

ZUR GEOLOGIE DES SONNBLICKS UNTER EINBEZIEHUNG DER EROSIONSGEFÄHRDUNG UND ANGEPASSTER SANIERUNGSMASSNAHMEN

Christian Schober, Lochen

1. Einleitung

Der Gipfelaufbau des HOHEN (RAURISER) SONNBLICKS (Gipfelhöhe: 3.106 m ü.N.N.), auf welchem sich das Sonnblick-Observatorium sowie das Zittelhaus befinden, zeigt lokal Auflockerungserscheinungen des Gebirgsverbandes. Aufgrund der exponierten topographischen Situation, der Höhenlage sowie der damit verbundenen Ausgesetztheit gegenüber den meteorologischen Gegebenheiten (insbesondere einer langsam ansteigenden Erwärmung) ist das anstehende Gebirge einer intensiven Einwirkung der physikalischen Verwitterung unterworfen.

In den Jahren 2000 und 2001 wurden im Auftrage des Sonnblick-Vereines geologisch-mechanische Untersuchungen zur Beurteilung der tatsächlichen Erosionsgefährdung durchgeführt, weiters wurde ein an die gegebenen Verhältnisse angepasstes Sanierungskonzept zur Erhaltung der Standsicherheit des Gipfelaufbaues des Sonnblicks erarbeitet.

2. Geologische Verhältnisse

2.1. Morphologie

Der Hohe Sonnblick bildet die imposante Südbegrenzung des landschaftlich einmaligen Rauriser Talschlusses bei Kolm Saigurn. Der Berg fällt markant in einer breiten, gestuften Nordflanke (begrenzt durch den Südsüdost- bzw. den Ostgrat sowie den Westnordwestgrat Richtung Pilatuscharte) gegen Nordnordost bis Nord ab. Der Sonnblickgipfel, auf welchem sich das meteorologische Observatorium sowie das Zittelhaus des Österreichischen Alpenvereines befinden, ist als trapezförmiger Pfeiler der Wandflucht gegen Norden hin vorgesetzt und wird im Osten durch die breite Nordwandrinne und im Westen durch die tief eingeschnittene, enge Kleine Pilatusrinne begrenzt. Dieser Wandvorbau wird in seinem östlichen Abschnitt durch den Nordpfeiler dominiert.

2.2. Regionale geologische Situation

Der Bereich des Hohen Sonnblicks gehört, geologisch-tektonisch betrachtet, dem „*penninischen Tauernfenster*“ an. Die Hohen Tauern werden in diesem Abschnitt den tiefsten tektonischen Stockwerken des *Tauernfensters* zugerechnet. Die Gesamtregion gehört dem Hochalm-Ankogelmassiv an, welches intern in drei sogenannte *Gneiskerne* (oder „Gneisdome“), den *Hölltor-Rotgülden kern*, den *Siglitzlappen* sowie den *Sonnblick kern*, gegliedert wird. Der Sonnblick kern stellt hierbei eine NE-vergente Rollfalte dar, deren Achsen SE-NW streichen.

Der Gipfelaufbau des Hohen Sonnblicks wird von *Zentralgneis* (metamorpher „Zentralgranit“ [Orthogneis; Granitgneis]: variszisch intrudiert, alpidisch metamorphosiert) aufgebaut, welcher im gegenständlichen Abschnitt als sogenannter „Augengneis“ bezeichnet wird. Dem Chemismus und Mineralbestand nach weisen die Gesteine granitische Zusammensetzung auf, texturell liegen Gneise vor. Charakteristikum der „Augengneise“ stellen die bis zu mehrere Zentimeter großen Kalifeldspataggregate

(„Augen“) dar, welche in einer feinen, straff geregelten Matrix aus Plagioklas, Quarz und Muskowit/Biotit schwimmen. Akzessorisch treten Epidot, Chlorit, Rutil/Sagenit, Titanit und Apatit auf. Neben den dominierenden Augengneisen treten feinkörnige, straff texturierte hell- bis mittelgraue *Gneise* sowie untergeordnet, meist in Lagen und linsigen Einschaltungen den genannten Hauptgesteinen zwischengelagert, feinkörnige dunkelgrüngraue *Amphibolite* auf. Letztere weisen überwiegend dünn- bis dickplattige Schichtfugennormalabstände und lokal Deformationen parallel zur Schieferung/Lagerung.

Der Zentralgneis zeigt in den gegenständlichen Schrofen und Wandstufen der Sonnblick Nordabbrüche wiederholt aplitische Gänge sowie auch reine Derbquarz- und Kalzitkluftfüllungen und -gänge, ebenso alpine Zerrklüfte mit Kluftmineralien (insbesondere Bergkristalle vom Hohen Sonnblick sind in Sammlerkreisen weitum bekannt und begehrt).

2.3. Gebirgstrennflächengefüge

Das Trennflächengefüge des Gebirges ist bedingt durch die *Schieferung* sowie durch Diskontinuitätsflächen (zusammengefasst als „*Klüftung*“), welche durch tektonische Einwirkung auf das Gebirge generiert wurden.

Die *Schieferung/Lagerbankung* ist im gesamten Untersuchungsareal in den Felsaufschlüssen erkennbar, lokal markant ausgeprägt. Die anstehenden Gesteine weisen meist eine hohe, durch die Primärtextur definierte, Richtungsanisotropie (lineares Parallelgefüge durch Glimmerelongation; teils Flaserungen; Kalifeldspat-Augen-Einregelungen) auf. Es dominieren dickplattige bis dünnbankige Schieferungsflächen-normalabstände, lokal sind bankige bis massige Abfolgen zu beobachten. Untergeordnet sind dünnplattige Lagen festzustellen.

Als *Klüfte* werden generell jene Trennflächen bezeichnet, welche infolge tektonischer Kräfte durch örtliche Überbeanspruchung des Gebirges entstanden sind und den ehemals ungestörten Gebirgskomplex zu einem Diskontinuum veränderten, wobei endogene und in weiterer Folge exogene Prozesse beteiligt waren (und sind). In Abhängigkeit des petrographischen Aufbaues des Gebirges wird dieses Vielkörpersystem aus geometrisch exakt definierbaren oder regellos texturierten Kluftkörpern aufgebaut. Im untersuchten Projektbereich der nach E über NE bis N sowie nach NW bis SW abfallenden Wandstufen und Pfeiler können mehrere altersmäßig differenzierbare Generationen tektonisch angelegter Trennflächen ausgeschieden werden:

⇒ *Klüfte* bzw. Kluftscharen, welche das Gestein zwar (zumindest partiell) durchtrennen, deren Kluftflächen jedoch noch in direktem Berührungskontakt stehen, teils mit in definierten Gesteinsbänken endenden Terminationen auslaufen (überwiegend feine Haarrisse, angedeutet bereits Kluftspuren mit nicht näher definierbarem Durchtrennungsgrad κ)

⇒ *Klüfte*, welche zu Spalten mit wechselnder Öffnungsweite erweitert worden sind, anschließend jedoch durch Quarz und Kalzit verheilt wurden

⇒ *Klüfte*, welche zu Spalten mit (beobachtbaren) Öffnungsweiten von einigen Millimetern bis zu mehreren Dezimetern erweitert wurden und offen stehen, lokal durch Verwitterungsgrus erfüllt sind. Einzelne Kluftgassen erreichen lokal Öffnungsweiten von über einem Meter.

Weiters sind Trennflächensysteme für die Gebirgsstabilität von Bedeutung, an welchen neben einer Durchtrennung des Gesteinsverbandes auch noch definierbare Bewegungen vor sich gingen: *Störungen*, lokal begleitet von parallelen bis subparallelen Kluftscharen, welche von charakteristischen Bewegungsindikatoren (*Harnischflächen*) gekennzeichnet sind. Der lokale Gebirgsbau im Bereich der Nordabbrüche des Hohen Sonnblicks zeigt ein

generelles Einfallen der *Schieferung/Lagerbankung* gegen SW (Streichen der Gneiswalze NW-SE), als *Hauptklufscharen* (nach welchen zahlreiche Wandstufen angelegt sind) treten folgende Diskontinuitätsflächen auf:

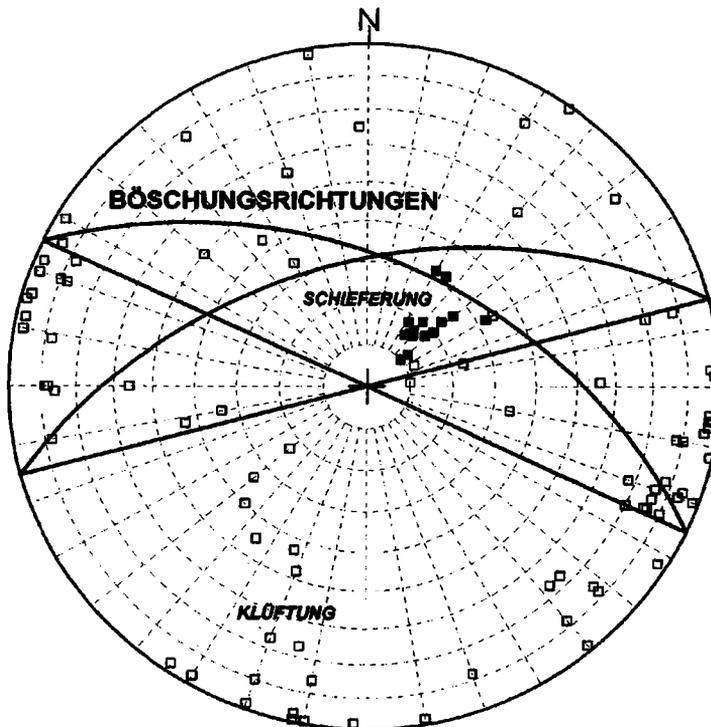
K 1: 350-030/65-90, um die Vertikale pendelnd

K 2: 080-110/60-90, um die Vertikale pendelnd

K 3: 305-325/60-90

Das Trennflächengefüge wurde für alle Wandabschnitte (*Ostwand, Nordostpfeiler, Zentrale Nordwand, Nordwestpfeiler, Nordwestwand* und *Südwestwand*) detailliert aufgenommen, die graphische Darstellung erfolgte in zwei Klassen: die generell dominierende *Schieferung/Lagerbankung* (*sf*) als Primärtextur, andererseits die „tektonisch angelegten Trennflächen“ (*Klüfte K*), wobei alle mechanisch wirksamen Trennflächen ohne nähere Beschreibung der Genese ausschließlich auf ihre Eigenschaft als gebirgsverbandsdurchtrennendes Texturelement definiert sind.

Als Beispiel für die Trennflächengefügedarstellung ist das Polpunktdiagramm für die *Zentrale Nordwand* abgebildet:



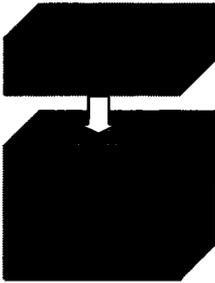
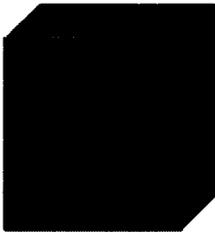
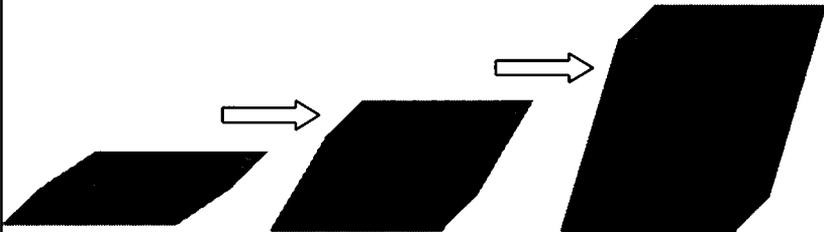
Signaturen: Böschungsrichtung: — (Großkreis); Schieferung: ■; Klüftung: □

Aus baugelologisch-felsmechanischer Sicht wird das Trennflächengefüge, welches das Klufkörpergebäude sowie die Modellierung von Einzelklufkörpern bestimmt, durch die Verschnitte der zitierten Hauptdiskontinuitätsflächen definiert.

Die Einstufung der Schicht- und Kluftflächenabstände erfolgt nach MATULA (1981):

ABSTAND DER SCHICHTFLÄCHEN	SCHICHTDICKE	KLUFTABSTAND	IAEG
> 2 m	massig	kompakt	sehr groß
2 – 0,6 m	dickbankig	weitständig	groß
0,6 – 0,2 m	(mittel-) bankig	mittelständig	mittel
0,2 – 0,06 m	dünnbankig	engständig	eng
0,06 – 0,02 m	dickplattig	dichtständig	sehr eng
0,02 – 0,006 m	dünnplattig		
0,006 – 0,002 m	blättrig	schiefrig	

Je nach Zerlegungsgrad (Abstand einzelner Trennflächen gemessen \perp zu den Bruchflächen) und Primärtextur des jeweiligen Gesteins ergeben sich folgende *Kluftkörpergeometrien*:

GESTEIN	GEOMETRIE	ACHSENVERHÄLTNISS DES KLUFTKÖRPERS	Ø-KUBATUREN VON EINZELKLUFTKÖRPERN
Dünnplattige-dickplattige, feinkörnige Gneise und Amphibolite		$x > y \gg z$	0,002 – 0,25 m ³
Dünnbankige bis bankige feinkörnige Gneise und Augengneise		$x > y > z$ bis $x > y \geq z$	0,01 – 1,5 m ³
„Massige Gneise“ (feinkörnige Gneise und Augengneise)		$x \geq y \geq z$ bis $x = y = z$	0,1 – 5,0 m ³
Sonderfall: plattige bis massige Gneise; Achsenwinkel $\angle (x; z)$ bzw. $\angle (y; z) < 90^\circ$			

Bei den hier angegebenen Werten handelt es sich um im Gelände beobachtbare, teils ausgebrochene und abgestürzte Einzelsteine und –blöcke sowie auf Basis vor Ort innerhalb der Wandstufen feststellbarer, aufgrund der Trennflächenverschnitte zu erwartender Kluftkörpergeometrien. Vielfach sind definierbare Kluftkörper im Gebirgsverband

verrutscht (vom Haupttrennflächengefüge des anstehenden Felses abweichend verstellt), zum Teil auch bereits vollkommen verkippt.

2.4. Hydrogeologische Situation

Der Gipfelaufbau des Hohen Sonnblicks stellt eine exponierte Erhebung im Tauernhauptkamm dar, die Jahresniederschläge erreichen den Gipfel ohne Beeinflussung von Vorgipfeln. Die Wegigkeiten für das Versickern von Niederschlags- und Schmelzwässern werden durch das Trennflächengefüge des Gebirges definiert. Aufgrund der meteorologischen Gegebenheiten nehmen die Niederschläge in Form von Regen im Sommer kontinuierlich zu, ebenso sind Schmelzwässer vor allem im Bereich der Ostwand sowie innerhalb von Teilbereichen der Terrasse gegen den Nordabbruch des Sonnblicks bei Warmwettereinbrüchen (Föhn etc.) festzustellen. Eine erhöhte Durchfeuchtung offener Spalten und Klüfte führt einerseits zu Auswaschung von Verwitterungsgrus innerhalb der Diskontinuitäten, andererseits wird eine Zunahme kurzfristiger Frost-Tauwechsel begünstigt.

3. Steinschlag- und Felssturzgefährdung

3.1 Definitionen: Steinschlag, Blockschlag (-sturz), Felssturz und Bergsturz; Gefährdungspotential

In der einschlägigen Literatur bestehen verschiedentlich Definitionen über Blockgrößen, teils Kubaturen und Gesamtkubaturen von Steinschlag- und Felssturzereignissen. Für Prognosen und Dimensionierungen von Sanierungsmaßnahmen zur Stabilisierung einzelner Wandabschnitte sind allerdings genaue Angaben über zu erwartende Stein-Blockgrößen bzw. -kubaturen notwendig, welche nur durch genaue Kenntnis des Gebirges bestimmt werden können. Mehrfach wird in der Literatur folgende Definition gegeben:

BEZEICHNUNG DES EREIGNISSES	KUBATUR	(ENTSPRICHT IN ETWA EINER) KANTENLÄNGE
Steinschlag	0,01 m ³ - 0,1 m ³	~ 20 cm – ~ 50 cm
Blockschlag (-sturz)	2 m ³	~ 150 cm
Felssturz	10.000 m ³	~ 25 m
Bergsturz	über 10.000 m ³	

In gegenständlichem Bericht wird von *Steinschlag* bis zu einer Einzelsteinkubatur von 0,1 m³, von *Blockschlag* bis zu einer Einzelblockkubatur bis zu 1 m³ und von *Felssturz* mit Einzelblockkubaturen größer als 1 m³ gesprochen.

In Verbindung mit der Existenz möglicher absturzbereiter Kluftkörper auf Basis des Gebirgsbaues wird das *Gefährdungspotential* für den Eintritt und die Wirkung eines Steinschlag-/Felssturzereignisses durch *Veränderungen der Stabilitätsverhältnisse* in der Felswand-/flanke sowie die *natürlich gegebene Sturzbahn* definiert. Diese Beschreibung wird hier nur hinsichtlich der *Auslösung* der genannten Ereignisse (Emmissionsort) untersucht, da hierdurch eine Schwächung des Gesamtgebirgsverbandes die Folge sein kann. Die Auswirkung von Steinschlag- und Felssturzereignissen im Bereich der Sturzbahnen (Transmissionsweg) sowie im Areal der Aufpralllokalitäten (Immissionsort) im Bereich der Sonnblick Nordwand ist nicht Gegenstand vorliegenden Berichtes.

⇒ *Veränderung der Stabilitätsverhältnisse:* durch Einwirkung von physikalischen und/oder chemischen Verwitterungseinflüssen (auch durch Spannungsumlagerungsprozesse, Erdbebeneinwirkung etc.) unter Verlust der Restscherfestigkeiten auf mechanisch wirksamen Trennflächen kann ein stabiler über einen indifferenten zum labilen Gleichgewichtszustand führen:

Abgleiten (mit anschließendem freiem Fall),
Kippen (mit anschließendem freiem Fall) oder sofortiger
freier Fall (Initialereignis nur aus Überhängen möglich)

von Kluffkörpern ist die Folge.

⇒ *Sturzbahn:* diese wird durch ihre Länge, Neigung und den gegebenen Höhenunterschied bestimmt. Natürliche oder künstlich angelegte morphologische Änderungen des direkten Weges sowie reibungserhöhende Faktoren (Geländekanten; Hindernisse wie Mulden, Felsrippen, Felsblockwerk, Blockhalden) beeinflussen den Weg und die Aufprallenergie der in Bewegung befindlichen Kluffkörper. Im gegenständlichen Fall der Nordabbrüche des Hohen Sonnblicks kann ein Primäreignis im obersten Wandareal zur Initiierung von Sekundäreignissen (Ausbrüche weiterer bereits aufgelockerter Felspartien) aus den folgenden Schrofen und Wänden führen.

3.2. Dokumentierte frühere Steinschlag- und Felssturzereignisse

Zahlreiche Beobachtungen der Sonnblick Wetterwarte (in drei Fällen auch durch den Berichterstatter) von Stein- und Blockschlagereignissen sind bekannt. Die bisher von der Kubatur her umfangreichsten Ereignisse stellten der Abbruch der Pfeilerkante des Nordpfeilers im Jahre 1981 sowie ein markanter plattiger Großausbruch aus der mittleren Ostwand des Nordpfeilers zur großen Nordwandrinne hin im Juni 1993 dar.

3.3. Erdbebenwerte und dokumentierte Erdbeben

Nach ÖNORM 4015-1 wird der Raum Hoher Sonnblick der *Zone 2* (Zoneneinteilung betreffend Erdbebengefährdung in Österreich) zugeordnet. Diese Einteilung erfolgt nach der *effektiven horizontalen Bodenbeschleunigung* a_h (welche mit 90% Wahrscheinlichkeit innerhalb von 50 Jahren nicht überschritten wird) sowie dem *Erdbebenkoeffizient* ε (Koeffizient der Erdbebenstärke). Für die *Zone 2* sind für den Bereich Hoher Sonnblick folgende Werte definiert:

Rauris (Zone 1): $a_h = 0,41$ und $\varepsilon = 0,042$
Heiligenblut (Zone 2): $a_h = 0,51$ und $\varepsilon = 0,052$

Der Sonnblick liegt im Randbereich der *Zonen 1* und *2* (koordinativ innerhalb der *Zone 2*).

Alle aus der Geschichte bekannten Erdbeben im Umkreis von 40 Km von Bockstein (47,12/13,14) mit Epizentralintensitäten $I_0 \geq 5^\circ$ EMS-98 (=Neufassung der Mercalli-Sieberg-Skala) wurden erhoben (für das Areal des Sonnblicks ist dieser Bereich anwendbar):

NR.	DATUM						LAGE		INTENSITÄT		EPIZENTRUM
	Jahr	Monat	Tag	Std.	Min.	Sek.	Breite	Länge	M	Io	
1	1835	10	31	07	30	0.0	46.88	13.51	4.0	5.5	Spittal/Trebesnig (KÄ)
2	1881	11	05	08	42	0.0	46.91	13.54	4.1	6.0	Gmünd (KÄ)
3	1900	05	01	13	40	0.0	46.91	13.54	3.4	5.0	Gmünd (KÄ)
4	1904	12	08	00	57	0.0	47.41	13.22	3.8	5.5	Bischofshofen (SA)
5	1909	09	22	16	25	0.0	47.41	13.22	3.8	5.5	Bischofshofen (SA)
6	1961	07	26	12	01	0.0	47.42	13.31	3.8	5.5	Hüttau (SA)
7	1973	05	15	22	51	0.0	47.10	12.95	4.1	5.0	Sonnblick (SA)
8	1977	11	19	21	41	52.0	47.38	12.95	3.5	5.0	Maria Alm-Dienten (SA)
9	1977	11	19	23	44	26.5	47.38	13.00	3.4	5.0	Dienten (SA)

Anmerkung: M = Magnitude; Io = Intensität; KÄ = Kärnten; SA = Salzburg

Nach ÖNORM B 4015-1 werden unter *Anhang A 3 Intensitäts-Skala* folgende Kriterien definiert (Auszug aus Tabelle *Anhang A 3*):

GRAD	MAXIMALE ERDBEBENWIRKUNGEN AN DER ERDOBERFLÄCHE	ZONE	a_h (m/s ²)
V	Stark fühlbar: Wird im Freien von einigen, in Gebäuden von allen wachen Personen wahrgenommen. Viele Schlafende erwachen. Hängende Gegenstände pendeln stark, angelehnte Gegenstände können umfallen. Gelegentlich treten Haarrisse im Verputz auf.	0	bis 0,35
VI	Leichte Gebäudeschäden: Viele Menschen flüchten aus den Häusern ins Freie. Möbel können von der Stelle gerückt werden. An vielen Häusern entstehen leichte Schäden (Risse im Verputz), von älteren Häusern können Verputzteile, Dachziegel oder Schornsteine herabfallen. Quellschüttungen können sich ändern, es können Trübungen von Quellwässern auftreten.	0	bis 0,35
		1	> 0,35 – 0,5
VII	Gebäudeschäden: Die meisten Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Gegenstände fallen aus Regalen. An vielen Häusern solider Bauart treten mäßige Schäden auf (kleine Mauerrisse, größere Verputzteile fallen ab, Risse an Schornsteinen, Schornsteine fallen herab). Ältere Gebäude zeigen häufig Mauerrisse oder Schornsteineinstürze, vereinzelt auch Spalten im Mauerwerk – Einsturz von Zwischenwänden. Auftreten oder Versiegen von Quellen. Erdrutsche, Fels- oder Bergstürze können ausgelöst werden.	2	> 0,5 – 0,75
		3	> 0,75 – 1,0

Nach ÖNORM B 4015-1 fällt das Areal des Hohen Sonnblicks in den Übergangsbereich Zone 1/Zone 2 der Erdbebengefährdung in Österreich. Nach Anhang A 3 würde dies einen maximalen *Grad von VI* sowie den Übergangsbereich zu *Grad VII* auf der Intensitätsskala bedeuten. Nach der o.g. ÖNORM können *Erdrutsche, Fels- oder Bergstürze* ab *Grad VII* ausgelöst werden. Bei einem zukünftigen Erdbeben deutlich höherer Intensitäten als bisher dokumentiert sind Abbrüche einzelner bereits aus dem Gebirgsverband gelöster Klufkörper aus den Wandfluchten des Sonnblicks möglich.

4. Gefährdungspotential für die einzelnen Wandabschnitte

Im folgenden Kapitel werden die einzelnen Wände und Pfeiler, welche den Gipfelaufbau des Hohen Sonnblicks gegen E, NE, N, NW und SW begrenzen, unter Berücksichtigung des geologisch-tektonischen Aufbaues sowie zu überprüfender felsmechanischer Kriterien hinsichtlich der weiteren Auslösung von Steinschlag- und Felssturzereignissen untersucht.

4.1. Hoher Sonnblick – Ostwand

Die Ostwand des Gipfelaufbaues des Sonnblicks wird durch die Nordwandrinne, den Nordostpfeiler sowie die sanfte Südabdachung des Sonnblickgipfels begrenzt. Die steile bis lokal senkrechte Wand wird durch mehrere Bänder, welche dem Streichen der Schieferung der anstehenden Gneise entsprechen, gegliedert und stellt eine typische Schichtkopfwand dar. Die genannte Primärtextur fällt flach gegen SW ein, die Schichtbänke streichen also innerhalb der Ostwand aus, diese Gesteinslagerung begünstigt die generelle Standsicherheit der Bergflanke. Das tektonisch angelegte Trennflächeninventar wird durch die Kluftscharen K 2 und K 1 dominiert. Die +/- wandparallel einfallenden, teils um die Vertikale pendelnden Klüfte der Schar K 2 führen besonders im unteren Abschnitt der Ostwand (30 m unterhalb des Fundamentes des Observatoriums und tiefer gelegen) zu Ablösungen von plattigen Kluftkörpern aus dem Gebirgsverband. Der Felssturz aus dem Jahre 1993 erfolgte entlang derartiger Großklüfte. Aus diesem unteren Wandabschnitt ist mittelfristig mit dem Absturz mehrerer Platten und einzelner turmartiger Pfeiler zu rechnen, welche jedoch die Gesamtstabilität des kompakten Gneissockels des Gipfelaufbaues des Sonnblicks nicht gefährden. Es handelt sich bei diesen erwarteten Stein- und Blockschlägen, lokal auch Felsstürzen, um lokale Massenbewegungen bereits aus dem Gebirgsverband gelöster Felsschuppen ähnlich einer oberflächigen „Häutung“.

Im Nahbereich des Observatoriums sowie der Seilbahn-Bergstation stehen überwiegend kompakte feinkörnige Gneise, lokal mit Einschaltungen von Amphibolitlagen (diese streichen teils diskordant zur Primärtextur der Gneise) an. Einzelne völlig aus dem Gebirgsverband gelöste plattige Kluftkörper befinden sich, auf den bergwärts einfallenden Schieferungsflächen aufstehend, in indifferentem Gleichgewicht und werden durch fortschreitende physikalische Verwitterung abstürzen. Hierbei tritt, wie bereits mehrfach zu beobachten, der kompakte Gneiskern des Gipfelaufbaues des Sonnblicks an die neue Wandoberfläche.

4.2. Nordostpfeiler

Der schlanke Nordostpfeiler des Gipfelaufbaues des Hohen Sonnblicks stellt den obersten Abschnitt des Nordgrates, welcher auf dem Kopf des senkrechten Nordpfeilers fußt, dar. Dieser oberste Pfeilerabschnitt stellt einen typischen, steilen, lokal senkrechten Blockgrat dar. Die Pfeilerkante wird durch eine Reihe von plattig-quadrigen, teils kubischen Gneisblöcken aufgebaut, welche durchwegs den flach gegen SW einfallenden Schieferungsflächen treppenförmig auflagern. Durch die beiden Hauptkluftscharen K 1 und K 2 erfolgt einerseits eine Lösung einzelner Blöcke aus dem bergseitigen Gebirgsverband (K 1), andererseits die Modellierung von +/- senkrecht zur Primärtextur stehenden Kluftgassen (Öffnung zwischen 0,1 und 1,0 m). Aus den beiden pfeilerbegrenzenden Wänden zur Ostwand bzw. zur Zentralen Nordwand besteht die Gefahr des Ausbruches von einzelnen Steinen und Blöcken mit folgendem Standsicherheitsversagen lokaler Wandabschnitte. Eine besondere Schwächung stellen hierbei zwei geringmächtige, teils zerscherte Amphibolitbänder, welche spitzwinkelig zur Schieferung streichen und flach gegen WSW einfallen, dar. Durch deren interne Zerrüttung und engständige Zerlegung kommt es im Hangenden zur Überhangbildung und somit zu einer Fußschwächung des oberhalb folgenden Turmaufbaues.

4.3. Zentrale Nordwand

Die Zentrale Nordwand des Gipfelaufbaues des Hohen Sonnblicks liegt zwischen dem Nordost- und dem Nordwestpfeiler und stellt eine gering konkave Wandflucht dar. Es lassen sich aufgrund des geologisch-tektonischen Aufbaues der Wand fünf Abschnitte unterscheiden, welche hinsichtlich ihrer Standsicherheiten einzeln zu beurteilen sind

(generell auffällig ist, dass die Kluftschar K 3 [= 305-320/65-90; aus dem Bereich des Nordwestpfeilers] gegen E hin zunehmend dreht und teils verschneidend, teils direkt in die Kluftschar K 2 [= 275-295/65-90] übergeht):

①: „*Nordostpfeilervorbau*“: dieser erstreckt sich von der Pfeilerkante bis auf 5,40 m gegen W und weist eine durch die Kluftschar K 2 definierte Bildung von zwei markanten Kluftgassen sowie mehrfache Unterschneidungen der Wand entlang der Primärtextur sowie der Kluftschar K 1 auf. Im Fußbereich, ca. 15 m unterhalb der Terrassenabbruchkante, herrscht kleinblockige Zerlegung und Gebirgsverbandsauflockerung vor. Lokale Ausbrüche von Steinen und Blöcken werden erwartet.

②: „*Wandstufe direkt unterhalb des Observatoriums*“: diese erstreckt sich um weitere 12,70 m gegen W und zeigt teils engständige Zerlegung parallel der Kluftschar K 2 sowie entlang von K 1 (lokale Großkluftbildungen). Mehrere turmartig gelagerte Blockstufen zeigen Verkippungen gegenüber dem anstehenden Fels, 10 m unterhalb der Terrassenabbruchkante führt das gegen WSW einfallende, zerrüttete Amphibolitband durch fortgeschrittene Erosion zu Wandunterschneidungen. 15 m unterhalb der Terrassenabbruchkante steht ein leicht überhängender Turm in indifferentem Gleichgewicht. Partielle Ausbrüche bzw. Abstürze von verkippt gelagerten Platten und Blöcken sind zu erwarten.

③: „*Kompakter Pfeilerkopf und Pfeilerkante*“: der entlang der Terrassenabbruchkante 3,70 m weit gegen W folgende Pfeilerkopf wird im W durch eine markante, die gesamte obere Zentrale Nordwand durchschlagende Großkluft (K=110/78) begrenzt und hängt dortselbst gegen WNW über. Die Pfeilerkante zeigt auf ca. 12 m Höhe internen Verband, im Fußbereich nahe des Amphibolitbandes allerdings teils engständige Zerlegung und Schichtverkippungen. Lokale Ausbrüche von bereits aus dem Gebirgsverbände gelösten Steinen werden erwartet.

④: „*Markante Ausbruchsnische*“ („*Zerrüttungszone*“): diese schließt an die Pfeilerkante direkt an und erstreckt sich über 9,50 m Horizontalabstand unterhalb der Küche des Zittelhauses. Im östlichen Abschnitt, nahe der begrenzenden Hauptkluft, besteht engständige Zerlegung entlang des Haupttrennflächengefüges (sf; K 1 und K 2, lokal flach gegen NE bzw. SE einfallende Diskontinuitätsflächen). Daran gegen W anschließend folgt ein bis zu 1,50 m auskragender schuppiger Überhang, unterhalb dessen auf 2 m eine lokale Aufblockung zu beobachten ist. Unterhalb folgt plattiger, kompakter Zentralgneis mit gegen SSW einfallender Schieferung. Eine im oberen Teil abgetreppte, alsdann senkrecht bis auf die kompakte Plattenzone abfallende, Kluftgasse begrenzt diesen Abschnitt gegen den folgenden „gestuften Pfeilervorbau“. Ausbrüche von Steinen und Blöcken aus dem Bereich der östlichen Zerrüttungszone sowie aus dem Bereich des zentralen Überhangs werden erwartet.

⑤: „*Gestufter Pfeilervorbau*“: dieser schließt an die „markante Ausbruchsnische“ gegen W an und erreicht bis zum Nordwestpfeiler eine horizontale Ausdehnung von 6,50 m. Der Vorbau wird durch das gegebene Trennflächengefüge (straff geregelte Schieferung, ebensolche Zerlegung nach der Hauptkluftschar K 2 und untergeordnet nach K 1) bankrecht aufgeblockt. 10 m unterhalb der Terrassenabbruchkante bestehen im mittleren Pfeilervorbau zwei vollkommen aus dem bergseitigen Gebirgsverband gelöste plattige Türme, welche der Fallinie allerdings schon deutlich vorgelagert sind. 20 m unterhalb der Abbruchkante sind mehrfach Verkippungen der Schieferung mit lateraler Dilatation von Trennflächen der Kluftschar K 2 festzustellen. Ausbrüche von Steinen werden aus dem gesamten Pfeilervorbau erwartet, ein Verbandsversagen der nur mehr gering stabil bis indifferent im Gleichgewicht befindlichen beiden Türme wird bei weiterer Einwirkung der physikalischen Verwitterung zu deren Absturz führen.

4.4. Nordwestpfeiler

Der Nordwestpfeiler des Gipfelaufbaues des Hohen Sonnblicks bildet die scharfe Begrenzung der Zentralen Nordwand zur Nordwestwand. Im oberen Abschnitt senkrecht bis überhängend, geht der Pfeiler in weiterer Folge in einen steilen, teils mit senkrechten Stufen abbrechenden, Grat über. Die lokal engständige Zerlegung des Gebirges folgt im wesentlichen den gegen N bis NNE sowie der gegen WNW bis NW einfallenden Hauptkluftscharen. Innerhalb der ersten 10 m ab Terrassenabbruchkante befinden sich ein völlig aus dem Gebirgsverband gelöster „Wackelblock“ („balanced rock“) sowie zwei bergseits aus dem Verband abgelöste, pfeilerartige Türme. 25 m unterhalb der Abbruchkante folgt nach aufgelockerter, gestufter Blockgratstrecke ein intern regellos zerlegter Gratkopf. Ausbrüche bzw. Blockstürze der genannten, gering stabil bis indifferent gelagerten Felspartien sind zu erwarten.

4.5. Nordwestwand

Die Nordwestwand des Gipfelaufbaues des Hohen Sonnblicks wird durch den Nordwestpfeiler sowie die West- bis Südwestkante begrenzt. Die Wand bricht 15 bis 25 m senkrecht ab, anschließend wird ein zwischen 45 und 70° geneigter Wandvorbau erreicht. Dieser bricht nach weiteren 10 bis 20 m senkrecht zur Kleinen Pilatusrinne ab und zeigt parallel der gegen NW einfallenden Hauptkluftschar Spalten mit Öffnungsweiten von mehreren Dezimetern bis 1,5 Metern und mehrfache Ausbruchsnischen von Großkluftkörpern. Die Wandflucht folgt dominant der gegen NW einfallenden Kluftschar K 3; im Verschnitt mit Trennflächen der Kluftscharen K 1 und K 2 sowie lokal streuenden, flach einfallenden Diskontinuitätsflächen werden zahlreiche plattig - schuppige bis quadrig - kubische Kluftkörper generiert. Durch Ausbrüche im Liegenden von kompetenten Blöcken entlang der Schieferungsflächen wurden mehrfach kleinere sowie ein zentraler Überhang modelliert. Weitere Ausbrüche von Kluftkörpern der bereits zu beobachtenden Kubaturen werden aus allen Wandabschnitten, insbesondere aber aus dem Bereich der Abbruchkante sowie aus den Überhangdächern erwartet.

4.6. Südwestwand

Die Südwestflanke des Gipfelaufbaues des Hohen Sonnblicks dacht im oberen Abschnitt unterhalb des Zittelhauses flach mit intensiver Aufblockung, teils schuttüberlagert, gegen die Abbruchkante der Südwestwand ab. Letztere stellt eine kompakte Wandflucht dar, welche aus einer Wechsellagerung von „Augengneisen“ und „feinkörnigen Gneisen“ aufgebaut wird. Während im südlichen Flankenbereich durch die gegen SE (um die Vertikale pendelnd) einfallende, dominante Hauptkluftschar eine teils intensive Klüftung mit Spaltenbildung vorherrscht, zeigt die glatte Südwestwand nur vereinzelt Kluftkörperausbrüche und Haarrisse sowie Spuren der genannten Hauptkluftschar. Gegen Westnordwest zeigt der Wandabschnitt in Graternähe einige wandparallele Auflockerungen mit Bildung plattiger Kluftkörper von mehreren m³ Kubatur. Die Südwestwand stellt in ihrem Kern einen kompakten Gneisblock dar, eine Gefährdung für die Bebauung der Sonnblickgipfels ist hier nicht zu erwarten.

5. Ursachen der Gebirgsverbandsauflockerungen

5.1. Gebirgstrennflächengefüge

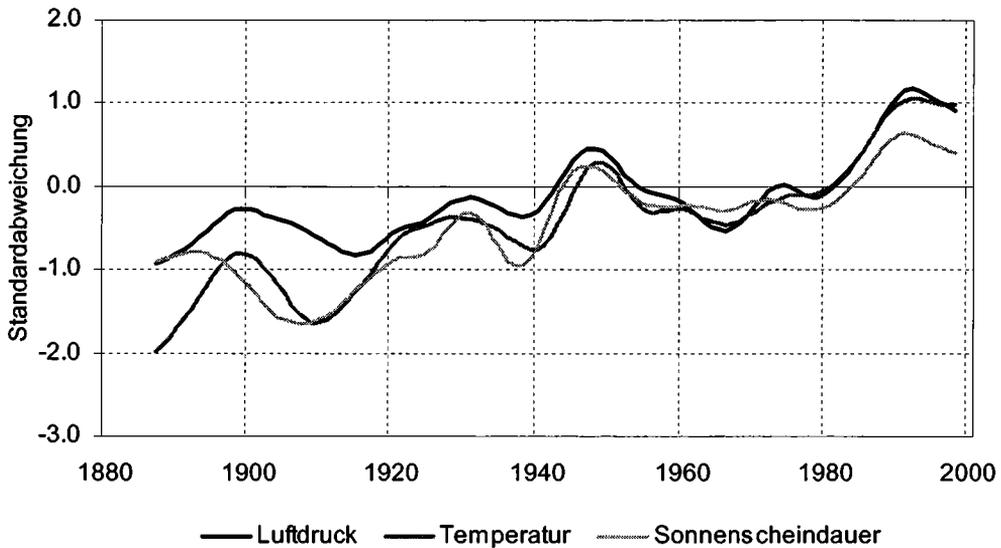
Der Gipfelaufbau des Sonnblicks besteht aus einer Wechselfolge differenzierter Gneise mit geringmächtigen Amphibolitlagen. Der Gebirgskomplex wird durch ein (überwiegend) straff geregeltes Trennflächengefüge unterschiedlichen Durchtrennungsgrades in ein Diskontinuum zerlegt. Die Qualitäten des tektonischen Trennflächeninventars (*Kluftflächenbeschaffenheit: Oberfläche, Rauigkeit; Öffnungsweiten; Füllungen*) variieren nur gering, währenddessen der Durchtrennungsgrad der Hauptkluftscharen in bezug zur jeweiligen Böschungsrichtung markante Unterschiede zeigt. Die Primärtextur (Schieferung/Lagerbankung) zeigt generell für die Ostwand sowie für den überwiegenden Teil der Zentralen Nordwand stabilisierende Wirkung durch ihr flaches Einfallen in südwestliche Richtungen. Das tektonische Trennflächeninventar, repräsentiert durch drei Hauptkluftscharen, ist jeweils für die Entwicklung der drei Hauptabbruchwände – *Ostwand, Zentrale Nordwand* und *Nordwestwand* – und für deren +/- wandparallele Gefügeentspannung ursächlich. In Kombination mit der Einwirkung der physikalischen Verwitterung unter den gegebenen meteorologischen Voraussetzungen ist für oberflächennahe Wandabschnitte eine progressive Gebirgsverbandsauflockerung zu beobachten.

5.2. Meteorologische Gegebenheiten

Die heutzutage oftmals diskutierten und in den Medien vielfach erwähnten Schlagworte wie „Klimaänderungen“, „Erwärmungen“, „Gefährdungen durch Ozonlöcher“ etc. seien hier kurz von kompetenter Stelle dargelegt (AUER & BÖHM, 1999):

„Anfangs der 1980er Jahre gelangte die bis dahin vorwiegend in Wissenschaftskreisen diskutierte Frage von Klimaschwankungen und deren Ursachen ins Interesse der breiten Öffentlichkeit. Grund für das Interesse war besonders die Diskussion über einen eventuellen Einfluss auf das Klima durch den Menschen (Schlagwort „anthropogene Klimaänderung“). Zur Untersuchung solcher wissenschaftlichen Fragestellungen eignen sich Stationen wie der Sonnblick – die nicht von den lokalen Effekten (z.B. Wärmeinseleffekt einer Stadt) beeinflusst werden - besonders gut.

Seit 1886 werden auf dem Sonnblick regelmäßig Klimabeobachtungen durchgeführt. Mit dieser mehr als 110 jährigen Messserie in über 3000 m Seehöhe stellt der Sonnblick eine weltweite Besonderheit dar. Als Beispiel sind in folgender ABB.9 (siehe folgende Abbildung) die Elemente Luftdruck, Lufttemperatur und Sonnenscheindauer in Form von Jahresmittelwerten dargestellt. Im Sinne einer besseren Übersichtlichkeit und Vergleichbarkeit wurden die Werte mittels einer Filterungsmethode geglättet und auf die Periode 1961 bis 1990 normiert.



Sehr deutlich ist in dieser Abbildung die Erwärmung seit der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts zu sehen. Der überraschend ähnliche Verlauf der 3 Kurven spricht dafür, dass die Temperaturzunahme der letzten 120 Jahre aus der Verlagerung der Luftdrucksysteme über Europa folgt, die über die Sonnenscheindauer (Bewölkung) die Temperaturentwicklung steuern. Ein bereits merkbares „Treibhausignal“ lässt sich aus den Sonnblickdaten und auch aus anderen ostalpinen Messreihen jedenfalls nicht herausfiltern (in diesem Fall müsste die Temperaturreihe der Luftdruck- und Sonnenscheinreihe in den letzten Jahrzehnten „davonlaufen“).

Die ansteigende Erwärmung (auch wenn es sich nur um geringe Werte handelt) hat aber auch auf den Anteil des festen Niederschlags (Hagel, Graupel, Eiskörner, Schnee) eine nicht zu unterschätzende Bedeutung (im Hochgebirge handelt es sich hierbei überwiegend um Schnee). Aus den Messreihen vom Hohen Sonnblick ist zu erkennen, dass der Anteil des Schnees gegen Ende des 19. Jahrhunderts noch bei 90 bis 95% lag, in Einzeljahren fielen bis zu 98% des Niederschlages in Form von Schnee. 100 Jahre später (in den warmen 90er Jahren) ist der Schneeanteil bereits auf nur noch 85% zurückgegangen (bezogen auf das Gesamtjahr). Im Sommer (Juni bis August) unterschreitet der Schneeanteil in 3.100 m Seehöhe bereits häufig die 50%-Marke (den Rekordsommer stellte jener aus dem Jahre 1982 mit nur 39% Schnee und 61% Regen dar).

Die beiden beschriebenen meteorologischen Kriterien (Temperaturerhöhung; Rückgang des Anteiles des festen Niederschlages) haben einerseits auf die Intensität der physikalischen Verwitterung, andererseits auf den generellen klimatischen Status des Gipfelaufbaues des Sonnblicks einen nicht zu unterschätzenden Einfluss: die Gipfelregion, im nivalen Klimareich gelegen, unterliegt dem Einfluss des *Permafrostes* (Dauerfrostboden; generell kann „gefrorener Boden“ in zwei Hauptklassen eingeteilt werden: „Permafrost“ – dauernd gefroren, nur im Sommer geringfügiges Auftauen oberflächennaher Bodenschichten; „Seasonal frost“ – periodisch auftauender Boden). Dieses Kriterium wurde nach den gezeigten Temperaturkurven früher erreicht, verschiebt sich aber zusehends zu einem Bereich, für welchen eher der Terminus „seasonal frost“ passen würde. In den Sommermonaten wird, wie augenscheinlich in den gegenständlichen Wandabbrüchen zu erkennen ist, die Wirkung des Permafrostes drastisch (zumindest für alle einsehbaren Klüfte und Spalten bis zum +/- kompakten Fels) reduziert, während der Wirkungszeitraum des „seasonal frost“ durch oftmalige Frost- Tauwechsel sowie den hohen Regenanteil des Niederschlages im Sommer zunimmt.

Durch die erläuterten klimatischen Verschiebungen kommt die physikalische Verwitterung („Frostsprengung“) in vermehrtem Maße zur Wirkung. Beim Gefrieren von Wasser, welches bei +4°C seine größte Dichte und sein geringstes spezifisches Volumen hat, kommt es zur Kristallisation von Eis und zu einer Volumenzunahme von 9%. In einem geschlossenen System kann es hierbei zu einem Druck von bis zu 210 MN/m² kommen. Derartige geschlossene Systeme sind in einem Kluftkörpergebäude, wie vom Hohen Sonnblick ausführlich beschrieben, nicht häufig wenn überhaupt anzutreffen. Wassergefüllte Klüfte können jedoch bei starker und vor allem rascher Abkühlung anfangs außen zufrieren, sodass sich im Inneren der Kluft ein ausreichender Druck aufbauen kann, um klüftigen Fels zu „sprengen“ (d.h., Haarrisse und Kluftspuren progressiv aufreißen, und damit den Gebirgsverband weiter auflockern). Je nach Standort derartiger Gebirgskomplexe kann es zum sofortigen Absturz von Kluftkörpern oder zu einer „kriechenden“ Schwächung des Kluftkörperzusammenhaltes kommen. Eine zunehmende Anzahl von Frost-Tauzyklen und zunehmender Anteil an Feuchtigkeit begünstigt hierbei die Frostsprengung. Diese beiden Kriterien sind durch die erläuterte Entwicklung der meteorologischen Verhältnisse für den Gipfelbereich des Hohen Sonnblicks gegeben.

6. Standsicherheit des Gipfelaufbaues des Hohen Sonnblicks

Zur Beurteilung der Gesamtstandsicherheit des Gipfelaufbaues des Hohen Sonnblicks müssen mehrere geologisch-felsmechanische Kriterien in Bezug zur Grundrissgeometrie des Berges gesetzt werden:

- Das direkte Gipfelplateau (auf welchem sich das Observatorium sowie das Zittelhaus befinden) stellt, ebenso wie ein gedachter Grundriss auf Höhe des Abbruches zur Großen Nordwandrinne, ein ungleichschenkeliges Trapez dar (die Ostwand sowie die Zentrale Nordwand stehen in etwa rechtwinkelig zueinander, die Zentrale Nordwand steht stumpfwinkelig zur Nordwestwand).

- Die +/- flach gegen SW einfallende Primärtextur definiert für den Gipfelaufbau einen „in den Berg“ verkippten Plattenstapel, welcher in Bezug zu den Nordabbrüchen eine generell stabilisierende Wirkung auf den Gesamtkomplex bedingt. Die drei Hauptkluftscharen K 1, K 2 und K 3 bedingen innerhalb der oberflächennahen Wandbereiche der Nordabbrüche des Sonnblicks eine oberflächennahe Gebirgsverbandsauflockerung; der Durchtrennungsgrad der Schieferung/Lagerbankung ist in den beurteilbaren oberflächennahen Wandpartien, vor allem innerhalb der Zentralen Nordwand, großteils hoch (K=0.9–1). Im Verschnitt mit den Hauptkluftscharen sind daher Blockverkipnungen und -verstellungen häufig.

- Hinweise auf den Kernaufbau der Gipfelkuppe des Sonnblicks gaben die Baugruben für die Neuerrichtung des Observatoriums (Lager, Maschinenraum) sowie des Zittelhauses (Kellergeschoss: Stiegenhaus/Vorraum; Trinkwassertanks/Technikräume). Der Felsabtrag erfolgte hier jeweils in kompaktem Gneis durch Sprengarbeit.

- Ebenso zeigen lokale Aufschlüsse des anstehenden Felses innerhalb der Ostwand, der Zentralen Nordwand sowie der Nordwestwand noch primären Gebirgsverband mit weitständigem Trennflächengefüge bei niedrigen Durchtrennungsgraden der Diskontinuitätsflächen. Die Südwestwand des Gipfelaufbaues zum Kleinen Fleißkees hin stellt in ihrem unteren und mittleren Abschnitt ebenso einen kompakten Gebirgskomplex dar.

Der Gipfelaufbau des Hohen Sonnblicks weist also einen kompakten Gneiskern auf, dessen Gebirgsverbandsfestigkeit in den oberflächennahen Bereichen der Nordabbrüche durch Entspannungserscheinungen und der Einwirkung der physikalischen Verwitterung abnimmt. Eine der jeweiligen Raumstellung des Haupttrennflächengefüges in Bezug zur Böschungsrichtung entsprechende, zwiebelschalenartige Verbandsauflösung mit entsprechender Blockgeometrie (Ostwand: dominant plattig-schuppenförmige Kluftkörper; Zentrale Nordwand: dominant platten-quaderförmige Blöcke) führte zum derzeit gegebenen

Erscheinungsbild der Wandtopographie und der lokal unterschiedlichen oberflächennahen Auflockerung des Gebirgsverbandes. Stein- und Blockschläge aus bereits in indifferentem Gleichgewicht befindlichen Wandabschnitten (intern aufgelöste Wand- und Gratstufen, Türme) werden weiterhin auftreten. Im Falle von Ausbrüchen umfangreicherer Kubaturen aus den Nordabbrüchen des Gipfelaufbaues sind derartige Ausbruchsnischen geologisch-felsmechanisch auf eventuell progressives Gebirgsverbandsversagen hin zu untersuchen.

7. Sanierungsmaßnahmen

Aufgrund des gegebenen geologisch-tektonischen Gipfelaufbaues des Hohen Sonnblicks sind Sanierungsmaßnahmen zur Erhaltung der Standsicherheit der einzelnen Wandstufen notwendig, um jedwede Beeinträchtigung der Bebauung (Observatorium und Zittelhaus) und deren Funktionalität zu vermeiden.

Ziel der Sanierungsarbeiten ist einerseits die Minimierung der (teils künstlich verursachten) *Durchfeuchtung des Gebirgskörpers* im obersten Abschnitt des Gipfelaufbaues (1), andererseits die *Erhaltung der per dato gegebenen Topographie des Gipfelaufbaues* (2):

Ad 1): durch die unkontrollierte Ableitung von Niederschlags- und Brauchwässern in den obersten Abschnitt der Zentralen Nordwand kommt es in diesem Bereich zu einer erhöhten oberflächigen Durchfeuchtung des Kluftkörpergebäudes und somit zu einer erhöhten Einwirkung der physikalischen Verwitterung.

Zu 2): Die per dato gegebene generelle Topographie des Gipfelaufbaues des Sonnblicks muss erhalten bleiben, um Spannungsumlagerungen innerhalb der einzelnen Wandabschnitte, welche Ausbrüche umfangreicherer Kubaturen und Unterschneidungen einzelner lokaler Wandareale zur Folge hätten, zu verhindern. Eine Gefährdung durch erwartete lokale Stein- und Blockschläge (Ausbrüche bereits völlig aus dem Gebirgsverband gelöster Kluftkörper) für die Gesamtstabilität des Gipfelaufbaues ist nicht gegeben.

7.1. Ableitung von Dach-, Traufen-, Schmelz- und Brauchwässern

Eine künstliche Ausleitung jeglicher Niederschlags-, Schmelz- und Brauchwässer in den Bereich der Nordabstürze des Sonnblicks ist zu vermeiden.

Folgende Maßnahmen werden dringend empfohlen:

⇒ Errichtung einer durchgehenden Dachrinne im Bereich des Observatoriums und Ableitung der Traufwässer gegen Süden.

⇒ Beendigung der Ausleitung der Brauchwässer aus der Küche des Zittelhauses in den Bereich der Zentralen Nordwand.

⇒ Herstellung einer wasserdichten Oberfläche des derzeitigen Verbindungsweges bzw. der Terrasse zwischen Observatorium/Zittelhaus zur Zentralen Nordwand zur Vermeidung jeglicher Infiltration von Niederschlags- und Schmelzwässern in den Untergrund .

7.2. Terrassenversiegelungen

Der Verbindungsweg zwischen Zittelhaus und dem Observatorium auf der Nordseite der Gebäude muss hinsichtlich der möglichen Infiltrationen von Niederschlags- und Schmelzwässern abgedichtet werden. Der derzeitige Zustand weist unterschiedlichen Aufbau der Terrassenoberfläche bzw. des Gehweges auf:

⇒ im westlichen Abschnitt (auf Höhe des Gastzimmers des Zittelhauses) steht lokal der felsige Untergrund an der Oberfläche an (Gneisbänke).

⇒ gegen Osten hin dürfte bereichsweise der anstehende Fels unter geringmächtigem verdichtetem Sand-Kiesgemisch anstehen, teils sind hier Gneisplatten (ohne Vermörtelung) verlegt.

⇒ lokal wurden direkt an das Mauerwerk des Zittelhauses anschließend, wasserdichte Blechbahnen verlegt (welche allerdings nur den bergseitigen Bereich des Terrassenweges abdecken, also eine Durchfeuchtung der Untergrundes gegen Norden hin auch nicht verhindern können).

⇒ im Grenzbereich Zittelhaus – Observatorium wurde der Durchgang durch Gneisplatten befestigt, diese sind durch Mörtel verfugt; die Fugen sind allerdings bereits mehrfach aufgerissen und in keinem Falle als wasserdicht zu bezeichnen.

Die Sanierung des gesamten westlich, nördlich und östlich der Gebäude liegenden Verbindungsweges/Terrassenvorbaues kann durch technisch unterschiedliche Abdichtungsmaßnahmen erfolgen:

⇒ Herstellung einer durchgehenden, flächendeckenden Stahlblechabdeckung mit bergseitiger Montage wie bereits in Teilbereichen entlang der Zittelhaus – Nordfassade erfolgt. Hierbei muss ein Ausgleichsbett unterhalb der Blechbahnen eingerichtet werden, die Ableitung der Niederschlags- und Schmelzwässer hat gegen Süden zu erfolgen. Um die notwendige Trittsicherheit auch bei Vereisung zu gewährleisten, muss ein Gitterrost (Stahlgitterrost, Hartgummi etc.) aufgelegt und montiert werden.

⇒ Herstellung einer durchgehenden, dichten Stahlbetonplatte ausreichender Bemessung (Frostsicherheit), Ausleitung der anfallenden Niederschlags- und Schmelzwässer ebenso ausschließlich nach Süden.

Die Herstellung der genannten Stahlblechabdeckung wird als wirtschaftlicher und unter den gegebenen äußeren Umständen als leichter ausführbar eingestuft.

7.3. Messtechnische Überwachungen

Im Bereich der oberen Ostwand des Gipfelaufbaues (unterhalb der Seilbahn-Bergstation bzw. der Solaranlage) wird empfohlen, drei einfache Vertikalmessreihen, welche eine Messung etwaiger Vertikal- und/oder Horizontalverschiebungen an Felsklüften ermöglichen, einzurichten. Grundsätzlich wird angeraten, eine Fixpunkteinbindung zwecks geodätischer Einmessung eventuell vom Nordostgrat aus herzustellen. Pro Messreihe wird die Montage von fünf Messbolzen empfohlen (Höhe der Messreihen bis auf das erste vegetationsbestandene Band; wird vor Ort festgelegt).

7.4. Konstruktive Felssicherungsmaßnahmen

Zur Erhaltung der Gesamtstabilität des gegebenen Grundrisses des Gipfelaufbaues des Hohen Sonnblicks im relevanten Bereich der gegen Norden abfallenden Wandstufen wird die Herstellung von angepassten Sanierungsmaßnahmen dringend empfohlen, wobei folgende Felssicherungen zum Einsatz kommen werden:

⇒ Felsvernagelungen lokaler Kluftkörper mittels vollvermörtelter SN-Anker zur Erhöhung der Wandstabilität und zur Vermeidung progressiver Einzelausbrüche.

⇒ Sicherung lokaler offenstehender Kluftgassen und aufgelockerter Wandabschnitte durch (bewehrte) Spritzbetonversiegelungen und -plombierungen.

⇒ Sicherung einzelner Wandabschnitte durch vorgespannte Daueranker mit Stahlbetonbalken- und -lisenen (vertikale Stahlbetonbalken) als Auflager zur Lastverteilung und Überbrückung von Diskontinuitätsflächen und deren Verschnitten.

Einzelabschnitte der gegenständlichen Wände werden vor Durchführung der Felssicherungen zu übersteigen und gezielt von losen Steinen und Blöcken zu beräumen sein.

Konstruktive Felssicherungen werden innerhalb der *Ostwand*, der *Zentralen Nordwand* sowie der *Nordwestwand* herzustellen sein.

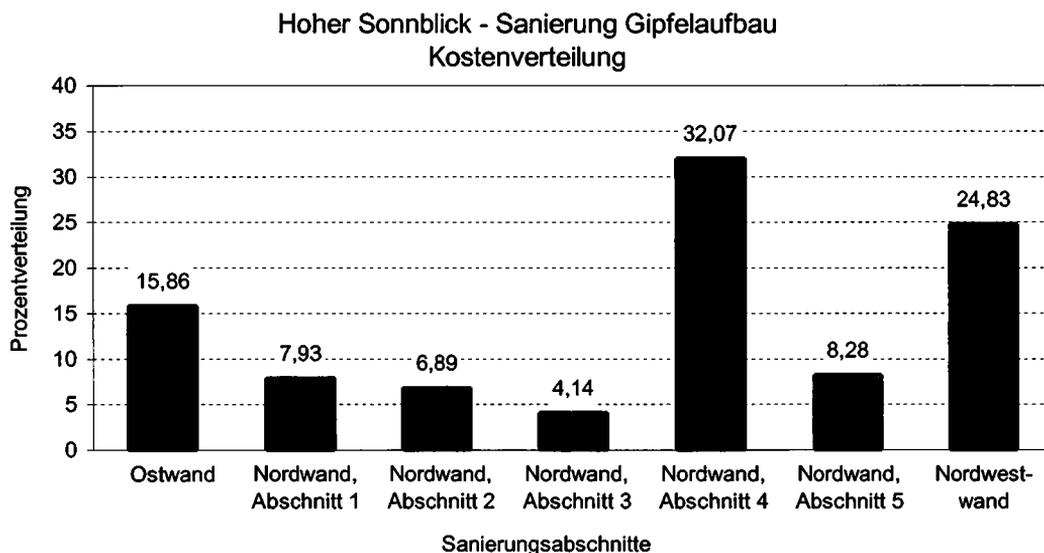
7.5. Kostenschätzung

Die Kosten zur Herstellung der empfohlenen Sanierungsmaßnahmen zur Erhaltung der Gesamtstabilität des Gipfelaufbaues des Hohen Sonnblicks werden folgendermaßen angeschätzt:

LEISTUNG	NETTO (ATS)	BRUTTO (ATS)	NETTO (€)	BRUTTO (€)
Baustelleneinrichtung	300.000,00	360.000,00	21.801,85	26.162,22
Sanierung Ostwand	460.000,00	552.000,00	33.429,50	40.115,40
Sanierung Nordwand	1.720.000,00	2.064.000,00	124.997,27	149.996,73
Sanierung NW-Wand	720.000,00	864.000,00	52.324,44	62.789,33
GESAMT	3.200.000,00	3.840.000,00	232.553,06	279.063,67

Die Kosten für die Sanierung des Verbindungsweges bzw. der Terrasse zwischen Zittelhaus und Observatorium sowie die Herstellung der messtechnischen Überwachungseinrichtungen sind in der angeführten Kostenschätzung nicht enthalten.

Für die einzelnen Sanierungsbereiche *Ostwand*, *Nordwand Abschnitt 1 – 5*, und *Nordwestwand* ergibt sich folgende prozentuelle Kostenverteilung (ohne Baustelleneinrichtung):



Literatur

- AMT DER SALZBURGER LANDESREGIERUNG, Landesbaudirektion/Geologischer Dienst, Michael-Pacher-Strasse 36, 5020-Salzburg (13.08.1999): „*Sonnblickobservatorium, Erosionsgefahr; geologisches Gutachten*“; Autor: Dr.R.Braunstingl
- AUER, I. & R. BÖHM (1999): *Alpine Klimaforschung in „Der Sonnblick, Observatorium über den Wolken, Wissenschaftliche Aktivitäten“*; Herausgeber: ZAMG, Sonnblickverein
- BÖHM, R. (1986): „*Der Sonnblick – Die hundertjährige Geschichte des Observatoriums und seiner Forschungstätigkeit*“; Herausgeber: Österreichischer Bundesverlag, Wien
- BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN (1999): „*Austrian Map/West: ÖK 1 : 500.000, Bereich Bad Gastein – Rauris – Fusch an der Großglocknerstrasse – Rauriser Sonnblick*“; Herausgeber: BEV, Schiffamtsgasse 1 – 3, 1025 Wien
- DEL NEGRO, W. (1970): „*Geologie der Österreichischen Bundesländer in kurzgefaßten Einzeldarstellungen: SALZBURG*“; Herausgeber: Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031-Wien
- EXNER, Ch. (1962): „*Geologische Karte der Sonnblickgruppe 1: 50.000 mit Erläuterungen*“; Herausgeber: Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031-Wien
- FÜRLINGER, W., Baugeologische Beratung, Spitalskystrasse 10, A-4400-Steyr (November 1978): „*Bergstation der Materialeisbahn auf den Hohen Sonnblick – Baugeologische Beurteilung*“
- GIANI, G.P. (1992): „*Rock Slope Stability Analysis*“; ed.: A.A.Balkema Publishers, Rotterdam-Brookfield
- HOEK, E., & BRAY, J.W. (1981): „*Rock Slope Engineering*“; ed.: The Institution of Mining and Metallurgy, London
- HUNT, R.E. (1984): „*Geotechnical Engineering Investigation Manual*“; ed.: McGraw-Hill, International Book Company, USA
- KRAPFENBAUER, R., o.Prof Dipl.Ing.Dr.techn., Ingenieurkonsulent für Bauwesen, Pölzleinsdorferstr.94, 1184 Wien:
- EINREICHPLAN für die Errichtung eines Observatoriums und einer Seilbahnstation auf dem Hohen Sonnblick (Grundrisse 1:100; Schnitte 1:100; Lageplan 1:50); Juli 1980, Pl.Nr.1/D
 - SONNBLICK OBSERVATORIUM, Grundrisse 1:50; 29.05.1981
 - SONNBLICK OBSERVATORIUM, Konstruktionsplan 1:50, Schnitte; 01.06.1981
- KUDRYASHOV, B.B., & YAKOVLEV, A.M. (1991): „*Drilling in the Permafrost*“; ed.: A.A.Balkema Publishers, Rotterdam-Brookfield
- MATULA, M. (1981): „*Rock and Soil Description and Classification for Engineering Geological Mapping*“; Bull.IAEG, 24, S.235-274; Essen (DGEG)
- MÜLLER, L. (1963; 1980): „*Der Felsbau; Erster Band: Theoretischer Teil – Felsbau über Tage 1.Teil*“; Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
- ÖNORM B 4015-1 (01.10.1987): „*Belastungsannahmen im Bauwesen Außergewöhnliche Einwirkungen Erdbebeneinwirkungen Grundlagen*“; Herausgeber: Österreichisches Normungsinstitut, Heinestrasse 38, A-1021-Wien
- ÖNORM B 4015-2 (01-08-1999): „*Belastungsannahmen im Bauwesen Außergewöhnliche Einwirkungen Erdbebeneinwirkungen Berechnungsverfahren*“; Herausgeber: Österreichisches Normungsinstitut, Heinestrasse 38, A-1021-Wien
- PHUKAN, A. (1993): „*Frost in geotechnical engineering*“; Proceedings of the 2nd International Symposium, Anchorage, Alaska, 28.06-01.07.1993; ed.: A.A.Balkema Publishers, Rotterdam-Brookfield
- SCHERER, E. (2000): „*Auf dem Weg zum Hohen Sonnblick*“; Herausgeber: ÖAV Sektion Rauris, Verlag: Rupertus Schwarzach

- SCHOBER, Ch. (1993): „*Rock slope failures – Geological reasons and methods of stabilisation*“; in: Proceedings of the International Symposium on Assessment and Prevention of Failure Phenomena in Rock Engineering, Istanbul/Turkey, 5-7 April; ed.: A.A.Balkema Publishers, Rotterdam-Brookfield
- SCHOBER, Ch. (1996): „*Felsstürze: Analyse und Gefährdungspotential – zwei Fallbeispiele in den Hohen Tauern (Salzburg, Österreich)*“; in: ZEITSCHRIFT FÜR ANGEWANDTE GEOLOGIE, Band 42, Heft 1; E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart
- SCHOBER, Ch. (1997): „*Felsankerungen als Sicherungsmaßnahme vor Steinschlag-/Felssturzereignissen unter Berücksichtigung Geologisch-Felsmechanischer Parameter*“; in: Tagungsband – Symposium Steinschlag als Naturgefahr und Prozeß, Salzburg, September 1997
- SCHREINER, A. (1992): „*Einführung in die Quartärgeologie*“; E.Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller), Stuttgart
- TOLLMANN, A. (1977): „*Geologie von Österreich, Band I*“; Verlag Franz Deuticke, Wien
- WEISSENBERGER, S., & RATSCHENBERGER, W., Wolf-Dietrich-Strasse 19, 5020 Salzburg (30.10.1983): „*Einreichplan Zittelhaus am hohen Sonnblick*“; erstellt für: Österreichischer Alpenverein, Sektion Rauris, Rauris Markt 122
- ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK, Österreichischer Geophysikalischer Dienst, Hohe Warte 38, A-1191-Wien:
 „*Alle aus der Geschichte bekannten Erdbeben im Umkreis von 40 km von Bockstein (47,12/13,14) mit Epizentralintensitäten $I_0 \geq 5^\circ$ EMS-98 (=Neufassung der Mercalli-Skala)*“; Auskunft erteilt durch Herrn Dr.G.Duma 31.08.01
- „*Der Sonnblick Observatorium über den Wolken Wissenschaftliche Aktivitäten August 1999*“; ZAMG Regionalstelle für Salzburg und Oberösterreich, Freisaalweg 16, 5020 Salzburg
- Geländebegehungen und Wandübersteigungen durch den Berichterstatter; Hubschrauberbefliegung am 15.08.2000; einschlägige Informationen durch die Herren Dr.Schöner, Dr.Staudinger, Hans Lindler und Friedl Wallner

Kontaktadresse:

Dr. Christian SCHOBER

Beratung und Projektierung für Angewandte Geologie und Sprengtechnik

Babenham 42

A-5221-Lochen

Folgende Seiten: Fotos Ch. Schober



Foto 1: Ansicht des Hohen Sonnblicks von Norden mit markantem Gipfelaufbau



Foto 2: Ansicht des Sonnblick-Gipfelaufbaues: 1 – Ostwand; 2 – Nordostpfeiler; 3 – Zentrale Nordwand; 4 – Nordwestpfeiler; 5 - Nordwestwand



Foto 3: Ansicht des Observatoriums, des Zittelhauses und der oberen Ostwand



Foto 4: Ansicht der Zentralen Nordwand mit charakteristischem Gebirgstrennflächengefüge, in Bildmitte die „markante Ausbruchsnische“ („Zerrüttungszone“)



Foto 5: Gipfelaufbau – Zentrale Nordwand: Blick Richtung W auf die „markante Ausbruchsnische“ sowie den oberen Nordwestpfeiler



Foto 6: Gipfelaufbau – Nordwestpfeiler: Blick wandaufwärts gegen die Abbruchkante des oberen Pfeilers mit flach in den Berg einfallender Schieferung (Überhangbildung) und markant ausgeprägtem Trennflächengefüge bei Dominanz der beiden Hauptkluftscharen K 1/K 2



Foto 7: Gipfelaufbau – Nordwestpfeiler-Nordwestwand: Ansicht des oberen Pfeilers (mit intensiver Aufblockung) sowie der oberen Nordwestwand mit markantem Großausbruch (in Bildmitte) nach Kluftschar K 3, Dachbildung durch Schieferung



Foto 8: Ansicht der Südwestwand des Sonnblicks mit Observatorium und Zittelhaus