

# DWD

## **Amtliches Gutachten**

**über die Überschreitungshäufigkeiten von  
hohen Sichtweiten (mindestens 30 / 35 / 40 / 50 km)  
in Verbindung mit der Bewölkung (4 Klassen)  
an der Wetterstation Norderney  
im Zeitraum 1988 - 2016**

**2. Fassung**

Auftraggeber: Dong Energy Wind Power Germany GmbH,  
Van-der-Smissen-Str. 9, 22767 Hamburg



**Deutscher Wetterdienst**

Abteilung Klima- und Umweltberatung

Bernhard-Nocht-Straße 76, 20359 Hamburg

Gz.: KU1HA/0134-17; Datum: 06.06.2018

## **Vorbemerkung**

In unserem „Amtliches Gutachten über die Überschreitungshäufigkeiten von hohen Sichtweiten in Verbindung mit der Bewölkung an der Wetterstation Norderney im Zeitraum 1988 – 2016“ vom 27.07.2017 ist in Kapitel 4 ein Sachverhalt unvollständig und dadurch missverständlich dargestellt worden. In der hier vorliegenden 2. Fassung dieses Gutachtens ist der erste Teil des Kapitel 4 überarbeitet worden, dadurch wird der Sachverhalt nunmehr ausführlicher und nachvollziehbar dargestellt. Zudem wurde eine Tabelle (Tabelle 1e) mit Umrechnungsfaktoren angefügt. Die Abschnitte 1 bis 3, 4.1, 4.2 sowie 5 der Fassung des Gutachtens vom 27.07.2017 bleiben gültig.

## **1 Einleitung**

Mit Schreiben vom 17.07.2017 wurde der Deutsche Wetterdienst von Dong Energy Wind Power Germany GmbH, Frau Feegel, in 22767 Hamburg, beauftragt, ein „Amtliches Gutachten über die Überschreitungshäufigkeiten von hohen Sichtweiten (mindestens 30 / 35 / 40 / 50 km) in Verbindung mit der Bewölkung (4 Klassen) an der Wetterstation Norderney im Zeitraum 1988 – 2016“ zu erstellen.

Eine analoge Auswertung für den Zeitraum 1988 – 2001 ist in unserem Hause im Jahre 2002 für die Firma Plambeck Neuer Energien AG erstellt worden (1). Das hier vorliegende Gutachten stellt eine Ergänzung und Fortschreibung der damals erstellten Auswertung dar unter Verwendung eines nahezu doppelt so großen Datensatzes.

## **2 Datengrundlage**

Die Datenbasis für dieses Gutachten bilden die stündlichen Wettermeldungen der Wetterstation Norderney (Deutscher Wetterdienst) aus dem Zeitraum 01.01.1988 bis 31.12.2016; es handelt sich um über 250.000 Datensätze. Sämtliche meteorologischen Daten, die an den Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes erhoben werden, durchlaufen eine aufwändige Prüfung. Die Daten der horizontalen Sichtweite an der Wetterstation Norderney enthielten weniger als 0,2 % Fehlwerte. Die Fehlwerte wurden aus dem Datensatz entfernt.

Aus den stündlichen Werten wurden für die vier Sichtweitenklassen mindestens 30 km / mindestens 35 km / mindestens 40 km / mindestens 50 km jeweils zwei Häufigkeitsverteilungen erstellt. Zum einen wird für jeden Monat der Tagesgang (in 2-Stunden-Intervallen) abgebildet; zum anderen die Abhängigkeit vom Bedeckungsgrad (4 Klassen) aufgezeigt.

Die meteorologische Größe „horizontale Sichtweite“ wurde lange Zeit ausschließlich visuell durch einen geschulten Wetterbeobachter anhand von Sichtzielen in bekannter Entfernung

bestimmt, seit einigen Jahren wird sie mit einem Sichtweitenmessgerät gemessen. An der Wetterstation Norderney erfolgte der Übergang von visueller zu instrumenteller Bestimmung der horizontalen Sichtweiten fließend über mehrere Jahre, bedingt durch die personelle Besetzung der Station; u.a. hat es dort aufgrund von Personalmangel zeitweise keinen Nachtdienst gegeben. Bis vor wenigen Jahren wurde die Sichtweite während der Dienstzeiten der Beobachter visuell bestimmt. Außerhalb der Dienstzeiten enthielten die Wettermeldungen früher keine Angaben zu Sichtweiten, erst mit Einführung der Sichtweitenmessgeräte ging dann der mit dem Sensor gemessene Wert in die stündlichen Wettermeldungen ein. Ein Vergleich über die Güte visueller und instrumenteller Bestimmung der Sichtweite liegt nicht vor.

Dem o.g., im Jahre 2002 in unserem Hause erstellten, Gutachten lagen ausschließlich Sichtweiten zugrunde, die durch ausgebildete Wetterbeobachter visuell bestimmt worden waren. Der jetzige, doppelt so große Datensatz der Wetterstation Norderney enthält sowohl visuell als auch instrumentell bestimmte horizontale Sichtweiten. Markante Unterschiede in den beiden Datensätzen ergeben sich insbesondere durch folgende Faktoren:

- Neu dazugekommene ferne Sichtziele (ab Januar 2003) für die visuelle Bestimmung
- Ausschließlich visuelle Bestimmung der Sichtweite vor Dezember 2010
- Zeitweise keine nächtlichen Sichtweiten vor Dezember 2010
- Übergangszeit Dezember 2010 bis Februar 2015 mit tagsüber visueller, nachts instrumenteller Bestimmung der Sichtweite
- Ausschließlich instrumentelle Bestimmung der Sichtweite seit März 2015

Die den beiden Gutachten zugrunde liegenden Datensätze sind also nicht nur unterschiedlich umfangreich sondern auch in der Bestimmung der Sichtweite nicht konsistent, wodurch sich Unterschiede in den Häufigkeitsverteilungen, die aus den beiden Datensätzen erzeugt wurden, ergeben. Der neue Datensatz enthält einen etwas größeren Anteil hoher Sichtweiten.

### **3 Begriffsbestimmung: Sichtweite**

Als Sichtweite wird die größte Entfernung bezeichnet, in der ein dunkles Sichtziel vor hellem Hintergrund erkennbar ist. Nachts wird die Sichtweite visuell anhand eines beleuchteten Sichtzieles bestimmt. Im Bereich der Meteorologie wird routinemäßig die horizontale Sichtweite verwendet. Lediglich in bestimmten Sonderfällen wird zusätzlich die Schrägsicht nach oben (z.B. auf Flugplätzen) oder nach unten (z.B. von Bergstationen aus) angegeben.

Die Sichtweite ist abhängig von der Trübung der Atmosphäre durch natürliche und anthropogene Luftbeimengungen, sowie von den Beleuchtungsverhältnissen und der Bewölkung. Daneben spielt auch die Art, Größe und Farbe des Sichtzieles bzw. der nächtlichen Lichtquelle eine Rolle. Zudem ist die beobachtete Sichtweite auch von den physiologischen Eigenschaften der Augen des Beobachters geprägt. Darüber hinaus können optische Phänomene, wie z.B. Brechung oder Spiegelung an horizontalen Luftschichten, die Sichtweite stark beeinflussen.

Weitere Informationen zu geometrischen Bedingungen, physikalischen Grundlagen und Tragweite finden sich in (1).

### **3.1 Visuelle Bestimmung der Sichtweite**

Die visuelle Bestimmung der Sichtweite erfolgt ohne optische Hilfsmittel und beruht alleine auf der Augenbeobachtung. Die Sichtweite wird geschätzt anhand von Sichtzielen in bekannten Entfernungen. Es sollten Sichtziele in möglichst unterschiedlichen Entfernungen und in alle Richtungen um die Beobachtungstation vorhanden sein. Beobachtet wird in alle Richtungen (genannt: Rundumsicht). Die zum Beobachtungszeitpunkt festgestellte geringste horizontale Sichtweite wird in die stündliche Wettermeldung aufgenommen. Ist die beobachtete Sichtweite größer als das entfernteste Sichtziel, wird vom Beobachter - nach seinen Erfahrungswerten - eine größere Sichtweite angegeben. Nachts wird die sogenannte Feuersicht geschätzt: das ist die größte Entfernung, in der ein geschulter Beobachter - nach mehrminütiger Dunkeladaptation des Auges - eine ausreichend starke weiße Lichtquelle erkennen kann.

### **3.2 Instrumentelle Bestimmung der Sichtweite**

Die Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes werden seit einigen Jahren automatisiert, u.a. sind nach und nach auch Sichtweitemessgeräte installiert worden. Diese ersetzen die visuelle Bestimmung der Sichtweite durch die Wetterbeobachter. Die Sichtweite wird mittels eines Vorwärtstreusensors der Firma Degreane (DF20+) bestimmt; gemessen wird die Trübung der Luft auf dem Messfeld der Wetterstation (in 2,5 m Höhe über dem Untergrund) auf einer festen Strecke (ca. 20 cm). Das Gerät steht fest und misst die Sichtweite in einem sehr kleinen Ausschnitt der Atmosphäre kontinuierlich rund um die Uhr.

### **3.3 Die Besonderheiten der beiden Methoden der Sichtweitenbestimmung**

Beide Methoden der Sichtweitenbestimmung weisen ihre eigenen Besonderheiten auf. Die visuelle Bestimmung der Sichtweite durch Wetterbeobachter ermöglicht einen Rundumblick auf die Wetterbedingungen in der Umgebung der Wetterstation. Durch die regelmäßig wechselnden Wetterbeobachter (pro Station 3 – 4 Personen), wie es bei dem Betrieb einer Wetterstation im Wechselschichtdienst üblich ist, gibt es an einer Station Sichtweitemessungen unterschiedlicher Güte. Wegen des Prinzips des Wechselschichtdienstes werden möglicherweise unterschiedliche Sichtweitemessungen durch unterschiedliche Beobachter allerdings nivelliert. Die wesentliche Einschränkung ist aber folgende: die Sichtweite kann visuell nur bei Präsenz eines Wetterbeobachters vor Ort bestimmt werden. Dieses führte an den Wetterstationen zeitweise zu fehlenden Daten, z.B. wenn die Station während der Nacht nicht besetzt war.

Die instrumentelle Bestimmung der Sichtweite durch den Vorwärtsstreusensor DF20+ erfolgt kontinuierlich rund um die Uhr. Die Messung wird auf dem – direkt neben der Wetterstation liegenden - Messfeld, und damit ausschließlich lokal in einem sehr kleinen Bereich der Atmosphäre durchgeführt. Sie ist unabhängig vom Sonnenstand, von der Bewölkung und von optischen Phänomenen, zudem gibt es keinen Unterschied bei Tag- und Nachtmessungen. Allerdings können sich auch bei gut gewarteten Messgeräten Fehlmessungen ergeben. Hier wären zu nennen: Beeinflussung durch Tiere (z.B. Spinnennetz in den Sensorköpfen oder in der Sichtstrecke), Alterung des Gerätes, Stromausfall etc.

#### 4 Ergebnisse der Häufigkeitsverteilungen

Die Tabellen 1a – 1d (siehe Anhang) zeigen für vier Schwellenwerte der horizontalen Sichtweite (mindestens 30 / 35 / 40 / 50 km) die mittleren monatlichen und jährlichen Überschreitungshäufigkeiten, angegeben in Prozent (%), für die täglichen zwölf 2-Stunden-Intervalle sowie für den gesamten Tag (letzte Spalte der Tabellen, bezeichnet mit ‚alle‘). Die Uhrzeiten der 2-Stunden-Intervalle sind in UTC angegeben. Weltweit werden Wettermeldungen einheitlich mit dieser Zeitmarke angegeben, nach Vorgabe durch die Weltorganisation für Meteorologie (WMO). Die Zeitangabe 12 UTC entspricht während der Sommerzeit der gesetzlichen Zeit 14 Uhr MESZ, während der Winterzeit 13 Uhr MEZ.

Die Prozentangaben in den Tabellen 1a – 1d, die sich auf die 2-Stunden-Intervalle und die Monate Januar bis Dezember beziehen, können durch Multiplikation mit einem Umrechnungsfaktor umgerechnet werden in Stunden pro Monat und Zeitintervall. Der Faktor ist abhängig von der Länge des betrachteten Monats (31 / 28 bzw. 29 / 30 Tage) und der Breite des Zeitintervalls (hier: 2 Stunden) und beträgt

- 0,62 in den Monaten Januar, März, Mai, Juli, August, Oktober, Dezember
- 0,57 im Monat Februar
- 0,60 in den Monaten April, Juni, September, November

Ein Tabellenwert von z.B. 30 % im Juni im 2-Stunden-Intervall 12+13 UTC, siehe Tabelle 1a, wird multipliziert mit dem Faktor 0,60 (Monat Juni) und entspricht 18 Stunden, an denen im Durchschnitt im Juni in dem 2-stündigen Zeitintervall 12+13 UTC die Sichtweite den Schwellenwert erreicht oder überschritten hat. Ein Tabellenwert von 10,0 % im Februar wird multipliziert mit dem Faktor 0,57 (Monat Februar) und entspricht damit 5,7 Stunden, an denen im Februar in dem betrachteten 2-stündigen Zeitintervall die Sichtweite den Schwellenwert erreicht oder überschritten hat.

Mit der Annahme, dass die Ereignisse (Horizontale Sichtweite gleich oder größer als Schwellenwert) gleichverteilt an den beiden stündlichen Terminen eines 2-Stunden-Intervalls auftraten, können die Tabellenwerte auch in 1-Stunden-Intervalle pro Monat umgerechnet werden. Für diese Umrechnung müssen die o.a. Faktoren halbiert werden: einer Häufigkeit von

30 % im Juni im 2-Stunden-Intervall 12+13 UTC entspricht im Juni 9 Stunden monatlich für den Termin 12 UTC und 9 Stunden monatlich für den Termin 13 UTC.

Die Zellen der rechten Spalte ‚alle‘, welche sich ja auf den gesamten Tag bezieht, werden mit den Faktoren 7,44 (Januar, März, Mai, Juli, August, Oktober, Dezember) oder 6,79 (Februar) oder 7,20 (April, Juni, September, November) in Stunden pro Monat umgerechnet. Beispiel: der Tabellenwert 17,5 % im April entspricht 126 Stunden, an denen die Sichtweite im April den Schwellenwert erreicht oder überschritten hat.

In den jeweils untersten Zeilen der Tabellen 1a - 1d sind die Überschreitungshäufigkeiten pro 2-Stunden-Intervall bezogen auf das gesamte Jahr angegeben. Für die Umrechnung der Prozentangaben pro Jahr eines bestimmten 2-Stunden-Intervalls in Stunden pro Jahr wird der Faktor 7,31 verwendet. Dieser Faktor kann nur auf die 12 Zellen der jeweils untersten Zeile ‚Jahr‘ der Tabellen angewendet werden, die sich auf die 2-Stunden-Intervalle beziehen. Die letzte Zelle in dieser Zeile gibt die Überschreitungshäufigkeiten bezogen auf das gesamte Jahr an; hier wird der Faktor 87,67 zur Umrechnung in Jahresstunden verwendet. Eine Übersicht über die Umrechnungsfaktoren gibt Tabelle 1e (siehe Anhang).

#### 4.1 Überschreitungshäufigkeiten im Tagesgang für die vier Sichtweitenstufen

Die **Tabelle 1a** zeigt für jeden Monat und das Gesamtjahr den Tagesgang (in 2-Stunden-Intervallen) der Überschreitungshäufigkeiten der **Sichtweitenstufe ‚mindestens 30 km‘**. Diese Sichtverhältnisse traten in 19,8 % der Jahresstunden auf. Der Monat mit der größten Häufigkeit ist der August (33,4 %), der mit der niedrigsten ist der Januar (8,0 %). Die Sichtweiten weisen einen ausgeprägten Tagesgang auf: Bezogen auf das ganze Jahr treten Sichtweiten  $\geq 30$  km am häufigsten im Zeitintervall 18+19 UTC (22,7 %), am seltensten in den Stunden 6+7 UTC (16,4 %) auf. In allen zwölf Zeitintervallen zeigte sich das Maximum der Überschreitungshäufigkeiten im August: zwischen 25,6 % (4+5 UTC) und 38,1 % (16+17 UTC).

Am häufigsten herrschten gute Sichten in den Monaten Mai bis September ab dem frühen Nachmittag, in allen acht Zeitintervallen von 12+13 UTC bis 2+3 UTC wurden Überschreitungshäufigkeiten von mindestens 25 % erreicht.

Im Jahresverlauf am seltensten trat diese Sichtweitenstufe zwischen November und März auf (8 - 14 %). Im Tagesverlauf ergaben sich die Minima in den Wintermonaten im Zeitintervall 8+9 UTC, in den Übergangsmonaten im Intervall 6+7 UTC, im Sommer im Intervall 4+5 UTC.

Die **Tabelle 1b** zeigt für jeden Monat und das Gesamtjahr den Tagesgang (in 2-Stunden-Intervallen) der Überschreitungshäufigkeiten der **Sichtweitenstufe ‚mindestens 35 km‘**. Diese Sichtverhältnisse traten in 10,6 % der Jahresstunden auf. Der Monat mit der größten Häufigkeit ist der August (17,6 %), der mit der niedrigsten ist der Januar (3,3 %). Die Sichtweiten weisen einen ausgeprägten Tagesgang auf: Bezogen auf das ganze Jahr treten Sichtweiten  $\geq 35$  km

am häufigsten im Zeitintervall 18+19 UTC (12,7 %), am seltensten in den Stunden 6+7 UTC (8,5 %) auf. In fast allen der zwölf Zeitintervalle zeigte sich das Maximum der Überschreitungshäufigkeiten im August: zwischen 16,3 % (8+9 UTC) und 21,9 % (16+17 UTC), lediglich in den Intervallen 4+5 UTC und 6+7 UTC zeigte sich das Maximum im September.

Am häufigsten herrschten gute Sichten in den Monaten Mai, Juni, August und September ab mittags, d.h. in den acht Zeitintervallen von 10+11 UTC bis 0+1 UTC wurden Überschreitungshäufigkeiten von mindestens 15 % erreicht. Im Juli ergaben sich so hohe Werte nur nachmittags bis abends.

Im Jahresverlauf am seltensten trat diese Sichtweitenstufe zwischen November und März auf (3,3 – 7,4 %). Im Tagesverlauf ergaben sich die Minima in den Wintermonaten im Zeitintervall 8+9 UTC, in den Übergangsmo­naten im Intervall 6+7 UTC, im Sommer um 4+5 UTC.

Die **Tabelle 1c** zeigt für jeden Monat und das Gesamtjahr den Tagesgang (in 2-Stunden-Intervallen) der Überschreitungshäufigkeiten der **Sichtweitenstufe ,mindestens 40 km'**. Diese Sichtverhältnisse traten in 7,1 % aller Jahresstunden auf. Der Monat mit der größten Häufigkeit ist der September (12,2 %), der mit der niedrigsten ist der Januar (1,9 %). Die Sichtweiten weisen einen ausgeprägten Tagesgang auf: Bezogen auf das ganze Jahr treten Sichtweiten  $\geq 40$  km am häufigsten im Zeitintervall 14+15 UTC (8,7 %), am seltensten in den Stunden 6+7 UTC (5,3 %) auf. In sechs Zeitintervallen zeigte sich das Maximum der Überschreitungshäufigkeiten im August (zwischen 12,0 und 15,1 %, vor allem abends und nachts), in den anderen sechs Intervallen im September (zwischen 9,0 und 14,7 %, vor allem in den Morgen- und Nachmittagsstunden).

Am häufigsten herrschten gute Sichten in den Monaten Mai bis September ab nachmittags, d.h. in den sieben Zeitintervallen von 12+13 UTC bis 0+1 UTC wurden Überschreitungshäufigkeiten von mindestens 10 % erreicht.

Im Jahresverlauf am seltensten trat diese Sichtweitenstufe zwischen November und März auf (1,9 – 5,1 %). Bezogen auf den Tagesverlauf ergaben sich die Minima in den Wintermonaten fast immer im Zeitintervall 8+9 UTC; ansonsten im Intervall 6+7 UTC, mit Ausnahme des Mai (8+9 UTC) und Juli (4+5 UTC).

Die **Tabelle 1d** zeigt für jeden Monat und das Gesamtjahr den Tagesgang (in 2-Stunden-Intervallen) der Überschreitungshäufigkeiten der **Sichtweitenstufe ,mindestens 50 km'**. Diese Sichtverhältnisse traten in 1,9 % aller Jahresstunden auf. Der Monat mit der größten Häufigkeit ist der September (3,7 %), der mit der niedrigsten ist der Januar (0,5 %). Die Sichtweiten weisen einen ausgeprägten Tagesgang auf: Bezogen auf das ganze Jahr treten Sichtweiten  $\geq 50$  km am häufigsten im Zeitintervall 18+19 UTC (2,4 %), am seltensten in den Stunden 6+7 UTC (1,3 %) auf. In den meisten Zeitintervallen wurden Sichtweiten von mindestens 50 km im September (zwischen 2,0 und 4,6 %) überschritten. Anmerkung: Die Datenbasis der

Sichtweitenstufe ‚mindestens 50 km‘ besteht aus weniger als 5.000 Werten; diese Anzahl ist zu gering, um daraus eine belastbare Statistik zu erstellen!

#### **4.2 Überschreitungshäufigkeiten pro Bedeckungsgradklasse für die vier Sichtweitenstufen**

In den Tabellen 2a bis 2d (im Anhang) sind die Überschreitungshäufigkeiten für die vier Sichtweitenstufen jeweils in Abhängigkeit zum Bedeckungsgrad des Himmels mit tiefen und mittelhohen Wolken dargestellt. Der Bedeckungsgrad wird von dem Wetterbeobachter visuell geschätzt und in Achteln angegeben. Für diese Untersuchung wurde der Bedeckungsgrad in vier Klassen zusammengefasst:

0/8	wolkenlos
1/8 bis 3/8	gering bewölkt
4/8 bis 6/8	wolkig
7/8 und 8/8	stark bewölkt und bedeckt

Die **Tabelle 2a** zeigt für jeden Monat und das Gesamtjahr die Überschreitungshäufigkeiten der **Sichtweitenstufe ‚mindestens 30 km‘** für die vier Bedeckungsgradklassen. Zusätzlich werden jeweils in den beiden rechten Spalten die Überschreitungshäufigkeiten unabhängig vom Bedeckungsgrad für die Sichtweiten gleich und höher als der Schwellenwert ( $\geq 30$  km) sowie niedriger als der Schwellenwert ( $< 30$  km) aufgelistet.

Die **Tabelle 2b** zeigt für jeden Monat und das Gesamtjahr die Überschreitungshäufigkeiten der **Sichtweitenstufe ‚mindestens 35 km‘** für die vier Bedeckungsgradklassen.

Die **Tabelle 2c** zeigt für jeden Monat und das Gesamtjahr die Überschreitungshäufigkeiten der **Sichtweitenstufe ‚mindestens 40 km‘** für die vier Bedeckungsgradklassen.

Die **Tabelle 2d** zeigt für jeden Monat und das Gesamtjahr die Überschreitungshäufigkeiten der **Sichtweitenstufe ‚mindestens 50 km‘** für die vier Bedeckungsgradklassen.

Die Tabellen 2a bis 2d weisen für alle Sichtstufen die höchsten Überschreitungshäufigkeiten bei geringer Bewölkung (1/8 - 3/8) aus in den Monaten Mai bis September, die zweithöchsten Werte ergeben sich bei wolkigem Himmel (4/8 – 6/8). Bei wolkenlosem Himmel (0/8) zeigen sich die niedrigsten Werte.

Anmerkung: Die Datenbasis für die statistische Untersuchung der Sichtweiten pro Bedeckungsgradklasse ist etwas kleiner als die für die Untersuchung der Sichtweiten pro Zeitintervall, da an einigen Terminen zwar die Sichtweite, nicht aber der Bedeckungsgrad gemeldet worden ist. Dadurch ergeben sich in den Tabellen 1a – 1d (siehe rechte Spalte) und 2a – 2d (siehe zweite Spalte von rechts) für die einzelnen Sichtweitenstufen geringe Unterschiede in den monatlichen und jährlichen Werten der Überschreitungshäufigkeiten.

## 5 Vergleich der neuen Ergebnisse mit denen des Gutachtens aus dem Jahre 2002

Die Ergebnisse der hier vorliegenden Untersuchung unterscheiden sich von den Ergebnissen des Gutachtens aus dem Jahr 2002. Das hat verschiedene Ursachen:

- Die Datenbasis ist nun heterogener. Damals standen ausschließlich visuell bestimmte Sichtweiten zur Verfügung, diesmal sind die Sichtweiten visuell und instrumentell bestimmt
- Die Auswerteprogramme sind andere als damals. Die damaligen Programme stehen nicht mehr zur Verfügung
- Die Sichtweiten wurden damals anders in die Sichtstufen einsortiert. Die damalige Klasse „Sichtweiten über 30 km“ entspricht der heutigen Klasse „Sichtweiten  $\geq 35$  km“
- Leichter Rückgang der Nordwestwetterlagen, die mit wechselhaftem Wetter und schlechten Sichten verbunden sind, in den vergangenen 30 Jahren

Allgemein ist die Sichtweite eine delikate meteorologische Größe, die bis vor einigen Jahren nicht - wie etwa Temperatur oder Windgeschwindigkeit - gemessen wurde, sondern von Personen geschätzt wurde. Zwar erfolgte dies durch geschulte Wetterbeobachter anhand bekannter Sichtziele rund um die Wetterstationen, aber dennoch war es eine Schätzung. Nunmehr wird die Sichtweite an allen Wetterstationen gemessen. Die vorliegende Auswertung deutet an, dass gemessene Sichtweiten etwas häufiger höhere Werte zeigen, als visuell bestimmte Sichtweiten. Dieser Hinweis bedarf einer genaueren Überprüfung, die im Rahmen dieser Untersuchung nicht geleistet werden konnte.

### Literatur

- (1) Püttker, J: Amtliches Gutachten über die Häufigkeit der Sichtweiten im Bereich der Nordsee vor den ostfriesischen Inseln auf Grund der stündlichen Beobachtungen an der Wetterstation Norderney; Juli 2002.

Im Auftrag

*Gabriele Krugmann*  
Dipl. Met. Gabriele Krugmann



Hamburg, 06.06.2018

**Dieses Gutachten ist urheberrechtlich geschützt; außerhalb der mit dem Auftraggeber vertraglich vereinbarten Nutzungsrechte ist seine Vervielfältigung oder Weitergabe an Dritte sowie die Mitteilung seines Inhaltes, auch auszugsweise, nur mit vorheriger schriftlicher Genehmigung des Deutschen Wetterdienstes gestattet.**

**Tabelle 1a: Mittlere monatliche Überschreitungshäufigkeiten [%] von Schwellenwerten der horizontalen Sichtweite für 2-Stunden-Intervalle an der Wetterstation Norderney**

Sichtweiten  $\geq 30$  km

Bezugszeitraum: 1988-2016

Stunde (UTC)	0 + 1	2 + 3	4 + 5	6 + 7	8 + 9	10 + 11	12 + 13	14 + 15	16 + 17	18 + 19	20 + 21	22 + 23	alle
Monat													
Januar	8,2	8,8	8,5	7,0	5,1	6,7	7,0	7,7	7,7	10,2	10,1	9,7	8,0
Februar	9,2	9,5	10,6	9,7	8,1	8,5	10,0	9,8	9,8	10,6	10,6	9,5	9,7
März	12,0	12,8	13,3	9,2	10,1	11,9	13,1	14,0	14,7	12,7	13,8	12,5	12,5
April	18,7	18,2	17,2	14,2	15,4	16,1	16,7	17,7	18,8	18,2	19,2	19,5	17,5
Mai	28,7	26,5	22,4	21,6	23,4	24,2	26,5	27,1	29,3	31,5	28,5	30,2	26,6
Juni	33,4	26,1	23,2	24,8	25,5	28,2	30,0	32,4	34,9	35,3	28,5	33,5	29,6
Juli	31,2	26,5	23,5	25,1	26,0	27,7	30,2	32,5	34,0	36,2	30,0	33,0	29,6
August	35,5	33,0	25,6	26,2	29,2	32,3	35,4	38,0	38,1	37,7	34,3	35,8	33,4
September	27,6	25,3	24,0	21,6	23,8	26,1	28,8	29,8	30,4	28,8	28,8	26,3	26,8
Oktober	19,1	18,4	20,5	12,8	14,5	18,1	20,0	20,9	19,6	23,4	23,6	20,8	19,3
November	13,9	13,9	14,9	12,8	10,6	12,5	14,2	14,5	13,9	16,9	15,8	14,6	14,1
Dezember	11,4	11,0	12,1	11,3	8,0	9,7	10,5	9,6	8,9	11,4	12,0	11,2	10,6
Jahr	20,7	19,2	18,0	16,4	16,6	18,5	20,2	21,2	21,7	22,7	21,3	21,4	19,8

**Tabelle 1b: Mittlere monatliche Überschreitungshäufigkeiten [%] von Schwellenwerten der horizontalen Sichtweite für 2-Stunden-Intervalle an der Wetterstation Norderney**

Sichtweiten  $\geq 35$  km

Bezugszeitraum: 1988-2016

Stunde (UTC)	0 + 1	2 + 3	4 + 5	6 + 7	8 + 9	10 + 11	12 + 13	14 + 15	16 + 17	18 + 19	20 + 21	22 + 23	alle
Monat													
Januar	2,8	2,8	3,3	3,1	1,9	2,8	3,5	4,2	3,8	4,5	3,7	3,3	3,3
Februar	3,7	4,2	4,8	4,5	4,0	4,8	5,4	4,9	4,3	4,5	4,9	3,6	4,5
März	4,6	4,3	5,1	3,2	4,8	5,3	5,7	6,9	6,5	5,6	5,5	4,8	5,2
April	10,8	10,2	9,9	8,5	9,7	10,5	9,8	10,8	11,9	10,7	10,9	11,0	10,4
Mai	16,6	15,3	12,9	13,0	13,6	15,3	16,2	16,8	18,7	20,8	17,0	17,7	16,2
Juni	16,4	12,9	13,0	13,8	14,8	16,4	18,7	19,6	20,3	20,9	16,1	16,9	16,6
Juli	14,6	12,9	11,6	12,9	13,3	14,2	15,4	16,2	16,7	19,1	13,8	15,5	14,7
August	17,4	17,5	12,6	12,6	16,3	17,3	19,0	21,2	21,9	20,6	17,6	17,5	17,6
September	16,9	14,8	14,4	12,9	14,3	16,6	18,1	19,9	20,9	18,6	15,6	14,2	16,4
Oktober	9,8	8,8	11,4	6,2	7,7	10,5	11,7	12,5	11,0	12,1	11,3	10,6	10,3
November	6,4	5,9	7,7	6,2	5,5	7,3	7,5	8,2	8,0	9,5	8,8	7,7	7,4
Dezember	5,3	5,3	5,4	5,5	3,6	5,1	5,6	5,3	4,3	5,5	5,1	4,8	5,1
Jahr	10,4	9,6	9,3	8,5	9,1	10,5	11,4	12,2	12,4	12,7	10,9	10,6	10,6

**Tabelle 1c: Mittlere monatliche Überschreitungshäufigkeiten [%] von Schwellenwerten der horizontalen Sichtweite für 2-Stunden-Intervalle an der Wetterstation Norderney**

Sichtweiten  $\geq 40$  km

Bezugszeitraum: 1988-2016

Stunde (UTC)	0 + 1	2 + 3	4 + 5	6 + 7	8 + 9	10 + 11	12 + 13	14 + 15	16 + 17	18 + 19	20 + 21	22 + 23	alle
Monat													
Januar	1,4	1,3	1,5	1,5	1,3	1,7	2,6	3,2	2,6	2,4	2,1	1,6	1,9
Februar	2,6	2,7	3,2	2,7	2,8	2,6	3,5	3,5	2,8	3,3	3,1	2,4	2,9
März	2,6	2,3	2,8	1,8	2,9	3,1	3,1	3,9	3,8	2,8	2,6	1,9	2,8
April	7,6	7,2	6,7	5,4	6,5	7,8	7,0	7,6	8,3	6,7	6,5	7,2	7,1
Mai	11,3	10,0	8,8	8,7	8,4	9,8	11,0	11,9	11,9	13,0	10,7	11,1	10,5
Juni	10,2	7,7	6,8	8,4	9,1	10,6	12,9	14,1	14,1	15,3	11,0	11,1	10,9
Juli	10,3	8,2	6,2	6,7	7,8	8,1	10,0	11,3	11,1	13,0	9,0	10,1	9,3
August	13,2	12,0	8,2	7,5	10,3	11,2	13,4	15,1	14,5	14,1	12,7	12,4	12,1
September	12,1	11,8	11,2	9,0	11,1	11,9	14,2	15,0	14,7	13,3	11,9	10,8	12,2
Oktober	6,7	6,9	7,9	3,9	5,6	7,4	8,8	9,0	8,1	8,5	8,7	7,5	7,4
November	4,4	4,0	4,8	4,1	3,8	5,0	5,3	5,8	5,6	6,9	6,8	5,1	5,1
Dezember	3,5	3,2	3,6	3,7	2,2	3,0	3,7	3,5	3,1	3,0	2,7	2,8	3,2
Jahr	7,2	6,4	6,0	5,3	6,0	6,9	8,0	8,7	8,4	8,5	7,3	7,0	7,1

**Tabelle 1d: Mittlere monatliche Überschreitungshäufigkeiten [%] von Schwellenwerten der horizontalen Sichtweite für 2-Stunden-Intervalle an der Wetterstation Norderney**

Sichtweiten  $\geq 50$  km

Bezugszeitraum: 1988-2016

Stunde (UTC)	0 + 1	2 + 3	4 + 5	6 + 7	8 + 9	10 + 11	12 + 13	14 + 15	16 + 17	18 + 19	20 + 21	22 + 23	alle
Monat													
Januar	0,1	0,3	0,6	0,6	0,2	0,1	0,3	1,2	0,8	0,8	0,6	0,3	0,5
Februar	1,1	1,0	1,2	0,9	0,6	0,4	0,9	0,6	0,6	0,8	1,3	1,3	0,9
März	0,9	0,8	0,8	0,6	0,7	0,6	0,6	0,9	1,1	1,2	0,8	0,8	0,8
April	1,2	1,3	0,9	1,4	1,3	1,0	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8	1,2	1,4
Mai	2,8	2,4	1,5	2,5	2,6	2,3	2,1	2,2	2,6	2,8	2,2	2,5	2,4
Juni	2,5	1,8	1,4	1,8	2,3	2,1	2,6	3,7	4,0	4,5	3,6	3,6	2,8
Juli	2,4	2,5	1,2	1,6	1,4	1,5	1,8	2,4	2,4	3,2	2,7	3,3	2,2
August	4,1	4,2	1,4	1,0	1,6	1,3	2,0	3,0	3,4	2,7	2,8	3,5	2,6
September	4,3	4,0	3,2	2,0	2,6	3,0	3,6	3,9	4,3	4,4	4,6	4,4	3,7
Oktober	3,0	2,9	3,0	1,1	1,4	1,7	2,2	2,4	2,6	3,1	3,4	3,2	2,5
November	1,6	1,4	1,4	1,4	1,6	1,2	1,4	1,7	2,0	2,2	2,1	1,7	1,6
Dezember	1,4	1,2	1,1	0,5	0,4	1,0	0,9	1,1	0,6	1,2	1,2	1,2	1,0
Jahr	2,1	2,0	1,5	1,3	1,4	1,4	1,7	2,1	2,2	2,4	2,3	2,3	1,9



**Tabelle 2a: Mittlere monatliche Überschreitungshäufigkeiten [%] des Schwellenwertes 30 km der horizontalen Sichtweite für Klassen des Bedeckungsgrades [Achtel] an der Station Norderney**

Sichtweiten  $\geq 30$  km

Bezugszeitraum: 1988-2016

Bedeckung Monat	0/8	1/8-3/8	4/8-6/8	7/8-8/8	0/8-8/8 (Sicht $\geq 30$ km)	0/8-8/8 (Sicht $< 30$ km)
Januar	1,0	2,5	1,9	3,1	8,5	91,5
Februar	1,6	3,3	2,3	2,9	10,1	89,9
März	2,4	4,8	2,9	2,7	12,8	87,2
April	2,6	6,9	4,5	3,8	17,8	82,2
Mai	3,2	10,3	7,6	5,7	26,9	73,1
Juni	1,6	11,1	9,2	7,9	29,8	70,2
Juli	2,6	10,7	8,9	7,6	29,8	70,2
August	2,9	12,4	10,2	7,9	33,4	66,6
September	2,3	9,5	8,0	7,1	26,9	73,1
Oktober	2,7	7,0	5,1	4,7	19,6	80,4
November	1,4	4,4	4,1	4,8	14,7	85,3
Dezember	1,8	3,5	2,6	3,2	11,1	88,9
<b>Jahr</b>	<b>2,2</b>	<b>7,2</b>	<b>5,6</b>	<b>5,1</b>	<b>20,1</b>	<b>79,9</b>

**Tabelle 2b: Mittlere monatliche Überschreitungshäufigkeiten [%] des Schwellenwertes 35 km der horizontalen Sichtweite für Klassen des Bedeckungsgrades [Achtel] an der Station Norderney**

Sichtweiten  $\geq 35$  km

Bezugszeitraum: 1988-2016

Bedeckung	0/8	1/8-3/8	4/8-6/8	7/8-8/8	0/8-8/8 (Sicht $\geq 35$ km)	0/8-8/8 (Sicht $< 35$ km)
<b>Monat</b>						
Januar	0,4	1,1	0,8	1,2	3,5	96,5
Februar	0,7	1,6	1,2	1,2	4,7	95,3
März	1,2	2,2	1,0	1,0	5,3	94,7
April	1,5	4,6	2,5	2,0	10,6	89,4
Mai	1,7	6,6	4,8	3,2	16,3	83,7
Juni	0,9	6,8	5,1	3,9	16,7	83,3
Juli	1,6	5,9	4,1	3,1	14,7	85,3
August	1,4	7,4	5,2	3,7	17,6	82,4
September	1,6	6,5	4,8	3,7	16,5	83,5
Oktober	1,5	4,5	2,4	2,1	10,5	89,5
November	0,7	2,4	2,1	2,5	7,7	92,3
Dezember	1,0	1,9	1,2	1,3	5,3	94,7
<b>Jahr</b>	1,2	4,3	2,9	2,4	10,8	89,2

**Tabelle 2c: Mittlere monatliche Überschreitungshäufigkeiten [%] des Schwellenwertes 40 km der horizontalen Sichtweite für Klassen des Bedeckungsgrades [Achtel] an der Station Norderney**

Sichtweiten  $\geq 40$  km

Bezugszeitraum: 1988-2016

Bedeckung Monat	0/8	1/8-3/8	4/8-6/8	7/8-8/8	0/8-8/8 (Sicht $\geq 40$ km)	0/8-8/8 (Sicht $< 40$ km)
Januar	0,3	0,7	0,4	0,7	2,1	97,9
Februar	0,5	1,2	0,7	0,8	3,1	96,9
März	0,7	1,3	0,4	0,5	2,9	97,1
April	1,1	3,3	1,6	1,2	7,2	92,8
Mai	1,1	4,4	3,1	2,0	10,6	89,4
Juni	0,7	4,8	3,2	2,2	11,0	89,0
Juli	1,1	4,0	2,4	1,8	9,3	90,7
August	1,0	5,5	3,3	2,2	12,0	88,0
September	1,4	5,2	3,2	2,6	12,3	87,7
Oktober	1,2	3,3	1,5	1,5	7,5	92,5
November	0,5	1,9	1,4	1,6	5,4	94,6
Dezember	0,7	1,2	0,6	0,7	3,3	96,7
Jahr	0,9	3,1	1,8	1,5	7,2	92,8

**Tabelle 2d: Mittlere monatliche Überschreitungshäufigkeiten [%] des Schwellenwertes 50 km der horizontalen Sichtweite für Klassen des Bedeckungsgrades [Achtel] an der Station Norderney**

Sichtweiten  $\geq 50$  km

Bezugszeitraum: 1988-2016

Bedeckung	0/8	1/8-3/8	4/8-6/8	7/8-8/8	0/8-8/8 (Sicht $\geq 50$ km)	0/8-8/8 (Sicht $< 50$ km)
<b>Monat</b>						
Januar	0,1	0,2	0,1	0,2	0,5	99,5
Februar	0,2	0,4	0,1	0,3	0,9	99,1
März	0,3	0,3	0,1	0,2	0,8	99,2
April	0,2	0,8	0,2	0,3	1,4	98,6
Mai	0,2	0,9	0,7	0,6	2,4	97,6
Juni	0,1	1,2	0,9	0,7	2,8	97,2
Juli	0,2	0,9	0,5	0,5	2,2	97,8
August	0,3	1,2	0,5	0,5	2,6	97,4
September	0,5	1,5	0,8	0,9	3,7	96,3
Oktober	0,5	1,1	0,4	0,6	2,5	97,5
November	0,2	0,6	0,3	0,6	1,7	98,3
Dezember	0,3	0,4	0,1	0,2	1,0	99,0
<b>Jahr</b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>1,9</b>	<b>98,1</b>