



**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  $N_{\text{kor}}$  korrigierter Niederschlag  
 $N$  Messwert der Niederschlagshöhe  
 $\Delta N$  Korrekturbetrag.

Durch die Koeffizienten  $b$  und den Exponenten  $\varepsilon$  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
<b>1981/2010</b>	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
<b>1981/2010</b>	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
<b>1981/2010</b>	<b>8</b>	<b>14</b>	<b>30</b>	<b>72</b>	<b>110</b>	<b>124</b>	<b>148</b>	<b>134</b>	<b>81</b>	<b>49</b>	<b>23</b>	<b>13</b>	<b>806</b>

*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
<b>1981/2010</b>	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](http://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								
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.