

6. VERDUNSTUNG

6.1 Einleitung

Die Verdunstung ist ein wesentlicher Bestandteil des Wasserkreislaufes und durch die zunehmende Bedeutung des Rohstoffes Wasser sind Informationen über die Verdunstung für verschiedene Anwendungsbereiche, wie Kraftwerksbau, künstliche Bewässerung in der Landwirtschaft, Trinkwasserversorgung wichtig geworden. Auch in einem Land wie Vorarlberg, welches zumeist mit reichlich Niederschlag gesegnet ist, ist die Kenntnis der Verdunstung, besonders die Verteilung in den einzelnen Regionen bzw. Seehöhenstufen von Bedeutung.

6.2. Datenmaterial

Folgende 10 Stationen konnten für die Verdunstungsbestimmung verwendet werden:

Tabelle 6.2.1: Verzeichnis der Stationen in alphabetischer Reihenfolge

Station	See- höhe in m	geogr. Länge	geogr. Breite	Berechnung der Verdunstung nach PENMAN		Messung der Verdunstung mit der GGI 3000 Wanne	
				M e ß d a u e r von	bis	M e ß d a u e r von	bis
Bregenz	424	9°44'	47°30'	1961/01	1990/12		
Bürs	567	9°49'	47°08'	1965/05	1990/12		
Feldkirch	440	9°37'	47°16'	1961/01	1990/12	1975/05	1990/10
Langen	1218	10°07'	47°08'	1961/01	1990/12		
Obervermunt	2040	10°05'	46°55'	1963/10	1990/12		
Partenen	1028	10°03'	46°58'	1963/10	1990/12		
Schoppernau	835	10°01'	47°19'	1961/01	1990/12		
Schröcken	1263	10°05'	47°16'	1969/08	1990/12		
Vandans	670	09°52'	47°05'	1978/01	1990/12	1979/04	1990/10
Warth	1475	10°11'	47°15'	1985/01	1990/12		

6.3 Zum Begriff Verdunstung

Der Vorgang der Verdunstung ist ein komplexer physikalischer Prozeß, der je nach meteorologischen Gegebenheiten, Bodenart, Beschaffenheit und Bewuchs der Bodenoberfläche, Tages- und Jahreszeit, Höhenlage und anderen Faktoren starken Schwankungen unterliegt. Man kann mehrere Formen der Verdunstung unterscheiden, je nachdem von welcher Oberfläche und deren momentane Eigenschaften der Verdunstungsvorgang seinen Ausgang nimmt. So spricht man von Evaporation (E), wenn Wasser von unbewachsenem Boden oder einer freien Wasserfläche verdunstet. Bei unbewachsenem Boden spielen neben den äußeren meteorologischen Gegebenheiten, die die Verdunstungskraft der Atmosphäre steuern, vor allem der bodenphysikalische Zustand, wie z.B. der Wassergehalt des Bodens und dessen Verteilung mit der Tiefe und die Tiefenlage des Grundwasserspiegels eine entscheidende Rolle. Transpiration ("Blattverdunstung") nennt man den Vorgang der Abgabe von Wasser an die Atmosphäre durch die oberirdischen Organe der Pflanzen. Hier hängt die Intensität der Transpiration zunächst auch von der Verdunstungskraft der Atmosphäre ab. Da jedoch die Pflanze ihr Wasser aus dem Boden bezieht, erfolgt eine wesentliche Kontrolle der Transpiration durch die Prozesse, die sich beim Fluß des Wassers aus dem Bodenraum über das Wurzelsystem bis hin zu den Spaltöffnungen abspielen. Die Transpiration hängt im Wesentlichen von drei Faktoren ab, nämlich den atmosphärischen, den bodenphysikalischen und den pflanzenphysiologischen. Man spricht in diesem Zusammenhang von der Transpiration als der physiologisch regulierten Verdunstung (SCHRÖDTER, 1985). Die Zusammenziehung der beiden Begriffe Evaporation und Transpiration ergibt die Evapotranspiration (ET), unter der man den Gesamtwassertransfer in die Atmosphäre pro Einheit der bewachsenen Bodenfläche versteht.

Zusätzlich muß zwischen aktueller und potentieller Verdunstung unterschieden werden. So ist die potentielle Evaporation (E_p) in Anschluß an die Definition von PENMAN (1956) und der WMO (1966) jene maximale Wasserdampfmenge, die von einer mit Wasser vollständig gesättigten, leblosen Oberfläche pro Flächen- und Zeiteinheit unter den bestehenden atmosphärischen Bedingungen abgegeben werden kann. Die potentielle ET (ET_p) ist dann jene maximale Wassermenge, die von einer stets wassergesättigten, den ganzen Boden bedeckenden Vegetationsfläche verdunsten kann. Es wird also vereinfachend der maximal mögliche Wasserverlust meist alleine auf Grund der atmosphärischen Bedingungen abgeschätzt und der solcherart berechnete Wert mittels zusätzlicher Faktoren den jeweiligen pflanzenspezifischen Bedingungen angepaßt (HAUDE, 1955).

Die aktuelle ET (ET_a) ist nun jene Wassermenge, die unter den gegebenen Bedingungen von einer bewachsenen Landoberfläche bei den bestehenden atmosphärischen Verhältnissen und den die Verdunstung beschränkenden Bodenwasserverhältnissen tatsächlich in die Atmosphäre verdunstet. Die aktuelle Evaporation (E_a) wird als jene Wasserdampfmenge definiert, die unter den gegebenen äußeren Bedingungen von einer nur teilweise mit Wasser gesättigten leblosen Oberfläche in die Atmosphäre abgegeben wird.

6.4 Methoden der Verdunstungsbestimmung

6.4.1 Messung der potentiellen Verdunstung mittels Verdunstungswannen

Wegen der Komplexität des Verdunstungsprozesses ist es trotz jahrelanger weltweiter Bemühungen noch nicht gelungen, die Verdunstung auf direktem Weg einfach und befriedigend zu messen. Mit den Verdunstungswannen, die weltweit in Verwendung stehen, kann nur die potentielle Verdunstung bestimmt werden.

Von der WMO, der meteorologischen Weltorganisation werden drei Wannentypen empfohlen (WMO, 1966):

- der 20 m² Tank der vormaligen UdSSR (5 m Durchmesser, 2 m Tiefe, in den Boden eingegraben bis auf einen Rand von 7,5 cm),
- die GGI 3000 Wanne der vormaligen UdSSR (61,8 cm Durchmesser, 60 cm tief am Rand und 68,5 cm tief in der Mitte der Wanne, in den Boden eingegraben bis auf einen Rand von 7,5 cm) und
- die Class A Wanne der USA (1,21 m Durchmesser, 25,5 cm Tiefe, auf einem Holzrost am Boden aufgestellt)

Die ZAMG hat im Rahmen der Teilnahme am Internationalen Hydrologischen Programm, im Jahr 1975 begonnen, das bereits bestehende, jedoch sehr spärliche Verdunstungsmeßnetz (MÜLLER, 1967) wesentlich auszubauen, wobei GGI 3000 Wannen eingesetzt wurden (NEUWIRTH, 1978a). Ihr wurde gegenüber der Class A Wanne der Vorzug gegeben, weil bei jener oft beträchtliche Advektionsfehler auftreten. Allen Wannentypen ist aber gemeinsam, daß die mit ihnen bestimmte Verdunstung sehr stark von der jeweiligen Umgebung des Standortes abhängig ist.

In Vorarlberg wurden 1975 in Feldkirch und 1979 in Vandans GGI 3000 Verdunstungswannen aufgebaut.

Die Meßperiode erstreckt sich nach Möglichkeit jeweils vom 1. April bis 31. Oktober, wobei die volumetrische Messung des Wasserstandes in der Wanne mittels Meßkännchen und Mensur immer um 7 Uhr MOZ erfolgt. Aus der Differenz der Wasserstände an zwei aufeinanderfolgenden Messungen erhält man unter Berücksichtigung des gleichzeitig gemessenen Niederschlages und nach entsprechender Eichung die Verdunstung in mm Wassersäule, die als Verdunstung des ersten Meßtages genommen wird.

Fehlende (z.B. durch Überlaufen der Wanne bei heftigem Niederschlag) bzw. fehlerhafte (z.B. durch Spritzwasser bei Niederschlag, starkem Wind) Messungen werden mit Hilfe des Ansatzes

$$E_p = (a_1 + b_1 u) (e_s - e) \quad (1)$$

nach NEUWIRTH, 1973 und 1978b berechnet bzw. korrigiert. Die Differenz $e_s - e$ wird aus den Meßwerten der Klimastation bestimmt und sodann für Tage mit ungestörten Verdunstungswerten die

Regression zwischen der gemessenen Verdunstung als Verhältnis zum Dampfdruckdefizit ($e_s - e$) und der Windgeschwindigkeit u für die einzelnen Tage an den entsprechenden Meßstellen ermittelt. Mit Hilfe der aus dieser Regression erhaltenen Konstanten a_1 und b_1 wird dann für die Tage, an denen fehlerhafte oder fehlende Werte vorliegen, die Verdunstung nach (1) berechnet.

6.4.2 Modellierung

Während die Bestimmung von E_p , und ET_p noch verhältnismäßig einfach vorgenommen werden kann, ist dies bei E_a und besonders bei ET_a nur mit großem Aufwand möglich (vergl. DOBESCH et al. 1992, DOBESCH 1993b). Die quantitative Bestimmung der ET_a ist infolge der Komplexität der beteiligten Prozesse außerordentlich schwierig und nur in Einzelfällen mittels Simulationsmodellen annähernd festlegbar. In der Folge wird daher nur auf die potentielle Verdunstungsbestimmung eingegangen.

Es gibt zahlreiche Algorithmen zur Berechnung der E_p bzw. ET_p , angefangen mit dem Energiehaushalt (Sverdrup-Ansatz mit Bowensbeziehung, Penman-Monteith Gleichung), über Diffusionsansätze und semiempirische Beziehungen (Dalton-Ansatz, Thornthwaite-Holtzmann Gleichung) bis hin zu klimatologischen Indizes, die nur ein oder mehrere Klimatelemente umfassen (BLANEY-CRIDDLE, HAUDE, TURC). Ein guter Überblick zu den genannten Ansätzen ist bei SCHRÖDTER (1985) zu finden, eine umfassende theoretische Abhandlung in BRUTSAERT (1982). Eine Übersicht über die Verhältnisse im östlichen und südöstlichen Flachland Österreichs ist in DOBESCH (1993a, 1995) zu finden. Ein verbreiteter Ansatz in der Hydrologie ist die Schätzung der Gebietsverdunstung (z.B. eines Einzugsgebietes) aus der Differenz des (regionalisierten) Niederschlags und dem Abfluß (BAUMGARTNER, 1983).

Die Auswahl, welche Ansätze man benützt, hängt neben der gestellten Aufgabe natürlich von der Verfügbarkeit der notwendigen Daten ab, so daß für die meisten Studien eher die Algorithmen herangezogen werden, welche nur wenige, leicht erfaßbare Parameter benötigen. Eine zusätzliche Erschwernis ergibt sich aus der Forderung, flächenbezogene Aussagen über die Verdunstung zu treffen, da hier die mikrometeorologischen Gegebenheiten mit ihrer großen Vielfältigkeit auf kleinstem Raum und ihre Wechselwirkungen mit der Heterogenität der Bodenoberflächenstrukturen zu berücksichtigen sind. Hierzu sind, wie bereits oben erwähnt, raumbezogene Daten notwendig, die zu beschaffen zumeist schwierig ist. Zusätzlich sind auch Regionalisierungs- und Datenassimilationsverfahren in die Rechenalgorithmen einzubauen, was eine entsprechend aufwendige Rechenleistung und Datenbankhaltung erforderlich macht. Ein Beispiel für diese Ansätze ist in THOMPSON et al. (1981) und in LÖPMEIER (1983) zu finden. Ein Weg räumlich bezogene Daten in regelmäßigen zeitlichen Intervallen zu erhalten ist die Nutzung von Satellitendaten. Hier sind aber neben der notwendigen aufwendigen Technologie und Methodik die Interpretationsalgorithmen noch nicht soweit operationell handhabbar, daß sie mit Erfolg etwa für die Berechnung eines Klimaparameters über einen längeren Zeitraum einsetzbar wären (vergl. LÖPMEIER, 1991).

In Konsequenz daraus ist die Abschätzung der Verdunstungsverhältnisse für das gesamte Bundesland Vorarlberg nach dem sog. Penman Ansatz vorgenommen worden, der die Berechnung der E_p aus der zur Verfügung stehenden Energie und der Verdunstungskraft der Luft erlaubt. Dies scheint in Anbetracht der Datenlage (Verfügbarkeit von Klimadaten an 10 Meßstationen für maximal 30 Jahre, digitales Höhenrastermodell) und der gegebenen klimatischen Verhältnisse in Bezug auf das Niederschlagsregime zielführend, allerdings mit den Einschränkungen durch die oben angeführten Definitionen für die potentielle Verdunstung. In Vorarlberg herrschen sicherlich an vielen Tagen des Jahres potentielle Verdunstungsverhältnisse. Denn die Zahl der Tage mit meßbarem Niederschlag liegt bei 180, Tage mit 5 mm Niederschlagssumme treten 80 bis 120mal im Jahr auf. Dies sind bezüglich der hygrischen Verhältnisse in Österreich sehr hohe Zahlen. Umgekehrt sind zusammenhängende Trockenperioden eher selten, solche von z.B. 6 bis 9 Tagen sind im Mittel nur 6mal im Jahr anzutreffen, solche von 10 bis 14 Tage nur 2 bis 3mal pro Jahr. Nur noch 1mal in 10 Jahren sind Trockenperioden von 25 bis 29 Tage vorzufinden.

Die sog. Penman Gleichung (PENMAN, 1948 und 1956), ist eine Kombination von Energiebilanz und aerodynamischer Methode und läßt sich, zitiert nach DOORENBOS et al. (1977) als

$$E_{pen} = F(SB+B) + (1 - F) f(u) (e_s - e) \quad (2)$$

mit dem Gewichtsfaktor $F = s/(s + \gamma)$, der Windfunktion $f(u) = a + b u$, der Strahlungsbilanz oder Nettostrahlung SB , dem Bodenwärmestrom B , dem Dampfdruck e , dem Sättigungsdampfdruck als

Funktion der Lufttemperatur ($e_s = e_s(T)$, T =Lufttemperatur) anschreiben. Die Größen in F sind der „slope“ s (die Abhängigkeit des Sättigungsdampfdruckes von der Temperatur) und die Psychrometernkonstante γ . Die Koeffizienten a und b sind spezifisch ortsabhängig und müssen mittels eines geeigneten Verfahren bestimmt werden (vergleiche dazu DOORENBOS et al. 1977, "korrigierte" Penmangleichung). Der zweite Summand auf der rechten Seite von Gl.(2) wird "Ventilationsglied" (E_v) genannt, wobei für dieses die Form

$$E_v = \gamma/(s+\gamma) (0,27 + 0,234 u_2) (e_s - e) \quad (3)$$

in der zahlreich vorliegenden Literatur zu finden ist. Die Konstanten in Gl.(3) gelten für eine Meßhöhe von 2 Metern.

Da über den Strahlungshaushalt die verfügbare Energie für den Verdunstungsvorgang bereitgestellt wird, die Elemente der Strahlung wie etwa Globalstrahlung oder Strahlungsbilanz (Nettostrahlung) aber meist nicht als Meßwerte zur Verfügung stehen, müssen Näherungsverfahren zur Berechnung dieser Größen herangezogen werden. Dies geschieht zumeist unter Verwendung der Registrierungen der Sonnenscheindauer oder der Bewölkung. Im vorliegenden Fall wurde der zweite Weg gewählt, da nur sehr wenige entsprechend lange Sonnenscheindatensätze zur Verfügung standen. Setzt man für die Globalstrahlung (nach NEUWIRTH, 1982)

$$GL = GL_o (a_2 + b_2 n);$$

mit n der Bewölkungsmenge, GL_o (=maximal mögliche Einstrahlung bei klarem Himmel) und a_2 und b_2 Konstanten, so erhält man die Nettostrahlung (L_g = atmosphärische langwellige Gegenstrahlung, L_a = langwellige Ausstrahlung des Bodens bzw. der Bestandsoberfläche bei der Temperatur T_o in Kelvin, α = Albedo, je nach Bodenzustand 0,20 – 0,45 gesetzt) als Summe aus kurz- und langwelliger Bilanz

$$SB = (1-\alpha).GL + L_g - L_a;$$

wobei für $L_a = \epsilon \sigma T_o^4$ ($\epsilon = 0,96$, Emissionskoeffizient, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$, Boltzmannkonstante, T_o = Oberflächentemperatur) genommen wurde; dabei wird in der Praxis für die zumeist nicht bekannte $T_o = T$ (in Kelvin) gesetzt. Für die Gegenstrahlung der Atmosphäre wurde angesetzt: $L_g = (a_3 + b_3 e^{1/2}) \sigma T_o^4$, mit den weiteren Konstanten a_3 und b_3 (siehe DOBESCH, 1980).

Bei Schneelage ist eine entsprechende Modifikation über die Albedo und die Oberflächentemperatur vorgenommen worden. Die Schneeoberflächentemperatur wurde der gerade herrschenden Taupunkttemperatur der Luft gleich gesetzt und daraus die L_a berechnet. Weiters wurde in diesem Fall die Verdunstung von der Schneeoberfläche nach HOFMANN (1963) bestimmt.

6.5 Ergebnisse

6.5.1 Verdunstungswannen

In der Tabelle 6.5.1.1 sind die Monatssummen der Verdunstung, gemessen mit der GGI 3000 Wanne, von Feldkirch und Vandans aufgelistet. Im mittleren Jahresgang treten die höchsten Werte im Juni oder Juli auf, in Einzeljahren bereits schon im Mai und Juni oder erst im August.

Auf die Unterschiede zwischen Wannerverdunstung und Penman-Evapotranspiration wird bei der Diskussion der Ergebnisse der Penman-Verdunstung eingegangen.

6.5.2 Ergebnisse der Berechnung der Verdunstung mit dem Penman Ansatz

Die Verdunstung wurde an den 10 Stationen, die in Abschnitt 6.2, Tabelle 6.2.1 angeführt sind, berechnet.

Die Ergebnisse für die Einzelmonate sind in Tabelle 6.5.2.1 zusammengestellt, der mittlere Jahresgang an diesen Stationen in der Abbildung 6.5.2.1 festgehalten. Auffallend in dieser Abbildung ist der starke Anstieg der Verdunstung zwischen April und Mai an den höher gelegenen Stationen, was mit dem Zeitpunkt des Abtauens der Schneedecke in Verbindung steht.

Tabelle 6.5.1.1: Monatssummen der Verdunstung in mm, gemessen mit der GGI 3000 Wanne

Feldkirch							
	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt
1975			66,8	88,4	76,5	64,0	37,3
1976	59,0	72,3	114,8	96,8	61,6	41,4	28,2
1977	34,6	76,7	99,6	71,3	65,2	57,0	36,6
1978	51,3	64,7	73,5	82,6	74,4	55,6	28,7
1979	47,8	92,3	83,7	71,5	73,6	47,2	32,6
1980	43,5	63,5	48,5	57,5	81,1	56,3	35,3
1981	58,0	60,6	87,5	64,4	80,0	40,4	34,8
1982	71,3	66,3	66,0	84,0	50,6	55,4	29,1
1983	50,7	50,6	64,6	89,6	67,0	48,2	36,8
1984	52,5	36,9	67,8	66,3	53,3	31,5	36,4
1985	50,2	58,9	67,2	83,4	62,0	52,0	38,4
1986	39,1	50,7	75,7	64,2	72,5	53,5	36,5
1987	57,3	49,1	41,3	46,2	59,5	45,8	
1988	55,5	59,8	62,0	67,3	53,9	53,2	32,7
1989	39,0	73,8	69,9	48,9	63,5	37,0	45,4
1990	36,1	65,4	32,5	58,3	64,9	37,3	37,6
Mittelwert	49,7	62,8	70,3	70,2	65,5	47,5	34,9
Standardabw.	10,4	10,2	15,7	14,2	10,2	8,6	4,2
Maximum	71,3	92,3	114,8	96,8	81,1	64,0	45,4
Jahr	1982	1979	1976	1976	1980	1975	1989
Minimum	34,6	36,9	32,5	46,2	50,6	31,5	28,2
Jahr	1977	1984	1990	1987	1982	1984	1976

Vandans							
	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt
1979	38,7	66,7	53,3	45,5	45,0	28,8	21,7
1980	34,0	55,1	46,4	48,6	54,9	31,0	27,1
1981	49,1	39,7	67,0	44,0	53,8	31,9	14,7
1982	50,3	56,1	55,2	61,0	33,2	33,2	21,6
1983	47,0	46,6	54,2	71,1		27,7	21,1
1984	45,6	41,5	61,8	77,6	59,8	25,4	21,4
1985	37,9	59,4	41,3	74,0	60,8	25,3	
1986	30,4	46,6	57,3	60,4	59,3		18,3
1987	34,3	51,6	52,4	51,4	48,6	35,2	
1988	46,9	58,5	58,1	77,0	62,0	34,3	24,4
1989	36,7	82,5	53,7	69,7	66,2	30,1	21,5
1990	30,7	82,8		79,7	84,9	45,7	25,6
Mittelwert	40,1	57,3	54,6	63,3	57,1	31,7	21,7
Standardabw.	7,3	14,2	6,9	13,3	13,1	5,7	3,5
Maximum	50,3	82,8	67,0	79,7	84,9	45,7	27,1
Jahr	1982	1990	1981	1990	1990	1990	1980
Minimum	30,4	39,7	41,3	44,0	33,2	25,3	14,7
Jahr	1986	1981	1985	1981	1982	1985	1981

Tabelle 6.5.2.1: Monatssummen der Verdunstung in mm, berechnet nach dem Penman Ansatz GI(2)

Bregenz													
Jahr	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961	8,3	19,7	43,6	67,8	78,7	114,6	113,7	96,2	73,6	39,4	22,8	17,1	695,5
1962	8,6	13,4	18,4	58,8	66,2	107,8	102,2	105,6	63,9	36,9	25,8	15,4	623,0
1963	16,3	4,0	24,3	57,8	77,7	91,2	125,1	86,5	62,0	31,2	17,1	3,6	596,8
1964	-12,8	4,4	24,2	69,9	102,4	116,5	130,1	96,9	64,4	29,1	30,9	3,2	659,2
1965	2,4	-12,2	30,8	71,4	79,0	102,7	94,0	97,5	55,5	34,2	54,3	13,2	622,8
1966	18,3	19,8	24,2	63,1	98,0	113,2	100,5	78,1	67,1	39,8	10,2	0,8	633,1
1967	10,7	17,6	41,8	68,7	113,4	106,9	126,2	99,8	59,3	41,1	19,4	8,1	713,0
1968	10,3	7,5	32,8	89,0	86,6	97,9	115,2	78,9	58,9	35,8	28,5	4,3	645,7
1969	4,7	1,8	34,8	92,0	100,4	96,1	127,1	84,6	68,2	38,3	34,3	-8,3	674,0
1970	1,6	7,7	20,3	68,9	85,6	114,7	101,0	100,7	68,7	33,8	17,1	3,7	623,8
1971	1,1	5,7	26,8	73,2	91,7	90,0	136,6	101,3	66,7	34,9	39,1	1,8	668,9
1972	4,1	16,6	46,0	74,3	79,1	97,4	102,4	98,1	63,4	33,0	46,7	5,4	666,5
1973	6,1	3,9	22,4	48,9	102,3	101,0	103,2	108,9	72,0	32,6	24,3	6,2	631,8
1974	10,3	14,0	56,9	69,2	84,8	96,7	116,7	102,2	58,9	32,5	29,0	13,8	685,0
1975	12,4	16,1	32,1	83,4	89,9	88,5	125,3	97,7	68,9	33,0	14,1	3,2	664,6
1976	11,3	4,1	38,6	72,3	98,7	122,9	119,8	82,6	57,5	35,0	25,1	3,4	671,3
1977	3,2	23,6	51,9	79,2	87,8	99,1	115,8	87,4	64,0	34,7	58,6	6,5	711,8
1978	-0,5	0,8	47,0	61,5	78,5	98,6	100,3	86,8	58,3	32,5	25,7	7,4	596,9
1979	11,0	12,3	43,8	57,5	105,4	103,3	102,6	85,4	69,9	36,7	23,2	23,0	674,1
1980	4,8	19,9	39,9	69,0	85,5	89,3	100,8	100,8	71,2	35,1	21,2	6,4	643,9
1981	5,9	6,8	76,1	69,9	89,2	100,6	101,9	98,0	57,4	34,1	25,6	5,9	671,4
1982	7,8	9,9	32,3	66,5	97,6	104,0	121,2	100,8	68,8	32,4	23,5	16,2	681,0
1983	13,1	1,0	49,7	90,8	78,7	101,7	134,5	99,6	58,5	38,7	14,3	8,1	688,7
1984	-1,5	2,9	22,6	62,8	76,6	110,8	124,2	98,3	53,4	34,1	16,4	18,7	619,3
1985	35,0	22,2	22,2	65,7	89,8	90,1	118,3	104,6	69,5	32,9	23,7	10,7	684,7
1986	5,4	-5,9	17,4	63,9	93,9	121,3	116,8	88,7	65,7	34,5	12,3	5,3	619,3
1987	9,0	12,9	25,1	68,7	76,0	90,7	105,7	87,2	71,1	34,9	16,7	8,4	606,4
1988	10,8	11,7	36,3	60,9	91,4	100,7	115,9	101,8	59,6	37,4	40,7	21,0	688,2
1989	10,0	17,6	46,1	59,3	109,9	110,6	107,4	99,1	60,5	38,0	12,6	7,0	678,1
1990	6,3	23,0	50,0	55,8	110,3	99,5	122,7	106,7	58,6	40,6	16,1	4,1	693,7
Mittelw.	7,8	10,1	35,9	68,7	90,2	102,6	114,2	95,4	63,9	35,2	25,6	8,1	657,8
Standardabw.	7,86	8,79	13,55	10,26	11,78	9,60	11,68	8,46	5,58	2,92	12,06	6,69	33,41
Abs. Max.	35,0	23,6	76,1	92,0	113,4	122,9	136,6	108,9	73,6	41,1	58,6	23,0	713,0
Jahr	1985	1977	1981	1969	1967	1976	1971	1973	1961	1967	1977	1988	1967
Abs. Min.	-12,8	-12,2	17,4	48,9	66,2	88,5	94,0	78,1	53,4	29,1	10,2	-8,3	596,8
Jahr	1964	1965	1986	1973	1962	1975	1965	1966	1984	1964	1966	1969	1978

Fortsetzung Tabelle 6.5.2.1: Monatssummen der Verdunstung in mm, berechnet nach dem Penman Ansatz Gl(2)

Bürs													
Jahr	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961													
1962													
1963									96				
1964													
1965					90,9	118,0	109,2	101,7	65,5	38,3	43,9	8,3	
1966	24,7	21,7	15,7	66,1	115,0	117,7	105,7	90,4	74,3	38,2	9,1	18,9	697,5
1967	19,5	34,2	40,6	60,9	126,6	113,8	131,9	103,5	61,7	37,7	22,8	12,8	766,0
1968	16,7	4,1	14,5	74,8	91,0	103,6	105,5	91,7	60,4	40,1	29,2	2,0	633,6
1969	5,8	6,4	18,2	72,6	106,1	92,6	120,3	89,0	69,3	35,7	10,4	4,0	630,4
1970	5,6	17,2	12,2	40,8	99,9	119,5	120,3	103,8	71,9	44,4	28,3	9,5	673,4
1971	29,3	-5,3	22,3	78,1	97,4	105,3	136,5	105,9	70,6	38,6	13,2	1,6	693,5
1972	-1,8	14,7	45,2	65,9	82,1	101,8	110,9	90,2	61,4	53,6	22,5	0,8	647,3
1973	-0,7	1,5	15,5	34,6	106,8	108,9	111,2	113,6	69,5	35,5	10,7	12,8	619,9
1974	5,6	1,3	49,9	63,4	91,8	103,0	121,9	105,2	66,6	29,6	7,4	6,6	652,3
1975	5,6	13,1	14,0	74,3	92,9	106,8	119,8	91,9	71,3	32,9	14,0	-3,3	633,3
1976	16,8	0,1	19,8	61,3	102,0	125,5	124,2	88,2	59,1	36,3	8,9	11,7	653,9
1977	-3,8	16,7	54,6	81,8	93,1	107,1	107,0	90,7	68,3	35,5	28,8	6,1	685,9
1978	5,1	2,4	36,1	65,7	83,7	102,4	119,6	98,0	60,5	37,3	4,4	13,6	628,8
1979	1,3	6,7	34,8	60,9	108,0	106,7	108,1	99,8	81,7	40,0	10,4	7,2	665,6
1980	3,2	12,5	35,4	48,3	89,8	104,9	105,8	105,3	72,7	34,7	8,7	1,0	622,3
1981	9,9	7,9	87,7	86,9	92,1	107,2	106,9	110,6	59,0	50,4	11,7	11,1	741,4
1982	6,0	-1,4	12,4	57,0	102,2	109,8	136,8	93,1	74,6	37,2	20,6	4,7	653,0
1983	5,5	10,9	32,4	90,5	92,8	119,7	140,2	103,6	65,5	38,8	11,4	8,4	719,7
1984	-1,7	14,1	14,2	59,4	81,2	101,6	128,1	102,4	60,9	39,9	13,3	3,2	616,6
1985	19,7	11,1	23,2	58,6	95,7	104,5	132,5	107,0	73,1	38,8	13,1	4,3	681,6
1986	-1,7	-2,3	8,5	59,4	97,1	123,8	119,5	104,8	68,9	39,5	11,6	0,5	629,6
1987	12,2	8,8	12,9	75,1	88,8	93,9	113,8	92,5	72,4	38,0	17,7	5,1	631,2
1988	6,8	6,5	7,7	68,1	100,0	96,7	122,3	104,9	63,6	40,2	7,2	1,0	625,0
1989	-1,2	9,7	47,9	61,0	104,9	105,0	103,9	102,1	63,6	38,3	7,8	7,8	650,8
1990	-1,6	17,9	42,9	59,9	108,9	95,2	128,3	110,1	62,5	40,6	22,4	3,4	690,5
Mittelw.	7,5	9,2	28,7	65,0	97,7	107,5	118,9	100,0	67,3	38,9	15,8	6,3	661,7
Standardabw.	9,03	8,71	18,93	12,89	10,40	8,89	11,07	7,52	5,84	4,80	9,17	5,12	39,63
Abs. Max.	29,3	34,2	87,7	90,5	126,6	125,5	140,2	113,6	81,7	53,6	43,9	18,9	766,0
Jahr	1971	1967	1981	1983	1967	1976	1983	1973	1979	1972	1965	1966	1967
Abs. Min.	-3,8	-5,3	7,7	34,6	81,2	92,6	103,9	88,2	59,0	29,6	4,4	-3,3	616,6
Jahr	1977	1971	1988	1973	1984	1969	1989	1976	1976	1974	1978	1975	1984

Fortsetzung Tabelle 6.5.2.1: Monatssummen der Verdunstung in mm, berechnet nach dem Penman Ansatz Gl(2)

Feldkirch													
Jahr	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961	-2,2	17,1	45,6	67,4	78,2	113,4	113,7	101,5	72,7	40,6	13,8	11,5	673,3
1962	7,6	4,9	27,6	84,6	77,4	116,8	100,2	108,9	69,2	35,7	17,9	13,7	664,5
1963	17,9	10,4	32,3	65,2	87,8	99,3	127,1	85,5	66,5	34,8	14,3	-3,8	637,3
1964	-1,3	12,1	35,7	63,1	102,5	116,7	126,2	95,4	68,2	27,1	28,7	-7,7	666,7
1965	5,9	-16,0	38,2	62,9	79,0	100,7	102,1	84,7	64,5	30,6	30,5	4,3	587,4
1966	19,9	20,2	19,9	62,2	96,6	113,0	99,4	85,8	65,0	38,6	5,4	10,0	636,0
1967	20,0	18,4	39,9	63,7	116,1	107,5	126,6	97,8	57,0	38,7	13,2	18,9	717,8
1968	10,4	9,5	33,6	81,6	86,5	95,7	112,4	86,4	56,5	37,4	12,8	1,7	624,5
1969	7,5	9,0	35,4	79,8	99,2	94,2	124,0	96,1	66,2	32,9	14,0	-2,4	655,9
1970	3,4	13,1	12,6	40,6	73,5	113,3	111,0	83,6	67,2	32,1	14,1	8,7	573,2
1971	10,7	-3,6	32,2	72,3	90,4	98,3	122,8	99,2	65,9	35,1	22,5	4,1	649,9
1972	4,8	20,3	40,9	72,9	86,8	94,9	100,1	84,3	61,5	32,1	29,5	4,6	632,7
1973	5,2	5,2	27,7	56,7	101,3	100,3	101,1	108,7	65,9	30,5	17,1	10,8	630,5
1974	9,1	19,5	46,3	64,5	83,1	97,0	98,7	98,7	65,4	38,9	15,6	14,5	651,3
1975	8,5	15,9	30,7	84,6	85,6	95,2	122,3	98,0	68,6	29,4	20,3	-1,3	657,8
1976	13,3	3,5	39,7	79,5	97,5	121,3	118,9	89,5	64,5	33,6	20,3	3,3	684,9
1977	5,2	22,0	57,8	104,0	85,7	99,9	114,5	85,8	61,5	35,6	71,4	7,1	750,5
1978	6,7	6,2	45,0	74,0	86,1	96,6	113,6	94,7	64,1	30,5	9,6	12,6	639,7
1979	4,9	15,7	38,6	58,9	102,0	100,7	115,4	83,6	97,5	32,8	13,3	10,6	674,0
1980	6,2	15,1	38,3	65,9	83,6	98,5	98,9	107,8	70,5	33,5	14,6	12,4	645,3
1981	1,1	0,3	97,9	69,1	86,9	114,2	99,2	103,9	61,8	35,3	21,2	12,8	703,7
1982	7,8	6,6	29,8	66,7	103,5	102,6	127,3	98,8	74,6	32,5	18,5	6,6	675,3
1983	7,5	0,9	44,2	86,0	85,1	115,8	132,7	99,3	71,0	34,7	12,4	13,3	702,9
1984	3,7	5,6	29,7	65,6	77,4	110,8	122,0	96,1	57,6	36,7	14,8	6,3	626,3
1985	36,4	22,4	26,6	68,3	88,8	98,0	124,8	100,7	70,0	36,3	18,9	5,7	696,9
1986	-0,4	-0,3	20,6	65,9	105,6	119,2	112,7	99,7	65,1	38,3	11,1	6,3	643,8
1987	11,4	10,2	26,4	73,5	99,3	97,8	119,2	97,9	75,3	35,1	13,9	7,0	667,0
1988	10,2	11,6	23,3	69,6	105,0	97,2	124,3	99,2	59,4	40,6	20,1	13,1	673,6
1989	9,2	17,8	53,4	56,7	102,7	109,0	119,8	104,0	58,0	36,9	11,6	6,5	685,6
1990	3,7	24,6	53,0	60,0	107,7	100,0	120,5	109,0	56,1	38,7	17,1	7,5	697,9
Mittelw.	8,5	10,6	37,4	69,5	92,0	104,6	115,1	96,2	66,2	34,9	18,6	7,3	660,9
Standardabw.	7,56	9,05	15,45	11,69	10,88	8,57	10,56	8,12	7,87	3,39	11,48	5,95	36,78
Abs. Max.	36,4	24,6	97,9	104,0	116,1	121,3	132,7	109,0	97,5	40,6	71,4	18,9	750,5
Jahr	1985	1990	1981	1977	1967	1976	1982	1990	1979	1961	1977	1967	1977
Abs. Min.	-2,2	-16,0	12,6	40,6	73,5	94,2	98,7	83,6	56,1	27,1	5,4	-7,7	573,2
Jahr	1961	1965	1970	1970	1970	1969	1974	1970	1990	1964	1966	1964	1970

Fortsetzung Tabelle 6.5.2.1: Monatssummen der Verdunstung in mm, berechnet nach dem Penman Ansatz Gl(2)

Langen													
Jahr	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961	-7,2	13,2	-1,4	89,1	114,4	117,5	114,3	104,4	75,3	74,9	7,7	21,6	723,8
1962	21,6	-2,3	9,1	3,2	123,8	138,0	104,2	111,2	87,9	64,4	7,7	15,5	684,3
1963	10,0	-12,1	14,9	18,8	115,3	95,1	122,6	91,8	62,0	34,9	15,0	-10,6	557,7
1964	-25,8	6,5	1,0	31,7	103,2	108,5	128,1	98,8	82,6	64,1	12,2	-15,5	595,4
1965	-16,2	-23,1	24,4	10,5	73,6	115,9	96,1	98,9	63,5	31,9	16,7	13,7	505,9
1966	32,1	14,4	-3,6	22,3	102,0	104,0	105,6	88,4	73,9	64,8	-3,0	1,5	602,4
1967	11,0	45,8	8,8	5,9	69,8	108,1	133,2	101,3	67,9	36,5	10,3	10,1	608,7
1968	-4,7	-0,5	-7,7	24,5	89,9	103,0	106,0	81,1	59,5	38,9	13,8	2,3	506,1
1969	-2,5	-3,2	8,4	19,4	102,4	82,3	112,2	82,2	69,1	34,3	10,0	-3,8	510,8
1970	4,3	1,6	-3,4	3,3	17,3	122,6	105,2	100,9	66,3	33,9	13,7	-0,9	464,8
1971	-1,6	-4,0	16,8	36,3	103,9	91,2	130,8	111,0	64,5	41,3	12,5	15,4	618,1
1972	-8,5	4,9	22,6	34,2	97,6	102,2	109,0	92,0	60,6	45,3	24,5	4,3	588,7
1973	-2,6	3,1	-2,2	1,4	134,6	107,3	97,0	108,4	71,5	54,2	34,8	5,2	612,7
1974	19,3	8,9	25,5	24,7	92,5	111,2	105,4	94,2	125,7	2,7	-5,1	23,1	628,1
1975	21,8	-1,6	-3,5	19,4	91,5	100,2	119,7	94,9	66,6	37,3	16,2	-9,3	553,2
1976	27,1	-7,6	21,1	31,4	98,4	123,0	112,2	89,4	69,3	37,4	10,8	17,8	630,3
1977	0,5	31,9	40,9	16,3	90,9	102,8	109,1	83,1	65,6	37,4	18,5	25,8	622,8
1978	-3,6	10,6	2,0	28,4	82,0	101,0	106,2	89,3	61,4	35,4	-3,9	-17,1	491,7
1979	16,8	14,8	-1,5	0,4	102,9	117,2	96,3	91,7	118,2	42,7	10,4	15,6	625,5
1980	-19,0	11,8	20,4	-3,4	116,1	89,9	93,3	93,7	70,8	80,5	7,6	10,2	571,9
1981	-17,9	-0,7	18,9	34,3	98,7	106,6	105,1	101,8	64,9	88,4	18,1	0,6	618,8
1982	9,1	10,8	9,3	10,3	126,9	105,3	125,5	93,8	74,4	37,4	17,2	14,1	634,1
1983	18,3	13,4	9,0	19,6	77,9	105,6	136,0	85,3	68,0	39,2	14,1	30,4	616,8
1984	-12,8	-12,6	-4,4	4,3	85,8	99,7	116,9	93,8	95,9	38,2	15,3	10,8	530,9
1985	32,1	33,8	9,2	20,2	118,0	90,1	123,4	107,8	75,3	37,7	6,5	9,6	663,7
1986	8,0	-12,4	11,5	22,0	115,2	129,5	119,5	94,3	68,1	45,0	15,5	6,3	622,5
1987	5,2	-3,7	7,0	20,4	91,7	101,2	112,7	93,1	74,7	42,3	12,3	23,4	580,3
1988	12,9	0,4	16,8	25,6	103,5	92,6	120,4	103,6	64,6	36,3	22,4	17,4	616,5
1989	12,8	16,0	22,3	38,9	99,7	92,2	101,3	102,3	64,0	35,1	19,6	6,9	611,1
1990	17,7	29,7	34,8	32,8	103,4	104,5	126,5	109,1	62,3	39,1	24,0	9,5	693,4
Mittelw.	5,3	6,3	10,9	21,5	98,1	105,6	113,1	96,4	73,1	44,4	13,2	8,5	596,4
Standardabw.	15,42	15,11	12,28	17,42	21,62	12,42	11,69	8,53	15,55	16,97	8,31	11,90	60,65
Abs. Max.	32,1	45,8	40,9	89,1	134,6	138,0	136,0	111,2	125,7	88,4	34,8	30,4	723,8
Jahr	1985	1967	1977	1961	1973	1962	1983	1971	1974	1981	1973	1983	1961
Abs. Min.	-25,8	-23,1	-7,7	-3,4	17,3	82,3	93,3	81,1	59,5	2,7	-5,1	-17,1	464,8
Jahr	1964	1965	1968	1980	1970	1969	1980	1968	1968	1974	1974	1978	1970

Fortsetzung Tabelle 6.5.2.1: Monatssummen der Verdunstung in mm, berechnet nach dem Penman Ansatz Gl(2)

Obervermunt													
Jahr	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961													
1962													
1963										30,2	13,6	-2,6	
1964	-28,3	-12,0	-2,7	1,7	63,4	114,5	116,1	84,4	68,3	8,0	14,0	-12,0	415,4
1965	-20,1	-42,3	21,5	-15,5	8,4	107,6	100,3	82,2	46,5	29,3	3,5	-10,8	310,6
1966	29,0	17,2	-19,3	8,2	27,8	96,5	84,9	75,8	71,3	30,7	-10,0	-7,7	404,4
1967	-8,7	17,0	-23,2	2,5	8,7	68,4	116,1	87,9	52,6	32,1	2,3	5,3	361,0
1968	-10,7	-11,1	-1,9	4,7	32,8	81,3	103,2	71,3	56,5	33,3	12,2	-1,2	370,4
1969	-12,3	-6,2	-7,9	-2,3	37,4	60,0	139,9	119,7	62,4	30,3	9,5	-19,9	410,6
1970	12,2	-5,4	-19,0	-2,1	7,2	98,4	108,7	98,5	63,2	23,2	12,3	-10,3	386,9
1971	-11,0	-22,4	6,3	7,7	50,4	74,8	117,6	98,1	51,6	27,3	11,1	15,5	427,0
1972	-21,0	-5,4	-0,7	4,9	24,7	80,3	119,5	97,5	40,8	23,1	26,5	-5,1	385,1
1973	-7,8	-18,6	-4,9	3,6	26,9	108,3	110,9	90,5	65,2	25,6	3,4	6,4	409,5
1974	13,4	-11,3	3,4	2,6	22,5	67,9	102,7	109,3	90,4	-19,7	-4,6	-1,5	375,1
1975	3,3	-4,0	-9,6	2,8	16,7	72,1	133,6	89,2	70,9	16,5	4,7	-15,6	380,6
1976	-0,4	-11,4	-3,3	-2,0	49,5	113,2	124,6	75,9	41,7	33,4	-10,4	-1,9	408,9
1977	-18,0	10,9	15,9	11,1	12,0	86,4	106,4	77,5	52,6	31,2	1,9	-0,4	387,5
1978	-25,1	2,4	-7,4	-9,4	10,6	46,8	126,5	109,0	71,5	2,2	-1,3	-4,2	321,6
1979	35,8	84,8	0,4	-6,8	49,7	126,2	103,7	119,7	92,6	31,3	-6,5	11,5	642,4
1980	-19,5	-13,5	-8,8	-7,3	3,9	43,0	112,9	95,5	64,1	21,8	2,8	-2,7	292,2
1981	-3,6	-5,8	14,9	6,7	16,6	110,7	107,0	94,9	73,0	32,3	5,7	-6,7	445,7
1982	-1,2	-1,7	-18,7	-22,0	35,7	106,2	116,6	87,1	89,3	25,3	6,2	-4,0	418,8
1983	16,7	-18,9	-9,4	9,5	5,2	106,9	127,4	121,1	62,3	27,1	8,5	8,8	465,2
1984	-22,7	-21,8	-14,5	-14,5	1,2	48,2	108,1	87,8	26,8	23,1	10,9	-3,7	228,9
1985	-3,7	7,7	-13,5	-8,6	18,7	58,1	113,5	90,8	71,2	34,3	2,3	2,6	373,4
1986	3,1	-11,4	-16,9	-11,6	28,1	104,3	105,1	98,4	61,2	34,1	10,8	-10,0	395,2
1987	4,9	-0,5	10,6	19,7	8,6	67,0	94,5	104,2	69,9	37,2	1,8	10,7	428,6
1988	3,7	-11,2	4,5	9,4	53,2	122,5	113,8	106,8	84,3	35,2	11,4	16,3	549,9
1989	-1,5	5,4	4,1	4,6	25,8	67,8	93,2	109,4	65,2	16,3	10,4	10,2	410,9
1990	2,0	14,4	9,8	-1,8	32,3	80,1	116,4	95,8	51,8	37,2	17,2	1,9	457,1
Mittelw.	-3,4	-2,8	-3,3	-0,2	25,1	85,8	112,0	95,5	63,6	25,4	6,1	-1,1	402,3
Standardabw.	15,85	21,99	11,85	9,43	17,12	24,44	12,27	13,70	15,53	12,14	8,21	9,20	76,70
Abs. Max.	35,8	84,8	21,5	19,7	63,4	126,2	139,9	121,1	92,6	37,2	26,5	16,3	642,4
Jahr	1979	1979	1965	1987	1964	1979	1969	1983	1979	1987	1972	1988	1979
Abs. Min.	-28,3	-42,3	-23,2	-22,0	1,2	43,0	84,9	71,3	26,8	-19,7	-10,4	-19,9	228,9
Jahr	1964	1965	1967	1982	1984	1980	1966	1968	1984	1974	1989	1969	1984

Fortsetzung Tabelle 6.5.2.1: Monatssummen der Verdunstung in mm, berechnet nach dem Penman Ansatz Gl(2)

Partenen													
Jahr	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961													
1962													
1963										37,6	37,1	4,0	
1964	-12,6	4,7	11,8	60,4	92,1	107,2	118,8	86,9	68,2	64,2	15,6	-12,1	605,2
1965	-2,5	-19,6	17,0	12,0	71,8	105,4	107,0	88,3	57,8	35,5	8,1	-3,2	477,6
1966	20,4	13,0	-1,0	83,7	105,1	106,0	93,3	81,9	75,4	40,7	1,5	3,2	623,2
1967	4,4	21,7	5,7	9,7	93,7	100,0	123,3	93,3	64,9	38,7	12,5	5,9	573,8
1968	1,4	-2,8	9,0	76,5	82,1	105,4	106,8	84,9	62,3	38,2	12,8	-1,8	574,8
1969	-1,8	-4,5	10,5	36,5	101,5	91,8	109,0	91,4	74,6	35,5	7,8	-7,3	545,0
1970	11,0	8,5	10,7	24,3	87,3	106,0	105,8	91,3	70,0	80,5	5,6	1,8	602,8
1971	0,2	-3,6	24,2	55,2	87,8	94,1	126,4	105,9	67,9	36,0	10,7	0,7	605,5
1972	-6,2	13,6	23,5	55,2	80,1	103,4	108,6	92,1	55,2	40,1	9,4	-3,1	571,9
1973	-1,9	-3,7	2,1	-1,1	111,1	96,7	98,8	106,4	69,3	57,7	6,3	-2,4	539,3
1974	4,5	-3,9	5,0	33,8	81,5	91,1	106,3	104,0	66,8	8,1	-2,2	-1,8	493,2
1975	-1,9	-0,5	-5,6	5,2	98,6	104,5	119,0	94,9	73,1	36,5	10,4	-5,6	528,6
1976	12,5	-3,9	10,3	36,6	99,3	123,0	110,1	91,2	59,5	40,3	4,0	0,2	583,1
1977	-1,4	3,0	7,8	22,5	82,5	93,2	106,4	81,7	62,3	40,3	5,9	1,2	505,4
1978	-12,2	-1,6	6,6	28,0	82,7	101,3	97,1	88,1	60,3	36,6	1,8	13,6	502,3
1979	-0,3	-44,5	6,2	20,4	108,8	95,3	96,6	89,4	92,5	38,8	7,3	0,8	511,3
1980	-3,6	19,4	5,4	15,5	80,0	91,0	92,4	104,5	69,6	33,6	7,7	-3,1	512,4
1981	-7,0	5,2	6,0	53,6	93,3	105,3	106,1	99,6	70,7	57,7	6,9	-2,5	594,9
1982	-2,0	-1,4	5,8	9,3	99,8	107,2	123,2	92,9	69,2	40,3	17,6	0,8	562,7
1983	0,9	2,5	3,2	26,7	86,2	106,8	131,4	94,0	65,4	39,6	9,5	8,8	575,0
1984	0,9	0,4	2,0	5,0	79,8	98,4	116,6	91,6	59,5	37,9	13,1	4,0	509,2
1985	16,1	21,8	4,5	26,5	100,6	89,7	128,7	102,4	68,4	37,3	5,7	5,8	607,5
1986	2,7	-5,7	-2,0	26,3	98,5	119,4	117,2	102,1	70,7	37,1	7,8	-2,9	571,2
1987	2,3	1,1	10,9	35,4	75,9	91,1	112,8	90,8	71,1	35,5	8,3	3,9	539,1
1988	13,1	-4,9	5,5	17,1	99,0	95,8	120,6	104,4	63,9	37,4	7,7	-1,7	557,9
1989	-4,8	4,6	10,9	45,5	102,7	91,1	98,8	100,0	62,2	35,0	8,5	2,8	557,3
1990	1,2	4,6	15,8	35,8	106,1	105,8	117,7	108,8	62,2	37,8	3,7	-10,6	588,9
Mittelw.	1,2	0,9	7,8	31,7	92,1	101,0	111,1	94,9	67,1	40,5	9,0	0,0	556,3
Standardabw.	7,83	12,93	6,82	21,57	10,94	8,51	10,91	7,79	7,28	12,28	6,93	5,46	40,28
Abs. Max.	20,4	21,8	24,2	83,7	111,1	123,0	131,4	108,8	92,5	80,5	37,1	13,6	623,2
Jahr	1966	1985	1971	1966	1973	1976	1983	1990	1979	1970	1963	1964	1966
Abs. Min.	-12,6	-44,5	-5,6	-1,1	71,8	89,7	92,4	81,7	55,2	8,1	-2,2	-12,1	477,6
Jahr	1964	1979	1975	1973	1965	1985	1980	1977	1972	1974	1974	1965	1965

Fortsetzung Tabelle 6.5.2.1: Monatssummen der Verdunstung in mm, berechnet nach dem Penman Ansatz Gl(2)

Schoppernautau													
Jahr	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961	-1,1	0,1	4,1	71,8	93,0	105,2	104,4	104,0	76,6	51,9	8,6	30,5	649,1
1962	0,7	-3,5	11,1	14,5	87,0	108,7	106,1	106,3	64,3	53,2	10,5	21,9	580,8
1963	21,0	4,4	3,9	48,7	88,8	93,3	120,1	88,8	60,9	38,3	24,7	-2,9	590,0
1964	-7,4	-2,4	7,8	67,8	91,2	106,3	128,6	97,2	71,4	60,4	15,1	-6,5	629,5
1965	24,2	-8,8	12,6	9,5	87,0	105,2	95,6	88,2	65,1	34,9	20,0	1,4	534,9
1966	34,8	8,9	-5,6	65,1	114,0	115,2	91,6	89,3	73,1	38,1	2,3	11,8	638,6
1967	14,4	28,4	10,9	3,5	103,2	108,3	104,8	101,8	60,1	47,4	9,0	5,0	596,8
1968	13,5	6,0	1,2	38,4	80,7	102,9	104,7	80,0	60,4	39,1	10,0	-5,2	531,7
1969	-6,1	-36,3	3,7	126,9	105,9	105,4	131,9	91,6	72,8	38,5	17,4	-1,2	650,5
1970	8,4	1,4	10,6	41,2	132,6	118,2	105,0	103,0	73,5	93,0	59,0	10,3	756,2
1971	15,3	-11,2	34,6	119,1	86,9	93,7	126,8	105,0	67,4	36,9	8,5	-2,5	680,5
1972	-21,6	-8,7	26,3	54,6	81,6	100,7	96,3	88,7	60,9	40,1	18,5	-1,9	535,5
1973	-7,0	-1,8	2,0	15,9	108,3	107,4	95,9	102,3	67,1	54,5	9,1	8,5	562,2
1974	4,8	1,0	11,6	46,3	86,7	89,6	106,6	104,4	117,3	10,9	-0,5	13,2	591,9
1975	5,5	-3,7	-1,1	22,9	103,4	90,6	117,6	99,9	65,0	39,7	19,4	-8,1	551,1
1976	15,6	-2,6	19,2	44,4	101,5	121,6	110,1	88,0	58,1	36,7	11,0	16,3	619,9
1977	0,1	2,3	42,2	17,5	81,9	93,1	108,0	80,6	65,1	38,0	30,2	0,2	559,2
1978	-7,5	1,0	1,9	13,6	79,2	91,1	106,9	108,6	59,6	34,8	2,6	27,2	519,0
1979	7,3	15,6	5,5	18,4	112,3	93,6	96,1	87,2	88,8	40,3	10,5	13,2	588,8
1980	-6,0	13,4	11,6	1,8	118,3	91,1	92,4	92,9	72,8	62,5	8,5	-2,1	557,2
1981	-1,6	-1,0	17,9	80,9	103,4	103,6	104,9	99,6	58,4	110,3	21,6	7,2	705,2
1982	1,0	-2,5	-6,3	9,8	109,5	94,4	122,5	93,5	76,0	37,1	7,6	16,8	559,4
1983	-1,1	6,8	8,4	101,8	89,4	103,5	137,2	90,9	66,2	38,8	9,3	12,2	663,4
1984	-11,9	16,1	-3,4	15,2	77,7	99,3	115,9	89,0	75,9	38,4	19,9	-0,2	531,9
1985	33,6	20,9	4,9	34,4	106,0	89,2	130,0	104,9	71,9	36,2	8,1	1,1	641,2
1986	7,7	-13,2	2,3	18,6	127,0	129,4	104,3	90,4	65,4	49,2	10,7	-8,2	583,6
1987	14,6	-3,2	9,8	25,2	99,0	90,6	111,6	91,0	71,4	37,4	9,2	11,0	567,6
1988	1,3	-2,4	15,3	41,6	95,7	108,8	121,1	102,7	62,4	37,3	12,7	1,0	597,5
1989	-10,4	1,0	7,1	67,8	99,0	100,5	99,4	100,9	61,7	44,1	20,8	4,2	596,1
1990	6,7	14,8	24,4	45,1	102,6	92,8	116,2	108,9	61,8	39,0	6,7	2,3	621,3
Mittelw.	5,0	1,4	9,8	42,7	98,4	101,8	110,4	96,0	69,0	45,2	14,0	5,9	599,7
Standardabw.	13,06	11,91	11,07	33,11	14,03	10,25	12,48	8,22	11,47	18,11	10,97	10,04	56,04
Abs. Max.	34,8	28,4	42,2	126,9	132,6	129,4	137,2	108,9	117,3	110,3	59,0	30,5	756,2
Jahr	1966	1967	1977	1969	1970	1986	1983	1990	1974	1981	1970	1961	1970
Abs. Min.	-21,6	-36,3	-6,3	1,8	77,7	89,2	91,6	80,0	58,1	10,9	-0,5	-8,2	519,0
Jahr	1972	1969	1982	1980	1984	1985	1966	1968	1976	1974	1974	1986	1978

Fortsetzung Tabelle 6.5.2.1: Monatssummen der Verdunstung in mm, berechnet nach dem Penman Ansatz Gl(2)

Schröcken													
Jahr	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961													
1962													
1963													
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969								104,2	73,9	36,9	20,4	-6,1	
1970	11,0	19,9	10,9	9,3	29,4	124,4	119,7	107,5	73,2	35,3	19,5	1,9	562,0
1971	3,0	-3,2	28,4	37,5	103,3	90,9	129,3	103,9	65,7	37,1	9,7	6,9	612,5
1972	-14,9	0,5	2,2	31,9	89,0	99,7	97,1	88,9	60,5	23,6	8,7	8,0	495,2
1973	9,4	-13,2	-3,1	-4,6	163,8	106,3	96,3	112,9	88,0	36,1	17,9	16,5	626,3
1974	17,1	7,0	8,2	8,9	101,6	115,0	103,7	101,0	96,3	8,9	-1,2	10,8	577,3
1975	2,6	-4,4	2,3	15,3	164,0	142,3	133,4	102,1	71,2	33,7	12,2	-11,1	663,6
1976	28,9	-3,6	19,7	7,5	120,1	124,3	109,5	86,7	72,0	39,0	8,7	9,0	621,8
1977	7,6	17,5	13,5	17,8	123,6	113,7	117,3	88,4	62,8	38,7	26,2	15,6	642,7
1978	-4,2	15,0	9,0	7,5	116,8	99,6	105,6	115,3	102,1	47,9	2,1	-18,5	598,2
1979	14,5	-29,8	6,8	9,3	59,3	136,3	95,5	97,5	118,4	39,9	20,0	2,1	569,8
1980	-6,9	18,9	12,9	10,2	41,9	96,5	104,1	101,7	71,0	40,6	11,6	9,5	512,0
1981	-4,9	6,1	15,0	24,1	77,6	108,6	103,5	104,5	101,0	51,4	27,3	-10,2	604,0
1982	-24,3	3,0	-13,8	6,3	45,4	104,2	121,4	92,5	74,4	37,5	23,4	17,1	487,1
1983	25,5	-2,2	12,0	13,4	76,9	136,5	140,7	99,7	71,3	39,8	8,6	19,7	641,9
1984	-4,0	-5,0	3,1	7,2	29,5	108,5	115,1	97,6	80,9	32,7	19,1	13,1	497,8
1985	26,6	40,9	6,7	16,1	62,1	104,6	130,5	106,1	69,8	35,2	-2,7	13,5	609,4
1986	4,0	-5,1	9,1	29,4	127,5	138,4	115,4	90,9	68,7	40,4	10,1	-1,8	627,0
1987	6,1	7,5	0,4	13,3	67,0	88,4	109,7	100,2	73,4	41,5	11,3	24,4	543,2
1988	17,4	11,0	2,2	27,9	149,5	132,7	117,5	108,4	71,5	47,7	18,3	12,1	716,2
1989	13,0	15,9	23,8	33,3	119,2	109,2	112,6	107,4	68,5	32,4	15,0	8,6	658,9
1990	18,3	38,4	24,5	23,1	103,1	91,7	116,7	100,5	54,4	38,4	24,2	13,6	646,9
Mittelw.	6,9	6,4	9,2	16,4	93,8	112,9	114,0	100,8	76,8	37,0	14,1	7,0	595,9
Standardabw.	13,68	16,20	9,89	10,91	41,15	16,84	12,42	7,72	15,33	8,56	8,37	10,87	61,89
Abs. Max.	28,9	40,9	28,4	37,5	164,0	142,3	140,7	115,3	118,4	51,4	27,3	24,4	716,2
Jahr	1976	1985	1971	1971	1975	1975	1983	1978	1979	1981	1981	1987	1988
Abs. Min.	-24,3	-29,8	-13,8	-4,6	29,4	88,4	95,5	86,7	54,4	8,9	-2,7	-18,5	495,2
Jahr	1982	1979	1982	1973	1984	1987	1979	1976	1990	1984	1985	1978	1972

Fortsetzung Tabelle 6.5.2.1: Monatssummen der Verdunstung in mm, berechnet nach dem Penman Ansatz GI(2)

Vandans													
Jahr	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961													
1962													
1963													
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969													
1970													
1971													
1972													
1973													
1974													
1975													
1976													
1977													
1978	0,2	4,3	26,0	61,7	82,9	104,6	107,9	88,6	67,8	38,0	3,2	11,5	596,7
1979	-17,6	15,2	27,2	54,3	114,8	107,3	109,4	100,8	120,3	40,1	7,1	9,4	688,3
1980	-3,4	7,3	34,6	38,6	80,6	91,9	106,3	93,2	72,6	34,2	11,9	5,0	572,8
1981	0,3	-0,9	28,5	74,5	103,6	105,4	107,1	100,8	66,6	95,3	13,1	-7,7	686,6
1982	10,5	-2,5	11,7	56,4	112,5	109,4	122,9	93,6	74,1	38,6	27,9	5,5	660,6
1983	11,2	2,3	22,1	69,1	91,2	118,6	140,4	92,9	71,1	37,5	11,9	13,0	681,3
1984	-0,8	-2,1	7,0	60,1	81,6	114,8	119,3	103,2	60,3	39,2	15,3	3,2	601,1
1985	28,7	19,1	31,5	60,1	111,3	92,9	131,4	107,9	74,6	37,4	13,3	4,5	712,7
1986	16,7	-7,5	5,8	62,9	97,6	124,5	119,1	104,8	67,1	39,8	11,1	2,0	643,9
1987	4,6	1,9	13,3	64,1	106,3	92,6	111,4	91,6	73,5	42,2	23,8	6,2	631,5
1988	9,1	-2,1	4,9	84,0	100,3	95,1	121,8	104,4	63,2	38,8	10,4	7,6	637,5
1989	-2,3	11,5	42,4	62,2	104,1	104,2	113,9	102,5	63,7	38,0	7,5	1,1	648,8
1990	-1,4	15,2	36,2	59,3	108,0	106,4	130,4	111,6	61,1	41,0	18,3	-2,2	683,9
Mittelw.	4,3	4,7	22,4	62,1	99,6	105,2	118,6	99,7	72,0	43,1	13,4	4,5	649,7
Standardabw.	11,30	8,26	12,62	10,60	11,99	10,24	10,66	7,04	15,33	15,81	6,73	5,57	41,54
Abs. Max.	28,7	19,1	42,4	84,0	114,8	124,5	140,4	111,6	120,3	95,3	27,9	13,0	712,7
Jahr	1985	1985	1989	1988	1979	1986	1983	1990	1979	1981	1982	1983	1985
Abs. Min.	-17,6	-7,5	4,9	38,6	80,6	91,9	106,3	88,6	60,3	34,2	3,2	-7,7	572,8
Jahr	1979	1986	1988	1980	1980	1980	1980	1978	1984	1980	1978	1981	1980

Fortsetzung Tabelle 6.5.2.1: Monatssummen der Verdunstung in mm, berechnet nach dem Penman Ansatz GI(2)

Warth													
Jahr	Jän	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
1961													
1962													
1963													
1964													
1965													
1966													
1967													
1968													
1969													
1970													
1971													
1972													
1973													
1974													
1975													
1976													
1977													
1978													
1979													
1980													
1981													
1982													
1983													
1984													
1985	28,3	41,0	-8,9	-1,2	122,6	116,2	82,1	85,0	43,4	24,8	12,4	13,3	559,0
1986	-15,3	-9,5	2,1	26,0	120,7	128,0	79,3	79,4	57,4	55,4	6,7	3,2	533,4
1987	12,6	-0,7	2,3	18,4	28,1	83,1	86,4	68,9	55,4	23,6	3,6	13,0	394,7
1988	7,5	-15,6	-10,0	15,5	102,5	111,3	99,5	75,1	54,9	31,6	9,3	2,6	484,2
1989	-5,9	7,4	14,3	30,9	78,3	67,8	72,7	71,6	62,4	36,5	0,4	2,2	438,6
1990	16,0	19,1	24,7	15,4	102,2	84,6	100,0	86,5	52,4	52,8	-0,1	2,8	556,4
Mittelw.	7,2	7,0	4,1	17,5	92,4	98,5	86,7	77,8	54,3	37,5	5,4	6,2	494,4
Standardabw.	15,68	20,71	13,44	11,05	35,34	23,32	11,07	7,14	6,31	13,75	4,99	5,41	67,37
Abs. Max.	28,3	41,0	24,7	30,9	122,6	128,0	100,0	86,5	62,4	55,4	12,4	13,3	559,0
Jahr	1985	1985	1990	1989	1986	1986	1990	1990	1989	1986	1985	1987	1986
Abs. Min.	-15,3	-15,6	-10,0	-1,2	28,1	67,8	72,7	68,9	43,4	23,6	-0,1	2,2	394,7
Jahr	1986	1988	1988	1985	1987	1989	1989	1987	1985	1987	1990	1989	1987

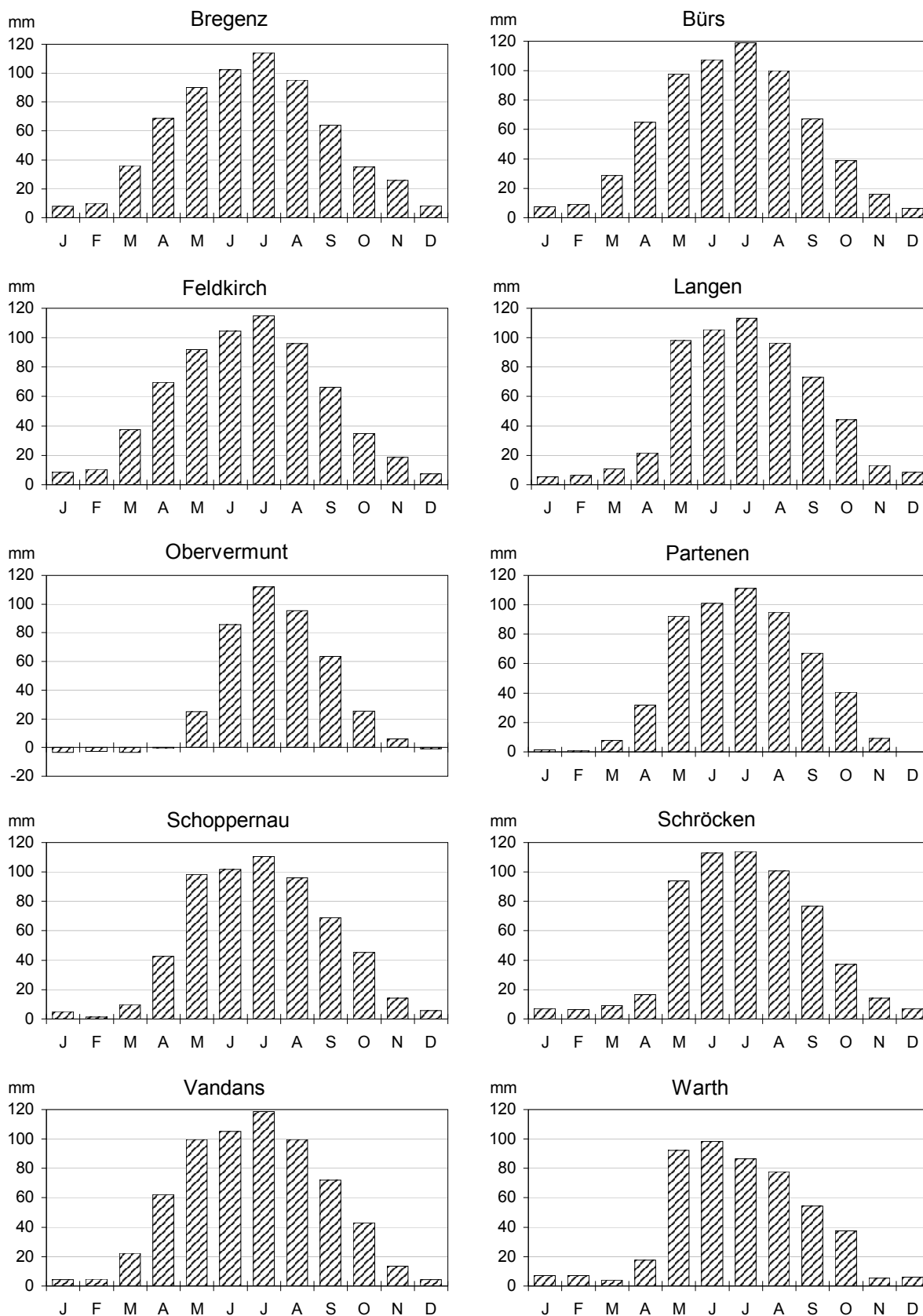


Abbildung 6.5.2.1: Mittlere Monatssummen der Verdunstung in mm, berechnet nach dem Penman Ansatz Gl. (2)

Die negativen Werte bei einigen Wintermonaten in dieser Tabelle sind als Kondensation von Wasserdampf aus wärmerer feuchter Luft an der kalten Schneeoberfläche zu erklären, was sich aus dem oben beschriebenen Ansatz bei vorhandener Schneedecke ergibt. Dabei können große regionale Unterschiede auftreten. So ist beispielsweise in Bregenz im Jänner 1964 bei 22 Tagen mit Schneedecke eine Verdunstung von -12,8 mm vorzufinden, in Feldkirch hingegen bei nur 7 Tagen mit Schneedecke eine Verdunstung von -1,3 mm.

Für die mittleren Jahressummen über diese Periode errechnete sich eine Höhenabhängigkeit der Form

$$E = 690,6 - 0,068 Z - 1,581 \times 10^{-8} Z^3 \quad (E \text{ in mm/Jahr und } Z \text{ in m}). \quad (4)$$

Diese Funktion wurde auf ein Höhenrastermodell (250 x 250 m Raster, Basis BEV 1:50.000) abgebildet und damit die Flächendarstellung der in Tabelle 6.5.2.1 enthaltenen mittleren Jahressummen der Verdunstung in Karte 6.1 gezeichnet. Es ist ersichtlich, daß die höchsten Jahressummen im Raum Bodensee (ca. 670 mm/Jahr), die geringsten in der Silvretta mit weniger als 50 mm oberhalb 3000 Metern erreicht werden. Umgelegt auf die Gesamtfläche Vorarlbergs verdunsten im Jahresmittel $1,071 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ Wasser.

Vergleiche mit Ergebnissen nach BAUMGARTNER et al.(1983) zeigen, daß die Höhenabhängigkeit in Tälern und mittleren Höhenlagen mit bis 600 und bis 400 mm recht gut getroffen ist, für Hochlagen allerdings geringere Werte ermittelt wurden. So findet Baumgartner für Hochlagen des Rätikon und der Silvretta Gruppe 200 bis 300 mm während das hier verwendete Modell nur bis 200 mm angibt. Das hängt auch mit der Form der Gl.(4) zusammen, denn eine lineare Beziehung gibt für Hochlagen (> 2500 m) um etwa 20% größere Werte an. BATLOGG (1995) findet für die obere Ill an den Stationen Vandans, Partenen und Obervermunt ähnliche Jahressummen (allerdings auf der Basis etwas anderer Zeiträume), im Jahresgang sind die Werte nach Penman stärker ausgeprägt, d.h. daß um bis zu 30% höhere Sommerwerte errechnet werden. Für bewachsenen Boden findet Batlogg für Vandans ein ET_p von über 80 mm im Juli und August. Über Waldflächen kann die Verdunstung noch höher sein und je nach Tiefgründigkeit des Bodens auch in den Bereich der E_p reichen, also bis über 100 mm pro Monat in den Sommermonaten ausmachen (vergl. TAJCHMAN, 1967; STRAUSS 1969).

BIZEK (1974) findet in seiner Untersuchung der potentiellen Verdunstung Österreichs in guter Übereinstimmung für Vorarlberg zwischen 500 und 700 mm in den Tallagen und 50 - 200 mm für die Lagen oberhalb 2000 m.

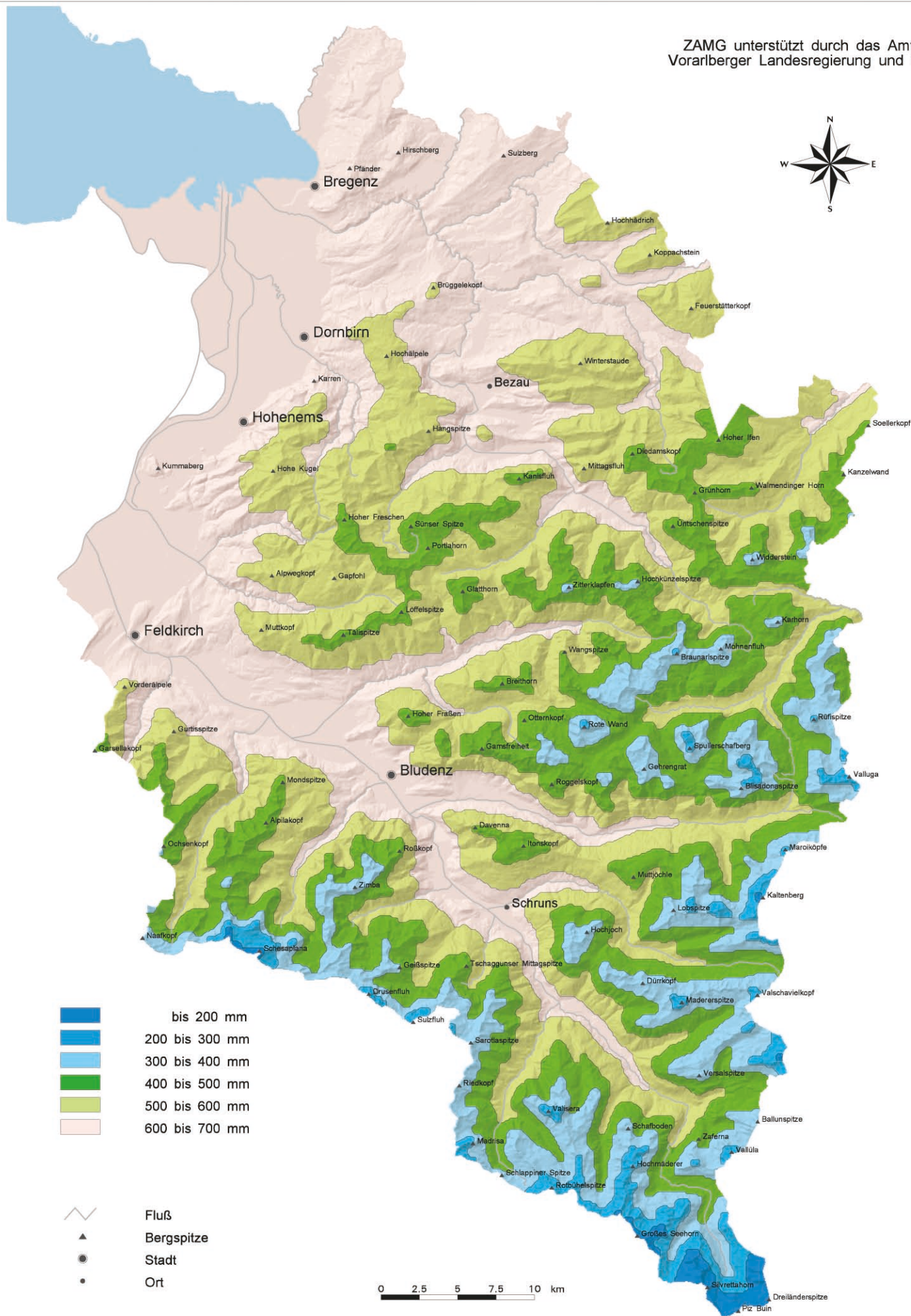
Ein Vergleich mit den Wannerverdunstungswerten von Feldkirch und Vandans (Tabelle 6.5.1.1) zeigt ebenfalls hohe Unterschiede. Der Grund dafür liegt einerseits darin, daß die verwendeten GGI Wannn (NEUWIRTH, 1978a) eng an das Bodentemperaturregime gekoppelt sind, und somit der verdunstende Wasserkörper relativ zu Luft bis in den Sommer kälter bleibt, und andererseits in der starken Koppelung der nach Penman berechneten Verdunstung mit der zur Verfügung stehenden Energie (aus der Strahlung) und damit mit den Temperaturwerten die diesem Ansatz eigen ist.

6.6 Schlußfolgerung

Unter Berücksichtigung aller hier erhobenen Befunde kann man zusammenfassend die potentielle Evaporation (E_p) als Klimaindex (für das atmosphärische Verdunstungs- und Feuchteregime) ansehen. In der Realität können diese hohen Werte oft nicht erreicht werden auf Grund der natürlichen Begrenzung der Wasserversorgung der verdunstenden Flächen. Eine bessere Anpassung an die zu erwartenden tatsächlichen Bedingungen ließe sich z.B. aus einer Unterteilung Vorarlbergs in einzelne Regionen treffen und zwar in den Bregenzer Wald, in das Arlberggebiet, in das obere Illtal und in das Rheintal. In diesen Regionen sind recht verschiedene Niederschlags- und Bewölkungsverhältnisse anzutreffen, die ihrerseits die Verdunstungscharakteristika bestimmen. Dies setzt aber ein dichteres Stationsnetz als vorhanden voraus. Eine weitere Verbesserung in Richtung aktueller Verdunstung wäre die Einbeziehung der Bodenoberflächenbedingungen, insbesondere dem Pflanzenwuchs und der Bodenfeuchte. Da dies eine Rasterung (10-50 Meter) der Untersuchungsdomäne in viele kleine Flächenelemente mit entsprechenden flächenbezogenen Attributen voraussetzt, wäre beim derzeitigen Stand an Dateninformation und Rechenleistung der Aufwand für eine so große Fläche wie ganz Vorarlberg in vernünftigen Zeiträumen kaum zu bewältigen.

6.7 Weiterführende und ergänzende Literatur

- Batlogg, N., 1995: Niederschlag und Verdunstung im Einzugsgebiet der oberen Ill, Diplomarbeit, Universität Innsbruck.
- Baumgartner, A., E. Reichel 1983: Der Wasserhaushalt der Alpen; Oldenburg.
- Bizek, P. 1974: Vergleich der verschiedenen Berechnungsmethoden der Verdunstung mit dem Ziel Verdunstungskarten für Österreich zu erstellen. Diss. Uni. Wien, Inst. f. Met. u. Geoph.
- Brutsaert, W. H., 1982: Evaporation in the Atmosphere. Theory, History and Applications. D.Reidl Publ.Comp.
- Dobesch, H., 1980: Die Parametrisierung der atmosphärischen Gegenstrahlung im Ostalpenraum. Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. A 29.
- Dobesch, H., u. E. Koch, 1992: MARGRID an areal evaporation model for operational use in the Austrian agrometeorological service. Proc. of Conf. on Met. for Agriculture, 61-65, Ljubljana.
- Dobesch, H., 1993a: Die Abschätzung der Regionalverdunstung in Ostösterreich. Arch. f. Lagerst. forsch. Geol. B. A., Bd. 14, 71-80.
- Dobesch, H., 1993b: The Estimation of Areal Evapotranspiration Using Certain Land Surface Informations. WMO Proc.Sympos. on Precipitation and Evaporation, Bratislava.
- Dobesch, H., 1995: Gebietsverdunstung unter Berücksichtigung des Bodenwasserhaushaltes im Leibnitzer Feld. Österr. Wasser u. Abwasserwirtschaft. Heft 7/8, 47, 135-141.
- Doorenbos, J. u. W. O. Pruitt, 1977: Crop water requirements. FAO Irrig. and Drain. Paper 24.
- Haude, W., 1955: Zur Bestimmung der Verdunstung auf möglichst einfache Weise. Mitt.d.Deutschen Wetterdienstes Nr.11, Offenbach.
- Hofmann, G., 1963: Zum Abbau der Schneedecke. Arch.Met.Geoph.Biokl.B, Bd.13, Heft 1, 1-20.
- Löpmeier, F. J., 1983: Agrarmeteorologisches Modell zur Berechnung der aktuellen Verdunstung. Beiträge zur Agrarmeteorologie. Deutscher Wetterdienst, Braunschweig.
- Löpmeier, F. J., 1991: Die Bestimmung der realen Evapotranspiration unter besonderer Berücksichtigung von Fernerkundungsmethoden. Beiträge zur Agrarmeteorologie 6/91. Deutscher Wetterdienst, Offenbach.
- Müller, W., 1967: Ergebnisse zehnjähriger Beobachtungen der potentiellen Verdunstung mit der US-Weather-Bureau Class-A Wanne in Österreich. Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. A16, 344-370
- Neuwirth, F., 1973: Die Bestimmung der Verdunstung aus einer Class-A-Wanne durch empirische Verdunstungsformeln. Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B 22, 47-70
- Neuwirth, F., 1978a: Messungen der potentiellen Verdunstung mittels Verdunstungswannen in Österreich. Wetter und Leben, Jg. 30, 87 - 92
- Neuwirth, F., 1978b: Die Bestimmung der Verdunstung einer freien Wasserfläche aus längerfristigen Mittelwerten. Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B 25, 337-344
- Neuwirth, F., 1982: Beziehung zwischen den kurzweiligen Strahlungskomponenten auf die horizontale Fläche und der Bewölkung an ausgewählten Stationen in Österreich. Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B 30, 29-43
- Penman, H. L., 1948: Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proc. Roy. Soc. London.
- Penman, H. L., 1956: Evaporation: An introductory survey. Neth. J. Agr. Sc.4.
- Schrödter, H., 1985: Verdunstung. Anwenderorientierte Meßverfahren; Hochschultext, Springer.
- Schwendinger, E., 1958: Die Untersuchungen, Beobachtungen und Ergebnisse der Dränversuche in der Polderversuchsanlage Fußach. Dissertation: Hochschule für Bodenkultur, Wien.
- Strauss, R., 1969: Energiebilanz und Verdunstung eines Fichtenwaldes, Münchner Universitätschriften, Nr. 22.
- Tajchman, S., 1967: Energie- und Wasserhaushalt verschiedener Pflanzenbestände bei München, Wiss. Mitt. d. Met. Inst. Univ. München Nr.12.
- Thompson, N., I. A. Barrie u. M. Ayles, 1981: The meteorological office rainfall and evaporation calculation system: Morec. Hydrological Memorandum No.45.
- WMO Technical Note No. 83, 1966: Measurement and estimation of evaporation and evapotranspiration. WMO, No. 201.



Klima von Vorarlberg

Mittlere Jahressumme der Verdunstung nach dem Penman Ansatz
in der Periode 1961 - 1990
Karte 6.1

Datenquellen: ZAMG
Kartentwurf: H. Dobesch
Programmierung und Layout: H. Heim
Digitales Höhenmodell - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien