

Langjährige Schwankungen des Abflusses und Niederschlages im Draugebiet, verglichen mit der Donau.

Von H. Steinhäuser.

Die Kenntnis der durch einen Flußquerschnitt im Tages-, Monats- oder Jahresmittel fließenden Wassermengen Q (gemessen in Kubikmetern oder Litern pro Sekunde) ist für viele technische Aufgaben und hydrologische Probleme von Bedeutung. So dienen diese Wassermengen als Berechnungsunterlage für die Errichtung von Wasserbauwerken zum Schutze gegen Hochfluten oder für die energiewirtschaftliche Ausnutzung des Wassers.

Wassermengen werden im allgemeinen nicht direkt laufend beobachtet, sondern aus Pegelständen ermittelt. Diese Wasserstände haben auch unmittelbar eine praktische Bedeutung. Wenn sie auch in Kärnten für Zwecke der Schifffahrt oder Flößerei selten gefragt sind, ist z. B. eine genaue Kenntnis der Hochwasserstände überall dort von Wichtigkeit, wo menschliche Siedlungen gefährdet werden können. Viele Hochwassermarken in Städten und Dörfern zeigen extreme Hochwasserstände während der letzten Jahrhunderte an. Der Hydrographische Dienst, und damit das Netz seiner Pegel- und Niederschlagsstationen, besteht seit 1893; einige Beobachtungsreihen reichen weiter zurück, so die Pegelbeobachtungen von Wien-Nußdorf bis 1828.

Es liegen verhältnismäßig wenige langjährige Mittelwerte von Abflußmengen vor. Langjährige Mittel von Pegelständen sind wegen nachgewiesener oder möglicher Sohlenänderungen im allgemeinen von geringerem Wert. Nur in Profilen, die stabil sind oder in denen wenigstens in den Beobachtungsjahren keine Auflandung oder Sohleneintiefung erfolgte, lassen sich Mittelbildungen von Pegelständen über längere Jahre hin vertreten. Nach 50jährigem Bestehen des Hydrographischen Dienstes in Österreich erschienen im Jahre 1948 eine von W. Kresser beim Hydrographischen Zentralbüro in Wien verfaßte Studie über die Abflußverhältnisse der Donau in Österreich¹⁾ sowie eine Arbeit über Abflußmengen österreichischer Gewässer.²⁾ In beiden Werken werden erstmalig langjährige Reihen und Mittel von Abflußmengen österreichischer Flüsse mit Angaben über die Hoch- und Niederwassermengen veröffentlicht. Diesen Veröffentlichungen wurden auch die Abflußmengen der Drau und Donau für diese Arbeit entnommen und nur für die letzten Jahre noch ergänzt: die Donauwerte bis 1950 von Herrn Dr. Kresser, wofür ich vielmals danke; die Drau-Abflußwerte im eigenen Bereich.

¹⁾ Die Abflußverhältnisse der Donau in Österreich 1893–1942. Hydrograph. Zentralbüro, Wien, 1948.

²⁾ Abflußmengen österreichischer Gewässer. Hydrograph. Zentralbüro, Wien, 1948.

Zum Verständnis des folgenden seien noch einige hydrologische Begriffe erläutert:

Als Einzugsgebiet eines Flusses rechnet man jenes Gebiet, aus dem er sein Wasser erhält, mit allen Zubringern, die oberhalb des betrachteten Punktes einmünden. So hat das Einzugsgebiet der Drau im Pegelprofil bei der alten Stadtbrücke in Villach nach neuen Erhebungen einen Flächeninhalt von 5266,4 km² und umfaßt u. a. die Einzugsgebiete folgender größerer Nebenflüsse: Isel, Möll und Lieser mit Malta. Nähere Einzelheiten über die Gewässer Kärntens und Osttirols findet man in V. Paschingers Landeskunde.

Unter der Jahres-Abflußmenge von Villach versteht man nach der eingangs erwähnten Definition jene Durchflußmenge pro Sekunde, die im Jahresdurchschnitt das Pegelprofil von Villach durchströmt. Das Mittel dieser Größe für die Jahre 1896–1940, gebildet aus Monatsmitteln der Wasserstände, beträgt 157 m³/s. Durch Multiplikation der Jahres-Abflußmenge mit der Anzahl der Sekunden eines Jahres ($86.400 \times 365 = 31.536.000$ Sekunden) erhält man die gesamte Wasserfracht in m³, die in einem Jahr ein Profil durchflossen hat. Dividiert man diese Fracht durch die Größe des Einzugsgebietes in m², so erhält man die Abflußhöhe h_A , zunächst in m; im allgemeinen wird sie in mm angegeben wie die Niederschlagshöhe. Diese Abflußhöhe h_A gibt also die Höhe jener Wasserschicht an, die sich bei gleichmäßiger Verteilung der Jahres-Abfluß-Wasserfracht über das ganze Einzugsgebiet einstellen würde. Ihr Mittel 1896–1940 für Villach beträgt 938 mm.

Während man in der Klimatologie meist örtliche Niederschlagshöhen anwendet, bezeichnet man als Jahres-Niederschlagshöhe eines ganzen Einzugsgebietes jene Höhe über dem Boden in mm, bis zu welcher der während eines Jahres gefallene Niederschlag anstiege, wenn er über das ganze Einzugsgebiet gleichmäßig verteilt würde.

Die sekundliche Durchflußmenge steht, wenn nicht Besonderheiten der Strömungsstruktur oder durch Geschiebeführung eintreten, in eindeutigem Zusammenhang mit dem Pegelstand. Liegen genügend viele Wertepaare dieser Größen vor, die meist durch Abflußmessungen ermittelt werden, so läßt sich als Beziehungslinie eine „Konsumtionskurve“ oder Pegelschlüsselkurve zeichnen. Abb. 1 zeigt eine solche in den Jahren 1921–1940 gültige Pegelschlüsselkurve für die Drau bei Villach; die Wasserstände sind auf den heutigen Pegelnullpunkt bezogen. Je stabiler ein Pegelprofil ist, für umso mehr Jahre kann man eine solche Abflußmengenlinie als gültig annehmen. Da die sekundliche Durchflußmenge Q durch das Profil der Fläche F mit der mittleren Strömungsgeschwindigkeit des Wassers v_m nach der Formel

$$Q = F \cdot v_m$$

zusammenhängt, läuft die Eichmessung der zu einem Pegelstand gehörigen Durchflußmenge hinaus auf eine Messung der mittleren Wassergeschwindigkeit. Zu diesem Zweck wird die Geschwindigkeit in hinreichend vielen Punkten des Profiles verschiedener Tiefe gemessen und gemittelt. Die Meßflügel, die wie Schiffsschrauben aussehen, werden durch das strömende Wasser in Umdrehung gesetzt

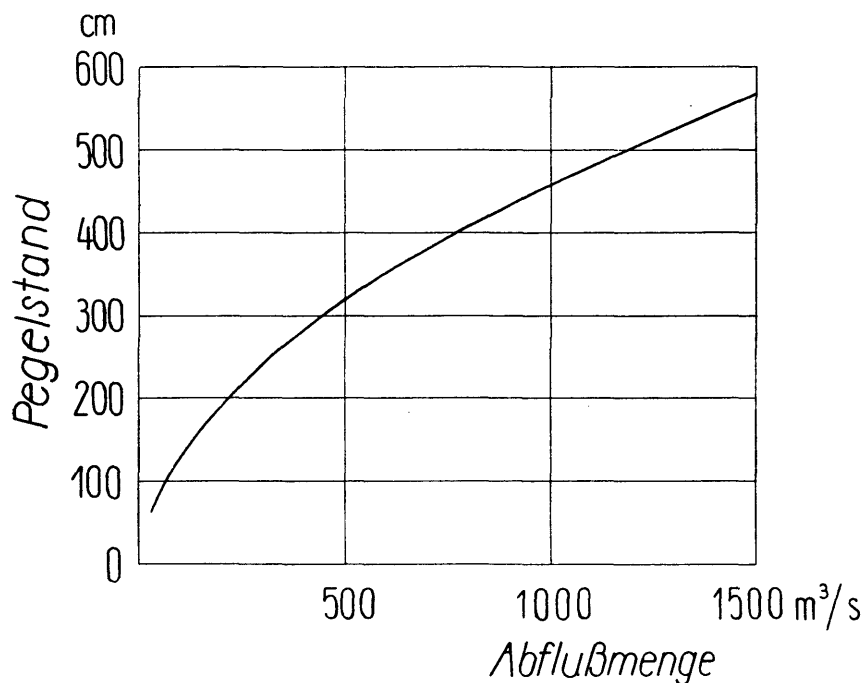


Abb. 1: Beziehungslinie zwischen Durchflußmenge und Wasserständen am Draupfel in Villach, gültig für die Jahre 1921–1940.

und betätigen nach je 25 oder 50 Umdrehungen einen Kontakt. Die Flügel sind an Stangen befestigt oder an Tragkabeln, die zugleich die Stromleitung zur Signalglocke enthalten, und werden von Meßstegen, Brücken oder Pontons aus ins Wasser eingeführt. In Villach wurde früher meist von Pontons aus gemessen, die an einem oberhalb der Stadtbrücke über die Drau gespannten Seil befestigt waren; neuerdings mit Seilflügeln, die von der neuen Bundesstraßenbrücke aus in den Fluß hinabgelassen werden.

Bei Hochwasser gelingt meist nur eine Messung der Oberflächengeschwindigkeit, da wegen des starken Wasserdruckes Stangenflügel nicht bis zu größerer Tiefe senkrecht zur Strömung gehalten werden können, leichtere Stangen biegen sich dabei durch; Seilflügel werden so stark abgetrieben, daß sie wieder an die Ober-

fläche kommen. Aber da Hochwasserstände meist nur relativ kurze Zeit andauern, sind Fehler an Höchstwassermengen, die mangels der Möglichkeit, die Wassergeschwindigkeit in größeren Tiefen zu messen, auftreten können, von minimalem Einfluß auf die Jahres-Abflußmenge. Die erwähnten beiden neuen Veröffentlichungen über Abflußmengen österreichischer Flüsse^{1 u. 2)} ermöglichen Untersuchungen über eine Anzahl hydrologischer Probleme, die sich früher mit kürzeren Beobachtungsreihen nur schwer behandeln



Abb. 2: Abflußmessung unterhalb der alten Draubridge bei Tainach-Stein. Meßbühne zwischen zwei Booten, die über Rollen an einem von Ufer zu Ufer gespannten Drahtseil befestigt sind. Sichtbar ist das Gestänge zur Führung des Flügels.

ließen. In vorliegender Arbeit wird die Frage behandelt, welcher Art die langjährigen Schwankungen der Jahreshöhen des Abflusses und Niederschlages der Drau und der Donau sind und inwieweit sich solche Schwankungen nördlich und südlich des Alpenhauptkammes unterscheiden.

Verglichen werden die Einzugsgebiete der Donau und der Drau. Dieser Vergleich hat gewisse Schwierigkeiten wegen der verschiedenen Größenverhältnisse beider Flüsse. Die Drau hat bis Villach, wie erwähnt, ein 5266,4 km² großes Einzugsgebiet, während das damit verglichene Einzugsgebiet der Donau bis Wien-Nußdorf 101.706,6 km², also mehr als 19mal so groß ist.

Der Abfluß der Donau ist daher vor allem viel ausgeglichener als der der Drau. Beide Einzugsgebiete haben andererseits insofern eine gewisse Ähnlichkeit, als beide Flüsse bis zu den Vergleichsprofilen überwiegend alpinen Charakter aufweisen. Weiter flußabwärts verstärkt sich bei den Zubringern der Drau von links in Unterkärnten nach und nach der Mittelgebirgscharakter der Einzugsgebiete, während die von den Karawanken kommenden rechten Zuflüsse der Drau Eigenheiten, besonders der Hochwasserführung, aufweisen. Bei der Donau bis Wien wird der alpine Charakter mit großen Abflußmengen in den Sommermonaten, geringen in den Wintermonaten, vor allem durch die Zubringer Inn und Enns verstärkt. Von den Zuflüssen unterhalb von Wien weist schon die March einen anderen Charakter auf; sie hat im Verhältnis zur Größe des Einzugsgebietes weit geringere Abflußmengen als alpine Flüsse.

Es ist noch darauf hinzuweisen, daß für die Einteilung der Jahre gemäß den wieder eingeführten Richtlinien des Hydrographischen Zentralbüros, wie in dessen Veröffentlichungen, das Kalenderjahr

gewählt wurde. Es steht außer Zweifel, daß für gewisse Wasserhaushalts-Untersuchungen die Wahl des Abflußjahres günstiger, ja unerläßlich ist, wenn es sich um die Wasserführung einzelner Jahre handelt. Das Abflußjahr hat andererseits den Nachteil, daß sich seine kalendermäßige Festlegung nach dem Jahresgang des Niederschlages, Abflusses, Glazialjahres usw. richten muß und in Einzugsgebieten verschiedenen Charakters wechselt. Der Unterschied der Wasserführung bezüglich Kalenderjahr oder Abflußjahr wird unwesentlich, wenn mehrjährige Mittel der Wasserhaushaltsgrößen untersucht werden. Betrachtungen über Unterschiede im Jahresgang des Niederschlages und Abflusses der Flußgebiete können hier entfallen, da nur Jahreswerte dieser Größen untersucht werden.

Will man meteorologische oder hydrographische Beobachtungsreihen auf langjährige Schwankungen hin untersuchen, so genügt es im allgemeinen nicht, die Aufeinanderfolge der einzelnen Jahreswerte zu betrachten. Diese folgen sich teilweise mit beträchtlichen Schwankungen von Jahr zu Jahr, bei denen auch Beobachtungsfehler stark ins Gewicht fallen. Man glättet solche Ganglinien oder Zeitreihen gewöhnlich algebraisch durch Bildung fünf-, zehn-, zwanzig- oder noch mehrjähriger Jahresmittel und untersucht den Gang dieser fortlaufenden „übergreifenden“ Mittelwerte. Wievieljährige Mittel am zweckmäßigsten zu untersuchen sind, hängt von der Größe der jährlichen Schwankungen ab, stünde also bei vorliegender Arbeit u. a. mit der Größe der Einzugsgebiete in Zusammenhang. Es wird hier für beide Flußgebiete der Gang fünfjähriger übergreifender Mittel untersucht, wobei in der Abb. 3 z. B. für das Jahr 1920 das Mittel aus den Abflußhöhen und Niederschlagshöhen der Jahre 1918 bis 1922 eingetragen ist, allgemein für das Jahr i Mittel aus den Werten der Jahre $i-2, i-1, i, i+1, i+2$. Für Wasserstände der Donau bei Wien-Reichsbrücke hat F. Steinhauser eine solche Untersuchung 1948 veröffentlicht³⁾ und darin eine ältere Untersuchung von O. Myrbach besprochen. Inwieweit das Profil Wien-Reichsbrücke als stabil angesehen werden kann, ist mir nicht bekannt. Jedenfalls weicht die Tendenz der dortigen Wasserstände und die Lage der Maxima von dem Kurvenverlauf der geglätteten Abflußmengen bei Wien-Nußdorf nach Abb. 3 der vorliegenden Arbeit nur unwesentlich ab. Nach den vorstehenden Ausführungen sind Wassermengen, soweit es auf quantitativ genaue Angaben der Wasserführung ankommt, geeigneter als Wasserstände, die von dem zufälligen Verlauf der Sohle im Pegelprofil und von Sohlenänderungen abhängig sind.

In Abb. 3 ist für jedes der beiden Einzugsgebiete der Gang der gemittelten Jahreshöhen des Niederschlages und Abflusses aufgetragen. Die beiden Größen zeigen, in jedem Einzugsgebiet für sich betrachtet, untereinander fast den gleichen Gang. Die Extreme fallen

³⁾ F. Steinhauser, Die säkularen Schwankungen des Donauwasserstandes bei Wien. Wetter und Leben I (1948), 6.

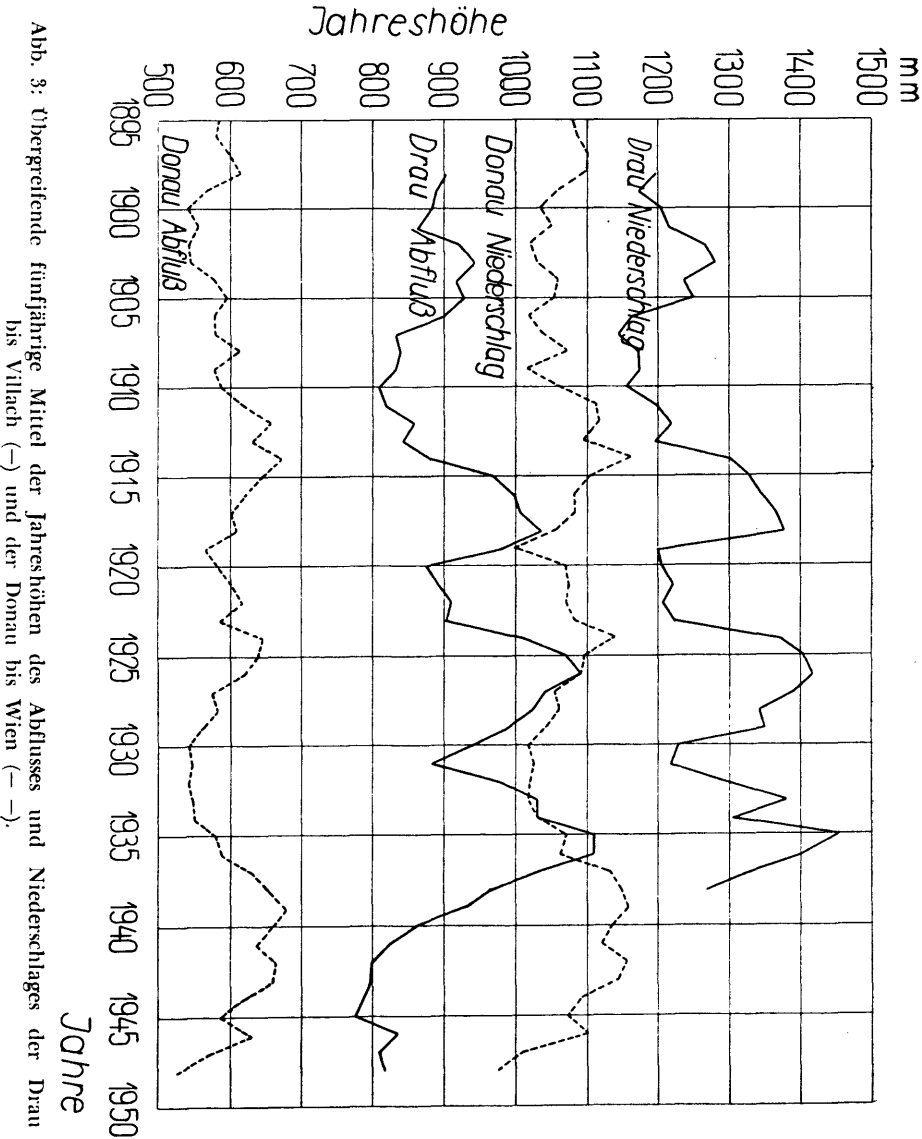


Abb. 3: Übergreifende fünfjährige Mittel der Jahreshöhen des Abflusses und Niederschlages der Drau bis Villach (—) und der Donau bis Wien (---).

mit wenigen Ausnahmen auf die gleichen Jahre. Dies ist nicht anders zu erwarten, da bei gleichem Einzugsgebiet der Jahresabfluß am stärksten von den Niederschlägen bestimmt wird. Die gleichen Größen in verschiedenen Einzugsgebieten unterscheiden sich aber wesentlich. Bei der Drau treten maximale Wassermengen auf um 1903, 1918, 1926, 1935/1936, (1946), bei der Donau um 1898, 1914, 1924, 1939, (1946); minimale Wassermengen bei der Drau 1910, 1920, 1931 und 1945, bei der Donau um 1900, 1919 und 1930. Die Unterschiede im Gang der gleichen Elemente beider Flußgebiete stehen bezüglich des Niederschlages im Einklang mit einer kürzlich erschienenen Untersuchung von A. Baumgartner,⁴⁾ der aus 26 Niederschlagsreihen mitteleuropäischer Stationen der Beobachtungsjahre 1851–1949 den Schluß zog, daß die langjährigen Niederschlagsschwankungen verschiedener, nicht sehr benachbarter Stationen nicht synchron sind, vielmehr regionalen Charakter haben; daß nur einzelne besondere Witterungsereignisse, wie die Dürre 1921 oder die „weltweite“ Dürre 1911 sich auch in größeren Räumen durchsetzen.

Geglättete Ganglinien werden häufig auf Schwankungsperioden hin untersucht. Anlässlich der Trockenheit einiger Sommer der vergangenen Jahre, vor allem des Dürresommers 1947, wurde in Zeitschriften und Zeitungen oft die Frage diskutiert, ob die Trockenheit ein Anzeichen einer „Versteppung“ sei oder eine Klimawende zu einer langjährigen Trockenheit eintrete. Nach Untersuchungen von A. Schmauß, R. Geiger, H. Cordes u. a.⁴⁾ war der Dürresommer 1947 zwar ein Rekordjahr, aber noch innerhalb des zufälligen Streubereiches der Klimaereignisse. Bei Glücksspielen kann man ja auch beobachten, daß mitunter eine erstaunliche Häufung für den Spieler günstiger oder ungünstiger Ergebnisse auftritt, ohne daß man deshalb eine Änderung an dem Spieltisch oder der Person des Spielers vermutet. Verfasser gab Formeln für die Wahrscheinlichkeit von Serien aufeinanderfolgender trockener oder nasser Jahre an.⁵⁾

Niederschlag und Abfluß der Donau zeigen im ausgeglichenen Gang stärkere Schwankungen, Maxima und Minima folgen aber in ungleichen Abständen, also nicht periodisch, aufeinander. Die Abstände der Maxima betragen bei der Drau 15, 8, 9–10 und 10 bis 11 Jahre, bei der Donau 16, 10, 15 und 7 Jahre. Allerdings wäre auch bei gleichmäßigerem Abstand der Extreme noch der Beweis zu führen, daß es sich nicht um einen Zufall handelt; dazu benötigt man langjährige Reihen. Es ergeben sich also, wie es F. Steinhäuser (l. c.) bezüglich der Donau ausdrückt, unregelmäßige Rhythmen von ungleicher Länge und von ungleichem Aufbau. Die-

⁴⁾ A. Baumgartner, Niederschlagsschwankungen und Dürregefährdung mit Bezug auf den Waldbau. Forstwissensch. Centralbl., 69 (1950), 636.

⁵⁾ H. Steinhäuser, Über Serien trockener und nasser Jahre. Wetter und Leben I (1948), 193. — Über Serien über- bzw. unterdurchschnittlicher Jahreshöhen des Niederschlages und Abflusses. Ztsch. f. Meteor. 5 (1951), 58.

ser warnt noch ausdrücklich davor, die Brücknersche Periode in der Folge der Wasserstände zu suchen, deren Existenz A. Wagner in seinem Buche über Klimaänderungen und Klimaschwankungen leugnet. A. Baumgartner schließt sich (l. c.) nach eingehender Diskussion der neueren Arbeiten über Klimaänderungen der Auffassung von K. Knoch (1932) an, daß eine periodische (rhythmische) Änderung der jährlichen Niederschlagsmengen bisher von keinem Ort sicher nachgewiesen werden kann.

Aus vorliegenden Beobachtungen ergibt sich aber auch keine über mehrere Jahrzehnte sich erstreckende gleichmäßige Änderung der Abfluß- und Niederschlagsverhältnisse, also etwa im Sinne einer zunehmenden Trockenheit oder stärkeren Nässe. Prognosen für kommende Jahre lassen sich aus solchen Untersuchungen nicht geben; selbst dann nicht, wenn sich periodische Anteile an einer Gesamtschwankung harmonisch analysieren lassen. Das Verhalten der Niederschlags- und Abflußverhältnisse in den einzelnen Jahreszeiten wäre gesondert zu untersuchen.

Geschichte der mineralogischen Erforschung Kärntens.

Von H. Meixner.

Vor drei Jahren, anläßlich der Hundertjahrfeier des Naturwissenschaftlichen Vereines für Kärnten, habe ich in Form einer in geringer Auflage einfachst vervielfältigten kleinen „Festschrift“ des „Karinthins“ unserer Fachgruppe für Mineralogie und Geologie (26) dieses Thema behandelt. In ergänzter und erweiterter Weise soll nun dieser aus sehr verstreuten Quellen zusammengetragene Stoff einem größeren Leserkreis zugänglich gemacht werden.

Kärnten ist ein uraltes Bergbaugebiet. Bekannt sind die Nachrichten schon der römischen Schriftsteller, die die Güte des norischen Eisens hervorheben, Eisen, daß vor 2000 und mehr Jahren sicher zum ziemlichen Teile aus Kärntner Erzen erschmolzen wurde. Wir kennen viele alte Urkunden, die von Bergbauen und Bergstädten, von Eröffnung und Einstellung, von Gewinn und Verlust, von Knappenwirren und Knappenfesten berichten.¹⁾ Die Namentgebung einer Reihe von Ortsbezeichnungen (etwa Bleiberg, Knappenberg, Ruden, Rudnig, Goldzeche, Knappenwald usw.) ist bergbaulicher Tätigkeit zuzuschreiben. So ist es nicht verwunderlich,

¹⁾ Im „Archiv für vaterländische Geschichte und Topographie“ 32., Klagenfurt 1950, des Geschichtsvereins für Kärnten erschien kürzlich der I. Band einer Geschichte des Kärntner Bergbaues „Geschichte des Kärntner Edelmetallbergbaues“ von H. Wießner. Die Bereitstellung von so umfangreichem Archivmaterial ist auch für Mineralogen, Geologen, Sammler und Montanisten von großem Interesse, ist von vielen urkundlich belegten Lagerstätten sonst doch überhaupt nichts bekannt. Möge dem Verfasser doch auch bald die Herausgabe der Blei, Eisen, Kupfer usw. betreffenden Teile gelingen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 1951

Band/Volume: [141_61](#)

Autor(en)/Author(s): Steinhäusser Hans [Steinhäüßer]

Artikel/Article: [Langjährige Schwankungen des Abflusses und Niederschlages im Draugebiet, verglichen mit der Donau 9-16](#)