

Fünzig Jahre meteorologische Beobachtungen auf dem Lomnický štít

Elena NIEPLOVÁ, Pavol PINDJÁK, Bratislava

1. Einleitung

Im Jahre 1990 sind fünfzig Jahre seit dem Beginn der regelmäßigen Beobachtungen auf dem Lomnický štít (Lomnitzer Spitze) vergangen. Im folgenden soll ein kurzer Überblick über Lage, Geschichte und klimatische Bedingungen dieses Gipfelobservatoriums gegeben werden.

2. Lage des Observatoriums

Lomnický štít (2632 m) liegt am Ostrand des Hauptkammes der Hohen Tatra. Der Hauptkamm der Hohen Tatra ist bogenähnlich nach Süden gewölbt und seine Länge beträgt 26,5 km. Seine mittlere Höhe beträgt 2279 m, die mittlere Höhe der Gipfel 2357 m und die der Bergsättel 2179 m. Die Hohe Tatra ist ein Hochgebirge von kleiner horizontaler Ausdehnung, ihre Abhänge steigen jedoch steil von den umliegenden Talkesseln an, bei einer relativen Überhöhung von mehr als 2000 m.

Die meteorologische Station hat die Merkmale einer Gipfelstation, die Gipfelausdehnung ist dabei klein. Das Gebäude der Seilbahnbergstation ist in den Gipfel einer steilen Spitze eingebaut; das ganze Gebäude ist auf der nordöstlichen Seite 18 m hoch. Der runde Eisenbetonraum des Observatoriums befindet sich auf dem Dach des Gebäudes, wo auch einige meteorologische Geräte aufgestellt sind.

3. Geschichte der meteorologischen Beobachtungen

Ununterbrochene und regelmäßige meteorologische Beobachtungen in diesem Gebiet nahmen ihren Anfang in den 60er und 70er Jahren des 19. Jahrhunderts. Die ältesten ganzjährigen Wetteraufzeichnungen stammen aus Liptovský Hrádok (1881), Štrbské Pleso (1902) und Starý Smokovec (1905). Die Versuche, ein meteorologisches Observatorium auf dem Hochgebirgsgipfel zu gründen, waren jedoch nicht erfolgreich. Der anwachsende Erholungsreiseverkehr und die Bergtouristik in den 30er Jahren dieses Jahrhunderts gaben Anlaß zur Errichtung der Schwebeseilbahn Tatranská Lomnica-Skalnaté Pleso-Lomnický štít. Auf Verlangen namhafter Meteorologen und Geographen - Dr. F. Vitásek, Dr. A. Gregor und Dr. R. Schneider - wurden in die Aufbaupläne des Stationsgebäudes auch die Räume für das meteorologische Observatorium eingebunden, und der Bau wurde den Bedürfnissen der meteorologischen Beobachtungen angepaßt. Mit dem Bau wurde im Jahre 1936 begonnen; im Laufe des Sommers 1940 war das Gebäude fertiggestellt, und nach der Installation der meteorologischen Geräte wurde mit der regelmäßigen Beobachtungstätigkeit im Observatorium begonnen. Diese wurde nur im Zeitabschnitt von 21. Jänner 1945 bis 31. Dezember 1946 durch Kriegseignisse unterbrochen.

Seit dem Beginn der Beobachtungen sind August-Psychrometer-Thermometer, Extremthermometer, Thermograph, Hygrograph und Hygrometer in einer hölzernen Jalousiehütte aufgestellt, die sich auf der Nordseite der Beobachtungsrotunde auf dem Dach des Gebäudes befindet. Die Thermometer sind in einer Höhe von 120 cm über dem Dach aufgestellt. Ursprünglich war die Hütte vor dem Fenster des Observatoriums installiert. Es wurde angenommen, daß diese Maßnahme es ermöglicht im Fall von extrem ungünstigem Wetter die Werte direkt im Raum des Observatoriums abzulesen. Diese Lösung bewährte sich jedoch nicht, da zur Zeit der Stürme bei raschen Luftdruckveränderungen warme Luft aus dem Innenraum des Observatoriums in die Hütte angesaugt wurde.

Ursprünglich waren am Observatorium folgende Geräte installiert: universeller Fuess-Anemograph in der Ausführung für Bergstationen mit der Windstoßskala bis 80 m/s, Dines-Anemograph zur Registrierung der Momentangeschwindigkeit des Windes, Fuess-Luftdruckmesser, Tycos-Mikrobarograph der Firma Short and Mason, Michelson-Marten-Aktinometer, Aktinograph nach Robitzsch, Campbell-Stokes-Heliograph. Zur Niederschlagsmessung dienen bis heute zwei Regenmesser mit der Auffangfläche von 500 cm², der eine ohne Windschutz, der andere mit Schutz vom Typ Nipher. Die Stationsausstattung wurde später um einen Totalisator mit der Auffangfläche von 250 cm², ein Kipp-Zonen-Solarimeter und einen geheizten SIAP-Berganemograph ergänzt.

Anfang der 60er Jahre entstanden auf dem Lomnický štít zwei wissenschaftliche Einrichtungen der Slowakischen Akademie der Wissenschaften. Im astronomischen Institut wurden die physikalischen Eigenschaften der hohen Schichten der Atmosphäre untersucht, gegenwärtig wird die Sonnenkorona und Protuberanz außer der totalen Sonnenfinsternis mit Koronograph beobachtet. Im Institut für experimentelle Physik wurden die Eigenschaften der kosmischen Strahlung untersucht und beobachtet.

4. Klimatologische Charakteristik

Die Hohe Tatra modifiziert auf kleiner Fläche das Klima des Gesamtgebietes beträchtlich. Das stark gegliederte Glazialrelief mit den beträchtlichen Relativhöhen bildet eigenartige klimatische Bedingungen. Der mächtige Gebirgskamm formt ein bedeutendes Hindernis für die Luftströmung und schützt die Tallagen an den Südhängen vor den Kaltlufteinbrüchen aus Norden.

Der Charakter des Gebirgsklimas in der Hohen Tatra wird von den komplizierten und schwankenden Zirkulationsverhältnissen Mitteleuropas bestimmt. Im Winter ist das Wetter vom Wechsel verschiedener zyklonaler und antizyklonaler Situationen beeinflusst - aus West und Nordwest ins Binnenland einströmende Zyklone, über Ungarn auf das Gebiet der Slowakei eindringende Zyklone aus dem Mittelmeerraum, Antizyklone, die für längere Zeit über dem Gebiet der Ostkarpaten stabilisiert sind. Die Sommerzirkulation ist geschwächt, das Wetter ist von der zyklonalen Tätigkeit über dem Nordteil des Kontinents und auch von der verstärkten Konvektion in den Berggebieten charakterisiert.

Das meteorologische Observatorium auf dem Lomnický štít ist die höchstgelegene Beobachtungsstelle im Raum der CSFR. Deshalb kommt es vor, daß die meteorologischen

Elemente, die durch die Seehöhenveränderung beeinflusst werden, hier Extremwerte für das gesamte Staatsgebiet darstellen. Die klimatologischen Parameter und ihr Jahresgang sind hier auch von der Seehöhe stark modifiziert.

Die grundlegenden statistischen Parameter der Lufttemperatur auf dem Lomnický štít für die 30jährige Periode 1961-1990 sind in Tabelle 1 und 2 angegeben.

TABELLE 1: Statistische Parameter der Lufttemperatur auf dem Lomnický štít für die Periode 1961-1990

Mittlere Monats- und Jahreslufttemperatur in °C, Terminmittel, $t = (t_7 + t_{14} + 2t_{21})/4$

	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
t_7	-11,5	-11,8	-9,8	-6,1	-1,2	1,6	3,1	3,4	0,8	-2,0	-6,8	-10,0	-4,1
t_{14}	-10,6	-10,4	-8,1	-4,3	0,4	3,3	4,9	5,1	2,3	-0,9	-6,0	-9,4	-2,8
t_{21}	-11,3	-11,6	-9,5	-6,2	-1,6	1,2	2,8	3,1	0,8	-2,0	-6,7	-9,9	-4,2
t	-11,2	-11,3	-9,3	-5,7	-1,0	1,8	3,4	3,6	1,2	-1,8	-6,6	-9,8	-3,8

Extrema der Tagesmittel der Lufttemperatur (in °C)

	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Max.	2,2	2,2	3,9	5,3	9,2	11,8	12,8	13,0	10,5	8,3	5,3	1,5	13,0
Min.	-29,8	-28,4	-30,9	-17,2	-13,6	-11,0	-5,2	-6,3	-11,2	-16,9	-21,7	-24,9	-30,9
Standardabweichung	5,67	5,39	5,22	4,53	4,02	4,23	3,94	3,98	4,38	4,72	5,22	5,24	7,29

Interdiurne Veränderlichkeit (in °C)

	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Mittel	3,0	2,6	2,6	2,1	1,7	1,7	1,9	1,8	2,1	2,5	2,7	2,9	2,3
Maximum	13,1	10,0	14,5	9,4	7,6	8,6	8,8	8,1	12,4	11,3	11,7	12,2	14,5

Abkühlung

	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Mittel	-2,8	-2,7	-2,4	-2,2	-1,9	-1,9	-2,0	-2,1	-2,2	-2,5	-2,9	-3,0	-2,4
Maximum	-15,6	-12,4	-13,2	-12,9	-9,8	-12,2	-9,7	-9,2	-10,6	-11,1	-15,3	-15,7	-15,7

Häufigkeiten der Tagesmitteltemperaturen

	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
≥ 0	4	8	20	71	397	593	745	761	584	374	80	13	3650
≥ 5				2	38	211	330	348	165	43	1		1138
≥ 10						9	26	39	4				78

TABELLE 2: Extreme Lufttemperaturen auf dem Lomnický štít für die Periode 1961-1990 (in °C)

Absolutes Maximum													
4,7	4,2	6,3	9,3	13,7	17,3	17,3	16,6	13,4	11,6	7,0	5,2	17,3	
Tag/Jahr													
15.1975	21.1990	18.1990	23.1962	23.1986	30.1963	01.1987	17.1974	18.1961	23.1989	01.1968	17.1989	01.07.1987	
Absolutes Minimum													
-31,6	-29,9	-31,4	-19,0	-16,6	-12,4	-8,0	-8,4	-12,2	-18,6	-23,2	-30,4	-31,6	
Tag/Jahr													
13.1968	18.1985	03.1987	15.1988	14.1980	02.1977	16.1977	25.1980	28.1972	31.1973	26.1989	27.1976	13.01.1968	

	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Mittleres Tagesmaximum	-8,6	-8,6	-6,4	-2,8	1,9	4,9	6,6	6,8	3,9	0,9	-4,0	-7,2	-1,0
Mittleres Tagesminimum	-13,8	-13,8	-11,9	-8,3	-3,5	-0,7	0,8	1,2	-1,2	-4,1	-9,1	-12,5	-6,4
Mittleres Monatsmaximum	-1,2	-1,8	1,0	3,8	7,6	12,1	13,7	13,7	10,5	8,0	3,3	0,2	15,1
Mittleres Monatminimum	-23,3	-22,4	-20,9	-16,6	-10,9	-7,4	-5,3	-5,2	-8,6	-12,9	-18,0	-22,2	-26,6

Zahl der Tage mit charakteristischen Extremtemperaturen

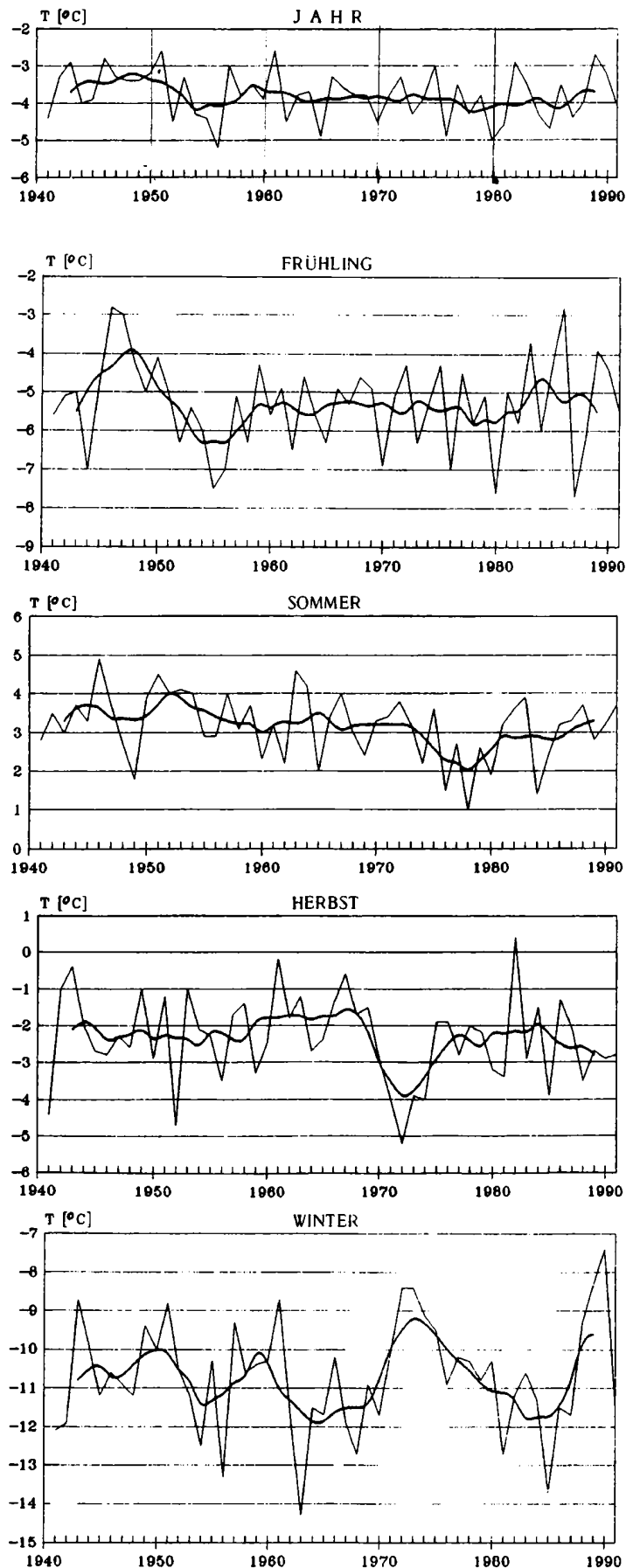
	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Frosttage													
- Mittel	31,0	28,2	30,9	29,3	25,1	15,7	12,7	11,5	16,8	23,4	29,0	30,9	284,4
- Maximum	31	29	31	30	31	25	24	26	27	31	30	31	315
- Minimum	31	27	29	25	13	2	2	4	2	9	25	29	252
Eistage													
- Mittel	30,3	27,4	28,9	23,0	9,0	3,8	1,9	1,6	5,6	12,7	24,2	29,5	197,8
- Maximum	31	29	31	30	20	10	5	9	17	31	30	31	227
- Minimum	27	19	22	14	2					3	16	24	171
Strenge Frosttage													
- Mittel	22,5	21,0	19,1	10,0	2,1	0,2			0,6	4,8	12,2	20,2	112,6
- Maximum	31	28	29	20	10	3			4	16	23	28	141
- Minimum	14	10	10	1							1	10	84

Das Jahresmittel der Lufttemperatur von -3,8 °C ist ein Tiefstmittel für das ganze Gebiet der CSFR. Der Jahresgang der Lufttemperatur entspricht dem Gebirgsklima - der wärmste Monat ist der August mit einem Monatsmittel der Temperatur von 3,6 °C , der kälteste Monat der Februar mit einem Mittel von -11,3 °C. Ein Merkmal des Gebirgsklimas ist auch die Tatsache, daß sich in der Periode der intensiven Konvektionsströme die tägliche Erwärmung nicht erhöht und die Lufttemperatur um 21 Uhr niedriger ist als um 7 Uhr.

Die mittlere Temperaturamplitude ist über das ganze Jahr klein, was auch die Mittelwerte der Tagesmaxima und -minima bestätigen (der kleinste Wert von $5,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ im Oktober, der größte Wert von $5,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ im Juli). Das absolute Maximum der Lufttemperatur in der Geschichte der Station, $19,4\text{ }^{\circ}\text{C}$, wurde am 20. August 1943 registriert. Das Vorkommen dieser Höchsttemperatur ist mit dem mächtigem Absinken in der Antizyklone über der Tatra verbunden. Die tiefste Lufttemperatur, $-31,6\text{ }^{\circ}\text{C}$, wurde bei einer nördlichen zyklonalen Situation am 13. Jänner 1968 gemessen.

In den Abbildungen 1, 2 und 3 ist der Zeitverlauf der Jahres- und Jahreszeitenmitteltemperatur und der Extremtemperaturen veranschaulicht.

ABBILDUNG 1:
Zeitreihen des Jahres- und Jahreszeitenmittels der Lufttemperatur von Lomnický štít (2635 m)
— Einzelwerte
— 5jähriges gleit. Mittel



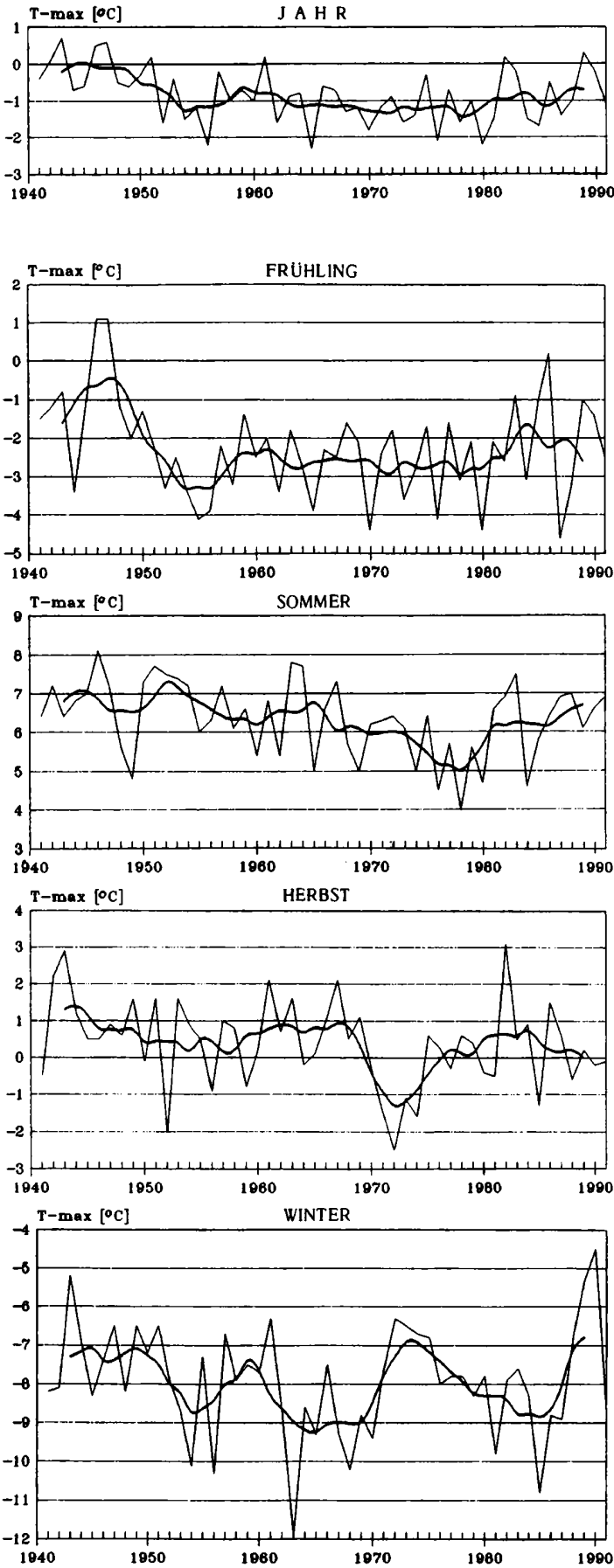


ABBILDUNG 2:
Zeitreihen des Jahres- und
Jahreszeitenmittels der Extrem-
temperatur von Lomnický štít
(2635 m) - Tagesmaximum
— Einzelwerte
— 5jähriges gleit. Mittel

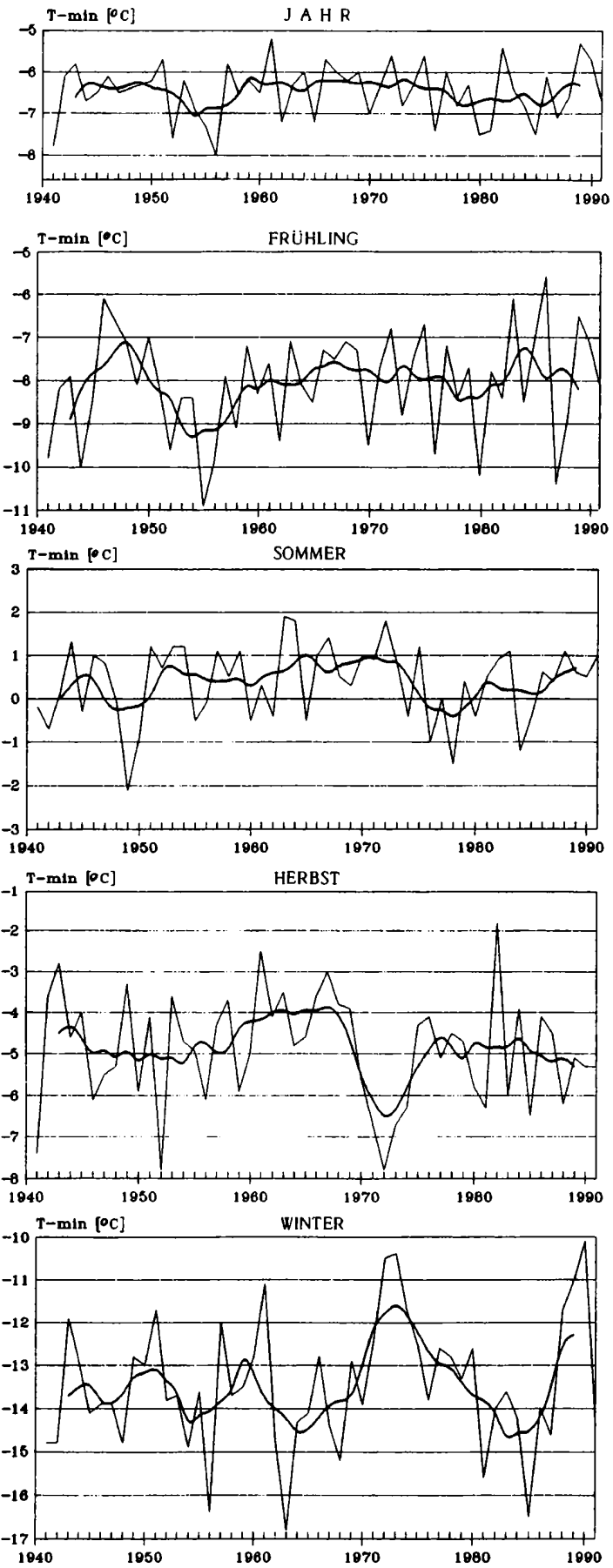


ABBILDUNG 3:
Zeitreihen des Jahres- und
Jahreszeitenmittels der
Extremtemperatur von Lomnický
štít (2635 m) - Tagesminimum
— Einzelwerte
— 5jähriges gleit. Mittel

Die Niederschlagsmessung in den Gebirgslagen ist mit großen Schwierigkeiten verbunden. Systematische Meßfehler infolge des aerodynamischen Windeinflusses, vor allem auf Niederschlag in fester Form, können in den windigen Kammgebieten 40% übersteigen.

Die Grunddaten über die Niederschlagsmengen und die Schneedecke in der Periode 1961-1990 sind in Tabelle 3 angegeben.

TABELLE 3: Statistische Parameter der Niederschlagssummen auf dem Lomnický štít für die Periode 1961-1990

	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Monats- und Jahressummen des Niederschlages in mm													
Mittel	94	91	93	98	100	138	131	129	86	76	97	105	1239
Maximum	191	181	195	166	190	256	252	249	174	242	225	202	1532
Jahr	1967	1962	1967	1978	1984	1973	1980	1977	1990	1974	1962	1974	1967
Minimum	31	8	21	42	44	55	59	40	19	9	36	16	893
Jahr	1978	1976	1974	1961	1977	1976	1979	1973	1969	1977	1978	1972	1976
Relative mittlere Veränderlichkeit der Monats- und Jahressummen des Niederschlages in % des gegebenen Monatsmittels													
	38	40	34	27	31	26	29	30	32	42	34	42	10
Tagessumme des Niederschlages in mm													
Maximum	49	32	40	40	53	89	74	50	53	43	48	47	89
Tag/Jahr	4.61	3.67	2.65	6.90	23.84	30.73	3.67	1.86	23.84	20.74	14.88	29.86	30.6.73
Häufigkeiten der Tage mit Niederschlag													
≥ 0,0mm	557	516	614	602	617	635	577	538	447	416	501	589	6609
≥ 0,1mm	532	495	580	578	589	589	546	508	420	382	487	566	6272
≥ 1,0mm	419	395	453	454	459	485	438	421	328	304	401	473	5030
≥ 5,0mm	199	191	192	208	208	251	229	242	176	166	209	219	2490
≥10,0mm	82	95	83	85	93	137	133	130	90	68	96	98	1190
≥25,0mm	9	6	8	6	7	26	29	31	11	12	9	8	162
Höhe der Schneedecke in cm													
Mittel	100	121	125	124	85	32	9	7	12	19	34	70	81
Mittleres Maximum	131	147	151	152	120	37	10	7	16	27	61	100	181
Absolutes Maximum	287	260	262	266	219	146	61	32	65	136	140	230	287
Tag/Jahr	24.83	1.83	28.83	16.83	13.65	1.87	8.84	31.81	24.64	30.74	7.74	31.74	24.1.83
Zahl der Tage mit Schneedecke													
Mittel	31	28	31	30	25	13	6	3	10	17	28	31	250
Maximum	31	29	31	30	31	30	15	12	28	31	30	31	298
Minimum	28	28	30	18	11					2	15	29	215

Auf dem Lomnický štít wird der Niederschlag mit einem Regenschirm ohne Windschutz und mit einem mit Schutz vom Typ Nipher gemessen. Nach PETROVIC (1962) sind die gemessenen Summen beim geschützten Regenschirm um 11% höher als beim ungeschützten.

Die mittlere Jahressumme der Niederschlagsmengen, gemessen im angeführten 30jährigen Zeitraum, beträgt 1239 mm. Im Jahresgang wird das Niederschlagsminimum (76 mm) im Oktober, das Maximum (130 mm) im Juni beobachtet. Nach den Werten der absoluten Extrema ist die Niederschlagsschwankung groß. In einem außerordentlich trockenen Jahr fällt auf die Gipfel der Tatra nur ungefähr 800 mm Niederschlag (absolutes Minimum während der ganzen Beobachtungszeit waren 771 mm im Jahr 1942), in einem niederschlagsreichen kann die Summe von 2000 mm überschritten werden (absolutes Maximum während der ganzen Beobachtungszeit waren 2052 mm im Jahr 1955). Die geringste Niederschlagsschwankung wird im Juni (26% der mittleren Monatssumme), die größte im Oktober (42% der mittleren Monatssumme) beobachtet.

Für eine Gebirgslage ist charakteristisch, daß die maximale Tagessumme des Niederschlages in keinem Monat höher als das entsprechende Monatsmittel ist.

In Abbildung 4 ist der Zeitverlauf der Jahres- und Jahreszeitebenen des Niederschlages seit dem Beginn der Beobachtungen zusammengestellt.

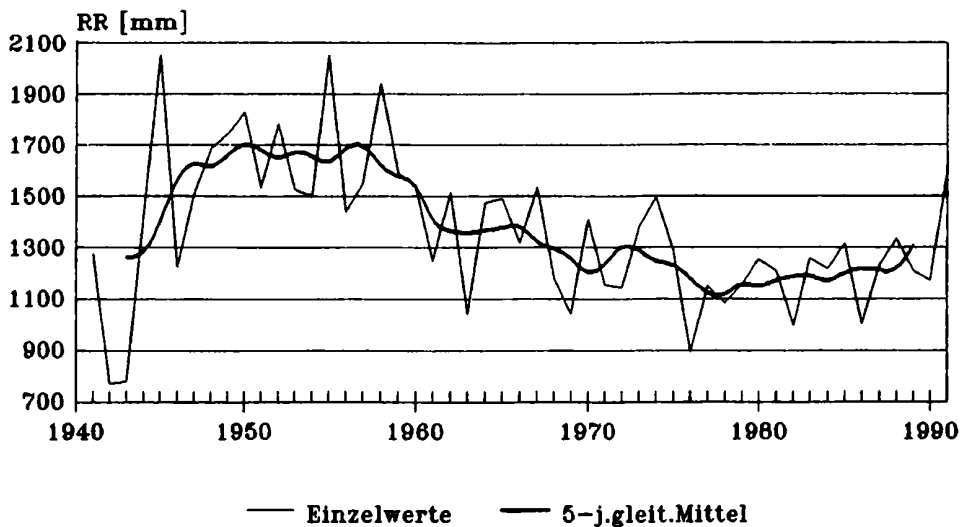


ABBILDUNG 4: Zeitreihen der Jahressummen des Niederschlages der Station Lomnický štít (2635 m)

Tage mit Schneedecke kommen auf dem Lomnický štít das ganze Jahr über vor, andererseits können in allen Wintermonaten auch Tage ohne Schneedecke vorkommen. Die Messung der Schneedeckenhöhe auf dem Lomnický štít ist hinsichtlich der stark windigen Lage, der Steilheit der Abhänge und der kleinen Gipfelfläche sehr kompliziert. Die maximale Höhe der Schneedecke wird von März bis April erreicht, das absolute Maximum von 323 cm wurde im Februar 1948 gemessen.

Die Sonnenscheindauer auf den Hochgebirgsspitzen hat ihren eigenen Jahresgang (siehe Tabelle 4). Lomnický štít hat eine freie Lage und die effektiv mögliche Sonnenscheindauer ist sogar länger als die astronomisch mögliche bei waagrechtem Horizont.

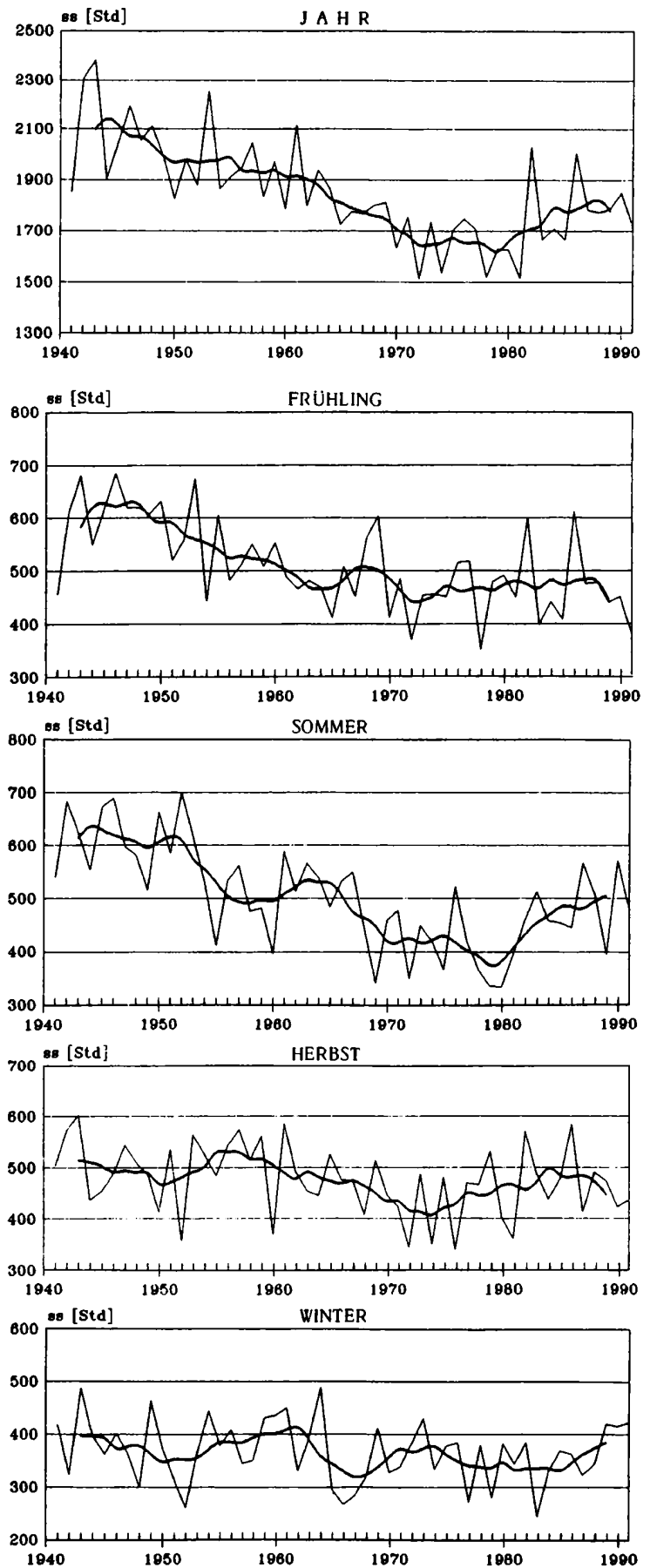
TABELLE 4: Statistische Parameter der Sonnenscheindauer auf dem Lomnický štít für die Periode 1961-1990

	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	JAHR
Sonnenscheindauer in Stunden													
Tagesmittel	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	4	3	5
Monatsmittel	120	130	166	154	153	141	156	164	171	175	115	105	1749
Maximale Monatssumme	190	211	218	222	236	218	240	226	262	241	192	186	2113
Jahr	1989	1976	1984	1969	1986	1976	1987	1990	1982	1965	1978	1972	1961
Minimale Monatssumme	58	79	115	102	68	69	89	104	96	65	53	62	1512
Jahr	1983	1973	1983	1972	1978	1969	1980	1978	1972	1974	1981	1988	1972
Mittlere Zahl der Tage in Monat und Jahr													
ohne Sonne	7,6	7,0	4,8	5,5	4,7	4,7	4,0	3,9	4,2	5,1	8,0	8,8	68,4
mit Sonne \geq 5 Stunden	13,5	13,5	16,2	13,6	13,4	12,4	13,8	14,3	16,1	17,6	12,0	11,6	168,0
heitere Tage	6,4	5,5	4,5	2,7	1,1	0,8	1,2	2,1	4,6	8,0	4,5	6,0	
trübe Tage	11,0	11,3	13,6	15,3	16,1	16,4	16,3	14,2	11,6	10,2	11,7	11,9	159,6

Im Jahresmittel scheint die Sonne täglich etwa 5 Stunden, mit dem Maximum im Herbst und dem Minimum im Winter. Die mittlere Jahressumme der Sonnenscheindauer in der Periode 1961-1990 beträgt ungefähr 1750 Stunden. Die längste relative Sonnenscheindauer hat der Oktober, bis 55% der effektiv möglichen Sonnenscheindauer, die kürzeste relative Sonnenscheindauer hat der Juni mit nur 35% der effektiv möglichen.

Die Charakteristik der Sonnenscheindauer ist noch durch die Zahl der Tage mit mehr als 5 Stunden dauerndem Sonnenschein ergänzt.

In Abbildung 5 ist der Zeitverlauf der Jahres- und Jahreszeitensummen der Sonnenscheindauer seit Beginn der Beobachtungen dargestellt.

**ABBILDUNG 5:**

Zeitreihen der Jahres- und
Jahreszeiteinsummen der
Sonnenscheindauer von
Lomnický štít

— Einzelwerte

— 5jähriges gleit. Mittel

Ein interessanter Aspekt ist die Zahl der heiteren und trüben Tage, die den Jahresgang der Bewölkung charakterisieren. Die Zahl der heiteren Tage auf dem Lomnický štít beträgt 48 mit dem Maximum im Oktober, die Zahl der trüben Tage 160 mit dem Maximum von Mai bis Juli.

Das Hochgebirgsobservatorium auf dem Lomnický štít hat sein 50jähriges Jubiläum mit dem rekonstruierten Interieur begrüßt; in der Gegenwart steht es aber noch vor wichtigen Veränderungen, die mit der Teilautomatisierung der Messungen und Datenübertragung verbunden sind.

Literatur

PETROVIC, Š.: Dvadsát rokov meteorologického observatória na Lomnickom štíte. Praha, HMÚ 1962.

PETROVIC, Š.: Klimatická charakteristika Lomnického štítu na základe dvadsatrocných meteorologických pozorovaní. Meteorologické Zprávy, 16, 1963, c. 5, S. 129-136.

PETROVIC, Š.: Teplotné pomery na Lomnickom štíte podľa 40-rocných pozorovaní. Meteorologické Zprávy, 27, 1974, c. 4, S. 97-107.

HMÚ: Rocenka poveternostných pozorovaní na Lomnickom štíte z rokov 1940-1991, Bratislava.

Anschrift der Verfasser:

Elena Nieplová, Pavol Pindják

Slovenský hydrometeorologický ústav

Jeséniova 17

833 15 Bratislava