

Messtation Müggelsee (Georg Mothes)

Die Station

Im Herbst 2001 wurde eine schwimmende Messtation ca. 300m vor dem Ufer des IGB, Müggelseedamm 310 installiert. Es handelt sich um einen gebrauchten und umgebauten 20 Fuß Container, der von zwei Stahlschwimmkörpern, bestehend aus jeweils 4 Schwimmkammern, getragen wird. Gehalten wird die Station von 4 Dalben, die etwa 17m in das Sediment gerammt wurden. Die Wassertiefe beträgt an dieser Stelle etwa 5.5m. Das entspricht in etwa der mittleren Tiefe des Müggelsees. Die Koordinaten der Station lauten 52.4462°N und 13.6500°E (WGS84).

Stromversorgung

Ausgestattet wurde die Station mit einer autarken Stromversorgung, bestehend aus 8 Stück Bleibatterien mit je 6V 330Ah, 16 Stück Solarmodule mit jeweils 115W, sowie einem Windgenerator von etwa 500W Leistung. Zur Unterstützung der Stromversorgung besitzt die Messtation ein 3KW Stromgenerator. Der Stromgenerator kann von einem Mini-PC automatisch gestartet werden, wenn die Bordspannung unter 48V absinkt.



Datenerfassung

Die Station wurde mit 19-Zoll Industrie-PC Schrank ausgestattet. Der PC lief zunächst mit Windows98, später mit WindowsXP. Eine Umstellung auf Windows7 war auf Grund fehlender Treiber nicht möglich. Als Software zur Messdatenerfassung dient ein mittels LabVIEW selbst geschriebenes Programm. Für die Messdatenerfassung ist in den ersten Jahren ein AD-Wandler von Newport Electronics GmbH, ab 2015 AD-Wandler von National Instruments im Einsatz. Diese erfassen jede Sekunde die Messwerte und bilden 5-Minuten Mittelwerte.

Sensoren und Sonden

Zur Erfassung der meteorologischen Werte werden zwei Kombisensoren für Temperatur und Luftfeuchte, sowie für Windrichtung und Windstärke der Firma Thieß eingesetzt. Die Sensoren sind in etwa 5m über der Wasseroberfläche angebracht.

Zur Erfassung der Globalstrahlung dient ein Albedometer CMP6 von Kipp&Zonen. Der Sensor ist an einem Ausleger in etwa 2.5m über der Wasseroberfläche angebracht. Der Ausleger ist schwenkbar, so dass der Sensor gereinigt werden kann.

Zur Erfassung von Licht Unterwasser dienen zwei sphärische Lichtsensoren LI-193 von LiCor. Diese sind an einem Ausleger in 0.75m und 1.25m Wassertiefe und können zum Reinigen aus dem Wasser geschwenkt werden. Die Reinigung findet für gewöhnlich immer Montags zur wöchentlichen Montagsbeprobung statt.

Im Messschacht hängt eine Multiparametersonde YSI6600. Diese erfasst die Wassertemperatur, Leitfähigkeit, pH, Sauerstoff, Chlorophyll_a und Trübung. Seit 2004 werden mit dieser Sonde auch Profile von 0.5 bis 5.0m Tiefe gemessen. Die Messung erfolgt zu jeder vollen Stunde. Ab Juli 2007 wurde die Multiparametersonde durch ein neueres Modell YSI6600V2-4 ersetzt. Die Sauerstoffmessung erfolgt seitdem mit einem optischen Sauerstoffsensoren. Dieser ist wesentlich genauer und bedarf eines geringeren Wartungsaufwandes. Mit dem neuen Sondenmodell wurde auch die Messung von Phycocyanin begonnen. Alle optischen Sensoren verfügen über eigene Wischer und somit weitgehend

wartungsfrei. Trotzdem kann es auf Grund von Algen, Fischen, Blättern zu störenden Ausreißern bei den optischen Sensoren kommen. Die Ausreißer führen immer zu erhöhten Werten. Deshalb sind im Zweifel die Minimal-Werte zu verwenden. Seit 2013 sind zwei Multiparametersonden installiert – eine für Profilmessung und eine für die Dauermessung in 1.5m Tiefe. Die Profilmessung erfolgt seitdem jede halbe Stunde.

Die Station im Winter

In Folge von Eisgang wurden im März 2003 die Dalben über dem Sediment geknickt und mussten ersetzt werden. In diesem Zusammenhang wurden die neuen Dalben mit kegelförmigen Eisabweisern versehen. Somit entfiel das Freisägen der Dalben im Winter.

Da die Messplattform selbst dem Eisdruck nicht standhalten würde, ist es notwendig sie vor Beginn der Eisbildung vom See zu transportieren. In den ersten Jahren wurde sie hierfür zur Werft am Müggelseedamm 66 geschleppt. Seit 201? liegt die Messstation jeden Winter im institutseigenen Hafenbecken. In dieser Zeit ist die Multiparametersonde der Dauermessung an einem Dalben in 1.5m Tiefe angebracht und misst stündliche Momentwerte.

Daten der jährlichen Messperiode

2002	
26.03.02 15:00	Messungen gestartet
31.05.02 12:30:00	Mittelwert der Windrichtung nicht mehr arithmetisch sondern mit Winkelkoordinaten und Windstärke berechnet.
01.06.02 15:00:00	Temperaturmesskette in Betrieb genommen (10 Sensoren alle 0.5m)
07.12.02 15:10:00	Messungen beendet
2003	
26.05.03 14:50:00	Messungen gestartet
11.12.03 08:55:00	Messungen beendet
2004	
05.03.04 14:25:00	Messungen gestartet
01.04.04 13:00:00	YSI-Profilmessung erstmals in Betrieb genommen
15.11.04 13:35:00	Messungen beendet
2005	
13.04.05 12:35:00	Messungen gestartet
14.04.05 15:45:00	YSI-Profilmessung gestartet
20.10.05 11:00:00	Messungen beendet
2006	
12.04.06 16:20:00	Messungen gestartet
12.12.06 11:10:00	Messungen beendet
2007	
27.03.07 14:55:00	Messungen gestartet
2007-04-19 14:50:00	YSI-Sonde gestartet
2007-07-20 16:10:00	YSI-Sonde ersetzt durch YSI6600V2-4 (mit optischen Sauerstoffsensoren und Phycocyanin)
2007-11-26 11:45:00	Messungen beendet
2008	
2008-03-07 11:55:00	Messungen gestartet

2008-12-08 15:00:00	Messungen beendet
2009	
2009-03-20 11:30:00	Messungen gestartet
2009-12-17 07:00:00	Messungen beendet
2010	
2010-04-07 11:36:00	Messungen gestartet
2010-11-30 16:00:00	Messungen beendet
2011	
2011-03-15 15:00:00	Messungen gestartet
2012-01-24 14:40:00	Messungen beendet
2012	
2012-02-29 11:20:00	Messungen gestartet
2012-12-08 10:11:00	Messungen beendet
2013	
2013-03-06 17:10:00	Messungen gestartet
2013-03-08 16:34:06	YSI-Sonde gestartet
2013-03-11 11:18:56	Profilmessung wegen Frost eingestellt
2013-06-05 12:00:00	Messung neuer Software, Speicherung direkt in die Datenbank
2014-01-22 10:41:25	Messungen beendet
2014-2015	
2014-02-18 12:05:00	Messungen gestartet
2016-01-05 11:11:23	Messungen beendet
2016	
2016-03-02 10:30:00	Messungen gestartet
2017-01-06 09:50:36	Messungen beendet

Rohdaten und Messmethoden

Name und Inhalt der einzelnen Dateien:

ext-yyymm[m,h,d][min,max].prn	Attenuationskoeffizient (errechnet)
ms-yyymm[m,h,d][min,max].prn	
gs-yyymm[m,h,d][min,max].prn	Globalstrahlung
ysi1-yyymm[m,h,d][min,max].prn	Multiparametersonde YSI6600
YSI-AutoLog-yyymm.prn	Stundenwerte der Sonde (ganzjährig)
YSI-Dalben-yyymm.prn	
Kommentar-yy.txt	Kommentare
batterieyyymm.prn	
bde-yyymmh.prn	Wetterdaten vom Dach MSD310
bde-gs-yyymmh.prn	
YSI-Dalben-yyymm.prn	YSI-Daten im Winter am Dalben (Stunden-Momentwerte)

Abkürzungen im Dateinamen:

yy	Jahr (zweistellig ab 2000)
----	----------------------------

<i>mm</i>	Monat (01..12)
m	5-Minutenmittel
h	Stundenmittel (Mittelwert aus 5-minütigen Mittelwerten)
d	Tagesmittel (Mittelwert aus Stundenmittel)
mmax	maximaler 5-Minutenwert
mmin	minimaler 5-Minutenwert
hmax	maximaler Stundenwert
hmin	minimaler Stundenwert
dmax	maximaler Tageswert
dmin	minimaler Tageswert

Alle Werte sind **Mittelwerte**! Die Abtastrate der Sonden beträgt 1 s.

ext-yymm[m,h,d][min,max].prn

Spalte	Bezeichnung	Einheit	Auflösung	Genauigkeit
1	Datum/Zeit			
2	Attenuationskoeffizienten (0.8 – 1.3m)	1/m	0.01	

ms-yymm[m,h,d][min,max].prn

Spalte	Bezeichnung	Einheit	Auflösung	Genauigkeit
1	Datum/Zeit			
2	Windrichtung	°		
3	Windgeschwindigkeit	m/s		
4	Globalstrahlung von oben	W/m ²		
5	Globalstrahlung von unten	W/m ²		
6	Licht (PAR) in 80 cm Tiefe	µmol/s		
7	Licht (PAR) in 130 cm Tiefe	µmol/s		
8	Luftdruck	mbar		
9	relative Luftfeuchte	%		
10	Lufttemperatur	°C		
11	Wassertemperatur (0.5m)	°C		
12	Wassertemperatur (1.0m)	°C		
13	Wassertemperatur (1.5m)	°C		
14	Wassertemperatur (2.0m)	°C		
15	Wassertemperatur (2.5m)	°C		
16	Wassertemperatur (3.0m)	°C		
17	Wassertemperatur (3.5m)	°C		
18	Wassertemperatur (4.0m)	°C		
19	Wassertemperatur (4.5m)	°C		
20	Wassertemperatur (5.0m)	°C		

gs-yymm[m,h,d][min,max].prn

Spalte	Bezeichnung	Einheit	Auflösung	Genauigkeit
1	Datum/Zeit			
2	Globalstrahlung (oben)	W/m ²		
3	Globalstrahlung (unten)	W/m ²		
4	Netto-Globalstrahlung (oben-unten)	W/m ²		
5	G0 (max. Globalstrahlung bei wolkenlos und Atmosphärentrübungswert (Linke-Turbidity) = 3)	W/m ²		
6	Albedo (GSunten/GSoben*100)	%		
7	Wolkenfrei (GSoben/G0*100)	%		

ysi1-yymm[m,h,d][min,max].prn

Spalte	Bezeichnung	Einheit	Auflösung	Genauigkeit
1	Datum/Zeit			
2	Wassertemperatur	°C		
3	Leitfähigkeit	µS/cm		
4	rel. Sauerstoffsättigung	%		
5	absoluter Sauerstoffgehalt	mg/l		
6	Zustand des Sauerstoffsensors (25...75 = ok)			
7	Tiefe	m		
8		pH		
9	Trübung	NTU		
10	Chla	µg/l		
11	Spannung	V		

Fehlerquellen und vorgenommene Korrekturen

Vorsicht: Die Messung der Trübung und des Chla-Gehaltes ist stark durch Krebse und Fische beeinträchtigt. Es gibt einige extreme Ausreißer nach oben und nur die Betrachtung von Mittelwerten bzw. im Zweifel der minimalen Werte ist sinnvoll.

In YSI-AutoLog (Datei, keine extra Sonde) sind "punktuelle" Stundenwerte der YSI1-Sonde für die Parameter Temperatur, spez. Leitfähigkeit, Sauerstoffsättigung, Sauerstoffgehalt, Tiefe, pH, Trübung und Chl_a enthalten. Die Messungen sind aber etwa über einen Zeitraum von einer halben Minute (Th. Hintze) vollzogen worden, also kein totaler Punktwert. Diese Sonde befindet sich immer im Wasser, auch im Winter, sie hängt also unter dem Eis.

In den Kommentaren (kommentar.txt) sind die meisten der möglichen Fehlerquellen (durch Sondenreinigung etc.) aufgelistet.

Hier sind weitere Fehlerquellen vermerkt, die bei der bisher erfolgten Prüfung der Daten berücksichtigt wurden.

Datenaufzeichnung

Rohdaten (**Ordner ...**) liegen vor als 5-Minuten-Mittel, Stundenmittel, Tagesmittel.

5-Minuten-Mittel werden aus den mit einer Abtastrate von 1s ermittelten Werten berechnet. Zu beachten ist, dass Lücken in den Werten auftreten (verursacht durch kurzfristigen Ausfall der Sonden). Außerdem ist es anzuraten, die Minima und Maxima auf Ausreißer zu überprüfen, die Hinweis auf Fehlmessungen geben können.

In den Rohdaten wurden Stundenmittel aus 5-Minuten-Mitteln berechnet, Tagesmittel aus Stundenmitteln. Größte Fehlerquelle ist hier, dass wenn immer der Computer neu gestartet werden musste, Werte für die Mittelung verloren gingen. (Computer Neustarts sind nur sporadisch in den Kommentaren vermerkt). Das Problem der fehlerhaften Mittelung bei notwendigem Neustart des Computers gilt auch für die Daten der Wetterstation!

Stunden- und Tagesmittel in den geprüften Dateien (**Ordner ...**) wurden auf Basis der 5-Minuten-Mittel neu berechnet.

Fehlerkorrekturen nach Variablen getrennt

1) Windgeschwindigkeit:

- bis 27.7.2003 gab es Probleme, danach ist alles in Ordnung; die Werte davor müssen auf extreme Windgeschwindigkeiten überprüft werden (zu hohe Werte bei ganz geringen Windgeschw.)
- Gütekontrolle: Max und Min aus 5 Minuten Mitteln sind gute Anzeiger für Ausreißer und andere Probleme!
- Windgeschw. wurde um 8% erhöht, da sie in 4 m und nicht in 10 m Höhe gemessen wurde (siehe Wilhelm et al. 2006 – nur Daten Juni-August 2002)

2) Luftdruck:

- Luftdruck wird immer auf Meereshöhe bezogen und das Meßgerät hat einen Fehler von +- 1hPa, also recht viel
- Luftdruckprobleme hat Thomas alles rückwirkend korrigiert (hat er gesagt)
- ich habe die Daten vom Dach der 310 genommen (für Wilhelm et al. 2006), da diese näher an den Tagesmittelwerten vom DWD für Tempelhof lagen
- 1hPa entspricht 1mbar

3) Globalstrahlung:

Bis Nov 2004 gab es Probleme mit der Globalstrahlungsmessung durch zu kleinen Eichwert. Die maximal gemessene GR war zu niedrig (764 W m^{-2}). In den Dateien gs* und bde_gs* wurde das rückwirkend korrigiert. In den Dateien ms* befinden sich noch die ursprünglichen Werte. (Jedoch Susann:dies kann nicht rückwirkend korrigiert werden: Die Globalstrahlung der Station wurde jetzt korrigiert durch den Wert *1.308 (für Wilhelm et al. 2006))

zusätzlich wurde die Grin (Einstrahlung) um das offset 5.7 korrigiert, damit es nachts keine negativen Werte mehr gibt (für Wilhelm et al. 2006)

4) PAR (gemessen in 0.75 m und 1.25 m Tiefe)

Die Sonden zur PAR Messung wurden falsch geeicht. Thomas hat basierend auf seinen Aufzeichnungen Korrekturfaktoren berechnet. Zur Überprüfung wurde die PAR an der Wasseroberfläche (über Extinktionskoeffizient und Messung in 0.75m Tiefe ausgerechnet) und diese mit der gemessenen Globalstrahlung verglichen. Darüber ergaben sich zum Teil abweichende Korrekturfaktoren:

Jahr	Basierend auf Eichwerten		Basierend auf Datenvergleich	
	oben	unten	oben	unten
2003	1.34	1.25	1.11	1.11
2004	1.23	1.24	1.25	1.25
ab 2005	2.5	2.5	2.76	2.76

4) Luftfeuchte:

die Luftfeuchte ist für die Station geringer als auf dem Dach 310 gemessen und erreicht nie Werte nahe 100%

Ich habe mit Thomas auch den Eichfaktor und ein Offset korrigiert - Voreinstellung vom Start in 2002 waren nicht korrekt. Allerdings sollte das nur Fehler bei sehr geringen Luftfeuchten produziert haben. Ich habe die Daten nicht korrigiert nachträglich, Meßgenauigkeit liegt bei +-2%

5) Niederschlag:

Stundensumme und kommt vom Dach 310

Zusätzliche Kommentare von Susann zu einzelnen Jahren

2002

Lichtsensormuß ständig gereinigt werden

12.6. YSI angehängt und neu geeicht und gereinigt - Chl und Trübung davor nicht korrekt, Leitfähigkeit (MS) möglicherweise auch

Sauerstoffsonde spinnt auch mal

Uhrzeiten hängen manchmal hinterher!

2004

noch mehr Probleme mit Sauerstoffsonde als sonst - September Oktober Werte wohl alle Schrott

Kommentar von Thomas

2007

ab August 2007 Clark-Sauerstoff Sensor gegen optischen Sauerstoffsensor getauscht. Werte ab hier wieder zuverlässig.

2008

im August 2008 löste sich der Lack am Sauerstoffsensor. Sauerstoffwerte für August nicht zuverlässig.