© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

BFB-Bericht, 43, 125-143 1982

Ferenc Kozma - Erzsébet Kozma

Institute for Atmospheric Physics, P.O. Box 39, H-1675 Budapest

# VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNG DER VERFAHREN DER VERDUNSTUNGSBERECHNUNG AM SEE FERTŐ

Die Bestimmung des Verdunstungsverlustes von Seen und Wasserspeichern kann auf direktem und indirektem Wege erfolgen.
Direkte Methode bedeutet die mit der sogenannten schwimmenden Wanne vorgehenden Messungen. Mit diesen, in dem See schwimmenden, aus einem die Wärme gut leitenden Material (Eisenblech) gefertigten Vorrichtungen kann man, wenn diese in einer repräsentativen Umgebung funktionieren, dem Wert der Verdunstung pro Tag tatsächlich nahekommen. Die kontinuierliche Datensammlung kann aber mit dieser Methode (zumindest mit der auf dem See Fertö angewandten Messungstechnik) wegen dem durch den stärkeren Seegang verursachten hinein- und hinausspritzenden Wasser nicht gesichert werden. Während einer längeren Periode kann jedoch eine, mit keinem Fehler belastete Datenmenge zur Verfügung stehen, welche zur Ausarbeitung einer empirischen Formel der Verdunstungsberechnung verwendbar ist.
Die indirekten Methoden der Verdunstungsbestimmung beanspruchen meist die Kenntnis bestimmter meteorologischer Elementengruppen. Es wird auf sämtliche, während den Forschungen auf dem See Fertö angewandte Verdunstungsberechnungsverfahren an dieser Stelle eingegangen, es werden nur diejenige Methoden bekannt gemacht, welche regelmäßig zur Bestimmung der Evaporation angewandt wurden, beziehungsweise welche durch uns direkt für den See Fertö ausgearbeitet wurden.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Verdunstungs-Berechnungsverfahren

In der ersten Phase der Forschungsperiode (1970 bis 1979) wurde die Evaporation der freien Wasseroberfläche mit der durch Antal (i.J.1974) ausgearbeiteten Formel

$$PE = 0{,}74./E - e/^{0{,}7}./1+\alpha t/^{4{,}8} \quad \left[\frac{mm}{Tag}\right]$$

bestimmt, wo (E-e) das tägliche Mittel (mb) des Sättigungsdefizites der Luft, t das tägliche Mittel der Lufttemperatur ($C^0$) =1/273 ist. Diese Formel ist auch zur Berechnung der Verdunstung pro Monat geeignet, wenn die monatlichen Mittel der meteorologischen Elemente eingesetzt, und das erhaltene Resultat mit der Anzahl der Tage des Monats multipliziert werden. Es wurde die Verdunstung für jeden Monat der Zeitperiode 1901 bis 1970 mit dieser Methode aus den meteorologischen Daten von Sopron und Magyaróvár, beziehungsweise aus deren über den See transformierten Werten hergestellt. Die Formel (1) wurde während der Untersuchungsperiode zur Berechnung der täglichen Werte der potentiellen Verdunstung kontinuierlich angewendet.

Auf Grund der Ergebnisse der ersten zwei Jahre der am See Fertö durchgeführten hydrometeorologischen Forschungen entstand der Zusammenhang

$$P= 0{,}42/E - e/^{0{,}9}/1 +\alpha t/. /1 + 0{,}015.u/^2 \left[\frac{mm}{Tag}\right] \qquad (2)$$

zur Ausarbeitung welchen die Energiehaushaltsmessungen als Grundlage dienten. Die in der Formel vorkommenden Bezeichnungen sind dieselben wie früher, wobei u das tägliche Mittel der Windgeschwindigkeit in m/sec ist. In diesem Falle ist der Wert, gemessen über der Wasseroberfläche in die Formel einzusetzen.

Wie schon erwähnt, wurden zur Ausarbeitung der Formel (2) die Resultate der Energiehaushaltsmessungen gebraucht. Die Energiehaushaltsmethode nimmt - auf Grund des Gesetzes von der Erhaltung der Energie - an, daß

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



die Energieeinnahme der Gebietseinheit mit dem Verlust gleich ist. Die Hauptquelle der Energieeinnahme der Oberfläche, d.h. der Wasseroberfläche in unserem Falle, ist die Sonneneinstrahlung, die zur Aufwärmung der Luft, des Wassers (und des Schlammes), sowie zur Verdunstung verwendet wird. Die Wärmeeinnahme und der Wärmeverlust der Wasseroberfläche wird durch die Formel

$$R = LP + Q_1 + Q_{v+t} + Q_a$$

ausgedrückt, wo R die Strahlungsbilanz der Wasseroberfläche, LP die latente Wärme, $Q_1$ die fühlbare Wärme, $Q_{v+t}$ der Wärmeumsatz des Wassers und des Unterwasserbodens, $Q_a$ der advektive Wärmetransport ist. $Q_a$ ist vernachlässigbar, und angenommen, daß die Übertragung der Eigenschaften gleicher Gesetze erfolgt, wird die Verdunstung in der eisfreien Periode durch die Formel

$$P \quad \frac{R - Q_{v+t}}{L\,/1 + \beta\,/} \qquad \left[\frac{mm}{Tag}\right] \qquad (4)$$

angegeben, wo L die latente Wärme, das sog. Bowen-Verhältnis ist, dessen Wert mit der Formel

$$\beta = \gamma \frac{t_o - t_1}{E_o - o}$$

ausgedrückt werden kann. Hier ist $t_o$ die Temperatur der Wasseroberfläche, $t_1$ die Lufttemperatur, $E_o$ der zur Temperatur der Wasseroberfläche gehörende Sättigungsdampfdruck, e der Luftdampfdruck, $\gamma$ eine psychrometrische Konstante. Die täglichen Summen, beziehungsweise die Mittelwerte in der Formel (4) beziehungsweise (5) vorkommenden Komponente in diese einsetzend wird der tägliche Wert der Verdunstung in mm erhalten.

Im Wesentlichen diente also die in der oben beschriebenen Weise berechnete Evaporation als Grundlage der Untersuchungen im Laufe der Ausarbeitung der Formel (2).

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Es wurde die Verdunstung des Sees Fertö für die vom Januar 1970 bis zum 31. Dezember 1979 mit der Formel (1) und (2) für jeden Tag des Jahres, und mit der Formel (4) für jeden Tag der Zeitperiode April bis Oktober berechnet. Inzwischen sammelten sich die mit der schwimmenden Wanne gemessenen Daten. Diese wurden zuerst mit der Verdunstung der Wanne "A", sowie mit den in der Wanne und in dem See gemessenen Temperaturen verglichen, und als Resultat der Regressionsanalyse (KOZMA und TOTH, 1978) wurde die Formel

$$P_F = P_A \quad 0{,}683 - 0{,}099/t_A - t_{See}/ \quad \frac{mm}{Pentade} \qquad (6)$$

erhalten, wo $P_F$ die Pentadensumme der Verdunstung vom See, $P_A$ die Pentadensumme der Verdunstung der Wanne "A", $t_A$ der Pentadedurchschnitt der Wanne "A" und $t_{See}$ der des Wassers ist. Es ist offensichtlich, daß die Verdunstung mit der Gleichung (6) nur in der Zeitperiode des Funktionierens der Wanne "A", das heißt in der Periode April bis Oktober berechnet werden kann.
Durch weiterer Inbetriebhaltung der schwimmenden Wanne stand ein immer zunehmendes Datenmaterial zur Verfügung, und es brachte die Verwirklichung derjenigen ursprünglichen Zielsetzung näher, zur Bestimmung der Verdunstung vom See Fertö einen einfacheren, empirischen Zusammenhang auszuarbeiten. Die Daten der schwimmenden Wanne einer strengen Kritik unterwerfend wurden schließlich 600 gemessene Tagesverdunstungswerte zu der Herstellung einer Formel des Typs Dalton verwendet. Als Ergebnis wurde die Formel

$$P = /E_o - e/./0{,}34 + 0{,}05.\ u/ \quad \frac{mm}{Tag} \qquad (7)$$

erhalten, wo $E_o$ der zu der täglichen Mitteltemperatur der Wasseroberfläche gehörende Sättigungsdampfdruck, e das tägliche Mittel des in

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



einer Höhe von 2 m gemessenen Dampfdruckes in mb, u das tägliche Mittel der Windgeschwindigkeit in der Höhe von 13 m, in m/sec ist. Die Formel kann auch zur Abschätzung der monatlichen Summen verwendet werden, die monatlichen Mittel der meteorologischen Elemente berücksichtigend, und mit der Anzahl der Tage vom Monat multiplizierend.

Die einfachsten Methoden der Bestimmung der Verdunstung sind die Verfahren, welche von den gemessenen Daten der Standardwannen (in erster Linie die Wanne "A") ausgehen, und die Verdunstungswerte der stehenden Gewässer liefern. In der Literatur verbreitete sich der Gebrauch des Korrektionsfaktors 0,7 zur Abschätzung des Verdunstungsverlustes kleinerer stehender Gewässer. Der Durchschnittswert für das Sommerhalbjahr der für größere Gewässer bestimmten Korrektionsfaktoren ist größer, als der, für kleinere Gewässer empfohlene 0,7, weil diese in den Herbstmonaten wegen dem in dem See gespeicherten Wärmevorrat stark zunehmen. Auch in dieser Hinsicht wurden auf Grund unserer eigenen Messungen Untersuchungen durchgeführt, und es gelang uns stabile Korrektionsfaktoren zur Abschätzung der Gesamtverdunstung herzustellen.

Die Gesamtverdunstung von See Fertö besteht aus der Evaporation der freien Wasseroberfläche (P), und der Evapotranspiration des Schilfes (ET). Über das letztere wurden Informationen aus den Messungen mit in dem Schilfbestand untergebrachten 5 Evapotranspirometern verschafft. Gleichzeitig wurden die täglichen Werte der ET auch durch Anwendung der Evaporation und der aus der Literatur bekannten Schilfkonstanten mittels Berechnung hergestellt. Das mußte auch deshalb erfolgen, weil am Anfang der Forschungsperiode das in die Zuchtgefässe angelegte Schilf noch nicht repräsentativ war, später wurde jedoch die Umgebung der Meßstelle wegen der allgemeinen Gebietsregelung, und innerhalb deren wegen der Schilfausrottung inhomogen. Die Messungen mit Evapotranspirometer lieferten aber soviel Daten, daß die Schilfkonstanten für die Verhältnisse am See Fertö genau gemacht werden konnten.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Als Abschluß gehen wir nur noch auf die Gebietsverdunstung ein, die einfach von der Bewertung der Daten der Evaporation und der Evapotransspiration im Verhältnis der freien Wasseroberfläche und des Schilfgürtels bestand. Namentlich wurde es angenommen, daß in der Verdunstung des in dem See vorhandenen Wassers direkt und indirekt das zu der Wasserhöhe von 115,60 cm gehörende Gebiet von 292 $km^2$ teilnimmt. Die offene Wasserfläche beträgt rund 148 $km^2$, das mit Vegetation bedeckte Gebiet aber 144 $km^2$. So nimmt an der Gestaltung der Gebietsverdunstung (TP) die Evaporation mit 51 Prozent, und die Evapotransspiration mit 49 Prozent teil.

Evaporation der freien Wasseroberfläche

Die Resultate der Temperatur- und Niederschlagsmessungen zeigten, daß die 10 Jahre lange Periode zwischen 1970 und 1979 eine im Vergleich mit dem Durchschnitt kühlere und gleichzeitig trockenere Periode war. Diese Witterung des untersuchten Gebietes, und besonders die schlechtere Wärmeversorgung der Sommer-Halbjahre offenbarte sich auch in der Abnahme der Verdunstung.

Die mit der Formel (1) von den über den See transformierten Daten von Sopron und Magyaróvár berechnete Verdunstung mit den in gleicher Weise bestimmten Mittel von 70 Jahren verglichen (siehe Abbildung 1.a), sieht man, daß jeder Monat im Durchschnitt der letzteren 10 Jahre, ausgenommen März und Dezember, sich mit negativer Anomalie auszeichnet. Diese Abweichung ist besonders im Monat Juli bedeutend, wofür in erster Linie die Jahre 1972 und 1979 verantwortlich sind. Im durchschnittlichen jährlichen Verlauf der Verdunstung verursachte jedoch diese kühle Untersuchungsperiode keine Abweichung, wie das auch aus der Abbildung 1.b ersichtlich ist. In den auf Grundlage von 10 und 70 Jahren berechneten durchschnittlichen Jahressummen ist eine Differenz von 43 mm, da die erstere sich für 737 mm, die letztere jedoch für 782 mm ergab.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



In den 10 Jahren der Forschungsperiode wurde mit den Formel (1) und (2), die an der Seestation gesammelten Temperatur- Luftfeuchtigkeits- und Windgeschwindigkeitsdaten angewendet, für jeden Tag die Evaporation der freien Wasseroberfläche hergestellt. Während der Analyse gelangten wir zu der Feststellung, daß die Verdunstung in der Periode der stärkeren Sommererwärmungen mit der Formel (2) überschätzt wird, und zwar aus dem Grunde, daß die Temperaturwirkung sich sogar in zwei Gliedern der Formel, in direkter (Temperatur), beziehungsweise in indirekter Weise (Sättigungsdampfdruck) offenbart. So bekamen wir an warmen Sommertagen beziehungsweise in Sommermonaten eine außerordentliche Evaporation, und wenn die Evaporation des Schilfes, sowie die Gebietsverdunstung aus dieser berechnet wurde, so ergab das im Durchschnitt von mehreren 10 Jahren 940 mm mit einem Maximum von 180 mm im Juli, und auch der für die Periode April bis Oktober summierte Wert 814 mm.
Die mit der Formel (2) berechnete Evaporation der freien Wasseroberfläche, und die parallelen Reihe der mit der Wärmeaustauschmethode (4) erhaltenen Verdunstung untersucht, (zum Vergleich wurde die Periode April bis Oktober vom Zeitabschnitt 1971 bis 1979 gebraucht, als die Energiehaushaltsmessungen in großem Ausmaß durchgeführt wurden) kann es festgestellt werden, daß die Überschätzung mit der Formel (2) in den Monaten Juli und August systematisch ist, wie das auch die Tabelle 1 beweist.
Es ist also verständlich, daß den Schwerpunkt der Forschungsarbeit auch weiterhin diejenige methodische Untersuchungen bildeten, deren Ziel die Ausarbeitung einer zuverlässigen, aber gleichzeitig einfache meteorologische Elemente enthaltenen empirischen Formel der Verdunstungsberechnung war. Die Daten der schwimmenden Wanne wurden in erster Linie für notwendig gehalten, um eine Regressionsanalyse zwischen der direkt gemessenen Evaporation und solchen meteorologischen Parametern, die mit der Verdunstung in engem Zusammenhang stehen, durchführen zu können.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Als Anfangsschritt wurde ein Zusammenhang zwischen der Verdunstung der schwimmenden Wanne und der sich über der Seeoberfläche befindenden Wanne "A" gesucht, und so wurde die Formel (6) ausgearbeitet. Mit dieser wurden die Verdunstungsberechnungen für 4 Jahre zwischen 1976 und 1979 für jede Pentade der Inbetriebhaltung der Wannen, also der Periode April bis Oktober durchgeführt. Mit dieser Methode konnte die Verdunstung vom See Fertö schon genügend gut angenähert werden, aber wie man es von der in der Abbildung 2 gezeichneten kumulierten Kurve sehen kann, wurde diese im Vergleich mit der, durch die Energiehaushaltsmethode berechneten Evaporation ein wenig unterschätzt.

Für das letzte Jahr der Forschungen am See Fertö verfügten wir schon über 600 direkt gemessene tägliche Verdunstungsdaten, welche mit keinem Messfehler belastet waren. Diese wurden mit dem Sättigungsdefizit ($E_o$ - e) und der Windgeschwindigkeit in Zusammenhang gebracht. Als Resultat bekamen wir die Formel (7). Die Monatssummen der mit dieser Methode berechneten Verdunstung werden in der Tabelle 2 angegeben. Wenn man diese Daten mit den der Energiehaushaltsmethode vergleicht, so wurde weder in Hinsicht der monatlichen Summen, noch in den 7 Monatssummen ein wesentlicher Unterschied gefunden (siehe Abbildung 3).

Wir meinen also, daß die Formel (7) zur praktischen Anwendung empfohlen werden kann, also zur Schätzung der täglichen wie auch der monatlichen Summen.

Es kommt aber vor, daß eine Pause in der zu der Formel notwendigen meteorologischen Datensammlung zeitweise eintritt (Stromausfall, Instrumentenfehler usw.) Eben deshalb wurden mit Anwendung der Daten der Wanne "A" Umrechnungsfaktoren hergestellt. Zu der Berechnung dieser Faktoren wurden die mit der Formel (7) erhaltenen Werte angewendet. Im Interesse der Erhaltung des tatsächlichen Verdunstungsverlustes vom See wurde zur Bestimmung der Korrektionsfaktoren die Gebietsverdunstung, auf welche die Rede im späteren kommen wird, berücksichtigt, und es wurde das untenstehende Resultat erhalten:

| | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| k | 0,74 | 0,86 | 0,87 | 0,88 | 0,93 | 0,96 | 0,97 |

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Der Vergleich unserer Umrechnungsfaktoren mit den durch Berry und Stichling gegebenen Daten ist in der Abbildung 4 zu sehen.

Evapotransspiration des Schilfs

Zur Messung der Evapotranspiration des Schilfs vom See Fertö dienten 5 Stück 1 m tiefe Zuchtgefässe mit einer Oberfläche von 4 $m^2$. Die in dem repräsentativen Schilfbestand erfolgte Datensammlung ab 1973 ermöglichte die Bestimmung der Schilfkonstanten direkt für den See Fertö. Früher, bis uns keine genügende Information über die Evapotransspiration zur Verfügung stand, wurde mit den aus der sowjetischen Fachliteratur übernommenen Werten gearbeitet. Die für das Gebiet Waldai festgestellten Faktoren, wie das die Tabelle 3 zeigt, weichen kaum von unseren eigenen Forschungs-Messergebnissen ab. Zur Bestimmung der Konstanten b wurde die mit der Formel (7) berechnete Evaporation, und die Ergebnisse der Messungen mit den Evapotransspirometer angewendet.

Die Tabelle 4 enthält die Monatssummen der Evapotransspiration des Schilfes für die Jahre zwischen 1970 und 1979. In den Zeitperioden Januar bis März, beziehungsweise November und Dezember wurde die Evaporation und die Evapotransspiration für gleich angenommen. Laut unseren Ergebnissen kann die durchschnittliche jährliche Verdunstung des Schilfes auf 926 mm geschätzt werden, in Jahren des warmen Sommers kann aber die Evapotransspiration des gut entwickelten Schilfbestandes die 1000 mm erreichen, sogar auch übertreffen.

Gebietsverdunstung

Wie es in dem methodischen Teil erwähnt, wurde die Gebietsverdunstung, das heißt der gesamte Verdunstungsverlust vom See Fertö aus der Evaporation der freien Wasseroberfläche, und aus der Evapotransspiration des Schilfs im Verhältnis der Wasser/Schilf-Bedeckung berechnet. Als Resultat wurden die sich in der Tabelle 5 befindenden Werte erhalten. Laut diesen war im Durchschnitt der untersuchten zehn Jahren die Monatssumme der Verdunstung 869 mm, mit einem

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Maximum von 146 mm im Monat Juli. ANTAL (1974) stellte im Durchschnitt der Zeitperiode 1901 bis 1970 die Jahressumme der Verdunstung mit 794 mm, NEUWIRTH (1980) aber auf Grundlage der durch ihn ausgearbeiteten Methode mit 783 mm fest.
Zum Schluß bemerken wir noch, daß die sich auch in den folgenden Jahren fortsetzende meteorologische Datensammlung auf dem See Fertö und in seiner Umgebung die weitere Verfeinerung der Methoden und dadurch die immer größere Genauigkeit der Verdunstungsdaten ermöglicht.

## L i t e r a t u r

ANTAL, E., 1974: Klimadaten. In: Die Monographie der Fertö-Gegend vorbereitende Datensammlung. Band 1, Naturgegebenheiten. Geosphäre der Fertö-Gegend. Budapest.

KOZMA, F. u. E. TOTH, 1978: Methode zur Berechnung der Verdunstung vom See Fertö, aus den Kessel "A" Daten. Das Wetter, 82, 153-157.

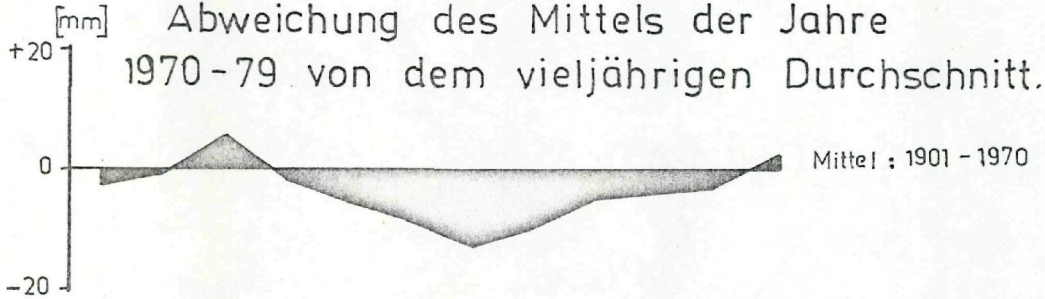
NEUWIRTH, F., 1980: Die Abschätzung der Verdunstung des Neusiedler Sees aus einfachen Klimawerten. Arch.Met.Geoph.Biokl.,Ser.A, 29, 373-386.

Abb. 1.

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

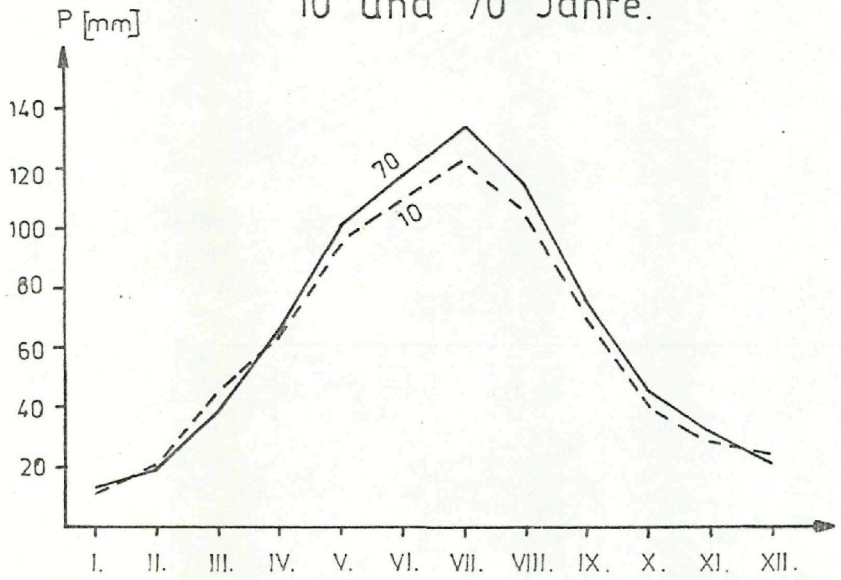
Vergleichung der auf verschiedene langen Perioden gerechneten Verdunstungsreihen.

a.,




b.,

Durchschnittlicher Jahrgang auf Grund 10 und 70 Jahre.

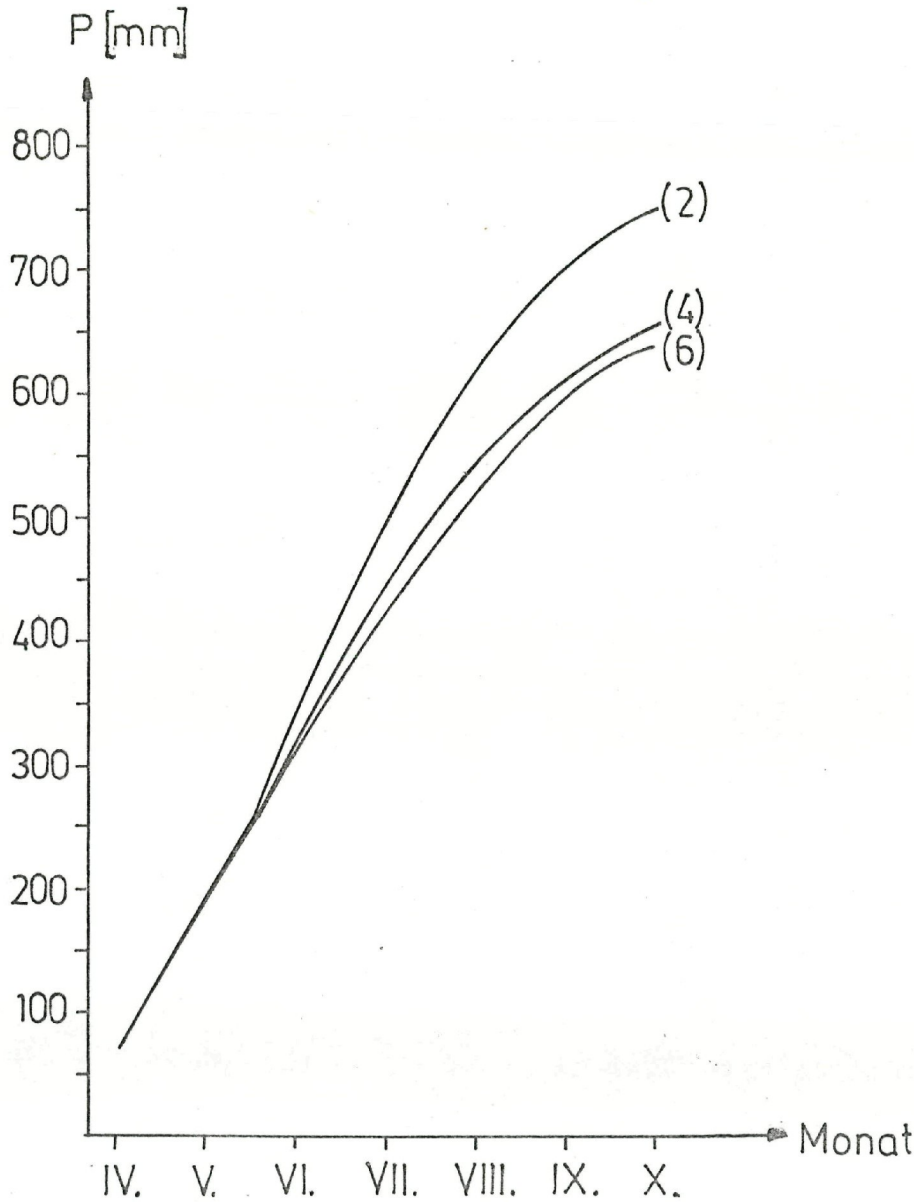


© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Abb. 2.

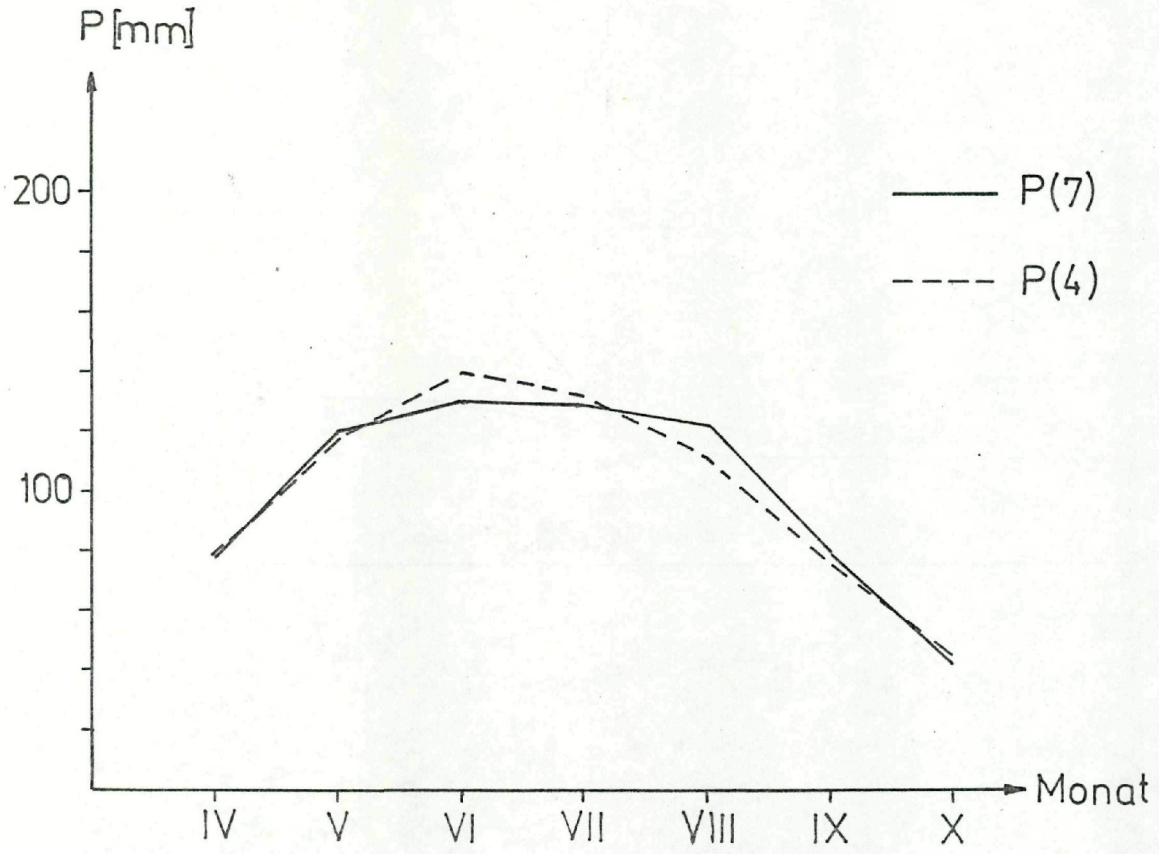
Summerkurven der Verdunstung, Neusiedlersee, 1976 - 1979.



© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb. 3.

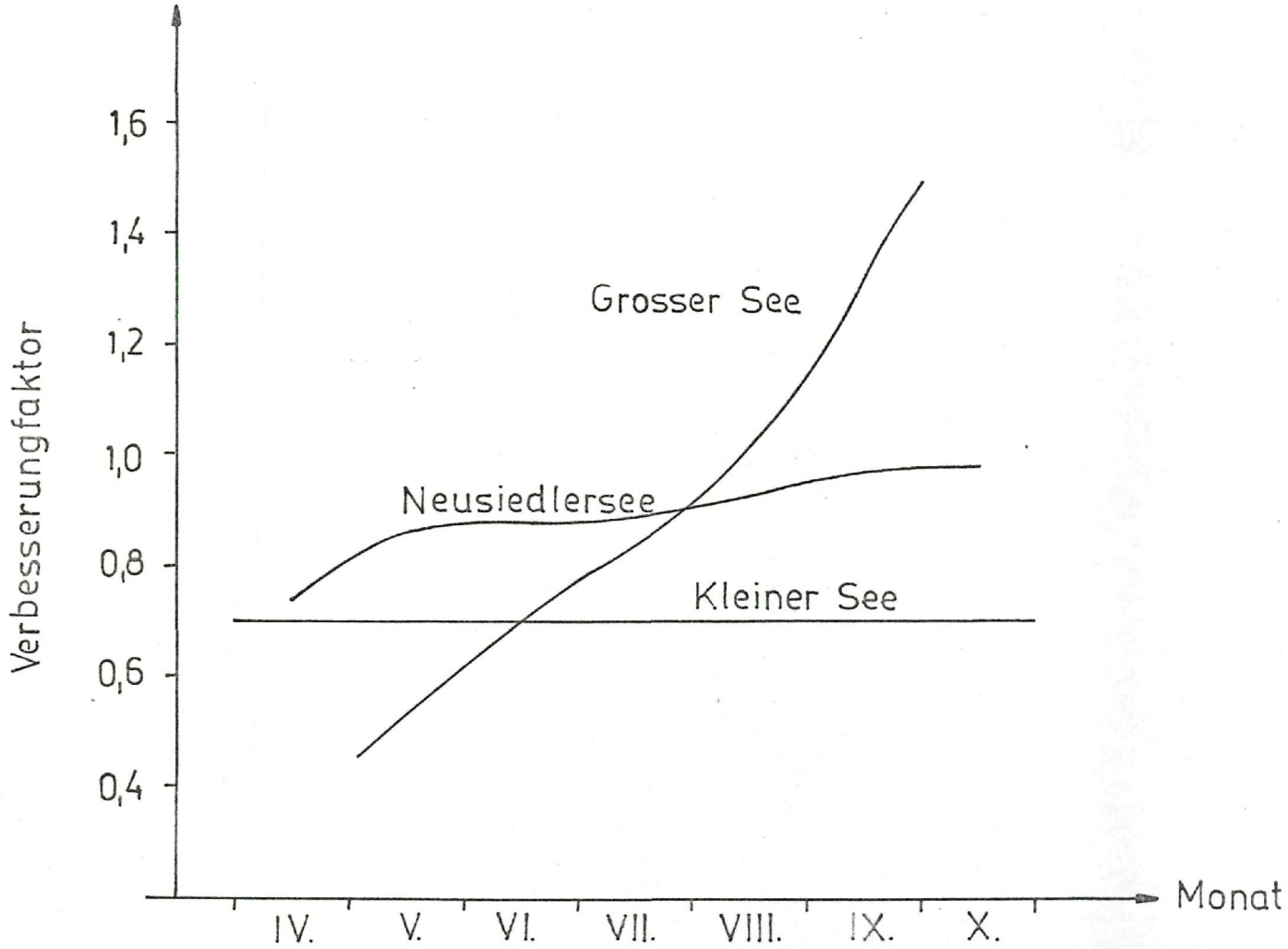
Durchschnittliche Werte der Verdustung in der Periode April-Mai am Neusiedlersee, 1971-1979.



© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Abb.4.

Umrechnung der Daten des über die Wasseroberfläche gestellte Kessel „A" auf Gebietverdunstung.



© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at


Tabelle 1. Verdunstung der freien Wasseroberfläche des Neusiedlersees nach Formel /2/ und /4/.

| | | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1971 | $P_2$ | 96 | 148 | 139 | 201 | 178 | 71 | 56 | 889 |
| | $P_4$ | 96 | 153 | 155 | 178 | 155 | 83 | 56 | 876 |
| 1972. | $P_2$ | 64 | 91 | 138 | 109 | 109 | 51 | 40 | 602 |
| | $P_4$ | 67 | 91 | 135 | 115 | 98 | 74 | 27 | 607 |
| 1973. | $P_2$ | 63 | 130 | 132 | 177 | 152 | 97 | 44 | 795 |
| | $P_4$ | 78 | 129 | 132 | 135 | 123 | 77 | 51 | 725 |
| 1974. | $P_2$ | 74 | 101 | 112 | 149 | 156 | 80 | 37 | 709 |
| | $P_4$ | 91 | 102 | 131 | 120 | 107 | 77 | 37 | 665 |
| 1975. | $P_2$ | 74 | 122 | 122 | 163 | 128 | 94 | 51 | 754 |
| | $P_4$ | 92 | 133 | 140 | 122 | 116 | 88 | 56 | 747 |
| 1976. | $P_2$ | 85 | 121 | 173 | 220 | 116 | 65 | 41 | 821 |
| | $P_4$ | 88 | 86 | 130 | 138 | 98 | 74 | 45 | 659 |
| 1977. | $P_2$ | 74 | 122 | 151 | 157 | 121 | 89 | 44 | 758 |
| | $P_4$ | 80 | 132 | 151 | 168 | 111 | 82 | 45 | 769 |
| 1978. | $P_2$ | 70 | 87 | 142 | 130 | 152 | 106 | 45 | 732 |
| | $P_4$ | 68 | 99 | 146 | 123 | 97 | 63 | 36 | 632 |
| 1979. | $P_2$ | 63 | 149 | 146 | 103 | 113 | 77 | 46 | 697 |
| | $P_4$ | 49 | 128 | 128 | 77 | 87 | 63 | 48 | 580 |
| Mittel | $P_2$ | 74 | 119 | 139 | 157 | 136 | 81 | 45 | 751 |
| | $P_4$ | 79 | 117 | 139 | 131 | 110 | 76 | 44 | 696 |

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Tabelle 2. Verdunstung des Neusiedlersees nach Formel /7/.

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | Jahr | IV-X. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1970. | 25 | 18 | 16 | 59 | 94 | 103 | 126 | 105 | 104 | 51 | 28 | 33 | 762 | 642 |
| 1971 | 29 | 23 | 47 | 80 | 121 | 119 | 153 | 131 | 70 | 50 | 29 | 11 | 863 | 724 |
| 1972 | 13 | 6 | 48 | 74 | 96 | 133 | 94 | 94 | 65 | 39 | 29 | 20 | 711 | 595 |
| 1973 | 22 | 29 | 45 | 73 | 158 | 131 | 153 | 129 | 89 | 41 | 32 | 34 | 936 | 774 |
| 1974 | 10 | 17 | 33 | 76 | 92 | 106 | 115 | 134 | 74 | 43 | 13 | 8 | 721 | 640 |
| 1975 | 11 | 28 | 35 | 65 | 123 | 112 | 136 | 120 | 91 | 44 | 14 | 6 | 785 | 691 |
| 1976 | 13 | 4 | 33 | 86 | 118 | 147 | 177 | 113 | 62 | 38 | 21 | 16 | 828 | 741 |
| 1977 | 6 | 24 | 62 | 70 | 138 | 147 | 137 | 113 | 92 | 49 | 33 | 17 | 888 | 746 |
| 1978 | 20 | 25 | 41 | 93 | 116 | 132 | 102 | 142 | 90 | 50 | 11 | 17 | 839 | 725 |
| 1979 | 12 | 15 | 31 | 79 | 121 | 147 | 98 | 124 | 77 | 33 | 14 | 10 | 761 | 679 |
| Mittel | 16 | 19 | 39 | 76 | 118 | 128 | 129 | 120 | 81 | 44 | 22 | 17 | 809 | 696 |

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Tabelle 3. Schilfkonstanten in der Ungebung von Waldaj und am Neusiedlersee.

| | Waldaj | Neusiedlersee |
|---|---|---|
| IV. | 1,02 | 1,02 |
| V. | 1,13 | 1,11 |
| VI. | 1,22 | 1,20 |
| VII. | 1,26 | 1,26 |
| VIII. | 1,22 | 1,21 |
| IX. | 1,13 | 1,13 |
| X. | 1,04 | 1,11 |

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Tabelle 4. Evapotranspiration des Schilfbestandes.

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | Jahr | IV-X. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1970 | 25 | 18 | 16 | 60 | 106 | 126 | 159 | 128 | 118 | 53 | 28 | 33 | 870 | 750 |
| 1971 | 29 | 23 | 47 | 82 | 137 | 145 | 193 | 160 | 79 | 52 | 29 | 11 | 987 | 848 |
| 1972 | 13 | 6 | 48 | 75 | 108 | 162 | 118 | 115 | 73 | 40 | 29 | 20 | 807 | 691 |
| 1973 | 22 | 29 | 45 | 74 | 178 | 160 | 193 | 157 | 101 | 43 | 32 | 34 | 1068 | 906 |
| 1974 | 10 | 17 | 33 | 78 | 104 | 129 | 145 | 163 | 84 | 45 | 13 | 8 | 829 | 748 |
| 1975 | 11 | 28 | 35 | 66 | 139 | 137 | 171 | 146 | 103 | 46 | 14 | 6 | 902 | 808 |
| 1976 | 13 | 4 | 33 | 88 | 133 | 179 | 223 | 138 | 70 | 40 | 21 | 16 | 958 | 871 |
| 1977 | 6 | 24 | 62 | 71 | 156 | 179 | 173 | 138 | 104 | 51 | 33 | 17 | 1014 | 872 |
| 1978 | 20 | 25 | 41 | 95 | 131 | 161 | 128 | 173 | 102 | 52 | 11 | 17 | 956 | 842 |
| 1979 | 12 | 15 | 31 | 80 | 137 | 179 | 123 | 151 | 87 | 34 | 14 | 10 | 873 | 791 |
| Mittel | 16 | 19 | 39 | 77 | 133 | 156 | 163 | 147 | 92 | 45 | 22 | 17 | 926 | 813 |

© Biologische Station Neusiedler See/Austria; download unter www.biologiezentrum.at



Tabelle 5. Gebietverdunstung am Neusiedlersee.

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. | IX. | X. | XI. | XII. | Jahr | IV-X. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1970 | 25 | 18 | 16 | 59 | 100 | 114 | 143 | 116 | 111 | 52 | 28 | 33 | 815 | 695 |
| 1971 | 29 | 23 | 47 | 81 | 129 | 132 | 173 | 146 | 74 | 51 | 29 | 11 | 925 | 786 |
| 1972 | 13 | 6 | 48 | 74 | 102 | 115 | 106 | 105 | 69 | 40 | 29 | 20 | 727 | 611 |
| 1973 | 22 | 29 | 45 | 74 | 168 | 146 | 173 | 143 | 96 | 42 | 32 | 34 | 1004 | 842 |
| 1974 | 10 | 17 | 33 | 77 | 98 | 118 | 130 | 149 | 79 | 44 | 13 | 8 | 776 | 695 |
| 1975 | 11 | 28 | 35 | 66 | 131 | 125 | 154 | 133 | 96 | 45 | 14 | 6 | 844 | 750 |
| 1976 | 13 | 4 | 33 | 87 | 126 | 163 | 201 | 125 | 66 | 39 | 21 | 16 | 894 | 807 |
| 1977 | 6 | 24 | 62 | 70 | 148 | 163 | 155 | 125 | 98 | 50 | 33 | 17 | 951 | 809 |
| 1978 | 20 | 25 | 41 | 94 | 124 | 147 | 115 | 158 | 96 | 51 | 11 | 17 | 899 | 785 |
| 1979 | 12 | 15 | 31 | 80 | 129 | 163 | 111 | 138 | 115 | 34 | 14 | 10 | 852 | 770 |
| Mittel | 16 | 19 | 39 | 76 | 126 | 139 | 146 | 134 | 90 | 45 | 22 | 17 | 869 | 756 |

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: BFB-Bericht (Biologisches Forschungsinstitut für Burgenland, Illmitz 1

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: 43

Autor(en)/Author(s): Kozma Ferenc, Kozma Erzsebet

Artikel/Article: Vergleichende Untersuchung der Verfahren der Verdunstungsberechnung am See Ferto 125-143