

7. LUFTDRUCK

7.1 Einleitung

Der Luftdruck - das Gewicht der über einer Einheitsfläche lagernden Luftsäule - besitzt Bedeutung vor allem in zweierlei Hinsicht.

Der Luftdruck an einem Ort und die aus Luftdruck, Lufttemperatur und Dampfdruck berechenbare Luftdichte besitzt vor allem in der technischen Anwendung eine gewisse Bedeutung (barometrische Höhenmessung, Gasanalyse, Prozeßsteuerung, etc.). Luftdruck und Luftdichte werden in verschiedenen Formeln als Eingabeparameter benötigt, wobei der häufig als konstant angenommene „Normalluftdruck“ nur in den seltensten Fällen wirklich der geforderten Genauigkeit Genüge leistet.

Die Feldverteilung des Luftdrucks mit ihrer örtlichen und zeitlichen Variabilität steuert die Zirkulation und das Wettergeschehen und ist eine der wesentlichen Grundlagen der Wettervorhersage und der dynamischen Klimatologie (vergleiche KOSSINA und FLIRI, 1961). Hierbei ist nicht der absolute Wert des Luftdrucks an einem Ort von Bedeutung, sondern die Druckunterschiede, die sowohl kleinräumig (Berg-Talwind Zirkulation, Seewind, etc.) als auch großräumig (Hoch- und Tiefdrucksysteme, Fronten, etc.) wirksam sind.

Im vorliegenden Kapitel wird eine statistische Darstellung dieses oft zu Unrecht vernachlässigten Klimaelementes für das Land Vorarlberg gegeben, wobei der erste der beiden erwähnten Anwendungsbereiche im Vordergrund steht.

7.2 Datenmaterial

Der Luftdruck besitzt bei konstant gehaltener Seehöhe von allen Klimaelementen die geringste örtliche Variabilität. Nur bei Frontdurchgängen, kann ein merklicher lokaler Gradient auftreten. Die Frontdurchgänge sind aber zufallsverteilt und machen sich im langjährigen Mittel nicht mehr bemerkbar. Die mit Abstand stärkste Prägung - stärker als bei allen anderen Klimaelementen - erfährt der Luftdruck durch die Seehöhe. Es ist somit ausreichend, diese Seehöhenabhängigkeit genau zu analysieren und daraus Vertikalregressionen abzuleiten, um die Luftdruckverhältnisse des Landes zu beschreiben. Aus denselben Gründen ist es dabei zulässig, auch relativ weit entfernte Stationen außerhalb des Landes zur Analyse heranzuziehen. Die in Tabelle 7.2.1 enthaltenen Datensätze wurden verwendet.

Tabelle 7.2.1: Liste der verwendeten Luftdruckdatensätze

	gg. L.	gg. B.	Sh(m)	ST	LR	LD	TG	AV
Bregenz	9° 44'	47° 30'	436	X	X	X		
Feldkirch	9° 36'	47° 16'	439	X		X	X	X
Innsbruck	11° 23'	47° 16'	577	X		X		
Reutte	10° 44'	47° 30'	870				X	
Feuerkogel	13° 43'	47° 25'	1618	X		X	X	
Villacher Alpe	13° 40'	46° 36'	2156	X		X	X	
Sonnblick	12° 57'	47° 03'	3106	X	X	X	X	
ST...Standardstatistik 1961-90								
LR...Lange Reihen								
LD...Luftdichte								
TG...Tagesgang								
AV...Aperiodische Variabilität								

7.3 Langjährige Schwankungen des Luftdrucks

Die langjährigen Datensätze von Bregenz und vom Sonnblick wurden - analog zu den anderen Klimaelementen - wieder der bereits beschriebenen Homogenitätstestprozedur unterworfen (vergleiche die ausführlichere Beschreibung in Kapitel 1). Es konnten für diese beiden Standorte zwei für die tiefen und die hochalpinen Landesteile Vorarlbergs repräsentative, mehr als 100 Jahre zurückreichende, homogene Luftdruckreihen abgeleitet werden. Die Bregenzer Reihe reicht bis 1875, diejenige des Sonnblicks bis 1887 zurück. Wie bei den anderen Klimaelementen wurden wieder die Einzelwerte (für die Jahreszeiten- und Jahresmittel) sowie ein geglätteter Verlauf analysiert, wobei die kurzfristigen Schwankungen unter 20 Jahren durch einen Gauss-Filter unterdrückt wurden. Abbildung 7.3.1 zeigt die langjährigen Luftdruckschwankungen für Bregenz, Abbildung 7.3.2 für den Sonnblick.

Luftdruckwerte von Standorten in Tälern und Ebenen machen Aussagen über die großräumige Zirkulation und zwar darüber, ob der Standort im Bereich großräumiger Hoch- oder Tiefdruckgebiete liegt, mit den entsprechenden Schlußfolgerungen für das dort herrschende Wetter. Luftdruckwerte von Bergstationen sind zusätzlich durch die Temperatur der unterhalb des Meßstandortes liegenden Luftsäule beeinflusst. Warme Luft hebt die Druckflächen und bewirkt ein zusätzliches Ansteigen des Luftdrucks an der Bergstation, kalte Luft ein Absinken des Luftdrucks.

Dieser Effekt ist auch an den beiden Reihen der Abbildungen 7.3.1 und 7.3.2 zu sehen. Die Bregenzer Jahresmittelreihe zeigt nach 1945 ein insgesamt höheres Druckniveau als davor, es waren also in Vorarlberg in den letzten 50 Jahren häufiger Hochdrucklagen gegeben, als in der Zeit davor. Die gleichzeitige Erwärmung (vergleiche Kapitel 1) führte zu einer Verstärkung dieses Effekts an der Hochalpinstation Sonnblick, an der der Luftdruck (der geglätteten Kurve) annähernd doppelt so stark angestiegen ist, wie in Bregenz.

Die in den folgenden Abschnitten angegebenen Statistiken der Periode 1961-90 geben somit - verglichen mit der langfristigen Entwicklung - übernormale Luftdruckverhältnisse wieder, wobei dieser Effekt mit zunehmender Seehöhe stärker wird.

Ein Blick auf die Jahreszeitenkurven verdeutlicht die unterschiedlich starke Variabilität im Jahresverlauf. Wie auch in den folgenden Abschnitten gezeigt wird, ist die Variabilität in den Sommer- und Frühherbstmonaten am geringsten, in den Winter- und Frühlingsmonaten am höchsten, da die durchziehenden Druckgebilde in dieser Zeit des Jahres stärker ausgeprägt sind. Daraus ergibt sich aber eine gewisse Vorsicht bei der Beurteilung der Langfristschwankungen aufgrund der Jahresmittel. Diese sind hauptsächlich von den Winter- und Frühlingsskurven geprägt; evtl. vorhandene andere Trends im Sommer wirken sich auf die Jahreskurve kaum aus. So ist beispielsweise der markante Druckanstieg in Bregenz seit 1980 nur im Winter und Frühling gegeben, im Herbst sogar ein fallender Trend und im Sommer nur ein leichter Anstieg zu erkennen. Das zweite markante Maximum der Jahresmittelkurve in den späten 1940er Jahren hingegen ist hauptsächlich auf den Frühling, weniger auf den Herbst zurückzuführen, im Winter und im Sommer kaum zu erkennen.

Eine endgültige synoptische Auswertung der langen Zeitreihen aus Vorarlberg, die im Hinblick auf Schlußfolgerungen über Zirkulationsänderungen sehr wünschenswert wäre, ist zur Zeit nicht möglich. Dazu fehlen in Europa homogene Qualitätszeitreihen, die zur Zeit erst in dem gesamteuropäischen Forschungsprojekt ACCORD erarbeitet und in ein bis zwei Jahren zur Verfügung stehen werden.

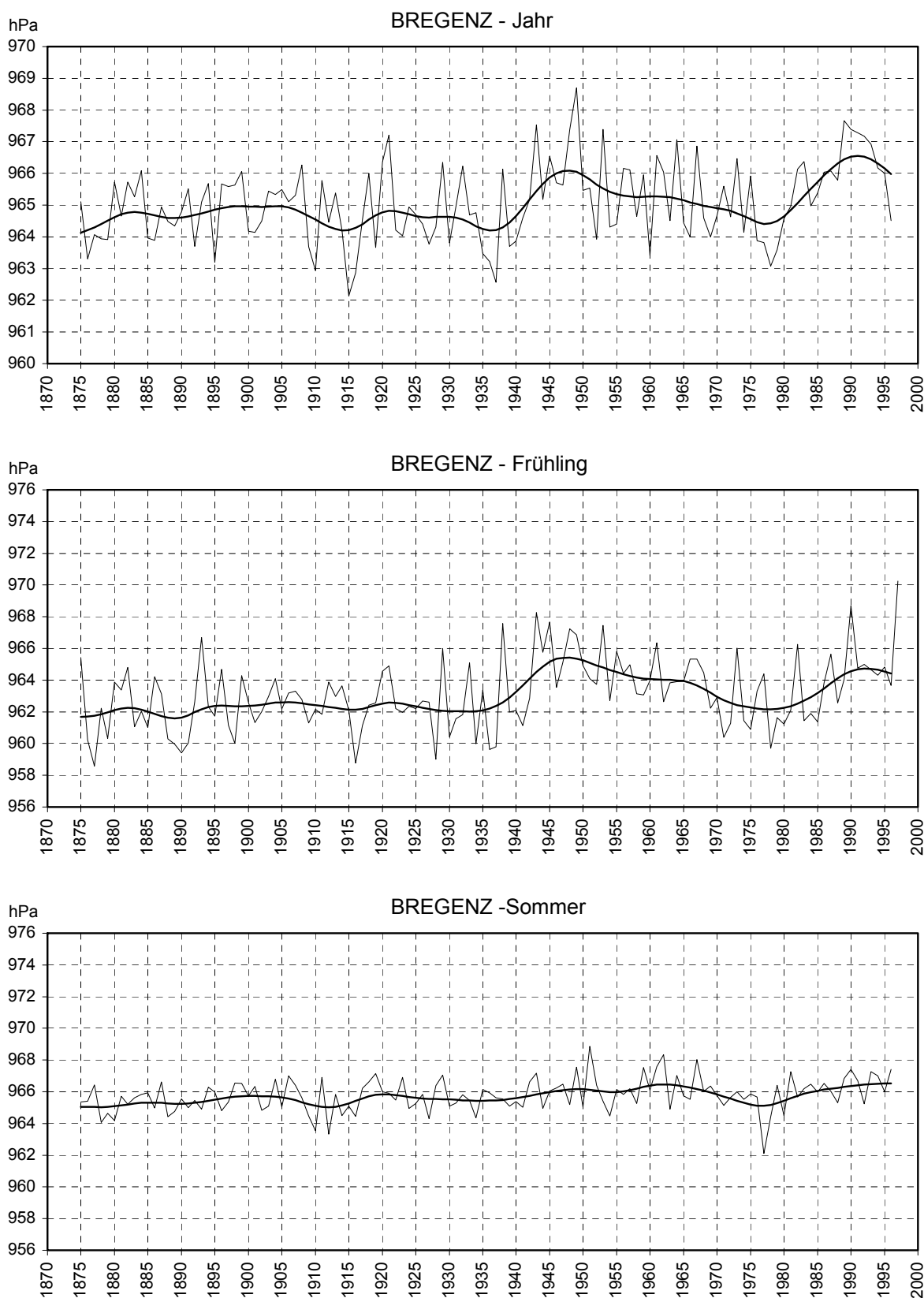
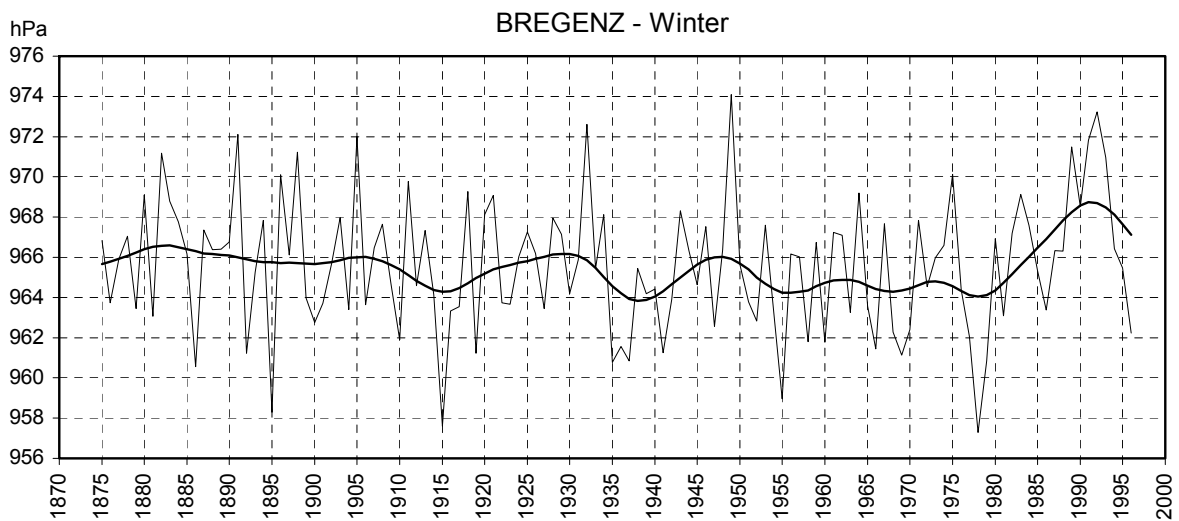
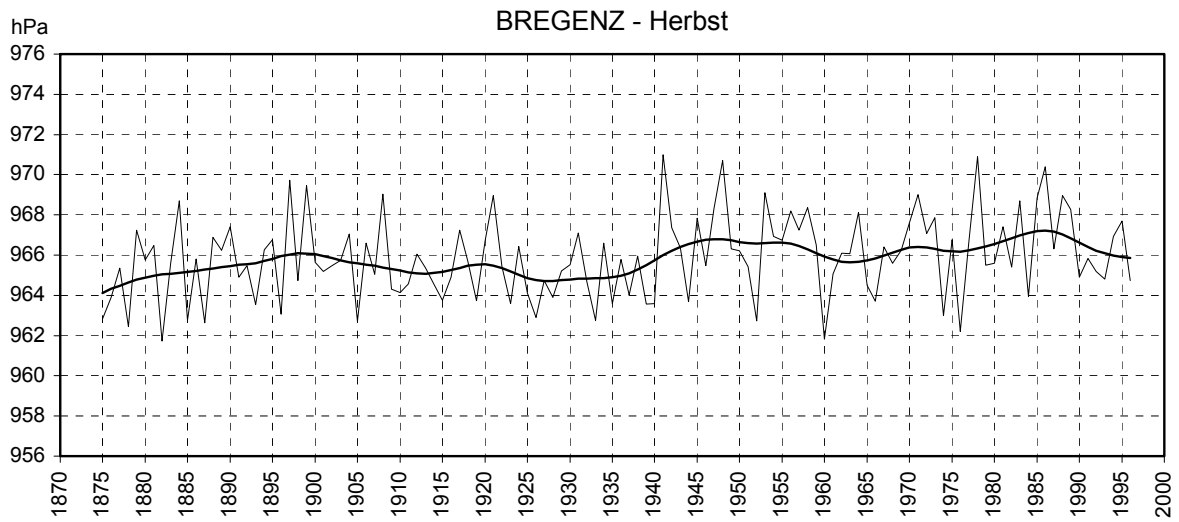


Abbildung 7.3.1: Langjährige Zeitreihen des Jahres- und der Jahreszeitenmittel des Luftdrucks für Bregenz, 1875-1996
 Einzelwerte und 20-jährig gefilterte Werte (Gauss-Filter)



Fortsetzung Abbildung 7.3.1: Langjährige Zeitreihen des Jahres- und der Jahreszeitenmittel des Luftdrucks für Bregenz, 1875-1996
 Einzelwerte und 20-jährig gefilterte Werte (Gauss-Filter)

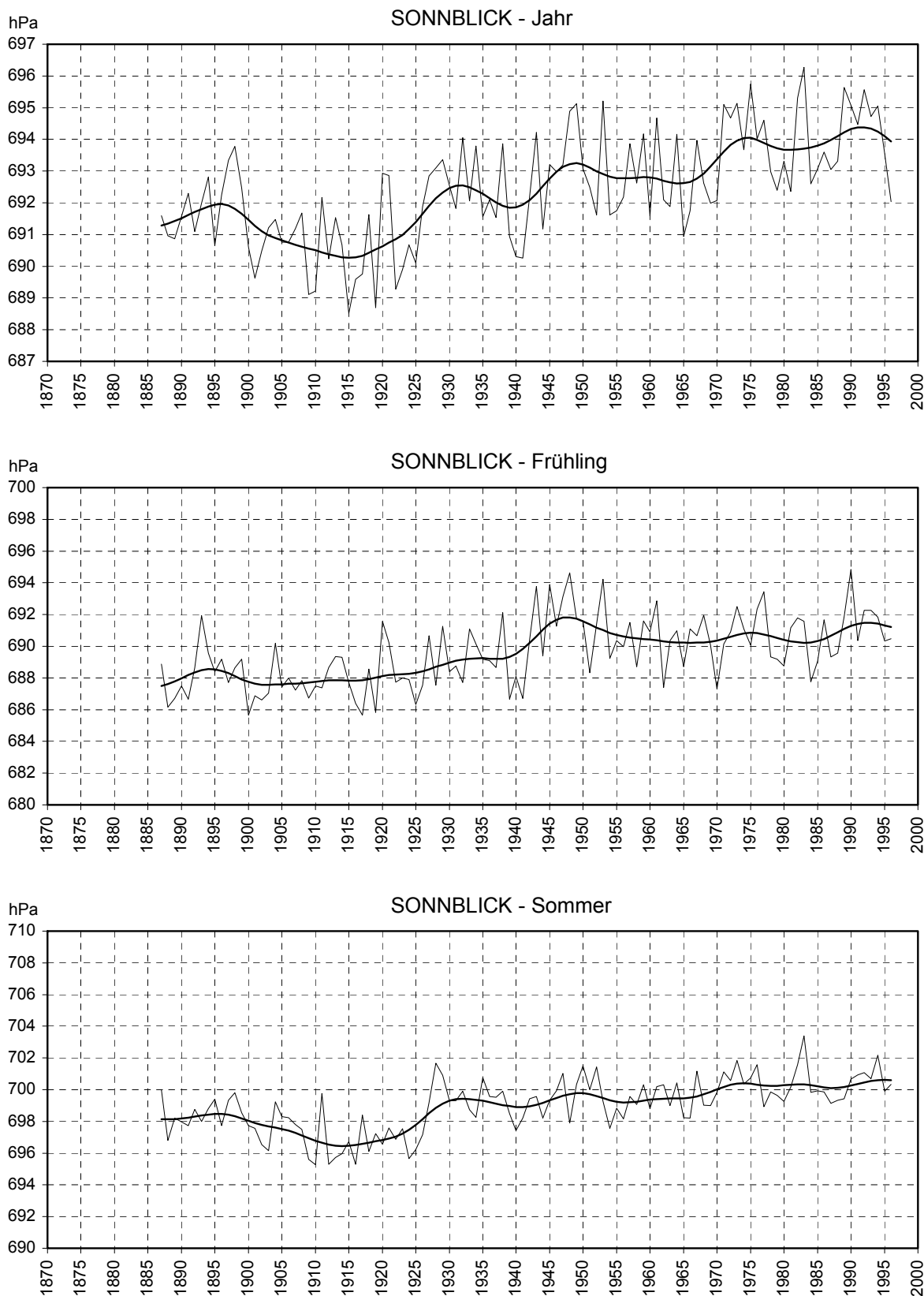
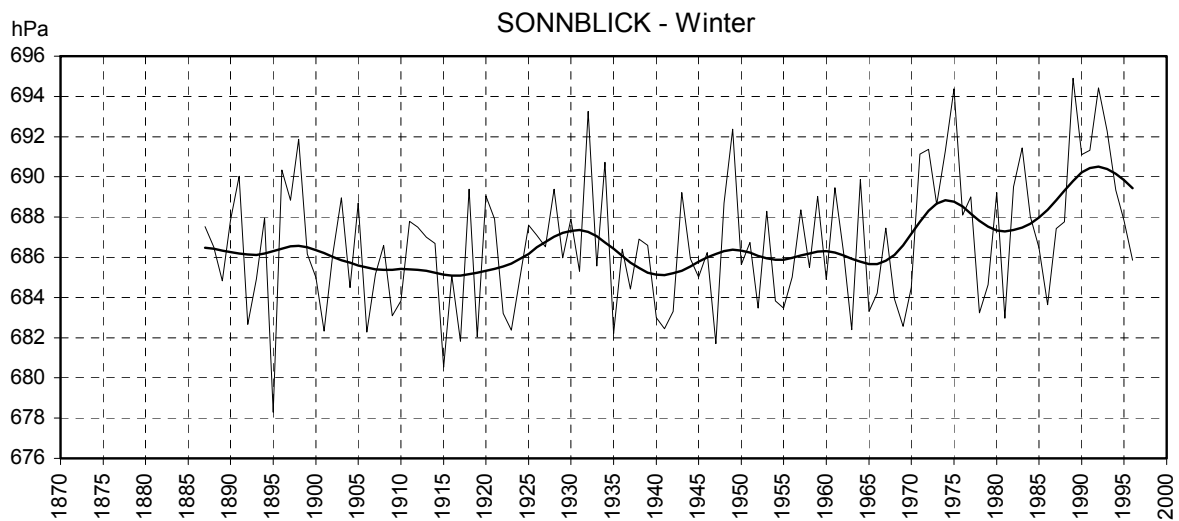
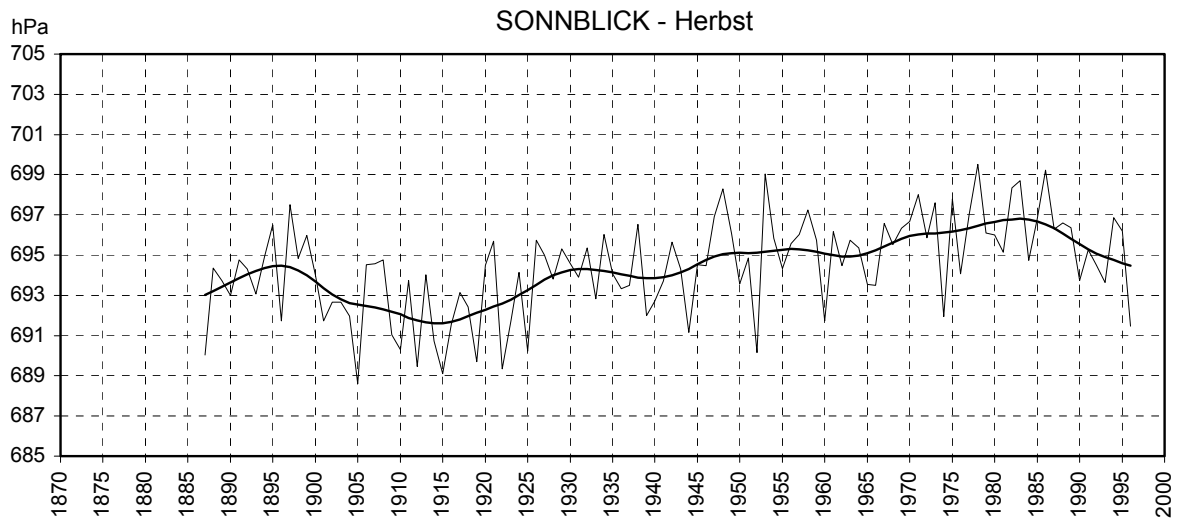


Abbildung 7.3.2: Langjährige Zeitreihen des Jahres- und der Jahreszeitenmittel des Luftdrucks für Sonnblick, 1887-1996
 Einzelwerte und 20-jährig gefilterte Werte (Gauss-Filter)



Fortsetzung Abbildung 7.3.2: Langjährige Zeitreihen des Jahres- und der Jahreszeitenmittel des Luftdrucks für Sonnblick, 1887-1996
Einzelwerte und 20-jährig gefilterte Werte (Gauss-Filter)

7.4 Luftdruckstatistiken der Standardperiode 1961 - 1990

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, ist die Seehöhe der prägende Faktor der Luftdruckverhältnisse. Deshalb werden hier hauptsächlich für die verschiedenen Höhenstufen berechnete Druckwerte verwendet. Bevor diese Regressionsrechnungen und ihre Ergebnisse vorgestellt werden, seien anfänglich nur kurz tatsächliche Stationsstatistiken gezeigt. Abbildung 3.4.1 stellt den Jahresgang des Luftdruckmittels sowie der mittleren und absoluten Extremwerte dar. Wegen der starken Seehöhenabhängigkeit konnten die Absolutskalen für die vier Standorte zwar nicht identisch gestaltet werden, der konstante Bereich (jeweils 90 hPa) der Ordinaten erlauben jedoch Vergleiche der Jahresgänge der vier in unterschiedlichen Seehöhen liegenden Meßstationen. Tabelle 3.4.1 enthält die entsprechenden Zahlenwerte.

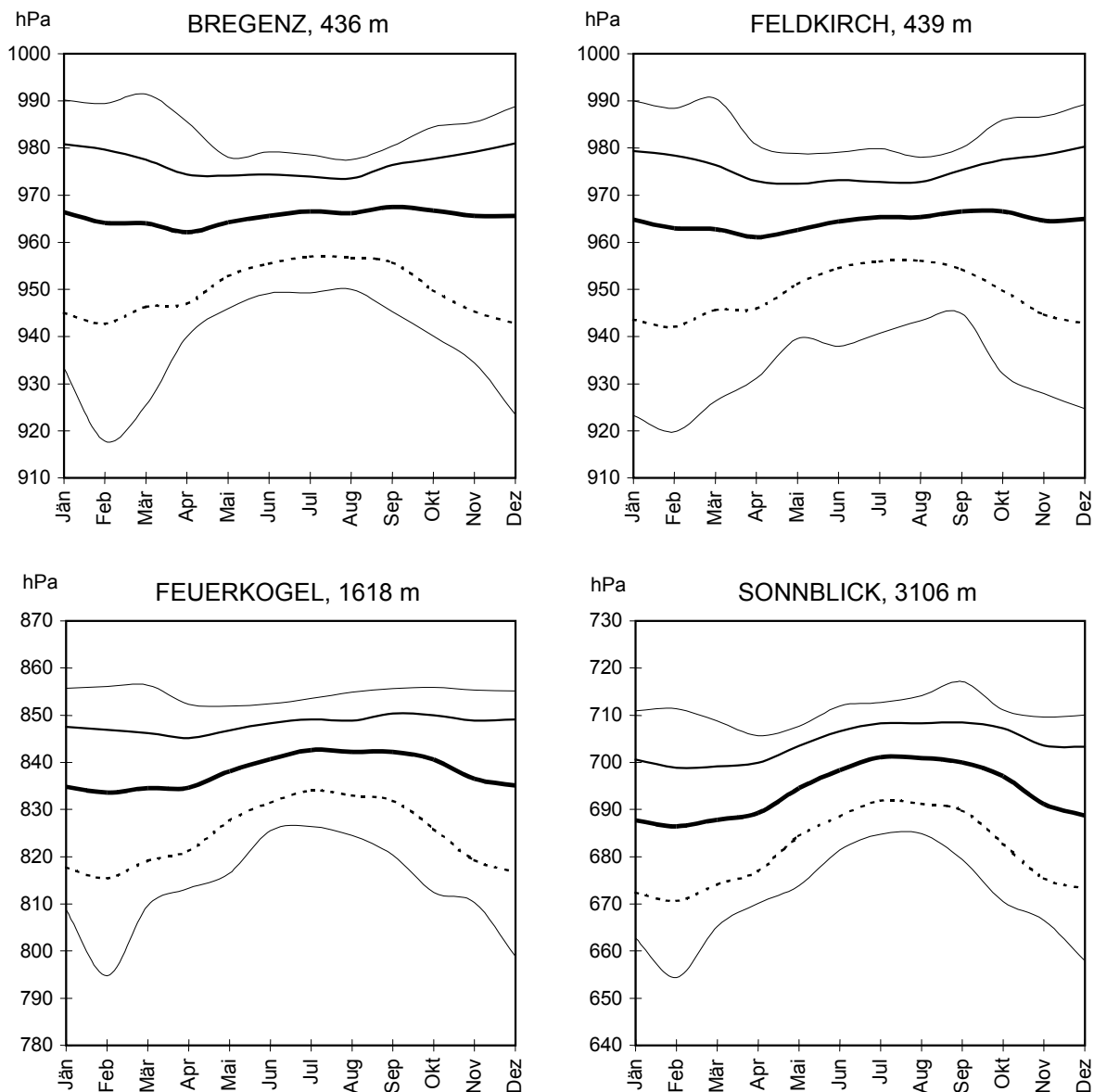


Abbildung 7.4.1: Mittlere und extreme Jahresgänge des Luftdrucks von vier Standorten unterschiedlicher Seehöhe der Normalperiode 1961-1990

— Mittel — Mimax ····· Mimin — Absmax - - - - - Absmin

Die Jahrgänge der Luftdruckmittel schwanken bei den Tieflandstationen zwischen einem Minimum im April und einem Maximum im September-Oktober. Bei den Bergstationen verlagern sich die Minima in den kältesten Monat Februar, die Maxima auf den wärmsten Monat Juli. Insgesamt ist der Jahresgang im Gebirge stärker als im Tiefland. Beide Effekte sind durch den zusätzlichen Einfluß der Temperatur der unter den Bergstationen lagernden Luftsäule erklärbar. Die Aprilminima im Tiefland sind auf die in diesem Monat am stärksten ausgeprägten Tiefdruckgebiete zurückzuführen, die für die wechselhafte Frühjahrswitterung verantwortlich sind, während die herbstlichen Maxima durch die gehäuft auftretenden, ortsfesten Hochdrucklagen mit stabiler Luftschichtung verursacht werden. Die Schwankungsbreite des Luftdrucks ist im Gegensatz zum Jahresgang der Mittel im Gebirge geringer. Sie liegt hier bei etwa 60 hPa, im Tiefland bei rund 70 hPa. Allen Standorten gemeinsam ist die im Winter etwa doppelt so große Variabilität des Luftdrucks wie im Sommer (vergleiche Abschnitt 7.3).

Tabelle 7.4.1: Standardstatistiken des Luftdrucks von vier Meßstationen für die Normalperiode 1961-1990 Mittel, mittlere und absolute Extremwerte und absoluter Schwankungsbereich in hPa

FELDKIRCH	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
Mittel	964,8	963,0	962,8	961,1	962,6	964,4	965,4	965,4	966,6	966,6	964,6	965,0	962,2	965,1	965,9	964,3	964,4
Mitmax	979,4	978,4	976,4	973,0	972,4	973,2	972,8	972,8	975,3	977,5	978,5	980,3	973,9	972,9	977,1	979,4	975,8
Mitmin	943,6	942,1	945,7	946,0	951,1	954,5	955,9	956,1	954,3	949,9	944,7	942,9	947,6	955,5	949,6	942,9	948,9
Absmax	990,0	988,4	990,5	980,7	978,8	979,1	979,9	978,1	980,0	986,0	986,7	989,3	990,5	979,9	986,7	990,0	990,5
Absmin	923,3	919,8	926,3	931,1	939,6	938,0	940,7	943,3	944,8	932,1	927,9	924,7	926,3	938,0	927,9	919,8	919,8
Schw.bereich	66,7	68,6	64,2	49,6	39,2	41,1	39,2	34,8	35,2	53,9	58,8	64,6	64,2	41,9	58,8	70,2	70,7
BREGENZ	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
Mittel	966,4	964,1	964,0	962,2	964,2	965,6	966,6	966,2	967,5	966,8	965,6	965,6	963,5	966,1	966,6	965,4	965,4
Mitmax	980,8	979,7	977,5	974,4	974,1	974,4	973,9	973,5	976,4	977,7	979,2	981,0	975,3	973,9	977,8	980,5	976,9
Mitmin	945,1	942,8	946,3	947,0	952,8	955,5	957,0	956,8	955,8	949,9	945,4	942,9	948,7	956,4	950,4	943,6	949,8
Absmax	990,2	989,5	991,4	985,6	978,1	979,2	978,5	977,5	980,4	984,5	985,5	988,8	991,4	979,2	985,5	990,2	991,4
Absmin	933,3	917,8	925,4	939,9	946,0	949,2	949,3	950,0	945,3	940,1	934,4	923,5	925,4	949,2	934,4	917,8	917,8
Schw.bereich	56,9	71,7	66,0	45,7	32,1	30,0	29,2	27,5	35,1	44,4	51,1	65,3	66,0	30,0	51,1	72,4	73,6
FEUERKOGEL	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
Mittel	834,8	833,6	834,5	834,6	838,1	840,7	842,6	842,3	842,3	840,6	836,5	835,1	835,7	841,9	839,8	834,5	838,0
Mitmax	847,5	846,9	846,2	845,2	846,8	848,3	849,1	848,8	850,3	850,0	848,8	849,1	846,1	848,7	849,7	847,8	848,1
Mitmin	817,8	815,5	819,2	821,2	827,7	831,4	834,1	833,0	831,9	825,9	819,3	816,9	822,7	832,8	825,7	816,7	824,5
Absmax	855,7	856,1	856,4	852,3	851,9	852,4	853,5	854,9	855,6	855,9	855,3	855,1	856,4	854,9	855,9	856,1	856,4
Absmin	808,8	794,8	809,6	813,3	816,5	825,5	826,4	824,5	820,3	812,4	810,3	798,9	809,6	824,5	810,3	794,8	794,8
Schw.bereich	46,9	61,3	46,8	39,0	35,4	26,9	27,1	30,4	35,3	43,5	45,0	56,2	46,8	30,4	45,6	61,3	61,6
SONNBLICK	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
Mittel	687,7	686,5	687,9	689,3	694,5	698,3	701,1	700,9	700,0	697,1	691,2	688,7	690,6	700,1	696,1	687,6	693,6
Mitmax	700,6	698,9	699,2	699,9	703,5	706,6	708,3	708,3	708,5	707,2	703,6	703,3	700,9	707,7	706,4	700,9	704,0
Mitmin	672,4	670,7	674,1	677,0	684,4	688,5	691,9	691,3	689,8	682,8	675,5	673,3	678,5	690,6	682,7	672,1	681,0
Absmax	710,9	711,4	708,7	705,6	707,6	711,9	712,7	714,1	717,1	711,1	709,6	710,1	708,7	714,1	717,1	711,4	717,1
Absmin	662,8	654,4	665,2	670,1	673,9	681,4	684,8	684,9	679,4	670,5	666,5	658,0	665,2	681,4	666,5	654,4	654,4
Schw.bereich	48,1	57,0	43,5	35,5	33,7	30,5	27,9	29,2	37,7	40,6	43,1	52,1	43,5	32,7	50,6	57,0	62,7

Aus den Stationsmeßwerten wurden Regressionsmodelle der Seehöhenabhängigkeit berechnet. Der von den physikalischen Gesetzen her geforderte exponentielle Zusammenhang des Luftdrucks mit der Seehöhe bestätigte sich bei der Regressionsrechnung. Die beste Anpassung (mittlerer Fehler der Regression kleiner als 1 hPa) ergab sich bei der Wahl eines exponentiellen Regressionsmodells, sowohl bei den Mittelwerten als auch bei den Extremwerten. Die Rechnung wurde für jeden Monat getrennt durchgeführt und ergab die Formeln, die in Tabelle 7.4.2 enthalten sind. Eine graphische Darstellung der Abhängigkeit des Luftdrucks von der Seehöhe in Vorarlberg gibt die Abbildung 7.4.2.

Die berechneten Luftdruckwerte (Mittel und absolute Extremwerte) aufgrund des Vorarlberger Höhenregressionsmodells in Höhenstufen von 100 zu 100 m sind in Tabelle 7.4.3 enthalten. Sowohl in der Abbildung, als auch in der Tabelle sind den aus Meßwerten berechneten Luftdruckwerten Vorarlbergs diejenigen der „Normalatmosphäre für trockene Luft“ nach LINKE - BAUR, 1970 gegenübergestellt.

Tabelle 7.4.2: Regressionsmodelle für die Seehöhenabhängigkeit des Luftdrucks in Vorarlberg (aufgrund der Meßwerte der Normalperiode 1961-90)

HÖHENREGRESSIONEN		$p = a \cdot e^{(b \cdot z)}$											
		z(km) Druck (hPa)											
MITTEL													
	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
a	1021,7	1019,5	1018,9	1016,4	1017,2	1018,2	1018,8	1018,5	1020,3	1020,6	1020,1	1021,1	
b	-0,127	-0,127	-0,126	-0,124	-0,122	-0,121	-0,12	-0,12	-0,121	-0,122	-0,122	-0,126	
ABSOLUTE MAXIMA													
	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
a	1045,3	1043,7	1046,2	1041,4	1033,1	1031,7	1031,5	1030,5	1032,6	1040	1041,4	1044,9	
b	-0,124	-0,123	-0,125	-0,125	-0,121	-0,119	-0,119	-0,118	-0,117	-0,122	-0,123	-0,124	
ABSOLUTE MINIMA													
	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	
a	984,2	971,5	981,2	989,5	996,7	998,6	998,2	999,7	998,3	989,4	987,2	977,1	
b	-0,126	-0,127	-0,124	-0,125	-0,126	-0,122	-0,12	-0,121	-0,123	-0,125	-0,126	-0,127	

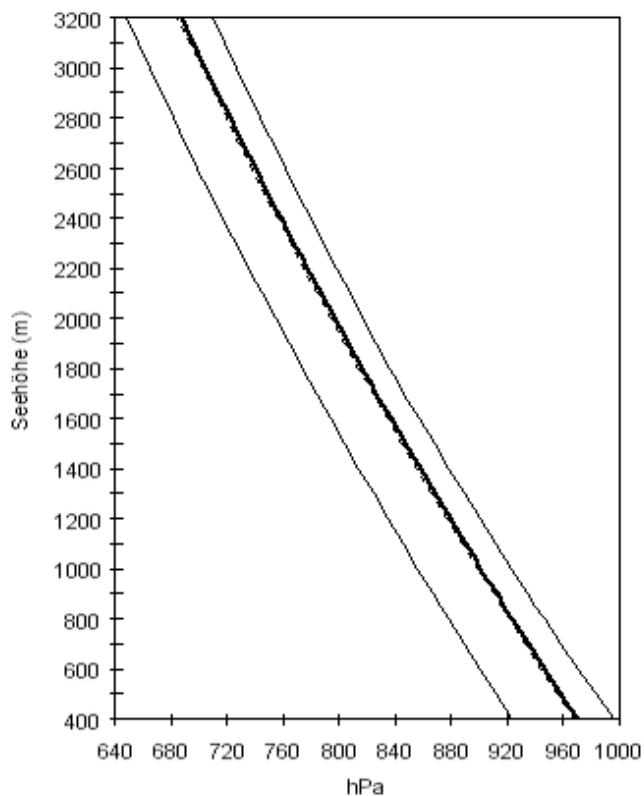


Abbildung 7.4.2: Höhenabhängigkeit des Luftdrucks in Vorarlberg (Mittel und absolute Extremwerte 1961-90) sowie Normalatmosphäre für trockene Luft, d. e. der Standardatmosphäre.

- Mit
- Absmax
- Absmin
- - - Standard

Tabelle 7.4.3: Mittlere und extreme Luftdruckwerte (hPa) in Vorarlberg in Seehöhenstufen von 100 m (berechnet mit den Formeln von Tabelle 7.4.2 für die Referenzperiode 1961-90)

MITTELWERTE														
Sh	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittel	NA
400	971,1	969,1	968,9	967,1	968,6	970,1	971,1	970,8	972,2	971,9	971,4	970,8	970,3	967,7
500	958,8	956,9	956,7	955,1	956,9	958,5	959,6	959,3	960,5	960,1	959,6	958,6	958,4	955,8
600	946,7	944,8	944,8	943,3	945,2	947,0	948,1	947,9	949,0	948,4	948,0	946,6	946,6	944,1
700	934,8	932,9	932,9	931,6	933,7	935,6	936,8	936,6	937,6	936,9	936,5	934,7	935,1	932,5
800	923,0	921,2	921,3	920,1	922,4	924,3	925,7	925,4	926,3	925,5	925,1	923,0	923,6	921,1
900	911,3	909,5	909,7	908,7	911,2	913,2	914,7	914,4	915,2	914,3	913,9	911,4	912,3	909,7
1000	899,8	898,1	898,4	897,5	900,1	902,2	903,8	903,5	904,2	903,2	902,8	899,9	901,1	898,6
1100	888,5	886,8	887,1	886,4	889,2	891,4	893,0	892,7	893,3	892,2	891,8	888,7	890,1	887,6
1200	877,3	875,6	876,0	875,5	878,4	880,7	882,4	882,1	882,6	881,4	881,0	877,5	879,2	876,7
1300	866,2	864,6	865,1	864,6	867,7	870,1	871,9	871,6	872,0	870,7	870,3	866,5	868,4	865,9
1400	855,3	853,7	854,2	853,9	857,1	859,7	861,5	861,2	861,5	860,1	859,7	855,6	857,8	855,3
1500	844,5	842,9	843,6	843,4	846,7	849,3	851,2	851,0	851,2	849,7	849,3	844,9	847,3	844,8
1600	833,8	832,3	833,0	833,0	836,4	839,1	841,1	840,8	841,0	839,3	838,9	834,3	836,9	834,4
1700	823,3	821,8	822,6	822,7	826,3	829,0	831,1	830,8	830,9	829,2	828,7	823,8	826,7	824,2
1800	812,9	811,5	812,3	812,5	816,2	819,1	821,2	820,9	820,9	819,1	818,7	813,5	816,6	814,0
1900	802,7	801,2	802,1	802,4	806,3	809,2	811,4	811,2	811,1	809,1	808,7	803,2	806,6	804,1
2000	792,5	791,1	792,1	792,5	796,5	799,5	801,7	801,5	801,3	799,3	798,9	793,2	796,7	794,2
2100	782,5	781,2	782,2	782,7	786,8	789,9	792,2	792,0	791,7	789,6	789,2	783,2	786,9	784,4
2200	772,6	771,3	772,4	773,0	777,2	780,4	782,8	782,5	782,2	780,0	779,6	773,4	777,3	774,8
2300	762,9	761,6	762,7	763,5	767,8	771,0	773,4	773,2	772,8	770,5	770,2	763,7	767,8	765,3
2400	753,3	752,0	753,2	754,1	758,5	761,8	764,2	764,0	763,5	761,2	760,8	754,1	758,4	755,9
2500	743,8	742,5	743,8	744,7	749,2	752,6	755,1	754,9	754,3	751,9	751,6	744,6	749,1	746,6
2600	734,4	733,2	734,5	735,5	740,1	743,6	746,1	745,9	745,3	742,8	742,4	735,3	739,9	737,5
2700	725,1	723,9	725,3	726,4	731,1	734,6	737,2	737,0	736,3	733,8	733,4	726,1	730,9	728,4
2800	716,0	714,8	716,2	717,4	722,2	725,8	728,5	728,3	727,5	724,9	724,5	716,9	721,9	719,5
2900	706,9	705,8	707,2	708,6	713,5	717,1	719,8	719,6	718,8	716,1	715,7	707,9	713,1	710,6
3000	698,0	696,9	698,4	699,8	704,8	708,5	711,2	711,0	710,1	707,4	707,0	699,1	704,3	701,9
3100	689,2	688,1	689,7	691,2	696,2	699,9	702,7	702,5	701,6	698,8	698,4	690,3	695,7	693,3
3200	680,5	679,5	681,0	682,6	687,8	691,5	694,4	694,2	693,2	690,3	689,9	681,6	687,2	684,8

Sh Seehöhe in m
NA Normalatmosphäre

Fortsetzung Tabelle 7.4.3: Mittlere und extreme Luftdruckwerte (hPa) in Vorarlberg in Seehöhenstufen von 100 m (berechnet mit den Formeln von Tabelle 7.4.2 für die Referenzperiode 1961-90)

ABSOLUTE MAXIMA													
Sh	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittel
400	994,7	993,5	995,1	990,6	984,2	983,7	983,7	983,1	985,3	990,5	991,3	994,2	995,1
500	982,4	981,3	982,8	978,3	972,3	972,0	972,1	971,7	973,8	978,5	979,2	981,9	982,8
600	970,3	969,3	970,5	966,2	960,6	960,5	960,6	960,3	962,5	966,6	967,2	969,8	970,5
700	958,3	957,5	958,5	954,2	949,0	949,1	949,3	949,1	951,3	954,9	955,4	957,8	958,5
800	946,5	945,7	946,6	942,3	937,6	937,9	938,1	938,0	940,2	943,3	943,7	946,0	946,6
900	934,8	934,2	934,8	930,6	926,3	926,7	927,0	927,0	929,2	931,9	932,1	934,3	934,8
1000	923,3	922,7	923,2	919,0	915,1	915,8	916,0	916,2	918,4	920,6	920,7	922,8	923,3
1100	911,9	911,4	911,7	907,6	904,1	904,9	905,2	905,5	907,7	909,4	909,4	911,4	911,9
1200	900,7	900,3	900,4	896,3	893,2	894,2	894,6	894,9	897,1	898,4	898,3	900,1	900,7
1300	889,6	889,2	889,2	885,2	882,4	883,6	884,0	884,4	886,7	887,5	887,3	889,0	889,6
1400	878,6	878,4	878,1	874,2	871,7	873,1	873,6	874,1	876,3	876,7	876,4	878,0	878,6
1500	867,8	867,6	867,2	863,4	861,2	862,8	863,3	863,9	866,1	866,1	865,7	867,2	867,8
1600	857,1	857,0	856,4	852,6	850,9	852,6	853,1	853,8	856,0	855,6	855,1	856,5	857,1
1700	846,5	846,5	845,8	842,0	840,6	842,5	843,0	843,8	846,1	845,2	844,6	845,9	846,5
1800	836,0	836,1	835,3	831,6	830,5	832,5	833,1	833,9	836,2	835,0	834,3	835,4	836,2
1900	825,7	825,9	824,9	821,2	820,4	822,6	823,2	824,2	826,5	824,8	824,1	825,1	826,5
2000	815,5	815,8	814,6	811,0	810,6	812,9	813,5	814,5	816,8	814,8	814,0	814,9	816,8
2100	805,5	805,8	804,5	801,0	800,8	803,2	803,9	805,0	807,3	804,9	804,0	804,8	807,3
2200	795,6	795,9	794,5	791,0	791,1	793,7	794,4	795,6	797,9	795,2	794,2	794,9	797,9
2300	785,7	786,2	784,6	781,2	781,6	784,3	785,1	786,3	788,6	785,5	784,4	785,1	788,6
2400	776,1	776,5	774,9	771,5	772,2	775,0	775,8	777,1	779,4	776,0	774,8	775,4	779,4
2500	766,5	767,0	765,2	761,9	762,9	765,8	766,6	768,0	770,3	766,6	765,3	765,8	770,3
2600	757,0	757,6	755,7	752,4	753,7	756,8	757,6	759,0	761,4	757,3	756,0	756,3	761,4
2700	747,7	748,4	746,3	743,1	744,6	747,8	748,7	750,2	752,5	748,1	746,7	747,0	752,5
2800	738,5	739,2	737,0	733,9	735,6	738,9	739,8	741,4	743,7	739,1	737,6	737,8	743,7
2900	729,4	730,1	727,9	724,7	726,7	730,2	731,1	732,7	735,1	730,1	728,5	728,7	735,1
3000	720,4	721,2	718,8	715,7	718,0	721,5	722,5	724,2	726,5	721,2	719,6	719,7	726,5
3100	711,5	712,4	709,9	706,9	709,3	713,0	713,9	715,7	718,0	712,5	710,8	710,8	718,0
3200	702,7	703,7	701,1	698,1	700,8	704,5	705,5	707,3	709,7	703,9	702,1	702,0	709,7

Sh Seehöhe in m

Fortsetzung Tabelle 7.4.3: Mittlere und extreme Luftdruckwerte (hPa) in Vorarlberg in Seehöhenstufen von 100 m (berechnet mit den Formeln von Tabelle 7.4.2 für die Referenzperiode 1961-90)

ABSOLUTE MINIMA													
Sh	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Mittel
400	935,8	923,5	933,8	941,4	947,9	951,0	951,3	952,4	950,2	941,3	938,8	928,8	923,5
500	924,1	911,9	922,3	929,7	936,1	939,5	939,9	940,9	938,6	929,6	927,1	917,1	911,9
600	912,5	900,4	910,9	918,2	924,4	928,1	928,6	929,5	927,1	918,1	915,5	905,5	900,4
700	901,0	889,1	899,7	906,8	912,9	916,9	917,5	918,3	915,7	906,8	904,1	894,1	889,1
800	889,8	877,9	888,6	895,6	901,5	905,7	906,5	907,2	904,5	895,5	892,8	882,8	877,9
900	878,6	866,9	877,7	884,5	890,2	894,8	895,7	896,3	893,4	884,4	881,7	871,7	866,9
1000	867,6	856,0	866,9	873,5	879,1	883,9	885,0	885,5	882,4	873,5	870,7	860,7	856,0
1100	856,7	845,2	856,2	862,7	868,2	873,2	874,4	874,8	871,6	862,7	859,8	849,9	845,2
1200	846,0	834,6	845,6	852,0	857,4	862,6	863,9	864,3	860,9	852,0	849,1	839,2	834,6
1300	835,4	824,1	835,2	841,4	846,7	852,1	853,6	853,9	850,3	841,4	838,5	828,6	824,1
1400	824,9	813,7	824,9	831,0	836,1	841,8	843,4	843,6	839,9	831,0	828,0	818,2	813,7
1500	814,6	803,5	814,8	820,7	825,7	831,6	833,3	833,4	829,6	820,7	817,7	807,9	803,5
1600	804,4	793,4	804,8	810,5	815,4	821,5	823,3	823,3	819,4	810,6	807,5	797,7	793,4
1700	794,3	783,4	794,8	800,5	805,2	811,6	813,4	813,4	809,4	800,5	797,4	787,6	783,4
1800	784,3	773,5	785,1	790,6	795,2	801,7	803,7	803,6	799,5	790,6	787,4	777,7	773,5
1900	774,5	763,8	775,4	780,8	785,2	792,0	794,1	793,9	789,7	780,8	777,6	767,9	763,8
2000	764,8	754,2	765,8	771,1	775,5	782,4	784,6	784,3	780,0	771,2	767,9	758,2	754,2
2100	755,2	744,7	756,4	761,5	765,8	772,9	775,2	774,9	770,4	761,6	758,3	748,7	744,7
2200	745,8	735,3	747,1	752,1	756,2	763,5	765,9	765,6	761,0	752,2	748,9	739,2	735,3
2300	736,4	726,1	737,9	742,8	746,8	754,3	756,8	756,3	751,6	742,9	739,5	729,9	726,1
2400	727,2	716,9	728,8	733,6	737,5	745,1	747,7	747,2	742,4	733,7	730,3	720,7	716,9
2500	718,1	707,9	719,8	724,5	728,3	736,1	738,7	738,2	733,3	724,6	721,2	711,7	707,9
2600	709,1	699,0	711,0	715,5	719,2	727,2	729,9	729,3	724,3	715,6	712,2	702,7	699,0
2700	700,2	690,2	702,2	706,6	710,2	718,3	721,2	720,5	715,4	706,8	703,3	693,8	690,2
2800	691,4	681,5	693,6	697,9	701,4	709,6	712,5	711,8	706,6	698,0	694,5	685,1	681,5
2900	682,8	673,0	685,0	689,2	692,6	701,0	704,0	703,2	698,0	689,4	685,8	676,5	673,0
3000	674,2	664,5	676,6	680,7	684,0	692,5	695,6	694,8	689,4	680,8	677,3	667,9	664,5
3100	665,8	656,1	668,3	672,2	675,5	684,1	687,3	686,4	681,0	672,4	668,8	659,5	656,1
3200	657,4	647,9	660,0	663,9	667,0	675,8	679,0	678,1	672,6	664,1	660,5	651,2	647,9

Sh Seehöhe in m

7.5 Tagesgang des Luftdrucks

Vor der Einführung automatisch registrierender Meßstationen lagen im österreichischen Klimameßnetz nur sehr wenige Datensätze des Luftdrucks in höherer zeitlicher Auflösung vor. Seit etwa 10 Jahren nimmt die Zahl von Datensätzen mit stündlicher Datenfrequenz zu, und es ist nun möglich, auf derartige mehrjährige Datensätze in verschiedenen Seehöhen zurückgreifen zu können. Für die Klimatographie Vorarlbergs wurde ein 30-jähriger Stundenwertedatensatz (der Station Feldkirch) erarbeitet. Die Analyse dieses Datensatzes zeigte, daß die wesentlichen Charakteristika der Tageschwankung des Luftdrucks bereits bei Reihen von 2 bis 3 Jahren stabil sind, und daß somit auch die zahlreicher vorhandenen kurzen Datensätze zur Analyse der mittleren Tagesschwankungen verwendet werden können. Offensichtlich sind die wesentlich ausgeprägteren aperiodischen Druckschwankungen

kungen bei Frontdurchgängen so sehr zufallsverteilt, daß sie gegenüber den viel geringeren regelmäßigen Tagesgängen bereits bei relativ kurzen Meßperioden in den Hintergrund treten. Um die starke Abhängigkeit des absoluten Luftdrucks von der Seehöhe und auch von der Jahreszeit auszuschalten, wurden die Stundenwerte von 5 Stationsdatensätzen (vergleiche Tabelle 7.2.1, die Stundenwertestationen sind dort mit „TG“ gekennzeichnet), die als repräsentativ für verschiedene Seehöhenstufen angesehen werden können, auf Abweichungen vom jeweiligen Tagesmittel umgerechnet. Diese mittleren relativen Druckverläufe sind für jeden Monat für Seehöhen von 500 zu 500 m in Tabelle 7.5.1 enthalten. Abbildung 7.5.1 zeigt diese mittleren relativen Tagesgänge für die Zentralmonate der vier Jahreszeiten.

Die typischen Merkmale der Tagesschwankungen des Luftdrucks sind zunächst, daß sie - trotz der viel stärkeren aperiodischen Schwankungen - überhaupt vorhanden sind und zwar in Form von relativ stabilen Doppelwellen mit Maxima am Vormittag und in der ersten Nachthälfte, Minima in der zweiten Nachthälfte und am Nachmittag. Die Schwankungen sind sehr klein, um 1,5 hPa in niedrigen Standorten und mit zunehmender Seehöhe bis gegen 1,0 hPa fallend. Sie sind somit bezüglich der großräumigen Zirkulation nicht wetterwirksam. In 500 bis 1000 m Seehöhe ist das Hauptminimum am Nachmittag, in größeren Seehöhen wird das Minimum der zweiten Nachthälfte dominierend. Ähnlich verhält es sich mit den beiden Maxima. Hier verlagert sich das Hauptmaximum mit zunehmender Seehöhe vom Vormittag auf die erste Nachthälfte, wobei der Übergang bereits in geringeren Seehöhen erfolgt als bei den Minima. Die Ursachen für die periodischen Tagesschwankungen des Luftdrucks sind kompliziert. Es handelt sich um ein Zusammenspiel verschiedener lokaler, planetarer, witterungsbedingter und auch Gezeiteneffekte. Sie wurden schon sehr frühzeitig untersucht, und es kann auf die ausführliche Beschreibung in HANN - SÜRING, 1939, verwiesen werden. Als im Gebirgsland Vorarlberg wichtiger Prozeß sei nur die Talau-Taleinwind-Zirkulation erwähnt.

Tabelle 7.5.1: Differentielle Tagesgänge des Luftdrucks in Vorarlberg in verschiedenen Seehöhen (Abweichungen vom Tagesmittel in hPa, Sch = mittlere Tagesschwankung)

500 m																		
Tag	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr	
1	0,0	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4	0,3	0,4	0,2	0,1	0,0	0,3	0,4	0,3	0,1	0,2	
2	0,0	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	0,0	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1	
3	0,0	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	
4	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	
5	-0,2	0,0	0,1	0,1	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	-0,1	0,2	0,3	0,1	-0,1	0,1	
6	-0,1	0,0	0,2	0,4	0,5	0,4	0,5	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	0,3	0,4	0,2	0,0	0,2	
7	-0,1	0,1	0,3	0,5	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,1	0,0	0,5	0,5	0,3	0,0	0,3	
8	0,1	0,3	0,4	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,2	0,5	0,5	0,5	0,2	0,4	
9	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,6	0,4	0,6	0,4	0,4	
10	0,4	0,4	0,5	0,6	0,5	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,5	0,4	0,4	
11	0,3	0,3	0,4	0,4	0,2	0,0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	0,2	
12	0,0	0,0	0,1	0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,0	-0,1	
13	-0,4	-0,4	-0,2	-0,2	-0,3	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	-0,3	-0,4	-0,3	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	
14	-0,6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,6	-0,7	-0,6	-0,7	-0,6	-0,6	-0,6	-0,7	-0,7	
15	-0,6	-0,8	-0,8	-0,8	-0,8	-0,9	-0,8	-0,7	-0,8	-0,8	-0,6	-0,6	-0,8	-0,8	-0,7	-0,6	-0,8	
16	-0,4	-0,7	-0,9	-1,0	-0,8	-1,0	-0,9	-0,8	-1,0	-0,8	-0,6	-0,6	-0,9	-0,9	-0,8	-0,6	-0,8	
17	-0,2	-0,6	-0,8	-0,8	-0,8	-0,9	-0,9	-0,7	-0,8	-0,6	-0,4	-0,3	-0,8	-0,8	-0,6	-0,3	-0,7	
18	0,0	-0,2	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-0,8	-0,6	-0,6	-0,2	-0,2	-0,2	-0,6	-0,7	-0,3	-0,1	-0,5	
19	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,2	0,0	0,0	-0,1	-0,3	-0,5	-0,1	0,0	-0,3	
20	0,2	0,1	0,0	0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,1	0,1	-0,1	
21	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	
22	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,5	0,3	0,3	0,4	0,3	0,1	0,1	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	
23	0,3	0,2	0,2	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	
24	0,2	0,3	0,2	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,2	0,1	0,0	0,3	0,5	0,3	0,2	0,3	
Max	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,4	0,4	
Min	-0,6	-0,8	-0,9	-1,0	-0,8	-1,0	-0,9	-0,8	-1,0	-0,8	-0,6	-0,7	-0,9	-0,9	-0,8	-0,7	-0,8	
Sch	1,0	1,2	1,4	1,6	1,4	1,5	1,4	1,3	1,6	1,4	1,1	1,2	1,5	1,4	1,4	1,1	1,2	

Fortsetzung Tabelle 7.5.1: Differentielle Tagesgänge des Luftdrucks in Vorarlberg in verschiedenen Seehöhen (Abweichungen vom Tagesmittel in hPa, Sch = mittlere Tagesschwankung)

1000 m																	
Tag	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
1	-0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2
2	-0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1
3	-0,3	-0,1	-0,2	0,1	0,2	-0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	-0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	-0,1	0,0
4	-0,4	-0,3	-0,3	-0,1	0,1	-0,1	0,2	-0,1	0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,3	-0,1
5	-0,5	-0,2	-0,3	0,0	0,2	-0,1	0,3	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,0	-0,3	-0,1
6	-0,4	-0,2	-0,2	0,2	0,3	0,0	0,3	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	-0,2	0,0
7	-0,2	-0,1	0,1	0,3	0,4	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	-0,1	0,1
8	0,0	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,1	0,2
9	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,2	0,1	0,4	0,3	0,2
10	0,3	0,3	0,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,2	0,5	0,6	0,1	0,1	0,3	0,4	0,2
11	0,3	0,2	0,1	0,1	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	0,1	0,3	0,4	0,0	-0,1	0,1	0,2	0,0
12	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,1	-0,3	-0,2	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2
13	-0,5	-0,5	-0,4	-0,3	-0,5	-0,3	-0,5	-0,4	-0,5	-0,7	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,5	-0,5	-0,5
14	-0,6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,6	-0,4	-0,7	-0,5	-0,7	-0,9	-0,6	-0,6	-0,6	-0,5	-0,7	-0,7	-0,7
15	-0,4	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,5	-0,7	-0,7	-0,8	-0,9	-0,6	-0,5	-0,7	-0,6	-0,7	-0,6	-0,7
16	-0,2	-0,6	-0,7	-0,8	-0,7	-0,5	-0,8	-0,7	-0,8	-0,8	-0,5	-0,4	-0,8	-0,7	-0,6	-0,4	-0,7
17	0,0	-0,4	-0,5	-0,7	-0,7	-0,5	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,3	-0,2	-0,7	-0,7	-0,4	-0,2	-0,5
18	0,3	0,0	-0,2	-0,6	-0,5	-0,3	-0,6	-0,5	-0,4	-0,1	0,0	-0,1	-0,5	-0,5	-0,1	0,0	-0,3
19	0,4	0,2	0,2	-0,2	-0,3	-0,1	-0,2	-0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	-0,1	-0,2	0,2	0,2	0,0
20	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2
21	0,7	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3	0,1	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
22	0,7	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,3	0,1	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5
23	0,7	0,5	0,4	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,2	0,1	0,5	0,6	0,4	0,4	0,4
24	0,6	0,4	0,2	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,2	0,0	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4
Max	0,7	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,5	0,4	0,5
Min	-0,6	-0,7	-0,7	-0,8	-0,7	-0,5	-0,8	-0,7	-0,8	-0,9	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7
Sch	1,3	1,2	1,2	1,4	1,3	1,2	1,5	1,3	1,3	1,4	1,1	1,2	1,3	1,3	1,2	1,1	1,2

1500 m																	
Tag	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
1	-0,3	0,1	0,0	0,0	-0,2	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
2	-0,3	0,1	-0,2	-0,2	-0,4	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	-0,2	0,1	0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,0	-0,1
3	-0,4	-0,1	-0,4	-0,4	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,4	-0,1	0,0	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,3
4	-0,6	-0,3	-0,5	-0,5	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	-0,4	-0,2	-0,2	-0,5	-0,5	-0,4	-0,3	-0,4
5	-0,7	-0,3	-0,6	-0,5	-0,5	-0,4	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4
6	-0,7	-0,4	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4
7	-0,5	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,3	-0,2
8	-0,2	-0,1	0,0	-0,1	0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,1	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0
9	0,0	0,0	0,2	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2
10	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,3	0,6	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
11	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
12	0,1	0,2	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3
13	-0,2	0,0	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	-0,1	-0,1	0,3	0,3	0,0	-0,1	0,1
14	-0,3	-0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	0,2	0,2	-0,1	-0,2	0,0
15	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	0,0	0,1	-0,1	-0,2	0,0
16	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,0	0,0	-0,2	-0,1	-0,1
17	0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	0,0	-0,1
18	0,2	0,0	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	0,0	0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,1	0,0
19	0,4	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	-0,1	0,0	0,2	0,1
20	0,4	0,2	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	0,2	0,2	0,1	0,2	0,0	0,3	0,1	0,1	0,2	0,2
21	0,5	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,0	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3
22	0,5	0,1	0,4	0,3	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,0	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3
23	0,5	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2
24	0,4	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1	-0,1	0,2	0,2	0,0	0,2	0,1
Max	0,5	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	0,6	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4
Min	-0,7	-0,4	-0,6	-0,5	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,5	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4
Sch	1,2	0,7	1,0	0,9	1,0	0,9	0,8	0,8	0,8	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,8

Fortsetzung Tabelle 7.5.1: Differentielle Tagesgänge des Luftdrucks in Vorarlberg in verschiedenen Seehöhen (Abweichungen vom Tagesmittel in hPa, Sch = mittlere Tagesschwankung)

2000 m																	
Tag	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
1	-0,2	0,1	0,2	0,0	-0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
2	-0,3	-0,1	0,0	-0,3	-0,4	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,2	0,0	0,1	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,2
3	-0,4	-0,3	-0,4	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,4	-0,2	0,0	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,4
4	-0,6	-0,5	-0,5	-0,7	-0,7	-0,6	-0,5	-0,6	-0,6	-0,5	-0,3	-0,2	-0,7	-0,5	-0,4	-0,4	-0,6
5	-0,7	-0,5	-0,6	-0,8	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,7	-0,5	-0,5	-0,5	-0,6
6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,6	-0,5	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,6	-0,4	-0,5	-0,5	-0,5
7	-0,5	-0,5	-0,4	-0,4	-0,3	-0,1	-0,3	-0,4	-0,4	-0,3	-0,3	-0,1	-0,4	-0,2	-0,3	-0,4	-0,4
8	-0,3	-0,2	-0,2	-0,3	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	0,0	0,0	0,1	-0,2	-0,1	0,0	-0,1	-0,2
9	0,0	-0,1	0,0	-0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,3	0,2	0,3	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0
10	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,3	0,5	0,2	0,2	0,4	0,3	0,2
11	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
12	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2
13	-0,1	0,0	0,1	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2	0,3	0,1	-0,1	-0,1	0,2	0,3	0,1	-0,1	0,1
14	-0,1	-0,2	0,0	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,0	-0,2	-0,3	0,1	0,2	0,0	-0,2	0,0
15	0,0	-0,2	-0,1	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	0,0	0,1	-0,1	-0,2	-0,1
16	0,0	-0,2	-0,2	-0,1	0,1	0,0	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1
17	0,2	-0,1	-0,2	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,2	0,0	-0,1	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	-0,1
18	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,1	0,0
19	0,5	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,2	0,2	0,1
20	0,6	0,3	0,3	0,4	0,2	0,0	0,1	0,3	0,4	0,3	0,0	0,0	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2
21	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,1	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
22	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,0	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
23	0,6	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	0,3	0,4	0,2	0,3	0,3
24	0,5	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	-0,1	0,2	0,3	0,1	0,3	0,2
Max	0,6	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Min	-0,7	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-0,6	-0,5	-0,6	-0,6	-0,5	-0,4	-0,3	-0,7	-0,5	-0,5	-0,5	-0,6
Sch	1,3	1,0	1,0	1,3	1,1	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0	0,8	0,8	1,1	0,9	0,9	0,9	1,0

3000 m																	
Tag	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Fr	So	He	Wi	Jahr
1	-0,1	0,1	0,0	-0,1	-0,1	-0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	-0,1	0,0	0,0	0,0	-0,1
2	-0,1	0,1	-0,2	-0,4	-0,4	-0,4	-0,2	-0,1	-0,2	-0,2	0,0	0,1	-0,4	-0,3	-0,1	0,0	-0,2
3	-0,3	-0,2	-0,5	-0,6	-0,5	-0,7	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	-0,1	0,0	-0,6	-0,5	-0,4	-0,2	-0,4
4	-0,4	-0,3	-0,6	-0,7	-0,7	-0,8	-0,5	-0,5	-0,6	-0,4	-0,2	-0,2	-0,7	-0,6	-0,4	-0,3	-0,6
5	-0,5	-0,4	-0,6	-0,8	-0,7	-0,8	-0,6	-0,5	-0,7	-0,5	-0,3	-0,4	-0,7	-0,6	-0,5	-0,4	-0,6
6	-0,6	-0,5	-0,6	-0,7	-0,6	-0,7	-0,6	-0,5	-0,6	-0,5	-0,3	-0,4	-0,7	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6
7	-0,5	-0,4	-0,5	-0,5	-0,5	-0,6	-0,5	-0,4	-0,6	-0,3	-0,2	-0,3	-0,5	-0,5	-0,4	-0,4	-0,4
8	-0,2	-0,1	-0,3	-0,4	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	-0,1	0,0	0,0	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	-0,2
9	0,0	0,0	-0,1	-0,2	-0,1	-0,2	-0,1	0,0	-0,1	0,1	0,2	0,2	-0,2	-0,1	0,0	0,0	-0,1
10	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,3	0,3	0,4	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1
11	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3	0,3	0,4	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2
12	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2
13	-0,2	0,0	0,1	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	0,2	0,3	0,0	-0,1	0,1
14	-0,2	-0,2	0,1	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,0	-0,1	-0,2	0,2	0,3	0,0	-0,2	0,1
15	-0,1	-0,2	0,0	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2	0,1	-0,1	-0,2	-0,2	0,2	0,3	-0,1	-0,1	0,1
16	0,0	-0,2	0,0	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	-0,1	-0,2	-0,1	0,1	0,3	-0,1	-0,1	0,1
17	0,1	-0,1	0,0	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,0	0,1	0,1	-0,1	0,0	0,0
18	0,3	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
19	0,4	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
20	0,5	0,2	0,4	0,6	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3
21	0,5	0,2	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,1	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3
22	0,5	0,2	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,1	0,1	0,4	0,4	0,2	0,2	0,3
23	0,5	0,1	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2
24	0,5	0,0	0,1	0,3	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	-0,1	0,1	0,2	0,0	0,2	0,1
Max	0,5	0,3	0,4	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,2	0,3	0,3
Min	-0,6	-0,5	-0,6	-0,8	-0,7	-0,8	-0,6	-0,5	-0,7	-0,5	-0,3	-0,4	-0,7	-0,6	-0,5	-0,5	-0,6
Sch	1,1	0,8	1,0	1,4	1,2	1,2	1,0	0,8	1,0	0,8	0,6	0,8	1,2	1,0	0,7	0,8	0,9

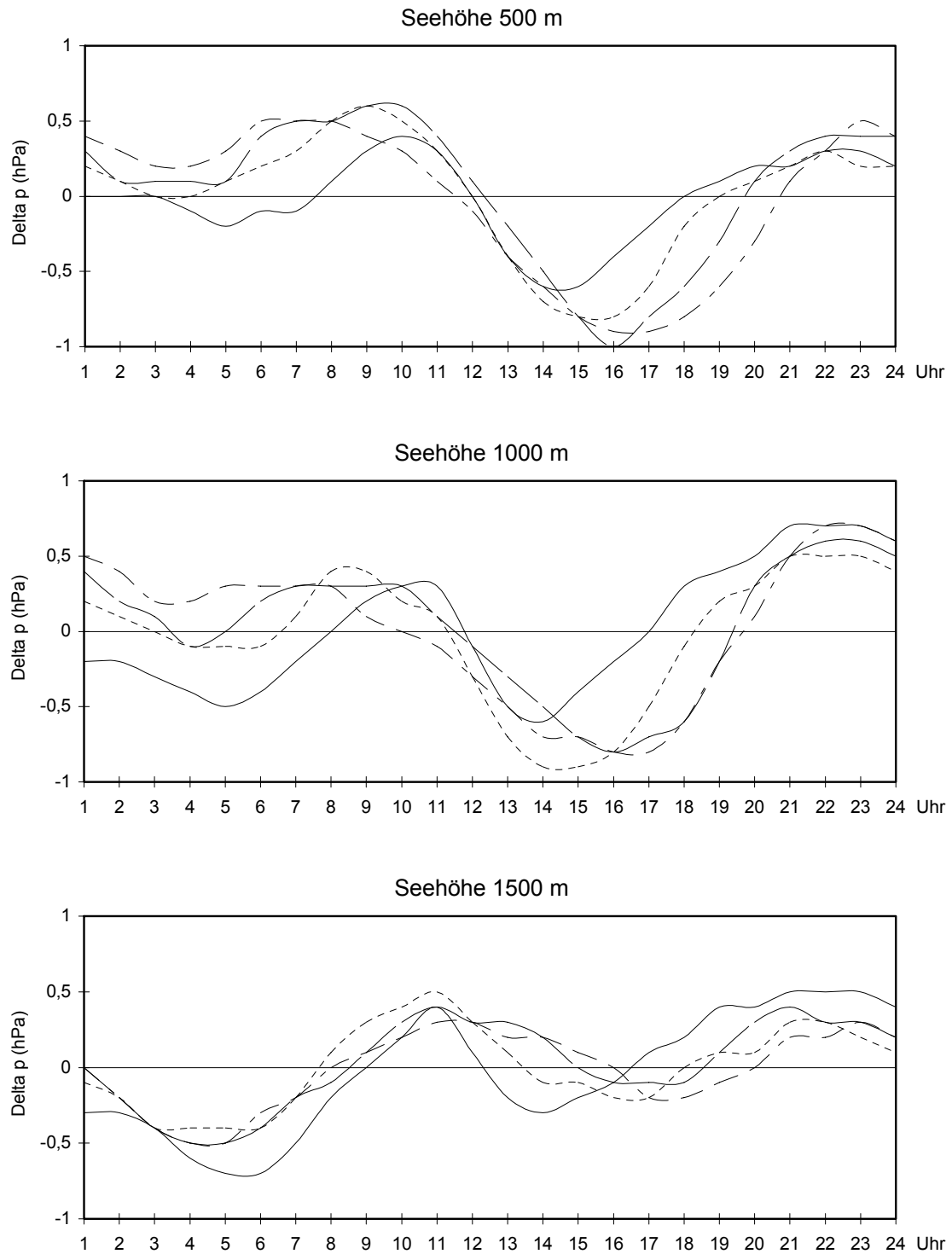
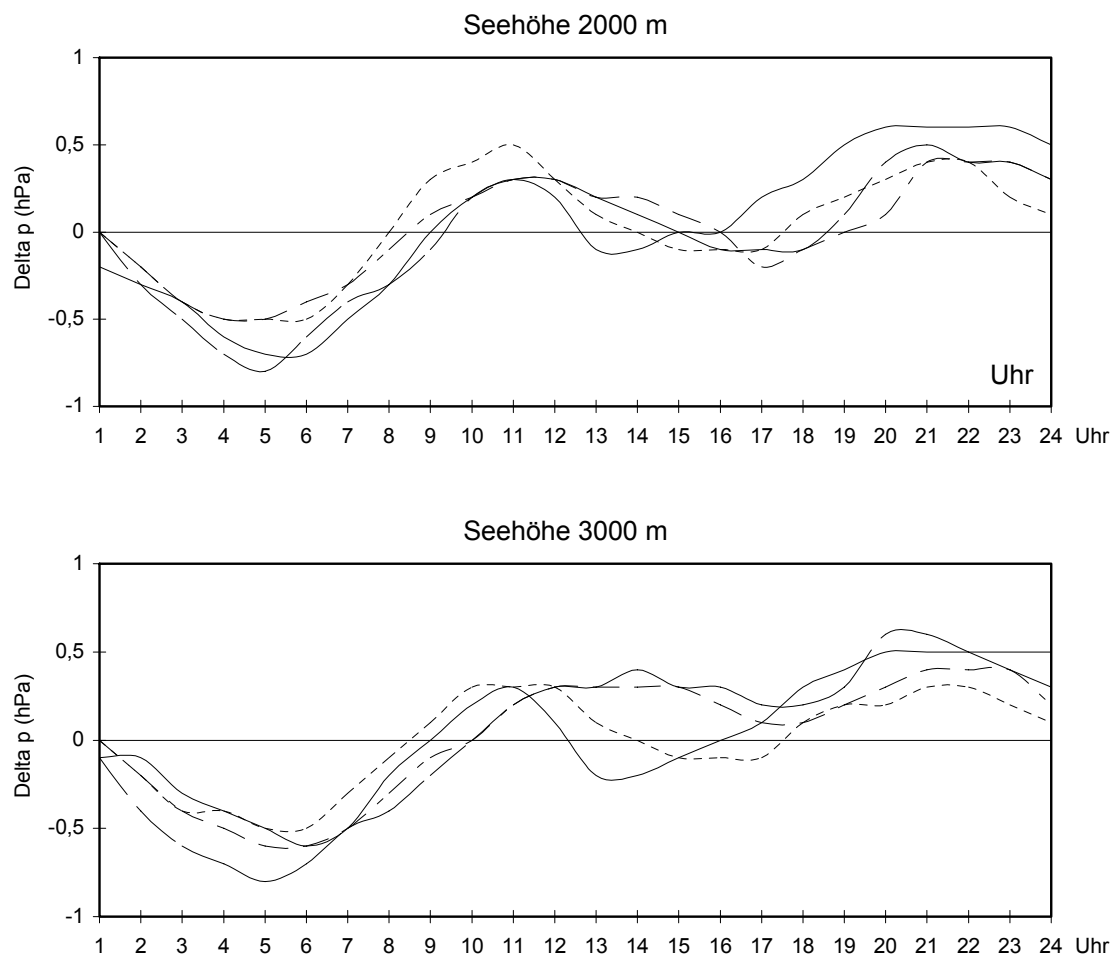


Abbildung 7.5.1: Mittlere Tagesgänge der Luftdrucksschwankung (Delta p) im Jänner, April, Juli und Oktober in verschiedenen Seehöhen in Vorarlberg (Abweichungen vom Tagesmittel in hPa)

— Jan - - - Apr - - - Jul - · - Okt



Fortsetzung Abbildung 7.5.1: Mittlere Tagesgänge der Luftdrucksschwankung (Δp) im Jänner, April, Juli und Oktober in verschiedenen Seehöhen in Vorarlberg (Abweichungen vom Tagesmittel in hPa)

— Jan — — Apr - - - Jul - . . . Okt

Wesentlich stärker als die periodischen sind die aperiodischen, kurzfristigen Schwankungen des Luftdrucks, die hauptsächlich im Zusammenhang mit Frontdurchgängen auftreten. Sie besitzen außerdem eine gewisse Bedeutung in der praktischen Anwendung in der Technik. Aus dem 30-jährigen Stundenwertedatensatz Feldkirch wurde eine Häufigkeitsauszählung der innerhalb einer Stunde möglichen Druckschwankungen vorgenommen. Das Ergebnis ist in Tabelle 7.5.2 enthalten. Sprunghafte Änderungen des Luftdrucks treten bis maximal etwa 10 hPa pro Stunde auf (einmal in 30 Jahren, was eine jährliche Häufigkeit von 0,03 in der Tabelle bedeutet). Einmal pro Jahr muß mit stündlichen Druckänderungen bis zu 5 hPa gerechnet werden. Starke Druckänderungen sind häufiger im Winter als im Sommer, was aus den Jahresgängen bis zu 3 hPa in der Tabelle zu erkennen ist. Die stärkeren Sprünge sind so selten, daß deren Auftreten in einem bestimmten Monat zufallsbedingt ist.

Zur Abklärung etwas längerfristiger Druckschwankungen wurde derselbe Datensatz von Feldkirch auf Tagesmittelbasis ausgezählt. Die sogenannte „interdiurne Veränderlichkeit“ beruht auf den Differenzen von Meßdaten im Abstand von 24 Stunden. Es wurden - analog zu den stündlichen Änderungen - kumulative Häufigkeiten der Differenzen der Tagesmittel von aufeinanderfolgenden Tagen berechnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7.5.3 enthalten. Wieder ist ein Jahresgang zu erkennen mit stärkeren Druckschwankungen im Winterhalbjahr (bis zu 24 hPa pro Tag) und schwächeren im Sommer (immer

unter 10 hPa pro Tag). Im Durchschnitt ist die interdiurne Veränderlichkeit des Luftdrucks mehr als doppelt so groß wie diejenige innerhalb einer Stunde. Interessant ist die Tatsache, daß die maximale Schwankung innerhalb von 24 Stunden bereits mehr als ein Drittel der gesamten Variationsbreite des 30-jährigen Datensatzes ausmacht (vergleiche Tabelle 7.4.1).

Tabelle 7.5.2: Häufigkeiten aperiodischer, sprunghafter Änderungen des Luftdrucks innerhalb einer Stunde

Feldkirch, 1961-90, Fälle pro Jahr

Sprung mindestens	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1 hPa	56,6	44,8	47,4	33,4	26,8	24,1	23,8	22,3	24,6	32,1	46,6	59,1	441,6
2 hPa	4,6	3,3	2,9	1,7	1,8	2,2	1,9	2,2	1,6	2,0	3,5	4,6	32,3
3 hPa	0,9	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,6	0,3	0,4	0,5	0,8	5,8
4 hPa	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	2,4
5 hPa	0,1	0,0	0,0		0,1	0,1		0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,8
6 hPa		0,0							0,1				0,1
7 hPa		0,0							0,0				0,1
8 hPa		0,0											0,0
9 hPa		0,0											0,0
10 hPa													0,0

Tabelle 7.5.3: Schwellenbezogene Häufigkeiten aperiodischer Änderungen des Luftdrucks von Tag zu Tag (Interdiurne Veränderlichkeit)

Feldkirch, 1961-90, Fälle pro Jahr

Sprung mindestens	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1 hPa	25,1	22,6	24,7	23,0	22,8	20,6	20,9	20,3	21,0	23,4	23,8	25,3	273,4
2 hPa	20,6	17,9	19,9	17,8	16,8	13,8	13,8	13,1	14,6	17,5	19,5	20,6	205,8
3 hPa	16,1	13,8	16,0	13,6	11,2	8,3	8,7	7,7	9,9	12,0	15,6	16,4	149,3
4 hPa	12,3	10,2	11,9	9,7	6,9	5,0	4,7	3,8	5,9	8,8	12,3	13,3	104,8
5 hPa	10,0	7,9	8,8	6,8	4,2	2,6	2,4	2,1	3,1	6,5	9,4	10,5	74,4
6 hPa	7,9	6,0	6,6	4,6	2,7	1,3	1,1	1,1	1,7	4,8	6,7	7,7	52,1
7 hPa	6,0	4,5	5,1	3,1	1,3	0,8	0,6	0,6	0,9	3,3	4,7	6,0	37,0
8 hPa	4,8	3,1	3,4	2,1	0,6	0,4	0,4	0,1	0,5	2,2	3,4	4,8	25,8
9 hPa	3,6	2,3	2,1	1,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	1,4	2,3	3,7	17,4
10 hPa	2,9	1,6	1,6	0,7	0,1	0,1	0,0		0,1	1,0	1,8	2,6	12,6
11 hPa	2,1	1,1	1,1	0,4	0,0	0,0				0,7	1,2	1,9	8,5
12 hPa	1,4	0,8	0,7	0,2						0,6	0,7	1,4	5,7
13 hPa	0,8	0,7	0,5	0,1						0,3	0,5	1,1	4,0
14 hPa	0,6	0,6	0,4	0,0						0,2	0,4	0,7	2,9
15 hPa	0,4	0,5	0,2	0,0						0,1	0,2	0,5	1,9
16 hPa	0,2	0,5	0,2							0,1	0,2	0,3	1,4
17 hPa	0,1	0,4	0,1							0,0	0,1	0,3	1,1
18 hPa	0,1	0,3	0,0								0,1	0,2	0,7
19 hPa	0,1	0,2									0,1	0,1	0,4
20 hPa	0,0	0,0									0,0	0,0	0,1
21 hPa	0,0	0,0									0,0	0,0	0,1
22 hPa		0,0									0,0		0,1
23 hPa											0,0		0,0
24 hPa											0,0		0,0
25 hPa													0,0

7.6 Luftdichte

Eine in der technischen Anwendung häufig verwendete Größe ist die Luftdichte. Sie zeigt wie der Luftdruck eine starke Abhängigkeit von der Seehöhe. Gegenüber derjenigen des Luftdrucks ist sie jedoch modifiziert durch den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchte. Beide Größen besitzen einen indirekten Zusammenhang mit der Luftdichte. Wärmere und auch feuchtere Luft besitzt eine geringere Dichte als kältere und trockenere. Der Zusammenhang ist durch folgende Formel gegeben:

$$LD = 3,483 \cdot (PP - 0,378 \cdot VP) / (1000 \cdot TT)$$

mit: LD...Luftdichte in kg/m³, PP...Luftdruck in hPa, VP...Dampfdruck in hPa, TT...Temperatur in K

Die Eingangsgrößen PP, VP und TT wurden den Höhenregressionen in den entsprechenden Kapiteln entnommen und daraus für jeden Monat die mittlere Luftdichte Vorarlbergs in Höhenstufen von 100 zu 100 m berechnet. Tabelle 7.6.1 enthält die Ergebnisse.

Tabelle 7.6.1: Mittlere Luftdichte in verschiedenen Seehöhen Vorarlbergs in kg/m³
Datenbasis: vertikale Regressionsmodelle von Luftdruck, Lufttemperatur und Dampfdruck 1961-90

Sh(m)	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
400	1,241	1,230	1,214	1,193	1,175	1,163	1,155	1,157	1,172	1,194	1,218	1,235	1,196
500	1,227	1,217	1,201	1,180	1,163	1,151	1,144	1,146	1,160	1,181	1,206	1,222	1,183
600	1,214	1,204	1,188	1,168	1,151	1,140	1,132	1,135	1,149	1,169	1,193	1,209	1,171
700	1,200	1,190	1,175	1,157	1,140	1,129	1,121	1,124	1,137	1,157	1,181	1,197	1,159
800	1,186	1,177	1,163	1,145	1,128	1,118	1,110	1,113	1,125	1,144	1,168	1,183	1,147
900	1,172	1,164	1,150	1,133	1,117	1,106	1,099	1,101	1,113	1,131	1,155	1,169	1,134
1000	1,158	1,151	1,138	1,121	1,105	1,095	1,088	1,089	1,101	1,118	1,142	1,155	1,122
1100	1,144	1,138	1,126	1,110	1,094	1,084	1,077	1,078	1,089	1,105	1,129	1,140	1,109
1200	1,130	1,125	1,114	1,098	1,083	1,073	1,066	1,067	1,078	1,093	1,116	1,127	1,097
1300	1,117	1,112	1,102	1,087	1,072	1,062	1,055	1,056	1,066	1,081	1,103	1,113	1,085
1400	1,103	1,099	1,090	1,075	1,061	1,051	1,044	1,045	1,055	1,068	1,091	1,099	1,073
1500	1,090	1,087	1,078	1,064	1,050	1,040	1,033	1,034	1,043	1,056	1,078	1,086	1,062
1600	1,078	1,075	1,067	1,054	1,040	1,030	1,024	1,024	1,033	1,046	1,067	1,074	1,051
1700	1,067	1,064	1,056	1,043	1,030	1,021	1,014	1,014	1,023	1,035	1,056	1,063	1,041
1800	1,055	1,053	1,046	1,033	1,020	1,011	1,005	1,005	1,013	1,025	1,046	1,051	1,030
1900	1,044	1,042	1,035	1,023	1,010	1,001	0,995	0,995	1,004	1,014	1,035	1,040	1,020
2000	1,033	1,031	1,025	1,013	1,001	0,992	0,986	0,986	0,994	1,004	1,025	1,029	1,010
2100	1,022	1,020	1,014	1,003	0,991	0,983	0,977	0,977	0,984	0,994	1,014	1,018	1,000
2200	1,011	1,010	1,004	0,993	0,982	0,973	0,967	0,967	0,975	0,984	1,004	1,007	0,990
2300	1,001	0,999	0,994	0,984	0,972	0,964	0,958	0,958	0,965	0,975	0,994	0,997	0,980
2400	0,990	0,989	0,984	0,974	0,963	0,955	0,949	0,949	0,956	0,965	0,984	0,986	0,970
2500	0,979	0,978	0,974	0,965	0,954	0,946	0,941	0,940	0,947	0,955	0,974	0,975	0,961
2600	0,969	0,968	0,964	0,955	0,945	0,937	0,932	0,932	0,938	0,946	0,964	0,965	0,951
2700	0,959	0,958	0,954	0,946	0,936	0,929	0,923	0,923	0,929	0,936	0,954	0,955	0,942
2800	0,949	0,948	0,945	0,937	0,927	0,920	0,915	0,914	0,920	0,927	0,945	0,945	0,932
2900	0,938	0,938	0,935	0,927	0,918	0,911	0,906	0,906	0,911	0,918	0,935	0,935	0,923
3000	0,929	0,928	0,926	0,918	0,909	0,903	0,898	0,897	0,902	0,908	0,926	0,925	0,914
3100	0,919	0,918	0,916	0,910	0,901	0,894	0,889	0,889	0,894	0,899	0,916	0,915	0,905
3200	0,909	0,909	0,907	0,901	0,892	0,886	0,881	0,880	0,885	0,890	0,907	0,905	0,896

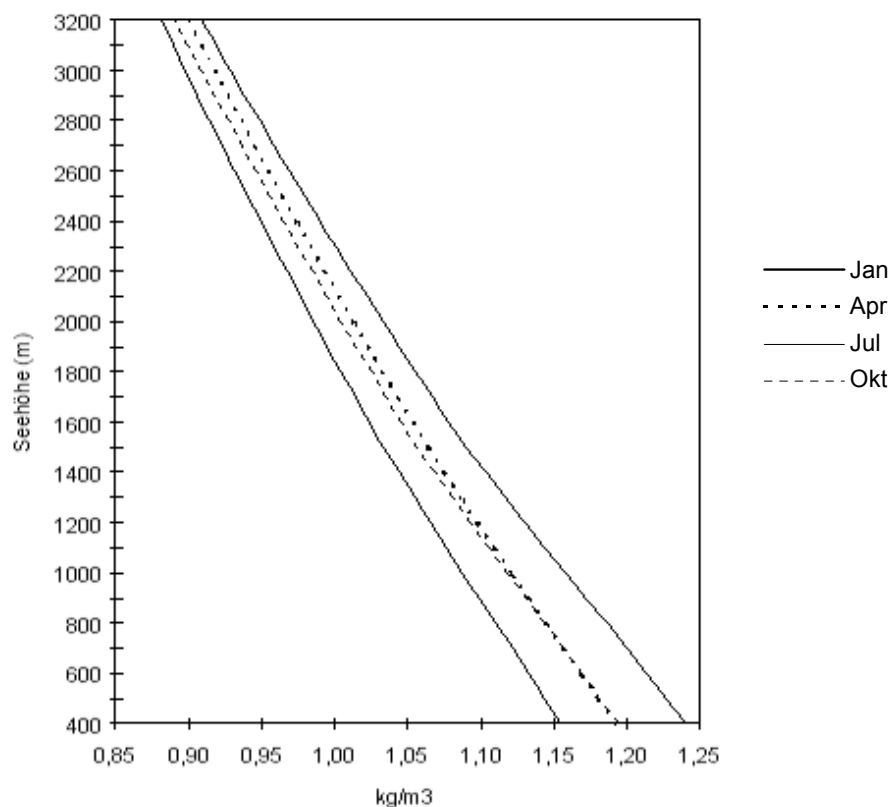


Abbildung 7.6.1: Höhenabhängigkeit der mittleren Luftdichte Vorarlbergs für die Monate Jänner, April, Juli und Oktober (berechnet aus den Regressionsmodellen 1961-90 von Luftdruck, Lufttemperatur und Dampfdruck)

Die Dominanz des Luftdrucks bewirkt eine starke Ähnlichkeit der Luftdichtekurven mit denen des Luftdrucks. Allerdings gibt es gewisse Abweichungen, die in erster Linie durch den Jahresgang und durch die dreistufige Vertikalstruktur der Lufttemperatur (vergl. Kapitel 1) hervorgerufen werden. Der Jahresgang der Lufttemperatur verursacht eine gegenüber dem Luftdruck stark erhöhte Jahresamplitude der Luftdichte mit niedrigeren Werten im Sommer und höheren im Winter. Die zwischen 750 m und 1500 m liegende Inversionsschicht der Lufttemperatur bewirkt eine leichte Abweichung der Luftdichtekurven von der rein exponentiellen Höhenabhängigkeit des Luftdrucks. Der Dampfdruck wirkt tendenziell aber nur marginal in dieselbe Richtung wie die Lufttemperatur.

Abbildung 7.6.1 zeigt die mittleren Jahresgänge der Luftdichte in Höhenstufen von 400 zu 400 m. Das Minimum verschiebt sich (wie bei der Lufttemperatur) mit zunehmender Seehöhe vom Juli in den August, das Maximum ist durchwegs im Jänner zu beobachten. Die Jahresamplitude ist in den tiefer gelegenen Landesteilen größer als in den Bergen.

Generell nimmt die Luftdichte in Vorarlberg von den tiefsten zu den höchsten Landesteilen um etwa 30% ab, eine Tatsache, die sich natürlich im gleichen Maß auf die einzelnen Gaskomponenten und somit auch auf den Sauerstoff der Luft auswirkt. Diesen Effekt bekommen beispielsweise Bergsteiger in der Dreitausenderregion zu spüren; derselbe Effekt setzt auch die Leistung von Verbrennungsmotoren herab.

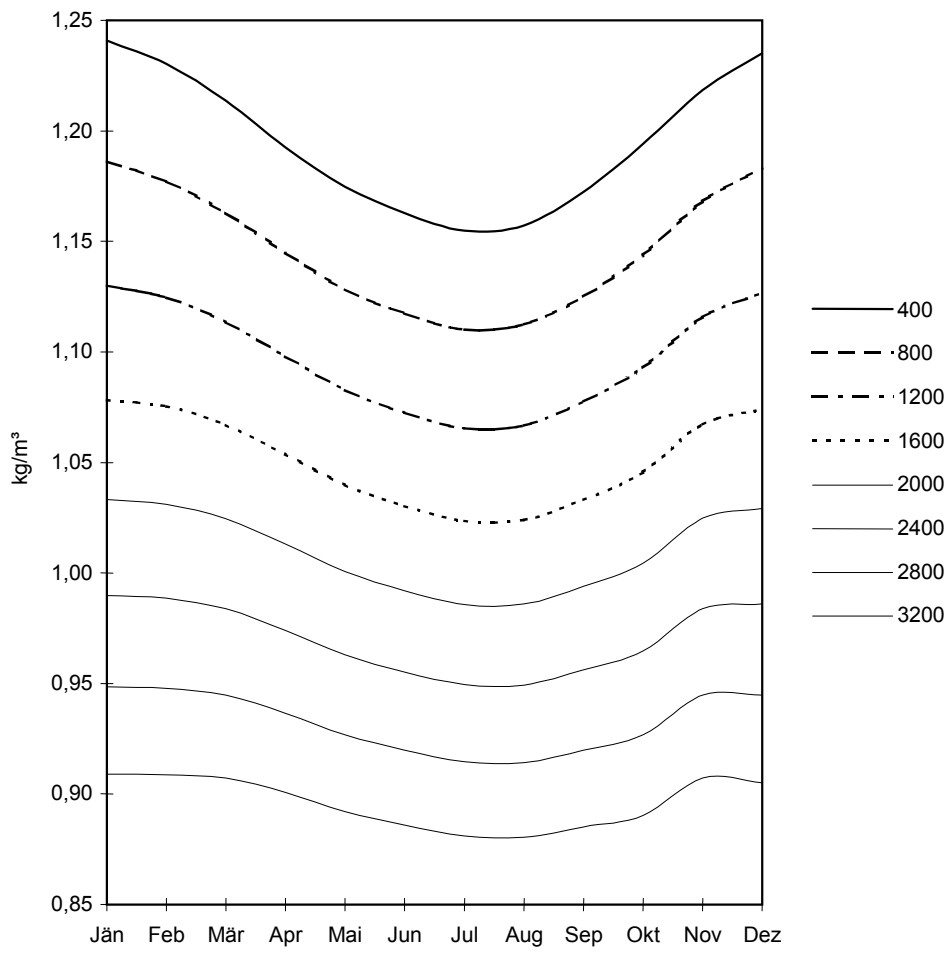


Abbildung 7.6.2: Mittlerer Jahresgang der Luftdichte Vorarlbergs in verschiedenen Seehöhen (1961-1990)

7.7 Ergänzende und weiterführende Literatur

Kossina, E. und F. Fliri, 1961: Wetter und Klima. In: Ilg, K.: Landes- und Volkskunde, Geschichte, Wirtschaft und Kunst Vorarlbergs, 95-133, Univ. Verl. Wagner, Innsbruck

Linke, F. und F. Baur, 1970: Meteorologisches Taschenbuch, Band II, 712 Seiten, Akademische Verlagsges. Geest & Portig, Leipzig

Hann, J. und R. Süring, 1939: Lehrbuch der Meteorologie. 5. Aufl., 480 Seiten, Verl. Keller, Leipzig