Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 79 (1988)

Heft: 9

Artikel: Das neue Berghaus auf dem Jungfraujoch

Autor: Aegerter, H. / Huber, R. / Rüegg, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904025

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 03.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Das neue Berghaus auf dem Jungfraujoch

H. Aegerter, R. Huber, J. Rüegg, H. Weber, J. Wenger, A. Wyss

Die ausserordentlichen Bedingungen auf dem Jungfraujoch verlangten von den Fachingenieuren einige unkonventionelle Lösungen. Die mittlere Jahrestemperatur beträgt –8 °C. Die Sonne scheint im Jahresmittel 1770 h mit einer Einstrahlung von bis 1200 W/m². Mit Windgeschwindigkeiten von max. 250 km/h ist zu rechnen. In den nachfolgenden Aufsätzen werden Teilgebiete der Haustechnik behandelt, speziell mit Bezug auf den optimalen Einsatz der elektrischen Energie.

A la Jungfrau, les conditions sortant de l'ordinaire exigeaient des solutions inhabituelles aux ingénieurs. La température annuelle moyenne y est de –8 °C, le soleil brille en moyenne 1770 h par an, avec une irradiation montant jusqu'à 1200 W/m², et il faut compter avec des vents pouvant atteindre 250 km/h. Les articles suivants traitent divers domaines des installations techniques des bâtiments, notamment de l'utilisation optimale de l'énergie électrique.

Teile dieses Aufsatzes sind überarbeitete Ausschnitte der in «Schweizer Ingenieur und Architekt» 30–31/1987 veröffentlichten Aufsätze.

Adressen der Autoren

Elektroanlagen: Josef Rüegg, dipl. Elektroinstallateur, Boess + Jenk AG, Elektroplanung, Burgstrasse 18, 3600 Thun.

Gebäude-Energiekonzept: Dr. sc. techn. *A. Wyss, R. Huber, H. Weber*, Institut Bau und Energie IBE AG, Höhenweg 17, 3006 Bern.

Sanitäre Anlagen: Herbert Aegerter, c/o Hans Kündig, Installationsplanung, Bahnhofstrasse 12, 3600 Thun.

Steuerung HLK: J. Wenger, Stäfa Control System AG, Fellerstrasse 15, 3027 Bern.

1. Einleitung

Bei der Einweihung der Jungfraubahn, im Jahr 1912, stand den Besuchern des Jungfraujochs ein bescheidenes Touristenhaus zur Verfügung. Dem wachsenden Bedürfnis entsprechend wurde 1924 eine grössere Unterkunft erstellt, zu der im 1. Stock ein wunderschön getäfertes Restaurant mit 240 Sitzplätzen gehörte.

1960 beförderte die Jungfraubahn 160 000 Gäste, 1980 252 000 und 1985 326 000. Den steil ansteigenden Besucherzahlen nach dem Krieg war das damalige Berghaus in den Sommermonaten nicht gewachsen. Erweiterungspläne wurden ausgearbeitet. Am 21. Oktober 1972 fielen jedoch sowohl das modernisierte Touristenhaus als auch das Berghaus einem Brand zum Opfer; beide brannten bis auf die Grundmauern nieder. Damit waren die Voraussetzungen für eine neue Lösung gegeben.

In der Zwischenzeit seit dem Brand konnten sich die Besucher im neuerstellten Gletscherrestaurant verpflegen. Seit kurzem steht auf dem Jungfraujoch nun wieder ein dem Besucherstrom angepasstes Berghaus mit Verpflegungsmöglichkeiten für die verschiedensten Bedürfnisse (Tab. I) und entsprechenden grosszügigen Nebenräumen.

Pünktlich zur Feier «75 Jahre Jungfraubahn», am 1. August 1987, konnten die Neubauten dem Bauherrn übergeben werden. Für alle am Bau Beteiligten ein grosser Augenblick. Es war keine leichte Aufgabe, unter den auf 3500 m Höhe herrschenden klimatischen Bedingungen ein so grosses Bauwerk zu erstellen. Für viele Aufgaben gab es am Anfang der Planungsphase keine fertige Lösung und wenig Erfahrungswerte.

Nachfolgend werden einige besondere Aspekte der Haustechnik beschrieben. Der Akzent liegt auf der sparsamen Energieverwendung sowie auf Problemen der Regelung und Steuerung, die eine enge Zusammenarbeit aller beteiligten Fachleute notwendig machten.

2. Gebäudeenergiekonzept

Schon in einem frühen Projektstadium erkannten Bauherrschaft und Projektleitung, dass unter solch extremen Klimaverhältnissen der rationellen Energieverwendung ausserordentliche Bedeutung zukommt. Als oberste Zielsetzung galt deshalb die Nutzung der natürlichen Gegebenheiten und ein möglichst angepasster Einsatz der technischen Mittel. Daher wurde ein neuartiges Fenster mit ausserordentlich hohem Wärmedämmwert entwikkelt, das die intensive Sonneneinstrahlung ausnützt. Das Konstruktionsmaterial für das Gebäude wurde so gewählt, dass die tagsüber anfallende

Restaurants	Plätze
Niveau Eingangshalle	
- Cafeteria mit Bedienung	66
- bestehendes Gletscherrestaurant für Gruppenverpflegung	190
1. Untergeschoss	
- bestehendes Gletscherrestaurant für Gruppenverpflegung	120
1. Obergeschoss	
- Selbstbedienung in 3 Restaurantteilen	
Self 1	120
Self 2	80
Galerie	20
2. Obergeschoss	
- Restaurant Top of Europe mit Bedienung	120
- Konferenz- und Bankettraum	45

Tabelle I Restaurants: approximatives Platzangebot

Sonnenwärme für die kalte Nachtzeit gespeichert werden kann. Die haustechnische Anlage ist derart konzipiert, dass aus der Abluft die Wärme und die Feuchtigkeit zurückgewonnen werden, so dass im Gebäude ausser einer zeitweisen Nachwärmung der Zuluft keinerlei Heizung notwendig ist.

2.1 Randbedingungen

Das Energiekonzept basiert auf folgenden Gegebenheiten der Klimaverhältnisse:

- Mittlere Jahrestemperatur -8 °C; max. 7 °C, min. -30 °C;
- Sonnenschein 1770 h/Jahr, max. Sonneneinstrahlung 1200 W/m²;
- Windgeschwindigkeit bis 250 km/h;
- Praktisch alle Fenster sind gegen Süden gerichtet;
- Die gesamte Nordfassade ist an den Fels gebaut.

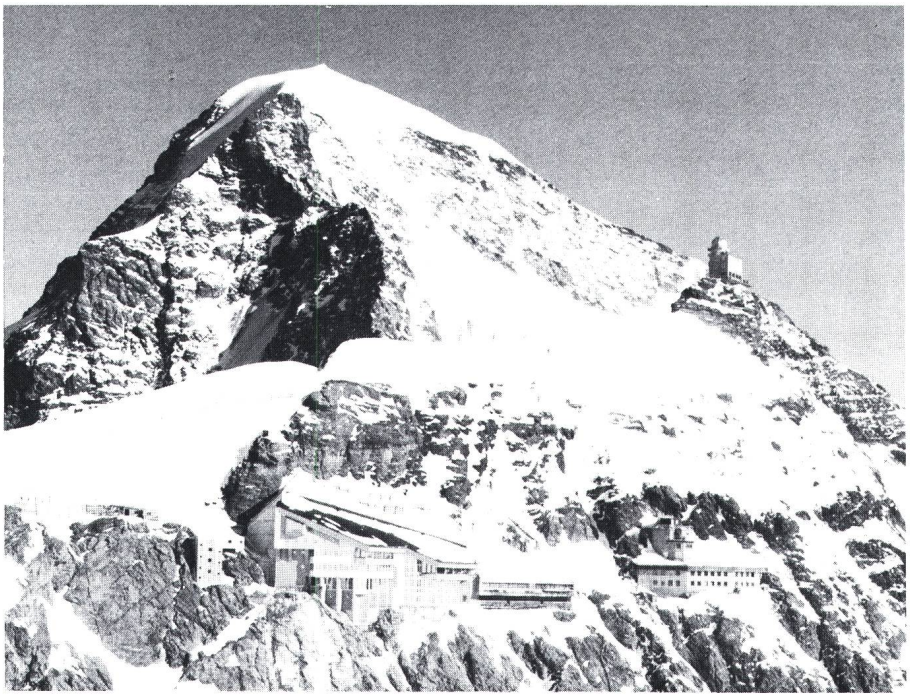
Im Interesse einer optimalen Energienutzung war die Bauherrschaft bereit, in den Restaurants auf übertriebenen Komfort zu verzichten:

- Damit die Sonneneinstrahlung optimal aufgenommen und gespeichert werden kann, sind Raumtemperaturen in den Restaurants zwischen 18 °C (morgens um 9 Uhr) und 24 °C (abends vor Sonnenuntergang) zugelassen.
- Die Frischluftzufuhr wurde auf 40 m³/h pro Person und die relative Feuchtigkeit auf 40% festgelegt.

2.2 Bauphysikalisches Konzept

Wegen der tiefen Aussentemperaturen ist auf dem Jungfraujoch eine gute Wärmedämmung der Gebäudehülle besonders wichtig. Die hohe Windgeschwindigkeit und der Flugschnee verlangen eine hohe Luftdichtigkeit.

Fenster: Die nach Süden orientierten Fensterflächen sind entscheidend für den Energiehaushalt des Gebäudes: Tagsüber fällt unter der intensiven Sonneneinstrahlung eine Wärmemenge an, welche meist genügt, das ganze Gebäude zu heizen. Weil auf dieser Höhe keinerlei äussere Abschlüsse wie z. B. Rolladen denkbar sind, würde das Gebäude aber nachts durch konventionelle Fenster stark auskühlen. Darum wurden in Zusammenarbeit mit der EMPA während zweier Jahre auf dem Jungfraujoch Versuche mit neuartigen Fenstern durchgeführt. Das Resultat ist ein Fenster mit einer Vierfachverglasung und einem k-Wert von 0,7 W/m² °C (Rahmen 1,4 W/m² °C).



Figur 1 Das neue Berghaus Jungfraujoch
Am rechten Flügel des Berghauses (integriert) das bisherige Gletscherrestaurant. Rechts die Forschungsstation. Darüber das Observatorium (Sphinx). Im Hintergrund der Mönch

Ein Sonnenschutzglas vermindert die Blendung und eine zu hohe Sonneneinstrahlung. Als innere Verglasung wurde ein Wärmeschutzglas verwendet, damit nachts keine grossen Wärmeverluste entstehen.

Dachkonstruktion: Auch die Dachkonstruktion musste von Grund auf neu entwickelt werden:

Der optimale Wärmedämmwert konnte mit einer Kreuzbalkenkonstruktion und 30 cm Isolationsmaterial erreicht werden. Das Unterdach ist voll verschweisst, gegen unten entwässert und gegen oben entlüftet. Die darüberliegende Dachhaut aus Aluminium-Rippenplatten ist genügend schlagfest gegenüber Lawinen und Steinschlag. Der Schnee muss vom Dach abrutschen, damit die Maximallast nicht überschritten wird. Weil das Schmelzwasser als Trinkwasser verwendet wird, darf die Dachhaut aber nicht mit toxischen Gleitbelägen versehen sein.

Alle Berührungspunkte und Zwischenräume zum Fels müssen überwacht werden, damit Vergletscherungen frühzeitig erkannt und abgetaut werden können.

2.3 Haustechnisches Konzept

Die hohe Qualität der Gebäudehülle verringert die Wärmeverluste durch Transmission und ungewollten Luftwechsel soweit, dass tagsüber auch bei bedecktem Himmel und tiefster Aussentemperatur fast keine Heizung erforderlich ist; die inneren Wärmequellen (Personen, Apparate und Beleuchtung) sowie die diffuse Sonneneinstrahlung liefern genug Wärme. An sonnigen Tagen wird die überschüssige Wärme in den Wänden und Decken des Berghauses gespeichert. Nachts kühlt das Gebäude langsam aus. Die gespeicherte Sonnenwärme und die Umluftheizung sorgen dafür, dass die Innentemperatur nicht unter 18 °C sinkt. Dank der hohen Luftdichtigkeit und der guten Wärmedämmung der Fenster konnte auf den Einbau von Heizkörpern gänzlich verzichtet werden. Die Lüftung, die zum Erreichen der erforderlichen Luftwechsel nötig ist, übernimmt auch die Raumheizung.

Eine Enthalpierückgewinnungsanlage entzieht der Abluft einen grossen Teil der Wärme und Feuchtigkeit und überträgt sie auf die Zuluft. Nachts funktioniert die Gebäudelüftung im Umluftbetrieb als Heizung.

Die aussergewöhnlichen Bedingungen für Transport und Lagerung von Brennstoffen und das Bestreben, die Luftqualität in der Nähe der Forschungsstation möglichst nicht zu beeinträchtigen, führten zum Entscheid für eine elektrische Direktheizung.

2.4 Energiebilanz

Der Wärmehaushalt des Gebäudes sei anhand der Bilanz eines sonnigen Betriebstages mit einer mittleren Aussentemperatur von -10 °C veranschaulicht. Während der Betriebszeit von 9 bis 17 Uhr werden folgende Wärmemengen umgesetzt:

Transmissionswärmeverlust	320 kWh
Verlust wegen Undichtigkeit	305 kWh
Wärmebedarf für Lüftung	550 kWh
Total Wärmebedarf	1175 kWh

Abwärme von Personen, Ventilatoren, Licht	720 kWh
Sonneneinstrahlung	380 kWh
Heizung	75 kWh
Total Wärmeangebot	1175 kWh

Während der Betriebsstunden wird also praktisch kein Strom zum Heizen verbraucht. Während der Nichtbetriebszeit von 17 bis 9 Uhr werden folgende Wärmemengen umgesetzt:

Transmissionswärmeverlust	710 kWh
Verlust wegen Undichtigkeit	440 kWh
Total Wärmebedarf	1150 kWh

Abwärme der Ventilatoren	330 kWh
Heizung	820 kWh
Total Wärmeangebot	1150 kWh

Es wird vor allem nachts geheizt, so dass der Strom tagsüber für die Bahn und für den Betrieb des Gebäudes zur Verfügung steht.

Der *Jahreswärmebedarf* für Heizung und Lüftung wird wie folgt gedeckt:

Sonne	140 000 kWh
Abwärme Personen	120 000 kWh
Abwärme Motoren	120 000 kWh
Heizung	340 000 kWh
Total Jahreswärmebedarf	720 000 kWh

Die Zusammenstellung zeigt, dass mehr als die Hälfte der erforderlichen Heizenergie durch die Sonne und die innere Abwärme gedeckt wird.

Der Heizleistungsbedarf liegt bei 150 kW; das sind weniger als 50 W/m² beheizte Geschossfläche. Der Leistungs- und Energiebedarf für Heizung und Lüftung liegt also trotz der extremen Klimabedingungen auf dem Jungfraujoch tiefer als bei vergleichbaren Neubauten im Mittelland.

3. Elektroanlagen

3.1 Energieversorgung

Bis auf wenige mit Gas betriebene Kochstellen im neuen Restaurationsbetrieb ist der elektrische Strom Hauptträger der Energieversorgung auf dem Jungfraujoch. Eine sichere, robuste elektrische Anlage war deshalb eine der wichtigsten Bedingungen im Bereich der Haustechnik.

Die elektrische Energie wird aus den Anlagen der Kraftwerke der Jungfraubahn bezogen. Die Transformatorenstation auf dem Jungfraujoch ist in einer Felskaverne installiert. Sie ist über eine 16-kV-Ringleitung an der Unterstation Eigergletscher angeschlossen. Über zwei 1000-kVA-Transformatoren wird die Niederspannungsverteilung gespeist. Ab dieser Verteilung sind die verschiedenen Bezüger über Kabelleitungen angeschlossen: die hochalpine Forschungsstation, das Observatorium Sphinx, die Bahnhofanlagen und das bestehende Gletscherrestaurant. Das neue Berghaus musste wegen des hohen Leistungsbedarfs über ein gekapseltes Stromschienensystem angeschlossen werden. Dieses ist für einen Nennstrom von 1000 A auf 3460 m ü.M. ausgelegt. Dessen Gesamtlänge beträgt 125 m.

Schutzsysteme

Das Schutzkonzept (Erdung) wurde in Zusammenarbeit mit dem eidgenössischen Starkstrominspektorat, der Korrosionskommission des SEV und verschiedenen Spezialfirmen ausgearbeitet und nach den neuen Richtlinien SEV 3569 ausgeführt. Die Erdungsbedingungen auf dem Jungfraujoch sind schlecht. Die Gebäude stehen auf Fels, und verschiedene Anlagen sind in Felskavernen oder Stollen installiert. Durch atmosphärische Überspannungen werden immer wieder elektrische und elektronische Einrichtungen beschädigt oder zerstört.

Die Erdungsverhältnisse mussten deshalb verbessert werden. Zu diesem Zweck wurde ein separater Schutzleiter von der Unterstation Eigergletscher bis zur Transformatorenstation auf dem Jungfraujoch neben dem Bahngeleise verlegt. In regelmässigen Abständen ist dieser Schutzleiter mit der Geleiseanlage der Bahn verbunden. Auf einer Sammelschiene in der Transformatorenstation sind die verschiedenen Erdleitungen angeschlossen und beschriftet. In das umfangreiche Schutzkonzept der Neu- und Umbauten sind sämtliche Blitzschutz- und Potentialausgleichsmassnahmen einbezogen (Armierungen, Tragkonstruktionen, Dachhaut, Felsanker, Fassade, Wasserleitungen, Lüftungsanlagen usw.).

Damit empfindliche, elektrische und elektronische Apparate zusätzlich vor Überspannungen geschützt werden konnten, mussten zudem an verschiedenen Stellen Überspannungs- und Störschutzelemente eingebaut werden.

Notstromversorgung:

Im vierten Obergeschoss des neuen Berghauses ist eine Dieselnotstromgruppe mit einer Abgabeleistung von 100 kW (auf 3470 m ü.M.) installiert. Daran angeschlossen sind nur die wichtigsten Verbraucher im neuen Berghaus, im bestehenden Gletscherrestaurant und im Bahnhof. Die einzelnen notnetzberechtigten Verbraucher werden nach Priorität lastabhängig zu- und abgeschaltet. Diese Aufgabe wird mit einem Lastspitzenregler und einer speicherprogrammierbaren Steuerung gelöst.

3.2 Anlagen im neuen Berghaus

Hauptverteilung

Das neue Berghaus hat eine installierte Leistung von rund 1500 kW. Während der ersten Betriebsmonate registrierte der Leistungszähler eine maximale Belastung von ca. 350 kW (15-min-Mittel).

Die Hauptverteilung ist in einer Elektrozentrale im Untergeschoss angeordnet. Über zwei Steigzonen in den Nottreppenhäusern führen die Kabelleitungen zu den Unter- und Steuerverteilungen in den verschiedenen Stockwerken.

Die Hauptverteilung ist in nur netzberechtigte Abgänge und notnetzberechtigte Abgänge aufgeteilt (Fig. 2). Die Trennung bei einer Netzstörung erfolgt über einen motorangetriebenen Leistungsschalter mit Nullspannungsauslöser. Diese Lösung bedingt getrennte Verteilleitungen zu den Unterverteilungen, hat aber den Vorteil, dass keine dezentralisierten Netz-Notnetz-Umschalteinrichtungen nötig sind, die auch gewartet werden müssten. Ab dieser Hauptverteilung werden 10 Unterverteilungen, 8 Steuerverteilungen für Lüftung, Sanitär, gewerbliche Kühlung, Abtau- und Frostschutzheizungen und 5 Aufzüge mit elektrischer Energie versorgt.

Abtau- und Frostschutzheizung

Die klimatischen Bedingungen auf dem Jungfraujoch bedingen umfang-

reiche Abtau- und Frostschutzmassnahmen.

Für die Rohrbegleitheizungen werden ausschliesslich selbstregulierende Heizkabel verwendet, wobei als Energiesparmassnahme zusätzliche Thermostaten eingebaut sind. Aus Sicherheitsgründen sind alle Heizungen betriebsüberwacht.

Die Dachfuss- und Rinnenheizungen sind an einem getrennten Steuerschrank angeschlossen und gegen atmosphärische Überspannungseinwirkungen geschützt. Die Steuerung erfolgt temperatur- und feuchtigkeitsabhängig. Auch diese Heizkreise sind betriebsüberwacht. Die blanken PYROTENAX Heizkabel sind durch entsprechend geformte Blechstreifen abgedeckt, wodurch eine gute Wärmeleitfähigkeit erreicht wird.

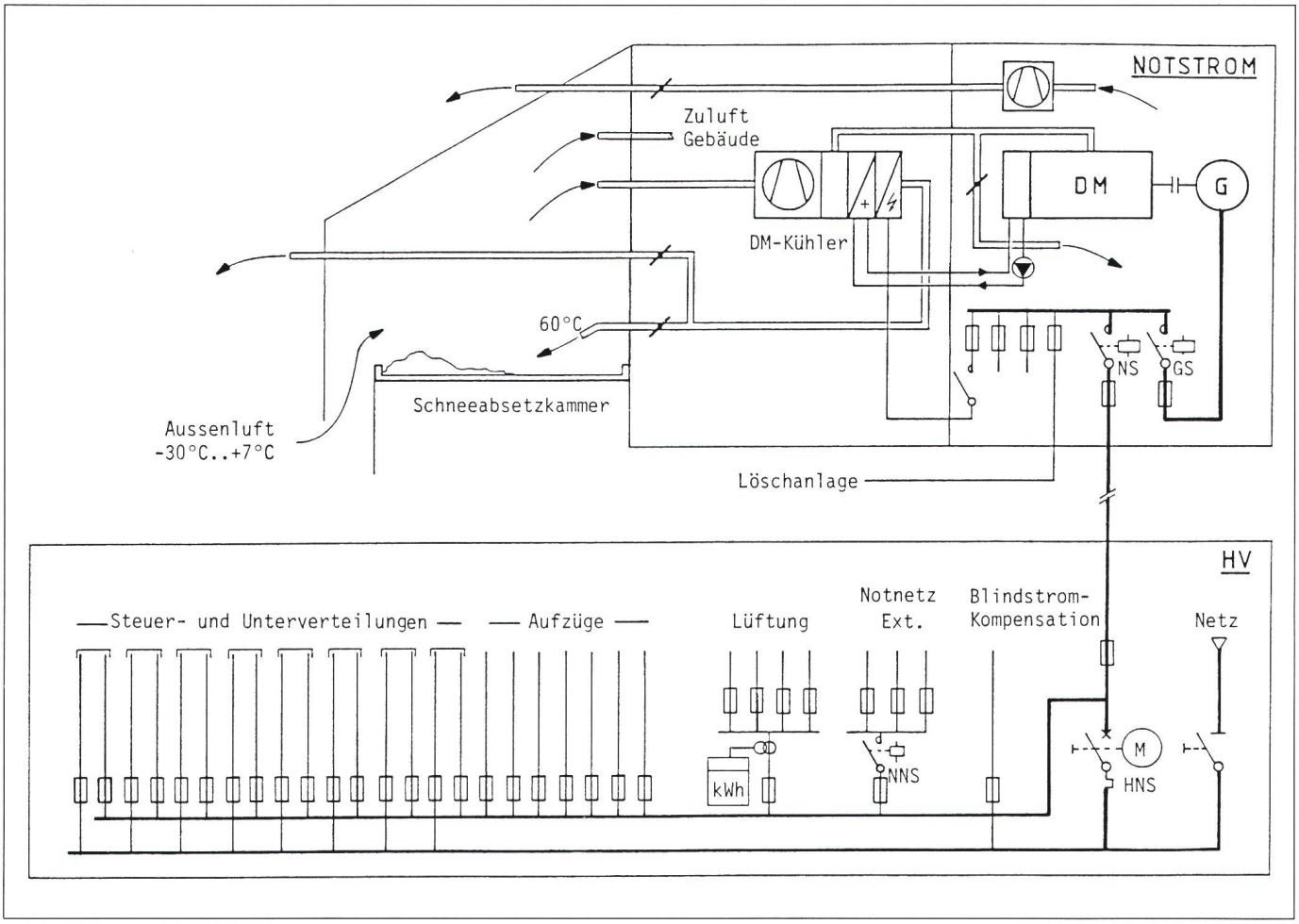
Ein besonderes Problem bietet der Luftentspannungsraum (Frischlufteintrittsraum). Dieser ist vom anfallenden Treib- und Flugschnee freizuhalten (Fig. 2). Die wasserdichte Bodenwanne wird mit einer Bodenheizung von 1000 W/m² eis- und schneefrei gehalten. Die Heizung wird über einen speziellen Schneefühler zu- und abgeschaltet. Genügt diese Bodenheizung nicht, besteht die Möglichkeit, mit dem Abwärmekühlgerät der Diesel-Notstromgruppe, in welchem eine Zusatzheizung von 5×20 kW eingebaut ist, den Luftentspannungsraum abzutauen.

Zentralsteuerung und Gebäudeüberwachung

Der Zentralsteuerung obliegen verschiedene wichtige Aufgaben:

- Lastabhängige Zu- und Abschaltung diverser Verbraucher während Spitzenbelastungszeiten im Netzbetrieb,
- Lastabhängige Zu- und Abschaltung notnetzberechtigter Verbraucher,
- Stufenweise Zuschaltung der Verbraucher bei Netzrückkehr,
- Verarbeitung von Störmeldungen nach Dringlichkeit, Weitermeldung an den Ereignisdrucker und (tagsüber) an die Personensuchanlage, akustische und optische Alarmierung,
- Kommunikation zur Bedienungs- und Überwachungsstelle im Stationsbüro.

Für diese Aufgaben wurde, nach eingehender Prüfung, eine speicherprogrammierbare Steuerung System Modicon 884 mit 3,5k Anwenderlogik eingesetzt. Das Programm ist relativ einfach aufgebaut. Die Programmierung erfolgt mit dem systemeigenen Programmiergerät in Kontaktlogik. Dieses Steuersystem ist für rauhen Industrieeinsatz konzipiert und entsprechend gegen Störspitzen und Netzschwankungen geschützt. Die Empfänger der Personensuchanlage sind mit einem Display ausgerüstet. Damit können codierte Mitteilungen direkt angezeigt werden (Sanitätsruf, Brandfall usw.). Die ganze Zentralsteuerung und Überwachung wird mit einer batteriegepufferten 24-V-Gleichstromanlage betrieben.



Figur 2 Prinzipschema der Elektroverteilung
HV Hauptverteiler DM Dieselmotor G Generator

Die zentrale Bedienungs- und Gebäudeüberwachungsanlage ist im Stationsbüro der Jungfraubahn installiert. Sie wird vom Bahnpersonal betreut. Diese Anlage umfasst:

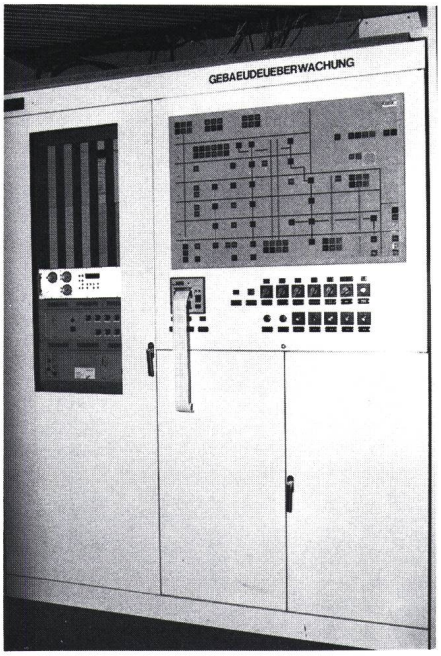
- Aussenlichtabhängige Steuerung der Beleuchtung im Besucherbereich in vier Stufen,
- Tag- und Nachtbetrieb der Lüftungsanlagen
- Brandfall- und Notstrombedienung der Aufzüge,
- Zeitabhängige Steuerungen,
- Bedienungseinheit der Brandmeldeanlage,
- Lautsprecherzentrale für wichtige Durchsagen im Bahnhof, im Gletscherrestaurant und im Besucherbereich des neuen Berghauses,
- Mosaik-Blindschaltbild mit 50 Betriebs- und 60 Störmeldelampen (Fig. 3),
- Ereignisdrucker mit Erstwertmeldung, Datum, Uhrzeit.

Brandmeldeanlage

Das neue Berghaus und das bestehende Gletscherrestaurant sind grundsätzlich mit einer automatischen Löscheinrichtung (Sprinkler) ausgerüstet. Ausgenommen sind die technischen Zentralen und Maschinenräume. Da alle Räume örtlich relativ weit auseinanderliegen, hat sich ein Brandmeldesystem mit Einzelidentifikation aufgedrängt. Die Vorteile dieses Systems sind:

- Präzise Definition des Alarmortes,
- Vereinfachte Installation mit 2-Draht-Schlaufenleitung,
- Kombination von passiven und aktiven Steuerbausteinen zur Ansteuerung von Türschliesseinrichtungen und Brandfallsteuerungen (Lüftungen, Aufzüge) in der gleichen Meldeschlaufe,
- Erhöhte Betriebssicherheit durch schrittweise Abfragung, auch bei Kurzschluss oder Leitungsunterbruch ohne Informationsverlust.

Die Alarmierung erfolgt optisch und akustisch im Stationsbüro der Bahn und in der alpinen Forschungsstation. Wird der Alarm nicht quittiert, wird automatisch über die Telefonanlage weitergemeldet. Über die Gebäudeüberwachungsanlage wird der Alarm codiert auf die Personensuchanlage übertragen. Auf der 10stelligen Displayanzeige des Empfängers wird dem Betriebspersonal direkt die nötige Information mitgeteilt. Damit wird wertvolle Zeit gespart, und es kann gezielt eingegriffen werden.



Figur 3 Schaltschrank der Gebäudeüberwachung im Stationsbüro

4. Sanitäre Anlagen

4.1 Wasserfassung und Aufbereitung

Der Frischwasserbedarf wird durch folgende Massnahmen sichergestellt:

Schmelzwasserfassung: Das Schmelzwasser auf dem Dach der Hochalpinen Forschungsstation und auf dem Neubaudach sowie das anfallende Sickerwasser aus den Hohlräumen zwischen Gebäude und Fels werden gefasst und in zwei Rohwasser-Reservoire abgeleitet (Fig. 4).

Wassertransport: In den Jahreszeiten, in welchen kein oder zu wenig Schmelzwasser anfällt, muss die Wasserversorgung mittels Bahntransport sichergestellt werden. Dabei werden Zisternenwagen mit einem Inhalt von 16 m³ eingesetzt. Die Möglichkeit, die notwendigen Wassermengen über Pumpanlagen aus der Wasserversorgung Eigergletscher sicherzustellen, wurde im Projekt geprüft, aus Kostengründen aber nicht realisiert.

Schmelzwasseraufbereitung: Damit das noch mit Dolenkot, Saharasand und anderen Immissionen verunreinigte Schmelzwasser als Trinkwasser abgegeben werden kann, muss es in einer speziellen Anlage aufbereitet werden. Diese wurde bereits vor einigen Jahren durch die Hochalpine Forschungsstation erstellt und kann heute auch für die Neubauten verwendet werden.

Das Rohwasser wird der Aufbereitungsanlage mittels Pumpe zugeführt. In einem Sanddruckfilter erfolgt die mechanische Reinigung. Bakteriologisch wird das Wasser über eine Hochchlorierung mit nachgeschaltetem Aktivkohlenfilter und einer Nachchlorierung auf Trinkwasserqualität gebracht. In freiem Gefälle fliesst das aufbereitete Wasser in die Reinwasserkammer unter der Bahnhofhalle.

Wasserbedarf pro Tag:

- Juni bis Oktober	ca. 80 m³
- Oktober bis Mai	ca. 20 m³

4.2 Interne Wasserversorgung

Die Sanitärapparate werden über eine Druckerhöhungsanlage mit Wasser versorgt. Diese besteht aus drei Hochdruck-Zentrifugalpumpen mit einer Leistung von je 11–7,5 m³/h bei einer manometrischen Förderhöhe von 50–70 m (Motorleistung P = 5,5 kW).

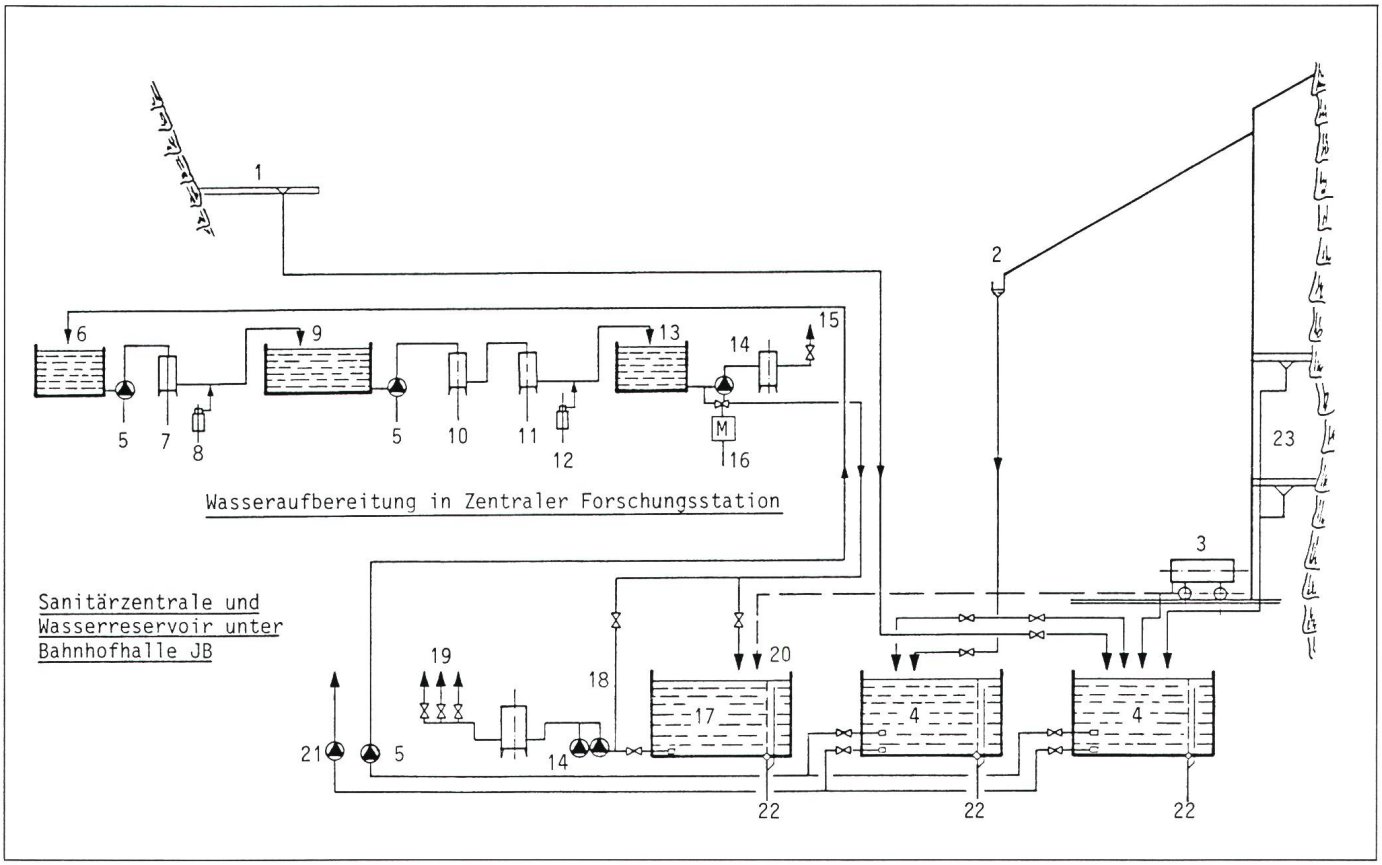
Die Leistung einer Pumpe entspricht ca. 50% des wahrscheinlichen Spitzen-Wasserbedarfs. Damit keine Stillstandsschäden entstehen, wird die Anlaufreihenfolge über einen Schrittschalter laufend geändert. Dank der Leistungsreserven ist es möglich, einzelne Pumpen ohne Betriebsunterbruch zu revidieren.

4.3 Warmwasseraufbereitung

In der Sanitärzentrale befinden sich drei Speicher mit einem Inhalt von je 2000 l (Fig. 5). In den ersten Behälter wird die Abwärme der Kühlkompressoren abgegeben. Das durchfliessende Kaltwasser führt die anfallende Wärme, pro Tag ca. 250 kWh, in das Warmwassernetz ab. Die beiden andern Behälter sind Elektro-Wassererwärmer. Im Normalfall sind diese beiden Behälter in Serie geschaltet, wobei das Heizregister im Behälter 2 die umlaufende Wassermenge aufheizt. Die Leistung des Heizregisters beträgt 60 kW und ist in drei Stufen aufgeteilt. Im Revisionsfall können die Speicher auch einzeln aufgeheizt werden.

Sollte der Warmwasserverbrauch so gross sein, dass die gespeicherte Wassermenge 6000 l à 65 °C nicht ausreicht, besteht die Möglichkeit, im Behälter 2 mit ⅓ Leistung (20 kW) nachzuheizen.

Die im Leitungsnetz auftretenden Abkühlverluste werden mittels selbst-



Figur 4 Prinzipschema der Wasseraufbereitung

1 Schmelzwasser-Fassung Dach Forschungsstation
2 Schmelzwasser-Fassung Dach Neubau
3 Wasser-Tankwagen JB
4 Rohwasser-Reservoir 93 m³
Sprinkler-Reserve 60 m³
Total Rohwasser-Reserve 186 m³
Total Sprinkler-Reserve 120 m³
5 Druckerhöhungs-Pumpe
6 Rohwasser-Reservoir 6 m³
7 Druck-Sandfilter
8 Hoch-Chlorierung
9 Chlorwasser-Reservoir 100 m³
10 Aktivkohlenfilter
11 Aufhärtung
12 Nach-Chlorierung
13 Reinwasser-Reservoir 6 m³
14 Druckerhöhungs-Anlage
15 Verbraucher Forschungsstation
16 Motorventil
17 Reinwasser-Reservoir 153 m³
18 Umgehung Reinwasser-Reservoir
19 Anspeisung Berghaus, Neubau PTT
20 Noteinspeisung von Tankwagen JB
21 Druckerhöhungs-Pumpe Sprinkler-Anlage
22 Reservoir-Überlauf und -Entleerung
23 Hohlraum-Entwässerung

regulierenden Heizbändern (HWAT 45) gedeckt.

4.4 Brandschutz

Sprinkleranlage: Alle Gebäudeteile mit starker Personenbelegung, wie z. B. Verkehrswege, Restaurants, Selbstbedienungsbereich usw., werden durch Sprinkleranlagen geschützt. Alle übrigen Räume werden mit einer Brandmeldeanlage überwacht. In der Sanitärzentrale (Niveau -1) ist eine Druckerhöhungspumpe mit einer Leistung von 1000 l/min installiert. Über ein separates Leitungsnetz sind die verschiedenen Sprinklerbrausen mit der Zentrale verbunden. Die notwendige Löschwassermenge von 60 m³ wird im Schmelzwasserreservoir sichergestellt.

Nasslöschposten: In den beiden Treppenhäusern ist pro Geschoss je ein Nasslöschposten mit 40 m Gummischlauch montiert. Gespeist werden die Löschposten über die Reinwasser-Druckerhöhungsanlage. Dadurch entsteht eine weitere Löschwasserreserve von 200 m³.

4.5 Entsorgung

Schmutzwasserinstallationen: Das anfallende Schmutzwasser aus dem Neubau wird in eine Fäkaliengrube im Niveau -1, dasjenige aus dem umgebauten Gletscherrestaurant in eine bestehende Grube unter dem Treppenhaus geführt. Aus diesen Gruben fördern Pumpen das Schmutzwasser in die 10 km lange Kanalisationsleitung zur ARA Grindelwald.

Schmutzwasser über Fettabscheider: Die in den Küchen anfallenden Schmutzwasser sind stark fetthaltig und müssen über einen Fettabscheider geführt werden. Das Fett wird periodisch mit einem speziellen Zisternenwagen in die ARA Grindelwald geführt.

5. Regulierung von Heizung/Lüftung/Klima

Das Gebäude verfügt über keine eigentliche Heizungsanlage. Die Lüftungsanlagen werden auch zu Heizzwecken eingesetzt. Als Energiequelle steht einzig Elektroenergie zur Verfügung. Einige Besonderheiten seien speziell aufgeführt:

Umluftbetrieb ausserhalb der Betriebszeiten: Die Aussenluftanlage ist ausser Betrieb. Das Sekundär-Luftkanalnetz (Umluftzirkulation) wird zusammengeschaltet. Die Sekundäranlagen sind weiterhin in Betrieb. Dadurch ist es möglich, die durch Sonneneinstrahlung während des Tagesbetriebs gespeicherte Energie im gesamten Gebäude zu verteilen. Daraus resultiert eine bedeutende Reduktion der Nachtheizenergie.

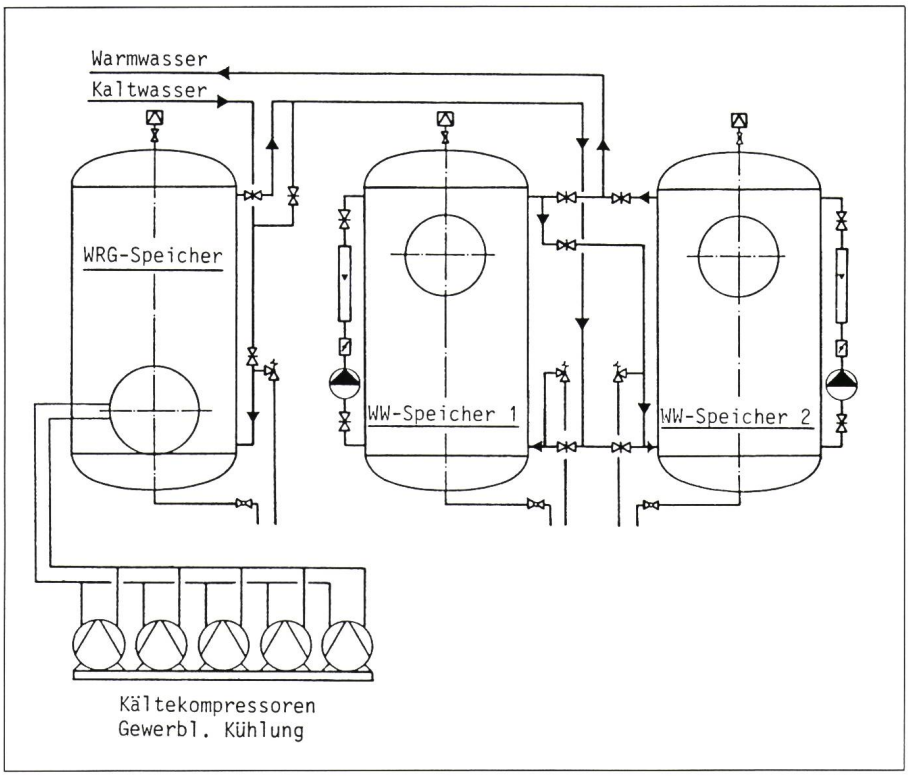
Aussenluftaufbereitung: Die benötigte Aussenluftmenge ist in Abhängigkeit der betriebenen Anlagen variabel. Damit sie dem tatsächlichen Bedarf entspricht, werden aufgrund des benötigten Kanalvordruckes drei Ventilatoren zu- oder abgeschaltet. Damit die genaue Luftmenge reguliert werden kann, ist jeder Ventilator mit einem variablen Antriebssystem (Frequenzumformer) ausgerüstet.

Wärmerückgewinnung: Die Wärmerückgewinnung erfolgt für das ganze Gebäude zentral. Der eingesetzte Rotorwärmetauscher wird über die Regulierung je nach Bedarf angesteuert. Besteht im Gebäude ein Heizbedarf, wird der Rotor mit hoher Drehzahl betrieben, andernfalls mit kleiner Drehzahl. Damit kann die Aussenluft mit der austretenden Luft aufgewärmt werden. Der Heizbedarf im Tagesbetrieb wird dadurch beträchtlich verringert.

Sekundäranlagen: Die Anlagen werden in der betriebsarmen Zeit mit kleiner Luftmenge betrieben (Temperaturausgleich). Die Zuschaltung der grossen Luftmenge erfolgt in Abhängigkeit der Raumtemperatur während der Betriebszeit. Einzelne Anlagen arbeiten im Umluftbetrieb, wobei eine Hygieneregulierung die Luftqualität im Raum überwacht. Erst bei schlechter Luftqualität wird zunehmend aufbereitete Aussenluft verwendet.

Zur Regulierung der Raum- oder Zulufttemperatur wurden Elektronachwärmer verwendet. Diese werden mit Leistungsstufen betrieben. Die Temperatur kann dadurch stufenlos reguliert werden. Die Regulierung der Raumfeuchte erfolgt mittels zonenweise eingesetzter Elektrodampferzeuger.

Energiesperre: Die Gesamtenergie im Gebäude ist nach Prioritäten zugeordnet. Zur Begrenzung von Spitzenbelastungen werden über eine entsprechende Steuerung weniger wichtige Verbraucher gesperrt. Im Bereich Heizung, Lüftung, Klima werden Elektronachwärmer gesperrt.



Figur 5 Prinzipschema der Zentrale der Warmwasserversorgung