



Bodenmessstation Erstfeld (Pfaffenmatt)

Jahresbericht 2014



www.boden-uri.ch

Altdorf, 31.08.2015

IMPRESSUM

Auftraggeber

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

Projektleitung

Harry Ilg
Abteilung Immissionsschutz
Amt für Umweltschutz

Projektbearbeitung und Bericht

Hansjörg Geisser
Melanie Fedier
Monitron AG
Rynächtstrasse 13
CH-6460 Altdorf
t +41 41 874 77 88
f +41 41 874 77 89
e altdorf@monitron.ch
www.monitron.ch

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	5
1 TECHNISCHE BESCHREIBUNG DER BODENMESSSTATION	6
1.1 Messungen	6
1.2 Zweck der Messungen.....	6
1.3 Beschreibung Messstation	6
1.3.1 Allgemein	6
1.3.2 Saugspannung und Bodentemperatur Tensiometer T8	6
1.3.3 Wassergehalt / Bodenfeuchtigkeit TRIME-EZ	6
1.3.4 Niederschlagsmessung Parsivel.....	6
1.3.5 Lufttemperatur.....	7
1.3.6 Stationsmanager LogoSens2	7
1.3.7 Stromversorgung	7
1.4 Bemerkungen zum Unterhalt und Betrieb.....	7
2 KURZBESCHRIEB DER BODENVERHÄLTNISSE	8
2.1 Standortwahl und Bodenart.....	8
2.2 Bodenprofil.....	9
2.3 Bodenart und Bodentyp	10
2.4 Bodeneigenschaften.....	10
3 KURZBEURTEILUNG DER MESSDATEN 2008 BIS 2014.....	11
3.1 Messung Saugspannung in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe	11
3.2 Messdaten Betriebsjahre 2008 bis 2009.....	11
3.3 Messdaten Betriebsjahr 2010	11
3.4 Messdaten Betriebsjahr 2011	12
3.5 Messdaten Betriebsjahr 2012	12
3.6 Messdaten Betriebsjahr 2013	13
3.7 Messdaten Betriebsjahr 2014	13
3.8 Allgemeine Beobachtungen beim Verhalten der Saugspannung in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe in Reaktion auf Niederschlagsereignisse.....	13
3.9 Bodenfeuchtigkeit in 35 cm und 60 cm Tiefe.....	14
3.10 Bodenarbeiten in Abhängigkeit der Saugspannung (2010 - 2014).....	15
3.10.1 Bodenbefahr- und Bearbeitbarkeit 2010.....	16
3.10.2 Bodenbefahr- und Bearbeitbarkeit 2011	16
3.10.3 Bodenbefahr- und Bearbeitbarkeit 2012.....	16
3.10.4 Bodenbefahr- und Bearbeitbarkeit 2013.....	16
3.10.5 Bodenbefahr- und Bearbeitbarkeit 2014.....	16
3.10.6 Allgemeines	17

3.11 Bodentemperatur in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe.....	17
---	----

4 VERGLEICH MIT ZWEI BODENMESSSTATIONEN IM KANTON SOLOTHURN.....	19
---	-----------

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 3.1	Jahresverlauf 2014 der Saugspannung in 35 cm Tiefe (im Zusammenhang mit Lufttemperatur und Niederschlagsmenge)	13
Abbildung 3.2	Gleichzeitige Reaktionen der Bodenfeuchtigkeiten und Saugspannungen auf ein Regenereignis	14
Abbildung 3.3	Empfehlungen für die Baubranche und Landwirtschaft (Hans Pfister, Pfister Terra GmbH, Alexander Imhof, AfU Uri im Januar 2009)	15
Abbildung 3.4	Saugspannungen 2010-2014 nach Beurteilungsklassen gegliedert	16
Abbildung 3.5	Anzahl Tage mit Saugspannung > 6 cbar	17
Abbildung 3.6	Anzahl Tage mit Saugspannung > 10 cbar	17
Abbildung 3.7	Anzahl Tage mit Saugspannung > 15 cbar	17
Abbildung 3.8	Anzahl Tage mit Saugspannung > 20 cbar	17
Abbildung 3.9	Luft- und Bodentemperaturen (in 20 cm, 35 cm und 60cm Tiefe) im Mai 2014	18
Abbildung 3.10	Tagestemperaturen 2014 im Jahresverlauf (Lufttemperaturen und Bodentemperaturen in 20 cm, 35 cm und 60cm Tiefe)	18
Abbildung 3.11	Saugspannungen in 35 cm Tiefe im Jahr 2014 bei den Stationen Erstfeld, Matzendorf und Stüsslingen nach Beurteilungsklassen gegliedert	19
Abbildung 3.12	Saugspannung in 35 cm Tiefe im November 2014 bei den Bodenmessstationen Erstfeld sowie Matzendorf und Stüsslingen im Kanton Solothurn	20

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang A	Saugspannungen 2014
Anhang B	Bodentemperaturen 2014
Anhang C	Bodenfeuchtigkeiten 2014

ZUSAMMENFASSUNG

Seit 2008 wird im Kanton Uri eine Bodenmessstation betrieben. Diese misst die Saugspannung, den Wassergehalt des Bodens, die Bodentemperatur, die Niederschlagsmengen und die Lufttemperatur. Dank diesen Daten kann hergeleitet werden, ob der Einsatz von Baumaschinen bei den aktuellen Bodenverhältnissen zulässig ist.

Der Standort der Bodenschutzstation ist repräsentativ für die Böden in der Urner Reussebene. Beim Boden handelt es sich um eine tiefgründige, schwach saure, schwach gleyige, alluviale Braunerde, die sich aus Überschwemmungssedimenten über dem Reussschotter gebildet hat.

Im Vergleich zu 2013 war das Jahr 2014 deutlich trockener. Insgesamt konnte der Boden an 179 Tagen befahren werden, an 50 Tagen war es zu nass, um Bodenarbeiten auszuführen. Die Monate Juli und August waren vergleichsweise niederschlagsreich, trotzdem konnte an nur wenigen Tagen der Boden nicht bearbeitet werden. Während mindestens 20 Tagen pro Monat konnten über das gesamte Jahr Bodenarbeiten ausgeführt werden. An 19 Tagen war der Boden so trocken, dass er auch mit sehr schweren Maschinen befahren werden konnte.

1 Technische Beschreibung der Bodenmessstation

1.1 Messungen

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

Ziel der Messung liegt u.a. auch in der Sensibilisierung, Schulung und Information des Personals in der Bau- und der Landwirtschaft. Zusammen mit Fz-Kennzahlen dienen die Saugspannungswerte als Entscheidungsgrundlage für einen bodenverträglichen Maschineneinsatz. Mit den Angaben zu Einsatzgewicht und Flächenpressung lässt sich die Einsatzgrenze von Raupenfahrzeugen berechnen oder mit Hilfe des Nomogramms bestimmen (siehe www.boden-uri.ch).

1.3 Beschreibung Messstation

1.3.1 Allgemein

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

1.3.2 Saugspannung und Bodentemperatur Tensiometer T8

Mit den sechs Druckaufnehmern Tensiometer T8 werden die Saugspannungen und die Bodentemperaturen in Tiefen von 20 cm, 35 cm und 60 cm gemessen. In jedem Sensor befindet sich ein integrierter Messverstärker. Dieser liefert ein Ausgangssignal an den Stationsmanager, welcher sämtliche Daten im 10-Minutentakt speichert. Speziell gefertigte Keramikkerzen garantieren eine homogene Porosität. Gegenüber herkömmlichen Keramiken weist diese eine deutlich höhere Festigkeit und sogar Frostbeständigkeit auf.

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

1.3.3 Wassergehalt / Bodenfeuchtigkeit TRIME-EZ

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

1.3.4 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 ergeben sich aus der Grösse und der Geschwindigkeit jedes einzelnen Niederschlagpartikels, woraus die Niederschlagsmenge abgeleitet wird. Die Ergebnisse werden an den Datenlogger übertragen und im Minutentakt gespeichert.

1.3.5 Lufttemperatur

Der Sensor dient zur Messung der Lufttemperatur und ist in einer kleinen Schutzhütte ca. 1.5 m oberhalb des Bodens eingebaut. Das Analogsignal wird an den Datenlogger übermittelt.

1.3.6 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 ist auch die Steuerung von externen Geräten möglich.

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

1.3.7 Stromversorgung

Die Zentraleinheit mit Datenerfassung, Solarspeisung und Datenübermittlung wurde bei der ausgesuchten Fläche auf einem Dreifachmast aus Aluminium installiert. Der Betrieb der Messstation wird durch das Stromnetz gewährleistet, kann aber alternativ durch eine Solaranlage sichergestellt werden. 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 des Amtes 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 in Bezug auf Frostgefahr bis Ende März ausgebaut. Alle übrigen Parameter wurden während der gesamten Winterperiode weiterhin erhoben.

Die Erfahrungen und die Zuverlässigkeit der Anlage sowie deren Komponenten überzeugen bis zum heutigen Zeitpunkt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Tensiometern besteht gemäss Aussage des Herstellers die Möglichkeit, die Sensoren über die gesamten Wintermonate zu betreiben. In den vergangenen Winterperioden konnten die Saugspannungsdaten während der ganzen Zeit ohne Probleme und Unterbruch erhoben werden.

Die Messstation ist nun inklusive Testphase acht Jahre in Betrieb. Während dieser Zeit wurden Unterhaltsarbeiten und Updates der Firmware durch die CSD Ingenieure AG 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 des Kantons Uri ist seit dem Kauf im Jahr 2010 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 über diesen an den Webdienst für die Publikation im Internet weitergeleitet. Die Internetseite www.boden-uri.ch ist Eigentum des Auftraggebers. Deren Bewirtschaftung ist Teil der Leistung im jährlichen Auftrag für Betrieb und Unterhalt der Messstation.

2 Kurzbeschreibung der Bodenverhältnisse

2.1 Standortwahl und Bodenart

Für den Standort der Bodenmessstation wurde eine Fläche gesucht, welche repräsentativ für die Böden in der Urner Reussebene ist und mit welcher man die Befahrbarkeit der Böden in der Urner Reussebene gut abschätzen kann.

Bei den Böden der Urner Reussebene handelt es sich vorwiegend um Schwemmlandböden (66 %) und Böden, die sich auf Bachschuttfächern gebildet haben (33 %). Die Schwemmlandböden der Reussebene lassen sich in folgende Typen unterteilen: 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.

Schwemmlandböden sind aus feinkörnigen Überschwemmungssedimenten, die über dem Reusschotter abgelagert wurden, entstanden. Sie weisen keinen Skelettgehalt auf (kein Kies, keine Steine) und die Feinerde besteht vorwiegend aus Sand und Schluff. Der Tongehalt liegt zwischen 5 und 20 %. Mit einer pflanzennutzbaren Gründigkeit von 30 bis rund 70 cm können die Böden als "ziemlich flachgründig" bis "tiefgründig" eingestuft werden. Schwemmlandböden sind je feuchter desto verdichtungsempfindlicher.

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

Der Boden bei der Messstation Pfaffenmatt ist ein typischer Vertreter der frischen Schwemmlandböden. In den nachfolgenden Kapiteln 2.2 bis 2.4 wird der Boden im Detail dargestellt und beschrieben.

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	W1 Wiese (Italienisch-Raigraswiese) / Futterbau		
Nutzungseignungsklasse	5 Futterbau bevorzugt, Ackerbau stark eingeschränkt		

Horizont Tiefe, Bezeichnung cm	Profilskizze	Gefüge- form	organ. Subst. %	Ton %	Schluff %	Sand %	Skelett Kies Vol.-%	Steine Vol.-%	Kalk (CaCO ₃)	pH (CaCl ₂)	
Ah 15 10		Kr2	4.7	12.7	51.8	35.5	-	-	0	6.1	
AB 28 20		Sp3	2.1	10.0	54.9	35.1	-	-	0	5.9	
Bw 53 40		Po4	-	7.0	50.1	42.9	-	-	0	5.6	
CB(g) 67 60		Po2-Ek	-	3.4	29.3	67.3	-	-	0	5.7	
(C)Bg 82 70		Po4	-	4.8	39.7	55.6	-	-	0	5.7	
BCg 105 90		Po2-Ek	-	3.2	19.4	77.3	-	-	0	6.1	
(B)Cg(g) 118 120		Po2-Ek	-	3.7	25.8	70.5	-	-	0	6.6	
Cg(g) 150 140		Ek	-	0	0	100	34	8	5	7½	

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>, 16.04.2015; Hans Pfister, Pfister Terra GmbH, Alexander Imhof, AfU Uri, 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 feinkörnigen 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 eingeordnet.

Die Fläche, auf welcher sich die Bodenmessstation befindet, ist mit Italienischem Raygras bepflanzt und wird futterbaulich als Mähwiese genutzt. Der Boden wird in die landwirtschaftliche Nutzungseignungsklasse 5 eingestuft (Futterbau bevorzugt, Ackerbau stark eingeschränkt).

2.4 Bodeneigenschaften

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

3 Kurzbeurteilung der Messdaten 2008 bis 2014

Da Böden sehr heterogene Kleinstrukturen aufweisen, können die Auswertungen in diesem Bericht nicht für alle Böden angewendet werden. Die nachfolgenden Resultate gelten als repräsentativ für frische Schwemmlandböden (Beschreibung siehe Kapitel 2.1) und geben generelle Anhaltspunkte für andere Bodentypen.

Die Auswertung der Daten erfolgt seit Messbeginn 2008 bis Ende 2014.

3.1 Messung 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 beschreiben. Bei trockenen Verhältnissen sind die Werte hoch und die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens gering. Bei nassen Verhältnissen sind die Werte niedriger und die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens steigt an.

Die Saugspannung wird in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe gemessen. Ausschlaggebend für die Beurteilung, ob Boden befahr- und verschiebbar ist, ist die Saugspannung in 35 cm Tiefe. Liegt diese unterhalb 6 cbar, sollte der Boden weder verschoben noch befahren werden. Zwischen 6 und 10 cbar kann der Boden bedingt verschoben werden, sollte aber nicht befahren werden. Bei Saugspannungswerten ab 10 cbar kann der Boden verschoben und mit entsprechend geeigneten Geräten befahren werden.

In diesem Kapitel werden die Charakteristika des Bodens beschrieben und wie Niederschlagsereignisse sich in den verschiedenen Bodentiefen auf die Saugspannung auswirken. Die Charakteristika werden zum Teil mit Beispielen aus den Datenreihen illustriert.

3.2 Messdaten Betriebsjahre 2008 bis 2009

Anfang April 2008 wurden die Messungen bei der Station in Erstfeld aufgenommen. Im Mai stieg die Saugspannung in allen drei Tiefen auf hohe Werte an, wobei sie Anfang Juli in 20 cm Tiefe 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. In 35 cm Tiefe lag der Saugspannungswert jedoch mehrheitlich über 10 cbar. Anschliessend wurden bis Ende 2008 in allen drei Tiefen überwiegend Werte unter 10 cbar verzeichnet. Anfang 2009 wurden die Messungen wegen Frostgefahr eingestellt. Im April und Mai 2009 wurden erneut sehr hohe Werte von bis zu 52 cbar in 20 cm Tiefe gemessen. Ab Mitte Juni bis Ende Oktober schwankte die Saugspannung, beeinflusst durch die Regenfälle, wieder sehr stark zwischen 0 und 25 cbar. Mehrheitlich lagen jedoch die Werte in allen drei Tiefen über 10 cbar. Anfang November 2009 bis Ende Jahr erreichte die Saugspannung in allen drei Tiefen selten Werte über 10 cbar.

3.3 Messdaten Betriebsjahr 2010

Anfang 2010 stieg die Saugspannung in 35 cm Tiefe bis Mitte April nie höher als auf 15 cbar an. Mit den höheren Temperaturen stiegen die Saugspannungswerte ebenfalls und schwankten in den regenreichen Monaten Mai und Juni zwischen 0 und 15 cbar. Gegen Ende Juni/Anfang Juli regnete es sehr wenig und die Saugspannung stieg auf ein Maximum von über 33 cbar an. Ab der zweiten Julihälfte bis Ende September schwankte sie zwischen 0 und 15 cbar, blieb jedoch grösstenteils unter 10 cbar. Während zwei längeren Schönwetterperioden im Oktober und Anfang November lag die Saugspannung konstant über 10 cbar. Ab Ende November bis Ende 2010 blieb sie schliesslich aufgrund der weniger häufigen Niederschläge relativ konstant um einen Wert von 10 cbar.

Wie erwartet wirkten sich die Witterungsverhältnisse auf die Saugspannung in einer Tiefe von 20 cm wesentlich stärker aus. Sie verlief im Jahresverlauf 2010 ähnlich wie in 35 cm Tiefe, jedoch reagierte sie viel schneller auf Regenereignisse und sank rasant ab, aber erholte sich auch wieder schnell und erreichte höhere Werte. Im Juli erreichte die Saugspannung einen Maximalwert von 50 cbar.

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

Die Saugspannung lag im Winter in 35 cm Tiefe häufig um 10 cbar. Unter diesen Umständen sind folglich unter Einsatz der entsprechenden Maschinen und Vorsichtsmassnahmen auch im Winter Bodenarbeiten möglich.

3.4 Messdaten Betriebsjahr 2011

Die Saugspannung in 35 cm Tiefe war im ersten Quartal des Jahres 2011 meist knapp über 10 bar. Bei einzelnen Niederschlägen sank sie kurzfristig auf unter 6 cbar. Ab April bis Mitte Juni 2011 lag die Saugspannung meist deutlich über 15 cbar. Am 14. Mai erreichte sie ihren Maximalwert von 33.9 cbar. Bei einzelnen Regenereignissen sank sie ein wenig ab, erreichte aber nie Werte unter 10 cbar. Mitte Juni bis Mitte August schwankte die Saugspannung meist im Bereich zwischen 6 und 12 cbar. Danach stieg die Saugspannung bedingt durch die trockene Witterung teilweise wieder auf Werte über 20 cbar. Meist befand sie sich zwischen 10 und 20 cbar. Der November 2011 war sehr trocken, dadurch hielt sich die Kurve der Saugspannungen konstant zwischen 16 und 21 cbar. Nach den ersten trockenen Tagen im Dezember folgten ergiebige Niederschläge und die Saugspannung fiel auf Werte unter 10 cbar.

Erwartungsgemäss wirkten sich die Witterungsverhältnisse auf die Saugspannung in einer Tiefe von 20 cm wesentlich stärker aus. Sie verlief im Jahresverlauf 2011 ähnlich wie in 35 cm Tiefe, jedoch reagierte sie viel schneller auf Regenereignisse, sank rasant ab, aber erholte sich auch wieder schnell und erreichte höhere Werte. Am 12. Mai 2011 erreichte die Saugspannung in 20 cm Tiefe einen Maximalwert von 54.9 cbar.

Im Gesamtjahresverlauf 2011 lag die Saugspannung in 60 cm Tiefe immer etwa bei 10 cbar. Im Gegensatz zum letzten Jahr stieg sie in den Monaten Mai, Juni und November über längere Zeit auf Werte zwischen 15 und 25 cbar. Nur bei sehr starken Regenereignissen, vor allem im Juli, Oktober und Dezember, sank sie gelegentlich unter 5 cbar.

Die Saugspannung erreichte 2011 in 35 cm Tiefe häufig Werte über 10 cbar und es konnten in allen Monaten Bodenarbeiten ausgeführt werden.

3.5 Messdaten Betriebsjahr 2012

Die Saugspannung in 35 cm Tiefe lag im Januar oft aufgrund der Regenfälle unter 10 cbar. Im Februar und März erreichte sie bereits Werte bis 20 cbar. Mitte April fielen wieder mehr Niederschläge und meist zeigte die Saugspannung Werte zwischen 5 und 10 cbar. Im Mai wurden Höchstwerte von ca. 25 cbar erreicht. In den Sommermonaten schwankte die Saugspannung aufgrund der regelmässigen Niederschläge und der hohen Verdunstungsrate des Bodenwassers zwischen wenigen und ca. 20 cbar. Im Herbst 2012 erreichte die Saugspannung zeitweise immer noch Werte zwischen 10 und 15 cbar. Im Dezember regnete es oft und die Werte stiegen nie höher als etwa 9 cbar.

Analog wie in den letzten beiden Jahren schwankte die Saugspannung in 20 cm Tiefe viel extremer als in 35 und 60 cm Tiefe und die Kurve der Saugspannung in 60 cm Tiefe reagierte weniger schnell auf Niederschlagsereignisse.

Die Saugspannung in 35 cm Tiefe erreichte in allen Monaten ausser im Dezember Werte über 10 cbar.

3.6 Messdaten Betriebsjahr 2013

Die Saugspannung in 35 cm Tiefe lag im Januar und Februar meist unter 10 cbar. Da es im März nur wenig regnete, pendelte die Saugspannung zwischen 10 und 15 cbar. Anfang April erreichte die Saugspannung immer noch Werte über 10 cbar, danach sank sie bis Ende Mai bedingt durch die häufigeren Regenfälle und blieb meist unter 10 cbar. Im Juni und Juli befand sich die Saugspannung meist über 10 cbar und erreichte teilweise sogar Werte über 20 cbar. Ab Mitte August regnete es wieder häufiger und der Boden blieb länger nass. Die Saugspannung schwankte meist zwischen 5 und 15 cbar, erreichte aber Anfang September während einiger Tage erneut Werte bis über 15 cbar. Ende Oktober war nochmals eine Schönwetterphase mit Saugspannungswerten zwischen 10 und 15 cbar. Im November war der Boden immer feucht und im Dezember pendelte sich die Saugspannung bei Werten um 10 cbar ein.

3.7 Messdaten Betriebsjahr 2014

Im Januar und Februar 2014 erreichte die Saugspannung in 35 cm Tiefe meist Werte zwischen 6 bis knapp über 10 cbar. Nach einigen Niederschlägen Anfang März stieg sie konstant bis über 17 cbar, bevor sie aufgrund starker Regenfälle Mitte März unter 6 cbar sank. Bis Ende April wurden nur geringe Niederschläge registriert und die Werte lagen während 24 Tagen über 15 cbar resp. an 15 Tagen über 20 cbar (Jahresmaxima). Abhängig von den regelmässigen Niederschlagsereignissen im Mai lag die Saugspannung meist zwischen 6 und 15 cbar. Nach einem längeren trockenen Abschnitt wurde Mitte Juni das Jahresmaximum von 26.9 cbar erreicht. In der zweiten Jahreshälfte wurden keine Saugspannungen über 20 cbar gemessen. Im Juli und November lagen während sieben resp. zehn Tagen die Werte unter 6 cbar (Jahresmaxima), ansonsten pendelte die Saugspannung grösstenteils zwischen 6 und 15 cbar. Vereinzelt wurden im Juli, September und Oktober Werte über 15 cbar registriert.

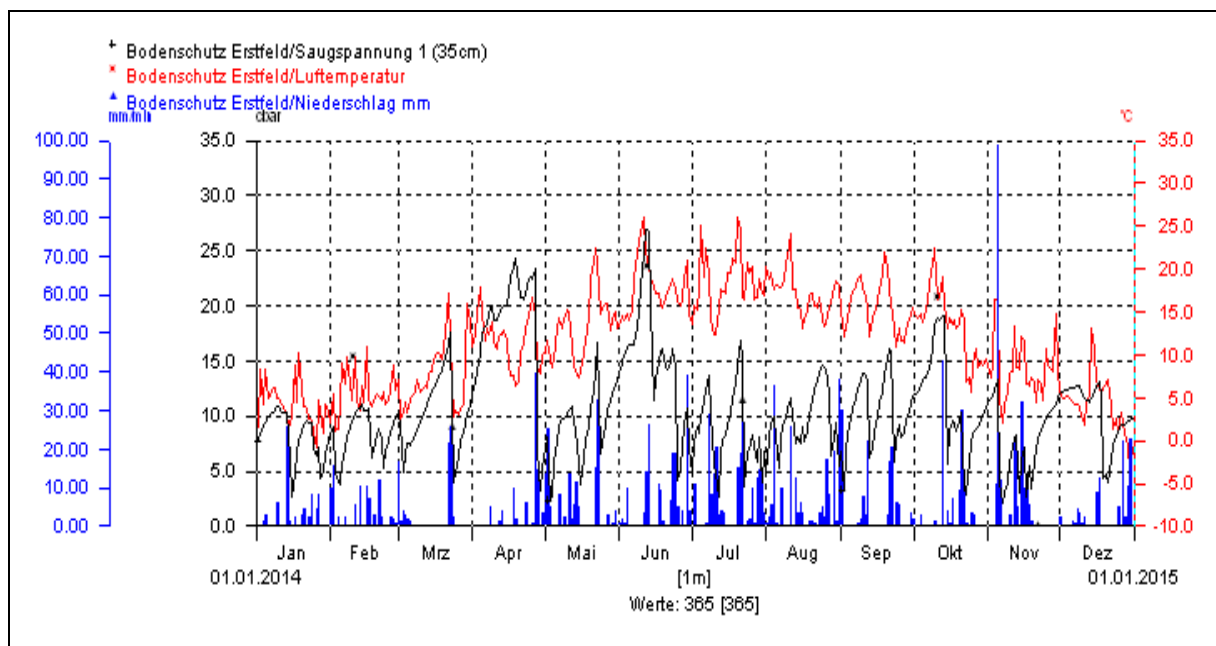


Abbildung 3.1 Jahresverlauf 2014 der Saugspannung in 35 cm Tiefe (im Zusammenhang mit Lufttemperatur und Niederschlagsmenge)

3.8 Allgemeine Beobachtungen beim Verhalten der Saugspannung in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe in Reaktion auf Niederschlagsereignisse

Aus den Daten 2010 und 2011 konnten allgemeine Beobachtungen beim Verhalten der Saugspannung gemacht werden. Sie wurden in beiden Jahren ausführlich mit Messdaten und Graphiken dokumentiert. Diese Beobachtungen gelten auch für die Messwerte 2014.

- Die Reaktion der Saugspannung auf ein Niederschlagsereignis ist markanter, je weniger tief der Sensor unter der Bodenoberfläche liegt.
- Die Verzögerung der Reaktion der Saugspannung auf ein Niederschlagsereignis ist grösser in den tieferen Bodenschichten.
- Die Erholung der Saugspannung zu steigenden Werten nach Abschluss eines Niederschlagsereignisses zeigt sich markanter in den höher gelegenen Bodenschichten.
- Je stärker das Niederschlagsereignis ist, desto schneller und markanter ist die Reaktion der Saugspannung im Boden.
- Bei einem weniger intensiven, aber lang anhaltenden Niederschlagsereignis verzögert sich die Reaktion der Saugspannung.

3.9 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 mit der Kurve der Saugspannung verglichen. Grundsätzlich lagen die Werte der Bodenfeuchtigkeit in 60 cm unter jenen 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 3.2). 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 ist ersichtlich, dass der Sandanteil des Bodens in 60 cm grösser ist als in 35 cm Tiefe. Sandiger Boden enthält bei gleicher Saugspannung weniger Wasser als schluffiger Boden, da die Porenverteilung und Körnung unterschiedlich sind.

In der Nacht vom 26. auf den 27. April 2014 setzen starke und lang anhaltende Niederschläge ein (Abbildung 3.2). Kurz davor liegt die Saugspannung in 35 cm Tiefe bei ca. 24 cbar, in 60 cm Tiefe bei ca. 17 cbar. Der Wassergehalt in 35 cm Tiefe erreicht einen Wert von 36%, derjenige in 60 cm Tiefe bei 28%. Die Saugspannung sowie die Bodenfeuchtigkeit in 35 cm Tiefe reagieren mit einer Verzögerung von ca. drei Stunden auf das Regenereignis. Die Saugspannung sinkt, während die Bodenfeuchtigkeit gleichzeitig steigt. Wenig später reagieren die Saugspannung sowie die Bodenfeuchtigkeit in 60 cm Tiefe. Die Saugspannung resp. die Bodenfeuchtigkeit in 35 cm Tiefe liegt während des kurzen trockenen Abschnitts um die Mittagszeit am 27. April bei 1.5 cbar und 46%, in 60 cm Tiefe bei knapp 15 cbar und 29%. Die Reaktionen auf die Niederschläge am 28. April verlaufen ähnlich.

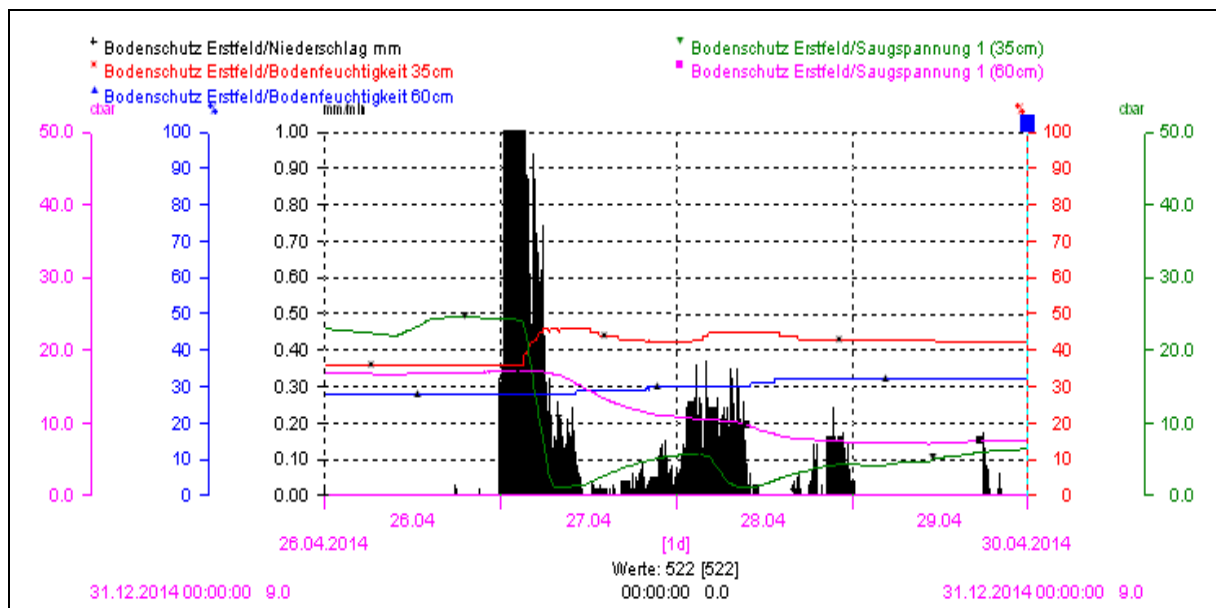


Abbildung 3.2 Gleichzeitige Reaktionen der Bodenfeuchtigkeiten und Saugspannungen auf ein Regenereignis

3.10 Bodenarbeiten in Abhängigkeit der Saugspannung (2010 - 2014)

Für Bodenarbeiten auf der Baustelle sind die Saugspannungswerte ausschlaggebend. Generell gilt, dass bei einer Saugspannung unter 6 cbar keine Bodenarbeiten zulässig sind und unter 10 cbar der Boden nicht befahren werden darf.

Durch das Befahren und Bearbeiten mit zu schweren Geräten bei zu geringer Saugspannung können nachhaltige Verdichtungen durch die Zerstörung des Bodengefüges entstehen. Die Empfindlichkeit des Bodens ist abhängig von seiner Zusammensetzung. Tonböden sind beispielsweise viel empfindlicher als Sandböden. Zusätzlich hängt die Bodenempfindlichkeit vom momentanen Bodenzustand (der Saugspannung) ab.

Die Saugspannungen aus den Jahren 2010 bis 2014 wurden in fünf verschiedene Beurteilungsklassen (nass, feucht, frisch, trocken, sehr trocken) eingeteilt, um die Tage für mögliche Bodenarbeiten zu evaluieren und über die gemessenen Jahre zu vergleichen. Die Aussagen beziehen sich auf den Standort Pfaffenmatt in Erstfeld, können aber auch für Standorte im Kanton Uri mit ähnlichen Klima- und Bodeneigenschaften verwendet werden. Die Beurteilungsklassen und ihre Konsequenzen auf den Baustellen bzw. in der Landwirtschaft sind in untenstehender Tabelle aufgelistet.

Messwert	Beurteilung	Bau: Bodenverschiebungen	Landwirtschaft
< 6 cbar	nass	keine Bodenverschiebung	Boden wenn möglich nicht befahren
6 - 10 cbar	feucht	Bodenverschiebung nur bedingt möglich, kein Befahren des Bodens	Befahren des Bodens nur mit geringen Lasten; wenn möglich Doppelradausrüstung oder Terrabereifung
10 - 15 cbar	frisch	Bodenverschiebung möglich; Befahren mit Raupenfahrzeugen gemäss speziellen Vorgaben → siehe Rückseite oder im Merkblatt "Umgang mit Boden" unter: www.umwelt-zentralschweiz.ch	Befahren ohne erhöhte Verdichtungsgefahr möglich
15 - 60 cbar	trocken		
> 60 cbar	sehr trocken		

Abbildung 3.3 Empfehlungen für die Baubranche und Landwirtschaft (Hans Pfister, Pfister Terra GmbH, Alexander Imhof, AfU Uri im Januar 2009)

Für die Beurteilung des Bodenverdichtungsrisikos beim Einsatz von landwirtschaftlichen Fahrzeugen kann im Weiteren das Simulationsmodell Terranimo (www.bodenverdichtung.ch) beigezogen werden.

In untenstehender Abbildung ist die Verteilung der Saugspannung nach Beurteilungsklassen in den Jahren 2010 bis 2014 illustriert. Nachfolgend werden die einzelnen Jahre beschrieben. In den Abbildungen 3.4 bis 3.8 sind die Anzahl Tage mit Saugspannungswerten der verschiedenen Beurteilungsklassen über den ganzen Jahresverlauf dargestellt.

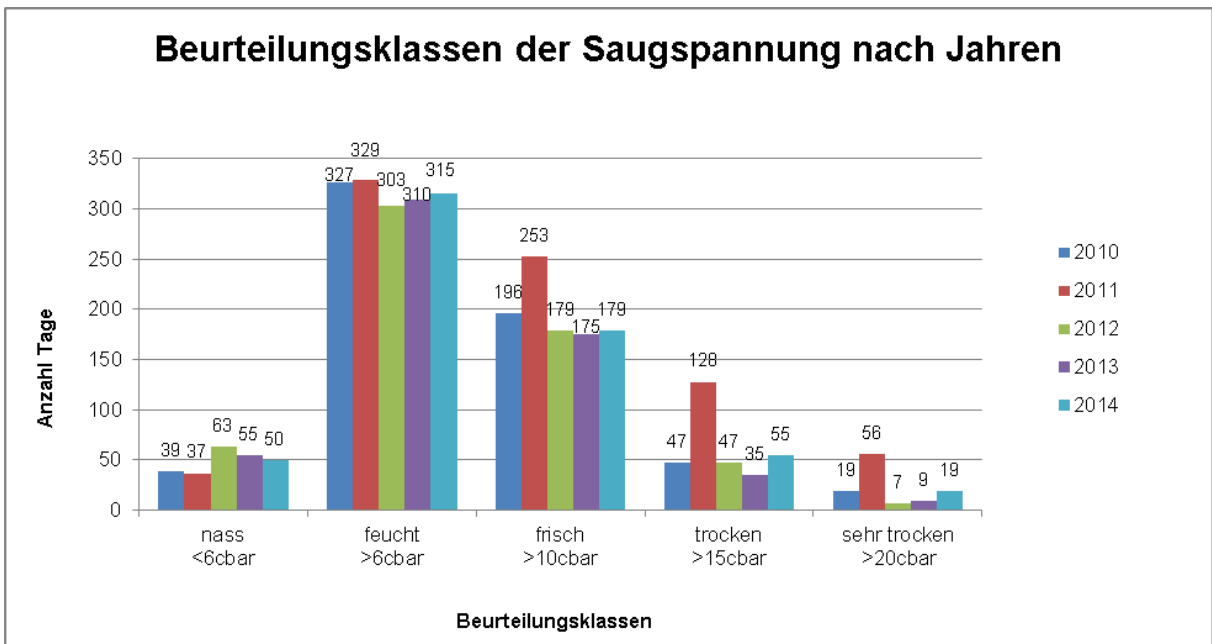


Abbildung 3.4 Saugspannungen 2010-2014 nach Beurteilungsklassen gegliedert

3.10.1 Bodenbefahr- und Bearbeitbarkeit 2010

Insgesamt konnten 2010 an 327 Tagen Bodenarbeiten durchgeführt werden. An 196 Tagen konnte der Boden mit entsprechenden Maschinen befahren werden. Während 19 Tagen war der Boden so trocken, dass er auch mit sehr schweren Maschinen befahren werden konnte, ohne nachhaltige Schäden zu verursachen.

3.10.2 Bodenbefahr- und Bearbeitbarkeit 2011

2011 war ein sehr warmes Jahr mit wenigen Niederschlägen und extrem viel Sonne. An 329 Tagen konnten Bodenarbeiten ausgeführt werden, davon war der Boden an 253 Tagen befahrbar. Die Saugspannung zeigte im Vergleich zu den anderen Jahren sehr hohe Werte und erreichte an 128 Tagen über 15 cbar. Im Vergleich war dies in den Jahren 2010 und 2012 jeweils nur an 47 Tagen möglich. Der Boden war ausser im Dezember in allen Monaten während mindestens der Hälfte der Tage befahrbar.

3.10.3 Bodenbefahr- und Bearbeitbarkeit 2012

2012 war ein vergleichsweise niederschlagreiches Jahr. Die Anzahl Tage, an welchen Bodenarbeiten ausgeführt werden konnten, verkürzte sich in Bezug auf 2011 um rund einen Monat und für die Befahrbarkeit des Bodens um zweieinhalb Monate. Insgesamt war es an 63 Tagen zu nass, um Bodenarbeiten auszuführen.

3.10.4 Bodenbefahr- und Bearbeitbarkeit 2013

2013 war in Bezug auf Jahresmitteltemperatur und Regenmenge ein sehr durchschnittliches Jahr. Charakteristisch waren die bis Ende Mai anhaltenden winterlichen Verhältnisse. Der Boden war an 175 Tagen mit entsprechenden Maschinen befahrbar. An insgesamt 55 Tagen war der Boden zu nass, um Bodenarbeiten auszuführen. Im Dezember war der Boden verglichen mit anderen Jahren oft befahrbar.

3.10.5 Bodenbefahr- und Bearbeitbarkeit 2014

Im Vergleich zu 2013 war das Jahr 2014 deutlich trockener. Insgesamt konnte der Boden an 179 Tagen befahren werden, an 50 Tagen war es zu nass, um Bodenarbeiten auszuführen. Die Monate Juli und August waren vergleichsweise niederschlagsreich, trotzdem konnte an nur wenigen Tagen der Boden nicht bearbeitet werden. Während wenigstens 20 Tagen pro Monat konnten über das gesam-

te Jahr Bodenarbeiten ausgeführt werden. An 19 Tagen war der Boden so trocken, dass er auch mit sehr schweren Maschinen befahrbar war.

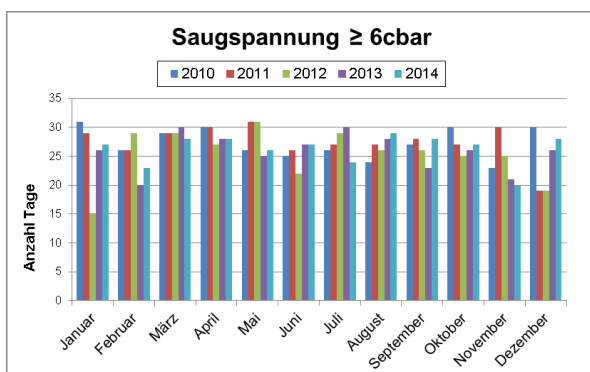


Abbildung 3.5 Anzahl Tage mit Saugspannung ≥ 6 cbar

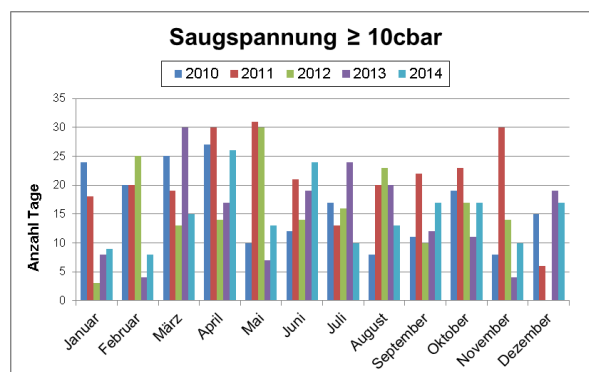


Abbildung 3.6 Anzahl Tage mit Saugspannung ≥ 10 cbar

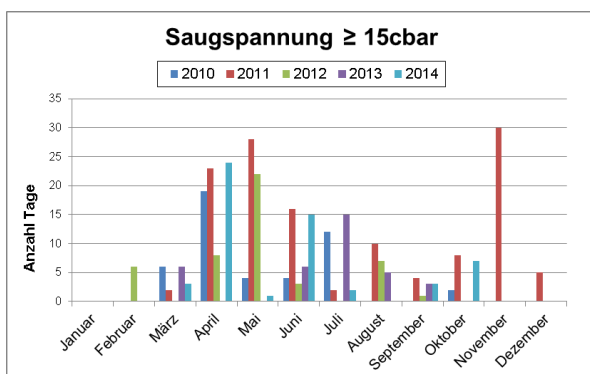


Abbildung 3.7 Anzahl Tage mit Saugspannung ≥ 15 cbar

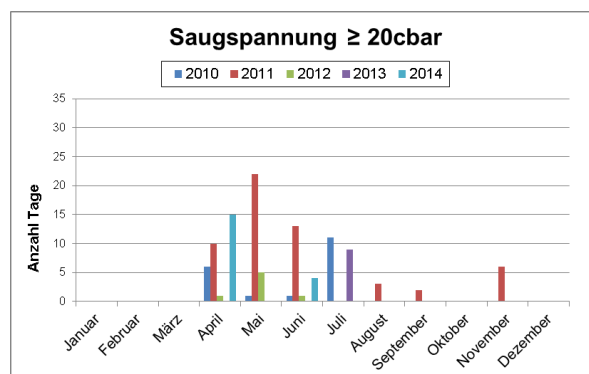


Abbildung 3.8 Anzahl Tage mit Saugspannung ≥ 20 cbar

3.10.6 Allgemeines

Um mit schweren Fahrzeugen den Boden ohne Beschädigung zu befahren, muss die Saugspannung sehr gross sein (je nach Maschine > 20 cbar). Durchschnittlich beträgt diese Dauer weniger als ein Monat und ist sehr schwer voraussehbar. Ebenfalls schwer abschätzbar sind die Anzahl Tage während der Wintermonate, an welchen Boden bearbeitet oder befahren werden kann. Im Dezember 2011 und im Januar 2012 konnte der Boden nur an sehr wenigen Tagen befahren werden. Im Dezember 2012 erreichte die Saugspannung nie Werte über 10 cbar. Sowohl im Dezember 2013 als auch im Dezember 2014 war jeweils an mehr als 15 Tagen der Boden aufgrund der Saugspannungswerte befahrbar. Im Jahr 2013 erreichte die Saugspannung nur an neun Tagen im Juli Werte über 20 cbar, 2014 konnte an deutlich mehr Tagen - insgesamt 19 im April und Juni – der Boden mit schweren Maschinen befahren werden. Für eine Maschine mit einem Gewicht über 32 Tonnen und mit einer Flächenpressung von 0.5 bar muss der Boden eine Saugspannung von mindestens 20 cbar aufweisen, um keine Schäden davonzutragen.

Die Resultate der letzten fünf Jahre zeigen, dass im Kanton Uri grundsätzlich in jedem Monat Bodenarbeiten ausgeführt werden konnten (Saugspannung ≥ 6 cbar). Das Minimum wurde im Januar 2012 mit 15 Tagen erreicht. Das heisst, dass in den vergangenen fünf Jahren in jedem Monat an mindestens der Hälfte der Tage Erdarbeiten zulässig waren. Durchschnittlich konnte in den Winterhalbjahren (Oktober bis März) verglichen zu den Sommerhalbjahren (April-September) der Boden 1.5 Tage weniger bearbeitet und 2.5 Tage weniger befahren werden. Mit einer Ausnahme (Dezember 2012) konnte der Boden an mindestens drei Tagen im Monat befahren werden (Saugspannung ≥ 10 cbar).

3.11 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 sehr gut beobachtet werden, in 35 cm nur noch sehr beschränkt und in 60 cm wurden die täglichen Schwankungen nicht mehr registriert. Schaut man den ganzen Jahresverlauf der Bodentemperaturen an, ist zu beobachten, 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. Die Bodentemperaturen in allen drei Tiefen lagen 2014 nie unter 0°C, der Boden war somit auch während der Wintermonate nie tiefgründig gefroren.

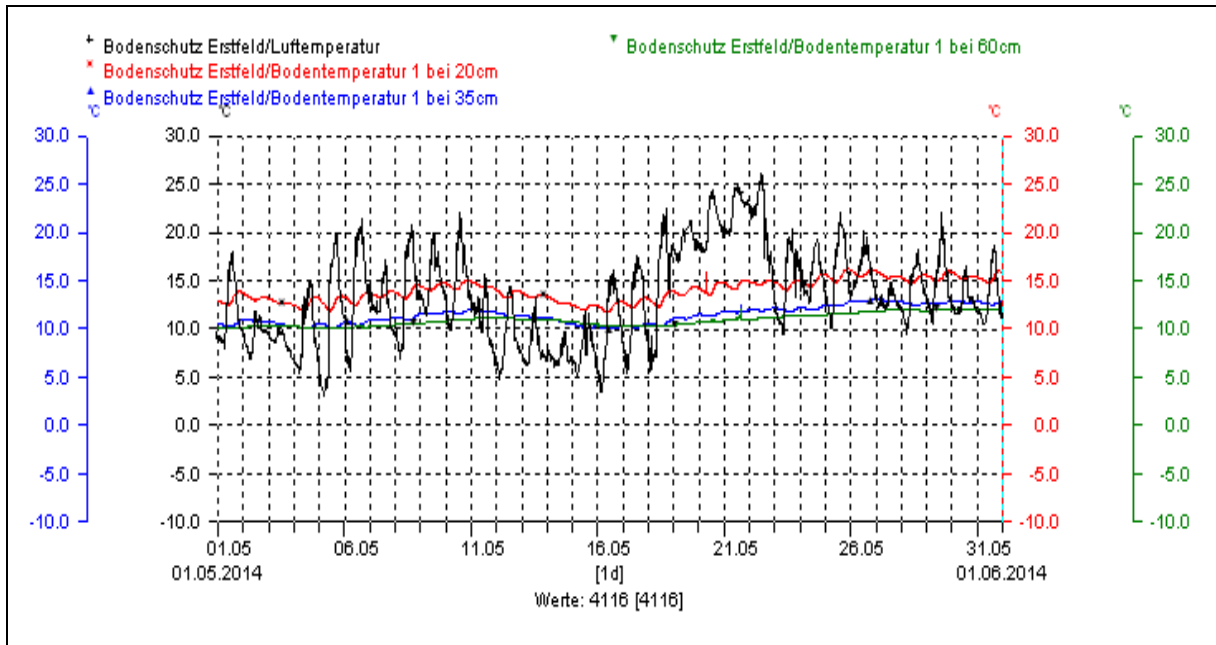


Abbildung 3.9 Luft- und Bodentemperaturen (in 20 cm, 35 cm und 60cm Tiefe) im Mai 2014

In den höheren Bodenschichten lässt sich der Tagesverlauf der Lufttemperaturen nachvollziehen, in 60 cm Tiefe werden die tageszeitlichen Schwankungen hingegen nicht mehr registriert. Die Abkühlung der Tagestemperaturen zwischen dem 11. und 16. Mai und der anschließende Anstieg bis zum 22. Mai lassen sich ebenfalls in den Bodentemperaturen beobachten.

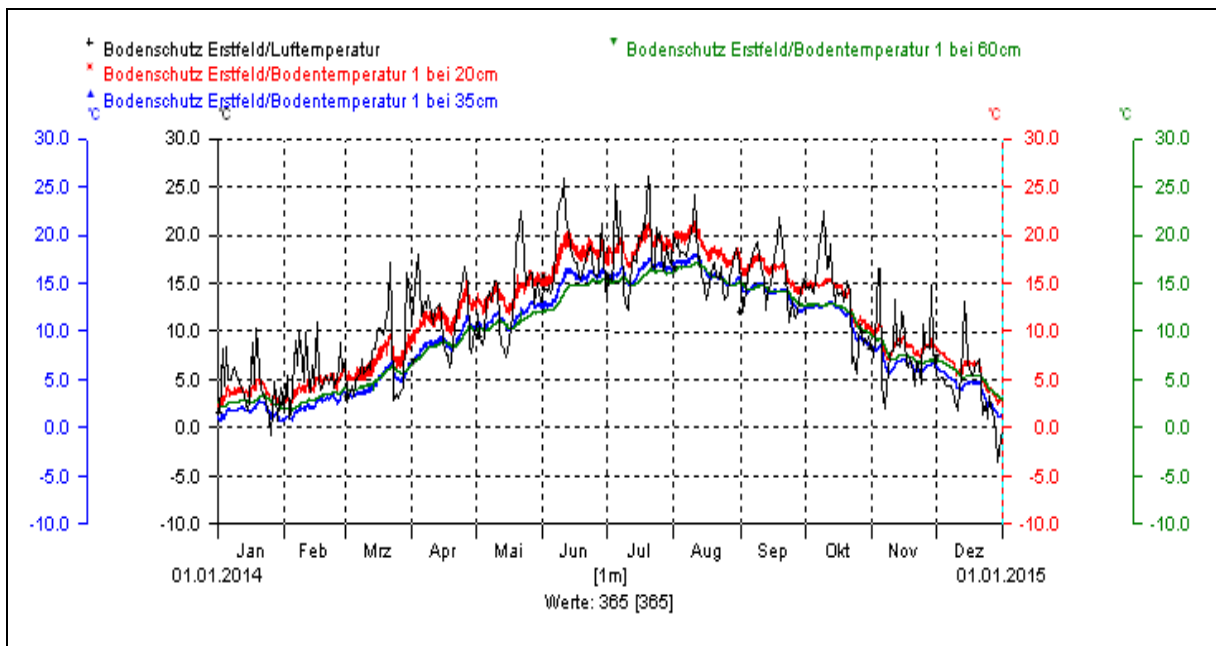


Abbildung 3.10 Tagestemperaturen 2014 im Jahresverlauf (Lufttemperaturen und Bodentemperaturen in 20 cm, 35 cm und 60cm Tiefe)

Die Schwankungen der Temperaturen in 60 cm Tiefe sind geringer als in den höheren Bodenschichten. Im Sommerhalbjahr liegen sie unter den Temperaturen in 20 und 35 cm Tiefe, im Winterhalbjahr darüber. Ausserdem lässt sich eine geringe zeitliche Verzögerung in den tieferen Bodenschichten beobachten.

4 Vergleich mit zwei Bodenmessstationen im Kanton Solothurn

Im Kanton Uri herrschen hinsichtlich der Befahrbarkeit von Böden im Gegensatz zu anderen Kantonen sehr günstige Voraussetzungen. Der Tonanteil der vorherrschenden Schwemmlandböden ist sehr gering (<15 %), dadurch entwässert sich der Boden einfacher und ist unempfindlicher gegen Verdichtung als ein Tonboden. Ebenfalls ein wichtiger Faktor für die günstigen Bodenbedingungen ist der Föhn, der die Böden nach Niederschlägen schneller abtrocknet.

Nachfolgend werden die Daten von Erstfeld mit zwei Bodenmessstationen im Kanton Solothurn verglichen. Die Station bei Matzendorf (Koordinaten 614150/240370) liegt auf 597 m ü. M., die Station bei Stüsslingen (Koordinaten 640045/248561) auf 451 m ü. M. Beim Boden der Station Matzendorf handelt es sich um eine Braunerde (gleyig), bei Stüsslingen um einen Regosol (pseudogleyig). Damit sind die Standorte hinsichtlich Bodentyp vergleichbar mit Erstfeld.

Die Lufttemperatur im Monatsmittel als auch Maximum und Minimum liegen bei der Station Erstfeld im Vergleich zu Matzendorf beinahe durchgehend um 1-2°C höher. Verglichen zu Stüsslingen wurden in Erstfeld ebenfalls überwiegend höhere Temperaturen registriert, wobei es starke Schwankungen gibt. Ebenfalls fallen im Kanton Uri während den meisten Monaten mehr Niederschläge (Monatssumme) als bei den beiden Stationen im Kanton Solothurn. Die Schwankungen reichen von unter 10 mm bis 50 mm mehr verglichen zu Stüsslingen und zu Matzendorf bis 100 mm pro Monat.

In untenstehender Abbildung ist die Verteilung der Saugspannung nach Beurteilungsklassen bei den drei Standorten ersichtlich. Im Vergleich zu Erstfeld lagen die Anzahl Tage, an welchen keine Bodenarbeiten möglich sind (<6 cbar) in Matzendorf und Stüsslingen ca. fünf Mal höher. Ebenfalls lagen die Saugspannungswerte im Kanton Uri an deutlich mehr Tagen (179 zu 74 resp. 54) über 10 cbar. Hingegen ist im Kanton Solothurn der Boden häufiger sehr trocken (Saugspannungswerte >20 cbar).

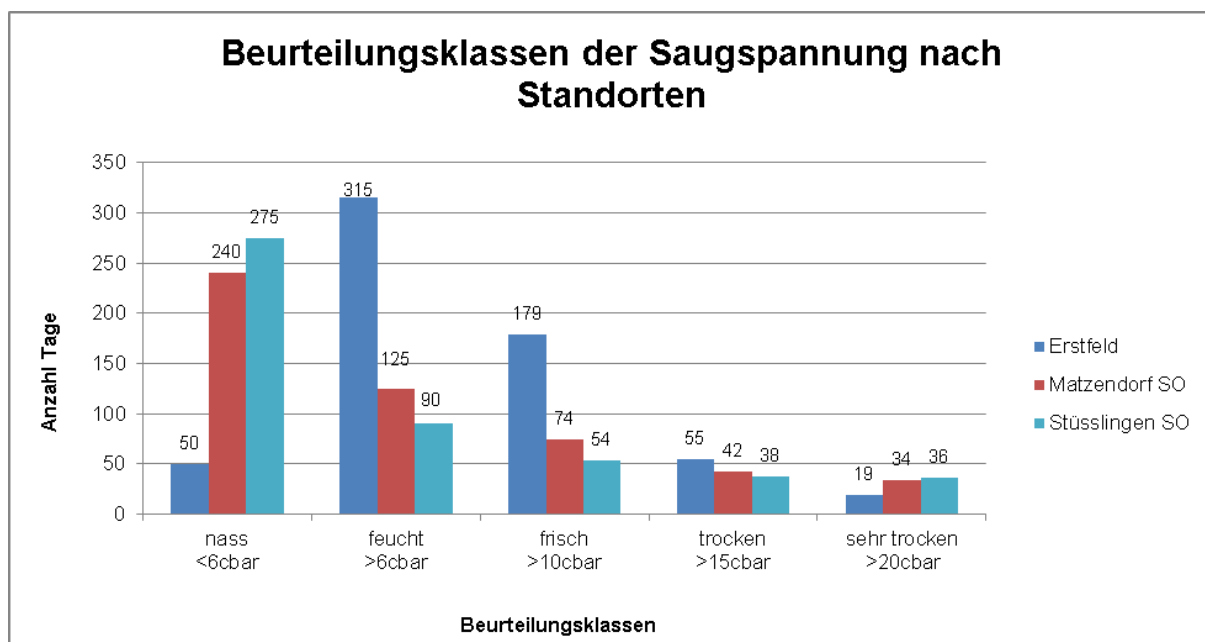


Abbildung 4.1 Saugspannungen in 35 cm Tiefe im Jahr 2014 bei den Stationen Erstfeld, Matzendorf und Stüsslingen nach Beurteilungsklassen gegliedert

Das Abtrocknungsverhalten der betrachteten Böden wird anhand der Niederschlagsereignisse vom November 2014 im Folgenden veranschaulicht.

Am 5. November 2014 wurden sowohl bei der Station Matzendorf als auch bei der Station Stüsslingen Niederschläge von über 30 mm (Tagessumme) gemessen, im Kanton Uri mehr als 60 mm. In untenstehender Abbildung ist der Verlauf der Saugspannungswerte in 35 cm Tiefe ersichtlich. Aufgrund des Regenereignisses fallen die Werte bei allen drei Messstationen am 6. November auf ca. 2 cbar und steigen anschliessend wieder. Am 15. November werden erneut stärkere Niederschläge registriert, wobei im Kanton Uri im Vergleich zu den beiden Stationen im Kanton Solothurn ca. 20 mm mehr Regen fällt. Die Werte in 35 cm Tiefe befinden sich zwischen 0 und 3 cbar. Unterbrochen von einem weiteren Ereignis steigt die Saugspannung bis Ende November wieder an, in Erstfeld bis 12 cbar, in Matzendorf und Stüsslingen nur bis knapp 4 cbar. Die Kurven der drei Messstationen zeigen grundsätzlich einen ähnlichen Verlauf, wobei die Schwankungen bei Erstfeld deutlich stärker sind. Trotz der höheren Niederschläge und einer ähnlichen Ausgangslage am 6. November 2014 trocknet der Boden in Erstfeld wesentlich schneller ab und erreicht im Gegensatz zu den beiden Standorten im Kanton Solothurn bereits nach wenigen Tagen wieder Saugspannungswerte, bei welchen Bodenarbeiten möglich sind.

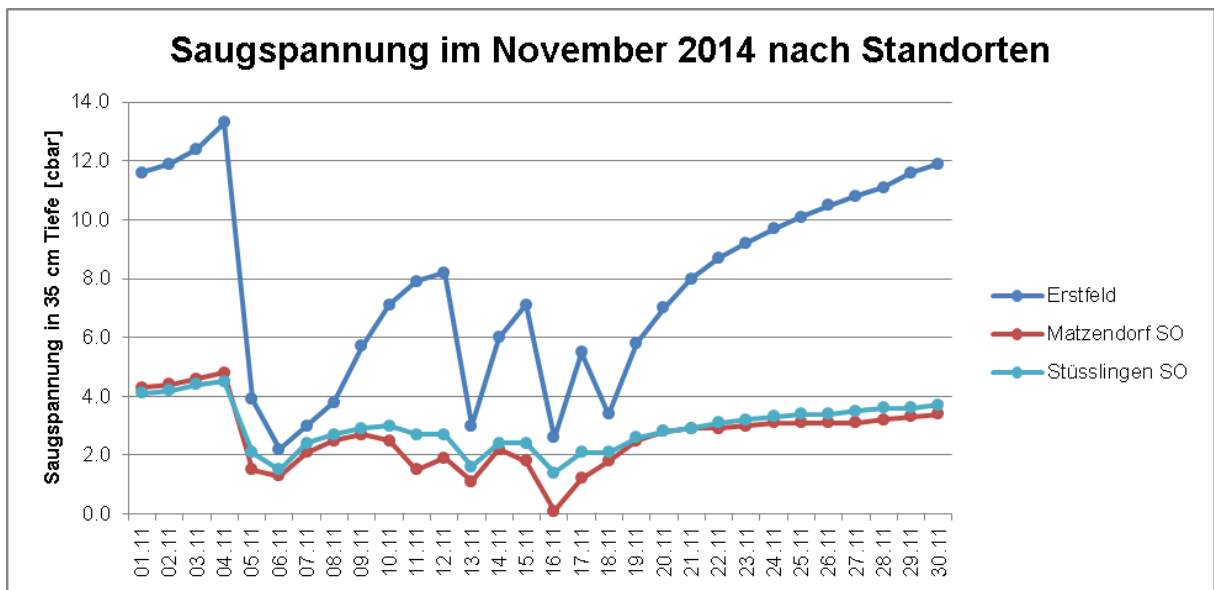


Abbildung 4.2 Saugspannung in 35 cm Tiefe im November 2014 bei den Bodenmessstationen Erstfeld sowie Matzendorf und Stüsslingen im Kanton Solothurn

Fazit:

- **Der Boden bei der Station Erstfeld trocknet rascher ab im Vergleich zu Matzendorf und Stüsslingen im Kanton Solothurn.**
- **Bodenarbeiten sind im Kanton Uri entsprechend häufiger zulässig.**

Anhang A Saugspannungen 2014

Saugspannungen 20cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

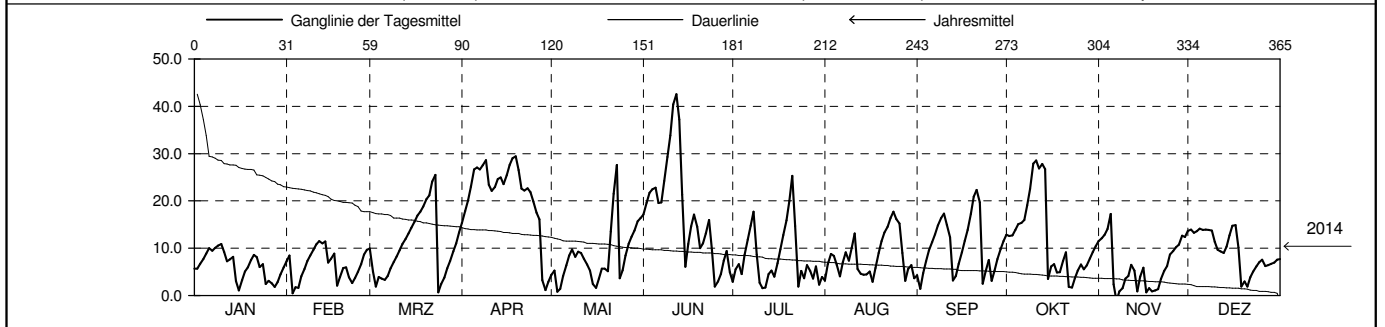
1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

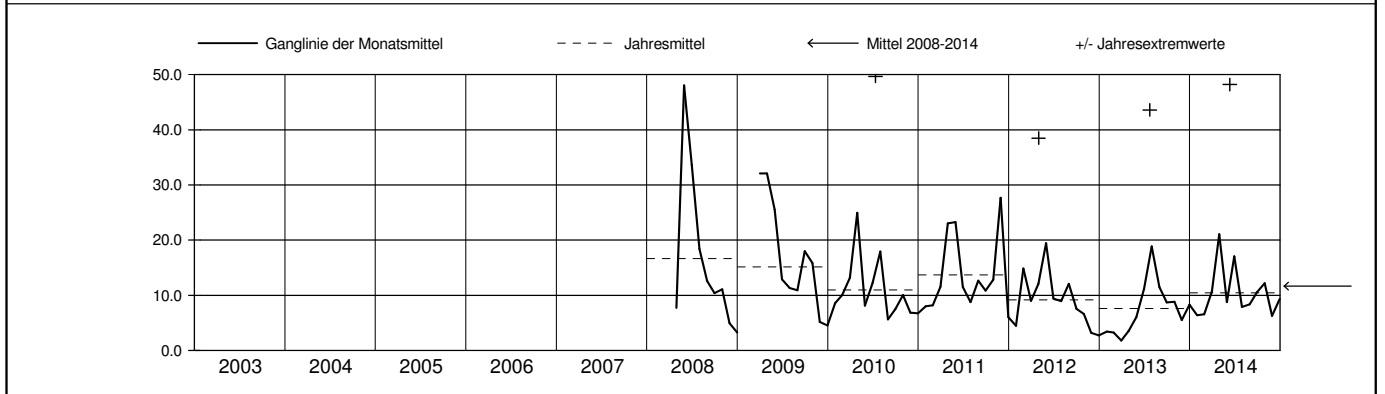
2014		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel cbar	1	5.7	8.4	5.1	17.9	5.3	19.6	5.5	6.6	1.4 -	12.6	12.1	13.9	1	
	2	6.7	0.5 -	1.9	20.1	0.8 -	21.7	6.6	8.7	4.7	12.7	12.8	13.2	2	
	3	7.7	1.7	3.9	23.0	1.4	22.4	4.5	8.4	7.2	13.9	14.1	13.6	3	
	4	8.9	1.6	3.6	26.6	4.1	22.8	8.6	6.5	9.5	15.1	17.2 +	14.1	4	
	5	10.0	4.1	3.3	27.1	6.4	19.5	11.8	4.1	11.3	15.3	2.3	13.9	5	
	6	9.4	5.6	4.1	26.7	8.4	19.7	14.7	7.0	12.9	16.0	-1.2 -	13.9	6	
	7	10.1	7.3	5.7	27.6	9.8	24.2	17.7	9.1	14.8	19.1	0.8	13.9	7	
	8	10.5	8.4	7.1	28.6	8.1	29.3	8.6	7.4	16.4	22.6	1.5	13.7	8	
	9	10.9 +	9.6	8.3	23.4	9.2	33.8	2.7	10.1	17.3	27.9	3.5	11.4	9	
	10	9.2	10.8	9.5	22.1	9.0	40.4	1.5 -	13.1	14.9	28.6 +	4.1	9.7	10	
	11	7.2	11.5 +	10.9	22.9	7.8	42.5 +	1.7	5.6	12.3	26.9	6.5	9.3	11	
	12	7.6	11.1	11.9	24.6	6.6	37.2	4.5	4.6	3.2	27.8	5.2	9.0	12	
	13	8.1	11.5 +	13.2	25.0	5.2	21.3	5.3	4.4	4.1	26.7	0.9	10.4	13	
	14	3.1	6.9	14.3	23.6	2.4	6.1	4.0	4.4	6.7	3.5	4.0	12.7	14	
	15	1.1 -	7.8	15.6	25.5	1.6	10.9	6.8	5.1	9.2	6.1	5.9	14.7	15	
	16	3.3	8.9	16.9	27.6	3.6	14.6	9.8	2.9 -	11.6	6.6	0.7	14.9 +	16	
	17	5.1	2.1	17.7	29.0	5.6	17.1	12.8	5.8	13.9	4.9	1.6	10.1	17	
	18	5.9	3.9	18.8	29.4 +	5.7	14.5	15.9	9.0	17.2	4.9	0.9	1.9 -	18	
	19	7.5	5.8	20.3	26.5	5.1	10.0	20.0	11.5	20.9	7.3	1.1	3.0	19	
	20	8.5	6.0	21.2	22.6	13.5	11.0	25.3 +	13.3	22.3 +	9.1	1.4	1.9 -	20	
	21	8.1	3.8	24.1	22.2	21.5	13.1	14.7	14.6	19.7	1.8	3.5	3.8	21	
	22	6.0	2.7	25.5 +	22.7	27.6 +	16.0	1.9	16.3	2.5	1.7 -	5.2	5.1	22	
	23	6.6	3.7	0.7 -	21.8	3.7	9.7	5.2	17.7 +	5.0	3.7	6.2	6.1	23	
	24	2.4	5.0	2.4	19.9	5.3	1.9 -	3.6	16.2	7.5	5.3	8.6	7.0	24	
	25	3.1	6.6	3.8	17.5	8.4	3.0	6.4	15.2	3.1	6.5	9.4	7.5	25	
	26	2.5	8.6	5.8	16.1	10.9	4.5	5.2	9.0	5.3	5.5	10.2	6.2	26	
	27	1.8	9.7	7.3	3.2	12.4	7.4	3.5	3.1	7.7	6.3	10.8	6.4	27	
	+ Maximum	28	2.8	10.0	9.3	1.1 -	13.8	9.4	6.1	5.6	9.8	7.8	12.6	6.7	28
	- Minimum	29	4.4		11.0	2.9	15.7	4.9	2.3	6.4	11.5	9.2	12.4	6.9	29
		30	6.0		13.3	4.3	16.4	2.9	3.9	3.7	12.9	10.4	13.6	7.6	30
		31	7.2		15.3		17.1		3.2	4.2		11.5		7.7	31
Monatsmittel		6.4	6.6	10.7	21.1 +	8.8	17.1	7.9	8.4	10.6	12.2	6.3 -	9.4		
Maximum		11.4 -	12.3	27.4	30.3	30.9	48.2 +	26.8	18.2	23.6	32.3	18.7	15.5		
Datum (Tag)		10.	13.	22.	17.	22.	11.	20.	23.	20.	13.	4.	15.		
Minimum		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1 +	-2.3 -	0.0		
Datum (Tag)		27.	2.	1.	28.	2.	29.	11.	4.	1.	22.	6.	20.		
Amplitude		11.4 -	12.3	27.4	30.3	30.9	48.2 +	26.8	18.2	23.6	32.2	21.0	15.5		

Mittel: 10.4 Maximum: 48.2 (11.Juni) Minimum: -2.3 (6.November) Amplitude: 50.5



2008-2014	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	6.2	8.6	9.3	17.8	19.9 +	15.4	13.2	10.5	10.5	11.1	8.5	5.9 -
Maximum	16.8 -	34.6	28.9	51.6	78.0	83.4 +	49.7	42.8	36.3	44.8	38.8	25.5
Jahr	2011	2012	2011	2009	2008	2008	2010	2011	2009	2009	2011	2011
Minimum	0.0 +	0.0 +	0.0 +	-1.4	0.0 +	0.0 +	0.0 +	0.0 +	0.0 +	-0.6	-2.3 -	-0.8
Jahr	2012	2010	2009	2013	2011	2011	2008	2008	2008	2012	2014	2012

Mittel: 11.7 Maximum: 83.4 (03.06.2008) Minimum: -2.3 (06.11.2014) Amplitude: 85.7 Max.jährliche Schwankung: 83.4 (2008)



Saugspannungen 35cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

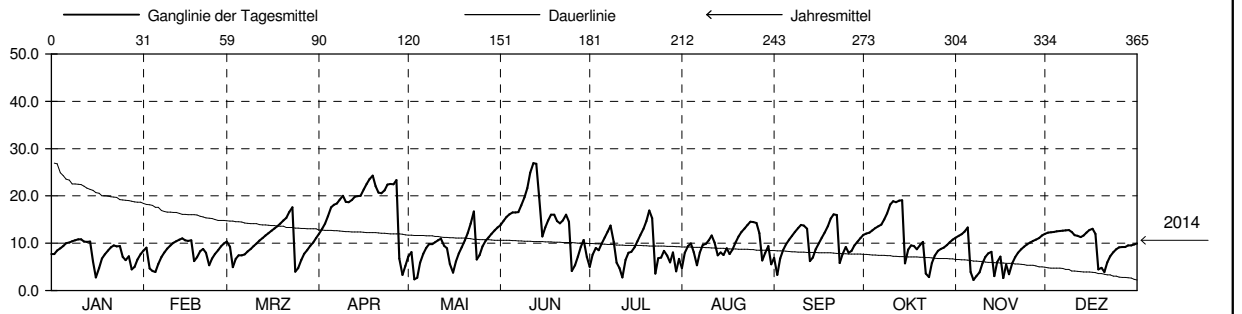
1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

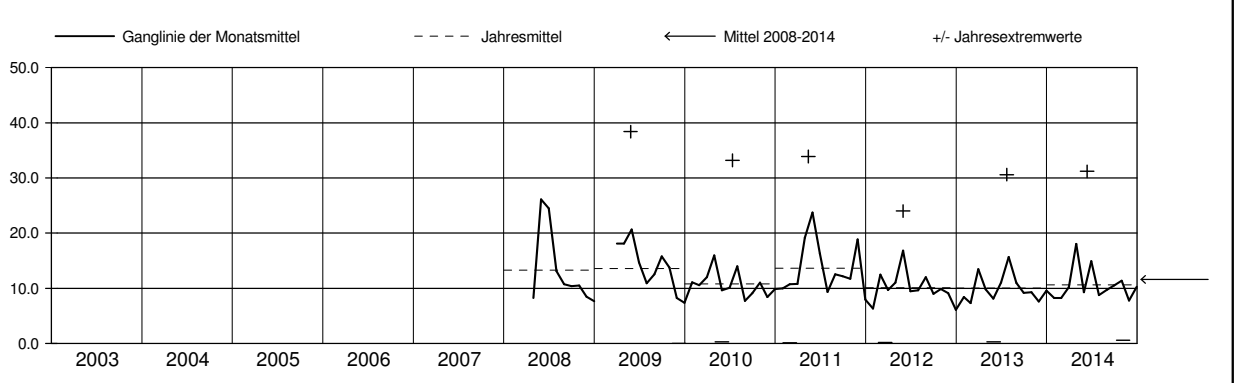
2014		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel cbar	1	7.7	9.0	9.2	13.0	8.1	14.7	7.6	8.0	3.3 -	12.1	11.6	12.3	1	
	2	8.4	4.7	4.9	14.1	2.4 -	15.6	9.0	9.4	6.8	12.3	11.9	12.3	2	
	3	8.9	4.1	6.7	15.7	2.7	16.1	8.5	10.0	8.5	12.7	12.4	12.4	3	
	4	9.4	3.9 -	7.5	17.6	5.9	16.5	9.9	8.1	9.8	13.2	13.3 +	12.5	4	
	5	10.0	5.6	7.4	18.1	7.8	16.5	11.2	5.3 -	10.7	13.6	3.9	12.6	5	
	6	10.1	7.1	7.6	18.4	9.0	16.6	12.4	8.0	11.6	13.9	2.2 -	12.6	6	
	7	10.4	8.0	8.3	19.2	9.8	18.0	13.7	9.6	12.4	15.0	3.0	12.7	7	
	8	10.6	8.9	8.8	20.0	9.8	19.7	10.3	9.8	13.2	16.3	3.8	12.8	8	
	9	10.8 +	9.5	9.4	18.7	10.2	21.6	5.9	10.6	13.8	18.2	5.7	12.4	9	
	10	10.8 +	10.1	9.9	18.7	10.6	24.9	4.7	11.7	13.7	18.9	7.1	11.7	10	
	11	10.3	10.4	10.6	19.2	11.0	26.9 +	2.7 -	10.1	13.1	18.7	7.9	11.5	11	
	12	10.3	10.8	11.1	19.8	9.5	26.8	6.5	7.4	6.2	19.0	8.2	11.3	12	
	13	10.4	11.0 +	11.6	20.0	8.9	19.8	7.9	8.0	7.0	19.1 +	3.0	11.6	13	
	14	6.2	10.6	12.1	20.0	5.6	11.4	8.2	7.5	8.7	5.7	6.0	12.2	14	
	15	2.8 -	10.4	12.6	21.4	3.8	13.3	9.1	9.0	10.0	8.6	7.1	12.8	15	
	16	4.7	10.6	13.1	22.6	6.1	14.8	10.4	7.7	11.2	9.5	2.6	13.1 +	16	
	17	6.7	6.2	13.6	23.5	7.9	16.0	11.7	8.7	12.2	9.4	5.5	12.0	17	
	18	7.7	7.0	14.1	24.3 +	9.1	16.0	13.0	10.2	13.6	8.7	3.4	4.4	18	
	19	8.5	8.3	14.8	22.1	10.6	14.6	14.7	11.5	15.2	9.6	5.8	4.8	19	
	20	9.1	8.8	15.4	20.7	12.2	14.2	16.9 +	12.4	16.1 +	10.3	7.0	3.9 -	20	
	21	9.5	8.0	16.5	20.6	14.1	14.8	15.3	13.1	16.0	3.6	8.0	6.0	21	
	22	9.3	5.3	17.6 +	21.2	16.7 +	16.0	3.6	13.9	5.8	2.8 -	8.7	7.3	22	
	23	9.4	6.8	4.0 -	22.4	6.5	14.5	6.8	14.5 +	7.7	5.8	9.2	8.1	23	
	24	7.1	7.7	4.7	22.5	7.5	4.1 -	6.9	14.5 +	9.2	7.3	9.7	8.7	24	
	25	6.4	8.5	6.5	22.4	9.3	5.3	8.4	14.3	8.0	8.4	10.1	9.1	25	
	26	7.2	9.3	7.8	23.4	10.5	7.2	7.4	12.1	8.4	8.8	10.5	9.2	26	
	27	4.4	9.9	8.5	6.8	11.3	9.2	5.9	6.3	9.5	9.0	10.8	9.2	27	
	+ Maximum	28	5.0	10.3	9.4	3.3 -	11.9	10.7	8.0	7.9	10.4	9.6	11.1	9.5	28
	- Minimum	29	6.6	10.1	5.2	12.7	7.1	4.0	9.4	11.1	10.2	11.6	9.5	9.5	29
	30	7.7	11.1	7.1	13.3	5.0	6.7	5.5	11.8	10.7	11.9	9.8	9.8	30	
	31	8.4	12.0	13.8	13.8	4.7	6.9	4.7	6.9	11.2	11.2	9.9	9.9	31	
Monatsmittel		8.2	8.3	10.2	18.1 +	9.3	14.9	8.8	9.7	10.5	11.4	7.8 -	10.3		
Maximum		11.1 -	11.4	18.1	25.0	17.5	31.2 +	17.8	15.2	16.6	20.5	13.8	13.1		
Datum (Tag)		10.	13.	22.	18.	22.	12.	20.	24.	20.	13.	4.	16.		
Minimum		1.9	2.4 +	0.7	1.1	0.7	1.1	1.1	1.4	1.6	1.1	0.6 -	2.1		
Datum (Tag)		27.	2.	23.	27.	2.	29.	11.	4.	1.	21.	5.	18.		
Amplitude		9.2	9.0 -	17.4	23.9	16.8	30.1 +	16.7	13.8	15.0	19.4	13.2	11.0		

Mittel: 10.6 Maximum: 31.2 (12.Juni) Minimum: 0.6 (5.November) Amplitude: 30.6



2008-2014	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	8.8	9.9	11.3	14.3	16.3 +	14.4	11.6	10.9	10.9	11.1	9.8	8.4 -
Maximum	13.2 -	18.1	18.1	30.1	53.7 +	52.3	33.2	26.3	22.4	25.4	21.2	19.6
Jahr	2010	2012	2014	2011	2008	2008	2010	2011	2011	2009	2011	2011
Minimum	0.2	0.1	0.2	0.0 -	0.3	0.3	0.0 -	0.3	0.3	0.4 +	0.3	0.0 -
Jahr	2011	2011	2012	2008	2010	2013	2008	2008	2010	2008	2009	2009

Mittel: 11.6 Maximum: 53.7 (29.05.2008) Minimum: 0.0 (29.04.2008) Amplitude: 53.7 Max.jährliche Schwankung: 53.7 (2008)



Saugspannungen 60cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

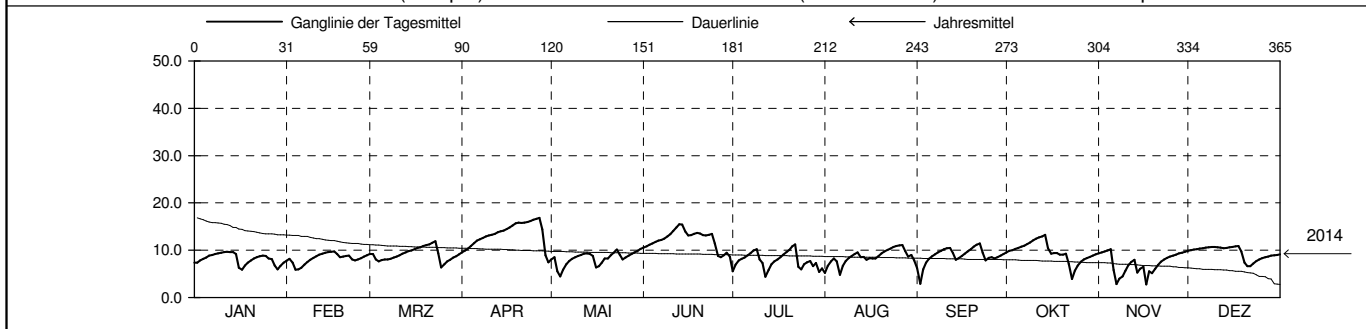
1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

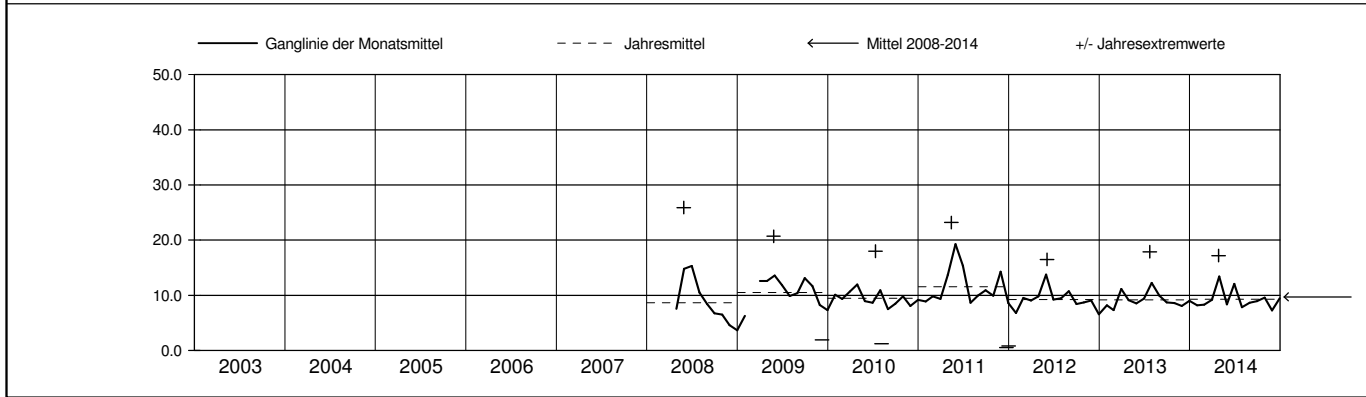
2014		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel	1	7.3	8.2	9.2	9.9	8.5	10.8	7.0	6.7	2.9 -	9.8	9.5	10.0	1
	2	7.9	7.4	8.0	10.4	5.5	11.1	7.9	7.6	5.9	10.0	9.7	10.2	2
	3	8.2	5.9 -	7.6	10.8	4.5 -	11.4	8.2	8.3	7.3	10.3	9.9	10.2	3
	4	8.5	6.0	7.9	11.5	5.9	11.7	8.5	7.6	8.1	10.5	10.2 +	10.3	4
	5	8.8	6.3	8.0	12.0	7.0	12.0	8.9	4.8 -	8.7	10.7	5.8	10.4	5
	6	9.0	7.0	8.0	12.3	7.7	12.2	9.4	6.7	9.1	11.0	2.9	10.5	6
	7	9.2	7.5	8.2	12.6	8.2	12.4	9.9	7.7	9.5	11.3	3.9	10.6	7
	8	9.3	8.0	8.4	12.9	8.5	12.9	10.2	8.4	9.9	11.6	4.4	10.6	8
	9	9.4	8.4	8.7	13.1	8.8	13.4	8.1	8.8	10.2	12.1	5.7	10.7	9
	10	9.6 +	8.7	8.9	13.3	9.0	14.1	7.3	9.2	10.4	12.5	6.8	10.6	10
cbar	11	9.6 +	9.0	9.2	13.5	9.3	14.8	4.4 -	9.5	10.5	12.7	7.5	10.5	11
	12	9.6 +	9.3	9.5	13.8	9.3	15.5 +	5.8	8.5	9.4	12.9	8.0	10.4	12
	13	9.6 +	9.5	9.8	14.0	9.2	15.4	7.0	8.6	8.0	13.2 +	5.3	10.5	13
	14	9.2	9.6	10.0	14.1	8.8	14.0	7.7	8.0	8.3	10.4	6.1	10.6	14
	15	6.3	9.7 +	10.2	14.5	6.4	13.1	8.1	8.3	8.7	9.3	6.5	10.7	15
	16	5.9 -	9.7 +	10.4	14.8	6.6	13.2	8.5	8.2	9.2	9.4	2.8 -	10.8	16
	17	6.8	9.2	10.6	15.2	7.3	13.5	9.1	8.2	9.7	9.4	5.5	10.9 +	17
	18	7.4	8.5	10.8	15.7	8.2	13.7	9.6	8.8	10.2	9.1	5.1	9.7	18
	19	7.9	8.6	11.1	15.8	8.3	13.5	10.1	9.3	10.8	9.1	6.1	7.4	19
	20	8.2	8.8	11.2	15.7	8.9	13.2	10.8	9.7	11.2	9.3	6.9	6.6 -	20
+ Maximum	21	8.5	8.9	11.5	15.8	9.5	13.1	11.2 +	10.1	11.4 +	7.1	7.5	6.6 -	21
	22	8.7	8.0	11.9 +	15.9	10.2	13.3	6.5	10.4	9.4	3.9 -	8.0	7.2	22
	23	8.8	7.8	9.3	16.1	9.1	13.4	5.9	10.7	7.8	5.6	8.4	7.7	23
	24	8.8	8.0	6.3 -	16.4	8.0	11.4	7.0	10.9	8.4	6.8	8.7	8.0	24
	25	8.2	8.3	7.0	16.6	8.4	8.8	7.4	11.0	8.5	7.5	8.9	8.3	25
	26	8.1	8.6	7.7	16.9 +	8.9	8.5	7.7	11.1 +	8.3	8.0	9.1	8.5	26
	27	6.7	8.9	8.0	14.4	9.2	8.9	6.6	9.8	8.5	8.3	9.3	8.6	27
	28	6.0	9.2	8.4	8.9	9.5	9.5	7.3	8.7	8.9	8.6	9.5	8.8	28
	29	6.7	8.7	7.4 -	8.7	9.9	8.7	5.4	9.0	9.2	8.8	9.7	8.9	29
	30	7.4	9.1	8.0	10.3	5.6 -	6.1	7.8	9.5	9.1	9.8	9.0	9.1	30
31	7.8	9.5	10.5 +				5.2	6.2	9.3	9.3	9.1	9.1	31	
Monatsumme		8.2	8.3	9.1	13.4 +	8.4	12.1	7.8	8.7	8.9	9.6	7.3 -	9.5	
Maximum		9.8 -	9.9	12.1	17.2 +	12.1	16.0	11.3	11.2	11.6	13.3	10.4	10.9	
Datum (Tag)		12.	15.	22.	27.	18.	12.	21.	25.	21.	13.	4.	16.	
Minimum		5.5	5.6	5.9	7.0 +	4.0	5.1	3.0	0.2	-0.3	1.2	-1.5 -	6.2	
Datum (Tag)		16.	4.	24.	29.	3.	30.	11.	31.	1.	22.	15.	20.	
Amplitude		4.3 -	4.3 -	6.2	10.2	8.1	10.9	8.3	11.0	11.9	12.1 +	11.9	4.7	

Mittel: 9.3 Maximum: 17.2 (27.April) Minimum: -1.5 (15.November) Amplitude: 18.7



2008-2014	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsumme	8.1	8.9	9.9	11.2	12.5 +	11.7	9.9	9.4	9.3	9.2	8.5	7.7 -
Maximum	11.9	11.4 -	12.4	19.0	25.9 +	22.3	21.3	16.2	15.5	17.5	15.3	15.6
Jahr	2009	2012	2013	2011	2008	2011	2008	2008	2009	2009	2011	2011
Minimum	0.8	3.0	5.4 +	0.0	1.6	-0.1	0.7	0.0	-0.3	0.1	-1.5 -	0.0
Jahr	2012	2013	2009	2008	2010	2013	2008	2008	2014	2008	2014	2008

Mittel: 9.7 Maximum: 25.9 (29.05.2008) Minimum: -1.5 (15.11.2014) Amplitude: 27.4 Max.jährliche Schwankung: 25.9 (2008)



Anhang B Bodentemperaturen 2014

Bodentemperatur 20cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

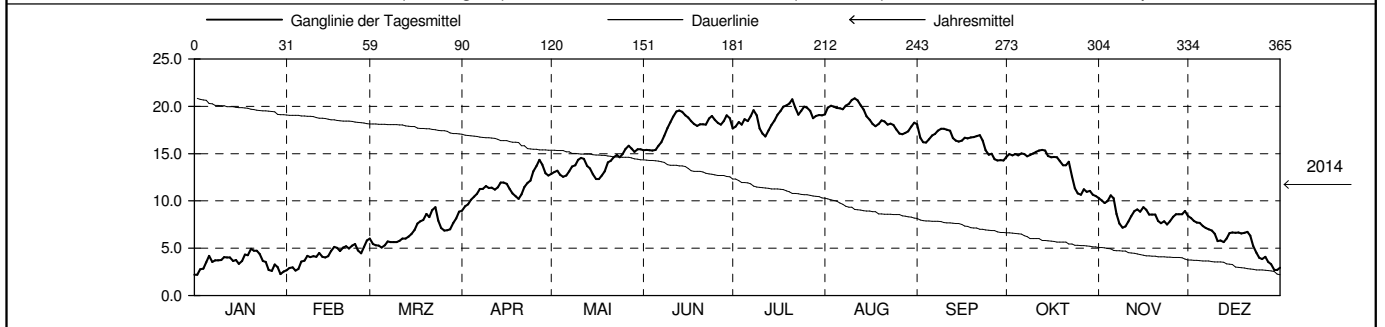
1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

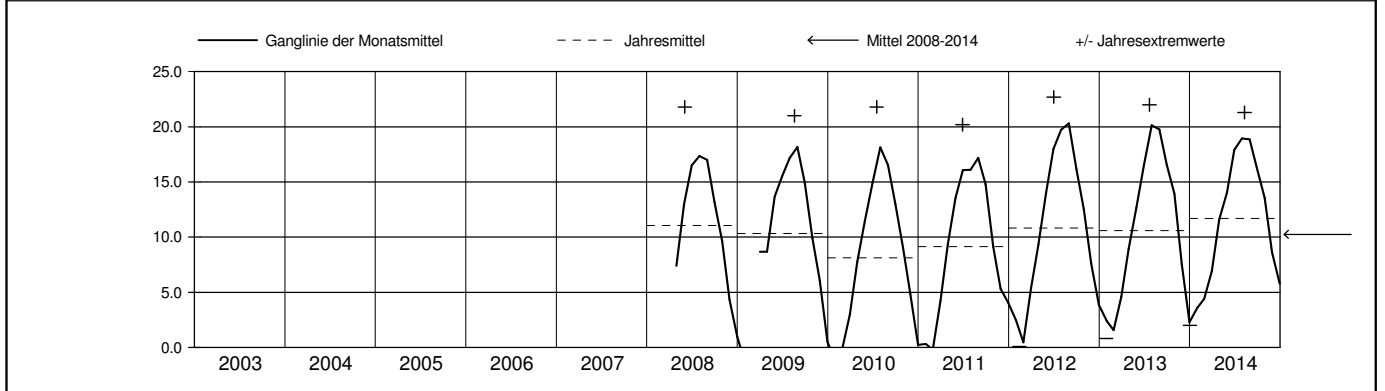
2014		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel °C	1	2.2 -	2.9	5.4	9.4 -	13.1	15.4	17.9	19.9	16.7	14.9	10.0	8.2 +	1	
	2	2.8	3.0	5.3	9.6	13.2	15.4	18.3	20.1	16.2	14.8	9.8	7.9	2	
	3	2.8	2.6 -	5.3	10.1	12.7	15.3 -	18.1	19.9	16.2	15.0	10.0	7.7	3	
	4	3.5	2.8	5.1 -	10.5	12.5	15.4	18.6	19.8	16.5	14.8	10.6 +	7.7	4	
	5	4.2	3.6	5.3	10.8	12.7	15.8	18.4	19.8	16.9	15.0	10.3	7.3	5	
	6	3.6	3.7	5.7	11.3	13.1	16.2	19.0	19.7	17.1	15.0	8.6	7.1	6	
	7	3.7	4.2	5.6	11.3	13.6	16.9	19.6	20.1	17.4	14.7	7.6	7.0	7	
	8	3.7	4.1	5.7	11.6	13.8	17.7	19.0	20.3	17.6 +	14.8	7.2 -	6.9	8	
	9	3.7	4.1	5.7	11.4	14.4	18.3	17.7	20.7	17.6 +	15.0	7.3	6.5	9	
	10	4.1	4.1	5.8	11.4	14.6	18.9	17.1	20.8 +	17.5	15.2	7.8	5.8	10	
	11	4.0	4.5	6.0	11.2	14.4	19.5	16.8 -	20.6	17.4	15.3	8.4	5.8	11	
	12	4.0	4.1	6.0	11.4	13.7	19.6 +	17.5	20.1	16.6	15.4 +	8.9	5.6	12	
	13	3.6	4.0	6.2	11.9	13.4	19.4	18.0	19.6	16.4	15.3	9.1	6.0	13	
	14	3.8	4.2	6.5	11.9	12.8	19.0	18.5	19.0	16.3	14.8	8.8	6.6	14	
	15	3.4	4.7	6.9	11.8	12.3 -	18.8	19.1	18.6	16.4	14.6	9.3	6.7	15	
	16	3.7	5.1	7.6	11.3	12.3 -	18.4	19.5	18.1	16.7	14.6	9.0	6.6	16	
	17	4.3	5.1	7.8	10.8	12.7	18.1	20.0	17.9	16.6	14.6	8.5	6.7	17	
	18	4.3	4.7	8.0	10.5	13.1	17.9	20.1	18.2	16.7	14.2	8.6	6.6	18	
	19	4.9 +	5.1	8.6	10.2	14.1	18.1	20.3	18.5	16.7	13.8	8.6	6.6	19	
	20	4.7	5.2	8.3	10.7	14.2	18.1	20.7 +	18.4	16.8	13.8	7.9	6.7	20	
	21	4.7	5.0	9.0	11.4	14.6	18.1	19.9	18.1	17.0	14.1	7.7	6.3	21	
	22	4.4	5.3	9.3 +	11.9	14.8	18.7	19.1	18.2	16.4	12.6	7.8	5.2	22	
	23	3.7	5.4	7.9	12.1	14.6	19.0	19.5	18.0	15.4	11.3	7.5	4.5	23	
	24	3.6	4.8	7.1	13.1	15.0	18.6	20.0	17.6	14.9	10.8	7.8	4.0	24	
	25	2.7	4.5	6.9	13.7	15.5	18.2	19.9	17.1 -	15.0	10.7	8.3	3.9	25	
	26	2.6	5.1	6.9	14.3 +	15.8 +	18.1	19.5	17.1 -	14.4	11.2	8.6	4.1	26	
	27	3.3	5.8	7.0	13.8	15.5	18.4	18.7	17.2	14.3 -	11.0	8.6	3.5	27	
	+ Maximum	28	3.0	6.0 +	7.7	12.9	15.2	19.1	19.0	17.4	14.3 -	11.0	8.6	3.3	28
	- Minimum	29	2.3		8.2	12.7	15.5	18.7	19.1	17.9	14.3 -	10.6	8.9	2.7 -	29
		30	2.5		8.9	12.9	15.4	17.7	19.0	18.3	14.6	10.5	8.4	2.7 -	30
		31	2.7		9.0	15.4	15.4	19.2	18.1	18.1	10.3 -		2.9	31	
Monatsmittel		3.6 -	4.4	6.9	11.6	14.0	17.9	18.9 +	18.9 +	16.2	13.5	8.6	5.8		
Maximum		5.1 -	6.3	9.7	15.2	16.2	20.3	21.1	21.3 +	17.9	15.5	10.8	8.4		
Datum (Tag)		19.	27.	30.	26.	25.	12.	19.	10.	8.	11.	4.	1.		
Minimum		2.0 -	2.6	4.9	8.8	11.8	14.7	16.6	16.8 +	13.9	10.1	7.0	2.5		
Datum (Tag)		1.	1.	4.	1.	16.	1.	11.	25.	29.	31.	9.	29.		
Amplitude		3.1 -	3.7	4.8	6.4 +	4.4	5.6	4.5	4.5	4.0	5.4	3.8	5.9		

Mittel: 11.7 Maximum: 21.3 (10.August) Minimum: 2.0 (1.Januar) Amplitude: 19.3



2008-2014	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	1.0 -	1.2	4.8	9.0	13.2	16.5	18.2	18.3 +	15.0	11.1	6.3	2.5
Maximum	5.1 -	6.3	9.7	15.2	18.7	22.7 +	22.3	21.9	19.4	16.4	12.1	8.4
Jahr	2013	2014	2014	2014	2009	2012	2012	2012	2013	2013	2013	2014
Minimum	-1.7 -	-1.7 -	-0.7	3.6	7.5	11.1	13.4 +	13.0	9.3	3.0	-0.3	-1.5
Jahr	2011	2010	2010	2008	2009	2013	2011	2010	2008	2008	2010	2009

Mittel: 10.3 Maximum: 22.7 (30.06.2012) Minimum: -1.7 (16.02.2010) Amplitude: 24.4 Max.jährliche Schwankung: 23.5 (2010)



Bodentemperatur 35cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

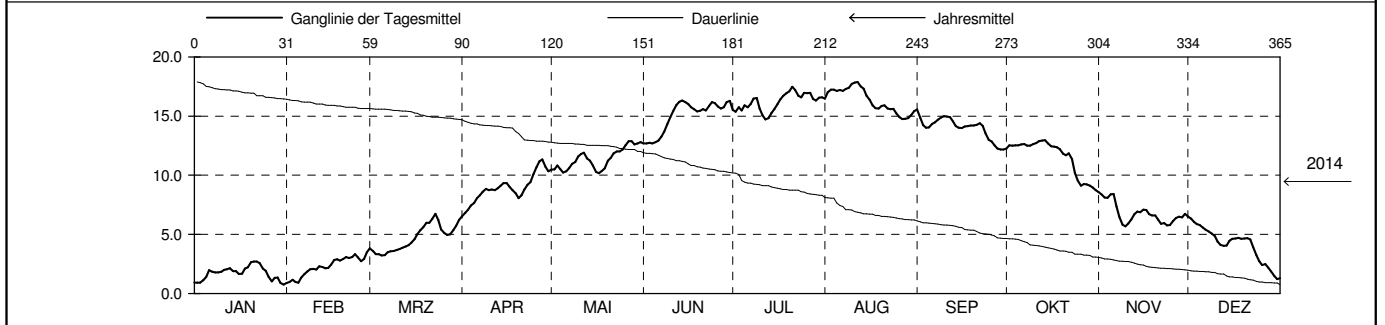
1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

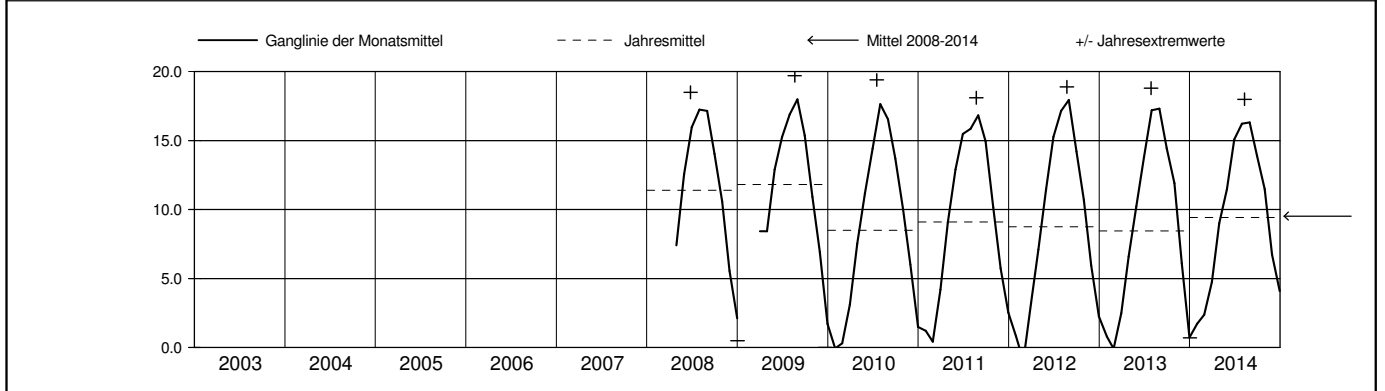
2014		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel °C	1	0.9	1.0	3.6	6.8 -	10.5	12.7 -	15.4	17.0	14.9	12.5	8.4 +	6.3 +	1
	2	0.9	1.2	3.3	7.1	10.8	12.8	15.8	17.2	14.2	12.5	8.1	6.1	2
	3	1.1	1.0	3.3	7.4	10.5	12.7 -	15.5	17.3	14.0	12.5	8.1	5.9	3
	4	1.4	0.9 -	3.2 -	7.7	10.2 -	12.8	15.9	17.1	14.0	12.5	8.4 +	5.8	4
	5	2.0	1.3	3.2 -	8.1	10.3	12.9	15.8	17.2	14.3	12.6	8.4 +	5.6	5
	6	1.8	1.6	3.5	8.3	10.6	13.3	16.0	17.1	14.5	12.6	7.4	5.4	6
	7	1.8	1.9	3.6	8.6	11.0	13.7	16.5	17.3	14.7	12.5	6.5	5.2	7
	8	1.8	2.1	3.6	8.9	11.1	14.4	16.5	17.4	14.9	12.5	5.8	5.1	8
	9	1.8	2.1	3.7	8.7	11.6	14.9	15.6	17.7	15.0 +	12.6	5.7 -	4.9	9
	10	2.0	2.0	3.8	8.8	11.8	15.4	15.1	17.8	15.0 +	12.7	5.9	4.4	10
	11	2.1	2.3	3.9	8.7	11.9	15.9	14.7 -	17.9 +	14.9	12.9	6.2	4.1	11
	12	2.1	2.3	4.0	8.9	11.4	16.2	14.8	17.5	14.6	12.9	6.7	4.0	12
	13	1.9	2.1	4.1	9.1	11.2	16.3 +	15.3	17.3	14.1	13.0 +	6.9	4.1	13
	14	1.9	2.2	4.3	9.3	10.8	16.2	15.6	16.7	14.0	12.7	6.9	4.5	14
	15	1.7	2.4	4.6	9.3	10.3	16.0	16.0	16.4	14.0	12.4	7.1	4.6	15
	16	1.7	2.8	5.0	9.0	10.2 -	15.8	16.4	15.9	14.1	12.4	7.1	4.6	16
	17	2.1	2.9	5.4	8.7	10.4	15.6	16.7	15.7	14.2	12.4	6.7	4.7	17
	18	2.2	2.8	5.6	8.5	10.6	15.4	17.0	15.6	14.2	12.2	6.6	4.6	18
	19	2.6	2.9	6.0	8.1	11.2	15.5	17.1	15.9	14.2	11.8	6.6	4.7	19
	20	2.7 +	3.1	6.0	8.3	11.5	15.6	17.5 +	15.9	14.3	11.7	6.2	4.7	20
	21	2.7 +	3.0	6.3	8.8	11.9	15.5	17.2	15.6	14.4	11.9	5.9	4.6	21
	22	2.6	3.1	6.7 +	9.2	12.0	15.9	16.7	15.6	14.2	11.4	5.9	3.9	22
	23	2.1	3.3	6.2	9.4	12.0	16.2	16.6	15.6	13.5	10.2	5.8	3.2	23
	24	1.9	3.0	5.4	10.1	12.2	16.1	17.0	15.2	13.0	9.5	5.8	2.7	24
	25	1.4	2.7	5.1	10.7	12.5	15.8	17.0	14.9	12.9	9.1	6.1	2.4	25
	26	1.0	2.9	5.0	11.2	12.9 +	15.6	17.0	14.8 -	12.5	9.3	6.4	2.5	26
	27	1.3	3.5	5.0	11.3 +	12.9 +	15.8	16.4	14.8 -	12.3	9.2	6.5	2.2	27
	+ Maximum	2.8	3.9	6.8	11.7	13.0	16.5	17.6	18.0 +	15.4	13.0	8.6	6.4	
	- Minimum	0.7	0.8	3.1	6.6	10.0	12.5	14.6	14.7 +	12.0	8.5	5.6	1.2	
	30	0.8 -	6.2	10.5	12.8	15.5	16.6	15.4	12.3	8.8	6.5	1.2 -	30	
	31	0.9	6.5	12.7	15.5	16.5	15.6	8.6 -	1.3	31				
Monatsmittel	1.7 -	2.4	4.7	9.0	11.5	15.1	16.2	16.3 +	13.9	11.5	6.7	4.1		
Maximum Datum (Tag)	19.	28.	22.	26.	26.	12.	20.	10.	1.	11.	4.	1.		
Minimum Datum (Tag)	1.	4.	4.	1.	4.	1.	11.	26.	29.	31.	9.	30.		
Amplitude	2.1 -	3.1	3.7	5.1	3.0	4.0	3.0	3.3	3.4	4.5	3.0	5.2 +		

Mittel: 9.5 Maximum: 18.0 (10.August) Minimum: 0.7 (1.Januar) Amplitude: 17.3



2008-2014	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	0.9	0.4 -	3.5	7.9	11.8	15.0	16.9	17.2 +	14.4	10.8	6.1	2.1
Maximum Jahr	2011	2014	2011	2010	2009	2012	2010	2009	2009	2009	2013	2014
Minimum Jahr	2013	2012	2012	2013	2009	2013	2013	2014	2008	2008	2013	2013

Mittel: 9.5 Maximum: 19.7 (20.08.2009) Minimum: -1.3 (13.02.2012) Amplitude: 21.0 Max.jährliche Schwankung: 20.2 (2012)



Bodentemperatur 60cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

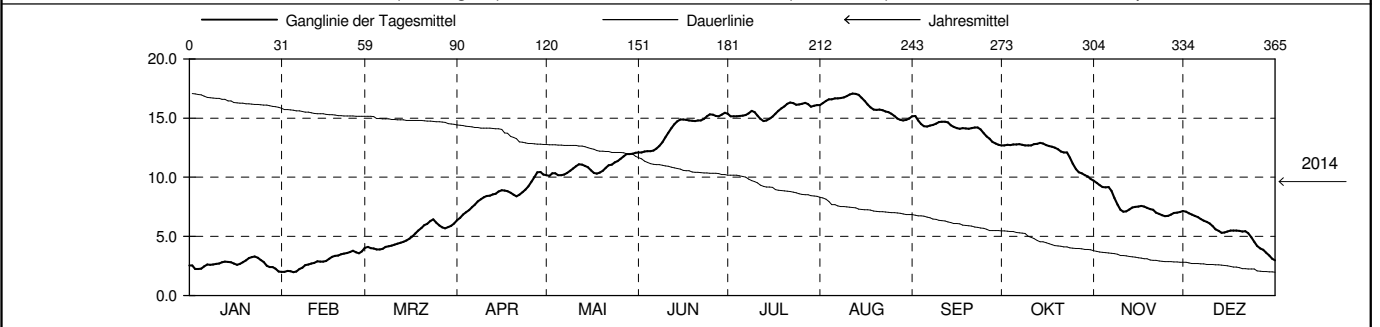
1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

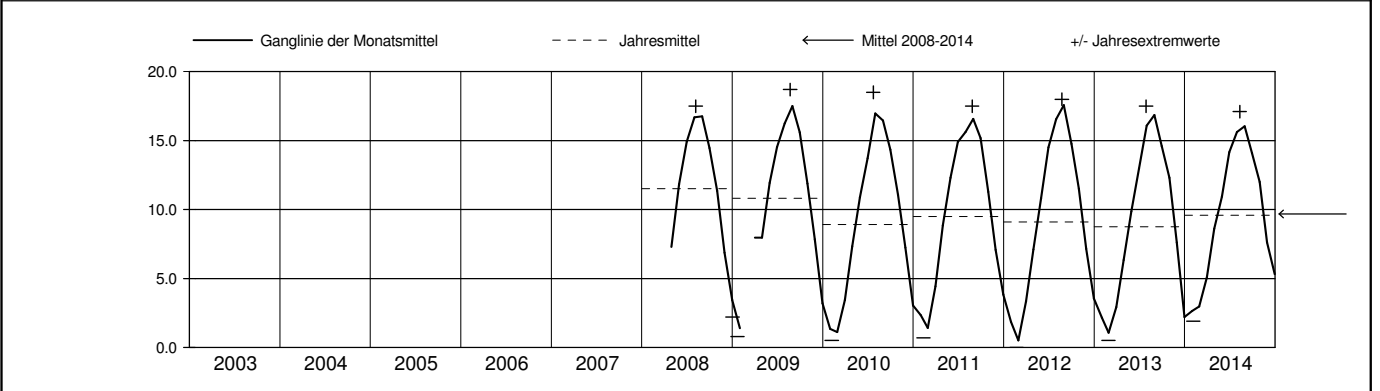
2014		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel °C	1	2.5	2.0 -	4.1	6.6 -	10.1 -	12.1 -	15.2	16.3	15.2 +	12.7	9.5 +	7.1 +	1
	2	2.2	2.1	4.0	6.9	10.3	12.2	15.2	16.5	14.8	12.8	9.3	7.0	2
	3	2.2	2.1	4.0	7.0	10.3	12.2	15.2	16.6	14.5	12.7	9.2	6.8	3
	4	2.3	2.0 -	3.9 -	7.2	10.2	12.2	15.2	16.6	14.3	12.8	9.2	6.7	4
	5	2.5	2.0 -	3.9 -	7.5	10.2	12.3	15.2	16.7	14.3	12.8	9.2	6.6	5
	6	2.6	2.2	3.9 -	7.7	10.2	12.4	15.3	16.7	14.4	12.8	8.8	6.5	6
	7	2.6	2.3	4.1	7.9	10.4	12.6	15.4	16.7	14.4	12.8	8.3	6.3	7
	8	2.6	2.6	4.2	8.1	10.5	13.0	15.6	16.8	14.5	12.7	7.7	6.2	8
	9	2.7	2.6	4.2	8.3	10.7	13.4	15.5	16.9	14.7	12.7	7.3	6.1	9
	10	2.7	2.7	4.3	8.4	10.9	13.7	15.2	17.0	14.7	12.7	7.1	5.9	10
	11	2.8	2.8	4.4	8.5	11.1	14.1	14.9	17.1 +	14.7	12.8	7.1	5.6	11
	12	2.9	2.9	4.5	8.6	11.1	14.5	14.8 -	17.1 +	14.6	12.8	7.3	5.5	12
	13	2.8	2.9	4.5	8.6	11.0	14.7	14.8 -	17.0	14.4	12.9 +	7.4	5.3	13
	14	2.8	2.9	4.7	8.8	10.8	14.9	15.0	16.7	14.3	12.9 +	7.5	5.3	14
	15	2.7	2.9	4.8	8.9	10.6	14.9	15.1	16.5	14.2	12.7	7.5	5.4	15
	16	2.6	3.1	5.0	8.9	10.4	14.9	15.4	16.2	14.1	12.6	7.6	5.5	16
	17	2.7	3.3	5.3	8.8	10.3	14.8	15.6	15.9	14.1	12.6	7.5	5.5	17
	18	2.8	3.3	5.5	8.7	10.4	14.8	15.8	15.7	14.1	12.5	7.4	5.5	18
	19	3.0	3.4	5.7	8.5	10.6	14.7	16.0	15.7	14.1	12.4	7.3	5.5	19
	20	3.2	3.5	5.9	8.4	10.8	14.8	16.2	15.7	14.1	12.2	7.3	5.4	20
	21	3.3 +	3.6	6.1	8.5	11.0	14.8	16.3 +	15.7	14.2	12.1	7.0	5.4	21
	22	3.3 +	3.6	6.3	8.7	11.1	14.9	16.3 +	15.6	14.2	12.1	6.9	5.3	22
	23	3.2	3.7	6.4 +	9.0	11.3	15.2	16.1	15.5	14.0	11.7	6.8	4.9	23
	24	3.0	3.8	6.2	9.2	11.4	15.3	16.2	15.4	13.7	11.2	6.7 -	4.5	24
	25	2.8	3.7	5.9	9.6	11.6	15.3	16.2	15.2	13.5	10.7	6.7 -	4.2	25
	26	2.5	3.6	5.8	10.0	11.8	15.2	16.3 +	15.0	13.3	10.4	6.9	4.0	26
	27	2.4	3.7	5.7	10.4	12.0	15.2	16.2	14.9	13.0	10.3	7.0	3.9	27
	+ Maximum	2.4	4.0 +	5.8	10.5 +	12.0	15.3	16.0	14.8 -	12.8	10.2	7.0	3.6	28
	- Minimum	2.3		5.9	10.2	12.0	15.5 +	16.1	14.9	12.8	10.1	7.1	3.4	29
	30	2.0 -		6.1	10.2	12.1 +	15.4	16.1	15.0	12.7 -	9.9	7.2	3.1	30
	31	2.0 -		6.4 +		12.1 +		16.1	15.2		9.7 -		3.0 -	31
Monatsmittel		2.7 -	3.0	5.1	8.6	10.9	14.2	15.6	16.0 +	14.1	12.0	7.6	5.3	
Maximum Datum (Tag)		3.4 -	4.1	6.5	10.5	12.1	15.5	16.4	17.1 +	15.3	12.9	9.6	7.2	
Minimum Datum (Tag)		22.	28.	23.	27.	21.	29.	21.	11.	1.	12.	1.	1.	
Amplitude		1.4 -	2.2	2.6	4.1	2.0	3.4	1.7	2.3	2.6	3.3	2.9	4.3 +	

Mittel: 9.6 Maximum: 17.1 (11.August) Minimum: 1.9 (4.Februar) Amplitude: 15.2



2008-2014	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	2.0	1.4 -	3.9	7.6	11.2	14.2	16.3	16.8 +	14.7	11.6	7.4	3.5
Maximum Jahr	4.0 -	4.1	6.5	10.5	14.5	17.0	18.5	18.7 +	17.2	14.9	11.2	7.2
Minimum Jahr	0.7	0.0 -	0.1	3.6	8.6	9.4	13.4	14.8 +	12.4	8.1	3.5	1.3

Mittel: 9.7 Maximum: 18.7 (21.08.2009) Minimum: 0.0 (22.02.2012) Amplitude: 18.7 Max.jährliche Schwankung: 18.0 (2010)



Anhang C Bodenfeuchtigkeiten 2014

Bodenfeuchtigkeit 35cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

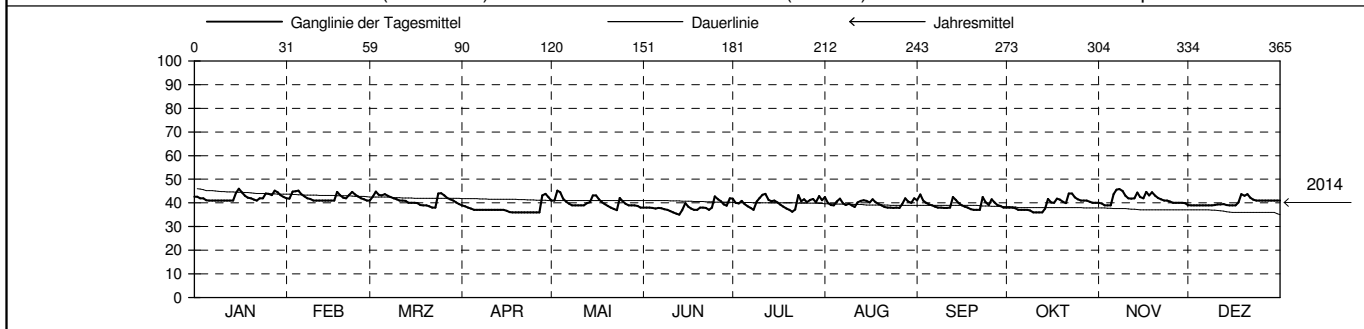
1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

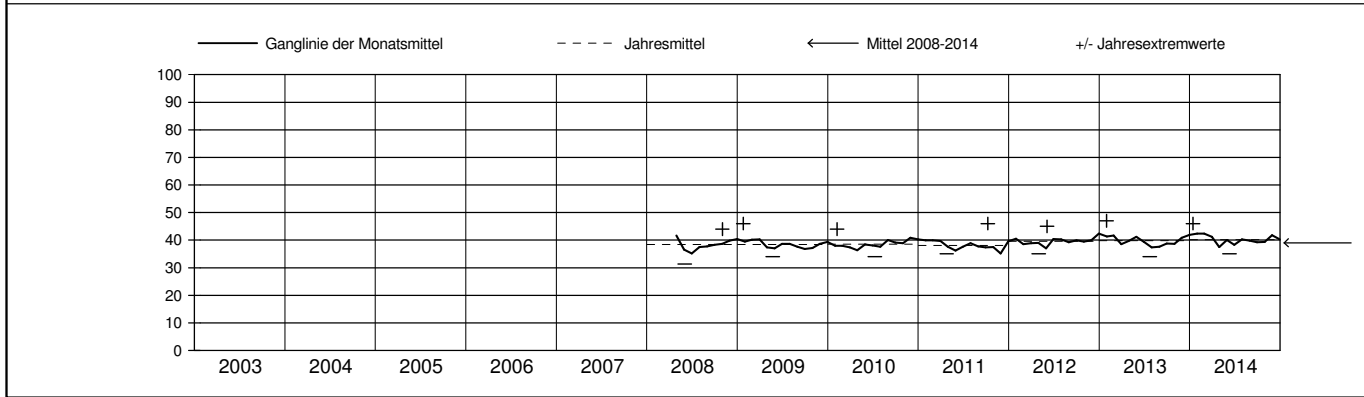
2014		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel	1	43	42	43	39	41	38	40	40	44 +	38	40	39 -	1	
	2	42	45 +	45 +	38	45 +	38	40	39	41	38	39 -	39 -	2	
	3	42	45 +	43	38	44	38	41	39	40	38	39 -	39 -	3	
	4	41 -	45 +	43	37	42	38	40	41	39	37	39 -	39 -	4	
	5	41 -	44	44	37	40	38	39	42 +	39	37	44	39 -	5	
	6	41 -	43	43	37	40	38	38	40	38	37	46 +	39 -	6	
	7	41 -	42	42	37	39	37	37	39	38	37	46 +	39 -	7	
	8	41 -	42	42	37	39	37	41	40	38	37	45	39 -	8	
	9	41 -	41 -	42	37	39	37	42	39	38	36 -	43	39 -	9	
	10	41 -	41 -	41	37	39	36	43	38 -	38	36 -	42	39 -	10	
	11	41 -	41 -	41	37	39	35 -	44 +	40	38	36 -	42	39 -	11	
	%	12	41 -	41 -	41	37	40	35 -	41	41	42	36 -	42	40	12
		13	41 -	41 -	40	37	40	37	41	41	41	38	44	39 -	13
		14	44	41 -	40	37	43	40	41	41	40	42	42	39 -	14
		15	46 +	41 -	40	37	43	38	40	40	39	40	42	39 -	15
		16	44	41 -	40	36 -	42	38	39	42 +	38	40	45	39 -	16
	17	43	45 +	39	36 -	40	37	38	40	38	42	43	40	17	
	18	42	43	39	36 -	40	37	38	40	37 -	41	45	44 +	18	
	19	42	42	39	36 -	39	38	37	39	37 -	40	43	43	19	
	20	41 -	42	39	36 -	38	38	36 -	38 -	37 -	40	42	44 +	20	
	21	41 -	43	38 -	36 -	37 -	38	37	38 -	37 -	44 +	42	42	21	
	22	42	45 +	38 -	36 -	37 -	37	43	38 -	42	44 +	41	41	22	
	23	42	44	44	36 -	42	38	41	38 -	40	42	41	41	23	
	24	44	43	44	36 -	41	43 +	41	38 -	39	42	41	41	24	
	25	44	42	43	36 -	40	42	40	38 -	41	41	40	41	25	
	26	43	42	42	36 -	39	41	41	40	40	41	40	41	26	
	27	45	41 -	42	43	39	39	42	42 +	39	41	40	41	27	
	+ Maximum	28	45	41 -	41	44 +	39	40	41	39	40	40	41	28	
	- Minimum	29	43	40	42	39	42	43	40	38	40	40	41	29	
	30	43	40	40	41	38	42	41	42 +	38	40	39 -	41	30	
	31	42	39	39	38	38	38	42	41	42	40	40	41	31	
Monatsmittel		42 +	42 +	41	37 -	40	38	40	40	39	39	42 +	40		
Maximum		46 +	46 +	46 +	46 +	46 +	46 +	46 +	45 -	45 -	46 +	46 +	45 -		
Datum (Tag)		14.	2.	23.	27.	2.	29.	11.	4.	1.	13.	5.	17.		
Minimum		41 +	41 +	38	36	36	35 -	36	37	37	36	38	39		
Datum (Tag)		3.	1.	20.	15.	22.	10.	20.	23.	9.	8.	4.	1.		
Amplitude		5 -	5 -	8	10	10	11 +	10	8	8	10	8	6		

Mittel: 40 Maximum: 46 (14.Januar) Minimum: 35 (10.Juni) Amplitude: 11



2008-2014	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	40	40	39	38 -	38 -	38 -	39	39	38 -	39	40	41 +
Maximum	47 +	46	46	46	46	46	46	45 -	45 -	46	46	46
Jahr	2013	2013	2014	2013	2013	2013	2014	2012	2011	2011	2013	2013
Minimum	37 +	36	36	35	32	31 -	34	35	35	35	35	35
Jahr	2009	2012	2010	2009	2008	2008	2010	2008	2009	2009	2011	2011

Mittel: 39 Maximum: 47 (30.01.2013) Minimum: 31 (02.06.2008) Amplitude: 16 Max.jährliche Schwankung: 13 (2013)



Bodenfeuchtigkeit 60cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

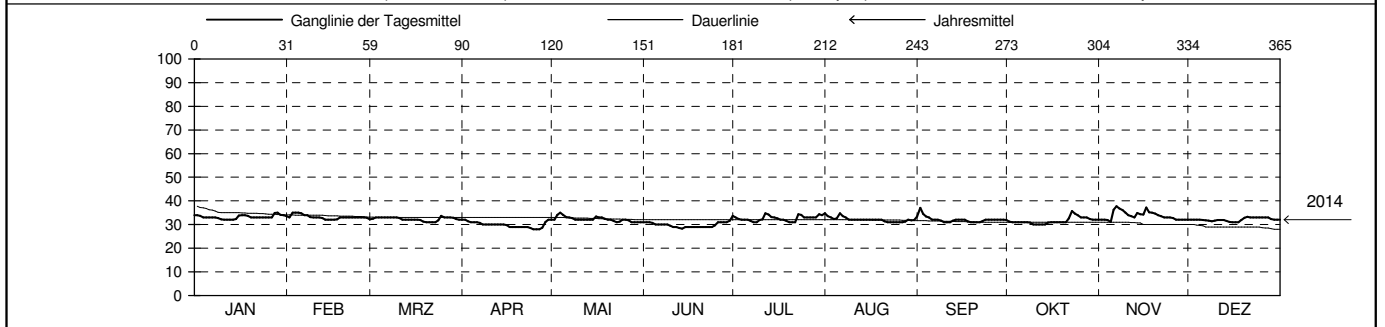
1206-9999

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

2014		JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel	1	34	33	33	32 +	32	31	33	34	37 +	31	32	32	1	
	2	34	35 +	33	31	34	31	32	33	34	31	32	32	2	
	3	33	35 +	33	31	35 +	31	32	32	33	31	32	32	3	
	4	33	35 +	33	31	34	30	32	33	33	31	31 -	32	4	
	5	33	35 +	33	31	33	30	32	35 +	32	31	36	32	5	
	6	33	34	33	31	33	30	32	33	32	31	38 +	32	6	
	7	33	34	33	30	33	30	31 -	33	32	31	37	32	7	
	8	33	33	33	30	32	30	31 -	32	32	31	36	31 -	8	
	9	32 -	33	33	30	32	29	32	32	31 -	30 -	35	32	9	
	10	32 -	33	33	30	32	29	32	32	31 -	30 -	34	32	10	
	11	32 -	33	32	30	32	29	35 +	32	31 -	30 -	34	32	11	
	%	12	32 -	33	32	30	32	29	34	32	30 -	33	32	12	
		13	32 -	32 -	32	30	32	28 -	33	32	30 -	35	31 -	13	
		14	32 -	32 -	32	30	32	29	33	32	32	31	34	31 -	14
		15	34	32 -	32	30	33	29	33	32	32	31	34	31 -	15
		16	34	32 -	32	29	33	29	32	32	32	31	37	31 -	16
	17	34	32 -	32	29	33	29	32	32	31 -	31	35	31 -	17	
	18	34	33	31 -	29	32	29	32	32	31 -	31	35	32	18	
	19	33	33	31 -	29	32	29	31 -	32	31 -	31	35	33 +	19	
	20	33	33	31 -	29	32	29	31 -	31 -	31 -	31	34	33 +	20	
	21	33	33	31 -	29	32	29	31 -	31 -	31 -	33	34	33 +	21	
	22	33	33	31 -	29	31 -	29	34	31 -	32	36 +	33	33 +	22	
	23	33	33	32	29	31 -	29	34	31 -	32	35	33	33 +	23	
	24	33	33	34 +	28 -	32	30	33	31 -	32	34	33	33 +	24	
	25	33	33	33	28 -	32	31	33	31 -	32	33	33	33 +	25	
	26	33	33	33	28 -	32	31	33	31 -	32	33	32	33 +	26	
	27	35 +	33	33	29	31 -	31	33	31 -	32	33	32	33 +	27	
	+ Maximum	28	35 +	32 -	33	31	31	33	32	32	32	32	32	28	
	- Minimum	29	34	32	32 +	31 -	32	34	32	32	32	32	32	29	
	30	34	32	32 +	31 -	34 +	34	32	32	32	32	32	32	30	
	31	34	32	31 -	29	31 -	29	35 +	33	32	32	32	32	31	
Monatsmittel		33	33	32	30 -	32	30 -	33	32	32	32	34 +	32		
Maximum		37	37	34	32 -	35	34	36	39	39	37	40 +	34		
Datum (Tag)		27.	2.	1.	1.	2.	29.	11.	31.	1.	22.	5.	20.		
Minimum		32 +	32 +	31	28 -	31	28 -	30	31	31	30	31	31		
Datum (Tag)		8.	12.	17.	23.	21.	12.	20.	20.	7.	8.	3.	2.		
Amplitude		5	5	3 -	4	4	6	6	8	8	7	9 +	3 -		

Mittel: 32 Maximum: 40 (5.November) Minimum: 28 (23.April) Amplitude: 12



2008-2014	JAN	FEB	MRZ	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	33 +	32	32	30 -	30 -	30 -	31	31	31	31	32	33 +
Maximum	40	37	34 -	39	40	41	37	39	39	42	43 +	40
Jahr	2012	2013	2009	2013	2013	2013	2010	2010	2012	2011	2008	2011
Minimum	30	31 +	30	27	24 -	24 -	26	28	28	28	29	29
Jahr	2009	2009	2010	2009	2008	2008	2008	2008	2009	2009	2011	2011

Mittel: 31 Maximum: 43 (01.11.2008) Minimum: 24 (01.06.2008) Amplitude: 19 Max.jährliche Schwankung: 19 (2008)

