



Merkblatt Nr. 2.3/3

Stand: Juli 2021

Ansprechpartner: Referat 85

Wassertemperaturmessung an Oberflächengewässern

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung	2
2	Messstelle und technische Ausstattung	2
2.1	Messstelle	2
2.2	Technische Ausstattung / Messgeräte	3
3	Durchführung der Messung	4
3.1	Digitale Messung	4
3.2	Kontrollmessung mittels Schöpftthermometer	4
3.3	Sicherheitshinweise	6
3.4	Führen des Beobachterblattes	7
4	Betrieb und Wartung der Messgeräte	7
5	Auswertung und Prüfung der Messdaten	8

1 Vorbemerkung

Wassertemperaturdaten von oberirdischen Gewässern werden zum Bearbeiten und Erstellen von hydrologischen Anfragen und Fachgutachten in der Wasserwirtschaft benötigt. Das für die Datenerhebung zur Verfügung stehende Messnetz der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung kann auf über 100 Jahre alte Datenreihen zurückgreifen und umfasst aktuell etwa 150 Stationen (Stand 2021). Bei deren Bearbeitung wirken die Wasserwirtschaftsämler (WWA) und das Landesamt für Umwelt (LfU) zusammen. Zudem werden auch Daten von der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung (WSV) bezogen und ausgewertet. Die Wassertemperatur wird in °C gemessen.

Die erfassten Wassertemperaturwerte werden im Internet im [Niedrigwasser-Informationssdienst Bayern \(NID\)](#) und im [Gewässerkundlichen Dienst Bayern \(GkD\)](#) veröffentlicht.

Zur Qualitätssicherung der digitalen Daten muss qualifiziertes Personal vor Ort zur Verfügung stehen, um zum Beispiel Kontrollmessungen durchführen zu können. Am WWA erfolgt die Prüfung und Korrektur der Wassertemperaturdaten in der Messwertdatenbank WISKI.

Das vorliegende Merkblatt enthält für die Praxis bedeutsame Regelungen für die Ausstattung der Messstelle, die Durchführung der Messungen sowie die Datenprüfung. Das Handbuch Technische Gewässeraufsicht (tGewA) weist auf weitere Informationen, Aufgaben, Zuständigkeiten und Ziele zum Wassertemperaturmessnetz hin.

Das Merkblatt wendet sich an die mit der Wassertemperaturerfassung betrauten Beschäftigten der Bayerischen Wasserwirtschaftsämler und der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung sowie an private Pegelbeobachter. Die darin beschriebenen Anweisungen dienen der Arbeitssicherheit und der Einhaltung von Qualitätsstandards.

2 Messstelle und technische Ausstattung

2.1 Messstelle

Die Anforderungen an den Standort und die Ausgestaltung einer Pegel-Messstelle sind im Stammtext des **Leitfadens zur Hydrometrie des Bundes und der Länder – Pegelhandbuch** der LAWA festgelegt.

Zur Erfassung einer repräsentativen Wassertemperatur des Gewässers sollte der Messpunkt nicht in der Nähe von Fremdeinleitungen liegen. Fremdeinleitungen wie zum Beispiel Klärwassereinleitungen, Kühlwassereinleitungen von Kraftwerken oder Gewässerzuläufe verändern kleinräumig die Wassertemperatur.

In der Regel soll eine Pegelmessstelle mitgenutzt werden, um die dort vorhandene Infrastruktur (Datensammler, Datenfernübertragung usw.) verwenden zu können (siehe [Abb. 1](#)).



Abb. 1: Installation der Temperatursonde im Niedrigwassergerinne eines Pegels

Die Messstelle soll an Fließgewässern möglichst im Fließbereich und nicht im stehenden Bereich (Bucht oder Ähnliches) des Flusses liegen. An Seen soll die Messsonde zur offenen Seeseite hin fixiert sein. Messstellen mit der Gefahr der Verkrautung, Verlandung sowie direkter Sonneneinstrahlung sind zu meiden. Im Winter ist die Messstelle möglichst eisfrei zu halten.

Die Messstelle ist so einzurichten, dass auch bei Niedrigwasser die Messsonde noch ausreichend mit Wasser überdeckt ist. Idealerweise sollte die Temperatursonde in der gleichen Tiefe wie der Wasserstandsgeber installiert sein.

2.2 Technische Ausstattung / Messgeräte

Die digitale Messung der Wassertemperatur erfolgt mit speziellen Temperatursonden (siehe Abb. 2) oder mit Kombisonden, bei denen Druck- und Temperaturmessung in einer Sonde realisiert sind (siehe Abb. 3 und Abb. 4). Bei der Messgenauigkeit ist auf eine entsprechende Auflösung von 1/10 Grad Celsius zu achten.

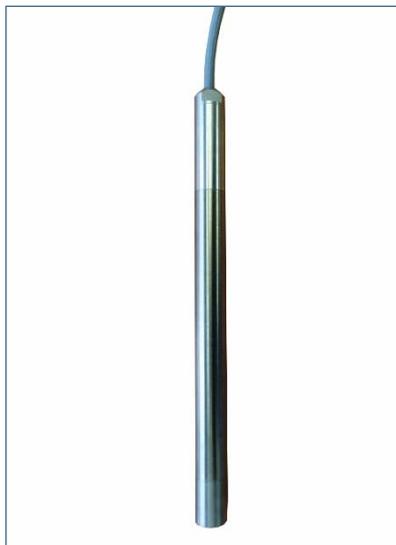


Abb. 2: Temperatursonde PT100

Abb. 3: Kombisonde Fa. SEBA

Abb. 4: Kombisonde Fa. OTT

Beim Einbau ist die Sonde im Flussbett in ausreichender Tiefe fest und sicher zu verankern. Bei der Temperaturmessung an stehenden Gewässern können zur Fixierung der Wassertemperatursonde auch Schwimmkörper (Bojen, Schwimmstege o. Ä.) benutzt werden. In diesem Fall ist die Messsonde in 50 cm Tiefe unterhalb des Schwimmkörpers zu installieren, um eine gleichbleibende Messtiefe zu gewährleisten.

Die Einbautiefe der Sonde (Unterkante Messsonde) in Bezug auf die Pegellatte ist zu dokumentieren und an das LfU zu übermitteln. Dieser Zahlenwert wird in den Stammdaten der Messstelle gespeichert. Mit dieser Angabe soll in Verbindung mit dem Wasserstand am Pegel eine Bewertung ermöglicht werden, wie hoch die Wasserüberdeckung der Sonde ist oder ob die Sonde trockengefallen ist.

Zur Kontrolle sollen wöchentlich Kontrollmessungen mit einem eichfähigen Thermometer mit Schöpfgefäß (Schöpfthermometer) vorgenommen werden. Die Messergebnisse sowie Bemerkungen sind im Beobachterblatt einzutragen.

3 Durchführung der Messung

3.1 Digitale Messung

Die automatische Temperaturerfassung soll stündlich erfolgen (Stundenmittelwert) und wird von einem Datensammler vor Ort erfasst. Die Messdaten werden einmal täglich abgerufen (Abrufauftrag SODA) oder der Datensammler überträgt die stündlich erfassten Daten selbständig (Push-Betrieb).

Durch eine regelmäßige Sichtung der Geräte vor Ort sollen Fehlerquellen frühzeitig erkannt werden.

Um un plausible Daten und Datenausfälle zeitnah zu erkennen, ist eine regelmäßige Kontrolle und Datenkorrektur der Wassertemperaturdaten in WISKI unerlässlich.

Datenausfälle beziehungsweise Datenlücken sind über Nachabrufe zu schließen. Bei Datenausfällen ohne weitergehende Datenspeicherung (Defekt am Datensammler oder an der Messsonde) sollten verstärkt (soweit möglich täglich) Kontrollmessungen durchgeführt werden. Geräte- oder Datenausfälle sind dem LfU umgehend (E-Mail: Pegelwesen@lfu.bayern.de) vom zuständigen WWA mitzuteilen und als Störungsmeldung für die Internetangebote des NID und des GkD einzutragen. Die Eingabe der Störungsmeldung erfolgt mittels einer Bedienoberfläche, die unter folgendem Link im Behördennetz (HND-Tools) erreichbar ist:

[Link zur Bedienoberfläche im Intranet](#)

3.2 Kontrollmessung mittels Schöpfthermometer

Die Kontrollmessung sollte wöchentlich erfolgen und nur vom geschulten Personal des WWA, der WSV oder durch entsprechend eingewiesene Privatpersonen vorgenommen werden.

Dazu sind Schöpfthermometer einzusetzen, die vom LfU zur Verfügung gestellt werden. Diese Schöpfthermometer bestehen aus einer metallenen Fassung und einem Thermometereinsatz (siehe Abb. 5, Abb. 6 und Abb. 7).



Abb. 5: Schöpfthermometer ohne zusätzlichen Skalenschutz



Abb. 6: Schöpfthermometer mit geöffnetem Skalenschutz



Abb. 7: Schöpfthermometer mit geschlossenem Skalenschutz

Das untere Ende des Thermometereinsatzes reicht in ein mit Öffnungen versehenes Gefäß (Schöpfgefäß) der Metallhülle. Durch die Löcher in dem Schöpfgefäß kann Wasser einströmen und den Thermo-

metereinsatz benetzen. Aufgrund der Wassermenge in dem Schöpfgefäß bleibt der Thermometereinsatz auch nach dem Herausheben aus dem Wasser und während der Ablesung vom Wasser umgeben.

Eine Veränderung des "Thermometerstandes" nach dem Herausheben aus dem Gewässer wird verzögert und es bleibt genügend Zeit für die Ablesung der unbeeinflussten Messung. Wenn das Schöpfthermometer mit einem Skalenschutz ausgestattet ist, muss dieser vor dem Einsatz über die Öffnung mit dem Thermometereinsatz gedreht werden. Dadurch ist der Thermometereinsatz beim Einbringen ins Wasser vor Beschädigung geschützt. Der Skalenschutz kann über eine Rändelschraube fixiert werden.

Das Schöpfthermometer wird zur Messung an einer Halteleine so tief in das strömende Wasser eingebracht, dass das Schöpfgefäß möglichst nahe an der installierten Temperatursonde eintaucht, bei ausreichender Wassertiefe mindestens 50 cm (siehe Abb. 8 und Abb. 9).



Abb. 8: Einbringen des Schöpfthermometers ins Wasser von der Pegeltreppe aus



Abb. 9: Einbringen des Schöpfthermometers ins Wasser von einem Messsteg aus

Ist dies durch geringen Wasserstand nicht möglich, so kann das Schöpfthermometer auch schräg in das Wasser gelegt werden. Dabei ist darauf zu achten, dass das Schöpfgefäß vom Wasser umspült wird und nicht im schlammigen Untergrund versinkt.

Um die korrekte Wassertemperatur anzunehmen und richtig anzuzeigen, soll das Schöpfthermometer mindestens **5 Minuten** unter Wasser bleiben, bevor es abgelesen wird. Die Verweildauer im Wasser ist zu verlängern, wenn das Schöpfthermometer selber erwärmt ist (zum Beispiel Transport im Sommer im aufgeheizten Fahrzeug). Maßgabe dafür ist das Erreichen der Temperaturkonstanz, das heißt, das Thermometer ist so lange im Wasser zu lassen, bis sich die angezeigte Temperatur nicht mehr ändert.

Nach dem Herausnehmen des Thermometers ist die Skala möglichst rasch auf 1/10 Grad Celsius genau abzulesen.

Dabei ist der Blick rechtwinkelig (senkrecht) auf die

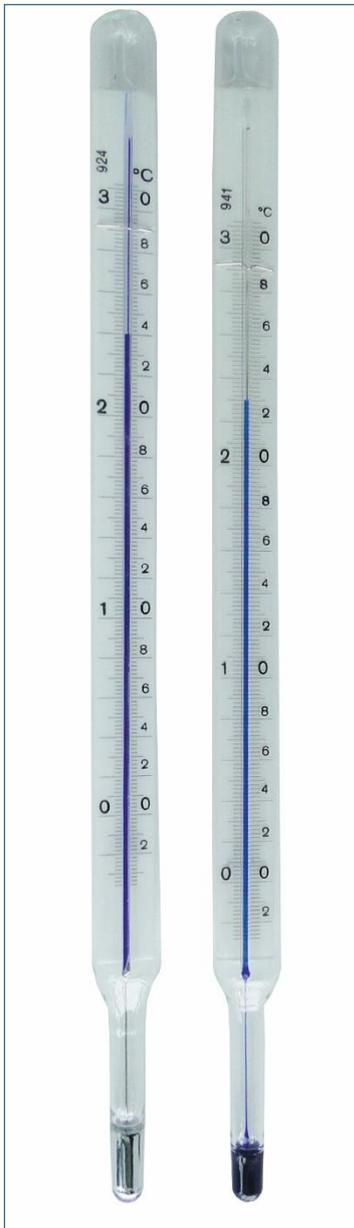


Abb. 10: Ablesen der Wassertemperatur von der Skala des Schöpfthermometers

Skala zu richten (siehe Abb. 10), da eine schräge Blickrichtung eine fehlerhafte Ablesung ergeben kann. Bei der Ablesung ist darauf zu achten, dass das Instrument am oberen Ende gehalten wird. Bei einem Handkontakt am Schöpfgefäß kann sich die angezeigte Temperatur sonst während der Ablesung ändern.

Bei Differenzen zwischen Kontroll- und Sondenmessung kann es notwendig sein, die Sonde zu korrigieren. Wenn bei mehreren aufeinanderfolgenden Kontrollmessungen die Temperaturdifferenz zur Sondenmessung stets höher als $0,4\text{ °C}$ ist (systematische Abweichung) oder wenn die Abweichung der Sonde mehr als 1 °C beträgt, sollte an der Messstelle der Temperaturwert der Sonde an den Temperaturwert des Schöpfthermometers angepasst beziehungsweise korrigiert werden. Eine solche Maßnahme ist im Beobachterblatt zu dokumentieren.

3.3 Sicherheitshinweise



Vor der Messung ist der ordnungsgemäße Zustand des Thermometers zu überprüfen. Weist das Schöpfthermometer einen Defekt auf, so darf es nicht weiter verwendet werden. Bei Bedarf kann vom LfU ein neues Schöpfthermometer angefordert werden.

Aktuell werden zwei unterschiedliche Füllungen in den Thermometereinsätzen (Flüssigkeits-Glasthermometer) verwendet (siehe Abb. 11). In der Vergangenheit wurde ausschließlich Quecksilber als thermometrische Flüssigkeit verwendet. Seit 2015 werden vom LfU Thermometereinsätze mit einer Flüssigkeit auf Basis von Propylencarbonat beschafft. Vom LfU werden nur noch Thermometereinsätze mit einer quecksilberfreien Füllung ausgegeben.

Das Schöpfthermometer mit der blauen Füllung sollte senkrecht-stehend gelagert bzw. transportiert werden. Bei einer horizontalen Lagerung besteht insbesondere bei höheren Umgebungstemperaturen die Gefahr, dass sich die Flüssigkeit im Kapillarröhrchen unvollständig ausbreitet und der Flüssigkeitsfaden abreißt. In diesem Fall verbleibt ein geringer Flüssigkeitsrest in der Glassäule, so dass im Flüssigkeitsvorratsgefäß des Thermometereinsatzes Flüssigkeit fehlt und eine zu geringe Temperatur angezeigt wird.

Ist der Flüssigkeitsfaden abgerissen, so kann das Thermometer in einem Wasserbad vorsichtig erwärmt werden (maximale Wassertemperatur $30\text{-}35\text{ °C}$). Durch die Erwärmung steigt der Flüssigkeitsfaden bis zum oberen Ende der Kapillare und alle Flüssigkeitsanteile werden wieder zusammengeführt. Danach lässt man das Thermometer in senkrechter Stellung abkühlen.

Abb. 11: Thermometereinsatz links mit Quecksilberfüllung, Thermometereinsatz rechts mit quecksilberfreier Füllung

Bei einer Beschädigung des Thermometereinsatzes mit Quecksilberfüllung sind folgende Punkte zu beachten:

- Im Falle eines zerbrochenen Thermometereinsatzes ist für ausreichende Belüftung zu sorgen.
- Bei der Entsorgung sind Einweghandschuhe zu tragen, Hautkontakt mit dem Quecksilber ist unbedingt zu vermeiden.
- Offene kleine flüssige Quecksilberkügelchen können mit einem geeigneten Hilfsmittel zu einer größeren "Kugel" zusammengeschoben werden. Das Quecksilber und das zerbrochene Thermometer sollten in einem Schraubglas oder Schraubgefäß gesammelt und an einer Sondermüllstelle fachgerecht entsorgt werden.

Bei einer Beschädigung des Thermometereinsatzes mit Füllung auf Basis von Propylencarbonat (blaue Füllung) sollte Hautkontakt vermieden werden, da der Stoff stark augenreizend wirkt.

Detailliertere Informationen sind den Sicherheitsdatenblättern zu entnehmen, die für beide verwendeten thermometrischen Flüssigkeiten im Intranet verfügbar sind:

[Link zu den Sicherheitsdatenblättern im Intranet](#)

3.4 Führen des Beobachterblattes

Bei der Kontrollmessung sind folgende Daten im Beobachterblatt (Anlage zu diesem Merkblatt) einzutragen:

- Datum
- Uhrzeit der Messung
- Temperaturwert der Sonde
- Temperaturwert des Schöpfthermometers
- Differenz aus Sonden- und Schöpfthermometerwert
- Bemerkungen

Unter den Bemerkungen sind die Gegebenheiten zu protokollieren, welche die Wassertemperatur beeinflussen können. Dies sind zum Beispiel:

- Eis
- Trockenfallen der Sonde
- Hochwasser
- Überdeckung der Sonde mit Sediment
- Verkrautung
- Schwallbetrieb bei Floßfahrten
- Korrektur bzw. Anpassung des Temperaturgebers

Nur bei vollständigen Angaben auf dem Beobachterblatt ist eine sinnvolle Zeitreihenbearbeitung möglich.

Die Kontrollwerte und die Bemerkungen sind in WISKI in die entsprechenden Zeitreihen einzugeben. Im Anschluss sollen die Beobachtungsblätter zur Archivierung an das LfU übersandt werden.

4 Betrieb und Wartung der Messgeräte

Betrieb und Wartung der Wassertemperaturmessstellen ist Aufgabe der WWA bzw. der WSV. Die Messstellenbeobachtung wird deshalb in der Regel von Beschäftigten des jeweiligen WWA oder von Mitarbeitern der WSV durchgeführt, es können aber auch Privatbeobachter eingesetzt werden.

Regelmäßige Sichtung der Geräte vor Ort und der Daten in der WISKI-Datenbank sollen Fehlerquellen frühzeitig erkennen lassen. Störungen oder Defekte an den Geräten sind sobald als möglich durch das WWA beziehungsweise eine beauftragte Firma zu beheben.

Die Wassertemperatursonde muss regelmäßig von Schmutz, Schwebstoffen oder Algenbefall gesäubert werden. Im Winter ist darauf zu achten, dass die Messsonde eisfrei bleibt.

Die Unterhaltung, der Betrieb, die Kontrolle und die Betreuung der Pegel sind im **Leitfaden zur Hydro-metrie des Bundes und der Länder – Pegelhandbuch** festgelegt.

5 Auswertung und Prüfung der Messdaten

Die Prüfung der Wassertemperaturdaten erfolgt durch das WWA. Hier werden die Ganglinien auf Plausibilität geprüft, Lücken gefüllt, mit Vergleichsmessstellen verglichen und mit einem Prüfstatus versehen.

Die Bearbeitung der digitalen Ganglinien ist in dem Leitfaden "Kontrolle und Zeitreihenbearbeitung der Wassertemperatur in WISKI" des LfU beschrieben. Grundsätzlich orientiert sich die Zeitreihenbearbeitung der Wassertemperatur an der des Wasserstandes, das heißt, die Vorgehensweise beziehungsweise die Werkzeuge dafür in WISKI sind die gleichen.

Das LfU wertet die geprüften Daten aus und veröffentlicht die Ergebnisse im Gewässerkundlichen Jahrbuch.

Impressum:

Herausgeber:

Bayerisches Landesamt für Umwelt (LfU)
Bürgermeister-Ulrich-Straße 160
86179 Augsburg

Telefon: 0821 9071-0

Telefax: 0821 9071-5556

E-Mail: poststelle@lfu.bayern.de

Internet: <http://www.lfu.bayern.de>

Bearbeitung:

Ref. 85 / Dipl.-Ing. (FH) Peter Schmidt

Bildnachweis:

LfU

Stand:

Juli 2021

Postanschrift:

Bayerisches Landesamt für Umwelt
86177 Augsburg

Diese Publikation wird kostenlos im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit der Bayerischen Staatsregierung herausgegeben. Sie darf weder von den Parteien noch von Wahlwerbern oder Wahlhelfern im Zeitraum von fünf Monaten vor einer Wahl zum Zweck der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags-, Kommunal- und Europawahlen. Missbräuchlich ist während dieser Zeit insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken und Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zweck der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die Publikation nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Staatsregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte. Den Parteien ist es gestattet, die Publikation zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder zu verwenden. Bei publizistischer Verwertung – auch von Teilen – wird um Angabe der Quelle und Übersendung eines Belegexemplars gebeten.

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Die Broschüre wird kostenlos abgegeben, jede entgeltliche Weitergabe ist untersagt. Diese Broschüre wurde mit großer Sorgfalt zusammengestellt. Eine Gewähr für die Richtigkeit und Vollständigkeit kann dennoch nicht übernommen werden. Für die Inhalte fremder Internetangebote sind wir nicht verantwortlich.



BAYERN | DIREKT ist Ihr direkter Draht zur Bayerischen Staatsregierung. Unter Tel. 089 122220 oder per E-Mail unter direkt@bayern.de erhalten Sie Informationsmaterial und Broschüren, Auskunft zu aktuellen Themen und Internetquellen sowie Hinweise zu Behörden, zuständigen Stellen und Ansprechpartnern bei der Bayerischen Staatsregierung.