

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 53 (1975)

Heft: 11

Artikel: Erweiterung der Mehrzweckanlage Säntis

Autor: Schwarz, Ernst

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875618>

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: 30.04.2026

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

Zusammenfassung. Die Mehrzweckanlage Säntis stellt einen der wichtigsten Stützpunkte für nationale und internationale Aufgaben der drahtlosen Dienste der PTT-Betriebe dar. Die mit grossen finanziellen Mitteln verwirklichte Stationserweiterung wird unter Berücksichtigung der besonderen technischen und physikalischen Probleme beschrieben.

Agrandissement de l'installation à usages multiples du Säntis

Résumé. L'installation à usages multiples du Säntis constitue un des supports les plus importants pour les tâches nationales et internationales des services radioélectriques de l'Entreprise des PTT. L'auteur décrit l'agrandissement de la station réalisé avec des moyens financiers considérables, en soulignant les problèmes techniques et physiques particuliers.

Estensione dell'impianto a scopi multipli del Säntis

Riassunto. L'impianto a scopi multipli del Säntis è uno dei centri più importanti dell'Azienda delle PTT per i servizi radiofonici nazionali e internazionali. Si descrive la realizzazione dell'estensione della stazione tenendo conto dei particolari problemi tecnici e fisici. Essa richiede l'impiego di ingenti mezzi finanziari.

1 Standort und Bedeutung im Netz der drahtlosen Dienste

Der Säntis, als stolzestes Bergmassiv der Ostschweiz, wurde wegen seiner dominierenden Lage bereits 1935 durch eine Schwebebahn dem breiteren Tourismus erschlossen und gilt seither nicht nur in der Nord- und Ostschweiz, sondern ebenso für grosse Teile Süddeutschlands als begehrtestwertes Ausflugsziel.

Der 2500 m über Meer liegende Gipfel erfüllt aber auch optimal die spezifischen Anforderungen an einen Standort für drahtlose Dienste, die sich weitgehend mit dem Ziel der Touristen – möglichst weit und unbehindert sehen zu können – decken. So sind vom Säntis aus die grössten Teile der Nord- und Ostschweiz, umfassend etwa 400000 Einwohner, mit den schweizerischen Fernseh- und UKW-Rundspruchprogrammen bedienbar. Die vom Säntis ausgestrahlten Radio- und Fernsehsendungen können aber auch bis weit in den süddeutschen Raum empfangen werden.

Vielseitige Sichtbeziehungen ordnen dem Säntis zusätzlich besondere Wichtigkeit als Relais in den nationalen und internationalen Richtstrahl- sowie weiteren Verbindungsnetzen zu.

Aufgrund dieser idealen Voraussetzungen wurde 1958 als Anschlussbau zur Bergstation die PTT-Mehrzweckanlage in Betrieb genommen. Heute können ihre Aufgaben wie folgt zusammengefasst werden (Fig. 1):

- Relais im nationalen und internationalen Richtstrahlnetz für drahtlose Telefonie und Fernsehen
- Standort für TV-Sender und zentrale Bedienungsstelle für alle TV-Sendeanlagen der deutschen und rätoromanischen Schweiz (Muttersender für 15 TV-Umsetzerstationen)
- Standort für UKW-Rundspruchsender
- Stützpunkt für Autorufsender zur Versorgung des schweizerischen Mittellandes
- Basisstation des nationalen Autotelefonnetzes für die Ostschweiz
- Relaisstation der Polizeifunknetze der Kantone St. Gallen und Thurgau
- Wetterbeobachtungszentrale für die Meteorologische Zentralanstalt in Zürich.

2 Zweck der Anlagenerweiterung

Die unerwartet rasche Entwicklung der drahtlosen Dienste bewirkte, dass bereits 1968 die für 12...15 Betriebsjahre geplante Raumreserve vollständig belegt war.

Grosse anstehende Bauvorhaben, vorwiegend in den Bereichen Richtstrahltelefonie und Fernsehen, zwangen dringend zur Erweiterung. Diese hatte aber auch den Raumbedürfnissen für langfristige Betriebserweiterungen der andern auf dem Säntis bereits vorhandenen Dienste Rechnung zu tragen. Mit Rücksicht auf die engen Platzverhältnisse im Bereich des Säntisgipfels, die spätere bauliche Ergänzungen weitgehend ausschliessen, waren aber auch angemessene Raumreserven für neue Dienste und mögliche künftige Entwicklungen auf dem Gebiet der drahtlosen Nachrichtentechnik vorzusehen.

Die Erweiterungen der Übertragungsanlagen PTT und der Ausbau von Restaurant und Bahn bedingten eine Ergänzung und Vergrösserung der Infrastruktur in einem Umfang, der mit den Bedürfnissen einer kleinen Stadt vergleichbar ist.

So musste die Bedienung der Höhenstation mit Strom, Wasser und Öl vollständig neu gestaltet werden. Die Versorgung der Station mit elektrischer Energie wurde von 250 auf 1000 kVA erhöht, was zusammen mit den Bedürfnissen der Säntisbahn eine neue Starkstromleitung von Urnäsch her und auf dem Säntis eine vollständig neue Energiezentrale bedingte. Drei Dieselgruppen (früher 1) übernehmen die gesamte Versorgung der Station bei Netzausfall. Da die technischen Räume weitgehend unter Tag liegen, musste gegenüber dem Altbau Raum für die Verfünffachung der Ventilations- und Kühlanlagen eingeplant werden. Die PTT-, Bahn- und Restaurationsbauten bedingten eine Vervielfachung der gemeinsamen Ölreserven, was einen autonomen Betrieb der Station für mindestens zwei Wochen erlaubt. Der Wasservorrat wurde verzehnfacht (Löschreserve, Bedarf Restaurant). Die verschärften gesetzlichen Vorschriften verlangten zusätzlich eine dem gesamten Baukomplex dienende Kläranlage. Um den Betrieb der erweiterten Anlagen bewältigen zu können, war trotz eines hohen Automatisationsgrades eine Erhöhung des Personalbestandes nicht zu umgehen. Für die im Ablösungsturnus rund um die Uhr anwesenden Spezialisten wurden ansprechende Schlaf-, Wohn- und Arbeitsräume bereitgestellt.

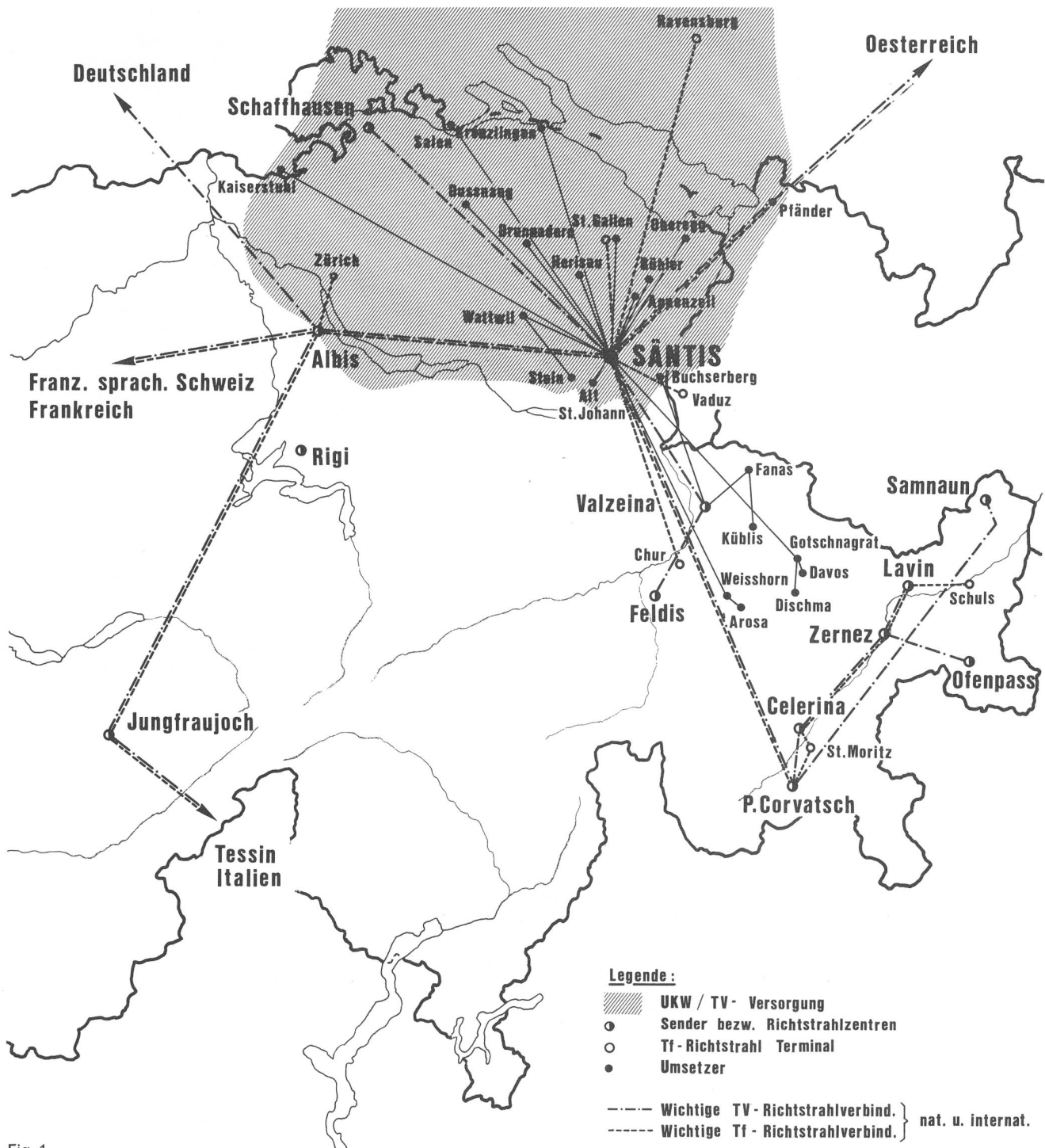


Fig. 1
Sântis, der wichtigste Stützpunkt in der Ostschweiz für Versorgungs- und Verbindungsaufgaben der drahtlosen Dienste

3 Bauliche Voraussetzungen

Beim Erweiterungsbau galt es, die engen Platzverhältnisse auf dem Sântis optimal zu nutzen. Umfangreiche Studien zeigten, dass zwecks Entlastung dieser Station eine Verlagerung von Aufgaben auf andere Stationen betrieblich und finanziell unzweckmässig gewesen wäre. Ebenso schied die Lösung eines vom bestehenden Gebäude getrennten Neubaus aus platz-, betriebs- und verkehrstechnischen Gründen aus. Ferner konnten die PTT nicht isoliert von ihrem Gebäudepartner, der Sântisbahn, ein eigenes Projekt verwirklichen, sondern es mussten Lösungen gefunden werden, die den Bedürfnissen beider Parteien entsprachen.

Oberstes Ziel bei der Konzeption des PTT-Erweiterungsbaus war, eine hohe Betriebssicherheit und einen optimalen Betriebsablauf zu erreichen. Dies setzt voraus, dass die

technischen Einrichtungen jederzeit und damit weitgehend witterungsunabhängig betreut werden können. Verlangt wurde damit aber, ausser den rein baulichen Aspekten auch vielschichtige technische und organisatorische Probleme bei folgenden Projektauflagen zweckmässig zu lösen:

- Optimale Erfüllung und Harmonisierung der technisch-betrieblichen Bedürfnisse beider Partner im Rahmen einer Gebäudeerweiterung am bestehenden Standort
- Die Gipfelpartie einschliesslich des altvertrauten Windmesserhäuschens muss dem Sântisbesucher ungestört erhalten bleiben; das grosse Bauvolumen hat sich harmonisch in die Gipfellandschaft des Sântis einzugliedern
- Die Gipfelhöhe darf vom Neubau, ausgenommen Turm, nicht erreicht werden, und der Antennenwald (der alten Anlage) ist zu sanieren

- Der Betrieb von PTT- und Anlagen ist in jeder Bauphase vollständig aufrechtzuerhalten
- Für die Sántisbesucher sind vermehrt Aussichtsterrassen und ein eisicherer Zugang zum Gipfel zu schaffen. Bestehende Anschlüsse von Touristenwegen sind gegen Eisfall von Gebäudeteilen aus angemessen zu schützen.

4 Bauliche Lösung

Aus dem Projektwettbewerb wurde die in ihrer Gesamtheit beste Lösung des Architekturbüros *Guyer und Pauli* verwirklicht. Statt die Geschosse vom bestehenden Terrain in die Höhe steigen zu lassen, wurden sie in den Fels eingesprengt, so dass das grosse Gebäude nicht auf den Berg aufgesetzt, sondern in seine Flanke eingepflanzt erscheint (*Fig. 2*). Dieses im Interesse des Landschaftsschutzes stehende Konzept forderte also tiefe Felseinschnitte, wobei die Erweiterung die Altbauten auf dem Sántis so vollständig einhüllt, dass nur die 1957 erstellte Hotelfassade bestehen bleibt.

Der Baukomplex zerfällt in drei durch die Altbauten getrennte Trakte, den *Südtrakt* mit den gemeinsamen Anlagen

der PTT und der Sántisbahn (*Fig. 3*), den *Hoteltrakt* sowie den *Nordtrakt* ausschliesslich mit PTT-Einrichtungen (*Fig. 4*). Die äussere Fassadenlinie des Gebäudes wurde durch die Forderung, praktisch nach allen Seiten hindernisfrei abstrahlen zu können, bestimmt. So umgeben die *Kavernen für die Antennen der Richtstrahlverbindungen* den eigentlichen Baukubus wie einen Gürtel. Der *sechseckige Dachaufbau* des Nordtraktes und der *Antennenturm* überragen das Bauwerk.

Die Gebäudeeinteilung wurde bestimmt durch den vorgegebenen Betriebsablauf, die gegenseitig funktionelle Abhängigkeit der technischen Räume (Wirtschaftlichkeit von Gesamtanlage und Einzelausrüstungen), die Anschlusskriterien baulicher und technischer Art an die bestehende alte Station sowie durch Sicherheitsbestimmungen.

Wie jahrelange Erfahrungen zeigten, stellen offene Antennenanlagen auf dem Sántis bei den dort herrschenden Witterungsverhältnissen eine häufige Störungsquelle dar. Aus Gründen einer vermehrten Betriebssicherheit und zur Erfüllung der erwähnten Auflage des Heimatschutzes sind in der erweiterten Station alle Antennen in den drei witterungsgeschützten Baukörpern *Kaverne*, *Dachaufbau* und *Mast* konzentriert. Diese betriebssichere Lösung bedingte wohl teure

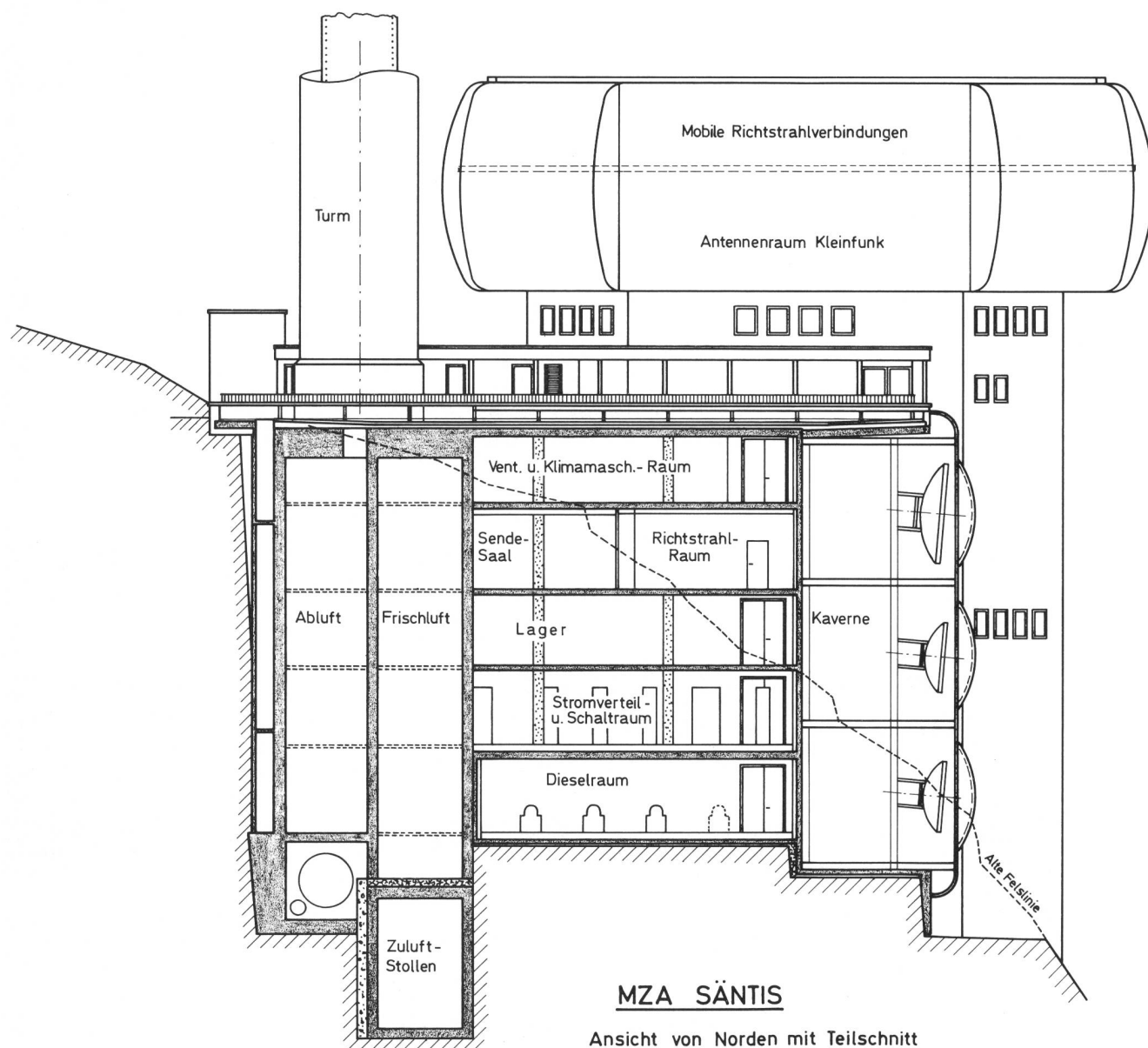


Fig. 2
Ansicht des Nordtraktes mit seiner Stockwerkaufteilung

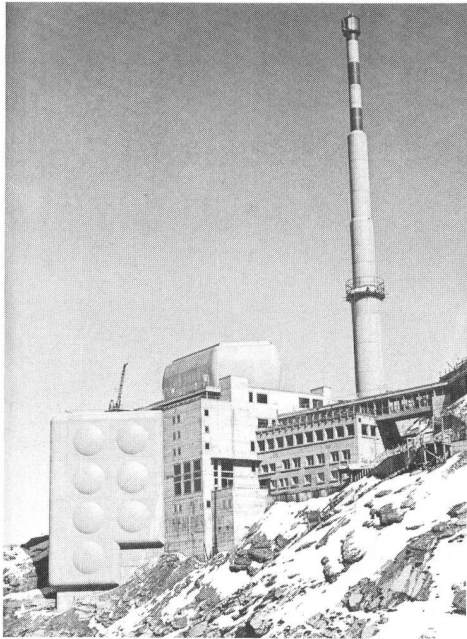


Fig. 3
Sicht auf den Südtrakt und Hotelteil vom Chalbersäntis aus

bauseitige Vorkehren, erlaubt dafür aber beachtliche Kosteneinsparungen bei der Dimensionierung der Antennentragkonstruktionen und in deren Unterhalt. Alle drei Baukörper sind mit dem Kunststoff Polyurethan abgedeckt.

Die *technischen Einrichtungen der PTT* sind vorwiegend im 7stöckigen Nordtrakt konzentriert, wobei hier die Räumlichkeiten des ursprünglichen Gebäudes weitgehend in das Neukonzept integriert wurden.

In den vier unteren Stockwerken liegen die Versorgungs- und technischen Hilfsräume, also Stromversorgung und -verteilung, Wasser- und Öltanks sowie Lagerräumlichkeiten. Darüber befinden sich die Räume für Fernseh-, UKW-Rundspruch- und Autorufsender (Fig. 5, 6) sowie der Richtstrahlraum für Verbindungen im Bereich Nordost-West (Fig. 7).

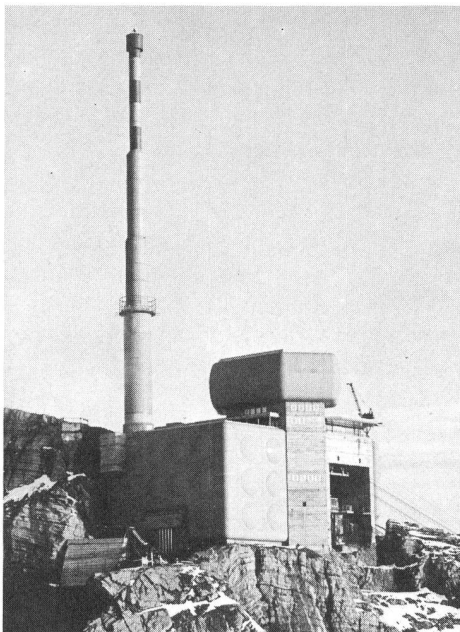


Fig. 4
Blick auf den Nordtrakt mit dem 84 m hohen Antennenturm und der erweiterten Bahneinfahrt. Gut sichtbar sind die vorgelagerten, mit Polyurethanfenstern abgedeckten Richtstrahlkavernen. Das Gebäude ist weitgehend den natürlichen Konturen der Gipfelpartie angepasst

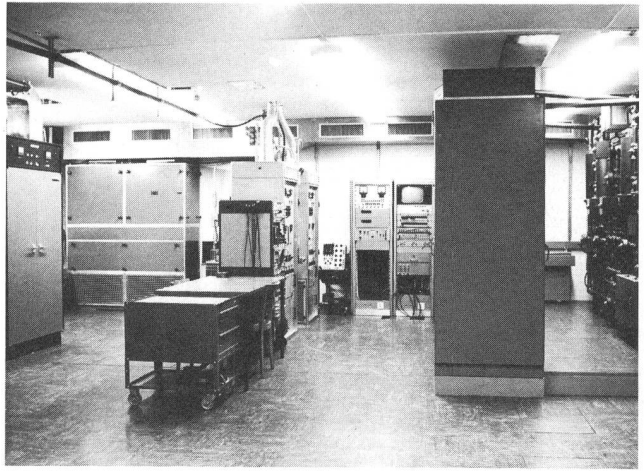


Fig. 5
Blick in den Senderaum mit (von links nach rechts) UKW-, Autoruf- und TV-Band-III-Anlagen

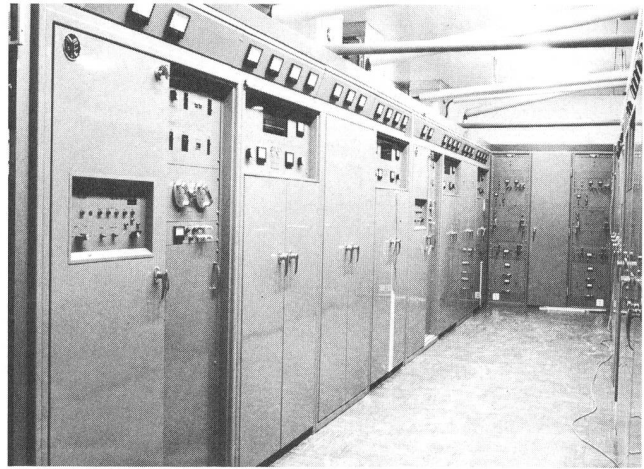


Fig. 6
Teilansicht der neuen Senderanlagen für die zweite und dritte TV-Kette

Funktionell richtig, im Schwerpunkt der Technik, ist auf diesem Stockwerk auch das Überwachungs- und Kontrollzentrum untergebracht (Fig. 8). Es erlaubt nicht nur die weitgehend automatisierte Bedienung und Kontrolle aller im Gebäude installierten Einrichtungen, sondern ermöglicht mit Hilfe von Fernwirkssystemen auch den unbedienten Betrieb



Fig. 7
Der Richtstrahlraum Nord. Er beherbergt die Ausrüstungen für Verbindungen im Bereich Nordost-West

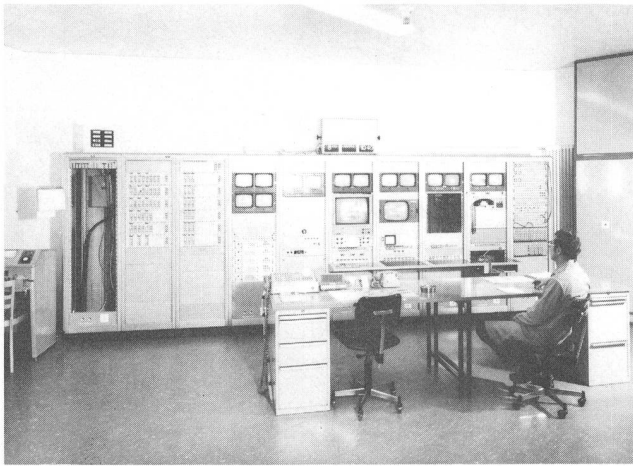


Fig. 8
Überwachungs- und Kontrollzentrum mit den Fernwirkanlagen zum Betrieb aller TV-Sender der deutschen und rätoromanischen Schweiz

aller Fernsehsender der deutschen und rätoromanischen Schweiz.

Bedingt durch die kleinen Wirkungsgrade von drahtlosen Übertragungsanlagen werden zur Abführung der Verlustwärme umfangreiche Lüftungs- und Klimaanlage benötigt. Weitere Ausrüstungen sind unumgänglich, um jenen Gebäudeteil zu klimatisieren, der unter Tag liegt. Die gesamten Lüftungs- und Klimateinrichtungen benötigen ein volles Stockwerk unmittelbar unter den Zuschauerterrassen und weisen ungefähr den gleichen Raumbedarf auf wie die eigentlichen Übertragungsanlagen. Die Zu- und Abluftversorgung geschieht gemeinsam für alle Anlagen durch zwei zusammengebaute, über die gesamte Gebäudehöhe führende Kamine mit je 17 m² Querschnitt, die zugleich als Tragkasten für den 84 m hohen Antennenturm dienen.

Über dem Lift- und Treppenhaus des Nordtraktes ist der *sechseckige Dachaufbau* angeordnet. Sein oberer, mit elektrisch durchlässigem Kunststoff Polyurethan verschalter, pilzförmig ausladender Teil beherbergt den Raum für mobile Richtstrahlverbindungen sowie die Lokalitäten für die Kleinfunkantennen. In seinen unteren Geschossen sind Büro-, Aufenthalts- und Essräume für das Stationspersonal untergebracht (Fig. 9 und 10).

Der *Südtrakt*, dominiert durch die Bahnanlagen, enthält in den obersten drei Stockwerken 9 Schlafzimmer für das PTT-Personal und auf dem gleichen Stockwerk wie der Richt-



Fig. 9
Aufenthaltsraum für das Stationspersonal

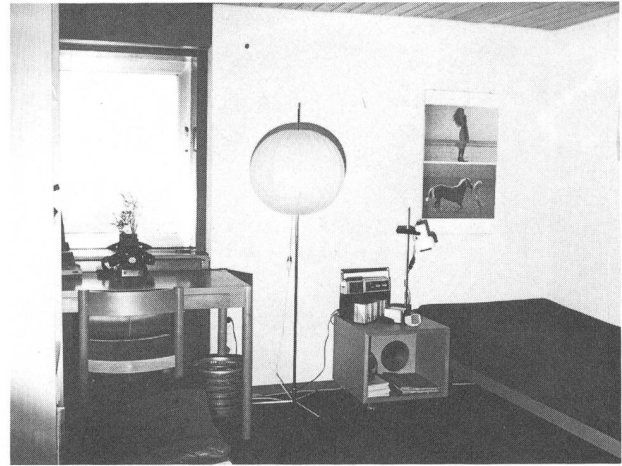


Fig. 10
Einfach, aber wohnlich eingerichtetes Wohn/Schlafzimmer

strahlraum im Nordtrakt einen zweiten Richtstrahlraum zur Aufnahme der Ausrüstungen im Verbindungsbereich Südost-West. Analog zum Nordtrakt und funktionell mit diesen Anlagen verbunden befinden sich darüber die zugehörigen Klima- und Lüftungsanlagen. Beide Richtstrahlräume bilden mit dem ebenfalls abgeschirmten Verbindungskorridor einen gemeinsamen Faradayschen Käfig. Die dem gesamten Baukomplex dienende Kläranlage ist im untersten Geschoss des Südtraktes untergebracht.

Niveaufreie Zugänge auf Perronebene und etwa 3 m unter dem Kabinenboden gewährleisten die Übernahme der Transportgüter, die je nach Grösse und Beschaffenheit in oder unter der Bahnkabine transportiert werden. Sie führen im Nordtrakt sowohl zum Warenlift mit direktem Zugang zu allen Stockwerken als auch zum Laufkran der Kaverne und erlauben problemlos den Transport von sperrigen Gütern bis zu 3 Tonnen. Beide Transportebenen weisen auch direkte Zugänge zur Kaverne Süd auf, wo ein Laufkran den Weitertransport übernehmen kann.

Die Kavernen für die Richtstrahlantennen sind dem Nord- und Südtrakt vorgelagert. Sie umgeben den eigentlichen Baukern wie ein Gürtel und bieten Raum für mindestens 24 Parabol-, Horn- oder Muschelantennen bis zu 4,3 m Durchmesser. Die als Stahlskelett ausgebildete Tragkonstruktion der Kavernenabdeckung ist unten und oben mit der vorgezogenen Boden- beziehungsweise Dachkonstruktion des betonierten Gebäudes verbunden. Sie lässt frontseitig Fenster mit einem Raster von 6x6 m offen. Diese sind mit gleich grossen, als Kalotten geformten Kunststoffsegmenten abgedeckt. Die Tragkonstruktion aus Stahl im Innern der Kavernen bietet eine grosse Flexibilität bezüglich Art und Standort der Richtstrahlantennen (Fig. 11).

Bezüglich Materialwahl und Formgebung stellte diese Antennenverkleidung grosse technische Probleme. So hat die Abdeckung verschiedenen Bedingungen zu genügen, die sich teilweise diametral gegenüberstehen. Einerseits müssen Windlasten bis zu 150 kg/m² auf die Stahlkonstruktion übertragen werden, andererseits sollen die dielektrischen und die Reflektionsverluste in einem grossen Frequenzbereich gering sein und die Kavernen auch bei extremen Witterungsbedingungen aussen und innen eisfrei bleiben.

Die Forderung nach Eisfreiheit erhielt bei der Wahl des Materials grösste Wichtigkeit, da Eisansatz, besonders an der Aussenwand der Verschalung, nicht nur die drahtlosen

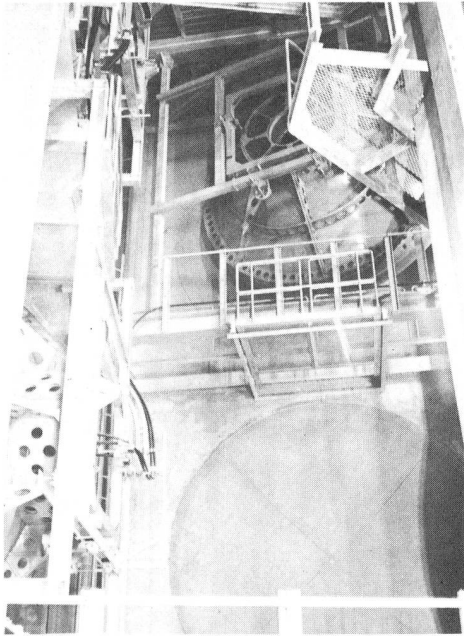


Fig. 11
Teilansicht einer Richtstrahlkaverne mit einem belegten und einem freien Strahlungsfenster von 6 x 6 m

Verbindungen erschwert, sondern auch die neben und unter der Kaverne einfahrende Bahn sowie die unter dem Turm liegende Publikumsterrasse gefährdet.

Lösungen mit dünnen, vibrierenden Kunststoffmaterialien, die bei Wind allfälligen Eisansatz abschütteln können, mussten bei den geforderten freien Fenstergrössen und aufgrund von Erfahrungen an andern Objekten aufgegeben werden. Die bei Flutterbewegungen der Kunststoffplatten erzeugte Lärmentwicklung wäre in nächster Nähe des Hotel- und Restaurationsbetriebes untragbar gewesen.

Aufgrund von Expertisen anerkannter ausländischer Fachleute, ergänzt durch Untersuchungen der Forschungs- und Versuchsabteilung der PTT-Betriebe, wurde *Polyurethan-Hartschaumstoff* [1] gewählt, der als einziges Kunststoffmaterial auf dem Markt den gestellten Anforderungen zu genügen schien. Dieses Material ist nicht hygroskopisch, sehr schwer entflammbar und kann wegen seiner chemischen Zusammensetzung keine aggressiven Dämpfe abgeben. Mit der Materialschäumung bleiben sowohl die dielektrischen als auch die Reflektionsverluste bis in den Frequenzbereich von etwa 12 GHz gering.

Die Ausbildung der einzelnen Kunststoffelemente als Kallotten erlaubt, von den dahinterliegenden Antennenplätzen aus Richtstrahlverbindungen in einem grösseren Winkelbereich zu betreiben, ohne die Vorteile der optimalen Durchdringung der Abdeckung verlieren zu müssen. Gleichzeitig wird mit dieser Formgebung eine bedeutende mechanische Versteifung erreicht, durch welche die auftretenden Druck- und Zugkräfte bereits bei einer Wandstärke von 12 cm aufgenommen werden können.

Eine der wichtigsten Aussagen der Hauptexpertise, «Es ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auf dem Säntis kein Eisansatz zu erwarten», war wohl theoretisch fundiert, durch Laborversuche ergänzt und stützte sich auch auf langjährige Erfahrungen mit Bauwerken im Ausland, die allerdings nur auf etwa 1500 m liegen. Leider hat sie sich unter den rauen klimatischen Bedingungen des Säntis nicht bestätigt, so dass bereits zusätzliche Eisschutzmassnahmen vorgenommen werden mussten und für den kommenden

Winter weitere Eisbekämpfungsmassnahmen in Vorbereitung sind.

Der 84 m hohe Antennenmast vereinigt die Sendeantennen zur Abstrahlung von 2 UKW-Rundspruchprogrammen, 3 Fernsehprogrammen und den Signalen des Autorufs, wobei alle Antennensysteme im Störfall einen Notbetrieb erlauben.

Den eigentlichen Träger dieser Antennen bildet eine vollwandige, im untern Teil 4kantige, von 40 m Höhe an runde Stahlkonstruktion (Fig. 12). Sie ist aus 2...13 m langen Platten beziehungsweise Runderlementen aufgebaut, die am Turmfuss eine Wandstärke von 14 cm aufweisen. Diese Bauelemente waren so zu dimensionieren, dass ihr Gewicht das zulässige Transportgewicht der Bahn nicht überschritt. Sie wurden an Ort und Stelle mit Laschen zusammengeschrubt. Schweiessen war bei den mechanisch bedingten grossen Wandstärken mangels geeigneten Einrichtungen am Montageort nicht möglich.

Diese transportbedingt ausserordentlich teure Konstruktion mit einem Gesamtgewicht von etwa 200 Tonnen ist mit total 112 Schrauben auf einer 1,4 m dicken Decke aus 10 Tonnen Eisenbeton fixiert, die den Deckel des darunterliegenden Zu- und Abluftkastens bildet. Um das riesige Zugmoment des Turms von über 3000 Meter-Tonnen übertragen zu können, wurde die Grundplatte einschliesslich des Kastens zusätzlich über 7 Anker mit Zugkräften von je etwa 240 Tonnen bis 9 m tief im Fels eingespannt.

Der Stahlträger mit den darauf sitzenden Antennensystemen ist mit einem gegen Witterungseinflüsse schützenden Polyurethanzylinder umgeben, dessen Durchmesser mit steigender Höhe sektionsweise verengt ist.

Es sei noch ergänzt, dass in der Turmspitze die nötigen Kraneinrichtungen untergebracht sind, die Reparaturen an dieser Polyurethanhülle ermöglichen. Der Turm kann durch Leitern im Innern, aber auch zwischen Eisenträger und Schutzhaut, also im Bereich der aktiven HF-Strahler, begangen werden.

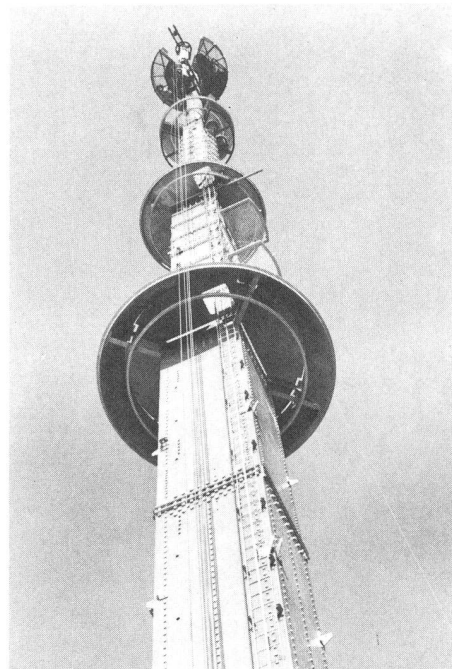


Fig. 12
Der noch unverkleidete, aus Stahlelementen aufgebaute Antennen-träger

5 Technische Einrichtungen

51 Die wichtigsten Übertragungsanlagen (siehe Fig. 1)

Fixe Richtstrahltelefoniestrecken über den Säntis entlasten und sichern die wichtigsten kabelgebundenen Verkehrsadern zwischen den Städten der Nord- und Ostschweiz sowie dem benachbarten Ausland.

So verbinden heute Richtstrahlapparaturen unterschiedlicher Kanalkapazität Zürich mit St. Gallen, Chur und St. Moritz sowie St. Gallen mit Vaduz, Ravensburg und Österreich. Diese Verbindungen arbeiten vorwiegend in den Frequenzbereichen 4 und 7 GHz. Die bestehende Kapazität von 7700 Kanälen wird bis etwa 1980 verdoppelt.

Die über den Säntis führenden festen Fernseh-Richtstrahlverbindungen dienen national für die Programmführung (Bild und Ton) zu den stationseigenen Sendern, den Sendern Bündens und dem Fernsehsender Schaffhausen. Die internationalen Verbindungen ermöglichen den Programmaustausch von und nach Österreich. Die nationalen Fernseh-Richtstrahlverbindungen arbeiten im 2-GHz-Bereich, internationale Verbindungen benutzen den Frequenzbereich 4 GHz.

Die Fernsehanlagen zur Abstrahlung der drei schweizerischen Programme weisen folgende Daten auf:

1. *Programmkette*: Sender mit passiver Reserve, Sendekanal 7. Die Sendeantenne (Richtantenne) strahlt in Hauptrichtung Norden etwa 15 kW (ERP), in Richtung Chur etwa 3 kW (ERP).

2. und 3. *Programmkette*: Für jedes Programm je 1 Sender mit aktiver Reserve, Sendekanäle 31 und 34. Die für beide Sender gemeinsame Antennenanlage weist Rundstrahlcharakteristik auf. Je Programm beträgt die abgestrahlte Leistung etwa 150 kW (ERP).

Die UKW-Rundspruchsender zur Verbreitung der beiden Programme des Radios der deutschen und rätoromanischen Schweiz sind im Sendesaal sowie in einem Untergeschoss installiert. Sie arbeiten auf den Frequenzen 95,4 und 99,9 MHz und weisen passive Reserveanlagen auf. Ihre Hochfrequenzleistungen werden über eine Frequenzweiche zusammenschaltet und über die gemeinsame Band-II-Antenne abgestrahlt. Abgestrahlte Leistung je Programm: etwa 40 kW (ERP).

Der Autorufsender Säntis versorgt zusammen mit der Zwillingsanlage Chasseral das gesamte schweizerische Mittelland. Dafür steht ein amplitudenmodulierter Sender auf 72 MHz mit passiver Reserveanlage zur Verfügung. Seine Leistung wird einer Antenne mit Rundstrahlcharakteristik zugeführt.

52 Zur Infrastruktur

Die Stromversorgung (Fig. 13) der Station Säntis [2] wird vom Unterwerk Urnäsch via Schwäg alp über eine Hochspannungsleitung von 10, später 20 kV sichergestellt, wobei die Freileitung Schwäg alp-Säntis neben den Seilen der Schwebebahn die einzige galvanische Verbindung mit der Aussenwelt darstellt. Aus wirtschaftlichen Gründen wurden die Bedürfnisse von PTT und Säntisbahn in einer gemeinsamen Stromversorgungsanlage im Nordtrakt der Mehrzweckanlage zusammengefasst. Den PTT steht eine Anschlusskapazität von 1200 kVA zur Verfügung, die beim heutigen Ausbau der Anlage zu etwa 50% genutzt wird.

Bei Netzausfällen laufen automatisch drei Dieselgruppen zu je 360 kVA synchron an (Fig. 14). Sie sind nach 5 s halb, nach etwa 15 s voll belastbar und ermöglichen vorerst auch noch eine beschränkte Deckung der Hotelbedürfnisse.

30 Minuten nach Wiedereinschalten des Netzes werden diese Notstromgruppen unterbrechungslos wieder abgeschaltet

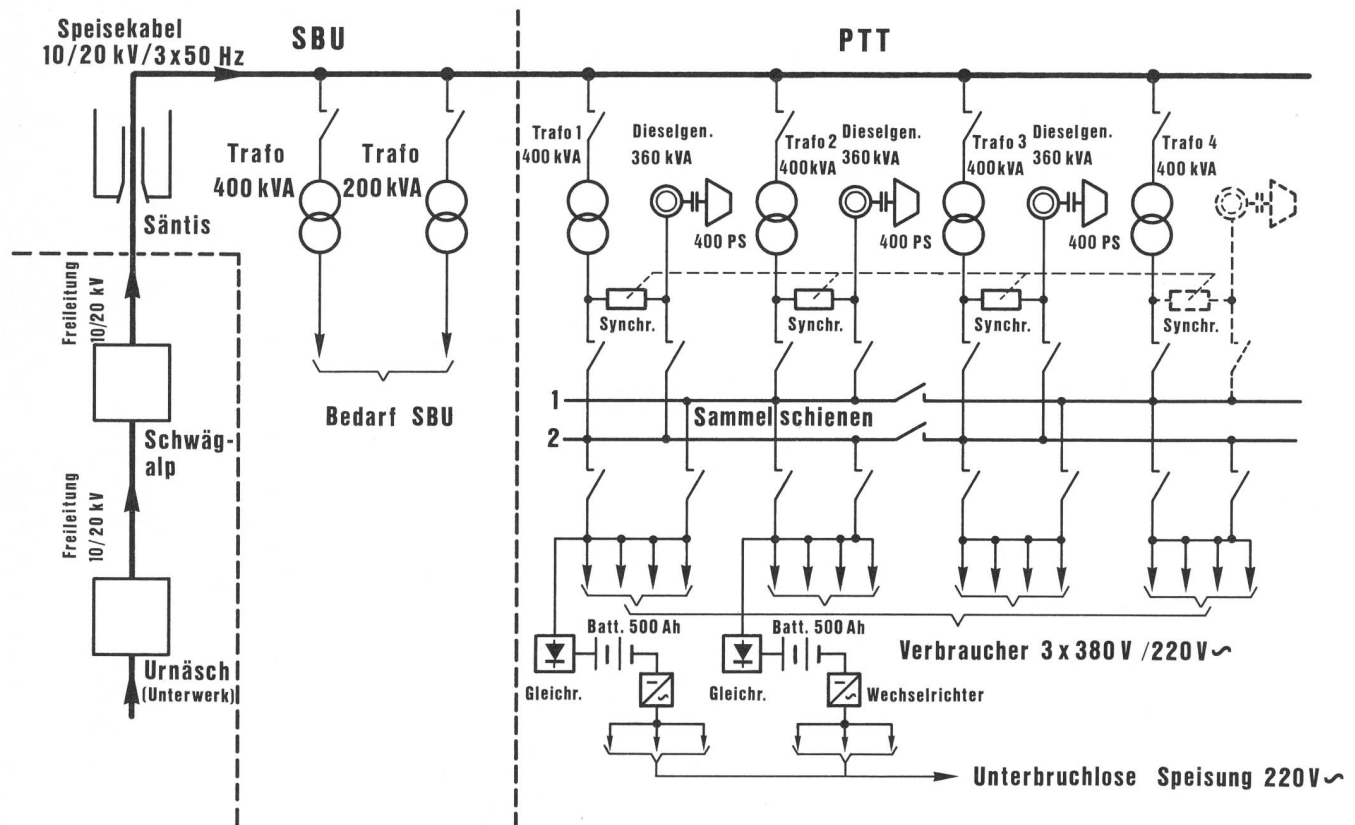


Fig. 13 Die Stromversorgung der Berggemeinschaft Säntis

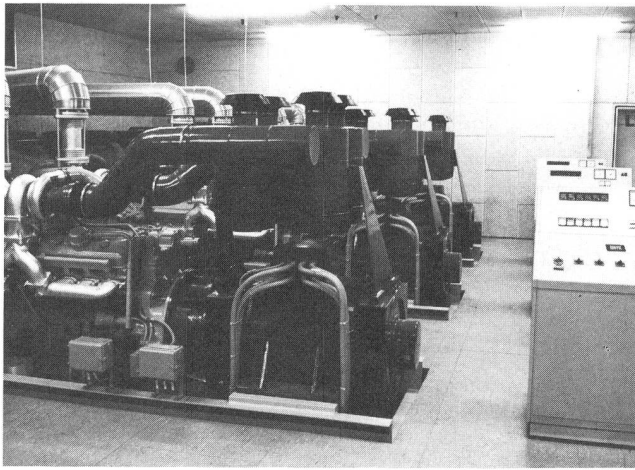


Fig. 14
Drei Notstromgruppen von je 350 kVA übernehmen die Versorgung der Station bei Netzausfall

und ausser Betrieb gesetzt. Die unterschiedlichen Anforderungen der technischen Einrichtungen an das Netz haben aus wirtschaftlichen Gründen zu einer individuellen Spannungsregelung der einzelnen Ausrüstungen geführt. Auch wird die unterbrochslose Speisung der Richtstrahlausrüstungen über batteriegespeiste Wechselrichter gewährleistet.

Die Lüftungseinrichtungen nehmen einen besonderen Platz in der Infrastruktur des Säntis ein, da ein grosser Teil des Baukomplexes unter Tag liegt oder witterungsbedingt während längerer Perioden nicht natürlich belüftet werden kann. Die in dieser Höhe sehr trockene Luft in beheizten Räumen (unter 10% relativer Luftfeuchtigkeit) ist in verschiedener Hinsicht unerwünscht. Einerseits leidet das Bedienungspersonal unter starker Reizung der Atemorgane, andererseits besteht die Gefahr von Austrocknungsschäden in empfindlichen Teilen der Übertragungsanlagen, deren Ausmass meist zu spät erkennbar ist. In der PTT-Mehrzweckanlage sind deshalb alle Räume klimatisiert, in denen sich Personal für längere Zeit aufhält und wo Übertragungsanlagen in Betrieb stehen.

Die Sendeanlagen höherer Leistung sind zur Ableitung der Verlustwärme vorwiegend zwangsgekühlt, wobei die anlagebezogenen Belüftungssysteme zur Entlastung der Raumkühlung meist eine getrennte Luftführung aufweisen. Die besondere Gestaltung der als Kamin ausgebildeten gemeinsamen Frischluftfassung verhindert ein Vordringen von Regen und Schnee in die zu kühlenden Anlagen. Jedoch musste der am Säntis auftretenden Sogwirkung der Fallwinde, die trotz optimaler Standortwahl bei extremen Witterungsbedingungen an der Luftfassung Druckabfälle bis zu 40 mm WS verursachen können, Rechnung getragen werden. Die technischen Anlagen auf dem Säntis erfordern heute bei Spitzenbetrieb eine Luftmenge von über 100000 m³ h, und in den Befeuchtungsanlagen werden im Mittel etwa 500 l Wasser im Tag verdampft.

Die Wasserversorgung (Fig. 15) von Station und Hotel stützt sich primär auf Regenwasser, das auf Dachflächen und Terrassen des Gebäudekomplexes gesammelt wird. Diese nutzbare Wassermenge von jährlich etwa 3000 m³ gelangt in 2 Rohwasserreservoirs von 70 und 110 m³ Inhalt. In der nachgeschalteten Aufbereitungsanlage wird das Rohwasser zu Trinkwasser aufbereitet und über die beiden je 165 m³ fassenden Reinwassertanks und den Druckkessel in das Verteilnetz geleitet. Im Winter und bei Spitzenbedarf

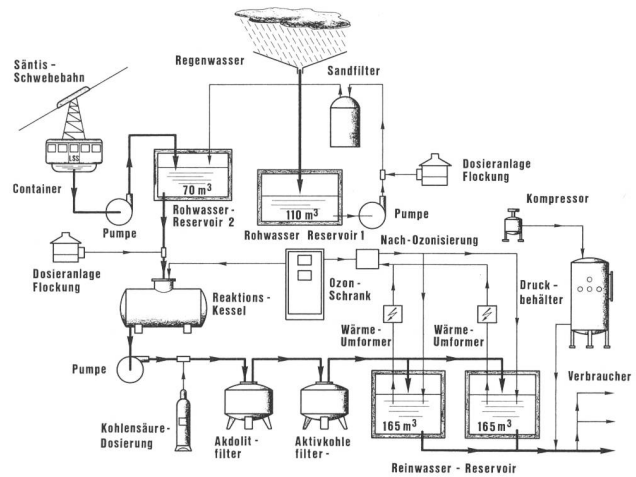


Fig. 15
Die Wasserversorgung für PTT-Anlage, Bahn- und Hotelbetrieb

wird das fehlende Regenwasser durch Quellwasser der Schwägalp ersetzt, wozu der Transport in Spezialbehältern der Bahn erfolgt.

Bei der Kläranlage wurden ausser der Erfüllung der schweizerischen Richtlinien weitgehende Sicherheit gegen Geruchsbildung sowie die Transportmöglichkeit des Überschussschlammes mit der Bahn verlangt. Dies bedingte eine Anlage, die möglichst wenig Schlamm produziert und zur Reduktion des Transportvolumens dessen Wassergehalt herabzusetzen gestattet. Diese Kriterien sind mit der gewählten Belebtschlammanlage mit Langzeitbelüftung (Tolaloxydation) optimal erfüllbar.

6 Umweltfaktoren und Bauen in 2500 m Höhe

Ein Bauvorhaben in einer Höhe von 2500 m, mit den extremen klimatischen Bedingungen des Säntis, stellte besondere Probleme an Bauausführung und Materialwahl.

Die klimatischen Verhältnisse des isoliert im Voralpengebiet stehenden Säntisgipfels entsprechen jenen eines Hochalpengipfels von 3000...3500 m Höhe. So können entsprechend den langjährigen Messungen der Meteorologischen Zentralanstalt mittlere Windgeschwindigkeiten von 150 km/h mit Böenspitzen bis 300 km/h auftreten. Weiter liegt die mittlere Jahrestemperatur zwischen -2 und 0°, in einem Bereich also, der, zusammen mit relativ hoher Luftfeuchtigkeit und grossen Windgeschwindigkeiten, in extremem Masse die rasche Eisbildung fördert. Im Schnitt der letzten Jahre wurde auf dem Säntis an 125 Tagen Eis festgestellt.

So waren oft noch Ende Juni 40...50 Arbeiter mit Schneeräumungsarbeiten beschäftigt, und auch während des Sommers konnten sich bei Schlechtwetterperioden Maste und Kran in wenigen Stunden mit Blankeis überziehen. Die hohen Windgeschwindigkeiten erforderten überdies die Konstruktion eines besonderen Baukrans, der durch Vibratoren und Heizeinrichtungen vor intensivem Eisbefall geschützt wurde.

Unfallgefahr: Die exponierte Baustelle mit allseits senkrecht abfallenden Felswänden, verbunden mit häufig kritischen Witterungsbedingungen, war extrem unfallträchtig. Trotz rigoroser Durchsetzung der Sicherheitsvorschriften kam es zu tödlichen Unfällen.

Zur Vermeidung des Höhenkollers und der damit verbundenen Sekundärreaktionen wurden die Arbeiter zur Übernachtung jeden Tag ins Tal gebracht.

Die Forderung, mit dem *Erweiterungsausbau unter der Gipfelhöhe* zu bleiben, bedingte den Abbau von etwa 30000 m³ Fels in nächster Nähe bestehender Gebäulichkeiten (siehe auch Fig. 4). Da die Lage der Felsschichten, ihre Mächtigkeit und vor allem das Vorhandensein von Klüften und Spalten die Sprengwirkung auf Bauwerk und Anlagen entscheidend beeinflussten, musste zum Schutz der empfindlichen Übertragungsanlagen ein besonderes Sprengverfahren entwickelt werden.

Der gesamte *Transport* von Material und Anlagen geschah mit der Bahn und vorwiegend ausserhalb der Zeiten des Publikumsverkehrs. Bauelemente durften das zulässige Transportgewicht der Bahn von 3 Tonnen nicht überschreiten. Für den Transport von Sand, Kies und Fertigbeton wurden besondere Container entwickelt, die unten an der Kabine angehängt werden konnten. Um während des Spitzenverkehrs (Personentransporte) die Bauarbeiten wegen Transporteinschränkungen nicht verzögern zu müssen, wurde am oberen Mast ein Zwischendepot errichtet, das mit der Baustelle über eine eigene Transportseilbahn verbunden war.

Ein Problem besonderer Art bildete die *Wahl der Baukonstruktion*. Mit Rücksicht auf die saisonbedingte Bauzeit hätte sich eine aus Fertigelementen erstellte Konstruktion angeboten. Die erwähnten Gewichtsbeschränkungen beim Bahntransport erlaubten aber keine wirtschaftliche Durchführung dieses Vorhabens. Im weitern hätte eine solche Konstruktion grosse Probleme bei der Anpassung der Stockwerkraaster zwischen Erweiterungs- und Altbau gebracht. Da Sand und Kies einfacher transportierbar waren, wurde der Erweiterungsausbau wie seinerzeit der Altbau aus Eisenbeton erstellt.

Die *Materialwahl* wurde durch die technischen Anforderungen und das Klima präjudiziert. Zusätzlich zur vorgelagerten Kaverne schützt noch eine hochwertige Isolation den beheizten Gebäudekern vor Kälte. Besondere Probleme boten Fenster, Aussentüren und die bereits erwähnte schnee- und eisgesicherte Frischluftversorgung. Die besonderen Probleme bei der Verwirklichung von Turmkonstruktion und Kavernenabdeckung wurden bereits gestreift. Ergänzt sei hier noch, dass die 6×6 m aufweisenden Kalottenfenster aus Polyurethan mit vorgefertigten Teilen in der Schwägalp gefertigt wurden, da bei einer Fertigung in der Fabrik die geeigneten Transportmittel gefehlt hätten.

7 Besondere betriebliche Probleme

Die Forderung, den Betrieb von PTT und Sämtisbahn während der gesamten Bauzeit unterbrochslos weiterzuführen, war nicht ohne viele, teils teure Übergangslösungen zu erfüllen. So mussten zur Freigabe der Baustelle alle Parabolantennen für die Richtstrahlverbindungen bis zum Bezug der neuerstellten Kavernen an einem Spezialgerüst auf dem Dach des Altbaus konzentriert werden. Die Sendeantennen für Fernsehen, UKW-Rundspruch und Autoruf wurden an einem 40 m hohen Hilfsmast zusammengefasst (Fig. 16). Aber auch Teile der Übertragungsanlagen und der Stromversorgung galt es im Zuge des Baufortschrittes an mehreren Standorten provisorisch einzurichten. Auch das Betriebspersonal hatte Unannehmlichkeiten in Kauf zu nehmen. So waren Unterkunfts- und Schlafräume während des Bauablaufs mehrmals in Provisorien untergebracht, die zeitweise weder Tageslicht noch natürliche Belüftung aufwiesen. Dazu kam der häufige, durch Transporte und Spezialarbeiten unvermeidbare Nachtlärm.

8 Kosten

Ende 1975 wird das Baugeschehen auf dem Sämtis nach 6jähriger Dauer seinen Abschluss finden. Dieses in Europa wohl grösste und imposanteste Bauwerk dieser Art erforderte bauseitige Investitionen von gegen 30 Millionen Franken. Es wird bei einem Vollausbau Übertragungsanlagen im Wert von annähernd 40 Millionen Franken aufnehmen können.

9 Schlussfolgerungen

Extreme bauliche, technische und betriebliche Voraussetzungen auf dem Sämtis verlangten zur Erfüllung der Bedürfnisse aller beteiligten Partner eine Baukonzeption, die sich nur wenig auf bestehende Höhenstationen abstützen konnte. Die gedrängten Platzverhältnisse auf dem Gipfel dürften bauliche Ergänzungen zu einem spätern Zeitpunkt weitgehend ausschliessen. Um die Raumreserven angemessen und zweckmässig festlegen zu können, war bei der Bedürfniserfassung eine langfristige Entwicklungsanalyse der Station ausgesprochen wichtig. Besondere Beachtung wurde einer universellen Verwendbarkeit der Räumlichkeiten geschenkt, ohne dabei die spezifischen Anforderungen der einzelnen Dienste einschränken zu müssen.

Die Bauverhältnisse zwangen Ingenieure und Architekten unter Verwendung von teilweise neuen Baustoffen zu kühnen technischen Lösungen.

Wie sich diese sorgfältig ausgewählten Materialien unter den harten klimatischen Bedingungen auf dem Sämtis be-

(Schluss Seite 418)

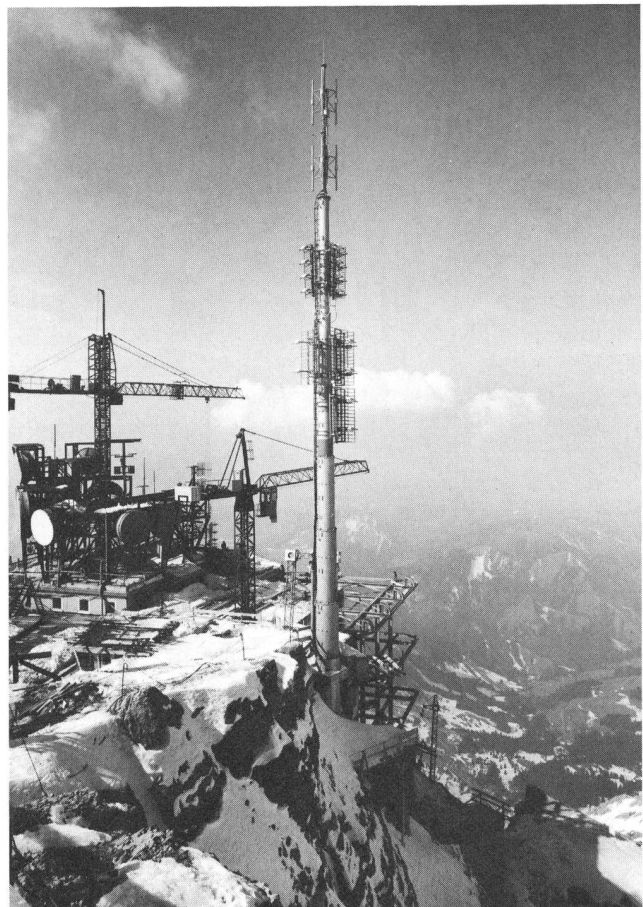


Fig. 16 Betriebsprovisorien: links das Gerüst für die Richtstrahlparabolantennen mit dem Baukran, rechts der Hilfsmast mit den Sendeantennen für UKW, Fernsehen und Autoruf