

# DWA- Regelwerk

## **Arbeitsblatt DWA-A 531**

### **Starkregen in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit und Dauer**

September 2012, korrigierte Fassung Mai 2017

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

### Impressum

**Herausgeber und Vertrieb:**

DWA Deutsche Vereinigung für  
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.  
Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef, Deutschland  
Tel.: +49 2242 872-333  
Fax: +49 2242 872-100  
E-Mail: [info@dwa.de](mailto:info@dwa.de)  
Internet: [www.dwa.de](http://www.dwa.de)

**Korrigierte Fassung:**

Mai 2017

**Satz:**

DWA

**Druck:**

Druckhaus Köthen

**ISBN:**

978-3-942964-28-9

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2012

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Arbeitsblattes darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

## Vorwort

Starkregenangaben gehören zu den wichtigsten Planungskenngrößen in der wasserwirtschaftlichen und wasserbaulichen Praxis. Sie werden u. a. in urbanen Gebieten bei der Bemessung von Regenentwässerungssystemen und an Fließgewässern bei der Dimensionierung von Wasserbauwerken als Ausgangsparameter benötigt. Von ihrer Genauigkeit hängt ganz entscheidend die Genauigkeit der Zielgrößen entsprechender Berechnungsverfahren und Modelle ab. Dabei ist zu beachten, dass ihre Überschätzung zu erheblichen Mehrkosten bei der baulichen Umsetzung führen kann, ihre Unterschätzung zu einem nicht vertretbaren, überhöhten Restrisiko des Versagens während des Betriebs wasserwirtschaftlicher und wasserbaulicher Anlagen.

Das vorliegende Arbeitsblatt stellt einen einheitlichen methodischen Rahmen für die Durchführung von Starkregenanalysen dar. Aus diesem Grund wurde das Arbeitsblatt so abgefasst, dass es relativ wenig Spielraum für subjektive Entscheidungen zulässt. Eine einheitliche Vorgehensweise wurde zwingend erforderlich, als Mitte der 1980er-Jahre der Deutsche Wetterdienst (DWD), die Ländergemeinschaft Wasser (LAWA), der damalige Deutsche Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e. V. (DVWK) und die damalige Abwassertechnische Vereinigung e. V. (ATV) „Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen“ (kurz KOSTRA) und damit die flächendeckende Bereitstellung von Starkniederschlagsangaben in Deutschland vereinbarten, für die entsprechende extremwertstatistische Stationsauswertungen eine grundlegende Voraussetzung waren. Dabei musste dem Ziel, Messstellen zu vergleichen und Ergebnisse zu regionalisieren, Priorität gegenüber dem Bestreben eingeräumt werden, örtlich eine optimal angepasste Verteilungsfunktion zu verwenden. Der geforderte einheitliche Rahmen wurde schließlich 1985 durch die gremienübergreifende Erarbeitung der „Starkregenauswertung nach Wiederkehrzeit und Dauer“ geschaffen, die textgleich als Arbeitsblatt ATV-A 121 der damaligen Abwassertechnischen Vereinigung e. V. (ATV) und als Heft 124 der DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft veröffentlicht wurde.

Die Arbeitsgruppe „Niederschlag“ im Fachausschuss „Hydrologie und Wasserbewirtschaftung“ der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) legt hiermit die überarbeitete, zweite Fassung dieses Arbeitsblattes vor, die nach mehr als 20 Jahren erforderlich geworden ist. Die Überarbeitung hat zum Ziel, aktuellen Entwicklungen Rechnung zu tragen, ohne aber die seinerzeit angestrebte Vereinheitlichung des Vorgehens bei statistischen Starkregenanalysen in Frage zu stellen. Dieses Arbeitsblatt ist Bestandteil eines umfassenden „Niederschlagsregelwerks für die Deutsche Wasserwirtschaft“ (STALMANN et al. 2004, Übersicht in Anhang A am Ende dieses Arbeitsblattes).

Trotz der flächendeckenden Verfügbarkeit von Starkregenangaben durch KOSTRA gibt es nach wie vor Bedarf an lokalen Stationsanalysen, um z. B. die inzwischen verlängerten Datenreihen auszuwerten, jüngere Entwicklungen zu bewerten oder lokale Besonderheiten im Vergleich zu den KOSTRA-Angaben einzuordnen. Dies ist jedoch nur dann uneingeschränkt möglich, wenn man dem hier empfohlenen methodischen Vorgehen folgt.

Neue Erkenntnisse über das Auftreten von Starkregen sind künftig durch die Auswertung von Radardaten zu erwarten, die bisher jedoch nicht mit ausreichender Beobachtungsdauer vorliegen.

In jedem Fall sollte sich der Anwender bewusst sein, dass die statistische Analyse von Datenreihen, die immer nur Stichproben aus einem langfristigen Geschehen sein können, mit Unsicherheiten verbunden sind und deshalb nur als Schätzung mit begrenzter Genauigkeit aufgefasst werden dürfen.

Allen Kollegen, die durch ihre Mithilfe diese Ausarbeitung gefördert haben, sei an dieser Stelle gedankt. In diesen Dank sind die Bearbeiter der ersten Version dieser Schrift ausdrücklich noch einmal mit eingeschlossen.

### Frühere Ausgaben

ATV-A 121 (12/1985)

DVWK-R 124 (1985)

## Verfasser

Das Arbeitsblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe HW-1.1 „Niederschlag“ im DWA-Fachausschuss „Quantitative Hydrologie“ erarbeitet. Dieser DWA-Arbeitsgruppe gehören folgende Mitglieder an:

HABERLANDT, Uwe	Prof. Dr.-Ing., Leibniz Universität Hannover (stellv. Sprecher)
KUCHENBECKER, Andreas	Dipl.-Ing., Hamburger Stadtentwässerung
MALITZ, Gabriele	Dr. rer. nat., Deutscher Wetterdienst (DWD), Berlin
MIEGEL, Konrad	Prof. Dr., Universität Rostock
PFISTER, Angela	Dipl.-Geogr., Emschergenossenschaft/Lippeverband, Essen (Sprecherin)
PRELLBERG, Dieter	Dr.-Ing. LBD, Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz, Mainz
SYMPHER, Klaus-Jochen	Dipl.-Ing., Dr.-Ing. Pecher und Partner Ingenieurgesellschaft mbH, Berlin
VERWORN, Hans-Reinhard	Prof. Dr.-Ing., Leibniz Universität Hannover
WINKLER, Ulf	Dipl.-Hydrol., Landestalsperrenverwaltung Sachsen, Pirna

Als Gäste haben mitgewirkt:

DRASCHOFF, Rainer	Prof. Dr.-Ing., Detmold
STALMANN, Volker	Dr.-Ing., Essen

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

BARION, Dirk	Dipl.-Geogr., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft
--------------	--

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	.....	<b>3</b>
<b>Verfasser</b>	.....	<b>4</b>
<b>Bilderverzeichnis</b>	.....	<b>6</b>
<b>Benutzerhinweis</b>	.....	<b>7</b>
<b>1 Anwendungsbereich</b>	.....	<b>7</b>
<b>2 Gegenstand und Konzeption</b>	.....	<b>7</b>
<b>3 Datenerfassung</b>	.....	<b>9</b>
3.1	Art der auszuwertenden Regendaten .....	9
3.2	Umfang der auszuwertenden Regendaten.....	9
3.3	Korrekturhinweise.....	10
<b>4 Datenaufbereitung</b>	.....	<b>10</b>
4.1	Zeitäquidistante Grunddaten .....	10
4.2	Ermitteln von Regenhöhen bestimmter Dauer aus den Grunddaten.....	10
4.3	Berücksichtigung der Intervalllänge .....	11
4.4	Bildung jährlicher und partieller Serien von Regenhöhen .....	13
4.5	Behandlung von Ausreißern.....	13
<b>5 Statistische Auswertung</b>	.....	<b>14</b>
5.1	Statistische Analyse einzelner Dauerstufen .....	14
5.1.1	Verteilungsfunktionen.....	14
5.1.2	Zur Beschränkung der Darstellungen auf die Exponentialverteilung und die Gumbel-Verteilung.....	15
5.1.3	Schätzung empirischer Wiederkehrintervalle .....	15
5.1.4	Statistische Analyse bei partiellen Serien .....	16
5.1.5	Statistische Analyse bei jährlichen Serien.....	17
5.2	Ausgleich der Parameter $u$ und $w$ über die Dauerstufen .....	18
5.2.1	Vorbemerkungen.....	18
5.2.2	Ausgleich innerhalb eines Dauerstufenbereichs.....	19
5.2.3	Beurteilung des gewählten Ansatzes .....	21
5.2.4	Ausgleich über die Dauerstufenbereiche .....	21
5.3	Berechnen des funktionalen Zusammenhangs zwischen Regenhöhe, Wiederkehrintervall und Regendauer.....	22
<b>6 Anwendungshinweise</b>	.....	<b>22</b>
6.1	Vorbemerkung .....	22
6.2	Übertragung in die Fläche.....	22
6.3	Verwendung in Niederschlag-Abfluss-Modellen .....	23
6.4	Maßgebende Regendauer und Intensitätsverlauf .....	24
6.5	Extrapolation seltener Werte.....	24
6.6	Vergleiche zwischen Zeitreihenstatistiken und KOSTRA-Werten .....	25
<b>Anhang A Niederschlagsregelwerk</b>	.....	<b>26</b>
<b>Technische Regeln</b>	.....	<b>28</b>
<b>Literatur</b>	.....	<b>28</b>
<b>Software</b>	.....	<b>29</b>

## Bilderverzeichnis

Bild 1:	Schematische Darstellung von Regenhöhenlinien und Regenspendenlinien.....	8
Bild 2:	Grunddatenbestand und überlappende Summen .....	11
Bild 3:	Niederschlagshöhen bei starren Intervallgrenzen mit verschiedener Lage der kumulierten Niederschlagsganglinie .....	12
Bild 4:	Partielle Serie, Ermittlung der Parameter $u_p$ und $w_p$ für eine Dauerstufe $D$ .....	16
Bild 5:	Jährliche Serie, Ermittlung der Parameter $u_j$ und $w_j$ für eine Dauerstufe $D$ .....	18
Bild 6:	Prinzip des Ausgleichs eines Verteilungsparameters über die Dauerstufen.....	19
Bild 7:	Statistische Regenhöhen $D = 3 \text{ d}$ – KOSTRA- und Messwerte im Vergleich .....	25

## Benutzerhinweis

Dieses Arbeitsblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für dieses besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig sowie allgemein anerkannt ist.

Jedermann steht die Anwendung des Arbeitsblattes frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Arbeitsblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Arbeitsblatt aufgezeigten Spielräumen.

## 1 Anwendungsbereich

Das Arbeitsblatt DWA-A 531 gilt ausschließlich für die Auswertung von seltenen Starkregenereignissen mittels wahrscheinlichkeitsstatistischer Methoden. Es gilt nicht für die Behandlung von häufig vorkommenden Regen und daneben nicht für Niederschläge in fester Form wie z. B. Hagel und Schnee (CUNNANE 1978), die durch Akkumulation und Schmelze mit zeitlicher Verzögerung zum Abfluss kommen.

Aspekte der weiterführenden Anwendung von Starkregenangaben  $h_N(D, T_n)$  in hydrologischen Verfahren und Modellen, insbesondere bei der Niederschlag-Abfluss-Modellierung, werden in diesem Arbeitsblatt nicht behandelt. Lediglich in Abschnitt 6 werden einige ausgewählte Aspekte, die bei der Anwendung der  $h_N(D, T_n)$  von Bedeutung sind, aufgegriffen und grundsätzlich diskutiert.

Das Arbeitsblatt DWA-A 531 richtet sich an Betreiber von Niederschlagsmessstellen sowie an alle Fachleute, die mit der statistischen Analyse von Extremniederschlägen befasst sind.

## 2 Gegenstand und Konzeption

Als Starkregen im Sinne dieses Arbeitsblattes werden Regenabschnitte bestimmter Dauerstufen verstanden, die ein Wiederkehrintervall von  $1 a \leq T_n \leq 100 a$  aufweisen.

Da bei gleichem Wiederkehrintervall die Regenhöhe  $h_N$  von der Regendauer  $D$  abhängt, bildet bei der statistischen Analyse von Starkregen die Vorgabe einer maßgeblichen Regendauer (Abschnitt 6.4) oder verschiedener Dauern (Konstruktion von Regenhöhenlinien, siehe unten) den Ausgangspunkt. Sie führt zu Starkregenangaben in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall  $T_n$  (DIN 4049-1), das auch als Jährlichkeit oder Wiederholungszeitspanne bezeichnet wird und dessen reziproker Wert die jährliche Überschreitungshäufigkeit darstellt. Starkregen  $h_N(D, T_n)$  sind folglich erst durch die Festlegung von Regendauer und Wiederkehrintervall eindeutig definiert.

**Hinweis:** Abweichend von DIN 4049-1 wird hier für die Regendauer nicht das Symbol  $T$ , sondern  $D$  verwendet, um Verwechslungen mit dem Wiederkehrintervall  $T_n$  zu vermeiden.

Die grafische Darstellung von Starkregen in Abhängigkeit von  $T_n$  und  $D$  (Bild 1, linker Teil) erfolgt in Form von Regenhöhenlinien (DRASCHOFF 1972), die auch als Niederschlag-Höhen-Dauer-Häufigkeits-Beziehung bezeichnet werden (DYCK & PESCHKE 1995).

Regenhöhen werden in mm angegeben, wobei 1 mm einer Regenmenge von  $1 \text{ l/m}^2$  entspricht. Wird die Regenmenge in  $\text{l}/(\text{s}\cdot\text{ha})$  ausgedrückt, spricht man von Regenspende  $r$  – ein Begriff, der insbesondere bei der Dimensionierung von Regenentwässerungssystemen