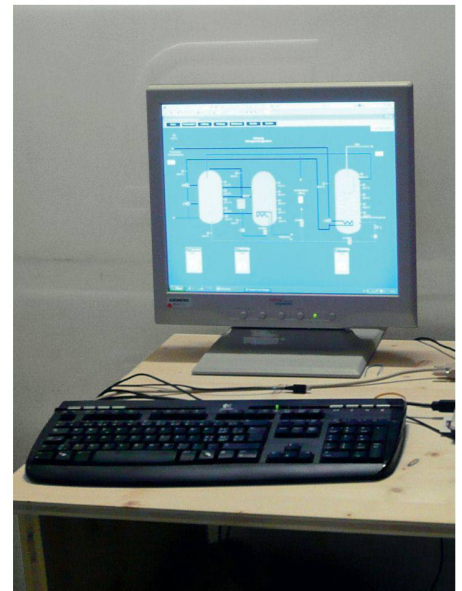
Verknüpfung bzw. Kombination  
zu einem wirkungsvollen System



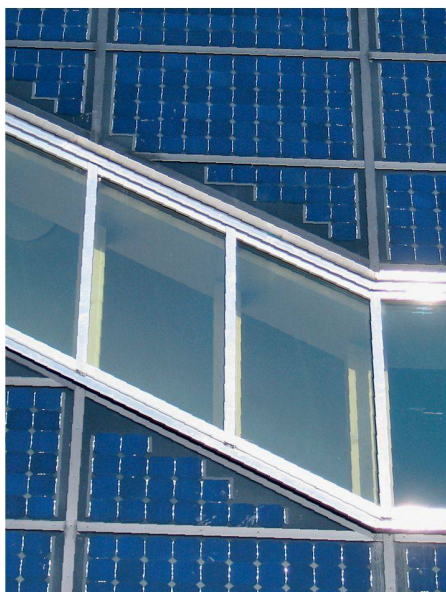
02



04



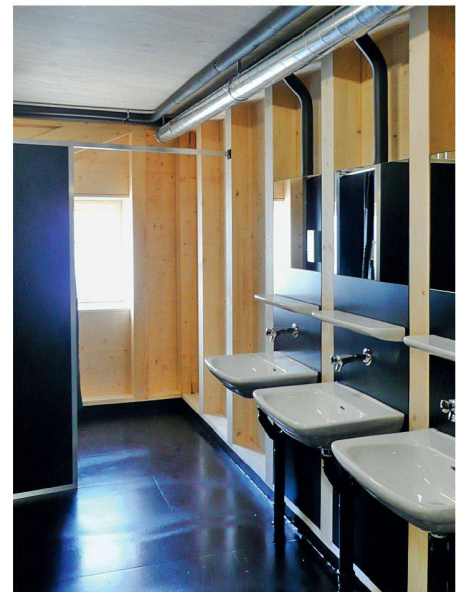
06



03



05



07

- 01** Optimales Verknüpfen von bewährten Bauteilen zu einem energieeffizienten Ganzen: Der Selbstversorgungsgrad von 90 % (ohne Kochen), Dauerhaftigkeit und Energieeffizienz sollen nicht über speziell entwickelte Bauteile, sondern über das sinnvolle Verknüpfen und Steuern von bewährten Produkten erreicht werden. Die Einspeisung der Parameter «Wetterprognosen» und «Gästeprognosen» sind Bestandteil der F&E-Phase II, die nach Eröffnung der neuen Monte-Rosa-Hütte beginnt. Das Gebäude funktioniert von Anfang an mit 90 % Autarkie (ohne Kochen). Mit der Steuerungssoftware, die in der Phase II von der ETH Zürich zusammen mit der Hochschule Luzern und Siemens entwickelt und laufend optimiert wird, ist eine weitere Effizienzsteigerung zu erwarten (Grafik: Lauber IWISA AG, Naters)
- 02** Detail der Aluminiumfassade (Foto: af / Red.)
- 03** Detail der massgeschneiderten Fotovoltaikanlage an der Südfassade (Foto: af / Red.)
- 04** Haustechnikraum (Foto: js / Red.)
- 05** Die mikrobiologische Kläranlage wurde auf minimalem Raum unter der Hütte installiert (Foto: js / Red.)
- 06** Ein Herz aus Hightech: Monitor im Haustechnikraum, auf dem der Hüttenwart den Einsatz der verschiedenen Systeme überwachen kann. Der Energiehaushalt der Hütte wird über ein digitales Steuerungssystem von der ETH Zürich aus geregelt (Foto: js / Red.)
- 07** Gästebad mit Warmwasser, Dusche und atemberaubender Aussicht (Foto: js / Red.)

## FAKTEN UND DATEN

### Gebäudehüllenflächen

Aluminium (warm): 824 m<sup>2</sup>

Aluminium (kalt): 72 m<sup>2</sup>

Fensterband und Lochfenster: 128 m<sup>2</sup>

Fotovoltaik: 110 m<sup>2</sup>

### Wasserspeicher

Felskaverne: 200 m<sup>3</sup>

### Lüftungsanlage

max. Volumenstrom: 4300 m<sup>3</sup>/h

### Fotovoltaik PV

Typ: Sunpower, 3s

Bruttofläche: 110 m<sup>2</sup>

max. Leistung: 16 kWpeak

### Batteriespeicher

Typ: Oerlikon Compact Power

Kapazität: 200 kWh

Gewicht: 8.7 t

### Thermische Solarkollektoren

Typ: Jansen-Schüco

Bruttofläche: 60 m<sup>2</sup>

max. Leistung: 40 kW

### Warmwasserspeicher

Temperatur: bis 95 °C

Fassungsvermögen: 6600 Liter

### Wasseraufbereitung

Typ: Terra-Link, Mikrobiologische Kläranlage

Energiebedarf: 39 kWh/Reinigungszyklus

Speicherkapazität: 4.5 m<sup>3</sup>

meter über der Hütte liegt und so keine Druckerhöhungsanlage notwendig ist. Beim Eintritt in die Hütte wird das Wasser gefiltert sowie entkeimt und steht dann als Kalt- oder Warmwasser primär fürs Kochen und die Körperhygiene zur Verfügung. Das aus diesen Vorgängen anfallende Abwasser wird mit einer Mikrofilterkläranlage auf biologischer Basis gereinigt und dann als sogenanntes «Grauwasser» für die Toilettenspülungen und die Waschmaschinen verwendet. Dieses wiederum belastete Wasser kommt abermals in die hauseigene Kläranlage und bleibt so im Kreislauf Grauwasser-Abwasser gefangen. Überschüssiges gereinigtes Abwasser wird an die Umgebung abgegeben. Die festen Bestandteile aus der Kläranlage werden abgepackt und mit Helikopter-Rückflügen ins Tal transportiert, wo sie fachgerecht entsorgt werden.

Jeglicher Wärmebedarf für die Luftheizung und das Warmwasser wird aus zwei Wärmespeichern und einem Boiler gedeckt. Diese Speicher werden mit Energie aus den Warmwasserkollektoren (Bruttofläche 60 m<sup>2</sup>, unterhalb der Hütte auf Felsband montiert), der Wärmerückgewinnung der Lüftungsanlage und bei Bedarf aus dem Miniblockheizkraftwerk (Betrieb mit Rapsöl) versorgt. Zusätzlich wird die Luft im Treppenhaus bei Sonnenschein durch den Wärmeeintrag über das Bandfenster vorgewärmt. Die Wärmespeicher und der Boiler tauschen untereinander je nach Bedarf die gewonnene Energie aus.

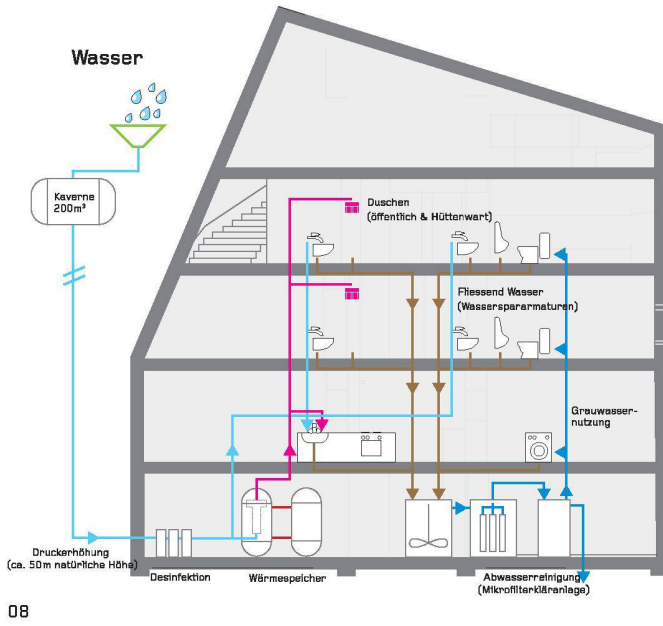
Die Aussenluft wird angesogen und durch Energie aus den Wärmespeichern und dem Wärmetauscher temperiert. Die Planer gehen von einer tiefsten Aussenlufttemperatur von -28 °C aus. Die Verteilung dieser aufbereiteten Zuluft erfolgt ohne Kanäle über das Treppenhaus. Ein ausgeklügeltes Raumkonzept bringt die Luft via Türschlitze in den Schwellenbereichen in alle benutzten Zimmer. Dort wird die Abluft gefasst und via Wärmerückgewinnung nach draussen entlassen.

Die Elektrizität wird in Batterien gespeichert. Den Strom liefern in der Südfassade integrierte Fotovoltaikzellen mit einer Bruttofläche von 110 m<sup>2</sup>. Man mag sich wundern, warum die PV-Elemente in einer derart steilen Position fix montiert sind, zumal die grössten Strommengen im Sommerhalbjahr bei Vollbetrieb und bekanntlich hohem Sonnenstand benötigt werden. Erfahrungen an ähnlichen Standorten haben gezeigt, dass die Reflexion des Sonnenlichts auf dem umliegenden Schnee fast zur Verdoppelung des Ertrags an PV-Strom führt. Positiver Nebeneffekt: Die steile Lage führt zu weniger Auftrag sowie schnellerem Abtrag von Schnee und Eis, und die fixe Montage ist nicht störungsanfällig wie sonnenstandsgeführte Elemente. Sollten die Batterien während einer Schlechtwetterperiode leer sein, kann mit dem Miniblockheizkraftwerk der momentane Bedarf gedeckt werden.

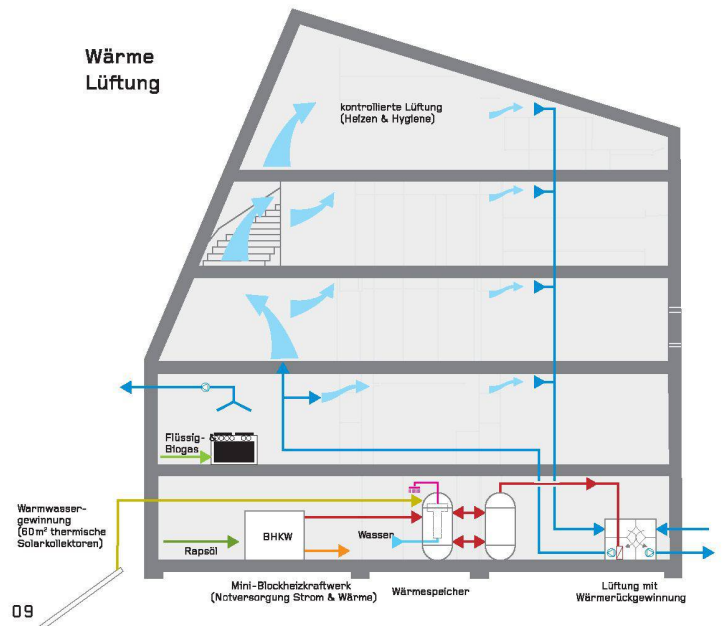
Die Nutzung der Windenergie wurde geprüft, aber an diesem Standort als nicht tauglich erkannt (Gefahr von Vereisung, Lärmentwicklung, Beeinträchtigung der Tierwelt durch dauernde Bewegung und Schattenwurf).

## VERPACKUNG

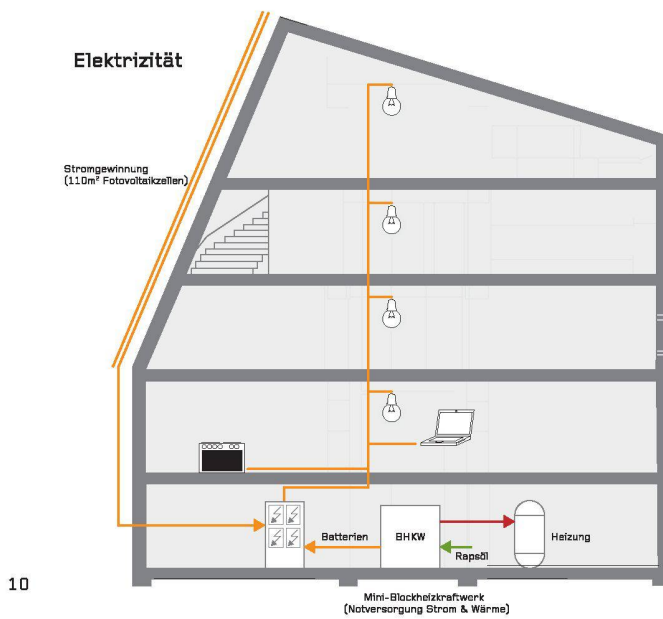
Man würde erwarten, dass in diesem Klima vor allem Wärmeschutz das zentrale Thema bei der Gebäudehülle ist. Doch in Anbetracht dessen, dass die Neue Monte Rosa-Hütte nur zwischen März und Oktober voll genutzt wird und in der kalten Jahreszeit, wie die umgebende Natur auch, Winterschlaf hält, ist dem nicht so. Im Spätherbst und Winter ist in der Hütte einzig ein Aufenthaltsraum mit 12 Schlafplätzen und Selbstversorgung für Tourenskifahrer offen. Unter diesen Voraussetzungen machen die aktiven und passiven Energieeinträge der Sonne, das intelligente Management der Gebäudetechnikanlagen sowie die Benutzer selbst als interne «Wärmequellen» eine meterdicke Aussenhaut nicht notwendig. Trotzdem hat die Gebäudehülle extreme Aufgaben zu bewältigen. Sturmwinde mit Beigaben aus Schnee, Eis und Wasser beanspruchen die peripheren Bauteile stark. Schnelle Temperaturwechsel führen zu relativ grossen Längenänderungen, insbesondere bei der hinterlüfteten Bekleidung aus Aluminium, dessen Temperaturexpansionskoeffizient hoch ist. Eis, Schnee und UV-Strahlung werden vor allem den transparenten Bauteilen und deren Klemmleisten und Gummidichtungen zusetzen. All diesen Anforderungen haben die Planer eine robuste und flächige Hülle entgegengesetzt. Auf die inneren Ständer der Holztragkons-



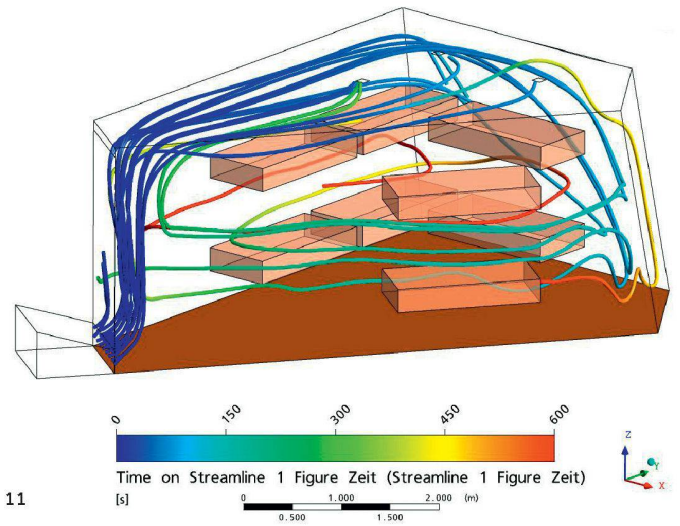
08



09



10



11

08 Schema Wasserhaushalt  
(Grafiken: Lauber IWISA AG, Naters)

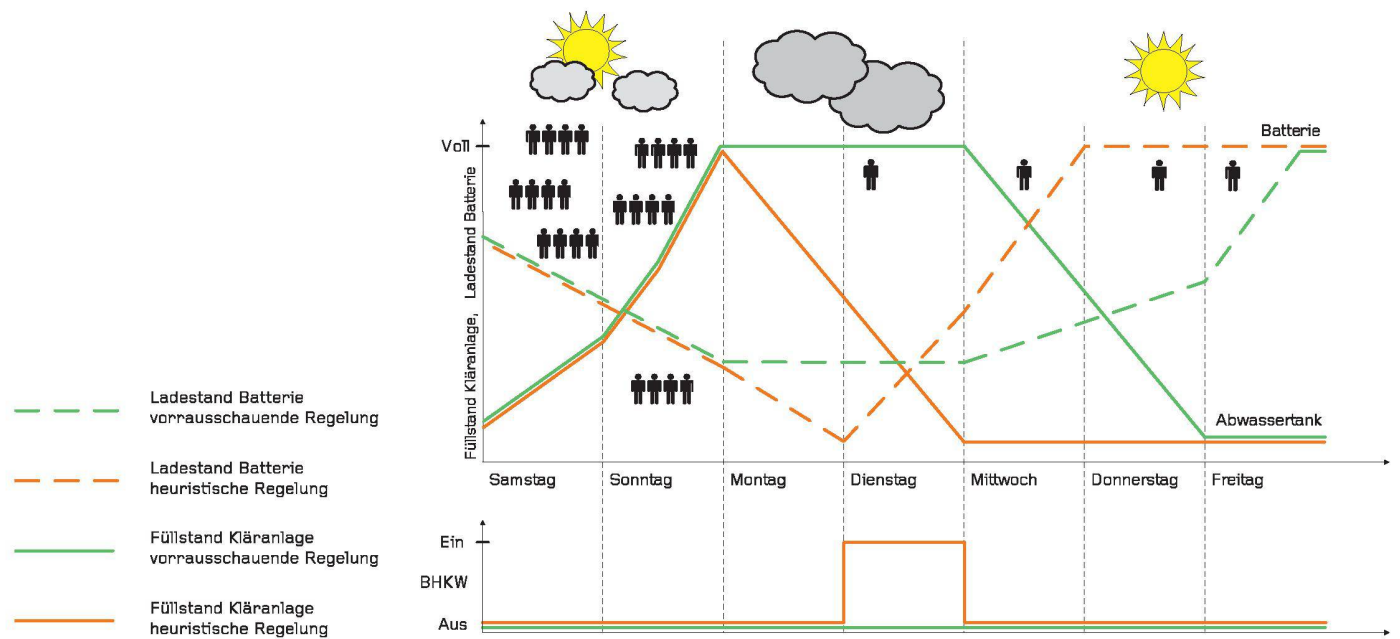
09 Schema Wärmehaushalt  
10 Schema Elektrizität

11 Strömungssimulation im 8er-Schlafraum zur Optimierung der Lüftungseffizienz in den Schlafräumen: Die warme Luft aus dem Treppenhaus steigt gleich nach dem Eintritt beim Bodentürschlitz nach oben, wird durch die nachströmende Luft nach hinten gedrückt und verwirbelt sich via Aussenwand und Raumkörper. Zeitbedarf vom Eintritt bis zum Absaugen an den Deckendosen: 5 bis 10 Minuten  
(Grafik: Urs-Peter Menti, Hochschule Luzern ZIG)

truktion ist eine Innenschalung aus Dreischichtplatten verlegt. Darauf sind Holzstegträger appliziert und die mineralische Dämmung dazwischengeklemt und fixiert. Darüber sind eine Bretterschalung und die dampfdiffusionsoffene Unterdachbahn montiert. Die eigentliche Aussenhaut bildet eine Doppelstehfalzblechebene aus unbehandeltem Aluminium mit einer Bretterschalung als Tragfläche, fixiert auf eine Konterlattung mit einer Stärke von 30 mm. Diese Hinterlüftungsstärke zusammen mit relativ schmalen Belüftungsöffnungen soll den Eintrag von Flugschnee minimieren. Die Dachflächenfenster der Schlafräume können trotz der mechanischen Belüftung geöffnet werden. Diese Möglichkeit wird von vielen Benutzern geschätzt, um schnelle Stosslüftungen durchzuführen oder den Eindruck des «Eingesperrtseins» nicht zu erfahren.

**STRÖMUNGSSIMULATIONEN**

Bei der Konzipierung und Planung der Energie- und Gebäudetechnik der Neuen Monte-Rosa-Hütte spielten Simulationen eine zentrale Rolle. Unter der Leitung von Urs-Peter Menti führte das Zentrum für Integrale Gebäudetechnik der Hochschule Luzern (ZIG) verschie-



12

12 Mögliches Szenario der Regelung mit heuristischem und mit vorausschauendem Ansatz: Ein Wochenende mit schönem Wetter führt zu starker Personenbelegung. Trotz Sonnenschein sinkt der Batterieladestand, weil die PV-Elemente weniger Energie produzieren, als von den vielen Besuchern verbraucht wird. Gleichzeitig fällt viel Abwasser an. Montag und Dienstag ist das Wetter schlechter, was weniger Besucher, weniger Abwasser, aber auch weniger Elektrizitätsproduktion bedeutet. Würde man in diesen Tagen wie gewohnt die Abwasserreinigungsanlage betreiben, nähme der Batterieladestand weiter ab. Setzt man jedoch die Abwasserbearbeitung aus und speichert das Abwasser, bleibt der Batterieladestand konstant. Von Mittwoch zu Freitag wird das Wetter besser, und die PV-Elemente liefern wieder mehr Elektrizität. Die Batterien können in dieser Zeit den Ladestand erhöhen, weil unter der Woche immer noch wenige Besucher zu verzeichnen sind. Zeit also, den Abwassertank zu leeren und den Inhalt zu klären. Damit ist man für das nächste Wochenende mit Schönwetterprognose und vielen Berggängern wieder gerüstet. Was hat nun diese Abwasserspeicherung von Montag und Dienstag bewirkt? Das Blockheizkraftwerk (BHKW) musste am Dienstag nicht anlaufen, um Strom zu produzieren resp. die Batterien zu füllen, dennoch ist am Freitagabend der Abwassertank leer, und die Energiereserven sind hoch

(Grafik: Lino Guzella, D-MAVT ETHZ)

denste Berechnungen durch. Ziel der thermischen Gebäudesimulationen war es, die einzelnen Komponenten optimal zu dimensionieren und betreffend der angestrebten Energieautarkie eine hohe Planungssicherheit zu erlangen. Dazu wurde das gesamte Gebäude inklusive Technik in einem Simulationsmodell abgebildet. Unter Berücksichtigung des Aussenklimas, der Nutzung und anderer Einflussgrößen konnte so das Verhalten der Hütte betreffend Energieflüssen und Raumtemperaturen vorausgesagt werden. Im Weiteren wurden mit Luftströmungssimulationen (CFD, Computational Fluid Dynamics) die Luftströmungen in den Schlafräumen analysiert, mit dem Ziel, die für eine genügende Raumdurchströmung nötigen Installationen möglichst einfach zu halten (Abb. 11).

#### «INTELLIGENZ STATT TREIBSTOFF»

Mit diesem Zitat von Lino Guzella als Credo wird nach der Fertigstellung und Inbetriebnahme der Neuen Monte-Rosa-Hütte die F&E-Phase II in Kraft treten. Ziel ist die Erhöhung des vorhandenen Autarkiegrades. Erreicht wird dies durch das Programmieren und Implementieren einer «vorausschauenden Regelung» anstelle der klassischen «heuristischen Regelung». Diese Arbeiten werden durch das Institut für Dynamische Systeme und Regelungstechnik, Departement Maschinenbau und Verfahrenstechnik (D-MAVT) der ETH Zürich unter der Leitung von Lino Guzella in Zusammenarbeit mit der Firma Siemens und der Hochschule Luzern erbracht. Grundlagen der Steuerungslogarithmen werden die angemeldeten Besucher und die Wetterprognosen sein. Als «Spielball» zur weiteren Energieeinsparung dient zum Beispiel der Abwassertank. Das Schema (Abb. 12) visualisiert ein mögliches Wochenszenario und die Auswirkungen, wenn der Abwassertank zur Speicherung eingesetzt wird oder nicht.

Auch der Kochvorgang wird in Phase II eingebunden. Bei einem Stromüberschuss weist ein simples Ampelsystem den Hüttenwart an, mit der Energiequelle Elektrizität zu kochen und nicht wie üblich Gas zu verwenden. Das verringert den Verbrauch von eingeflogenen Energieträgern weiter. Die ETH Zürich geht davon aus, dass die Software innerhalb von zwei Jahren soweit entwickelt und justiert ist, dass dann kaum mehr weitere Energieeinsparungen möglich sind. Es wird ausserordentlich interessant sein, die Entwicklungen in diesen zwei Jahren zu erfassen, auszuwerten und zu dokumentieren. Das Höhenttraining am Monte Rosa wird dann abgeschlossen sein und das erworbene Wissen allen interessierten Baufachleuten zum Planen und Bewirtschaften von Hochbauten zur Verfügung stehen.

Markus Schmid, schmid@tec21.ch