

DWD

Sensorik und Systeme für den Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst

Handbuch zur *Richtlinie Flugwetterdienste*¹ - Band Tech

Stand: 16.02.2015
Version 1.0

Erstellt: Felix Salzinger, TI23 Kai Jellinghaus, WV22	Geprüft: Dr. Eckhard Lanzinger, WV2 Dr. Christoph Leifeld, WV22 Dr. Bernd Mergardt, TI23 Dr. Mario Schewski, TI23	Freigabe nach Mitzeichnung: Dr. Christoph Leifeld, WV2 i.V.
		Datum: 16.02.2015

¹ 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

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines	6
2.	Wind.....	7
2.1	Einleitung.....	7
2.2	Messmethoden	7
2.3	Algorithmen.....	8
2.3.1	Mittelwertbildung Windgeschwindigkeit.....	8
2.3.2	Mittelwertbildung Windrichtung	8
2.3.3	Extremwertberechnung Windgeschwindigkeit	9
2.3.4	Extremwertberechnung Windrichtung	9
2.4	Fehlerquellen und Wartung	10
2.5	Kalibrierung und Wartung	10
2.6	Messort	11
3.	Sicht und Sichtweite.....	11
3.1	Einleitung / Allgemeines.....	11
3.1.1	Horizontale Sicht	12
3.1.2	Horizontale Sichtweite	12
3.1.3	Meteorologische Sichtweite (MOR).....	12
3.1.4	Pistensichtweite (RVR)	12
3.2	Messmethoden	13
3.3	Algorithmen.....	14
3.3.1	Algorithmus zur Berechnung der Meteorologischen Sichtweite (MOR).....	14
3.3.2	Algorithmus zur Berechnung der Sichtweite	15
3.3.2.1	Mittelwertbildungen der Sichtweiten-Werte	16
3.3.2.2	Bestimmung der vorherrschenden horizontalen Sichtweite	16
3.3.2.3	Bestimmung der minimalen horizontalen Sichtweite	17
3.3.2.4	Richtung der minimalen horizontalen Sichtweite	17
3.3.3	Algorithmus zur Berechnung der Pistensichtweite (RVR)	17
3.3.3.5	Bestimmung des Schwellwertes der Beleuchtungsstärke E_t	18
3.3.3.6	Berechnung der Pistensichtweite RVR aus der Feuersichtweite R	19
3.3.3.7	Mittelwertbildungen der RVR-Werte	20
3.4	Fehlerquellen.....	20
3.5	Kalibrierung und Wartung	21
3.6	Messort	21
4.	Bewölkung.....	22
4.1	Einleitung/Allgemeines	22
4.2	Messmethoden	22
4.2.1	Wolkenuntergrenze.....	22
4.2.2	Vertikalsicht	23

4.3	Fehlerquellen.....	23
4.4	Kalibrierung und Wartung	23
4.5	Messort	24
5.	Temperatur und Taupunkttemperatur	24
5.1	Einleitung/Allgemeines	24
5.2	Messmethoden	24
5.2.1	Widerstandsthermometer	24
5.2.2	Kapazitive Hygrometer	25
5.3	Algorithmen und Ausgabeformat.....	25
5.3.1	Mittelwertbildung Temperatur und Taupunkttemperatur	26
5.4	Fehlerquellen.....	26
5.5	Kalibrierung und Wartung	27
5.6	Messort	27
6.	Luftdruck	28
6.1	Einleitung/Allgemeines	28
6.2	Luftdruckmessung an der AWOS-Anlage	28
6.3	Kontrollmessung des Luftdruckes	28
6.3.1	Kontinuierliche Kontrollmessung	28
6.3.2	Tägliche Kontrollmessung	29
6.4	Algorithmen und Ausgabeformat.....	30
6.4.1	Besonderheiten bei der Luftdruckmessung per Tripelsensor	30
6.4.2	Berechnungsvorschrift zur QFE-Bestimmung	31
6.4.3	Berechnungsvorschrift zur QNH-Bestimmung.....	31
6.5	Besonderheiten bei der Kontrollmessung per Quecksilberbarometer	32
6.6	Kalibrierung und Wartung	32
7.	Besonderheiten an internationalen Verkehrsflughäfen	32
8.	Besonderheiten an Regionalflughäfen	33
8.1	Musterzulassung von Sensoren.....	34
8.1.1	Prüfverfahren und Dauer	35
8.2	Musterzulassung und Abnahme von AWOS-Anlagen	35
8.2.1	Musterzulassung (Erstabnahme)	35
8.2.2	Installation eines bereits erstabgenommenen AWOS an einem Regionalflughafen....	36
8.2.3	Abnahme von AWOS-Änderungen (Modifikation der bestehenden Mess- und Datenverarbeitungstechnik)	36
8.2.4	Prüfung der Flugplatzkonfiguration mit der bereitgestellten Musteranlage im Labor.	37
8.2.4.1	Bereitzustellende Komponenten, Systeme, Unterlagen und Dokumente.....	37
8.2.5	Prüfung der meteorologischen Anlage am Flugplatz vor Ort.....	39
8.2.6	Kosten für Musterzulassung/Abnahme	40

8.2.7	Erlöschen von Musterzulassungen	40
8.3	Genehmigungsverfahren für einen automatischen Flughafenwettermeldebetrieb	40
8.3.1	Genehmigungsverfahren für den AWOS_Auto-Klasse 3-Betrieb	41
8.3.1.1	Antragstellung beim DWD.....	41
8.3.1.2	Einreichung der technischen Unterlagen beim DWD	41
8.3.1.3	Ergänzung zur Musterzulassung und Konfigurationsprüfung	43
8.3.1.4	Anpassung der AWOS-Betriebsunterlagen	43
8.3.1.5	Notification of Change (NoC) beim BAF	43
8.3.1.6	Genehmigung des AWOS_Auto-Klasse 3-Betriebes.....	44
8.3.2	Genehmigungsverfahren für den AWOS_Auto-Klasse 2-Betrieb	44
8.3.3	Genehmigungsverfahren für den AWOS_Auto-Klasse 1-Betrieb	44
8.4	Technische Aufsicht.....	44
8.5	Betriebliche Aufsicht	45
8.6	Schnittstellen zu nicht-meteorologischen Systemen	45
8.7	Wartung und Pflege der Sensorik.....	46
8.8	AWOS-Betrieb.....	46
8.9	Ausfälle und Störungen	47
8.9.1	Wetterbeobachtung	47
8.9.2	AWOS	47
8.9.3	Datenübertragung	47
8.9.4	Wind	47
8.9.5	RVR.....	48
8.9.6	Wolkenuntergrenze.....	48
8.9.7	Temperatur und Taupunkt.....	48
8.9.8	Luftdruck.....	48
8.10	Archivierung	49
9.	Anlagen	49
9.1	Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflughäfen.....	50
9.2	Genauigkeitsanforderungen	54
9.3	Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Wettersensorik an Regionalflughäfen.....	59
9.4	INFOMET-Stellen.....	64
9.5	Protokoll über die betriebliche Aufsicht an einem Regionalflughafen	65

1. Allgemeines

Zweck:

Dieses Handbuch (Band Tech) ist die detaillierte Beschreibung der Geräte 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 Flughäfen 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. 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 elektronisch dargestellt werden. Handeingaben zur Erstellung der Routine- und Sonderwettermeldungen METAR/SPECI erfolgen über ein Eingabeterminal.

Das mit Flugsicherungsaufgaben betraute Personal im Tower ist nicht nur permanent mit den erforderlichen Daten für Start und Landung gemäß den ICAO-Vorgaben zu versorgen, sondern aktuell auch mit allen METAR/SPECI-Informationen. Dafür haben die bereitgestellten meteorologischen Anlagen (im Folgenden auch AWOS (Automated Weather Observing System) oder AWOS-Anlagen genannt) maßgeschneiderte technische Schnittstellen, an denen meteorologische Daten an nicht-meteorologische Flugsicherungsorganisationen abgegeben werden können. An Flugplätzen der Kategorien Met II 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, an Flugplätzen der Kategorie MET III sowohl dem MET-Provider als auch dem Flugplatzinformationsdienst.

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 (Windspitze und Minimum)

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

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 übermittelt. Für deren Umsetzung sind die Flugverkehrsdienste zuständig.

2.2 Messmethoden

Windmessungen für den Flugbetrieb an einem Flugplatz werden grundsätzlich mit Hilfe von Anemometern durchgeführt. Die meistgebräuchlichen Anemometer sind Schalensternanemometer, aus deren Rotationsgeschwindigkeit die Windgeschwindigkeit abgeleitet werden kann. Sie werden in Verbindung mit Windfahnen zur Messung der Windrichtung verwendet.

Weiterhin werden zur Windmessung Ultraschallanemometer verwendet, die anhand der Laufzeitunterschiede von Ultraschallpulsen die Windgeschwindigkeit und Windrichtung bestimmen.

Welche Sensoren zur Windmessung zugelassen sind, ist der Liste musterzugelassener Sensoren an Regionalflughäfen in Anlage 9.1 zu entnehmen.

2.3 Algorithmen

Es müssen folgende Windgrößen berechnet werden:

- ff
 - skalares Mittel der Windgeschwindigkeit über 3 Sekunden
 - skalares Mittel der Windgeschwindigkeit über 10 Minuten, oder verkürztes Mittelungsintervall bei markanten Änderungen (siehe Band Obs, Abschnitt 1.3.5)
 - skalares Mittel der Windgeschwindigkeit über 2 Minuten
- dd
 - vektorielles Mittel der Windrichtung über 3 Sekunden
 - vektorielles Mittel der Windrichtung über 10 Minuten, oder verkürztes Mittelungsintervall bei markanten Änderungen (siehe Band Obs, Abschnitt 1.3.5)
 - vektorielles Mittel der Windrichtung über 2 Minuten
- ff_{\min}, ff_{\max} Extremwerte der Windgeschwindigkeit im Mittelungsintervall (2 bzw. 10 Minuten)
- α_l, α_r 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 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 $\bar{\alpha}$ ist die obige Gleichung für $\bar{U}_y = 0$ nicht anwendbar.

Auch für $\bar{U}_y \neq 0$ ist der für $\bar{\alpha}$ 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 $\bar{\alpha}$ die folgenden Sonderfälle in der aufgeführten Reihenfolge zu beachten und umzusetzen; trifft eine Bedingung zu, sind die nachfolgenden Bedingungen ohne Relevanz:

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

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

4. falls $\bar{U}_y < 0$: erhöhe $\bar{\alpha}$ um 180° ,
5. falls $\bar{U}_y > 0$ und $\bar{U}_x < 0$: erhöhe $\bar{\alpha}$ um 360° ,
6. in allen anderen Fällen: lasse $\bar{\alpha}$ 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 α_i und Windgeschwindigkeit ff_i mit $i=1 \dots N$ ($N \geq 1$) vorliegen und $\bar{\alpha}$ der Mittelwert der Windrichtung über die N Werte der Windrichtung ist, berechnet sich der **Extremwert rückdrehend (linksdrehend)** α_l der Windrichtung aus dem betrachteten Zeitintervall nach folgender Formel:

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

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 rechtehend (rechtsdrehend)** der Windrichtung α aus dem betrachteten Zeitintervall berechnet sich aus den einzelnen Werten α_i der Windrichtung und dem Mittelwert $\bar{\alpha}$ 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 $0^\circ/360^\circ$ (Nord) ist auch hier vor Durchführung der Minimum-Bildung noch der sog. Nordsprung per Fallunterscheidung zu berücksichtigen.

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.

Die Kalibrierintervalle gemäß Tabelle „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflughäfen“ in Anlage 9.1 dieses Handbuchs sind zu beachten.

2.5 Kalibrierung und Wartung

Sämtliche Sensoren zur Windmessung 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 Regionalflughäfen“ in Anlage 9.1 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. Anlage 9.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Wettersensorik an Regionalflughäfen“ ist weiterhin anzuwenden.

2.6 Messort

Sensoren zur Windmessung sind gemäß Richtlinie Flugwetterdienste, Anlage II 1.3 zu installieren. 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.

Der Wind ist eine stark veränderliche Kenngröße. Aus diesem Grunde existieren unterschiedliche Anforderungen an den Messort der Sensoren, die für METAR/SPECI und 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 Handbuch Flugwetterdienste, Kapitel 1.3).

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

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 nach Sichtflugregeln (VFR-Flüge) haben.

Für die Luftfahrt werden die Größen

- Horizontale Sichtweite am Boden
- Meteorologische Sichtweite (MOR)
- Pistensichtweite (RVR)

bereitgestellt.

3.1.1 Horizontale Sicht

Die horizontale Sichtweite am Boden wird vom Flugwetterbeobachter 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 Sichtweite 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 Flughafenbezugspunkt (Airport Reference Point - ARP) mit einem Radius von 8 km begrenzt wird.

Algorithmen zur Bestimmung der horizontalen Sichtweite am Boden dürfen nur im AUTOMETAR-Betrieb eingesetzt werden, sofern für das System und den Sichtweitenalgorithmus eine entsprechende Zulassung des DWD vorliegt. Die automatische Bestimmung der Sichtweite muss gemäß der Vorgabe in ICAO Doc 9837 ausgeführt sein. Automatisch ermittelte Sichtweiten (auch ohne Zulassung) dürfen nur zur Unterstützung in flugmeteorologischen Systemen implementiert sein.

3.1.2 Horizontale Sichtweite

Im DWD wird mit „Sichtweite“ 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. In automatischen Flughafenwettermeldungen 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 getübter Atmosphäre der Leuchtdichtekontrast (die relative Leuchtdichtedifferenz, Kontrastschwellenwert) zu der Umgebung des Sichtzieles den Wert $\epsilon = 0,05$ annimmt. Bei diesem Kontrastschwellenwert kann ein geübter, normalsichtiger Beobachter ein geeignetes Sichtziel seiner Form und Art nach gerade noch erkennen. Die MOR ist helligkeitsunabhängig und darf nur mit geeigneten Sichtweitenmessgeräten gemessen werden, die vom DWD zugelassen sind.

Der Messbereich, den Sensoren zur Messung der MOR abdecken müssen, ist der Tabelle „Genauigkeitsanforderungen“ in Anlage 9.2 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 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. Mittellinienbefehung dieser Piste erkennen kann.

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

Die Umfeldleuchtdichte (Hintergrundhelligkeit) wird mit Umfeldleuchtdichtesensoren erfasst. Für die RVR-Berechnung wird grundsätzlich der Maximalwert der Lichtstärke der Landebahnbeleuchtung verwendet. Das Berechnungsverfahren (siehe Abschnitt 3.3.2) legt 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 Landebahnbeleuchtung 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 Regionalflughäfen ist Anlage 9.1 zu entnehmen. Nicht alle auf dem Markt erhältlichen Sensoren weisen die gleichen Messunsicherheiten auf. Grundsätzlich ist jedes Messgerät, welches nach dem Vorwärtsstreulichtprinzip arbeitet, mit einem Transmissometer zu vergleichen. ICAO Doc 9328 beschreibt die zu verwendende Vorgehensweise.

Alle gegenwärtigen Sichtweitesensoren messen den Extinktionskoeffizienten (σ) 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 Vorwärtsstreulichtmessgerät zum Einsatz, erfolgt die Streulichtmessung in einem vergleichsweise kleinen Messvolumen von einigen cm^3 , da Sender und Empfänger in einem Abstand von etwa 1 m unter einem Winkel von etwa 42° auf das Messvolumen ausgerichtet sind.

Es ist mit beiden Verfahren möglich, repräsentative meteorologische Sichtweiten in einem 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 Atmosphäre erzeugt allerdings zeitlich stärker variierende Messwerte, die jedoch durch die zeitliche Mittelung über 1 Minute und 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 Umfeldleuchtdichtesensors, dessen Photodiode im Brennpunkt einer Linse mit 5° bis 10° Öffnungswinkel angebracht ist. Die spektrale Empfindlichkeit des Sensors muss an diejenige des menschlichen Auges angepasst sein.

3.3 Algorithmen

3.3.1 Algorithmus zur Berechnung der Meteorologischen Sichtweite (MOR)

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

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

mit

- σ = Extinktionskoeffizient [m^{-1}],
- MOR = Meteorologische Sichtweite [m],
- ε = 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 zu mitteln. Welcher Zeitraum bei welcher Meldungsart (METAR, SPECI, MET REPORT, SPECIAL) zu verwenden ist, kann dem Handbuch-Band Obs „Wettermeldungen für die Luftfahrt“ 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 arithmetischen 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

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

3.3.2 Algorithmus zur Berechnung der Sichtweite

Die Sichtweite wird grundsätzlich aus folgenden Messgrößen und Konstanten berechnet:

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

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.

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 abubrechen 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.

3.3.2.1 Mittelwertbildungen der Sichtweiten-Werte

Die errechneten Einzelwerte der Sichtweite sind über einen bestimmten Zeitraum harmonisch zu mitteln. Welcher Zeitraum bei welcher Meldungsart (METAR, SPECI, MET REPORT, SPECIAL) zu verwenden ist, kann dem Handbuch-Band Obs „Wettermeldungen für die Luftfahrt“ entnommen werden. 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

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

Welche Stufung der Sichtweite zu verwenden ist, kann dem Band „Wettermeldungen für die Luftfahrt“ entnommen werden.

3.3.2.2 Bestimmung der vorherrschenden horizontalen Sichtweite

An Flugplätzen der MET-Kategorien I bis III muss im Bereich jeder Anflugschwelle ein Sichtweitemessgerät vorhanden sein.

Da der METAR / SPECI nicht für einzelne Landebahnen gilt, sondern für den gesamten Flugplatz repräsentativ sein soll, ist auch die Prevailing Visibility als repräsentativ für den gesamten Flugplatz zu bestimmen. Zur Bestimmung einer vorherrschenden horizontalen Sichtweite müssen daher die Messwerte von mindestens 2 Sichtweitemessgeräten 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.

3.3.2.3 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 Prevailing Visibility abweicht und weniger als 1 500 m oder
- 2) weniger als 50% des Medians der Prevailing Visibility und weniger als 5 km beträgt.

Ist mindestens eines dieser beiden Kriterien erfüllt, so ist im METAR / SPECI die minimale horizontale Sichtweite automatisch auszugeben.

3.3.2.4 Richtung der minimalen horizontalen Sichtweite

Im automatischen Betrieb wird die Richtung der minimalen horizontalen Sichtweite nicht ermittelt und daher als // ausgegeben.

3.3.3 Algorithmus zur Berechnung der Pistensichtweite (RVR)

Die Pistensichtweite wird grundsätzlich 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:

Größe	Name	Gewinnung der Daten
ULD	Umfeldleuchtdichte	Messwert, s.o., ggf. zeitlich zu mitteln, so dass die 90%-Zeit 2 bis 5 min beträgt
E_t	Schwellenwert der Beleuchtungsstärke	zu berechnen, Verfahren s.u.
I_M	Lichtstärke der Mittellinienfeuer	flugplatzspezifische Konstante; Zahlenwert entspricht 50% des aus dem Lichtstärkediagramm (Isocandeladiagramm) der eingesetzten Mittellinienfeuer (dort: "ICAO min. average") zu entnehmenden Lichtstärkewertes
I_R	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
RVR	Pistensichtweite (Runway Visual Range)	zu berechnen, Verfahren s.u.
R	Feuersichtweite	zu berechnen, Verfahren s.u.
R_M	Grenzsichtweite Mittellinienfeuer (maximaler Wert der Feuersichtweite, bis zu dem diese ausschließlich aufgrund der Lichtstärke der Mittellinienfeuer berechnet wird)	flugplatzspezifische Konstante; Zahlenwert: 200 m
R_R	Grenzsichtweite Randfeuer (minimaler Wert der Feuersichtweite, ab der diese ausschließlich aufgrund der Lichtstärke der Randfeuer berechnet wird)	flugplatzspezifische Konstante; Zahlenwert: 550 m
MOR	Meteorologische Sichtweite (Meteorological Optical Range)	Messwert, s.o.
ε	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.

3.3.3.5 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/m², B: ULD = 1 000 cd/m² und C: ULD = 12 000 cd/m² näherungsweise beschrieben:

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

3.3.3.6 Berechnung der Pistensichtweite RVR aus der Feuersichtweite R

Die nachfolgenden Gleichungen sind mathematische Beziehungen zur Bestimmung der Feuersichtweite R. MOR steht dabei stets für die gemessene meteorologische Sichtweite.

Aus dem Gesetz nach Allard

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

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

ergibt sich:

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

Nach der Feuersichtweite R aufgelöst erhält man

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

Die Feuersichtweite R lässt sich rekursiv bestimmen:

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

wobei als Startwert $R_0 = MOR$ eingesetzt wird. Wenn gilt: $R_1 < MOR$, ist die weitere Berechnung abzubrechen und $R = MOR$ zu setzen. Anderenfalls lautet das Abbruchkriterium:

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

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

Gemäß ICAO Doc 9328 soll für RVR-Werte unter 200 m die Bestimmung der Feuersichtweite unter Verwendung der Lichtstärke der Mittellinienfeuer erfolgen, d.h. im Bereich $R \leq R_M$ ist I durch I_M zu ersetzen.

Für RVR-Werte über 550 m ist die Randlinienbefeuering zur Berechnung der Feuersichtweite zu verwenden, d.h. im Bereich $R \geq R_R$ ist I durch I_R zu ersetzen.

Im Übergangsbereich mit RVR-Werten zwischen 200 m und 550 m ist eine mittlere reduzierte Lichtstärke der Mittellinien- bzw. Randfeuer zu verwenden. Für den Übergangsbereich $R_M < R < R_R$ ist daher die nachfolgende Mittelungsformel anzuwenden, wobei die lineare Beziehung zwischen MOR und R ausgenutzt wird:

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

Die RVR ist definiert als

$$RVR = \max(R, MOR)$$

3.3.3.7 Mittelwertbildungen der RVR-Werte

Die errechneten Einzelwerte der RVR sind über einen bestimmten Zeitraum harmonisch zu mitteln. Welcher Zeitraum bei welcher Meldungsart (METAR, SPECI, MET REPORT, SPECIAL) zu verwenden ist, kann dem Handbuch-Band Obs „Wettermeldungen für die Luftfahrt“ 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

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

Welche Stufung der RVR zu verwenden ist, kann dem Band „Wettermeldungen für die Luftfahrt“ entnommen werden.

3.4 Fehlerquellen

Für den Bereich 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.

3.5 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 Regionalflughäfen“ in Anlage 9.1 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. Anlage 9.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Wettersensorik an Regionalflughäfen“ ist weiterhin anzuwenden.

Es ist darauf zu achten, dass sich im Winter keine Schneeverwehungen in der Nähe der Sichtweitensensoren ansammeln. Diese können besonders bei Streulichtsensoren zu gravierenden Fehlmessungen führen. Weiterhin kann sich Schnee auf der Optik der Messköpfe festsetzen, daher sollten Schneeansammlung 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.

3.6 Messort

Sensoren zur Messung der MOR sind in einem Bereich des Flugplatzes aufzustellen, der für die Bestimmung der Sichtweite als repräsentativ für das Start- und Landebahnsystem angesehen werden kann. Die Messung der MOR ist nach der Richtlinie Flugwetterdienste, Anlage II 1.4, in der Regel in einer Höhe von 2,50 m über der Höhe der Piste zu installieren. Geländebedingte Höhenunterschiede zwischen Piste und Messort von mehreren Metern können dazu führen, dass die Messung nicht repräsentativ für die Piste ist (z.B. Nebel am tiefergelegenen Messort, Piste jedoch frei von Nebel). In diesem Fall sind die Höhenunterschiede auszugleichen. 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.

An jedem für die Aufsetzschwelle repräsentativen Sichtweitensensor ist ein Umfeldleuchtdichtesensor 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 Sensors ist zu beachten.

Vor der Installation eines Sichtweitenmessgerätes ist durch die zuständige Luftfahrtberatungszentrale (LBZ) eine Beratung und eine fachliche Zustimmung hinsichtlich des Messortes einzuholen. Ggf. kann dies auch im Rahmen einer Allwetterflugkommission erörtert werden.

4. Bewölkung

4.1 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.

In Deutschland werden derzeit nur die Wolkenuntergrenzen mittels Ceilometern automatisch ermittelt. Der Wolkenbedeckungsgrad und die Wolkengattung wird durch Augenbeobachtung bestimmt.

Es existieren weltweit eine Reihe von Algorithmen zur automatischen Berechnung des Wolkenbedeckungsgrades aus Ceilometer-Messwerten. Diese sind bislang noch nicht für die alleinige Verwendung in AWOS-Systemen zugelassen. Die automatisch gewonnenen Informationen dürfen jedoch auf dem Bildschirm des AWOS zur Unterstützung des Flugwetterbeobachters angezeigt werden, müssen allerdings vor der Verbreitung durch den Flugwetterbeobachter stets überprüft und ggf. korrigiert werden. Sobald ein AUTOMETAR-Betrieb in Deutschland freigegeben ist, wird es der DWD ermöglichen, die Musterzulassung für Wolkenbedeckungsgradalgorithmen zu erhalten.

Eine automatische Bestimmung der Wolkengattung erfordert die Verwendung von Fernerkundungsdaten und ist derzeit nicht möglich. Diese Bestimmung erfolgt also ausschließlich durch den Flugwetterbeobachter.

4.2 Messmethoden

4.2.1 Wolkenuntergrenze

Zur Messung der Wolkenuntergrenze werden Ceilometer verwendet. Ceilometer messen sehr präzise die direkt über ihnen befindliche Wolkenuntergrenze. 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.

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 gelangt 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 Wolkenschichten durch das Ceilometer erfasst werden, wenn die Wolkenschichten so dünn sind, dass sie vom Laserstrahl auf dem Hin- und Rückweg durchdrungen werden. Neben den Messdaten zur Wolkenhöhe können auch Messwerte zur vertikalen Sichtweite gewonnen werden. Diese Methoden zur Bestimmung der Vertikalsicht sind momentan allerdings noch nicht präzise genug, um automatisch eingesetzt werden zu können. 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 Regionalflughäfen zugelassenen Geräte sind der Tabelle „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflughäfen“ in Anlage 9.1 dieses Handbuchs zu entnehmen.

Die Höhen der Wolkenuntergrenzen h_s sind in Stufen auszugeben. Es gilt:

$h_s \leq 10\,000$ ft:	ganze Vielfache von	100 ft
$h_s > 10\,000$ ft:	ganze Vielfache von	1 000 ft

Zahlenwerte zwischen den oben genannten Stufenwerten sind auf den nächstgelegenen Stufenwert abzurunden.

4.2.2 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.

4.3 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 9.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Wettersensorik an Regionalflughäfen“.

4.4 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 Regionalflughäfen“ in Anlage 9.1 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. Anlage 9.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Wettersensorik an Regionalflughäfen“ ist weiterhin anzuwenden.

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.

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 strikt einzuhalten.

4.5 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.

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

5. Temperatur und Taupunkttemperatur

5.1 Einleitung/Allgemeines

Die Lufttemperatur und die Luftfeuchte haben über die Luftdichte Einfluss auf die Triebwerksleistung. Hohe Temperaturen und/oder feuchte Luft können unmittelbar zu einer Reduzierung der Triebwerksleistung und 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.

5.2 Messmethoden

5.2.1 Widerstandsthermometer

Die Temperatur wird unter Verwendung von Widerstandsthermometern elektronisch bestimmt. Hierzu sind die in Anlage 9.1 „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflughäfen“ aufgeführten Sensoren zu verwenden.

Widerstandsthermometer ändern ihren elektrischen Widerstand in Abhängigkeit von der Temperatur. Die Widerstandsänderung erfolgt gemäß $R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha t)$, wobei α der Widerstandskoeffizient und t die Temperatur in °C ist. Bei metallischen Leitern ist α 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 9.2 angegebenen Temperaturbereich auszuführen.

5.2.2 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.

5.3 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 Rechenvorschrift 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 $C_3 = 245,425 \text{ K}$

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 [$^\circ\text{C}$]
RH: Relative Luftfeuchte [%]
SVP(TT): Sättigungsdampfdruck [hPa] über Wasser bei Lufttemperatur TT [$^\circ\text{C}$]
 C_1, C_2, C_3 : Konstanten s.o.

5.3.1 Mittelwertbildung Temperatur und Taupunkttemperatur

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

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

$1 \leq i \leq N$; $DT_i =$ 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.

5.4 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 Luftfeuchte in der Umgebungsluft entspricht.

5.5 Kalibrierung und Wartung

Die Messinstrumente zur Messung der Lufttemperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit 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 Regionalflughäfen“ in Anlage 9.1 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. Anlage 9.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Wettersensorik an Regionalflughäfen“ ist 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.

5.6 Messort

Aus den oben genannten Fehlerquellen ergibt sich die Wahl des Messortes, bzw. die Installation wie folgt. Die Temperatur- und Feuchtemessung ist in einer künstlich ventilerten Lamellenschutzhütte aus Kunststoff 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.

6. Luftdruck

6.1 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 9.1 „Genauigkeitsanforderungen“) nicht unbemerkt bleiben.

6.2 Luftdruckmessung an der AWOS-Anlage

Die vom DWD für die Luftdruckmessung an der AWOS-Anlage zugelassenen Geräte sind der Anlage 9.1 „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflughäfen“ 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).

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.

6.3 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.

6.3.1 Kontinuierliche Kontrollmessung

Eine kontinuierliche Luftdruckkontrollmessung ist möglich, wenn die AWOS-Anlage mit einem vom DWD zugelassenen Tripelsensor (siehe „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflughäfen“ in Anlage 9.1) 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 zu messen, also dort, wo auch die Größen Lufttemperatur und Luftfeuchte gemessen werden.

- 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 6.4.1 „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.

6.3.2 Tägliche Kontrollmessung

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

Diese ist zur immer gleichen, durch den Flughafen 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 8.4 und 8.5 sowie Anlage 9.5) durch den DWD geprüft.

Die vom DWD für die tägliche Luftdruckkontrollmessung zugelassenen Geräte sind der Anlage 9.1 „Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflughäfen“ 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 Barometerhöhe (= Höhe der Mitte des Messgerätes² ü. NN) ist per amtlicher Vermessung zu bestimmen und am Gerät zu vermerken.

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.

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 6.4).

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 8.4) 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.

6.4 Algorithmen und Ausgabeformat

Als gemessener Luftdruckwert des jeweiligen Sensors ist das über die vorangegangene Minute gebildete arithmetische 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 6.4.2 „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 6.4.3 „Berechnungsvorschrift zur QNH-Bestimmung“).

6.4.1 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 Mittel zu bilden. Außerdem sind folgende Kriterien hinsichtlich der geräteinternen Entscheidungslogik zur Ermittlung gültiger Messwerte zu beachten:

² Gilt bei elektronischen Geräten. Bei Quecksilberbarometern gilt davon abweichend: Barometerhöhe = Quecksilberstand im Vorratsbehälter.

- a) Alle Einzelmesswerte sind gültig, wenn sie innerhalb eines Toleranzbereiches von $\pm 0,3$ hPa bezogen auf den Median der drei Einzelmesswerte liegen.
- b) 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.
- c) 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.

6.4.2 Berechnungsvorschrift zur QFE-Bestimmung

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

ΔH 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].

6.4.3 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} Flugplatzreferenzhöhe 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].

6.5 Besonderheiten bei der Kontrollmessung per Quecksilberbarometer

Auf die Verwendung von Quecksilber-haltigen Messgeräten ist zu verzichten, da Quecksilber als sehr giftiger Gefahrstoff (T+) äußerst kostenintensive Maßnahmen zum Gesundheitsschutz der Mitarbeiter/innen notwendig macht. Quecksilber-haltige 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.

6.6 Kalibrierung und Wartung

Sämtliche Luftdruckmessgeräte 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 Regionalflughäfen“ in Anlage 9.1 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. Anlage 9.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Wettersensorik an Regionalflughäfen“ ist weiterhin anzuwenden.

7. Besonderheiten an internationalen Verkehrsflughäfen

Vorerst noch nicht übernommen.

Es gelten die DWD-internen Bestimmungen der entsprechenden VuB.

8. Besonderheiten an Regionalflughäfen³

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

Der Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst einschließlich der Mess- und Datenverarbeitungstechnik zur Erstellung der Routine- und Sonderwettermeldungen METAR/SPECI 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, METAR/SPECI/MET REPORT/SPECIAL-Erstellung und 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 8.1 und 8.2.1).

Bevor Flugwetterbetriebsdienste (Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst mit METAR/SPECI-Erstellung) 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 8.2.2).

Während des operationellen Betriebes des AWOS müssen technische Änderungen an der Mess- und Datenverarbeitungstechnik (Hard- und Software) dem DWD vor der Umsetzung gemeldet und vom DWD vor der operationellen Inbetriebnahme abgenommen und freigegeben werden (siehe 8.2.3). Hierbei handelt es sich um eine Modifikation der bestehenden Mess- und Datenverarbeitungstechnik und damit um eine Abweichung vom geprüften und zugelassenen Soll-Zustand. 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 in der Regel halbjährlich technische und betriebliche Aufsichten (siehe Abschnitte 8.4 und 8.5) durch. Bei fachlicher Notwendigkeit führt der DWD zusätzliche Aufsichten durch. Die Kosten für die Aufsichten sind durch den Flugplatzunternehmer zu tragen.

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 8.6 „Schnittstellen zu nicht-

³ Flughäfen der Kategorie MET II und MET III gemäß Richtlinie Flugwetterdienste

meteorologischen Systemen“). Darüber hinaus dient der Bildschirm des AWOS mit der Darstellung der meteorologischen Information sowohl dem MET- als auch dem ATS-Provider (bzw. dem Flugplatzinformationsdienst an Flugplätzen der Kategorie MET III) zur Erbringung der jeweiligen Flugsicherungsdienste.

Der Flugplatzunternehmer stellt im Auftrag des DWD die Betriebserhaltung 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 8.8) auch die Wartung und Pflege der Sensorik (siehe 8.7). Bei Abweichungen vom Sollzustand, wie z.B. Ausfall von Sensoren oder der gesamten meteorologischen Anlage (AWOS), Fehler in den Messwerten oder fehlerhafte Anzeigen meteorologischer Werte oder Störungen an den Schnittstellen zu nicht-meteorologischen Flugsicherungsorganisationen ist vom Flugwetterbeobachter unverzüglich die zuständige Luftfahrtberatungszentrale des DWD und der Flugplatzunternehmer zu informieren (siehe auch 8.9 „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. Die Herausgabe eines NOTAMs obliegt dem Flugverkehrsdienst.

8.1 Musterzulassung von Sensoren

Beabsichtigt ein Flugplatzunternehmer neue Sensoren, die noch nicht für Regionalflughäfen zugelassen sind (siehe Anlage 9.1), 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 ⁴), 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 BAF⁵ 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 9.2 „Genauigkeitsanforderungen“) nicht, so kann die Musterzulassung nicht ausgesprochen werden. Die Arbeitsleistung des Deutschen Wetterdienstes ist kostenpflichtig nach der aktuellen Preisliste DWD.

⁴ Deutscher Wetterdienst
Referat Messsysteme (TI23)
Frahmredder 95
22393 Hamburg

⁵ http://www.baf.bund.de/DE/Themen/Flugsicherungsorga/Flugmeteorologie/Flugmeteorologie_node.html.

8.1.1 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.

Die Zeit für die gesamte Prüfprozedur hängt vom jeweils zu prüfenden Sensor ab. In der Regel beträgt sie einige Wochen bis zu 3 Monate.

8.2 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 METAR/SPECI-Meldungen gemäß Band Obs des Handbuches zur Richtlinie Flugwetterdienste 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 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 eine Musteranlage mit der entsprechenden Basissoftware für die notwendigen Prüf- und Abnahmeverfahren erhalten.

Die Kosten für die o.g. Verfahren trägt jeweils der Auftraggeber.

8.2.1 Musterzulassung (Erstabnahme)

Beabsichtigt ein Flugplatz bzw. ein Hersteller 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 8.2.4),
- Prüfung der vollständig installierten meteorologischen Anlage am Flugplatz vor Ort (siehe 8.2.5).

8.2.2 Installation eines bereits erstabgenommenen AWOS an einem Regionalflughafen

Sollte ein Flugplatz eine meteorologische Anlage in Betrieb nehmen wollen, die bereits beim DWD geprüft worden ist, muss der Flugplatz, bzw. der Hersteller, 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 8.2.4),
- Prüfung der meteorologischen Anlage am Flugplatz vor Ort (siehe 8.2.5), 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 legt diese sicherheitsrelevante Systemänderung dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) zur Kenntnisnahme vor.

8.2.3 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. Wenn Testverfahren im Labor durchgeführt werden müssen, ist zu beachten, dass die meteorologische Anlage im Labor in der Prüfumgebung in Betrieb sein muss. Wenn der Hersteller keine Musteranlage dem DWD zur Verfügung gestellt hat, würde dies bedeuten, dass die meteorologische Anlage am Flugplatz abgebaut und im Labor des DWD geprüft werden müsste.

Der DWD legt sicherheitsrelevante Änderungen gemäß der „Richtlinie für sicherheitsrelevante Änderungen an funktionalen Systemen“ dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) zur Freigabe 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 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 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 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 ATS- und/oder CNS-Provider in den Änderungsprozess mit eingebunden werden und daher eine weitergehende terminliche Abstimmung erforderlich ist. Die Inbetriebnahme vor Ort erfolgt innerhalb eines Tages, soweit keine Komplikationen auftreten (siehe Abschnitt 8.2.5).

8.2.4 Prüfung der Flugplatzkonfiguration mit der bereitgestellten Musteranlage im Labor

Der DWD prüft an einer Musteranlage im Labor des DWD vor Inbetriebnahme des AWOS am Regionalflughafen die korrekte Funktion der gesamten Software inkl. der Anzeige der meteorologischen Informationen auf dem Bildschirm und der Schnittstelle(n) zur Übertragung der meteorologischen Informationen (siehe Abschnitt 8.6).

Die Prüfung im Labor erfolgt hinsichtlich der Korrektheit der Darstellung und Verbreitung meteorologischer Daten. 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.

8.2.4.1 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

Basissoftware⁶, der aktuellen Konfigurationssoftware, die am jeweiligen Flugplatz betrieben werden soll 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, Flugplatzhöhe ü. NN (Aerodrome Elevation), Koordinaten des Flughafenbezugspunktes (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 Messgerätes⁷).
- Befeuerungsparameter (I_R , I_M , R_M , R_R siehe Abschnitt 3.3.2).
- Datenblätter zu allen Befeuerungen.
- Angezeigte Anlagenminima und -maxima zur RVR: RVRmin, RVRmax.

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:
 - o Rohtelegramme der Sensoren.
 - o Verarbeitete Telegramme der Anlage.
 - o METAR-Meldung, SPECI-Meldung.
 - o ggf. Events (z. B. MET REPORT und SPECIAL für die ATIS, TAF, ...)
- 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

⁶ Die vollständigen zur Prüfung relevanten Bestandteile sind zu senden an:
Deutscher Wetterdienst
Referat Messsysteme (TI23)
Frahmredder 95
22393 Hamburg

⁷ Gilt bei elektronischen Geräten. Bei Quecksilberbarometern gilt davon abweichend: Barometerhöhe = Quecksilberstand im Vorratsbehälter.

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 der AWOS-Anlage zu liefern.

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 bzgl. 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 2MB sollen nicht per E-Mail übermittelt, sondern idealerweise auf einem FTP-Client kostenfrei abrufbar bereitgestellt werden.

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 darüber in Kenntnis setzen und ggf. das Abnahmeverfahren unterbrechen bis eine fehlerfreie Technik/Software bereitgestellt ist.

8.2.5 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.

8.2.6 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 (ggf. auch Flugplatz) auf Basis eines abzuschließenden Vertrages zwischen dem Hersteller (ggf. auch Flugplatz) und dem Deutschen Wetterdienst, Referat Messsysteme (TI23), Frahmredder 95, 22393 Hamburg, wobei die aktuell gültige Preisliste des DWD zu Grunde gelegt wird.

Kosten bei Installation bereits erstabgenommener Anlagen und bei Modifikationen

Der jeweilige Flugplatz übernimmt die Kosten. Die zuständige LBZ-Leitung sendet auf Basis der Angaben des Flugplatzes zu den geplanten Maßnahmen einen Kostenvoranschlag für die Abnahme an den Flugplatz, wobei die aktuell gültige Preisliste des DWD zu Grunde gelegt wird. Der Flugplatz sendet anschließend eine Kostenübernahmeerklärung an die zuständige LBZ-Leitung.

8.2.7 Erlöschen von Musterzulassungen

Änderungen, die durch die ICAO veranlasst werden und den ICAO Annex 3 betreffen, 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.

8.3 Genehmigungsverfahren für einen automatischen Flughafenwettermeldebetrieb

Der DWD wird bis Ende 2021 die administrativen Voraussetzungen zur stufenweisen Einführung von vollautomatischen Flughafenwetterbeobachtungssystemen an Regionalflughäfen (AWOS_Auto) in Deutschland schaffen.

Die Einführung erfolgt in drei Entwicklungsstufen von AWOS_Auto-Klasse 3 bis AWOS_Auto-Klasse 1.

AWOS_AUTO-Klasse 3 ist vorgesehen für den Einsatz an Regionalflughäfen in Deutschland außerhalb der Betriebszeiten. Im AWOS_AUTO-Klasse 3-Modus werden unvollständige, vollautomatische Flughafenwettermeldungen ohne Wettererscheinungen ($w'_a w'_a$) Wolkengattungen (TCU/CB) und ergänzende Informationen (RE $w'_a w'_a$, WS $RD_R D_R$, $RD_R D_R / E_R C_R e_R B_R B_R$) erstellt.

AWOS_AUTO-Klasse 2 ist vorgesehen für den Einsatz an Regionalflughäfen in Deutschland während der Betriebszeiten. Im AWOS_AUTO-Klasse 2-Modus werden vollständige, teilautomatische Flughafenwettermeldungen, mit manuellen Ergänzungen durch Wetterbeobachter zu Wettererscheinungen, Wolkengattungen und ergänzende Informationen (RE w_aw_a, WS RD_RD_R, RD_RD_R/E_RC_Re_Re_RB_RB_R) erstellt.

AWOS_AUTO-Klasse 1 ist vorgesehen für den Einsatz an Regionalflughäfen in Deutschland. Im AWOS_AUTO-Klasse 1-Modus werden im 24/7-Einsatz vollständige, vollautomatische Flughafenwettermeldungen erstellt.

8.3.1 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 zuständig, im betrieblichen Bereich die Flughafenbetreiber.

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	Flughafenbetreiber	
2	Einreichung der technischen Unterlagen beim DWD	AWOS-Hersteller	Flughafenbetreiber
3	Ergänzung zur Musterzulassung und Konfigurationsprüfung	DWD	AWOS-Hersteller
4	Anpassung der AWOS-Betriebsunterlagen	DWD	AWOS-Hersteller
5	Einreichung einer „Notification of Change“ (NoC) beim BAF	DWD	
6	Genehmigung des AWOS_Auto-Klasse 3-Betriebes	DWD	

8.3.1.1 Antragstellung beim DWD

Der Flughafenbetreiber 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 erfolgen kann und welche Kosten voraussichtlich entstehen.

8.3.1.2 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 einzureichen, welche die Änderungen für den AWOS_Auto-Klasse 3-Betrieb enthält.

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

Für die Bestimmung folgender Wetterelemente sind Musterzulassungen vorzulegen:

- Vorherrschende horizontale Sichtweite (prevailing visibility)
- Bewölkung
- Luftdruckmessung (QNH) mit integrierter Kontrollmessung

Sollten diese nicht vorhanden sein, sind für die Durchführung einer 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 3.3.2 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 über MSL 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 Kontrollmessung

- Bestätigung, dass die automatische Überwachung und Ausgabe der Statusbytes des Luftdrucksensors gemäß Handbuchband 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. Statusbytes) handeln.

8.3.1.3 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 Handbuch Band TECH veröffentlichten Algorithmen. Die Prüfreferenz für den Wetterschlüssel sind die im Handbuch Band OBS veröffentlichten Wetterschlüssel. Es gilt jeweils die aktuelle Version der Handbuchbände TECH und OBS. Ein Stabilitätstest zur Überprüfung der Gesamtfunktionalität des AWOS wird obligatorisch durchgeführt.

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.

8.3.1.4 Anpassung der AWOS-Betriebsunterlagen

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

Die Lotsen/Flugwetterbeobachter werden rechtzeitig vor Aufnahme des automatischen Betriebes vom DWD in die neuen Betriebsabläufe eingewiesen.

Der ATS-Provider wird vom DWD rechtzeitig vor Inbetriebnahme über die veränderten Telegramminhalte (Kennung AUTO, Wegfall bestimmter Meldungsgruppen) informiert.

8.3.1.5 Notification of Change (NoC) beim BAF

Nach Abschluss der Arbeitsschritte 8.3.1.1 bis 8.3.1.4 erstellt der DWD eine Notification of Change (NoC) und reicht diese beim Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) ein und erstellt eine Sicherheitsbewertung der geplanten sicherheitsrelevanten Änderung. Auf Anforderung ist dem BAF die Sicherheitsdokumentation vorzulegen.

8.3.1.6 Genehmigung des AWOS_Auto-Klasse 3-Betriebes

Die Genehmigung zur Aufnahme eines AWOS_Auto-Klasse 3-Betriebes wird dem Flughafenbetreiber durch den DWD erteilt, sobald die Freigabe des BAF vorliegt.

8.3.2 Genehmigungsverfahren für den AWOS_Auto-Klasse 2-Betrieb

Die Genehmigung eines AWOS_Auto-Klasse 2-Betriebes kann derzeit noch nicht beantragt werden.

8.3.3 Genehmigungsverfahren für den AWOS_Auto-Klasse 1-Betrieb

Die Genehmigung eines AWOS_Auto-Klasse 1-Betriebes kann derzeit noch nicht beantragt werden.

8.4 Technische Aufsicht

Der DWD führt an jedem Regionalflughafen in der Regel alle sechs Monate 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 Regionalflughafen in Verbindung, um den genauen Prüftermin abzustimmen.

Die technische Aufsicht vor Ort am Regionalflughafen 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 Wachbücher und der Vollständigkeit der technischen Unterlagen
- Überprüfung der Dokumentation zur täglichen Luftdruckkontrolle (falls diese auf Grund der verwendeten Sensorik durchzuführen ist, siehe 6.3 Kontrollmessung des Luftdruckes)
- Nach Vergleichsmessungen mit DWD-Referenzmessgerät Festlegung des zu verwendenden Aufschlags/Abzugs auf den Messwert des ggfls. zur täglichen Luftdruckkontrollmessung verwendeten Barometers
- Bei festgestellten Mängeln Rücksprache mit der zuständigen LBZ-Leitung zur Einstufung der Mängel und ggfls. Fristsetzung zur Behebung der Mängel
- Abschlussgespräch

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

Die Kosten für die technische Aufsicht (Personalkosten, Reisekosten) sind vom Flugplatzunternehmer zu tragen.

Zur reibungslosen Durchführung der technischen Aufsicht sind folgende Vorkehrungen durch den Regionalflughafen 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 ggfls. Mastspindel und Bohrmaschine oder ein Hubwagen bzw. eine Leiter zur Verfügung zu stellen.
- Ggfls. sind saubere Schutzkappen für Feuchte- und/oder Temperaturfühler bereitzuhalten.
- Bei der Durchführung der Prüfung ist es zwingend erforderlich, dass ein Techniker des Flughafens über den gesamten Zeitraum unterstützend mitwirkt und u.a. auch den Funkkontakt zum Tower für das Befahren des Flughafens durchführt.

8.5 Betriebliche Aufsicht

Der DWD (die zuständige LBZ-Leitung) führt an jedem Regionalflughafen in der Regel alle sechs 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 9.5 „Protokoll über die betriebliche Aufsicht an einem Regionalflughafen“ entnommen werden. Den DWD-Mitarbeitern ist der freie Zugang zu der Beobachtungsstelle im Tower und den Sensorstandorten zu gewähren.

Die Kosten für die betriebliche Aufsicht (Personalkosten, Reisekosten) sind vom Flugplatzunternehmer zu tragen.

8.6 Schnittstellen zu nicht-meteorologischen Systemen

Zusätzliche Hard-/Software außerhalb des AWOS, die für eine sekundäre Datenerfassung, -verarbeitung 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 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 Schnittstelle, der Bildschirmoberfläche zur Darstellung der aktuellen meteorologischen Informationen und der METAR/SPECI-Erstellung bedeuten. Änderungen, die die technische(n) Schnittstelle(n) zwischen MET- und ATS-Provider sowie ggfls. CNS-Provider betreffen, werden vor der technischen Umsetzung und Inbetriebnahme zwischen DWD und der bzw. den betroffenen Flugsicherungsorganisation(en) abgestimmt.

8.7 Wartung und Pflege der Sensorik

An jedem Regionalflughafen ist ein AWOS-Verantwortlicher zu benennen, der sicherstellt, dass die regelmäßigen Kontrollen, Säuberungen und ggfls. Instandhaltungen der meteorologischen Sensorik vorgenommen werden und dafür nur eingewiesenes Personal eingesetzt wird. Zu diesem Zweck ist eine Tabelle zu führen, die der DWD dem AWOS-Verantwortlichen am jeweiligen Regionalflughafen aushändigt. Basis für die in der Tabelle angegebenen und als Minimum geltenden Intervalle (siehe Anlage 9.3 „Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Wettersensorik an Regionalflughäfen“) 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 abzuzeichnen und zu den betrieblichen Aufsichten vorzulegen sowie am Jahresende an die zuständige LBZ zu senden. Die Überprüfungen der elektrischen Anlagen-Sicherheit, VDE, sind vom Flugplatzunternehmer durchzuführen.

8.8 AWOS-Betrieb

Gemäß *Richtlinie Flugwetterdienste* müssen die Routine- und Sonderwettermeldungen für die Luftfahrt sowohl am Arbeitsplatz des Fluglotsen im Tower bzw. des Flugplatzinformationsdienstes bei Flugplätzen der Kategorie MET III 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 ggfls. zu nicht-meteorologischen Systemen eingesetzte Datenübertragungstechnik ist vom Flugplatzunternehmer bereitzustellen und zu warten.

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 zur Erstellung der Wettermeldung und vom Lotsen zum Ablesen der meteorologischen Informationen verwendet wird. Der Zugang zum Terminal des AWOS, an dem METAR/SPECI erstellt werden, ist daher mit einem Passwort zu schützen, das nur den Personen bekannt ist, die im Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst eingesetzt werden dürfen (also Flugwetterbeobachter (m/w) mit einem aktiv gültigen, vom DWD ausgestellten Befähigungsnachweis). Da davon auszugehen ist, dass ohnehin nur zuverlässigkeitsüberprüftes Personal Zugang zu den Räumlichkeiten erhält, in denen sich das Eingabeterminal des AWOS befindet, ist eine Passwortsperrung auf Betriebssystemebene des AWOS ausreichend, und eine Abwesenheit des Flugwetterbeobachters (m/w) von wenigen Minuten erfordert noch keine Sperrung des AWOS Systems. Das AWOS System ist vom Wetterbeobachter bei Aufnahme seiner Tätigkeit der Wetterbeobachtung zu entsperren und mit Flugbetriebsende und Einstellen der Wetterbeobachtung wieder mit dem Passwortschutz vor unbefugtem Zugang zu schützen.

8.9 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 die zuständige Luftfahrtberatungszentrale (LBZ) zu informieren und der Ausfall bzw. die Störung sowie die daraus resultierenden Maßnahmen genau zu dokumentieren. Diese Dokumentation ist direkt nach Erstellung oder erfolgter Aktualisierung an die zuständige LBZ zu übermitteln. Der am Flugplatz tätige Flugverkehrsdienst bzw. Flugplatzinformationsdienst veranlasst ggfls. ein entsprechendes NOTAM und informiert darüber die zuständige LBZ.

8.9.1 Wetterbeobachtung

Sollten zu Beginn des Flugbetriebes am jeweiligen Regionalflughafen keine Wetterbeobachter für den Wetterbeobachtungsdienst zur Verfügung stehen oder während des Dienstes ersatzlos ausfallen, ist die Erstellung und Verbreitung des METARs 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, Sicht/RVR. Der Sollzustand ist schnellstmöglich wieder herzustellen und die zuständige LBZ über den Status zu informieren. Ein AUTO METAR ist keine Ausfalllösung.

8.9.2 AWOS

Fällt die gesamte AWOS-Anlage aus, können folgende Parameter i.d.R. noch durch den Wetterbeobachter 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 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 ein entsprechendes NOTAM ist zu verbreiten. METARs für den betroffenen Flugplatz dürfen nicht verbreitet werden.

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

8.9.4 Wind

Bei Ausfällen der Sensorik für Windgeschwindigkeit und -richtung kann in Einzelfällen vorübergehend die Windmessung eines zweiten Standortes verwendet werden. Ob und unter welchen Randbedingungen dies möglich ist, ist mit der 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 herausgegeben werden.

8.9.5 RVR

Im Falle eines RVR-Ausfalls bei Betriebsstufe I kann für Landungen (nicht für Starts) die ermittelte Sichtweite gemäß 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.

Bei Änderung der Allwetterflugrichtlinien ist entsprechend der neuen Regelung(en) zu verfahren.

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

8.9.6 Wolkenuntergrenze

Fällt das bzw. fallen sämtliche Ceilometer am Flugplatz zur Unterstützung des Wetterbeobachters bei der Ermittlung der Wolkenuntergrenze aus, erfolgt die Bestimmung der Wolkenuntergrenze ausschließlich durch den Wetterbeobachter (m/w) ohne technische Unterstützung. Die zuständige LBZ ist zu informieren.

8.9.7 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.

8.9.8 Luftdruck

Fällt das Barometer der AWOS-Anlage aus und es 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. 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.

8.10 Archivierung

Gemäß Richtlinie Flugwetterdienste sind die für den An- und Abflug relevanten flugmeteorologischen Daten vor Ort für mindestens drei Monate zu speichern. Dies betrifft sowohl die an die Datenerfassungsanlage übertragenen als auch die am Lotsenarbeitsplatz dargestellten meteorologischen Werte. Im Falle eines Flugunfalls ist eine unbegrenzte Datensicherung vorzunehmen. 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.

9. Anlagen

Lfd-Nr.	Titel	Stand
[A1]	Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflughäfen	26.01.2015
[A2]	Genauigkeitsanforderungen	14.10.2014
[A3]	Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Wettersensorik an Regionalflughäfen	06.02.2014
[A4]	INFOMET-Stellen	13.10.2014
[A5]	Protokoll über die betriebliche Aufsicht an einem Regionalflughafen	11.02.2015

9.1 Liste der musterzugelassenen Sensoren an Regionalflughäfen

Auf Regionalflughäfen in Deutschland dürfen nur meteorologische Sensoren eingesetzt werden, die eine Musterzulassung durch den Deutschen Wetterdienst erhalten haben. Diese sind in folgender Tabelle aufgeführt:

Parameter / Komponente / Kalibrierpunkte	Sensortechnik	Hersteller	Sensortyp	Version	Kalibrierzyklus [Monate]
Windrichtung Kalibrierpunkte: Geschwindigkeiten: 1 m/s 11,5 m/s 50 m/s In 2° Schritte Verweildauer pro Schritt: 20 s 4-Arm USA: -45° bis + 45° 3-Arm USA: -61° bis +61°	Windfahne (8-Bit parallel in Graycode)	Thies	4.3121		24
	Windfahne (Graycode)	Vaisala	WAV 151		24
	Windfahne (Graycode)	Friedrichs	4123		24
	Windfahne (Graycode)	Lambrecht	0.14566		24
	Windfahne (Analog, Poti)	Ambitech	05.210.		24
	Windgeschwindigkeit Kalibrierpunkte: - siehe oben -	Anemometer (3 ... 1042 Hz)	Thies	4.3303	
Anemometer		Vaisala	WAA 151		24
Anemometer		Friedrichs	4033, 4034, 4035		24
Anemometer		Lambrecht	0.14576		24
Anemometer (Gleichspannungs-Generator)		Ambitech	05.112.		24
Windsensor Kalibrierpunkte: - siehe oben -	Ultraschall	Vaisala	WS425	Vers. 1.20	36
	Ultraschall	Thies	Ultrasonic Anemometer 2D	Lieferdatum vor 09/2010: Vers. 3.06 Lieferdatum ab 09/2010: Vers. 3.11	Typ 4.3820.36. 390 oder neuer: 36 sonst: 24

Parameter / Komponente / Kalibrierpunkte	Sensortechnik	Hersteller	Sensortyp	Version	Kalibrierzyklus [Monate]
	Ultraschall	Vaisala	WMT702 B2A2A004B1A1	Vers. 1.46	36
Luftdruck <u>Kalibrierpunkte:</u> Insg. 8 Punkte, bei: 500 hPa 580 hPa 675 hPa 750 hPa 835 hPa 925 hPa 1000 hPa 1100 hPa	Kapazitives Aneroid	AIR	DB-1A	Einfachsensor	18
	Kapazitives Aneroid	Vaisala	PTB 220	Einfachsensor	24
	Kapazitives Aneroid, geeignet als Ersatz für Stationsbarometer (RegFH)	Vaisala	PTB 220 ACX2XXAXXX mit Display, (X=beliebiges Zeichen)	Tripelsensor	24
	Kapazitives Aneroid	Vaisala	PTB 220 ACX1XXAXXX ohne Display	Tripelsensor	24
	Kapazitives Aneroid	Setra	470	Einfachsensor	12
	Kapazitives Aneroid, geeignet als Ersatz für Stationsbarometer (RegFH)	Vaisala	PTB 330 A1XXHHHXXXXXXXX mit LC-Display	Tripelsensor	24
	Kapazitives Aneroid	Vaisala	PTB 330 A0XXHHHXXXXXXXX ohne Display	Tripelsensor	24
	Kapazitives Aneroid	Vaisala	PTB330TS	Einfachsensor	24
Lufttemperatur <u>Kalibrierpunkte:</u> von -30° bis +40°C in 10K Schritten	PT 100 (4 Leitertechnik)	DWD / Ketterer	LTS2000		60
	PT 100 (4 Leitertechnik)	DWD / Friedrichs	2013.0000		60
	PT 100 (4 Leitertechnik)	Vaisala	DTS12A		60

Parameter / Komponente / Kalibrierpunkte	Sensortechnik	Hersteller	Sensortyp	Version	Kalibrierzyklus [Monate]
Wetterhütte	Kunststoff-Lamellenhütte mit Ventilator	Eigenbrodt	LAM630		-
Relative Feuchte <u>Kalibrierpunkte:</u> von 15% bis 95% in 20%-Schritten oder von 20% bis 80% in 20% Schritten und dann noch einmal bei 95%.	Kapazitiver Polymersensor	Vaisala	HMP 45 D (baugleich QMH102)		18
	Kapazitiver Polymersensor	Rotronik AG	MP 106 A		18
	Kapazitiver Polymersensor	Vaisala	HMP 155 D2AB11A0AXA1XXA		18
	Kapazitiver Polymersensor	Vaisala	HMP 155 E1AA11A0AXB1XXA		18
Sichtweite	Transmissometer	Vaisala (Impulsphysik)	Skopograph II		*
	Streulichtmesser	Vaisala (Impulsphysik)	Fumosens VI	149.0027.00	
	Transmissometer	Vaisala	MITRAS		
	Streulichtmesser	Vaisala	FD 12 (FD 12P)		
	Transmissometer (30 m ... 75 m Basis)	Vaisala	LT31		
	Streulichtmesser	Vaisala	FS11		
Umfeldleucht-dichte <u>Kalibrierpunkte:</u> LM21: Die Kalibrierung inkl. Justage wird mit LMA21 vorgenommen	Photozelle	Vaisala (Impulsphysik)	Stilbus II		*
	Photozelle	Vaisala (Impulsphysik)	Stilbus III		
	Photozelle	Vaisala	LM 11		
	Photozelle	Vaisala	LM 21		
Wolkenhöhe	Laser Ceilometer	Vaisala (Impulsphysik)	LD 25		*
	Laser Ceilometer	Vaisala (Impulsphysik)	LD40 (Tropopauser)	bis 4.0	
	Laser Ceilometer	Vaisala	CT 25 K		
	Laser Ceilometer	Vaisala (Impulsphysik)	LD 12		
	Laser Ceilometer	Vaisala (Impulsphysik)	LDWHX05		
	Laser Ceilometer	Vaisala (Impulsphysik)	LDWHX06		

Parameter / Komponente / Kalibrierpunkte	Sensortechnik	Hersteller	Sensortyp	Version	Kalibrier- zyklus [Monate]
	Laser Ceilometer	Vaisala	CL31	Vers. 1.300 ... 1.57	
	Laser Ceilometer	Björn Eliasson Ingenjörfirma AB	CBME 80- BEAB217800	rev: 2.1	

*) nur Vorort-Prüfungen und/oder -Justagen

9.2 Genauigkeitsanforderungen

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)
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)

Max. Messunsicherheit	10 m ... 10 000 m : $\pm 10\%$; > 10 000 m : $\pm 20\%$
Messbereich	10 m ... 10 000 m
Messbereich zur Bestimmung der RVR	10 m ... 2 000 m
Auflösung	1 m
Abtastrate	$\geq 6/\text{min}$
Ausgaberate	$\geq 6/\text{min}$
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 ² ... 30 000 cd/m ²
Auflösung	1 cd/m ²
Abtastrate	$\geq 1/\text{min}$
Spektrale Empfindlichkeit	400 nm ... 700 nm

Wolkenhöhe

Max. Messunsicherheit	33 ft oder 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	$\geq 2/\text{min}$
AWOS-Darstellung	$\leq 10\,000$ ft in 100 ft-Stufen; > 10 000 ft in 1 000 ft-Stufen. Kleinster 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 Wetterschutzhütte zu installieren (siehe Anlage 9.1). 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 Taupunkttemperatur⁸ 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

⁸ in Abhängigkeit von der relativen Feuchte RH und der Lufttemperatur TT

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 Wetterschutzhütte 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.

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
Bemerkung	Ein Luftdrucksensor sollte immer in Verbindung mit einem Lufteinlass betrieben werden. Dieser sollte mindestens in einer Höhe von 2 m und einen Hindernisfreiheitsabstand von 25 m zu umliegenden Erhebungen installiert werden (siehe Abschnitt 6). Vorgaben zu Luftdruckangaben in Zoll Quecksilbersäule (Inches Hg) sind dem Handbuchband Obs zu entnehmen.

Uhrzeit

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

9.3 Anleitungen zur Kontrolle/Prüfung der Wettersensorik an Regionalflughäfen

SENSOR	Intervall	durchzuführende Arbeiten	<i>durch DWD bei der technischen Aufsicht</i>
Sichtweitensensor:			
Fumosens	2 Monate 1/2 jährlich	Sichtkontrolle, evtl. Scheiben säubern; bei starker Verschmutzung auch häufiger! Anschaltkästen und Kabel überprüfen <i>Überprüfung der Kalibrierung</i>	
Skopograph II	1 Monat 1/2 jährlich	Sichtkontrolle, Kontrolle Lüfterlauf; Reinigung der Scheiben (Außenflächen), bei starker Verschmutzung auch häufiger! Scheibenheizung prüfen, Messwerte auf Plausibilität prüfen, Anschaltkästen und Kabel überprüfen <i>Messwerte prüfen, Kontrolle Kalibrierung (Filtermessung), Einstellpotentiometer, Ausrichtung</i>	
LT31	2 Monate 1/2 jährlich	Sichtkontrolle, Kontrolle Lüfterlauf und Filtermatten; Reinigung der Scheiben (Außenflächen), bei starker Verschmutzung auch häufiger! Messwerte auf Plausibilität prüfen, Ausrichtung, Anschaltkästen und Kabel überprüfen <i>Messwerte prüfen, Kontrolle Kalibrierung (Filtermessung), Ausrichtung</i>	
FD12, FD12P	2 Monate 1/2 jährlich	Sichtkontrolle, Reinigung der Scheiben (Außenflächen), bei starker Verschmutzung auch häufiger! Messwerte auf Plausibilität prüfen, Ausrichtung, Anschaltkästen und Kabel überprüfen <i>Messwerte prüfen, Kontrolle Kalibrierung (Filtermessung), Ausrichtung</i>	
FS11	1 Monat 1/2 jährlich	Sichtkontrolle, Reinigung der Scheiben (Außenflächen), bei starker Verschmutzung auch häufiger! Messwerte auf Plausibilität prüfen, Ausrichtung, Anschaltkästen und Kabel überprüfen <i>Messwerte prüfen, Kontrolle Kalibrierung (Filtermessung), Ausrichtung</i>	

Leuchtdichtesensor:		
Stilbus II oder III	1 Monat 1/2 jährlich	Sichtkontrolle, Reinigung der Scheiben (Außenflächen), bei starker Verschmutzung auch häufiger! <i>Verdunkelung testen, Messwerte auf Plausibilität prüfen, Kabel überprüfen</i>
LM21	2 Monate 1/2 jährlich	Sichtkontrolle, Reinigung der Scheiben (Außenflächen), bei starker Verschmutzung auch häufiger! <i>Messwerte auf Plausibilität prüfen, Kalibrierung durchführen</i>

Windsensor:		
Thies		
Windrichtung	3 Monate 1/2 jährlich	optische Kontrolle, ob sich Sensor im Wind bewegt. Bewegungen müssen auch bei sehr schwachem Wind erfolgen! <i>Leichtgängigkeit Windfahne, Kontrolle Nordausrichtung, Fahne 360° drehen - Kontrolle der 2,5° Schritte an Ausgabe/Anzeige</i>
Windgeschwindigkeit	3 Monate 1/2 jährlich	optische Kontrolle, ob sich Sensor im Wind bewegt. Bewegungen müssen auch bei sehr schwachem Wind erfolgen! <i>Schalensterne, Leichtgängigkeit und Anlaufverhalten prüfen, Geschwindigkeiten mittels Simulator prüfen</i>
Vaisala		
Windrichtung	3 Monate 1/2 jährlich	optische Kontrolle, ob sich Sensor im Wind bewegt. Bewegungen müssen auch bei sehr schwachem Wind erfolgen! <i>Leichtgängigkeit Windfahne, Kontrolle Nordausrichtung, Fahne in die vier Himmelsrichtungen drehen - Kontrolle der Ausgabe/Anzeige</i>
Windgeschwindigkeit	3 Monate 1/2 jährlich	optische Kontrolle, ob sich Sensor im Wind bewegt. Bewegungen müssen auch bei sehr schwachem Wind erfolgen! <i>Schalensterne, Leichtgängigkeit und Anlaufverhalten prüfen, Stillstand an Anzeige prüfen</i>

Thies		
Ultrasonic 2D	1/2 jährlich	Kontrolle der Sensorkappen auf Verschmutzung und Beschädigung, Plausibilitätsprüfung mit anderem Windsensor oder Windsack
	1/2 jährlich	<i>Sensorkappen prüfen, Reaktion auf Hindernis prüfen mittels Heizwirkung und Anzeige</i>
Vaisala		
Ultraschall	1/2 jährlich	Kontrolle der Sensorkappen auf Verschmutzung und Beschädigung, Plausibilitätsprüfung mit anderem Windsensor oder Windsack
WS425 und WMT700	1/2 jährlich	<i>Sensorkappen prüfen, Kontrolle Ausrichtung und Nullwind mittels Vaisala Verifier Haube</i>

Wolkenhöhsensor:		
LD-WHX 05	2 Monate 1/2 jährlich	Plausibilitätsprüfung, Kontrolle Lüfter und Heizung; Reinigung der Scheiben (Außenflächen), bei starker Verschmutzung auch häufiger! <i>Kontrolle Lüftergeräusche, Heizung, Spannungen, Laserleistung; Messwerte überprüfen mittels Simulation mehrerer Wolkenhöhen</i>
LD12, LD25, LD40	2 Monate 1/2 jährlich	Plausibilitätsprüfung, Kontrolle Lüfter und Heizung; Reinigung der Scheiben (Außenflächen), bei starker Verschmutzung auch häufiger! <i>Kontrolle Lüftergeräusche, Heizung, Spannungen, Laserleistung; Messwerte überprüfen mittels Simulation mehrerer Wolkenhöhen</i>
CL31	2 Monate 1/2 jährlich	Plausibilitätsprüfung, Kontrolle Lüfter und Heizung; Reinigung der Scheiben (Außenflächen), bei starker Verschmutzung auch häufiger! <i>Kontrolle Lüftergeräusche, Heizung, Spannungen, Laserleistung; Messwerte überprüfen, NCD mittels Termination Hood</i>
CBME80	2 Monate 1/2 jährlich	Plausibilitätsprüfung, Kontrolle Heizung; Reinigung der Scheiben (Außenflächen), bei starker Verschmutzung auch häufiger! <i>Kontrolle Lüfter (wenn vorhanden), Heizung, Spannungen, Laserleistung; Messwerte überprüfen</i>

Drucksensor:		
AIR-DB, Setra 470, PTB220, PTB330	für alle: 3 Monate 1/2 jährlich	Messwerte auf Plausibilität prüfen, Druckeinlass/ Anschlußschlauch und Filtersieb auf Wasser/Verschmutzung kontrollieren Bei Bedarf auch häufiger kontrollieren, säubern! <i>Vergleichsmessung durchführen</i>
Feuchtesensor:		
Rotronic MP106, Vaisala HMP45, Vaisala HMP155	für alle: 3 Monate 1/2 jährlich	Filterkappe und Sensor auf Verschmutzung kontrollieren <i>Vergleichsmessung durchführen</i>
Temperatursensor:		
Pt 100, DTS12 A, Vaisala HMP45, Vaisala HMP155	für alle: 1/2 jährlich 1/2 jährlich	Sensor auf Verschmutzung kontrollieren; <i>Vergleichsmessung durchführen</i>

Wetterhütte:		
DTR 13, LAM630, andere	für alle: 1/2 jährlich	Reinigung der Lamellen, bei starker Verschmutzung auch häufiger! Kontrolle Lüfterlauf, wenn vorhanden <i>Ausrichtung, Gesamtbild, Kontrolle Lüfterlauf</i>

9.4 INFOMET-Stellen

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

9.5 Protokoll über die betriebliche Aufsicht an einem Regionalflughafen

Protokoll über die betriebliche Aufsicht am Flugplatz

Die betriebliche Aufsicht wurde durchgeführt am

Teilnehmer:.....

1.	Beobachtungsstelle		
1.1	Standort der Beobachtungsstelle und Sichtverhältnisse		
	ermöglichen repräsentative Beobachtungen für den Flugplatz	ja	nein
	unbeschränkte Sicht über die gesamte Länge der Piste und auf die Anflugsektoren	ja	nein
	gute Rundumsicht zur Feststellung von Wetterphänomenen	ja	nein
	Einsatz von Wetterbeobachtungskameras (Anzahl:.....)	ja	nein
	Kurzer Weg zur Beobachtungsposition im Freien	ja	nein
	Bemerkungen:		
1.2	Ausstattung		
	Fester Arbeitsplatz für den Beobachter ist vorhanden mit der Möglichkeit, eine weitere Person einzuarbeiten	ja	nein
	Eingabeterminal der Datenerfassungs- und Datenverarbeitungsanlage ist vorhanden und betriebsbereit, Passwortschutz ist vorhanden	ja	nein
	Telefon und Liste mit Telefonnummern der zuständigen LBZ und des zuständigen INFOMET-Dienstes sind vorhanden	ja	nein
	Sichtmarkentafel ist vorhanden (incl. Entfernungs- und Richtungsangaben)	ja	nein
	Aktuell gültige Vorschriften für den Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst sind vorhanden (Handbuch zur Richtlinie Flugwetterdienste in der aktuell gültigen Version)	ja	nein
	Bemerkungen:		
2.	Meteorologische Messanlagen		
	Die Ausrüstung mit meteorologischen Sensoren und Messanlagen entspricht den Vorschriften. Die Standorte der Sensoren entsprechen den flugmeteorologischen Erfordernissen.	ja	nein
	Wurden seit der letzten betr. Aufsicht im Flughafenbereich Baumaßnahmen durchgeführt, die die Repräsentativität der meteorologischen Messwerte beeinträchtigen können?	ja	nein
	Bemerkungen:		
3.	Datenerfassung und Datenübertragung		
	Das Eingabeterminal beim Wetterbeobachter und die Datenpräsentation am Arbeitsplatz des Lotsen im Tower entspricht den Anforderungen gemäß Band „Tech“ des Handbuchs zur Richtlinie Flugwetterdienste	ja	nein
	METARs und SPECIs der letzten 3 Monate werden vor Ort gespeichert	ja	nein
	Bemerkungen:		
4.	Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst		
4.1	Personal		
	Eine aktuelle Namensliste über das im Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst eingesetzte Personal sowie den Ansprechpartner am Flughafen liegt bei der LBZ vor	ja	nein

	Die in der Namensliste aufgeführten Personen verfügen über einen gültigen Befähigungsnachweis zur selbständigen Durchführung des Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienstes	ja	nein
	Die in der Namensliste aufgeführten Personen wurden in die Handhabung der aktuell installierten AWOS-Software eingewiesen. Die Einweisung wurde dokumentiert	ja	nein
	Bemerkungen:		
4.2	Qualität der Wettermeldungen		
	Die Beobachtungsrichtlinien und Verschlüsselungsvorschriften wurden grundsätzlich eingehalten	ja	nein
	METAR und SPECI wurden grundsätzlich regelmäßig und termingerecht erstellt	ja	nein
	Bei der Plausibilitätsprüfung und der formellen Güte der METAR u. SPECI- Meldungen wurden wiederholt Fehler festgestellt.	ja	nein
	Bemerkungen:		
5.	Kontrolle der Messwerte		
5.1	Die technische Aufsicht durch DWD-Mitarbeiter (TI33) wurde am durchgeführt (siehe entsprechendes Protokoll)		
5.2	Messwertkontrollen durch den Flugplatzunternehmer		
	Einsatz eines Tripelsensors zur kontinuierlichen Luftdruckkontrollmessung	ja	nein
	falls nein: - Vom Flugplatzunternehmer wurden entsprechend der Vorschriften Kontrollmessungen für den Luftdruck durchgeführt und protokolliert	ja	nein
	- Verantwortlich für die Durchführung der Kontrollmessungen sind die Beobachter mit einem gültigen Befähigungsnachweis	ja	nein
	- Die festgestellten Differenzen der Messwerte lagen im Bereich der zulässigen Toleranzen	ja	nein
	Bemerkungen:		
6.	Reinigung/Kontrolle der meteorologischen Messeinrichtungen		
	Es wird nur eingewiesenes Personal für die Kontrolle / das Säubern / die Instandhaltung eingesetzt. Die Einweisung ist dokumentiert.	ja	nein
	Die Reinigung / Kontrolle wurde ordnungsgemäß (d.h. gemäß DWD-Formular „Kontrolle der Wettersensorik“) durchgeführt und protokolliert	ja	nein
	Bemerkungen:		
7.	Es sind Einrichtungen für die Durchführung des Self-Briefings der Luftfahrzeugführer vorhanden (Zugang zu pc_met / flugwetter.de)		
	Bemerkungen:		

Sensorik und Systeme
für den Wetterbeobachtungs- und
Wettermeldedienst

	Zur Beseitigung der festgestellten Mängel sind folgende Maßnahmen durchzuführen:
	Die betriebliche Aufsicht wurde durchgeführt durch Unterschrift
	Die nächste betriebliche Aufsicht ist für den geplant.