



# **TAGUNGSBAND**

Internationale Konferenz  
11.- 14.07.2000  
in Schlema

**Wismut 2000 - Bergbausanierung**

# Abhängigkeit des Verlaufs der Grubenflutung des Ronneburger Uranerzbergbaureviers von der Beschaffenheit des Flutungsraumes und von den Neubildungsbedingungen

Vortrag Internationale Konferenz Bergbausanierung WISMUT 2000

von

Roland Hähne, C&E Consulting und Engineering GmbH

Michael Paul, WISMUT GmbH

Michael Sch ope, C&E Consulting und Engineering GmbH

Manfred Gengnagel, WISMUT GmbH

## 1. Einleitung und Problemstellung

Der Uranerzbergbau im Osten Deutschlands führte zu bedeutenden Eingriffen auch in die Hydrosphäre der Bergbauregionen Sachsens und Thüringens. So entstand im Raum Ronneburg/ Thüringen zwischen 1951 und 1990 ein Verbundbergwerk mit einem offenen untertägigen Hohlraum von ca. 20 Mio. m<sup>3</sup> und einem Tagebau mit einem Gesamtvolumen von etwa 160 Mio. m<sup>3</sup>, der im Rahmen der Standortsanierung mit Haldenmaterial r ckverf llt wird. Der durch die Hebung von etwa 700 bis 1000 m<sup>3</sup>/h Grubenwasser verursachte Depressionstrichter erstreckte sich über eine Fläche von mehr als 70 km<sup>2</sup> (Abb.1).

Nachdem bereits seit 1989 einige tiefliegende und strukturgeologisch isolierte Feldesteile geflutet worden waren, begann mit der Au erbetriebsnahme der Wasserhaltungen auf den tiefen Sohlen des Grubengebäudes im Januar 1998 die Flutung aller Grubenfelder südlich der BAB 4 von der 480-m-Sohle zunächst bis zum Niveau der 240-m-Sohle.

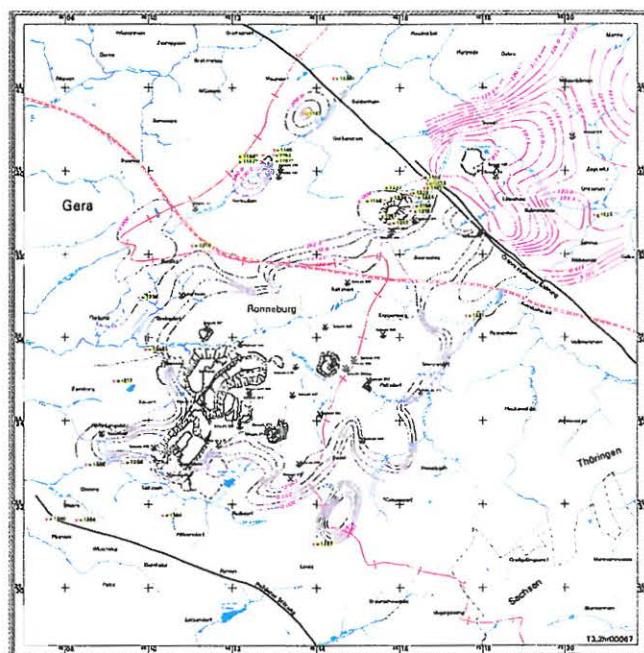


Abb.1: Struktur des Flutungsraumes im Bergaugebiet Ronneburg

Die Flutung der Ronneburger Lagerstätte erfolgt mit dem Ziel, die Verwahrung des untertägigen Grubengebäudes unter Beachtung der sich aus den berg-, strahlenschutz- und wasserrechtlichen Randbedingungen ergebenden Anforderungen sowie unter Berücksichtigung des Verhältnisses von Sanierungskosten zu erreichbarem Umweltnutzen zu realisieren. Dabei besteht die zentrale Aufgabenstellung im Schutz der Oberflächengewässer und Grundwasservorkommen vor unzulässigen Belastungen durch bergbautypische Kontamination. Die dauerhafte Unterbindung der Oxidationsprozesse im Absenkungstrichter bildet die Grundlage für eine langfristige Verbesserung der Wasserbeschaffenheit.

Für die Planung des Flutungsprozesses selbst sowie der notwendigen begleitenden Aktivitäten, wie Errichtung von Systemen zur Wasserfassung und –behandlung nach Abschluß der Flutung, war vorab eine Prognose zum zeitlichen Verlauf des Wasserstandsanstiegs zu erarbeiten.

Zur Berechnung der Entwicklung des Grundwasserwiederanstiegs wurde ein spezielles, die komplizierten bergbaulichen, geologischen und geochemischen Verhältnisse weitgehend widerspiegelndes Box-Modell entwickelt, das 20 Grubenfelder und 22 Sohlenebenen dreidimensional erfaßt und den Flutungsverlauf instationär nachbildet [C & E-96].

Das auf bergmännische Tätigkeit zurückzuführende auffüllbare Hohlraumvolumen wurde vor Beginn der Flutung auf ca. 50 Mio. m<sup>3</sup> geschätzt [PAUL-98], zusätzlich wurde von einem flutbaren Hohlraumvolumen im unbeeinflußten Gebirge von 4 bis 10 Mio. m<sup>3</sup> ausgegangen.

Die vor Einleitung des Flutungsprozesses erstellten Prognosen des Flutungswasseranstieges der Grubenfelder südlich der BAB 4 ließen erwarten, daß unter der Annahme mittlerer meteorologischer Verhältnisse unter Variation des Anteils an entwässertem Porenvolumen im unverwitterten Gebirge Flutungszeiten bis zum Erreichen der 240-m-Sohle im zentralen Grubenfeld Schmirchau (52 m NN) von rd. 2,5 ... 4 Jahren und bis zum Erreichen der 180 m-Sohle (117 m NN) von 5 ... 7 Jahren wahrscheinlich sind.

Bereits unmittelbar nach Einleiten der Flutung wurde deutlich, daß der Anteil des flutungswirksamen Porenraumes im Gebirge offensichtlich überschätzt worden war. Unter starker Abminderung dieser Hohlraumkategorie ergaben sich bei Ansatz mittlerer meteorologischer Verhältnisse folgende Korrekturen der Flutungszeiten:

- Einstau der 240-m-Sohle (52 m NN) nach ca. 2,5 Jahren,
- Einstau der 120-m-Sohle (178 m NN) nach ca. 6 Jahren,
- Erreichen des stationären Flutungsendstandes im Zentralteil nach ca. 10 Jahren (erwarteter Grundwasserstand ca. 260 m NN).

Entgegen dieser ursprünglichen Prognose verlief die Flutung bis zur 240-m-Sohle ab März 1999 jedoch wesentlich schneller als prognostiziert. So wurde das Niveau von 52 m NN bereits nach einer Flutungszeit von ca. 20 Monaten im September 1999 und damit etwa 12 Monate früher als erwartet erreicht.

Es stellte sich somit die Aufgabe, die Ursachen für diese Entwicklung zu untersuchen, das Prognosemodell am faktischen Wiederanstieg zu validieren. und Schlussfolgerungen für den weiteren Flutungsverlauf und die Vorbereitung der technischen Maßnahmen zum Gewässerschutz abzuleiten. Dabei stand die Formulierung von worst-case-Szenarien, also Szenarien einer schnellstmöglichen Flutung, im Vordergrund der Betrachtungen.

## 2 Geologische und hydrogeologische Randbedingungen

Die Ronneburger Uranerzlagerstätte liegt mit ihrem Zentralteil im Bereich des Ronneburger Horstes, dem nordöstlichen Teil des erzgebirgisch streichenden, aus ordovizischen bis unterkarbonischen Gesteinen aufgebauten Bergaer Sattels. Nordwestlich der Crimmitschauer Störung schließt sich die Teillagerstätte Drosen an, deren uranerzführendes Grundgebirge abgesenkt und von bis zu 150 m mächtigen permotriassischen Plattformserien (Zechstein bis Unterer Buntsandstein) überlagert wird.

Das Gebiet der Lagerstätte wird von den Vorflutersystemen Gessenbach/ Badergraben/ Zellenbach und Wipse nach Westen zur Weißen Elster sowie durch die Großensteiner und Postersteiner Sprotte nach Osten zur Pleiße hin entwässert.

Der im Bereich des Ronneburger Horstes gelegene Lagerstättenbereich kann als ein in sich geschlossenes Grundwasserzirkulationssystem betrachtet werden, dessen Berandungen durch die Crimmitschauer Störung im Nordosten, die Thränitzer Störung im Westen, die Pohlener bzw. Loitzscher Störung im Südwesten sowie den Heukewalder Sattel im Südosten gebildet werden. Somit erfolgt die Speisung des Grubenraumes im wesentlichen aus der Grundwasserneubildung des Bilanzgebietes. Zusitzende Tiefenwässer, die durch die Grundwasserabsenkung infolge des Bergbaus aktiviert wurden, besitzen nur untergeordnete Bedeutung und werden mit fortschreitender Flutung abgeschnürt.

Das Grundgebirge wies vor Beginn der Bergbautätigkeit insgesamt eine nur geringe Grundwasserergiebigkeit auf, welche im wesentlichen von der Klüftung und Auflockerung der Festgesteine abhängt. So konzentrierte sich die Grundwasserführung auf die silurischen Kiesel- und Alaunschiefer, den Ockerkalk sowie auf Diabaskontaktzonen.

Mit der bergbaubedingten Absenkung der Grundwässer wurden sowohl die geringmächtigen quartären Bildungen und der Verwitterungshorizont des anstehenden paläozoischen Grundgebirges als auch der silurische Kluftgrundwasserleiter selbst weitgehend entwässert. Der Absenkungstrichter war zu Flutungsbeginn oberflächennah im Bereich des Verwitterungshorizontes vom Grunde her durchgehend ausgebildet, wenngleich Gebiete mit Hangendwässern bekannt sind. In tieferen Bereichen verengte er sich entlang der SW-NO-streichenden Silurmulden vorrangig um Gebiete mit bergbaulichen Aktivitäten.

Nach dem Wiederaufgehen des Grundwassers wird sich die Grundwasserführung im Grundgebirge bevorzugt innerhalb des o. g. Kluftgrundwasserleiterkomplexes einstellen, überprägt durch das Grubengebäude.

### 3 Übersicht zur Aktualisierung der Prognosegrundlagen im Jahr 1999

#### Charakteristik der flutbaren Hohlräume

Die Umfänge flutbaren Hohlraumes sind in der folgenden Tabelle für das gesamte Bergbaugebiet Ronneburg (von -180 m NN bis 270 m NN) zusammengestellt.

Tabelle 1 Zusammenstellung der flutbaren Hohlräume für den Flutungsraum südlich BAB 4 (von -180 m NN bis 270 m NN), nach C/E 1996

| Hohlraumkategorie  | Umfang [Mio. m <sup>3</sup> ] |
|--|-------------------------------|
| Bergmännisch offener Hohlraum  | 16,3                          |
| Hohlraum im Versatz  | 5,2                           |
| Hohlraum im Bruchbau   | 2,7                           |
| Hohlraum im Grubenholz   | 0,5                           |
| Hohlraum im untertäigig verritzten Gebirge                             | 5,8                           |
| Hohlraum in den Tagebauflanken   | 0,6                           |
| Porenhohlraum in Innenkippen   | 5,5                           |
| Porenhohlraum im Tagebauverfüllkörper                                  | 3,7                           |
| Geologischer Hohlraum im bergbaulich nicht direkt beeinflußten Gebirge | 4 ... 10                      |

Die schnellere faktische Flutung im Vergleich zur Prognose erforderte die Analyse von Ursachen, auch bezüglich der Hohlraumstruktur.

1. *Überschätzung des flutungswirksamen Porenraumes im bergbaulich nicht direkt beeinflussten Gebirge sowie dessen nur zeitverzögerte Wirksamkeit.*

- Überschätzung des Volumens des entwässerten Gebirgskörpers
- Überschätzung des spezifischen entwässerten und somit wieder auffüllbaren Porenvolumens im Kluftgrundwasserleiter S<sub>1</sub> / S<sub>2</sub>
- Nichtberücksichtigung der Instationarität dieses Auffüllvorgangs.

Für die weitere Prognose wird lediglich mit einem flutbaren Hohlraum dieser Kategorie von 0,5 ... 1,0 Mio. m<sup>3</sup> gerechnet.

2. *Die möglicherweise nicht vollständige Verfügbarkeit des markscheiderisch erfassten offenen bergmännischen Hohlraums infolge Standwasseransammlungen in hermetisierten Grubenabschnitten und von Lufteinschlüssen.* Um diese Einflüsse bei den Betrachtungen zum schnellstmöglichen Flutungswasseranstieg berücksichtigen zu können, wurden Abschläge vom Gesamthohlraumvolumen von bis zu 10 % vorgenommen.

3. *Die Nichtberücksichtigung der verzögerten Auffüllung aller Porenhohlräume.* Auch hier wurden Abschläge formuliert, um den innerhalb des Prognosezeitraums wirksamen Hohlraumanteil abzuschätzen.

4. *Die Überschätzung des flutbaren Porenvolumens im verfüllten Tagebau.* Anhand der Ergebnisse zur Einlagerung des Haldenmaterials in den Tagebau Lichtenberg konnte gezeigt werden, daß aufgrund höherer Lagerungsdichten und höherer Sättigung von einer

drastischen Verringerung der im Bereich des Tagebaurestloches flutbaren Hohlräume auszugehen ist. Dieser Aspekt hat auf die bisherige Flutung keinen Einfluß, führt jedoch zu einer Verkürzung der zu erwartenden Flutungszeit zwischen dem Niveau von 70 m NN bis zur Tagesoberfläche.

Nach aktuellem Kenntnisstand wurde nunmehr eingeschätzt, daß sich der flutbare Grubenhohlraum des Zentralteils der Lagerstätte (südlich BAB 4) aus dem bergmännischen, offenen Hohlraum (ca. 16 Mio. m<sup>3</sup>) sowie verschiedenen Kategorien von flutbaren Porenhohlräumen (Porenhohlräume im Versatz, im entwässerten Gebirge, im rückverfüllten Bergematerial des Tagebaues (insgesamt etwa 20 bis 25 Mio. m<sup>3</sup>) zusammensetzt.

### Speisung des Flutungsraums

Die Speisung des Flutungsraumes erfolgt in erster Linie durch Direktinfiltration von Niederschlagswässern.

Die nachfolgenden Betrachtungen konzentrieren sich auf die Analyse der Grundwasserneubildungsverhältnisse im flutungsrelevanten Zeitabschnitt, da diese in entscheidendem Maße den Auffüllvorgang bestimmen und auch künftig prägen werden.

Die korrigierten Jahresniederschläge für den Raum Gera/Ronneburg liegen im langjährigen Durchschnitt zwischen 635 und 682 mm/a je nach Station und Zeitabschnitt. Dabei ist bemerkenswert, daß entsprechend durchgeföhrter Simulationsrechnungen zur Ermittlung der Infiltrationswassermenge, die Verhältnisse im Naßjahr z.B. bei 40 % höherem Jahresniederschlag zu einer um 150 % erhöhten Infiltrationsmenge führen können, insbesondere dann, wenn die Niederschläge primär im verdunstungsarmen Winterhalbjahr fallen. Im Flutungsjahr 1998 traten deutlich erhöhte Niederschläge in den verdunstungsarmen Monaten September bis November auf.

Die durchgeföhrten Simulationsrechnungen ergaben für eine 18-jährige meteorologische Reihe eine Speisungsmenge von ca. 720 m<sup>3</sup>/h Infiltrationswasser in den Flutungsraum südlich der Crimmitschauer Störung. Bei Berücksichtigung der Maßnahmen der übertägigen Sanierung können nach Sanierungsende später im Mittel etwa 670 m<sup>3</sup>/h für die heutige Fläche des Depressionstrichters erwartet werden.

Die faktischen Grubenwasserzuläufe des Zeitraumes 1991 bis 1998 lagen bei durchschnittlich etwa 630 m<sup>3</sup>/h, d.h. in der Größenordnung der Ergebnisse der Simulationsrechnungen. Allerdings schwankt die berechnete Infiltrationsmenge zwischen 170 m<sup>3</sup>/h im Jahr 1991 und 1320 m<sup>3</sup>/h im Jahr 1995 gegenüber nur geringen Schwankungen im faktisch gemessenen Zulauf zwischen 510 und 730 m<sup>3</sup>/h (Abb.2).

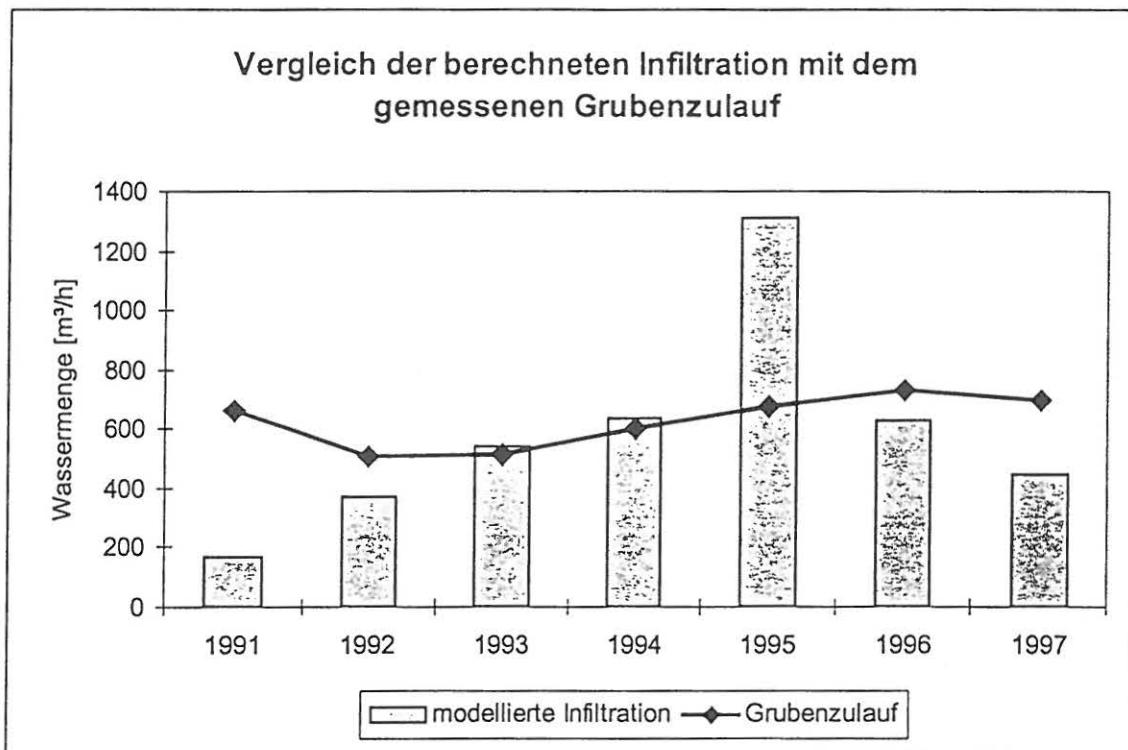


Abb. 2: Vergleich zwischen modellierter Infiltrations- und gemessener Zulaufmenge

Bereits dieser Vergleich belegt unterschiedliche Verweilzeiten der Infiltrationswässer entlang des im abgesenkten Zustand etwa 400 ... 500 m langen vertikalen Sickerweges bis zum abgesenkten Grundwasserspiegel und eine Glättung der Jahresdurchschnittswerte.

Da die gemessenen Grubenwasserzuläufe, bedingt durch die differenzierte Struktur des oberflächennahen Grubengebäudes und des aufgelockerten und unverritzten Gebirges, teils eine rasche Reaktion auf das Niederschlagsgeschehen, teils aber auch langzeitliche Verzögerungen im Sinne eines Trockenwetterabflusses zeigen, wurden Korrelationsanalysen zwischen Niederschlagsgang und Zulaufmengenmessung durchgeführt. Die Modellrechnungen können die unterschiedlichen Verweilzeiten von Infiltrationswässern nur unzureichend widerspiegeln, da tatsächlich sowohl eine sehr schnelle Infiltration über Deformationsgebiete, vertikale Grubenbaue und Bohrlöcher, als auch eine stark verzögerte Infiltration über das Gebirge erfolgt.

Beim Vergleich der Grubenwassermenge mit der Niederschlagsreihe der DWD-Station Ronneburg ergibt sich als weitere Komponente der Speisung des Grubengebäudes die Tendenz einer z.T. mehrjährig verzögter Reaktion in der gemessenen Zulaufmenge. Der zwischen 1991 und 1995 kontinuierlich ansteigenden Niederschlagssumme steht eine ab 1994 erhöhte Zulaufmenge gegenüber, die auch trotz geringerer Niederschlagsmengen nach 1995 noch bis 1996/97 weiter zunimmt (Abb.3).

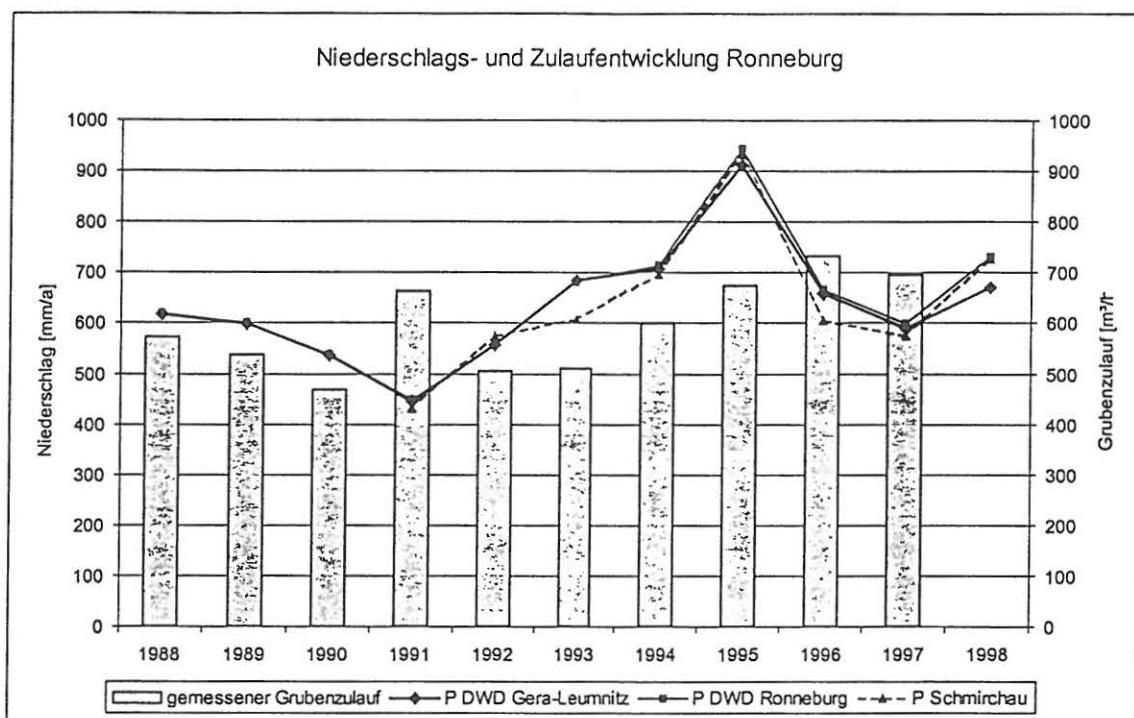


Abb. 3: Entwicklung des Niederschlags und des Grubenwasserzulaufs im Zentralteil des Ronneburger Bergbaureviers

Für die Erstellung einer verlässlichen Prognose der Entwicklung der Zulaufbedingungen im Flutungszeitraum wurden Korrelationsanalysen mit gleitendem Mittel unter Einbeziehung mehrerer Jahresscheiben mit variierender Wichtung zurückliegender Einzeljahren durchgeführt, um die unterschiedlichen Verweilzeiten der Abflüsse in den Flutungsraum zu berücksichtigen.

Als Maß der optimierten Korrelation wurde die visuelle Anpassung der Kurvenverläufe mit Erfassung charakteristischer Trends genutzt und zum anderen als statistische Größe die Summe der quadratischen Abweichungen einbezogen. Als Abweichung wird dabei die Differenz zwischen gemessenen Zuflüssen und der auf der Basis der Niederschlagswerte bzw. Infiltrationsraten generierten Prognose betrachtet.

Aus Korrelationsversuchen mit 3-, 5-, 7- und 9-Jahresscheiben wurden die Vorgängerjahre unterschiedlich gewichtet. Die Analyse ergab, daß die beste Anpassung der berechneten Grubenzuläufe an die Kurve der gemessenen Grubenwassermengen durch die Bildung des gleitenden Mittelwertes unter Berücksichtigung von 7 Jahren und verstärkter Wichtung der jüngeren Vorgängerjahre erreicht wird.

Es gilt dabei die Gleichung: Zulauf = (P - ETR) 40 % .

Die Zulaufprognosen für den Zeitraum bis 2004 (Tab.3, 4; Abb.4) ergeben demnach Erwartungswerte zwischen 700 und 720 m<sup>3</sup>/h (gegenüber den bei bisherigen Prognosen für mittlere Verhältnisse angesetzten 630 m<sup>3</sup>/h) und bei 95 % Überschreitungswahrscheinlichkeit für die Niederschlagssumme 520 bis 630 m<sup>3</sup>/h sowie bei 5 % Überschreitungswahrscheinlichkeit 820 bis 940 m<sup>3</sup>/h (worst case).

Tab. 2

Prognose für die Jahre 1999 und 2000 als Einzeljahr, Zentralteil ohne Beerwalde und Korbußen

|      | Trockenjahr bzw.<br>95 % Überschreitungs-<br>wahrscheinlichkeit |                               | Mittelwert bzw.<br>50 % Überschreitungs-<br>wahrscheinlichkeit |                               | Naßjahr bzw.<br>5 % Überschreitungs-<br>wahrscheinlichkeit |                               |
|------|---|-------------------------------|--|-------------------------------|--|-------------------------------|
|      | P<br>[mm/a]   | Zulauf<br>[m <sup>3</sup> /h] | P<br>[mm/a]  | Zulauf<br>[m <sup>3</sup> /h] | P<br>[mm/a]  | Zulauf<br>[m <sup>3</sup> /h] |
| 1999 | 546   | 675                           | 625  | 711                           | 745  | 764                           |
| 2000 | 440   | 572                           | 680  | 714                           | 920  | 875                           |

Tab. 3

Prognose für die fünf aufeinanderfolgenden Jahre 2000 bis 2004, Zentralteil ohne Beerwalde und Korbußen

|      | 95 % Überschreitungs-<br>wahrscheinlichkeit |                               | 50 % Überschreitungs-<br>wahrscheinlichkeit |                               | 5 % Überschreitungs-<br>wahrscheinlichkeit |                               |
|------|---|-------------------------------|---|-------------------------------|--|-------------------------------|
|      | P<br>[mm/a]                                 | Zulauf<br>[m <sup>3</sup> /h] | P<br>[mm/a]                                 | Zulauf<br>[m <sup>3</sup> /h] | P<br>[mm/a]                                | Zulauf<br>[m <sup>3</sup> /h] |
| 2000 | 560   | 626                           | 680   | 714                           | 800  | 821                           |
| 2001 | 560   | 602                           | 680   | 732                           | 800  | 875                           |
| 2002 | 560   | 533                           | 680   | 699                           | 800  | 877                           |
| 2003 | 560   | 521                           | 680   | 710                           | 800  | 906                           |
| 2004 | 560   | 516                           | 680   | 724                           | 800  | 938                           |

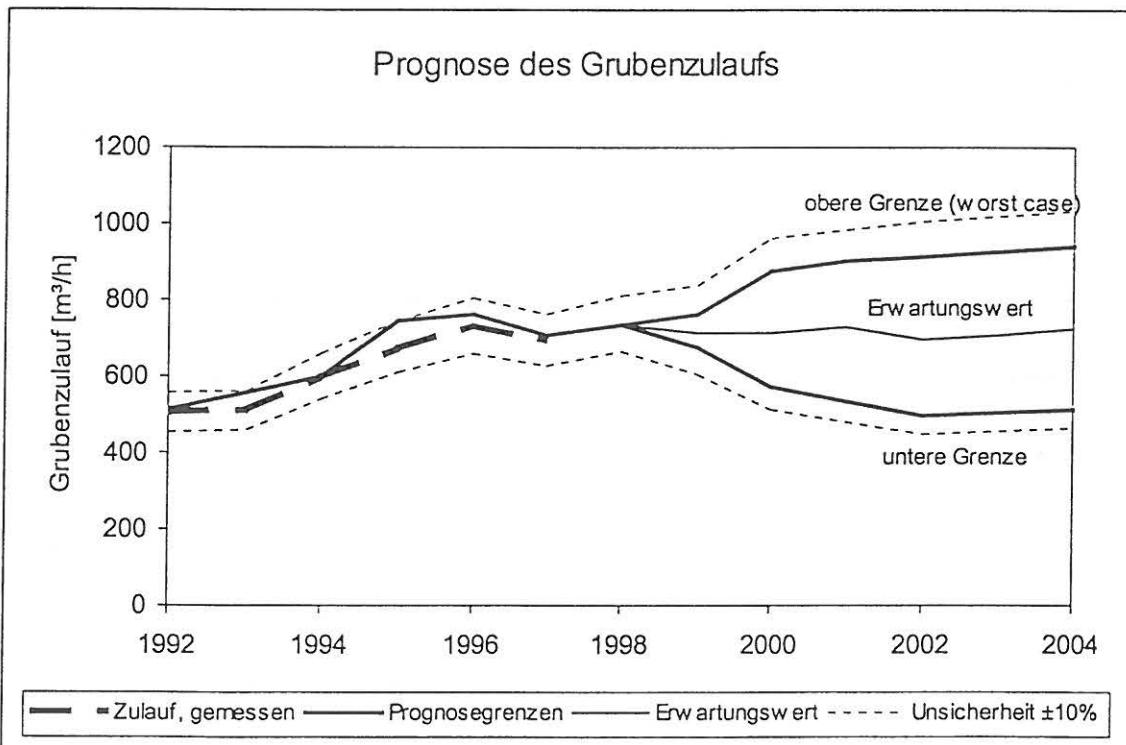


Abb. 4: Zulaufprognosen auf der Basis der Niederschlagsanalyse

Die dargestellten Zuflüsse sind zunächst nicht ohne weitere Anpassung für die Flutungsprognose anzuwenden, da der verwendete Ansatz die Tatsache, daß sich mit

steigendem Grundwasserstand das Einzugsgebiet der Grube verkleinert, nicht berücksichtigt. Diese Verkleinerung des Einzugsgebietes der Grube führt zur Abschnürung randlicher Grundwasserzuflüsse und geht so mit einer systematischen Verringerung der dem Grubengebäude im Mittel zutretenden Wassermengen einher.

Es wurde für die aktuellen Prognosen davon ausgegangen, daß dieser Prozeß erst bei einer Einstauhöhe um 200 m NN verstärkt einsetzen wird.

#### Aktualisierte Wasserstandsprognose im Bearbeitungsstand 1999

Die vorstehende Charakteristik der flutbaren Hohlräume und zu deren Speisungsmengen wurde zu einer aktualisierten Prognose der Flutungswasserstände zusammengeführt.

Dabei wurden real-case- und worst-case-Szenarien betrachtet. Im Sinne des letzt-genannten Szenarios wurde dabei insbesondere prognostiziert, daß mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von >95% ein Niveau von 215 m NN nicht früher als im Februar 2002 erreicht sein wird.

Die Ergebnisse dienten als Grundlage zur Erarbeitung von Konzeptionen für das Wassermanagement und für das Austrittsmonitoring in der Endphase der Flutung und im Flutungsendstand und trugen zur Genehmigung der weiteren Flutung bis 117 m NN bei.

#### 4 Aktuelle Datenlage (Mai 2000)

Eine grafische Übersicht zu den Niederschlagsverhältnissen während der gesamten bisherigen Flutungszeitspanne ist aus der Abbildung 5 ersichtlich, wobei zu Vergleichszwecken auch die monatlichen Mittelwerte aus der Zeitspanne 1981 bis 1999 aufgeführt sind.

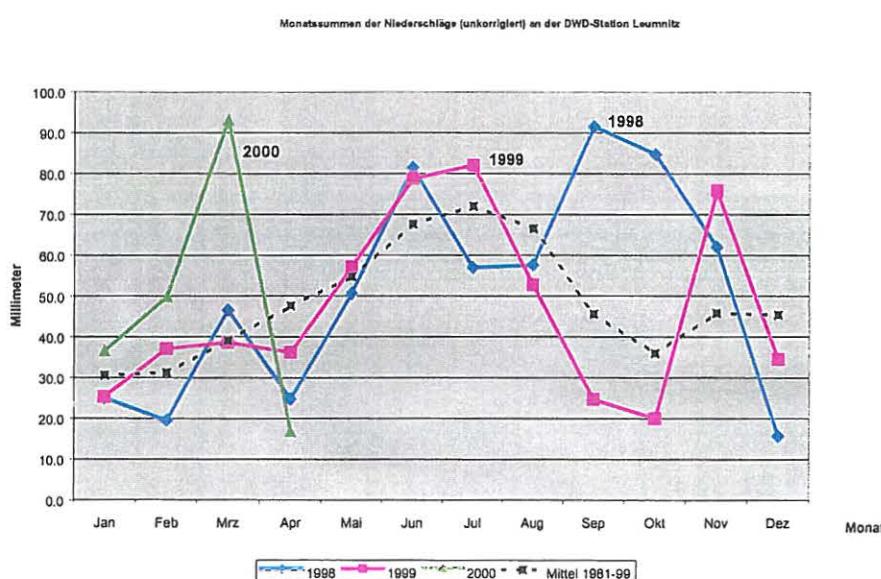


Abb. 5: Monatssummen der Niederschläge (unkorrigiert) an der DWD-Station Leumnitz für die Zeitspanne Januar 1998 bis April 2000

Aus Abbildung 5 ist ersichtlich, daß nicht nur die 2. Hälfte des Jahres 1998, sondern auch die Zeitspanne zwischen Juni 1999 und April 2000 durch z.T. erhebliche Abweichungen der gefallenen Niederschläge von den langjährigen Mittelwerten gekennzeichnet ist. Daraus

ergab sich die Möglichkeit, zum aktuellen Einfluß schneller Komponenten der Zulaufmengen der Grube Erkenntnisse zu gewinnen.

Hierzu wurden die Monatssummen der Niederschläge mit der hinsichtlich der Speisung des Grubengebäudes verfügbaren Kenngröße gegenübergestellt. Da die aktuellen Speisungsmengen prinzipiell nicht messbar sind, wurden die monatlichen Anstiege des Flutungswasserspiegels grafisch aufgetragen (Abbildung 6).

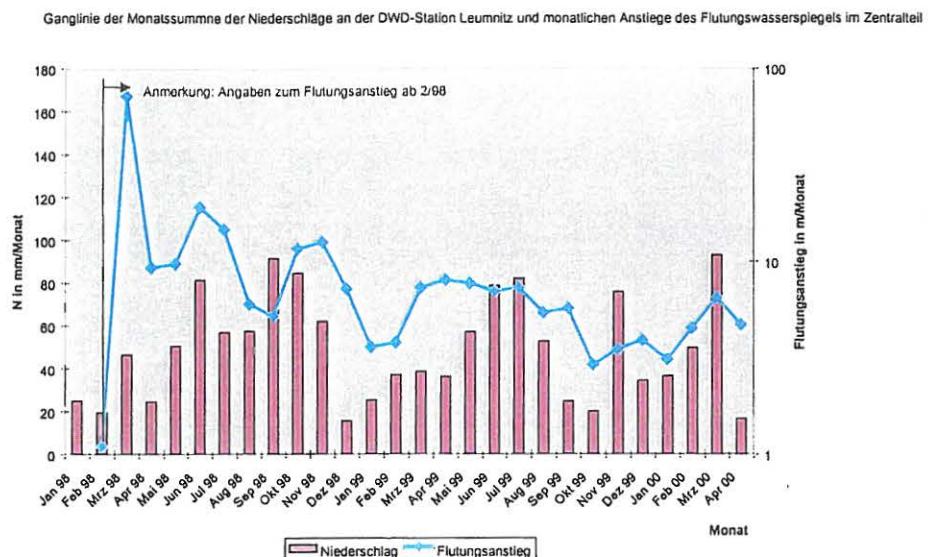


Abbildung 6: Ganglinie der Monatssummen der Niederschläge an der DWD-Station Leumnitz und monatliche Anstiege des Flutungswasserspiegels im Zentralteil für die Zeitspanne Januar 1998 bis April 2000

Der Ganglinienvergleich in der Abbildung 6 zeigt die mit dem Flutungsverlauf zunehmend schnelle Wirksamkeit der hydrometeorologischen Verhältnisse auf die Speisungsdynamik der Grube, wobei die zeitlichen Verzögerungen bei der Reaktion der Flutungswasserspiegel der Grube auf die hydrometeorologischen Verhältnisse in der gegenwärtig Phase der Flutung nur noch wenige Monate ausmachen.

Diese Charakteristik zeigt sich sowohl anhand der Verlangsamung des Flutungstempos als Reaktion auf die hydrometeorologisch trockenen Verhältnisse im Zeitabschnitt August bis Oktober 1999 als auch anhand der anschließenden Zunahme des Flutungstempos infolge nasserer Verhältnisse, wobei bei den hydrometeorologischen Ursachen insbesondere die Monate November 1999 und März 2000 hervorzuheben sind. Diese Tendenzen lassen sich auch anhand der Ganglinie der gemessenen (Fakt)-Wasserstände erkennen, welche zusammen mit den Ergebnissen maßgebender Prognosezenarien aus der nachfolgenden Abbildung 7 ersichtlich ist. Zusätzlich zu den hydrometeorologischen Rahmenbedingungen sind stets auch die im jeweiligen Niveau verfügbaren flutbaren Hohlraumvolumina zu berücksichtigen.

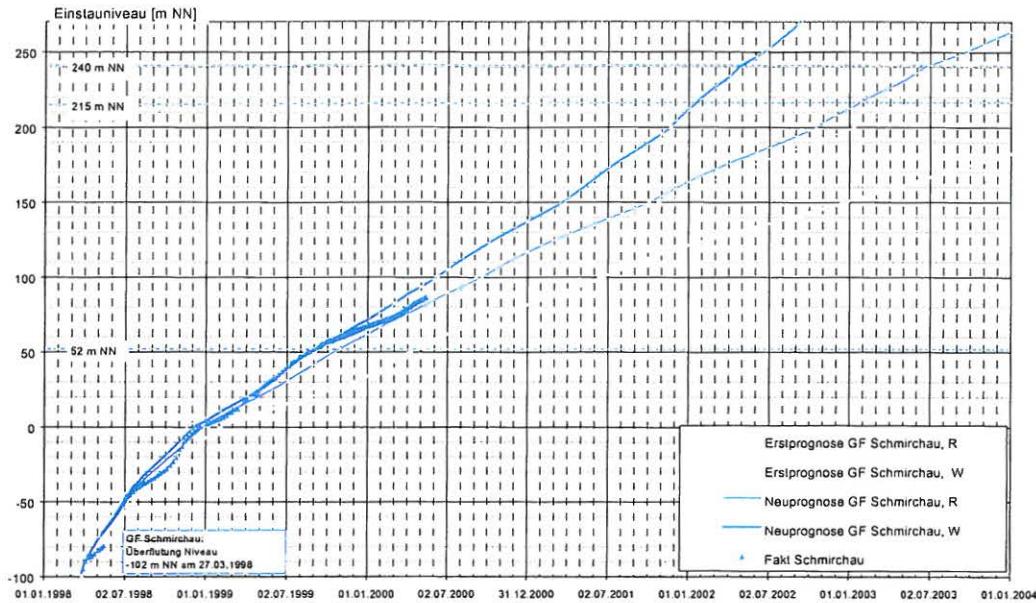


Abb. 7: Vergleich der Flutungsprognosen mit dem faktischen Flutungsverlauf im Grubenfeld Schmirschau

Die verifizierte Hohlraumanalyse und die Untersuchung möglicher Szenarien der Zuflussentwicklung führte zu neuen Parametersätzen, auf deren Basis aktuelle Prognosemodelle erstellt und mit den Monitoringdaten der laufenden Flutung validiert werden konnten. Gezeigt werden jeweils ein realistisches Szenario (R) und ein worst-case-Szenario (W).

Die Prognosen wurden mit dem Boxmodell erstellt. Bei Annahme von Randbedingungen, die eine schnellstmögliche Flutung bewirken (Abminderung der flutungswirksamen Hohlräume und Ansatz hoher, einer Abfolge von mehreren Naßjahren entsprechenden Zuflussmengen) ist nach wie vor davon auszugehen, daß das Niveau von 215 m NN frühestens Anfang 2002 erreicht wird. Des weiteren wird der Flutungsendstand im Tagebaubereich im Niveau zwischen 260 m NN und 290 m NN erwartet und in Abhängigkeit vom Wassermanagement und den allgemeinen hydraulischen Randbedingungen frühestens 1 bis 3 Jahre später eintreten (Abb.7).

## 5 Schlussfolgerungen

Die im Jahre 1999 durchgeföhrten prognostischen Untersuchungen haben folgende wesentliche Ursachen für den schneller als erwartet erfolgten Grundwasserwiederanstieg im Bereich der in Flutung befindlichen Grube Ronneburg identifiziert:

- die ursprüngliche Überschätzung des flutungswirksamen Porenraumes im bergbaulich nicht direkt beeinflussten Gebirge sowie dessen nur zeitverzögerte Wirksamkeit,
- die ursprüngliche Unterschätzung der Zulaufmengen, insbesondere die Nichtberücksichtigung von zeitlich instationären Infiltrationsbedingungen sowie von Bedingungen, die längerfristig deutlich von den mittleren Infiltrationsbedingungen abweichen können,
- die möglicherweise nicht vollständige Verfügbarkeit des markscheiderisch erfassten offenen bergmännischen Hohlräums infolge Standwasseransammlungen in hermetisierten Grubenabschnitten und von Lufteinschlüssen,
- die Überschätzung des flutbaren Porenvolumens im verfüllten Tagebau.

Die zwischenzeitliche Entwicklung der Flutung und der diese begleitenden prognostischen Untersuchungen bis zum Mai 2000 hat die Ergebnisse dieser Arbeiten im wesentlichen bestätigt.

Neueste Meßergebnisse weisen außerdem darauf hin, daß die schnelle Komponente der Speisungsmengen des Grubengebäudes mit dessen fortschreitender Flutung eine wachsende Bedeutung erlangt.

### Literatur

- [PAUL et al.-98] Paul, M.; Sänger, H.-J.; Snagowskij, S.; Märten, H.; Eckart, M. : Flutungsprognose am Standort Ronneburg – Ergebnisse eines integrierten Modellansatzes.- In: Merkel, B.; Helling, C. (eds.): Uranium Mining and Hydrogeology II, Proceedings of the International Conference and Workshop, Freiberg, Germany, September 1998.- GeoCongress 5, Verlag S. v. Loga, Köln 1999, 130-139
- [C & E-96] C & E GmbH: Prognose der zeitlichen Entwicklung der Flutung der Lagerstätte Ronneburg unter Berücksichtigung der feldesteil-spezifischen Besonderheiten, unveröff. Studie; Aue/Chemnitz 1996
- [WIS-R 274] WISMUT GmbH: „Auswertung von Daten und Unterlagen zum Niederschlagsregime im Bergbaurevier Ronneburg“; Chemnitz, Nov. 1998
- [C & E-99] C & E GmbH: Abschlußbericht „Präzisierung der Prognose der Speisung des Flutungsraumes der Ronneburger Grube (südlich und nördlich BAB 4); Aue/Chemnitz, 7.10.1999
- [C & E-99] C & E GmbH: „Untersuchung der flutungsdynamischen Besonderheiten im bisherigen Flutungsverlauf der Ronneburger Uranlagerstätte und Ermittlung von präzisierten Ausgangskennziffern für eine verbesserte Modellierung und Prognose des weiteren Flutungswasseranstieges und seiner Auswirkungen“; Chemnitz, 26.10.1999