

Hubert Nagl

Das Wasserpotential Österreichs, seine Reserven und möglichen Nutzungsmengen im Hinblick auf die Reliefabhängigkeit, die Naturraumpotential-Nutzungskonkurrenzen und die Auswirkung der Klimaänderung

1. Vorwort

Österreich gehört in Bezug auf seine Größe und Einwohnerzahl zu den wasserreichsten Ländern der Erde. Dennoch gibt es innerhalb des Landes enorme Unterschiede, wobei gerade Naturraumpotential und Potentialnutzung oft im krassen Gegensatz stehen. Dies geht prinzipiell auf zwei klimageographische Eigenschaften zurück: Erstens den Übergang vom atlantisch zum kontinental beeinflussten Klima und zweitens auf die Reliefdifferenzierung. Die erstgenannten Klimaeinflüsse führen zu relativ hohen Niederschlägen im Westen (ausgenommen den inneralpinen Trockengebieten wie Oberinntal, Kaunertal, Ötztal usw.), die letzteren, pannonischen, zu oft auffällig trockenen Gebieten (unteres Kamptal) mit nur +/- 400mm Jahresniederschlag und zusätzlich langen Trockenperioden. Schließlich kommt dazu, dass trockene Gebiete immer trockener, feuchte - vor allem in den alpinen Stauregenzonen im Norden und Süden - immer feuchter werden, was auch eine Folge der Klimaänderung ist, worauf später kurz Bezug genommen werden wird. Dazu kommt noch, dass die ohnehin geringeren Niederschläge in kurzen Starkregen-Ereignissen fallen, die durch längere Trockenperioden getrennt werden, und damit hydrologisch und ökologisch äußerst ungünstig sind.

Das Wasser als natürlicher Wirkungskomplex ist für alle Vorgänge auf der Erde entscheidend. So werden von der Gesteinsbildung an (Salz-, Gipslagerstätten) über die Morphologie der Erdoberfläche (Relief: Flächenbildung in tropischen Klimazonen, Talbildung in gemäßigten und Gletscher und glaziale Formen in Polargebieten und Hochgebirgen) bis zu allen Lebensformen (Pflanzen, Tiere, z.T. auch Mensch über die Nutzungsmöglichkeiten und schließlich zu den Wirtschaftskomplexen (Land- und Forstwirtschaft, Industrie, Besiedlung usw.) alles direkt oder indirekt (über das Klima) durch das Wasser bestimmt.

Die vorliegende Situation kann nun durch sandige Böden noch weiter verschärft werden, so z.B. auf den Flugsandgebieten mit Paratschernosem (Gänsersdorfer Flur, Parndorfer Platte...) oder über Granit mit grusigen sauren Braunerden (ob. Waldviertel, Teile des Mühlviertels), weil die geringeren Tagesniederschläge - soweit sie nicht ohnehin gleich verdunsten - rasch versickern. Damit dies aber auch geschehen kann, besitzt es eine Reihe von Anomalien, welche die dafür notwendigen Vorgänge ermöglichen.

Nur um die wichtigsten zu nennen: Wasser ist die einzige natürliche anorganische Flüssigkeit (außer Quecksilber, welches im globalen Flüssigkeitshaushalt keine Rolle spielt). Weiters ist Wasser als einzige Verbindung der Erde in allen Aggregatzuständen vorhanden (Eis, Wasser, Wasserdampf). Dazu ist es die einzige nicht zusammendrückbare Verbindung, obwohl es so beweglich ist: Eisen, Stahl, Beton... alles ist zusammenpressbar, Wasser nicht - daher auch die Nutzung bei hydraulischen Pressen oder Hebungen. Es besitzt eine hohe Persistenz: Es kann fast alles auflösen und zerstören, selbst ist es aber nur bei enormer Energiezufuhr zerlegbar. Nicht zuletzt müsste es nach seiner Zusammensetzung bei -100°C frieren (nicht bei 0°C) und bei -91° kochen (nicht bei $+100^{\circ}$) - nur dadurch ist überhaupt Leben möglich. Allgemein bekannt ist seine Dichteanomalie, die bei $+4^{\circ}\text{C}$ seinen höchsten Wert erreicht: Als Folge ist Eis leichter und schwimmt, sonst würden im Laufe der Jahrtausende alle Seen und weite Teile der Meere zu festen Eisblöcken geworden sein und es würde weithin keine Flüsse geben. Alles Leben ist jedoch im Wasser, vor allem im Meer, entstanden. Dazu hat das normale Regenwasser einen pH-Wert von 5,6 (und nicht 7 = neutral), ist also durch den CO_2 - Gehalt der Atmosphäre leicht sauer; wieder eine Voraussetzung für Bodenbildung und Verkarstung (man denke an die wirtschaftliche Bedeutung der Karstriesenquellen).

Wasser spielt in allen Religionen und Kulturen eine große Rolle; Hochkulturen sind immer bei künstlicher Bewässerung entstanden (Mesopotamien, Ägypten, Peru/Inkas u.v.a.). Die Sintflut kommt in Erzählungen und Niederschriften der ganzen Welt vor. Zuletzt hat A. Tollmann, der große Geologe, 1992 seine Theorie über den Kometen-Impakt publiziert und mit unzähligen Datierungsmethoden weltweit untermauert (9556 vor heute) - bei allen Fehlerquellen bezüglich der Zeit eine seriöse Arbeit. Die Taufe der Christen, das rituelle Bad der Moslems oder Hindu, die Worte auch der griechischen Naturphilosophen (Thales von Milet, 7 Jh.v.Chr.: „Alles Leben kommt aus dem Wasser“ oder Heraklit, um 500 vor. Chr., mit seinem berühmten „panta rei - alles fließt“) sind Hinweise auf die Bedeutung, die Wasser

immer hatte. Und was geschieht vielerorts in der Welt heute damit?! Heute gibt es im Vorderen Orient bereits Kriege um Wasser und sie werden zunehmen.

Dazu kommen zwei grundsätzliche Fragen, die das **Naturraum- und Nutzungspotential** betreffen: Die **Quantität und die Qualität**. Darüber soll nun ein Bericht bezüglich Österreich vorgelegt werden, der auf jahrzehnter langen eigener Forschung aufgebaut ist, wobei die Ereignisse von vielen öffentlichen Stellen anerkannt und die Daten übernommen worden sind. Ein kurzer globaler Überblick der Süßwasserreserven, um die Bedeutung mancher Rücklagen, die auch für Österreich von Bedeutung sind, aufzuzeigen

Tabelle 1: Wasservorkommen auf der Erde

(Zahlen nach Autor verschieden, da sie weitgehend nur auf Hochrechnungen beruhen):

Bereich	Menge km ³	% der Gesamt- vorkommen.	% der Süßwasser- vorkommen	Erneuerungsrate in Jahren (a) od. Tagen (d)
<u>Erde</u>	1.454 Mrd..	100	-	ca. 3.430 a
<u>Meer</u>	1.348 Mrd.	<u>97,4</u>	-	ca. 3.300 a
<u>Süßwasser</u>	36 Mill.	<u>2,6</u>	100	verschieden
davon:				
Eis	27, 8	2,01	<u>85</u>	9600 a ¹⁾
Grundwasser	8,0 Mill.	0,56	<u>14,5</u>	330 a ²⁾
Seen	155.000	0,011	0,4	8 a ³⁾
Bodenfeuchte	89.000	0,006	0,2	1,0 d ⁴⁾
Flüsse	1.200	0,0001	0,003	12,5 d ⁵⁾
Atmosphäre	13.000	0,001	0,04	10,8 d ⁶⁾

1) Antarktis, Grönland, alpine Gletscher 500 - 2.500 Jahre (keine Eiszeit-Reste !)

2) Weltmittel, in Wirklichkeit sehr verschieden (1 - 20.000 Jahre, Österr. 1-60 Jahre, ausgenommen Seewinkel, da auch fossiles Wasser bis 30.000 Jahre alt)

3) ebenfalls stark schwankend (Österreich einige Tage bis mehrere Jahre)

4) im allgemein in den oberflächennahen Schichten kurz, in tieferen mehrere Wochen)

5) Man beachte den geringen Anteil trotz der Riesenflüsse (Amazonas z.B. Durchfluss 140.000 - über 250.000 m³/sek.)

6) damit wird der Wasserdampf- und Tröpfchengehalt (Wolken) 34 mal/Jahr ausgetauscht

Das bewegliche Oberflächenwasser der Erde macht daher nur etwas über 0,6 % des gesamten Süßwassers aus, wobei weltweit nur 1/1000 davon nutzbar ist. Wie gut es dagegen in Österreich aussieht, erfahren Sie aus den nächsten Daten.

2. Zur Wasserbilanz Österreichs

Die österreichische Wasserbilanz weicht deutlich positiv vom Weltmittel und dem der europäischen Länder ab. Dies gilt sowohl für den *input* (Niederschlag) als auch für die Rücklagen. Dazu kommt ein nicht unbedeutender Zufluss aus dem Ausland (Donau, Inn, Drau) und vor allem die immer noch günstigen periodischen Rücklagen in Form von Schnee, dessen Schmelzen gerade im Frühling und (Früh-) Sommer Flüsse, Stauseen und Grundwasserkörper füllt. Dazu kommt die Gletscherschmelze, die im bei heißen Sommern (wie 2003) bis über 100 Mill. m³ Eis (= ca. 90 Mill. m³ Wasser) betragen kann; die Donau bei Wien führt dann 30 % (!) Gletscher-Schmelzwasser, unerlässlich für Energiewirtschaft und Schifffahrt.

Betrachtet man die Wasserbilanzformel, so kommt, wie angedeutet, für Österreich ein äußerst positives Ergebnis heraus; Ein Vergleich soll das erhellen (alles in mm Gebietsfläche von Österreich bzw. Festland der Erde):

Tabelle 2: Wasserbilanz Österreichs und des globalen Festlandes (in mm Gebietsfläche)

<u>(E+T)³⁾</u>	<u>Niederschlag</u>	=	<u>Abfluss (o+u)¹⁾</u>	+	<u>(R-B)²⁾</u>	=	<u>Verdunstung</u>
Österreich	1170	=	661 ⁴⁾		0 (470-470) ⁵⁾	+	509 ⁶⁾
Land global	720	=	310 ⁷⁾		0		480

1) o+u = ober- und unterirdischer Abfluss (ca. 95 : 5 %)

2) R-B = Rücklagen (Grundwasser, Bodenfeuchte, Eis, Schnee...) - Verbrauch (v.a. Vegetation, Landwirtschaft, Industrie, Haushalte)

3) E+T = Evaporation od. unproduktive Verdunstung von Wasser, Fels- oder verbauten Oberflächen, T = produktive Verdunstung durch Ertragsaufbau der Pflanzen

4) ohne Durchfluss vom Ausland (ca. 400mm)

5) das sind Rücklagen und deren Verbrauch, mehrjährig ausgeglichen (daher 0), siehe Text

- 6) davon 80 % produktive Verdunstung (Transpiration der Pflanzen) und 20 % unproduktive Verdunstung od. Evaporation v.a. „Versiegelung“ (Straßen, Bebauung usw., siehe 3)
- 7) Landfläche zu ca. 66 % humid (= ausreichend feucht, mit oberird. Abfluss), 43 % arid (zu trocken, Steppen und Wüsten, ohne Abfluss)

Aus diesen Werten geht klar hervor, dass Österreich wassermäßig bevorzugt ist und damit einer übernationalen Wert besitzt.

Bevor nun aber auf Details in Österreich eingegangen wird, noch ein Vergleich mit einigen europäischen Staaten. Dabei ist zu erkennen, dass Österreich weltweit zu den Räumen mit besten und ausreichenden Rücklagen (das sind Reserven) bezüglich Grundwasser und Quellwasser (v.a. Karstwasser) verfügt. Global ist nur Südamerika durch die riesigen Tiefländer im Amazonas- und Parana-Gebiet datenmäßig besser bestellt, aber dort wäre eine Grundwassernutzung das Ende des Regenwalds und damit ein Ende des Klimagleichgewichts der Erde, welches durch die katastrophalen Rodungen ohnehin bereits stark gestört wird. Selbst die benachbarte Schweiz mit den Westalpen hat Nachteile: Ungünstigere Alpenvorland-Anteile, mehr Trockengebiete, höhere, steilere und damit auch mehr niederschlagszurückhaltende Hochzonen (über 3500m-4500m) sowie mehr oberirdischen Abfluss von Hängen.

Die folgende Tabelle bieten einen Vergleich in kleiner Auswahl, um die Relationen ableiten zu können.

Tabelle 3: Vergleich Wasserangebot, Wassernutzung und Wasserreserven

Staat	mittl. Jahresniederschlag Gebietsmittel mm - km ³ /a	mittl. Abfluss (ohne Durchfluss) Gebietsmittel	Abflussfaktor in % Anteil des A.am N. ¹⁾
Österreich	1170 - 90	661	55
Deutschland	702 - 265	228	35
Griechenland	650 - 86	150	24

Wassernutzung

Staat	Grundwasser	Quell-u.Karstw.	Oberflächenw.
Österreich	47 %	52 %	1 %
Großbritannien	34 %	0 %	66 %
Spanien	27 %	2 %	71 %

Österreich kann fast zur Gänze mit Grund-, Karst- und Quellwasser versorgt werden, wobei der Karstwasseranteil meist den Grundwasseranteil übertrifft, obwohl auch dieser überwiegend aus einwandfreien Gebieten stammt! Beispielsweise müssen die Tschechen heute noch teilweise verseuchtes Wasser als Folge der Tschernobyl-Katastrophe trinken, weil die Stauseen, die Trinkwasser liefern, auf Jahrzehnte kontaminiert sind.

Es war notwendig, dass ich einige allgemeine Probleme angesprochen haben, aber nur mit deren Kenntnis kann man die Bedeutung Österreichs als Wasserschloss (ein Begriff, den ich bereits in den 70-er Jahren eingeführt habe und der nun allgemein verwendet wird) in ihrer Bedeutung verstehen. Nun sollen einige Regionalfragen, die Österreich und seine hydrologische Differenzierung betreffen, dargestellt werden.

Abgesehen vom Zufluss (Durchfluss) nach Österreich ist der Niederschlag, seine Möglichkeit ins Grundwasser zu versickern oder als Schnee periodisch oder als Eis langjährig gespeichert zu werden, von erstrangiger Bedeutung. Wie schon zuvor erwähnt, spielt dabei die Rücklage-Fähigkeit die entscheidende Rolle. Wird das Wasser im Boden, im Grundwasser, als Schnee oder Eis über Jahre gespeichert und - im selben Kreislauf - wieder abgegeben, oder nicht. Das ist eben eine Folge von geographischer Lage, Relief, Gestein und Untergrund, Deckschichten (Löß, Lehm, Sand) und vielen anderen topographischen und klimageographischen Faktoren. Aber was nützen Gebietswerte, wenn die regionalen Unterschiede groß und entscheidend sind. Aus Platzgründen möchte ich nach einigen grundsätzlichen Problemen konkrete Beispiel verschiedener Gebiete vorstellen, um dann im Schlussresumée eine Bewertung für Österreich vorzulegen.

3. Die konkrete Situation in Österreich

Wie schon früher betont, hängt die gesamte Wasserbilanz und damit -reserve von den Klimafaktoren ab; vor allem Niederschlag und Abfluss, aber dieser wieder weitgehend von der Lage im Raum und dem Relief. So ist das Klima ohne dem Wissen um die Geomorphologie eines Raumes nicht differenzierbar, sondern nur großräumig nachvollziehbar. Schließlich kann man viele Klimaparameter erfassen, vor allem auch meteorologische Werte, aber das KLIMA ist und bleibt eine Interpretation dieser Werte. Was ist ein gutes Klima? Für wen bzw. wofür? Eine sonnenscheinreiche Trockenperiode ist ein Plus für den Fremdenverkehr, aber umgekehrt ein Minus für die Landwirtschaft, die in 2000m Seehöhe (z.B. Vent) noch künstlich bewässern muss. Es gibt daher kein „gutes oder schlechtes“ Klima, sondern jeweils nur für eine Gesellschaftsgruppe ein gutes, für eine andere ein schlechtes (= oft eine Konkurrenz der Naturraumpotentiale); jedes bringt dem einen einen erwünschten Nutzen bei Schädigung eines anderen. Dasselbe gilt natürlich bereits für die Witterung.

Wie schon erwähnt, ist die Niederschlagsmenge und -verteilung in Österreich sehr unterschiedlich. Das drückt sich auch in den Trockenperioden aus, die bei der allgemein üblichen Verwendung von Monatssummen und -mittel völlig untergehen. So sind Trockenperioden von mindestens 10 Tagen Dauer (wichtig für die Grundwassererneuerung) selbst bei 10-jährigen Mittel anders verteilt, als oft angenommen wird. So treten sie beispielsweise pro Jahr in Lunz am See (615m) 3,5 mal, in St. Pölten (272m) 3,7 mal, in Wien-Hohe Warte (212m) 4,4 mal pro Jahr auf, aber in Zwettl-Edelhof (575m) schon 6,0 mal und in Ottenschlag (840m) sogar 8,1 mal auf. Damit sind diese hydrologisch und ökologisch ungünstigen Zeitabschnitte im zentralen Waldviertel trotz der Seehöhe (über 800m) fast doppelt so häufig als in Wien, das bereits im Einfluss des pannonischen Klimas liegt. Die Kontinentalität nimmt daher auf den Hochflächen deutlich zu. Dies zeigt sich - nebenbei erwähnt - auch bei den Temperaturschwankungen: Die August-Tagestemperaturen liegen in Wien-Hohe Warte (212m) um 7 Uhr und 14 Uhr bei 11 bzw. 21° C, in Zwettl-Stift (511m), das aufgrund der Tallage ohnehin sehr ungünstige Werte aufweist, bei 6 und 22 (es sei auch festgestellt, dass der immer wiederkehrende Begriff „das rauhe“ Waldviertel klimatologisch nicht gerechtfertigt ist, da nur die Nächte kühler (bioklimatisch optimal, man denke an die zahlreichen Heilstätten), die Tage aber oft wärmer und sonnenscheinreicher sind als die in viel tiefer gelegenen Flachländern. Diese lage-, relief- und höhenbedingte Differenzierung äußert sich auch in den Abflussfaktoren (Abflussbeiwerten), also im Anteil des oberirdischen Abflusses am Niederschlag. Es ist natürlich klar zu erkennen, wie die Temperatur und die

Vegetation (natürliche, Wald, aber auch Kulturpflanzen) diesen über die Transpiration bestimmen. Dieser Wert ist jedoch zugleich ein klarer Hinweis auf Wasserüberschussbereiche, die sich jedoch nicht immer auf die Rücklagen auswirken müssen (z.B. steile Talhänge, Felszonen usw.). Dazu **Tabelle 4**.

Tabelle 4: Abflussfaktoren (Auswahl):

<u>Flussgebiet</u>	Seehöhe m	Niederschlag mm <u>Gebietsmittel</u>	Abfluss mm <u>Gebietsmittel</u> ¹⁾	Abflussfaktor	
				in	%
Ill (Vbg)	1540	1645	1448		88
Enns	1130	1554	1089		70 ²⁾
Kamp	595	705	204		29
Schwarza-Leitha	450	856	147		17 ³⁾
Donau bis Wien	1420 ⁴⁾	1072	596		56

- 1) Gebietsmittel ist das Mittel aller Messstellen bzw. Hochrechnungen im Einzugsgebiet eines Flusses bis zur Mündung bzw. den letzten Pegel in Österreich
- 2) Tatsächlich abschnittsweise sehr verschieden: Auf der Seite der Niederen Tauern um 70-90 %, in der Ramsau am Fuße des Dachsteins nur 20 %
- 3) Die Schwarza im Verlauf des Höllentals bis Gloggnitz bis 70 %, im Wr.Becken und Burgenland nur bei 2 %

4. Die tatsächlichen Wasserreserven Österreichs

Die Reserven bzw. besser Rücklagen sind nicht mit der nutzbaren Erneuerungsrate zu verwechseln. Die Rücklagen können periodisch sein (Schnee) oder perennierend (Gletscher, Grundwasser, Bodenfeuchte), alle jedoch schwankend und zu einem bestimmten Datum (Messungen, Berechnungen) gültig. So können es nur Richtwerte sein, die sich jährlich bzw. auch jahreszeitlich verändern.

Die am langsamsten veränderlichen Rücklage ist das Gletschereis, auch wenn es in den letzten Jahren, bedingt durch die allgemeine Erwärmung (im Winterhalbjahr in mittleren Höhen +2,5° C seit den 50-er Jahren), einen zunehmend schnelleren Abbau erlebt. Dennoch ist das Eis mit fast einem Drittel der Gesamtrücklagen eine der wichtigsten Wasserreserven, weil es zum Teil auch jährlich erneuert wird. Die Schmelzwässer füllen Stauseen, reichern das Grundwasser an und bieten Möglichkeit der lokalen Bewässerung; nicht zuletzt kann es in Karstgebieten als Trinkwasser genutzt werden (Dachstein, Hochkönig, Rhätikon), falls es

nicht durch den Schitourismus verunreinigt ist. So mussten mehrere Riesenquellen (bis zu 10.000 l/sek) in Hallstatt und Obertraun gesperrt werden, weil sie durch Ölderivate Pistengeräte, Lifte) und Abfälle nicht mehr als Trinkwasser nutzbar geworden waren. Global macht das Eis, wie anfangs beschrieben, 85 % der gesamten Süßwasserreserven aus, sodass sein Schutz wesentlich erscheint, auch wenn es überwiegend nicht unmittelbar - außer in den Alpen u.a. Gebirgen - genutzt wird. Die **Tabelle 5** möge einen kleinen Eindruck in diese Verhältnisse bieten, soweit Daten vorliegen.

Tabelle 5: Eis- und Gletschervorkommen, global und ausschnittsweise

Gebiet	Fläche km ²	Zahl	Volumen Mrd. m ³	max.Tiefe m
Antarktis +Schelfeis	16.330.000			um 4.500
Arktis + Subarktis	2.090.000			bis 2.500
Asien	115.000			bis 1.500
N-Amerika	102.000	1.133		
S-Amerika	26.500			
Europa	8.550			um 750
Island ¹⁾	12.000			bis über 1000
Afrika	11			
Alpen	3.200	4.244		um 750 ²⁾
Österreich	810	900	um 23	300
Ötztaler Alpen:	280	254	16	280
Gepatschferner	17		1,2	200
Mittelbergferner	11		0,8	200
Gurglerferner	9		0,3	190
Diverse von West nach Ost:				
Gefrorene Wand ³⁾	4,1		0,08	65
Obersulzbachkees	4,0		0,4	200
Pasterze	19,0		1,2	290
Hallstätter Gletscher	3,0		0,1	50
Schladminger Gl.	1,0		0,01 ⁴⁾	15

1) davon alle Vatnajökull 8.300 km² (= fast das Doppelte der gesamten Alpengletscher)

2) Aletschgletscher in der Schweiz (am „Concordiaplatz“), Berner Oberland, 26 km Länge

3) Touristischer Name „Hintertuxer Gletscher“ oder früher „Tuxer Gletscher“

4) von 1856-1968 80 % Massenverlust und 60 % Flächenverlust, tw. heute fast Zerfall

Die Pasterze, der größte Gletscher der Ostalpen, hat seit seinem Höchststand 1856 rund die Hälfte seiner Masse verloren, derzeit (die neuesten Werte liegen noch nicht vor) dürfte sie nur mehr knapp über 1Mrd. m³ liegen, immerhin das 1000-fache aller Wiener Wasserspeicher inkl. des Großspeichers in Neusiedl am Steinfeld. Von der Gemeinde Sölden (Ötztal), die mit 468 km² größer als Wien ist, sind immerhin über 140 km² vergletschert.

Auch wenn es immer Gletscherschwankungen gab, seit Ende der letzten Eiszeit (Würm) vor ca. 10.000 Jahren in der Größenordnung wie in den letzten Jahrhunderten, so hat sich das Tempo des Eiszerfalls auf das 10-fache beschleunigt. Begonnen hat es mit der Industrialisierung in Europa, jetzt wird es durch die globale Erwärmung verstärkt. Der Sommer 2003 hat die Eisbildung der letzten 10 Jahre vernichtet. Und da nützen keine Klimakongresse, solange sich nicht die Hauptverschmutzer (USA, China, Entwicklungsländer, sowie Urwaldrodung in Südamerika und Indonesien usw.) eines Besseren besinnen.

Eine weitere wichtige Rücklage findet sich in den über 7000 Seen, wovon die natürlichen auf ca. 18 Mrd. m³ Inhalt, die Stauseen auf mehr als 1,5 Mrd. m³ kommen. Zum Teil ist bereits eine Trinkwassernutzung gegeben (Kaprun), z.T. sind beispielsweise der Fuschlsee für Salzburg, der Attersee für Linz dafür Betracht gezogen worden. Der Bodensee wird bereits von Süddeutschland intensiv genutzt, wobei pro Tag bis 650 Mill. Liter Wasser aus 40m Tiefe für 4 Mill. Einwohner entnommen werden (Wiener Wasserleitungen zusammen ca. 470.000 pro Tag). Die **Tabelle 6** zeigt einige Beispiele von wichtigen Daten auf.

Tabelle 6: Wichtige Werte einiger Seen Österreichs

Natürliche See	Seen Fläche km ²	(alle max./mitt.Tiefe m	Werte Volumen Mill.m ³	gerundet): Wassererneuerung
Bodensee	538	252/100	48.430	4,5 Jahre
Attersee	47	171/ 84	3.945 ¹⁾	7,0 Jahre ²⁾
Traunsee	26	191/ 90	2.302	1,0 Jahr ³⁾
Millstätter See	13	141/ 89	1.177	7,0 Jahre
Wörthersee	19	86/ 42	816	9,5 Jahre ²⁾
Hallstätter See	9	125/ 65	557	0,5 Jahre ³⁾
Neusiedlersee	321/143 ⁴⁾	2/ 1	180-250 ⁵⁾	1,0 Jahr ⁶⁾

- 1) Das entspricht den Siedlungs- und Industrie-Wasserbedarf Österreichs für fast 2 Jahre
- 2) Attersee und Wörthersee haben eine langsame Erneuerungsrate, da sie nur kleine Zuflüsse aufweisen
- 3) Traun- und Hallstättersee haben die kurze Erneuerungszeit durch den Durchfluss der Traun und unterseeische Karstwasserzuflüsse
- 4) nur als Ergänzung, trotz der vorhandenen Gewässergüte nicht als Trinkwasserspeicher notwendig.
- 4) Gesamtfläche/offene Wasserfläche 5) je nach Wasserstand; 0,1 m Wasserspiegelanstieg = +35 Mill. m³ ! 6) gegenüber der früheren Ansicht, der See werde vom Grundwasser gespeist, weiß man heute durch Tritium- (³H) und andere Altersbestimmungsmethoden (siehe später), dass er fast ausschließlich von Regenwasser erhalten wird (daher das 1-jährige Wasser)

Stauseen:

See	Höhe der Sperre	Volumen Mill.m ³	Art d.Sperre
Samerboden/Maltatal	197m	200	Gewichtsbogenmauer
Gepatschspeicher/Kaunertal	150	140	Schüttdamm
Schlegeisspeicher/Zillert.A.	131	127	Gewichtsbogenmauer
Zillergründl/Zillertaler Alpen	186	87	- " -
Mooserboden/Kaprun	112	86	- " -
Wasserfallboden /Kaprun	120	83	- " -
Lündersee/Rhätikon	28 1)	78	einfache Mauer
Ottenstein/Kamp	69	73	Gewichtsbogenmauer

1) um 20 Meter überstauter 120m tiefer (Karst-) Dolinensee, Gesamttiefe 140m

Als Trinkwasserspeicher kommen nur qualitativ beste Gewässer in Frage, das heißt bei den stehenden Gewässern: Oligotrophe, damit nährstoffarme Klarwasserseen. Dies trifft heute nach der Anstrengung der letzten Jahrzehnte (Ringkanalisation, Düngemittel-Einschränkung usw.) fast durchwegs zu.

Aber es haben wegen ihrer Reinheit auch die ca. 3000 kleinen Hochgebirgs- oder Karseen, die ebenfalls eiszeitlicher Entstehung wie auch alle anderen Alpen und Alpenrandseen sind, eine nicht unbedeutende Trinkwassermenge gespeichert. Nur einige Beispiele von mir selbst in den 70-er Jahren vermessenen und ausgeloteten Seen:

Tabelle 7: Ausgewählte Karseen und deren Grunddaten

Gebiet	See	SH m	Fläche ha	max.Tiefe m	Volumen m ³
Schladminger Tauern					
Seewigtal	Obersee	1672	7,18	23,6	509.140
Untertal	Riesachsee	1338	17,09	19,2	1,921.169
Klafferessel	U.Klaffersee	2103	4,66	33,6	817.302
Hohe Tauern:					
Anlauftal	Ob.Höhkarsee	2027	5,13	7,8	178.494

Wenn man bedenkt, dass alleine in den Niederen Tauern einige hundert Karseen liegen, so lässt sich leicht erkennen, dass hier bemerkenswerte Trinkwasservorräte vorhanden sind, welche obendrein durch gute Erneuerungsraten (Zuflüsse, Schneeschmelze) auch gute Nutzungsmöglichkeiten aufweisen.

Damit soll im Weiteren zusammenfassend auf einige Beispiele unserer wichtigsten Wasserversorgungsgrundlagen eingegangen werden, dem Karst- und dem Grundwasser, beide haben Vor- und Nachteile, die eingangs kurz dargestellt werden sollen.

Das Karstwasser (aus wasserlöslichen Kalk- und Dolomitgebirgen, z.T. auch Kalkschottern) ist durch große, relativ leicht fassbare Schüttungsmengen der Quellen gekennzeichnet, wie schon gezeigt, und von gutem Geschmack. Der Nachteil ist seine fehlende natürliche Filtrierung, da es in wenigen Stunden (je nach Einzugsgröße 4-6-10 Stunden) von den Hochflächen (Schneeberg-Rax, Hochschwab, Dachstein, Untersberg usw.) durch die Spalten- und Höhlensysteme fließt. Eine große Schutzzone ist unverzichtbar, um so mehr, als die Herkunft nicht mit den oberirdischen Einzugsgebietsgrenzen zusammenfällt.

Das Grundwasser muss meist mit großem Aufwand (Tiefbrunnen) aus den Schotter- und Sandkörpern gewonnen werden, ist aber meist gut filtriert, da es bei geeigneten Entnahmestellen meist 5-30 Jahre Durchsicker- und Fließdauer aufweist.

5. Die Situation des Grundwasser mit einigen Beispielen

Die Grundwasservorkommen sind in Österreich, wie aber im Wesentlichen auch weltweit, an größere Schotterkörper oder andere Lockersedimente gebunden, wobei eine zunehmende

Feinheit der Ablagerungen eine Verringerung der Menge bei oft steigender Qualität mit sich bringt. Ausgenommen sind hier Wässer aus kalkhaltigen schluff- oder tonhaltigen Feinsedimenten (Ablagerungen), die dadurch langsame Durchsickerungsgeschwindigkeit und oft sehr hohe Härtegrade aufweisen; so kann Sickerwasser in Lößgebieten 3 mal härter (kalkhaltiger) sein als Karstwasser (Wagramgebiet bei 40 Grad dt. Härte, Wiener Karstquellen- = Hochquellenwasser nur +/- 16 Grad).

Bei den großen Flüssen (vor allem der Donau) sind die tiefsten Terrassen nicht der Eiszeit, sondern der Erdgegenwart zuzuordnen. Der tiefere Teil des Marchfelds („Praterterrasse“) wurde in den letzten 8000 Jahren von der Donau aufgeschüttet, die ehemaligen Mäander sind vom Flugzeug aus noch zu erkennen - wie auch bei lokalen Ertragsunterschieden - und zahlreiche Baumstammfunde (Eichen, Pappeln, Ulmen usw.), deren Alter mittels der Radiokarbon-Methode (^{14}C) bestimmt wurde, weisen ein Alter von 8000 am Nordrand über alle Jahrtausende und -hunderte am Südrand römischerzeitliches und mittelalterliches Alter auf.

Es sei die Bemerkung erlaubt, dass das Schlagwort der „Versteppung“ des Marchfelds völliger Unsinn ist. Der westliche, besonders trockene Teil, weist durchwegs „Steppenschwarzerden“ (Tschernoseme) auf, die 6000-8000 Jahre alt sind (die Donauregulierung begann vor etwa 130 Jahren). Es kann ihre Bildung daher nicht auf menschlichen Einfluss zurückgehen. Der östliche Teil war Sumpfgebiet, das alljährlich weitgehend unter Hochwasser lag. (Einige Historiker meinen, dass König Ottokar von Böhmen nach Süden vordringen wollte, ihn aber die Sümpfe „rakuska“ gehindert haben; daher auch der tschechische Namen für Österreich „Rakusko“). Erst durch die Donauregulierung wurde der Grundwasserspiegel soweit abgesenkt, dass die Moore trockenfielen und daraus die wertvollsten Böden überhaupt, die „Feuchtschwarzerden“ entstanden.

Das Marchfeld ist ein offenkundiges Beispiel für den Konflikt von Naturaumpotential-Nutzungen: Zwei Potentiale liegen hier vor, das landwirtschaftliche Ertragspotential und das Wasserpotential. Die große Problematik liegt nun darin, dass ein sinnvoller Ertrag nur mithilfe der künstlichen Bewässerung erreicht werden kann, gleichzeitig aber gräbt man sich im wahrsten Sinn das Wasserpotential mit der Zeit ab. Die Wasserentnahme liegt fast 3x über der Regeneration, da die geringen Niederschläge und die Grundwasserzufuhr von Donau und Weinviertel nicht für die notwendige Erneuerungsrate ausreichen. Es soll aber die günstige Auswirkung des Kraftwerks Freudenaus nicht unerwähnt bleiben, welches eine erhöhte Grundwasserzufuhr im Staubereich ermöglicht.

6. Zusammenfassung

Wie die vorhergehenden Ausführungen gezeigt haben, besitzt Österreich mehrere Arten von Wasserrücklagen, die durch eine hohe Erneuerungs- und damit Nutzungsrate ausgezeichnet sind. Zusätzlich ist deutlich zu sehen, dass die vorhandenen Wassermengen noch genützt werden, d.h., selbst wenn man die technisch nicht rentabel zu gewinnenden oder noch kontaminierten Wasservorräte ausklammert, ist ein enormer Überschuss vorhanden, dessen Erhaltung wohl für die Zukunft wesentlich sein wird.

Abschließend ein Wort zur **globalen Klimaerwärmung** und seiner Auswirkung auf Österreich. Österreich weist eine weitere, wenn auch geringer werdende Erhöhung des CO_2 -Ausstoßes auf. Dennoch haben andere Staaten mehr Verantwortung. Was bleibt ist eine deutliche Zunahme der Temperaturen, im Winter (Dez.-Febr.) in den österreichischen Alpen um $2,5^\circ \text{C}$ (= 500m höhere Schneelagen) und im Sommer als Folge mit Hitze- und Trockenperioden. Damit verbunden aber sind die anfangs genannten Niederschlagsveränderungen, welche wohl das Hauptproblem geworden sind. Nur ein allgemeines Verständnis für diese Erscheinungen kann auch zu einer besseren Sichtweise der klimatische Veränderungen, deren Verminderung, aber auch beispielsweise zu der Rückkehr zu naturnahen Flussläufen (Hochwässer!), entsprechenden Walderhaltungsmaßnahmen im Gebirge (Schigebiete!) und geringerer Versiegelung von Natur- und landwirtschaftlichen Flächen führen.

Autor:

Univ.Prof. Dr. Hubert Nagl

Universität Wien, Fachbereich Klima-, Hydrogeographie und Landschaftsökologie

Geozentrum

Althanstraße 14

1090 Wien

Tel.: +43 - 1 - 4277 - 48660

e-mail: hubert.nagl@univie.ac.at