

**Gerät: MINERVA**

Aufzeichnungsintervall: 1 min

Das Aufzeichnungssystem MINERVA besteht aus diversen Sensoren, die an eine zentrale Datenaufzeichnung angeschlossen sind. Über MINERVA werden am Wettermast Hamburg seit 1995 die wichtigsten meteorologischen Größen aufgezeichnet. Die Windmessung mit Schalensternanemometer und Windfahne wurde jedoch bereits Ende 2000 durch Ultraschallanemometer ersetzt. Ebenfalls ersetzt wurden die Taupunktspiegel, die sich als sehr störungsanfällig erwiesen haben. Die neuen Feuchtesensoren (Humicaps) sind aber auch in MINERVA enthalten. Mittelfristig soll die MINERVA-Anlage durch modernere Systeme ersetzt werden.

Folgende Messwerte stehen zur Verfügung:

Kürzel	Einheit	Bezeichnung
P002	hPa	Luftdruck, 2 m Höhe

Der Luftdruck wird am Wetterhaus unterhalb des großen Mastes in etwa 2 m Höhe mit einem Barometer vom Typ Vaisala PTB-200A gemessen.

TT002	°C	Lufttemperatur, 2 m Höhe
TT010	°C	Lufttemperatur, 10 m Höhe
TT050	°C	Lufttemperatur, 50 m Höhe
TT070	°C	Lufttemperatur, 70 m Höhe
TT110	°C	Lufttemperatur, 110 m Höhe
TT175	°C	Lufttemperatur, 175 m Höhe
TT250	°C	Lufttemperatur, 250 m Höhe

Die Lufttemperatur wird in strahlungsgeschützten und zwangsbelüfteten Gehäusen mit Platinwiderstandsthermometern gemessen (Pt100). Die Sensoren für 2 und 10 m Höhe befinden sich am 10 m Mast auf der Wiese. Die Sensoren von 50 bis 250 m Höhe sind an den Auslegern am großen Mast angebracht.

RHHC002	%	Relative Feuchte, 2 m Höhe
RHHC010	%	Relative Feuchte, 10 m Höhe
RHHC050	%	Relative Feuchte, 50 m Höhe
RHHC110	%	Relative Feuchte, 110 m Höhe
RHHC175	%	Relative Feuchte, 175 m Höhe
RHHC250	%	Relative Feuchte, 250 m Höhe

Die relative Feuchte wird seit etwa 2004 mit kapazitiven Feuchtesensoren vom Typ Vaisala HMP-45 ("Humicap") gemessen. Sie lösen damit die Taupunktspiegel ab, die sich als extrem störungsanfällig erwiesen haben. Die Feuchtesensoren befinden sich in denselben Gehäusen wie die Temperatursensoren. In 70 m Höhe wird keine Feuchte gemessen. Das HC in den Kürzeln steht für Humicap, die früheren Werte aus den Taupunktspiegeln sind nicht sinnvoll verwendbar.

DTHC002		Taupunkt, 2 m Höhe
DTHC010		Taupunkt, 10 m Höhe
DTHC050		Taupunkt, 50 m Höhe
DTHC110		Taupunkt, 110 m Höhe
DTHC175		Taupunkt, 175 m Höhe
DTHC250		Taupunkt, 250 m Höhe

Dieser Taupunkt ist kein eigener Messwert, sondern wird aus Lufttemperatur und relativer Feuchte berechnet.

TS000                    °C                    Erdbodenoberflächentemperatur (KT4/KT19)

Die Erdbodenoberflächentemperatur wird mit einem Infrarot-Radiometer gemessen, das in etwa 2 m Höhe angebracht und auf die Wiese gerichtet ist. Die Messung ist nur auf 1 bis 2 K genau. Die Genauigkeit kann an Tagen mit schmelzender Schneedecke geprüft werden, der Wert sollte dann 0 °C betragen.

LW010                    W/m<sup>2</sup>                    Langwellige Einstrahlung

Die langwellige Einstrahlung wird mit einem Pyrgeometer in etwa 10 m Höhe gemessen. Sie beinhaltet die gesamte aus dem oberen Halbraum eintreffende langwellige Strahlungsleistung bzgl. einer horizontalen Bezugsebene. Die langwellige Ausstrahlung des Erdbodens wird nicht gemessen. Sie kann hilfsweise aus der Erdbodenoberflächentemperatur und einer angenommenen Emissivität bestimmt werden.

G010                    W/m<sup>2</sup>                    Globalstrahlung (kurzwellige Einstrahlung)

Die Globalstrahlung wird mit einem Pyranometer in etwa 10 m Höhe gemessen. Sie beinhaltet die gesamte aus dem oberen Halbraum eintreffende kurzwellige Strahlungsleistung bzgl. einer horizontalen Bezugsebene. Die kurzwellige Ausstrahlung wird nicht gemessen. Sie kann hilfsweise aus der Globalstrahlung und einer angenommenen Albedo bestimmt werden.

GSM010                  min                    Sonnenscheindauer im Mittelungsintervall  
GTM010                  min                    Schattendauer im Mittelungsintervall  
GXM010                  min                    Mögliche Sonnenscheindauer im Mittelungsintervall

Ein spezieller Algorithmus berechnet aus der Globalstrahlung für jede Minute, ob die Sonne scheint oder nicht (Schatten). Sonnen- und Schattenzeit zusammen sollten die maximal mögliche Sonnenscheindauer ergeben. Falls nicht, liegen Lücken in den Zeitreihen vor.

ND002                    mm                    Niederschlagsmenge pro Zeitintervall

Die Niederschlagsmenge wird mittels einer Kippwaage mit einer Auflösung von 0,1 mm gemessen. Der Auffangbehälter entspricht dabei dem Regenmesser nach Hellmann. Das Gerät ist beheizt und kann daher auch Schnee messen.

**Gerät: SONICxxx (xxx = 010, 050, 110, 175, 250)**

Aufzeichnungsintervall: 5 min

Die Geräte mit der Bezeichnung SONICxxx enthalten die Turbulenzwerte der Ultraschallanemometer vom Typ METEK USA-1 in der Höhe xxx. Die eigentlichen Daten werden mit 20 Hz gemessen. Ein Prozessor im Gerät berechnet daraus alle 5 Minuten Mittelwerte, Standardabweichungen, Kovarianzen usw. Diese Werte beginnen Ende 2000. Für Windgeschwindigkeit und Windrichtung sind die Ultraschallanemometer die Nachfolger von Schalensternanemometer und Windfahne. Inzwischen (seit etwa 2004) bieten die so genannten Böenschreiber dieselben Werte mit einer höheren Auflösung (1 statt 5 Minuten) und einem erweiterten Datensatz (siehe Geräte BOExxx). Die Werte aus 250 m (SONIC250) weisen in den jüngeren Jahren oftmals längere Lücken auf, vermutlich wegen der Störung der Datenleitung durch die Sender am Mast. Hier sollte auf die Böenschreiberwerte zurückgegriffen werden.

SNC_Uxxx	m/s	West-Ost-Komponente des Windvektors
SNC_Vxxx	m/s	Süd-Nord-Komponente des Windvektors
SNC_VELxxx	m/s	Windgeschwindigkeit
SNC_DIRxxx	°	Windrichtung

SNC\_ steht für das Gerät SONIC. U und V sind die gemittelten Komponenten der horizontalen Windgeschwindigkeit im geografischen System. VEL und DIR sind die aus U und V für jedes 5-Minuten-Intervall bestimmten Mittelwerte (bis hier also vektorielle Mittelwerte), die für die Stunden- und Tagesmittel arithmetisch (Windgeschwindigkeit) bzw. über die Einheitsvektoren (Windrichtung) weiter gemittelt werden. Die vektoriellen Mittel für 1 Stunde und 1 Tag können einfach aus den entsprechenden Mittelwerten von U und V berechnet werden.

**Gerät: BOExxx (xxx = 010, 050, 110, 175, 250)**

Aufzeichnungsintervall: 1 min

Bei den Geräten BOExxx, wobei xxx die Höhe in Meter angibt, handelt es sich um keine eigentlichen Geräte, sondern lediglich um eine Software für die Aufzeichnung und Verarbeitung der von den Ultraschallanemometern neben den 5-minütlichen Turbulenzwerten gesendeten 20 Hz-Rohdaten. Ursprünglich für die Registrierung von Böen (daher der Name Böenschreiber für das Programm) entwickelt, zeichnet es inzwischen sämtliche auch im geräteeigenen Turbulenzdatensatz enthalten Werte auf, zusätzlich einiger weiterer. Die zeitliche Auflösung ist hier mit 1 Minute höher als bei den Turbulenzwerten mit 5 Minuten. Die Turbulenzdaten sind daher inzwischen praktisch obsolet, reichen aber bis Ende 2000 zurück, während die Böenschreiber erst in späteren Jahren hinzugekommen sind. SONIC und BOE werden mit unterschiedlichen Rechnern aufgezeichnet, so dass evtl. auf die jeweils anderen Werte zurückgegriffen werden kann, wenn die einen eine Lücke aufweisen.

BUxxx	m/s	West-Ost-Komponente des Windvektors
BVxxx	m/s	Süd-Nord-Komponente des Windvektors
BVELSxxx	m/s	Windgeschwindigkeit, skalar gemittelt
BDIRExxx	°	Windrichtung, einheitsvektoriell gemittelt
BBxxx	m/s	Stärkste Bö

Das B steht für Böenschreiber. BU und BV sind wie bei den Turbulenzwerten die mittleren horizontalen Geschwindigkeitskomponenten. BVELS ist die skalar gemittelte Windrichtung (Mittelwert der einzelnen 20 Hz-Messungen). BDIRE ist die über den Einheitsvektor gemittelte Windrichtung. Die vektoriellen Mittelwerte können dagegen einfach aus U und V berechnet werden. BB ist die stärkste Bö im betrachteten Zeitintervall, definiert als der höchste 3-Sekunden-Mittelwert der Windgeschwindigkeit.

**Gerät: USAT280**

Aufzeichnungsintervall: 1 min

Das Gerät USAT280 ist wie BOE ein Böenschreiber, allerdings mit neuer und erweiterter Hardware (weiterentwickeltes METEK USAT-1). Diese sollen mittelfristig die bisherigen Geräte (SONIC und BOE) ersetzen. In 280 m Höhe ist bereits seit Mitte 2010 ein neues System in Betrieb. Es enthält neben den Winddaten auch die Lufttemperatur und die relative Feuchte (traditionelle MINERVA-Größen).

U_BU280	m/s	West-Ost-Komponente des Windvektors
U_BV280	m/s	Süd-Nord-Komponente des Windvektors
U_BVELS280	m/s	Windgeschwindigkeit, skalar gemittelt
U_BDIRE280	°	Windrichtung, einheitsvektoriell gemittelt
U_BB280	m/s	Stärkste Bö
U_TT280	°C	Lufttemperatur 280 m
U_RH280	%	Relative Feuchte 280 m
U_DT280	°C	Taupunkt 280 m

Das U\_ kennzeichnet das neue System. Ansonsten gelten für U\_BU bis U\_BB die Hinweise bei BOE, für TT, RH und DT die Hinweise bei MINERVA.

**Gerät: IRSS**

Aufzeichnungsintervall: 1 min

Der Niederschlagssensor IRSS88 besteht aus einer Infrarot-Lichtschanke, die fallende Regentropfen registriert. Ab einem Wert von 5 Tropfen pro Minute wird der Zustand "Niederschlag" aufgezeichnet, ansonsten "Trockenheit". Neben Regen werden auch Schnee, Hagel usw. registriert. Das Gerät ist in etwa 1 m Höhe angebracht.

IRSDM001	min	Niederschlagsminuten (im Intervall)
IRSTM001	min	Trockenheitsminuten (im Intervall)

IRSDM gibt die Anzahl der Minuten mit Niederschlag im betrachteten Intervall an. IRSTM die Minuten mit Trockenheit. Beide Werte zusammen ergeben die Länge des Intervalls, ansonsten weist die Zeitreihe entsprechende Lücken auf.