

Arbeiten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik im Internationalen Hydrologischen Programm 1975–1980

Mit 19 Abbildungen und 14 Tabellen

Inhalt

| | |
|--|----|
| 1. Einleitung | 8 |
| 2. Hydrometeorologische und klimatologische Untersuchungen im Neusiedlersee-Gebiet | 8 |
| 2.1. Beiträge zum Wasserhaushalt des Neusiedlersees | 8 |
| 2.2. Beiträge zum Klima des Neusiedlersee-Gebietes | 9 |
| 3. Verdunstung von Schneeflächen | 19 |
| 4. Hydrometeorologische Untersuchungen an der Donau | 20 |
| 5. Potentielle Verdunstung in Österreich | 20 |
| 6. Einfluß von Wasserflächen auf das Klima ihrer Umgebung | 22 |
| 7. Urbanhydrologie | 24 |
| Literatur | 25 |

1. Einleitung

Die Schwerpunkte der hydrometeorologischen Forschung während der ersten Phase des Internationalen Hydrologischen Programms 1975–1980 lagen an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

- a) in der Fortsetzung der in der IHD begonnenen Untersuchungen zur Hydrometeorologie und zur Klimatologie des Neusiedlerseegebietes (1),
- b) in Wärmehaushaltsuntersuchungen von Schneedecken im alpinen Raum,
- c) in hydrometeorologischen Untersuchungen im Einflußbereich der Donau,
- d) in der Bestimmung der potentiellen Verdunstung in Österreich durch die Errichtung eines Meßnetzes mit Verdunstungswannen der Type GGI – 3000,
- e) in Untersuchungen über den Einfluß von Wasserflächen auf das Mikro- bzw. Mesoklima ihrer Umgebung,
- f) in Untersuchungen im Bereich der urbanen Hydrologie,
- g) in der Mitarbeit bei der Erstellung einer Hydrologischen Monographie der Donau durch die Donauländer und
- h) in der Fortsetzung der in der IHD begonnenen seismischen Eisdickenmessungen der österreichischen Gletscher.

2. Hydrometeorologische und klimatologische Untersuchungen im Neusiedler-Seegebiet

Während der Internationalen Hydrologischen Dekade, dem Vorgänger des IHP, wurden von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik im Gebiete des Neusiedlersees mehrjährige, intensive Feldexperimente durchgeführt (1). Im Rahmen der Beteiligung am IHP wurden nun die umfangreichen damaligen Messungen

zum Teil weitergeführt und bearbeitet, so daß eine Reihe von Veröffentlichungen abgeschlossen werden konnte.

2.1. Beiträge zum Wasserhaushalt des Neusiedlersees

Die Fortsetzung der IHD-Arbeiten hatte als Schwerpunkt die Abschätzung der beiden wichtigsten Wasserhaushaltskomponenten Verdunstung und Niederschlag zum Ziel, wobei vor allem die komplexe Größe der Verdunstung im Mittelpunkt des Interesses stand.

So wurde in (2) die Abhängigkeit der Verdunstung des Neusiedlersees von den verschiedenen meteorologischen Einzelementen wie Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, relative Luftfeuchte, Wassertemperatur, Strahlungsbilanz und Sättigungsdefizit durch Korrelationsanalyse untersucht. Es konnte der große Einfluß von Windgeschwindigkeit und Sättigungsdefizit auf die Verdunstung quantitativ bestimmt werden. Wird das Sättigungsdefizit nicht berücksichtigt, so sind in der Reihenfolge der Wichtigkeit Wassertemperatur, relative Luftfeuchte und Lufttemperatur zu nennen. Für die Strahlungsbilanz konnte kein statistisch signifikanter direkter Einfluß auf die Größe der Verdunstung gefunden werden.

Während der IHD wurde mit den physikalischen Methoden des Wärmehaushaltes und der aerodynamischen Profilmethode die Verdunstung bestimmt. Aus diesen Messungen wird mit empirischen Formeln nach dem Dalton-Typ die Verdunstung aus einfachen klimatologischen Werten abgeschätzt. In (3) wurde untersucht, welche Fehleinschätzungen auftreten, wenn man die Verdunstung mit solchen Dalton-Formeln ermittelt, jedoch dabei längerfristige Mittelwerte, z. B. Monatsmittelwerte gegenüber Tageswerten verwendet. Abb. 1 zeigt, daß bei Anwendung verschiedenster Mittelungen durchaus längerfristige Mittelwerte (Monatsmittelwerte) verwendet werden können.

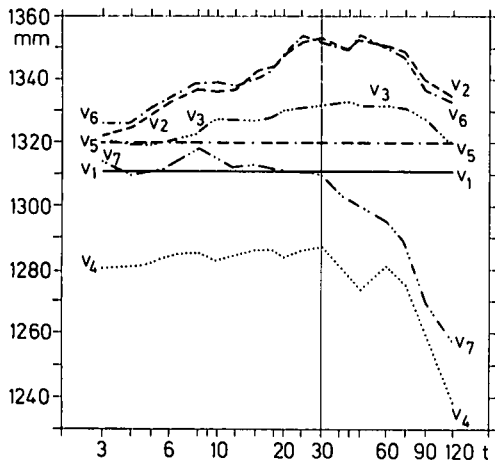


Abb. 1: Abhängigkeit der Verdunstungssummen vom Mittelungszeitraum t [in Tagen] bei Berechnung mit verschiedenen Verdunstungsformeln V_1 bis V_7 (aus (3)).

Von diesem Ergebnis ausgehend wurden in (4) unter Verwendung von Monatsmittelwerten von Lufttemperatur, Luftfeuchte und Windgeschwindigkeit mit Hilfe einer entsprechend modifizierten empirischen Verdunstungsformel nach Dalton die Verdunstung des Neusiedlersees von 1901 bis 1970 bestimmt, wobei große Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Arbeiten ungarischer Autoren erzielt wurde. Als langjähriger Jahressummenwert der Verdunstung des Neusiedlersees ergab sich dabei 800 mm, der mit einer Standardabweichung von 100 mm streut. Eine Gegenüberstellung Verdunstung-Niederschlag zeigt, daß im langjährigen Mittel der Jahressummen die Verdunstung den Niederschlag um 136 mm übersteigt. Vom Oktober bis Februar übertrifft jedoch der Niederschlag die Verdunstung. Betrachtet man die Einzeljahre (Abb. 2), so zeigt sich, daß in manchen Jahren insgesamt der Niederschlag höher war als die Verdunstung.

In (5,6) wurden die die Verdunstung betreffenden Ergebnisse zusammengefaßt dargestellt.

Die bekannten Ansichten über den gesamten Wasserhaushalt des Neusiedlersees wurden in (7) zusammengefaßt, wobei festzustellen ist, daß eine Vielzahl von Problemen noch ungelöst bleibt.

Der Wasserhaushalt hat natürlich großen Einfluß auf den Wasserstand des Sees. So wurde in (8) ermittelt, daß für die Periode 1956 bis 1964 der mittlere Wasserstand des Sees bei 106 cm lag, während von 1966 bis 1972 durch den gesteuerten Abfluß über den Einserka-

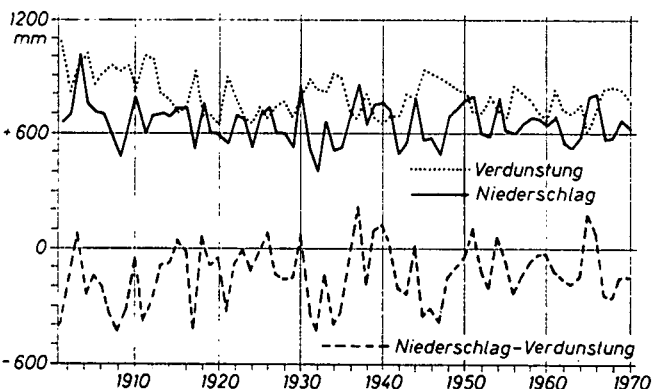


Abb. 2: Verlauf der Jahressummen des Niederschlages, der Verdunstung und der Differenz Niederschlag minus Verdunstung des Neusiedlersees für 1901–1970 (aus (4)).

nal in Ungarn ein mittlerer Stand von 146 cm erreicht wurde. Ausgeprägte Seespiegelschwankungen traten jedoch auch durch Windeinfluß auf.

2.2. Beiträge zum Klima des Neusiedlersee-Gebietes

Im Rahmen der Untersuchungen im Forschungsprogramm der Internationalen Hydrologischen Dekade (IHD) 1966–1974 und zum Teil auch noch in der ersten Phase des IHP 1975–1978 wurden von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik auch 8 Registrierstationen für Temperatur, relative Feuchtigkeit, Windrichtung und Windgeschwindigkeit im Raum um den Neusiedlersee und eine Registrierstation in Seemitte eingerichtet (Abb. 3), von denen nun Auswertungen von 4–8 Jahren vorliegen. Die Station in Seemitte konnte nur in der eisfreien Zeit in Betrieb gehalten werden.

Im ganzen Stationsnetz um den Neusiedlersee und in Seemitte wurden auf einzelnen Stationen ungefähr 40 Elemente in verschiedenen langen Zeitabschnitten registriert, darunter die Windgeschwindigkeit in verschiedenen Höhen, die verschiedenen Strahlungskomponenten, Verdunstung mit Class A-Wannen und GG1–3000-

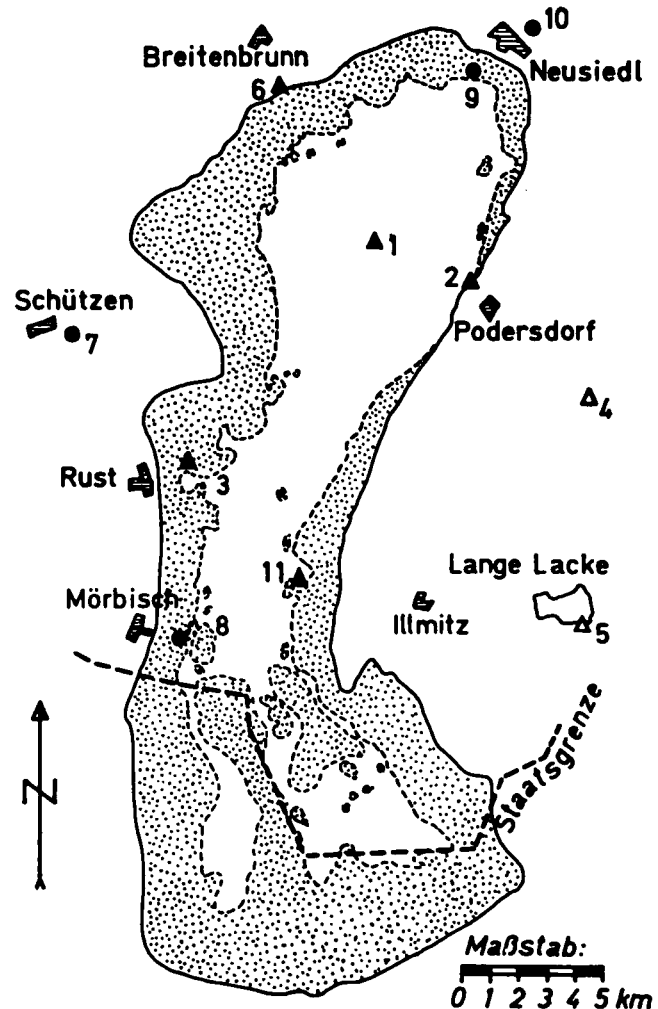


Abb. 3: Lage der Wind-Registrierstellen (aus (16)).

1 = Seemitte (SM); 2 = Podersdorf (PO); 3 = Rust (RU); 6 = Breitenbrunn (BR); 7 = Schützen (SCH); 8 = Mörbisch (MÖ); 9 = Neusiedl am See, Biologische Station (NS); 10 = Neusiedl-Berg beim Zollamt; 11 = Illmitz-Seestation (IL).

Das punktierte Gebiet kennzeichnet den Schilfgürtel.

Tabelle 1
Jahresgang der Windgeschwindigkeit im Neusiedlerseegebiet [km/h], reduziert auf die Periode 1967–1976 (aus (16)).

| Station*) | Jänner | Februar | März | April | Mai | Juni | Juli | August | Sept. | Oktober | Nov. | Dez. | Jahr |
|-----------|--------|---------|------|-------|------|------|------|--------|-------|---------|------|------|------|
| IL | 12.6 | 12.5 | 13.0 | 15.2 | 14.1 | 14.4 | 14.0 | 11.3 | 11.1 | 10.3 | 11.3 | 13.9 | 12.8 |
| PO | 14.8 | 16.1 | 16.9 | 17.6 | 15.7 | 16.1 | 16.4 | 13.2 | 12.8 | 13.4 | 14.5 | 15.9 | 15.3 |
| NS | 11.8 | 11.8 | 11.7 | 12.2 | 11.4 | 10.7 | 10.8 | 8.4 | 8.4 | 9.4 | 9.9 | 11.0 | 10.7 |
| NB | 18.6 | 18.9 | 18.8 | 19.3 | 16.4 | 15.2 | 15.4 | 13.1 | 13.6 | 14.0 | 16.3 | 18.1 | 16.5 |
| BR | 12.4 | 11.6 | 12.3 | 13.4 | 11.5 | 10.9 | 11.0 | 9.2 | 8.6 | 8.9 | 10.4 | 12.5 | 11.1 |
| RU | 12.5 | 13.0 | 13.2 | 14.0 | 12.7 | 12.3 | 12.3 | 9.8 | 9.2 | 9.9 | 10.8 | 12.5 | 11.9 |
| MÖ | 12.1 | 11.6 | 11.8 | 13.2 | 11.2 | 10.1 | 9.8 | 8.5 | 8.3 | 9.1 | 9.7 | 11.7 | 10.6 |
| SM | – | – | – | 19.9 | 18.2 | 18.3 | 18.0 | 15.4 | 15.0 | 15.5 | – | – | – |
| SCH | 11.9 | 11.8 | 12.4 | 13.0 | 11.6 | 10.1 | 10.4 | 8.4 | 8.3 | 8.5 | 10.1 | 11.6 | 10.7 |

*) Die Bedeutung der Abkürzungen der Stationsnamen ist in der Beschreibung zu Abb. 3 angegeben.

Wannen, Wassertemperatur und Bodentemperatur in verschiedenen Tiefen und auf der Station in Seemitte auch die Wassertrübung, die Höhe der Wellen und die Wasserströmungen. Das damit gewonnene Beobachtungsmaterial wurde zum größten Teil in der ersten Phase des IHP in zahlreichen wissenschaftlichen Publikationen verarbeitet.

Neben den Beiträgen zum Wasserhaushalt des Neusiedlersees lieferte dieses Datenmaterial auch die Grundlage für Arbeiten über das Klima im Gebiet des Neusiedlersees.

Die stündlichen Auswertungen der Registrierungen von Lufttemperatur und relativer Feuchte wurden vor 5 Jahren in (9,10) für alle Stationen publiziert.

Die Besonderheiten der Niederschlagsverhältnisse im Bereich des Neusiedlersees werden in (11) beschrieben und einer Häufigkeitsanalyse unterzogen. Trotz der geringen flächenhaften Ausdehnung des Untersuchungsgebietes zeigen sich differenzierte Niederschlagsverteilungen, die vor allem durch den Einfluß des Sees begründet erscheinen.

Von besonderem Interesse sind die Windverhältnisse des Gebietes, die in (12,13,14,15,16) behandelt wurden, wobei vor allem die Unterschiede in den Windgeschwindigkeiten zwischen beiden Uferzonen und der freien Wasserfläche bemerkenswert sind.

Die aus diesen Registrierungen auf die zehnjährige Periode 1967–1976 abgeleiteten Mittelwerte der Windgeschwindigkeit an den einzelnen Stationen sind in Tabelle 1 wiedergegeben (16). Daraus ist ersichtlich, daß im Jahresgang das durchschnittliche Maximum auf den April, das durchschnittliche Minimum aber meist auf den September fällt. In allen Monaten ist die durchschnittliche Windgeschwindigkeit in Seemitte am größten und an der Westküste des Sees merklich schwä-

cher als auf der Ostküste. In den Monaten April bis Oktober ist die durchschnittliche Windgeschwindigkeit in Seemitte um 6–7 km/h größer als an der Westküste des Sees und um 3 – 3,5 km/h größer als an der Ostküste. In diesen Monaten ist die durchschnittliche Windgeschwindigkeit an der Ostküste um 3 bis 4 km/h größer als an der Westküste, in den Monaten November bis März beträgt dieser Unterschied aber nur 1,5 bis 2,5 km/h.

Zur Veranschaulichung der Form der Verteilung der Häufigkeitswerte der stündlichen Windgeschwindigkeit sind in Tabelle 2 als Beispiele die aus in 5 Jahren stündlich beobachteten Werte berechneten Mittelwerte, Streuung, Schiefe und Exzeß getrennt für Tag und Nacht und für Frühling und Herbst für Podersdorf (Ostküste), Seemitte und Breitenbrunn (Westküste) angegeben (15).

Die allgemeinen Unregelmäßigkeiten und die starke Veränderlichkeit von Windrichtung und Windstärke lassen regelmäßige Tagesgänge nicht ohne weiteres erkennen. Um Gesetzmäßigkeiten abzuleiten, die diesen Unregelmäßigkeiten überlagert sind, sind mehrjährige Registrierungen notwendig, deren Auswertungen nun von den Stationen im Neusiedler See-Gebiet zur Verfügung stehen. Ihre Bearbeitung zeigt bemerkenswerte Unterschiede zwischen den verschiedenen Stationen auch im Tagesgang der Windgeschwindigkeit (16), wofür in Tabelle 3 die zu je drei Monaten zusammengefaßten Tagesgänge für die Stationen Podersdorf an der Ostküste, Seemitte und Mörbisch an der Westküste als Beispiele wiedergegeben sind. Daraus ist ersichtlich, daß die Tagesgänge regelmäßige Formen aufweisen mit einem Maximum am frühen Nachmittag zwischen 12^h und 14^h und einem Minimum, das sich mit nur geringen Schwankungen über einen breiten Zeitabschnitt er-

Tabelle 2
Mittelwert (m), Streuung (s), Schiefe (g₁) und Exzeß (g₂) der Verteilung der Windgeschwindigkeit im Frühling und im Herbst, getrennt nach Tag und Nacht in Podersdorf, Seemitte und Breitenbrunn in einem fünfjährigen Zeitraum (aus (15)).

| | | T a g | | | | N a c h t | | | |
|----------|--------------|-------|------|----------------|----------------|-----------|------|----------------|----------------|
| | | m | s | g ₁ | g ₂ | m | s | g ₁ | g ₂ |
| Frühling | Podersdorf | 18.4 | 12.1 | 0,7 | –0,3 | 15.5 | 11.7 | 0.9 | 0.0 |
| | Seemitte | 19.6 | 12.7 | 0.6 | –0.6 | 19.2 | 11.3 | 0.8 | –0.1 |
| | Breitenbrunn | 16.8 | 10.4 | 0,8 | –4.2 | 13.2 | 9.9 | 1.1 | –0,6 |
| Herbst | Podersdorf | 14.0 | 10.5 | 1.2 | 1.0 | 12.4 | 9.7 | 1.3 | 1.3 |
| | Seemitte | 15.4 | 11.0 | 0.8 | –0.1 | 14.4 | 9.6 | 1.1 | 0.9 |
| | Breitenbrunn | 12.2 | 9.1 | 1.2 | 1.6 | 10.1 | 8.6 | 1.4 | 2.1 |

Tabelle 3

Tagesgang der Windgeschwindigkeit in Podersdorf (PO, Ostufer des Neusiedlersees), in Mörbisch (MÖ, Westufer des Sees) und in Seemitte (SM) im Zeitraum 1967–1976 [km/h]. Aus (16).

| Stunde | Februar – April | | Mai – Juli | | | August – Oktober | | | November – Jänner | |
|--------|-----------------|------|------------|------|------|------------------|------|------|-------------------|------|
| | PO | MÖ | PO | MÖ | SM | PO | MÖ | SM | PO | MÖ |
| 0–1 | 15.9 | 10.4 | 14.9 | 8.4 | 17.3 | 12.2 | 6.7 | 14.6 | 14.3 | 9.7 |
| 2–3 | 16.1 | 10.5 | 15.1 | 8.6 | 17.2 | 12.4 | 7.0 | 14.9 | 14.2 | 9.8 |
| 4–5 | 15.9 | 10.3 | 15.3 | 8.7 | 17.5 | 12.7 | 7.0 | 14.9 | 14.5 | 10.0 |
| 6–7 | 16.3 | 10.5 | 16.1 | 9.4 | 17.6 | 12.7 | 7.1 | 14.8 | 14.2 | 9.9 |
| 8–9 | 17.4 | 12.3 | 16.8 | 11.3 | 18.0 | 13.9 | 8.4 | 14.9 | 14.6 | 10.5 |
| 10–11 | 18.9 | 14.0 | 17.1 | 12.1 | 18.1 | 14.3 | 10.2 | 15.6 | 15.6 | 11.9 |
| 12–13 | 19.7 | 15.4 | 17.9 | 13.3 | 18.7 | 14.9 | 11.7 | 16.4 | 16.4 | 13.0 |
| 14–15 | 20.2 | 15.4 | 18.2 | 13.3 | 19.5 | 14.9 | 11.4 | 16.5 | 15.9 | 12.6 |
| 16–17 | 18.8 | 14.3 | 18.2 | 12.4 | 19.7 | 13.6 | 9.5 | 15.6 | 14.9 | 10.8 |
| 18–19 | 16.7 | 12.1 | 15.6 | 10.1 | 18.1 | 11.8 | 7.9 | 14.4 | 14.5 | 10.5 |
| 20–21 | 15.8 | 11.0 | 14.8 | 9.0 | 17.4 | 11.5 | 7.4 | 14.5 | 14.1 | 10.3 |
| 22–23 | 15.6 | 10.9 | 14.9 | 8.7 | 17.2 | 11.8 | 7.2 | 14.4 | 14.0 | 10.1 |

streckt, und zwar von 19^h bis 7^h im Jahresviertel Februar bis April, von 20^h bis 6^h im Mai bis Juli, von 18^h bis 8^h im August bis Oktober und von 17^h bis 9^h im November bis Jänner. Die durchschnittliche Tagesschwankung der Windgeschwindigkeit beträgt in den einzelnen Stationen in unterschiedlicher Verteilung in den Monaten Februar bis Oktober 3,2 bis 7,2 km/h, in den Monaten November bis Jänner aber nur 2,4 bis 3,9 km/h. In Seemitte ist die Tagesschwankung in den Monaten Mai bis Oktober mit 2,3 bis 3,9 km/h bemerkenswert kleiner als an den Stationen am Ufer des Sees.

Dreijährige Registrierungen der Windgeschwindigkeit in 1,5 m, 3 m und 6 m Höhe über der Wasseroberfläche bei Podersdorf wenige Meter vom Ufer entfernt, in Seemitte über der freien Wasseroberfläche und bei Rust über dem Schilf geben die Möglichkeit, die Änderung der Windgeschwindigkeit mit der Höhe in Ufernähe, über dem Wasser in Seemitte und über dem Schilfgürtel und ihre Unterschiede festzustellen (13). Beispiele der Meßergebnisse sind in der Tabelle 4 wiedergegeben. In der untersten Schicht von 1,5 m bis 3 m Höhe nimmt die Geschwindigkeit mit der Höhe über dem Schilf bei Rust etwas stärker zu als über dem Wasser bei Podersdorf, über der freien Wasseroberfläche in Seemitte aber noch weniger als bei Podersdorf. In 3 bis 6 m Höhe ist die Zu-

nahme mit der Höhe über dem Schilf noch stärker als bei Podersdorf, was offenbar auf die stärkere Reibung über dem Schilf zurückzuführen ist.

Was die Windrichtungen betrifft, so liegt das Neusiedlersee-Gebiet im Bereich vorherrschender Winde aus nordwestlichen Richtungen und andererseits aus südöstlichen Richtungen, die nicht nur durch die jeweiligen Wetterlagen modifiziert werden sondern auch durch den Einfluß der Umgebung des Sees (im Westen vorgelagerte Bergketten und Flachland im Osten), im besonderen aber auch durch den See selbst beeinflusst werden. Einen Überblick über die Windverteilung gibt als Beispiel die Abb. 4, die die Verteilung der Häufigkeiten der einzelnen Windrichtungen an den einzelnen Stationen im Uferbereich des Sees und auch in Seemitte für Juli und August in zusammengefaßte Überlagerung von Windrosen für Tagesviertel, die aus den Windregistrierungen abgeleitet werden konnten, zeigt und einen Einblick in die Änderungen der Windrichtungen und der Windverhältnisse im Laufe des Tages vermittelt (12). In Mörbisch zeigen die Windrosen ein starkes Überwiegen nordwestlicher Winde nachts, der von der ersten zur zweiten Nachthälfte entsprechend der zunehmenden Abkühlung des Landes und der westlich vorgelagerten Berghänge zunimmt, Tagsüber nimmt die Häufigkeit der Winde aus Südosten, einem Seewind entsprechend, zu. Ähnlich sind die Verhältnisse in Rust, wo die Häufigkeitsunterschiede zwischen Tag und Nacht noch größer sind als in Mörbisch. Die Drehung der Hauptwindrichtung auf WNW mag in Rust durch die Senke beim Straßenübergang nach St. Margareten beeinflusst sein. In Breitenbrunn ist in diesen Monaten das Windrosensystem gegenüber den Vormonaten mehr auf die Richtung Nord-Süd gedreht. Unter Beachtung der Tatsache, daß bei Breitenbrunn das Seeufer in Richtung Westsüdwest-Ostnordost sich erstreckt, erscheint dort das Überwiegen der Häufigkeit vom Land zum See wehender Winde bei Nacht über die gleichen Winde bei Tag und das Überwiegen der Häufigkeit der vom See zum Land wehender Winde bei Tag über die gleichen Winde bei Nacht noch größer als in Rust und Mörbisch. Am Nordufer des Sees bei Neusiedl kommen die vom Land her wehenden Winde vorwiegend aus nordnordöstlichen Richtungen, die tagsüber vom See zum Land

Tabelle 4

Änderung der Windgeschwindigkeit mit der Höhe zwischen 1,5 m und 6 m über Grund in Podersdorf, Seemitte und Rust [km/h]. Aus (13).

| | | Juni | August | Oktober |
|------------|-------------|------|--------|---------|
| Podersdorf | von 1,5–3 m | 1,4 | 1,1 | 1,2 |
| | von 3–6 m | 1,2 | 0,8 | 1,0 |
| | von 1,5–6 m | 2,6 | 1,9 | 2,2 |
| Seemitte | von 1,5–3 m | 1,0 | 0,7 | 0,9 |
| | von 3–6 m | 1,0 | 1,1 | 0,9 |
| | von 1,5–6 m | 2,0 | 1,8 | 1,8 |
| Rust | von 1,5–3 m | 1,5 | 1,2 | 1,2 |
| | von 3–6 m | 1,9 | 1,6 | 1,5 |
| | von 1,5–6 m | 3,4 | 2,8 | 2,7 |

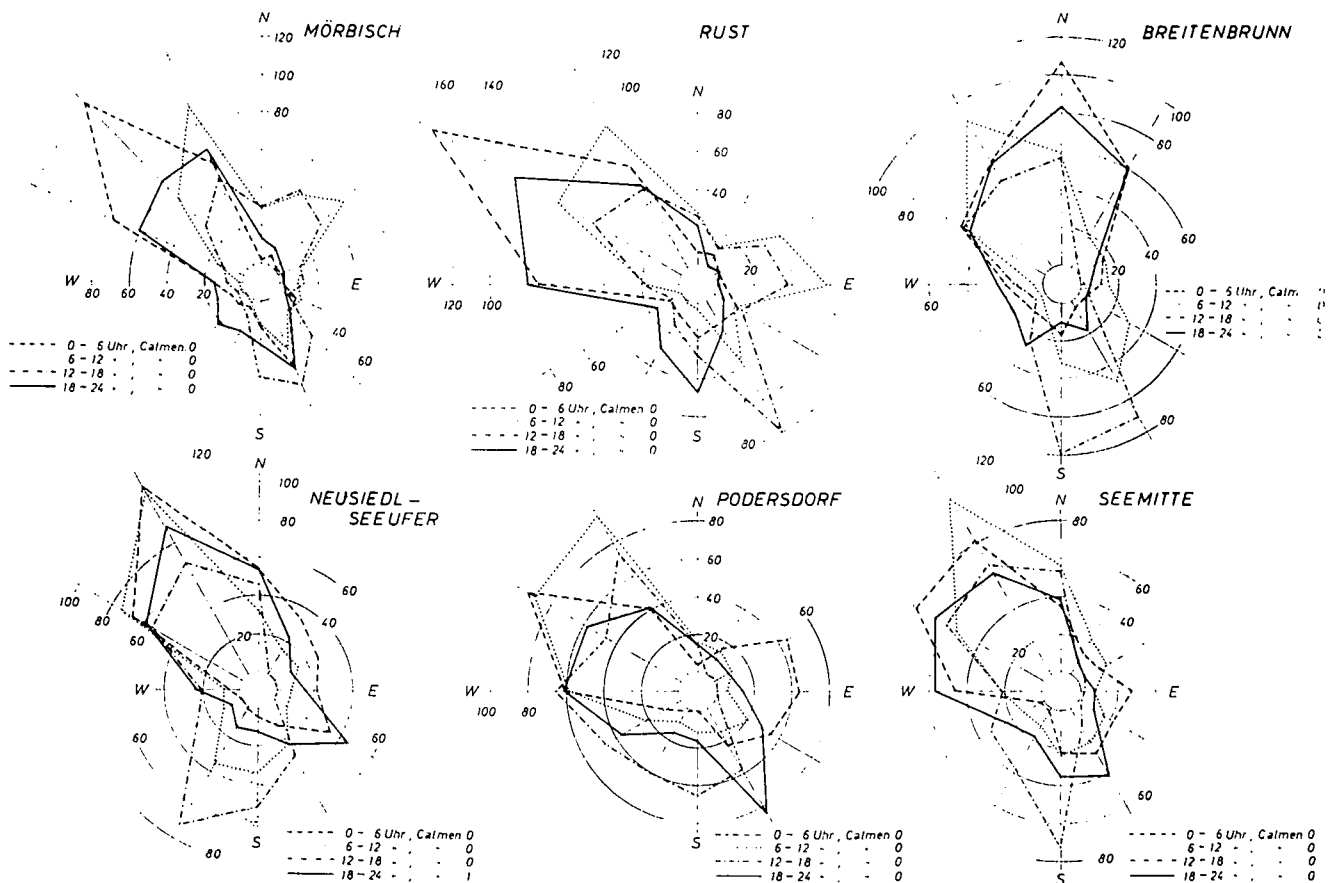


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Windrichtung im Juli und August 1967 in den vier Tagesvierteln 0-6h, 6-12h, 12-18h und 18-24h (aus (12)).

wehenden Winde aber vorwiegend aus südsüdwestlichen bis südlichen Richtungen. Die Unterschiede in den Häufigkeiten der vom Land her wehenden Winde bei Nacht zu den gleichen Winden bei Tag sowie der vom See her wehenden Winde bei Tag zu den gleichen Winden bei Nacht ist auch in Neusiedl noch sehr groß aber doch schon kleiner als an den Stationen am Westufer des Sees, wo die Wirkung der Überlagerung des Einflusses des Hangwindsystems über den Einfluß des Land-Seewindsystems größer ist als am Nordufer des Sees. In Podersdorf sind die nordwestlichen Winde auch die Seewinde und die südöstlichen Winde die Landwinde. Dementsprechend unterstützt die Landwindtendenz die Häufigkeit der südöstlichen Winde bei Nacht und die Seewindtendenz die Nordwestwindhäufigkeit bei Tag. Es ist daher die Häufigkeit der südöstlichen Winde als Gegenwinde gegen die vorherrschenden nordwestlichen Winde tagsüber merklich kleiner als nachts und die Häufigkeit der nordwestlichen Winde tagsüber größer als nachts. In Seemitte sind auch im Juli und August die Winde aus West bis Nord bei starker Richtungsstreuung mehr als doppelt so häufig wie die Winde aus Ost bis Süd. Bemerkenswert ist, daß die Häufigkeiten in beiden Windsystemen im Laufe der Nacht sich nicht viel ändern, bei Tag aber die süd- bis südöstlichen Winde am Vormittag seltener vorkommen als am Nachmittag, die nordwestlichen Winde aber am Vormittag häufiger wehen als am Nachmittag. Dies bedeutet in gewissem Sinne eine Angleichung an die Verhältnisse auf dem Westufer des Sees bei Tag. In gleicher Weise wie in Abb. 4 sind die Windrosen in Viertelstunden auch für die übrigen Monate des Jahres in (12) dargestellt.

Auf Grund vierjähriger Registrierungen sind die Häufigkeiten bei einzelnen Windrichtungen und Windstärken in Podersdorf, Rust, Seemitte und Mörbisch, gesondert für Tag und Nacht und für die 4 Jahreszeiten, auch in Tabellen in (16) angegeben.

Die Wirkung des Land-Seewindeffektes und des Hangwindeffektes kommt am deutlichsten bei der Betrachtung der schwachen Winde zum Ausdruck. Dies ist aus der Abb. 5 zu ersehen, in der der Jahresgang der Häufigkeit von Stunden mit Windstärken ≤ 10 km/h in einem vierjährigen Zeitabschnitt bei Winden aus dem SE-Sektor und bei Winden aus dem NW-Sektor bei Tag den Häufigkeiten dieser Windstärken bei Nacht in Podersdorf, in Seemitte und in Rust gegenübergestellt sind. Daraus ist ersichtlich, daß in Podersdorf am Ostufer des Sees Winde dieser Stärke aus dem SE-Sektor von März bis November bei Nacht wesentlich häufiger vorkommen als bei Tag, aber Stunden mit Windstärken ≤ 10 km/h bei Winden aus dem NW-Sektor, die dort im allgemeinen seltener sind als die Winde dieser Stärke aus dem SE-Sektor, von April bis Oktober bei Nacht seltener vorkommen als tagsüber, während in den Wintermonaten bei schwachen Winden aus dem SE-Sektor wie bei schwachen Winden aus dem NW-Sektor keine wesentlichen Häufigkeitsunterschiede zwischen Tag und Nacht bestehen. Diese Umkehrung des Überwiegens der Häufigkeiten tagsüber oder bei Nacht bei Winden aus dem SE-Sektor und bei Winden aus dem NW-Sektor entspricht dem Land-Seewindsystem.

Anders sind die Verhältnisse im Jahresgang der Häufigkeit von Stunden mit Windstärke ≤ 10 km/h in Rust am Westufer des Sees. Hier sind das ganze Jahr hindurch die Stunden mit schwachen Winden ≤ 10 km/h

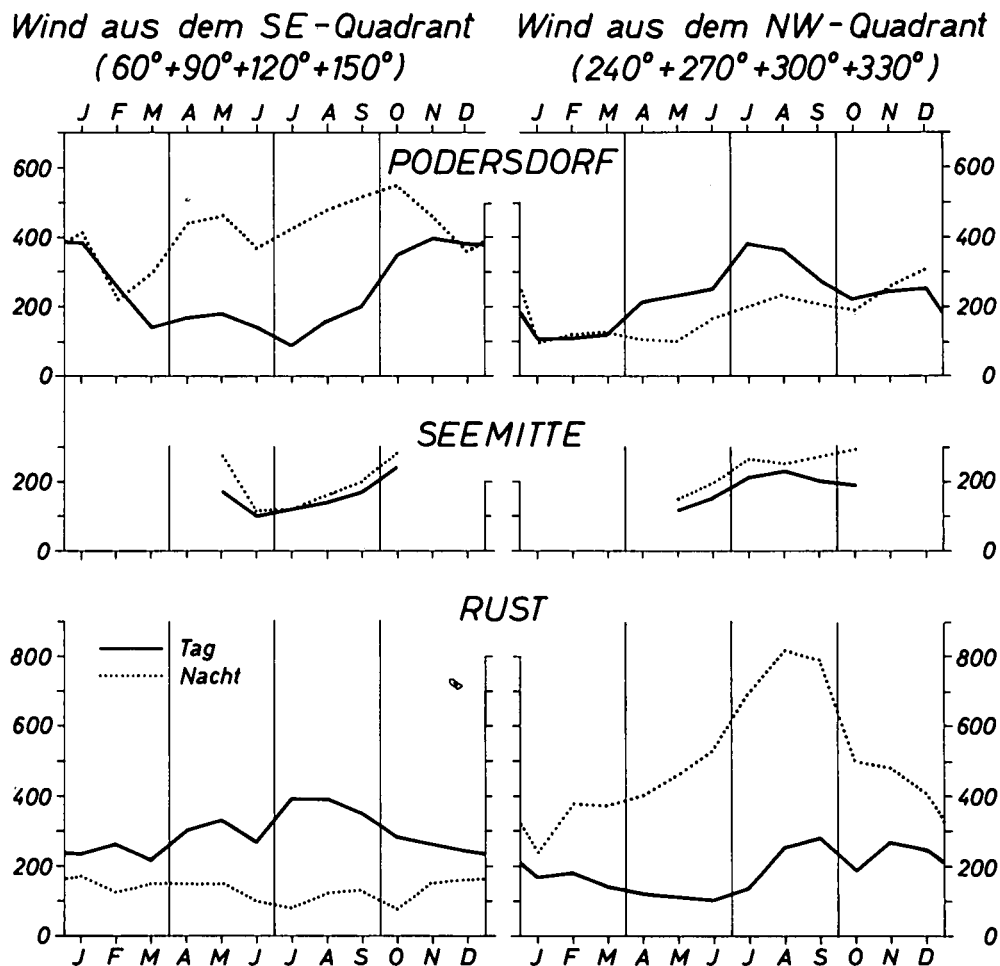


Abb. 5: Jahresgang der Häufigkeit von Stunden mit Windstärke ≤ 10 km/h bei Tag (6–18^h) und bei Nacht (18–6^h) bei Winden aus dem SE-Sektor und bei Winden aus dem NW-Sektor in den 4 Jahren 1967 bis 1970 in Podersdorf, in Seemitte und in Rust (aus (16)).

aus dem SE-Sektor bei Tag häufiger als bei Nacht und umgekehrt Stunden mit schwachen Winden aus dem NW-Sektor bei Nacht häufiger als tagsüber, was hier wieder dem Land-Seewindeneffekt, verstärkt durch den Hang-Effekt des angrenzenden Bergzuges entspricht. Daß die Unterschiede zwischen Tag und Nacht im Sommer am größten sind, entspricht ebenfalls diesen Lokalwindensystemen, die ja durch die Ein- und Ausstrahlungsunterschiede zwischen Tag und Nacht und durch die damit verbundenen Temperaturunterschiede zwischen Land- und See verursacht werden und diese eben im Sommer am größten sind.

Interessant sind die Unterschiede zwischen den Häufigkeiten der Winde bei Tag und bei Nacht an der Meßstelle in Seemitte, wo eigentlich die Landwinde vom Westen und vom Osten zusammentreffen und die Seewinde bei Tag eine Divergenz verursachen sollten. Aus den Werten in der Tabelle 5 ist zu ersehen, daß in Seemitte bei Wind aus dem südlicheren Teil des NW-Sektors das Windsystem des Westufers des Sees mit häufigeren Winden aus westlichen Richtungen bei Nacht sich bemerkbar macht, während bei Winden aus dem nördlicheren Teil des NW-Sektors die Winde bei Tag häufiger sind als bei Nacht. Ähnlich ist es auch bei Winden aus dem SE-Sektor, wo bei Winden aus dem nördlicheren Teil dieses Sektors die Winde bei Nacht häufiger sind als tagsüber und bei Winden aus dem südlicheren Teil dieses Sektors Winde bei Tag häufiger vorkommen als bei Nacht. Wie man aus den Häufigkeiten der einzelnen Windrichtungen entnehmen kann,

verschieben sich die Spitzenwerte bei Häufigkeit der Winde aus dem NW-Sektor in Seemitte bei Tag um 30° im Sinne des Uhrzeigers und Ähnliches zeigt sich im ganzen System der Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen, so daß es den Anschein hat, als ob hier das Windsystem sich von nachts zu tagsüber um ca. 30° dreht und dadurch dem Zusammentreffen entgegengesetzter Winde etwas ausweicht.

Tabelle 5
Differenzen der Windhäufigkeiten in bestimmten Windrichtungsbereichen zwischen Tag (6–18 Uhr) und Nacht (18–6 Uhr), Tag–Nacht (1967–1970), in Promille der Stunden in jeder Jahreszeit (aus (16)).

| Richtungsbereich | | Winter | Frühling | Sommer | Herbst |
|------------------|--------------------|--------|----------|----------------|--------|
| Podersdorf | 270–360° (W–N) | 3 | 77 | 106 | 66 |
| | 30–120° (NNE–ESE) | 0 | –115 | –169 | –123 |
| Rust | 210–300° (SSW–WNW) | –72 | –192 | –303 | –222 |
| | 30–150° (NNE–SSE) | 84 | 202 | 276 | 220 |
| Mörbisch | SW–NW | –55 | –161 | –291 | –184 |
| | NNE–SSE | 43 | 161 | 235 | 169 |
| Seemitte | | | Mai–Juli | August–Oktober | |
| | 270–300° (W–WNW) | –127 | –91 | | |
| | 300–30° (NNW–NNE) | 114 | 65 | | |
| | 60–120° (ENE–ESE) | –38 | –56 | | |
| | 150–210° (SSE–SSW) | 49 | 80 | | |

Tabelle 6
Häufigkeitsverteilung der Windgeschwindigkeiten in Promille in Podersdorf, Rust und Seemitte (aus (16)).

| | Podersdorf | | | | Rust | | | | Seemitte | |
|--------------|------------|----------|--------|--------|--------|----------|--------|--------|------------|------------------|
| | Winter | Frühling | Sommer | Herbst | Winter | Frühling | Sommer | Herbst | Mai – Juli | August – Oktober |
| Stille | 14 | 3 | 1 | 10 | 9 | 2 | 1 | 5 | 0 | 1 |
| 1 – 5 km/h | 243 | 151 | 194 | 318 | 314 | 215 | 286 | 398 | 121 | 187 |
| 6 – 10 km/h | 217 | 242 | 265 | 250 | 198 | 238 | 288 | 255 | 183 | 226 |
| 11 – 15 km/h | 162 | 162 | 146 | 156 | 136 | 169 | 158 | 141 | 159 | 171 |
| 16 – 20 km/h | 104 | 112 | 123 | 90 | 129 | 128 | 120 | 91 | 142 | 151 |
| 21 – 25 km/h | 75 | 82 | 95 | 66 | 94 | 104 | 80 | 54 | 120 | 107 |
| 26 – 30 km/h | 58 | 86 | 82 | 48 | 58 | 75 | 40 | 38 | 101 | 72 |
| 31 – 40 km/h | 74 | 122 | 77 | 51 | 49 | 61 | 26 | 15 | 130 | 68 |
| >40 km/h | 53 | 40 | 17 | 11 | 13 | 8 | 1 | 3 | 44 | 17 |
| ≤10 km/h | 474 | 396 | 460 | 578 | 521 | 455 | 575 | 658 | 304 | 414 |
| ≥30 km/h | 127 | 162 | 94 | 62 | 62 | 69 | 27 | 18 | 174 | 85 |

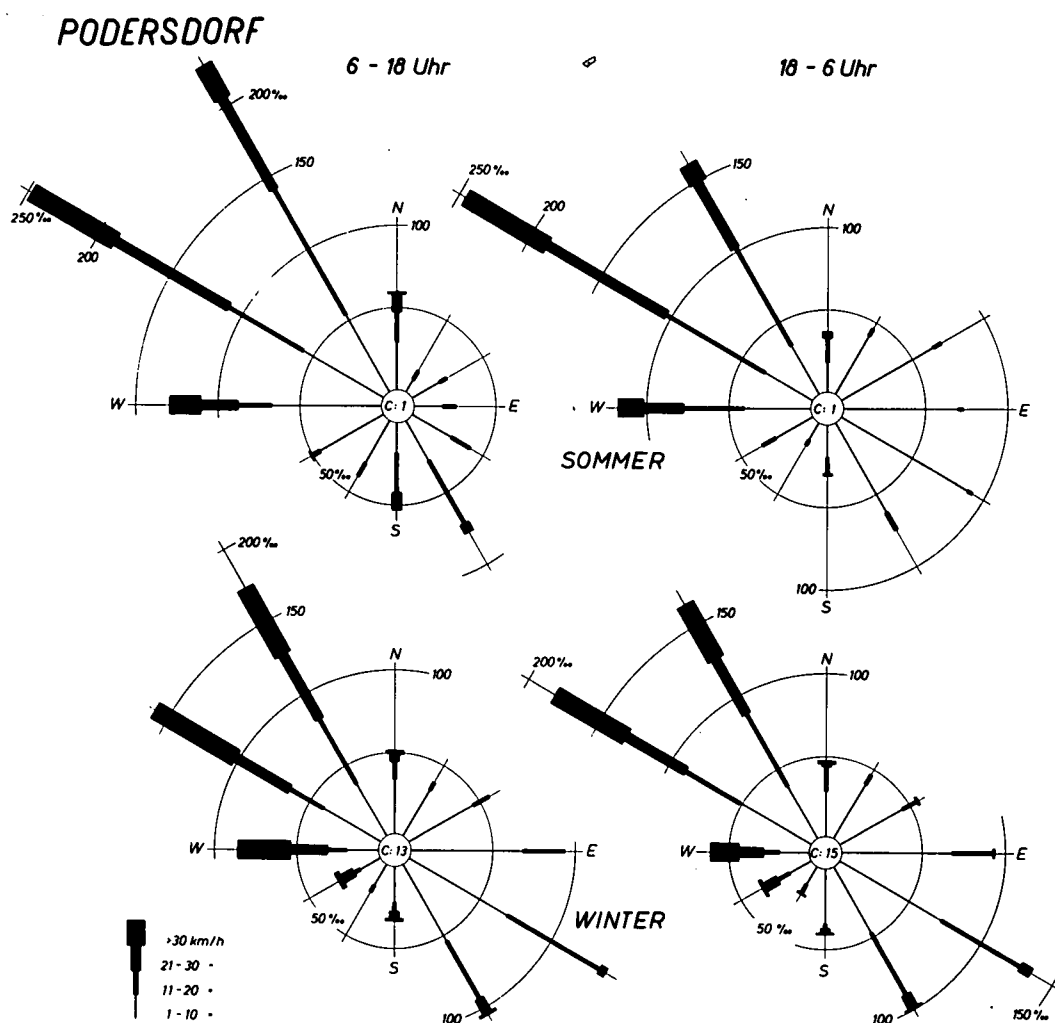


Abb. 6: Windrosen für Sommer und Winter in Podersdorf bei Tag (6–18h) und bei Nacht (18–6h) mit Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windstärken bei den einzelnen Windrichtungen in Promille der Stunden der Jahreszeit (aus (16)).

Auch die Windgeschwindigkeiten verteilen sich nicht gleichmäßig auf alle Windrichtungen, sondern zeigen wesentliche Unterschiede im Durchschnitt der Windgeschwindigkeiten bei den einzelnen Windrichtungen wie auch im Bereich der bei jeder Windrichtung vorkom-

menden Windstärken und bei ihren Häufigkeitsverteilungen.

Beispiele für die Häufigkeitsverteilungen aller Windgeschwindigkeiten ohne Berücksichtigung der Windrichtungen sind in Tabelle 6 für die Häufigkeitsverteilungen

RUST

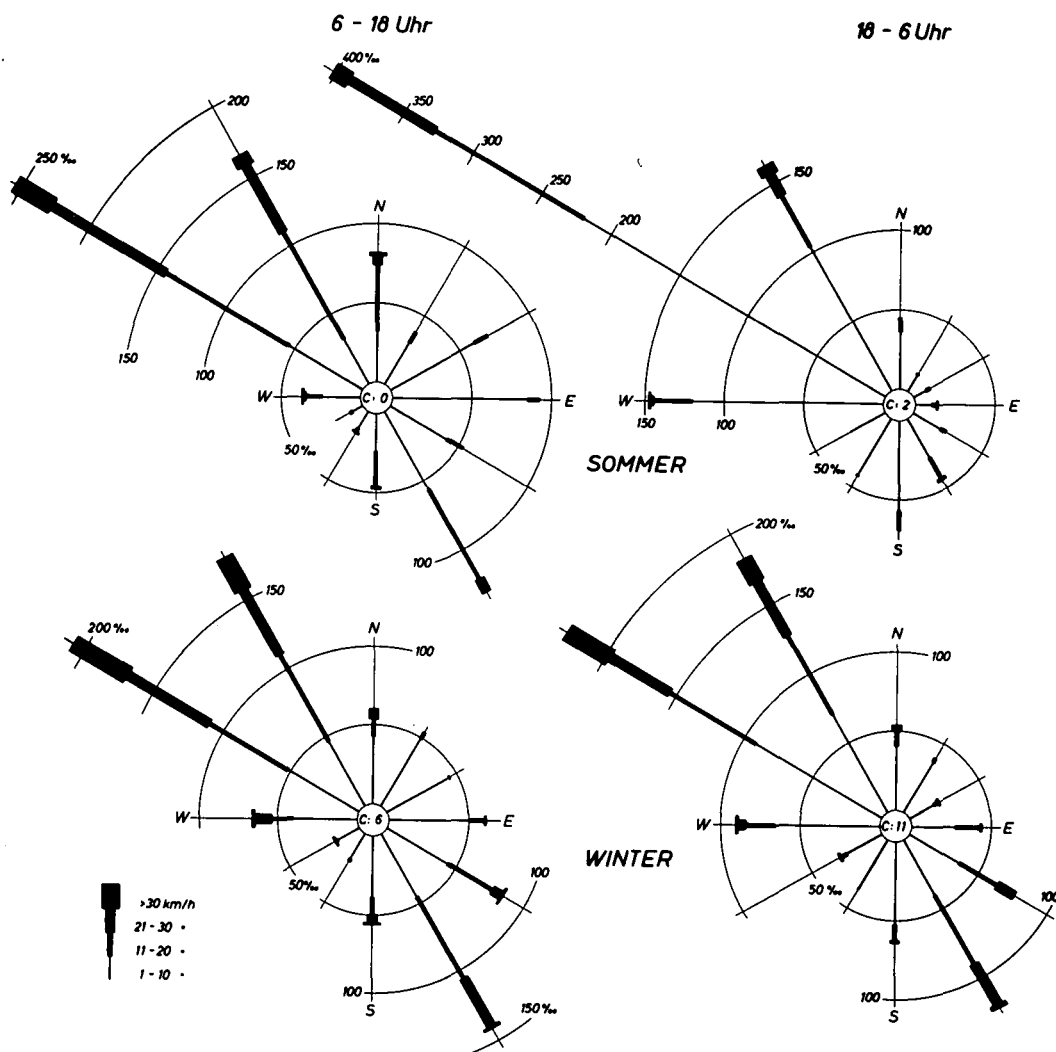


Abb. 7: Windrosen für Sommer und Winter in Rust bei Tag (6–18^h) und bei Nacht (18–6^h) mit Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windstärken bei den einzelnen Windrichtungen in Promille der Stunden der Jahreszeit (aus (16)).

in den vier Jahreszeiten in Podersdorf, am windstärkeren Ostufer des Sees, in Rust, am windschwächeren Westufer des Sees, und in Seemitte wiedergegeben. Die schwachen Winde kommen in allen Jahreszeiten in Rust häufiger vor als in Podersdorf, am seltensten aber in beiden Stationen im Frühling, während Winde über 30 km/h in Podersdorf in allen vier Jahreszeiten mehr als doppelt so oft vorkommen wie in Rust, in beiden Stationen aber am häufigsten im Frühling.

Die Häufigkeitsverteilungen der Windgeschwindigkeiten in jeder einzelnen Windrichtung in Podersdorf, in Rust und in Seemitte im Sommer und Winter bei Tag und bei Nacht sind aus den Abbildungen 6, 7 und 8 zu ersehen. In Podersdorf (Abb. 6) kommen die stärksten Winde aus dem Sektor W bis NNW. Windstärke von 30 km/h wird hier im Winter in 122 %, im Frühling in 145 %, im Sommer in 93 % und im Herbst in 59 % aller Stunden übertroffen, während bei Winden aus dem Sektor NNE bis E die Windstärke von 20 km/h nur äußerst selten überschritten wird. Dagegen kommen Windstärken von 1 bis 10 km/h bei Winden aus dem Sektor NNE bis E im Winter in 148 %, im Frühling in 101 %, im Sommer in 114 % und im Herbst 160 %, aber bei Winden aus dem Sektor W bis NNW im Winter

nur in 103 %, im Frühling in 88 %, im Sommer in 143 % und im Herbst in 138 % aller Stunden vor. In Podersdorf kommen auch bei Südwinden noch Windstärken über 30 km/h im Frühling in 13 % aller Stunden vor, in den übrigen Jahreszeiten aber nur sehr selten.

In Rust (Abb. 7) kommen die stärksten Winde ebenfalls aus dem Sektor W bis NNW. Sie sind aber dort viel seltener als in Podersdorf. Die Windstärke von 30 km/h wird hier bei Winden aus diesem Sektor im Winter nur in 56 %, im Frühling nur in 61 %, im Sommer nur in 26 % und im Herbst nur in 17 % aller Stunden übertroffen. Windstärken über 30 km/h kommen in Rust vereinzelt auch noch bei Winden aus SSE und S vor. Dagegen wird bei Winden aus dem Sektor NNE bis E und bei Winden aus SW die Geschwindigkeit von 20 km/h nur sehr selten übertroffen.

In Seemitte kann ein strenger Vergleich mit den anderen Stationen nur im Sommer durchgeführt werden. Die stärksten Winde kommen dort aus WNW bis N (Abb. 8). Die Windstärke von 30 km/h wird dabei in 127 % aller Stunden übertroffen, das ist merklich mehr als in Podersdorf. Auch W-Winde, S-Winde und SSE-Winde haben einigemal die Geschwindigkeit von 30 km/h in Seemitte überschritten. Windstärken von

SEEMITTE

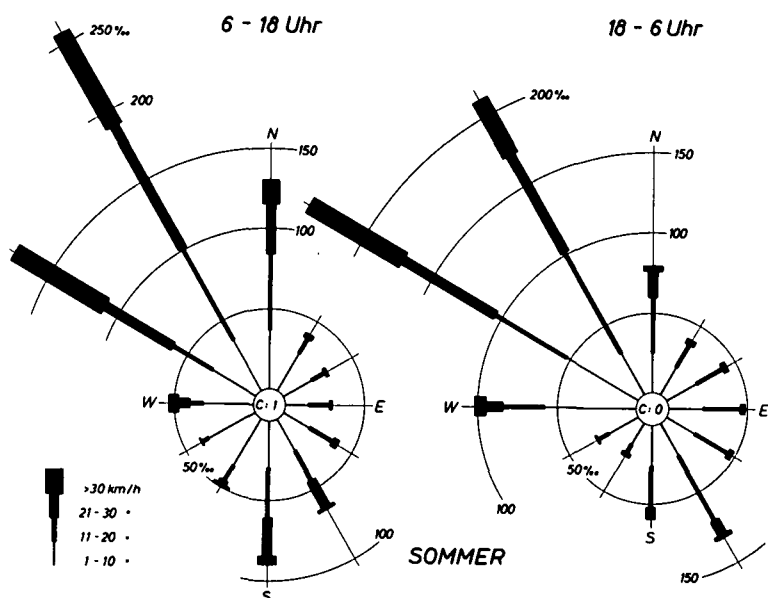


Abb. 8: Windrosen für Sommer in Seemitte bei Tag (6–18h) und bei Nacht (18–6h) mit Häufigkeitsverteilung der Windrichtungen und Windstärken bei den einzelnen Windrichtungen in Promille der Stunden der Jahreszeit (aus (16)).

1–10 km/h treten bei Winden aus WNW bis N in Seemitte im Sommer in 105 % aller Stunden auf; das ist merklich weniger als in Podersdorf.

Die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten bei den verschiedenen Windrichtungen weisen sehr große Unterschiede zwischen den einzelnen Windrichtungen auf. Bei den am häufigsten vorkommenden Windrichtungen sind auch die durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten groß und bei den selten vorkommenden Windrichtungen sind sie klein. (Siehe Abb. 6,7,8). Das Hauptmaximum fällt auf Winde aus dem NW-Sektor und ein sekundäres Maximum auf Winde aus dem SE-Sektor. Die Unterschiede zwischen diesen beiden Maxima der Windgeschwindigkeit sind bei den einzelnen Meßstellen sehr verschieden. Im Jahresdurchschnitt ist das sekundäre Maximum in Podersdorf um 11,7 km/h, in Rust aber nur um 3,7 km/h kleiner als das Hauptmaximum und in Mörbisch sind beide Maxima gleich. Das Hauptminimum der durchschnittlichen Windgeschwindigkeit einer Windrichtung fällt in Podersdorf und in Rust auf den NNE-Wind und ist im Jahresdurchschnitt in Podersdorf um 16 km/h und in Rust um 10,6 km/h kleiner als das Hauptmaximum, das auf den WNW-Wind entfällt. In Mörbisch fällt das Minimum auf den NE-Wind und ist um 7,6 km/h kleiner als das durchschnittliche Maximum bei NW-Winden. Die sekundären Minima sind nur wenig größer als die Hauptminima und fallen in Podersdorf auf den SSE-Wind, in Rust und in Mörbisch auf den SW-Wind.

Weitere Angaben über Windverhältnisse im Neusiedlerseegebiet sind auch für andere Meßstellen in (16) zu finden.

Der gesamte Strahlungshaushalt mit seinen Komponenten, Globalstrahlung, kurzwellige Reflexion (Albedo), langwellige Gegenstrahlung und Ausstrahlung ist für vier verschiedene Standorte im Gebiet des Neusiedlersees ebenfalls untersucht worden (17). Der Bearbeitung lagen Meßdaten der Komponenten des Strahlungshaushaltes von 1967–1970 von Seemitte, von der

Seeuferstation bei Podersdorf und von einer Station im und über dem Schilf bei Rust und von 1969–1970 von einer Landstation bei Althof, cirka 5 km südöstlich von Podersdorf zugrunde. Der Strahlungshaushalt wurde getrennt nach den einzelnen Komponenten auch auf Unterschiede zwischen den Stationen auf Grund ihrer verschiedenen Standorte sowie auf ihre Größen bei verschiedenen Bewölkungsverhältnissen eingehend untersucht.

Bei wolkenlosem Himmel werden durchschnittlich von Mai bis Juli Tagessummen der Globalstrahlung von 600 cal/cm² erreicht. Bei großen Sonnenhöhen beträgt die durchschnittliche Albedo des Neusiedlersees 14 % bei Seemitte und 11,5 % bei Podersdorf. Die Trübung des seichten Sees erhöht die Albedo um 2 % bis 5 %. Auch die Wellenbewegungen bewirken eine kleine Erhöhung der Albedo. Die Albedo der Eisdecke beträgt 40 % bis 50 %. Bei einer Neuschneedecke erreicht die Albedo Werte über 70 %. Die Albedo des Schilfs bei Rust betrug 10 % bis 15 %. Beim Althof wurde über einem Rübenbestand konstant eine Albedo von 20 % gemessen. Die Albedo eines Getreidefeldes lag zwischen 20 % und 23 %, nach der Ernte aber unter 19 %.

Die kurzwellige Einstrahlung betrug am Grunde des Schilfs bei Rust von November bis Mai über 50 % der Einstrahlung über dem Schilf, bei vollentwickeltem Schilf aber nur mehr 20 % bis 35 %. Die Monatssummen der Strahlungsbilanz waren im Dezember bei Podersdorf immer negativ, im Schilf bei Rust waren sie zum Teil auch schon im November negativ. Die größten Unterschiede der Strahlungsbilanz traten zwischen Seemitte und dem Gelände um Althof auf. Im Sommer sind die Strahlungsbilanzwerte als Summe aller Strahlungskomponenten über der Wasserfläche höher als über Landflächen, im Winter ist es aber umgekehrt.

Im entwickelten Schilfbestand stellen sich ausgeprägte vertikale Temperaturgradienten ein.

An Hand zahlreicher simultan gemessener Wind- und Temperaturprofile in der bodennahen Atmosphäre wurden der Rauigkeitsparameter Z_0 und die Dicke der Verdrängungsschicht d für Wind in der Schilfzone und als Vergleich dazu auch über einem Zuckerrübenfeld, über Gras und über Wasser bestimmt (18). Während im Fall der glatten Wasseroberfläche des Neusiedlersees $Z_0 = 0,0041 \pm 0,0011$ cm beträgt, ist bei einer mittleren Schilfhöhe von 3 m $Z_0 = 8,72 \pm 2,84$ cm und $d = 209 \pm 21$ cm. Bei 2–10 cm hohen Zuckerrübenpflanzen ist $Z_0 = 0,088 \pm 0,028$ cm und $d = 1,1 \pm 0,7$ cm, bei 30–35 cm hohen Zuckerrübenpflanzen wird $Z_0 = 5,29 \pm 1,73$ cm und $d = 15,1 \pm 2,7$ cm erreicht, während bei 16±5 cm hohem Gras $Z_0 = 1,28 \pm 0,39$ cm und $d = 11,2 \pm 2,12$ cm beträgt.

Eine zusammenfassende Darstellung der klimatischen Situation im Neusiedlerseegebiet während des Berichtszeitraumes wurde in (20) veröffentlicht.

Im Neusiedlersee wurde in Podersdorf, 20 m vom Ostufer entfernt, in Seemitte und im Schilf bei Rust, 800 m vom Westufer entfernt, in verschiedenen Tiefen und im Seeboden auch die Wassertemperatur mit Platinwiderstandsthermometer, die im Wasser an einem im Seeboden fest verankerten Stab, in der oberflächennahen Schicht in ungefähr 5 mm Tiefe aber an einem Schwimmer befestigt waren, registriert.

Die Beobachtungen aus der Zeit von 1967 bis 1970 wurden in (21) bearbeitet. Die Abb. 9 veranschaulicht den Jahresgang der mittleren Stundenwerte der Wassertemperatur in der oberflächennahen Schicht in 20 bis 30 cm Tiefe an den drei Stationen im Durchschnitt der 4 Jahre. Abweichend von Seen mit großem Wassergehalt wird im Neusiedlersee das Temperaturmaximum bereits in der ersten Hälfte des Juli erreicht, da der Neusiedlersee mit seinem geringen Wassergehalt nicht viel Wärme speichern kann, und daher bleibt das Maximum der Wassertemperatur kaum hinter dem Maximum

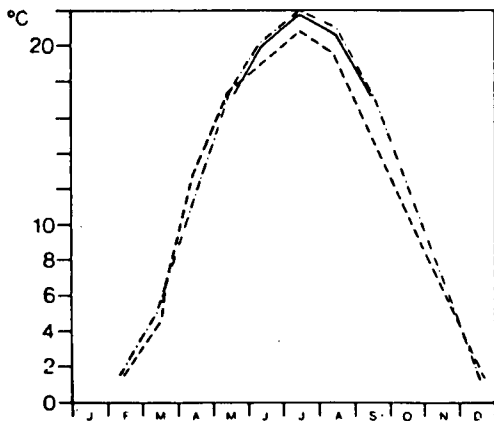


Abb. 9: Mittlerer Jahresgang der Wassertemperatur 1967–1970 in 20–30 cm Tiefe (aus 21).
 --- = Schilfstation; -.-.- = Podersdorf; — = Seemitte.

der Lufttemperatur zurück. Der Neusiedlersee erwärmt sich daher im Frühling rascher als tiefe Seen und kühlt sich im Herbst auch rascher ab. Er friert daher auch relativ früh zu.

Während in der freien Seefläche auf Grund des relativ großen Windreichtums eine vertikale Wassertemperaturschichtung sehr selten und dann nur kurzdauernd auftritt, kann sie im Schilfgürtel auch noch bei höheren Windgeschwindigkeiten bestehen. Überhaupt bildet sich in den Beständen des Schilfgürtels ein sehr eigenständiges Mikroklima aus (19).

Bei der Beurteilung der Unterschiede der Wassertemperatur und ihrer Änderung mit der Tiefe sind auch die an den 3 Stationen unterschiedlichen Wassertiefen zu beachten. In Tabelle 7 sind die Jahresgänge der Wassertiefen an den 3 Stationen auf Grund von vierjährigen Beobachtungen wiedergegeben. Darin fällt auf, daß die größte Wassertiefe im Jahresgang im März vorkommt, die kleinste Wassertiefe aber an allen 3 Stationen im September.

Wie sich die Wassertemperatur von der obersten Schicht bis zum Seeboden und in den oberen Seeboden hinein im vierjährigen Durchschnitt mit der Tiefe ändert, ist aus Tabelle 8 ersichtlich, in der die monatlichen Durchschnittswerte für Monate mit vollständigen Beobachtungen für alle 3 Stationen zusammengestellt sind. Schlammboden ist bei der Schilfstation Rust als „schleimiger“ Schlamm, bei Podersdorf und Seemitte aber als „harter“ Schlamm zu verstehen.

Der Mangel an einer länger anhaltenden thermischen Schichtung des Wassers im See hat eine relativ große interdiurne Veränderlichkeit der Wassertemperatur zur Folge, die einen deutlichen Jahresgang mit einem Minimum im Winter und einem Maximum im Sommer und auch einen Tagesgang aufweist, wie der Tabelle 9 zu entnehmen ist. Im Tagesgang ist besonders in Seemitte die interdiurne Veränderlichkeit der Temperatur zum 14^h-Termin wesentlich größer als zum 7^h- und 21^h-Termin. In Podersdorf sind die Unterschiede zwischen 14^h und 7^h nicht so groß und das Maximum fällt auf den Juni. Im Schilf bei Rust nimmt die interdiurne Veränderlichkeit der Wassertemperatur vom Minimum im Jänner rasch bis zum Maximum im April zu, ändert sich dann bis zum August nicht viel und bleibt nur in dieser Zeit im Tagesgang bemerkenswert über den anderen Terminen. Die interdiurne Veränderlichkeit der Wassertemperatur ist in 25 cm Tiefe im Sommerhalbjahr in Podersdorf und in Seemitte viel größer, im Schilf bei Rust aber kleiner als in den großen Alpenseen.

Die Häufigkeitsverteilung der interdiurnen Wassertemperaturen am Morgen (von 7^h bis 7^h) und am frühen Nachmittag von 14^h bis 14^h) zeigt die Tabelle 10 für die 3 Stationen. Diese absoluten Häufigkeitsverteilungen lassen sich durch Werte der Standardabweichungen charakterisieren, die in Tabelle 11 für die Häufigkeitsverteilungen um 7^h, 14^h und 21^h an den 3 Stationen an

Tabelle 7
 Monatsmittelwerte der durchschnittlichen Wassertiefe in cm nach Messungen um 7 Uhr in Seemitte, bei Podersdorf und im Schilf bei Rust (1967–1970). Aus (19).

| | Jänner | Februar | März | April | Mai | Juni | Juli | August | Sept. | Oktober | Nov. | Dez. |
|-------------|--------|---------|------|-------|-----|------|------|--------|-------|---------|------|------|
| Seemitte | — | — | — | — | 155 | 148 | 142 | 138 | 137 | 139 | — | — |
| Podersdorf | 102 | 109 | 113 | 111 | 106 | 101 | 93 | 89 | 87 | 89 | 91 | 93 |
| Rust-Schilf | 62 | 72 | 77 | 72 | 69 | 65 | 56 | 53 | 51 | 52 | 54 | 57 |

der Seeoberfläche und im Seeboden zusammengestellt sind.

Während in Seemitte und bei Podersdorf wegen des meist bis zum Boden durchmischten Wassers keine großen Unterschiede der Standardabweichungen s zwi-

schen Seeoberfläche und Seeboden bestehen, ist diese im Schilf bei Rust im Seeboden nur halb so groß wie an der Seeoberfläche.

Die Werte der Standardabweichungen an der freien Wasseroberfläche im Neusiedlersee sind bedeutend

Tabelle 8
Mittelwerte der Wassertemperatur und der Temperatur im Seeboden [°C] in den einzelnen Monaten in Seemitte, bei Podersdorf und im Schilf bei Rust (1967–1970). Aus (19).

| | | Jan. | Feb. | März | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. | Nov. | Dez. |
|--------------------|-----------------------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Seemitte | 120 cm über der Schlammobergrenze | – | – | – | – | 15,8 | 19,8 | 21,5 | 20,4 | 17,2 | 12,0 | – | – |
| | An der Schlammobergrenze | – | – | – | – | 15,3 | 19,1 | 20,6 | 19,9 | 16,8 | 11,4 | – | – |
| | 20 cm im Schlamm | – | – | – | – | 13,8 | 17,4 | 19,4 | 19,2 | 17,0 | 12,6 | – | – |
| Bei Podersdorf | 60 cm über Schlammobergrenze | – | – | 5,0 | 11,2 | 17,3 | 20,0 | 21,8 | 20,8 | 17,4 | 11,7 | 6,0 | 1,3 |
| | An der Schlammobergrenze | – | – | 5,1 | 11,0 | 16,9 | 19,6 | 21,4 | 20,6 | 17,1 | 11,5 | 5,9 | 2,8 |
| | 20 cm im Schlamm | – | – | – | 10,1 | 15,5 | 18,5 | – | – | 17,4 | 12,7 | 7,6 | 3,7 |
| Im Schilf bei Rust | 45 cm über der Schlammobergrenze | 0,7 | 1,5 | 3,7 | – | 16,4 | – | 20,5 | 19,4 | – | 10,9 | – | 1,6 |
| | An der Schlammobergrenze | 3,1 | 3,3 | 5,0 | – | 13,9 | – | 18,2 | 17,5 | – | 11,0 | – | 5,5 |
| | 50 cm im Schlamm | 6,0 | 5,6 | 5,8 | – | 11,4 | – | 15,3 | 15,6 | – | 12,7 | – | 7,9 |

Tabelle 9
Interdiurne Veränderlichkeit der Wassertemperatur [°C] bei Podersdorf, in Seemitte und im Schilf bei Rust (1967–1970). Aus (19).

| | | Jänner | Februar | März | April | Mai | Juni | Juli | August | Sept. | Oktober | Nov. | Dez. |
|-----------------|-----------------|--------|---------|------|-------|------|------|------|--------|-------|---------|------|------|
| Bei Podersdorf | 7 ^h | 0,32 | 0,53 | 0,86 | 1,28 | 1,43 | 1,68 | 1,73 | 1,38 | 1,16 | 0,82 | 0,74 | 0,31 |
| | 14 ^h | 0,38 | 0,64 | 0,95 | 1,34 | 1,77 | 2,04 | 1,74 | 1,57 | 1,30 | 0,98 | 0,81 | 0,38 |
| Seemitte | 7 ^h | – | – | – | – | 0,98 | 1,15 | 1,24 | 0,87 | 0,78 | 0,60 | – | – |
| | 14 ^h | – | – | – | – | 1,86 | 2,00 | 2,07 | 1,50 | 1,38 | 1,03 | – | – |
| Schilf bei Rust | 7 ^h | 0,10 | 0,23 | 0,62 | 1,06 | 1,00 | 1,04 | 0,96 | 0,75 | 0,74 | 0,62 | 0,69 | 0,23 |
| | 14 ^h | 0,10 | 0,22 | 0,60 | 1,32 | 1,22 | 1,22 | 1,26 | 1,24 | 1,04 | 0,72 | 0,73 | 0,30 |

Tabelle 10
Absolute Häufigkeitsverteilung der interdiurnen Änderungen der Wasseroberflächentemperatur von 7^h–7^h und 14^h–14^h (1967–1970). Aus (19).

| | Podersdorf | | | | Schilf bei Rust | | | | Seemitte | |
|---------------|----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | Oktober – März | | April – September | | Oktober – März | | April – September | | April – September | |
| | 7 ^h | 14 ^h | 7 ^h | 14 ^h | 7 ^h | 14 ^h | 7 ^h | 14 ^h | 7 ^h | 14 ^h |
| 5,0 | – | 1 | – | 5 | – | – | – | 1 | – | 16 |
| 4,1 bis 5,0 | 1 | – | 6 | 6 | – | – | – | 4 | – | 13 |
| 3,1 bis 4,0 | – | 4 | 12 | 26 | – | – | – | 10 | 2 | 29 |
| 2,1 bis 3,0 | 3 | 11 | 58 | 83 | 1 | 0 | 16 | 40 | 15 | 41 |
| 1,1 bis 2,0 | 52 | 36 | 139 | 119 | 33 | 27 | 110 | 108 | 116 | 76 |
| 0,1 bis 1,0 | 220 | 214 | 168 | 143 | 209 | 211 | 230 | 198 | 234 | 142 |
| 0 | 95 | 70 | 19 | 22 | 138 | 108 | 22 | 21 | | |
| –0,1 bis –1,0 | 202 | 214 | 132 | 131 | 182 | 208 | 184 | 148 | 168 | 142 |
| –1,1 bis –2,0 | 38 | 68 | 94 | 82 | 36 | 41 | 74 | 85 | 74 | 94 |
| –2,1 bis –3,0 | 18 | 12 | 46 | 53 | 5 | 2 | 30 | 26 | 35 | 47 |
| –3,1 bis –4,0 | 4 | 2 | 17 | 9 | – | – | 9 | 23 | 9 | 22 |
| –4,1 bis –5,0 | 1 | 1 | 11 | 10 | – | – | – | 10 | 4 | 19 |
| –5,1 bis –6,0 | – | – | 6 | 7 | – | – | 1 | 2 | 1 | 11 |
| –6,1 bis –7,0 | – | – | 3 | 3 | – | – | – | 1 | – | 1 |
| –7,0 | – | – | 2 | 6 | – | – | – | – | – | – |

Tabelle 11
Standardabweichungen der interdiurnen Temperaturabweichungen [°C] in den Jahren 1967–1970 (aus (19)).

| | | Oktober – März | | | April – September | | |
|----------------------|-------------|----------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| | | 7 ^h | 14 ^h | 21 ^h | 7 ^h | 14 ^h | 21 ^h |
| An der Seeoberfläche | Seemitte | – | – | – | 1.287 | 2.293 | 1.466 |
| | Podersdorf | 0.920 | 1.005 | 0.945 | 1.882 | 2.086 | 2.037 |
| | Rust-Schilf | 0.690 | 0.736 | 0.741 | 1.210 | 1.643 | 1.398 |
| Am Seeboden | Seemitte | – | – | – | 1.267 | 1.315 | 1.393 |
| | Podersdorf | 0.832 | 0.785 | 0.875 | 1.773 | 1.827 | 1.891 |
| | Rust-Schilf | 0.480 | 0.480 | 0.483 | 0.661 | 0.609 | 0.626 |

größer als in den großen Alpenseen, wie ein Vergleich mit dem Traunsee und mit dem Attersee zum 7^h-Termin zeigt:

- Traunsee
Oktober – März $s = 0,546$
April – September $s = 0,979$
- Attersee
Oktober – März $s = 0,383$
April – September $s = 0,629$

3. Verdunstung von Schneeflächen

Für alpine Bereiche mit relativ langer Andauer einer geschlossenen Schneedecke sind quantitative Angaben

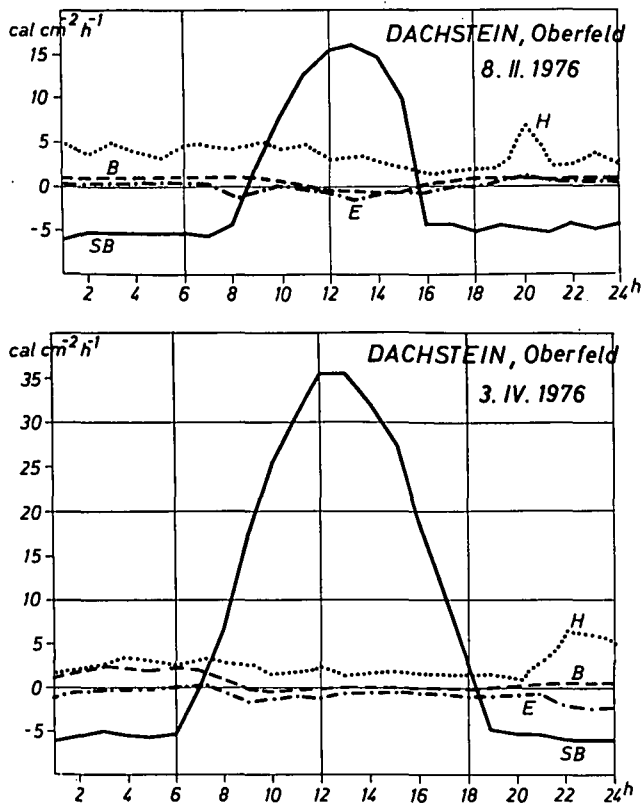


Abb. 10: Tagesgänge von SB, B, E und H an der Schneefläche am 8. Februar 1976 und am 3. April 1976 am Dachstein-Oberfeld (aus (23)).

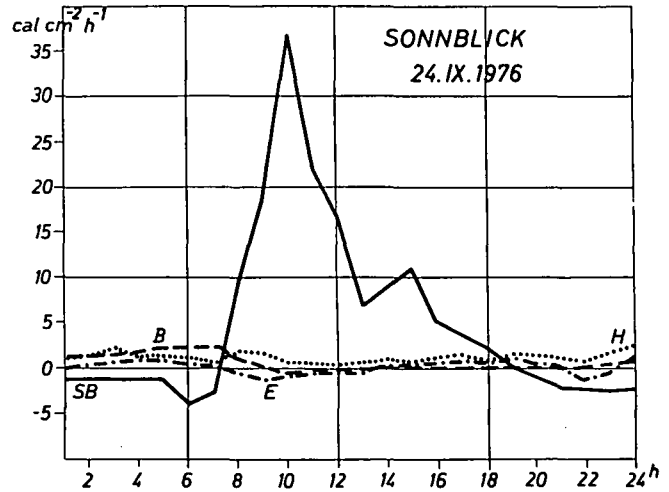


Abb. 11: Tagesgänge von SB, B, E und H an der Schneefläche am 24. September am Hohen Sonnblick (aus (23)).

über die Größe der auftretenden Verdunstung in der Literatur spärlich vorhanden. Es wurde daher zunächst (22), ausgehend von den Normalwerten der Lufttemperatur und der relativen Feuchte versucht, für verschiedene Seehöhen in den Ostalpen die mittleren monatlichen Tageswerte der fühlbaren und der latenten Wärmeströme (Verdunstung) über einer Schneefläche zu bestimmen. Dabei war zu klären, ob überhaupt Verdunstung oder Kondensation an der Schneedecke auftritt, da die Oberflächentemperatur des Schnees auf Grund der besonderen Strahlungseigenschaften des Schnees im allgemeinen unter der Lufttemperatur liegt. Es konnte festgestellt werden (22), daß im Mittel Verdunstung von einer Schneedecke nur selten auftritt, und wenn, nur mit geringen Beträgen; im allgemeinen überwiegt die Kondensation, deren Werte jedoch ebenfalls gering sind.

Eine Quantifizierung dieser Tatsache wurde in (23) zusammengefaßt. Mittels einer leichten, standortsunabhängigen Wärmehaushaltsmeßstation wurden Messungen an Schneedecken im Hochgebirge sowohl im Winter als auch während der Abschmelzphase im Frühjahr (Dachstein) und im Spätherbst (Sonnblick) vorgenommen. Der Hauptenergiegewinn für die obersten Schichten der untersuchten Schneedecken kam dabei an klaren Tagen neben der Strahlungsbilanz (SB) überwiegend aus den fühlbaren Wärmeströmen (H) zustande, Verdunstung (E) bzw. Kondensation bleiben gering, ebenso der Bodenwärmestrom (B), wie an den Abbildungen 10, 11 deutlich ersichtlich ist.

4. Hydrometeorologische Untersuchungen an der Donau

An zwei Standorten wurden während des Berichtszeitraumes Wärmehaushaltsmessungen der Donau durchgeführt, wobei diese Messungen beim Nußdorfer Wehr im Stadtbereich von Wien und im Stauraum des Donaukraftwerkes Wallsee-Mitterkirchen erfolgten und mittels der Bestimmung des Wärmehaushaltes Aussagen über das thermische Verhalten und die Verdunstung des Gewässers ermöglichen sollten.

Eine eingehende Bearbeitung der im Stauraum Wallsee-Mitterkirchen gewonnenen Meßwerte ist in (24) durchgeführt worden. Dabei wurde die Auswirkung des Stauraumes des Laufkraftwerkes auf die thermische Struktur des Flusses und die Wechselwirkung der Wasseroberfläche mit meteorologischen Elementen durch eine vergleichende Darstellung ihrer Tagesgänge an ausgewählten Tagen untersucht.

Die Meßstelle (Abb. 12) war nahe dem Südufer der Donau im Stauraum 500 m oberhalb der Staumauer eingerichtet. Zur Meßstelle führte ein Meßsteg, der mit einem Ausleger verlängert wurde. Die Meßeinrichtungen ermöglichten die Registrierung der relativen Feuchte, der Trocken- und der Feuchttemperatur in 0,5 m und in 3 m über der Wasseroberfläche, der Albedo aus 0,5 m und der Globalstrahlung aus 3 m Höhe und der Strahlungsbilanz und ein Wassertemperaturprofil. Auf dem Festland befand sich auch eine Wetterhütte mit einem Thermohydrographen, eine bespülte Verdunstungswanne GGI-3000, ein Ombrometer, ein Ombrograph und ein Windmesser auf einem 6 m hohen Mast. 9 km stromaufwärts am nördlichen Donauufer und 2,4 km stromabwärts kurz nach der Staumauer am südlichen

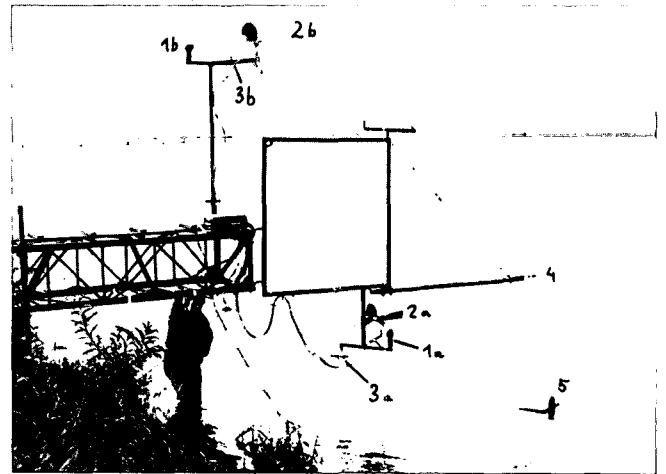


Abb. 12: Meßsteg mit Ausleger im Stauraum des Donaukraftwerkes Wallsee-Mitterkirchen.
 1 a,b = Feuchtegeber 0,5 und 3,0 m über der Wasseroberfläche; 2 a,b = Temperaturmesser trocken und feucht 0,5 und 3,0 m über Wasser; 3 a = Albedo (0,5 m); 3 b = Globalstrahlung (3,0 m); 4 = Strahlungsbilanz; 5 = Wassertemperaturprofil.

Donauufer waren Wassertemperaturmeßstellen aufgebaut. Ferner wurden 34 Wassertemperaturprofilfahrten entlang des Donaustauraumes bis zur Ennskanalmündung durchgeführt. Die meisten Meßgeräte wurden von Anfang Juli 1976 bis Ende Juni 1978 betrieben.

Aus dem Vergleich graphisch dargestellter Tagesgänge der Windrichtung und Windstärke, der Globalstrahlung, des Dampfdruckes in 0,5 und in 3 m, der Temperatur in 0,5 und in 3 m und der Wasseroberflächentemperaturen an ausgewählten Schönwettertagen in den verschiedenen Jahreszeiten ergaben sich unter ande-

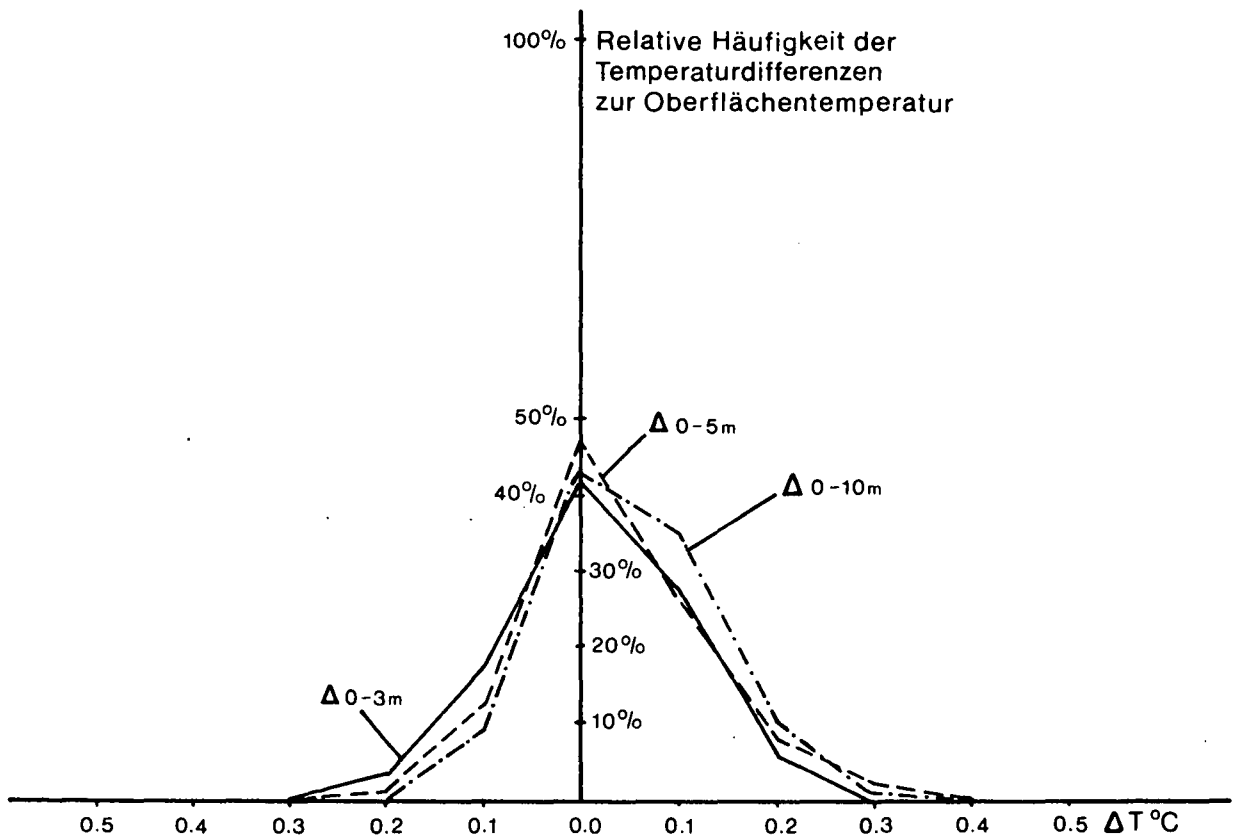


Abb. 13: Gemessene vertikale Temperaturdifferenz zur Oberflächentemperatur im Stausee Wallsee-Mitterkirchen (aus (25)).

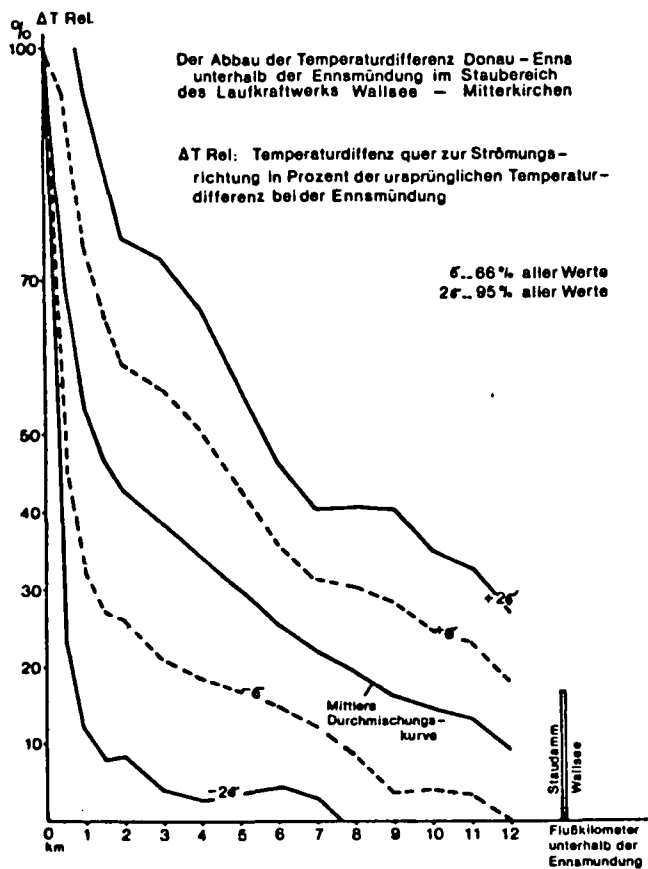


Abb. 14: Der Abbau der Temperaturdifferenz Donau - Enns unterhalb der Ennsmündung im Staubereich des Laufkraftwerkes Wallsee-Mitterkirchen (aus (25)).
 ΔT_{Rel} = Temperaturdifferenz quer zur Strömungsrichtung in Prozent der ursprünglichen Temperaturdifferenz bei der Ennsmündung;
 $\sigma = 66\%$ aller Werte; $2\sigma = 95\%$ aller Werte.

rem die starke Abhängigkeit der Temperaturdifferenz zwischen 0,5 und 3 m von der Windgeschwindigkeit, im Sommer infolge der kühlen Wasseroberfläche eine Verschiebung des Temperaturmaximums auf 15 bis 18 Uhr, der bei nur schwacher Luftbewegung gesteigerte mikroklimatische Einfluß der Wasseroberfläche auf die darüberliegende Luftschicht, im Herbst und Winter ein Wärmestrom vom Wasser zur Luft, im Spätf Frühling und Sommer aber in umgekehrter Richtung. Die Wasserdampfzufuhr von der Wasseroberfläche in die wasser-nahe Luftschicht erstreckt sich in der warmen Jahreszeit bis einige Meter über den Wasserspiegel. Eine Erhöhung der Windgeschwindigkeit tagsüber hat wegen der turbulenten Durchmischung der Luft eine Abnahme des Dampfdruckes zur Folge.

In der Untersuchung wird auch zu klären versucht, ob die Ergebnisse aus der rein deskriptiven Darstellung durch eine Untersuchung mit statistischen Methoden untermauert werden soll.

In ähnlicher Weise werden auch Vergleiche meteorologischer Elemente an Tagen mit hoher Wasserführung der Donau und an Tagen mit niedriger Wasserführung der Donau bei Linz angestellt und die Wechselwirkung zwischen diesen meteorologischen Elementen und der Donau an graphisch dargestellten Tagesgängen der Globalstrahlung, der Strahlungsbilanz, der Lufttemperatur in der Beobachtungshütte am Ufer und in 0,5 m über der Wasseroberfläche, der Wasseroberflächentemperatur, der Wassertemperatur in 2,5 m Tiefe und der Was-

sertemperatur der Donau 9 km oberhalb der Meßstelle beim Kraftwerk und ca 2 km unterhalb der Staumauer in deskriptiver und auch in statistischer Behandlung besonders hinsichtlich der Temperaturverhältnisse bearbeitet.

Im Zuge des Projektes „Hydrometeorologische Untersuchung an der Donau“ wurde auch das dreidimensionale Temperaturfeld der Donau im Staubereich des Kraftwerkes Wallsee-Mitterkirchen näher untersucht (25). Dabei konnte festgestellt werden, daß die vertikale Schichtung in allen Jahreszeiten auch in einem Stauraum vernachlässigbar klein ist (Abb. 13), was eine Eisbildung gegenüber dem ungestörten Fließgewässer nicht begünstigt.

Die horizontale Vermischung zweier verschieden temperierter Wasserkörper kann am Beispiel des Einflusses des Ennskanals in den Donaustauraum durch eine Exponentialfunktion mit allerdings großer Streuung angenähert werden (Abb. 14).

5. Potentielle Verdunstung in Österreich

1975 wurde von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik im Rahmen der Teilnahme am Internationalen Hydrologischen Programm das bereits in einigen Orten bestehende Verdunstungsmeßnetz wesentlich erweitert (26). Dabei wurden die von der World Meteorological Organisation (WMO) empfohlenen Verdunstungswannen der Type GGI-3000 eingesetzt, die in der UdSSR konzipiert wurden und einen Durchmesser von 61,8 cm, eine Tiefe am Rand von 60,0 cm und in der Mitte von 68,5 cm aufweisen und in den Boden bis zu einem Überstand von 7,5 cm eingegraben werden. Abb. 15 zeigt die Standorte der Verdunstungswannen im Bundesgebiet. In Obersiebenbrunn, Salzburg und Klagenfurt wurde auch mit der ebenfalls international empfohlenen Class A-Wanne der USA die Verdunstung gemessen. Die Class A-Wanne hat einen Durchmesser von 1,21 m, 25,5 cm Tiefe und wird auf einem Holzrost am Boden aufgestellt.



Abb. 15: Standorte von Verdunstungswannen in Österreich, Stand 1977 (aus (26)).

Die in den Jahren 1975 und 1976 mit beiden Meßgeräten von Mai bis Oktober gewonnen Summen der Verdunstung sind in Tabelle 12 wiedergegeben, die einen Vergleich beider Meßreihen ermöglicht. Im allgemeinen liefert die Class A-Wanne höhere Werte als die GGI-3000-Wanne. Die größten Unterschiede treten bei den in Österreich herrschenden Klimaverhältnissen im allgemeinen im Mai und Juni auf, während im Oktober

Tabelle 12
Summen der potentiellen Verdunstung von Mai bis Oktober, gemessen mit GGI-3000-Wannen und mit Class A-Wannen [mm] für 1975 und 1976 (aus (26)).

| Meßstelle | GGI-3000-Wanne | | Class A-Wanne | |
|-----------------|----------------|-------|---------------|-------|
| | 1975 | 1976 | 1975 | 1976 |
| Obersiebenbrunn | 462,9 | 465,9 | 687,9 | 695,3 |
| Retz | 378,2 | 456,8 | | |
| Schwarzenau | 301,6 | 345,7 | | |
| Kremsmünster | – | 354,7 | | |
| Salzburg | 443,6 | – | 574,3 | – |
| Innsbruck | – | 443,4 | | |
| Imst | – | 399,5 | | |
| Feldkirch | – | 415,1 | | |
| Lienz | – | 458,9 | | |
| Klagenfurt | – | 446,1 | 555,7 | 588,8 |
| Feuerkogel | – | 322,4 | | |

die Verdunstungswerte aus der Class A-Wanne (wegen des unterschiedlichen Wärmehaushaltes der Wannen) teilweise geringer sind als aus GGI-3000-Wannen. In Tabelle 13 sind die Verhältnisse der Verdunstung aus GGI-3000-Wannen zur Verdunstung aus Class A-Wannen, bestimmt aus 1975 und 1976 für die Monate April bis Oktober angegeben. Beim Vergleich der mit GGI-3000-Wannen gemessenen Verdunstungsmengen mit theoretisch berechneten Mengen der potentiellen Verdunstung ergibt sich in der Mehrzahl der Fälle eine sehr befriedigende Übereinstimmung. Daraus ist zu schließen, daß die GGI-3000-Wanne offensichtlich Werte liefert, die eher den tatsächlichen potentiellen

Verdunstungswerten entsprechen als die Werte der Class A-Wanne.

Um einen Überblick über die Verteilung der Verdunstung in Österreich zu gewinnen sind in Tabelle 12 für alle Stationen die Gesamtsummen der gemessenen Werte der potentiellen Verdunstung in der Zeit von Mai bis Oktober zusammengestellt. Wie sich die Verdunstungsmengen im Jahresgang auf die einzelnen Monate verteilen ist auch aus dem in Tabelle 14 wiedergegeben Monatsmengen der gemessenen Verdunstungswerte zu ersehen.

6. Einfluß von Wasserflächen auf das Klima ihrer Umgebung

Wasserflächen üben auf das lokale Klima ihrer Umgebung einen ihrer Größe entsprechenden Einfluß aus. Dieser Einfluß kommt infolge der geänderten Energieumsätze an Land- und Wasserflächen und der verschiedenen Wechselwirkungen ihrer Komponenten zustande. Dabei wird im allgemeinen über der Wasserfläche die Luftfeuchte erhöht, die Variation des Temperaturganges ausgeglichen und ein Land-Seewind-System entwickelt. In der Folge kann sich auch die Nebelhäufigkeit und die Niederschlagsverteilung modifizieren.

An Fluß-Stauwerken von relativ geringen Dimensionen wurde (27) an Hand von Klimadatenreihen, die vor und nach dem Aufstau der künstlichen Wasserfläche gewonnen wurden, gezeigt, daß keine statistisch signifikanten Lokalklimaänderungen nachzuweisen waren, was sicherlich auf die nur geringe Ausdehnung des vorliegenden Staussees zurückzuführen war.

Mit den Methoden der Ausbreitungsrechnung wurde (28) bewiesen, daß sehr wohl Einflüsse der Wasserflä-

Tabelle 13
Verhältnis der Verdunstung aus GGI-3000-Wannen zur Verdunstung aus Class A-Wannen, bestimmt aus 1975 und 1976 (aus (26)).

| Meßstelle | April | Mai | Juni | Juli | August | Sept. | Oktober | Mai – Oktober |
|-----------------|-------|------|------|------|--------|-------|---------|---------------|
| Obersiebenbrunn | 0,66 | 0,67 | 0,65 | 0,72 | 0,70 | 0,66 | 0,85 | 0,71 |
| Salzburg | – | 0,67 | 0,74 | 0,79 | 0,75 | 0,72 | 1,00 | 0,78 |
| Klagenfurt | 0,79 | 0,63 | 0,66 | 0,77 | 0,78 | 0,81 | 1,10 | 0,79 |

Tabelle 14
Monatssummen der mit GGI-3000-Wannen und Class A-Wannen in Obersiebenbrunn, Salzburg und Klagenfurt in den Jahren 1975 und 1976 gemessenen Verdunstungswerte in mm (aus (26)).

| | | | April | Mai | Juni | Juli | August | Sept. | Oktober |
|-----------------|----------------|------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|---------|
| Obersiebenbrunn | GGI-3000-Wanne | 1975 | – | 19,2 | 83,1 | 102,6 | 90,3 | 54,6 | 42,1 |
| | | 1976 | 73,6 | 73,0 | 97,6 | 144,3 | 97,5 | 53,4 | 30,1 |
| | Class A-Wanne | 1975 | 100,3 | 121,7 | 128,8 | 159,8 | 135,3 | 98,8 | 43,5 |
| | | 1976 | 111,4 | 120,7 | 149,1 | 181,3 | 133,4 | 69,9 | 41,2 |
| Salzburg | GGI-3000-Wanne | 1975 | – | 75,6 | 78,4 | 90,1 | 94,2 | 65,2 | 40,1 |
| | | 1976 | – | 84,3 | 118,2 | 130,0 | 66,7 | 37,4 | – |
| | Class A-Wanne | 1975 | – | 111,6 | 105,3 | 112,5 | 120,5 | 84,5 | 39,9 |
| | | 1976 | – | 125,8 | 160,9 | 165,1 | 92,6 | 55,5 | – |
| Klagenfurt | GGI-3000-Wanne | 1975 | – | – | – | – | 73,5 | 54,3 | 34,2 |
| | | 1976 | 51,0 | 67,3 | 97,4 | 119,5 | 74,5 | 49,5 | 37,9 |
| | Class A-Wanne | 1975 | – | 99,1 | 104,9 | 143,9 | 102,7 | 71,0 | 34,1 |
| | | 1976 | 64,6 | 107,5 | 148,3 | 154,2 | 88,6 | 58,0 | 32,2 |

chen auf die ufernahen Zonen angenommen werden können, die jedoch mit zunehmender Entfernung vom Ufer rasch abklingen. So ergaben sich für einen künstlich aufzustauenden See mit einer Oberfläche von ca 8 km² im Dezember in unmittelbarer Ufernähe im Mittel eine Temperaturerhöhung von ca. 1°C, während in 200 m Uferdistanz nur mehr 20 % dieses Wertes zu erwarten waren. Im Frühjahr wurde in Ufernähe unter denselben Bedingungen eine Temperaturerniedrigung auf ca 0,5°C geschätzt, welche in 200 m Uferdistanz aber schon unterhalb der Meßgenauigkeit lag. Eine Erhöhung der Luftfeuchte ist hingegen zu allen Jahreszeiten zu erwarten und sie bewegt sich z.B. im August in der Zeit mit der höchsten Verdunstungsrate zwischen 0,5 und 0,1 gm⁻³ in Ufernähe und 200 m Uferdistanz. Bei einzelnen Wetterlagen wird sich kurzzeitig allerdings auch eine größere Beeinflussung in den unmittelbaren Ufergebieten einstellen können.

Bei allen diesen Überlegungen ist eine verlässliche Abschätzung der zu erwartenden Oberflächentemperaturen der untersuchten Gewässer unerlässlich. In (29) wurden Oberflächentemperaturen verschiedener natürlicher Seen mit einer Zeitkonstante (Anpassungsfunktion der Temperatur des Wasserkörpers an die Klimabedingungen der Umgebung) bestimmt, die mittels des Konzepts der Gleichgewichtstemperaturen und des Wärme-

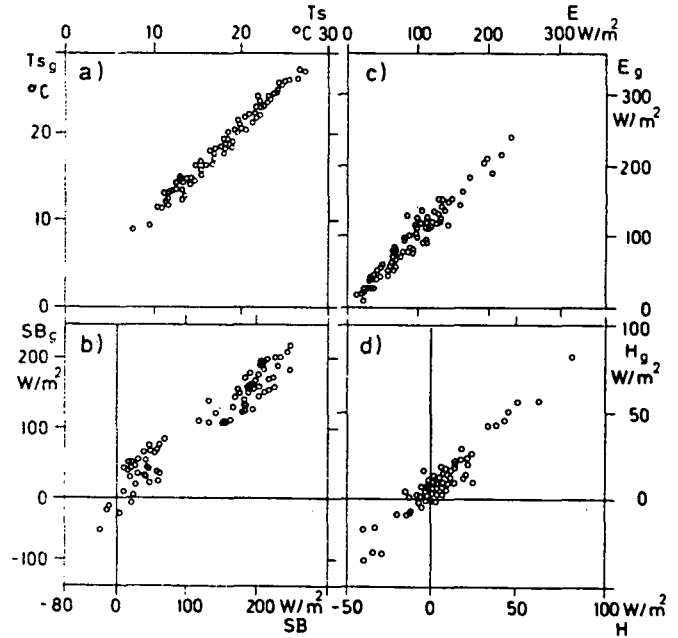


Abb. 16: Berechnete Tageswerte (g) dargestellt gegen gemessene Werte (s) von a) Wassertemperatur (T), b) Strahlungsbilanz (SB), c) latentem Wärmestrom (E) und fühlbarem Wärmestrom (H) für den Neusiedlersee (Mai, Juli, Oktober 1969). Aus (29).

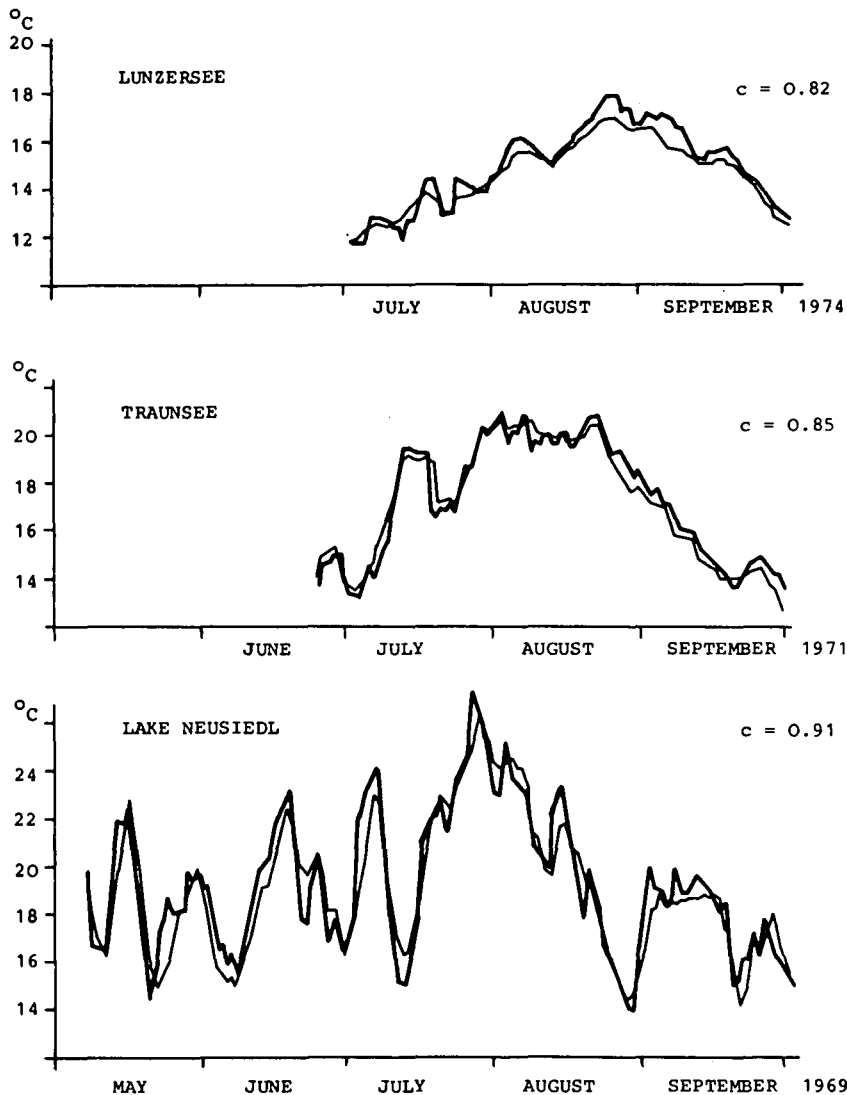


Abb. 17: Gemessene (—) und berechnete (---) Wassertemperatur für drei österreichische Seen (c = Korrelationskoeffizient). Aus (31).

überganges ermittelt wurde. Das Modell läßt sich sowohl auf tiefe thermisch geschichtete Seen (allerdings nur auf das gut durchmischte Epilimnion) und auf Flachseen anwenden und liefert trotz der einfachen klimatologischen Ausgangsdaten neben den recht gut zu approximierenden Oberflächentemperaturen auch eine gute Schätzung der Komponenten des Wärmehaushalts des Gewässers (Abb. 16). Für die Zeitkonstante des Neusiedlersees ergab sich ein mittlerer Wert von 3 Tagen, für den Balaton See eine solche von ca 6 Tagen im Sommer und ca 8 Tagen im Winter. Für den sehr tiefen Traunsee hingegen wurden im Sommer ca 1,7 Monate, im Winter ca 3 Monate errechnet.

Eine andere Art der Berechnung der Zeitkonstante wurde in (30) vorgenommen.

Betrachtet man das System Wasser – Luft als einen autoregressiven Prozeß erster Ordnung, so kann diese Zeitkonstante aus den in den entsprechenden Korrelationsfunktionen enthaltenen Informationen abgeleitet werden. Auch hier wird wie in (29) von der Wärmehaushaltsgleichung eines Wasserkörpers ausgegangen, diese in einer linearisierten Form einer Differentialgleichung mit Hilfe eines Faltungsintegrals integriert und die Lösung in Form der zeitabhängigen Wasseroberflächentemperatur dargestellt. Diese Ergebnisse waren in sehr guter Übereinstimmung mit jenen in (29) und ließen eine gute Berechnung der Wasseroberflächentemperatur zu, wie man aus Abb. 17 ersehen kann.

In (31) ist dieses Modell der Errechnung der Wasseroberflächentemperatur mittels Zeitkonstanten mit zwei weiteren Modellen, die die räumliche und zeitliche Ver-

teilung der Temperaturen eines Gewässers zu ermitteln erlauben, dargestellt.

Es zeigt sich, daß das erste Modell den beiden anderen überlegen ist, infolge der relativ einfachen Ausgangsdaten – sofern man sich auf die Berechnung der Oberflächentemperaturen gemittelt über einen Zeitraum von ca 1 Monat beschränkt. Die beiden anderen Modelle erlauben eine genauere Bestimmung des zeitlichen Verlaufes der Temperaturen des betrachteten Wasserkörpers, erfordern allerdings auch eine genauere Kenntnis von dessen lignophysikalischen Eigenschaften.

7. Urbanhydrologie

Eine Untersuchung des urbanen Einflusses auf die Niederschlagsverteilung im Wiener Raum ist in (32) vorgenommen worden. Mit Hilfe des dichten Niederschlagsnetzes in Wien und Umgebung wurde auf der Basis von Jahressummen des Niederschlags aus den letzten 30 Jahren und unter Verwendung verschiedener Untersuchungsmethoden die Existenz eines urban induzierten Niederschlagsmaximums im Lee der städtischen Wärmeinsel mit hoher statistischer Signifikanz bewiesen. Das Zentrum dieses Zusatzniederschlags lag jeweils ca. 11–31 km ost-nordöstlich bis südöstlich des Stadtzentrums von Wien (Abb. 18), wobei der Niederschlagszuwachs 75–240 mm pro Jahr ausmachte, was 7,5 bis 17,4 % der Jahresniederschlagshöhe bedeutet.

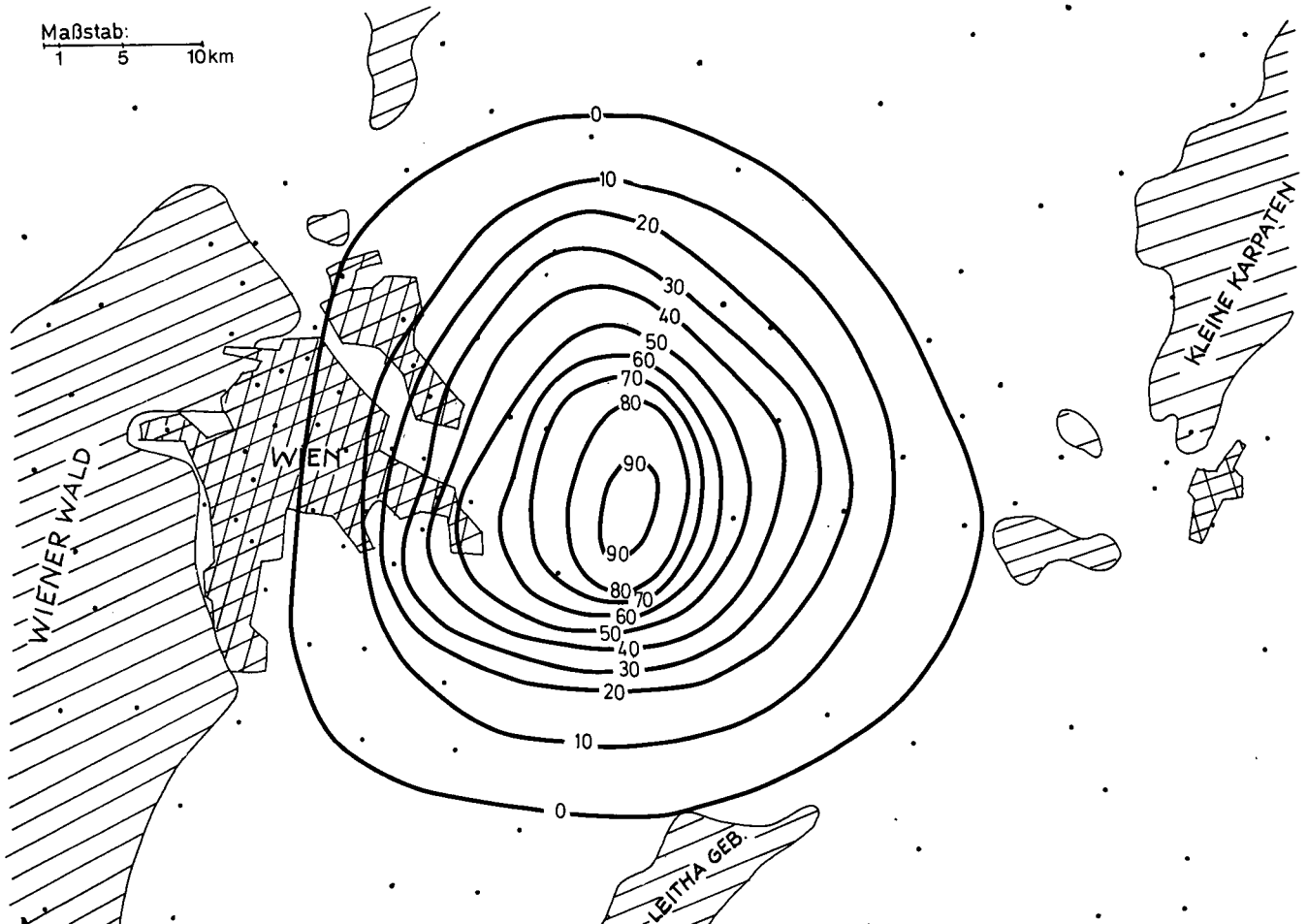


Abb. 18: Mittlere, jährlich durch die Stadt erzeugte Zusatzniederschlagssumme, Reihe 1947–1976, Isohyetenäquidistanz 10 mm/Jahr (aus (32)).

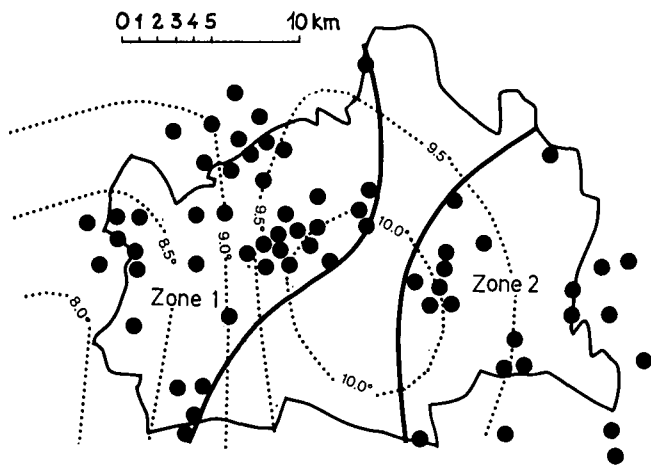


Abb. 19: Lage der Zentren der starken Niederschläge im Raum Wien (1965–1974). Aus (33).
 Zone 1: Stärkere Häufung in den Wienerwaldgebieten; Zone 2: Sekundäres Maximum im Leegebiet der Stadt. Punktiert = Temperaturjahresmittel, Isothermenäquidistanz 0,5°C.

Bezüglich der prozentuellen Niederschlagserhöhung scheint ein Trend zu bestehen, da der Zusatzniederschlag in den 30 untersuchten Jahren anscheinend signifikant um ca 40 % angestiegen ist.

Aus 28 Stationen des Wiener Niederschlagsnetzes wurden aus einer 10-jährigen Reihe alle Tage mit einer Niederschlagssumme von mindestens 30 mm ausgewählt. Es zeigte sich dabei, daß die Größe der Starkregenzellen (= Fläche innerhalb der 30 mm Isohyete) in Wien in 50 % aller Fälle weniger als 70 km² beträgt (33). Im östlichen Teil der Stadt ergaben sich Hinweise auf die schon in (32) angesprochene urban induzierte Niederschlagsverstärkung, wie aus Abb. 19 ersichtlich wird.

Literatur

- 1) DOBESCH, H. & NEUWIRTH, F.: Übersicht über die Ergebnisse aus den hydrometeorologischen Untersuchungen im Gebiet des Neusiedlersees im Rahmen der Internationalen Hydrologischen Dekade. – *Wetter und Leben*, **26**, 151–156, 1974.
- 2) NEUWIRTH, F.: Die Abhängigkeit der Verdunstung einer freien Wasserfläche (Neusiedler See) von meteorologischen Einzelwerten. – *Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. A*, **24**, 53–67, 1975.
- 3) NEUWIRTH, F.: Die Bestimmung der Verdunstung einer freien Wasserfläche aus längerfristigen Mittelwerten. – *Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B*, **25**, 337–344, 1978.
- 4) NEUWIRTH, F.: Die Abschätzung der Verdunstung des Neusiedler Sees aus einfachen Klimawerten. – *Arch. Met. Geoph. Ser. A*, **29**, 373–386, 1980.
- 5) NEUWIRTH, F.: Experiences from the Estimation of Evaporation from a Shallow Lake. – In: *Hydrodynamics of Lakes. – Developments in Water and Science* (Elsevier Scientific Publ. Co.), **11**, 313–323, 1979.
- 6) DOBESCH, H. & NEUWIRTH, F.: Evaporation. – In: *Neusiedler See. The Limnology of a Shallow Lake in Central Europe* (Hrsg. H. LÖFFLER). – *Monography of Biologicae*, Vol. **35**, 65–77, The Hague – Boston – London (W. Junk-Verlag) 1979.
- 7) DOBESCH, H. & NEUWIRTH, F.: Water Balance. – In: *Neusiedler See. The Limnology of a Shallow Lake in Central Europe* (Hrsg. H. LÖFFLER). – *Monography of Biologicae*, Vol. **35**, 79–84, The Hague – Boston – London (W. Junk-Verlag) 1979.
- 8) HANN, W.: Seespiegelschwankungen des Neusiedler Sees. – *Dissertation Universität Wien*, 1975.

- 9) Klimadaten des Neusiedlerseegebietes, I. Teil: Tabellen der Stundenwerte der Lufttemperatur, 1966–1970. – *Arbeiten aus der Zentralanstalt für Met. u. Geodyn.*, Heft **13**, Wien 1973.
- 10) Klimadaten des Neusiedlerseegebietes II. Teil: Tabellen der Stundenwerte der relativen Luftfeuchte, 1966–1970. – *Arbeiten aus der Zentralanstalt für Met. u. Geodyn.*, Heft **15**, Wien 1975.
- 11) NEUWIRTH, F.: Niederschlagsverhältnisse im Gebiet des Neusiedler Sees. – *Wetter und Leben*, **28**, 166–177, 1976.
- 12) STEINHAUSER, F.: Kleinklimatische Untersuchungen der Windverhältnisse am Neusiedler See. I. Teil: Die Windrichtungen. – *Idöjaras*, **74**, 76–88, 1970.
- 13) STEINHAUSER, F.: Kleinklimatische Untersuchungen der Windverhältnisse am Neusiedler See II. Teil. Die Windstärken. – *Idöjaras*, **74**, 324–365, 1970.
- 14) DOBESCH, H. & NEUWIRTH, F.: Kleinräumige Unterschiede des Windfeldes im Südteil des Neusiedler Sees. – *Wetter und Leben*, **27**, 38–46, 1975.
- 15) WIHL, G.: Ein Beitrag zur Erfassung der Windverhältnisse im Gebiet des Neusiedler Sees. I. Teil: Perzentile der Windgeschwindigkeit. – *Wetter und Leben*, **27**, 47–62, 1975.
- 16) STEINHAUSER, F.: Der Jahres- und Tagesgang der Windgeschwindigkeit und die Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit von der Windrichtung im Neusiedlerseegebiet. – *Sitzber. der Österr. Akad. d. Wiss., Math.-naturw. Klasse*, **191**, 381–419, 1982.
- 17) KOCH, E.: Der Strahlungshaushalt des Neusiedler Sees. – *Dissertation Universität Wien*, 1976.
- 18) DOBESCH, H.: Der Rauigkeitsparameter und die Dicke der Verdrängungsschicht für Wind über verschiedenen natürlichen Unterlagen. – *Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. A*, **25**, 125–130, 1976.
- 19) DOBESCH, H.: Das Bestandsklima im „Schiffsgürtel“ des Neusiedler Sees. – *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie*, 1975, 173–176.
- 20) DOBESCH, H. & NEUWIRTH, F.: Climatic Conditions. – In: *The Neusiedlersee. The Limnology of a Shallow Lake in Central Europe* (Hrs. H. LÖFFLER). – *Monography of Biologicae*, Vol. **35**, 47–64, The Hague – Boston – London (W. Junk-Verlag) 1979.
- 21) HAMMER, N.: Ergebnisse von Registrierungen der Wassertemperatur im Neusiedler See unter Berücksichtigung der Beeinflussung durch meteorologische Faktoren. – *Dissertation Universität Wien*, 1976.
- 22) NEUWIRTH, F.: Abschätzung der mittleren monatlichen Ströme latenter und fühlbarer Wärme über Schnee. – *Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. A*, **26**, 213–228, 1977.
- 23) DOBESCH, H. & NEUWIRTH, F.: Ergebnisse aus Wärmehaushaltmessungen über Schneedecken im Hochgebirge. – *Arbeiten aus der Zentralanstalt für Met. u. Geodyn.*, Heft **32**, 54/1–54/7, Wien 1978.
- 24) HOJESKY, H.: Thermisch bedingtes Verhalten der Donau im Bereich des Stauraums Wallsee-Mitterkirchen und seine möglichen Einflüsse auf die Uferzone. – *Dissertation Universität Wien*, 1982.
- 25) BÖHM, R., RUDEL, E. & ZIRM, K.: Das dreidimensionale Temperaturfeld im Staubeereich eines Laufkraftwerks. – *Festschrift zum 75. Geburtstag von Univ. Prof. Dr. Ferdinand Steinhauser*, 21–30, Wien 1980.
- 26) NEUWIRTH, F.: Die Messungen der potentiellen Verdunstung mittels Verdunstungswannen in Österreich. – *Wetter und Leben*, **30**, 87–92, 1978.
- 27) DOBESCH, H. & NEUWIRTH, F.: Über den Einfluß des Stausees eines Flußkraftwerks auf das Klima seiner Umgebung. – *Österreichische Wasserwirtschaft*, **29**, 153–157, 1977.
- 28) DOBESCH, H. & NEUWIRTH, F.: Die Beeinflussung des Klimas durch Stauseen. – In: *Die Auswirkung alpiner Speicherseen auf die Umwelt*, Band **8C**, Fachtagung III. PRO AQUA – PRO VITA, 80, Basel.

- 29) DOBESCH, H.: On the Estimation of Energy Budgets in Stagnant Bodies of Water. – Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. A, **29**, 362–372 1980.
- 30) DOBESCH, H.: Zur Berechnung der Temperatur natürlicher und künstlicher stehender Gewässer. – Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B, **28**, 331–337, 1980.
- 31) DOBESCH, H.: The Evaluation of Time-Constants of Stagnant Water Bodies by Correlation Functions. – Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. A, **30**, 111–118, 1981.
- 32) BÖHM, R.: Untersuchungen des urbanen Einflusses auf das Niederschlagsfeld in der Umgebung einer Großstadt mit Hilfe verschiedener statistischer Methoden. – Arch. Met. Geoph. Biokl. Ser. B, **27**, 225–246, 1979.
- 33) BÖHM, R.: Starke Niederschläge im Wiener Stadtgebiet, Wetter und Leben, **31**, 207–230, 1979.