

# DWD

## Sensorik und Systeme für den Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst

Handbuch zur *Richtlinie Flugwetterdienste*<sup>1</sup> - Band Tech

Stand: 24.09.2019  
Version 2.0

Erstellt: Dr. Eckhard Lanzinger, WV2 Felix Salzinger, TI23 Kai Jellinghaus, WV22	Geprüft: Dr. Raoul Zimmermann, TI23 Dr. Adam Wollny, WV22	Freigabe: Dr. Christoph Leifeld, WV22  Datum: 27.09.2019
---	---	---

<sup>1</sup> [http://www.baf.bund.de/DE/Themen/Flugsicherungsorga/Flugmeteorologie/Flugmeteorologie\\_node.html](http://www.baf.bund.de/DE/Themen/Flugsicherungsorga/Flugmeteorologie/Flugmeteorologie_node.html)

## Änderungsdokumentation

Revision	Geänderte Kapitel/Seiten/ Änderungsgrund	Datum	Bearbeiter	Dienststelle
001	Versionszähler auf 1.0	13.02.2015	Jellinghaus	WV22
002	3.4.2.3 Bestimmung der minimalen horizontalen Sichtweite: „Median“ gestrichen	19.02.2016	Salzinger, Jellinghaus	TI23, WV22
002	Kontakt E-Mail und Hinweis auf Änderungen eingefügt (Kapitel 0/1)	19.02.2016, 27.05.2016	Jellinghaus	WV22
002	MOR-Berechnung (3.4.1) im Text nun überall harmonisches Mittel	19.02.2016	Salzinger, Jellinghaus	TI23, WV22
002	Ergänzung zur RVR-Formel (3.4.3.5, 3.4.2): untere Grenze für Et	19.02.2016	Salzinger, Jellinghaus	TI23, WV22
002	Vermessung Barometerhöhe konkretisiert (7.3.2, 7.2)	19.02.2016, 20.06.2017	Salzinger, Jellinghaus	TI23, WV22
002	Forderung der Benennung eines Stellvertreters des AWOS-Verantwortlichen eingefügt (9.7)	27.05.2016	Jellinghaus	WV22
002	„Bescheinigung über die Einweisung in Wartung und Pflege der meteorologischen Sensorik“ (10.6) und zugehöriges Verfahren eingefügt (9.7)	27.05.2016, 24.05.2017	Jellinghaus	WV22
002	Umrechnung Sichtweite→RVR bei RVR-Ausfall bei BS1 gemäß „ICAO Doc 9365 Appendix E“ anstelle von „NfL I – 1/99“ (wurde aufgehoben)	30.08.2016, 20.06.2017	Jellinghaus	WV22
002	Hinweis auf ICAO Doc 9377 eingefügt bezgl. Zuständigkeit der Flugverkehrsdienste bei der Übermittlung von Windrichtungen, die sich auf magnetisch Nord beziehen (2.1)	30.08.2016	Jellinghaus	WV22
002	Übernahme des aktualisierten Protokolls über die betriebliche Aufsicht an einem Regionalflugplatz (neuer Abschnitt „Personalplanung“)	30.08.2016	Jellinghaus	WV22
002	Neues Ausfallverfahren „E-Mail Heading“ bei Ausfall der Datenübertragung (9.9.3)	25.11.2016	Jellinghaus	WV22
002	Wegfall INFOMET (9.9.2, 9.9.3, 10.4, 10.5)	25.11.2016	Jellinghaus	WV22
002	72h-Regel bei Ausfall einer	20.06.2017	Jellinghaus	WV22

	RVR-Messstelle entfernt, da in keiner rel. Vorschrift mehr enthalten (9.9.5)			
002	Listen der musterzugelassenen AWOS und Sensoren an Regionalflugplätzen online verfügbar (10.1)	20.06.2017	Krecht, Salzinger, Jellinghaus	TI23, WV22
002	Abschnitt „Kalibrierung bzw. Ersatz von meteorologischen Messgeräten/Sensoren an Regionalflugplätzen“ (9.7.1) gemäß Infoschreiben 2017, 2018 eingefügt, Hinweise auf diesen Abschnitt in 2.5, 3.6, 5.6, 7.6 eingefügt. Weitere Überarbeitung der o.g. Abschnitte (z.B. Verweis auf ISO/IEC 17025)	20.06.2017, 06.03.2019	Jellinghaus	WV22
002	Beschränkung auf FWB für Druck-Kontrollmessung entfernt (7.3.2)	20.06.2017	Jellinghaus	WV22
002	Bei Ausfällen und Störungen muss neben der LBZ auch der lokale ATS-Ansprechpartner informiert werden (9.9)	20.06.2017	Jellinghaus	WV22
002	Korrektur: arithmetische Mittelwertbildung für Taupunkttemperatur und Temperatur (6.3.1)	20.06.2017	Salzinger, Jellinghaus	TI23, WV22
002	Zugang zu AWOS-Terminal ist auch für Systemadministratoren gestattet (9.8)	20.06.2017	Jellinghaus	WV22
002	Auch Tripelsensoren ohne Display und/oder ohne Ausgabe des Tripelsensor-Status per AWOS-Software können für die kontinuierliche Kontrollmessung verwendet werden (7.4.1)	12.07.2017	Jellinghaus	WV22
002	Verbesserte Darstellung der RVR-Berechnung (3.4.3, 3.4.3.2)	31.10.2018	Lanzinger, Salzinger, Jellinghaus	WV2, TI23, WV22
002	Pkt. „Kontrolle der Sensor-Reinigung und Einsicht in die entsprechenden Protokolle“ von betrieblicher zu technischer Aufsicht verschoben (9.4, 9.7)	31.10.2018, 14.03.2019	Jellinghaus	WV22
002	Abstand zwischen den betrieb-	31.10.2018	Jellinghaus	WV22

	lichen Aufsichten an Regionalflugplätzen von 6 Monate auf 10 bis 14 Monate erhöht (gemäß Beschluss Workshop Regionalflugplätze 2017)(9.5)			
002	Abschnitt „2.3.5 Markante Böen (SQ) - Definition für die Umsetzung in Algorithmen“ eingefügt	31.10.2018	Lanzinger, Jellinghaus	WV2, WV22
002	Hg-Barometer sind nicht mehr gestattet -> Streichung 7.5, Anpassungen in 7.3.2 und 9.2.4.1, Einfügen von 7.7	31.10.2018	Jellinghaus	WV22
002	Anpassungen wg. Zulassung einer nicht zwangsventilierten Lamellenschutzhütte (6.6, 10.2)	31.10.2018	Krecht, Jellinghaus	TI23, WV22
002	Definition Pistenlänge eingefügt (Fußnote in 2.6, 3.7, 5.6)	31.10.2018, 16.08.2019	Jellinghaus	WV22
002	Einfügen der AWAK 2 in verschiedenen Kapiteln, Ergänzung zu Present Weather Sensorik, Ceilometer und Antrag zu AWAK 2, Anhänge hinzugefügt	18.01.2019	Lanzinger, Salzinger	WV2, TI23
002	Hinweis zur Verwendung herstellereitig bereitgestellter Plausibilitäts-Prüfungsalgorithmen eingefügt (9.8.1)	08.02.2019	Salzinger, Jellinghaus	WV22
002	Hinweis auf Ausfall AWOS-Luftdruckwert bei Ausfall Temperaturwert eingefügt (9.9.7)	08.02.2019	Jellinghaus	WV22
002	Formulierung zur Archivierung überarbeitet, insbesondere zur Speicherung bei einem Flugunfall (9.10)	08.02.2019	Jellinghaus	WV22
002	Kapitel 3.3ff um Anforderungen an AWAK 3,2,1 ergänzt	13.02.2019	Salzinger	TI23
002	Zuständigkeiten für AWOS-Betrieb in 9.8 aufgenommen	27.02.2019	Jellinghaus	WV22
002	Verweis auf ICAO EUR Doc 013 bei Festlegung der RVR-Messorte (3.7) anstelle des Verweises auf die „Allwetterflugkommission“	27.02.2019	Jellinghaus	WV22
002	Allgemeine Hinweise zur Vorgehensweise bei Ausfällen/Störungen in 9.9 gemäß	27.02.2019	Jellinghaus	WV22

	neuer Verträge DWD-Flugplatzunternehmer ergänzt			
002	Regelungen zu ULD-Ausfall aufgenommen (9.9.5.1)	27.02.2019	Salzinger, Jellinghaus	TI23, WV22
002	In 9.8 eingefügt: AWOS-Verantwortliche dürfen nicht gleichzeitig FWB sein; Grund: Interessenskonflikt / Sicherheitsrisiko bei Archivierung	27.02.2019	Jellinghaus	WV22
002	Hinweis auf Zuständigkeitsbereich des AWOS-Verantwortlichen und dessen Stellvertreters bei der Wartung und Pflege der Sensorik in Anlage 10.3 eingefügt (Abgrenzung zu DWD-Tätigkeiten bei jeder technischen Aufsicht)	06.03.2019	Jellinghaus	WV22
002	AWOS_Auto-Klasse 4 eingeführt	14.03.2019	Jellinghaus	WV22
002	Einfügen des Abschnitts 9.1.3 „Firmware-Updates musterzugelassener Sensoren“ gemäß DWD-Schreiben vom 30.04.2019	09.05.2019	Lenkeit, Mergardt, Salzinger, Jellinghaus	TI23, WV22
002	Klarstellung (gemäß Obs 2.0) zur Nutzbarkeit der automatisch ermittelten horizontalen Sichtweite zur Bestimmung der horizontalen Sicht bei teilautomatischem Wetterbeobachtungsdienst (3.1.1)	09.05.2019	Jellinghaus	WV22
002	Überarbeitung AutoMETAR	16.05.2019	Lanzinger	WV 2
002	Anpassung der Abschnitte zur Kalibrierung und Wartung bei Messgeräten zur Bestimmung der Sichtweite und der Wolkenuntergrenze (3.6, 5.5), insbesondere Entfernen der Kalibrierpflicht	20.05.2019	Jellinghaus	WV22
002	Anzeige einer Fehlermeldung bei RVR-Ausfall in 3.4.5.3 eingefügt	20.05.2019	Jellinghaus	WV22
002	Hinweis auf Leitfaden <i>Meteorologische Bodenmesstechnik</i> unter <i>1. Allgemeines</i> eingefügt	28.05.2019	Jellinghaus	WV22
002	Hinweis auf Vermeidung von Verfälschungen durch Jet Blast und/oder Rotor-Downwash bei	28.05.2019	Jäschke, Jellinghaus	WV2 Ost, WV22

	der Luftdruckmessung eingefügt (7.2, 7.3.1, 7.3.2)			
002	Möglichkeit zur Verlängerung des Prüfindtervalls zwischen den technischen Aufsichten bei Mangelfreiheit (9.4)	26.06.2019	Wenzel, Jellinghaus	TI33, WV22
002	Auszug aus DWD-Preisliste aufgenommen (10.11), entsprechende Verweise im Text	26.06.2019	Jellinghaus	WV22
002	Einfügen des Kapitels „Übertragung der Flugplatzwettermeldungen an den DWD“ (9.8.3)	19.07.2019	Salzinger, Jellinghaus	TI23, WV22
002	Erforderliche Vermessung der Standorte der MET-Sensorik bzw. Übermittlung der Koordinaten an LBZ eingefügt (2.6, 3.7, 4.7, 5.6, 6.6, 7.2)	22.07.2019	Jellinghaus	WV22
002	Auswirkungen von Ausfällen auf den vollautomatischen Betrieb eingefügt (9.9)	07./08.08.2019	Jellinghaus	WV22
002	Überarbeitung hinsichtlich vollautomatischem Betrieb (gesamtes Dokument)	09.08.2019	Lanzinger, Salzinger, Jellinghaus	WV2, TI23, WV22
002	„72h-Regel“ bei Ausfall der RVR-Messposition Schwelle wg. Aufhebung NfL I – 1/99 und Fehlen einer entsprechenden internationalen/europäischen Regelung entfernt (9.9.5)	16.08.2019	Jellinghaus	WV22
002	Überarbeitung hinsichtlich Wolkenmessung bei AWOS_Auto-Klasse 2 (5.3.3, 9.3.3.2, 9.9.6, 10.8)	27.08.2019	Lanzinger	WV2
002	Vorgaben zur Prüfvorschrift für Present Weather Sensoren bzgl. Niederschlagsintensitäten eingefügt (10.7)	29.08.2019	Lenkeit	TI23
002	Versionszähler auf 2.0	05.09.2019	Jellinghaus	WV22

## Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines .....	12
2.	Wind.....	13
2.1	Einleitung.....	13
2.2	Messmethoden .....	13
2.3	Algorithmen.....	14
2.3.1	Mittelwertbildung Windgeschwindigkeit.....	14
2.3.2	Mittelwertbildung Windrichtung .....	14
2.3.3	Extremwertberechnung Windgeschwindigkeit .....	15
2.3.4	Extremwertberechnung Windrichtung .....	15
2.3.5	Markante Böen (SQ) - Definition für die Umsetzung in Algorithmen.....	16
2.4	Fehlerquellen und Wartung.....	16
2.5	Kalibrierung und Wartung .....	17
2.6	Messort .....	17
3.	Sicht und Sichtweite.....	18
3.1	Einleitung / Allgemeines.....	18
3.1.1	Horizontale Sicht .....	18
3.1.2	Horizontale Sichtweite .....	19
3.1.3	Meteorologische Sichtweite (MOR).....	19
3.1.4	Pistensichtweite (RVR) .....	19
3.2	Messmethoden .....	19
3.3	AWOS_Auto-Klassen .....	20
3.3.1	AWOS_Auto-Klasse 4.....	20
3.3.2	AWOS_Auto-Klasse 3.....	20
3.3.3	AWOS_Auto-Klasse 2.....	20
3.3.4	AWOS_Auto-Klasse 1.....	20
3.4	Algorithmen.....	21
3.4.1	Algorithmus zur Berechnung der Meteorologischen Sichtweite (MOR).....	21
3.4.2	Algorithmus zur Berechnung der Sichtweite .....	21
3.4.2.1	Mittelwertbildungen der Sichtweiten-Werte .....	23
3.4.2.2	Bestimmung der vorherrschenden horizontalen Sichtweite / Prevailing Visibility.....	23
3.4.2.3	Bestimmung der minimalen horizontalen Sichtweite .....	23
3.4.3	Algorithmus zur Berechnung der Pistensichtweite (RVR) .....	24
3.4.3.1	Bestimmung des Schwellwertes der Beleuchtungsstärke $E_t$ .....	25
3.4.3.2	Berechnung der Pistensichtweite RVR aus der Feuersichtweite R .....	25
3.4.3.3	Mittelwertbildungen der RVR-Werte .....	27
3.5	Fehlerquellen.....	27
3.6	Kalibrierung und Wartung .....	27
3.7	Messort .....	28

---

<b>4.</b>	<b>Gegenwärtiges Wetter</b> .....	<b>29</b>
<b>4.1</b>	<b>Einleitung/Allgemeines</b> .....	<b>29</b>
<b>4.2</b>	<b>Messmethoden</b> .....	<b>30</b>
<b>4.3</b>	<b>AWOS_Auto-Klassen</b> .....	<b>30</b>
<b>4.3.1</b>	<b>AWOS_Auto-Klasse 4</b> .....	<b>30</b>
<b>4.3.2</b>	<b>AWOS_Auto-Klasse 3</b> .....	<b>30</b>
<b>4.3.3</b>	<b>AWOS_Auto-Klasse 2</b> .....	<b>30</b>
4.3.3.1	Trübungserscheinungen .....	31
4.3.3.2	Wettererscheinungen mit nicht-konvektiven Niederschlägen .....	31
<b>4.3.4</b>	<b>AWOS_Auto-Klasse 1</b> .....	<b>31</b>
<b>4.4</b>	<b>Algorithmen und Ausgabeformate (AWOS_Auto-Klasse 2)</b> .....	<b>31</b>
<b>4.4.1</b>	<b>Bestimmung von Trübungserscheinungen</b> .....	<b>31</b>
<b>4.4.2</b>	<b>Bestimmung der nicht-konvektiven Niederschlagselemente</b> .....	<b>32</b>
<b>4.4.3</b>	<b>Zeitliche Auflösung</b> .....	<b>32</b>
<b>4.5</b>	<b>Fehlerquellen</b> .....	<b>32</b>
<b>4.6</b>	<b>Kalibrierung und Wartung</b> .....	<b>32</b>
<b>4.7</b>	<b>Messort</b> .....	<b>33</b>
<b>5.</b>	<b>Bewölkung</b> .....	<b>33</b>
<b>5.1</b>	<b>Einleitung/Allgemeines</b> .....	<b>33</b>
<b>5.2</b>	<b>Messmethoden</b> .....	<b>33</b>
<b>5.2.1</b>	<b>Wolkenuntergrenze</b> .....	<b>33</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Wolkenbedeckungsgrad</b> .....	<b>34</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Vertikalsicht</b> .....	<b>34</b>
<b>5.3</b>	<b>AWOS_Auto-Klassen</b> .....	<b>34</b>
<b>5.3.1</b>	<b>AWOS_Auto-Klasse 4</b> .....	<b>34</b>
<b>5.3.2</b>	<b>AWOS_Auto-Klasse 3</b> .....	<b>34</b>
<b>5.3.3</b>	<b>AWOS_Auto-Klasse 2</b> .....	<b>34</b>
<b>5.3.4</b>	<b>AWOS_Auto-Klasse 1</b> .....	<b>36</b>
<b>5.4</b>	<b>Fehlerquellen</b> .....	<b>36</b>
<b>5.5</b>	<b>Kalibrierung und Wartung</b> .....	<b>36</b>
<b>5.6</b>	<b>Messort</b> .....	<b>37</b>
<b>6.</b>	<b>Temperatur und Taupunkttemperatur</b> .....	<b>37</b>
<b>6.1</b>	<b>Einleitung/Allgemeines</b> .....	<b>37</b>
<b>6.2</b>	<b>Messmethoden</b> .....	<b>37</b>
<b>6.2.1</b>	<b>Widerstandsthermometer</b> .....	<b>37</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Kapazitive Hygrometer</b> .....	<b>38</b>
<b>6.3</b>	<b>Algorithmen und Ausgabeformat</b> .....	<b>38</b>
<b>6.3.1</b>	<b>Mittelwertbildung Temperatur und Taupunkttemperatur</b> .....	<b>39</b>
<b>6.4</b>	<b>Fehlerquellen</b> .....	<b>39</b>

---

6.5	Kalibrierung und Wartung .....	40
6.6	Messort .....	40
7.	Luftdruck .....	41
7.1	Einleitung/Allgemeines .....	41
7.2	Luftdruckmessung an der AWOS-Anlage .....	41
7.3	Kontrollmessung des Luftdruckes .....	41
7.3.1	Kontinuierliche Kontrollmessung .....	41
7.3.2	Tägliche Kontrollmessung .....	42
7.4	Algorithmen und Ausgabeformat.....	43
7.4.1	Besonderheiten bei der Luftdruckmessung per Tripelsensor .....	43
7.4.2	Berechnungsvorschrift zur QFE-Bestimmung .....	44
7.4.3	Berechnungsvorschrift zur QNH-Bestimmung.....	44
7.5	<b>Besonderheiten bei der Kontrollmessung per Quecksilberbarometer ENTFÄLLT</b> .....	44
7.6	Kalibrierung und Wartung .....	45
7.7	<b>Hinweis bezgl. Quecksilberbarometern</b> .....	45
8.	Besonderheiten an internationalen Verkehrsflughäfen .....	45
9.	Besonderheiten an Regionalflugplätzen .....	45
9.1	Musterzulassung von Sensoren.....	47
9.1.1	<b>Musterzulassung von Sensoren zur Bestimmung des Gegenwärtigen Wetters (PWS)</b> .....	47
9.1.2	Prüfverfahren und Dauer .....	48
9.1.3	<b>Firmware-Updates musterzugelassener Sensoren</b> .....	48
9.2	Musterzulassung und Abnahme von AWOS-Anlagen .....	49
9.2.1	Musterzulassung (Erstabnahme) .....	49
9.2.2	Installation eines bereits erstabgenommenen AWOS an einem Regionalflugplatz .....	49
9.2.3	Abnahme von AWOS-Änderungen (Modifikation der bestehenden Mess- und Datenverarbeitungstechnik) .....	50
9.2.4	Prüfung der Flugplatzkonfiguration mit der bereitgestellten Musteranlage im Labor .....	51
9.2.4.1	Bereitzustellende Komponenten, Systeme, Unterlagen und Dokumente.....	51
9.2.5	Prüfung der meteorologischen Anlage am Flugplatz vor Ort.....	53
9.2.6	Kosten für Musterzulassung/Abnahme .....	53
9.2.7	Erlöschen von Musterzulassungen .....	54
9.3	Genehmigungsverfahren für einen vollautomatischen Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst.....	54
9.3.1	<b>Genehmigungsverfahren für den AWOS_Auto-Klasse 4-Betrieb</b> .....	55
9.3.1.1	Antragstellung beim DWD.....	56
9.3.1.2	Einreichung der technischen Unterlagen beim DWD .....	56
9.3.1.3	Ergänzung zur Musterzulassung und Konfigurationsprüfung.....	56
9.3.1.4	Notification of Change (NoC) beim BAF .....	57
9.3.1.5	Genehmigung des AWOS_Auto-Klasse 4-Betriebes.....	57
9.3.2	<b>Genehmigungsverfahren für den AWOS_Auto-Klasse 3-Betrieb</b> .....	57

9.3.2.1	Antragstellung beim DWD.....	57
9.3.2.2	Einreichung der technischen Unterlagen beim DWD .....	58
9.3.2.3	Ergänzung zur Musterzulassung und Konfigurationsprüfung .....	59
9.3.2.4	Anpassung der AWOS-Betriebsunterlagen .....	59
9.3.2.5	Notification of Change (NoC) beim BAF .....	59
9.3.2.6	Genehmigung des AWOS_Auto-Klasse 3-Betriebes.....	60
<b>9.3.3</b>	<b>Genehmigungsverfahren für den AWOS_Auto-Klasse 2-Betrieb .....</b>	<b>60</b>
9.3.3.1	Antragstellung beim DWD.....	60
9.3.3.2	Einreichung der technischen Unterlagen beim DWD .....	60
9.3.3.3	Ergänzung zur Musterzulassung und Konfigurationsprüfung .....	62
9.3.3.4	Anpassung der AWOS-Betriebsunterlagen .....	62
9.3.3.5	Notification of Change (NoC) beim BAF .....	62
9.3.3.6	Genehmigung des AWOS_Auto-Klasse 2-Betriebes.....	63
<b>9.3.4</b>	<b>Genehmigungsverfahren für den AWOS_Auto-Klasse 1-Betrieb .....</b>	<b>63</b>
<b>9.4</b>	<b>Technische Aufsicht.....</b>	<b>63</b>
<b>9.5</b>	<b>Betriebliche Aufsicht .....</b>	<b>64</b>
<b>9.6</b>	<b>Schnittstellen zu nicht-meteorologischen Systemen.....</b>	<b>64</b>
<b>9.7</b>	<b>Wartung und Pflege der Sensorik.....</b>	<b>65</b>
<b>9.7.1</b>	<b>Kalibrierung bzw. Ersatz von meteorologischen Messgeräten/Sensoren an Regionalflugplätzen .....</b>	<b>65</b>
<b>9.8</b>	<b>AWOS-Betrieb.....</b>	<b>66</b>
<b>9.8.1</b>	<b>Hinweis zur Verwendung herstellereitig bereitgestellter Plausibilitätsprüfungsalgorithmen .....</b>	<b>66</b>
<b>9.8.2</b>	<b>Schutz vor unrechtmäßigem Zugriff .....</b>	<b>67</b>
<b>9.8.3</b>	<b>Übertragung der Flugplatzwettermeldungen an den DWD.....</b>	<b>67</b>
9.8.3.1	File-Konventionen zur Übertragung der Routine und Sonderwettermeldungen METAR / SPECI an den DWD.....	67
9.8.3.2	File-Konventionen zur Übertragung der Routine und Sonderwettermeldungen MET REPORT / SPECIAL an den DWD.....	70
9.8.3.3	Übertragungsverfahren.....	72
<b>9.8.4</b>	<b>Betriebliche Anforderungen an die Erstellung von Flugplatzwettermeldungen im AWOS_Auto-Klasse 2-Betrieb .....</b>	<b>73</b>
<b>9.9</b>	<b>Ausfälle und Störungen .....</b>	<b>73</b>
9.9.1	Wetterbeobachtung .....	73
9.9.2	AWOS .....	74
9.9.3	Datenübertragung.....	74
9.9.4	Wind.....	74
9.9.5	RVR.....	74
9.9.5.1	Umfeldleuchtdichte (ULD).....	75
9.9.6	Wolkenuntergrenze und -bedeckungsgrad .....	75
9.9.7	Temperatur und Taupunkt.....	75
9.9.8	Luftdruck.....	75
<b>9.9.9</b>	<b>Vollautomatische Bestimmung des Gegenwärtigen Wetters.....</b>	<b>76</b>

---

<b>9.9.10</b>	<b>Vollautomatische Bestimmung der horizontalen Sichtweite</b> .....	<b>76</b>
9.10	Archivierung .....	76
10.	Anlagen .....	77
10.1	Liste der musterzugelassenen <b>AWOS und</b> Sensoren an Regionalflugplätzen .....	78
10.2	Anforderungen an die Erfassung und Darstellung der erforderlichen Parameter .....	79
10.3	Anleitung zur Kontrolle/Prüfung der Sensorik an Regionalflugplätzen .....	85
<b>10.4</b>	<b>INFOMET-Stellen ENTFÄLLT</b> .....	<b>85</b>
10.5	Protokoll über die betriebliche Aufsicht an einem Regionalflugplatz.....	85
<b>10.6</b>	<b>Bescheinigung über die Einweisung in Wartung und Pflege der meteorologischen Sensorik</b> .....	<b>85</b>
<b>10.7</b>	<b>Prüfvorschrift für Present-Weather-Sensoren</b> .....	<b>86</b>
<b>10.8</b>	<b>Prüfverfahren für Algorithmen zur Bestimmung des Wolkenbedeckungsgrades bei einem vollautomatischen Betrieb der AWOS_Auto-Klasse 2</b> .....	<b>89</b>
<b>10.9</b>	<b>Kategorische Gütemaße</b> .....	<b>90</b>
<b>10.10</b>	<b>Gültiges Gegenwärtiges Wetter bei nicht-konvektiven Niederschlägen im vollautomatischen Betrieb der AWOS_Auto-Klasse 2</b> .....	<b>91</b>
<b>10.11</b>	<b>Auszug aus der Preisliste des DWD mit Bezug zu den Flugwetterbetriebsdiensten an Regionalflugplätzen</b> .....	<b>93</b>

Der vorliegende Band mit der Versionsnummer 2.0 tritt zum 01.02.2020 in Kraft und ersetzt die Vorgängerversion 1.0. Inhaltliche Änderungen gegenüber der Vorgängerversion sind gelb markiert, Änderungen redaktioneller Art sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht kenntlich gemacht. Per E-Mail an [luftfahrt@dwd.de](mailto:luftfahrt@dwd.de) können die Herausgeber kontaktiert werden.

## 1. Allgemeines

Zweck:

Dieses Handbuch (Band Tech) ist die detaillierte Beschreibung der Geräte<sup>2</sup> und Anwendungsbereiche der technischen Ausrüstung der Flugplätze mit meteorologischer Mess-, Daten- und Verbreitungstechnik zur Richtlinie zur Durchführung von Flugwetterdiensten an Flugplätzen mit Instrumentenflugbetrieb (kurz „Richtlinie Flugwetterdienste“), herausgegeben vom Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (SOP/14.0401/0001-001/11) mit Stand 05. Dezember 2011 und wie dort im Anhang II angekündigt. Es beschreibt die Anforderungen des DWD an Messgeräte (meteorologische Sensorik) und Systeme (meteorologische Anlagen) für den Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst an Flugplätzen der Kategorien MET I, II und III. Die Regelungen bezüglich der mit diesen Systemen verbreiteten Wettermeldungen sind im Handbuchband „Wettermeldungen für die Luftfahrt“ (kurz Band Obs) beschrieben.

Hintergrund:

Gemäß „Richtlinie Flugwetterdienste sind für die Durchführung des Wetterbeobachtungsdienstes an Flugplätzen der Kategorien MET I, II und III zur Erfassung der für die Luftfahrt relevanten meteorologischen Daten entsprechende Messsysteme aufzustellen und automatisch zu betreiben.“<sup>3</sup> Der Richtlinie Flugwetterdienste ist zu entnehmen, welche Sensorik zu diesem Zweck aufzustellen und wo diese zu installieren ist.

Des Weiteren müssen gemäß Richtlinie Flugwetterdienste zur Durchführung des Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienstes an Flugplätzen der Kategorien MET I, II und III die am Messort aufgenommenen Daten beim Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> elektronisch dargestellt werden. Handeingaben zur Erstellung der Routine- und Sonderwettermeldungen METAR / SPECI / MET REPORT / SPECIAL erfolgen über ein Eingabeterminal.

Das Personal der örtlichen Flugverkehrsdienststellen im Tower ist nicht nur permanent mit den erforderlichen Daten für Start und Landung gemäß den ICAO-Vorgaben zu versorgen, sondern auch mit sämtlichen in den aktuellen Flugplatzwettermeldungen enthaltenen Informationen. Dafür haben die bereitgestellten meteorologischen Anlagen (im Folgenden auch AWOS (Automated Weather Observing System) oder AWOS-Anlagen genannt) technische Schnittstellen, an denen meteorologische Daten an nicht-meteorologische Flugsicherungsorganisationen abgegeben werden können. An Flugplätzen der Kategorien Met II und III dient der Bildschirm der AWOS-Anlage mit der Darstellung der meteorologischen Information in der Regel sowohl dem MET- als auch dem ATS-Provider zur Erbringung der jeweiligen Flugsicherungsdienste.

<sup>2</sup> Weitere Informationen können z.B. dem Band 6 *Meteorologische Bodenmesstechnik* in der Reihe *Leitfäden für die Ausbildung im DWD* entnommen werden:  
[https://www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb\\_verlag\\_leitfaeden/!\\_einzelbaende/leitfaden6.html](https://www.dwd.de/DE/leistungen/pbfb_verlag_leitfaeden/!_einzelbaende/leitfaden6.html)

<sup>3</sup> Flugplatzwettermeldungen können mit diesen Daten teilautomatisch oder vollautomatisch erstellt werden.

## 2. Wind

### 2.1 Einleitung

Informationen über Richtung und Geschwindigkeit des Bodenwindes sind für den Flugbetrieb insbesondere in der Start- und Landephase von hoher Bedeutung. Entsprechend der vorherrschenden Windverhältnisse werden von den Fluglotsen Start- und Landerichtung festgelegt. Überschreitet der Seitenwind (crosswind) bestimmte Geschwindigkeiten, unterliegen verschiedene Luftfahrzeugtypen Beschränkungen bei Start und Landung. Bodenwindrichtung und -geschwindigkeit sind außerdem bei der Festlegung des maximalen Start- oder Landegewichts eines Luftfahrzeuges von Bedeutung. Optimal bei Start und Landung ist Gegenwind (headwind), während bei Rückenwind (tailwind) die maximal mögliche Zuladung ggf. reduziert werden muss.

Für die Luftfahrt werden die folgenden Komponenten des horizontalen Bodenwindes bereitgestellt:

- Windrichtung
- Schwankung der Windrichtung
- Windgeschwindigkeit
- Windspitzen (Gusts)
- Windgeschwindigkeitsschwankung (Minimum und Maximum)

Die Windrichtung ist die Richtung, aus welcher der Wind weht. Windrichtungsangaben des DWD sind rechtweisend auf geografisch Nord bezogen (rechtweisend ist im Sinne von „richtig weisend“ - TRUE - zu verstehen). Die Windrichtung wird nach dem Polarwinkel (Azimut) bestimmt und in Grad angegeben.

Bei der Windrichtungsbestimmung wird vom DWD eine Abweichung von ca. 2 Grad in Mitteleuropa zwischen magnetisch und geografisch Nord als tolerierbare Abweichung akzeptiert.

Für den Luftverkehr wird bisweilen die Angabe in Grad „magnetisch Nord“ verlangt. Diese Angabe wird „missweisend“ genannt. Bei der Übermittlung durch Flugverkehrsdienste an Luftfahrzeugführer wird daher für Start- und Landezwecke die auf magnetisch Nord bezogene Windrichtung angegeben. Für deren Umsetzung sind die Flugverkehrsdienste zuständig (*ICAO Doc 9377 - Manual on Coordination between Air Traffic Services, Aeronautical Information Services and Aeronautical Meteorological Services 5.2.9*).

### 2.2 Messmethoden

Für den Einsatz an Flugplätzen sind Schalensternanemometer und Ultraschallanemometer zugelassen.

Schalensternanemometer sind Sensoren, mit denen sich die Windgeschwindigkeit aus der Rotationsgeschwindigkeit eines vom Wind angetriebenen Rotors bestimmen lässt. Sie werden in Verbindung mit Windfahnen zur Messung der Windrichtung verwendet.

Ultraschallanemometer ermitteln anhand der Laufzeitunterschiede von in entgegengesetzte Richtungen ausgesandten Ultraschallpulsen die Windgeschwindigkeit und Windrichtung.

## 2.3 Algorithmen

Es müssen folgende Windgrößen berechnet werden:

- ff
  - skalares gleitendes Mittel der Windgeschwindigkeit über 3 Sekunden
  - skalares gleitendes Mittel der Windgeschwindigkeit über 10 Minuten, oder verkürztes Mittelungsintervall bei markanten Änderungen (siehe Band Obs, Abschnitt 1.3.5)
  - skalares gleitendes Mittel der Windgeschwindigkeit über 2 Minuten
- dd
  - vektorielles gleitendes Mittel der Windrichtung über 3 Sekunden
  - vektorielles gleitendes Mittel der Windrichtung über 10 Minuten, oder verkürztes Mittelungsintervall bei markanten Änderungen (siehe Band Obs, Abschnitt 1.3.5)
  - vektorielles gleitendes Mittel der Windrichtung über 2 Minuten
- ff<sub>min</sub>, ff<sub>max</sub> Extremwerte der Windgeschwindigkeit im Mittelungsintervall (2 bzw. 10 Minuten)
- α<sub>l</sub>, α<sub>r</sub> Extremwerte der Windrichtung im Mittelungsintervall (2 bzw. 10 Minuten)

### 2.3.1 Mittelwertbildung Windgeschwindigkeit

Stehen im Mittelungsintervall weniger als 2/3 der Messwerte zur Verfügung, so ist das Mittel zu verwerfen und **auf dem AWOS-Bildschirm** eindeutig als ungültig zu kennzeichnen. Ansonsten wird der skalare Mittelwert  $\overline{ff}$  der Windgeschwindigkeit über N Werte wie folgt gebildet:

$$\overline{ff} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N ff_i,$$

wobei für die Windgeschwindigkeit  $ff_i$  [kt] gilt:  $ff_i \geq 0$ .

### 2.3.2 Mittelwertbildung Windrichtung

Stehen im Mittelungsintervall weniger als 2/3 der Messwerte zur Verfügung, so ist das Mittel zu verwerfen und eindeutig als ungültig zu kennzeichnen.

Der vektorielle Mittelwert  $\overline{\alpha}$  der Windrichtung wird über die mittleren Komponenten des Windvektors berechnet. Es ist

$$\overline{\alpha} = \arctan \frac{\overline{U_x}}{\overline{U_y}}$$

mit der x-Komponente der Windgeschwindigkeit

$$\overline{U_x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (ff_i \sin \alpha_i)$$

und der y-Komponente der Windgeschwindigkeit

$$\overline{U_y} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (ff_i \cos \alpha_i).$$

Bei der Bestimmung der mittleren Windrichtung  $\overline{\alpha}$  ist die obige Gleichung für  $\overline{U_y} = 0$  nicht anwendbar.

Auch für  $\overline{U}_y \neq 0$  ist der für  $\overline{\alpha}$  errechnete Wert wegen der Nicht-Eindeutigkeit des arctan für Winkel aus dem Vollkreis  $0^\circ \leq \alpha < 360^\circ$  noch nicht das Endergebnis.

Daher sind vor Anwendung der obigen Gleichung für  $\overline{\alpha}$  die folgenden Sonderfälle in der aufgeführten Reihenfolge zu beachten und umzusetzen; trifft eine Bedingung zu, sind die nachfolgenden Bedingungen ohne Relevanz:

1. falls  $\overline{ff} = 0$  : setze  $\overline{\alpha} = 0^\circ$ ,
2. falls  $\overline{U}_y = 0$  und  $\overline{U}_x < 0$  : setze  $\overline{\alpha} = 270^\circ$ ,
3. falls  $\overline{U}_y = 0$  und  $\overline{U}_x > 0$  : setze  $\overline{\alpha} = 90^\circ$ ;

in allen anderen Fällen kann die obige Beziehung für  $\overline{\alpha}$  angewendet werden. Das Ergebnis ist ggf. jedoch noch wie folgt zu modifizieren:

4. falls  $\overline{U}_y < 0$  : erhöhe  $\overline{\alpha}$  um  $180^\circ$ ,
5. falls  $\overline{U}_y > 0$  und  $\overline{U}_x < 0$  : erhöhe  $\overline{\alpha}$  um  $360^\circ$ ,
6. in allen anderen Fällen: lasse  $\overline{\alpha}$  unverändert.

### 2.3.3 Extremwertberechnung Windgeschwindigkeit

Maximale und minimale Windgeschwindigkeit im Mittelungsintervall

$$ff_{max} = \max(ff_i)$$

$$ff_{min} = \min(ff_i)$$

### 2.3.4 Extremwertberechnung Windrichtung

Wenn jeweils N Werte von Windrichtung  $\alpha_i$  und Windgeschwindigkeit  $ff_i$  mit  $i=1 \dots N$  ( $N \geq 1$ ) vorliegen und  $\overline{\alpha}$  der Mittelwert der Windrichtung über die N Werte der Windrichtung ist, berechnet sich der **Extremwert rückdrehend (linksdrehend)**  $\alpha_l$  der Windrichtung aus dem betrachteten Zeitintervall nach folgender Formel:

$$\alpha_l = \overline{\alpha} - \underset{i=1}{\overset{N}{MAX}} (\overline{\alpha} - \alpha_i) .$$

Wegen der Unstetigkeit der Messwerte der Windrichtung bei  $0^\circ/360^\circ$  (Nord) ist vor Durchführung der Maximum-Bildung noch der sog. Nordsprung per Fallunterscheidung zu berücksichtigen.

Der **Extremwert rechtdrehend (rechtsdrehend)** der Windrichtung  $\alpha_r$  aus dem betrachteten Zeitintervall berechnet sich aus den einzelnen Werten  $\alpha_i$  der Windrichtung und dem Mittelwert  $\overline{\alpha}$  der Windrichtung nach folgender Formel:

$$\alpha_r = \bar{\alpha} - \underset{i=1}{\overset{N}{\text{MIN}}}(\bar{\alpha} - \alpha_i) .$$

Wegen der Unstetigkeit der Messwerte der Windrichtung bei 0°/360° (Nord) ist auch hier vor Durchführung der Minimum-Bildung noch der sog. Nordsprung per Fallunterscheidung zu berücksichtigen.

### 2.3.5 Markante Böen (SQ) - Definition für die Umsetzung in Algorithmen

Gemäß Band Obs ist die Buchstabenabkürzung SQ zu melden, wenn die mittlere Windgeschwindigkeit plötzlich um mindestens 16 KT auf mindestens 21 KT zunimmt und so mindestens 1 Minute anhält.

Diese Aussage wird durch die nachfolgenden Berechnungsschritte präzisiert:

1. Es werden sämtliche Anemometer permanent hinsichtlich des Eintretens des SQ-Kriteriums überwacht. Das SQ-Kriterium kann somit von einem beliebigen Anemometerstandort am Flugplatz ausgelöst werden.
2. Die Differenz zwischen dem gleitenden 3-Sekunden-Mittel  $ff_{3s}$  und dem gleitenden 2-Minuten-Mittel  $ff_{2\text{Min}}$  muss sekundlich ausgewertet werden.
3. Das SQ-Schwellwertkriterium lautet:  
$$ff_{2\text{Min}} \geq 5 \text{ KT} \text{ UND } ff_{3s} \geq ff_{2\text{Min}} + 16 \text{ KT}$$
4. Wenn das SQ-Schwellwertkriterium zum Zeitpunkt  $t_0$  erstmalig auftritt, wird das aktuelle gleitende 2-Minuten-Mittel  $ff_{2\text{Min}}(t_0)$  zum Referenzmittelwind für die nachfolgenden Auswertungen des SQ-Schwellwertkriteriums.
5. SQ-Meldungskriterium: SQ wird mit einem SPECI und/oder SPECIAL gemeldet, sobald folgende Bedingung für die Dauer von 60 s für alle sekundlich ermittelten Werte von  $ff_{3s}$  erfüllt war:  
$$ff_{3s} \geq ff_{2\text{Min}}(t_0) + 16 \text{ KT}$$
6. SQ muss mit einer Haltezeit von 10 Minuten gemeldet werden, d.h. sollten in den 10 Minuten nach dem durch SQ ausgelösten SPECIAL weitere Meldungen (MET REPORT / SPECIAL oder METAR / SPECI) erfolgen, so ist in der Wettergruppe weiterhin SQ zu melden.
7. Sobald das SQ-Meldungskriterium (Nr. 5) erfüllt ist, startet ein neuer Prüfvorgang auf Erreichen des SQ-Schwellwertkriteriums (Nr. 3). Der zuvor in Schritt 4 ermittelte Referenzmittelwind  $ff_{2\text{Min}}(t_0)$  ist nicht mehr gültig und wird, unter Verwendung der aktuell ermittelten Werte für  $ff_{2\text{Min}}$ , neu bestimmt.
8. Sollte das SQ-Meldungskriterium während der Haltezeit für die vorige SQ-Meldung erneut erfüllt sein, beginnt für die neue SQ-Meldung erneut die 10-minütige Haltezeit.
9. Tritt während der Haltezeit kein weiteres SQ-Meldungskriterium auf, muss die SQ-Meldung mit Ablauf der Haltezeit durch eine SPECI- und/oder SPECIAL-Meldung aufgehoben werden.

## 2.4 Fehlerquellen und Wartung

Mechanische Sensoren:

Die mechanischen Lager der Sensoren müssen regelmäßig kontrolliert bzw. gewartet werden, damit das Erreichen der Anlaufschwelle (0,5 m/s) sowie die Einhaltung der zulässigen Messtoleranz sichergestellt ist. Neben geräteinternen Defekten (Abnutzung im Lager, Fremdteilchen) können Probleme mit der Ansammlung von gefrierendem oder gefrorenem Niederschlag an den beweglichen Teilen (rotierende Schalen, Windfahne) auftreten, deren negative Auswirkungen durch Beheizung der Sensoren verringert werden können.

Ultraschallsensoren:

Ultraschall-Anemometer haben keine beweglichen Teile und sind daher generell wartungsarm und kalibrierstabil. Die häufigsten Fehlerquellen beim Betrieb von Ultraschall-Anemometern sind:

- Ausfall der Ultraschallwandler (z.B. Zerstörung durch Vogelverbiss)
- Verminderung des Schalldrucks durch Alterung oder Beschädigung der Ultraschallwandler
- Mechanische Verformung der Messgeometrie

Bei optisch erkennbaren, fortschreitenden Abnutzungserscheinungen sollten die Kappen auf den Ultraschallwandlern umgehend ersetzt werden.

Eine Beheizung wird empfohlen.

Die Kalibrierintervalle gemäß Tabelle „Liste der musterzugelassenen AWOS und Sensoren an Regionalflugplätzen“ in Anlage 10.1 dieses Handbuchs sind einzuhalten.

## 2.5 Kalibrierung und Wartung

Sensoren zur Windmessung sind von gemäß ISO/IEC 17025 akkreditierten Dienstleistern regelmäßig zu kalibrieren bzw. durch von gemäß ISO/IEC 17025 akkreditierten Dienstleistern kalibrierte Sensoren gleichen Typs zu ersetzen. Der für das jeweilige Messgerät geltende Kalibrierzyklus ist der „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen“ in Anlage 10.1 zu entnehmen. Die Kalibrierung bzw. der Ersatz ist zu dokumentieren. Bei der Dokumentation sind jeweils das Datum der Installation des kalibrierten Sensors, der Name des durchführenden Technikers und dessen Unterschrift, sowie der Sensortyp und dessen Seriennummer festzuhalten. Die Dokumentation und die Kalibrierscheine der aktuell verwendeten Sensoren werden bei jeder technischen Aufsicht geprüft. Auch nach jeder Reparatur muss eine Kalibrierung erfolgen. Abschnitt 9.7.1 „Kalibrierung bzw. Ersatz von meteorologischen Messgeräten/Sensoren an Regionalflugplätzen“ und Anlage 10.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Sensorik an Regionalflugplätzen“ sind weiterhin anzuwenden.

## 2.6 Messort

Sensoren zur Windmessung sind gemäß Richtlinie Flugwetterdienste, Anlage II 1.3 zu installieren.<sup>4</sup> Sie dürfen niemals auf dem Dach eines Gebäudes installiert werden, da das Gebäude selbst das Strömungsfeld stark beeinflusst und die Windmessung dann nicht mehr als repräsentativ angesehen werden kann.

Der Sensor zur Messung der Windrichtung ist zum geografischen Nordpol auszurichten, um die Windrichtung korrekt zur Anzeige zu bringen. Es sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen, die ein Verdrehen des Sensors ausschließen. Es empfiehlt sich, den Sensor auf einer Vorrichtung zu installieren, die auf dem Windmast verbleibt und nach Norden ausgerichtet ist. Der Sensor sollte sich dann hierauf einrasten lassen, sodass dieser bei einem Tausch nicht neu ausgerichtet werden muss. Nach Einmessen der Nordausrichtung sollte die Nordrichtung möglichst wetterbeständig markiert werden.

---

<sup>4</sup> Ergänzend zur Richtlinie Flugwetterdienste hier die Definition der Pistenlänge: Als Pistenlänge gilt in Zusammenhang mit der Richtlinie und dem vorliegenden Handbuch die größte für die jeweilige Piste im AIP veröffentlichte TORA (Take-off run available). Sollte für eine Piste keine TORA angegeben sein, so gilt die größte für diese Piste im AIP veröffentlichte LDA (Landing distance available) als Pistenlänge.

Der Wind ist eine zeitlich und räumlich sehr variable Messgröße. Aus diesem Grunde existieren unterschiedliche Anforderungen an den Messort der Sensoren, die für METAR / SPECI bzw. für MET REPORT / SPECIAL verwendet werden. Sensoren, die der Windmessung für METAR / SPECI dienen, sind so zu installieren, dass sie als repräsentativ für den gesamten Flugplatz angesehen werden können. Sensoren zur Windmessung für MET REPORT / SPECIAL sind so zu platzieren, dass sie repräsentative Werte der beflogenen Aufsetzschwelle liefern. Dies kann zur Installation von mehreren Windmessstellen entlang der Piste führen (siehe Richtlinie Flugwetterdienste).

Die zuständige Luftfahrtberatungszentrale des DWD (LBZ) berät bei der Auswahl des geeigneten Messortes. Eine fachliche Zustimmung des DWD ist unerlässlich.

Die Standorte sämtlicher Sensoren zur Windmessung sind nach dem WGS-84 (gemäß ICAO Doc 9674) zu vermessen, und die Koordinaten sind an die zuständige Luftfahrtberatungszentrale des DWD zu übermitteln. Bei Standortänderungen sind neue Vermessungen erforderlich.

### 3. Sicht und Sichtweite

#### 3.1 Einleitung / Allgemeines

Die Kenntnis der aktuellen oder der voraussichtlichen Sichtverhältnisse am Flugplatz und in den An- und Abflugsektoren ist für zahlreiche flugbetriebliche Verfahren wesentliche Voraussetzung. Reduzierte Sichten können erhebliche Auswirkungen auf Start und Landung und auf die Durchführung von Flugvorhaben, insbesondere nach Sichtflugregeln (VFR), haben.

Für die Luftfahrt werden die Größen

- horizontale Sicht bzw. Sichtweite am Boden
- Meteorologische Sichtweite (MOR)
- Pistensichtweite (RVR)

bereitgestellt.

##### 3.1.1 Horizontale Sicht

Die horizontale Sicht am Boden wird vom Flugwetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> anhand von auf Sichtmarkentafeln vermerkten definierten Sichtmarken (z.B. markanten Bauwerken in bekannter Entfernung) geschätzt. Bei der Erstellung der Sichtmarkentafeln ist der DWD über die zuständige LBZ mit einzubeziehen. Die beobachtete Sicht am Boden ist repräsentativ für den Flugplatz und dessen unmittelbare Umgebung. Der Begriff „unmittelbare Umgebung“ beschreibt die Fläche außerhalb des (umzäunten) Flugplatzgeländes, die durch einen Kreisbogen um den Flugplatzbezugspunkt (Airport Reference Point - ARP) mit einem Radius von 8 km begrenzt wird.

Wenn Sensoren zur Bestimmung der horizontalen Sichtweite am Boden (siehe nächster Abschnitt) verwendet werden und kein vollautomatischer Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst erfolgt, dann ist der von den Sensoren generierte Wert für die horizontale Sichtweite am Boden zwingend durch den Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> mit seiner Beobachtung abzugleichen und gegebenenfalls zu korrigieren.

### 3.1.2 Horizontale Sichtweite

Mit „Sichtweite“ wird ein instrumentell gemessener, mit „Sicht“ ein durch Augenbeobachtung gewonnener Wert bezeichnet. In den nachfolgenden Abschnitten werden die Verfahren zur Bestimmung der horizontalen Sichtweite aus den Messgrößen Meteorologische Sichtweite (MOR) und Umfeldleuchtdichte (ULD) beschrieben. Bei vollautomatischem Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst ersetzt die so ermittelte horizontale Sichtweite die durch Augenbeobachtung gewonnene horizontale Sicht.

### 3.1.3 Meteorologische Sichtweite (MOR)

Die Messwerte der Meteorologischen Sichtweite (Meteorological Optical Range - MOR) sind Grundlage für die Ermittlung der horizontalen Sichtweite und der Pistensichtweite (RVR), die insbesondere für den Allwetterflugbetrieb erforderlich ist. Die Meteorologische Sichtweite ist diejenige horizontale Entfernung von einem geeigneten Sichtziel, in welcher bei horizontal homogen beleuchteter und getrübter Atmosphäre der Leuchtdichtekontrast (die relative Leuchtdichtedifferenz, Kontrastschwellenwert) zu der Umgebung des Sichtzieles den Wert  $\epsilon = 0,05$  annimmt. Bei diesem Kontrastschwellenwert könnte ein geübter, normalsichtiger Beobachter ein geeignetes Sichtziel seiner Form und Art nach gerade noch erkennen. Die MOR darf nur mit geeigneten Sichtweitensensoren gemessen werden, die vom DWD zugelassen sind.

Der Messbereich, den Sensoren zur Messung der MOR abdecken müssen, ist Anlage 10.2 des vorliegenden Handbuchs zu entnehmen. Sollten Messgeräte eingesetzt werden, die einen erweiterten Messbereich über 2 000 m bzw. 10 000 m hinaus aufweisen, so können auch diese Werte des Messgerätes zur Unterstützung des Flugwetterbeobachters<sup>(m/w/d)</sup> auf dem Bildschirm des AWOS angezeigt werden.

### 3.1.4 Pistensichtweite (RVR)

Die Pistensichtweite (Runway Visual Range - RVR) ist definiert als größte horizontale Entfernung, aus der ein Luftfahrzeugführer über der Mittellinie der Piste aus einer Höhe von 5 m über der Piste die Pistenmarkierung oder die Rand- bzw. Mittellinienbefehrerung dieser Piste erkennen kann.

Die RVR ist eine abgeleitete Größe, die aus der MOR, der Umfeldleuchtdichte und der Lichtstärke der Landebahnbefehrerung ermittelt wird.

Die Umfeldleuchtdichte (Hintergrundhelligkeit) wird mit Umfeldleuchtdichtesensoren erfasst. Für die RVR-Berechnung wird grundsätzlich der Maximalwert der Lichtstärke der Landebahnfeuer verwendet. Das Berechnungsverfahren (siehe Abschnitt 3.4.2) legt daher stets eine Intensität von 100 % zugrunde, unabhängig von der jeweils aktuell geschalteten Intensitätsstufe.

Aus den Messwerten der MOR und der Umfeldleuchtdichte wird unter Berücksichtigung der maximalen Lichtstärke der Landebahnfeuer die RVR im AWOS errechnet und bereitgestellt.

## 3.2 Messmethoden

Für die Messung der MOR können sowohl Vorwärtsstreulicht-Messgeräte als auch Transmissometer eingesetzt werden. Rückwärtsstreulicht-Messgeräte werden nicht zugelassen. Die Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen ist Anlage 10.1 zu entnehmen. Nicht alle auf dem

Markt erhältliche Sensoren weisen die gleichen Messunsicherheiten auf. Grundsätzlich ist jedes Messgerät, welches nach dem Vorwärtsstreulichprinzip arbeitet, mit einem Transmissometer zu vergleichen. ICAO Doc 9328 beschreibt die zu verwendende Vorgehensweise.

Alle gegenwärtigen Sichtweitesensoren messen den Extinktionskoeffizienten ( $\sigma$ ) direkt oder indirekt innerhalb eines begrenzten atmosphärischen Volumens. Um den geforderten Messbereich abzudecken, erfolgt bei Transmissometern die Transmissionsmessung integral über Basislängen (d.h. die Entfernung vom Sender zum Empfänger) zwischen 15 m und 50 m. Ältere Geräte benötigen eine Doppelbasis mit je einem Empfänger in 15 m und in 50 m Entfernung.

Kommt ein Vorwärtsstreumessgerät zum Einsatz, erfolgt die Streulichtmessung in einem vergleichsweise kleinen Messvolumen von einigen  $\text{cm}^3$ , da Sender und Empfänger in einem Abstand von etwa 1 m unter einem Winkel von etwa  $42^\circ$  auf das Messvolumen ausgerichtet sind.

Es ist mit beiden Verfahren möglich, repräsentative Meteorologische Sichtweiten für einen Umkreis von einigen hundert bis einigen tausend Metern zu ermitteln, da die Atmosphäre in unmittelbarer Umgebung bezüglich der Trübung sehr oft als homogen angesehen werden kann. Eine inhomogene Trübung erzeugt zeitlich stärker variierende Messwerte, die jedoch durch die zeitliche Mittelung über 1 Minute bzw. 10 Minuten geglättet werden.

Zur Berechnung der RVR und zur automatischen Bestimmung der horizontalen Sichtweite ist die Umfeldleuchtdichte erforderlich. Die automatische Messung erfolgt mittels eines Umfeldleuchtdichtensensors, dessen Fotodiode im Brennpunkt einer Linse mit  $5^\circ$  bis  $10^\circ$  Öffnungswinkel angebracht ist. Die spektrale Empfindlichkeit des Sensors muss an diejenige des menschlichen Auges angepasst sein.

### 3.3 AWOS\_Auto-Klassen

An den in Kapitel 9.3 definierten AWOS\_Auto-Klassen gelten unterschiedliche Anforderungen für die Bestimmung der Sichtweite.

#### 3.3.1 AWOS\_Auto-Klasse 4

In AWOS\_Auto-Klasse 4 erfolgt keine vollautomatische Sichtweitenbestimmung.

#### 3.3.2 AWOS\_Auto-Klasse 3

In AWOS\_Auto-Klasse 3 erfolgt eine vollautomatische Sichtweitenbestimmung. Es sind mindestens zwei Sichtweitesensoren zu verwenden, die im Bereich der Aufsetzschwellen zu installieren sind.

#### 3.3.3 AWOS\_Auto-Klasse 2

In AWOS\_Auto-Klasse 2 erfolgt eine vollautomatische Sichtweitenbestimmung. Es sind mindestens drei Sichtweitesensoren zu verwenden, die im Bereich der Aufsetzschwellen und der Landebahnmitte zu installieren sind.

#### 3.3.4 AWOS\_Auto-Klasse 1

Die Genehmigung eines AWOS\_Auto-Klasse 1-Betriebes kann derzeit noch nicht beantragt werden. Daher ist hier auf die Angabe technischer Spezifikationen verzichtet worden.

### 3.4 Algorithmen

#### 3.4.1 Algorithmus zur Berechnung der Meteorologischen Sichtweite (MOR)

Für die Bestimmung der MOR (Meteorological Optical Range) gilt folgender mathematischer Zusammenhang:

$$MOR = -\frac{\ln(\varepsilon)}{\sigma} \approx \frac{3}{\sigma}$$

mit

- $\sigma$  = Extinktionskoeffizient [ $m^{-1}$ ],
- MOR = Meteorologische Sichtweite [m],
- $\varepsilon$  = Kontrastschwelle für das menschliche Auge (hier 0,05). In ICAO-Dokumenten wird für  $\ln(0,05)$  näherungsweise der Wert -3 verwendet.

Die Meteorologische Sichtweite ist analog zur RVR harmonisch über einen bestimmten Zeitraum gleitend zu mitteln. Welcher Zeitraum bei welcher Meldungsart (METAR, SPECI, MET REPORT, SPECI-AL) zu verwenden ist, kann Band Obs entnommen werden. Eine Auswirkung der harmonischen Mittelwertbildung im Vergleich zur arithmetischen Mittelwertbildung ist eine stärkere Berücksichtigung niedrigerer Werte.

Der folgende mathematische Zusammenhang besteht für die Einzelwerte der Meteorologischen Sichtweite hinsichtlich der **harmonischen** Mittelwertbildung:

$$\overline{MOR} = N \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{MOR_i}}$$

mit

- $\overline{MOR}$  = gemittelter Wert der Meteorologischen Sichtweite (harmonisch)
- $MOR_i$  = Einzelmesswert der Meteorologischen Sichtweite
- $1 \leq i \leq N$

$N$  = Anzahl der zu mittelnden Einzelwerte der Meteorologischen Sichtweite

Der Mittelwert der MOR ist verwendbar, wenn mindestens 2/3 der Messwerte im Zeitintervall zur Verfügung stehen.

#### 3.4.2 Algorithmus zur Berechnung der Sichtweite

Die Sichtweite wird aus folgenden Messgrößen und Konstanten berechnet:

- MOR
- Umfeldleuchtdichte (ULD)
- Lichtstärke  $I = 1\,000$  cd

Die nachfolgend beschriebenen Formeln und Verfahren sind identisch mit den in ICAO Doc 9837 dargestellten Inhalten.

Zur Bestimmung der Sichtweite erfolgt zunächst die Berechnung des Schwellwerts der Beleuchtungsstärke  $E_t$  (siehe Kapitel 3.2.3.1):

$$\log_{10}(E_t) = 0,57 \cdot \log_{10}(\text{ULD}) + 0,05 \cdot [\log_{10}(\text{ULD})]^2 - 6,66$$

Die Umfeldleuchtdichte für obige Berechnung ist abhängig von der jeweils aktiven Aufsetzschwelle zu wählen.

Werte, die mit oben angegebener Formel für  $E_t$  berechnet wurden und weniger als 8 E-07 lx betragen, sind auf  $E_t = 8 \text{ E-07 lx}$  zu begrenzen<sup>5</sup>. Dieser Grenzwert ist repräsentativ für die Beleuchtung der Instrumente im Cockpit.

Aus dem Gesetz nach Allard

$$E_t = \frac{I \cdot e^{-\sigma \cdot V}}{V^2}$$

und unter Verwendung von  $\sigma = \frac{3}{\text{MOR}}$

erhält man:

$$E_t = \frac{I \cdot e^{-\frac{3 \cdot V}{\text{MOR}}}}{V^2}$$

bzw. durch Logarithmierung und nach der Sichtweite V aufgelöst:

$$V = -\frac{\ln\left(\frac{E_t \cdot V^2}{I}\right) \cdot \text{MOR}}{3}.$$

Die Sichtweite V lässt sich damit rekursiv bestimmen:

$$V_n = -\frac{\ln\left(\frac{E_t \cdot V_{n-1}^2}{I}\right) \cdot \text{MOR}}{3} = f(V_{n-1}),$$

wobei als Startwert  $V_0 = \text{MOR}$  eingesetzt wird. Wenn gilt:  $V_1 < \text{MOR}$ , ist die weitere Berechnung abzubrechen und  $V = \text{MOR}$  zu setzen. Anderenfalls lautet das Abbruchkriterium:

$$\frac{|V_n - V_{n-1}|}{V_n} < 0,01$$

Alternative Verfahren zur rekursiven Bestimmung von V (z.B. Newton-Verfahren) sind zulässig, wenn sie innerhalb der Toleranzgrenze von 0,01 identische Werte zum oben beschriebenen Verfahren liefern.

---

<sup>5</sup> Gemäß ICAO Doc 9328 AN/903, 3rd Edition 2005, Seite 6-12, Kapitel 6.6.6

### 3.4.2.1 Mittelwertbildungen der Sichtweiten-Werte

Die errechneten Einzelwerte der Sichtweite sind über einen bestimmten Zeitraum harmonisch zu mitteln.

Für METAR / SPECI ist dabei das gleitende 10-Minutenmittel und für MET REPORT / SPECIAL das gleitende 1-Minutenmittel zu bilden.

Es ist folgende Berechnungsvorschrift zu verwenden:

$$\bar{V} = N \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{V_i}} \quad N = \text{Anzahl der zu mittelnden Sichtweiten-Einzelwerte}$$

$1 \leq i \leq N$  ;  $V_i$  = Einzelwerte der Sichtweite

$\bar{V}$  = Gemittelter Sichtweiten-Wert

Der Mittelwert der Sichtweite ist verwendbar, wenn mindestens 2/3 der Messwerte im Zeitintervall zur Verfügung stehen.

Welche Stufung der Sichtweite zu verwenden ist, kann dem Band Obs entnommen werden.

### 3.4.2.2 Bestimmung der vorherrschenden horizontalen Sichtweite / Prevailing Visibility

Die Flugplatzwettermeldungen METAR / SPECI enthalten eine für den gesamten Flugplatz repräsentative Sichtangabe, die als vorherrschende horizontale Sichtweite aus den Messwerten der Sichtweitesensoren abzuleiten ist. Zur Bestimmung einer vorherrschenden horizontalen Sichtweite müssen daher die Messwerte von mindestens 2 Sichtweitesensoren an verschiedenen, nicht direkt benachbarten Positionen vorhanden sein.

Ist an einem Flugplatz eine ungerade Anzahl an Sichtweitesensoren vorhanden, so ist die vorherrschende horizontale Sichtweite durch den Median der einzelnen Sichtweitenwerte zu bestimmen. Im Falle einer geraden Anzahl ist vom Median aus gesehen der nächst kleinere Wert (der sog. Untermedian) der Sichtweitenwerte zu verwenden.

### 3.4.2.3 Bestimmung der minimalen horizontalen Sichtweite

Ein zu meldender markanter Sichtweiteunterschied liegt vor, wenn die geringste gemessene und ermittelte Sichtweite aller Sensoren

- 1) von dem Median der ermittelten vorherrschenden horizontalen Sichtweite abweicht und weniger als 1 500 m oder
- 2) weniger als 50 % des Medians der vorherrschenden horizontalen Sichtweite und weniger als 5 km beträgt.

Ist mindestens eines dieser beiden Kriterien erfüllt, so ist im METAR / SPECI die minimale horizontale Sichtweite automatisch einzufügen. Bei dieser vollautomatischen Bestimmung der minimalen horizontalen Sichtweite wird keine Richtungsangabe  $D_v$  gemeldet (siehe Band Obs).

### 3.4.3 Algorithmus zur Berechnung der Pistensichtweite (RVR)

Die Pistensichtweite wird aus folgenden Messgrößen sowie pistenspezifischen Konstanten berechnet:

- MOR
- Umfeldleuchtdichte (ULD)
- Lichtstärke der Pistenbefuerung (Randfeuer, Mittellinienfeuer)

Ist eine Piste nicht mit Mittellinienbefuerung ausgestattet, so wird der Wert der Mittellinienbefuerung als 10 % der Helligkeit der Randlinienbefuerung angesetzt. Der untere Wert der RVR ist dann in jedem Fall festgelegt als „M0200“, d. h. der minimale Wert der RVR ( $=R_M$ ) beträgt 200 m.

Die Berechnung der RVR erfolgt auf der Grundlage der maximal einschaltbaren Lichtstärke der Pistenbefuerung. Das vorübergehende Einschalten niedrigerer Schaltstufen der Befuerung oder der Abschaltung der Befuerung wird nicht berücksichtigt. Es wird davon ausgegangen, dass die Befuerung bei Starts und Landungen im Allwetterflugbetrieb (CAT I, CAT II, CAT III a/b) auf 100 % eingeschaltet ist.

Da auf einer Piste die Umfeldleuchtdichte für jede Landerichtung unterschiedlich sein kann, ist zur Berechnung der RVR jeweils automatisch der Umfeldleuchtdichtesensor der aktuell beflogenen Landebahnschwelle auszuwählen.

Nachfolgend werden die physikalischen und abgeleiteten Größen vorgestellt, die bei der RVR-Berechnung von Bedeutung sind:

<b>Größe</b>	<b>Name</b>	<b>Gewinnung der Daten</b>
<b>ULD</b>	Umfeldleuchtdichte	Messwert, s.o., ggf. zeitlich zu mitteln, so dass die 90 % Zeit 2 bis 5 min beträgt
<b><math>E_t</math></b>	Kontrastschwellenwert der Beleuchtungsstärke (Visual threshold of illumination)	zu berechnen, Verfahren s.u.
<b><math>I_M</math></b>	Lichtstärke der Mittellinienfeuer	flugplatzspezifische Konstante; Zahlenwert entspricht 50 % des aus dem Lichtstärkediagramm (Isocandeladiagramm) der eingesetzten Mittellinienfeuer (dort: "ICAO min. average") zu entnehmenden Lichtstärkewertes
<b><math>I_R</math></b>	Lichtstärke der Randfeuer	flugplatzspezifische Konstante; Zahlenwert entspricht 80 % (bei Unterflurfeuern 50 %) des aus dem Lichtstärkediagramm (Isocandeladiagramm) der eingesetzten Randfeuer (dort: "ICAO min. average") zu entnehmenden Lichtstärkewertes
<b>RVR</b>	Pistensichtweite (Runway Visual Range)	zu berechnen, Verfahren s.u.
<b>R</b>	Feuersichtweite	zu berechnen, Verfahren s.u.

<b>R<sub>M</sub></b>	Grenzsichtweite Mittellinienfeuer (maximaler Wert der Feuersichtweite, bis zu dem diese ausschließlich aufgrund der Lichtstärke der Mittellinienfeuer berechnet wird)	flughplatzspezifische Konstante; $R_M = 200 \text{ m}$
<b>R<sub>R</sub></b>	Grenzsichtweite Randfeuer (minimaler Wert der Feuersichtweite, ab der diese ausschließlich aufgrund der Lichtstärke der Randfeuer berechnet wird)	flughplatzspezifische Konstante; $R_R = 550 \text{ m}$
<b>MOR</b>	Meteorologische Sichtweite (Meteorological Optical Range)	Messwert, s.o.
<b>ε</b>	Kontrastschwellenwert	Konstante, Zahlenwert = 0,05

Zunächst werden die Berechnungsvorschriften zur Bestimmung der notwendigen Zwischengrößen angegeben. Die Algorithmen zur Bestimmung der RVR unter Benutzung der Zwischengrößen folgen am Ende.

### 3.4.3.1 Bestimmung des Schwellwertes der Beleuchtungsstärke $E_t$

Der Schwellwert der Beleuchtungsstärke  $E_t$  in Abhängigkeit der Umfeldleuchtdichte wird in ICAO Doc 9328, Abbildung 6-8 als stufenförmige Kurve dargestellt. Um die kontinuierlichen Messwerte des Umfeldleuchtdichtesensors verwenden zu können, wird diese stufenförmige Kurve durch die nachfolgende Fitfunktion durch die Punkte A: ULD = 50 cd/m<sup>2</sup>, B: ULD = 1 000 cd/m<sup>2</sup> und C: ULD = 12 000 cd/m<sup>2</sup> näherungsweise beschrieben:

$$\log_{10}(E_t) = 0,57 \cdot \log_{10}(\text{ULD}) + 0,05 \cdot [\log_{10}(\text{ULD})]^2 - 6,66$$

Werte, die mit oben angegebener Formel für  $E_t$  berechnet wurden und weniger als 8 E-07 lx betragen, sind auf  $E_t = 8 \text{ E-07 lx}$  zu begrenzen<sup>6</sup>. Dieser Grenzwert ist repräsentativ für die Beleuchtung der Instrumente im Cockpit.

### 3.4.3.2 Berechnung der Pistensichtweite RVR aus der Feuersichtweite R

Aus den Gesetzen nach Allard und Koschmieder ergibt sich die folgende Berechnungsvorschrift:

$$\text{I: } E_t = \frac{I \cdot e^{-\sigma \cdot R}}{R^2}$$

$$\text{II: } \sigma = \frac{3}{\text{MOR}}$$

Aus ICAO Doc 9837, Kapitel 6.6.6 ist folgende Gleichung für  $E_t$  bzw.  $\log(E_t)$  bekannt (s.o.):

$$\text{III: } \log(E_t) = 0,57 \cdot \log(\text{ULD}) + 0,05 \cdot [\log(\text{ULD})]^2 - 6,66$$

<sup>6</sup> Gemäß ICAO Doc 9328 AN/903, 3rd Edition 2005, Seite 6-12, Kapitel 6.6.6

Ist  $E_t \leq 8 \cdot 10^{-7}$  lx gilt:  $E_t = 8 \cdot 10^{-7}$  lx

Nach Einsetzen von Gleichung II in Gleichung I ergibt sich folgender Zusammenhang:

$$\text{IVa: } E_t = \frac{I \cdot e^{-\frac{3 \cdot R}{MOR}}}{R^2} \Leftrightarrow$$

$$\text{IVb: } R = -\frac{\ln\left(\frac{E_t \cdot R^2}{I}\right) \cdot MOR}{3} = -\frac{[(\ln(E_t) + 2 \cdot \ln(R) - \ln(I)) \cdot MOR]}{3}$$

I ist durch  $I_M$  bzw.  $I_R$  im Folgenden zu ersetzen.

Die folgenden Gleichungen sind unter Anwendung des Iterationsverfahrens nach Newton und Raphson (Newton-Raphson-Verfahren) zu lösen, mit dem Anfangswert:  $R_0 = MOR$

Im Bereich  $R \leq R_M$  gilt:

$$\text{V: } R + \frac{[\ln(E_t) + 2 \cdot \ln(R) - \ln(I_M)] \cdot MOR}{3} = 0$$

Im Bereich  $R \geq R_R$  gilt:

$$\text{VI: } R + \frac{[\ln(E_t) + 2 \cdot \ln(R) - \ln(I_R)] \cdot MOR}{3} = 0$$

Die RVR ist hinreichend genau bestimmt, wenn folgendes erfüllt ist:

$$\text{VII: } \frac{|R_n - R_{n-1}|}{R_n} < 0,01$$

Für den Übergangsbereich  $R_M < R < R_R$  gilt der folgende, lineare Zusammenhang:

$$\text{VIII: } \frac{R - R_M}{MOR - MOR_M} = \frac{R_R - R_M}{MOR_R - MOR_M} \quad ,$$

worin sich  $MOR_M$  und  $MOR_R$  aus den Gleichungen V und VI ableiten lassen:

$$\text{IX: } MOR_{M,R} = -\frac{3 \cdot R_{M,R}}{\ln(E_t) + 2 \cdot \ln(R_{M,R}) - \ln(I_{M,R})}$$

Gl. VIII nach R aufgelöst ergibt unter Verwendung von Gl. IX:

$$\text{X: } R = \frac{R_R - R_M}{\left[ \frac{3 \cdot R_M}{\ln(E_t) + 2 \cdot \ln(R_M) - \ln(I_M)} \right] - \left[ \frac{3 \cdot R_R}{\ln(E_t) + 2 \cdot \ln(R_R) - \ln(I_R)} \right]} \cdot \left( MOR + \left[ \frac{3 \cdot R_M}{\ln(E_t) + 2 \cdot \ln(R_M) - \ln(I_M)} \right] \right) + R_M$$

Die RVR ergibt sich dann wie folgt:

$$Xl: \quad RVR = \max(R, MOR)$$

### 3.4.3.3 Mittelwertbildungen der RVR-Werte

Die errechneten Einzelwerte der RVR sind über einen bestimmten Zeitraum harmonisch gleitend zu mitteln. Welcher Zeitraum bei welcher Meldungsart (METAR, SPECI, MET REPORT, SPECIAL) zu verwenden ist, kann dem Band Obs entnommen werden. Es ist folgende Berechnungsvorschrift zu verwenden:

$$\overline{RVR} = N \cdot \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{RVR_i}} \quad N = \text{Anzahl der zu mittelnden RVR-Einzelwerte}$$

$1 \leq i \leq N$  ;  $RVR_i$  = Einzelwerte der RVR

$\overline{RVR}$  = Gemittelter RVR-Wert

Der Mittelwert der RVR ist verwendbar, wenn mindestens 2/3 der Messwerte im Zeitintervall zur Verfügung stehen.

Steht kein gültiger Mittelwert der RVR zur Verfügung, so ist dies unverzüglich auf dem AWOS-Bildschirm als Ausfall darzustellen. Dies gilt auch bei Wetterbedingungen, die eine Verbreitung der RVR per Flugplatzwettermeldungen nicht erfordern.

Welche Stufung der RVR zu verwenden ist, kann dem Band Obs entnommen werden.

## 3.5 Fehlerquellen

Hinsichtlich Wartung und Monitoring sind die unterschiedlichen Auswirkungen einer Verschmutzung der optischen Oberflächen des jeweiligen Gerätetyps zu beachten. Eine Verschmutzung der optischen Fenster eines Transmissometers führt zu einer Verminderung der Transmission und folglich zu einer zu gering angezeigten Meteorologischen Sichtweite. Dieses Verhalten bezeichnet man als „Eigensicherheit“. Im Falle des Vorwärtsstreulicht-Messgerätes führt die gleiche Verschmutzung zu einer Reduktion des Streulichtes und damit zu einer zu groß angezeigten Meteorologischen Sichtweite. Aus diesem Grunde überwachen alle Vorwärtsstreulicht-Messgeräte den Verschmutzungsgrad der optischen Fenster und geben diesen als Statusmeldung aus. Aus Sicherheitsgründen muss diese Statusmeldung permanent überwacht werden, um ggf. eine Reinigung zu veranlassen.

## 3.6 Kalibrierung und Wartung

Sämtliche Messinstrumente zur Messung der Sichtweite und Umfeldleuchtdichte sind durch akkreditierte Dienstleister regelmäßig zu kalibrieren bzw. durch kalibrierte Sensoren gleichen Typs zu ersetzen. Der für das jeweilige Messgerät geltende Kalibrierzyklus ist der „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen“ in Anlage 10.1 zu entnehmen. Die Kalibrierung bzw. der Ersatz ist zu dokumentieren. Bei der Dokumentation sind jeweils das Datum der Installation des kalibrierten

Sensors, der Name des durchführenden Technikers und dessen Unterschrift, sowie der Sensortyp und dessen Seriennummer festzuhalten. Die Dokumentation und die Kalibrierscheine der aktuell verwendeten Sensoren werden bei jeder technischen Aufsicht geprüft. Auch nach jeder Reparatur muss eine Kalibrierung erfolgen. Abschnitt 9.7.1 „Kalibrierung bzw. Ersatz von meteorologischen Messgeräten/Sensoren an Regionalflugplätzen“ und Anlage 10.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Wettersensorik an Regionalflugplätzen“ sind weiterhin anzuwenden.

Bei Messgeräten zur Bestimmung der Sichtweite ist keine Kalibrierung möglich (siehe „Liste der mus-terzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen“ in Anlage 10.1). Im Rahmen der technischen Aufsicht (siehe Abschnitt 9.4) wird stattdessen vor Ort eine Prüfung der Einhaltung der Messunsicherheit mithilfe von kalibrierten optischen Filtern/Streuscheiben vorgenommen.

Es ist darauf zu achten, dass sich im Winter keine Schneeverwehungen in der Nähe der Sichtweitesensoren ansammeln. Diese können besonders bei Streulichtsensoren zu gravierenden Fehlmessungen führen. Weiterhin kann sich Schnee auf der Optik der Messköpfe festsetzen, daher sollten Schneean Sammlung generell verhindert bzw. beseitigt werden.

Bei Freischneiden von Gras im Umfeld der Messstandorte ist darauf zu achten, dass nach dem Grasschneiden die Messoptik in einem sauberen Zustand verbleibt.

Darüber hinaus ist Anlage 10.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Sensorik an Regionalflugplätzen“ anzuwenden.

### 3.7 Messort

Die Messung der MOR ist nach der Richtlinie Flugwetterdienste, Anlage II 1.4 vorzunehmen.<sup>7</sup> Gemäß ICAO Annex 3 und Doc 9328 wird empfohlen, die Messung der Meteorologischen Sichtweite in einer Höhe von etwa 2,5 m über der Höhe der Piste durchzuführen. Wenn stark abfallendes Gelände seitlich der Piste zu einer deutlichen Unterschreitung des empfohlenen Wertes von 2,5 m führt, sollte dieser Höhenunterschied möglichst ausgeglichen werden soweit dies technisch mit dem Messgerät möglich ist. Handlungsbedarf besteht vor allem dort, wo die Sichtweite stark von der Höhe des Messortes abhängt.

Es sind für die Installation die jeweiligen Herstellerangaben für die Wahl der Positionierung der Messgeräte zu beachten. Gibt es auf einem Flugplatz einen Bereich, an dem oft besonders ungünstige Sichtweitenbedingungen bestehen, wie beispielsweise ein Bereich, der besonders anfällig für Nebelbildung ist, so ist mit dem DWD bzw. der zuständigen LBZ zu prüfen, ob eine Sensorpositionierung in diesem Bereich fachlich notwendig ist.

---

<sup>7</sup> Ergänzend zur Richtlinie Flugwetterdienste hier die Definition der Pistenlänge: Als Pistenlänge gilt in Zusammenhang mit der Richtlinie und dem vorliegenden Handbuch die größte für die jeweilige Piste im AIP veröffentlichte TORA (Take-off run available). Sollte für eine Piste keine TORA angegeben sein, so gilt die größte für diese Piste im AIP veröffentlichte LDA (Landing distance available) als Pistenlänge.

An jedem für eine Aufsetzschwelle repräsentativen Sichtweitensensor ist ein Umfeldleuchtdichte-sensor zu installieren. Der Sensor zur Messung der Umfeldleuchtdichte ist so auszurichten, dass dieser in horizontaler Richtung in einem Winkel von 45° zur Landebahn hin in die Richtung zeigt, in die auch der Luftfahrzeugführer beim Startlauf bzw. bei der Landung blickt. In vertikaler Richtung ist der Sensor so zu justieren, dass die Messrichtung auf den Horizont ausgerichtet ist und gegenüber dem Horizont nach oben geneigt einen Winkel zwischen +3° und +5° bildet. Eine direkte Ausrichtung auf eine Lichtquelle ist zu vermeiden. Weiterhin ist die Ausrichtung des Sensors in Richtung von Bäumen oder dergleichen zu vermeiden. Das entsprechende Handbuch des Sensorherstellers ist zu beachten.

Weitere Vorgaben hinsichtlich der Sensor-Standorte bei Einführung der AWOS\_Auto-Klassen sind in Abschnitt 3.3 aufgeführt.

Vor der Installation eines Sichtweitensensors ist durch die zuständige Luftfahrtberatungszentrale (LBZ) eine Beratung und eine fachliche Zustimmung hinsichtlich des Messortes einzuholen. Ggf. kann dies bei der Ausarbeitung eines lokalen Allwetterflugbetriebsplanes gemäß ICAO EUR Doc 013 (*European Guidance Material on All Weather Operations at Aerodromes*) einer Allwetterflugkommission erfolgen.

Die Standorte sämtlicher Sichtweitensensoren sind nach dem WGS-84 (gemäß ICAO Doc 9674) zu vermessen, und die Koordinaten sind an die zuständige Luftfahrtberatungszentrale des DWD zu übermitteln. Bei Standortänderungen sind neue Vermessungen erforderlich.

## 4. Gegenwärtiges Wetter

### 4.1 Einleitung/Allgemeines

In den Automatisierungsstufen AWOS\_Auto-Klasse 1 und 2 werden Sensoren für die automatische Bestimmung des gegenwärtigen Wetters verwendet.

Das gegenwärtige Wetter muss sowohl für MET REPORT / SPECIAL als auch für METAR / SPECI bestimmt werden. Zur Bestimmung der Wettererscheinungen wird grundsätzlich eine Kombination aus Einzelsensoren unterschiedlicher physikalischer Messprinzipien verwendet. Die Messwerte der Einzelsensoren werden in Klassifikationsalgorithmen verknüpft, um daraus die Elemente der Meldungsgruppe „Gegenwärtiges Wetter“ abzuleiten. Die Qualität dieser Algorithmen ist somit von entscheidender Bedeutung für das Sensorsystem zur Bestimmung des gegenwärtigen Wetters. Die Validierung der automatisch ermittelten Trübungserscheinungen erfolgt durch Prüfungen der Einzelsensoren. Der Algorithmus zur Bestimmung der Trübungserscheinungen für die AWOS\_Auto-Klassen 1 und 2 wird vorgegeben.

Die Validierung der automatisch bestimmten Niederschlagsinformation im Rahmen einer Musterzulassung (siehe Abschnitt 9.1.1) ist aufwändig, da

- a) die Referenz aus visueller Wetterbeobachtung und Referenzsensorik erzeugt werden muss und
- b) einige Wettererscheinungen sehr selten auftreten und daher eine entsprechend längere Testzeit erfordern, um statistische Aussagen machen zu können.

## 4.2 Messmethoden

Das zentrale Gerät zur Ermittlung des gegenwärtigen Wetters ist ein sog. „Present-Weather-Sensor“ (PWS), der einen Großteil der zu meldenden Inhalte des gegenwärtigen Wetters ermitteln kann. Es gibt derzeit (Stand: 2019) keinen marktgängigen PWS, der in der Lage ist, alle Inhalte des gegenwärtigen Wetters zu bestimmen. Daher werden, wie eingangs erwähnt, die PWS in der Regel um weitere Sensoren ergänzt, um die fehlenden Wettererscheinungen detektieren zu können.

Ein PWS, der technologisch auf einem Streulichtsensor beruht (s. Kapitel 3), kann grundsätzlich sowohl Trübungserscheinungen als auch eine Reihe von Niederschlagsarten bestimmen.

Daneben existiert eine zweite Gruppe von PWS, die auf optischen Disdrometern basieren, welche das Größen- und Geschwindigkeitsspektrum des Niederschlags in einem Messvolumen bestimmen. Diese Geräte können in der Regel keine Trübungserscheinungen ermitteln.

Eine dritte Gruppe von Geräten basiert auf dem Doppler-Radar-Prinzip und bestimmt die Niederschlagsart aus der Geschwindigkeitsverteilung des Niederschlags und deren Radar-Reflektivität. Auch die Radar-Geräte können keine Trübungserscheinungen ermitteln.

Als Zusatzsensoren zur Ergänzung der PWS kommen z. B. Eisdetektoren, Niederschlagsdetektoren, Hageldetektoren u. a. in Frage.

Eisdetektoren können Eisansatz durch unterkühlte, flüssige Niederschläge ab einer bestimmten Intensitätsschwelle detektieren. Niederschlagsdetektoren dienen i. d. R. dazu, die Ergebnisse der PWS mit einer J/N-Information abzusichern. Hageldetektoren sind auf die Erfassung kornartiger Niederschläge spezialisiert und sollten weder auf Schnee noch auf flüssige Niederschläge ansprechen. Thermometer, mit und ohne Strahlungsschutz, liefern Temperaturwerte, die in die Klassifikationsalgorithmen einbezogen werden können.

Alle genannten Messmethoden sind für die Erfassung der nicht-konvektiven Wettererscheinungen geeignet, deren vollautomatische Bestimmung in AWOS\_Auto-Klasse 2 (s. u.) gefordert wird.

## 4.3 AWOS\_Auto-Klassen

An den in Kapitel 9.3 definierten AWOS\_Auto-Klassen gelten unterschiedliche Anforderungen für die Bestimmung des gegenwärtigen Wetters.

### 4.3.1 AWOS\_Auto-Klasse 4

In AWOS\_Auto-Klasse 4 erfolgt keine Bestimmung des gegenwärtigen Wetters.

### 4.3.2 AWOS\_Auto-Klasse 3

In AWOS\_Auto-Klasse 3 erfolgt keine Bestimmung des gegenwärtigen Wetters.

### 4.3.3 AWOS\_Auto-Klasse 2

In der AWOS\_Auto-Klasse 2 werden nicht-konvektive Wettererscheinungen automatisch bestimmt. Die automatisch generierten Wettermeldungen sind vom Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> zu kontrollieren und, sofern erforderlich, zu korrigieren bzw. zu ergänzen (siehe Abschnitt 9.8.4).

#### 4.3.3.1 Trübungserscheinungen

Für die Erfassung von Sichteinschränkungen gemäß Band Obs sind mindestens folgende Sensoren zu verwenden:

- 3 Sichtweitesensoren
- 1 Temperatursensor
- 1 Feuchtesensor

Die Regeln zur Bestimmung der Trübungserscheinungen HZ, BR, BCFG, FG, FZFG sind in Abschnitt 4.4.1 dargestellt und müssen im AWOS umgesetzt sein. Treten andere Trübungserscheinungen auf, müssen diese gemäß Band Obs manuell bestimmt werden.

#### 4.3.3.2 Wettererscheinungen mit nicht-konvektiven Niederschlägen

Für die Erfassung der Wettererscheinungen mit nicht-konvektiven Niederschlägen ist ein PWS verpflichtend vorgeschrieben. Weitere Sensoren können, wie oben erwähnt, hinzugefügt werden, um die Ergebnisse für die Niederschlagsklassifikation zu verbessern. Die Intensitätsangaben für Niederschläge erfolgen gemäß Band Obs.

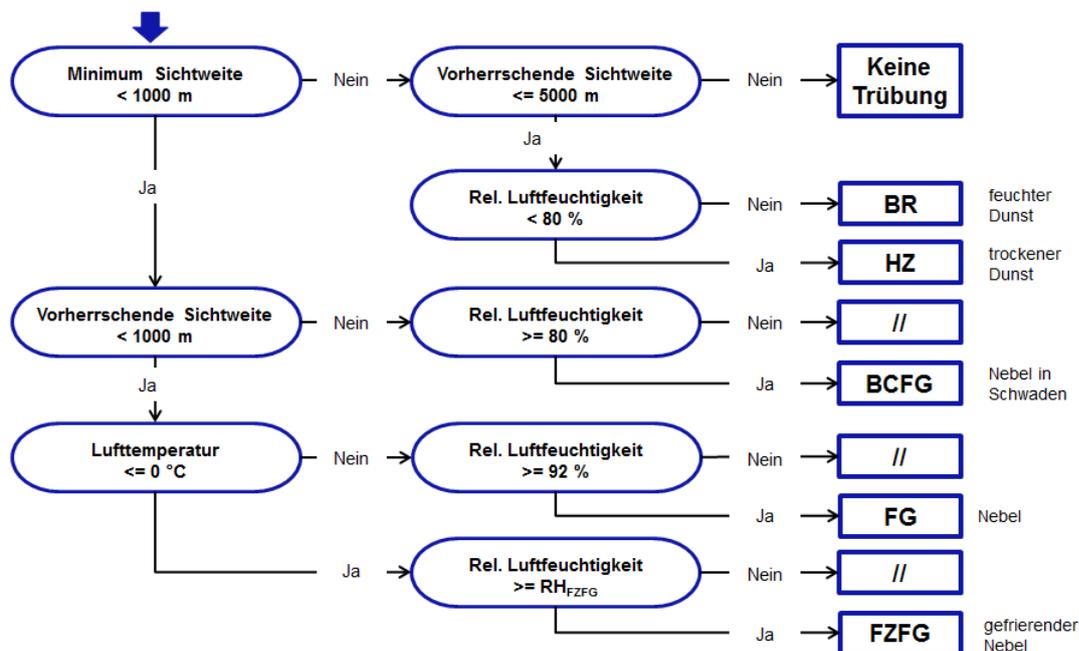
#### 4.3.4 AWOS\_Auto-Klasse 1

Die Genehmigung eines AWOS\_Auto-Klasse 1-Betriebes kann derzeit noch nicht beantragt werden. Daher ist hier auf die Angabe technischer Spezifikationen verzichtet worden.

### 4.4 Algorithmen und Ausgabeformate (AWOS\_Auto-Klasse 2)

#### 4.4.1 Bestimmung von Trübungserscheinungen

Die Trübungserscheinungen HZ, BR, BCFG, FG und FZFG sind mithilfe des nachfolgenden Trübungsalgorithmus zu bestimmen:



mit  $RH_{FZFG}(T) = 92\% + 0,867 \cdot T \cdot (\% / ^\circ C)$  mit Lufttemperatur T in  $^\circ C$

#### 4.4.2 Bestimmung der nicht-konvektiven Niederschlags Elemente

Für die Bestimmung der nicht-konvektiven Niederschlags Elemente wird kein spezifischer Algorithmus vorgegeben. Sollten die Sensoren nicht-konvektive Niederschläge erkennen, die nicht zu den vom DWD als gültig festgelegten gehören, muss deren Ausgabe in gültige Wettererscheinungen geändert werden. Details hierzu sind in Anlage 10.10 aufgeführt.

#### 4.4.3 Zeitliche Auflösung

Änderungen im Wettergeschehen, die ein SPECI / SPECIAL auslösen, müssen umgehend erkannt und weiterverarbeitet werden. Die automatische Bestimmung des gegenwärtigen Wetters muss daher mindestens jede Minute aktualisiert werden. Die Verzögerung von der Erkennung eines Wetterereignisses bis zur Ausgabe darf maximal drei Minuten betragen.

### 4.5 Fehlerquellen

Durch aufgewirbelte Niederschläge (Schneetreiben, Gischt, ...) oder durch turbulente Strömungsverhältnisse bei Niederschlag kann es zu Fehlmessungen kommen. Die Installationsanweisungen des Herstellers sind zu beachten, um diese Effekte möglichst gering zu halten.

Auch durch Insekten, Spinnweben und Flugsamen können Fehlmessungen entstehen, was durch regelmäßiges Reinigen der Messgeräte und Überwachen der Messwerte unterbunden werden sollte. Auch durch die geeignete Wahl des Messortes (siehe Abschnitt 4.7) sollten diese Störeinflüsse minimiert werden.

### 4.6 Kalibrierung und Wartung

Die Sensorik ist nach den Vorgaben der Herstellerdokumentation zu pflegen und zu warten. Verschmutzungen (Staub, Spinnweben, Flugsamen, ...) und Ablagerungen jeder Art (Schnee, Reif, ...) sind im Bereich des Messvolumens zu entfernen.

Die Warn- und Sicherheitshinweise des Herstellers sind zu beachten.

Anlage 10.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Sensorik an Regionalflugplätzen“ ist weiterhin anzuwenden.

Bei einigen PWS ist keine Kalibrierung möglich (siehe „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen“ in Anlage 10.1). Im Rahmen der technischen Aufsicht (siehe Abschnitt 9.4) wird stattdessen vor Ort eine vom Hersteller vorgegebene Prüfprozedur durchgeführt.

Falls für den verwendeten PWS eine regelmäßige Kalibrierung erforderlich ist, gelten die folgenden Regelungen:

Der für das jeweilige Messgerät geltende Kalibrierzyklus ist der „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen“ in Anlage 10.1 zu entnehmen. Die Kalibrierung bzw. der Ersatz ist zu dokumentieren. Bei der Dokumentation sind jeweils das Datum der Installation des kalibrierten Sensors, der Name des durchführenden Technikers und dessen Unterschrift, sowie der Sensortyp und dessen Seriennummer festzuhalten. Die Dokumentation und ggf. die Kalibrierscheine der aktuell verwendeten Sensoren werden bei jeder technischen Aufsicht geprüft. Auch nach jeder Reparatur muss ggf. eine Kalibrierung erfolgen. Abschnitt 9.7.1 „Kalibrierung bzw. Ersatz von meteorologischen Messgeräten/Sensoren an Regionalflugplätzen“ ist weiterhin anzuwenden.

## 4.7 Messort

ICAO Annex 3 gibt vor, dass die Informationen hinsichtlich des vorherrschenden Wetters repräsentativ für den jeweiligen Flugplatz sein sollen. Daher ist als Aufstellungsort ein zentraler Ort in der Nähe des ARP (Airport Reference Point), jedoch nicht im Sicherheitsbereich der Pisten, in Abstimmung mit der zuständigen LBZ zu wählen. Es sollte bei der Wahl des Messortes darauf geachtet werden, dass Wartung und Reinigung des Sensors ohne größere Einschränkungen durch das technische Personal möglich sind.

Der Messort sollte so gewählt werden, dass möglichst keine größeren Pflanzen, Bäume oder Sträucher in der Nähe wachsen. Es ist weiterhin zu vermeiden, dass ein Standort gewählt wird, an dem die Messungen durch Gischt, Enteisung, Flugsamen, Spinnweben, etc. beeinträchtigt werden könnten.

Der Sensor zur Messung der Niederschlagsart und -intensität ist so zu installieren, dass er möglichst keine Abschattungen der Niederschläge erfährt. Die Herstellerangaben des jeweiligen Sensors zur Aufstellung, Installation und Ausrichtung sind zu beachten.

Die Messhöhe des Sensors zur Bestimmung von Niederschlägen sollte im Bereich zwischen 2 m und 2,50 m liegen. Hierdurch wird die Beeinträchtigung oder Verfälschung der Messung durch Partikel, wie oben beschrieben, reduziert.

Der Standort des PWS ist nach dem WGS-84 (gemäß ICAO Doc 9674) zu vermessen, und die Koordinaten sind an die zuständige Luftfahrtberatungszentrale des DWD zu übermitteln. Befindet sich der PWS im Bereich des sog. Wettergartens, d.h. dort, wo auch Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit gemessen werden, sind lediglich die Koordinaten des Wettergartens erforderlich. Bei Standortänderung ist eine neue Vermessung erforderlich.

## 5. Bewölkung

### 5.1 Einleitung/Allgemeines

Bedeckungsgrad, Unter- und Obergrenzen und Art der Bewölkung können die Durchführung von Flugvorhaben erheblich beeinflussen. Die genaue Kenntnis dieser Faktoren ist die Grundlage für zahlreiche flugbetriebliche Verfahren. Die Bereitstellung von Bewölkungsinformationen für die Luftfahrt orientiert sich an den betrieblichen Anforderungen. Die Angaben zur Bewölkung sind repräsentativ für den Flugplatz und dessen unmittelbare Umgebung.

### 5.2 Messmethoden

#### 5.2.1 Wolkenuntergrenze

Zur Messung der Wolkenuntergrenze werden Ceilometer verwendet. Da alle modernen Geräte mit einem Messbereich < 30 000 ft Laserdioden als Lichtquellen verwenden, soll im Folgenden nur auf diesen Typ eingegangen werden. Der Einsatz von Ceilometern erlaubt eine durchgehende Messung der Wolkenuntergrenzen mehrerer Wolkenschichten bei Tag und bei Nacht.

Die o.g. Ceilometer arbeiten nach dem LIDAR-Prinzip (LIDAR steht für Light Detection And Ranging). Dabei werden von einem Laser-Dioden-Stack kurze Lichtimpulse vertikal in die Atmosphäre gesandt. Das Licht wird an den kleinen Wassertröpfchen der Wolken rückgestreut, und ein Teil des Lichts ge-

langt in den Empfänger, der neben dem Sender angebracht ist. Die Zeit, die das Licht für den Weg vom Sender zur Wolke und zurück in den Empfänger benötigt, wird gemessen und daraus per internem Mikroprozessor die Entfernung zur Wolkenuntergrenze berechnet. Es können mehrere Wolken-schichten durch das Ceilometer erfasst werden, wenn die Wolkenschichten so dünn sind, dass sie vom Laserstrahl auf dem Hin- und Rückweg durchdrungen werden. Bei den zugelassenen Sensoren sind Sender und Empfänger zusammen in einem Gehäuse untergebracht. Das doppelwandige Gehäuse ist mit einer thermostatgesteuerten Heizung ausgestattet und erlaubt so den Einsatz unter verschiedensten klimatischen Bedingungen. Die an Regionalflugplätzen zugelassenen Geräte sind der Tabelle „Liste der musterzugelassenen AWOS und Sensoren an Regionalflugplätzen“ in Anlage 10.1 dieses Handbuchs zu entnehmen.

### 5.2.2 Wolkenbedeckungsgrad

Der Wolkenbedeckungsgrad wird bei automatischer Bestimmung i.d.R. aus den Einzelmessungen der Wolkenuntergrenze (s.o.) abgeleitet.

### 5.2.3 Vertikalsicht

Einige Ceilometer geben bei aufliegenden Wolken eine Vertikalsicht ab. Diese ist allerdings messtechnisch nur schwer zu erfassen und genügt nicht den Genauigkeitsanforderungen des DWD. Aus diesem Grunde wird in der Bundesrepublik im Widerspruch zu ICAO Annex 3 bis auf weiteres von der Messung und Verbreitung der Vertikalsicht in Flugwettermeldungen abgesehen.

## 5.3 AWOS\_Auto-Klassen

An den in Kapitel 9.3 definierten AWOS\_Auto-Klassen gelten unterschiedliche Anforderungen für die Bestimmung der Bewölkung.

### 5.3.1 AWOS\_Auto-Klasse 4

In AWOS\_Auto-Klasse 4 werden weder Bedeckungsgrad noch Wolkenuntergrenze gemeldet.

### 5.3.2 AWOS\_Auto-Klasse 3

In AWOS\_Auto-Klasse 3 werden der Bedeckungsgrad und die Wolkenuntergrenze ohne Einschränkung gemeldet.

Für den Betrieb in AWOS\_Auto-Klasse 3 ist mindestens ein Ceilometer pro Flugplatz (gemäß Richtlinie Flugwetterdienste, Anlage II, Kapitel 1.6) zu installieren. In einem Ceilometer ggf. integrierte Wolkenbedeckungsgradalgorithmen dürfen nicht verwendet werden. Der Bedeckungsgrad ist in der AWOS-Anlage zu berechnen.

### 5.3.3 AWOS\_Auto-Klasse 2

In AWOS\_Auto-Klasse 2 werden der Bedeckungsgrad und die Wolkenuntergrenze ohne Einschränkung gemeldet. Bei Auftreten von CB oder TCU sind diese Angaben zur Wolkengattung in den Wettermeldungen manuell zu ergänzen.

Für den Betrieb in AWOS\_Auto-Klasse 2 ist mindestens jeweils ein Ceilometer im finalen Anflugbereich der Landebahnschwellen (siehe Richtlinie Flugwetterdienste, Anlage II, Kapitel 1.6) zu installieren.

Um die Verfügbarkeit der Messwerte und die Qualität der vollautomatisch abgeleiteten Parameter Wolkenuntergrenze(n) sowie Bedeckungsgrad(e) zu erhöhen, können weitere Ceilometer installiert werden:

Ein drittes Ceilometer kann als redundantes Gerät für zwei Landebahnschwellen verwendet werden, wenn es, in Absprache mit der zuständigen LBZ, so positioniert wird, dass der Abstand zu den beiden anderen Ceilometern etwa gleich ist, z.B. auf halber Pistenlänge, seitlich zur Pistenmitte versetzt.

Alternativ können vier Ceilometer verwendet werden, wobei jeweils zwei Ceilometer, in Absprache mit der zuständigen LBZ, im Bereich einer Schwelle und im Abstand von einigen Hundert Metern zueinander zu installieren sind. Bei Ausfall eines der beiden Schwellen-Ceilometer darf das jeweils andere Ceilometer als Ersatzgerät verwendet werden.

In einem Ceilometer ggf. integrierte Wolkenbedeckungsgradalgorithmen dürfen nicht verwendet werden. Der Bedeckungsgrad ist in der AWOS-Anlage entsprechend der nachfolgenden Vorgaben zu berechnen:

a) Generelle Vorgaben für die Meldungsausgabe:

- Die Bedeckungsgrade sind gemäß den Vorgaben in Band Obs in den Stufen NCD, FEW, SCT, BKN, OVC auszugeben.
- Wolken oberhalb von 5000 ft oder oberhalb der höchsten Sektormindesthöhe sind gemäß den Vorgaben in Band Obs als NSC auszugeben, wenn die Bedingungen für CAVOK nicht gegeben sind.
- Es dürfen maximal 3 WolkenSchichten ausgegeben werden. Wenn eine höhere Anzahl an Schichten ermittelt wurde, sind diese sinnvoll zusammenzufassen.
- Sind die Bedingungen für die Meldung der Vertikalsicht anstelle einer Wolkenuntergrenze erfüllt, darf gemäß Abschnitt 5.2.3 nur VV/// ausgegeben werden.

b) Ausgabe für METAR / SPECI

- Der Bedeckungsgrad für METAR / SPECI ist aus den Messwerten aller Ceilometer zu ermitteln. Die Ceilometer sind gleich zu gewichten.
- Der Bedeckungsgrad ist aus den Ceilometer-Messwerten der zurückliegenden 30 Minuten zu ermitteln, wobei die letzten 10 Minuten doppelt zu gewichten sind.
- Die Wolkenuntergrenzen sind mit einer Höhengauflösung von 100 ft gemäß den Vorgaben in Band Obs auszugeben.

c) Ausgabe für MET REPORT / SPECIAL

- Der Bedeckungsgrad für MET REPORT / SPECIAL ist aus den Messwerten des Ceilometers zu ermitteln, das der aktuell aktiven Schwelle am nächsten gelegen ist.
- Der Bedeckungsgrad ist aus den Ceilometer-Messwerten der zurückliegenden 6 Minuten zu ermitteln, wobei die letzten 2 Minuten doppelt zu gewichten sind.
- Die Wolkenuntergrenzen sind gemäß Band Obs bis zu einer Höhe von 300 ft mit einer Höhengauflösung von 50 ft zu melden und darüber mit einer Höhengauflösung von 100 ft.
- Bedeckungsgrade und Wolkenuntergrenzen sind gemäß Band Obs nur bis 1000 ft schwellenbezogen zu melden. Ab 1000 ft sind die Bedeckungsgrade und Wolkenuntergrenzen aus dem METAR / SPECI zu übernehmen.

#### 5.3.4 AWOS\_Auto-Klasse 1

Die Genehmigung eines AWOS\_Auto-Klasse 1-Betriebes kann derzeit noch nicht beantragt werden. Daher wird vorerst auf die Angabe technischer Spezifikationen verzichtet.

### 5.4 Fehlerquellen

Bei starken Niederschlägen oder verschmutzten Glasscheiben des Ceilometers kann die Messung der Wolkenuntergrenze verfälscht werden. Niederschläge werden normalerweise vom Gerät erkannt. Die Lüftung des Ceilometers und die Heizung schalten sich dann automatisch an. Es ist allerdings darauf zu achten, dass das Ceilometer regelmäßig gereinigt wird. Siehe hierzu Anlage 10.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Sensorik an Regionalflugplätzen“.

### 5.5 Kalibrierung und Wartung

Die Messinstrumente zur Messung der Wolkenuntergrenze sind durch akkreditierte Dienstleister regelmäßig zu kalibrieren bzw. durch kalibrierte Sensoren gleichen Typs zu ersetzen. Der für das jeweilige Messgerät geltende Kalibrierzyklus ist der „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen“ in Anlage 10.1 zu entnehmen. Die Kalibrierung bzw. der Ersatz ist zu dokumentieren. Bei der Dokumentation sind jeweils das Datum der Installation des kalibrierten Sensors, der Name des durchführenden Technikers und dessen Unterschrift, sowie der Sensortyp und dessen Seriennummer festzuhalten. Die Dokumentation und die Kalibrierscheine der aktuell verwendeten Sensoren werden bei jeder technischen Aufsicht geprüft. Auch nach jeder Reparatur muss eine Kalibrierung erfolgen. Abschnitt 9.7.1 „Kalibrierung bzw. Ersatz von meteorologischen Messgeräten/Sensoren an Regionalflugplätzen“ und Anlage 10.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Wettersensorik an Regionalflugplätzen“ sind weiterhin anzuwenden.

Bei Messgeräten zur Bestimmung der Wolkenuntergrenze ist keine Kalibrierung vor Ort möglich (siehe „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen“ in Anlage 10.1). Im Rahmen der technischen Aufsicht (siehe Abschnitt 9.4) werden stattdessen funktionale Prüfungen der Geräte durchgeführt.

Optische Oberflächen sind sauber und durchlässig zu halten. Eine Heizung innerhalb des Sensors hält diesen frei von Kondensation. Das Schutzfenster darf keine Verschmutzung aufweisen, da dies die Messung verfälscht. Eine regelmäßige Reinigung von Hand ist hier ausreichend. Die meisten Ceilometer besitzen einen automatisch gesteuerten Lüfter, der die Verschlechterung des Detektionsvermögens durch Regentropfen oder Schnee reduziert. Weiterhin ist die Gebrauchsanweisung des Herstellers hinsichtlich Wartung und Reinigung zu beachten, und es ist Anlage 10.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Sensorik an Regionalflugplätzen“ anzuwenden.

#### Sicherheitshinweis:

- Der Laserstrahl darf auf keinen Fall mit optischen Instrumenten insbesondere Ferngläsern betrachtet werden.
- Bei längerem Betrachten kann auch Laserstrahlung der Klasse 1M Augenschädigungen wie Blendungen und Augenreizungen verursachen und bis zur vollständigen Erblindung führen.

Die Sicherheitshinweise der Gerätehersteller sind einzuhalten.

## 5.6 Messort

Nach der Richtlinie Flugwetterdienste, Anlage II 1.6 sind die Ceilometer so aufzustellen, dass die gemessenen Wolkenuntergrenzen repräsentativ für den Anflugbereich der jeweils beflogenen Aufsetzschwelle sind. Der Standort ist möglichst in der Nähe des Hauptanflugzeichens (Middle Marker - MM) zu wählen. Näheres ist der oben genannten Richtlinie zu entnehmen.<sup>8</sup>

Weitere Regelungen hinsichtlich der Ceilometer-Standorte bei Einführung der AWOS\_Auto-Klassen sind in Abschnitt 5.3 aufgeführt.

Bei der Wahl der Messorte ist in jedem Fall die zuständige Luftfahrtberatungszentrale einzubeziehen.

Die Standorte sämtlicher Ceilometer sind nach dem WGS-84 (gemäß ICAO Doc 9674) zu vermessen, und die Koordinaten sind an die zuständige Luftfahrtberatungszentrale des DWD zu übermitteln. Befindet sich ein Ceilometer im Bereich des sog. Wettergartens, d.h. dort, wo auch Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit gemessen werden, sind lediglich die Koordinaten des Wettergartens erforderlich. Bei Standortänderungen sind neue Vermessungen erforderlich.

## 6. Temperatur und Taupunkttemperatur

### 6.1 Einleitung/Allgemeines

Die Lufttemperatur und die Luftfeuchtigkeit haben über die Luftdichte Einfluss auf den aerodynamischen Auftrieb und die Triebwerksleistung. Hohe Temperaturen und/oder feuchte Luft können unmittelbar zu einer Verlängerung der erforderlichen Start- oder Landerollstrecke führen. Mittelbar haben sie Auswirkung auf die Höhe des maximalen Start- oder Landegewichts. Somit sind insbesondere Kenntnisse über die aktuellen oder die voraussichtlichen Temperaturverhältnisse für die Planung und Durchführung von Flugvorhaben wichtig.

Die Taupunkttemperatur ist die Temperatur, auf die die ungesättigte Umgebungsluft (relative Luftfeuchte < 100 %) bei gleichbleibendem Druck abgekühlt werden müsste, um zur Sättigung zu gelangen (relative Luftfeuchte = 100 %). Die Temperaturdifferenz zwischen Lufttemperatur und Taupunkttemperatur, der so genannte „Spread“, kann u.a. als Indikator für mögliche Sichtreduzierungen durch feuchten Dunst oder Nebel sowie Vereisungstendenzen (bei einer Lufttemperatur um oder unter null Grad) dienen.

### 6.2 Messmethoden

#### 6.2.1 Widerstandsthermometer

Die Temperatur wird unter Verwendung von Widerstandsthermometern elektronisch bestimmt. Hierzu sind die in Anlage 10.1 „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen“ aufgeführten Sensoren zu verwenden.

---

<sup>8</sup> Ergänzend zur Richtlinie Flugwetterdienste hier die Definition der Pistenlänge: Als Pistenlänge gilt in Zusammenhang mit der Richtlinie und dem vorliegenden Handbuch die größte für die jeweilige Piste im AIP veröffentlichte TORA (Take-off run available). Sollte für eine Piste keine TORA angegeben sein, so gilt die größte für diese Piste im AIP veröffentlichte LDA (Landing distance available) als Pistenlänge.

Widerstandsthermometer ändern ihren elektrischen Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur. Die Widerstandsänderung erfolgt gemäß  $R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha t)$ , wobei  $\alpha$  der Widerstandskoeffizient und  $t$  die Temperatur in °C ist. Bei metallischen Leitern ist  $\alpha$  positiv, d.h. der Widerstand wird mit steigender Temperatur größer.

Die Widerstandsthermometer sind mindestens nach DIN EN 60751:2008 (IEC 60751:2008), Klasse A für den in Anlage 10.2 angegebenen Temperaturbereich auszuführen.

### 6.2.2 Kapazitive Hygrometer

Für die Messung der relativen Luftfeuchte kommen kapazitive Hygrometer zum Einsatz. Diese Sensoren bestimmen die Luftfeuchte durch Messung der Änderung der Permittivität des Dielektrikums eines Kondensators bei Feuchtaufnahme oder -abgabe. Als Dielektrikum dient ein Polymer, welches proportional zur umgebenden Luftfeuchtigkeit die Kapazität des Kondensators ändert.

## 6.3 Algorithmen und Ausgabeformat

Der Taupunkt lässt sich mit Hilfe von sog. Taupunktspiegeln sehr genau direkt bestimmen. Ein solches Messinstrument ist allerdings vergleichsweise teuer. Wird der Taupunkt nicht mit Hilfe eines Taupunktspiegels bestimmt, so ist der Taupunkt aus den beiden Größen Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit nach folgender Vorschrift zu berechnen:

Berechnung des Sättigungsdampfdruckes SVP:

$$SVP(TT) = C_1 \cdot e^{\frac{C_2 \cdot TT}{C_3 + TT}}$$

mit  $C_1 = 6,10780$  hPa.

Ist  $TT \geq 0^\circ\text{C}$ , so ist:  $C_2 = 17,08085$  und  $C_3 = 234,175$  K.

Ist  $TT < 0^\circ\text{C}$ , so ist:  $C_2 = 17,84362$  und  $C_3 = 245,425$  K.

Berechnung der Taupunkttemperatur DT in °C

$$DT = \frac{C_3 \cdot \ln\left(\frac{0,01 \cdot RH \cdot SVP(TT)}{C_1}\right)}{C_2 - \ln\left(\frac{0,01 \cdot RH \cdot SVP(TT)}{C_1}\right)}$$

mit  $C_1 = 6,10780$ .

Ist  $TT \geq 0^\circ\text{C}$ , so ist:  $C_2 = 17,08085$  und  $C_3 = 234,175$  K.

Ist  $TT < 0^\circ\text{C}$ , so ist:  $C_2 = 17,84362$  und  $C_3 = 245,425$  K.

Hinweis:

Ist  $TT \geq 0^\circ\text{C}$  und DT negativ, so ist das Ergebnis zu verwerfen und die Berechnung von DT mit den Konstanten  $C_2 = 17,84362$  und  $C_3 = 245,425$  K

zu wiederholen. Aufgrund dieser Besonderheit dürfen die Formeln für SVP und DT nicht in einem Schritt berechnet werden, da sonst nicht alle Fallunterscheidungen möglich sind.

DT ist auf zwei Stellen hinter dem Komma zu berechnen und auf eine Stelle hinter dem Komma zu runden. Es gilt immer, dass die Taupunkttemperatur kleiner oder höchstens gleich der Lufttemperatur ist, d.h.  $DT \leq TT$ .

Temperatur- und Taupunkttemperaturwerte werden für die Verbreitung in Wettermeldungen stets zum nächstgelegenen ganzen Grad Celsius gerundet, wobei ab einschließlich des 5. Zehntels auf den nächst höheren Grad Celsius (zum Wärmeren) gerundet wird.

Die o.g. Abkürzungen stehen für:

DT: Taupunkttemperatur [°C]  
RH: Relative Luftfeuchte [%]  
SVP(TT): Sättigungsdampfdruck [hPa] über Wasser bei Lufttemperatur TT [°C]  
 $C_1, C_2, C_3$ : Konstanten s.o.

### 6.3.1 Mittelwertbildung Temperatur und Taupunkttemperatur

Mittelwertbildung der Taupunkttemperatur DT:

Die errechneten Einzelwerte für DT sind über eine Minute **arithmetisch harmonisch** gleitend zu mitteln. Es ist folgende Berechnungsvorschrift zu verwenden:

$$\overline{DT} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N DT_i = \frac{DT_1 + DT_2 + \dots + DT_N}{N} \quad N = \text{Anzahl der zu mittelnden DT-Einzelwerte}$$

$1 \leq i \leq N$  ;  $DT_i$  = Einzelwerte der Taupunkttemperatur

$\overline{DT}$  = Gemittelter Taupunkttemperaturwert

Stehen im Mittelungsintervall weniger als 2/3 der Messwerte zur Verfügung, so ist das Mittel zu verwerfen und eindeutig als ungültig zu kennzeichnen.

Bei der Mittelwertbildung der Temperatur ist in gleicher Weise zu verfahren.

### 6.4 Fehlerquellen

Die Sensoren zur Messung der Temperatur sind anfällig gegenüber direkter oder indirekter Sonneneinstrahlung. Weiterhin können in der Nähe stehende Gebäude oder Bepflanzungen störenden Einfluss auf die Messungen haben. Auch kann die Wetterhütte, in der sowohl Temperatur als auch relative Luftfeuchtigkeit gemessen werden, ein Mikroklima ausbilden, welches die Messung ungünstig beeinflusst. Der Sensor zur Messung der relativen Luftfeuchtigkeit kann ggf. durch heruntertropfendes, kondensiertes Wasser (bei der Installation in der Hütte ist zu prüfen, ob Kondenswasser auf die Messgeräte tropfen kann) oder durch längere Zeit anhaltende, hohe Luftfeuchtigkeit in Sättigung

gelangen und dort länger verharren, als es dem tatsächlichen Verlauf der Luftfeuchtigkeit in der Umgebungsluft entspricht.

## 6.5 Kalibrierung und Wartung

Die Messinstrumente zur Messung der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit sind von gemäß ISO/IEC 17025 akkreditierten Dienstleistern regelmäßig zu kalibrieren bzw. durch von gemäß ISO/IEC 17025 akkreditierten Dienstleistern kalibrierte Sensoren gleichen Typs zu ersetzen. Der für das jeweilige Messgerät geltende Kalibrierzyklus ist der „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen“ in Anlage 10.1 zu entnehmen. Die Kalibrierung bzw. der Ersatz ist zu dokumentieren. Bei der Dokumentation sind jeweils das Datum der Installation des kalibrierten Sensors, der Name des durchführenden Technikers und dessen Unterschrift, sowie der Sensortyp und dessen Seriennummer festzuhalten. Die Dokumentation und die Kalibrierscheine der aktuell verwendeten Sensoren werden bei jeder technischen Aufsicht geprüft. Auch nach jeder Reparatur muss eine Kalibrierung erfolgen. Abschnitt 9.7.1 „Kalibrierung bzw. Ersatz von meteorologischen Messgeräten/Sensoren an Regionalflugplätzen“ und Anlage 10.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Sensorik an Regionalflugplätzen“ sind weiterhin anzuwenden.

Es ist darauf zu achten, dass die Wetterhütte kontinuierlich einen sauberen Zustand aufweist. Vor allem die Messung der Lufttemperatur kann durch Ablagerungen wie Flechten und Moosen oder nicht beseitigten Grasschnitt nach dem Mähen im Umfeld der Wetterhütte stark verfälscht werden.

Im Winter ist darauf zu achten, dass keine übermäßigen Schneeanlagerungen oder Schneeverwehungen in der Nähe der Messstelle für Lufttemperatur und relative Luftfeuchte entstehen. Die Wetterhütte ist im Winter eisfrei zu halten, weiterhin sollen keine Schneeablagerungen an der Hütte haften.

## 6.6 Messort

Aus den oben genannten Fehlerquellen ergibt sich die Wahl des Messortes, bzw. die Installation wie folgt. Die Temperatur- und Feuchtemessung ist in einer vom DWD zugelassenen (siehe Anlage 10.1) künstlich ventilierten Lamellenschutzhütte vorzunehmen. Diese ist in einer Höhe von 2 m über einer freien Grasfläche zu installieren.

Ein Mindestabstand zu Gebäuden, Bäumen und Sträuchern, verdichteten Flächen und Wasserflächen von mindestens 10 m ist einzuhalten. Das Gras, über dem die Messanordnung zu installieren ist, ist kurz zu halten.

Um eine gültige Bestimmung der Taupunkttemperatur zu gewährleisten, sind die Sensoren zur Messung der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit in einer Wetterhütte gemeinsam zu installieren.

Der Standort der Wetterhütte mit den Sensoren zur Messung der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit ist nach dem WGS-84 (gemäß ICAO Doc 9674) zu vermessen, und die Koordinaten sind an die zuständige Luftfahrtberatungszentrale des DWD zu übermitteln. Bei Standortänderung ist eine neue Vermessung erforderlich.

## 7. Luftdruck

### 7.1 Einleitung/Allgemeines

Für die Sicherheit des Flugbetriebes ist die Luftdruckmessung von herausragender Bedeutung. Gemäß der vom Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung herausgegebenen „Richtlinie zur Durchführung von Flugwetterdiensten an Flugplätzen mit Instrumentenflugbetrieb“ (Richtlinie Flugwetterdienste) ist durch betriebliche und/oder technische Maßnahmen sicherzustellen, dass die Messwerte des Luftdruckes stets korrekt sind und Abweichungen vom Sollwert (siehe Anlage 10.2) nicht unbemerkt bleiben.

### 7.2 Luftdruckmessung an der AWOS-Anlage

Die vom DWD für die Luftdruckmessung an der AWOS-Anlage zugelassenen Geräte sind der Anlage 10.1 „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen“ zu entnehmen.

Bei sämtlichen für diesen Zweck zugelassenen Sensoren handelt es sich um sog. „kapazitive Aneroide“. Einige sind mit lediglich einem Aneroid ausgestattet (Einzelsensor), andere sind mit drei baugleichen Aneroiden ausgestattet (Tripelsensor).

Die Vermessung eines Referenzpunktes zur Festlegung der Barometerhöhe (= Höhe der Mitte des Messgerätes ü. NHN) ist nach dem WGS-84 (gemäß ICAO Doc 9674) vorzunehmen und nach Möglichkeit am Gerät zu vermerken. Die Koordinaten sind an die zuständige Luftfahrtberatungszentrale des DWD zu übermitteln. Bei Standortänderung ist eine neue Vermessung erforderlich.

Als Druckeinlass wird ein statischer Druckeinlass im Freien empfohlen [ICAO Doc 9837, 2011, p. 9-2 ff]. Der statische Druckeinlass sowie die Zuleitung vom statischen Druckeinlass zum Sensor sind von Verschmutzungen, Kondenswasser o.ä. freizuhalten, und es muss sichergestellt sein, dass Verfälschungen durch Triebwerksauslässe (Jet Blast) und/oder Rotor-Downwash nicht auftreten können.

### 7.3 Kontrollmessung des Luftdruckes

Kontrollmessungen des Luftdruckes sollen gewährleisten, dass die Messwerte des Luftdruckes stets korrekt sind und Abweichungen vom Sollwert nicht unbemerkt bleiben. Dabei sind zwei Formen der Kontrollmessung möglich: Die kontinuierliche und die tägliche Kontrollmessung.

#### 7.3.1 Kontinuierliche Kontrollmessung

Eine kontinuierliche Luftdruckkontrollmessung ist möglich, wenn die AWOS-Anlage mit einem vom DWD zugelassenen Tripelsensor (siehe „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen“ in Anlage 10.1) und einem statischen Druckeinlass im Freien ausgestattet ist, der die unten genannten Anforderungen erfüllt, da so eine automatische und kontinuierliche Kontrolle der gewonnenen Messwerte gewährleistet ist.

Für die kontinuierliche Kontrollmessung gelten folgende Vorgaben:

- Der Luftdruck ist möglichst im Bereich des meteorologischen Messfeldes (sog. Wettergarten) zu messen, also dort, wo auch die Größen Lufttemperatur und Luftfeuchte gemessen wer-

den. Dabei muss sichergestellt sein, dass Verfälschungen durch Triebwerksauslässe (Jet Blast) und/oder Rotor-Downwash nicht auftreten können.

- Der statische Druckeinlass muss den durch Wind verursachten Staudruck, der die Messung des statischen Luftdruckes verfälscht, mindestens um den Faktor 10 reduzieren. Dies gilt für alle Anströmrichtungen.
- Der statische Druckeinlass sowie die Zuleitung vom statischen Druckeinlass zum Sensor sind von Verschmutzungen, Wasser, Schnee, Eisansatz o.ä. freizuhalten.
- Wird vom Tripelsensor eine Fehlermeldung oder eine Ausfallkennung anstelle eines Messwertes ausgegeben (siehe Abschnitt 7.4.1 „Besonderheiten bei der Luftdruckmessung per Tripelsensor“), so ist die zuständige LBZ unmittelbar zu informieren und es darf kein Luftdruckwert dieses Tripelsensors verbreitet werden.

Um eine höhere Ausfallsicherheit zu erreichen, wird empfohlen, einen weiteren oder mehrere weitere Tripelsensoren als Ersatz- bzw. Redundanzgeräte vorzuhalten.

### 7.3.2 Tägliche Kontrollmessung

Wird keine kontinuierliche Kontrollmessung durchgeführt, so ist eine tägliche Kontrollmessung des Luftdruckes notwendig.

Diese ist zur immer gleichen, durch den Flugplatz festgelegten Zeit von für den Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst qualifiziertem Personal vorzunehmen und zu dokumentieren.

Zu diesem Zweck sind folgende Angaben in einer fortlaufend geführten Tabelle festzuhalten:

Datum	Uhrzeit	QNH-Wert der Kontrollmessung [hPa]	QNH-Wert des AWOS-Sensors [hPa]	Differenz zwischen Kontroll- u. Sensor-messwert [hPa]	Durchführender	evtl. Anmerkungen

Diese Dokumentation wird bei jeder technischen und betrieblichen Aufsicht (siehe Abschnitte 9.4 und 9.5 sowie Anlage 10.5) durch den DWD geprüft.

Die vom DWD für die tägliche Luftdruckkontrollmessung zugelassenen Geräte sind der Anlage 10.1 „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen“ zu entnehmen.

Das Kontrollgerät darf in der Tower-Kanzel installiert sein, muss jedoch weitestgehend und insbesondere vor und während der täglichen Kontrollmessung vor Erschütterungen, Sonneneinstrahlung, Wind- und Klimaanlageneinflüssen geschützt sein.

Die Vermessung eines Referenzpunktes zur Festlegung der Barometerhöhe (= Höhe der Mitte des Messgerätes<sup>9</sup> ü. NHN) ist nach dem WGS-84 (gemäß ICAO Doc 9674) vorzunehmen und nach Möglichkeit am Gerät zu vermerken.

<sup>9</sup> -Gilt bei elektronischen Geräten. Bei Quecksilberbarometern gilt davon abweichend: Barometerhöhe = Quecksilberstand im Vorratsbehälter.

Es wird ein statischer Druckeinlass im Freien empfohlen. Der statische Druckeinlass sowie die Zuleitung vom statischen Druckeinlass zum Sensor sind von Verschmutzungen, Wasser o.ä. frei zu halten. Dabei muss sichergestellt sein, dass Verfälschungen durch Triebwerksauslässe (Jet Blast) und/oder Rotor-Downwash nicht auftreten können.

Bei der Kontrollmessung werden der QNH-Wert des AWOS-Sensors und der QNH-Wert des Kontrollmessgerätes verglichen. Diese sind auf eine Nachkommastelle genau zu bestimmen (siehe Abschnitt 7.4).

Bis zu einer Abweichung von 0,5 hPa kann der QNH-Wert des AWOS-Sensors verbreitet werden, der um die bei der technischen Aufsicht (siehe Abschnitt 9.4) festgestellte Abweichung zum DWD-Kontrollgerät korrigiert wurde.

Ab einer Abweichung von mehr als 0,5 hPa ist fortan, jedoch für längstens 4 Wochen seit Ausfall, der Wert des Kontrollgerätes anstelle des Wertes der AWOS-Anlage zu verbreiten und die zuständige LBZ zu informieren. Der fehlerhafte Sensor ist schnellstmöglich zu ersetzen.

## 7.4 Algorithmen und Ausgabeformat

Als gemessener Luftdruckwert des jeweiligen Sensors ist das über die vorangegangene Minute gebildete arithmetische gleitende Mittel der Einzelmessungen des Sensors zu verwenden.

Um den QNH-Wert zu gewinnen, wird zunächst aus dem gemessenen Luftdruckwert in Barometerhöhe (= Mitte des Messgerätes) ein auf die Flugplatzreferenzhöhe bezogener QFE-Wert berechnet (siehe 7.4.2 „Berechnungsvorschrift zur QFE-Bestimmung“). Dabei soll die aktuelle, vom AWOS-Temperatursensor gemessene 2 m-Temperatur verwendet werden. Ist die Verwendung der aktuellen 2 m-Temperatur im Kontrollmessgerät technisch nicht realisierbar oder zu aufwändig, darf während der Sommerzeit (MESZ) eine Temperatur von 15 °C und während der Winterzeit (MEZ) eine Temperatur von 0 °C verwendet werden. Aus dem QFE-Wert wird der QNH-Wert gemäß ICAO-Standardatmosphäre abgeleitet (siehe 7.4.3 „Berechnungsvorschrift zur QNH-Bestimmung“).

### 7.4.1 Besonderheiten bei der Luftdruckmessung per Tripelsensor

Für die Gewinnung der Luftdruckwerte an der AWOS-Anlage und/oder am Kontrollmessgerät ist als Mittelungszeitraum 1 Minute einzustellen und das arithmetische gleitende Mittel zu bilden. Außerdem sind folgende Kriterien hinsichtlich der geräteinternen Entscheidungslogik zur Ermittlung gültiger Messwerte zu beachten:

- Alle Einzelmesswerte sind gültig, wenn sie innerhalb eines Toleranzbereiches von  $\pm 0,3$  hPa bezogen auf den Median der drei Einzelmesswerte liegen.
- Weist einer dieser Einzelsensoren eine größere Abweichung vom Medianwert als  $\pm 0,3$  hPa auf, ist dieser Einzelmesswert ungültig und dies ist als Warnung auf dem Display anzuzeigen. Ausgabewert ist der Mittelwert aus den beiden gültigen Messwerten.
- Wenn zwei Sensoren außerhalb des genannten Toleranzbereiches liegen, sind alle drei Einzelmesswerte ungültig und es ist eine Fehlermeldung oder eine Ausfallkennung anstelle eines Messwertes auf dem Display auszugeben.

Der Status des Tripelsensors an der AWOS-Anlage muss per AWOS-Software ausgegeben und von für den Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst qualifiziertem Personal überwacht werden. An automatisierten Flugwetterstationen erfolgt die Überwachung durch das Servicepersonal im Rahmen des technischen Monitorings.

#### 7.4.2 Berechnungsvorschrift zur QFE-Bestimmung

$$QFE = P_o + 0,034164 \cdot \Delta H \cdot \frac{P_o}{T}$$

$\Delta H$  Differenz zwischen Höhe der Mitte des Luftdruckmessgerätes [m] und der Flugplatzreferenzhöhe (Aerodrome Elevation) [m] (siehe AIP)

$P_o$  gemessener Luftdruck in Barometerhöhe [hPa]

$T$  Lufttemperatur [K]  $T [K] = 273,15 + t [^{\circ}C]$

Die o.g. Formel ist als Minimalforderung zu verstehen. Es dürfen genauere Formeln verwendet werden (z.B. mit Berücksichtigung des Einflusses der Luftfeuchte). Der Luftdruckwert QFE muss zumindest auf ein Zehntel Hektopascal genau berechnet werden [ICAO Doc 9837, 2011].

#### 7.4.3 Berechnungsvorschrift zur QNH-Bestimmung

$$QNH = \left( QFE^a + b \cdot H_{FP} \right)^{\frac{1}{a}} \quad \text{mit} \quad a = 0,1902614 \quad \text{und} \quad b = 8,417168 \cdot 10^{-5} \left[ \frac{(hPa)^a}{m'} \right]$$

$H_{FP}$  Flugplatzhöhe in m' (normgeopotentielle Höhe)

In Deutschland wird bis zu einer Höhe von 750 m ü. NN die normgeopotentielle Höhe gleich der geographischen Höhe (Höhe ü. NN in m, Aerodrome Elevation) gesetzt.

Der Luftdruckwert QNH muss zumindest auf ein Zehntel Hektopascal genau berechnet werden [ICAO Doc 9837, 2011].

### 7.5 Besonderheiten bei der Kontrollmessung per Quecksilberbarometer ENTFÄLLT

Auf die Verwendung von Quecksilberhaltigen Messgeräten ist zu verzichten, da Quecksilber als sehr giftiger Gefahrstoff (T+) äußerst kostenintensive Maßnahmen zum Gesundheitsschutz der Mitarbeiter/innen notwendig macht. Quecksilberhaltige Instrumente sind heute nicht mehr Stand der Technik und werden in nahezu allen zur Messunsicherheit beitragenden Komponenten von elektronischen Messmitteln übertroffen. Vorhandene Geräte sollten daher durch elektronische Barometer ersetzt werden.

Die Ablesung des Quecksilberbarometers soll stets sorgfältig vollzogen werden, um Ablesefehler zu vermeiden. Andererseits sind sämtliche Tätigkeiten dabei möglichst schnell auszuführen, damit sich das Thermometer und das Quecksilber im Barometer durch die Nähe des Beobachters nicht erwärmen, was eine Veränderung der Anzeige zur Folge hätte.

Die Länge der Quecksilbersäule des Barometers hängt nicht allein vom Luftdruck, sondern auch von der Temperatur und damit dem Volumen des Quecksilbers sowie der örtlichen Schwerebeschleunigung ab. Darüber hinaus sind eventuell Gerätefehler zu berücksichtigen.

## 7.6 Kalibrierung und Wartung

Sämtliche Luftdruckmessgeräte sind von gemäß ISO/IEC 17025 akkreditierten Dienstleistern regelmäßig zu kalibrieren bzw. durch von gemäß ISO/IEC 17025 akkreditierten Dienstleistern kalibrierte Sensoren gleichen Typs zu ersetzen. Der für das jeweilige Messgerät geltende Kalibrierzyklus ist der „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen“ in Anlage 10.1 zu entnehmen. Die Kalibrierung bzw. der Ersatz ist zu dokumentieren. Bei der Dokumentation sind jeweils das Datum der Installation des kalibrierten Sensors, der Name des durchführenden Technikers und dessen Unterschrift, sowie der Sensortyp und dessen Seriennummer festzuhalten. Die Dokumentation und die Kalibrierscheine der aktuell verwendeten Sensoren werden bei jeder technischen Aufsicht geprüft. Abschnitt 9.7.1 „Kalibrierung bzw. Ersatz von meteorologischen Messgeräten/Sensoren an Regionalflugplätzen“ und Anlage 10.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Sensorik an Regionalflugplätzen“ sind weiterhin anzuwenden.

## 7.7 Hinweis bezgl. Quecksilberbarometern

Da die Kalibrierung von Quecksilberbarometern nur unter hohem Aufwand erfolgen kann, Quecksilber als sehr giftiger Gefahrstoff (T+) äußerst kostenintensive Maßnahmen zum Gesundheitsschutz der Mitarbeiter<sup>(m/w/d)</sup> notwendig macht, sowie Quecksilber-haltige Instrumente heute nicht mehr Stand der Technik sind und in nahezu allen zur Messunsicherheit beitragenden Komponenten von elektronischen Messmitteln übertroffen werden, ist der Betrieb von Quecksilberbarometer nicht mehr gestattet.

## 8. Besonderheiten an internationalen Verkehrsflughäfen

Zusätzlich zu den vorliegenden allgemeinen Regelungen gelten die DWD-internen Bestimmungen der entsprechenden Vorschriften und Betriebsunterlagen (VuB).

## 9. Besonderheiten an Regionalflugplätzen<sup>10</sup>

An Regionalflugplätzen werden Flugwetterbetriebsdienste gemäß §§ 27e und 27f LuftVG erbracht und liegen damit in der Verantwortung des DWD als zertifizierte Flugsicherungsorganisation (ANSP-MET).

---

<sup>10</sup> Flugplätze der Kategorie MET II und MET III gemäß Richtlinie Flugwetterdienste

Der Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst einschließlich der Mess- und Datenverarbeitungstechnik zur Erstellung der Routine- und Sonderwettermeldungen und deren Verbreitung ist nach §27e Absatz 2 Nr.1 a) LuftVG ein Flugwetterbetriebsdienst.

Zur Durchführung des Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienstes muss der Flugplatz mit entsprechender meteorologischer Mess-, Datenverarbeitungs- und Datenverbreitungstechnik ausgestattet sein. Dazu gehören die Sensoren zur Messung der notwendigen meteorologischen Parameter und die meteorologische Anlage zur Datenerfassung, Datenverarbeitung, Erstellung der Flugplatzwettermeldungen sowie der graphischen/alphanumerischen Darstellung der meteorologischen Daten, was insgesamt unter dem Begriff AWOS (Automated Weather Observing System) zusammengefasst wird. Sowohl die Sensoren als auch die AWOS-Anlage müssen eine Musterzulassung vom DWD für den operationellen Betrieb an Regionalflugplätzen haben. Ist diese noch nicht vorhanden, muss zunächst eine Musterzulassung durch den DWD erfolgen (siehe 9.1 und 9.2.1).

Bevor Flugwetterbetriebsdienste an einem Flugplatz eingerichtet und operationell erbracht werden, muss neben der fachlichen Prüfung der Sensorstandorte auch eine technische Prüfung und Abnahme der bereits musterzugelassenen Mess- und Datenverarbeitungstechnik durch den DWD erfolgen. Hierbei handelt es sich um eine reine Prüfung der AWOS-Softwareversion/-Konfiguration auf der bereits musterzugelassenen AWOS-Anlage (siehe 9.2.2).

Technische Änderungen an der Mess- und Datenverarbeitungstechnik (Hard- und Software) müssen dem DWD vor der Umsetzung gemeldet und vom DWD vor der operationellen Inbetriebnahme abgenommen und freigegeben werden (siehe 9.2.3), da es sich um eine Abweichung vom geprüften und zugelassenen Soll-Zustand handelt. Sicherheitsrelevante Systemänderungen werden dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) zur Kenntnisnahme vorgelegt.

Um die ordnungsgemäße Erbringung des Flugwetterbeobachtungs- und Flugwettermeldedienstes am jeweiligen Flugplatz zu gewährleisten, führt der DWD als zusätzliche Qualitätssicherungsmaßnahme **regelmäßige in der Regel halbjährlich** technische und betriebliche Aufsichten (siehe Abschnitte 9.4 und 9.5) durch. Bei fachlicher Notwendigkeit führt der DWD zusätzliche Aufsichten durch. Die Kosten für die Aufsichten sind durch den Flugplatzunternehmer zu tragen **(siehe Anlage 10.11)**.

Die vom DWD zur Erbringung der Flugwetterbetriebsdienste verwendeten AWOS-Anlagen beinhalten technische Schnittstellen, an denen meteorologische Daten an nicht-meteorologische Flugsicherungsorganisationen abgegeben werden können (siehe 9.6 „Schnittstellen zu nicht-meteorologischen Systemen“). Darüber hinaus dient der Bildschirm des AWOS mit der Darstellung der meteorologischen Information sowohl dem MET- als auch dem ATS-Provider zur Erbringung der jeweiligen Flugsicherungsdienste.

Der Flugplatzunternehmer stellt als durch den DWD beauftragter Dritter unter der fachlichen Verantwortung des DWD den ordnungsgemäßen Betrieb der gesamten Mess- sowie Datenverarbeitungs- und Datenverbreitungstechnik sicher mit dem Ziel einer störungsfreien Erbringung der Flugwetterbetriebsdienste durch den DWD. Dazu gehört neben dem AWOS-Betrieb inkl. Datenübertragung (siehe 9.8) auch die Wartung und Pflege der Sensorik (siehe 9.7). Bei Abweichungen vom Sollzustand, wie z.B. Ausfall von Sensoren oder der gesamten meteorologischen Anlage (AWOS), Fehlern in den Messwerten oder fehlerhafte Anzeigen meteorologischer Werte oder Störungen an den Schnittstellen zu nicht-meteorologischen Flugsicherungsorganisationen sind vom Flugwetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> unverzüglich die zuständige Luftfahrtberatungszentrale des DWD, der Flugplatzunternehmer

sowie die dem jeweiligen Flugplatz zugeordneten Flugverkehrsdienststellen zu informieren (siehe auch 9.9 „Ausfälle und Störungen“). Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes müssen vom Flugplatzunternehmer unverzüglich eingeleitet werden. Abweichungen vom Sollzustand und eingeleitete Maßnahmen sind zu protokollieren. Ggf. erforderliche Einschränkungen des Flugbetriebes werden vom DWD weder veranlasst noch gegenüber dem Flugverkehrsdienst oder Flugplatzunternehmer ausgesprochen. Der Flugplatzunternehmer hat diese in Abstimmung mit dem örtlichen Flugverkehrsdienst zu veranlassen. Die ggf. erforderliche Herausgabe eines NOTAMs obliegt dem Flugverkehrsdienst.

## 9.1 Musterzulassung von Sensoren

Beabsichtigt ein Flugplatzunternehmer neue Sensoren, die noch nicht für Regionalflugplätze zugelassen sind (siehe Anlage 10.1), für eine meteorologische Anlage einzuführen oder im späteren Betrieb auszutauschen, müssen diese vor ihrem Einsatz einer Prüfung zur Musterzulassung durch den Deutschen Wetterdienst unterzogen werden. Die Sensoren sollten vom Hersteller für meteorologische Messungen auf Flugplätzen vorgesehen sein.

Für die Beantragung zur Musterzulassung werden folgende Dokumente vom Antragsteller benötigt:

- Antrag auf Musterzulassung beim Deutschen Wetterdienst (TI23<sup>11</sup>), formlos
- Technische Spezifikationen
- Bedienungsanleitung (User´s Guide) (in elektronischer Form zum Verbleib)
- (Kontaktaufnahme mit TI23 in Bezug auf weitere Dokumente)

Zu beachten sind die Richtlinie Flugwetterdienste des BAF<sup>12</sup> und das zugehörige Handbuch des DWD (enthält u.a. den vorliegenden Band).

Erfüllt ein Sensor die vom Deutschen Wetterdienst vorgegebenen Leistungsmerkmale und Messgenauigkeiten (siehe Anlage 10.2) nicht, so kann die Musterzulassung nicht ausgesprochen werden. Die Arbeitsleistung des Deutschen Wetterdienstes ist kostenpflichtig nach der aktuellen Preisliste des DWD (siehe Anlage 10.11).

Die Musterzulassungen gelten immer für geprüfte Software-/Firmware-Stände (siehe Abschnitt 9.1.3).

### 9.1.1 Musterzulassung von Sensoren zur Bestimmung des Gegenwärtigen Wetters (PWS)

Für Sensoren zur Bestimmung des Gegenwärtigen Wetters (PWS) gelten besondere Bestimmungen. Während bei allen übrigen Sensoren mit der Musterzulassung die grundsätzliche Einhaltung der messtechnischen, ICAO-konformen, Anforderungen bescheinigt wird, bestätigt die Musterzulassung für PWS lediglich die Einhaltung von Mindestanforderungen, die durch den DWD festgelegt wurden. Quantitative Anforderungen an PWS existieren seitens ICAO nicht.

---

11  
Deutscher Wetterdienst  
Referat Messsysteme (TI23)  
Frahmredder 95  
22393 Hamburg

12 [http://www.baf.bund.de/DE/Themen/Flugsicherungsorga/Flugmeteorologie/Flugmeteorologie\\_node.html](http://www.baf.bund.de/DE/Themen/Flugsicherungsorga/Flugmeteorologie/Flugmeteorologie_node.html).

Im Zertifikat der Musterzulassung für PWS wird das Leistungsvermögen zur Klassifikation der Wettererscheinungen in Form von Maßzahlen (sog. kategorische Gütemaße, siehe Abschnitt 10.9) festgehalten. Damit der Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> in die Lage versetzt wird, sich ausreichend über die Leistungsfähigkeit des PWS, seine Stärken und Schwächen, zu informieren, ist das Zertifikat der Musterzulassung des PWS zwingender Bestandteil der Dokumentation der AWOS-Anlage.

Bei beabsichtigten Änderungen an der Sensorik sollte der Flugplatzunternehmer frühzeitig Kontakt mit der zuständigen Luftfahrtberatungszentrale (LBZ) des DWD aufnehmen, um die notwendigen Maßnahmen für die bevorstehenden Änderungen zu besprechen und in die Wege zu leiten.

Details zur Prüfvorschrift für Present-Weather-Sensoren sind Anlage 10.7 zu entnehmen. Die kategorischen Gütemaße und diesbezügliche Anforderungen werden in Anlage 10.9 beschrieben.

### 9.1.2 Prüfverfahren und Dauer

Die zu prüfenden Sensoren werden üblicherweise im Labor getestet (z.B. per Klimakammer, Windkanal) und/oder in Feldtests mit Referenzsensoren bekannter Qualität verglichen. Bei Sensoren, für die Feldtests erforderlich sind, ist die Prüfdauer wetterabhängig, da für ein statistisch signifikantes Prüfergebnis eine Mindestanzahl an relevanten Ereignisminuten erfasst werden muss.

### 9.1.3 Firmware-Updates musterzugelassener Sensoren

Bis auf wenige Ausnahmen sind meteorologische Sensoren mit einer digitalen Steuerungseinheit versehen, die mit einer speziellen Software/Firmware eine messtechnische Vorverarbeitung der gewonnenen Daten vornimmt, und dadurch Einfluss auf die Ausgabe der Messwerte haben kann.

Da Sensoren im Laufe ihres Produktzyklus oftmals Erweiterungen oder Verbesserungen vor allem durch Anpassungen der Firmware erfahren, muss der Einfluss dieser Änderung auf die ursprünglich geprüfte und zugelassene Mess-Charakteristik vor deren Einsatz im Betrieb bekannt bzw. geprüft werden. Deshalb gilt die Musterzulassung für Sensoren mit neuem, abweichendem Hardware-/Software-/Firmware-Stand nicht und der Betrieb eines Sensors mit einem nicht zugelassenen Hardware-/Software-/Firmware-Stand ist somit nicht gestattet.

Falls die Inbetriebnahme eines Sensors mit neuer Firmware-Version geplant ist, ist es daher zwingend notwendig, dem DWD per E-Mail an [musterzulassung@dwd.de](mailto:musterzulassung@dwd.de) vorab eine nachvollziehbare Änderungsdokumentation (Release Notes) zur Verfügung zu stellen. Auf Grundlage dieser Änderungsdokumentation prüft der DWD, ob die Änderungen Auswirkungen auf die zugelassene Messcharakteristik haben könnten. Sofern die Messcharakteristik nachvollziehbar nicht beeinflusst wird, wird dies vom DWD in schriftlicher Form mitgeteilt und der neue Software-/Firmware-Stand in die Liste musterzugelassener Sensoren (siehe Anlage 10.1) aufgenommen. Der neue Stand ist damit zugelassen.

Der DWD kann bei begründeten Zweifeln hinsichtlich des Einflusses der Firmware-Änderungen auf die Messcharakteristik (z.B. auch im Falle der Einreichung unzureichender Änderungsdokumentation) die Zulassung des Sensors mit dem neuen Software-/Firmware-Stand ablehnen. Der Hersteller kann einen Antrag auf Musterzulassung des Sensors mit neuer Firmware stellen (siehe Abschnitt 10.1).

## 9.2 Musterzulassung und Abnahme von AWOS-Anlagen

Im Allgemeinen wird zwischen der Musterzulassung (Erstabnahme) von meteorologischen Anlagen (AWOS), der Installation von bereits abgenommenen Anlagen an anderen Flugplätzen und der Modifikation von bestehenden und abgenommenen Anlagen an den Flugplätzen unterschieden.

Die Abnahme der AWOS-Anlage beschränkt sich auf die Überprüfung der korrekten Verarbeitung der Flugplatzkonfiguration (Eingang und Verarbeitung der Sensortelegramme), der korrekten Generierung der Flugplatzwettermeldungen gemäß Band Obs und der Schnittstellen zu möglichen externen Komponenten (z.B. zu Systemen des Flugverkehrsdienstes, zum ATIS o.ä.).

Die notwendigen flugplatzspezifischen Prüfverfahren im Labor des DWD setzen voraus, dass entweder die für den Flugplatz bestimmte meteorologische Anlage oder eine identische Zweitanlage mit identischem Softwarepaket vom Hersteller/Lieferanten als Musteranlage in einer Prüfumgebung beim DWD in Betrieb genommen wird und den Anforderungen von ICAO, WMO und nationalen Richtlinien bzw. DWD-Vorgaben genügt. In der Regel hat der DWD vom Hersteller/Lieferanten eine Musteranlage mit der entsprechenden Basissoftware für die notwendigen Prüf- und Abnahmeverfahren erhalten.

Die Kosten für die o.g. Verfahren trägt jeweils der Auftraggeber (siehe Anlage 10.11).

### 9.2.1 Musterzulassung (Erstabnahme)

In Anlage 10.1 sind die bereits vom DWD musterzugelassenen meteorologischen Anlagen (AWOS) aufgelistet.

Beabsichtigt ein Flugplatz bzw. ein Hersteller/Lieferant eine neue meteorologische Anlage in Betrieb zu nehmen, die noch nicht beim DWD geprüft worden ist, so muss dieser die Abnahme beim DWD beantragen und sicherstellen, dass die technischen Voraussetzungen am Flugplatz selbst und im Labor des DWD (Musteranlage, Flugplatzkonfiguration, ...) für das gesamte Abnahmeverfahren gegeben sind. Die Musteranlage muss dem DWD kostenfrei zur Verfügung gestellt werden. Ggf. wird eine Anlage zunächst im Labor aufgebaut, um dann nach den erforderlichen Abnahmetests am Flugplatz installiert und abgenommen zu werden.

Die Erstabnahme einer meteorologischen Datenerfassungs- und Datenverbreitungsanlage setzt sich zusammen aus einer flugplatzspezifischen Prüfung der meteorologischen Anlage mit der aktuellen Flugplatzkonfiguration im Labor des DWD und einer anschließenden Überprüfung der technischen Inbetriebnahme der meteorologischen Anlage vor Ort.

Die Abnahme der meteorologischen Anlage eines Flugplatzes besteht in diesem Fall aus:

- Prüfung der Software und Flugplatzkonfiguration mit der Musteranlage im Labor (siehe 9.2.4),
- Prüfung der vollständig installierten meteorologischen Anlage am Flugplatz vor Ort (siehe 9.2.5).

### 9.2.2 Installation eines bereits erstabgenommenen AWOS an einem Regionalflugplatz

Sollte ein Flugplatz eine meteorologische Anlage in Betrieb nehmen wollen, die bereits beim DWD geprüft worden ist (siehe Anlage 10.1), muss der Flugplatz bzw. der Hersteller/Lieferant, dieses beim DWD beantragen.

Die Abnahme der meteorologischen Anlage eines Flugplatzes besteht in diesem Fall aus:

- Prüfung der Flugplatzkonfiguration mit der bereitgestellten Musteranlage im Labor (siehe 9.2.4),
- Prüfung der meteorologischen Anlage am Flugplatz vor Ort (siehe 9.2.5), wenn dies der DWD für erforderlich erachtet.

Das AWOS und dessen Schnittstelle(n) werden vom DWD vor der operationellen Inbetriebnahme geprüft und freigegeben. Der DWD erstellt gemäß DVO(EU) 2017/373 eine Notification of Change (NoC) sowie eine Sicherheitsbetrachtung und reicht die NoC beim Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) ein. Auf Anforderung wird dem BAF die Sicherheitsbetrachtung nachgereicht. Der DWD legt diese sicherheitsrelevante Systemänderung dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) vor.

### 9.2.3 Abnahme von AWOS-Änderungen (Modifikation der bestehenden Mess- und Datenverarbeitungstechnik)

Mit Einrichtung und Abnahme des Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienstes, insbesondere der Mess- und Datenverarbeitungstechnik ist ein geprüfter Zustand der Technik vorhanden (Soll-Zustand). Jede Abweichung vom Soll-Zustand ist ohne erneute Prüfung und Freigabe durch den DWD unzulässig.

Technische Änderungen aller Art (z.B. Softwareänderungen der meteorologischen Anlage) müssen dem DWD vor der technischen Umsetzung gemeldet und vom DWD vor der operationellen Inbetriebnahme geprüft und freigegeben werden. Der DWD entscheidet, in welchem Umfang Prüfungen an dem System im Labor oder vor Ort vorgenommen werden müssen. Falls Testverfahren im Labor durchgeführt werden müssen, ist zu beachten, dass die meteorologische Anlage im Labor in der Prüfungsumgebung in Betrieb sein muss. Falls der Hersteller/Lieferant dem DWD keine Musteranlage zur Verfügung gestellt hat, würde dies bedeuten, dass die meteorologische Anlage am Flugplatz abgebaut und im Labor des DWD geprüft werden müsste.

Der DWD erstellt gemäß DVO(EU) 2017/373 eine Notification of Change (NoC) sowie eine Sicherheitsbetrachtung und reicht die NoC beim Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) ein. Auf Anforderung wird dem BAF die Sicherheitsbetrachtung nachgereicht. Der DWD legt sicherheitsrelevante Änderungen gemäß der „Richtlinie für sicherheitsrelevante Änderungen an funktionalen Systemen“ dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) vor.

Änderungen des geprüften und abgenommenen Soll-Zustandes sind u.a.:

- Jedes AWOS-Softwareupdate,
- Änderungen der Konfigurationsdateien,
- Inbetriebnahme eines anderen Sensors,
- Inbetriebnahme zusätzlicher Sensoren,
- Änderung der Verortung von Sensoren.

Anmerkung: Bei technischen Reparaturmaßnahmen oder beim Austausch eines Sensors gegen einen baugleichen und musterzugelassenen Sensor mit gültiger Kalibrierung handelt es sich **nicht** um eine Änderung des geprüften und abgenommenen Soll-Zustandes, sondern lediglich um eine Wiederherstellung desselben.

Bei einer Änderungsprüfung muss der Prüfling exakt diejenige Software und Konfiguration aufweisen, welche am betreffenden Flugplatz zum Einsatz gebracht werden soll.

Bei beabsichtigten Änderungen an der Mess- und Datenverarbeitungstechnik nimmt der Flugplatzunternehmer frühzeitig Kontakt mit der zuständigen Luftfahrtberatungszentrale (LBZ) des DWD auf, um die notwendigen Maßnahmen für die bevorstehenden Änderungen zu besprechen und in die Wege zu leiten. Auf der Grundlage des Beratungsgesprächs erstellt die LBZ ein entsprechendes Angebot mit einem Kostenvoranschlag gemäß DWD-Preisliste (siehe Anlage 10.11) und teilt mit, bis wann die erforderlichen Arbeiten (z.B. Prüf- und Abnahmeverfahren aufgrund einer neuen Flugplatzkonfiguration) voraussichtlich abgeschlossen werden können.

Der Flugplatzunternehmer erteilt über die zuständige LBZ einen entsprechenden Auftrag an den DWD mit Bezug auf das Angebot und bestätigt die Kostenübernahme.

Die Mitarbeiter<sup>(m/w/d)</sup> des DWD sind bestrebt, die Labor-Prüfung spätestens nach zwei Monaten abzuschließen, sobald der Prüfling mit der aktuellen Software und die Dokumente vollständig vorliegen. Zusätzlich zu berücksichtigen ist, dass das BAF sowie die vor Ort tätigen Flugverkehrsdienste, ATS- und/oder CNS-Provider in den Änderungsprozess mit eingebunden werden und daher eine weitergehende terminliche Abstimmung erforderlich ist.

Die Inbetriebnahme vor Ort erfolgt zu einem bestimmten, vom DWD beim BAF angemeldeten, Umsetzungstermin. Weiterhin kann beim BAF der geplante Beginn der Transition angemeldet werden, da die teilweise umfangreichen Umbaumaßnahmen mehrere Tage andauern können.

#### 9.2.4 Prüfung der Flugplatzkonfiguration mit der bereitgestellten Musteranlage im Labor

Der DWD prüft an einer Musteranlage im Labor des DWD vor Inbetriebnahme des AWOS am Regionalflugplatz die korrekte Funktion der gesamten Software inkl. der Anzeige der meteorologischen Informationen auf dem Bildschirm, der korrekten Generierung der Flugplatzwettermeldungen gemäß Band Obs sowie der korrekten Funktion der Schnittstelle(n) zur Übertragung der meteorologischen Informationen (siehe Abschnitt 9.6).

Der Prüfling muss eine CE-Kennzeichnung besitzen und somit die betreffenden EU-Richtlinien der Produktsicherheit erfüllen. Der DWD prüft nicht die Einhaltung der allgemeinen Sicherheitsstandards und die Störstrahlsicherheit. Er behält sich jedoch vor, den Auftraggeber in geeigneter Weise auf erkannte Mängel hinzuweisen.

Die Überprüfung der meteorologischen Anlage erfolgt auf Grundlage der internationalen Standards nach ICAO und WMO sowie den im „Handbuch zur Richtlinie Flugwetterdienste“ des Deutschen Wetterdienstes festgelegten nationalen Standards.

##### 9.2.4.1 Bereitzustellende Komponenten, Systeme, Unterlagen und Dokumente

Zur Durchführung der Prüfung der meteorologischen Anlage, im Folgenden allgemein Prüfling genannt, benötigt der Deutsche Wetterdienst einmalig den vollständigen Prüfling inklusive der Basissoftware<sup>13</sup>, der aktuellen Konfigurationssoftware, die am jeweiligen Flugplatz betrieben werden soll

<sup>13</sup> Die vollständigen zur Prüfung relevanten Bestandteile sind zu senden an:  
Deutscher Wetterdienst  
Referat Messsysteme (TI23)

und ggf. die vollständige Software einer Tochteranzeige. Jede Anlage muss den „DWD-Testport“ besitzen (siehe „Telegramme der Sensoren“). Die Sensoren müssen nicht mitgeliefert werden. Bei einer Änderungsprüfung muss der Prüfling exakt diejenige Software und Konfiguration führen, welche am betreffenden Flugplatz zum Einsatz gebracht werden soll. Darüber hinaus werden die nachfolgend aufgeführten Unterlagen und Dokumente benötigt:

#### Allgemeine Daten des Flugplatzes und des Prüflings

- Flugplatzname, ICAO-Kennung, Luftraumklasse, IFR An- und Abflugverfahren, Flugplatzhöhe ü. NN (Aerodrome Elevation), Koordinaten des Flugplatzbezugspunktes (Airport Reference Point, ARP), Höhe ü. NN des ARP, Schwellenbezeichnungen und Schwellenhöhen ü. NN, Länge und Breite der Start/Landebahn(en).
- Exakte Benennung der am Flugplatz aufgestellten Sensoren mit Bezeichnung und Schwellenzuordnung. (Die Zuordnung muss eindeutig sein, Beispiel Wolkenhöhsensor: Telegrammkennung: „XnTA (...)“, wobei das „n“ für eine Nummer, die den Sensor eindeutig kennzeichnet, steht, also: „X1TA (...)“, „X2TA (...)“ ...).
- Betriebsanleitungen der Sensoren müssen auf Nachfrage kurzfristig zur Verfügung gestellt werden können.
- Ort und Höhe ü. NN des Drucksensors.
- Ggf. Höhe des Kontrollbarometers ü. NN (Höhe der Mitte des Messgerätes<sup>14</sup>).
- Befeuerungsparameter ( $I_R$ ,  $I_M$ ,  $R_{M1}$ ,  $R_{M2}$  siehe Abschnitt 3.4.2).
- Datenblätter zu allen Befeuerungen.
- Angezeigtes Anlagenminimum der RVR.

#### Telegramme der Sensoren

- Von jedem Sensor mindestens ein Telegrammbeispiel mit der Angabe der Steuerzeichen in spitzen Klammern (<SOH><STX> (...) <ETX><EOT>)
- Beschreibung zu jedem Telegramm.
- Der „DWD-Testport“ muss folgende Telegramme ausgeben (üblicherweise im 10-Sekunden-Takt):
  - o Rohtelegramme der Sensoren.
  - o Verarbeitete Telegramme der Anlage.
  - o Flugplatzwettermeldungen (METAR ,SPECI, MET REPORT, SPECIAL).
  - o Ggf. weitere, herstellerspezifische Ausgaben
- Alle Telegramme, die der DWD-Testport senden kann, müssen beispielhaft erklärt sein.
- Beschreibung vorhandener Schnittstellen mit Beispieltelegrammen (z.B. Schnittstelle zum ATIS)

#### Dokumente und Übersichtspläne

In allen Fällen sind EG-Gebrauchstauglichkeitserklärungen (EGG) für Komponenten gemäß Verordnung (EG) Nr. 552/2004, Art. 5 des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 10. März 2004 über die Interoperabilität des europäischen Flugverkehrsmanagementnetzes für die AWOS-Anlage erforderlich. Die EGG ist durch den Hersteller/Lieferanten der AWOS-Anlage zu liefern.

Frahmredder 95  
22393 Hamburg

<sup>14</sup> Gilt bei elektronischen Geräten. Bei Quecksilberbarometern gilt davon abweichend: Barometerhöhe = Quecksilberstand im Vorratsbehälter.

**Im Falle einer Erstabnahme** sind **außerdem** bereitzustellen:

- alle zum Produkt gehörenden Manuals, Bedienungsanleitungen und Produktbeschreibungen sowie die Dokumentation der aktuellen Konfiguration am Flugplatz.
- Vollständiger technischer Übersichtsplan mit Kennzeichnung aller Sensoren und genauer Zuordnung zu den Schwellen (Systemübersicht mit der Verschaltung aller Komponenten).
- Alle Schnittstellen aller verwendeten Geräte für die Durchführung des meteorologischen Dienstes sind zu beschreiben (Schnittstellenbefehle und auslösbare Gerätefunktionen) und in der Systemübersicht darzustellen.
- Liste der zum Einsatz kommenden Hard- und Softwarekomponenten der Flugplatzanlage mit Angabe der Seriennummern und Angaben über die letzte Prüfung bzw. Kalibrierung der eingesetzten Sensoren.
- Flussdiagramm der Prüflings-Software auch mit angrenzenden Funktionen.
- Dokumentation der Zuordnung der Sensoren zu den Porteingängen.
- Portbelegungstabelle mit Angaben der Portparameter (Baudrate, Anzahl Datenbits, Startbits, Stoppbits, Parität, Flusskontrolle).

**Im Falle einer AWOS-Änderung** sind **außerdem** bereitzustellen:

- eine Unbedenklichkeitserklärung bezgl. der Änderung.
- Änderungsmitteilung und Release-Notes der Software/Hardware. Jede gelieferte Software muss eine Versionierung zum eindeutigen Nachweis der Änderungen besitzen.
- Die Änderungen müssen im Flussdiagramm der Prüflings-Software, auch mit angrenzenden Funktionen, geliefert werden.

Die Unterlagen sollten elektronisch zur Verfügung gestellt werden. Ausführbare Dateien und auch Dateien über 2 MB sollen nicht per E-Mail übermittelt, sondern über einen durch den Hersteller/Lieferanten bereit gestellten Download abrufbar sein.

Sollte es vorkommen, dass während der Prüfung Fehler in der Software oder Hardware auftreten oder der Prüfling nicht den ICAO-, WMO- und nationalen Anforderungen entspricht, wird der DWD umgehend den Flugplatzunternehmer/Auftraggeber darüber in Kenntnis setzen und ggf. das Abnahmeverfahren unterbrechen bis eine fehlerfreie Technik/Software bereitgestellt ist.

### 9.2.5 Prüfung der meteorologischen Anlage am Flugplatz vor Ort

Die Prüfung der meteorologischen Anlage vor Ort erfolgt analog zur in Abschnitt 8.4 beschriebenen technischen Aufsicht. Nach erfolgreicher Prüfung und anschließender Freigabe seitens der zuständigen LBZ-Leitung kann die Anlage regulär betrieben werden und es dürfen mit dem AWOS Wettermeldungen erstellt und verbreitet werden.

### 9.2.6 Kosten für Musterzulassung/Abnahme

#### Kosten bei Erstabnahme

Die Übernahme der Kosten der Erstabnahme und Neueinführung einer Anlage (Musterzulassung), die noch nicht beim DWD geprüft worden ist, erfolgt durch den Hersteller/Lieferanten (ggf. auch Flugplatzunternehmer) auf Basis eines abzuschließenden Vertrages zwischen dem Hersteller/Lieferanten (ggf. auch Flugplatzunternehmer) und dem Deutschen Wetterdienst, Referat Messsysteme (TI23), Frahmredder 95, 22393 Hamburg, wobei die aktuell gültige Preisliste des DWD (siehe Anlage 10.11) zu Grunde gelegt wird.

### Kosten bei Installation bereits erstabgenommener Anlagen und bei Modifikationen

Der jeweilige Flugplatzunternehmer übernimmt die Kosten. Die zuständige LBZ-Leitung sendet auf Basis der Angaben des Flugplatzunternehmers zu den geplanten Maßnahmen einen Kostenvorschlag für die Abnahme an den Flugplatzunternehmer, wobei die aktuell gültige Preisliste des DWD (siehe Anlage 10.11) zu Grunde gelegt wird. Der Flugplatzunternehmer sendet anschließend eine Kostenübernahmeerklärung an die zuständige LBZ-Leitung.

### 9.2.7 Erlöschen von Musterzulassungen

Änderungen im Bereich des Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienstes an Flugplätzen, insbesondere hinsichtlich der Erzeugung von Flugplatzwettermeldungen, die durch die ICAO oder auf Grund von Durchführungsverordnungen der EU veranlasst werden, werden in der Bundesrepublik Deutschland durch den Deutschen Wetterdienst als nach LuftVG, §27e, Abs. 1 zuständigen MET Provider verfügt und sind in einer vom DWD festgelegten Frist, abhängig von der Wichtigkeit der Änderung, an Flugplätzen der Kategorie MET I, MET II oder MET III umzusetzen.

Ist die Umsetzung einer solchen Änderung durch den Flugplatzunternehmer nicht möglich, beispielsweise durch den Umstand, dass die meteorologische Einrichtung (Software und/oder Sensor) durch den Hersteller nicht mehr weiter entwickelt wird oder die Pflege abgekündigt ist, kann durch den DWD die erteilte Musterzulassung innerhalb einer angemessenen Frist entzogen werden. Die oben genannte Frist sollte von betroffenen Flugplatzunternehmern genutzt werden, um die Software bzw. den Sensor mit erloschener Musterzulassung durch eine musterzugelassene Variante zu ersetzen.

Der Betrieb einer zugelassenen und abgenommenen meteorologischen Anlage (System und Sensoren) ist Grundvoraussetzung für die Erbringung des Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienstes am jeweiligen Flugplatz und somit unmittelbar mit der Betriebserlaubnis für den Allwetterflugbetrieb verknüpft.

## 9.3 Genehmigungsverfahren für einen vollautomatischen Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst

Der DWD wird bis Ende 2021 die regulatorischen Voraussetzungen zur stufenweisen Einführung des vollautomatischen Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienstes an Regionalflugplätzen (AWOS\_Auto) in Deutschland schaffen.

Die Einführung erfolgt in drei Entwicklungsstufen von AWOS\_Auto-Klasse 3 bis AWOS\_Auto-Klasse 1.

Darüber hinaus wird die AWOS\_Auto-Klasse 4 für bestimmte Flugplätze mit IFR-Anflugverfahren eingeführt.

**AWOS\_Auto-Klasse 4** ist vorgesehen für den Einsatz an Flugplätzen mit IFR-Anflugverfahren, die keine vollständigen Flugwetterbetriebsdienste vorzuhalten haben, bestimmte Wetterparameter jedoch für die Durchführung von IFR-Anflugverfahren benötigen. Im AWOS\_Auto-Klasse 4-Modus werden reduzierte, vollautomatische Flugplatzwettermeldungen des Typs MET REPORT und SPECIAL mit den

Parametern Luftdruck, Lufttemperatur und Wind erstellt.<sup>15</sup> Weitere Parameter wie Sichtweite, Pissichtweite, Gegenwärtiges Wetter, Bewölkung, Taupunkttemperatur und ergänzende Informationen werden nicht gemeldet. Flugplatzwettermeldungen des Typs METAR und SPECI werden nicht erstellt.

**AWOS\_Auto-Klasse 3** ist vorgesehen für den Einsatz an Regionalflugplätzen in Deutschland außerhalb der Betriebszeiten. Im AWOS\_Auto-Klasse 3-Modus werden unvollständige, vollautomatische Flugplatzwettermeldungen ohne Wettererscheinungen (w'w') Wolkengattungen (TCU/CB) und ergänzende Informationen erstellt.

**AWOS\_Auto-Klasse 2** ist vorgesehen für den Einsatz an Regionalflugplätzen in Deutschland während der Betriebszeiten. Im AWOS\_Auto-Klasse 2-Modus werden vollständige, teilautomatisierte Flugplatzwettermeldungen, falls erforderlich mit manuellen Ergänzungen zu Wettererscheinungen, Wolkengattungen und ergänzenden Informationen, erstellt. Außerhalb der Betriebszeiten des Regionalflugplatzes ist AWOS\_Auto-Klasse 2 nicht zulässig, es kann aber in den AWOS\_Auto-Klasse 3-Modus (s.o.) gewechselt werden.

**AWOS\_Auto-Klasse 1** ist vorgesehen für den Einsatz an Regionalflugplätzen in Deutschland. Im AWOS\_Auto-Klasse 1-Modus werden im 24/7-Einsatz vollständige, vollautomatische Flugplatzwettermeldungen erstellt.

### 9.3.1 Genehmigungsverfahren für den AWOS\_Auto-Klasse 4-Betrieb

Für die Genehmigung eines AWOS\_Auto-Klasse 4-Betriebes sind technische Anforderungen zu erfüllen. Für die Bereitstellung der Unterlagen und die Mitarbeit bei Prüfungen sind die AWOS-Hersteller/Lieferanten und die Flugplatzunternehmer zuständig.

Die einzelnen Schritte des Genehmigungsverfahrens sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. In den Spalten 3 und 4 sind jeweils die Zuständigkeiten für die Durchführung (D) und die Mitarbeit (M) angegeben.

Nr.	Arbeitsschritt	D	M
1	Antragstellung beim DWD	Flugplatzunternehmer	
2	Einreichung der technischen Unterlagen beim DWD	AWOS-Hersteller/Lieferant	Flugplatzunternehmer
3	Musterzulassung und/oder Ergänzung zur Musterzulassung und/oder <sup>16</sup> Konfigurationsprüfung	DWD	AWOS-Hersteller/Lieferant
4	Einreichung einer „Notification of Change“ (NoC) beim BAF	DWD	
5	Genehmigung des AWOS_Auto-Klasse 4-Betriebes	DWD	

<sup>15</sup> Falls mit Veröffentlichung der Nachfolgevorschrift der Richtlinie Flugwetterdienste abweichende Regelungen getroffen werden, so sind die dort genannten Regelungen maßgeblich.

<sup>16</sup> Sollten für die erforderlichen Sensoren und Systeme bereits Musterzulassungen vorliegen, wird lediglich eine Konfigurationsprüfung durchgeführt.

### 9.3.1.1 Antragstellung beim DWD

Der Flugplatzunternehmer stellt beim DWD einen formlosen Antrag zur Aufnahme eines AWOS\_Auto-Klasse 4-Betriebes. Der DWD teilt daraufhin dem Antragsteller mit, in welchem Zeitraum die Musterzulassung und/oder ergänzende Musterzulassung und/oder Konfigurationsprüfung erfolgen kann und welche Kosten gemäß DWD-Preisliste (siehe Anlage 10.11) voraussichtlich entstehen.

### 9.3.1.2 Einreichung der technischen Unterlagen beim DWD

Die Musterzulassung (ohne vollautomatischen Betrieb) erfolgt wie in Abschnitt 9.2 beschrieben.

Für einen vollautomatischen Betrieb der AWOS\_Auto-Klasse 4 ist ein Antrag auf Ergänzung zur Musterzulassung erforderlich. Dafür ist eine angepasste EG-Konformitätserklärung oder eine EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung nach EG 552/2004 vom Hersteller/Lieferanten einzureichen, welche die Änderungen für den AWOS\_Auto-Klasse 4-Betrieb enthält.

Die Herstellerfirma bzw. der Lieferant muss bestätigen, dass die eingereichte AWOS-Konfiguration die Vorgaben aus Band Tech in der aktuellen Version einhält.

Für die Bestimmung des folgenden Wetterelementes ist eine Musterzulassung vorzulegen:

- Luftdruckmessung (QNH) mit integrierter kontinuierlicher Kontrollmessung

Sollte diese nicht vorhanden sein, sind für die Durchführung einer ergänzenden Musterzulassung die nachfolgend aufgeführten Informationen bereitzustellen:

#### **Luftdruckmessung (QNH) mit integrierter kontinuierlicher Kontrollmessung per Tripelsensor**

- Bestätigung, dass die automatische Überwachung und Ausgabe der Statusbytes des Luftdrucksensors gemäß Band Tech erfolgt.
- Angaben zu den eingesetzten Barometern
  - Genaue Typenangabe aller Sensoren.
  - Anzahl der jeweiligen Sensortypen.
  - Handbuch (möglichst in digitaler Form) der eingesetzten Barometer.
  - Übersichtskarte, in der die Standorte der Barometer eingetragen sind.
  - Vermessungsprotokoll des amtlich vermessenen Punktes der Barometerhöhe (Gerätemitte).
- Angaben zum statischen Druckeinlass
  - Genaue Typenangabe.
  - Dokumentation (z.B. durch Fotos und Skizzen) der näheren Umgebung des Installationsortes und des Schlauchanschlusses für den Druckeinlass.
- Mehrere vollständige Beispieltelegramme der eingesetzten Barometer. Da die Telegramme zu Simulationszwecken verwendet werden, sollte es sich um aufgezeichnete Datentelegramme (inkl. Statusinformationen) handeln.

### 9.3.1.3 Ergänzung zur Musterzulassung und Konfigurationsprüfung

Die Durchführung der Ergänzung zur Musterzulassung umfasst die Prüfung der oben genannten Angaben und Funktionalitäten. Die Prüfreferenz zur Berechnung und Mittelwertbildung sind die im Band Tech veröffentlichten Algorithmen. Die Prüfreferenz für die Flugplatzwettermeldungen sind außerdem die im Band Obs veröffentlichten Regeln. Ein Stabilitätstest zur Überprüfung der Gesamt-

funktionalität des AWOS wird obligatorisch durchgeführt. Für die Konfigurationsprüfung gilt weiterhin Abschnitt 9.2.4.

#### 9.3.1.4 Notification of Change (NoC) beim BAF

Der DWD erstellt gemäß DVO(EU) 2017/373 eine Notification of Change (NoC) sowie eine Sicherheitsbetrachtung und reicht die NoC beim Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) ein. Auf Anforderung wird dem BAF die Sicherheitsbetrachtung nachgereicht.

#### 9.3.1.5 Genehmigung des AWOS\_Auto-Klasse 4-Betriebes

Die Genehmigung zur Aufnahme eines AWOS\_Auto-Klasse 4-Betriebes wird dem Flugplatzunternehmer durch den DWD erteilt, sobald die Freigabe des BAF vorliegt und die Laborabnahme (s.o.) sowie die Vor-Ort-Abnahme gemäß Abschnitt 9.2.5 erfolgreich verlief.

### 9.3.2 Genehmigungsverfahren für den AWOS\_Auto-Klasse 3-Betrieb

Für die Genehmigung eines AWOS\_Auto-Klasse 3-Betriebes sind technische und betriebliche Anforderungen zu erfüllen. Für die Bereitstellung der Unterlagen und die Mitarbeit bei Prüfungen sind im technischen Bereich die AWOS-Hersteller/Lieferanten zuständig, im betrieblichen Bereich die Flugplatzunternehmer.

Die einzelnen Schritte des Genehmigungsverfahrens sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. In den Spalten 3 und 4 sind jeweils die Zuständigkeiten für die Durchführung (D) und die Mitarbeit (M) angegeben.

Nr.	Arbeitsschritt	D	M
1	Antragstellung beim DWD	Flugplatzunternehmer	
2	Einreichung der technischen Unterlagen beim DWD	AWOS-Hersteller/Lieferant	Flugplatzunternehmer
3	Ergänzung zur Musterzulassung und/oder <sup>17</sup> Konfigurationsprüfung	DWD	AWOS-Hersteller/Lieferant
4	Anpassung der AWOS-Betriebsunterlagen	DWD	AWOS-Hersteller/Lieferant
5	Einreichung einer „Notification of Change“ (NoC) beim BAF	DWD	
6	Genehmigung des AWOS_Auto-Klasse 3-Betriebes	DWD	

#### 9.3.2.1 Antragstellung beim DWD

Der Flugplatzunternehmer stellt beim DWD einen formlosen Antrag zur Aufnahme eines AWOS\_Auto-Klasse 3-Betriebes. Der DWD teilt daraufhin dem Antragsteller mit, in welchem Zeitraum die ergänzende Musterzulassung und/oder Konfigurationsprüfung erfolgen kann und welche Kosten gemäß DWD-Preisliste (siehe Anlage 10.11) voraussichtlich entstehen.

<sup>17</sup> Sollten für die erforderlichen Sensoren und Systeme bereits Musterzulassungen vorliegen, wird lediglich eine Konfigurationsprüfung durchgeführt.

### 9.3.2.2 Einreichung der technischen Unterlagen beim DWD

Für jeden Antrag auf Ergänzung zur Musterzulassung ist eine angepasste EG-Konformitätserklärung oder eine EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung nach EG 552/2004 vom Hersteller/Lieferanten einzureichen, welche die Änderungen für den AWOS\_Auto-Klasse 3-Betrieb enthält.

Die Herstellerfirma bzw. der Lieferant muss bestätigen, dass die eingereichte AWOS-Konfiguration die Vorgaben aus dem Band Tech in der aktuellen Version einhält.

Für die Bestimmung folgender Wetterelemente sind Musterzulassungen vorzulegen:

- Vorherrschende horizontale Sichtweite (Prevailing Visibility)
- Bewölkung
- Luftdruckmessung (QNH) mit integrierter kontinuierlicher Kontrollmessung

Sollten diese nicht vorhanden sein, sind für die Durchführung einer **ergänzenden** Musterzulassung die nachfolgend aufgeführten Informationen bereitzustellen:

#### **Vorherrschende horizontale Sichtweite (Prevailing Visibility)**

- Vollständige Beschreibung des Algorithmus zur Bestimmung der vorherrschenden horizontalen Sichtweite (Prevailing Visibility). Sollte der in Abschnitt 3.4.2 genannte Algorithmus implementiert sein, genügt die Erklärung der Konformität.
- Angaben zu den eingesetzten Sichtweiten- und Umfeldleuchtdichtesensoren:
  - Genaue Typenangabe aller Sensoren
  - Handbücher der Sensoren (möglichst in digitaler Form) auf Anforderung
  - Anzahl der jeweiligen Sensortypen
  - Übersichtskarte, in der die Standorte der Sensoren eingezeichnet sind
- Mehrere vollständige Beispielergramme der eingesetzten Sichtweitensensoren. Da die Telegramme zu Simulationszwecken verwendet werden, sollte es sich um aufgezeichnete Datentelegramme handeln.

#### **Bewölkung**

- Vollständige Beschreibung des Algorithmus zur Bestimmung des Wolkenbedeckungsgrades in der Art wie im ICAO Doc 9837, App A-9 ff. dargestellt. Alternativ genügt die Erklärung der Konformität zu einem publizierten Algorithmus mit genauer Quellenangabe.
- Angaben zu den eingesetzten Ceilometern:
  - Genaue Typenangabe aller Sensoren.
  - Anzahl der jeweiligen Sensortypen.
  - Handbuch (möglichst in digitaler Form) der eingesetzten Ceilometer.
  - Übersichtskarte, in der die Standorte der Sensoren und die Höhen der Fundamentplatten als Höhe ü. NN eingezeichnet sind. Vermessungsprotokolle der Höhenmessung sind beizulegen.
- Mehrere vollständige Beispielergramme der eingesetzten Ceilometer. Da die Telegramme zu Simulationszwecken verwendet werden, sollte es sich um aufgezeichnete Datentelegramme handeln.

### Luftdruckmessung (QNH) mit integrierter kontinuierlicher Kontrollmessung per Tripelsensor

- Bestätigung, dass die automatische Überwachung und Ausgabe der Statusbytes des Luftdrucksensors gemäß Band Tech erfolgt.
- Angaben zu den eingesetzten Barometern
  - Genaue Typenangabe aller Sensoren.
  - Anzahl der jeweiligen Sensortypen.
  - Handbuch (möglichst in digitaler Form) der eingesetzten Barometer.
  - Übersichtskarte, in der die Standorte der Barometer eingetragen sind.
  - Vermessungsprotokoll des amtlich vermessenen Punktes der Barometerhöhe (Gerätemitte).
- Angaben zum statischen Druckeinlass
  - Genaue Typenangabe.
  - Dokumentation (z.B. durch Fotos und Skizzen) der näheren Umgebung des Installationsortes und des Schlauchanschlusses für den Druckeinlass.
- Mehrere vollständige Beispieltelegramme der eingesetzten Barometer. Da die Telegramme zu Simulationszwecken verwendet werden, sollte es sich um aufgezeichnete Datentelegramme (inkl. Statusinformationen) handeln.

#### 9.3.2.3 Ergänzung zur Musterzulassung und Konfigurationsprüfung

Die Durchführung der Ergänzung zur Musterzulassung umfasst die Prüfung der oben genannten Angaben und Funktionalitäten. Die Prüfreferenz zur Berechnung und Mittelwertbildung sind die im Band Tech veröffentlichten Algorithmen. Die Prüfreferenz für die Flugplatzwettermeldungen sind außerdem die im Band Obs veröffentlichten Regeln. Ein Stabilitätstest zur Überprüfung der Gesamtfunktionalität des AWOS wird obligatorisch durchgeführt. Für die Konfigurationsprüfung gilt weiterhin Abschnitt 9.2.4.

Bei Beantragung des AWOS\_Auto-Klasse 3-Betriebes wird der Wolkenbedeckungsgrad-Algorithmus dokumentiert und einer verkürzten Plausibilitätsprüfung unterzogen. Die hierfür erteilte Musterzulassung gilt explizit nur für den AWOS\_Auto-Klasse 3-Betrieb. Für eine Nutzung im Betrieb mit AWOS\_Auto-Klasse 2 oder AWOS\_Auto-Klasse 1 ist eine erneute Musterzulassung hierfür zu beantragen, da der Algorithmus eingehenderen Prüfungen unterzogen werden muss.

#### 9.3.2.4 Anpassung der AWOS-Betriebsunterlagen

Der DWD verfasst in Zusammenarbeit mit dem AWOS-Hersteller/Lieferanten eine Anleitung für die Aktivierung und Deaktivierung des automatischen Betriebs, in der ausführlich dargelegt ist, welche Handlungsschritte durch den Lotsen/Flugwetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> vorzunehmen sind. Diese Anleitung wird Bestandteil des Betriebshandbuches für das AWOS.

Die Lotsen/Flugwetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> werden rechtzeitig vor Aufnahme des automatischen Betriebes vom DWD in die neuen Betriebsabläufe eingewiesen.

#### 9.3.2.5 Notification of Change (NoC) beim BAF

Der DWD erstellt gemäß DVO(EU) 2017/373 eine Notification of Change (NoC) sowie eine Sicherheitsbetrachtung und reicht die NoC beim Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) ein. Auf Anforderung wird dem BAF die Sicherheitsbetrachtung nachgereicht.

### 9.3.2.6 Genehmigung des AWOS\_Auto-Klasse 3-Betriebes

Die Genehmigung zur Aufnahme eines AWOS\_Auto-Klasse 3-Betriebes wird dem Flugplatzunternehmer durch den DWD erteilt, sobald die Freigabe des BAF vorliegt und die Laborabnahme (s.o.) sowie die Vor-Ort-Abnahme gemäß Abschnitt 9.2.5 erfolgreich verlief.

### 9.3.3 Genehmigungsverfahren für den AWOS\_Auto-Klasse 2-Betrieb

Für die Genehmigung eines AWOS\_Auto-Klasse 2-Betriebes sind technische und betriebliche Anforderungen zu erfüllen. Für die Bereitstellung der Unterlagen und die Mitarbeit bei Prüfungen sind im technischen Bereich die AWOS-Hersteller/Lieferant zuständig, im betrieblichen Bereich die Flugplatzunternehmer.

Die einzelnen Schritte des Genehmigungsverfahrens sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt. In den Spalten 3 und 4 sind jeweils die Zuständigkeiten für die Durchführung (D) und die Mitarbeit (M) angegeben.

Nr.	Arbeitsschritt	D	M
1	Antragstellung beim DWD	Flugplatzunternehmer	
2	Einreichung der technischen Unterlagen beim DWD	AWOS-Hersteller/Lieferant	Flugplatzunternehmer
3	Ergänzung zur Musterzulassung und/oder <sup>18</sup> Konfigurationsprüfung	DWD	AWOS-Hersteller/Lieferant
4	Anpassung der AWOS-Betriebsunterlagen	DWD	AWOS-Hersteller/Lieferant
5	Einreichung einer „Notification of Change“ (NoC) beim BAF	DWD	
6	Genehmigung des AWOS_Auto-Klasse 2-Betriebes	DWD	

#### 9.3.3.1 Antragstellung beim DWD

Der Flugplatzunternehmer stellt beim DWD einen formlosen Antrag zur Aufnahme eines AWOS\_Auto-Klasse 2-Betriebes. Der DWD teilt daraufhin dem Antragsteller mit, in welchem Zeitraum die ergänzende Musterzulassung und/oder Konfigurationsprüfung erfolgen kann und welche Kosten gemäß DWD-Preisliste (siehe Anlage 10.11) voraussichtlich entstehen.

#### 9.3.3.2 Einreichung der technischen Unterlagen beim DWD

Für jeden Antrag auf Ergänzung zur Musterzulassung ist eine angepasste EG-Konformitätserklärung oder eine EG-Gebrauchstauglichkeitserklärung nach EG 552/2004 vom Hersteller/Lieferanten einzureichen, welche die Änderungen für den AWOS\_Auto-Klasse 2-Betrieb enthält.

Für die Bestimmung folgender Wetterelemente sind Musterzulassungen für AWOS\_Auto-Klasse 2 vorzulegen:

<sup>18</sup> Sollten für die erforderlichen Sensoren und Systeme bereits Musterzulassungen vorliegen, wird lediglich eine Konfigurationsprüfung durchgeführt.

- Vorherrschende horizontale Sichtweite (Prevailing Visibility)
- Bewölkung, ohne CB/TCU, Wolkenbedeckungsgrad gemäß Anlage 10.8
- Gegenwärtiges Wetter gemäß Anlage 10.7
- Luftdruckmessung (QNH) mit integrierter kontinuierlicher Kontrollmessung

Sollten diese nicht vorhanden sein, sind für die Durchführung einer ergänzenden Musterzulassung die nachfolgend aufgeführten Informationen bereitzustellen:

#### **Vorherrschende horizontale Sichtweite (Prevailing Visibility) und Minimumsicht**

Folgende Unterlagen sind auf Anforderung des DWD bereitzustellen:

- Vollständige Beschreibung des Algorithmus zur Bestimmung der vorherrschenden horizontalen Sichtweite (Prevailing Visibility) und der Minimumsicht. Sollte der in Abschnitt 3.4.2 genannte Algorithmus implementiert sein, genügt die Erklärung der Konformität.
- Angaben zu den eingesetzten Sichtweiten- und Umfeldleuchtdichtesensoren:
  - Genaue Typenangabe aller Sensoren
  - Handbücher der Sensoren (möglichst in digitaler Form) auf Anforderung
  - Anzahl der jeweiligen Sensortypen
  - Übersichtskarte, in der die Standorte der Sensoren eingezeichnet sind
- Mehrere vollständige Beispieltelegramme der eingesetzten Sichtweitensensoren. Da die Telegramme zu Simulationszwecken verwendet werden, sollte es sich um aufgezeichnete Datentelegramme handeln.

#### **Wolkenbedeckungsgrad**

Folgende Dokumentation ist dem DWD auf Anfrage bereitzustellen:

- Angaben zu den eingesetzten Ceilometern:
  - Genaue Typenangabe aller Sensoren.
  - Anzahl der jeweiligen Sensortypen.
  - Handbuch (möglichst in digitaler Form) der eingesetzten Ceilometer.
  - Übersichtskarte, in der die Standorte der Ceilometer und die Höhen der Fundamentplatten als Höhe ü. NN eingezeichnet sind.
- Mehrere vollständige Beispieltelegramme der eingesetzten Ceilometer. Da die Telegramme zu Simulationszwecken verwendet werden, sollte es sich um aufgezeichnete Datentelegramme handeln.

#### **Gegenwärtiges Wetter**

Folgende Dokumentation ist dem DWD auf Anfrage bereitzustellen:

- Vollständige Beschreibung der Algorithmen zur Bestimmung der Trübungserscheinungen.
- Angaben zu den eingesetzten Messgeräten:
  - Genaue Typenangabe aller Sensoren.
  - Anzahl der jeweiligen Sensortypen.
  - Handbücher (möglichst in digitaler Form) der eingesetzten Messgeräte.

- Mehrere vollständige Beispielergramme der eingesetzten Messgeräte. Da die Telegramme zu Simulationszwecken verwendet werden, sollte es sich um aufgezeichnete Datentelegramme handeln.

#### **Luftdruckmessung (QNH) mit integrierter kontinuierlicher Kontrollmessung per Tripelsensor**

- Bestätigung, dass die automatische Überwachung und Ausgabe der Statusbytes des Luftdrucksensors gemäß Band Tech erfolgt.
- Angaben zu den eingesetzten Barometern
  - Genaue Typenangabe aller Sensoren.
  - Anzahl der jeweiligen Sensortypen.
  - Handbuch (möglichst in digitaler Form) der eingesetzten Barometer.
  - Übersichtskarte, in der die Standorte der Barometer eingetragen sind.
  - Vermessungsprotokoll des amtlich vermessenen Punktes der Barometerhöhe (Gerätemitte).
- Angaben zum statischen Druckeinlass
  - Genaue Typenangabe.
  - Dokumentation (z.B. durch Fotos und Skizzen) der näheren Umgebung des Installationsortes und des Schlauchanschlusses für den Druckeinlass.
- Mehrere vollständige Beispielergramme der eingesetzten Barometer. Da die Telegramme zu Simulationszwecken verwendet werden, sollte es sich um aufgezeichnete Datentelegramme (inkl. Statusinformationen) handeln.

#### **9.3.3.3 Ergänzung zur Musterzulassung und Konfigurationsprüfung**

Die Durchführung der Ergänzung zur Musterzulassung umfasst die Prüfung der oben genannten Angaben und Funktionalitäten. Die Prüfreferenz zur Berechnung und Mittelwertbildung sind die im Band Tech veröffentlichten Algorithmen. Die Prüfreferenz für die Flugplatzwettermeldungen sind außerdem die im Band Obs veröffentlichten Regeln. Ein Stabilitätstest zur Überprüfung der Gesamtfunktionalität des AWOS wird obligatorisch durchgeführt. Für die Konfigurationsprüfung gilt weiterhin Abschnitt 9.2.4.

#### **9.3.3.4 Anpassung der AWOS-Betriebsunterlagen**

Der DWD verfasst in Zusammenarbeit mit dem AWOS-Hersteller/Lieferanten eine Anleitung für die Aktivierung und Deaktivierung des automatischen Betriebs, in der ausführlich dargelegt ist, welche Handlungsschritte durch den Flugwetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> vorzunehmen sind. Diese Anleitung wird Bestandteil des Betriebshandbuchs für das AWOS.

Die Flugwetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> werden vom DWD rechtzeitig vor Aufnahme des Betriebes gemäß Abschnitt 9.8.4 in AWOS\_Auto-Klasse 2 eingewiesen.

#### **9.3.3.5 Notification of Change (NoC) beim BAF**

Der DWD erstellt gemäß DVO(EU) 2017/373 eine Notification of Change (NoC) sowie eine Sicherheitsbetrachtung und reicht die NoC beim Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) ein. Auf Anforderung wird dem BAF die Sicherheitsbetrachtung nachgereicht.

### 9.3.3.6 Genehmigung des AWOS\_Auto-Klasse 2-Betriebes

Die Genehmigung zur Aufnahme eines AWOS\_Auto-Klasse 2-Betriebes wird dem Flugplatzunternehmer durch den DWD erteilt, sobald die Freigabe des BAF vorliegt und die Laborabnahme (s.o.) sowie die Vor-Ort-Abnahme gemäß Abschnitt 9.2.5 erfolgreich verlief.

### 9.3.4 Genehmigungsverfahren für den AWOS\_Auto-Klasse 1-Betrieb

Die Genehmigung eines AWOS\_Auto-Klasse 1-Betriebes kann derzeit noch nicht beantragt werden. Daher ist hier auf die Angabe technischer Spezifikationen verzichtet worden.

## 9.4 Technische Aufsicht

Der DWD führt an jedem Regionalflugplatz in der Regel alle sechs Monate<sup>19</sup> eine technische Aufsicht durch. Bei fachlicher Notwendigkeit können zusätzliche Aufsichten erforderlich sein.

Vier bis acht Wochen vor dem geplanten Termin setzt sich der DWD mit dem Verantwortlichen am Regionalflugplatz in Verbindung, um den genauen Prüftermin abzustimmen.

Die technische Aufsicht vor Ort am Regionalflugplatz setzt sich aus folgenden Punkten zusammen:

- Besprechung der bei der letzten technischen Aufsicht festgestellten Mängel, bzw. deren Beseitigung
- Besprechung seitdem aufgetretener neuer Probleme
- Anschluss eines Laptops zur Datenaufzeichnung an der DWD-Testschnittstelle des AWOS
- Plausibilitätskontrolle der am AWOS angezeigten Werte
- Erfragen der Sichtweite an Hand der Sichtmarkentafeln
- Kontrolle aller Sensoren
- Funktionskontrolle des AWOS (u.a. Datenaufzeichnung, Zeitsynchronisation) und der angeschlossenen Anzeigen
- Kontrolle der Sensor-Reinigung und Einsicht in die entsprechenden Protokolle
- Kontrolle der Wachbücher und der Vollständigkeit der technischen Unterlagen
- Überprüfung der Dokumentation zur täglichen Luftdruckkontrolle (falls diese auf Grund der verwendeten Sensorik durchzuführen ist, siehe 7.3 Kontrollmessung des Luftdruckes)
- Nach Vergleichsmessungen mit DWD-Referenzmessgerät Festlegung des zu verwendenden Aufschlags/Abzugs auf den Messwert des ggf. zur täglichen Luftdruckkontrollmessung verwendeten Barometers
- Bei festgestellten Mängeln Rücksprache mit der zuständigen LBZ-Leitung zur Einstufung der Mängel und ggf. Fristsetzung zur Behebung der Mängel
- Abschlussgespräch

Nach Durchführung der technischen Aufsicht vor Ort wird ein Protokoll sowie ggf. ein Mängelprotokoll erstellt und dem Regionalflugplatz zugesandt.

---

<sup>19</sup> Wurden bei zwei aufeinanderfolgenden technischen Aufsichten keine Mängel festgestellt, kann das Prüfindintervall auf 12 Monate erhöht werden. Dieses Prüfindintervall kann beibehalten werden, solange weiterhin keine Mängel festgestellt werden.

Die Kosten für die technische Aufsicht (Personalkosten, Reisekosten) gemäß DWD-Preisliste (siehe Anlage 10.11) sind vom Flugplatzunternehmer zu tragen.

Zur reibungslosen Durchführung der technischen Aufsicht sind folgende Vorkehrungen durch den Regionalflugplatz zu treffen:

- Alle notwendigen technischen Unterlagen sind zur Prüfung bereitzuhalten und bei Bedarf zur Verfügung zu stellen.
- Die Zugriffsmöglichkeit auf die Sensorik ist zu ermöglichen. Dazu sind ggf. Mastspindel und Bohrmaschine oder ein Hubwagen bzw. eine Leiter zur Verfügung zu stellen.
- Ggf. sind saubere Schutzkappen für Feuchte- und/oder Temperaturfühler bereitzuhalten.
- Bei der Durchführung der Prüfung ist es zwingend erforderlich, dass ein Techniker des Flugplatzes über den gesamten Zeitraum unterstützend mitwirkt und u.a. auch den Funkkontakt zum Tower für das Befahren des Flugplatzes durchführt.

## 9.5 Betriebliche Aufsicht

Der DWD (die zuständige LBZ-Leitung) führt an jedem Regionalflugplatz in der Regel alle sechs 10 bis 14 Monate eine betriebliche Aufsicht durch. Diese kann unabhängig oder gemeinsam mit der technischen Aufsicht stattfinden. Bei fachlicher Notwendigkeit können zusätzliche Aufsichten erforderlich sein.

Der wesentliche Inhalt der betrieblichen Aufsicht kann der Anlage 10.5 „Protokoll über die betriebliche Aufsicht an einem Regionalflugplatz“ entnommen werden. Den DWD-Mitarbeitern<sup>(m/w/d)</sup> ist der freie Zugang zu der Beobachtungsstelle im Tower und den Sensorstandorten zu gewähren.

Die Kosten für die betriebliche Aufsicht (Personalkosten, Reisekosten) sind gemäß DWD-Preisliste (siehe Anlage 10.11) vom Flugplatzunternehmer zu tragen.

## 9.6 Schnittstellen zu nicht-meteorologischen Systemen

Zusätzliche Hard-/Software außerhalb des AWOS, die für eine sekundäre Datenerfassung, Datenverarbeitung und/oder Datenvisualisierung verwendet wird, wie z.B. weitere Displays zur graphischen/alphanumerischen Darstellung meteorologischer/nicht-meteorologischer Daten am Lotsenarbeitsplatz, sind nicht dem MET-System zugeordnet und liegen nicht im Verantwortungsbereich des DWD. Der DWD prüft lediglich die Schnittstelle zwischen der AWOS-Anlage und einer sekundären Datenverarbeitungsanlage. Dabei werden die an der Schnittstelle übertragenen Daten auf Konformität mit den Schnittstellenbeschreibungen des Herstellers/Lieferanten geprüft.

Der Flugplatzunternehmer entscheidet unter Beachtung der Vorgaben des DWD über die Mess- und Datenverarbeitungstechnik an seinem Platz. Ein Wechsel des AWOS oder die Einführung einer neuen Software- oder Konfigurationsversion kann eine Veränderung der technischen Schnittstellen, der Bildschirmoberfläche zur Darstellung der aktuellen meteorologischen Informationen und der Erstellung von Flugplatzwettermeldungen bedeuten. Änderungen, die die technische(n) Schnittstelle(n) zwischen MET- und ATS-Provider betreffen, werden vor der technischen Umsetzung und Inbetriebnahme zwischen DWD und der betroffenen Flugsicherungsorganisation abgestimmt.

## 9.7 Wartung und Pflege der Sensorik

An jedem Regionalflugplatz sind vom Flugplatzunternehmer ein AWOS-Verantwortlicher<sup>(m/w/d)</sup> und sein Stellvertreter<sup>(m/w/d)</sup> zu benennen (siehe Abschnitt 9.8). Diese stellen sicher, dass die regelmäßigen Kontrollen, Säuberungen und ggf. Instandhaltungen der meteorologischen Sensorik vorgenommen werden und dafür nur eingewiesenes Personal eingesetzt wird. Zumindest der AWOS-Verantwortliche<sup>(m/w/d)</sup> ist durch den Hersteller/Lieferanten der AWOS-Anlage und/oder der meteorologischen Sensorik in die regelmäßigen Kontrollen, Säuberungen und ggf. Instandhaltungen einzuweisen. Diese Einweisung ist durch den Hersteller/Lieferanten zu bescheinigen und an die zuständige LBZ zu übermitteln. Der AWOS-Verantwortliche kann anschließend weitere Personen einweisen. Vom AWOS-Verantwortlichen ist zu diesem Zweck für jede weitere eingewiesene Person die „Bescheinigung über die Einweisung in Wartung und Pflege der meteorologischen Sensorik“ (siehe Anlage 10.6) auszustellen und an die zuständige LBZ zu übermitteln. Bei Änderungen (Typ/Hersteller/Wartungsverfahren o.ä.) an der meteorologischen Sensorik ist eine erneute Einweisung vorzunehmen und die neue(n) Bescheinigung(en) an die zuständige LBZ zu übermitteln.

Zur Dokumentation der Wartung und Pflege der Sensorik ist eine Tabelle zu führen, die der DWD dem AWOS-Verantwortlichen<sup>(m/w/d)</sup> am jeweiligen Regionalflugplatz aushändigt. Basis für die in der Tabelle angegebenen und als Minimum geltenden Intervalle (siehe Anlage 10.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Sensorik an Regionalflugplätzen“) sind Herstellervorgaben und Erfahrungen aus der Praxis. Darüber hinaus können je nach Platz- und Wetterverhältnissen weitere Säuberungen/Kontrollen notwendig werden und die entsprechenden Bedienungsanleitungen bzw. Wartungsrichtlinien der Hersteller sind einzuhalten. Die ausgefüllten Quartalsblätter der Tabelle sind vom AWOS-Verantwortlichen<sup>(m/w/d)</sup> abzuzeichnen und zu den technischen/betrieblichen Aufsichten vorzulegen sowie am Jahresende an die zuständige LBZ zu senden. Die Überprüfungen der elektrischen Anlagen-Sicherheit, VDE, sind vom Flugplatzunternehmer durchzuführen.

### 9.7.1 Kalibrierung bzw. Ersatz von meteorologischen Messgeräten/Sensoren an Regionalflugplätzen

Die zum Einsatz kommenden Messgeräte/Sensoren unterliegen gemäß ICAO Doc 9837 der Kalibrierpflicht, da hohe Anforderungen bezgl. der Messunsicherheit und der Qualität der Messung bestehen, und nur durch die kontinuierliche Einhaltung der Vorgaben zur Kalibrierung und der anschließend ggf. notwendigen Justierung die hohen Sicherheitsstandards der Luftfahrt zuverlässig erfüllt werden können.

Auf Grund dieser international gültigen Vorgaben werden vom DWD in der Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflugplätzen (siehe Anlage 10.1) für einige Messgeräte Kalibrierzyklen festgelegt, die aus den Vorgaben der Messgerätehersteller und aus den Erkenntnissen des DWD-eigenen, gemäß ISO/IEC 17025 akkreditierten Kalibrierlabors resultieren.

Kalibrierung und Justierungen müssen durch gemäß ISO/IEC 17025 akkreditierte Dienstleister vorgenommen werden.

Die Kalibrierung bzw. der Ersatz von meteorologischen Messgeräten/Sensoren ist zu dokumentieren. Bei der Dokumentation sind jeweils das Datum der Installation des kalibrierten Sensors, der Name des durchführenden Technikers und dessen Unterschrift, sowie der Sensortyp und dessen Seriennummer festzuhalten. Die Dokumentation und die Kalibrierscheine werden bei jeder technischen

Aufsicht durch den DWD geprüft. Die Einhaltung der vom DWD geforderten Kalibrierpunkte/-bereiche muss aus den Kalibrierscheinen hervorgehen.

Liegt die letzte Kalibrierung und ggf. notwendige Justierung eines Messgerätes länger zurück als die für den jeweiligen Messgerätetyp unter Kalibrierzyklus angegebene Zeitspanne, so liegt ein Mangel vor, der den weiteren Einsatz des Messgerätes nicht zulässt, so dass das Messgerät unverzüglich außer Betrieb genommen (Ausfallregelungen siehe Abschnitt 9.9) und ersetzt werden muss.

Bei der regelmäßig stattfindenden technischen Aufsicht durch den DWD wird darüber hinaus als weitere Qualitätssicherungsmaßnahme routinemäßig geprüft, ob eine gravierende Veränderung des technischen Verhaltens der meteorologischen Messgeräte bereits vor Ablauf der unter Kalibrierzyklus genannten Zeitspanne festzustellen ist. Zu diesem Zweck werden stichprobenartig Vergleichsmessungen durchgeführt, sowie der allgemeine Zustand der Messgeräte und der gesamten meteorologischen Anlage begutachtet. Diese Überprüfung ersetzt jedoch in keiner Weise die - je nach Messgerät - regelmäßig notwendige Kalibrierung und ggf. Justierung.

## 9.8 AWOS-Betrieb

Flugplatzunternehmer und DWD sorgen für einen ordnungsgemäßen Betrieb der für den Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst erforderlichen Sensorik und Systeme unter der fachlichen Verantwortung des DWD. Für die Sicherstellung der Umsetzung am jeweiligen Regionalflugplatz sind der AWOS-Verantwortliche<sup>(m/w/d)</sup> und sein Vertreter<sup>(m/w/d)</sup> zuständig (siehe Abschnitt 9.7 „Wartung und Pflege der Sensorik“). Für den Flugplatz als Flugwetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> benannte Personen dürfen nicht gleichzeitig als AWOS-Verantwortlicher<sup>(m/w/d)</sup> oder dessen Stellvertreter<sup>(m/w/d)</sup> benannt werden.

Gemäß *Richtlinie Flugwetterdienste* müssen die Routine- und Sonderwettermeldungen für die Luftfahrt sowohl am Arbeitsplatz der örtlichen Flugverkehrsdienststellen verfügbar sein, als auch in Echtzeit per Datenleitung an den DWD übertragen werden. Der DWD stellt zu diesem Zweck bei Erstinbetriebnahme des jeweiligen AWOS einen FTP-Zugang auf seinem System bereit. Die zur Datenübertragung vom AWOS zum DWD und ggf. zu nicht-meteorologischen Systemen eingesetzte Datenübertragungstechnik ist vom Flugplatzunternehmer bereitzustellen und zu warten. Vorgaben zur Übertragung der Flugplatzwettermeldungen an den DWD werden in Abschnitt 9.8.3 beschrieben.

### 9.8.1 Hinweis zur Verwendung herstellereitig bereitgestellter Plausibilitätsprüfungsalgorithmen

Von AWOS-Anlagenherstellern bereitgestellte Plausibilitätsprüfungsalgorithmen hinsichtlich der korrekten Verschlüsselung der Flugplatzwettermeldungen können auf Grund ihrer Komplexität vom DWD nicht in Gänze auf Aktualität und Korrektheit überprüft werden. Ihre vollständige Prüfung ist daher weder Bestandteil der AWOS-Musterzulassung noch der Abnahme von AWOS-Konfigurationen. Eine Überprüfung ihrer Funktionsweise kann höchstens stichprobenartig erfolgen.

Das für die Flugwetterbeobachtung eingesetzte Personal kann die vom AWOS-Anlagenhersteller mitgelieferten Plausibilitäts-Checks zwar als unverbindliches Hilfsmittel verwenden, letztlich sind bei der Erstellung von Flugplatzwettermeldungen aber immer die Vorgaben des aktuellen Band Obs maßgeblich und vom Personal einzuhalten.

### 9.8.2 Schutz vor unrechtmäßigem Zugriff

In Zusammenhang mit dem Sicherheits- und Securitymanagement fordert das BAF gemäß DVO (EU) Nr. 1035/2011, Anhang I, 4. b) zur Gefahrenabwehr einen Schutz vor unrechtmäßigem Zugriff auf die meteorologische Datenerfassungs- und Datenverbreitungsanlage AWOS, die vom Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> zur Erstellung der Wettermeldung und vom Flugverkehrsdienst zum Ablesen der meteorologischen Informationen verwendet wird. Der Zugang zum Terminal des AWOS, an dem Flugplatzwettermeldungen erstellt werden, ist daher mit einem Passwort zu schützen, das nur den Personen bekannt ist, die entweder im Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst eingesetzt werden (also vom jeweiligen Flugplatzunternehmer oder Flugverkehrsdienst benannte Flugwetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> mit einem aktiv gültigen, vom DWD ausgestellten Befähigungsnachweis) oder vom Flugplatzunternehmer mit der notwendigen Systemadministration betraut worden sind. Da davon auszugehen ist, dass ohnehin nur zuverlässigkeitsüberprüftes Personal Zugang zu den Räumlichkeiten erhält, in denen sich das Eingabeterminal des AWOS befindet, ist eine Passwortsperre auf Betriebssystemebene des AWOS ausreichend, und eine Abwesenheit des Flugwetterbeobachters<sup>(m/w/d)</sup> von wenigen Minuten erfordert noch keine Sperrung des AWOS Systems. Das AWOS System ist vom Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> bei Aufnahme seiner Tätigkeit der Wetterbeobachtung zu entsperren und mit Flugbetriebsende und Einstellen der Wetterbeobachtung wieder mit dem Passwortschutz vor unbefugtem Zugang zu schützen.

### 9.8.3 Übertragung der Flugplatzwettermeldungen an den DWD

Grundlage der Verbreitung der Routine- und Sonderwettermeldung ist das Dokument WMO-No. 386 „Manual on the Global Telecommunication System“, 2015 edition, Updated 2018.

Weiterhin gilt das vom DWD herausgegebene Dokument mit dem Titel „Datekonvention im DWD“, 08.08.2017.

#### 9.8.3.1 File-Konventionen zur Übertragung der Routine und Sonderwettermeldungen METAR / SPECI an den DWD

##### Filename METAR / SPECI

Im Folgenden wird zuerst der Filename beschrieben, welcher zwingend eingehalten werden muss:

`pflag_productidentifizier_oflag_originator_yyyyMMddhhmmss[_freeformat].type[.compression]`

**pflag:** Z: Produktbezeichnung des lokalen Erstellungszentrums

**productidentifizier:** ICAO-Location indicator des sendenden Flughafens (siehe ICAO Doc 7910)

**oflag:** C: Die nachfolgende Produkterstellerkennung (originator) wird im Standard-  
CCCC-Ländercode (EDZW) dargestellt

**originator:** EDZW

**yyyyMMddhhmmss:** Zeitstempel (Jahr, Monat, Tag, Stunde, Minute, Sekunde)

**[\_freeformat]:**

`__filetype,filespec__ddhhmm_ersteller[_lfd]`

**filetype:** opmet: METAR / SPECI von Automated Weather Observing Systems

**filespec:** metar oder speci

ddhhmm:	Beobachtungszeit METAR / SPECI
ersteller:	awos/AWOS-Systembezeichnung
lfd:	Laufnummer des Files
type:	Dateityp: hier „txt“

Die oben beschriebenen Elemente sind jeweils durch Unterstriche (ASCII-Zeichen: 95) getrennt. Zwischen „filespec“ und „ddhhmm“ sind zwei Unterstriche zu setzen. Zwischen [\_freeformat] und type ist durch einen Punkt (ASCII-Zeichen: 46) zu trennen.

Beispiel: Z\_EDLN\_C\_EDZW\_20190215082001\_opmet,metar\_\_150820\_\_awos\_021.txt  
Z\_EDLN\_C\_EDZW\_20190215083701\_opmet,speci\_\_150837\_\_awos\_022.txt

### Fileinhalt METAR / SPECI

Der Fileinhalt ist gemäß der Inhalte des Handbuchs zur „Richtlinie Flugwetterdienste - Band Obs: Wettermeldungen für die Luftfahrt“ zu formatieren:

Die „International Telegraph Alphabets No. 2“ und „No. 5“ sind zu verwenden (WMO-No. 386, Attachment II-1 und Attachment II-2).

Zunächst folgt die „Starting Line“:

<SOH> <CR> <CR> <LF> nnn

<SOH>	Start of Heading, ASCII-Zeichen: 01
<CR>	Carriage Return, ASCII-Zeichen: 13
<LF>	Line Feed, ASCII-Zeichen: 10
nnn	Laufende Nummer zwischen 000 und 999. Nach jeder übertragenen Meldung wird die laufende Nummer um 1 erhöht.

Es folgt nun der WMO-Sendekopf, der das meteorologische Bulletin bezeichnet:

<CR> <CR> <LF> T<sub>1</sub>T<sub>2</sub>A<sub>1</sub>A<sub>2</sub>ii <SP> CCCC <SP> YYGGgg (<SP> BBB)

T<sub>1</sub>T<sub>2</sub> Datenkennung, siehe hierzu Attachment II-5, WMO-No. 386: Data Designators, In Deutschland:

T<sub>1</sub> = S (Surface data),

T<sub>2</sub> = A (Aviation routine reports FM 15 (METAR)) **oder**

T<sub>2</sub> = P (Special aviation weather reports FM 16 (SPECI))

A<sub>1</sub>A<sub>2</sub> Landeskennung, siehe hierzu Attachment II-5, Tabelle C1, Part I In Deutschland:

A<sub>1</sub>A<sub>2</sub> = DL (Germany)

ii Zweistellige Produktnummer: 31

<SP> Space, ASCII-Zeichen: 32

CCCC Location indicator des Flugplatzes, siehe ICAO Doc 7910

YYGGgg Zeitgruppe

YY: Tag des Monats

GGgg: Zeit der Beobachtung in Stunde und Minute (in UTC)

In Deutschland:

GG: Stunde in UTC

gg: Minute des Beobachtungstermins, im METAR: GG:20 und GG:50

SPECI-Meldungen werden asynchron, ereignisgesteuert abgesetzt.

BBB Optionale Kennguppe

RR<sub>x</sub>: für verspätete Meldungen

CC<sub>x</sub>: für korrigierte Meldungen

AA<sub>x</sub>: für Ergänzungen (wird nicht verwendet)

„x“ steht für ein alphabetisches Zeichen zwischen A und X

Es folgt die Übertragung des Inhaltes:

<CR> <CR> <LF> TEXT =

TEXT steht hier für die gemeldete Routine oder Sonderwettermeldung METAR oder SPECI.

Abgeschlossen wird die Meldung in jedem Fall durch das Zeichen „=“ (ASCII-Zeichen: 61).

<CR> <CR> <LF>

Die Übertragung endet mit folgender Zeichenkette:

<CR> <CR> <LF> <ETX>

Vollständiges Beispiel:

<SOH> <CR> <CR>

<LF> 012 <CR> <CR>

<LF> SADL31 <SP> EDQM <SP> 050820 <SP> CCA <CR> <CR>

<LF> METAR EDQM COR 050820Z 02021KT 9999 FEW037 10/06 Q1027= <CR> <CR>

<LF> <CR> <CR>

<LF> <ETX>

### 9.8.3.2 File-Konventionen zur Übertragung der Routine und Sonderwettermeldungen MET REPORT / SPECIAL an den DWD

#### Filename MET REPORT / SPECIAL

Im Folgenden wird zuerst der Filename beschrieben, welcher zwingend eingehalten werden muss:

System\_Reporttyp\_\_CCCC\_Reportzeit\_dzg.txt

System:	Systembenennung des sendenden Systems, kann Leerzeichen enthalten
Reporttyp:	MET_REPORT oder SPECIAL
__:	zwei Unterstriche, zukünftige Erweiterung möglich
CCCC:	ICAO-Kennung, siehe ICAO Doc 7910
Reportzeit:	Zeit des gesendeten Reports (MET REPORT / SPECIAL)
dzg:	Datum und Zeitgruppe: YYYYMMDDhhmmss
	YYYY: Jahr, MM: Monat, DD: Tag, hh: Stunde, mm: Minute, ss: Sekunde
.txt	Dateityp, hier Textdatei

Die oben beschriebenen Elemente sind jeweils durch Unterstriche (ASCII-Zeichen: 95) getrennt. Zwischen „Report Typ“ und „CCCC“ sind zwei Unterstriche zu setzen. Dies ist für zukünftige Erweiterungen reserviert.

Beispiel: YOURSYSTEM\_MET\_REPORT\_\_EDLP\_182020\_20181018202001.txt  
YOURSYSTEM\_SPECIAL\_\_EDLP\_160928\_20181016092807.txt

#### Fileinhalt MET REPORT / SPECIAL

<SOH> <CR> <CR> <LF> nnn

<SOH>	Start of Heading, ASCII-Zeichen: 01
<CR>	Carriage Return, ASCII-Zeichen: 13
<LF>	Line Feed, ASCII-Zeichen: 10
nnn	Laufende Nummer zwischen 000 und 999. Nach jeder übertragenen Meldung wird die laufende Nummer um 1 erhöht.

Es folgt der Sendekopf, der den MET REPORT / SPECIAL bezeichnet:

<CR> <CR> <LF> SXDLii <SP> CCCC <SP> YYGGgg (<SP> BBB)

SXDL	Bezeichner des Reports
ii	Zweistellige Produktnummer:
	ii = 31 MET REPORT

oder ii = 32 SPECIAL

<SP> Space, ASCII-Zeichen: 32

CCCC Location indicator des Flugplatzes, siehe ICAO Doc 7910

YYGGggZeitgruppe

YY: Tag des Monats

GGgg: Zeit der Beobachtung in Stunde und Minute (in UTC)

In Deutschland:

GG: Stunde in UTC

gg: Minute des Beobachtungstermins, im METAR: GG:20 und GG:50

SPECI-Meldungen werden asynchron, ereignisgesteuert abgesetzt.

BBB Optionale Kenngruppe

RR<sub>x</sub>: für verspätete Meldungen

CC<sub>x</sub>: für korrigierte Meldungen

Es folgt die Übertragung des Inhaltes:

<CR> <CR> <LF> TEXT =

TEXT steht hier für den gemeldeten MET REPORT oder SPECIAL.

Abgeschlossen wird die Meldung in jedem Fall durch das Zeichen „=" (ASCII-Zeichen: 61).

<CR> <CR> <LF>

Die Übertragung endet mit folgender Zeichenkette:

<CR> <CR> <LF> <ETX>

Vollständiges Beispiel:

<SOH> <CR> <CR>

<LF> 312 <CR> <CR>

<LF> SXDL31 <SP> EDLP <SP> 050820 <CR>

<LF> MET REPORT EDLP 182020Z AUTO WIND RWY 24 TDZ 350/3KT VRB BTN 320/ AND 060/ END

020/4KT VRB BTN 330/ AND 060/ VIS RWY 24 TDZ 10KM MID 10KM END 3000M CLD BKN /// 700FT

OVC /// 900FT T12 DP11 QNH 1025HPA= <CR> <CR>

<LF> <CR> <CR>

<LF> <ETX>

### 9.8.3.3 Übertragungsverfahren

Die vollständigen Routine- und Sonderwettermeldungsfiles werden, aufbauend auf TCP/IP, mit Hilfe des FTP-Übertragungsprotokolls an das DMRZ (Deutsches Meteorologisches Rechenzentrum) des DWD in Offenbach übertragen, von wo aus diese weltweit verbreitet werden (nur METAR), bzw. den notwendigen Qualitätsüberwachungsverfahren innerhalb des DWD unterzogen werden.

Zur Versendung der Routine- und Sonderwettermeldungsfiles an den DWD werden dem Flugplatzbetreiber bzw. Hersteller/Lieferanten des AWOS individuelle Zugangsdaten zur Verfügung gestellt.

#### FTP-Übertragungsprozedur

Um die Routine- und Sonderwettermeldungsfiles über FTP abzusetzen, ist es notwendig die folgende Prozedur durchzuführen.

Die Datei wird in einem Schritt übertragen und gleichzeitig umbenannt. Dem Dateinamen ist ein „.“ (ASCII-Zeichen: 46) voranzustellen:

```
put <filename> .<filename>
```

Beispiel:

```
put YOURSYSTEM_MET_REPORT__EDLP_182020_20181018202001  
.YOURSYSTEM_MET_REPORT__EDLP_182020_20181018202001
```

Diese Methode verhindert, dass während der Dateiübertragung bereits auf die Datei zugegriffen wird.

Ist die Dateiübertragung vollständig abgeschlossen, ist die Datei wieder in den Urzustand umzubenennen:

```
rename .<filename> <filename>
```

Beispiel:

```
rename .YOURSYSTEM_MET_REPORT__EDLP_182020_20181018202001  
YOURSYSTEM_MET_REPORT__EDLP_182020_20181018202001
```

#### 9.8.4 Betriebliche Anforderungen an die Erstellung von Flugplatzwettermeldungen im AWOS\_Auto-Klasse 2-Betrieb

Der Flugwetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> ist auch im AWOS\_Auto-Klasse 2-Betrieb verantwortlich für die Korrektheit der Flugplatzwettermeldungen gemäß Band Obs.

In AWOS\_Auto-Klasse 2 gelten folgende Vorgaben für die Meldungserstellung:

- Zu den Meldeterminen von METAR / MET REPORT ist um HH+45 und HH+15 ein Signalton für den Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> auszugeben.
- Der Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> hat danach 5 Minuten Zeit die Flugplatzwettermeldung zu prüfen und ggf. zu korrigieren. Angaben zu konvektiven und anderen nicht von der Sensorik automatisch zu bestimmenden Wettererscheinungen sind zwingend durch den Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> zu ergänzen. Sollte ein Eingriff des Wetterbeobachters<sup>(m/w/d)</sup> in diesem Zeitraum nicht erforderlich sein, soll die automatische Versendung der Meldungen erfolgen.
- Eine NIL-Meldung ist nicht mehr möglich.
- Sollte ein SPECI / SPECIAL-Kriterium erreicht sein, muss für den Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> ein Signalton ausgegeben werden.
- Der Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> hat danach 2 Minuten Zeit, die SPECI / SPECIAL-Meldung zu prüfen und ggf. zu korrigieren. Angaben zu konvektiven und anderen nicht von der Sensorik automatisch zu bestimmenden Wettererscheinungen sind zwingend durch den Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> zu ergänzen. Sollte ein Eingriff des Wetterbeobachters<sup>(m/w/d)</sup> in diesem Zeitraum nicht erforderlich sein, soll die automatische Versendung der Meldungen erfolgen.
- Bei manuellem Eingriff des Wetterbeobachters<sup>(m/w/d)</sup> muss die Meldung als manuelle Meldung erzeugt werden. Das Schlüsselwort AUTO darf dann nicht mehr in der Meldung enthalten sein.
- Bei Ausfall eines Sensors sind die Regelungen in Abschnitt 9.9 zu beachten.

### 9.9 Ausfälle und Störungen

Sollte die Wetterbeobachtung, die AWOS-Anlage, die Datenübertragung oder die Messung einzelner meteorologischen Parameter ausfallen oder beeinträchtigt werden (z.B. auch durch Hindernisse, Baumaßnahmen oder Jet Blast) so ist umgehend die zuständige Luftfahrtberatungszentrale (LBZ) sowie der lokale Ansprechpartner des Flugverkehrsdienstes/Flugplatzinformationsdienstes zu informieren und der Ausfall bzw. die Störung sowie die daraus resultierenden Maßnahmen genau zu dokumentieren (dies kann z.B. im „Arbeitsplatznachweis Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst“ gemäß Band Pers erfolgen). Diese Dokumentation ist direkt nach Erstellung oder erfolgter Aktualisierung an die zuständige LBZ zu übermitteln. Der am Flugplatz tätige Flugverkehrsdienst veranlasst ggf. ein entsprechendes NOTAM und informiert darüber die zuständige LBZ. Maßnahmen zur Wiederherstellung des Sollzustandes sind vom Flugplatzunternehmer unverzüglich einzuleiten. Ggf. erforderliche Einschränkungen des Flugbetriebes hat der Flugplatzunternehmer in Abstimmung mit dem örtlichen Flugverkehrsdienst zu veranlassen.

#### 9.9.1 Wetterbeobachtung

Sollten zu Beginn des Flugbetriebes am jeweiligen Regionalflugplatz keine Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> für den Wetterbeobachtungsdienst zur Verfügung stehen oder während des Dienstes ersatzlos ausfallen, ist die Erstellung und Verbreitung von Flugplatzwettermeldungen einzustellen und die zuständige LBZ zu informieren.

Vom *Flugverkehrsdienst* können folgende meteorologische Parameter weiter verwendet werden, solange diese automatisch von der meteorologischen Anlage erfasst und auf dem Bildschirm dargestellt oder über die Schnittstelle übertragen werden: Luftdruck, Temperatur, Taupunkt, relative Feuchte, Wind, Sichtweite/RVR. Der Sollzustand ist schnellstmöglich wieder herzustellen und die zuständige LBZ über den Status zu informieren. Ein Übergang zu AWOS\_Auto-Klasse 2 bis 4 ist keine zulässige Ausfalllösung.

### 9.9.2 AWOS

Fällt die gesamte AWOS-Anlage aus, können folgende Parameter i.d.R. noch durch den Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> bestimmt und für den Flugverkehrsdienst verwendet werden: Sichtweite (mit Hilfe von Sichtweitentafeln; die Umrechnung in eine RVR kann für Landungen bei Allwetterflugbetrieb der Betriebsstufe I gemäß ICAO Doc 9365 Appendix E den Allwetterflugrichtlinien (NFL I – 1/99) durchgeführt werden), aktuelles und vergangenes Wetter, Bewölkung und Luftdruck (falls ein separates Kontrollgerät vorhanden ist). Die zuständige LBZ sowie INFOMET-Stelle (siehe Anlage 9.4) sind umgehend zu informieren und vom Flugverkehrsdienst ist ein entsprechendes NOTAM zu verbreiten. Flugplatzwettermeldungen für den betroffenen Flugplatz dürfen nicht verbreitet werden.

### 9.9.3 Datenübertragung

Ist eine Übertragung des METAR an den DWD über den üblichen Datenübertragungsweg nicht möglich, so ist das METAR an die zuständige INFOMET-Stelle (siehe Anlage 9.4) telefonisch, ggfls. nach Abstimmung mit der zuständigen INFOMET-Stelle auch per Fax oder E-Mail zu übermitteln. per E-Mail Heading Verfahren an den DWD zu übermitteln. Das genaue Verfahren wird aus Gründen der Datensicherheit in örtlichen Betriebsabsprachen vereinbart.

Die zuständige LBZ ist in jedem Fall zu informieren. Die Meldetermine sind grundsätzlich einzuhalten und der übliche Datenübertragungsweg ist schnellstmöglich wiederherzustellen.

### 9.9.4 Wind

Bei Ausfällen der Sensorik für Windgeschwindigkeit und -richtung kann in Einzelfällen vorübergehend die Windmessung eines anderen Standortes am Flugplatz (soweit vorhanden) verwendet werden. Ob und unter welchen Randbedingungen dies möglich ist, ist mit der zuständigen LBZ-Leitung abzustimmen, solange dazu nicht bereits vertragliche Regelungen bestehen.

Fallen sämtliche vom DWD zugelassene Windmessungen aus, so dürfen keine Winddaten in Wettermeldungen verbreitet werden (d.h. in der Windgruppe sind eine entsprechende Anzahl von Schrägstrichen zu verschlüsseln) und ein entsprechendes NOTAM muss in Absprache mit der zuständigen LBZ vom Flugverkehrsdienst herausgegeben werden. Ein vollautomatischer Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst der AWOS\_Auto-Klasse 4 kann nicht erfolgen.

### 9.9.5 RVR

Im Falle eines RVR-Ausfalls bei Betriebsstufe I kann für Landungen (nicht für Starts) die ermittelte Sichtweite gemäß ICAO Doc 9365 Appendix E den Allwetterflugrichtlinien (NFL I – 1/99) in eine RVR umgerechnet werden.

Im Falle eines RVR-Ausfalls an der Aufsetzzone bei Betriebsstufe II und III a/b kann vorübergehend ersatzweise die RVR der Pistenmitte verwendet werden; falls bei Pistenlängen von < 2400 m keine RVR auf Höhe der Pistenmitte vorhanden ist, kann die RVR des Pistenendes verwendet werden. Dies ist gemäß den Allwetterflugrichtlinien (NFL I – 1/99) für eine Übergangszeit von maximal 72 h seit Ausfall erlaubt.

Steht für die aktive Schwelle keine RVR zur Verfügung, so ist in Absprache mit der zuständigen LBZ vom Flugverkehrsdienst ein entsprechendes NOTAM zu verbreiten.

#### 9.9.5.1 Umfeldleuchtdichte (ULD)

Fällt die Messung der Umfeldleuchtdichte (ULD) und folglich der zugehörige RVR-Wert aus, so können bei Betriebsstufe I für Landungen (nicht für Starts) gemäß ICAO Doc 9328 folgende typische Werte anstelle der gemessenen ULD für die Berechnung des RVR-Wertes verwendet werden:

Bei Nacht:	ULD=12 cd
In der Dämmerung:	ULD=231 cd
Am normalen Tag:	ULD=3367 cd

#### 9.9.6 Wolkenuntergrenze und -bedeckungsgrad

Fällt das einzige bzw. fallen sämtliche Ceilometer am Flugplatz aus, erfolgt die Bestimmung der Wolkenuntergrenze und des Bedeckungsgrads ausschließlich durch den Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> ohne technische Unterstützung. Die zuständige LBZ ist zu informieren. Ein vollautomatischer Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst der AWOS\_Auto-Klasse 1 bis 3 kann nicht erfolgen.

Für Teilausfälle der Ceilometer im vollautomatischen Betrieb gelten folgende Regelungen:

- Die Wolkengruppe in der METAR- / SPECI-Meldung fällt aus, wenn im zugrundeliegenden 30-Minutenintervall in den ersten 20 Minuten und/oder in den letzten 10 Minuten jeweils weniger als 40% der Messwerte zur Verfügung stehen, die eines der Ceilometer in diesem Zeitraum nominell produzieren würde.
- Die Wolkengruppe in der MET REPORT- / SPECIAL-Meldung fällt aus, wenn im zugrundeliegenden 6-Minutenintervall in den ersten 4 Minuten und/oder in den letzten 2 Minuten jeweils weniger als 50% der Messwerte zur Verfügung stehen, die eines der Ceilometer in diesem Zeitraum nominell produzieren würde.

#### 9.9.7 Temperatur und Taupunkt

Liegt kein Temperatur- und/oder Taupunktwert vor, so dürfen keine Temperatur- und/oder Taupunktangaben in Wettermeldungen verbreitet werden, und in der Temperatur/Taupunktgruppe ist eine entsprechende Anzahl von Schrägstrichen zu verschlüsseln.

Liegt kein Temperaturwert vor, fallen auch die von der AWOS-Anlage ermittelten Luftdruckwerte (QNH u. QFE) aus, da die aktuelle Lufttemperatur in die Berechnung von QFE und QNH einfließt (siehe Abschnitt 7.4). Daher sind bei Ausfall der Temperaturmessung auch die Havarie-Regelungen bezgl. Ausfall der Luftdruckmessung in Abschnitt 9.9.8 zu berücksichtigen.

#### 9.9.8 Luftdruck

Fällt das Barometer der AWOS-Anlage aus bzw. steht kein Luftdruckwert in der Anlage zur Verfügung, kann, falls vorhanden, übergangsweise der Luftdruckwert des vom DWD zugelassenen Kontrollmessgerätes verwendet werden, jedoch für längstens 4 Wochen seit Ausfall. Ein vollautomatischer Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst der AWOS\_Auto-Klasse 4 kann nicht erfolgen.

Fallen sämtliche vom DWD zugelassene Geräte aus oder steht nach 4 Wochen kein Luftdruckwert in der Anlage zur Verfügung, so dürfen keine Luftdruckangaben in Wettermeldungen verbreitet werden, und in der Luftdruckgruppe sind eine entsprechende Anzahl von Schrägstrichen zu verschlüsseln.

---

Die zuständige LBZ ist in jedem Fall zu informieren.

#### **9.9.9 Vollautomatische Bestimmung des Gegenwärtigen Wetters**

Fällt die Sensorik zur Bestimmung des Gegenwärtigen Wetters aus, kann ein vollautomatischer Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst der AWOS\_Auto-Klasse 1 oder 2 nicht erfolgen. Ein Übergang zu AWOS\_Auto-Klasse 3 ist während der Betriebszeiten nicht zulässig. Die zuständige LBZ ist zu informieren.

#### **9.9.10 Vollautomatische Bestimmung der horizontalen Sichtweite**

Fällt einer (oder alle) der erforderlichen Sensoren zur vollautomatischen Bestimmung der horizontalen Sichtweite am Boden aus, kann ein vollautomatischer Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst der AWOS\_Auto-Klasse 1 bis 3 nicht erfolgen. Die zuständige LBZ ist zu informieren.

### **9.10 Archivierung**

Die für den An- und Abflug relevanten flugmeteorologischen Daten sind vor Ort für mindestens drei Monate zu speichern. Dies betrifft sowohl die an die Datenerfassungsanlage übertragenen als auch die am Arbeitsplatz des örtlichen Flugverkehrsdienstes dargestellten meteorologischen Werte.

Die Speicherung der meteorologischen Daten muss mindestens im 60sec-Takt erfolgen.

Darüber hinaus sind sämtliche METAR-, SPECI-, MET REPORT- und SPECIAL-Meldungen vor Ort mindestens drei Monate zu speichern.

Im Falle eines Flugunfalls ~~ist eine unbegrenzte Datensicherung vorzunehmen~~ sind vom AWOS-Verantwortlichen<sup>(m/w/d)</sup> alle zur Verfügung stehenden, aufgezeichneten meteorologischen Daten und Flugplatzwettermeldungen zusätzlich mindestens bis zum Abschluss der Untersuchungen durch die zuständige Behörde zu archivieren.

## 10. Anlagen

	Titel	Stand
10.1	Liste der musterzugelassenen <b>AWOS und Sensoren</b> an Regionalflugplätzen	siehe online-Version
10.2	<b>Anforderungen an die Erfassung und Darstellung der erforderlichen Parameter Genauigkeitsanforderungen</b>	05.09.2019
10.3	Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Sensorik an Regionalflugplätzen	siehe online-Version
10.4	<b>INFOMET-Stellen</b>	entfällt
10.5	Protokoll über die betriebliche Aufsicht an einem Regionalflugplatz	siehe online-Version
10.6	<b>Bescheinigung über die Einweisung in Wartung und Pflege der meteorologischen Sensorik</b>	siehe online-Version
10.7	<b>Prüfvorschrift für Present Weather-Sensoren</b>	05.09.2019
10.8	<b>Prüfverfahren für Algorithmen zur Bestimmung des Wolkenbedeckungsgrades bei einem vollautomatischen Betrieb der AWOS_Auto-Klasse 2</b>	28.08.2019
10.9	<b>Kategorische Gütemaße</b>	09.08.2019
10.10	<b>Gültiges Gegenwärtiges Wetter bei nicht-konvektiven Niederschlägen im vollautomatischen Betrieb der AWOS_Auto-Klasse 2</b>	28.08.2019
10.11	<b>Auszug aus der Preisliste des DWD mit Bezug zu den Flugwetterbetriebsdiensten an Regionalflugplätzen</b>	siehe online-Version

---

**10.1 Liste der musterzugelassenen AWOS und Sensoren an Regionalflugplätzen**

Download der aktuellen Versionen unter:

[http://www.dwd.de/DE/leistungen/lf\\_11\\_flugwetterbetriebsdienste/flugwetterbetriebsdienste\\_node.html](http://www.dwd.de/DE/leistungen/lf_11_flugwetterbetriebsdienste/flugwetterbetriebsdienste_node.html)

## 10.2 Anforderungen an die Erfassung und Darstellung der erforderlichen Parameter

### Umgebungsbedingungen der Sensoren

Einsatztemperaturbereich	-40 °C ... +55 °C
Einsatzfeuchtebereich	0 % ... kondensierend
Bemerkung	Die Einsatzbedingungen gelten für den Einsatz im Außenbereich. Die Auswerteelektronik kann beispielsweise in einem beheizten Anschlusskasten installiert sein.

### Windrichtung

Max. Messunsicherheit	±5°
Messbereich	0 ... 360°
Auflösung	≤ 10°
Abtastrate	≥ 4/s
AWOS-Darstellung	0° ... 360°
Bemerkung	Ausgabe in Zehnerschritten, bei Windstille erfolgt als Ausgabe 0°, bei Nordrichtung 360°.

### Windgeschwindigkeit

Max. Messunsicherheit	±1 kt (±0,5 m/s) bis 10 m/s, darüber ±5 % des Messwertes
Messbereich	0 kt ... 110 kt (0 ... 55 m/s)
Auflösung	≤ 1 kt (0,5 m/s)
Anlaufgeschwindigkeit	≤ 1 kt (≤ 0,5 m/s)
Abtastrate	≥ 4/s
Ausgaberate	≥ 6/min
AWOS-Darstellung	0KT ... 1KT ... 94KT ... 99KT ... P99KT
Bemerkung	AWOS-Ausgabe in 1KT-Schritten, bei Werten über 99 kt wird P99KT oder >99KT angezeigt.

**Sichtweite (MOR)**

	10 m ... 10 000 m : ±10%; > 10 000 m : ±20%
Max. Messunsicherheit	10 m ... 500 m: ±50 m; 500 m ... 2 000 m: ±10 %; 2 000 m ... 10 000 m: ±20 %
Messbereich	10 m ... 10 000 m <sup>20</sup>
Messbereich zur Bestimmung der RVR	10 m ... 2 000 m
Auflösung	1 m
Abtastrate	≥ 6/min
Ausgaberate	≥ 6/min
AWOS-Darstellung	50 m ... 2 000 m / 50 m ... 10 000 m (entsprechend Stufenangaben, siehe Band Obs)
Kontrastschwellwert	0,05 (5 %)

**Umfeldleuchtdichte (ULD)**

Max. Messunsicherheit	10 % über den gesamten Messbereich
Messbereich	4 cd/m <sup>2</sup> ... 30 000 cd/m <sup>2</sup>
Auflösung	1 cd/m <sup>2</sup>
Abtastrate	≥ 1/min
Spektrale Empfindlichkeit	400 nm ... 700 nm

<sup>20</sup> Vereinzelt werden noch Transmissometer verwendet, die diese Anforderung nicht erfüllen. Dies kann zu betrieblichen Einschränkungen führen.

### Wolkenhöhe

Max. Messunsicherheit	33 ft oder 10 % 2% des Messwertes (jeweils der größere Wert)
Messbereich	50 ft ... 25 000 ft
Auflösung	unter 5 000 ft: ≤ 33 ft; über 5 000 ft: ≤ 100 ft
Ausgaberate	≥ 2/min
AWOS-Darstellung	≤ 10 000 ft in 100 ft-Stufen; > 10 000 ft in 1 000 ft-Stufen Kleinsten dargestellter Wert ist abgerundet 0 ft.

### Lufttemperatur

Max. Messunsicherheit, Sensor	0,3 K über den Messbereich
Messbereich	-40 °C ... +45 °C
Auflösung	0,1 °C
Ausgaberate	≥ 6/min
AWOS-Darstellung	-40 °C ... +45 °C
Bemerkung	Ist immer in einer vom DWD zugelassenen Wetterschutzhütte zu installieren (siehe Anlage 10.1). Diese muss zwangsventiliert sein. Die Temperaturwerte werden zum nächstgelegenen ganzen Grad Celsius gerundet, wobei ab einschließlich des 5. Zehntels auf den nächst höheren Grad Celsius (zum Wärmeren) gerundet wird.

### Taupunkttemperatur

Max. Messunsicherheit der relativen Feuchte in %      ±5 % RH über den Messbereich der Taupunkttemperatur

Max. Messunsicherheit der Taupunkttemperatur<sup>21</sup> in K

TT	RH									
	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
-40 °C	5,5	2,6	1,8	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8
-30 °C	6,0	2,8	2,0	1,6	1,3	1,2	1,0	1,0	0,9	0,8
-20 °C	6,5	3,1	2,1	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9
-10 °C	6,9	3,3	2,3	1,8	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
0 °C	7,3	3,5	2,4	1,9	1,6	1,4	1,3	1,1	1,1	1,0
10 °C	7,9	3,7	2,6	2,0	1,7	1,5	1,3	1,2	1,1	1,1
20 °C	8,4	4,0	2,8	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1
30 °C	9,0	4,3	3,0	2,3	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2
40 °C	9,5	4,5	3,1	2,5	2,1	1,8	1,6	1,5	1,3	1,3
50 °C	10,1	4,8	3,3	2,6	2,2	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3

Messbereich (rel. Feuchte)

1 % RH ... 100 % RH

Messbereich (Taupunkttemperatur)

-40 °C ... +45 °C

Auflösung

0,1 °C

Ausgaberate

≥ 6/min

AWOS-Darstellung

-40 °C ... +45 °C

Bemerkung

Bei indirekter Bestimmung des Taupunktes mittels Temperatur- und Feuchtemessung sind die dabei verwendeten Temperatur- und Feuchtesensoren zusammen in derselben Wetzerschutzhütte zu installieren. Die Taupunkttemperaturwerte werden zum nächstgelegenen ganzen Grad Celsius gerundet, wobei ab einschließlich des 5. Zehntels auf den nächst höheren Grad Celsius (zum Wärmeren) gerundet wird.

<sup>21</sup> in Abhängigkeit von der relativen Feuchte RH und der Lufttemperatur TT

## Luftdruck

Max. Messunsicherheit	±0,3 hPa
Messbereich	800 hPa ... 1 100 hPa
Auflösung (QNH zur Kontrolle)	0,1 hPa
Auflösung (QNH, QFE Betrieb)	1 hPa
Ausgaberate	≥ 6/min
AWOS-Darstellung	940 hPa ... 1 060 hPa (QNH)
Bemerkung	Ein Luftdrucksensor sollte immer in Verbindung mit einem statischen Druckeinlass betrieben werden. Vorgaben zu Luftdruckangaben in Zoll Quecksilbersäule (inHg) sind Band Obs zu entnehmen.

## Niederschlagsart und -intensität

Max. Messunsicherheit	Mindestens 68 % aller vom Sensor je Niederschlagsereignis ermittelten Niederschlagssummen dürfen maximal - 75 % bzw. + 100 % vom jeweiligen Referenzwert abweichen (siehe Abschnitt 10.7)
Messbereich	flüssige und feste Niederschlagsarten inkl. Intensitätsstufe (-, [ ], +) sowie Niederschlagsintensität in mm/h gemäß Abschnitt 10.7, 10.10 und Band Obs
Ausgaberate	1/min
AWOS-Darstellung	w'w', siehe Abschnitt 10.7, 10.10 und Band Obs

### Uhrzeit

Max. Messunsicherheit	+/-1 Sekunde
Messbereich	00:00:00 ... 23:59:59
Auflösung	1 Sekunde
Synchronisierung	DCF77, GNSS (z.B. GPS), NTP, SNTP
Einstellbarkeit	Manuell
Bemerkung	Die Uhrzeit wird in UTC angegeben.

### 10.3 Anleitung zur Kontrolle/Prüfung der Sensorik an Regionalflugplätzen

Download der aktuellen Version unter:

[http://www.dwd.de/DE/leistungen/lf\\_11\\_flugwetterbetriebsdienste/flugwetterbetriebsdienste\\_node.html](http://www.dwd.de/DE/leistungen/lf_11_flugwetterbetriebsdienste/flugwetterbetriebsdienste_node.html)

### 10.4 ~~INFOMET-Stellen~~ ENTFÄLLT

	Telefon	Fax
INFOMET Berlin	069 8062-5472	069 8062-5471
INFOMET Hamburg	069 8062-6453	069 8062-6479

### 10.5 Protokoll über die betriebliche Aufsicht an einem Regionalflugplatz

Download der aktuellen Version unter:

[http://www.dwd.de/DE/leistungen/lf\\_11\\_flugwetterbetriebsdienste/flugwetterbetriebsdienste\\_node.html](http://www.dwd.de/DE/leistungen/lf_11_flugwetterbetriebsdienste/flugwetterbetriebsdienste_node.html)

### 10.6 Bescheinigung über die Einweisung in Wartung und Pflege der meteorologischen Sensorik

Download der aktuellen Version unter:

[http://www.dwd.de/DE/leistungen/lf\\_11\\_flugwetterbetriebsdienste/flugwetterbetriebsdienste\\_node.html](http://www.dwd.de/DE/leistungen/lf_11_flugwetterbetriebsdienste/flugwetterbetriebsdienste_node.html)

### 10.7 Prüfvorschrift für Present-Weather-Sensoren

Zur Musterzulassung eines Present-Weather-Sensors (PWS) erfolgt eine Prüfung des jeweiligen Sensors im Freien an einer Wetterwarte des DWD. Für die Erstellung eines Referenzdatensatzes werden Beginn und Ende von Niederschlagsereignissen bzw. niederschlagsfreien Zeiten durch UND-Verknüpfung der Messungen eines empfindlichen, optischen Niederschlagsmelders und den Angaben amtlicher Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> ermittelt. Alle Daten des Prüflings und der Referenz werden mit einer Auflösung von einer Minute erfasst. Die Daten der Minute vor und der Minute nach einer Zustandsänderung der Referenz werden verworfen, um der nicht-synchronisierten Datennahme von Referenz und Prüfling Rechnung zu tragen. Dadurch ist sichergestellt, dass nur zweifelsfreie Niederschlagsereignisse bzw. niederschlagsfreie Zeiten für die Auswertung herangezogen werden.

Die Niederschlagsart wird durch die amtlichen Wetterbeobachter<sup>(m/w/d)</sup> bestimmt und in Form eines ww-Codes dokumentiert. Die Zuordnung der ww- und w<sub>a</sub>w<sub>a</sub>-Codes zu den jeweiligen Niederschlagsarten ist in Tabelle 1 aufgeführt. Im Rahmen der Prüfung gilt eine Niederschlagsart als korrekt erkannt, wenn der Prüfling einen der in der letzten Spalte genannten w'w'-Codes ausgibt. Wird ein entsprechender Code ausgegeben, ohne dass die Referenz ein zugehöriges Ereignis gemeldet hat, zählt dies als Fehlalarm (siehe „False Alarm Rate“ (FAR) in Anlage 10.9).

Tabelle 1: Für AWOS\_Auto-Klasse 2 zu prüfende übergeordnete Niederschlagsarten und Zuordnung der ww- und w<sub>a</sub>w<sub>a</sub>- bzw. w'w'-Codes zu den zugehörigen vom Prüfling auszugebenden w'w'-Codes. Aufgrund möglicher Mehrdeutigkeiten der Referenzdaten werden einige Ereignisarten in der Musterzulassungsprüfung nicht betrachtet (die entsprechenden Ereignisminuten werden vor der Auswertung aus dem Prüfdatensatz entfernt).

Niederschlagsart	ww-Codes Tab 4677 (Referenz)	Bei der Prüfung nicht betrachtete Ereignisse (ww-Codes der Referenz)	w <sub>a</sub> w <sub>a</sub> -Codes Tab. 4680 (Prüfling)	w'w'-Codes Tab. 4678 (Prüfling)
Niederschlag (fest oder flüssig, ohne Graupel und Hagel)	50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 91, 92, 95, 97	87, 88, 89, 90, 93, 94, 96, 99	50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78	DZ, RA, SN, PL, UP  und alle Kombi- nationen aus diesen Nieder- schlagsarten, ggf. in Kombina- tion mit dem Deskriptor FZ

Niederschlagsart	ww-Codes Tab 4677 (Referenz)	Bei der Prüfung nicht betrachtete Ereignisse (ww-Codes der Referenz)	w <sub>a</sub> w <sub>a</sub> -Codes Tab. 4680 (Prüfling)	w'w'-Codes Tab. 4678 (Prüfling)
Flüssige Niederschläge	50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 80, 81, 82, 91, 92	68, 69, 83, 84, 87, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 99	50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66	DZ, RA, RADZ, FZDZ, FZRA
Feste Niederschlä- ge (ohne Graupel und Hagel)	68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 83, 84, 85, 86	87, 88, 89, 90, 93, 94, 95, 96, 97, 99	67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78	SN, SNRA, PL

Um statistisch aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, wird je Niederschlagsart eine bestimmte Anzahl an Ereignisminuten benötigt. Die Messzeit für die Musterzulassung ist somit variabel und endet, sobald die Referenz die jeweils benötigte Anzahl an Messwerten erfasst hat. Die erforderliche Mindestanzahl an Minutenwerten sowie die zu erreichenden kategorischen Gütemaße für die einzelnen Niederschlagsarten sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Geforderte Kategorische Gütemaße (siehe Anlage 10.9) der einzelnen Niederschlagsarten. Für die Zulassungsprüfung muss die Referenz je Niederschlagsart mindestens die aufgeführte Anzahl an Minutenwerten registriert haben.

Niederschlagsart	POD	FAR	Mindestanzahl Minutenwerte
Niederschlag (fest oder flüssig)	≥ 0,80	≤ 0,20	10000
Flüssige Nieder- schläge	≥ 0,85	≤ 0,30	5000
Feste Niederschläge	≥ 0,75	≤ 0,30	5000

Die Intensitätsangaben des Sensors, und die daraus abgeleiteten, vom Prüfling ausgegebenen Intensitätsstufen (-, [ ], +), werden durch den Vergleich der Niederschlagssummen pro Niederschlagsereignis mit dem Referenz-Niederschlagsmesser des DWD verifiziert. Für den Vergleich werden nur Niederschlagsereignisse ohne Unterbrechungen herangezogen, die länger als 10 Minuten andauern und bei denen das 10-Minuten-Mittel der Windgeschwindigkeit einen Wert von 5 m/s nicht übersteigt. Niederschlagsereignisse mit einer durchschnittlichen Intensität von  $< 0,1$  mm/h werden nicht betrachtet. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn mindestens 68 % aller vom Prüfling je Niederschlagsereignis ermittelten Niederschlagssummen maximal  $- 75$  % bzw.  $+ 100$  % vom jeweiligen Referenzwert abweichen.

## 10.8 Prüfverfahren für Algorithmen zur Bestimmung des Wolkenbedeckungsgrades bei einem vollautomatischen Betrieb der AWOS\_Auto-Klasse 2

Für die Musterzulassung wird die Einhaltung der grundlegenden Anforderungen aus Abschnitt 5.3.3 geprüft.

Als Konfiguration wird ein Ein-Bahn-System zugrunde gelegt. Mittels einer Sensorsimulationsanlage im DWD-Testlabor werden den Algorithmen der AWOS-Anlagen verschiedene Zeitreihen mit synthetischen Ceilometer-Datensätzen in Echtzeit bereitgestellt. Die Algorithmen sollen daraus die jeweiligen Wolkenbedeckungsgrade in den Stufen NCD, FEW, SCT, BKN und OVC ermitteln und die zugehörigen Höhen der Wolkenuntergrenzen ausgeben.

Jede Zeitreihe stellt ein Wolkenszenario dar, dessen Bedeckungsgrade für METAR und MET REPORT berechnet wurden und somit die Referenzwerte für den Vergleich mit den Ausgabewerten der Wolkenalgorithmen darstellen.

## 10.9 Kategorische Gütemaße

Kategorische Gütemaße: Zur Bewertung der Trefferquoten bzw. der Anzahl der Fehllarme bei der Erkennung verschiedener Niederschlagsarten werden die kategorischen Gütemaße POD und FAR verwendet. Die im Folgenden verwendeten Variablen (a, b, c, d) sind in nachfolgender Tabelle definiert.

Tabelle 3: Definition der verwendeten Variablen a, b, c und d

	Referenz: Ereignis JA	Referenz: Ereignis NEIN
Prüfling: Ereignis JA	a: korrekte Treffer	b: Fehllarme
Prüfling: Ereignis NEIN	c: verpasste Ereignisse	d: korrekte Negativaussagen

POD: Die „Probability of Detection“ (Detektionswahrscheinlichkeit) ist definiert als

$$\text{POD} = \frac{a}{a + c}$$

und gibt den Anteil der von der Referenz beobachteten Ereignisse an, der vom Prüfling korrekt registriert wurde. Der Wertebereich der POD geht von 0 bis 1, wobei 1 (bzw. 100 %) bedeutet, dass der Prüfling alle von der Referenz beobachteten Ereignisse erkannt hat.

FAR: Die „False Alarm Ratio“ (Fehlalarmrate) ist definiert als

$$\text{FAR} = \frac{b}{a + b}$$

und gibt den Anteil der vom Prüfling ausgegebenen positiven Meldungen an, die von der Referenz nicht bestätigt wurden. Der Wertebereich der FAR geht von 0 bis 1, wobei 0 (bzw. 0 %) bedeutet, dass der Prüfling in Bezug auf die Referenz keine Fehllarme ausgegeben hat.

**10.10 Gültiges Gegenwärtiges Wetter bei nicht-konvektiven Niederschlägen im vollautomatischen Betrieb der AWOS\_Auto-Klasse 2**

	möglich gemäß WMO-Tab. 4678	Gültiges Gegenwärtiges Wetter gemäß DWD-Vorgaben
Wettererscheinung	w`w`	w`w`
Sprühregen mit Regen	(-, [, +) DZRA	(-, [, +) <b>RADZ</b>
Sprühregen mit Schnee	(-, [, +) DZSN	(-, [, +) <b>SNRA</b>
Sprühregen mit Schneegriesel	(-, [, +) DZSG	(-, [, +) <b>SNRA</b>
Sprühregen mit Eiskörnern	(-, [, +) DZPL	(-, [, +) <b>PL</b>
Gefrierender Schneeregen bei dem der Regenanteil überwiegt	(-, [, +) FZRASN	(-, [, +) <b>FZRA</b>
Gefrierender Schneeregen bei dem der Schneeanteil überwiegt	(-, [, +) FZSNRA	(-, [, +) <b>FZRA</b>
Gefrierender Sprühregen mit Regen	(-, [, +) FZDZRA	(-, [, +) <b>FZRADZ</b>
Schneeregen bei dem der Regenanteil überwiegt	(-, [, +) RASN	(-, [, +) <b>SNRA</b>
Schneegriesel	(-, [, +) SG	(-, [, +) <b>SN</b>
Schnee mit Schneegriesel	(-, [, +) SNSG	(-, [, +) <b>SN</b>
Schneegriesel mit Schnee	(-, [, +) SGSN	(-, [, +) <b>SN</b>
Regen mit Schneegriesel	(-, [, +) RASG	(-, [, +) <b>SNRA</b>
Schneegriesel mit Regen	(-, [, +) SGRA	(-, [, +) <b>SNRA</b>
Schneegriesel mit Sprühregen	(-, [, +) SGDZ	(-, [, +) <b>SNRA</b>

	möglich gemäß WMO-Tab. 4678	Gültiges Gegenwärtiges Wetter gemäß DWD-Vorgaben
Wettererscheinung	w`w`	w`w`
Schneegriesel mit Eiskörnern	(-, [], +) SGPL	(-, [], +) <b>SN</b>
Regen mit Eiskörnern	(-, [], +) RAPL	(-, [], +) <b>PL</b>
Eiskörner mit Schnee	(-, [], +) PLSN	(-, [], +) <b>SN</b>
Eiskörner mit Regen	(-, [], +) PLRA	(-, [], +) <b>PL</b>
Eiskörner mit Sprühregen	(-, [], +) PLDZ	(-, [], +) <b>PL</b>
Eiskörner mit Schneegriesel	(-, [], +) PLSG	(-, [], +) <b>SN</b>
Schnee mit Sprühregen	(-, [], +) SNDZ	(-, [], +) <b>SNRA</b>
Schnee mit Eiskörnern	(-, [], +) SNPL	(-, [], +) <b>SN</b>

**Hinweise:**

- 1) In Abweichung zu Band Obs 2.0 sind die Wettererscheinungen UP (unbekannter Niederschlag) sowie FZUP (unbekannter gefrierender Niederschlag) im vollautomatischen Betrieb der AWOS\_Auto-Klasse 2 zulässig.
- 2) In Abweichung zu Band Obs 2.0 ist die automatische Bestimmung der gefrierenden Niederschläge FZRA, FZDZ, FZRADZ, sowie die automatische Bestimmung von PL (Eiskörnern) im vollautomatischen Betrieb der AWOS\_Auto-Klasse 2 zulässig.

---

**10.11 Auszug aus der Preisliste des DWD mit Bezug zu den Flugwetterbetriebsdiensten an Regionalflugplätzen**

Download der aktuellen Version unter:

[http://www.dwd.de/DE/leistungen/lf\\_11\\_flugwetterbetriebsdienste/flugwetterbetriebsdienste\\_node.html](http://www.dwd.de/DE/leistungen/lf_11_flugwetterbetriebsdienste/flugwetterbetriebsdienste_node.html)