

Bodenmessstation Erstfeld (Pfaffenmatt)

Jahresbericht 2010



www.boden-uri.ch

Altdorf, 24.05.2011

IMPRESSUM**Auftraggeber:**

Amt für Umweltschutz
Kanton Uri
Klausenstrasse 4
6460 Altdorf
Tel. 041 875 24 30
www.boden-uri.ch

Projektleitung:

Dr. Alexander Imhof
Leiter Abteilung Immissionsschutz
Amt für Umweltschutz

Projektbearbeitung und Bericht:

Hansjörg Geisser
Jens Bohne
Cornelia Kaiser
CSD INGENIEURE AG
Rynächtstrasse 13
CH-6460 Altdorf
t +41 41 874 80 10
f +41 41 874 80 11
e altdorf@csd.ch
www.csd.ch

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	5
1. TECHNISCHE BESCHREIBUNG DER BODENSCHUTZSTATION	5
1.1 Messungen	5
1.2 Zweck der Messungen	5
1.3 Beschreibung Messstation	5
1.3.1.1 Allgemein	5
1.3.1.2 Saugspannung und Bodentemperatur Tensiometer T8	5
1.3.1.3 Wassergehalt / Bodenfeuchtigkeit TRIME-EZ	5
1.3.1.4 Niederschlagsmessung Parcivel	5
1.3.1.5 Luftfeuchtigkeit und Temperatur HygroClip	6
1.3.1.6 Stationsmanager LogoSens2	6
1.3.1.7 Solarversorgung	6
1.4 Bemerkungen zum Unterhalt und Betrieb	6
2. KURZBESCHRIEB DER BODENVERHÄLTNISSE	7
2.1 Standortwahl und Bodenart	7
2.2 Bodenprofil	8
2.3 Bodenart und Bodentyp	9
2.4 Bodeneigenschaften	9
3. KURZBEURTEILUNG DER MESSDATEN	9
3.1 Saugspannung in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe	9
3.2 Bodenfeuchtigkeit in 35 cm und 60 cm Tiefe	14
3.3 Bodentemperatur in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe	15

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Reaktion der Saugspannung auf Regenereignisse in den 3 verschiedenen Tiefen der Tensiometer	11
Abbildung 2	Erholung der Saugspannung nach Regenereignissen	11
Abbildung 3	Verögerung der Saugspannung auf Regenereignisse	12
Abbildung 4	Verzögerung der Saugspannung auf wenig intensive lang anhaltende Niederschlagsereignisse	12
Abbildung 5	Geschwindigkeit der Reaktion der Saugspannung auf weniger starke Niederschlagsereignisse	13
Abbildung 6	Geschwindigkeit der Reaktion der Saugspannung auf stärkere Niederschlagsereignisse	13
Abbildung 7	Gleichzeitige Reaktionen der Bodenfeuchtigkeiten und Saugspannungen auf ein Regenereignis	14
Abbildung 8	Bodentemperaturen im Juni 2010	15
Abbildung 9	Jahresverlauf 2010 der Bodentemperaturen	15

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang A	Saugspannungen 2010
Anhang B	Bodentemperaturen 2010

ZUSAMMENFASSUNG

1. Technische Beschreibung der Bodenschutzstation

1.1 Messungen

Der Kanton Uri betreibt seit März 2008 in Erstfeld eine Bodenmessstation. Mit der vollautomatischen Station werden die Saugspannung, der Wassergehalt des Bodens, die Bodentemperatur, Niederschlagsmengen und die Lufttemperatur hochauflösend und kontinuierlich erfasst.

1.2 Zweck der Messungen

Fruchtbare, nicht verdichtete Böden sind Voraussetzung für hohe Erträge landwirtschaftlicher Produkte. Bodenverdichtungen müssen daher vermieden werden. Dem Messparameter Saugspannung kommt bei der Vermeidung von Bodenverdichtungen eine zentrale Bedeutung zu. Mit der Saugspannung kann die aktuelle Verdichtungsgefährdung des Bodens beurteilt werden. Sie erlaubt die direkte Herleitung des zulässigen Baumaschineneinsatz für bodenschonende Erarbeiten.

1.3 Beschreibung Messstation

1.3.1.1 Allgemein

Bei der Messeinrichtung handelt es sich um eine solarbetriebene Station mit Datenfernübermittlung. Die Anlage liefert Messdaten über bodenkundliche und meteorologische Grössen.

1.3.1.2 Saugspannung und Bodentemperatur Tensiometer T8

Mit den 6 Druckaufnehmer Tensiometer T8 werden die Saugspannungen und die Bodentemperaturen in Tiefen von 20cm / 35cm / 60cm gemessen. In jedem Sensor befindet sich ein integrierter Messverstärker und dieser liefert ein Ausgangssignal an den Stationsmanager, welche sämtliche Daten im 10-Minutentakt speichert. Spezielle gefertigte Keramikkerzen garantieren eine homogene Porosität. Gegenüber herkömmlichen Keramiken weist diese eine deutliche höhere Festigkeit und sogar Frostbeständigkeit aus.

Die integrierten PT 1000 Temperaturfühler ragen in das Füllwasser der Tensiometerkerzen ein. Sie gewährleisten einen guten thermischen Kontakt zum Boden.

1.3.1.3 Wassergehalt / Bodenfeuchtigkeit TRIME-EZ

Die kompakten Sensoren TRIME-EZ sind Messgeräte für kontinuierliche und störungsfreie Bestimmung der volumetrischen Feuchte in Böden. Die Sonden werden vom Stationsmanager mit Strom versorgt und liefern die Messsignale an den Datenlogger. Die Sensoren sind in Tiefen von 35cm und 60cm horizontal im Boden eingebaut.

1.3.1.4 Niederschlagsmessung Parsivel

Parsivel ist ein auf einem Laser basierendes optisches System für die Messung aller Arten von Niederschlägen. Die Niederschlagsmessungen werden mit einem speziellen Sensorkopf ausgeführt. Die ermittelten Daten sind die Grösse und die Geschwindigkeit des jeden einzelnen Niederschlagpartikels, woraus die Niederschlagsmenge abgeleitet wird. Die Ergebnisse werden an den Datenlogger übertragen und im Minutentakt gespeichert.

1.3.1.5 Luftfeuchtigkeit und Temperatur

Der Sensor dient zur Messung von Feuchte und Lufttemperatur und ist in einer kleinen Schutzhütte ca. 1.5m oberhalb des Bodens eingebaut. Dieser Kombisensor beinhaltet einen Temperatursensor PT100 und ein Hygrometer Feuchtesensor. Das Analogsignal wird an den Datenlogger übermittelt.

1.3.1.6 Stationsmanager LogoSens2

Der Datenlogger wurde speziell für die Hydrometrie, Meteorologie und Umwelttechnik konzipiert. Seine wesentlichen Funktionen sind das Erfassen, Speichern, Verarbeiten und Übertragen von Umweltdaten. Ebenso sind auch die die Steuerung der externen Geräte möglich.

Der Datenlogger verfügt über eine Speicherkapazität von 1 MB. Dies ermöglicht ca. 400'000 Messwerte zu speichern. Auf der RS232 ist zusätzlich ein GPRS Modem installiert, welches stündlich die Messdaten via GPRS an einen FTP versendet.

1.3.1.7 Solarversorgung

Die Zentraleinheit mit Datenerfassung, Solarspeisung und Datenübermittlung wurde bei der ausgesuchten Fläche auf einem Alu- Dreifachmast installiert. Der Betrieb der ganzen Messstation wird durch einer Solaranlage mit einer Leistung von 90 Watt gewährleistet. Ein innen liegender AKKU sorgt für die Erhaltung und Pufferung der ganzen Stromversorgung.

1.4 Bemerkungen zum Unterhalt und Betrieb

Die Anlage wurde im Frühjahr 2007 von der Firma CSD Ingenieure AG in Altdorf angeschafft. Nach dem Zusammenbau und Test sämtlicher Komponenten konnte die Messstation im Auftrag vom Amt für Umweltschutz Uri auf einer vorgegebenen Versuchsfläche in Seedorf im unteren Reusstal im Kanton Uri installiert werden. Der Testbetrieb dauerte bis im Frühjahr 2008. Sämtliche Komponenten konnten während dieser Zeit ohne Probleme betrieben werden.

Im April 2008 entschied sich der Auftraggeber, die Messstation an einem repräsentativen Standort in der Pfaffenmatt in Erstfeld neu einzurichten. Ab diesem Zeitpunkt wurden sämtliche Sensoren ohne technische Probleme betrieben. Im kalten Winter 2009 wurden die Tensiometer aus Sicherheitsgründen betreffs Frostgefahr bis Ende März ausgebaut. Alle übrigen Parameter wurden während der ganzen Winterperiode weiter erhoben.

Die Erfahrungen und die Zuverlässigkeit der Anlage, sowie deren Komponenten überzeugten während dieser Zeit. Im Gegensatz zu herkömmlichen Tensiometer besteht gemäss Aussage des Herstellers die Möglichkeit, die Sensoren während den ganzen Wintermonaten zu betreiben. Im Winter 2010/2011 konnten die Daten der Saugspannungen während der ganzen Zeit ohne Probleme erhoben werden.

Die Messstation ist nun inklusive Testphase 4 Jahren in Betrieb. Während dieser Zeit wurden normale Unterhaltsarbeiten und Updates der Firmware von uns ausgeführt. Alle Softwareänderungen konnten kostenlos vom Hersteller bezogen werden und stehen auch künftig unentgeltlich zur Verfügung. Seit der Inbetriebnahme der Messstation fielen keine Reparaturarbeiten an.

Der Auftraggeber Amt für Umweltschutz ist nach dem Kauf im Jahr 2010 neuer Eigentümer der Anlage. Das unterzeichnende Büro ist mit einem Jahresauftrag für den Betrieb und Unterhalt zuständig. Die Messdaten werden auf einen FTP Server der CSD Ingenieure AG übermittelt und von dort an den Webdienst für die Publikation ins Internet weitergeleitet.

Die Internetseite www.boden-uri ist Eigentum des Auftraggebers und deren Bewirtschaftung ist ein Teil der Leistung im jährlichen Auftrag für Betrieb und Unterhalt der Messstation.

2. Kurzbeschreibung der Bodenverhältnisse

2.1 Standortwahl und Bodenart

Für die Standortwahl der Bodenschutzstation wurde ein Standort gesucht, welcher repräsentativ ist für die Böden in der Urner Reussebene und mit welchen Resultaten man die Befahrbarkeit der Böden in der Urner Reussebene gut abschätzen kann.

Bei den Böden der Reussebene handelt es sich vorwiegend um Schwemmlandböden (66%) und Böden, die sich auf Bachschuttfächern gebildet haben (33%). Unter den Schwemmlandböden kann man in der Reussebene zwischen den folgenden Typen unterscheiden: Frische Böden (66%), welche normal durchlässig sind, feuchte Böden (33%), die grundwasserbeeinflusst sind und nasse Böden (sehr geringer Anteil), welche direkt durch das Grundwasser geprägt sind.

Beim Schwemmlandboden handelt es sich um Boden, welcher aus feinkörnigen Überschwemmungssedimenten, die über dem Reussschotter abgelagert wurden, entstanden sind. Diese Böden weisen keinen Skelettgehalt auf (kein Kies/ keine Steine) und die Feinerde besteht vorwiegend aus Sand und Schluff. Der Tongehalt liegt zwischen 5 und 20 % und mit einer pflanzennutzbaren Gründigkeit von 30 – rund 70 cm können die Böden als „ziemlich flachgründig“ bis tiefgründig eingestuft werden. Die Schwemmlandböden sind je feuchter desto verdichtungsempfindlicher.

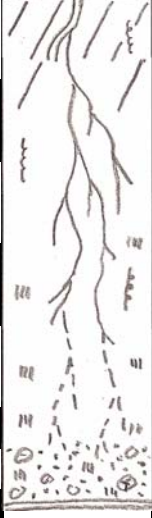
Bei den Böden, welche sich auf Bachschuttfächern befinden oder bei welchen der Reussschotter bis dicht an die Oberfläche reicht, handelt es sich um skelettreichere Böden, welche in der Feinerde einen geringeren Schluffgehalt aufweisen. Diese Böden sind weniger verdichtungsempfindlich als die Schwemmlandböden.

In den nachfolgenden Kapiteln 2.2 bis 2.4 wird der Boden im Detail dargestellt und beschrieben.

Beim Boden der Messstation Pfaffenmatt handelt es sich um einen frischen Schwemmlandboden.

2.2 Bodenprofil

Gemeinde/Ort/Profil	Erstfeld Pfaffenmatt		Profil Messstation
Koordinaten/Höhe	691 681 / 188 072 / 460		
Bodentyp	B Braunerde		
Untertyp	E2 schwach sauer G2 schwach gleyig ZL labil aggregiert PA alluvial		
Wasserhaushaltsgruppe/	b senkrecht durchwaschen normal durchlässig tiefgründig		
pflanzennutzbare Gründigkeit	2 tiefgründig (75 cm)		
Skelett	Oberboden	0	skelettfrei
	Unterboden	0	skelettfrei
Körnung	Oberboden	12	lehmiger Schluff
	Unterboden	10	sandiger Schluff
Ausgangsmaterial	AL Alluvium		
Geländef./Neigung/Exposition	a eben / 0% / Ø		
Klimaeignungszone	C5-6 (im Grenzbereich zu A4):		
Vegetation/Nutzung	WI Wiese (Italienisch-Raigraswiese) / Futterbau		
Nutzungsseignungsklasse	5 Futterbau bevorzugt, Ackerbau stark eingeschränkt		

Horizont	Tiefe	Bezeichnung	Profilskizze	Gefügeform	organ. Subst. %	Ton %	Schluff %	Sand %	Skelett Kies Vol.-%	Steine Vol.-%	Kalk (CaCO ₃)	pH (CaCl ₂)
Ah	10			Kr2	4.7	12.7	51.8	35.5	-	-	0	6.1
15												
AB	20			Sp3	2.1	10.0	54.9	35.1	-	-	0	5.9
28												
Bw	40			Po4	-	7.0	50.1	42.9	-	-	0	5.6
53												
CB(g)	60			Po2-Ek	-	3.4	29.3	67.3	-	-	0	5.7
67												
(C)Bg	70			Po4	-	4.8	39.7	55.6	-	-	0	5.7
82												
BCg	90			Po2-Ek	-	3.2	19.4	77.3	-	-	0	6.1
105												
(B)Cg(g)	120			Po2-Ek	-	3.7	25.8	70.5	-	-	0	6.6
150												
Cg(g)	140			Ek	-	0	0	100	34	8	5	7½
160												

Angaben in ganzen Zahlen und Brüchen sind Schätzwerte, Daten mit Komma sind Analysenwerte.
Bodenkundliche Angaben gemäss Datenschlüssel 6 für Profilblatt (siehe auch Kartierungsanleitung FAL, 1997).

(Bodenprofil gemäss Online Angaben <http://www.boden-uri.ch/userfiles/File/Informationen/Bodenprofil.pdf>
09.03.2011; Hans Pfister, Pfister Terra GmbH, Alexander Imhof, AfU Uri, im Januar 2009)

2.3 Bodenart und Bodentyp

Beim Boden der Messstation handelt es sich um eine tiefgründige, schwach saure, schwach gleyige, alluviale Braunerde, die sich aus Überschwemmungssedimenten über dem Reusschotter gebildet hat.

Der Boden ist skelettfrei und weist einen organischen Gehalt von knapp 5 Gew. % im Oberboden-Horizont auf. Die Feinerde wird als lehmiger (Oberboden), bzw. sandiger (Unterboden) Schluff eingestuft.

Die Fläche, auf der die Bodenmessstation steht, ist mit Raigras bepflanzt und wird futterbaulich als Mähwiese genutzt. Der Boden wird in Klasse 5 der landwirtschaftlichen Nutzungseignungsklassen eingestuft, welche bevorzugt für Futterbau und nur beschränkt für Ackerbau genutzt werden.

2.4 Bodeneigenschaften

Der Boden bei der Bodenmessstation ist gut durchlüftet, nicht vernässt und nicht verdichtet. Seine Bodenfruchtbarkeit wird in Stufe III als tiefgründiger Boden für vorwiegend futterbauliche Nutzung eingestuft.

3. Kurzbeurteilung der Messdaten

Da Böden sehr heterogene Kleinstrukturen sind, können die Auswertungen in diesem Bericht nicht für alle Böden angewendet werden. Die unten beschriebenen Resultate gelten als repräsentativ für frische Schwemmlandböden, die im Kapitel 2.1 beschrieben sind und geben generelle Anhaltspunkte auch für andere Bodentypen.

3.1 Saugspannung in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe

Die Saugspannung oder Bodenwasserspannung beschreibt die Kraft, mit der das Wasser in den Poren festgehalten wird. Sie wird verwendet, um die Feuchte und Verdichtungsempfindlichkeit der Böden zu charakterisieren. Bei trockenen Verhältnissen ist sie hoch und die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens gering. Bei nassen Verhältnissen nimmt sie kleinere Werte an und die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens steigt an.

Die Saugspannung wird in den drei Tiefen 20 cm, 35 cm und 60 cm gemessen. Ausschlaggebend für die Beurteilung, ob Boden befahr- und verschiebbar ist, ist die Saugspannung in 35 cm Tiefe. Liegt sie unter 6 cbar, sollte der Boden weder verschoben, noch befahren werden. Liegt sie zwischen 6 und 10 cbar, kann der Boden bedingt verschoben werden, sollte aber, wenn möglich, nicht befahren werden. Liegt sie über 10 cbar, kann der Boden verschoben und mit den entsprechend geeigneten Geräten befahren werden.

In diesem Kapitel werden die Charakteristika des Bodens beschrieben, wie Niederschlagsereignisse sich in den verschiedenen Bodentiefen auf die Saugspannung auswirken. Die Charakteristika werden mit Beispielen aus der Datenreihe 2010 illustriert.

Anfangs April 2008 begannen die Messungen in der Bodenschutzstation Erstfeld. Im Mai stieg die Saugspannung in allen drei Tiefen auf hohe Werte an, wobei sie Anfangs Juli in 20 cm Maximalwerte von über 80 cbar erreichte. Zwischen Juli und Oktober, schwankte sie sehr stark zwischen 0 und 20 cbar, stark beeinflusst von den Regenfällen in dieser Periode. Sie lag jedoch in 35 cm Tiefe mehrheitlich über 10 cbar. Bis Ende Jahr lag dann die Saugspannung in allen drei Tiefen überwiegend unter 10 cbar. Anfangs 2009 wurden die Messungen eingestellt wegen Frostgefahr. Im April und Mai wurden wieder sehr hohe Werte von bis zu 52 cbar in 20 cm Tiefe gemessen. Ab Mitte Juni bis Ende Oktober 2009 schwankte die Saugspannung wieder sehr fest zwischen 0 und 25 cbar, beeinflusst durch die Regenfälle. Mehrheitlich lagen aber die Werte der Saugspannung in allen drei Tiefen über 10 cbar. Anfangs November 2009 bis Ende Jahr erreichte die Saugspannung in allen 3 Tiefen selten Werte über 10 cbar.

Anfangs 2010 stieg die Saugspannung in 35 cm Tiefe bis Mitte April nie höher als auf 15 cbar an. Dann begann sie, mit den höheren Temperaturen, auch anzusteigen und schwankte in den regenreichen Monaten Mai und Juni zwischen 0 und 15 cbar. Gegen Ende Juni/Anfangs Juli regnete es sehr wenig und die Saugspannung stieg auf ein Maximum von 33.2 cbar an. Ab der zweiten Julihälfte bis Ende September schwankte sie immer zwischen 0 und 15 cbar, blieb jedoch grösstenteils unter 10 cbar. Im Oktober und Anfangs November kamen dann nochmals zwei längere Schönwetterperioden, in denen die Saugspannung konstant über 10 cbar blieb. Ab Ende November bis Ende 2010 blieb sie dann, durch die weniger häufigen Niederschläge relativ konstant um einen Wert von 10 cbar. In der Tiefe von 20 cm wirken sich die Witterungseinflüsse viel stärker aus auf die Saugspannung. Sie verlief im Jahresverlauf 2010 betrachtet, ähnlich wie in 35 cm Tiefe, jedoch reagierte sie viel schneller auf Regenereignisse, sank dann rasant ab, aber erholte sich auch wieder schnell und erreichte höhere Werte. Im Monat Juli hat die Saugspannung einen Maximalwert von 50 cbar erreicht.

Die Saugspannung in 60 cm Tiefe hingegen verhält sich viel ausgeglichener als in den höheren Bodenschichten. Im Gesamtjahresverlauf 2010 betrachtet, lag sie immer etwa um 10 cbar herum und erreichte nur 2-mal Werte über 15 cbar. Nur bei sehr starken Regenereignissen, vor allem in den Sommermonaten, sank sie gelegentlich unter 5 cbar.

Ausgehend von der Saugspannung, gemessen in 35 cm Tiefe, betrug diese einen Grossteil des Winters einen Wert um die 10 cbar. Unter diesen Umständen könnten also unter Einsatz der entsprechenden Maschinen und Vorsichtsmassnahmen auch im Winter in den Perioden, in denen die Saugspannung über 10 cbar erreicht, Bodenarbeiten durchgeführt werden.

Die Reaktion der Saugspannung auf ein Niederschlagsereignis ist markanter je weniger tief der Sensor unter der Bodenoberfläche liegt (siehe Abbildung 1).

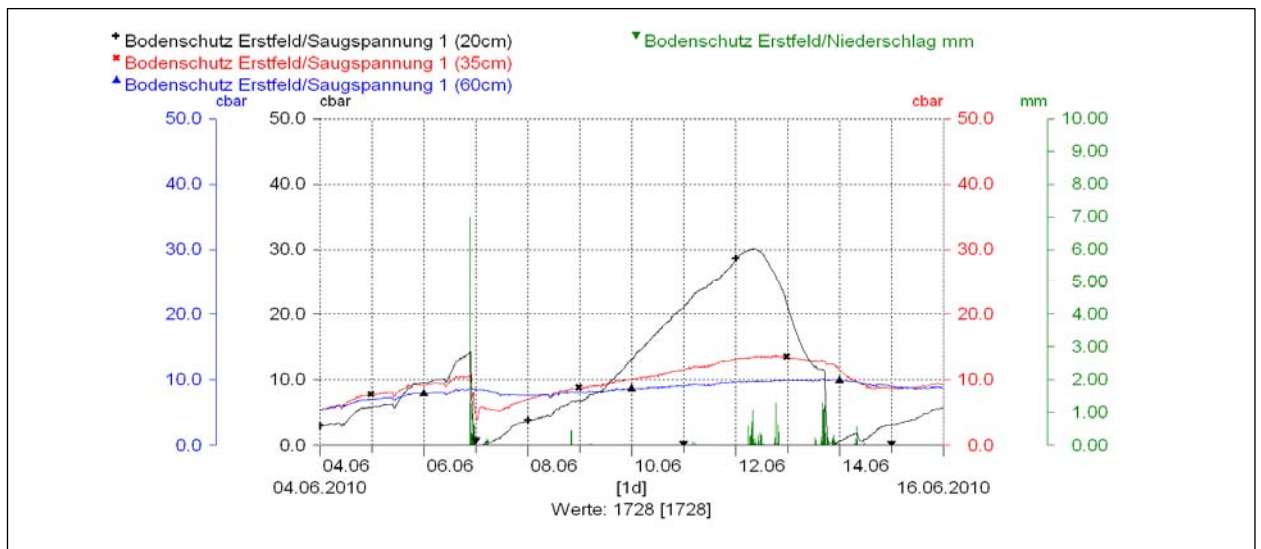


Abbildung 1 Reaktion der Saugspannung auf Regenereignisse in den 3 verschiedenen Tiefen der Tensiometer

Nach dem Regenereignis vom 6. Juni sank die Saugspannung in 20 cm Tiefe am markantesten, die Saugspannung in 60 cm Tiefe hingegen zeigte keine Veränderung. Beim Regenereignis vom 13. Juni sank die Saugspannung nur in der obersten Bodenschicht (20 cm). Bei den Tensiometern in 35 und 60 cm Tiefe sind fast keine, bzw. keine Veränderungen sichtbar.

Die Erholung der Saugspannung zu steigenden Werten nach Abschluss eines Niederschlagsereignisses zeigt sich markanter in den höher gelegenen Bodenschichten (siehe Abbildung 2).

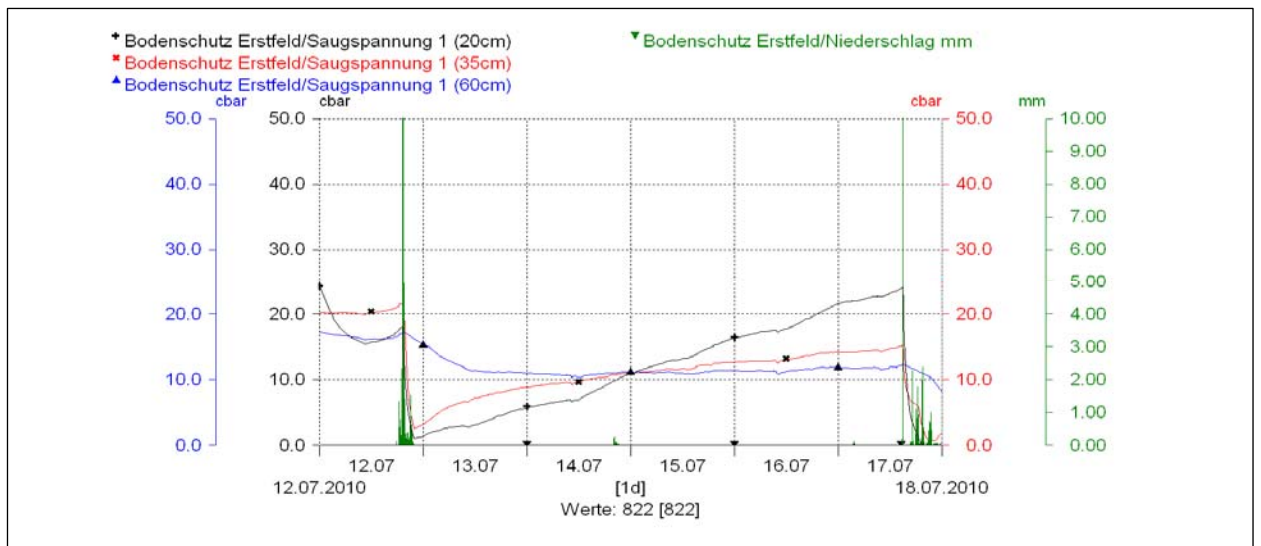


Abbildung 2 Erholung der Saugspannung nach Regenereignissen

Nach dem Regenereignis vom 12. Juli sank die Saugspannung in 20 cm Tiefe auf ein Minimum von fast null ab und ging nach dem Ende des Regenereignisses wieder steil nach oben um nach 2 Tagen auf die gleichen Werte zu kommen wie die Saugspannung in 35 cm und 60 cm Tiefe. Danach erreichte sie ein Maximum von etwa 25 cbar zu Beginn des nächsten Regenereignisses am 17. Juli.

Die Verzögerung der Reaktion der Saugspannung auf ein Niederschlagsereignis ist grösser in den tieferen Bodenschichten (siehe Abbildung 3).

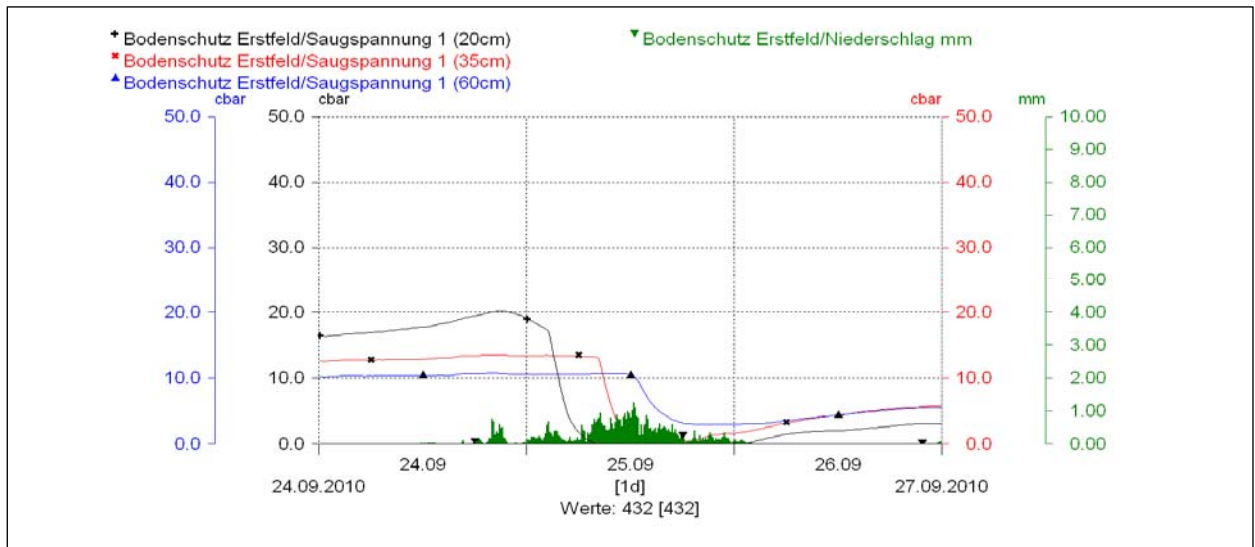


Abbildung 3 Verögerung der Saugspannung auf Regenereignisse

Beim einsetzen des Niederschlages vom 24. September, sank die Saugspannung in 20cm Tiefe fast unmittelbar auf das Ereignis. Die Saugspannung in 35cm Tiefe sank erst gegen Mitte des nächsten Tages ab und die Saugspannung in 60cm Tiefe folgte nochmals mit einigen Stunden Verzögerung.

Bei einem weniger intensiven, aber lang anhaltenden Niederschlagsereignis verzögert sich die Reaktion der Saugspannung (siehe Abbildung 4).

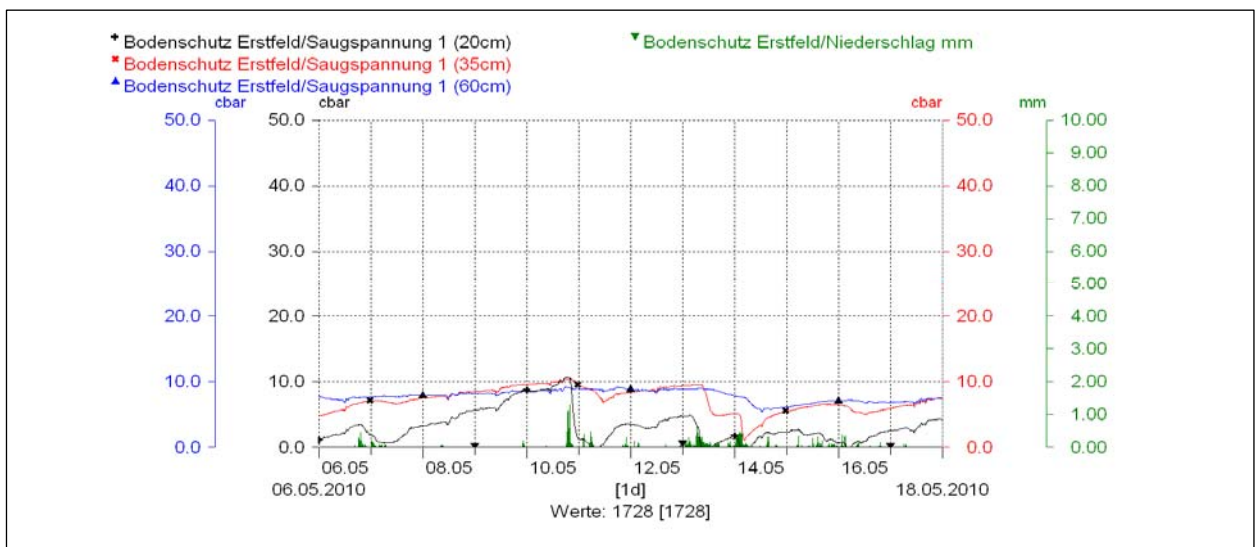


Abbildung 4 Verzögerung der Saugspannung auf wenig intensive lang anhaltende Niederschlagsereignisse

Bei den weniger intensiven, aber lang anhaltenden Regenereignissen vom 6. und 15. Mai reagierte die Saugspannung mit einer Verzögerung und nur kontinuierlich. Dies war vor allem in der obersten Bodenschicht (20 cm) zu beobachten, in den anderen Bodenschichten war die Reaktion auf diese Niederschlagsereignissen minimum. **Je stärker das Niederschlagsereignis ist, desto schneller und markanter ist die Reaktion der Saugspannung im Boden (siehe Abbildung 5, Abbildung 6).**

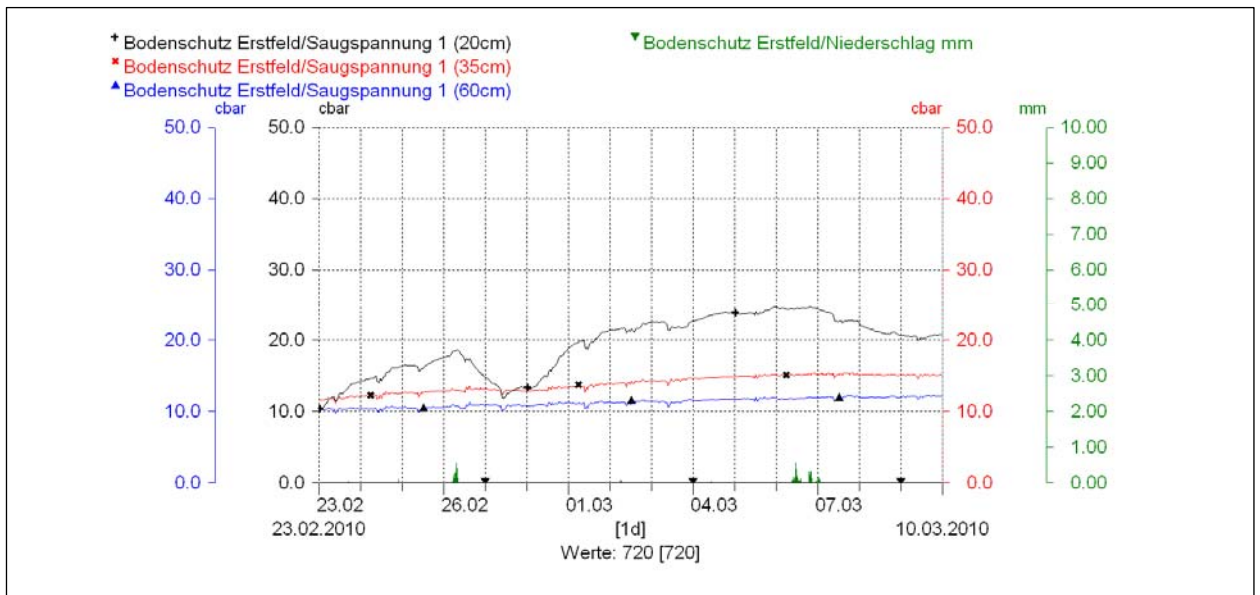


Abbildung 5 Geschwindigkeit der Reaktion der Saugspannung auf weniger starke Niederschlagsereignisse

Bei den kleineren Niederschlagsereignissen vom 26. Februar und 6. März ist die Reaktion der Saugspannung nur mässig und mit einer Verzögerung in der Tiefe von 20 cm feststellbar.

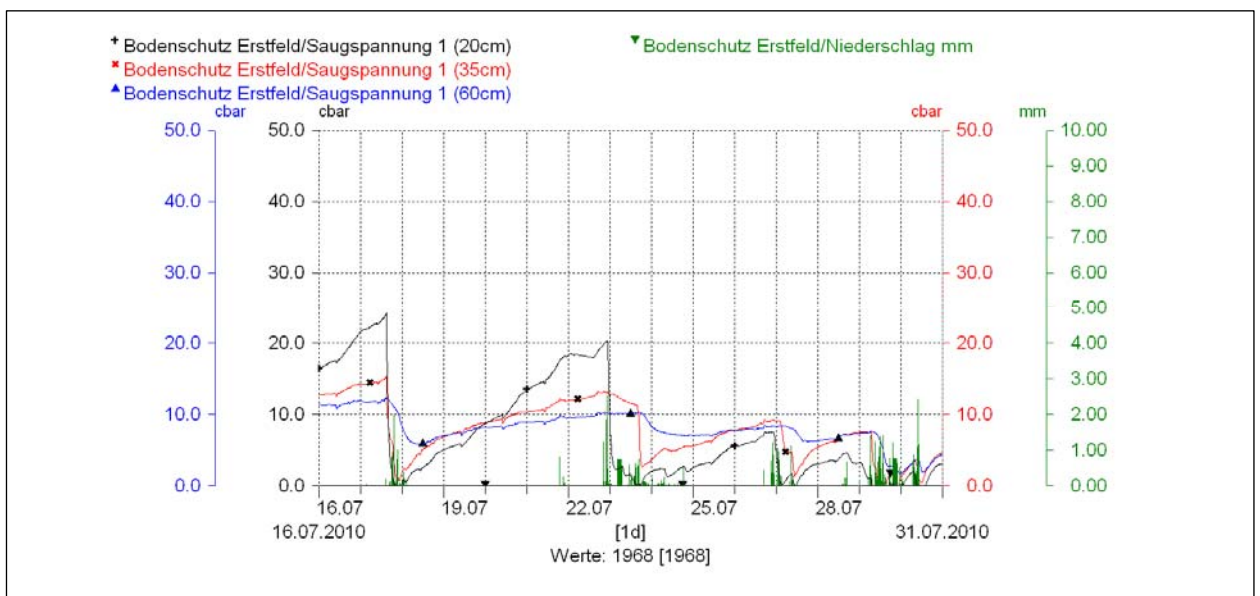


Abbildung 6 Geschwindigkeit der Reaktion der Saugspannung auf stärkere Niederschlagsereignisse

Bei den grösseren Niederschlagsereignissen vom 17., 23., 26. und 29. Juli ist die Reaktion der Saugspannung fast sofort in allen Tiefen feststellbar.

Durchschnittlich braucht der Boden nach einem Regenereignis eine Erholungsphase von etwa 3 trockenen Tagen, um in 35 cm wieder eine Saugspannung von 10 cbar zu erreichen. Diese Erholungsphase, hängt aber sehr stark davon ab, ob der Boden zuvor nass oder trocken war.

3.2 Bodenfeuchtigkeit in 35 cm und 60 cm Tiefe

Die Bodenfeuchtigkeit misst den Wassergehalt im Boden. Die Saugspannung hängt direkt vom Wassergehalt im Boden ab, verhält sich aber je nach Bodenart verschieden.

Die Bodenfeuchtigkeit wurde in 35 cm und 60 cm Tiefe gemessen und wurde dann mit der Entwicklung der Saugspannung verglichen. Grundsätzlich lagen die Werte der Bodenfeuchtigkeit in 60 cm unter denen in 35 cm, da der Wassergehalt in 60 cm geringer ist. Zwischen den Reaktionen der Bodenfeuchtigkeit und den Reaktionen der Saugspannung entsteht bei einem Regenereignis praktisch keine Verzögerung. Die Kurve der Saugspannung läuft gegengleich zur Kurve der Bodenfeuchtigkeit (siehe Abbildung 7). Obwohl der Wassergehalt in 60 cm kleiner ist als in 35 cm, ergeben sich oft sehr ähnliche Saugspannungswerte. Dies liegt daran, dass der Boden verschieden aufgebaut ist. Im Bodenprofil in Kapitel 2.2 sieht man, dass der Boden in 60 cm einen grösseren Anteil an Sand hat als in 35 cm Tiefe. Sandiger Boden enthält bei gleicher Saugspannung weniger Wasser als schluffiger Boden, da die Porenverteilung und Körnung unterschiedlich ist.

Am Morgen des 14. Novembers liegt die Saugspannung in beiden Tiefen bei etwa 12 cbar. Der Wassergehalt in 35 cm Tiefe ist bei etwa 42% und der Wassergehalt in 60 cm Tiefe bei ca. 35% (siehe Abbildung 7).

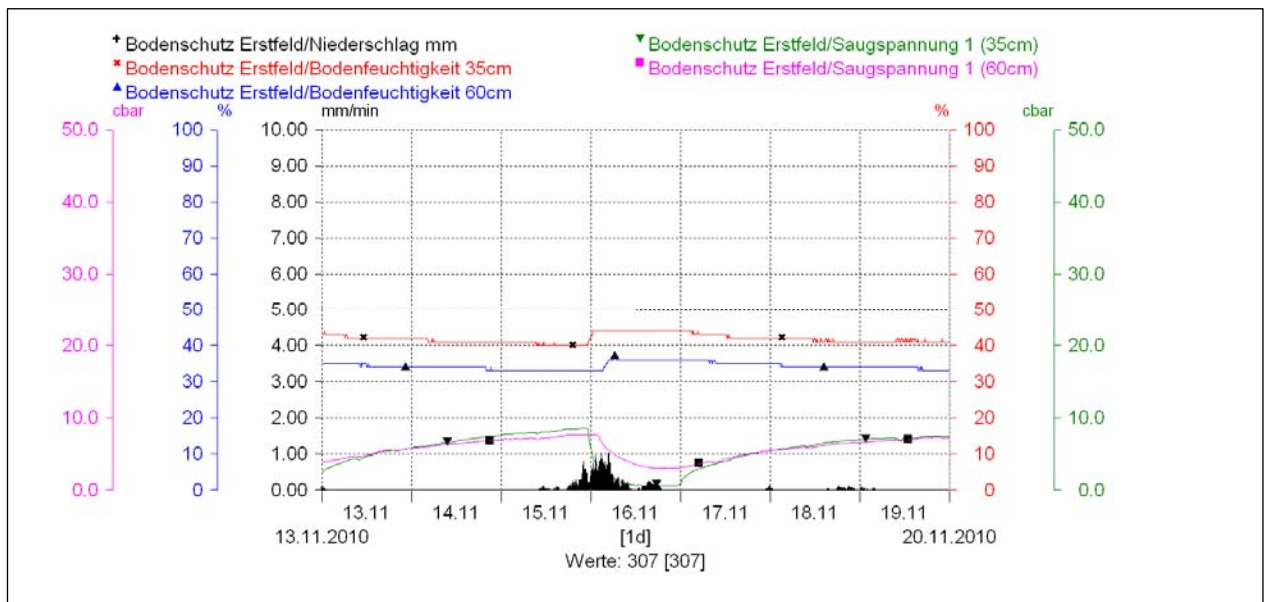


Abbildung 7 Gleichzeitige Reaktionen der Bodenfeuchtigkeiten und Saugspannungen auf ein Regenereignis

Am 15./16. November beginnt es zu regnen. Die Saugspannung in 35 cm Tiefe sank gleichzeitig ab, wie die Bodenfeuchtigkeit in 35 cm anstieg. Wenig später folgen analog dazu die Saugspannung und Bodenfeuchtigkeit in 60 cm Tiefe.

3.3 Bodentemperatur in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe

Die Temperatur wird im Boden in den drei Messtiefen 20 cm, 35 cm und 60 cm gemessen.

Grundsätzlich folgten die Bodentemperaturen der Lufttemperatur. In 20 cm Tiefe konnte der Tagesgang der Lufttemperatur ebenfalls beobachtet werden, in 30 cm nur noch sehr beschränkt und in 60 cm wurden die täglichen Schwankungen nicht mehr registriert. Schaut man den ganzen Jahresverlauf der Bodentemperaturen an, beobachtet man, dass die Temperatur in 60 cm im Winter über und im Sommer unter den Temperaturen in den höheren Bodenschichten lag. Im Temperaturverlauf von 60 cm Tiefe kann man eine leichte Verzögerung im Vergleich zu den Bodentemperaturen in den höheren Schichten feststellen.

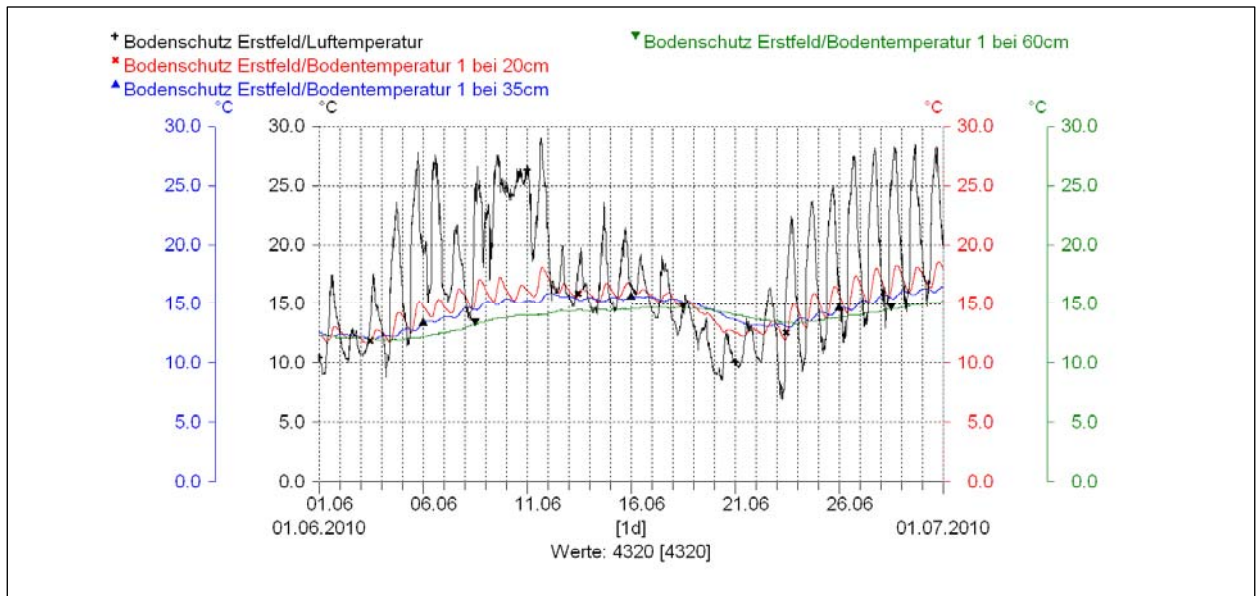


Abbildung 8 Bodentemperaturen im Juni 2010

In den höheren Bodenschichten kann man den Tagesverlauf der Lufttemperaturen nachvollziehen, in 60 cm Tiefe werden die tageszeitlichen Schwankungen hingegen nicht mehr registriert.

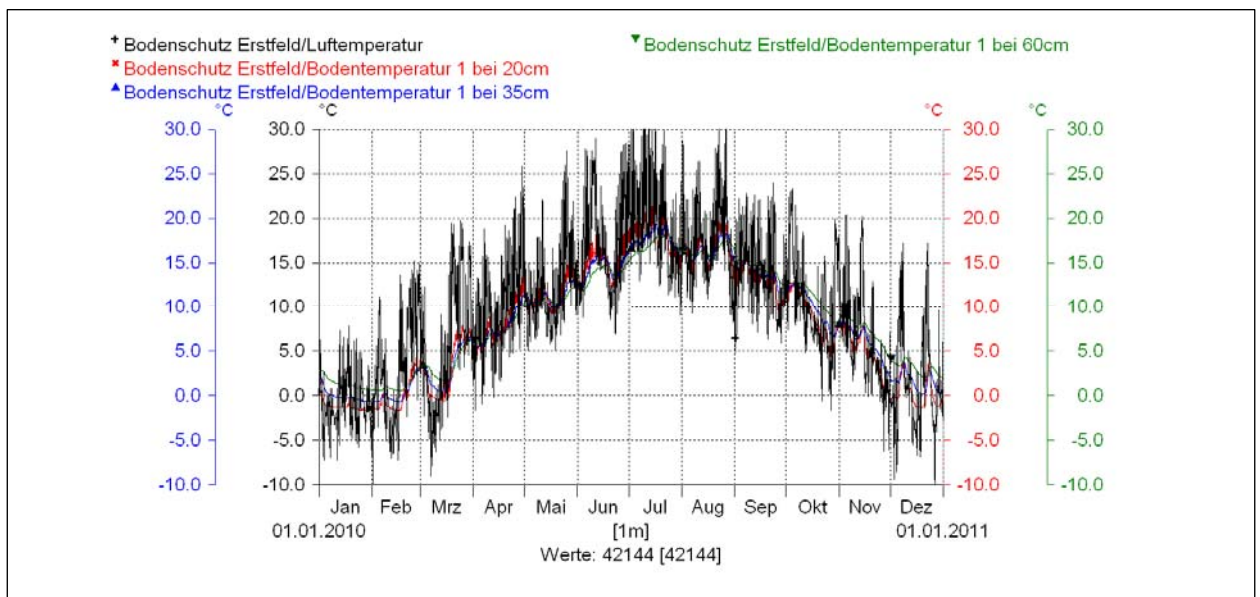


Abbildung9) Jahresverlauf 2010 der Bodentemperaturen

Die Temperaturen in 60 cm Tiefe sind ausgeglichener als in den höheren Bodenschichten. Zusätzlich kann man eine kleine zeitliche Verzögerung in den tieferen Bodenschichten beobachten.

Anhang A Saugspannungen 2010

Saugspannungen 20cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

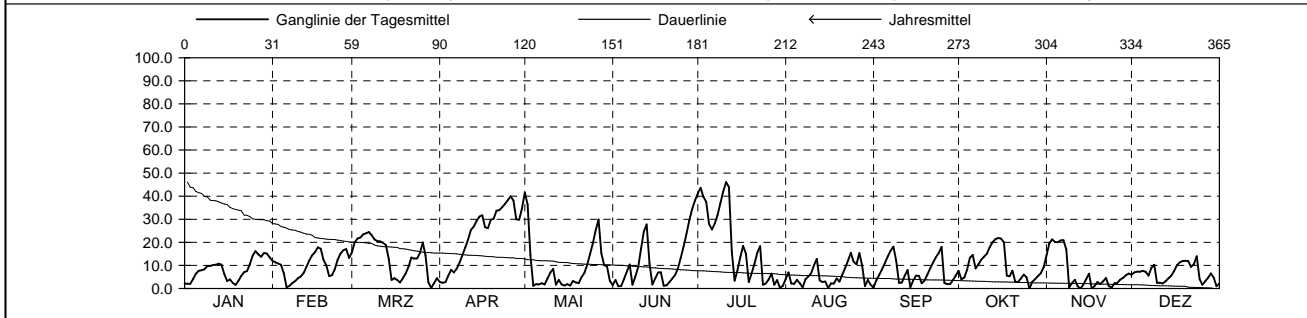
1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

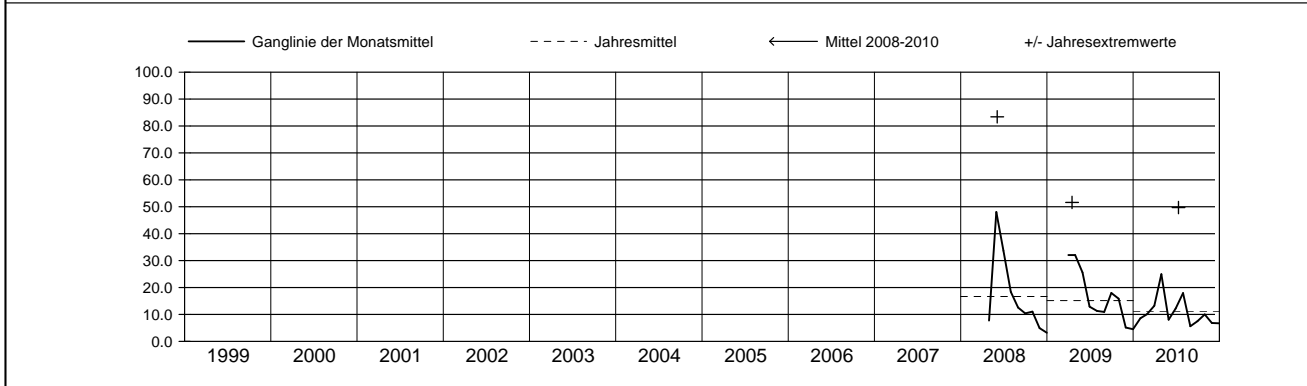
2010		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel cbar	1	2.1	11.3	20.0	2.5 -	36.4 +	3.7	43.6	7.0	3.6	4.0	19.5	7.0	1	
	2	2.0	10.8	21.7	2.7	14.3	1.0 -	39.7	2.2	5.8	4.7	21.3 +	7.3	2	
	3	4.1	10.3	22.1	5.5	1.2 -	1.1	37.6	2.0	8.3	8.1	20.2	7.3	3	
	4	6.4	6.6	23.5	8.1	1.9	4.2	28.0	3.7	11.0	13.3	20.0	7.7	4	
	5	7.7	0.4 -	23.9	7.0	1.8	7.4	25.5	2.2	13.9	14.6	20.8	7.2	5	
	6	7.9	1.2	24.4 +	8.6	2.3	10.4	28.1	0.5	16.3	8.7	20.9	5.6	6	
	7	8.3	2.3	23.1	11.3	1.7	1.6	31.8	3.9	18.1 +	10.5	16.8	8.9	7	
	8	9.7	3.2	21.2	14.4	4.3	5.2	37.1	5.2	12.0	12.5	0.5	10.3	8	
	9	9.8	4.5	20.5	17.8	6.9	9.4	42.1	6.5	2.4	13.8	2.3	2.4	9	
	10	10.2	5.2	20.4	21.2	8.5	17.3	46.1 +	10.1	2.6	15.1	3.8	2.5	10	
	11	10.3	6.8	19.8	25.3	1.7	24.7	43.9	12.8	5.6	18.0	1.0	2.2	11	
	12	10.7	9.5	18.8	26.9	3.7	27.8	15.9	3.5	8.0	20.1	0.0	3.1	12	
	13	10.4	12.2	13.0	29.3	1.7	10.7	3.4	2.8	0.6 -	21.4	1.7	4.4	13	
	14	6.3	14.4	3.7	31.2	1.3	1.7	7.8	3.0	3.4	21.9 +	4.0	5.6	14	
	15	3.2	15.7	4.5	31.7	1.9	4.3	13.5	0.2 -	5.6	21.6	6.4	7.5	15	
	16	3.9	17.9 +	3.7	26.6	1.3	6.9	18.5	2.2	5.5	20.0	-0.2 -	10.1	16	
	17	2.4	17.2	2.6	26.1	3.3	7.0	15.0	2.1	2.2	5.6	1.2	11.3	17	
	18	1.6 -	12.4	4.4	29.8	2.6	1.2	2.8	4.3	3.4	5.3	2.8	11.9	18	
	19	3.3	10.0	6.5	30.2	2.3	1.4	6.5	3.0	6.0	7.7	1.9	12.0	19	
	20	5.5	5.4	9.5	33.7	4.9	2.7	10.7	6.1	8.8	2.9	3.1	11.9	20	
	21	7.1	5.8	13.4	33.9	6.7	4.3	15.6	8.9	11.2	2.8	4.6	9.4	21	
	22	7.6	8.5	13.0	35.2	10.3	5.8	18.3	12.1	13.5	4.4	1.0	10.5	22	
	23	10.4	12.4	13.0	36.6	14.8	8.6	1.6	15.5 +	15.4	6.0	0.4	14.0 +	23	
	24	14.2	15.1	15.4	38.3	19.6	13.3	2.1	11.6	18.1 +	4.8	2.3	4.1	24	
	25	16.2 +	16.6	19.9	39.9	25.2	18.1	3.9	10.5	2.4	0.0 -	2.4	1.6	25	
	26	14.8	17.1	14.3	38.1	29.9	23.6	6.4	15.4	1.9	2.9	3.8	3.1	26	
	27	13.8	13.3	2.6	30.0	15.3	29.4	1.6	9.8	1.9	4.1	4.6	4.7	27	
	+ Maximum	28	15.4	15.6	0.3 -	29.8	10.1	34.3	3.6	1.0	3.6	5.4	5.7	6.5	28
	- Minimum	29	15.2		2.4	34.6	9.5	38.0	0.3 -	3.7	5.6	6.6	6.5	4.6	29
		30	13.5		4.4	41.5 +	3.3	41.2 +	1.1	1.6	7.7	9.1	6.0	1.0 -	30
		31	12.0		2.9		1.5		4.1	0.3		14.1		2.2	31
Monatsmittel		8.6	10.1	13.2	24.9 +	8.1	12.2	17.9	5.6 -	7.5	10.0	6.8	6.7		
Maximum Datum (Tag)		16.6	19.3	26.3	44.1	43.4	43.1	49.7 +	19.8	20.1	22.0	21.5	15.4 -		
Minimum Datum (Tag)		0.0	0.0	-0.5	0.1 +	-1.2	-1.1	-1.2	-1.4	-1.3	-1.5	-1.8 -	-0.4		
Amplitude		16.6	19.3	26.8	44.0	44.6	44.2	50.9 +	21.2	21.4	23.5	23.3	15.8 -		

Mittel: 11.0 Maximum: 49.7 (11.Juli) Minimum: -1.8 (16.November) Amplitude: 51.5



2008-2010	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	8.6	10.1	13.2	21.6	27.2 +	19.6	15.9	9.7	12.0	12.3	5.6	4.8 -
Maximum	16.6 -	19.3	26.3	51.6	78.0	83.4 +	49.7	33.8	36.3	44.8	21.5	19.4
Jahr	2010	2010	2010	2009	2008	2008	2010	2008	2009	2009	2010	2009
Minimum	0.0 +	0.0 +	-0.8	-1.0	-1.2	-1.1	-1.2	-1.4	-1.3	-2.6 -	-1.8	-0.7
Jahr	2010	2010	2009	2009	2010	2010	2010	2010	2010	2008	2010	2008

Mittel: 13.9 Maximum: 83.4 (03.06.2008) Minimum: -2.6 (29.10.2008) Amplitude: 86.0 Max.jährliche Schwankung: 86.0 (2008)



Saugspannungen 35cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

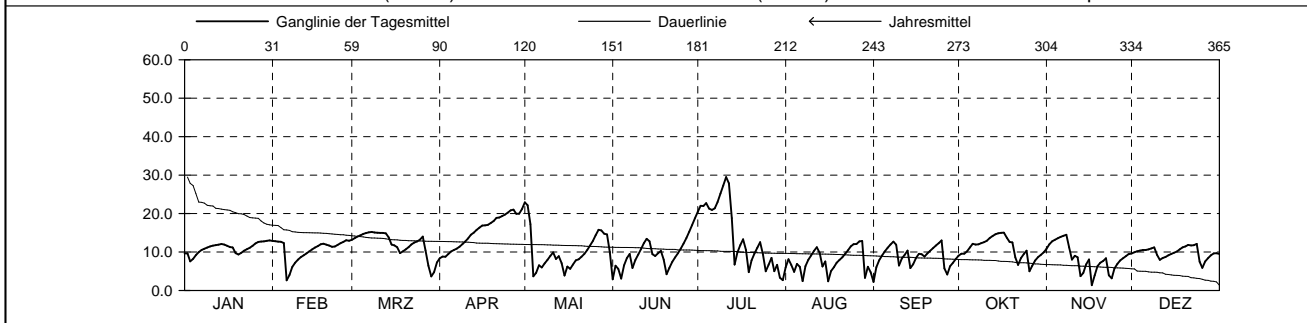
1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

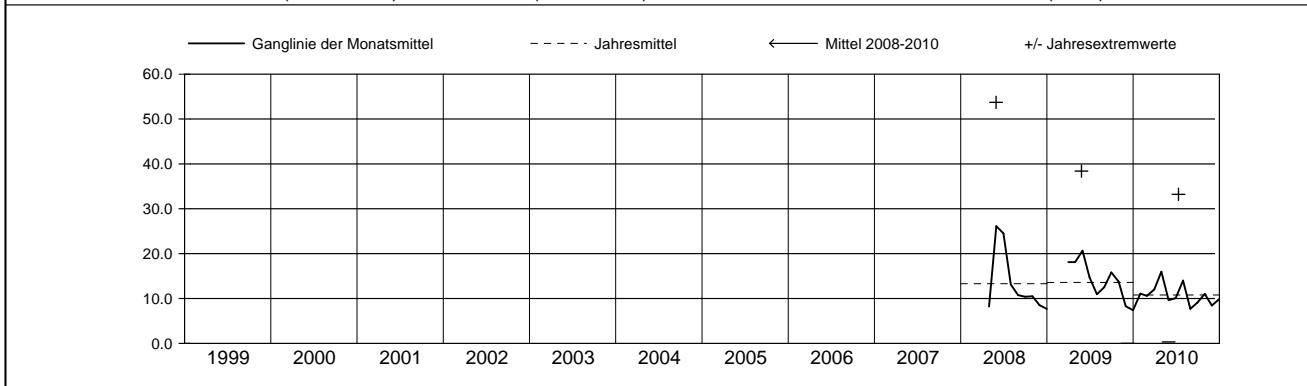
2010		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel cbar	1	9.6	12.8	13.6	8.8 -	22.2 +	6.4	22.0	8.1	6.1	9.6	12.0	9.9	1	
	2	7.6 -	12.7	14.0	8.8 -	17.2	5.6	22.0	6.7	7.8	9.6	12.8	10.2	2	
	3	8.2	12.7	14.3	9.5	3.7	3.1 -	22.7	4.8	9.1	10.2	13.2	10.4	3	
	4	9.2	12.3	14.7	10.1	4.6	6.6	21.3	6.9	10.2	11.2	13.6	10.5	4	
	5	10.0	2.6 -	14.9	10.5	6.5	8.4	20.9	6.2	11.1	12.1	13.9	10.5	5	
	6	10.5	4.1	15.1	10.9	6.0	9.5	21.4	2.4	12.0	11.9	14.2	10.7	6	
	7	10.9	6.1	15.2 +	11.4	7.0	5.8	23.0	6.3	12.7	12.0	14.5 +	10.9	7	
	8	11.2	7.2	15.1	12.0	8.0	7.9	25.2	8.0	11.9	12.3	11.2	11.2	8	
	9	11.5	8.0	15.0	12.7	9.0	9.4	27.3	9.1	6.5	12.6	8.0	9.3	9	
	10	11.7	8.7	15.0	13.5	9.9	10.8	29.5 +	10.3	8.3	12.9	9.0	8.0	10	
	11	11.8	9.2	15.0	14.5	8.2	12.3	27.9	11.3	9.3	13.6	8.6	8.4	11	
	12	11.9	9.7	14.8	15.0	8.9	13.4	18.8	9.8	10.4	14.2	3.7	8.7	12	
	13	12.1	10.2	13.8	15.7	7.1	12.8	6.7	6.2	5.8	14.6	4.6	9.2	13	
	14	11.9	10.7	11.9	16.3	3.9	9.4	9.9	7.5	6.8	14.9	6.8	9.5	14	
	15	11.6	11.2	11.7	16.9	6.2	9.0	11.8	2.4	8.5	15.0 +	8.1	9.8	15	
	16	11.3	11.5	11.3	16.9	5.6	9.7	13.3	5.1	9.5	15.0 +	1.4 -	10.1	16	
	17	11.2	12.0	9.7	17.1	6.7	10.3	10.5	6.0	9.4	13.7	3.9	10.7	17	
	18	9.7	12.2	10.2	17.6	7.8	8.0	4.8	7.2	8.8	12.6	6.3	11.2	18	
	19	9.4	11.9	10.7	18.1	8.1	4.2	7.8	7.9	9.6	12.5	7.2	11.5	19	
	20	9.8	11.7	11.3	18.9	8.8	5.9	9.6	8.6	10.3	8.6	7.7	11.9	20	
	21	10.4	11.4	12.0	19.0	9.5	7.4	11.1	9.5	11.0	6.7	8.4	11.7	21	
	22	10.8	11.4	12.5	19.3	10.5	8.6	12.6	10.5	11.7	8.4	4.0	11.8	22	
	23	11.1	11.9	12.7	19.7	11.7	9.6	9.4	11.5	12.3	9.5	3.2	12.1 +	23	
	24	11.6	12.3	13.2	20.2	12.9	10.9	5.0	12.0	13.0 +	10.4	5.7	7.5	24	
	25	12.2	12.6	14.0	20.8	14.4	12.2	6.7	12.1	5.8	5.0 -	6.9	5.9 -	25	
	26	12.6	13.1	10.4	21.0	15.8	13.6	8.5	12.8	4.2 -	6.4	7.8	7.6	26	
	27	12.7	12.9	6.4	19.9	15.6	15.3	5.0	12.9 +	6.3	7.8	8.4	8.4	27	
	+ Maximum	28	12.8	13.2 +	3.7 -	20.0	14.8	17.0	6.7	3.3	7.2	8.7	8.9	9.1	28
	- Minimum	29	12.9		4.8	21.2	14.6	18.8	3.3	6.2	8.2	9.2	9.5	9.7	29
		30	13.0 +		7.3	22.9 +	9.9	20.5 +	2.7 -	4.7	9.0	9.9	9.6	9.7	30
		31	12.9		8.4	2.9 -	2.9 -	6.0	2.2 -		10.8	9.5	9.5	31	
Monatsmittel		11.1	10.6	12.0	16.0 +	9.6	10.1	14.0	7.7 -	9.1	11.0	8.4	9.9		
Maximum		13.2	13.6	15.4	23.9	23.6	22.1	33.2 +	13.8	13.5	15.2	14.9	12.5 -		
Datum (Tag)		30.	26.	7.	30.	1.	30.	11.	27.	24.	15.	7.	24.		
Minimum		7.2	0.7	0.6	8.4 +	0.3 -	0.7	0.3 -	0.3 -	0.3 -	3.0	0.3 -	2.4		
Datum (Tag)		2.	5.	26.	2.	30.	3.	29.	6.	25.	25.	12.	24.		
Amplitude		6.0 -	12.9	14.8	15.5	23.3	21.4	32.9 +	13.5	13.2	12.2	14.6	10.1		

Mittel: 10.8 Maximum: 33.2 (11.Juli) Minimum: 0.3 (30.Mai) Amplitude: 32.9



2008-2010	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	11.1	10.6	12.0	14.1	18.8 +	16.4	12.7	10.3	11.8	11.8	8.4	8.3 -
Maximum	13.2	13.6	15.4	29.7	53.7 +	52.3	33.2	20.1	22.2	25.4	14.9	12.5 -
Jahr	2010	2010	2010	2009	2008	2008	2010	2009	2009	2009	2010	2010
Minimum	7.2 +	0.7	0.6	-0.6 -	0.3	0.7	0.0	0.3	0.3	0.4	0.3	0.0
Jahr	2010	2010	2010	2008	2010	2010	2008	2008	2010	2008	2009	2009

Mittel: 12.4 Maximum: 53.7 (29.05.2008) Minimum: -0.6 (22.04.2008) Amplitude: 54.3 Max.jährliche Schwankung: 54.3 (2008)



Saugspannungen 60cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

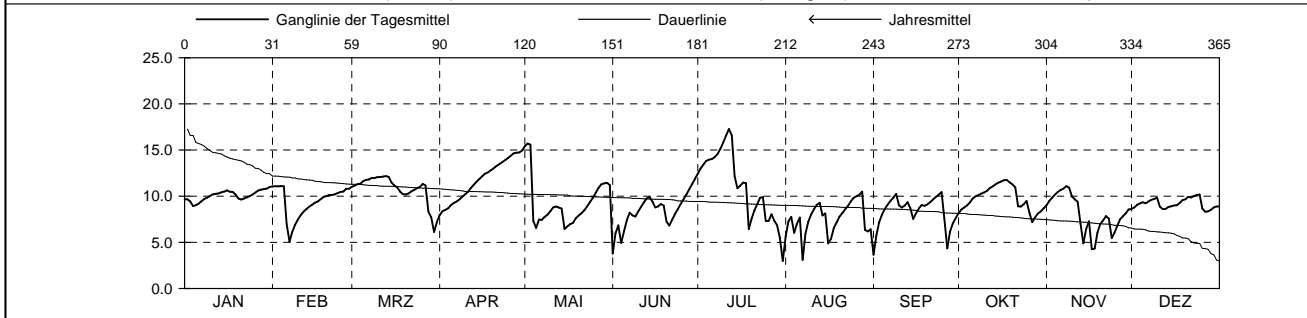
1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

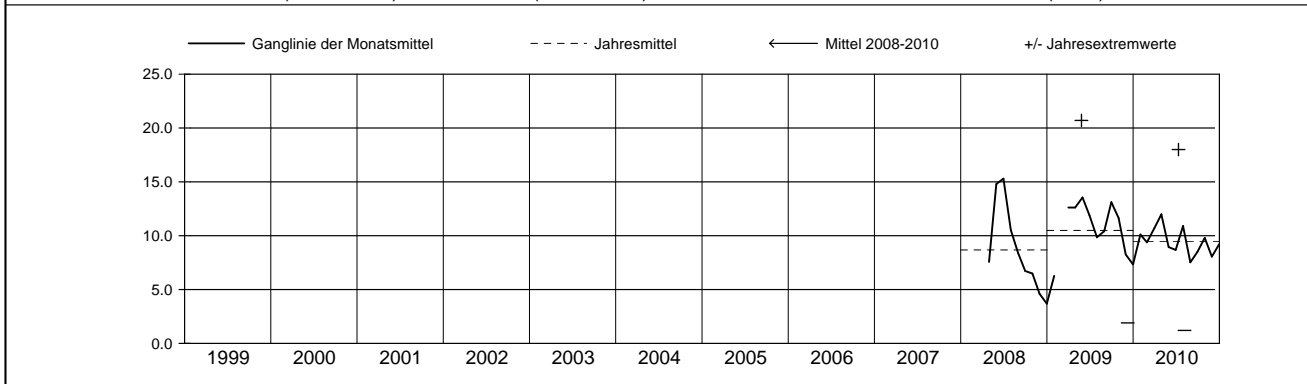
2010		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel cbar	1	9.7	11.1 +	11.1	8.4 -	15.7 +	6.0	13.0	7.3	5.7	8.6	9.5	8.8	1
	2	9.4	11.1 +	11.3	8.5	15.6	6.8	13.4	7.8	7.2	8.8	9.8	9.1	2
	3	8.9 -	11.1 +	11.4	8.7	7.3	4.9 -	13.8	6.0	8.0	9.0	10.2	9.2	3
	4	9.0	11.1 +	11.6	9.1	6.5	6.2	14.0	7.0	8.6	9.3	10.5	9.3	4
	5	9.2	7.0	11.8	9.3	7.5	7.4	14.0	7.7	9.1	9.8	10.7	9.2	5
	6	9.5	5.1 -	11.8	9.4	7.4	8.2	14.2	3.1 -	9.5	10.0	10.8	9.4	6
	7	9.7	6.1	12.0	9.7	7.8	7.9	14.6	5.9	9.9	10.1	11.1 +	9.6	7
	8	9.8	6.9	12.0	9.9	8.0	7.8	15.1	7.2	10.2	10.3	10.9	9.7	8
	9	10.0	7.5	12.1	10.2	8.4	8.3	15.8	8.0	9.0	10.4	10.0	9.8	9
	10	10.2	8.0	12.1	10.5	8.8	8.8	16.6	8.6	8.8	10.6	9.7	8.9	10
	11	10.3	8.3	12.1	10.9	8.9	9.3	17.3 +	9.1	9.0	10.9	9.4	8.6	11
	12	10.3	8.6	12.2 +	11.2	8.8	9.8	16.6	9.3	9.4	11.1	7.0	8.6	12
	13	10.4	8.9	12.1	11.6	8.7	9.9	12.2	7.9	8.7	11.3	4.9	8.8	13
	14	10.5	9.1	11.5	11.9	6.5	9.4	10.9	8.1	7.5	11.5	6.4	8.9	14
	15	10.6	9.3	11.2	12.2	6.7	8.8	11.1	4.9	8.2	11.6	7.3	9.0	15
	16	10.5	9.4	11.0	12.4	7.0	8.9	11.5	5.4	8.7	11.7	4.3 -	9.0	16
	17	10.5	9.7	10.5	12.6	7.1	9.1	11.4	6.6	9.0	11.8 +	4.3 -	9.3	17
	18	10.2	9.9	10.2	12.8	7.6	9.0	6.4	7.2	9.0	11.5	6.1	9.6	18
	19	9.7	10.0	10.2	13.0	7.9	7.2	7.6	7.8	9.1	11.3	7.0	9.7	19
	20	9.6	10.1	10.3	13.3	8.2	6.8	8.5	8.2	9.3	11.0	7.4	9.9	20
	21	9.8	10.1	10.5	13.5	8.5	7.5	9.2	8.6	9.6	8.9	7.8	9.9	21
	22	9.9	10.2	10.7	13.7	8.9	8.1	9.8	9.0	9.9	8.9	7.6	10.0	22
	23	10.0	10.3	10.9	13.9	9.4	8.6	9.9	9.4	10.2	9.1	5.5	10.1	23
	24	10.2	10.4	11.0	14.1	9.8	9.2	7.3	9.8	10.4 +	9.5	6.0	10.2 +	24
	25	10.4	10.5	11.3	14.4	10.4	9.7	7.3	10.0	7.5	8.2	6.8	8.7	25
	26	10.6	10.8	11.2	14.6	10.9	10.2	8.0	10.2	4.3 -	7.2 -	7.5	8.3 -	26
	27	10.7	10.8	8.3	14.7	11.3	10.7	7.3	10.5 +	6.2	7.7	7.8	8.4	27
	+ Maximum	10.8	11.0	7.7	14.7	11.4	11.3	6.9	6.3	7.1	8.1	8.2	8.5	28
	- Minimum	10.8		6.1 -	14.9	11.4	11.9	5.5	6.2	7.6	8.3	8.6	8.8	29
		11.0		7.2	15.4 +	11.2	12.4 +	3.0 -	6.4	8.1	8.7	8.6	8.9	30
		11.1 +		8.0		3.8 -		5.7	3.7	9.0	9.0	8.9	8.9	31
Monatsmittel	10.1	9.4	10.7	12.0 +	8.9	8.7	10.9	7.5 -	8.5	9.8	8.1	9.2		
Maximum Datum (Tag)	11.2	11.3	12.3	15.9	15.8	12.9	18.0 +	10.8	10.8	11.9	11.5	10.5 -		
Minimum Datum (Tag)	31.	26.	12.	30.	1.	30.	11.	27.	24.	16.	7.	24.		
Amplitude	2.6	6.7	6.6	7.8	14.2	8.8	16.3 +	9.6	7.9	5.0	8.6	2.4 -		

Mittel: 9.5 Maximum: 18.0 (11.Juli) Minimum: 1.2 (6.August) Amplitude: 16.8



2008-2010	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	8.2	9.4	10.7	10.7	12.4 +	11.9	10.4	8.8	9.4	9.3	7.0	6.7 -
Maximum Jahr	11.9	11.3	12.3	18.3	25.9 +	21.8	21.3	16.2	15.5	17.5	11.5	10.5 -
Minimum Jahr	4.3	4.6	5.4 +	-0.3 -	1.6	3.1	0.7	-0.1	0.1	0.1	0.1	-0.1

Mittel: 9.6 Maximum: 25.9 (29.05.2008) Minimum: -0.3 (22.04.2008) Amplitude: 26.2 Max.jährliche Schwankung: 26.2 (2008)



Anhang B Bodentemperaturen 2010

Bodentemperaturen 20cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

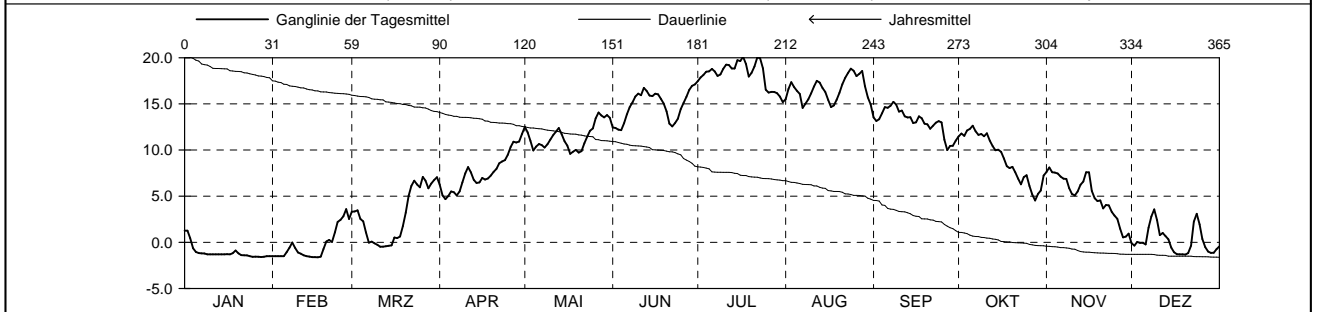
1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

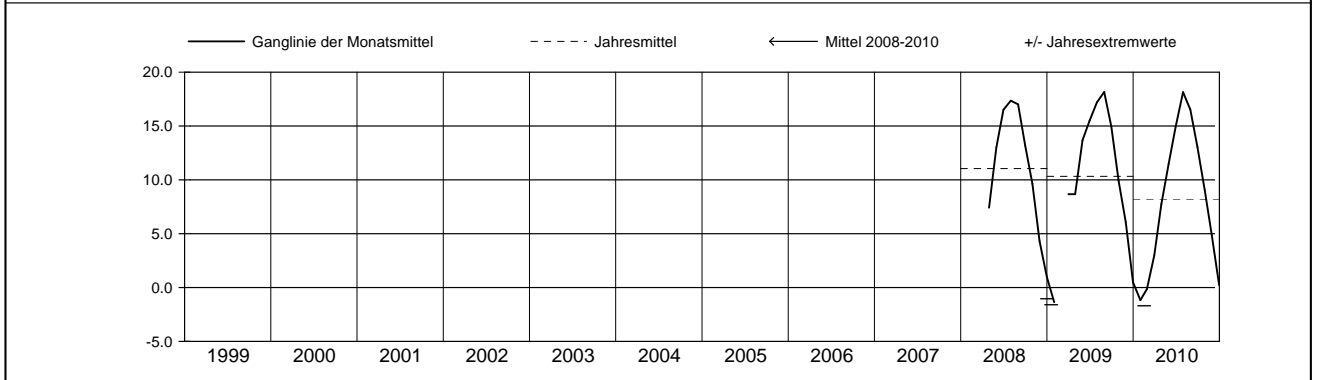
2010		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel °C	1	1.3 +	-1.5	3.3	5.1	11.9	12.4	17.9	16.6	13.2	11.8	8.1 +	-0.4	1
	2	0.4	-1.5	3.5	4.7 -	11.0	12.2	18.1	17.4	13.3	11.5	7.6	0.0	2
	3	-0.6	-1.5	2.5	5.0	10.0	12.1 -	18.5	16.8	14.0	12.1	7.6	-0.1	3
	4	-1.0	-1.5	2.3	5.5	10.4	12.9	18.5	16.4	14.6	12.3	7.4	0.0	4
	5	-1.2	-1.1	1.1	5.4	10.6	13.9	18.8	16.1	14.6	12.6 +	7.1	-0.2	5
	6	-1.2	-0.6	0.0	5.1	10.5	14.6	18.5	14.6	14.8	12.0	6.9	1.6	6
	7	-1.2	0.0	0.1	5.5	10.3	15.2	18.0	15.0	15.2 +	11.6	6.9	2.8	7
	8	-1.3	-0.6	-0.1	6.5	10.6	15.8	18.2	15.5	14.9	11.7	5.9	3.6 +	8
	9	-1.3	-1.1	-0.3	7.5	11.1	16.1	18.8	16.1	14.2	11.5	5.2	2.4	9
	10	-1.3	-1.2	-0.5 -	8.2	11.6	15.9	19.3	16.9	14.3	11.8	5.1	0.8	10
	11	-1.3	-1.4	-0.5 -	7.6	12.0	16.7	19.2	17.5	13.7	11.0	5.5	1.0	11
	12	-1.3	-1.5	-0.4	6.8	12.4	16.4	18.8	17.3	13.5	10.4	6.2	0.7	12
	13	-1.3	-1.5	-0.4	6.4	11.7	15.9	18.8	16.7	13.6	10.0	6.6	0.3	13
	14	-1.3	-1.6 -	-0.3	6.5	11.0	15.8	19.7	16.3	12.9	10.0	7.6	-0.6	14
	15	-1.3	-1.6 -	0.5	7.0	10.5	16.1	19.6	15.4	13.0	9.8	7.6	-1.1	15
	16	-1.3	-1.6 -	0.5	6.8	9.6 -	16.0	20.1 +	14.7	13.6	9.1	5.6	-1.3 -	16
	17	-1.2	-1.5	0.6	6.9	9.8	15.5	19.3	14.8	13.4	8.3	4.8	-1.3 -	17
	18	-0.9	-0.7	1.7	7.2	10.0	15.0	18.0	15.4	12.9	8.0	4.5	-1.3 -	18
	19	-1.2	0.1	3.2	7.6	9.7	14.2	18.4	16.2	12.8	8.2	4.5	-1.3 -	19
	20	-1.4	0.3	5.0	8.0	9.9	12.9	19.1	17.1	12.3	7.6	3.7	-1.2	20
	21	-1.4	0.0	6.1	8.6	10.7	12.6	20.1 +	17.8	12.6	6.9	4.0	-0.4	21
	22	-1.4	1.1	6.7	8.8	11.4	12.9	19.9	18.4	13.0	6.3	4.0	2.2	22
	23	-1.5	2.2	6.3	8.9	12.1	13.4	18.9	18.8 +	13.1	7.1	3.3	3.1	23
	24	-1.6 -	2.4	6.0	9.5	12.3	14.4	16.5	18.6	13.0	7.3	2.9	1.9	24
	25	-1.5	2.8	7.1 +	10.3	13.4	15.1	16.2	18.0	11.1	6.1	2.5	0.4	25
	26	-1.6 -	3.6 +	6.7	10.9	14.1 +	15.8	16.3	18.3	10.0 -	5.2	1.5	-0.5	26
	27	-1.6 -	2.5	5.9	10.8	13.8	16.5	16.3	18.6	10.4	4.5 -	0.5	-1.0	27
	28	-1.6 -	3.3	6.4	10.9	13.5	17.0	16.2	16.9	10.5	5.2	0.6	-1.1	28
	29	-1.5		6.7	11.7	13.8	17.1	15.8	15.7	11.0	5.6	0.9	-1.1	29
	30	-1.5		7.1 +	12.5 +	13.5	17.5 +	15.2 -	14.9	11.5	7.2	-0.1 -	-0.7	30
	31	-1.5		6.3		12.4		15.5	13.5 -		7.6		-0.4	31
Monatsmittel		-1.2 -	-0.1	3.0	7.7	11.5	14.9	18.1 +	16.5	13.0	9.0	4.8	0.2	
Maximum Datum (Tag)		1.6 -	4.2	7.9	13.5	14.8	18.6	21.8 +	19.6	15.6	13.0	8.5	4.0	
Minimum Datum (Tag)		1.	26.	25.	30.	25.	30.	16.	22.	7.	5.	1.	8.	
Amplitude		3.2 -	5.9	8.6	9.6 +	5.7	6.9	7.5	6.6	6.1	9.2	8.8	5.4	

Mittel: 8.2 Maximum: 21.8 (16.Juli) Minimum: -1.7 (16.Februar) Amplitude: 23.5



2008-2010	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	-1.3 -	-0.1	3.0	7.9	12.7	15.6	17.6 +	17.2	13.7	9.5	5.1	0.6
Maximum	1.6 -	4.2	7.9	13.5	18.7	21.8 +	21.8 +	21.0	18.3	14.6	8.5	4.0
Jahr	2010	2010	2010	2010	2009	2008	2010	2009	2009	2009	2010	2010
Minimum	-1.6	-1.7 -	-0.7	3.6	7.5	11.7	13.7 +	13.0	9.3	3.0	-0.3	-1.5
Jahr	2009	2010	2010	2008	2009	2010	2008	2010	2008	2008	2010	2009

Mittel: 9.7 Maximum: 21.8 (02.06.2008) Minimum: -1.7 (16.02.2010) Amplitude: 23.5 Max.jährliche Schwankung: 23.5 (2010)



Bodentemperaturen 35cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

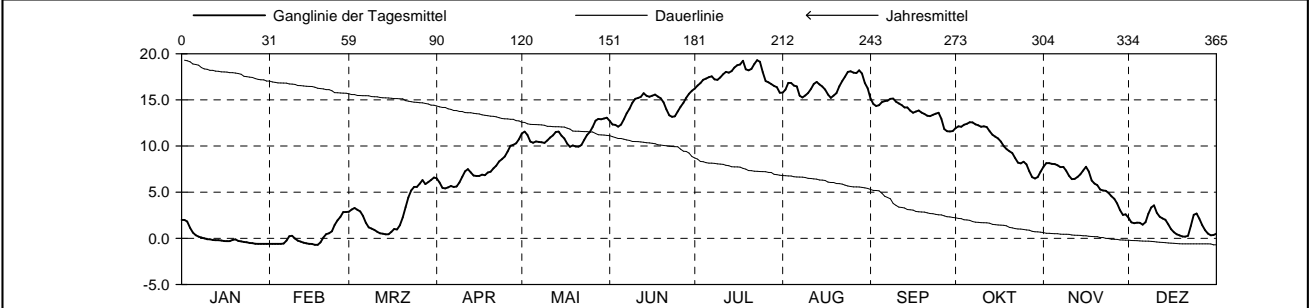
1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

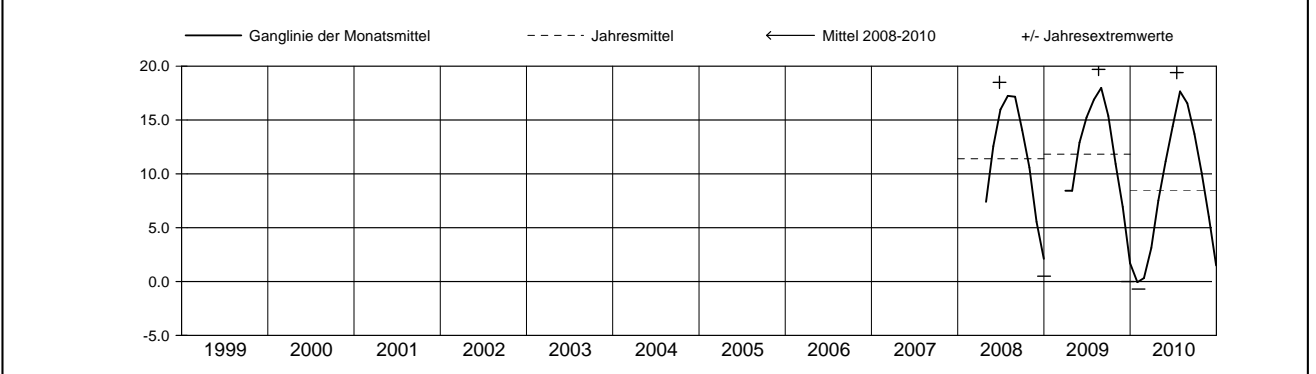
2010		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel °C	1	2.0 +	-0.6	3.1	6.1	11.6	12.3	16.6	16.1	14.5	12.1	8.2 +	1.7	1
	2	1.8	-0.6	3.3	5.5	11.2	12.3	16.8	16.8	14.3	12.1	8.1	1.6	2
	3	1.1	-0.6	3.1	5.4 -	10.5	12.1 -	17.2	16.8	14.4	12.3	8.1	1.7	3
	4	0.6	-0.6	2.9	5.5	10.4	12.3	17.3	16.6	14.7	12.4	8.0	1.7	4
	5	0.3	-0.6	2.4	5.7	10.5	12.9	17.5	16.5	14.9	12.6 +	7.9	1.5	5
	6	0.2	-0.2	1.7	5.6	10.4	13.5	17.6	15.5	14.9	12.6 +	7.7	1.8	6
	7	0.1	0.2	1.2	5.6	10.4	14.0	17.2	15.3	15.1 +	12.4	7.7	2.7	7
	8	0.0	0.3	1.1	6.0	10.3	14.7	17.2	15.5	15.1 +	12.3	7.3	3.3	8
	9	-0.1	0.0	0.9	6.7	10.6	15.1	17.4	15.8	14.8	12.1	6.8	3.6 +	9
	10	-0.1	-0.3	0.7	7.3	10.9	15.2	17.8	16.2	14.6	12.1	6.4	2.8	10
	11	-0.2	-0.4	0.6	7.5	11.2	15.3	18.0	16.7	14.4	12.1	6.4	2.3	11
	12	-0.2	-0.5	0.5	7.1	11.5	15.7	18.0	16.9	14.2	11.6	6.7	2.2	12
	13	-0.2	-0.5	0.4 -	6.8	11.6	15.4	18.1	16.7	14.2	11.2	6.9	2.0	13
	14	-0.2	-0.6	0.4 -	6.8	11.1	15.3	18.5	16.4	13.8	11.0	7.3	1.5	14
	15	-0.3	-0.6	0.7	6.8	10.8	15.5	18.8	16.1	13.6	10.8	7.8	1.0	15
	16	-0.3	-0.7 -	1.0	6.9	10.2	15.6	18.8	15.6	13.7	10.5	7.2	0.7	16
	17	-0.3	-0.7 -	1.0	6.8	9.9 -	15.4	19.2	15.2	13.9	10.0	6.3	0.4	17
	18	-0.2	-0.4	1.4	7.1	10.1	15.2	18.3	15.5	13.6	9.7	5.9	0.3	18
	19	-0.1	0.1	2.3	7.2	9.9 -	14.7	18.2	15.7	13.5	9.4	5.8	0.2 -	19
	20	-0.3	0.5	3.4	7.6	9.9 -	14.0	18.4	16.5	13.3	9.2	5.3	0.2 -	20
	21	-0.3	0.5	4.4	7.9	10.1	13.3	18.9	17.0	13.2	8.7	5.2	0.3	21
	22	-0.4	0.8	5.2	8.3	10.7	13.2	19.3 +	17.5	13.4	8.2	5.1	1.4	22
	23	-0.4	1.5	5.6	8.6	11.2	13.2	19.1	18.0	13.5	8.1	4.9	2.5	23
	24	-0.5	1.9	5.6	8.9	11.5	13.7	18.0	18.1	13.6	8.3	4.6	2.7	24
	25	-0.5	2.3	5.9	9.4	12.1	14.2	17.0	18.0	13.0	8.0	4.3	2.1	25
	26	-0.6 -	2.8	6.3	10.0	12.7	14.7	16.9	17.9	11.8	7.3	3.8	1.4	26
	27	-0.6 -	2.8	5.9	10.1	12.9	15.2	16.7	18.2 +	11.6 -	6.6	3.1	0.9	27
	28	-0.6 -	2.9 +	6.1	10.3	12.9	15.7	16.5	17.9	11.6 -	6.5 -	2.5	0.5	28
	29	-0.6 -		6.3	10.7	13.0	16.0	16.4	16.8	11.6 -	6.6	2.6	0.3	29
	30	-0.6 -		6.6 +	11.4 +	13.1 +	16.2 +	15.8 -	16.3	11.9	7.2	2.2 -	0.4	30
	31	-0.6 -		6.5		12.7		15.8 -	15.1 -		7.7		0.5	31
Monatsmittel		-0.1 -	0.3	3.1	7.5	11.2	14.4	17.7 +	16.6	13.7	10.1	6.0	1.5	
Maximum Datum (Tag)		2.1 -	3.1	6.7	11.7	13.2	16.5	19.4 +	18.3	15.2	12.8	8.3	3.7	
Minimum Datum (Tag)		1.	26.	30.	30.	29.	30.	17.	27.	7.	6.	1.	9.	
Minimum Datum (Tag)		-0.6	-0.7 -	0.4	5.3	9.8	12.0	15.5 +	14.9	11.5	6.4	1.9	0.1	
Amplitude		2.7 -	3.8	6.3	6.4 +	3.4	4.5	3.9	3.4	3.7	6.4 +	6.4 +	3.6	

Mittel: 8.5 Maximum: 19.4 (17.Juli) Minimum: -0.7 (5.Februar) Amplitude: 20.1



2008-2010	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	-0.1 -	0.3	3.1	7.8	12.2	15.2	17.3 +	17.2	14.4	10.5	6.2	1.8
Maximum	2.1 -	3.1	6.7	11.7	15.9	18.5	19.4	19.7 +	17.4	14.7	8.3	5.3
Jahr	2010	2010	2010	2010	2009	2008	2010	2009	2009	2009	2010	2009
Minimum	-0.6	-0.7 -	0.4	5.3	8.7	12.0	15.2 +	14.9	11.3	5.8	1.9	0.0
Jahr	2010	2010	2010	2008	2009	2010	2009	2010	2008	2008	2008	2009

Mittel: 10.4 Maximum: 19.7 (20.08.2009) Minimum: -0.7 (05.02.2010) Amplitude: 20.4 Max.jährliche Schwankung: 20.1 (2010)



Bodentemperaturen 60cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

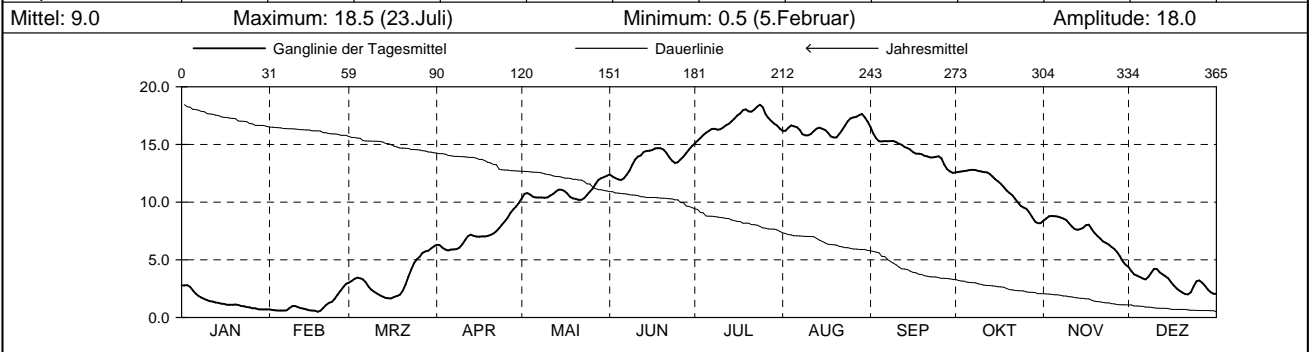
Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

2010		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel °C	1	2.8 +	0.7	3.2	6.3	10.7	12.2	15.3 -	16.2	15.9 +	12.6	8.6	4.0	1
	2	2.8 +	0.6	3.3	6.1	10.8	12.1	15.6	16.4	15.5	12.7	8.8 +	3.7	2
	3	2.7	0.6	3.5	5.9	10.6	12.0	15.8	16.6	15.3	12.7	8.8 +	3.6	3
	4	2.3	0.6	3.4	5.8 -	10.5	11.9 -	16.0	16.6	15.3	12.7	8.8 +	3.5	4
	5	2.1	0.6	3.3	5.9	10.4	12.1	16.2	16.5	15.3	12.8 +	8.8 +	3.4	5
	6	1.9	0.6	3.0	5.9	10.4	12.4	16.3	16.3	15.3	12.8 +	8.7	3.3	6
	7	1.7	0.8	2.7	5.9	10.4	12.7	16.4	15.9	15.3	12.8 +	8.6	3.5	7
	8	1.6	1.0	2.4	6.1	10.4	13.3	16.3	15.8	15.3	12.7	8.5	3.9	8
	9	1.5	1.0	2.2	6.3	10.4	13.7	16.3	15.8	15.2	12.7	8.2	4.2 +	9
	10	1.4	0.9	2.1	6.7	10.6	14.0	16.5	15.9	15.1	12.6	7.9	4.2 +	10
	11	1.4	0.8	1.9	7.0	10.7	14.0	16.7	16.2	15.0	12.6	7.7	3.9	11
	12	1.3	0.8	1.8	7.2	10.9	14.3	16.8	16.4	14.8	12.5	7.6	3.7	12
	13	1.3	0.7	1.7 -	7.1	11.1	14.4	17.0	16.5	14.7	12.2	7.7	3.6	13
	14	1.2	0.6	1.7 -	7.0	11.1	14.5	17.2	16.4	14.6	12.0	7.8	3.4	14
	15	1.2	0.6	1.7 -	7.0	11.0	14.5	17.5	16.3	14.3	11.8	8.0	3.1	15
	16	1.1	0.6	1.8	7.0	10.7	14.7	17.7	16.0	14.2	11.6	8.0	2.8	16
	17	1.1	0.5 -	1.9	7.0	10.5	14.7	18.0	15.7	14.2	11.3	7.7	2.5	17
	18	1.1	0.6	2.0	7.1	10.3	14.7	18.0	15.6 -	14.2	11.0	7.3	2.3	18
	19	1.1	0.8	2.3	7.2	10.3	14.5	17.9	15.6 -	14.0	10.8	7.1	2.2	19
	20	1.1	1.1	2.9	7.3	10.2 -	14.3	17.8	15.9	14.0	10.6	6.9	2.0 -	20
	21	1.0	1.3	3.5	7.5	10.2 -	13.9	18.0	16.3	13.9	10.3	6.6	2.0 -	21
	22	1.0	1.4	4.2	7.7	10.3	13.6	18.3	16.6	13.9	10.0	6.5	2.2	22
	23	0.9	1.6	4.7	8.0	10.6	13.4	18.4 +	17.0	13.9	9.7	6.3	2.7	23
	24	0.9	2.0	5.0	8.3	10.9	13.5	18.2	17.3	14.0	9.5	6.1	3.1	24
	25	0.8	2.3	5.3	8.6	11.2	13.7	17.6	17.3	13.8	9.4	5.9	3.2	25
	26	0.8	2.6	5.6	9.1	11.6	13.9	17.3	17.4	13.3	9.1	5.7	3.0	26
	27	0.7 -	2.9	5.7	9.4	11.9	14.2	17.0	17.5	12.9	8.7	5.3	2.7	27
	+ Maximum	0.7 -	3.0 +	5.8	9.6	12.1	14.6	16.8	17.6 +	12.7	8.3	4.9	2.4	28
	- Minimum	0.7 -		6.0	9.9	12.2	14.8	16.6	17.3	12.5 -	8.2 -	4.6	2.2	29
		0.7 -		6.2	10.3 +	12.3	15.1 +	16.4	17.0	12.6	8.2 -	4.4 -	2.1	30
		0.7 -		6.3 +		12.4 +		16.2	16.5		8.4		2.0 -	31
Monatsmittel	1.3	1.1 -	3.4	7.3	10.9	13.7	17.0 +	16.5	14.4	11.1	7.2	3.1		
Maximum Datum (Tag)	2.8 -	3.1	6.3	10.5	12.5	15.2	18.5 +	17.7	16.2	12.9	8.8	4.3		
Minimum Datum (Tag)	1.	28.	31.	30.	31.	30.	23.	28.	1.	6.	2.	9.		
Amplitude	0.7	0.5 -	1.6	5.8	10.2	11.9	15.2	15.6 +	12.5	8.1	4.2	2.0		
	27.	5.	14.	3.	19.	3.	1.	17.	29.	29.	30.	20.		
Mittel: 9.0	Maximum: 18.5 (23.Juli)			Minimum: 0.5 (5.Februar)				Amplitude: 18.0						



2008-2010	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Monatsmittel	1.4	1.1 -	3.4	7.5	11.6	14.4	16.6	16.9 +	14.8	11.4	7.3	3.2	
Maximum	2.8 -	3.1	6.3	10.5	14.2	17.0	18.5	18.7 +	17.2	14.9	9.0	6.6	
Jahr	2010	2010	2010	2010	2009	2008	2010	2009	2009	2009	2009	2009	
Minimum	0.7	0.5 -	1.6	5.3	8.8	11.9	15.2	15.6 +	12.4	8.1	3.9	1.8	
Jahr	2010	2010	2010	2009	2009	2010	2009	2010	2008	2010	2008	2009	
Mittel: 10.3	Maximum: 18.7 (21.08.2009)			Minimum: 0.5 (05.02.2010)				Amplitude: 18.2		Max.jährliche Schwankung: 18.0 (2010)			

