

## Die Prinzipien der Wasserhebung im Montanrevier von Banská Štiavnica

Juraj Potočan (Bratislava)

Zur gegenwärtigen Ehrung anlässlich des 500. Geburtstags von Georgius Agricola geht es vor allem darum, die Arbeit jener Menschen zu ehren, die heute schon eine Jahrhunderte währende Geschichte bilden. Der Beitrag soll deshalb die Gewinnung von Grubenerzen – ein Fachgebiet der Montanwissenschaften – von technikhistorischem Standpunkt aus behandeln.

Man sagt, jeder Mensch sei ein Kind der Zeit, und sein gegenwärtiges Leben beeinflusse ihn zu seinem Bilde. Die Wurzeln des körperlichen Lebens eines Menschen sind jedoch nicht nur in den Eltern zu suchen, sondern reichen darüber hinaus weit in die Vergangenheit zurück. Das körperliche Leben ist das Resultat der Lebensprozesse vieler Generationen vor ihm, so trägt es auch das Erbe sämtlicher vorangegangenen Kulturen. Unser Leben rekrutiert sich zudem aus den geistigen Werten der zurückliegenden Jahrhunderte und Jahrtausende. Die christliche Kultur besteht noch nicht ganz 2.000 Jahre, aber auch sie übernahm das Erbe von den älteren Kulturen, der römischen und der griechischen wie auch jenes der noch früheren Kulturen: der assyrischen, der babylonischen sowie der ägyptischen. Diese reiche kulturelle Vergangenheit bestimmt nun unsere Gegenwart.

Ein wesentliches Problem des menschlichen Daseins besteht im Kampf mit dem Wasser und um das Wasser, eng verbunden mit seiner Tätigkeit in den verschiedenartigen Entwicklungsstufen seiner Zivilisation. Dieses soll nun hier am Beispiel der Bergwerke von Banská Štiavnica (Schemnitz) und der Erzaufbereitung in den mittelslowakischen Gruben der Slowakischen Republik dargestellt werden. Gleichermäßen befaßte sich unser Jubilar auch mit der Historie der Gold- und Silbergruben von Kremnica (Kremnitz) und Štiavnica sowie der Ergiebigkeit der Erze in Kremnica usw. Im zweiten Teil des Werkes «De re metallica libri XII» (Basel 1556) bringt er im Zusammenhang mit der Technik und Technologie des Kupfers oftmals die *karpatischen Einwohner* – die Hüttenmänner – zur Sprache. Viele Abbildungen im Werke betreffen ebenso den slowakischen Bergbau und das Hüttenwesen.<sup>1</sup>

Bezüglich Agricolas Reisen ist anzunehmen, daß er nie in der Slowakei gewesen ist, daß er die Nachrichten über die Berg- und Hüttenwerke im Ausland auch häufig von seinen gelehrten Freunden in Form von Briefen erworben hat. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie Agricola Informationen über den slowakischen Bergbau erlangte? Nach unserer Ansicht dürften diese am wahrscheinlichsten über den aus dem böhmischen Most (Brüx) stammenden Humanisten Johann Dernschwamm – ein Faktor der Fugger in Banská Bystrica (Neusohl) – zu ihm gelangt sein, wobei auch eine persönliche Bekanntschaft zwischen beiden nicht auszuschließen ist. Beide sind nämlich im selben Jahre (1494) geboren und studierten eine Zeitlang an der Universität in Leipzig. Wahrscheinlich war Dernschwamm auch ein Berater von Paracelsus und in den sechziger Jahren möglicherweise der Begleiter der Berliner Professoren und Alchimisten Kasper Neumann sowie Leonhard Thurnysen – in dem Werk «De aquis mineralibus» wurden die Zementationswässer von Špania Dolina und Smolnik (Herrengrund und Schmöllnitz) beschrieben.

Einer der ersten europäischen humanistischen Wissenschaftler, die eine Studienreise in die Slowakei unternahmen, war Paracelsus. Er besuchte die Slowakei sogar zweimal. Zum ersten Mal war er im Jahre 1537 beim Stadtrat von Bratislava zu Gast, die zweite weniger bekannte Reise unternahm er 1537 in die mittel- und ostslowakischen Städte. Dem Engländer John Merin

gelang es erstmals, etwas mehr Licht in Paracelsus' Aufenthalt vom Jahre 1537 in den slowakischen Bergstätten zu bringen. In seiner Reisebeschreibung notierte er, daß in *Banská Bystrica* auch der berühmte Paracelsus eine bestimmte Zeit verbracht hatte.

Doch zurück nun zum gesetzten Thema. Naturkräfte in die menschliche Arbeit einzubeziehen, hat stets viel schöpferisches Nachdenken erfordert, und die Natur hat nur sehr schwer ihre Geheimnisse preisgegeben. Der menschliche Genius kannte vorerst sehr wenige Naturgegebenheiten, die er als Helfer und unter Ausnutzung theoretischer Erkenntnis in die praktische Anwendung einzuschalten imstande war. Vor allem ging es ihm um die Vielfalt energetischer Quellen. Eine dieser wäre zunächst der einfache geologisch bedingte Höhenunterschied, durch den Wasser aus höheren Lagen in eine tiefere Position gelangen kann. Wasser aus mehreren Stollen mit Hilfe von Gräben in Stollen größerer Querschnitte, z.B. die Erbstollen, abzuleiten, war unter Umständen sehr problematisch. So waren Gräben von länglichem Querschnitt und einer Boden­neigung von 15 °–20 °, je nach Beschaffenheit der Materialien, durch die das Wasser geleitet wurde, am vorteilhaftesten. Bei kleineren Neigungen versandeten die Durchströmungsquer­schnitte leicht, andererseits verschob sich bei größeren das Durchströmungsprofil besonders der Boden des Grabens. Aus den Gräben wurde das Wasser in einen Erbstollen geleitet, von da gelangte es unter Tage wieder in das Flußbett. Es sind auf diese Weise viele bedeutende Entwässerungsstollen ausgeschlagen worden. Der Entwässerungsstollen von Voznica ist von 1782 bis 1878, also über einen Zeitraum von 96 Jahren, vorgetrieben worden. Er hatte eine Länge von 16.553 Metern und ist bis heute noch in Benutzung. In Kremnica begann man im Jahre 1859 den Ferdinand-Erbstollen zu bauen. Innerhalb von 40 Jahren ist dieser über eine Länge von 12.376 Metern vorgetrieben worden.<sup>2</sup> In diesem Zeitabschnitt wurden alte Erbstollen ebenfalls weiter aufgeföhren; zugleich ist das System der Seen und Gräben aus wasserwirtschaftlicher Sicht perfektioniert worden. So war es zum einen möglich, die Niederschläge aufzufangen, zum anderen aber auch eine optimale Nutzung der akkumulierten Wässer zum Antrieb der Aggregate zu gewährleisten.

Um die Energie der Lebewesen – der Menschen und der Tiere – auszunutzen, hat man sich zunächst verschiedener einfacher Maschinen bedient, so z.B. als Hebel eingesetzter Balken, besonders jedoch der Handhaspel, der Göpelwerke sowie der Tret- und Laufräder. Die Wasser­energie spielte für das Manufakturzeitalter im mittelslowakischen wie auch im ostslowakischen Montanrevier zwar eine wichtige Rolle, erwies sich jedoch bei der Einführung der Feuer­maschinen (der Kolbendampfmaschinen), auch als Bremse, da sie zunächst eine billige Energiequelle war.

Für die Anwendung der Wasserenergie lassen sich verschiedene Etappen nachweisen. Zunächst nutzte man die hydraulische Energie durch Wasserräder unterschiedlichster Konstruktion, dann setzte die Anwendung von Wassersäulenmaschinen, schließlich auch von Wasserturbinen ein. Entsprechend nicht ganz verlässlicher Quellen ist die Wasserradschaukel schon im Jahre 135 v.u.Z. durch Ctebius erfunden worden. Bekannt ist auch, daß die Wassermühlen von den Völkern Mittelasiens im alten China über viele vorchristliche Jahrhunderte auch in Indien Anwendung fanden. Es ist bemerkenswert, daß wir in allen Regionen der alten Welt­teile – in Mesopotamien, in China, in Ägypten oder im maurischen Spanien – genau dieselben Prinzipien der Wasserkraftnutzung und im Bau von Wasserrädern vorfinden. Detaillierte Beschreibungen von Wassermühlen finden wir bei Strabo in seinen Ausführungen zur Geographie aus einer Zeit von hundert Jahren v.u.Z. Die Technologie, Wasserräder zu bauen und

anzuwenden, ist später auch in das Römische Reich vorgedrungen. In Rom hat man vorher in Kleinasien beheimatete Wassermühlen erst während der Regierung von Julius Caesar gebaut.<sup>3</sup> Von Rom aus hat sich die Wassermühle während der römischen Kriege auch nach Westeuropa hin verbreitet.

Eine charakteristische Besonderheit der Entfaltung der Technik im Zeitalter der Manufaktur ist die Verbreitung der von den Naturkräften abhängigen Antriebsmittel. Zum Hauptmotor entwickelte sich in diesem Zeitabschnitt das Wasserrad, das in allen Produktionsformen angewendet wurde. Sämtliche Produktionsmittel, z. B. Handmühlen, Pumpen, Bälge, Wetzsteine usw., die vorher manuell oder mit der Kraft der Tiere bewegt wurden, verwenden im Manufakturzeitalter nun den Antrieb des hydraulischen Rades.

Wasserräder hatten gewöhnlich eine Leistung, die 10 kW nicht wesentlich überstieg. Die Zahl der Umdrehungen war eher sehr gering und erreichte durchschnittlich 2–10 pro Minute. Als wesentlicher Faktor erwies sich auch die ökonomische Ausnutzung des Wassers, vor allem bei Rädern mit einem Oberwassergerinne. In Abhängigkeit von der Konstruktion bewegte sich deren Wirkungsgrad in den Grenzen zwischen 30 und 83%.

Im 15. Jahrhundert gibt es Bestrebungen, die Konstruktion der Wasserräder zu modifizieren, z.B. durch dessen horizontale Anordnung (also senkrecht gestellter Welle), so daß sich das Schaufelrad in horizontaler Ebene drehen konnte. Am Anfang des 17. Jahrhunderts ist dann das Horizontalrad mit breiten Löffelschaufeln zur Anwendung gelangt. Die Entwicklung des Wasserrades und dessen umfangreiche Anwendung in der Produktion, hat zu weiteren Erfindungen geführt, die im Verlaufe der folgenden Entwicklung als Fundament für die Lösung vieler wichtiger Aufgaben förderlich waren. An dieser Stelle sollte jedoch erwähnt werden, daß das Wasserrad heute nur noch als geschütztes Denkmal vorzufinden ist, somit zur touristischen Attraktion wurde.

Es sei nochmals in Erinnerung gebracht, daß das Wasserrad zur Hauptantriebskraft im Rahmen der manufakturrellen Produktion wurde. Eine Besonderheit in der gesellschaftlich bedingten Entwicklung der Technik ist nun darin zu sehen, daß der Fluß als Standort der Wasserräder zu einer gewissen Polarisierung der industriellen Produktion führte, diese gewissenmaßen an das Wasser «fesselte» und zum Hindernis dafür wurde, daß sich die Industrie in den Städten konzentrieren konnte. Ein Aufschwung in der Technik durch das Wasserrad blieb jedoch nicht aus, wobei die Technik im Bergbau und im Hüttenwesen besonders große Fortschritte zu verzeichnen hatte – im besonderen betrifft dies die umfangreiche Anwendung von Schöpfgeräten, Hebemaschinen und Ventilationsanlagen. Im Hüttenwesen führte dies zur Mechanisierung der Schmiedearbeit mit Hilfe des mechanischen Hammers und leistungsfähigerer Gebläse; Höhe und Rauminhalt der Öfen wie auch die erforderliche Schmelztemperatur konnten auf diese Weise erhöht werden. Die Entdeckung des Hochofens ermöglichte schließlich auch qualitative Veränderungen des Roheisen zu schmiedbarer Form, also Stahl herzustellen.

Das Wasserrad verhalf auch dem Prozeß der Zerfaserung der Hadern im Rahmen der Papiererzeugung zu einer Umwälzung, denn die zur Papiererzeugung erforderlichen Werkzeuge Handpresse und Handmühle kamen nun in den Einflußbereich der Wassermühle. Auch der für die Erzeugung des holzhaltigen Papiers erforderliche Schleifapparat wurde mit Wasser angetrieben. Dazu analoge Innovationen sind in der Montanindustrie, in der Schießpulverproduktion, in der Mühlen- und Hüttenindustrie und in den Sägewerken zu verzeichnen.

Wasserenergie war auf dem Territorium der Slowakei zur Genüge vorhanden, und es ist eine

historische Tatsache, daß dieser *gute Versorgungsdienst mit dem Treibstoff Wasser* in den folgenden Jahren, vor allem zum Ende der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts, zu einer Bremse des technischen Fortschritts, besonders des mit der Entfaltung des Bergbaus eng verbundenen Maschinenbaus, wurde. Letztendlich verursachte die billige Wasserenergie auch eine späte und dabei sehr sporadische Anwendung der Dampfmaschine.

Eine ähnliche Aufgabe wie der Komplex der hydrotechnischen Anlagen im Montanrevier von Banská Štiavnica spielte auch die noch heute aktuelle Wasserleitung von Turček. Da sich Georgius Agricola in seinen «Zwölf Büchern vom Berg- und Hüttenwesen» auch mit der Altertümlichkeit der Gold- und der Silbergruben von Kremnica sowie der Ergiebigkeit der dortigen Gänge im Zusammenhang mit der Technik und der Technologie der Verhüttung des Kupfers, häufig auch mit den *Karpatheneinwohnern* – den Hüttenmännern – befaßt hatte, sei die Wasserleitung von Turček hier in Erwähnung gebracht.

Friedrich Gayer, ein in Pension befindlicher Bergmann aus Kremnica, schrieb in seinen eigenhändig verfaßten Notizen mit dem Titel «Poznámky k dvom mapám týkajúcich sa turčekofského vodovodu z roku 1760 a 1825» (Anmerkungen zu zwei Karten, die Wasserleitung von Turček aus den Jahren 1760 und 1825 betreffend) folgendes:

*So ist das alte Wasserwerk, das zu den besten Kleinoden der Stadt Kremnica gehörte, wie davon in den Pflichten des Bergmeisters aus dem Jahre 1512 geschrieben steht. Zum Siebenzehnten, soll der bergmaister gar ein treuer und vleysigs aussehen haben. Auff die besten klainnot diser stat, das ist auff die zwen Wassergraben damit si tewart werden.*

Auch heute noch, nach 488 Jahren, dient diese Wasseranlage energetischen Zwecken. Der Zeitpunkt der Errichtung läßt sich jedoch nicht genau feststellen, da das dazu erforderliche Quellenmaterial fehlt. Immerhin ist anzunehmen, daß die Anfänge wahrscheinlich bis in das 15. Jahrhundert zurückreichen; jener Zeitpunkt also, wo der Bergbau in Hinter Zöch bereits gut entwickelt war. Auf andere Weise, also ohne das Wasser aus der Turček-Wasserleitung, könnte man sich den Antrieb der Mechanismen und Anlagen kaum vorstellen. Schon im Jahre 1512 werden zwei Wasserleitungen erwähnt (*die zwen Wasser graben*), die als «Hauptwassergraben», der zweite als «Lauterwassergraben», benannt wurden. Der Letztgenannte wird noch heute für Industrieabwässer des Münzhauses, für die Hydroenergetik und die städtischen Sanitärzwecke benutzt.

In der vierten Stufe der Wasserkraftwerke in Kremnica, wo der Ferdinand-Erbstollen beginnt, sind zwei Pelton-Turbinen vorhanden. Das unterirdische Elektrizitätswerk dieser vierten Stufe wurde im Jahre 1921 als das erste in Europa errichtet. Im Oberbecken beginnen zwei Rohrleitungen, die unter Ausnutzung des Profils durch den Schacht geführt werden und sich im unteren Bereich, wo der Ferdinand-Erbstollen beginnt, zu einer gemeinsamen Rohrleitung verbinden. Jeder Rohrleitungsast hat oben und unten manuell zu betätigendes Ventil (in der Zeichnung  $u_1$  bis  $u_4$ ). Im Betriebszustand dürfen die Rohrleitungen jedoch niemals geschlossen werden, lediglich eines der beiden Einlaufventile (also  $u_1$  oder  $u_3$ ). Im anderen Falle würde beim Turbinenventil eine stoßartige Welle entstehen und sich in die beiden Zweige der Rohrleitung ausbreiten. Da aber der obere Teil der beiden Rohrleitungsast auf kleine Drücke ausgelegt ist, würde er diesen ungedämpften Wellen nicht standhalten können. Die genannten Systeme arbeiteten mit der hydraulischen Energie der Wasserleitung von Turček, die ihren Namen dadurch erhielt, weil sehr tiefgründig das Wasser aus dem Turiec-Flußgebiet in das Sammelgebiet des Hron-Flusses überführt wird und dabei den schon erwähnten Zwecken dient.

Für das Montanrevier von Banská Štiavnica hatte Matthias Kornel Hell (1650–1747) den Entwurf zum Komplex von hydrotechnischen Anlagen verfaßt; die Arbeiten sind mit fachmännischem Urteil und gutem Rat von Samuel Mikovini (1700–1750) vollendet worden. Topographisch teilt sich das Ganze in drei stufenweise erbaute und gegenseitig funktionell verbundene wasserwirtschaftliche Systeme auf, die bis zum Ende des 18. Jahrhundert realisiert wurden. Einige davon, mittlerweile restaurativ verändert, dienen noch heute als touristische Attraktion.

Als drittes Beispiel für die Verwendung des Wassers im Bergbau läßt sich die Wasserleitung von Špania Dolina (Herrengrund) anführen. Das Wasser aus dieser Hydromagistrale diente montanistischen wie auch energetischen Zwecken, d.h. für den Bedarf der Bergwerke. Das Wasser wurde unter dem Berg Prášívá hervorgeleitet, welcher ein Bestandteil des Gebirgsmassivs Nízke Tatry (Niedere Tatra) ist, und auf diesem Niveau in einer Länge von 31,8 km bis nach Špania Dolina, unweit von Banská Bystrica (Neusohl), geführt. Špania Dolina wurde besonders bekannt durch die dortigen Kupfererzgruben.

Auf den Nutzen vom Bau dieser Anlagen und die Einbindung des Wassers in die Dienste des Menschen sei deshalb verwiesen, weil unrichtiges Verhalten und Fehlentscheidungen der 60er Jahre unseres Jahrhunderts dazu führten, daß alle kleinen Wasserkraftwerke stillgelegt wurden. Wir sollten deshalb lernen, die Arbeit unserer Vorfahren aufmerksamer zu bewerten.

Einen Übergang von den Wasserrädern zu den Wasserturbinen bilden die Wassersäulenmaschinen. Unter den ersten Professoren der montanistischen Hochschule in Banská Štiavnica war auch der Jesuit Nikolaus Poda, Inhaber des Lehrstuhls für Mechanik und Hydraulik im Zeitraum von 1765–1771. Während seines Wirkens an der Bergakademie, verfaßte er drei Lehrbücher über das Bergmaschinenwesen. Das erste Lehrbuch erschien unter dem Titel «Kurzgefaßte Beschreibung der bey dem Bergbau zu Schemnitz in Nieder-Hungarn errichteten Maschinen» (Prag 1771). Ein Großteil dieses Lehrbuches ist den manuell zu bedienenden Anlagen zum Schöpfen der Grubenwässer, z.B. Handpumpen, aber auch dem Pferdeantrieb und dem Aufbau der Wasserkünste gewidmet. Im besonderen betrifft dies durch Wasser getriebene Kolbenpumpen, atmosphärische Dampfmaschinen, Wassersäulenmaschinen und schließlich auch Bewetterungsmaschinen. Fast alle diese Maschinen sind vom Maschinenhauptmeister Matthias Kornelius Hell gebaut worden. In der Schrift wird auch die von Hell erfundene Schwenkhebel-Bewetterungsmaschine erwähnt. Ein ansehnlicher Teil des Lehrbuches ist den Kolbenwassermotoren gewidmet; Hell baute diese zuerst im Jahre 1749, die Konstruktion seiner Bewetterungsmaschine fällt in das Jahr 1755.

Auch Professor Josef Schitko (1776–1883), bis zu seinem Tode Inhaber eines Lehrstuhls für Logik, Mathematik und Physik, widmete sich der praktischen Tätigkeit im Bereich des Bergmaschinenwesens; sein Name gelangte in etliche europäische Hochschullehrbücher, so z.B. in Julius Weisbachs «Lehrbuch der Mechanik II» (Braunschweig 1865). Bekannt wurde besonders das von ihm im Zeitraum von 1828 bis 1833 konstruierte Dreiwegeventil und die bei den Kolbenwassermaschinen eingesetzte moderne Kolbensteuerung. Auch war er publizistisch tätig; unter großen Schwierigkeiten gelang es ihm, die Zeitschrift «Beiträge zur Bergbaukunde, insbesondere zur Bergmaschinenlehre», herauszugeben.

Nikolaus Poda, Josef Schitko und der Maschinen- und Bergbautechnologe Christoph Traugott Delius (1728–1779), tätig an der Bergakademie in Banská Štiavnica (Schemnitz), lassen sich für das Ende des 18. Jahrhunderts für als erste Repräsentanten für eine Hochschulausbildung im Fach Maschinenbau in der Slowakei ansehen. Nikolaus Podas zweites Lehrbuch trägt

den Titel «Berechnung der Wettermaschine, welche in der niederungarischen Bergstadt zu Schemnitz bey dem Amalie Schacht, vom Hern Karl Joseph Hell, Oberkunstmeistern erfunden, erbaut, und im Jahre 1753 den 23. Maerz ist angelassen worden» (Wien 1770). In diesem Lehrbuch beschreibt Nikolaus Poda sehr ausführlich die von Joseph Karl Hell erfundene Wettermaschine, die in den Jahren 1753 bis 1768 zur Anwendung gelangte.

Der junge slowakische Maschinenbau beteiligte sich auch am Bau der ersten Dampfmaschinen in der Welt und damit am «Jahrhundert der Dampfmaschine». Einen ersten Beitrag leistete Emanuel Fischer von Erlach (1695–1742), Sohn des namhaften österreichischen Barockbaumeisters Friedrich Fischer, im Jahre 1721. Beim Bau seiner Dampfmaschine, die erste atmosphärische auf dem europäischen Kontinent, lud er den Mechaniker Isaac Potter aus England zu sich ein. Auf der ganzen Welt, d.h. eigentlich nur in England, waren in dieser Zeit lediglich neun atmosphärische Dampfmaschinen in Betrieb gewesen. Die atmosphärische Dampfmaschine von Fischer und Potters, gebaut in Nová Bana (Königsberg), war die zehnte auf der Welt. Interessant ist auch, daß diese Maschine mit Kupferblech aus dem Hammerwerk von Banská Bystrica (Neusohl) gebaut worden ist. Fischer hat in den Bergwerken von Banská Štiavnica noch fünf atmosphärische Dampfmaschinen konstruiert. Auch Hell ist durch den Bau vieler atmosphärischer Dampfmaschinen, die in europäischen Bergbaurevieren zum Antrieb von Pumpen und Fördermaschinen verwendet wurden, bekannt geworden; eine davon gelangte 1758 in Banská Štiavnica zum Einsatz.

Ein weiteres Problem ist die elektrische Energie und ihre Übertragung über größere Entfernungen. Die Geschichte hält ein geeignetes Beispiel dafür mit der Übertragung von München nach Miesbach über 57 km im Jahre 1882 bereit. Im Revier von Banská Štiavnica läßt sich nicht genau feststellen, wann der erste Elektromotor für den Bedarf des Bergbaues verwendet worden ist. Vermutlich erfolgte am Ende des vorigen Jahrhunderts der Einsatz zum Antrieb einer Zugmaschine.<sup>6</sup> Auch kann angenommen werden, daß Elektromotoren zum Antrieb von Schöpfgeräten verwendet wurden.

Heute gewährleisten die Erkenntnisse der Mechanik, die Gesetze der Dynamik, der Festigkeit und der Elastizität der Maschinenteile eine wissenschaftliche Durchdringung der gesamten Mechanismen, die im Bergbau angewendet werden. Neue Konstruktionsformen und der Aufbau komplizierter technischer Anlagen erfordern auch entsprechende Fachleute. Und so sind in Banská Štiavnica die Anfänge des Maschinenbaues besonders mit dem dortigen Bergrevier, der Bergakademie und dem ersten Maschinenbauunternehmen von Karl Kachelmann verbunden. Auf diese Weise ist schließlich überzeugend zu belegen, weshalb Georgius Agricola in seinem berühmten «De re metallica libri XII» auch auf den slowakischen Bergbau Bezug genommen hat.

### **Anmerkungen**

1 Tibenský: Dejiny vedy a techniky na Slovensku (Geschichte der Wissenschaft und der Technik in der Slowakei). Bratislava 1971.

2 Necleba: Vodni turbiny, jejich konstrukce a prislusensti (Die Wasserturbinen, deren Konstruktionen und deren Zubehör). Praha 1962, SNTL.

3 Hebký: Vodné sily (Die Wasserkraftwerke). Bratislava Práca 1950.

4 Potocan: 30 rokov Strojnickej fakulty SVŠT, Bratislava (30 Jahre Maschinenbaufakultät der

Slovakischen Technischen Hochschule) Bratislava, Obzor 1971.

5 Kladivik: Pretnásanie banského strojnictva na Banskej akademii TU Kosice 1972, Banická fakulta (Vorlesungen zum Bergmaschinenwesen an der Technischen Universität in Kosice (Kaschau) 1972, Fakultät für Montanwesen).

6 Sombathy: Význam Štiavnickej banickej vysokej školy pre rozvoj baníctva, hutníctva a banskej techniky, Sborník 230 rokov Banskej akademie v Banskej Štiavnici, Banická fakulta TU Kosice 1992. (Die Bedeutung der Berghochschule für die Entfaltung des Bergbaues, des Hüttenwesens und der Montantechnik, Sammelbuch 230 Jahre der Bergakademie in Banská Štiavnica, Fakultät für Bergbau der Technischen Universität Kosice 1992).