

DIN EN 17277

ICS 07.060

Einsprüche bis 2018-10-17

Entwurf**Messung der Regenintensität –
Messbedingungen und Klassifizierung für auffangende Regenmesser;
Deutsche und Englische Fassung prEN 17277:2018**

Hydrometry –

Measurement requirements and classification of rainfall intensity measuring instruments;
German and English version prEN 17277:2018**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-08-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an naw@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW), 10772 Berlin, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 44 Seiten

DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17277:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 318 „Hydrometrie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI (Vereinigtes Königreich) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 119-01 05 AA „Hydrometrie (CEN/TC 318, ISO/TC 113)“ im DIN-Normenausschuss Wasserwesen (NAW).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Messung der Regenintensität — Messbedingungen und Klassifizierung für auffangende Regenmesser

Hydrometry — Measurement requirements and classification of rainfall intensity measuring instruments

ICS:

Deskriptoren

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokument-Stage: CEN-Umfrage
Dokument-Sprache: D

STD Version 2.9d

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	3
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Nutzeranforderungen an RI-Messungen.....	9
5 Messung der RI.....	9
5.1 Allgemeines.....	9
5.2 Messgenauigkeit der RI	10
5.3 Regenmessgerätetypen	10
6 Klassifizierung von RI-Messgeräten.....	12
6.1 Kriterien für die Klassifizierung von Regenmessgeräten	12
6.2 Überprüfung des Ausbalancierens der Behälter	15
6.3 Kohärenz der Informationen.....	16
6.4 Eigenschaften des Geräts, das zur Erzeugung der äquivalenten Referenzintensität verwendet wird.....	16
6.4.1 Übersicht.....	16
6.4.2 Meteorologische Eigenschaften	16
6.5 Prüfverfahren	16
6.5.1 Dynamische Kalibrierung.....	16
6.5.2 Sprungantwort (Zeitkonstante) für Niederschlagswaagen.....	17
6.5.3 Ausbalancieren der Behälter.....	17
6.5.4 Neukalibrierung	19
6.5.5 Verifizierung der Kalibrierung im Feld	19
6.5.6 Eigenschaften des Klassenzuordnungszertifikats.....	20
Literaturhinweise	21

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 17277:2018) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 318 „Hydrometrie“ erarbeitet, dessen Sekretariat von BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

Der Exekutivausschuss der World Meteorological Organisation (WMO) hat unter Beachtung der am 16. September 2008 formell angenommenen Arbeitsvereinbarungen zwischen der ISO und der WMO die weitreichenden Vorteile für nationale Meteorologie- und Hydrologiedienste sowie Nutzerkreise anerkannt, die sich aus der Umsetzung gemeinsamer Normen bezüglich Meteorologie und Hydrologie ergeben wie auch die Notwendigkeit, den WMO-Mitgliedern das Kosten-Nutzen-Verhältnis darzulegen, welches die Anhebung bereits vorhandener technischer Regelwerke/Handbücher/Anleitungen in den Status einer gemeinsamen Norm zur Folge hat. Die EU hat den Verfahren endgültig zugestimmt, nach denen bei der Empfehlung gemeinsamer technischer Normen vorzugehen ist (Resolution 8, gekürzter Abschlussbericht der 61. Sitzung des Exekutivausschusses der WMO).

Die WMO Commission of Instruments and Methods of Observation empfahl während ihrer 15. Sitzung (2010) die Entwicklung von Normen für Regenintensitätsmessungen (Abschlussbericht der 15. Sitzung der CIMO, 4.16, 2. – 8. September 2010, Helsinki, Finnland).

Die Commission for Hydrology (CHy) der WMO erinnerte daran, wie wichtig es ist, mit relevanten regionalen Normungsgremien, wie dem Europäischen Komitee für Normung (CEN), Verbindungen aufrechtzuerhalten, um zur Entwicklung von Rahmenzielen des Qualitätsmanagements beizutragen und zugunsten aller WMO-Mitglieder (Gekürzter Abschlussbericht, CHy-14, 6.13, Genf, Schweiz, 6. – 12. November 2012). Die CHy wies besonders auf eine europäische Initiative zur Entwicklung von Normen und Leitfadenerunterlagen zur Regenintensität und zu meteorologischen Aspekten auf der Ebene von CEN/TC 318 Hydrometrie hin und forderte, dass die Produkte und Informationen mit englischsprachigen Mitgliedsländern der Kommission geteilt werden (Gekürzter Abschlussbericht, CHy-14, 7.14, Genf, Schweiz, 6. – 12. November 2012).

Bei diesem Dokument handelt es sich um eine Norm, die sich auf die Genauigkeit der Messung der Regenintensität (en: rainfall intensity, RI) konzentriert. Es wurde aus bestehenden Europäischen Normen und Technischen Berichten und deren Harmonisierung erstellt: CEN/TR 16469:2013 (*Messung der Regenintensität (flüssiger Niederschlag): Anforderungen, Kalibrierverfahren und Feldmessungen*), die italienische Norm UNI 11452:2012 (*Hydrometry — Liquid precipitation intensity: measurements requirements and calibration methods for catching-type gauges*), und die britische Norm BS 7843-3:2012 (*Code of practice for the design and manufacture of storage and automatic collecting rain gauges*). Die Konzepte, die in diesem Dokument über die Anforderungen der RI-Messung und/oder die Gerätekalibrierung angegeben sind, berücksichtigen auch die Ergebnisse aus der von der WMO organisierten internationalen Vergleichsprüfung von RI-Messgeräten. Insbesondere, wurden die in dieser Norm beschriebenen Kalibrierverfahren für eine Regenmessgerätekalibrierung von der CIMO zugelassen und angenommen, wie im WMO-Bericht Nr. 8, Ausgabe 2008, aktualisiert 2010 (auch „CIMO Guide“ genannt) angegeben.

Dieses Dokument wurde in Zusammenarbeit mit dem WMO Lead Centre on Precipitation Intensity „B. Castelli“ (Italien), das von der WMO Commission of Instruments and Methods of Observation (Zusammenfassung der 15. Sitzung der CIMO, Helsinki, Finnland, 2. – 8. September 2011) ernannt wurde, erarbeitet, um die Forderung nach einer allgemeinen Normung und nach Homogenität von Niederschlagsintensitätsmessungen zu berücksichtigen. Das Lead Centre ist ein Spitzenforschungszentrum zur Entwicklung und Prüfung von Messgeräten, das mit dem Ziel eingerichtet wurde:

- Anleitungen und Verfahren zur Regenmessgerätekalibrierung;
- die erreichbare Kalibrierunsicherheit;
- Labor- und Feldprüfungen;
- die Vergleichsprüfung von Geräten;
- und technische Entwicklungen in Bezug auf die Messung der Niederschlagsintensität sowie der zugehörigen Analyse und Auswertung der Daten zur Verfügung zu stellen.

Einleitung

Niederschlagsmessgeräte gehören zu den Grundkomponenten internationaler hydrometeorologischer Netzwerke. Flüssiger atmosphärischer Niederschlag ist eine grundlegende Variable des natürlichen Wasserkreislaufs. Eine Forderung nach immer genaueren und verlässlicheren Messungen wird für die Bewirtschaftung von Wasserressourcen, die öffentliche Sicherheit und den Katastrophenschutz unumgänglich. Konsistente Regenintensitätsmessungen (RI) Messungen tragen in ganz Europa zur Verbesserung beim Schutz vor von hydrologischen Risiken und Überflutungsereignissen, bei Hochwasserwarnungen und bei der Analyse klimatischer Veränderungen bei. Die vorliegende Norm enthält einen konsistenten Prozess zur Klassifizierung von Regenintensitätsmessgeräten mit Auffangvorrichtung in ganz Europa.

Die Vergleichsprüfungen von RI-Messgeräten durch die WMO [12] [16] führten zu der Empfehlung, dass Regenintensitätsmessungen Gegenstand Internationaler Normen sein sollten. Diese Normen sollten auf der Grundlage der Ergebnisse dieser Arbeit sowie sonstiger Forschung und aufgrund bewährter Praxis entwickelt werden. Der Schwerpunkt sollte dabei auf Standardverfahren zur Durchführung von Kalibrierprüfungen im Labor und auf einer Klassifizierung der Geräteleistung liegen, um Nutzern zu helfen, die geeignetsten Regenmessgeräte für ihre spezifischen Anwendungen auszuwählen.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument berücksichtigt flüssigen atmosphärischen Niederschlag und legt Verfahren und Ausrüstung zur Durchführung von Labor- und Feldprüfungen unter stationären Bedingungen für die Kalibrierung, Prüfung und meteorologische Bestätigung von Geräten zur Messung von flüssigem Niederschlag fest. Es enthält eine Klassifizierung von Messgeräten mit Auffangvorrichtung, basierend auf ihrer Leistung im Labor. Die Klassifizierung bezieht sich weder auf das für die Messung verwendete physikalische Prinzip noch auf die technischen Eigenschaften der Gerätebaugruppe, sondern basiert alleine auf der Gerätekalibrierung. Die Zuordnung einer bestimmten Klasse zu einem Gerät ist nicht als Einstufung der Qualität in hochrangig oder niederrangig vorgesehen, sondern eher als quantitatives standardisiertes Verfahren, um die erreichbare Messgenauigkeit anzugeben und somit Leitlinien zur Eignung für einen bestimmten Zweck zu geben und gleichzeitig die Anforderungen des Nutzers zu erfüllen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

CEN/TR 16469:2013, *Hydrometrie — Messung der Regenintensität (flüssiger Niederschlag): Anforderungen, Kalibrierverfahren und Feldmessungen*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

3.1 Niederschlag (Schnee und Regen)
Niederschlag ist definiert als flüssiges oder festes Produkt der Kondensation von Wasserdampf, das aus Wolken fällt oder sich aus der Luft auf dem Boden ablagert. Er umfasst Regen, Hagel, Schnee, Tau, Nebelfrost, Reif und Nebelniederschlag.

Die Gesamtmenge an Niederschlag, die den Boden innerhalb einer festgelegten Zeitspanne erreicht, ist als „Regen“ definiert, wenn der Niederschlag flüssig ist, und als „Schnee“, wenn der Niederschlag Schnee ist.

Regen (Gesamtmenge des flüssigen Niederschlags) wird als die Niederschlagshöhe (üblicherweise in Millimetern, mm) angegeben, bis zu der dieser die Horizontalprojektion der Erdoberfläche bedecken würde.

Schnee (Gesamtmenge des Schnees) wird als die Niederschlagshöhe angegeben, bis zu der dieser die Horizontalprojektion der Erdoberfläche bedecken würde. Schnee wird weiterhin durch die Tiefe von frisch gefallenem Neuschnee angegeben, der eine ebene horizontale Oberfläche bedeckt.

[QUELLE: WMO-Bericht Nr. 8, „CIMO Guide“, Teil I, Abschnitt 6, neue Ausgabe 2014]

3.2

Regenintensität

RI

Regenintensität (RI) ist als die Menge flüssigen Niederschlags (Regen) definiert, die je Zeitintervall gesammelt wird. Da die RI von Minute zu Minute schwankt, wird sie in 1 min Zeitintervallen gemessen oder (von der Mengenmessung) abgeleitet, und die Maßeinheiten sind Niederschlagshöhen je Stunde, üblicherweise angegeben in Millimetern je Stunde oder $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$. Die RI wird abgeleitet oder direkt ausschließlich mittels Regenintensitätsmessgeräten (siehe Definition 3.4) gemessen.

[QUELLE: WMO-Bericht Nr. 8, „CIMO Guide“, Teil I, Abschnitt 6, neue Ausgabe 2014]

3.3

Regenmessgerät mit Auffangvorrichtung

Regenmessgerät, das Niederschlag über eine oftmals trichterförmige Öffnung mit genau festgelegten Maßen auffängt und das Wasseräquivalent, das Volumen, die Masse oder das Gewicht des innerhalb einer bestimmten Zeit gesammelten Niederschlags misst

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Regenmessgerätetyp umfasst Regenmessgeräte mit Sammelgefäß, Wasserstandsmessung, Regenwippen und Niederschlagswaagen. Es sind die zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Textes häufigsten Typen von registrierenden Regenmessgeräten, die in operativen Netzwerken zur Anwendung kommen.

3.4

Regenintensitätsmessgerät

RI-Messgerät

automatisch aufzeichnendes Regenmessgerät, das die RI mit einer Auflösung von mindestens einer Minute misst

3.5

Verzögerungszeit der Ausgabe eines Regenintensitätsmessgeräts

mögliche zeitliche Verzögerung zwischen dem Ausgabesignal eines RI-Messgeräts und dem Zeitpunkt, an dem die Messung durchgeführt wurde

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Verzögerung ist üblicherweise auf interne Berechnungen des Regenmessgeräts zurückzuführen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die interne Berechnung der Regenintensität kann bei einigen Regenmessgeräten zu einer Verzögerung des Ausgabedatensignals (von z. B. 1 min) führen, die jedoch einfach automatisch auf die korrekte Zeit verschoben werden kann, ohne dass sich dadurch die Messgenauigkeit verschlechtert. Das ist typisch für Regenwippen, die über Software durch eingebettete Elektronik-Chips oder Schnittstellen korrigiert werden. Die Verzögerungszeit sollte nicht mit der Zeitkonstante verwechselt werden. Wenn keine Echtzeitausgabe benötigt wird, sind durch Software verursachte Verzögerungszeiten weniger kritisch als längere Zeitkonstanten oder beliebige andere Einflüsse, da Verzögerungszeiten einfach korrigiert werden können, um die ursprünglichen Regenintensitätsdaten wiederherzustellen.

[QUELLE: WMO IOM –99]

3.6

Messgröße

zu messende Größe

[QUELLE: VIM, 3. Ausgabe, JCGM 200:2012]

3.7

Messunsicherheit

nicht negativer Parameter, der die Streuung der Größenwerte kennzeichnet, die einer Messgröße auf der Grundlage der benutzten Information beigeordnet sind

[QUELLE: VIM, 3. Ausgabe, JCGM 200:2012]

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Parameter kann z. B. eine Standardabweichung sein, die als Standardmessunsicherheit bezeichnet wird (oder ein gegebenes Vielfaches davon) oder die halbe Weite eines Bereiches, der eine festgelegte Überdeckungswahrscheinlichkeit hat.

Anmerkung 2 zum Begriff: Messunsicherheit enthält im Allgemeinen viele Komponenten. Einige dieser Komponenten können durch Bewertung der Messunsicherheit vom Typ A aus der statistischen Verteilung der Größenwerte einer Messreihe bestimmt und durch Standardabweichungen gekennzeichnet werden. Die anderen Komponenten, die durch Bewertung der Messunsicherheit vom Typ B bestimmt werden können, können ebenfalls durch Standardabweichungen gekennzeichnet werden, die aus Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen bestimmt werden, die sich auf Erfahrungen oder andere Informationen gründen.

Messgeräte-Messunsicherheit (VIM, 3. Ausgabe, JCGM 200:2012): Komponente der Messunsicherheit, die durch ein in Betrieb befindliches Messgerät oder ein Messsystem entsteht

Die Messgeräte-Messunsicherheit wird bei der Bewertung der Messunsicherheit vom Typ B verwendet.

Erreichbare Messunsicherheit (WMO Nr. 8, Teil I, Anhang 1.B): vorgesehen als die Messunsicherheit, die unter Feld- und/oder Betriebsbedingungen erreichbar ist

3.8

Regenmessgerät ohne Auffangvorrichtung

Regenmessgerät, bei dem der Regen nicht in einem Behälter/Gefäß gesammelt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Regenintensität oder Regenmenge wird entweder durch berührungslose Messung mittels optischer Verfahren oder Radartechniken ermittelt oder durch Aufprallmessung. Dieser Regenmessgerätetyp umfasst optische Distrometer, Aufprall-Distrometer, Mikrowellenradar-Distrometer, optische/kapazitive Sensoren.

3.9

Auflösung

kleinste Änderung in einer gemessenen Größe, die zu einer wahrnehmbaren Veränderung der entsprechenden Anzeige führt

[QUELLE: VIM, 3. Ausgabe, JCGM 200:2012]

3.10

Sprung- oder Einheitssprungfunktion

Eingangssignal, das zu einem festgelegten Zeitpunkt einschaltet und auf unbestimmte Zeit eingeschaltet bleibt, zur Ermittlung der Antwort (Ausgabe) eines dynamischen Messgerätesystems

[QUELLE: CEN/TR 16469:2013]

3.11

Sprungantwort

zeitvariable Antwort eines Messgerätesystems auf eine Stufenfunktion (Heaviside-Stufenfunktion)

[QUELLE: CEN/TR 16469:2013]

3.12

Sprungantwortzeit

Zeit zwischen dem Moment, an dem der Wert der Eingangsgröße eines Messgeräts oder Messsystems einer plötzlichen Änderung zwischen zwei festgelegten konstanten Größenwerten unterzogen wird, und dem Moment, an dem die entsprechende Anzeige innerhalb festgelegter Grenzen ihren endgültigen Beharrungswert einstellt

[QUELLE: VIM, 3. Ausgabe, JCGM 200:2012]

3.13

Zeitkonstante

Anstiegszeit, die die Antwort eines Messgeräts kennzeichnet, das als System der Antwort erster Ordnung klassifiziert ist (die Art und Weise, in der das System antwortet, wird näherungsweise durch eine Differentialgleichung erster Ordnung ermittelt)

Anmerkung 1 zum Begriff: Sie stellt die Zeit dar, die die Sprungantwort eines Messgerätesystems benötigt, um $(1 - 1/e) \cdot 100$ [%] etwa 63 % des endgültigen oder asymptotischen Wertes zu erreichen.

[QUELLE: CEN/TR 16469:2013]

4 Nutzeranforderungen an RI-Messungen

Diese Norm definiert drei Klassen von RI-Messgeräten nach ihrer Kalibrierung. Die Norm beschreibt die drei Klassen, die Labor-Kalibrierverfahren und die Anforderungen an die Prüfung der Kalibrierung im Feld. Der Nutzer muss festlegen, welche Regenmessgeräteklasse er für einen bestimmten Zweck einsetzen muss, basierend auf den lokalen hydrogeologischen und meteorologischen Bedingungen. Der Netzwerk-/Geräte-manager muss die Klassifizierung bei den maßgeblichen RI-Bereichen angeben. Daten aus nichtklassifizierten Regenmessgeräten müssen mit Vorsicht verwendet werden.

5 Messung der RI

5.1 Allgemeines

Regenintensität (RI) ist als die Menge flüssigen Niederschlags (Regen) definiert, die je Zeitintervall gesammelt wird. Da sich die Variabilität der RI von Minute zu Minute ändert, ist man übereingekommen, die RI in Zeitintervallen von 1 min zu messen und dann die RI in mm/h aus den Messungen abzuleiten, die innerhalb der 1 min erhalten wurden. Die RI wird direkt mittels Regenintensitätsmessgeräten gemessen, zum Beispiel indem ein Regenmessgerät verwendet und damit der Volumenstrom des gesammelten Wassers gemessen wird oder indem die Zunahme des gesammelten Wassers in Abhängigkeit von der Zeit verwendet wird. Eine Reihe von Messtechniken zur Bestimmung der Niederschlagsmenge basieren auf diesen direkten Intensitätsmessungen, indem die gemessene Intensität über ein gewisses Zeitintervall integriert wird.

Herkömmlicherweise wird das von einem Sammelbehälter über eine Öffnung mit bekannter Oberfläche innerhalb einer bestimmten Zeitspanne aufgenommene Volumen flüssigen Niederschlags als Referenzgröße angenommen, genannt Regenmenge. Unter der einschränkenden Hypothese, dass der Regen über die Sammelzeitspanne konstant ist, kann eine daraus abgeleitete Größe, – die Regenintensität – einfach berechnet werden. Je kürzer das für die Berechnung verwendete Zeitintervall ist, desto näher befindet sich der Wert an der tatsächlichen Niederschlagsintensität, die den Boden erreicht. Diese ungefähre Messung der Regenintensität wurde lange Zeit als ausreichend genau anerkannt, um die Anforderungen wissenschaftlicher wie technischer Anwendungen zu erfüllen. Gründe dafür sind einerseits, dass die meisten herkömmlichen Anwendungen in der Hydrologie auf der Ebene von Einzugsgebieten betrieben werden, so dass der Prozess der Regenaggregation in einem großzügigen örtlichen und zeitlichen Rahmen erfasst wird, und andererseits, dass die verfügbare Technologie der Messgeräte, insbesondere hinsichtlich der Datenspeicherungs- und -übertragungsmöglichkeiten, weniger leistungsfähig als die derzeit erhältliche war.

Die Anforderungen an Regendaten stiegen an und die Anwendungen verlangen eine immer bessere Qualität der RI-Messungen. Die Auswertung der Regenmuster, Regenereignismodelle und Vorhersagebemühungen, alltägliche meteorologische und technische Anwendungen usw. basieren alle auf der Analyse der Regenintensitätsreihen, die in sehr engen Zeitintervallen aufgezeichnet werden. Die Bedeutung von RI-Messungen hat sich dramatisch erhöht, und es werden aufgrund der Verkürzung des Referenzzeitraums sehr hohe RI-Werte aufgezeichnet.

Es sollte beachtet werden, dass die für die Berechnung der RI geforderten Zeitspannen am Boden jetzt viel kürzer als bei herkömmlichen Anwendungen sind. Die Konstruktion und das Management von kommunalen Entwässerungssystemen, Sturzflutvorhersagen und -schutzmaßnahmen, Transportsicherheitsmaßnahmen und im Allgemeinen die meisten Anwendungen, bei denen Regendaten in Echtzeit gefragt sind, erfordern eine verbesserte zeitliche (und örtliche) Auflösung, in einigen Fällen sogar auf eine Zeitspanne von einer Minute (**1-MIN RI**).

5.2 Messgenauigkeit der RI

Nach [17], dem WMO-Bericht, „CIMO Guide“ (Anhang 1.D), gelten die nachfolgenden Werte der erweiterten Messunsicherheit für die Messungen der Intensität (flüssigen) Niederschlags unter Labor- (Kalibrierung unter konstanten Durchflussbedingungen) und Feldbedingungen:

Tabelle 1 — Unsicherheit bei den Niederschlagsmessungen nach WMO

Unter konstanten Durchflussbedingungen im Labor	5 % über 2 mm/h 2 % über 10 mm/h
Unter Feldbedingungen	5 mm/h und 5 % über 100 mm/h

Die von der WMO eingeführten Definitionen und die entsprechenden Werte der maximal akzeptablen Messunsicherheiten werden in diese Norm übernommen und werden daher für alle Regenintensitätsmessgeräte mit Auffangvorrichtung berücksichtigt.

Die Übereinstimmung mit dieser Norm beinhaltet keine weiteren Quellen von Gerätefehlern wie Probenahmefehler in Regenwippen.

5.3 Regenmessgerätetypen

Regenmessgeräte können in zwei Hauptgruppen eingeteilt werden: Regenintensitätsmessgeräte (a) mit Auffangvorrichtung und (b) ohne Auffangvorrichtung ([16]). Regenmessgeräte der ersten Gruppe fangen Niederschlag über eine Öffnung mit genau festgelegten Maßen auf und messen das Wasseräquivalent, das Volumen, die Masse oder das Gewicht des innerhalb einer bestimmten Zeit gesammelten Niederschlags. Momentan sind Messgeräte mit Auffangvorrichtung in operativen hydro-meteorologischen Messnetzen zur Messung der Regenmenge und -intensität weit verbreitet. Geräte der zweiten Gruppe ermitteln die Regenmenge oder Regenintensität entweder durch berührungslose Messung mittels optischer Verfahren oder Radartechniken oder durch Aufprallmessung. Es ist noch kein standardisiertes Verfahren zur Kalibrierung von Regenmessgeräten ohne Auffangvorrichtung verfügbar.

Regenmessgeräte mit Auffangvorrichtung können wie folgt gekennzeichnet werden:

- sie können im Labor kalibriert werden;
- sie können die RI innerhalb von Probenahmeintervallen messen, die zwischen wenigen Sekunden und mehreren Minuten liegen;
- sie verfügen über eine endliche Auflösung zwischen 0,001 mm und 1 mm;
- sie verfügen über eine annehmbare Reproduzierbarkeit und langfristige Stabilität;
- sie sind in der betrieblichen Praxis weit verbreitet und kostengünstig;
- sie sind anfällig für windinduzierte Sammelverluste (abhängig von geeignetem Windschutz);
- sie sind anfällig für Befeuchtungs- und Verdunstungsverluste, insbesondere bei geringer RI;
- zur Aufrechterhaltung von Messungen hoher Qualität sind eine regelmäßige Wartung und eine jährliche Kalibrierung und Instandhaltung notwendig.

Der Großteil der Regenmessgeräte mit Auffangvorrichtung, die in operativen Netzwerken verwendet werden, sind Niederschlagswaagen (en: weighing gauges, WGs) und Regenwippen (en: tipping bucket rain gauges, TBRGs) (nähere Angaben siehe [16]).

In Niederschlagswaagen wird der Niederschlag gesammelt und kontinuierlich gewogen. WGs zählen zu den Geräten, bei denen das Wasservolumen aus der Fallbeschleunigung und der Dichte des Wassers abgeleitet wird. Diese Regenmessgeräte verwenden keine beweglichen mechanischen Teile im Wägemechanismus, somit kommt es lediglich zu einer elastischen Verformung. Daher sind die mechanische Verschlechterung und folglich die Wartungsnotwendigkeit deutlich reduziert. Das Wägen erfolgt mittels verschiedener Verfahren, z. B. der Frequenzmessung einer Federaufhängung, eines Dehnungsmessstreifens oder von Kraftaufnehmern, die den gesammelten Niederschlag als Änderung der gemessenen Gewichtszunahme durch das Wheatstone-Brücken-Verfahren misst. Das digitalisierte Ausgabesignal wird im Allgemeinen gemittelt und gefiltert.

Eine Regenwippe misst das eingehende Wasser in Anteilen gleichen Gewichts mithilfe einer Waage mit zwei Behältern aus Metall oder Kunststoff. Ist einer der Behälter voll, liegt sein Massenschwerpunkt außerhalb des Drehpunkts und die Waage kippt um und schüttet dabei das gesammelte Wasser aus; der andere Behälter wird gleichzeitig in die Sammelposition gebracht. Der Wassermasseninhalt des Behälters ist konstant (m [g]), daher wird das entsprechende Volumen (V [cm³]) unter Verwendung der Dichte des Wassers ($\rho = 1$ g/cm³) abgeleitet aus dem Gewicht des Wassers und folglich wird die entsprechende Niederschlagsmenge in Bezug auf die Niederschlagshöhe (h [mm]) abgerufen, indem die Oberfläche des Flächensammelbehälters genutzt wird (Ω [cm²]). Die Gleichung lautet: $V = \text{Masse} / \rho = h * \Omega$, und h wird mittels der Wasserdichte ermittelt, wobei 1 mm 1 g Wasser auf 10 cm² Oberfläche entspricht.

In jüngster Zeit wurden die operativen Netzwerke, insbesondere diejenigen mit automatischen Wetterstationen (en: Automatic Weather Stations, AWS), immer häufiger mit Regenmessgeräten ohne Auffangvorrichtung ausgestattet, z. B. mit optischen Sensoren oder Distrometern (nähere Angaben zu diesen Regenmessgeräten siehe [16]).

6 Klassifizierung von RI-Messgeräten

6.1 Kriterien für die Klassifizierung von Regenmessgeräten

Regenmessgeräte müssen einer geeigneten Klasse zugeordnet werden, die auf den maximal beobachteten Abweichungen der Messung hinsichtlich einer bekannten, konstanten Referenzintensität mit der zeitlichen Auflösung von einer Minute basieren. Die Zeitkonstante des Geräts muss bei Niederschlagswaagen innerhalb desselben einminütigen Intervalls enthalten sein.

Die Referenz, die bei der Bewertung der Geräteleistung verwendet werden soll, muss ein bekannter konstanter kontinuierlicher/diskontinuierlicher Volumenstrom gereinigten Wassers, „Referenz-Volumenstrom“ Q_{ref} genannt, sein. Diese ist in 6.4 näher beschrieben. Jede Ebene oder jeder Zustand entspricht einer Referenzintensität flüssigen Niederschlags, die von den physikalischen Eigenschaften eines einzelnen Regenmessgeräts abhängt, d. h. auf der Oberfläche des Sammelgeräts oder Sammelbehälters Ω . Die Referenzäquivalent-Regenintensität I_{ref} in Verbindung mit einem gegebenen Wert Q_{ref} wird bestimmt als:

$$I_{\text{ref}} = Q_{\text{ref}}/\Omega \quad (1)$$

Innerhalb des Bereichs der Intensitätswerte, die für eine gegebene Klasse geeignet sind, kann die Leistung von RI-Messgeräten ermittelt werden, indem die prozentuale relative Abweichung e_{rel} [%] wie folgt berechnet wird:

$$e_{\text{rel}}[\%] = \frac{I_{\text{mis}} - I_{\text{ref}}}{I_{\text{ref}}} \cdot 100 \quad (2)$$

Dabei ist:

I_{mis} die gemessene Intensität flüssigen Niederschlags;

I_{ref} die Referenzäquivalent-Intensität.

Bei Niederschlagswaagen beruht die Leistung auch auf der Sprungantwort, die als Gerätezeitkonstante angegeben wird, d. h. der Zeitspanne, die das Gerät benötigt, um 63,2 % des Referenz-Intensitätswerts zu messen (siehe Bild 1).

Dies erfordert Messungen in einem zeitlichen Rahmen von einer Minute, basierend auf der statistischen Berechnung der durchschnittlichen relativen Probenabweichung $m_{\text{e,rel}}$ und der damit verbundenen Proben-Standardabweichung $s_{\text{e,rel}}$. Statistiken müssen mit einem Probensatz von mindestens 30 min Prüfungen (mindestens 30 Werte der einminütigen relativen Messabweichung) je Ebene der Referenzintensität bewertet werden (unter stationären Bedingungen).