



DWD

A M T L I C H E S G U T A C H T E N

**Klimadaten und hydrometeorologische Spezialdaten
für den vorgegebenen Untersuchungsstandort
im Raum Spremberg**

Deutscher Wetterdienst

Abteilung Hydrometeorologie

Berlin, Mai 2011



Thema des Gutachtens: **Klimadaten und hydrometeorologische Spezialdaten für den vorgegebenen Untersuchungsstandort im Raum Spremberg**

Auftraggeber: G. U. B. Ingenieur AG
z. Hdn. Herrn Dr. Hennig
Katharinenstraße 11
08056 Zwickau

Auftragnehmer: Deutscher Wetterdienst
Abt. Hydrometeorologie
Lindenberger Weg 24
13125 Berlin

Gesamtzahl der Seiten: 13
Anzahl der Tabellen: 5
Anzahl der Anlagen: eine CD

Dieses Gutachten enthält Aussagen, die ausschließlich für das angegebene Bearbeitungsgebiet gelten. Eine Übertragung der Ergebnisse auf andere Anwendungen oder Nachbargebiete ist mit der Dienststelle, die dieses Gutachten erstellt hat, abzustimmen.

Bearbeitung: Thomas Schmidt, Annegret Sager, Dr. Gabriele Malitz

Berlin, 25. Mai 2011

Im Auftrag



.....
Dr. Gabriele Malitz
Sachgebietsleiterin

Dieses Gutachten ist urheberrechtlich geschützt. Außerhalb der mit dem Auftraggeber vertraglich vereinbarten Nutzungsrechte ist eine Vervielfältigung oder Weitergabe dieses Gutachtens an Dritte sowie die Mitteilung seines Inhaltes, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes gestattet.

1 Einleitung

Der Auftraggeber benötigt für die technische Planung eines Kupferbergwerkes im Raum Spremberg repräsentative Klimadaten und hydrometeorologische Spezialdaten. Der seitens des Auftraggebers vorgegebene Untersuchungsstandort befindet sich zwischen Spremberg und Graustein südlich der Bundesstraße B 156, der Mittelpunkt der geplanten Anlage ist durch den Rechtswert 3460200 und den Hochwert 5712600 gekennzeichnet.

Bei den auftragsgemäß ermittelten Klimadaten und hydrometeorologischen Spezialdaten handelt es sich um mittlere Monats- und Jahreswerte von

- korrigierter Niederschlagshöhe,
- Verdunstungshöhe (PET nach Turc/Ivanov und Gewässerverdunstung),
- Lufttemperatur

sowie um die Starkniederschlagshöhen laut KOSTRA-DWD-2000.

2 Werte der Größen korrigierter Niederschlag, Verdunstungshöhe und Lufttemperatur

2.1 Erläuterung

2.1.1 Korrigierter Niederschlag

Während allgemeine niederschlagsklimatologische Aussagen auf der Grundlage der Messwerte der Niederschlagshöhe getroffen werden können, erfordert die Verwendung von Niederschlagsdaten für Wasserhaushaltsbilanzierungen eine Korrektur der Messwerte, da die Messung der Niederschlagshöhe mit systematischen Verlusten gegenüber dem auf der Geländeoberfläche auftreffenden Niederschlag verbunden ist. Wesentliche Ursachen sind Benetzungs- und Verdunstungsverluste des Messgerätes sowie das Hinwegwehen eines bestimmten Anteils des fallenden Niederschlages über den Auffangtrichter (Windfehler). Von Relevanz für den Wasserhaushalt ist der ausgeprägte Jahresgang der Korrekturen mit den höheren Werten für die Niederschläge des Winterhalbjahres.

Über die Größe der auftretenden Fehler und ihre Abhängigkeit von den Witterungs- und Standortbedingungen der Messstelle liegen umfassende Untersuchungsergebnisse vor, auf deren Grundlage ein im Deutschen Wetterdienst routinemäßig eingesetztes Korrekturverfahren entwickelt wurde [RICHTER, 1995]. Die im Rahmen des Abschnitts 2 dieses Gutachtens bereitgestellten Niederschlagszeitreihen sind standortbezogen und tageweise um den systematischen Messfehler korrigiert:

$$N_{\text{kor}} = N + \Delta N \quad (1)$$

mit $\Delta N = b N^e$

und N_{kor} korrigierter Niederschlag
 N Messwert der Niederschlagshöhe
 ΔN Korrekturbetrag.

Durch die Koeffizienten b und den Exponenten ε wird der Einfluss der Windexposition der Messstelle und die Niederschlagsart (Regen, Schnee, Mischniederschlag) berücksichtigt.

Die Tageswerte der korrigierten Niederschlagshöhe werden zu Monatswerten der korrigierten Niederschlagshöhe summiert. Die korrigierte Niederschlagshöhe der Niederschlagsmessstelle Graustein wird auftragsgemäß in Form von Monats- und Jahreswerten zur Verfügung gestellt.

(Hinweis: In ausschließlich niederschlagsklimatologischen Standortbewertungen ohne Bezug auf die Wasserhaushaltsbilanzierung (zum Beispiel KOSTRA-DWD-2000, siehe Abschnitt 3 des vorliegenden Gutachtens) und in Witterungsberichten werden die nicht korrigierten Messwerte der Niederschlagshöhe verwendet bzw. angegeben. Somit ist zu beachten, dass diese unkorrigierten Niederschlagsdaten nicht zu direkten Vergleichen mit den infolge der Korrektur erhöhten Niederschlagswerten herangezogen werden dürfen.)

2.1.2 Verdunstungshöhe

Die potentielle Verdunstungshöhe lässt sich sowohl für Landflächen als auch für Seeoberflächen berechnen. In vorliegendem Gutachten findet für Landoberflächen die potentielle Verdunstung nach Turc/Ivanov [DVWK, 1996] und für Seeoberflächen die Gewässerverdunstung nach Richter [DVWK, 1996] Anwendung.

Die **potentielle Verdunstung nach Turc/Ivanov** beruht auf dem Modellkonzept nach TURC (2) bzw. nach IVANOV (3), das sich im Anwendungsbereich der verdunstungsklimatischen Standortbewertung für den ostdeutschen Klimaraum vielfach bewährt hat. Die Ausgangsformeln weisen zudem den Vorteil auf, dass sie auf Klimagrößen zurückgreifen, die bis zur zeitlichen Auflösung von Tageswerten mit hoher Genauigkeit übertrag- bzw. ergänzbar sind.

$$PET_{TURC} = (G + 209) \cdot (0,00311 \cdot T_L) / (T_L + 15) \quad (2)$$

mit PET_{TURC} potentielle Verdunstungshöhe in mm/d
 G Globalstrahlung in J/cm^2
 T_L Lufttemperatur in $^{\circ}C$

Im Temperaturbereich unter $0^{\circ}C$ versagt die Gleichung (2) und bei Lufttemperaturen wenig über dem Gefrierpunkt ist sie stärker fehleranfällig. Das Gesamtkonzept sieht daher einen Ersatz der TURC-Formel in den Monaten November bis Februar sowie außerhalb dieser Zeitspanne bei Tagesmittelwerten der Lufttemperatur unterhalb der $3^{\circ}C$ -Schwelle durch eine auf IVANOV zurückgehende Formel (3) vor:

$$PET_{IVANOV} = 0,000036 \cdot (25 + T_L)^2 \cdot (100 - U) \quad (3)$$

mit PET_{IVANOV} potentielle Verdunstungshöhe in mm/d
 T_L Lufttemperatur in $^{\circ}C$
 U relative Luftfeuchte in %.

Die Tageswerte der potentiellen Verdunstung nach Turc/Ivanov werden zu Monatswerten summiert. Auftragsgemäß wird die potentielle Verdunstungshöhe

nach Turc/Ivanov in Form von Monats- und Jahreswerten für die Station Cottbus bereitgestellt.

Auf die Höhe der **Verdunstung einer Gewässerfläche** wirkt neben den meteorologischen Bedingungen das thermische Verhalten des Wasserkörpers ein, das von der Tiefe und der Windexposition des Gewässers abhängig ist. Die Berechnung der Verdunstungsverluste von der Wasseroberfläche erfolgt nach einem Modellkonzept von Richter folgenden Formeltyps:

$$E_W = a \cdot [e_s(T_{W_0}) - e] + b \cdot R_G + c \quad (4)$$

| | | |
|-----|----------------|--|
| mit | E_W | Verdunstung von der Wasseroberfläche |
| | $e_s(T_{W_0})$ | Sättigungsdampfdruck bei der Temperatur T_{W_0} der Wasseroberfläche |
| | e | Dampfdruck der Luft |
| | R_G | Globalstrahlung |
| | a, b, c | empirische Koeffizienten |

Das Formelsystem und die empirischen Koeffizienten wurden auf der Grundlage vieljähriger Messreihen der Wassertemperaturen und Verdunstungshöhen von Seen, Teichen und Talsperren hergeleitet. Für die Berechnung der Gewässerverdunstung wurde von einem Modellsee ausgegangen, der hinreichend ventiliert ist. Die Windgeschwindigkeit wurde über ein geeignetes klimatologisches Mittel parametrisiert.

Die Verdunstungshöhe der freien Wasseroberfläche eines 4,5 Meter tiefen Modellsees wird in Form von Monats- und Jahreswerten, berechnet für die Klimastation Cottbus, bereitgestellt.

2.1.4 Lufttemperatur

Die Lufttemperatur der Klimastation Cottbus wird auftragsgemäß in Form von Monats- und Jahreswerten zur Verfügung gestellt.

2.2 Ergebnisse

In der Tabelle 1 sind die Monats- und Jahreswerte der korrigierten Niederschlagshöhe für die Messstelle Graustein und den Zeitraum 1981 bis 2010 aufgeführt.

Die Tabelle 2 enthält die Monats- und Jahreswerte der potentiellen Verdunstungshöhe nach Turc/Ivanov für die Station Cottbus (1981 bis 2010), während die Gewässerverdunstung für einen hinreichend ventilierten Modellsee mit einer mittleren Tiefe von 4,5 Metern für die Station Cottbus (1981 bis 2010) der Tabelle 3 zu entnehmen ist.

Die Tabelle 4 enthält die Monats- und Jahreswerte der Lufttemperatur an der Station Cottbus für den Zeitraum 1981 bis 2010.

Der Inhalt der Tabellen 1 bis 4 ist in der Excel-Datei hyd_Daten_Spremborg.xls in anliegender CD enthalten.

Tabelle 1: Monats- und Jahreswerte der korrigierten Niederschlagshöhe in mm, GRAUSTEIN

| | Jan | Feb | Mrz | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez | Jahr |
|------------------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|
| 1981 | 68,9 | 24,9 | 81,3 | 45,3 | 62,2 | 45,5 | 174,2 | 53,5 | 34,0 | 92,1 | 78,3 | 82,7 | 842,9 |
| 1982 | 59,5 | 11,0 | 42,6 | 30,5 | 41,2 | 49,4 | 28,8 | 10,7 | 12,8 | 41,7 | 28,7 | 30,2 | 387,1 |
| 1983 | 92,0 | 39,9 | 33,8 | 68,6 | 78,4 | 38,3 | 42,8 | 140,4 | 47,9 | 19,2 | 41,5 | 40,1 | 682,9 |
| 1984 | 65,3 | 42,0 | 13,0 | 53,9 | 53,2 | 69,3 | 40,2 | 103,8 | 69,4 | 29,3 | 38,0 | 31,3 | 608,7 |
| 1985 | 42,8 | 42,8 | 45,8 | 65,0 | 22,5 | 87,2 | 33,0 | 85,9 | 38,2 | 14,5 | 56,8 | 64,4 | 598,9 |
| 1986 | 84,6 | 28,1 | 40,4 | 63,1 | 90,3 | 50,7 | 51,8 | 96,8 | 41,2 | 55,3 | 19,8 | 140,2 | 762,3 |
| 1987 | 77,0 | 48,9 | 33,6 | 61,0 | 79,7 | 60,8 | 96,3 | 119,6 | 54,2 | 22,7 | 66,4 | 53,8 | 774,0 |
| 1988 | 53,2 | 92,3 | 96,5 | 2,9 | 24,8 | 89,7 | 60,2 | 32,7 | 48,3 | 9,2 | 38,5 | 90,2 | 638,5 |
| 1989 | 20,1 | 43,7 | 32,2 | 60,3 | 12,8 | 44,4 | 54,7 | 53,7 | 32,6 | 45,3 | 101,6 | 49,7 | 551,1 |
| 1990 | 23,3 | 38,9 | 23,0 | 49,4 | 12,7 | 96,5 | 21,7 | 64,9 | 45,2 | 41,2 | 71,3 | 53,6 | 541,7 |
| 1991 | 28,7 | 22,7 | 21,5 | 51,8 | 83,5 | 69,9 | 15,7 | 16,2 | 18,1 | 16,9 | 50,6 | 63,0 | 458,6 |
| 1992 | 58,3 | 37,5 | 115,9 | 33,7 | 18,1 | 14,9 | 54,4 | 52,1 | 30,3 | 47,7 | 44,3 | 36,4 | 543,6 |
| 1993 | 56,4 | 56,0 | 17,2 | 20,5 | 76,3 | 73,7 | 146,5 | 55,6 | 71,8 | 40,7 | 45,3 | 118,3 | 778,3 |
| 1994 | 61,5 | 25,1 | 115,6 | 62,2 | 83,9 | 29,1 | 37,1 | 149,3 | 56,7 | 33,9 | 44,0 | 55,8 | 754,2 |
| 1995 | 74,1 | 72,8 | 39,0 | 44,0 | 103,9 | 132,3 | 44,7 | 86,8 | 78,3 | 13,4 | 58,6 | 36,7 | 784,6 |
| 1996 | 2,6 | 44,3 | 22,1 | 22,4 | 112,8 | 35,5 | 154,7 | 78,9 | 48,0 | 50,6 | 47,2 | 20,2 | 639,3 |
| 1997 | 12,7 | 45,8 | 36,0 | 61,8 | 66,3 | 63,5 | 160,1 | 67,1 | 41,5 | 62,6 | 18,5 | 70,3 | 706,2 |
| 1998 | 56,0 | 17,7 | 71,1 | 60,3 | 25,9 | 105,7 | 76,5 | 145,5 | 88,7 | 84,4 | 51,6 | 41,2 | 824,6 |
| 1999 | 40,4 | 70,5 | 42,3 | 47,9 | 54,8 | 86,7 | 75,6 | 42,2 | 26,4 | 26,4 | 35,5 | 44,6 | 593,3 |
| 2000 | 58,7 | 58,2 | 102,9 | 39,2 | 29,1 | 27,3 | 86,9 | 67,6 | 63,0 | 20,9 | 35,8 | 30,3 | 619,9 |
| 2001 | 30,7 | 38,4 | 90,8 | 46,1 | 35,4 | 50,0 | 63,6 | 52,0 | 107,9 | 24,9 | 51,0 | 80,5 | 671,3 |
| 2002 | 36,9 | 74,2 | 38,5 | 65,4 | 63,2 | 45,9 | 78,6 | 127,1 | 57,8 | 70,4 | 101,1 | 35,0 | 794,1 |
| 2003 | 63,0 | 10,7 | 31,5 | 15,0 | 24,1 | 39,2 | 100,8 | 20,2 | 43,8 | 33,6 | 30,5 | 32,0 | 444,4 |
| 2004 | 65,8 | 43,4 | 37,4 | 20,8 | 59,0 | 92,6 | 90,1 | 46,3 | 38,9 | 44,8 | 93,2 | 44,1 | 676,4 |
| 2005 | 70,0 | 52,2 | 26,4 | 27,2 | 74,3 | 47,0 | 145,2 | 73,3 | 48,8 | 13,8 | 36,2 | 87,5 | 701,9 |
| 2006 | 29,3 | 47,6 | 63,6 | 32,6 | 39,0 | 33,3 | 8,6 | 91,4 | 9,8 | 42,9 | 52,0 | 39,5 | 489,6 |
| 2007 | 75,1 | 60,4 | 67,5 | 3,2 | 151,0 | 82,5 | 100,2 | 21,7 | 75,0 | 12,0 | 66,1 | 40,0 | 754,7 |
| 2008 | 83,6 | 34,3 | 61,3 | 73,0 | 15,5 | 49,5 | 64,1 | 121,0 | 47,6 | 93,2 | 49,7 | 49,3 | 742,1 |
| 2009 | 31,6 | 56,7 | 73,7 | 5,4 | 76,6 | 77,6 | 111,1 | 60,7 | 42,2 | 73,5 | 55,2 | 73,1 | 737,4 |
| 2010 | 37,0 | 30,0 | 51,5 | 23,7 | 112,5 | 18,2 | 99,0 | 268,0 | 146,5 | 14,2 | 113,9 | 89,9 | 1004,4 |
| 1981/2010 | 52,0 | 43,7 | 52,3 | 41,9 | 59,4 | 60,2 | 77,2 | 80,2 | 52,2 | 39,7 | 54,0 | 57,5 | 670,3 |

Diese Tabelle ist Teil eines urheberrechtlich geschützten Gutachtens. Außerhalb der mit dem Auftraggeber vereinbarten Nutzungsrechte ist eine Vervielfältigung oder Weitergabe dieses Gutachtens an Dritte sowie die Mitteilung seines Inhalts, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes gestattet.

Tabelle 2: Monats- und Jahreswerte der potentiellen Verdunstung (Turc/Ivanov) in mm, COTTBUS

| | Jan | Feb | Mrz | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez | Jahr |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 1981 | 10 | 13 | 31 | 48 | 101 | 94 | 91 | 87 | 58 | 28 | 16 | 5 | 581 |
| 1982 | 8 | 13 | 31 | 46 | 98 | 111 | 126 | 99 | 72 | 36 | 22 | 13 | 674 |
| 1983 | 18 | 9 | 23 | 58 | 77 | 112 | 137 | 101 | 58 | 31 | 13 | 13 | 650 |
| 1984 | 16 | 11 | 24 | 46 | 73 | 82 | 89 | 98 | 46 | 33 | 17 | 8 | 542 |
| 1985 | 6 | 9 | 20 | 51 | 92 | 82 | 109 | 93 | 58 | 32 | 13 | 16 | 580 |
| 1986 | 12 | 5 | 24 | 39 | 101 | 115 | 109 | 85 | 47 | 34 | 21 | 13 | 606 |
| 1987 | 5 | 8 | 19 | 58 | 73 | 89 | 105 | 78 | 57 | 33 | 15 | 11 | 552 |
| 1988 | 18 | 15 | 20 | 60 | 108 | 92 | 110 | 96 | 55 | 31 | 17 | 16 | 638 |
| 1989 | 16 | 19 | 39 | 49 | 116 | 112 | 110 | 95 | 62 | 36 | 15 | 18 | 685 |
| 1990 | 24 | 36 | 37 | 57 | 114 | 89 | 112 | 107 | 49 | 39 | 17 | 13 | 694 |
| 1991 | 17 | 11 | 29 | 44 | 67 | 95 | 130 | 89 | 68 | 39 | 18 | 13 | 622 |
| 1992 | 10 | 12 | 25 | 50 | 110 | 128 | 118 | 108 | 64 | 24 | 21 | 16 | 684 |
| 1993 | 25 | 13 | 27 | 70 | 107 | 99 | 100 | 92 | 50 | 28 | 8 | 18 | 636 |
| 1994 | 17 | 12 | 26 | 55 | 85 | 102 | 143 | 92 | 52 | 27 | 18 | 17 | 646 |
| 1995 | 15 | 21 | 24 | 49 | 93 | 88 | 139 | 108 | 53 | 38 | 14 | 8 | 648 |
| 1996 | 8 | 12 | 21 | 66 | 67 | 100 | 93 | 90 | 42 | 32 | 18 | 9 | 556 |
| 1997 | 10 | 26 | 32 | 43 | 92 | 111 | 104 | 115 | 63 | 27 | 12 | 9 | 644 |
| 1998 | 16 | 22 | 27 | 55 | 100 | 105 | 99 | 92 | 54 | 24 | 13 | 16 | 622 |
| 1999 | 20 | 13 | 30 | 55 | 103 | 94 | 116 | 96 | 74 | 30 | 16 | 15 | 661 |
| 2000 | 12 | 18 | 22 | 72 | 112 | 120 | 75 | 103 | 58 | 34 | 20 | 14 | 659 |
| 2001 | 11 | 17 | 19 | 47 | 104 | 91 | 111 | 93 | 41 | 39 | 12 | 7 | 591 |
| 2002 | 16 | 22 | 30 | 50 | 95 | 102 | 103 | 102 | 60 | 26 | 8 | 7 | 622 |
| 2003 | 9 | 12 | 28 | 62 | 103 | 130 | 109 | 111 | 67 | 21 | 13 | 12 | 677 |
| 2004 | 8 | 15 | 29 | 66 | 81 | 99 | 107 | 104 | 68 | 34 | 12 | 11 | 632 |
| 2005 | 17 | 10 | 29 | 70 | 92 | 112 | 107 | 91 | 73 | 41 | 15 | 8 | 665 |
| 2006 | 7 | 10 | 19 | 56 | 97 | 118 | 151 | 76 | 80 | 37 | 23 | 20 | 694 |
| 2007 | 25 | 16 | 40 | 83 | 109 | 114 | 103 | 97 | 57 | 29 | 14 | 16 | 702 |
| 2008 | 18 | 22 | 27 | 47 | 102 | 121 | 106 | 87 | 49 | 31 | 14 | 11 | 635 |
| 2009 | 8 | 9 | 24 | 88 | 96 | 84 | 107 | 108 | 65 | 21 | 24 | 8 | 642 |
| 2010 | 5 | 12 | 28 | 63 | 59 | 119 | 131 | 82 | 55 | 29 | 13 | 5 | 600 |
| 1981/2010 | 14 | 15 | 27 | 57 | 94 | 104 | 112 | 96 | 59 | 31 | 16 | 12 | 635 |

Diese Tabelle ist Teil eines urheberrechtlich geschützten Gutachtens. Außerhalb der mit dem Auftraggeber vereinbarten Nutzungsrechte ist eine Vervielfältigung oder Weitergabe dieses Gutachtens an Dritte sowie die Mitteilung seines Inhalts, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes gestattet.

Tabelle 3: Monats- und Jahreswerte der Gewässerverdunstung in mm (See, mittlere Tiefe 4,5 m), COTTBUS

| | Jan | Feb | Mrz | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez | Jahr |
|------------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| 1981 | 5 | 12 | 23 | 74 | 102 | 108 | 111 | 96 | 68 | 46 | 22 | 6 | 673 |
| 1982 | 3 | 17 | 36 | 70 | 95 | 129 | 155 | 150 | 106 | 58 | 31 | 15 | 865 |
| 1983 | 10 | 13 | 25 | 63 | 88 | 131 | 184 | 140 | 88 | 52 | 20 | 16 | 830 |
| 1984 | 14 | 13 | 33 | 61 | 73 | 92 | 102 | 119 | 67 | 47 | 26 | 12 | 659 |
| 1985 | 1 | 12 | 24 | 62 | 89 | 103 | 125 | 122 | 76 | 41 | 15 | 11 | 681 |
| 1986 | 4 | 11 | 19 | 50 | 113 | 122 | 153 | 121 | 64 | 54 | 31 | 16 | 758 |
| 1987 | 4 | 5 | 26 | 70 | 90 | 91 | 133 | 91 | 70 | 47 | 19 | 10 | 656 |
| 1988 | 16 | 17 | 21 | 85 | 128 | 106 | 139 | 136 | 77 | 52 | 22 | 16 | 815 |
| 1989 | 14 | 17 | 45 | 72 | 129 | 141 | 154 | 136 | 81 | 59 | 28 | 13 | 889 |
| 1990 | 13 | 34 | 47 | 78 | 141 | 110 | 157 | 163 | 83 | 62 | 24 | 16 | 928 |
| 1991 | 12 | 12 | 29 | 56 | 73 | 110 | 171 | 133 | 100 | 61 | 19 | 15 | 791 |
| 1992 | 5 | 8 | 28 | 66 | 129 | 179 | 177 | 175 | 106 | 46 | 23 | 17 | 959 |
| 1993 | 10 | 11 | 32 | 90 | 152 | 115 | 105 | 108 | 58 | 43 | 11 | 12 | 747 |
| 1994 | 9 | 15 | 23 | 66 | 99 | 110 | 220 | 149 | 69 | 47 | 29 | 20 | 856 |
| 1995 | 12 | 18 | 34 | 54 | 101 | 108 | 193 | 168 | 68 | 51 | 24 | 6 | 837 |
| 1996 | 3 | 11 | 29 | 76 | 76 | 114 | 107 | 117 | 60 | 45 | 25 | 7 | 670 |
| 1997 | 0 | 20 | 41 | 64 | 96 | 117 | 129 | 158 | 85 | 39 | 14 | 10 | 773 |
| 1998 | 10 | 10 | 35 | 65 | 126 | 130 | 116 | 118 | 57 | 44 | 19 | 13 | 743 |
| 1999 | 14 | 10 | 32 | 67 | 118 | 121 | 159 | 147 | 114 | 55 | 26 | 20 | 883 |
| 2000 | 6 | 16 | 23 | 79 | 153 | 146 | 93 | 135 | 76 | 57 | 35 | 19 | 838 |
| 2001 | 6 | 13 | 16 | 53 | 123 | 104 | 151 | 141 | 56 | 53 | 24 | 9 | 749 |
| 2002 | 7 | 24 | 35 | 62 | 100 | 119 | 134 | 139 | 86 | 38 | 17 | 10 | 771 |
| 2003 | 3 | 19 | 32 | 83 | 133 | 171 | 142 | 166 | 96 | 39 | 19 | 19 | 922 |
| 2004 | 5 | 9 | 26 | 78 | 92 | 106 | 119 | 136 | 90 | 51 | 21 | 14 | 747 |
| 2005 | 10 | 10 | 28 | 91 | 104 | 141 | 130 | 122 | 95 | 61 | 26 | 8 | 826 |
| 2006 | 5 | 6 | 19 | 75 | 119 | 140 | 242 | 123 | 119 | 66 | 35 | 25 | 974 |
| 2007 | 13 | 15 | 43 | 111 | 131 | 143 | 127 | 119 | 77 | 45 | 21 | 16 | 861 |
| 2008 | 10 | 21 | 35 | 61 | 129 | 170 | 144 | 137 | 71 | 40 | 19 | 13 | 850 |
| 2009 | 4 | 7 | 24 | 104 | 121 | 91 | 131 | 154 | 95 | 34 | 31 | 13 | 809 |
| 2010 | 3 | 9 | 31 | 84 | 73 | 138 | 234 | 101 | 65 | 43 | 18 | 3 | 802 |
| 1981/2010 | 8 | 14 | 30 | 72 | 110 | 124 | 148 | 134 | 81 | 49 | 23 | 13 | 806 |

Diese Tabelle ist Teil eines urheberrechtlich geschützten Gutachtens. Außerhalb der mit dem Auftraggeber vereinbarten Nutzungsrechte ist eine Vervielfältigung oder Weitergabe dieses Gutachtens an Dritte sowie die Mitteilung seines Inhalts, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes gestattet.

Tabelle 4: Monats- und Jahreswerte der Lufttemperatur in °C, COTTBUS

| | Jan | Feb | Mrz | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez | Jahr |
|------------------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1981 | -1,1 | 0,6 | 7,2 | 7,5 | 14,6 | 17,0 | 17,5 | 16,9 | 14,4 | 9,1 | 5,0 | -2,7 | 8,9 |
| 1982 | -2,4 | -0,2 | 5,4 | 6,6 | 13,5 | 17,4 | 19,9 | 19,4 | 16,7 | 10,8 | 6,5 | 2,6 | 9,7 |
| 1983 | 4,7 | -1,7 | 5,5 | 10,0 | 13,5 | 17,2 | 21,2 | 18,6 | 14,8 | 10,0 | 3,9 | 0,8 | 10,0 |
| 1984 | 1,5 | -0,2 | 2,3 | 7,6 | 12,8 | 14,6 | 16,4 | 17,9 | 13,3 | 11,0 | 4,3 | 0,0 | 8,5 |
| 1985 | -6,1 | -4,0 | 3,8 | 8,6 | 15,1 | 14,6 | 18,1 | 17,9 | 13,7 | 9,2 | 1,6 | 4,2 | 8,1 |
| 1986 | 0,2 | -8,0 | 3,6 | 7,6 | 15,7 | 16,8 | 18,8 | 17,4 | 11,9 | 9,9 | 6,7 | 2,2 | 8,7 |
| 1987 | -7,5 | -0,5 | 0,0 | 9,4 | 11,3 | 15,6 | 18,1 | 16,4 | 14,7 | 9,8 | 5,9 | 2,3 | 8,0 |
| 1988 | 4,0 | 2,9 | 2,9 | 8,8 | 15,5 | 16,4 | 19,0 | 18,1 | 14,0 | 9,6 | 2,7 | 3,0 | 9,8 |
| 1989 | 2,8 | 4,2 | 7,3 | 9,0 | 14,7 | 16,7 | 19,0 | 18,4 | 15,9 | 11,5 | 2,5 | 2,6 | 10,4 |
| 1990 | 3,4 | 6,9 | 8,3 | 8,9 | 15,0 | 17,2 | 17,9 | 19,6 | 12,8 | 10,8 | 5,3 | 1,1 | 10,6 |
| 1991 | 1,8 | -2,5 | 6,7 | 7,8 | 10,2 | 15,3 | 21,2 | 18,9 | 15,6 | 8,8 | 4,6 | 1,3 | 9,2 |
| 1992 | 1,1 | 3,6 | 5,1 | 9,0 | 15,2 | 20,3 | 20,5 | 21,3 | 13,9 | 6,6 | 5,1 | 0,7 | 10,2 |
| 1993 | 2,1 | -0,1 | 3,6 | 11,3 | 16,8 | 16,2 | 16,8 | 16,6 | 12,9 | 8,7 | -0,2 | 3,7 | 9,1 |
| 1994 | 3,4 | -1,0 | 6,2 | 9,1 | 13,4 | 16,8 | 23,0 | 18,8 | 14,2 | 7,6 | 6,5 | 3,8 | 10,2 |
| 1995 | 0,6 | 5,2 | 3,9 | 9,1 | 13,5 | 15,5 | 21,8 | 19,5 | 13,8 | 12,0 | 2,5 | -2,5 | 9,6 |
| 1996 | -4,4 | -2,9 | 0,8 | 9,4 | 12,7 | 17,2 | 17,0 | 18,7 | 11,2 | 10,8 | 5,7 | -2,9 | 7,8 |
| 1997 | -2,3 | 4,8 | 5,5 | 6,4 | 14,2 | 17,7 | 18,8 | 21,1 | 14,2 | 7,7 | 3,9 | 2,5 | 9,6 |
| 1998 | 3,0 | 5,6 | 4,8 | 10,9 | 15,8 | 18,6 | 18,0 | 17,5 | 14,1 | 9,3 | 1,7 | 1,1 | 10,1 |
| 1999 | 3,1 | 1,3 | 5,9 | 9,9 | 14,9 | 17,0 | 20,6 | 18,8 | 18,0 | 9,9 | 3,9 | 2,7 | 10,6 |
| 2000 | 0,9 | 4,4 | 5,2 | 12,2 | 16,4 | 18,8 | 16,8 | 19,0 | 14,0 | 12,3 | 7,1 | 3,2 | 10,9 |
| 2001 | 1,1 | 1,9 | 3,4 | 8,5 | 15,2 | 15,4 | 19,9 | 20,1 | 12,9 | 13,4 | 3,9 | -0,4 | 9,7 |
| 2002 | 1,7 | 5,5 | 5,7 | 8,9 | 16,3 | 18,0 | 19,7 | 20,6 | 13,9 | 8,4 | 4,3 | -2,3 | 10,1 |
| 2003 | -0,7 | -1,8 | 4,2 | 8,8 | 16,1 | 19,9 | 20,0 | 20,3 | 14,8 | 6,2 | 6,2 | 2,0 | 9,7 |
| 2004 | -1,4 | 2,7 | 5,1 | 10,1 | 12,8 | 16,2 | 18,1 | 19,6 | 14,5 | 10,4 | 4,6 | 1,8 | 9,6 |
| 2005 | 2,7 | -0,8 | 3,5 | 10,4 | 14,2 | 17,0 | 19,1 | 17,0 | 15,7 | 11,2 | 4,5 | 1,1 | 9,7 |
| 2006 | -4,1 | -0,3 | 1,6 | 9,5 | 14,3 | 18,7 | 24,1 | 17,4 | 18,1 | 12,3 | 7,6 | 5,3 | 10,4 |
| 2007 | 5,5 | 3,7 | 7,3 | 11,8 | 16,1 | 19,4 | 18,8 | 18,4 | 13,6 | 8,3 | 3,6 | 2,1 | 10,8 |
| 2008 | 3,8 | 4,6 | 5,0 | 8,8 | 15,3 | 18,8 | 19,3 | 18,6 | 13,3 | 9,6 | 5,6 | 1,8 | 10,4 |
| 2009 | -2,2 | 0,6 | 5,3 | 13,0 | 14,5 | 15,8 | 19,4 | 19,8 | 15,5 | 7,8 | 7,8 | 0,0 | 9,8 |
| 2010 | -5,2 | -0,2 | 4,8 | 9,5 | 12,0 | 17,9 | 22,3 | 18,3 | 12,9 | 7,7 | 5,3 | -4,3 | 8,5 |
| 1981/2010 | 0,3 | 1,2 | 4,7 | 9,3 | 14,4 | 17,1 | 19,4 | 18,7 | 14,3 | 9,7 | 4,6 | 1,2 | 9,6 |

Diese Tabelle ist Teil eines urheberrechtlich geschützten Gutachtens. Außerhalb der mit dem Auftraggeber vereinbarten Nutzungsrechte ist eine Vervielfältigung oder Weitergabe dieses Gutachtens an Dritte sowie die Mitteilung seines Inhalts, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes gestattet.

3 Starkniederschlagshöhen laut KOSTRA-DWD-2000

3.1 Grundlagen

Für zahlreiche Anwendungszwecke sind neben der Niederschlagshöhe auch Dauer, Intensität, Häufigkeit und die zeitliche Verteilung des Niederschlags von Bedeutung. Die für unterschiedliche Anwendungen definierten Starkniederschlagsereignisse können sowohl Niederschläge kurzer Dauer und hoher Intensität als auch mehrere Stunden oder Tage anhaltende Niederschläge mit großen Niederschlagshöhen sein. Eine Auswertung von Starkniederschlagsereignissen ist demnach eine statistische Behandlung von Extremwerten. Um solche Unterlagen zur Verfügung stellen zu können, ist eine planmäßige und detaillierte Auswertung von Niederschlagsregistrierungen erforderlich.

Die Datenbasis für die Berechnung und Regionalisierung von Starkniederschlagshöhen längerer Dauerstufen ($D = 24 \text{ h}$ bis $D = 72 \text{ h}$) besteht aus den täglichen Niederschlagshöhen auf Rasterbasis ($1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$), die beim Deutschen Wetterdienst rückwirkend seit 1951 mittels des Verfahrens REGNIE (REGionalisierung von NIEderschlagshöhen) für den Zeitraum 1951 bis 2000 nachberechnet wurden. In die Berechnung der räumlichen Verteilungen der Niederschlagshöhen gehen nach diesem Verfahren immer alle für den konkreten Termin verfügbaren Informationen von rund 4.500 Stationen ein. Dies bedeutet, dass zwar die Anzahl der verwendeten Messwerte von Monat zu Monat bzw. von Jahr zu Jahr variieren kann, sich aber der Informationsgehalt insgesamt deutlich erhöht. Die so erzeugte räumliche Auflösung der Starkniederschlagshöhen entspricht dem REGNIE-Raster mit rund 350.000 Rasterfeldern. Aufgrund dieser hohen Auflösung ist eine eigenständige Regionalisierung der räumlichen Verteilungen der Starkniederschlagshöhen nicht mehr erforderlich. Um die Kontinuität bei der Anwendung aufrechtzuerhalten, werden die Ergebnisse der neuen Auswertungen vom REGNIE-Raster auf das gewohnte KOSTRA-Raster mit rund 5.350 Rasterfeldern übertragen.

Für die Bearbeitung der kurzen Dauerstufen steht das Stationskollektiv aus ca. 200 Niederschlagsstationen für den Zeitraum 1951 bis 1980 zur Verfügung. Von einer ganzen Reihe dieser über Deutschland verteilten Stationen sind die Niederschlagsregistrierungen bis ins Jahr 2000 digitalisiert bzw. durch Werte von automatischen Niederschlagsaufzeichnungen ergänzt worden, so dass für diese Stationen 50-jährige Reihen zur Verfügung stehen. Detaillierte Untersuchungen dieser Reihen haben ergeben, dass im Schauerbereich keine Änderung im Niederschlagsverhalten erkennbar ist. Das heißt, ein Trend hin zu stärkeren Kurzzeitniederschlägen ist nicht vorhanden. Daher können die Starkniederschlagsauswertungen im Schauerbereich aus KOSTRA 97 in die neue Auswertung übernommen werden. Sie gelten in dieser Form auch für den Zeitraum 1951 bis 2000.

Als Fazit zahlreicher Detailuntersuchungen hat sich weiterhin ergeben, dass der bisherige Berechnungsansatz die tatsächlichen Zusammenhänge bei den 5- und 10-Minutenwerten nicht optimal widerspiegelt, da er sehr hohe Werte liefert, die – besonders aufgrund der Erfahrungen beim Einsatz in Modellregen – als zu hoch angesehen werden. Eine Anpassung des Verfahrens führt nun zu niedrigeren und damit realistischeren Werten bei den 5- und 10-minütigen Niederschlagshöhen.

Die Starkniederschlagsauswertungen liegen sowohl für das ganze Jahr von Januar bis Dezember vor als auch für das Sommerhalbjahr (Mai – September) und das Winterhalbjahr (Oktober – April). Die Ergebnisse sind hierbei als Rasterdarstellungen mit einer Auflösung von etwa 8,5 km x 8,5 km pro Rasterfeld erfasst.

Prinzipiell wird bei KOSTRA-DWD-2000 mithilfe eines ausgewählten extremwertstatistischen Analyseverfahrens die Bewertung der innerhalb eines Messzeitraums ausreichender Länge zufällig aufgetretenen Ereignisse vorgenommen und eine Extrapolation auf sehr seltene Niederschlagsereignisse ermöglicht. Der extremwertstatistische Ansatz geht für jede **Dauerstufe D** von einer jährlichen oder partiellen Serie aus, die sich aus einer Niederschlagszeitreihe ergibt. Jeder Serie der **Niederschlagshöhe h_N** wird durch eine Regressionsrechnung die theoretische Verteilungsfunktion $h_N(D;T) = u(D) + w(D) \cdot \ln T$ in Abhängigkeit von der **Jährlichkeit T** angepasst. Die Verteilungsfunktion wird durch die **Parameter $u(D)$ und $w(D)$** charakterisiert. Um eindeutige Niederschlagshöhen über alle Dauerstufen hinweg zu erhalten, werden im Dauerstufen-Bereich I (5 min bis 60 min) ein hyperbolischer Ausgleich des Verteilungsparameters $u(D)$ und ein doppeltlogarithmischer Ausgleich des Verteilungsparameters $w(D)$, im Dauerstufen-Bereich II (60 min bis 12 h) ein doppeltlogarithmischer Ausgleich von $u(D)$ und $w(D)$ vollzogen.

Weitere Informationen zu KOSTRA-DWD-2000 sind in einem Fortschreibungsbericht mit kurz gefassten Begründungen für die im Verlauf der Untersuchungen getroffenen Entscheidungen und einem angepassten Bericht zu den Berechnungsgrundlagen auf der Homepage www.dwd.de/kostra zu finden.

3.2 Ergebnisse

Die in der Tabelle 5 auf Seite 12 aufgelisteten Starkniederschlagshöhen sind somit das Resultat einer extremwertstatistischen Analyse für den vorgegebenen Untersuchungsstandort. Die Tabelle 5 enthält die extremwertstatistischen Starkniederschlagshöhen $h_N(D;T)$, angegeben in mm, und die entsprechenden Werte für die Niederschlags-spenden $R_N(D;T)$, angegeben in l/(s·ha), für 18 Dauerstufen D (von D = 5 min bis D = 72 h) und 8 Jährlichkeiten T (von T = 0,5 a bis zu T = 100 a, was Überschreitungswahrscheinlichkeiten n von zweimal pro Jahr bis einmal in 100 Jahren entspricht).

Der Tabelle 5 ist bspw. zu entnehmen, dass am vorgegebenen Untersuchungsstandort im Mittel einmal pro Jahr innerhalb von 6 Stunden bzw. 360 Minuten (einschließlich Unterbrechungen) Niederschlag von $h_N(360;1) = 24,8$ mm zu erwarten ist. Dieser Niederschlagshöhe entspricht eine Niederschlagsspende von $R_N(360;1) = 11,5$ l/(s·ha). Im Mittel einmal in 50 Jahren ist dort innerhalb von 15 Minuten mit 24,3 mm Niederschlag zu rechnen. Das heißt, einmal in 50 Jahren fallen am vorgegebenen Untersuchungsstandort innerhalb von 15 Minuten *insgesamt* mindestens 24,3 Liter Niederschlagswasser auf eine Fläche von einem Quadratmeter bzw. innerhalb von 15 Minuten *pro Sekunde* mindestens 269,8 Liter Niederschlagswasser auf eine Fläche von einem Hektar.

Die Niederschlagsspende, die innerhalb von 15 Minuten im Mittel einmal pro Jahr erreicht oder überschritten wird, beträgt am vorgegebenen Untersuchungsstandort 105,6 l/(s·ha).

Tabelle 5: KOSTRA-DWD-2000-Starkniederschlagshöhen h_N und -spenden R_N für den vorgegebenen Untersuchungsstandort

| T | 0,5 | | 1 | | 2 | | 5 | | 10 | | 20 | | 50 | | 100 | |
|--------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| n | 2,00 | | 1,00 | | 0,50 | | 0,20 | | 0,10 | | 0,05 | | 0,02 | | 0,01 | |
| D | hN | RN | hN | RN | hN | RN | hN | RN | hN | RN | hN | RN | hN | RN | hN | RN |
| 5 min | 3,0 | 100,8 | 4,7 | 156,6 | 6,4 | 212,4 | 8,6 | 286,2 | 10,3 | 342,0 | 11,9 | 397,8 | 14,1 | 471,6 | 15,8 | 527,4 |
| 10 min | 5,3 | 89,1 | 7,6 | 126,1 | 9,8 | 163,1 | 12,7 | 212,0 | 14,9 | 249,1 | 17,2 | 286,1 | 20,1 | 335,0 | 22,3 | 372,0 |
| 15 min | 6,9 | 76,5 | 9,5 | 105,6 | 12,1 | 134,7 | 15,6 | 173,1 | 18,2 | 202,2 | 20,8 | 231,3 | 24,3 | 269,8 | 26,9 | 298,9 |
| 20 min | 7,9 | 66,2 | 10,9 | 90,8 | 13,8 | 115,3 | 17,7 | 147,7 | 20,7 | 172,3 | 23,6 | 196,8 | 27,5 | 229,2 | 30,5 | 253,8 |
| 30 min | 9,3 | 51,6 | 12,8 | 70,9 | 16,2 | 90,2 | 20,8 | 115,7 | 24,3 | 135,0 | 27,8 | 154,3 | 32,4 | 179,8 | 35,8 | 199,1 |
| 45 min | 10,3 | 38,2 | 14,4 | 53,4 | 18,5 | 68,5 | 23,9 | 88,6 | 28,0 | 103,8 | 32,1 | 118,9 | 37,5 | 139,0 | 41,6 | 154,2 |
| 60 min | 10,8 | 30,0 | 15,4 | 42,8 | 20,0 | 55,6 | 26,1 | 72,5 | 30,7 | 85,3 | 35,3 | 98,1 | 41,4 | 115,0 | 46,0 | 127,8 |
| 90 min | 11,8 | 21,9 | 17,2 | 31,8 | 22,5 | 41,6 | 29,5 | 54,7 | 34,8 | 64,5 | 40,2 | 74,4 | 47,2 | 87,4 | 52,5 | 97,3 |
| 2 h | 12,6 | 17,5 | 18,5 | 25,7 | 24,4 | 33,9 | 32,2 | 44,8 | 38,1 | 52,9 | 44,0 | 61,1 | 51,8 | 72,0 | 57,7 | 80,1 |
| 3 h | 13,8 | 12,8 | 20,6 | 19,1 | 27,5 | 25,4 | 36,5 | 33,8 | 43,3 | 40,1 | 50,1 | 46,4 | 59,1 | 54,7 | 65,9 | 61,0 |
| 4 h | 14,7 | 10,2 | 22,3 | 15,5 | 29,8 | 20,7 | 39,8 | 27,7 | 47,4 | 32,9 | 54,9 | 38,1 | 64,9 | 45,1 | 72,5 | 50,3 |
| 6 h | 16,1 | 7,5 | 24,8 | 11,5 | 33,6 | 15,5 | 45,1 | 20,9 | 53,8 | 24,9 | 62,5 | 29,0 | 74,1 | 34,3 | 82,8 | 38,3 |
| 9 h | 17,6 | 5,4 | 27,7 | 8,5 | 37,8 | 11,7 | 51,1 | 15,8 | 61,2 | 18,9 | 71,3 | 22,0 | 84,6 | 26,1 | 94,7 | 29,2 |
| 12 h | 18,7 | 4,3 | 29,9 | 6,9 | 41,1 | 9,5 | 55,8 | 12,9 | 67,0 | 15,5 | 78,2 | 18,1 | 92,9 | 21,5 | 104,1 | 24,1 |
| 18 h | 20,6 | 3,2 | 32,8 | 5,1 | 45,0 | 7,0 | 61,2 | 9,4 | 73,4 | 11,3 | 85,7 | 13,2 | 101,9 | 15,7 | 114,1 | 17,6 |
| 24 h | 22,1 | 2,6 | 35,1 | 4,1 | 48,1 | 5,6 | 65,3 | 7,6 | 78,3 | 9,1 | 91,3 | 10,6 | 108,5 | 12,6 | 121,5 | 14,1 |
| 48 h | 28,7 | 1,7 | 43,7 | 2,5 | 58,7 | 3,4 | 78,6 | 4,5 | 93,7 | 5,4 | 108,7 | 6,3 | 128,6 | 7,4 | 143,6 | 8,3 |
| 72 h | 32,3 | 1,2 | 47,2 | 1,8 | 62,1 | 2,4 | 81,8 | 3,2 | 96,7 | 3,7 | 111,6 | 4,3 | 131,3 | 5,1 | 146,2 | 5,6 |

T - Jährlichkeit (in a): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
n - Überschreitungswahrscheinlichkeit pro Jahr (in 1/a)
D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in min, h)
hN - Niederschlagshöhe (in mm)
RN - Niederschlagsspende (in l/(s·ha))

Diese Tabelle ist Teil eines urheberrechtlich geschützten Gutachtens. Außerhalb der mit dem Auftraggeber vereinbarten Nutzungsrechte ist eine Vervielfältigung oder Weitergabe dieses Gutachtens an Dritte sowie die Mitteilung seines Inhalts, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes gestattet.

Bei Anwendung der in der Tabelle 5 aufgeführten Starkniederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD-2000 ist zu beachten, dass wegen der großen zeitlichen Variabilität des Niederschlags und aufgrund der Tatsache, dass relativ lange, 50-jährige Messreihen des Niederschlags nur bedingt repräsentativ für die Zukunft sind, bei der Angabe von Starkniederschlagshöhen ein Toleranzbereich angesetzt werden muss. Außerdem führen unvermeidbare Ungenauigkeiten bei der Mess- und Auswertemethodik sowie die Grenzen des extremwertstatistischen Ansatzes dazu, dass die Niederschlagshöhen bzw. Niederschlagsspenden mit einer gewissen Unsicherheit behaftet sind, die umso größer ist, je seltener der jeweilige Wert überschritten wird.

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für $R_N(D;T)$ bzw. $h_N(D;T)$ in Abhängigkeit von der Jährlichkeit bei $0,5 \text{ a} \leq T \leq 5 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 10 \%$, bei $5 \text{ a} < T \leq 50 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 15 \%$, bei $50 \text{ a} < T \leq 100 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 20 \%$ Berücksichtigung finden.

4 Literatur

- RICHTER: Ergebnisse methodischer Untersuchungen zur Korrektur des systematischen Messfehlers des Hellmann-Niederschlagsmessers. Berichte des Deutschen Wetterdienstes, Nr. 194, Offenbach, 1995.
- DVWK: Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen, DVWK-Merkblätter 238/1996, Bonn, 1996.