

OTTO KRETSCHMER

DIE EISVERHÄLTNISSE DES PICHLINGER SEES IM ZEITRAUM 1970/71 – 1979/80

(Mit 42 Abbildungen und 3 Tabellen)

Manuskript eingelangt im Februar 1980

Anschrift des Verfassers:

Dipl.-Ing. Otto KRETSCHMER, Pachingerstraße 8, A-4032 Linz

ICE CONDITIONS OF THE "PICHLINGER" LAKE BETWEEN 1970/71 AND 1979/80

SUMMARY

The ice conditions of the "Pichlinger" lake were examined between 1970/71 and 1980/81 by taking into consideration meteorologic and hydrological data. This ground water lake came into being to the southeast of Linz in 1938 through excavation of gravel; today it serves both as a bathing and ice sport resort to the population of Linz.

The process of the formation of ice, the development of the thickness of ice, the duration of freezing, the melting processes and a few phenomena, such as ice holes and "roaring of the ice" were observed, analyzed and interpreted. Thus we now have ecologically relevant data for the assessment of hydrologic reactions of groundwater lakes. In order to judge the specific freezing and melting reactions of the "Pichlinger" lake more precisely, a comparison with freezing conditions of the Austro-Bavarian Danube valley was made.

The importance of the effects on the water supply of the "Pichlinger" lake caused by the erection of the Danube power plant "Abwinden-Asten", such as variation of the waterlevel were specially registered and discussed.

We may regard some proposals as a practical result; these proposals are to ensure the safe practice of ice sports on the basis of the present knowledge of specific ice-conditions.

INHALTSVERZEICHNIS		Seite
1.	Einleitung	218
1.1.	Die Eisverhältnisse auf der Donau	218
1.2.	Der Einfluß der „Winterqualität“ auf die Eisbildung	219
1.2.1.	Die Winterkältesummen im bayerisch-österreichischen Alpenvorland	219
1.2.2.	Vergleich der Winterkälte- und Sommerwärmesummen im Zeitraum 1870/71 – 1979/80	221
1.2.3.	Die Eisverhältnisse der Donau nach Errichtung der Donaukraftwerke	224
2.	Der Pichlinger See	224
2.1.	Lage, Entstehung, Charakteristik	224
2.2.	Funktionen als Naherholungsgelände der Linzer	225
2.2.1.	Funktion als Badesee	225
2.2.2.	Funktion als Eissport-Dorado	226
2.3.	Die Eisverhältnisse des Pichlinger Sees im Vergleich zur Donau	226
2.3.1.	Untersuchungsmethodik	228
2.3.1.1.	Meßdaten der Wetterstation „Zuckerfabrik Enns“	228
2.3.1.2.	Eigene Messungen	228
2.3.2.	Meß- und Beobachtungsergebnisse	228
2.3.2.1.	Die Wasserspiegel-Schwankungen	228
2.3.2.2.	Der Vereisungsablauf in den Wintern 1970/71 – 1979/81	233
2.3.2.3.	Der Winter 1979/80	238
2.3.2.4.	Der Eisbildungsprozeß	238
2.3.2.5.	Die Wassertemperaturen	242
2.3.2.6.	Die Struktur des Eises	244
2.3.2.7.	Löcher im Eis	246
2.3.2.8.	Das „Heulen“ des Eises	246
2.3.2.9.	Das Abschmelzen des Eises	248
3.	Zusammenfassung	248
	Literatur	249

I. EINLEITUNG

1.1. Die Eisverhältnisse auf der Donau

Seit altersher bildeten die Eisverhältnisse der Donau für die Anrainer einen Alptraum. Die Vereisungen am Strom begannen im Winter in Bayern und setzten sich über Oberösterreich und Niederösterreich bis nach Wien und weiter donauabwärts fort. Auftretende Winterkälte verursachte die Eisbildung auf der Donau: An Frosttagen kühlte zunächst das Wasser auf null Grad Celsius ab und das an den Ufern gebildete Eis wurde durch die Strömung abgelöst und zu Treibeis. Aus Bayern kamen die „Bayerischen Krapfen“; das sind Eisschollen, die

durch das rotierende Schwimmen im Strom abgerundet werden. Sie nahmen in Österreich rasch an Zahl zu und füllten bald mehr als ein Drittel der Strombreite aus, wodurch die Schifffahrt zum Erliegen kam. In bestimmten Bereichen wie Brücken und Furten oder an Reibungsstrecken wie scharfen Krümmungen, Gefällestufen und Einmündungen von Zuflüssen kam es zur Bildung von Eisständen und -stauen. In strengen Wintern mit nachfolgenden extremen Tauwettern traten in den Eisständen Eisversetzungen auf, die sich meterhoch auftürmten und zu gewaltigen Überflutungen (z. B. Vilshofen, Wien) führten. Denn das durch Tauwetter anfallende wärmere Wasser im Oberlauf bzw. im Bereich der Zubringer (Isar, Vils, Inn, Traun . . .) löste die Eisstände vom Ufer und schob diese an bestimmten Stellen zu gewaltigen Versetzungen zusammen. Die Erwärmung des Donauwassers um $0,1^{\circ}\text{C}$ bei einer Wasserführung von $1000\text{ cm}^3/\text{sec}$ (= mittleres Niederwasser der Donau in Österreich) ließ an einem Tag 100.000 Kubikmeter Eis abschmelzen. Die eigentlichen Katastrophen entstanden schließlich als Folge des Zusammentreffens von Tauwetter, warmen Regenfällen und Hochwässern, die, bei Wassertemperaturen von $1\text{--}2^{\circ}\text{C}$, die Eisversetzungen auflösten, wodurch sich ein gewaltiges Gemisch aus Hochwasser und Eisschollen donauabwärts bewegte.

1.2. Der Einfluß der „Winterqualität“ auf die Eisbildung

Der Verfasser erkannte, daß die Eisproblematik nur durch eine Analyse des Wetterablaufes langfristig beurteilt werden kann.

1.2.1. Die Winterkältesummen im bayerisch-österreichischen Alpenvorland

Um die „Winterqualität“ beurteilen zu können, wurden die Winterkältesummen im Donautal anhand der 200jährigen Temperaturbeobachtungsreihen der fünf Observatorien Hohenpeißenberg, München, Kremsmünster, Wien und Preßburg (siehe Tab. 1) ermittelt.

Die Ergebnisse wurden vom Verfasser (1974, 1975) bereits veröffentlicht.

Danach konnte eine Winterklassifikation von milden (warmen), unter-, obermittelkalten und kalten (strengen) Wintern für das Donautal erstellt werden, wobei längerfristige Perioden kalter und milder Winter festgestellt werden konnten. Von besonderem Interesse ist die Tatsache, daß die Winter während der letzten 15 Jahre (siehe Abb. 1) auffallend milde verlaufen sind.

Tab. 1: Übersicht der Kältesummen, Winterklassen und Wintertage-Summen im Zeitraum 1928/29 – 1980/81 von fünf ausgewählten Wetterstationen des bayerisch-österreichischen Donaupraumes.

Winter	Hohenpeißenberg			München			Kremsmünster			Wien			Freiburg		
	1) - °C	2)	3)d	1) - °C	2)	3)d	1) - °C	2)	3)d	1) - °C	2)	3)d	1) - °C	2)	3)d
1928/29	662.9	k	104	678.3	k	90	583.9	k	81	493.4	k	79	498.9	k	79
1929/30	168.9	w	51	191.1	umk	54	134.8	w	48	81.6	w	39	56.2	w	22
30/31	434.0	omk	97	290.5	omk	81	169.6	w	60	108.0	w	52	116.0	umk	53
31/32	483.5	k	99	343.1	omk	83	276.4	omk	75	208.7	omk	63	209.5	omk	69
32/33	329.5	umk	74	323.3	omk	75	258.0	umk	74	184.7	umk	61	180.1	umk	59
33/34	385.9	omk	94	358.1	omk	75	267.8	umk	60	225.9	omk	44	222.9	omk	44
34/35	328.6	umk	77	211.9	umk	50	171.3	w	40	162.3	umk	39	169.3	umk	40
35/36	229.0	w	67	178.3	w	47	123.0	w	45	51.8	w	24	46.6	w	20
36/37	154.8	w	69	119.5	w	46	165.7	w	49	145.3	umk	44	139.2	umk	45
37/38	307.5	umk	86	158.6	w	51	123.4	w	42	102.6	w	26	125.0	umk	23
38/39	337.6	umk	69	251.8	umk	64	217.1	umk	59	128.3	umk	39	116.6	umk	34
1939/40	563.0	k	92	563.1	k	85	629.4	k	92	531.4	k	83	503.1	k	75
40/41	508.8	k	91	458.5	k	70	385.2	omk	66	301.0	omk	56	286.6	omk	59
41/42	648.4	k	110	553.7	k	91	534.5	k	82	474.0	k	79	481.6	k	78
42/43	218.9	w	69	139.1	w	44	175.0	umk	50	137.9	umk	38	168.5	umk	40
43/44	397.6	omk	107	204.5	umk	73	117.5	w	54	83.2	w	35	67.0	w	30
44/45	363.8	omk	80	295.1	omk	57	288.4	omk	57	205.9	omk	53	190.7	umk	54
45/46	336.5	umk	77	217.1	umk	56	189.0	umk	46	160.3	umk	38	155.0	umk	40
46/47	509.6	k	92	528.7	k	88	508.4	k	86	431.3	k	76	398.7	k	72
47/48	222.2	w	62	128.8	w	44	109.4	w	34	98.9	w	29	84.1	w	29
48/49	287.4	umk	67	246.4	umk	68	208.7	umk	69	135.1	umk	41	129.0	umk	46
1949/50	206.6	w	64	133.4	w	38	154.0	w	44	172.0	umk	32	178.8	umk	32
50/51	271.0	umk	86	148.2	w	64	102.4	w	47	48.7	w	26	29.9	w	19
51/52	269.8	umk	73	173.5	w	63	128.7	w	58	75.4	w	35	68.3	w	38
52/53	416.8	omk	93	254.3	umk	76	175.9	umk	73	115.6	umk	48	107.1	w	43
53/54	409.8	omk	74	338.7	omk	66	371.5	omk	70	350.3	k	60	353.2	k	63
54/55	333.9	umk	86	250.1	umk	81	218.9	umk	70	141.8	umk	57	122.5	umk	50
55/56	577.0	k	87	471.0	k	75	386.4	omk	68	311.3	k	49	287.5	omk	47
56/57	235.4	w	78	224.8	umk	46	188.4	umk	43	127.2	umk	33	119.2	umk	41
57/58	336.1	umk	94	266.5	umk	69	191.6	umk	67	111.7	w	47	87.3	w	42
58/59	187.6	w	55	188.2	umk	52	171.4	w	57	85.3	w	29	82.1	w	33
1959/60	244.8	w	70	199.0	umk	46	211.5	umk	49	150.4	umk	37	139.0	umk	30
60/61	175.8	w	63	131.1	w	39	137.8	w	42	96.3	w	29	72.2	w	25
61/62	401.7	omk	85	314.2	omk	67	289.8	omk	67	177.9	umk	55	154.9	umk	47
62/63	656.0	k	105	722.9	k	98	626.9	k	96	451.2	k	77	405.6	k	73
63/64	373.5	omk	86	401.6	k	79	414.6	k	85	362.9	k	78	327.6	k	77
64/65	372.1	omk	88	267.5	umk	75	216.4	umk	75	113.2	umk	57	100.9	w	58
65/66	280.9	umk	67	214.1	umk	42	199.5	umk	42	150.3	umk	37	148.6	umk	40
66/67	288.4	umk	85	162.0	w	51	128.9	w	48	77.8	w	28	70.9	w	29
67/68	343.9	umk	90	209.3	umk	64	170.1	w	59	123.3	umk	42	127.1	umk	40
68/69	345.0	umk	90	315.5	omk	81	252.2	umk	77	203.5	omk	64	198.5	umk	54
1969/70	489.8	k	113	356.8	omk	84	290.7	omk	79	223.5	omk	62	208.4	omk	66
70/71	377.8	omk	80	392.8	omk	74	310.2	omk	64	203.0	omk	45	171.6	umk	44
71/72	160.0	w	59	125.6	w	46	137.6	w	45	106.2	w	39	97.3	w	36
72/73	326.7	umk	102	252.7	umk	80	143.9	w	64	64.4	w	30	61.1	w	28
73/74	186.3	w	64	115.4	w	32	83.8	w	36	42.6	w	16	47.6	w	20
74/75	140.3	w	71	37.4	w	30	29.5	w	23	7.2	w	7	5.5	w	8
75/76	305.9	umk	79	231.7	umk	67	177.7	umk	57	105.2	w	42	113.8	w	46
76/77	262.3	umk	69	191.6	umk	56	149.9	umk	48	79.2	w	35	79.6	w	31
77/78	299.3	umk	81	228.0	umk	61	173.9	umk	59	109.3	w	43	100.5	w	41
78/79	322.8	umk	77	262.7	umk	62	243.6	umk	62	162.4	umk	48	139.6	umk	43
1979/80	241.3	umk	82	128.3	w	40	115.1	w	33	106.5	w	36	109.5	w	34

Anmerkungen:

- 1) WKS = Winterkältesummen: Die Winterkältesumme an einem Ort entspricht der Summe aller negativen Temperatur-Tagesmittel während des Winters.
- 2) WKL = Winterklassen: Es werden die Winterklassen k = kalt, omk = obermittelkalt, umk = untermittelkalt und w = warm unterschieden.
- 3) WtS = Wintertageessummen

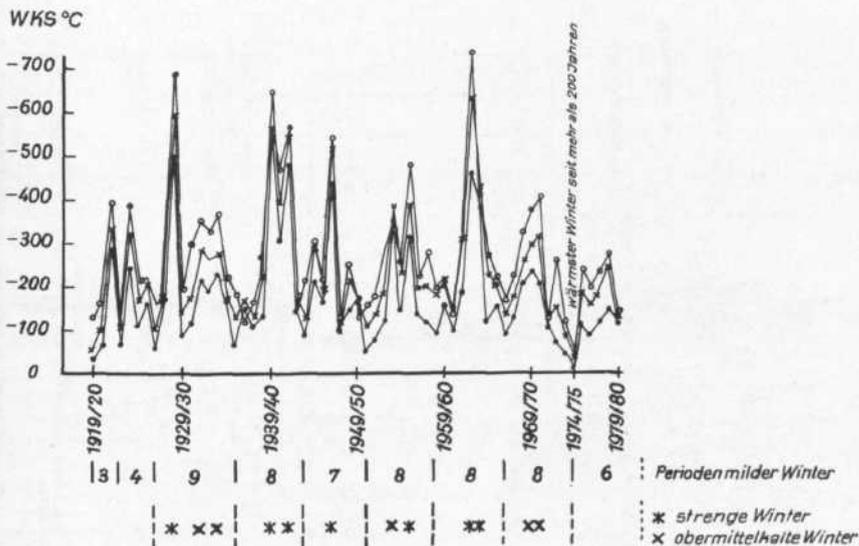


Abb. 1: Die Winterkältesummen der drei Wetterstationen München (○), Kremsmünster (×) und Wien-Hohe Warte (●) im Zeitraum 1928/29–1979/80.

1.2.2. Vergleich der Winterkälte- und Sommerwärmesummen im Zeitraum 1870/71–1979/80

Der Verfasser zog zusätzlich zur Beurteilung, ob mildere oder strengere Klimaabschnitte längerfristig vorliegen, die Ermittlung der Sommerwärmesummen als weiteres Beurteilungskriterium heran.

Aus der Abb. 2 ersieht man u. a. die über Jahrzehnte andauernden, unterschiedlich temperierten Klimaperioden. Seit rund 15 Jahren hält nunmehr bereits eine Periode mit wärmeren Sommern und milderen Wintern an. Es sind in diesem Zeitraum keine strengen Winter aufgetreten. Nach FLOHN (1978) und JUNGE (1978) sowie WILLIAM (1978) könnte eine plausible Erklärung darin bestehen, daß sich die vielfältige, ungeheure Energieproduktion durch den Menschen (Abwärme der Industrien, Abgase von Autos, Schiffen und Flugzeugen, Hausbrand etc.) auf dem Weg über einen „Glashauseffekt“ in einer Erhöhung der Lufttemperatur langfristig auswirkt. Zur Überprüfung dieser Theorie sind allerdings noch langfristige globale Beobachtungsreihen und Analysen erforderlich; die entscheidenden diesbezüglichen Erkenntnisse sind nach Meinung führender Meteorologen in der ersten Hälfte des kommenden Jahrhunderts zu erwarten.

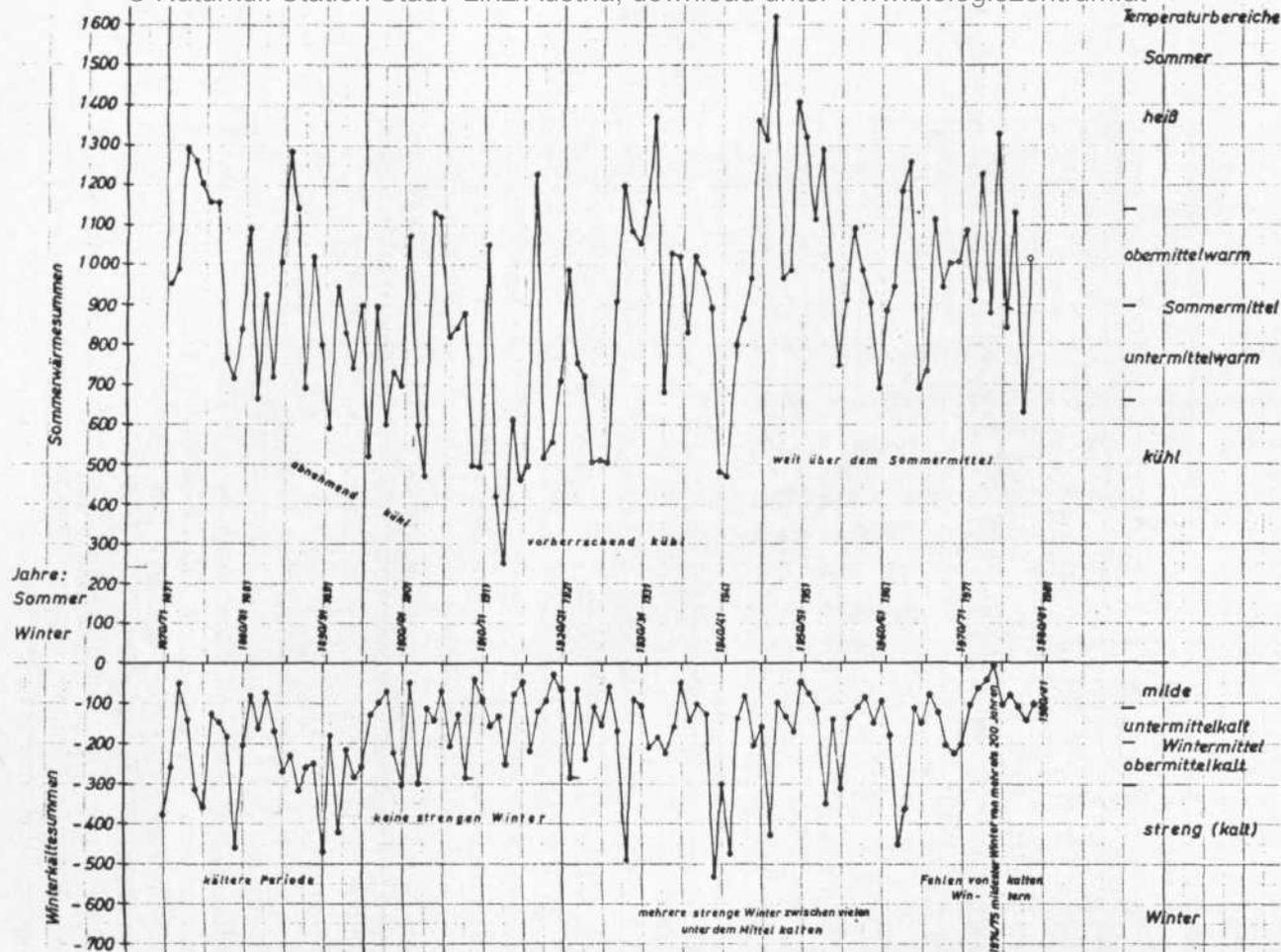


Abb. 2: Die Sommerwärme- und Winterkältesummen des österreichischen Donautales auf der Grundlage einer 100jährigen (1870/71–1979/80) Beobachtungsreihe der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien-Hohe Warte.

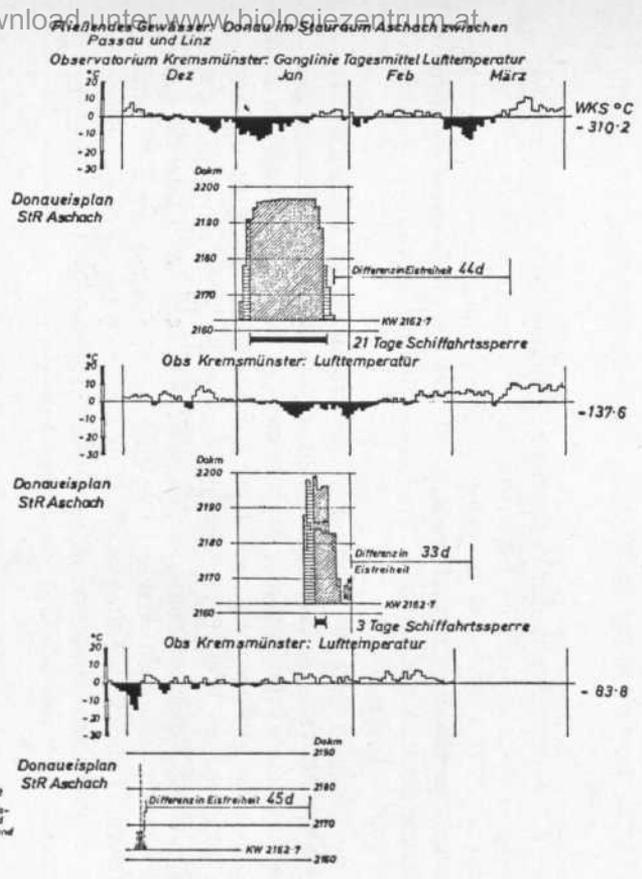
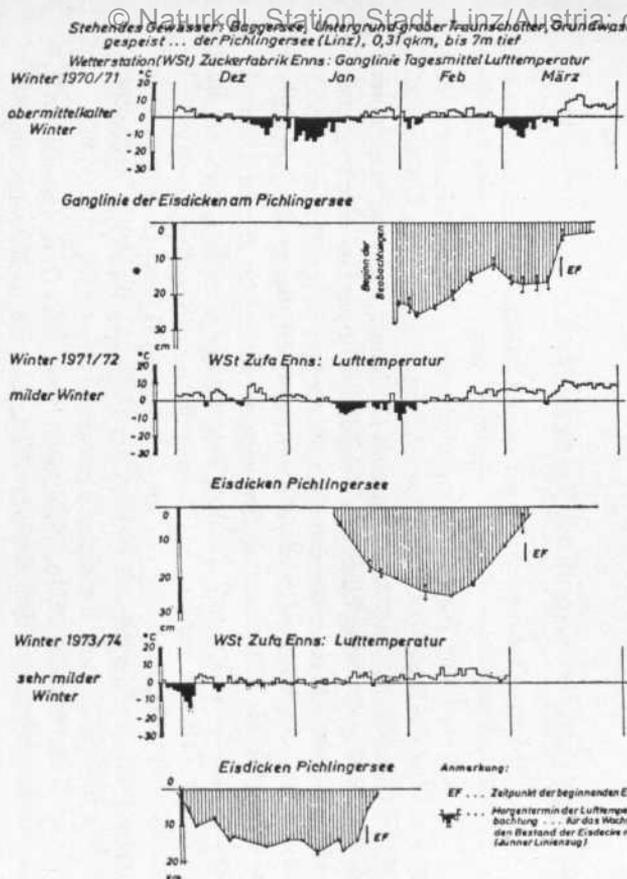


Abb. 3: Vergleich der Eisverhältnisse der Donau und des Pichlinger Sees in den Wintern 1970/71, 1971/72 und 1973/74.

1.2.3. Die Eisverhältnisse der Donau nach Errichtung der Donaukraftwerke

Ein weiterer Schritt des Verfassers bestand nach der Errichtung der Donaukraftwerke darin, die Eisverhältnisse der Donau in Österreich und Bayern (1972), besonders in kalten Wintern, anhand der amtlichen Eisberichte auszuwerten und grafisch in Form von 14 Donau-Eisplänen umzusetzen und u. a. mit den Vereisungsverhältnissen auf dem Pichlinger See zu vergleichen.

Denn man muß die Winter- bzw. Eisverhältnisse im Donautal bzw. in Oberösterreich im besonderen kennen, um die Eisverhältnisse des Pichlinger Sees (und ähnlicher Baggerseen) – siehe Abb. 3 – verstehen zu können. Es ist notwendig, sich damit auseinanderzusetzen, da der See selbst in milden Wintern zufriert und eine große Eisfläche besitzt, auf der sich an Wochenenden, von Dezember bis Februar, Tausende von Eissportlern aufhalten. Daher ist es auch aus Gründen der Sicherheit notwendig, die Eisverhältnisse genau zu kennen, diese zu studieren und zu kontrollieren, um, darauf aufbauend, entsprechende behördliche Vorkehrungen und Maßnahmen treffen zu können.

2. DER PICHLINGER SEE

2.1. Lage, Entstehung und Charakteristik

Der Pichlinger See liegt ca. 15 Kilometer östlich von Linz außerhalb des Auwaldgebietes der Donau inmitten von Agrarflächen (siehe Abb. 4). Sein mittlerer Wasserspiegel lag jahrelang bei 245 Metern ü. A. Das Gelände bestand ursprünglich aus Wiesenflächen, den Untergrund bildete, acht bis 15 Meter tief, grober Traunschotter, der auf einer mächtigen, wasserundurchlässigen Schlierschicht auflagerte. Im Jahre 1938 wurde die Bauindustrie um Linz durch den Bau z. B. der VOEST und der Westautobahn intensiv gefördert, wofür Kalk- und Quarzschotter dringend als Baumaterial benötigt wurde. Aus diesem Grund entstand nahe der Ortschaft Pichling eine riesige Schottergrube, der im Laufe der Zeit 2,5 bis drei Millionen Kubikmeter Schottermaterial entnommen wurden. Sobald das erste Schotterpaket über dem Schlier abgebaut war, verlagerte sich Anfang der sechziger Jahre das Abbaugeschehen in östliche bzw. westliche Richtung.

Die Schottergrube füllte sich allmählich mit Grundwasser und schließlich entstand ein See, der vom Grundwasser in südwest-nordöst-

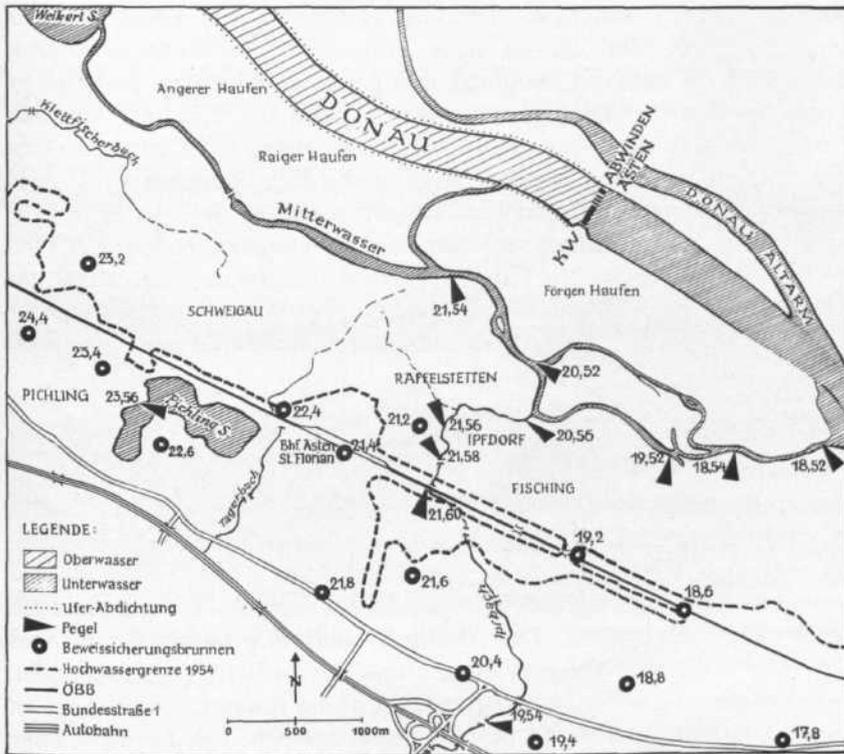


Abb. 4: Die Lage des Pichlinger Sees im Linzer Raum, der Beweissicherungsbrunnen und Meßpegel.

licher Richtung durchflossen wird und, bei einer mittleren Tiefe von fünf Metern, eine Ausdehnung von einem Drittel Quadratkilometer hat. Der See besitzt keinen oberflächlichen Zu- bzw. Abfluß. Das Wasser besaß noch vor kurzem Trinkwasserqualität und wird jährlich mehrmals amtlicherseits überprüft. Obwohl das Grundwasser nur sehr langsam den See durchströmt, hält sich eine ausgezeichnete Wasserqualität.

2.2. Funktionen als Naherholungsgelände der Linzer

2.2.1. Die Funktion als Badesee (siehe Abb. 5)

Die Stadt Linz hat mit diesem, in ihrer Obhut stehenden See den Einwohnern von Linz eine nahegelegene Erholungslandschaft ersten Ranges geschaffen. An schönen Sommerwochenenden bevölkern bis zu

40.000 Badegäste seine Ufer. Die Ufer selbst sind von einem Wiesenraum eingefasst, der, bis zu einer Breite von 100 Metern, lockere Baumbestände aufweist, wodurch das ganze Areal einen parkartigen Charakter erhält. Schattige Liegeplätze bzw. im Schatten liegende Parkplätze sind die Folge; ein betonierter Uferweg führt rund um den See. Seit vielen Jahren bestehen hygienische Einrichtungen wie Trinkwasserringleitung mit Zapfstellen, Ringkanalisation, WC-Anlagen, Abfallkörbe usw. Fünf Büffets versorgen die Erholungssuchenden; seit 1980 besteht eine Gaststätte mit Campingplatz. Aufsichts- und Rettungsorgane sorgen für die Sicherheit der Badegäste. Das Wiesengelände und der wertvolle Baumbestand werden durch eine Arbeitspartie des städtischen Gartenamtes vorbildlich gepflegt.

2.2.2. Funktion als Eissport-Dorado

Der Pichlinger See friert auch in milden Wintern zu, wobei das Eis, je nach Frostverhältnissen, eine Stärke von 10 bis 30 cm erreicht. In sehr strengen Wintern können diese Werte allerdings noch weit höher liegen. Das Eis ist im Vergleich zur Donau glatter und wird zum Eislaufen und, besonders an Wochenenden, in großem Umfang zum Eisstockschießen (siehe Abb. 6) benützt. Die Südbucht und das Ostende des Sees bevölkern an kalten Wochenenden oftmals mehr als 1000 Eisschützen. Bei Eisstärke von sechs Zentimetern beginnt das Eis zu tragen, die ersten Eisstockpartien können auf das Eis gelegt werden. Ein bis zwei Tage später liegt die Eisstärke bereits bei 10 cm und ab diesem Zeitpunkt kann die Eisdecke völlig gefahrlos benützt werden. Acht bis zehn Mann bilden eine Spielpartie, die sich auf ca. 20 m² konzentriert und insgesamt eine Spielfläche von ca. 150 m² beansprucht.

2.3. Die Eisverhältnisse des Pichlinger Sees im Vergleich zur Donau

In der Abb. 3 werden die Eisverhältnisse des Pichlinger Sees im Vergleich zu den Stauräumen der Donau exemplarisch für einige Winterhalbjahre dargestellt.

Vor den Kraftwerkshäusern liegt eine Fließgeschwindigkeit der Donau von 10 bis 15 cm/sec. vor, während diese beim See mit dem Auge nicht wahrnehmbar ist und maximal 10 bis 15 cm/Tag beträgt. Die Eisstände in den Stauräumen der Donau bestehen nur relativ kurz, während die Eisbedeckung des Sees zwischen 33 und 45 Tage länger anhält.



Abb. 5: Der Pichlinger See wird in der Badesaison von den Linzern stark frequentiert.
Alle Fotos vom Verfasser



Abb. 6: Im Winter ist der Pichlinger See ein Dorado der Eisschützen und Schlittschuhläufer.
Foto: E. Dorninger

2.3.1. Untersuchungsmethodik

2.3.1.1. Meßdaten der Wetterstation „Zuckerfabrik Enns“

Der Verfasser begann Ende Jänner 1971 mit den Eisbeobachtungen am Pichlinger See. Zunächst mußte allerdings eine repräsentative meteorologische Station, möglichst nahe dem See, ausgewählt werden. Hörsching ist zu weit entfernt und liegt gegen Westen offen in der Welser Heide und weist daher, im Sommer wie im Winter und morgens wie abends, bis zu 2 bis 3° C niedrigere Lufttemperaturwerte auf als Linz. Die Linzer Station liegt mitten in der Stadt (Gebäude der Kreuzschwester) und spiegelt daher das Bild eines im Vergleich zum Lokalklima des Sees milderen Stadtklimas wider. Es wurde daher die Wetterstation der Zuckerfabrik Enns, die nur 7 km östlich des Sees liegt, als Bezugsbasis zur Beurteilung der Eisverhältnisse ausgewählt.

2.3.1.2. Eigene Messungen

Neben der Auswertung der Meßwerte der Wetterstation Enns mußten auch eigene Beobachtungen und Messungen zur Ermittlung der Eisverhältnisse vorgenommen werden. In den Wintern 1970/71 bis 1980/81 erfolgten jeweils 8 bis 20 Kontrollen des Sees von 1,5 bis 4 Stunden Dauer, um die Eisentwicklung zu beobachten, Bohrungen zur Messung der Eisstärke vorzunehmen und die Wassertemperaturen zu ermitteln. Siehe dazu Abb. 7.

Die Bohrungen wurden mit einem 26 mm starken, zerlegbaren Spiralbohrer mit Kurbelgriff ausgeführt. Die Eisstärke wurde mit einem 1/4-Zoll-Hakenstab (Rundeisen mit Zentimeterinteilung) und die Wassertemperatur mit einem elektrischen Widerstandsgerät nach Dr. Knie, das aus einer ca. 20 cm langen Kunststoffsonde (Ø 3/4 Zoll), einem Kästchen mit elektrischer Meßeinrichtung und einem 20 m langen Kupferkabel besteht, gemessen. 1977 wurde dieses Gerät gegen eine moderne Ausführung der Fa. Ott-Kempton ausgewechselt. Die Meßsonde ist dem alten Modell ähnlich; das Kabel besteht aus einem Leinenmaßband mit Kupferseele und Zentimeterskala sowie einer Rolle. Im Rollenzylinder ist auf engem Raum die elektrische Meßeinrichtung mit Batterien eingebaut. Dieses Gerät ist leichter und gleichzeitig handlicher sowie weniger störungsanfällig und verfügt über einen Meßbereich von 20° C, der für die vorliegenden Winterverhältnisse bisher durchaus ausreichte.

2.3.2. Meß- und Beobachtungsergebnisse

2.3.2.1. Die Wasserspiegelschwankungen

Nach langen, ergiebigen Regenfällen oder Hochwässern der Donau stieg auch der Wasserspiegel des Sees. Jahrelang bestand am See allerdings kein Pegel zur Messung der Wasserspiegelhöhen. Der Verfasser hat vor 1979 zeitweise den Wasserspiegel an den „Pilotenköpfen“ (245, 75 m ü. A.) des Kinderfreibades (siehe Abb. 8) kontrolliert. Bei Eisständen konnte man diese erreichen und das Abstichmaß zur Eisdecke messen. Überflutet waren die Pilotenköpfe in den Wintern zwischen 1971 und 1979 nie.

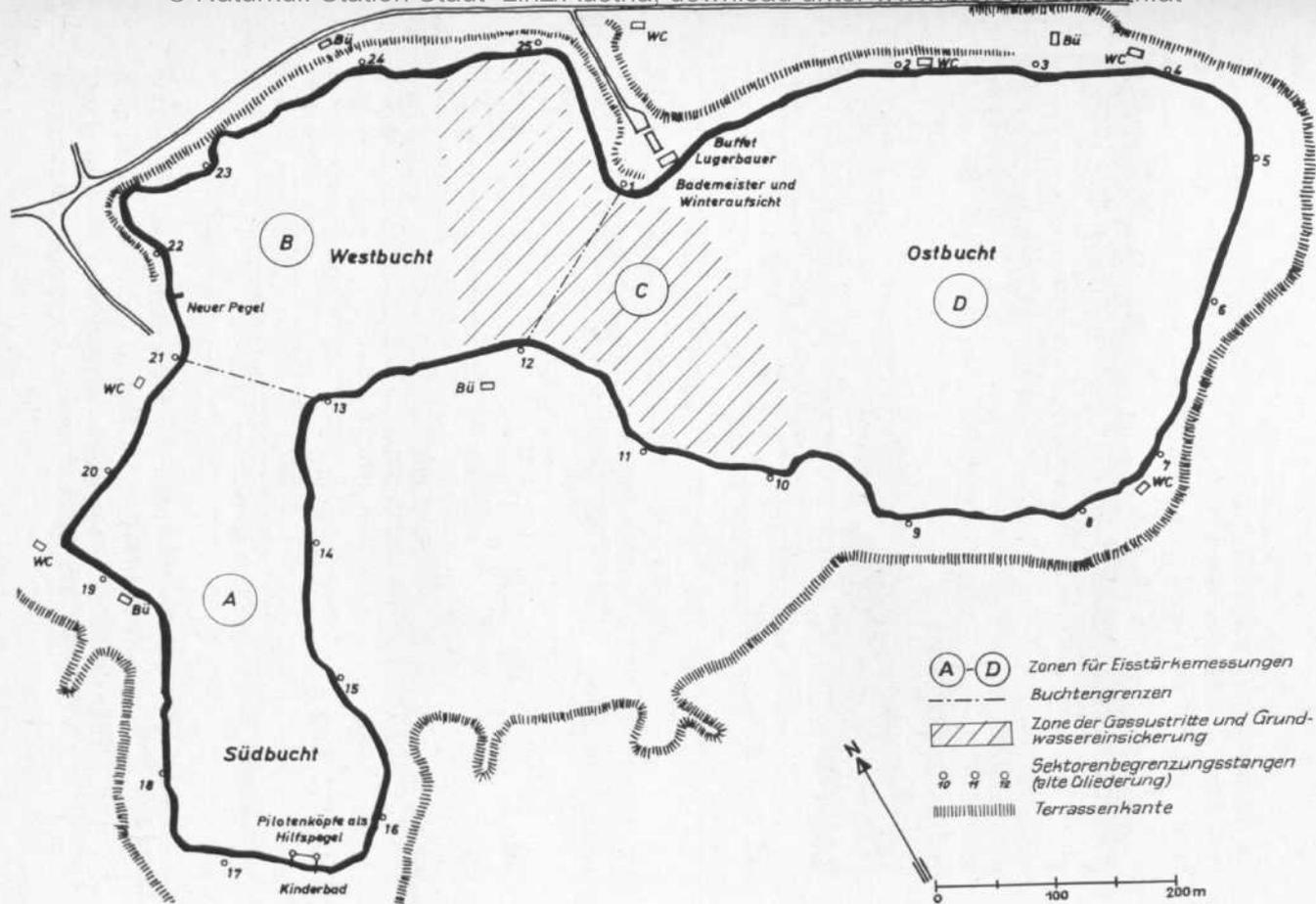


Abb. 7: Die Grundstrukturen des Pichlinger Sees und seine Meßstellenbereiche.



Abb. 8: Die Pilotköpfe des Kinderfreibades dienen vor Einrichtung eines Meßpegels als Meßhilfe.

Tab. 2: Die Wasserspiegelschwankungen während einiger Winterhalbjahre:

Winter	Datum	Abstichmaß
1972/73	23. 12. 1972	— 57 cm
	13. 1. 1973	— 60 cm
	9. 2. 1973	— 78 cm
1973/74	17. 2. 1973	— 80 cm
	2. 12. 1973	— 90 cm
	17. 1. 1974	— 72 cm
1979	15. 6. 1979	+ 10 cm*
	27. 7. 1979	+ 10 cm

* nach erfolgtem Einstau des KW Abwinden-Asten

Anfang 1979 hat die städtische Badeverwaltung den Pegel 2356 nahe dem NW-Ufer errichten lassen. Die Pegelskala war kurze Zeit nach der Einrichtung allerdings kaum mehr zu entziffern. Es wird daher empfohlen, einen Pegel aus beständigerem Material einzusetzen, da

dieser für die Wasserstandsablesungen, die wöchentlich einmal (Freitag) durch die Badeverwaltung erfolgen, von großer Bedeutung ist.

Nach dem Frühjahr 1979 war der Wasserspiegel um mindestens 1,2 m gestiegen. Rückfragen im Mai 1979 bei der Hydrographischen Abteilung der Landesbaudirektion Linz ergaben, daß für den relativ

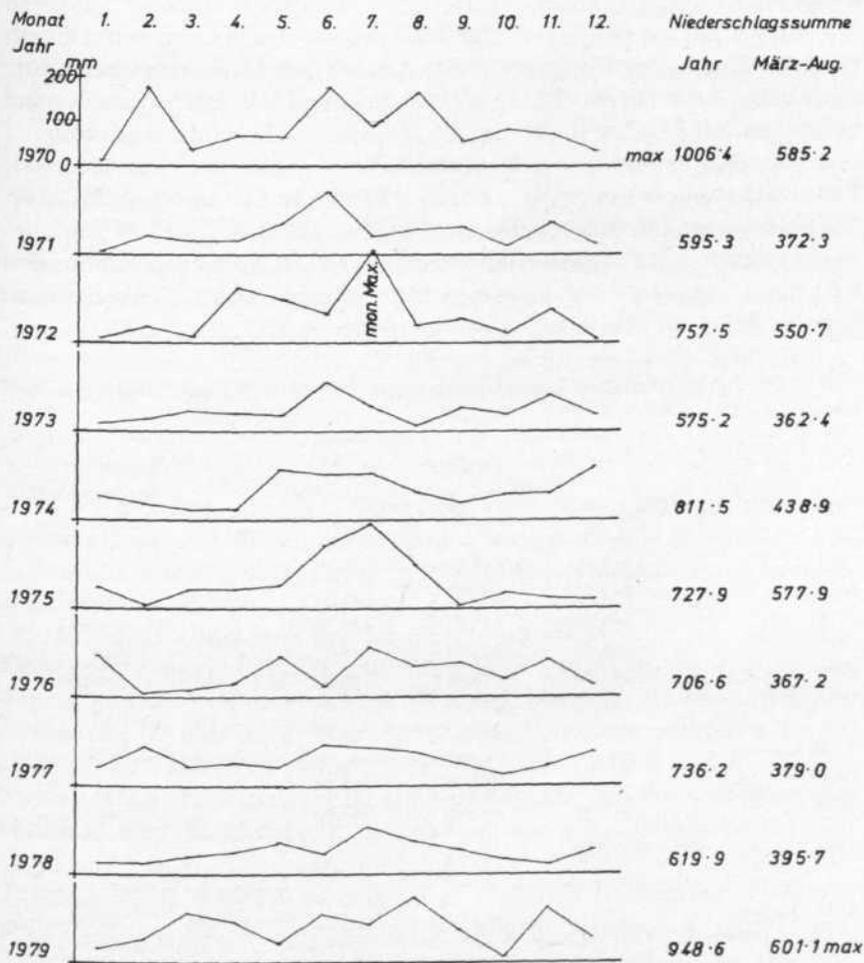


Abb. 9: Verteilung der Niederschlagssummen nach Monaten im Zeitraum 1970 – 1979 im Bereich der Wetterstation „Zuckerfabrik Enns“.

hohen Wasserstand des Sees nicht die Stauerrichtung des Kraftwerkes Abwinden-Asten, sondern starke Niederschläge in diesem Frühjahr – die stärksten in den letzten zehn Jahren (siehe Abb. 9) – maßgebend waren.

Im Juni 1979 lag der Wasserspiegel 10 cm über den „Pilotenköpfen“ (= 245,75 m ü. A.). Am 10. Oktober 1979 war er bereits auf 245,62 m ü. A. und am 28. Oktober 1979 auf 245,54 m ü. A. (= etwa Normalwasserstand) zurückgegangen. Ursache hierfür war die herbstliche Trockenperiode.

1979 erreichte der Wasserstand des Sees mit 245,68 m ü. A. einen Hochstand, den der Verfasser daher zunächst dem regenreichen Jahr zuschrieb. Nach Beobachtungen des Pegels 2356 blieb jedoch der Seespiegel mit 245,7 m ü. A. von Juli 1979 bis 1980 nahezu konstant.

Seit 1972 befinden sich in unmittelbarer Nähe des Sees die zwei Beweissicherungsbrunnen Nr. 22,6, ca. 150 m vom Südufer und Nr. 23,4, ca. 1 km vom Westufer entfernt. Bei der „Hydro Linz“ liegen die wöchentlichen Grundwasserstandsmeldungen auf, die, in Diagramme umgesetzt, eine wertvolle Vergleichsbasis mit den auf den Werten von Enns beruhenden Niederschlagswerten (Abb. 9) bilden.

Tab. 3: Die durchschnittlichen Jahres-Grundwasserstände (m ü. A.) von drei Beweissicherungsbrunnen im Bereich des Pichlinger Sees im Zeitraum 1972 – 1980

Jahr	Brunnen ¹⁾			Jahres-Niederschlagscharakteristik
	Nr. 17,8	Nr. 22,6	Nr. 23,4	
1972	243,53	245,10	245,10	normal
1973	243,59	245,02	245,07	normal
1974	243,68	245,21	245,30	normal
1975	244,54	245,77	245,77	naß
1976	243,70	245,11	245,22	normal
1977	243,93	245,39	245,40	naß
1978	243,39	244,83	244,93	normal
1979 ²⁾	243,98	245,47	245,54	naß
1980	244,24	245,70	245,68	normal
1972 – 1980	243,84	245,28	245,33	

Anmerkungen:

¹⁾ Der Brunnen 17,8 liegt im Bereich des Unterwassers und die Brunnen 22,6 und 23,4 liegen in Höhe des Oberwassers des Kraftwerkes Abwinden-Asten (siehe Abb. 4).

²⁾ Im Frühjahr 1979 erfolgte von 9. Jänner 1979 (245,5 m ü. A.) bis zum 7. Juli 1979 (251,0 m ü. A.) der Einstau des Kraftwerkes Abwinden-Asten.

Die Tab. 3 zeigt nasse und trockene Jahre an und gibt Hinweise auch auf andere Einflüsse. Danach waren die Jahre 1975 und 1979 naß und das Jahr 1978 trocken.

Die zweite Hälfte 1979 und die erste Hälfte 1980 zeigten eine konstante Wasserhöhe von 245,7 m ü. A. Derartige konstante Wasserlagen über ein Jahr mit dazwischen liegendem Winter sind bisher nicht aufgetreten. In der ersten Hälfte 1979 erfolgte der sechs Monate dauernde Aufstau des Donaukraftwerkes Abwinden. Das Oberwasser des Kraftwerkes wurde gegen die Ufer abgedichtet, wodurch ein anzunehmender Grundwasserstau eine Wasserspiegelhebung bewirkt haben könnte, die im vorliegenden Fall rund 50 cm betragen hätte. Dieser Umstand bewirkte eine geringfügige Vergrößerung des Seeinhaltes. Langzeitbeobachtungen werden darüber sicherlich noch weitere Aufschlüsse geben.

Der Wasserspiegel schwankte in den letzten 10 Jahren vermutlich um ca. 1,2 m. Bei Katastrophenhochwässern der Donau (1954) läge dieser theoretisch um einige Meter höher, könnte sich jedoch auf dieses Niveau praktisch nicht einpendeln, da im Damm der Westbahntrasse im Bereich des Sees ein mit Dammbalken verschließbarer Durchlaß liegt, der den See vor großen Überflutungen schützt.

2.3.2.2. Der Vereisungsablauf in den Wintern 1970/71 bis 1979/80

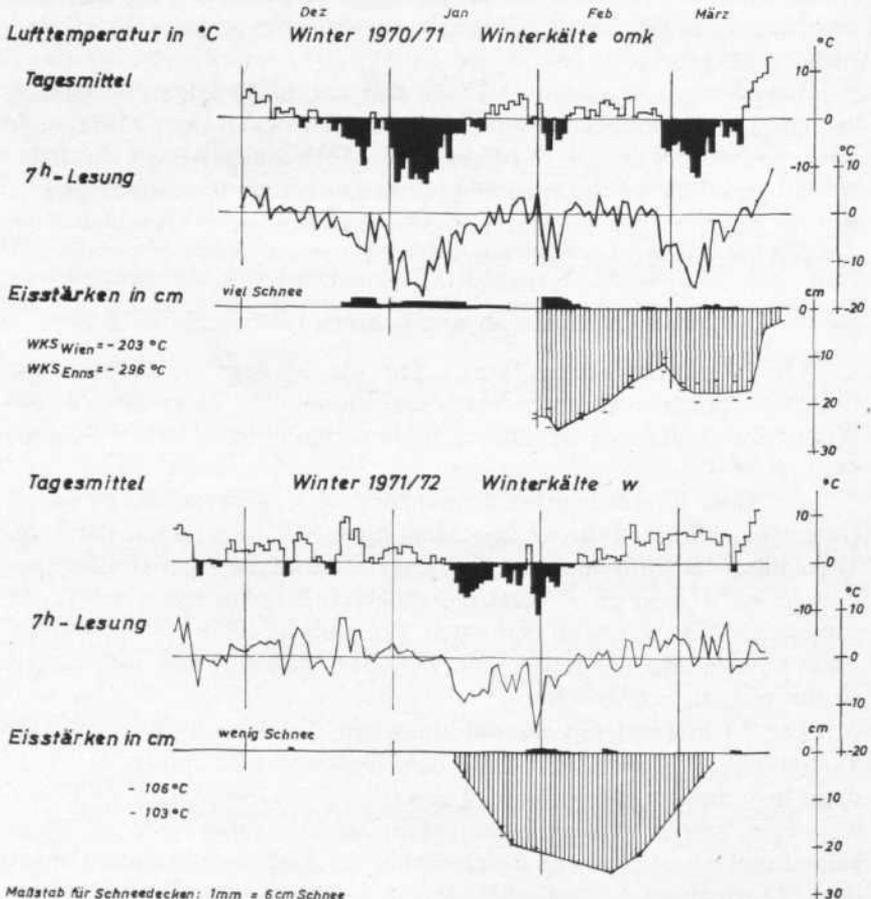
Die meteorologischen Werte und die Meßergebnisse über die Eisverhältnisse hat der Verfasser für die Winter 1970/71 bis 1980/81 (10 Winter) kombiniert und graphisch in den Abbildungen 10/1–10 dargestellt.

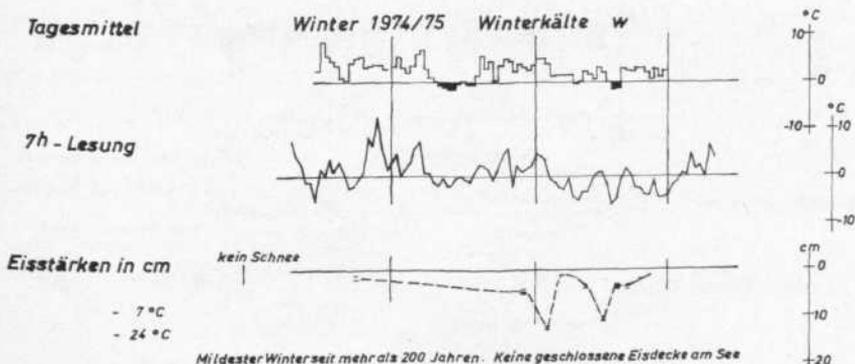
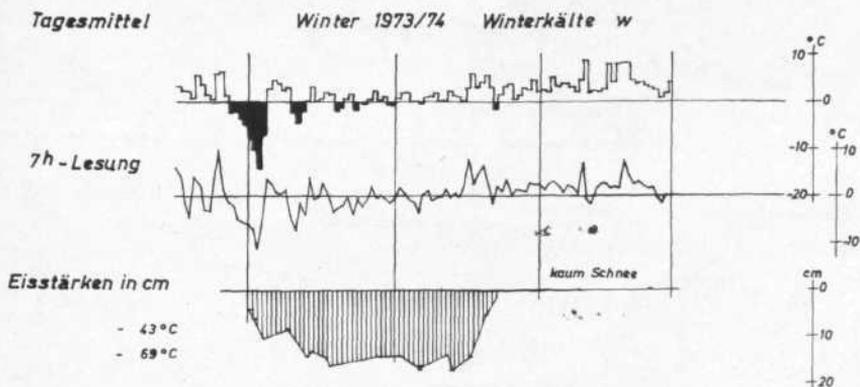
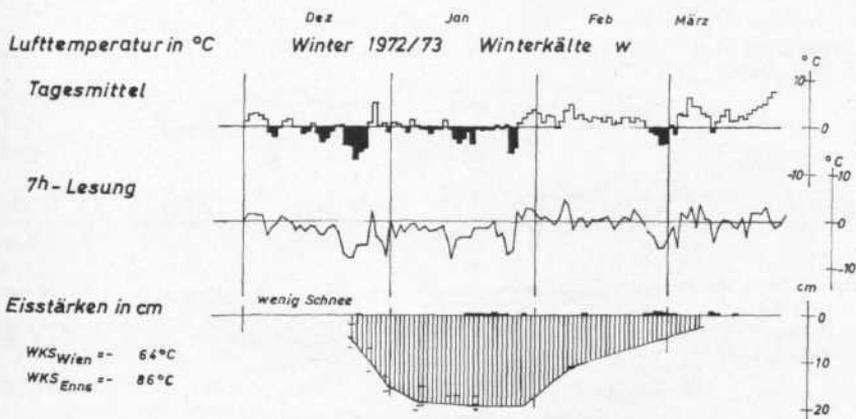
In jedem Winter wurden für die Monate November (ca. 14 Tage), Dezember, Jänner, Februar und März (je ca. 14 Tage) im 1. Band die Tagesmittel der Lufttemperatur in ° C, im 2. Band die 7-Uhr-Lufttemperaturen in ° C und im 3. Band die in Abständen von mehreren Tagen gemessenen Eisstärken aufgetragen. Auf der Abszisse der Eisstärken wurden auch die Schneedeckenhöhen der Station Enns aufgetragen (1 mm = 6 cm Schneehöhe).

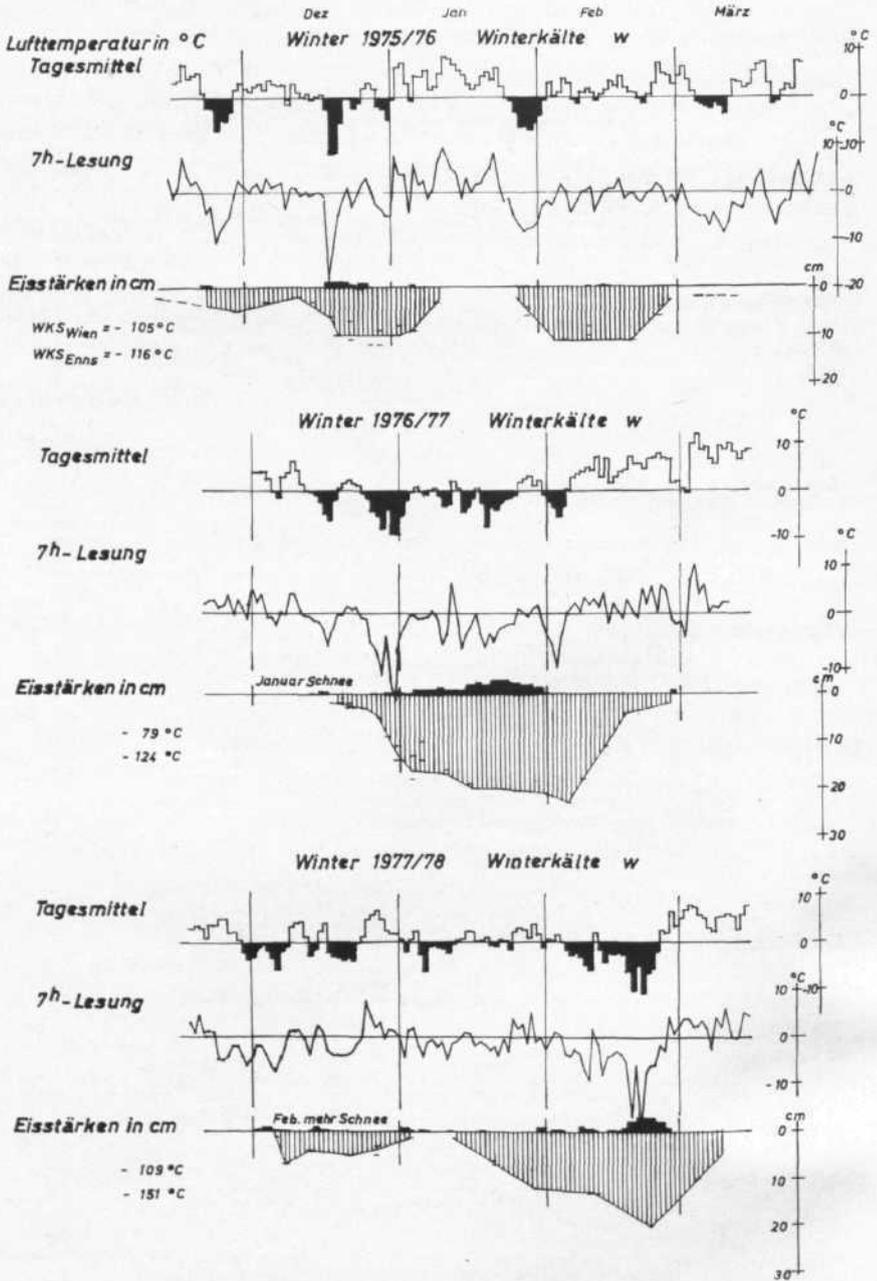
Die 7-Uhr-Lufttemperatur erschien dem Verfasser wichtiger als das Tagesmittel, da dieser Wert nahe dem täglichen Lufttemperatur-Minimum liegt und für die Eisbildung bzw. die Eisverfestigung, nach einem wärmeren Vortag, von hoher Bedeutung ist. Das Ausmaß der Morgenkälte ist bei derartigen Seen für die Länge der Eisdauer von ausschlaggebender Bedeutung.

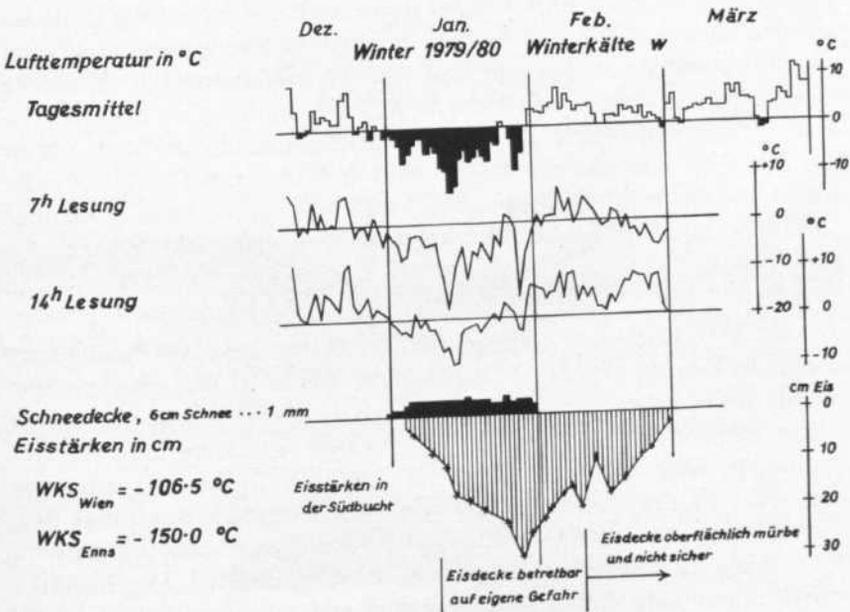
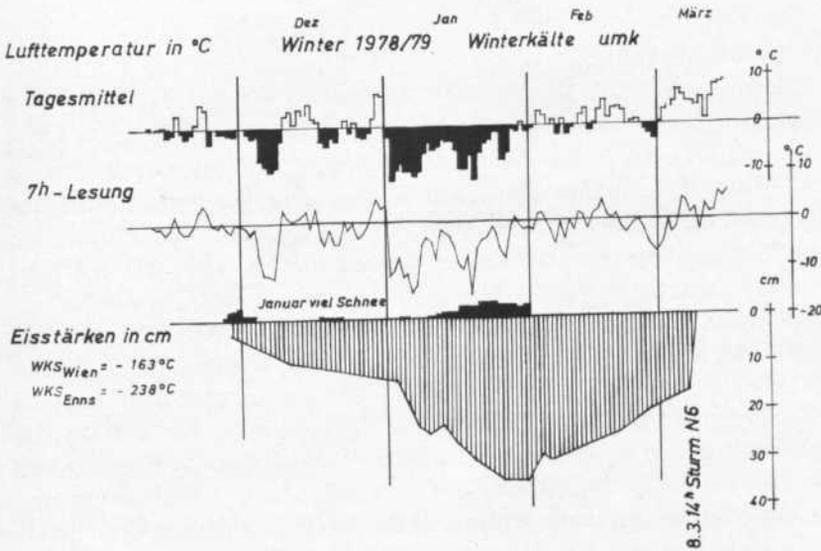
Die Winter des Donautales waren naturgemäß Klimaschwankungen (siehe Abb. 1, 2) unterworfen. Seit über 200 Jahren liegen meteorologische Aufzeichnungen vor. Danach waren die Winter vom Ende des 18. Jahrhunderts bis 1829 mittelkalt, von 1830 bis 1894 vornehmlich kalt und jeder vierte Winter streng. Von 1895 bis 1927/28 gab es keinen strengen Winter, während von 1928/29 bis 1962/63 (34 Perioden) sechs strenge Winter, d. h., jeder sechste Winter war sehr kalt, vorlagen. Von 1970/71 bis heute (1979/80) waren schließlich wiederum alle Winter mild.

Abb. 10/1-10: Der Gang der Temperatur-Tagesmittel und Eisstärken in den Wintern 1970/71 - 1979/80.









2.3.2.3. Der Winter 1979/80

Im Winter 1979/80 war der Jänner kalt (siehe Abb. 10/10) und der mittelstark anfallende Niederschlag fiel ausschließlich als Schnee. Die Eisstärke erreichte Ende Jänner – mit einer Dicke von 30 cm – ihren Maximalmarkt. Als Folge des milden Februars, mit Tageswerten bis zu 9° C (Tauwetter), nahm die Eisstärke rasch und stetig ab. Mit fünf Eislöchern im nördlichen Seebereich, die von der SBL erstmals mit den vom Verfasser vorgeschlagenen Holzbojen (siehe Abb. 11) markiert worden waren, lag in diesem Jahr eine stark reduzierte Zahl vor.

Am westlichen Ufer der Südbucht wurde eine Tafel (siehe Abb. 12) angebracht, die vor dem Betreten der Eisdecke warnte. Am 5. Jänner 1980 brachen an vier Stellen Personen im Eis der östlichen Südbucht ein und wurden durch zwei Polizisten in Zivil gerettet. Im Bereich der Einbruchstellen war die Eisdecke durch Wechselfrost, Schneefälle und eine zweischichtige Ausbildung – 4 cm starke, harte Unterschicht und eine 4 cm starke, aus einer firnigen, verkrusteten Schneelage bestehende Oberschicht – ohne Verbundwirkung. Die Qualität der Eisdecke verbesserte sich allerdings infolge Frosteinwirkung bereits am nächsten Tag entscheidend.

Abb. 13 und Abb. 14 belegen die Auflösungserscheinungen der Eisdecke im Februar. Abb. 15 zeigt das schnelle Auftauen der Eisdecke an den Uferändern durch die ständige Grundwassereinsickerung (+ 10° C) und Frostmilderung und Abb. 16 den Zustand der Eisdecke ca. eine Woche vor Eisfreiheit. Zu diesem Zeitpunkt betrug die Eisstärke noch etwa 15 cm; während die untere Eisschicht noch hart blieb, waren die obersten 5 cm bereits mürbe und feucht bis naß, weshalb die Eisdecke nicht mehr gefahrlos zu betreten war. Am 20. und 27. Jänner 1980 (Sonntage) lag die Besucherfrequenz bei jeweils 7000 Personen.

2.3.2.4. Der Eisbildungsprozeß

Im Herbst kühlt der See oberflächlich ab und diese Abkühlung setzt sich in die Tiefe fort (Abb. 17). Im November liegt die Wassertemperatur oberflächlich nahe dem Nullpunkt und die 7-Uhr-Lufttemperaturen liegen häufiger unter Null als die Tagesmittel; nach drei bis vier Frosttagen und ruhigem Seespiegel setzt die Eisbildung ein. Die abgeschlosseneren Südbucht ist weniger windbewegt als der übrige See, weshalb diese früher zufriert. Allmählich folgt die Ostbucht und wird ab einer Eisstärke von 10 cm von den Eisschützen benützt. Die Eisstärke nimmt mit anhaltender Frostdauer schnell zu.



Abb. 11: Eislöcher mit Markierungsbojen.



Abb. 12: Abschnittsmarkierung, Warnschild und Rettungsgeräte.



Abb. 13: See mit angeschmolzener Eisdecke; noch liegt kein offenes Wasser vor.

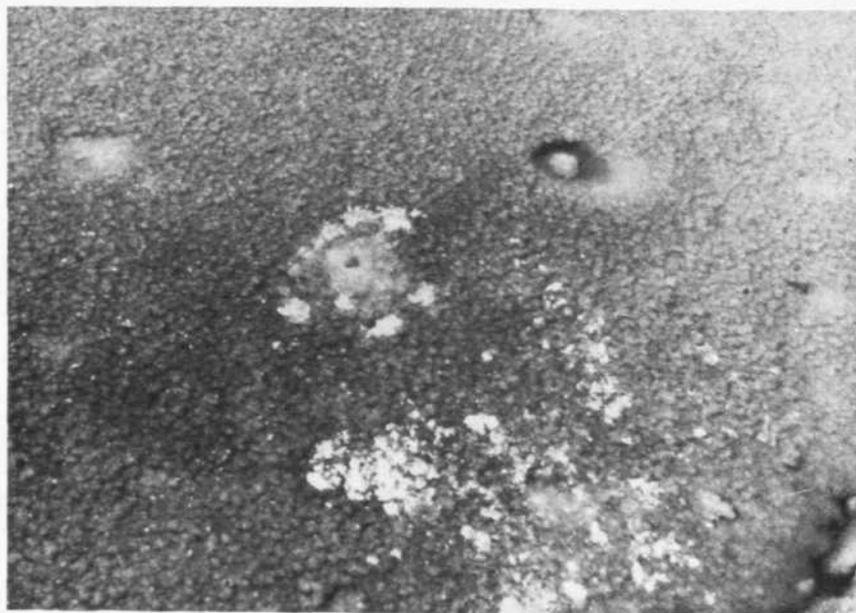


Abb. 14: Das Eis schmilzt in Tauwetterperioden oberflächlich an; Gegenstände aller Art „wandern“ durch das Eis.



Abb. 15: Eisfreie Uferstreifen bilden sich im Bereich warmer Grundwasseraustritte.



Abb. 16: Das in Auflösung begriffene Eis bildet offene Rinnen und der See ist innerhalb von 2 Tagen eisfrei.

Kurze Wärmeperioden können dem Eis wenig anhaben, da die Albedo (Rückstrahlung des weißen Eises) mit (dem Faktor) 0,8 bis 0,9 im Vergleich zum offenen Wasser (0,25) sehr groß ist. An wärmeren Tagen mit Sonnenschein wird das Eis an der Oberfläche bis in eine Tiefe von 2 bis 3 cm aufgeweicht. Bei auf dem Eis liegendem Schnee und Lufterwärmung schmilzt der Schnee an und Wasser sammelt sich allmählich auf dem Eis. Nach Abkühlung in der Nacht und bei Morgenfrost ist die Eisdecke wieder fest gefroren. Während einer Kälteperiode zeigt das tiefer gelegene harte Eis Minusgrade (-1°C bis -2°C) an. Albedo und Nachtfroste bewirken, daß die Eisdecke monatelang erhalten bleibt.

Die Donau (siehe Abb. 3) hingegen steht unter dem Einfluß des fließenden Wassers. Tauwetter bewirkt eine schnelle Erwärmung des Wassers, weil die unzähligen Quellaustritte in den Einzugsgebieten der Donauzubringer (Quelltemperatur beim Austritt an der Oberfläche $+10^{\circ}\text{C}$ bis $+12^{\circ}\text{C}$) nicht mehr auf 0°C abkühlen und damit zur Erwärmung der Bäche und Flüsse (an der Traun bei Ebelsberg vom Verfasser gemessen) bis zum Strom beitragen. Die Eisdecken in den Stauräumen werden vom Oberlauf her in drei bis vier Tagen abgeschmolzen und die Eisfreiheit der Donau nimmt, je nach Wasserführung, Fließgeschwindigkeit und Wärmeverbrauch beim Schmelzen, um 50 bis 70 km/Tag zu.

Das Eis des Pichlinger Sees ist hingegen viel beständiger, weil es von der Globalstrahlung nur wenig Wärme aufnehmen kann und dem See nur geringe Wärmemengen über das Grundwasser zugeführt werden. Diese Verhältnisse gelten für alle stehenden oder sehr langsam fließenden Gewässer, wie z. B. für die gegen das Grundwasser abisolierten Donauhäfen.

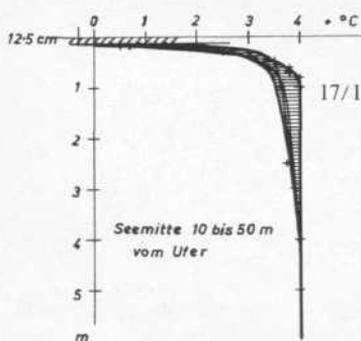
2.3.2.5. Die Wassertemperaturen

Der Verfasser hat im Zuge der Bohrungen fallweise auch die Wassertemperaturen unter dem Eis in verschiedenen Tiefen gemessen. Die Ergebnisse liegen in der Abb. 17/1–14 vor. Im Winter kühlt der See aus. Da er vom Grundwasser durchflossen und gegen den Schlier abisoliert wird, zeigt das Seewasser in dieser Zeit Temperaturen – von oben nach unten – von 0°C bis $+4^{\circ}\text{C}$ (Wasser ist bei $+4^{\circ}\text{C}$ am schwersten) an. Die Messungen des Jahres 1978 zeigen in einigen Profilen Tiefentemperaturen von sogar $+5^{\circ}\text{C}$ und 6°C . Dieser Umstand kann nur so gedeutet werden, daß die Schlierschicht im Unter-

grund etwas undicht (Abb. 15) ist und stellenweise im Bereich der Uferpartien 11/12, etwa 50 m vom Ufer entfernt, spurenhaf Grundwasser eindringt. Dieses ist leichter, wird hochgedrückt und schlägt sich im wellenförmigen Verlauf der Temperaturkurven nieder. Bei strengem Frost und bestehender Eisdecke kühlt das Seewasser von oben her über die Eisdecke weiter ab. Daraus resultiert z. B. ein rascher Abfall der Temperaturkurven des Wassers unter dem Eis, wie dies die Messungen des Jahres 1976 (Abb. 17/1–4) verdeutlichen.

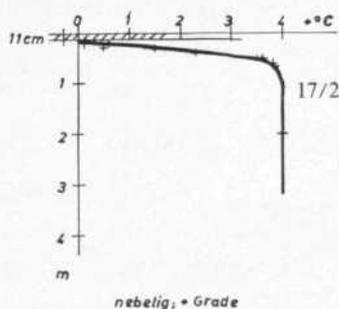
Abb. 17/1–14: Einige Eisstärken- und Wassertemperaturmessungen am Pichlinger See in den Jahren 1976, 1977 und 1978.

4 Bohrungen und Messungen vom 3. 2. 1976

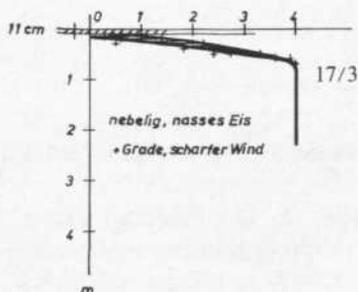


Wolkenlos, Lufttemperatur 7h -2°C

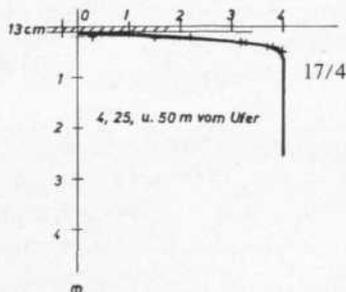
2 Boh. u. Mes. vom 4. 2. 1976

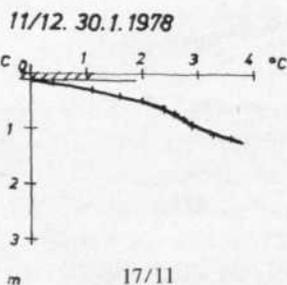
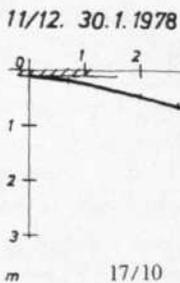
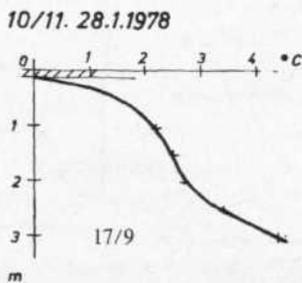
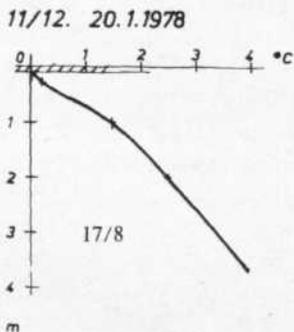
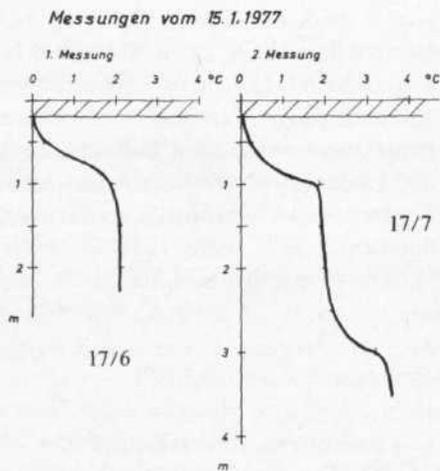
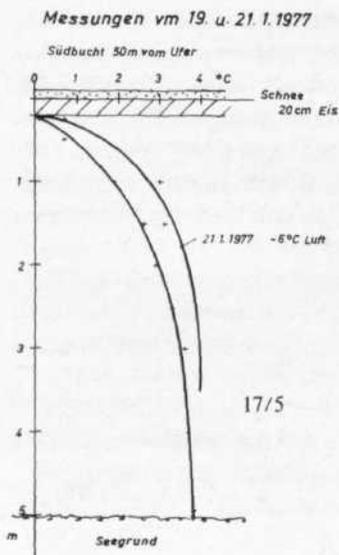


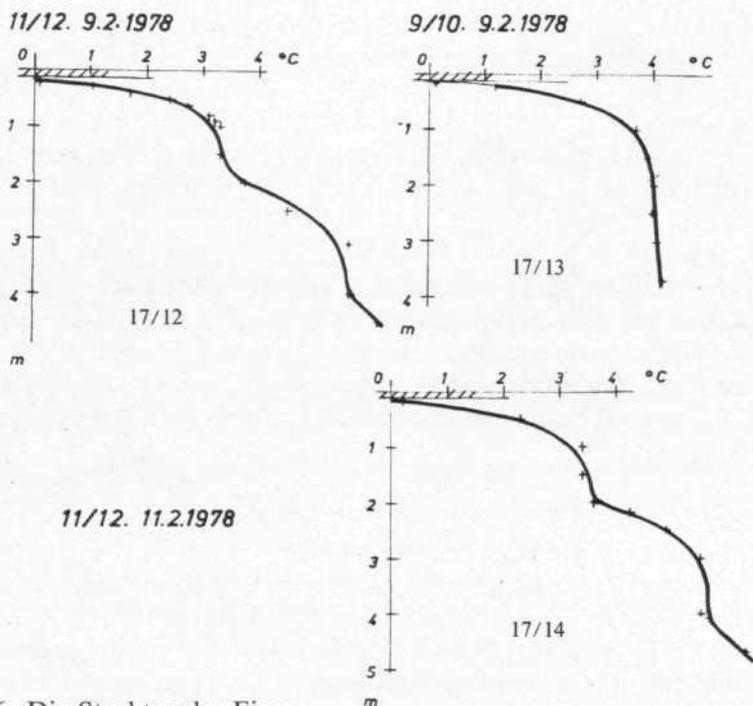
2 Boh. u. Mes. vom 6. 2. 1976



3 Boh. u. Mes. vom 9. 2. 1976







2.3.2.6. Die Struktur des Eises

Bei einer Eisstärke von 6 bis 10 cm ist das Eis glasklar. Man sieht den Seegrund wie durch ein Vergrößerungsglas. Das wäre jene Zeit, in der die Seegrundverhältnisse umfassend kontrolliert werden könnten. Der Bodengrund besteht hauptsächlich aus einer Kiesabdeckung, der eine dünne Schicht Schlamm aufliegt. Auf dem Grund liegen die unterschiedlichsten Gegenstände, wie Schaufeln, Kreuzhacken, Flaschen, Zigarettenschachteln, Pappenteller etc. Denn das Eis hat die Eigenschaft, feste Gegenstände allmählich zu „verschlucken“. Durch Einstrahlung erwärmen sich die Objekte (siehe Abb. 13) und schmelzen das Eis darunter an; durch das Eigengewicht sinken diese ein und wandern langsam durch das Eis. Es besteht daher die Gefahr, daß sich langfristig auf dem Seegrund – etwa in der Südbucht – eine Mülldeponie bildet. Entsprechende Aufklärungsmaßnahmen wären vorzunehmen.

Nach Schneefällen bildet sich auf dem Eis eine weiße, bis zu 20 cm starke Schneedecke. Durch das Begehen entstehen Schrittspuren, die besonders strahlungsaufnahmefähig sind. Im Gefolge von Tauwetter bzw. der stärkeren Erwärmung zur Mittagszeit schmilzt der Schnee

allmählich und es kommt zur Ausbildung von Schneematsch und in der Folge steht Wasser auf dem See. Durch den Nachtfrost friert alles wiederum kompakt zusammen. Dieser Vorgang wiederholt sich periodisch während ca. zweier Monate. Das Untereis wird davon allerdings nicht betroffen und bleibt klar und fest. Durch den Einschluß von Luftbläschen bildet sich hingegen eine undurchsichtige, milchige Ober-eisschicht.

Das Eis wird vom Ufer her angeschmolzen, teils infolge der stärkeren Luftwärme über dem Ufer, teils als Resultat des vom Ufer her – an manchen Stellen weniger, an anderen stärker (z. B. Kinderbad) – einsickernden Grundwassers. Zwischen Ufer und Eis bildet sich in der Folge eine schmale offene Wasserfläche (siehe Abb. 16). Das Eis wird an den Rändern allmählich mürbe und ist schließlich nicht mehr gefahrlos zu betreten.

2.3.2.7. Löcher im Eis

Im Bereich der Markierungsstangen Nr. 1–2 (N-Ufer), 9–10 und 12–13 treten jedes Jahr bei Eisständen zu Beginn des Winters 10–12 Löcher (Abb. 18) im Eis auf; diese sind kreisrund, haben einen Durchmesser zwischen 1,0 bis 1,5 Metern, verkleinern sich nach starken Frösten und frieren auch zu. Aufsteigende Gasperlen verhindern allerdings ein sofortiges Zufrieren. Bisher wurden die Löcher von der SBL notdürftig mit Holzstangen und Drahtverspannungen markiert. Diese wurden allerdings von Besuchern vielfach beschädigt und sogar herausgerissen. Der Verfasser schlug stattdessen den Einsatz einer in Abb. 19 dargestellten Markierung in Form einer Holzboje vor. Die im Wasser auf einem Holzfuß schwimmende Boje kann ohne weiteres einfrieren und wird nach dem Abschmelzen des Eises wieder entfernt. Im Winter ist während der Perioden mit Eisbedeckung täglich eine amtliche Aufsicht notwendig. Jeden Freitag sollten bei Eisbedeckung Messungen der Eisstärke in den Zonen A–D (siehe Abb. 7) vorgenommen, protokolliert und die Ergebnisse an einer Tafel bekanntgegeben werden.

2.3.2.8. Das „Heulen“ des Eises

Nach dem Zufrieren des Sees Anfang Dezember beginnen die Eisschützen ab Eisstärken von 6 cm in der Südbucht mit dem Eisstockschießen. Diese stehen partienweise in Gruppen zusammen. Das Eis bricht und zeigt u. a. große Sprünge von einem Ufer zum anderen. Die Eisplatten haben, je nach Beanspruchung, Größen zwischen etwa 10 und

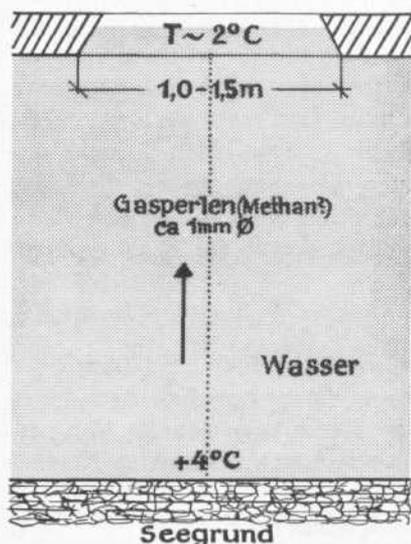


Abb. 18: Die Bildung von „Eislöchern“.

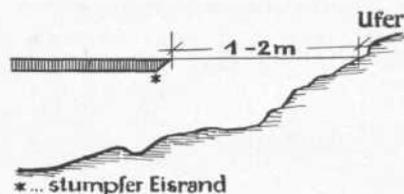


Abb. 20: Die Struktur des Eises.

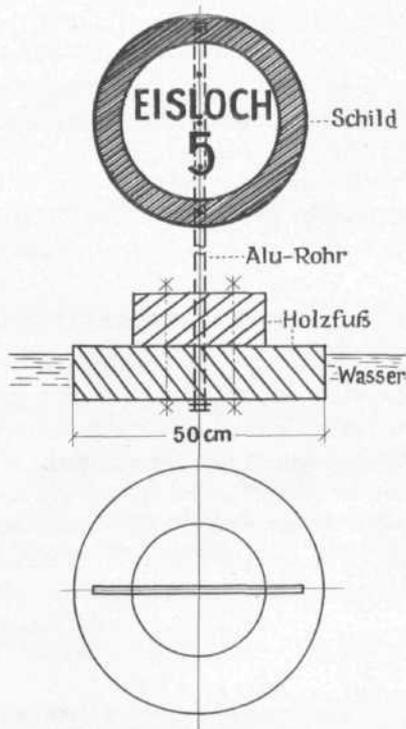


Abb. 19: Modell einer vom Verfasser entwickelten Schwimmboje zur Absicherung der Eislöcher.

50 Quadratmeter. Die Sprünge sind kantig, leicht geschwungen und kreuzen sich vielfach. Bei starker Besucherfrequenz zu Beginn der Eisbildung entstehen auf den Eisflächen Sprünge. Sie sind in diesen Jahren früher Nutzung zahlreicher, engmaschiger und verschwinden auch während der gesamten Eisperiode nicht mehr. Offene Wasserlöcher als Folge der Brüche entstehen allerdings keine. Der Verfasser hat bei seinen insgesamt 120 Winter-Seebesuchen keine „Eingebrochenen“ gesehen.

In den Stauräumen der Donaukraftwerke kam es selten, aber doch während der Bauzeit zu Einbrüchen. Es bestand daher ein Verbot, das Eis zu betreten. Im Zuge der zahlreichen Begehungen der Donaustauräume während der letzten 20 Jahre wurden die Eisstärken und Wassertemperaturen gemessen. Die Wassertemperatur hatte immer 0° C. Bloß in Ausnahmefällen, etwa dort, wo kleine Gerinne einmünden,

hatten die unter dem Eis durchziehenden Wasserfahnen lokal einige Plus-Zehntelgrade; und dies waren die Stellen mit Einbruchgefahr.

In der ersten Periode nach der Eisbildung, wenn eine starke Begehung und sportliche Nutzung stattfindet, hört man von Zeit zu Zeit „heulende“ Töne in Wellen über das Eis ziehen. Nach Ansicht des Verfassers hängt dies mit den auftretenden Schwingungen des Eises, das sich unter der wechselnden Belastung hebt und senkt, zusammen, denn das „Heulen“ hört auf, wenn das Eis Stärken von 15 bis 20 cm erreicht.

2.3.2.9. Das Abschmelzen des Eises

Nach den Beobachtungen des Verfassers beginnt im Jänner oder Februar das Abschmelzen des Eises vom Wasser her. Erst nach einer wesentlichen Zunahme der Lufttemperatur und Aussetzen der Morgenfröste beginnt das Abschmelzen des Eises auch von oben. Abb. 20 zeigt die vertikale Stäbchenstruktur des Eises bei einer Stärke von 10 cm, wobei keine Tragfähigkeit mehr vorliegt. Kommt noch Wind (NW 3–4) hinzu – im Uferbereich besteht bereits ein 1 bis 2 m breiter offener Wasserstreifen (siehe Abb. 16) – ist der See in wenigen Stunden eisfrei.

3. ZUSAMMENFASSUNG

Die Eisverhältnisse des Pichlinger Sees, eines durch Schotterentnahme 1938 entstandenen Grundwassersees im Südosten der Stadt Linz, dem sowohl die Funktion eines Bade- als auch Eissportdorados der Linzer Bevölkerung zukommt, wurden im Zeitraum 1970/71 bis 1980/81 vor dem Hintergrund meteorologischer und hydrologischer Daten untersucht.

Der Prozeß der Eisbildung, die Entwicklung der Eisstärken, die Vereisungsdauer, die Abschmelzvorgänge und einige Eisphänomene, wie Eislöcher und „Eisheulen“ wurden beobachtet, analysiert und interpretiert. Damit liegt nunmehr ein ökologisch relevantes Datenmaterial zur Beurteilung der hydrologischen Reaktionen von Grundwasserseen vor. Zur exakteren Beurteilung der spezifischen Vereisungs- und Enteisungsreaktionen des Pichlinger Sees wurden zum Vergleich die Eisverhältnisse im bayerisch-österreichischen Donautal herangezogen.

Die Bedeutung der durch die Errichtung des Donaukraftwerkes Abwinden-Asten resultierenden Auswirkungen (z. B. Wasserspiegel-

schwankungen) auf dem Wasserhaushalt des Pichlinger Sees wurde speziell erfaßt und diskutiert.

Als praktisches Resultat sind Vorschläge anzusehen, die, auf der Grundlage der nunmehr vorliegenden Kenntnisse der spezifischen Eisverhältnisse, die sichere Ausübung des Eissportes gewährleisten sollen.

LITERATUR

- FLOHN, H., 1978: Die Zukunft unseres Klimas: Fakten und Probleme. *Promet.* 8, H. 2/3, S. 1 – 21.
- JUNGE, C., 1978: Die Kohlendioxidzunahme und ihre mögliche Klimaauswirkung. *Promet.* 8, H. 2/3, S. 21 – 31.
- KRETSCHMER, O., 1972: Über die Eisverhältnisse der Donau nach Errichtung der österreichischen Donaukraftwerke ab 1956. Nicht veröffentlichte Studie i. A. d. Hydrographischen Zentralbüros, Wien.
- KRETSCHMER, O., 1974: Über die Winterkälte im bayerisch-österreichischen Donautal. *Wetter und Leben.* 26, S. 205 – 220.
- KRETSCHMER, O., 1975: Über Extremwerte von Winterkältesummen und Winterkälteperioden im bayerisch-österreichischen Donautal. *Wetter und Leben.* 27, S. 240 – 243.
- KRETSCHMER, O., 1980: Die Eisverhältnisse am Pichlinger See im Winter 1979/80. *ÖKO-L.* 2, H. 3, S. 13 – 16.
- WILLIAMS, J. (Hrsg.), 1978: Carbon Dioxide, climate and society. *IIASA Proceedings Series Environment*, Vol. 1, Pergamon Press, Oxford.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Naturkundliches Jahrbuch der Stadt Linz \(Linz\)](#)

Jahr/Year: 1980

Band/Volume: [26](#)

Autor(en)/Author(s): Kretschmer Otto

Artikel/Article: [DIE EISVERHÄLTNISSE DES PICHLINGER SEES IM ZEITRAUM 1970/71 - 1979/80 217-249](#)