



Bodenmessstation Erstfeld (Pfaffenmatt)

Jahresbericht 2022



www.bodenfeuchte-ostschweiz.ch

Altdorf, 25.04.2023

IMPRESSUM

Auftraggeber

Amt für Umwelt
Kanton Uri
Klausenstrasse 4
6460 Altdorf
Tel. 041 875 24 30

Projektleitung

Harry Ilg
Abteilung Umwelt
Amt für Umwelt

Projektbearbeitung und Bericht

Hansjörg Geisser
Melanie Fedier-Enz
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

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	4
TABELLENVERZEICHNIS	4
ZUSAMMENFASSUNG	1
1 TECHNISCHE BESCHREIBUNG DER BODENMESSSTATION	2
1.1 Messungen	2
1.2 Zweck der Messungen.....	2
1.3 Beschreibung Messstation	2
1.3.1 Allgemein	2
1.3.2 Saugspannung und Bodentemperatur Tensiometer T8	2
1.3.3 Wassergehalt / Bodenfeuchtigkeit TRIME-EZ	2
1.3.4 Niederschlagsmessung.....	2
1.3.5 Lufttemperatur.....	3
1.3.6 Stationsmanager NetDL500.....	3
1.3.7 Stromversorgung	3
1.4 Bemerkungen zum Unterhalt und Betrieb.....	3
2 KURZBESCHRIEB DER BODENVERHÄLTNISSE	4
2.1 Standortwahl und Bodenart.....	4
2.2 Bodenprofil.....	5
2.3 Bodenart und Bodentyp	6
2.4 Bodeneigenschaften.....	6
3 KURZBEURTEILUNG DER MESSDATEN 2008 BIS 2022	7
3.1 Messung Saugspannung in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe	7
3.2 Messdaten Betriebsjahr 2022	7
3.3 Allgemeine Beobachtungen beim Verhalten der Saugspannung in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe in Reaktion auf Niederschlagsereignisse.....	9
3.4 Bodenfeuchtigkeit in 35 cm und 60 cm Tiefe.....	10
3.5 Bodenarbeiten in Abhängigkeit der Saugspannung (2008 - 2022).....	11
3.5.1 Bodenbefahr- und Bearbeitbarkeit 2022 im langjährigen Vergleich	11

3.6 Bodentemperatur in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe.....	15
--	----

4 VERGLEICH DER MESSSTATIONEN ERSTFELD UND STANS.....	17
---	----

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1	Jahresverlauf 2022 der Saugspannung in 35 cm Tiefe (im Zusammenhang mit Lufttemperatur und Niederschlagsmenge)	8
Abbildung 2	Jahresverlauf 2022 der Saugspannung in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe (im Zusammenhang mit der Niederschlagsmenge)	9
Abbildung 3	Gleichzeitige Reaktionen der Bodenfeuchtigkeiten und Saugspannungen auf Regenereignisse	10
Abbildung 4	Saugspannungen 2010-2022 nach Beurteilungsklassen gegliedert	12
Abbildung 5	Anzahl Tage mit Saugspannung > 6 cbar	13
Abbildung 6	Anzahl Tage mit Saugspannung > 10 cbar	13
Abbildung 7	Anzahl Tage mit Saugspannung > 20 cbar	14
Abbildung 8	Tagestemperaturen 2022 im Jahresverlauf (Lufttemperaturen und Bodentemperaturen in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe)	15
Abbildung 9	Luft- und Bodentemperaturen in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe von März bis Mitte Mai 2022	16
Abbildung 10	Saugspannungen in 35 cm Tiefe im Jahr 2023 bei den Stationen Erstfeld (Pfaffenmatt) und Stans (Stanser Boden) nach Beurteilungsklassen gegliedert	18

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1	Beurteilung der Saugspannungswerte bei leichten und mittelschweren Böden (Tongehalt < 30 Gew.-%) in 35 cm Tiefe. Böden mit Tongehalten über 30 Gew.-% sind besonders empfindlich. Sie dürfen erst ab 15 cbar bearbeitet und ab 20 cbar befahren werden.	11
-----------	---	----

ANHANGVERZEICHNIS

Anhang A	Saugspannungen 2022
Anhang B	Bodentemperaturen 2022
Anhang C	Lufttemperaturen 2022

ZUSAMMENFASSUNG

Seit 2008 wird im Kanton Uri eine Bodenmessstation betrieben. Diese misst die Saugspannung, den Wassergehalt des Bodens, die Bodentemperatur, die Niederschlagsmenge und die Lufttemperatur. Dank diesen Daten kann hergeleitet werden, ob die Bearbeitung und Beanspruchung des Bodens in der Bau- und Landwirtschaft bei den aktuellen Verhältnissen zulässig ist.

Der Standort der Bodenmessstation 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 zum langjährigen Mittel (2010-2022) waren sowohl das Winter- als auch das Sommerhalbjahr 2022 trockener. Insgesamt konnte der Boden an 218 Tagen befahren werden und damit deutlich häufiger (+ 30 Tage) als im Vorjahr 2021. Der Wert liegt damit auch deutlich über dem Durchschnitt von 195 Tagen. An 38 Tagen war es zu nass, um Bodenarbeiten auszuführen (langjähriges Mittel: 51 Tage). Während mindestens 19 Tagen pro Monat konnten über das gesamte Jahr Bodenarbeiten ausgeführt werden. Mit sehr schweren Maschinen konnte der Boden 2022 an 12 Tagen befahren werden (langjähriges Mittel: 20 Tage).

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

Damit der Boden langfristig fruchtbar bleibt und seine natürlichen Funktionen uneingeschränkt wahrnehmen kann, müssen Bodenverdichtungen vermieden werden. Dem Messparameter Saugspannung kommt dabei eine zentrale Bedeutung zu. Mit der Saugspannung kann die aktuelle Verdichtungsgefährdung des Bodens beurteilt werden. Sie erlaubt die direkte Herleitung des zulässigen Maschineneinsatzes für bodenschonende Erdarbeiten.

Das Ziel der Messungen liegt auch in der Sensibilisierung, Schulung und Information des Personals in der Bau- und der Landwirtschaft. Zusammen mit Fahrzeug-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.bodenfeuchte-ostschweiz.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 Tensiometer T8 Druckaufnehmern 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, der sämtliche Daten im 10-Minutentakt speichert. Speziell gefertigte Keramikerzen garantieren eine homogene Porosität. Gegenüber herkömmlichen Keramiken weisen 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.

Die beiden Sensoren wurden im Juni 2022 mit Ersatzmaterial ausgetauscht.

1.3.4 Niederschlagsmessung

Die Niederschläge werden mittels Niederschlagsmesser Thies erhoben. Dieser ist mit einer Heizung ausgerüstet und erfasst den Niederschlag in flüssiger Form als Regen wie auch in fester Form als Schnee und Hagel. Die Messung erfolgt über das Prinzip der Kippwaage. Hierbei wird jeweils bei 0.1 mm Niederschlag ein Impuls ausgelöst und auf dem Datenlogger registriert.

1.3.5 Lufttemperatur

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

1.3.6 Stationsmanager NetDL500

Der Datenlogger wurde speziell für die Hydrometrie, Meteorologie und Umwelttechnik konzipiert. Seine wesentlichen Funktionen sind das Erfassen, Speichern, Verarbeiten und Übertragen von Umweltdaten. Auch die Steuerung von externen Geräten ist möglich.

Der Datenlogger verfügt über eine Speicherkapazität von 30 MB. Dies ermöglicht eine Speicherung von ca. 1'000'000 Messwerten. Ein GPRS-Modem (3G) versendet stündlich die Messdaten an den FTP-Server der Monitron AG.

1.3.7 Stromversorgung

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 Messstation ist inklusive Testphase seit 2007 in Betrieb. Während dieser Zeit wurden laufend Unterhaltsarbeiten und Updates der Firmware durch die Monitron AG ausgeführt.

Im Gegensatz zu herkömmlichen Tensiometern werden die eingesetzten Sensoren über die gesamten Wintermonate betrieben. In den vergangenen Winterperioden konnten die Saugspannungsdaten ohne Probleme und Unterbruch erhoben werden.

Der Auftraggeber Amt für Umwelt des Kantons Uri ist seit dem Kauf im Jahr 2010 Eigentümer der Anlage. Die SIM-Karte mit dem Databasic Dienst ist im Besitz der Monitron AG. Das unterzeichnende Büro ist mit einem Jahresauftrag für den Betrieb und Unterhalt zuständig. Die Messdaten werden auf den FTP-Server der Monitron AG übermittelt und über diesen für die Publikation an die Internetseite www.bodenfeuchte-ostschweiz.ch weitergeleitet. Der Datenupload und periodische Kontrollen sind 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, die repräsentativ für die Böden in der Urner Reussebene ist und mit der die Befahr- und Bearbeitbarkeit der Böden in der Urner Reussebene gut abgeschätzt werden kann.

Bei den Böden der Urner Reussebene handelt es sich vorwiegend um Schwemmlandböden (66 %) und Böden, die sich auf Bachschuttfächern bildeten (33 %). Die Schwemmlandböden der Reussebene lassen sich in folgende Typen unterteilen: Frische Böden (66 %, normal durchlässig), feuchte Böden (33 %, grundwasserbeeinflusst) und nasse Böden (sehr geringer Anteil, direkt durch das Grundwasser geprägt).

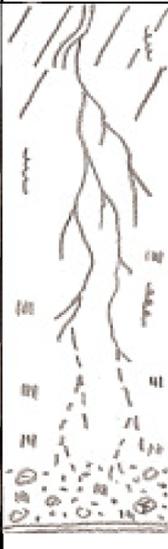
Schwemmlandböden entstanden aus feinkörnigen Überschwemmungssedimenten, die über dem Reussschotter abgelagert wurden. Sie weisen keinen Skelettgehalt auf (kein Kies, keine Steine) und die Feinerde besteht vorwiegend aus Sand und Schluff. Der Tongehalt liegt zwischen 5 und 20 %. Mit einer pflanzennutzbaren 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, die sich auf Bachschuttfächern befinden oder bei denen der Reussschotter 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): Futterbau; Ackerbau eher ungünstig
Vegetation/Nutzung	WI Wiese (Italienisch-Raigraswiese) / Futterbau
Nutzungseignungsklasse	5 Futterbau bevorzugt, Ackerbau stark eingeschränkt

Horizont	Tiefe: Bezeichnung	cm	Profilskizze	Gefügeform	organ. Subst. %	Ton %	Schluff %	Sand %	Skelett Kies Vol.-%	Steine Vol.-%	Kalk (CaCO ₃)	pH (CaCl ₂)	
Ah	10	10		Kr2	4.7	12.7	51.8	35.5	-	-	0	6.1	
AB	20	20		Sp3	2.1	10.0	54.9	35.1	-	-	0	5.9	
Bw	30	40		Po4	-	7.0	50.1	42.9	-	-	0	5.6	
CB(g)	50	60		Po2-Ek	-	3.4	29.3	67.3	-	-	0	5.7	
(C)Bg	67	80		Po4	-	4.8	39.7	55.6	-	-	0	5.7	
BCg	82	100		Po2-Ek	-	3.2	19.4	77.3	-	-	0	6.1	
(B)Cg(g)	105	120		Po2-Ek	-	3.7	25.8	70.5	-	-	0	6.6	
Cg(g)	118	140		Ek	-	0	0	100	34	8	5	7½	
	150	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

<https://www.bodenfeuchte-ostschweiz.ch/sites/bfo/files/standort/bodenprofilblatt/Bodenprofil.pdf>, 20.03.2022

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 Reusssschotter 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 klassiert.

Die Fläche, auf der sich die Bodenmessstation befindet, ist mit Italienischem Raygras bewachsen 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 2022

Da Böden sehr heterogene Kleinstrukturen aufweisen, können die Auswertungen in diesem Bericht nicht für alle im Gebiet vorkommenden Böden angewendet werden. Die nachfolgenden Resultate der Bodenmessstation Erstfeld (Pfaffenmatt) gelten als repräsentativ für frische Schwemmlandböden (Beschreibung siehe Kapitel 2) und geben generelle Anhaltspunkte für andere Bodentypen.

Die Beurteilung der Messdaten erfolgt anhand der Tagesmittelwerte der jeweiligen Parameter. Die Auswertung der Daten erfolgt seit Messbeginn 2008 bis Ende 2022.

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, die Verdichtungsempfindlichkeit des Bodens steigt an.

Die Saugspannung wird in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe gemessen. Ausschlaggebend für die Beurteilung, ob der Boden befahr- und verschiebbar ist, gilt standardmässig 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, 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 Messungen 2022 zusammenfassend beurteilt. Anhand der Betriebsjahre 2010 bis 2022 wird das Abtrochnungsverhalten des Bodens beschrieben und aufgezeigt, wie sich Niederschlagsereignisse in verschiedenen Bodentiefen auf die Saugspannung auswirken. Die Charakteristika werden teilweise mit Beispielen aus den Datenreihen illustriert.

3.2 Messdaten Betriebsjahr 2022

Im Vergleich zum langjährigen Mittel (2010-2022) waren sowohl das Winter- als auch das Sommerhalbjahr trockener. Insgesamt lag die jährliche Niederschlagssumme bei der Bodenmessstation 2022 um knapp 300 mm tiefer als im Vorjahr und mit 896 mm auch deutlich unter dem langjährigen Mittel von 1'315 mm. Im Vergleich zum Jahresniederschlag vom Vorjahr 2021 (1'250mm) registrierte auch die Meteostation Altdorf (Meteo Schweiz) eine deutlich tiefere Niederschlagssumme mit 1'001mm.

Mit Ausnahme von Februar, Juli und Dezember lagen im Jahresverlauf 2022 in 35 cm Tiefe grundsätzlich ähnliche Saugspannungswerte vor (siehe Abbildung 1). Von März bis Juni sowie im August und vom Oktober bis November konnten an maximal zwei Tagen pro Monat keine Bodenarbeiten ausgeführt werden, die Saugspannung lag unter 6 cbar. Im März und Mai konnte der Boden an sämtlichen Tagen bearbeitet (>6 cbar) werden. Das Jahresmaximum von 31.4 cbar (Tagesmittelwert in 35 cm Tiefe) wurde Mitte Juli erreicht, das im Vergleich zum Maximum im Vorjahr mit 26.0 cbar deutlich höher und auch über dem langjährigen Mittel von 27.9 cbar liegt. Unterbrochen von regelmässigen Niederschlägen schwankten die Saugspannungswerte von April bis August grösstenteils zwischen 10 und 20 cbar. Die feuchtesten Monate hinsichtlich Saugspannung in 35 cm Tiefe waren Februar und Dezember, dennoch konnten an mindestens neun Tagen Bodenarbeiten ausgeführt werden. In allen Monaten wurden in 35 cm Tiefe Saugspannungswerte über 10 cbar registriert. Die Ausführung von Bodenarbeiten und das Befahren des Bodens waren somit unter Einsatz der entsprechenden Maschinen und Vorsichtsmassnahmen das ganze Jahr über möglich.

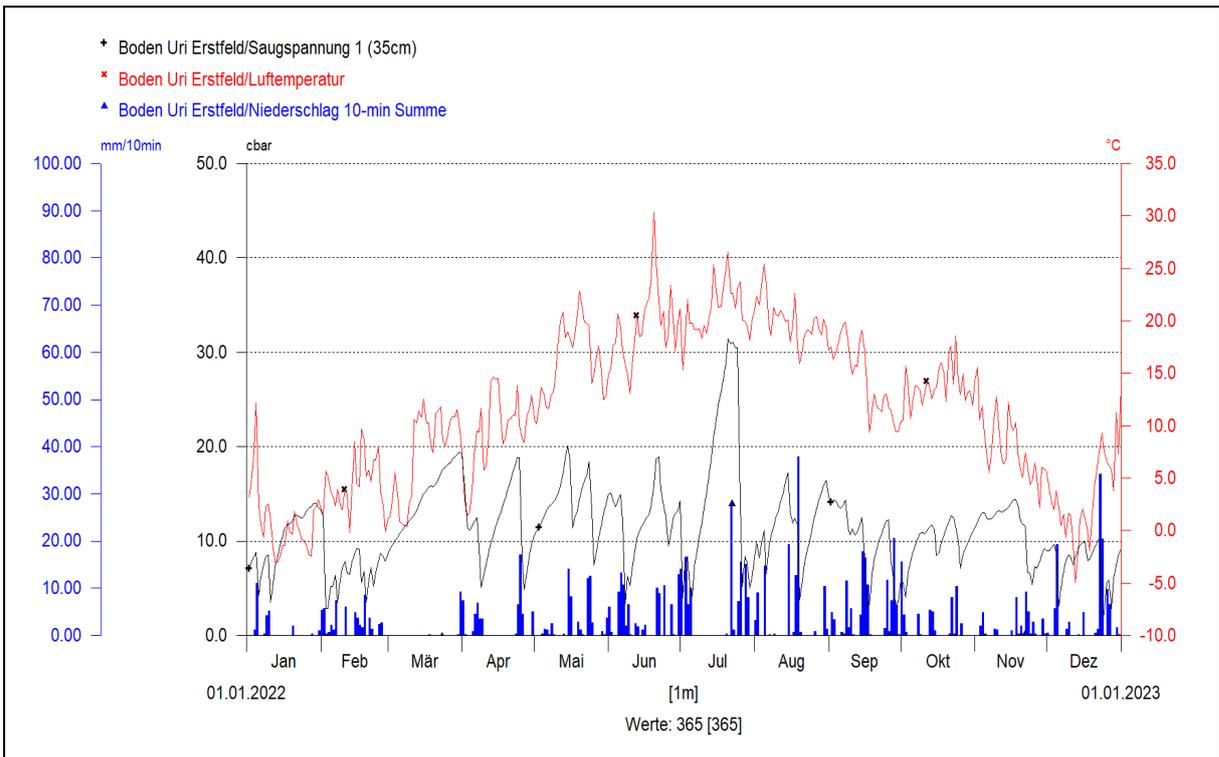


Abbildung 1 Jahresverlauf 2022 der Saugspannung in 35 cm Tiefe (im Zusammenhang mit Lufttemperatur und Niederschlagsmenge)

Wie in den Vorjahren wirkten sich die Witterungsverhältnisse auf die Saugspannung in einer Tiefe von 20 cm wesentlich stärker aus als in grösserer Distanz zur Oberfläche. Sie verlief im Jahresverlauf 2022 ähnlich wie in 35 cm Tiefe, reagierte jedoch schneller und stärker auf Regenereignisse als auch auf trockene Witterung (Abbildung 2). Der Jahresmittelwert der Saugspannung in 20 cm lag mit 10.7 cbar wie im Vorjahr um 0.7 cbar tiefer als in 35 cm Tiefe (11.4 cbar).

Die Saugspannung in 60 cm Tiefe zeichnete sich wie bis anhin mit schwächeren Schwankungen im Vergleich zu den höheren Bodenschichten aus. Im Gesamtjahresverlauf 2022 betrachtet, lag sie meist zwischen 5 und 14 cbar. Der Jahresmittelwert der Saugspannung in 60 cm lag mit 7.9 cbar um 3.5 cbar tiefer als in 35 cm Tiefe.

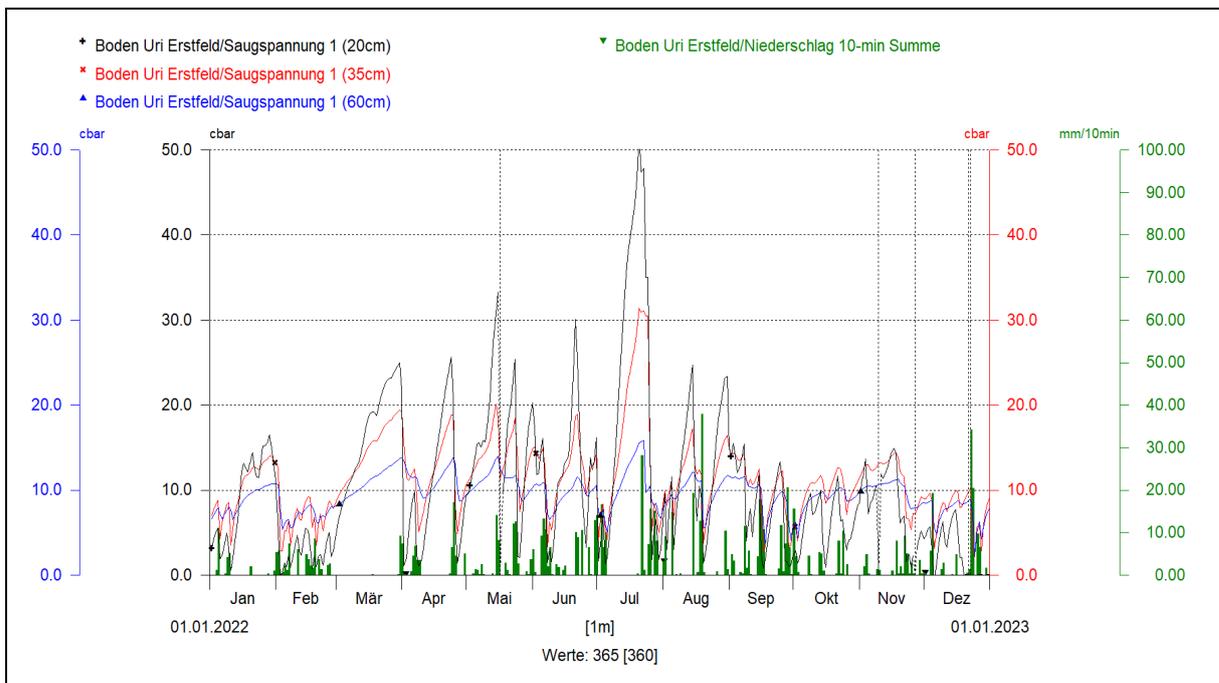


Abbildung 2 Jahresverlauf 2022 der Saugspannung in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe (im Zusammenhang mit der Niederschlagsmenge)

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

Aus den Daten der vergangenen Jahre (2008 bis 2021) konnten allgemeine Beobachtungen beim Verhalten der Saugspannung gemacht werden. Sie wurden ausführlich mit Messdaten und Graphiken dokumentiert. Diese Beobachtungen gelten auch für die Messwerte 2022.

- Die Reaktion der Saugspannung auf ein Niederschlagsereignis ist markanter, je näher der Sensor an der Bodenoberfläche liegt.
- Die Verzögerung der Reaktion der Saugspannung auf ein Niederschlagsereignis ist grösser in den tieferen Bodenschichten.
- Nach Abschluss eines Niederschlagsereignisses steigen die Saugspannungsmesswerte in den höher gelegenen Bodenschichten rascher und markanter an.
- Je stärker das Niederschlagsereignis ist, desto schneller und markanter ist die Reaktion der Saugspannung im Boden.
- Bei einem weniger intensiven, aber langanhaltenden Niederschlagsereignis verzögert sich die Reaktion der Saugspannung.

3.4 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.

Das folgende Beispiel veranschaulicht die gegengleiche Reaktion von Saugspannung und Bodenfeuchte bei einem Regenereignis. 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 Tiefe, 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). 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.

Am späteren Nachmittag vom 14. September 2022 fielen kurzzeitig Niederschläge, die in der Nacht vom 14./15. September zunahmen (Abbildung 3). Kurz davor lag die Saugspannung in 35 cm Tiefe bei 12.7 cbar, in 60 cm Tiefe bei 10.8 cbar. Der Wassergehalt in 35 cm Tiefe erreichte einen Wert von ca. 37%, derjenige in 60 cm Tiefe ca. 32%. Die Saugspannung in 35 cm Tiefe reagierte mit einer Verzögerung von neun Stunden und erst nach dem Einsetzen der stärkeren Niederschläge in der Nacht. Die Bodenfeuchtigkeit in 35 cm Tiefe nahm gleichzeitig mit dem Abfall der Saugspannung geringfügig zu. Die Bodenfeuchtigkeit und Saugspannung in 60 cm Tiefe reagierten wiederum drei Stunden später und erst am frühen Morgen vom 15. September. Die Saugspannung sank, während die Bodenfeuchtigkeit gleichzeitig stieg. Die Niederschläge dauerten bis am 17. September an. Kurz nach Niederschlagsende am Vormittag vom 17. September lagen die Saugspannungen in 35 cm Tiefe bei 3.0 bzw. in 60 cm Tiefe bei 5.0 cbar, die Bodenfeuchtigkeit in 35 cm Tiefe bei ca. 40% resp. in 60 cm Tiefe bei ca. 36%. Am 25. September 2022 am Mittag setzten erneut starke Niederschläge ein und liessen bis am 29. September am Mittag nach. Die Bodenfeuchtigkeit in 35 cm und in 60 cm Tiefe stieg vom 25. bis am 29. September um je 4%, die Saugspannung sank um 9 (35 cm Tiefe) bzw. 5 cbar (60 cm Tiefe). Bei weiteren Regenereignissen reagierten die Saugspannung und die Bodenfeuchtigkeit analog.

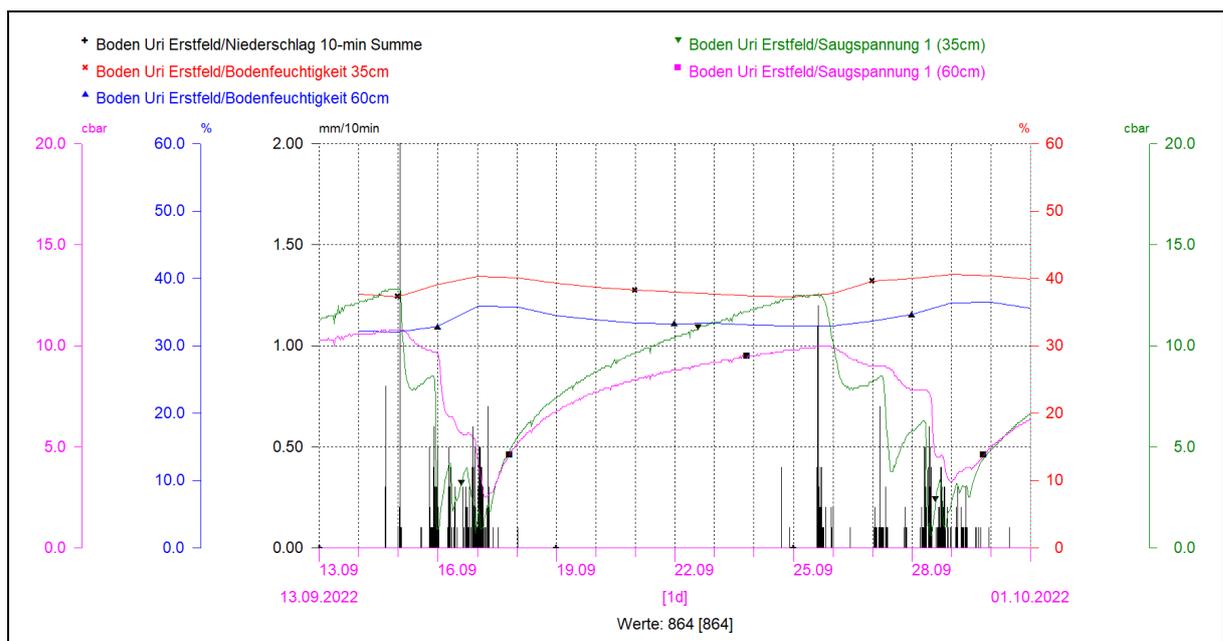


Abbildung 3 Gleichzeitige Reaktionen der Bodenfeuchtigkeiten und Saugspannungen auf Regenereignisse

3.5 Bodenarbeiten in Abhängigkeit der Saugspannung (2008 - 2022)

Für Bodenarbeiten auf Baustellen 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 beispielsweise sind viel empfindlicher als Sandböden. Zusätzlich hängt die Bodenempfindlichkeit vom momentanen Bodenzustand resp. der Saugspannung ab.

Die Saugspannungen werden in vier verschiedene Beurteilungsklassen (nass, sehr feucht, feucht, trocken) eingeteilt, um die Tage für zulässige Bodenarbeiten zu evaluieren und über die gemessenen Jahre zu vergleichen.

Die Beurteilungsklassen und ihre Konsequenzen auf den Baustellen bzw. in der Landwirtschaft sind in untenstehender Tabelle aufgelistet.

Saugspannung	Beurteilung	Erdarbeiten / Befahren
> 20 cbar	trocken	Befahren frei für alle Fahrzeuge unter Einhaltung der Nomogramm-Werte
10 – 20 cbar	feucht	Befahren frei für Raupenfahrzeuge und Traktor-Doppelrädern unter Einhaltung der Nomogramm-Werte
6 – 10 cbar	sehr feucht	kein Befahren, Bodenbewegungen ohne Befahren des Bodens möglich
< 6 cbar	nass	kein Befahren und keine Bodenarbeiten

Tabelle 1 Beurteilung der Saugspannungswerte bei leichten und mittelschweren Böden (Tongehalt < 30 Gew.-%) in 35 cm Tiefe. Böden mit Tongehalten über 30 Gew.-% sind besonders empfindlich. Sie dürfen erst ab 15 cbar bearbeitet und ab 20 cbar befahren werden.

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

3.5.1 Bodenbefahr- und Bearbeitbarkeit 2022 im langjährigen Vergleich

Die Aussagen beziehen sich auf den Standort Pfaffenmatt in Erstfeld, können aber auch für andere Standorte im Kanton Uri mit ähnlichen Klima- und Bodeneigenschaften verwendet werden.

In untenstehender Abbildung ist die Verteilung der Saugspannung nach Beurteilungsklassen in den Jahren 2010 bis 2022 illustriert. Die Daten von 2008 und 2009 werden aufgrund unvollständiger Datensätze in den Grafiken nicht berücksichtigt.

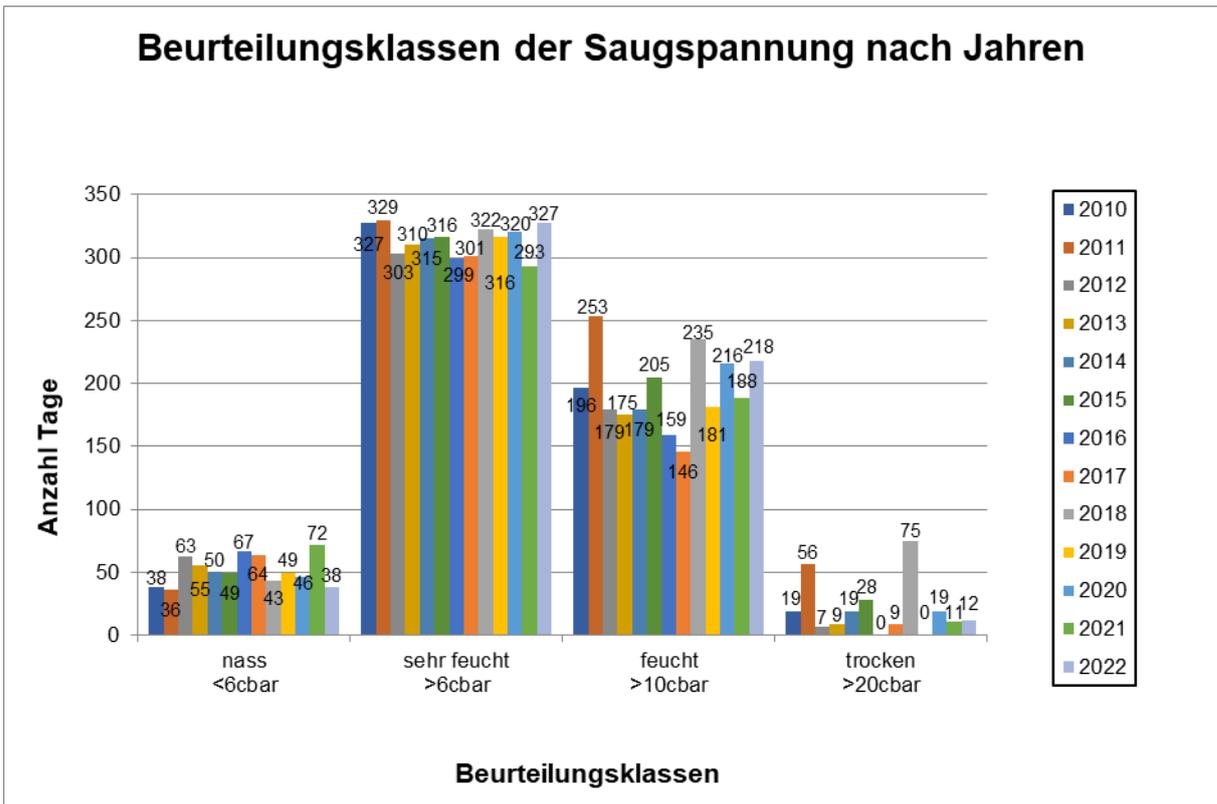


Abbildung 4 Saugspannungen 2010-2022 nach Beurteilungsklassen gegliedert

Im Vergleich zum langjährigen Mittel (2010-2022) waren das Winter- und das Sommerhalbjahr 2022 trockener. Die Bodenbearbeitbarkeit (≥ 6 cbar) lag knapp unter dem höchsten Wert von 2011 (329 Tage), an 327 Tagen konnten Bodenarbeiten ausgeführt werden. Der Wert liegt damit deutlich über dem langjährigen Mittel von 313 Tagen und an wenigstens 19 Tagen pro Monat waren über das gesamte Jahr Bodenarbeiten möglich. Mit 218 bodenbefahrbaren Tagen (≥ 10 cbar) liegt dieser Wert ebenfalls deutlich über dem Durchschnitt von 2010-2022 ($\bar{} 194$ Tage). Werte über 20 cbar wurden an 12 Tagen erreicht, 11 davon im Juli. Das Winterhalbjahr (Januar – März, Oktober – Dezember) war feuchter als das Sommerhalbjahr (April – September). An 22 Tagen war es in der kalten Jahreshälfte zu nass, um Bodenarbeiten auszuführen (total 2021: 40 Tage). Im Winterhalbjahr lag die Anzahl Tage pro Monat mit Saugspannungswerten ≥ 10 cbar knapp höher als im langjährigen Vergleich. Die Werte im Sommerhalbjahr lagen ebenfalls über dem langjährigen Mittel. Ausser im Februar, April und September war es gegenüber dem Vorjahr stets trockener.

In den Abbildungen 5 bis 7 sind die Anzahl Tage mit Saugspannungswerten der verschiedenen Beurteilungsklassen über den ganzen Jahresverlauf dargestellt (2010 – 2022).

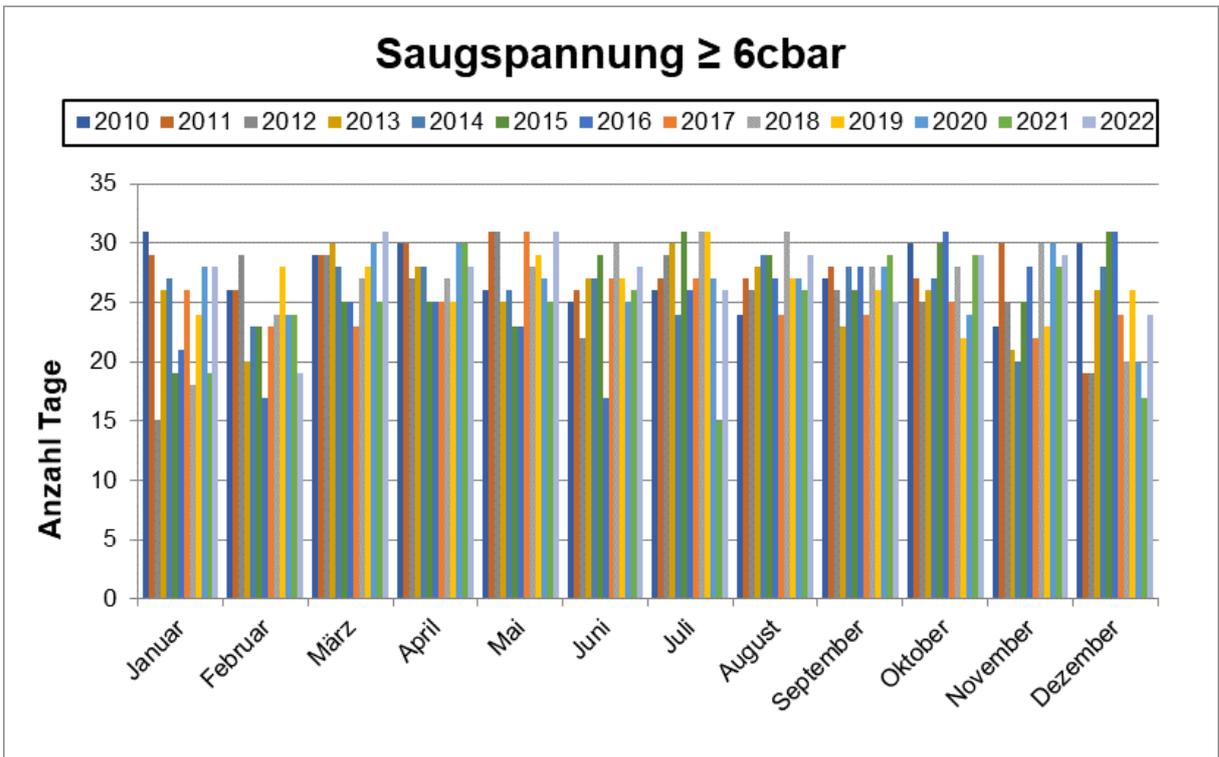


Abbildung 5 Anzahl Tage mit Saugspannung ≥ 6 cbar

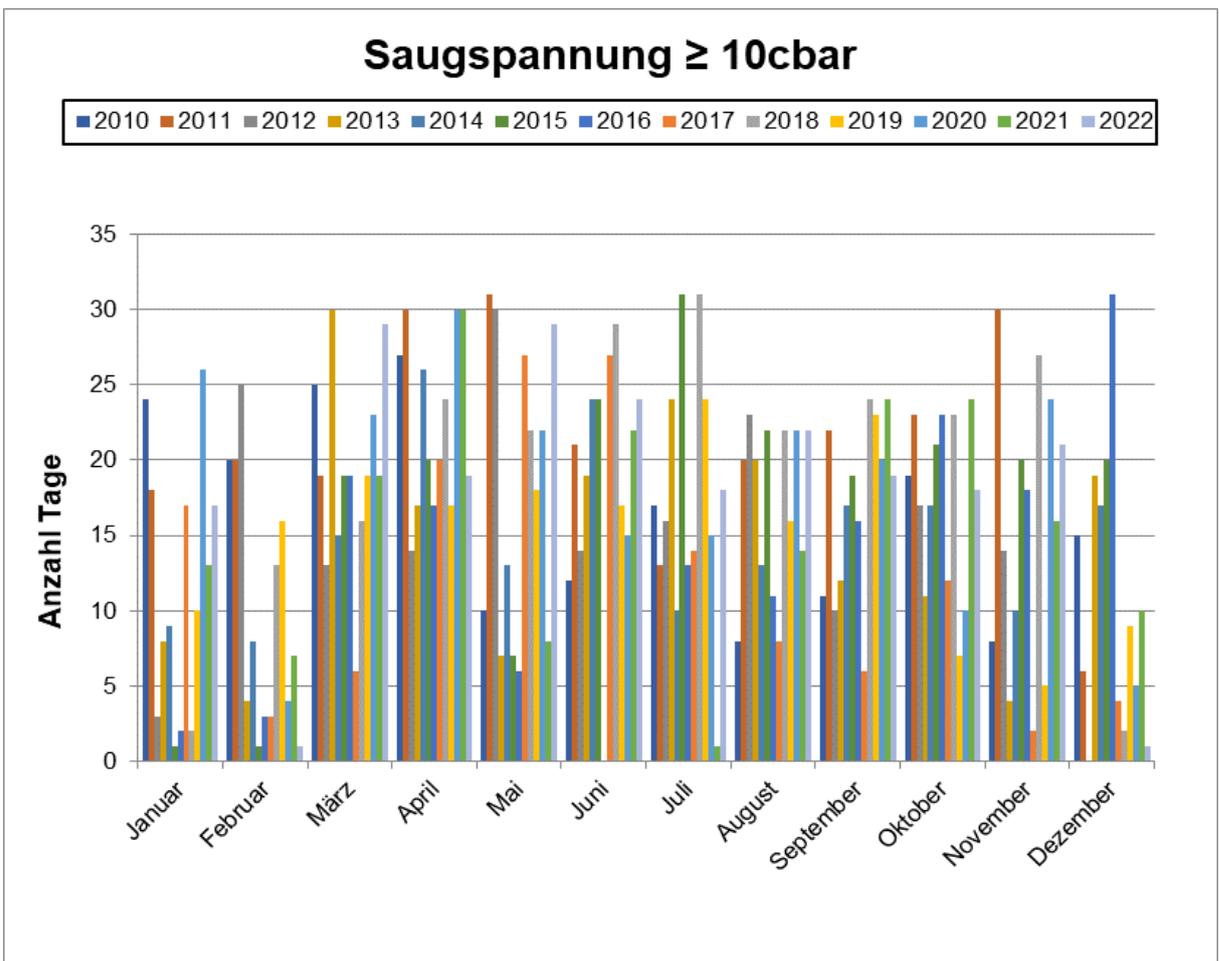


Abbildung 6 Anzahl Tage mit Saugspannung ≥ 10 cbar

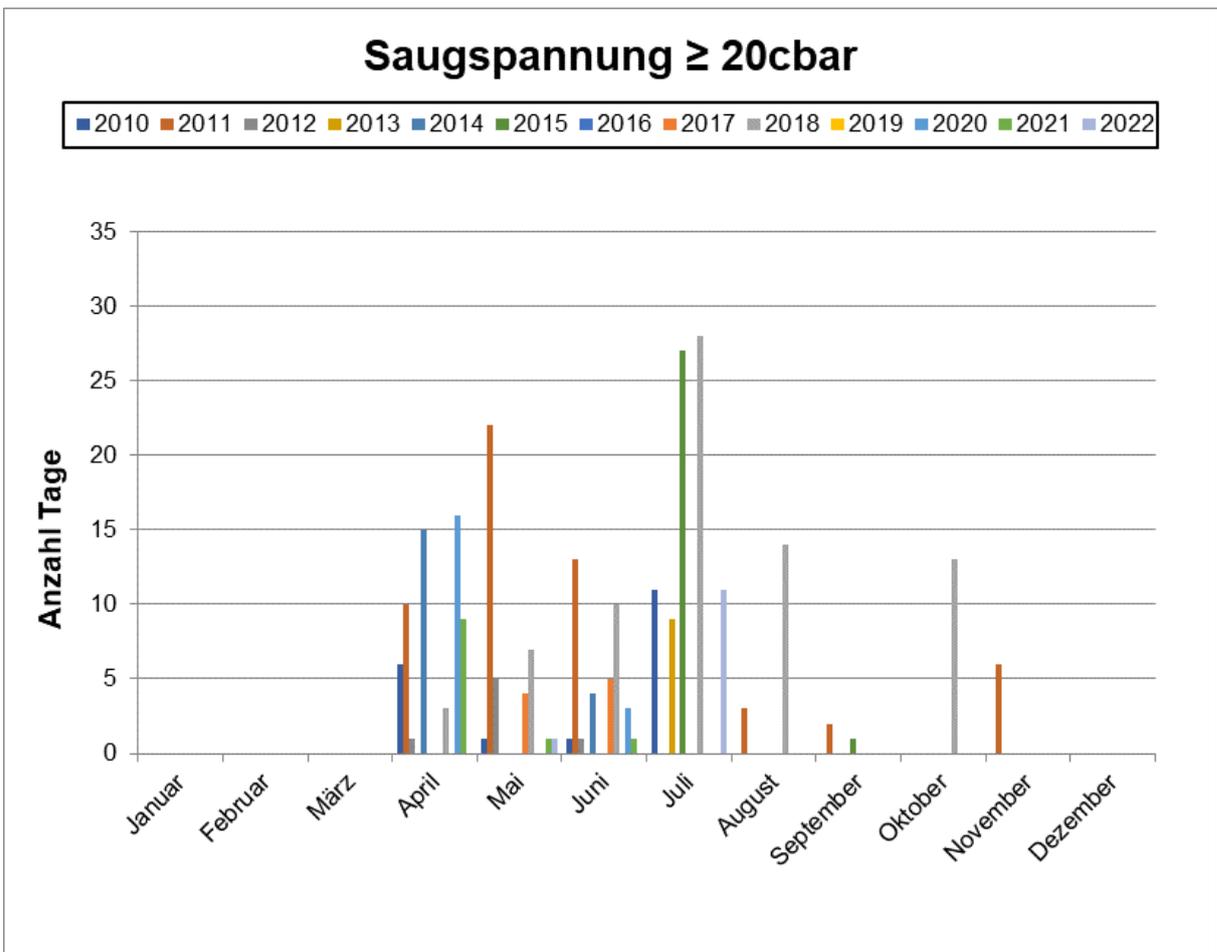


Abbildung 7 Anzahl Tage mit Saugspannung ≥ 20 cbar

Um mit schweren Fahrzeugen den Boden ohne Beschädigung zu befahren, muss die Saugspannung sehr gross sein (abhängig von der Maschine > 20 cbar). Durchschnittlich beträgt diese Dauer weniger als ein Monat pro Jahr und ist sehr schwer voraussehbar. Ebenfalls schwer abschätzbar sind die Anzahl Tage während der Wintermonate, an denen der Boden bearbeitet oder befahren werden kann. Die Wintermonate sind einerseits kälter und feuchter, andererseits zieht die Vegetation während dieser Zeit kein Wasser. Die Böden trocknen daher weniger rasch ab. Während der Wintermonate 2022 konnte der Boden an wenigstens 19 Tagen bearbeitet 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 zu nehmen. Werte über 20 cbar wurden im Mai und Juli 2022 erreicht.

Die Resultate der letzten dreizehn Jahre zeigen, dass im Kanton Uri grundsätzlich in jedem Monat Bodenarbeiten ausgeführt werden können (Saugspannung ≥ 6 cbar). Das Minimum wurde im Januar 2012 und Juli 2021 mit jeweils 15 Tagen erreicht. Das heisst, in den vergangenen dreizehn Jahren waren in jedem Monat an mindestens der Hälfte der Tage Erdarbeiten zulässig. Durchschnittlich konnte in den Winterhalbjahren (Oktober bis März) verglichen zu den Sommerhalbjahren (April-September) der Boden gut 1.5 Tage weniger bearbeitet und 4.5 Tage weniger befahren werden.

3.6 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, insbesondere im Sommerhalbjahr, in 35 cm nur noch sehr beschränkt und in 60 cm wurden die täglichen Schwankungen nicht mehr registriert. Die Bodentemperaturen in 35 cm Tiefe lagen das ganze Jahr über unter den Werten in 20 cm und 60 cm Tiefe. Im 1. Quartal 2022 lagen die Temperaturen in 60 cm Tiefe meist über den Werten in 20 cm Tiefe, ab dem 2. Quartal bis Mitte September konstant unter den Werten in 20 cm Tiefe und schliesslich lagen die Temperaturen in 60 cm Tiefe bis Ende Jahr wiederum meist über den Werten in 20 cm Tiefe (Abbildung 8). In den tieferen Bodenschichten lässt sich eine geringe zeitliche Verzögerung beobachten. Die Bodentemperaturen lagen das gesamte Jahr über in 20 cm und 60 cm Tiefe über 0°C, in 35 cm Tiefe wurden im Januar und Februar Werte bis -1.5°C registriert. Dies entspricht dem Tiefstwert seit 2010.

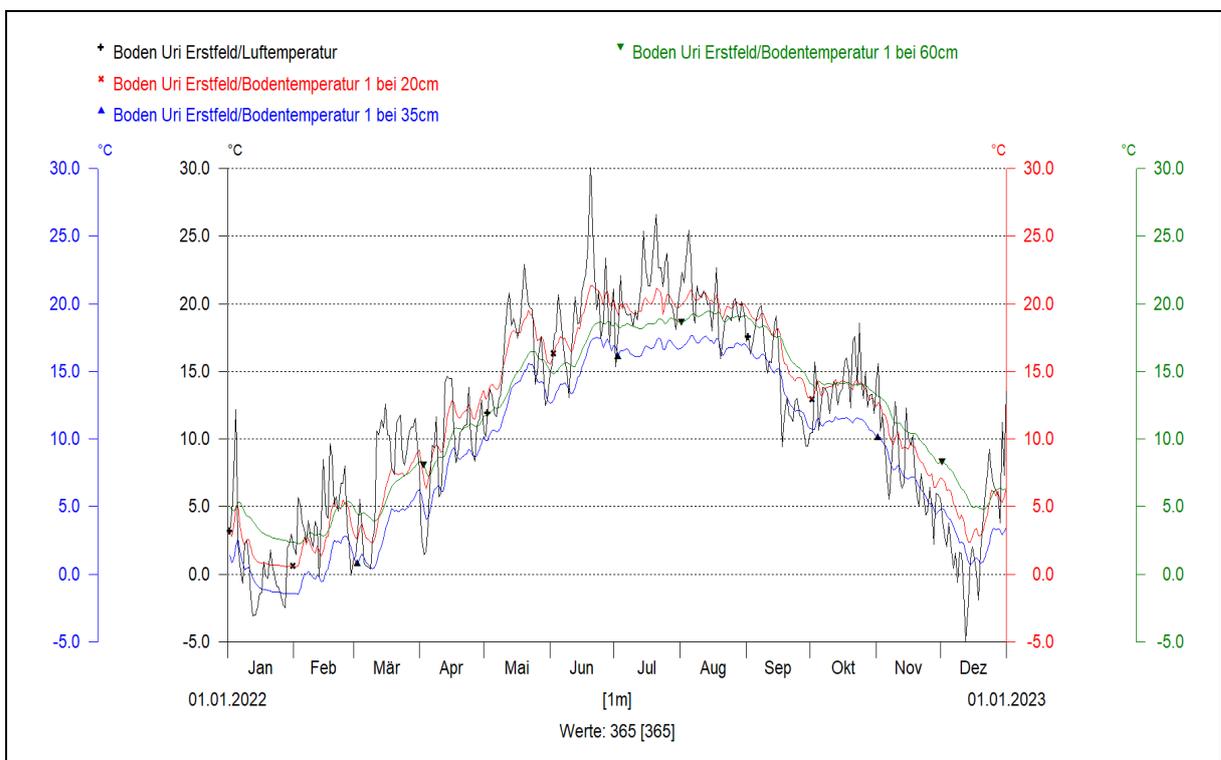


Abbildung 8 Tagestemperaturen 2022 im Jahresverlauf (Lufttemperaturen und Bodentemperaturen in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe)

In den höheren Bodenschichten lässt sich der Tagesverlauf der Lufttemperaturen nachvollziehen, insbesondere bei hohen Temperaturunterschieden zwischen Tag und Nacht. In 60 cm Tiefe werden die tageszeitlichen Schwankungen hingegen nicht mehr registriert. Die Abkühlung der Tagestemperaturen Anfang März sowie Anfang April und der jeweilige leichte Anstieg im Anschluss lassen sich ebenfalls in den Bodentemperaturen beobachten (Abbildung 9).

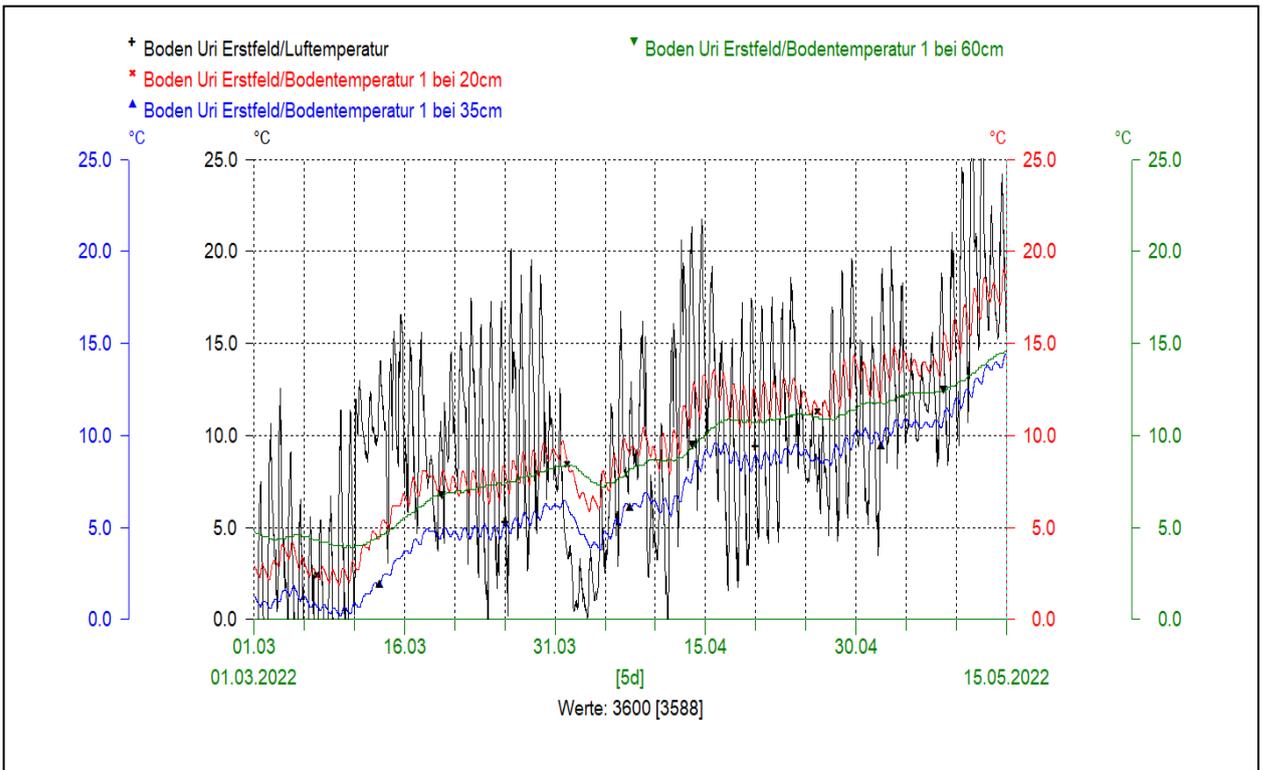


Abbildung 9 Luft- und Bodentemperaturen in 20 cm, 35 cm und 60 cm Tiefe von März bis Mitte Mai 2022

4 Vergleich der Messstationen Erstfeld und Stans

In der Urner Reussebene herrschen im schweizweiten Vergleich hinsichtlich der Befahrbarkeit von Böden und der Durchführbarkeit von Bodenarbeiten sehr günstige Voraussetzungen. Der Tonanteil der vorherrschenden Schwemmlandböden ist sehr gering (<15 %), dadurch entwässert sich der Boden einfacher und ist weniger empfindlich gegenüber Verdichtung als Tonböden. 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 der Bodenmessstation in Stans verglichen. Die Station im Gebiet Stanser Boden (Koordinaten 2°671'426/1°201'541) liegt auf 450 m ü. M. Beim Boden der Station Stans handelt es sich um eine normal durchlässige, mässig tiefgründige Braunerde im Wiesland.

In untenstehender Abbildung 10 ist die Verteilung der Saugspannung nach Beurteilungsklassen bei den beiden Standorten ersichtlich. Im Vergleich zu Erstfeld lagen die Anzahl Tage, an denen keine Bodenarbeiten zulässig sind (<6 cbar) in Stans deutlich höher: in Erstfeld waren 2022 gesamthaft während 38 Tagen keine Arbeiten möglich, während in Stans nur während 131 Tagen Bodenarbeiten ausgeführt werden konnten resp. an 234 Tagen keine Bodenarbeiten zulässig waren. Während dem Winterhalbjahr waren in Stans ausser im März (23 Tage mit Werten >6 cbar) keine Bodenarbeiten möglich. Im Vergleich dazu in Erstfeld wurden während wenigstens 19 Tagen im Februar im Winterhalbjahr Werte >6 cbar registriert. Ebenfalls lagen die Saugspannungswerte im Kanton Uri an mehr als doppelt so vielen Tagen über 10 cbar. In Erstfeld wurden im vorliegenden Betrachtungszeitraum im Mai und Juli Werte >20 cbar registriert (total 12 Tage) mit einem Maximum von 31.4 cbar. Das Maximum in Stans lag am 23. Mai bei 29.5 cbar. Im März, Mai und Juni wurden ebenfalls Werte >20 cbar gemessen (total 19 Tage). Die Zu- bzw. Abnahme der Saugspannungswerte (Tagesmittel) von einem Tag auf den nächsten beträgt bei beiden Stationen mehrheitlich 0 -2 cbar (Erstfeld: 307 Tage, Stans: 326 Tage). Die Maxima unterscheiden sich jedoch stark. Bei Erstfeld liegt die maximale Zunahme bei +3.5 cbar bzw. -16.4 cbar, bei Stans +41.4 cbar bzw. -47.8 cbar.

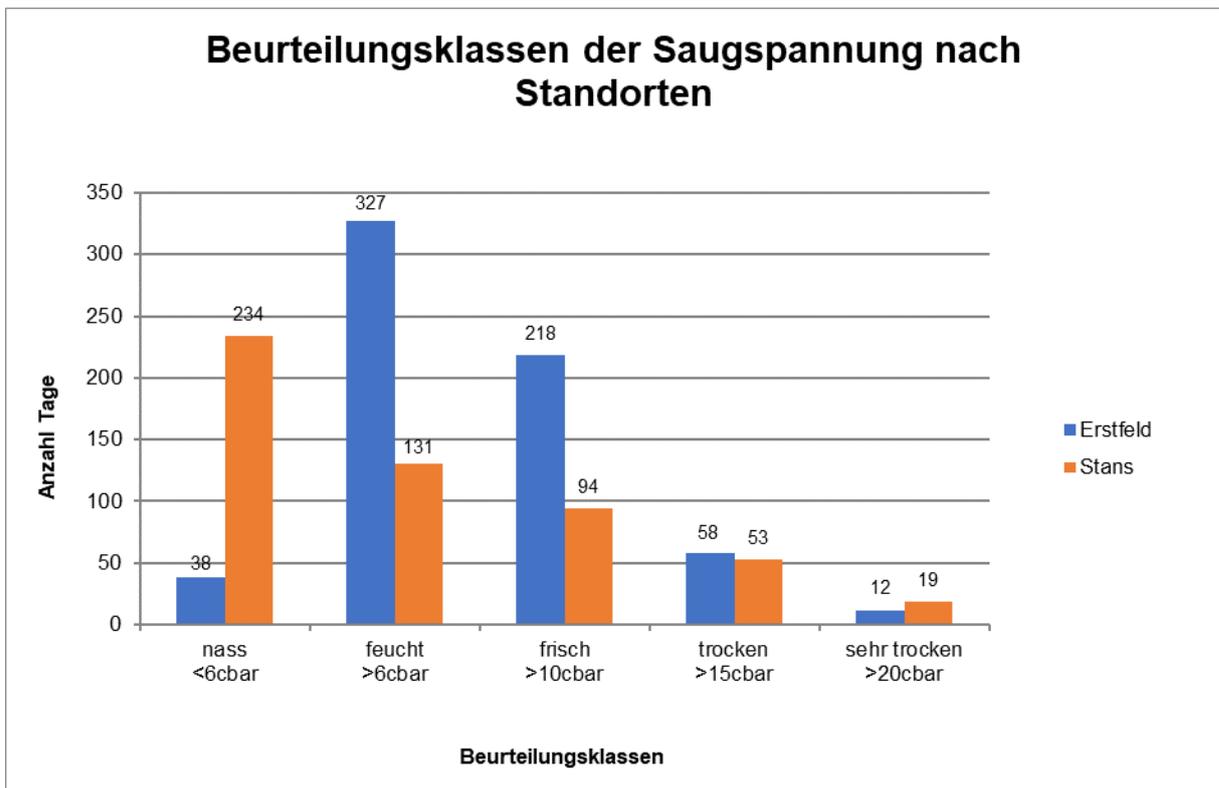


Abbildung 10 Saugspannungen in 35 cm Tiefe im Jahr 2022 bei den Stationen Erstfeld (Pfaffenmatt) und Stans (Stanser Boden) nach Beurteilungsklassen gegliedert

Fazit

- **Bodenarbeiten sind im Urner Talboden deutlich häufiger zulässig als in Stans.**
- **Die Erholung der Saugspannung zu steigenden Werten nach Abschluss eines Niederschlagsereignisses zeigt sich unter bestimmten Bedingungen markanter in Stans, der Boden trocknet in Stans stärker ab.**

Anhang A Saugspannungen 2022

Saugspannungen 20cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

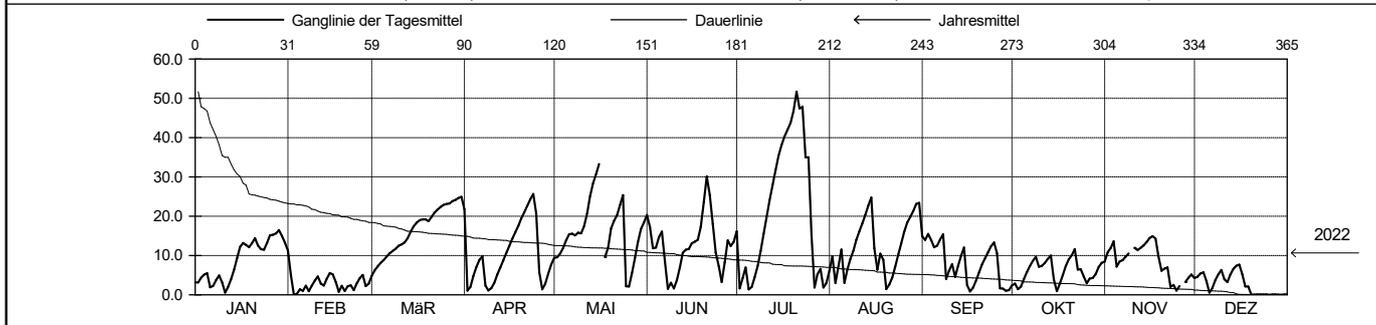
1206-BO001

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

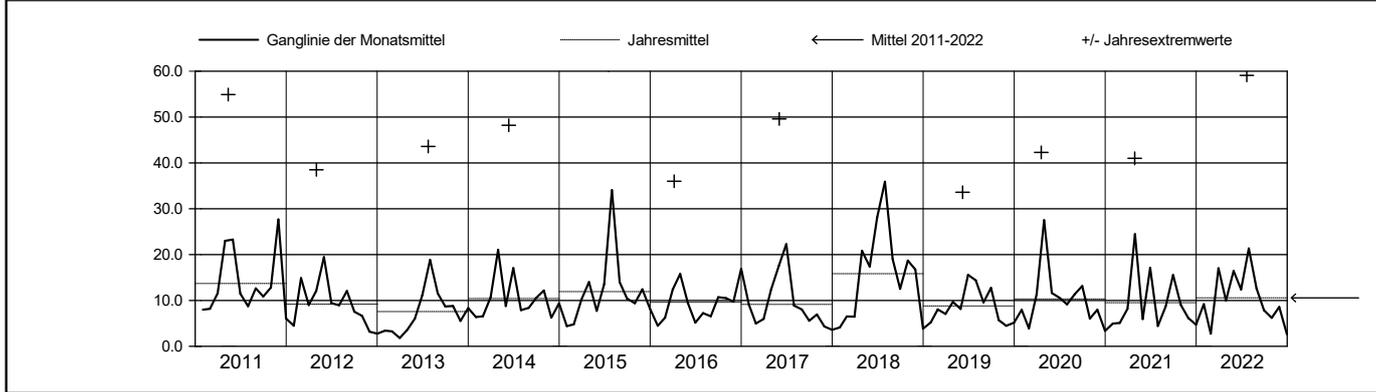
2022		JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel cbar	1	3.2	4.9	6.2 -	1.1 -	9.6	17.2	1.6	9.8	14.0	2.9	10.8	4.6	1	
	2	4.4	0.0 -	7.2	2.0	10.5	11.8	4.3	3.0	15.5 +	1.4	11.9	5.4	2	
	3	5.1	0.2	8.1	4.8	12.0	12.0	7.0	7.3	13.9	2.1	13.6	5.7	3	
	4	5.5	1.4	8.8	7.1	13.9	14.7	1.4 -	11.5	12.1	4.0	7.2	3.5	4	
	5	1.9	1.0	9.7	8.9	15.4	16.1	2.0	3.0	12.5	5.8	8.5	0.6	5	
	6	2.3	2.3	10.6	9.8	15.6	8.5	4.4	6.4	14.1	7.3	8.8	1.8	6	
	7	3.8	0.9	11.2	2.3	15.1	1.5 -	7.3	9.1	15.4	8.7	9.7	3.8	7	
	8	4.9	2.4	11.7	1.1 -	15.8	3.1	11.2	11.2	4.0	9.7	10.5	5.2	8	
	9	3.1	3.6	12.5	1.7	15.6	1.6	15.5	14.0	6.2	7.1	6.3	9		
	10	0.6 -	4.7	12.8	3.1	17.5	3.7	19.8	16.2	7.8	7.4	11.9	4.0	10	
	11	2.0	2.8	13.3	5.2	20.7	7.0	24.1	18.2	4.6	8.1	11.4	3.2	11	
	12	4.0	2.4	14.4	7.0	25.1	10.7	27.9	20.4	7.4	9.2	11.9	5.1	12	
	13	6.4	4.1	16.0	8.8	28.4	11.5	31.8	22.8	10.0	10.0	12.6	6.6	13	
	14	9.4	5.5 +	17.4	10.7	30.7	11.7	35.4	24.8 +	12.0	3.9	13.4	7.4	14	
	15	12.2	5.2	18.4	12.5	33.3 +	13.1	38.1	11.8	2.5	0.9 -	14.4	7.7 +	15	
	16	13.2	3.3	19.0	14.3		13.5	40.3	6.4	0.9 -	2.8	14.9 +	5.2	16	
	17	12.7	0.8	19.2	15.9	9.6	14.0	42.0	10.5	1.8	5.0	14.3	2.1	17	
	18	12.1	2.3	19.2	17.5	11.9	17.3	43.8	8.9	3.6	7.3	9.7	2.1	18	
	19	13.2	1.0	18.7	19.5	16.9	23.6	46.8	1.5 -	5.7	9.1	6.1	0.0 -	19	
	20	14.4	2.2	19.8	21.0	18.8	30.1 +	51.7 +	2.6	7.7	10.1	6.7	0.1	20	
	21	12.5	2.4	20.9	22.6	20.3	25.4	47.4	4.4	9.3	11.6 +	7.0	0.1	21	
	22	11.6	1.2	21.7	24.3	22.9	18.0	47.8	7.2	10.8	6.4	2.0	0.1	22	
	23	11.5	2.9	22.4	25.7 +	25.4	10.7	35.0	10.2	12.3	6.5	2.5	0.1	23	
	24	13.2	4.2	22.9	20.7	2.2	7.3	35.0	13.1	13.3	4.7	1.1 -	0.1	24	
	25	15.2	5.1	23.1	5.8	2.1 -	3.3	15.2	16.1	10.6	2.9	2.2	0.0 -	25	
	26	15.3	2.2	23.2	1.4	5.5	8.3	1.9	18.4	1.7	4.1		0.1	26	
	27	15.6	2.9	23.8	2.8	9.4	13.9	5.2	19.8	1.6	4.3	3.3	0.1	27	
	+ Maximum	28	16.5 +	4.8	24.2	5.4	13.5	12.4	6.6	21.3	1.0	5.3	4.4	0.0 -	28
	- Minimum	29	15.0		24.6	7.7	16.8	13.5	1.9	23.1	1.2	7.1	5.2	0.0 -	29
		30	13.3		24.9 +	9.4	18.4	16.2	3.0	23.4	2.4	8.1	4.3	0.1	30
		31	11.3		21.8		20.3		6.2	14.9		8.4		0.1	31
Monatsmittel		9.2	2.7	17.0	10.0	16.4	12.4	21.3 +	12.6	7.9	6.2	8.6	2.6 -		
Maximum Datum (Tag)		17.0	9.6	25.2	26.8	36.5	34.7	59.1 +	25.9	16.4	13.0	15.6	8.0 -		
Minimum Datum (Tag)		28.	1.	30.	23.	15.	21.	22.	14.	2.	21.	16.	16.		
Amplitude		17.0	9.6	23.4	26.8	36.4	34.7	59.1 +	25.8	16.4	13.0	15.6	8.0 -		

Mittel: 10.7 Maximum: 59.1 (22.Juli) Minimum: 0.0 (2.Februar) Amplitude: 59.1



2011-2022	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	6.0 -	6.3	9.3	16.2 +	12.6	14.5	15.0	11.2	10.5	9.4	9.4	6.2
Maximum Jahr	18.9 -	34.6	28.9	42.3	54.9	56.7	62.5 +	58.6	33.2	32.8	38.8	25.5
Minimum Jahr	-1.4	-0.1	-0.4	-1.4	0.0 +	-0.4	0.0 +	-0.3	0.0 +	-0.6	-2.3 -	-0.8

Mittel: 10.6 Maximum: 62.5 (13.07.2018) Minimum: -2.3 (06.11.2014) Amplitude: 64.8 Max.jährliche Schwankung: 62.5 (2018)



Saugspannungen 35cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

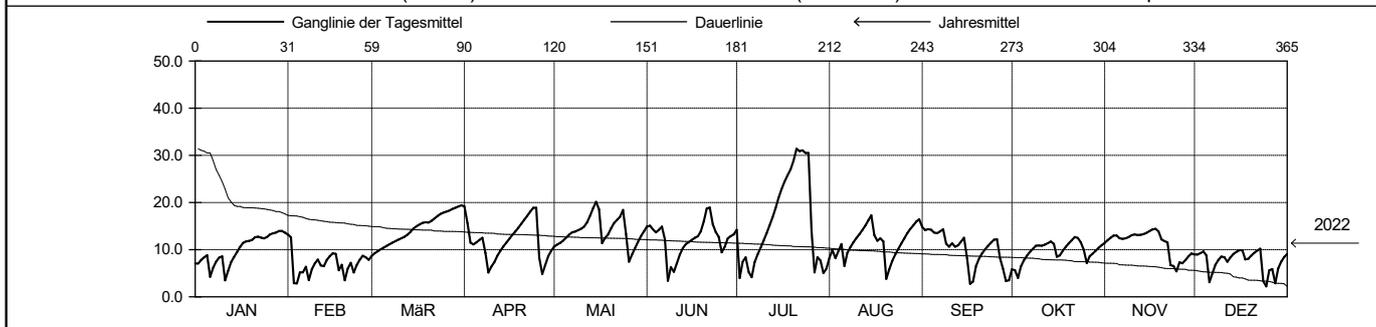
1206-BO001

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

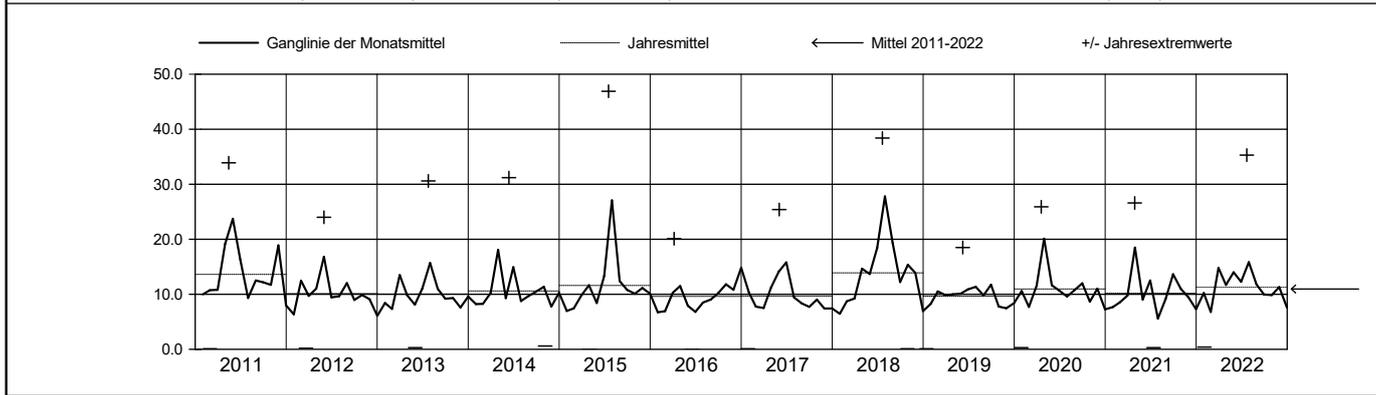
2022		JAN	FEB	MäR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel	1	7.1	12.6 +	9.3 -	15.7	11.1	15.1	4.0 -	9.9	14.1	5.6	12.0	9.0	1
	2	7.8	2.9 -	9.7	11.5	11.4	14.3	7.5	8.2	14.4 +	4.0 -	12.5	9.3	2
	3	8.4	2.9 -	10.1	11.1	11.9	13.7	8.4	9.7	14.2	6.4	13.0	9.6	3
	4	8.8	5.2	10.4	11.5	12.5	14.2	5.3	11.2	13.6	7.8	13.0	8.8	4
	5	4.3	5.2	10.8	12.1	13.2	14.9	4.2	6.5	13.5	8.7	12.4	3.1	5
	6	6.2	6.4	11.2	12.5	13.7	12.2	7.3	9.3	13.9	9.5	12.3	5.0	6
	7	7.5	3.5	11.5	9.3	13.8	3.4 -	9.0	10.5	14.3	10.2	12.4	6.8	7
	8	8.3	5.9	11.8	5.2	14.1	6.3	10.4	11.6	11.3	10.8	12.7	7.8	8
	9	8.6	7.1	12.2	6.4	14.4	5.3	11.9	12.5	10.6	10.9	13.1	8.5	9
	10	3.5 -	7.9	12.4	7.4	14.9	7.1	13.5	13.3	11.4	10.8	13.2	8.4	10
cbar	11	5.5	6.7	12.7	8.7	15.8	9.0	15.2	14.1	10.6	11.1	13.1	7.4	11
	12	7.4	6.5	13.2	9.8	17.2	10.3	16.9	15.1	10.9	11.4	13.1	8.3	12
	13	8.5	7.8	13.8	10.7	18.8	11.2	18.8	16.2	11.7	11.7	13.3	9.1	13
	14	9.5	8.6	14.5	11.5	20.1 +	11.6	21.0	17.3 +	12.5	11.2	13.6	9.5	14
	15	10.6	9.2	15.0	12.3	18.5	12.1	22.8	13.1	8.2	8.5	14.0	9.9	15
	16	11.4	9.1	15.3	13.1	11.4	12.5	24.4	11.9	2.7 -	8.8	14.3	9.9	16
	17	11.8	5.6	15.7	13.9	12.5	12.8	25.8	12.4	3.3	9.8	14.4 +	7.9	17
	18	11.9	6.8	15.8	14.7	13.2	13.9	27.0	11.8	6.5	10.6	13.9	8.1	18
	19	12.1	3.5	15.7	15.5	14.5	16.0	28.9	3.8 -	8.1	11.4	12.2	8.8	19
	20	12.6	6.0	16.1	16.4	15.6	18.7	31.4 +	5.8	9.2	12.0	11.8	9.3	20
+ Maximum	21	12.7	7.2	16.6	17.2	16.3	18.9 +	30.9	7.6	10.1	12.7 +	11.6	9.8	21
	22	12.5	5.2	17.1	18.1	17.0	15.4	31.1	9.0	10.8	12.5	6.7	10.2 +	22
	23	12.4	6.7	17.6	18.9 +	18.4	13.8	30.5	10.1	11.5	11.6	6.5	3.3	23
	24	12.7	7.9	17.9	18.9 +	13.3	12.7	30.5	11.3	12.1	10.0	5.4 -	2.2 -	24
	25	13.2	8.7	18.1	8.3	7.4 -	9.4	14.1	12.4	12.2	7.2	7.3	5.6	25
	26	13.5	8.4	18.3	4.8 -	9.0	10.6	5.2	13.5	8.2	8.6	7.1	5.9	26
	27	13.6	7.9	18.7	6.7	10.3	12.4	8.4	14.4	6.0	9.2	7.8	2.9	27
	28	14.0 +	8.6	18.9	8.6	11.6	12.9	7.7	15.1	3.3	9.8	8.6	6.0	28
	29	14.0 +		19.2	9.7	12.9	13.2	5.0	15.9	3.5	10.4	9.2	7.5	29
	- Minimum	30	13.6	19.4 +	10.7	13.9	14.2	6.0	16.4	5.8	10.9	9.0	8.4	30
	31	13.2	19.2	14.9	14.9	14.9	8.3	14.8		11.4	9.1	9.1	31	
Monatsmittel		10.2	6.8 -	14.8	11.7	14.0	12.3	15.8 +	11.8	10.0	9.9	11.3	7.6	
Maximum		14.2	13.1	19.5	19.7	22.6	20.8	35.3 +	17.9	14.8	13.0	14.7	10.4 -	
Datum (Tag)		28.	1.	30.	24.	15.	21.	22.	14.	2.	21.	17.	23.	
Minimum		0.8	0.4 -	8.6 +	1.0	6.4	0.8	0.8	0.6	0.6	0.5	2.8	0.4 -	
Datum (Tag)		5.	2.	1.	25.	15.	7.	3.	19.	28.	1.	22.	5.	
Amplitude		13.4	12.7	10.9	18.7	16.2	20.0	34.5 +	17.3	14.2	12.5	11.9	10.0 -	

Mittel: 11.4 Maximum: 35.3 (22.Juli) Minimum: 0.4 (2.Februar) Amplitude: 34.9



2011-2022	JAN	FEB	MäR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	8.4 -	8.6	10.6	13.9 +	12.2	12.7	13.2	11.3	10.8	10.5	10.5	8.6
Maximum	15.6 -	18.1	19.5	30.1	33.9	31.9	46.9 +	38.1	22.4	23.7	21.2	19.6
Jahr	2017	2012	2022	2011	2011	2018	2015	2018	2011	2018	2011	2011
Minimum	0.1	0.1	0.2	0.4 +	0.0 -	0.0 -	0.3	0.2	0.4 +	0.1	0.3	0.2
Jahr	2017	2011	2012	2012	2015	2016	2021	2017	2011	2018	2016	2011

Mittel: 11.0 Maximum: 46.9 (17.07.2015) Minimum: 0.0 (02.05.2015) Amplitude: 46.9 Max.jährliche Schwankung: 46.9 (2015)



Saugspannungen 60cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

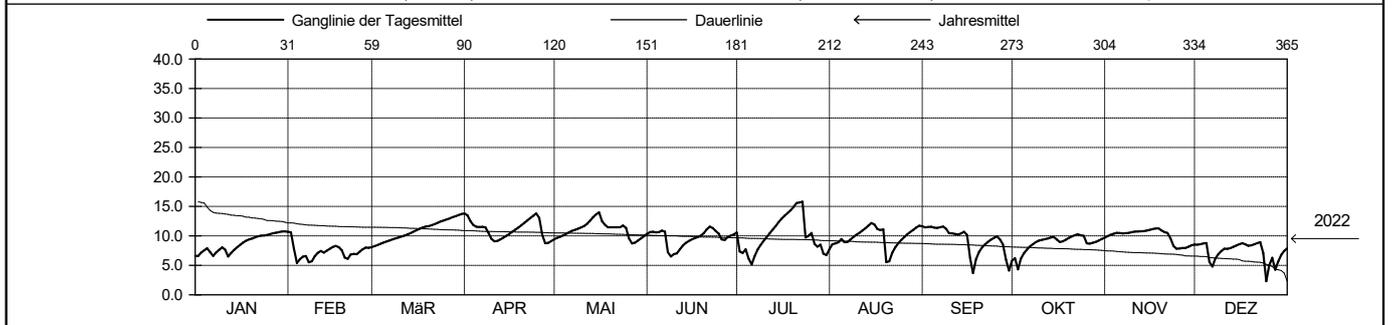
1206-BO001

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

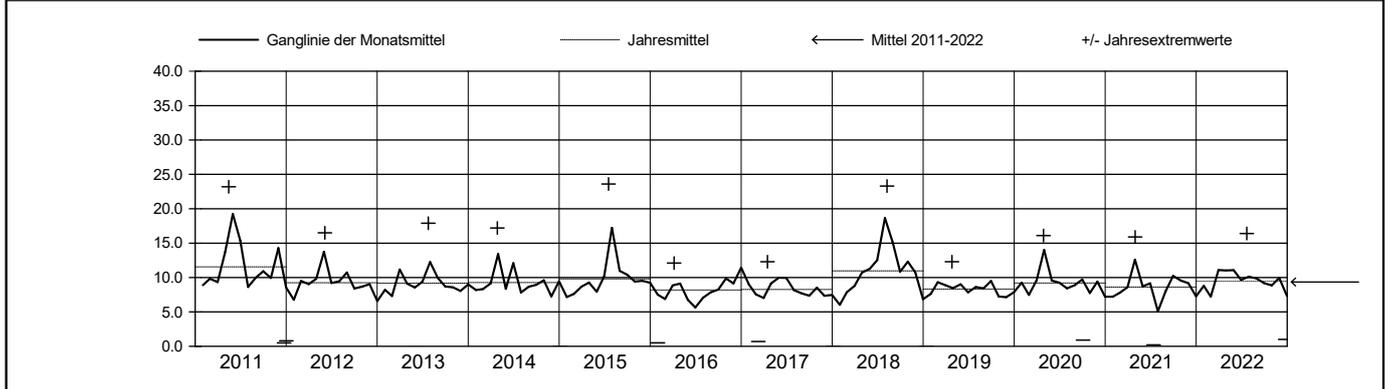
2022		JAN	FEB	MäR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel cbar	1	6.6	10.6 +	8.3 -	13.5	9.7	10.6	7.4	8.6	11.4	6.2	10.0	8.5	1	
	2	7.2	7.8	8.4	12.5	9.9	10.7	7.1	8.7	11.5	4.3 -	10.2	8.6	2	
	3	7.6	5.4 -	8.7	11.8	10.1	10.6	7.7	8.9	11.5	6.2	10.4	8.7	3	
	4	7.9	6.1	8.9	11.6	10.4	10.6	6.1	9.5	11.4	7.0	10.5	8.8	4	
	5	7.2	6.5	9.1	11.5	10.6	10.9	5.2 -	8.9	11.4	7.7	10.5	5.6	5	
	6	6.6	6.6	9.2	11.5	10.9	10.7	6.6	9.0	11.5	8.2	10.4	4.8	6	
	7	7.2	5.5	9.4	11.5	11.0	7.2	7.7	9.4	11.6 +	8.6	10.4	6.2	7	
	8	7.6	5.7	9.6	10.5	11.2	6.5 -	8.5	9.8	11.2	9.0	10.5	6.9	8	
	9	8.1	6.6	9.7	9.5	11.4	6.9	9.2	10.2	10.4	9.2	10.6	7.4	9	
	10	7.7	7.1	9.9	9.1	11.7	7.0	9.8	10.5	10.4	9.3	10.7	7.8	10	
	11	6.5 -	7.4	10.0	9.1	12.0	7.7	10.4	10.9	10.3	9.4	10.7	7.8	11	
	12	7.1	7.2	10.2	9.4	12.6	8.3	11.0	11.3	10.2	9.6	10.8	7.9	12	
	13	7.6	7.5	10.5	9.7	13.2	8.8	11.6	11.7	10.4	9.7	10.8	8.1	13	
	14	8.1	7.8	10.7	10.0	13.6	9.1	12.3	12.2 +	10.7	9.8	10.9	8.4	14	
	15	8.5	8.1	11.0	10.3	14.0 +	9.4	12.9	11.9	10.2	9.4	11.0	8.6	15	
	16	8.9	8.3	11.2	10.7	12.5	9.6	13.4	11.2	6.3	8.9	11.1	8.8	16	
	17	9.2	8.1	11.4	11.1	11.9	9.8	13.9	11.0	3.7 -	9.1	11.3 +	8.6	17	
	18	9.4	7.6	11.6	11.4	11.4	10.0	14.3	11.1	6.1	9.4	11.3 +	8.3	18	
	19	9.5	6.3	11.6	11.8	11.5	10.5	14.9	5.6 -	7.3	9.7	10.9	8.4	19	
	20	9.8	6.1	11.8	12.2	11.5	11.1	15.6	5.7	8.0	9.9	10.6	8.6	20	
	21	9.9	6.8	12.0	12.6	11.5	11.6 +	15.7	7.1	8.6	10.1	10.5	8.8	21	
	22	10.0	6.9	12.2	13.0	11.5	11.3	15.8 +	8.1	9.0	10.3 +	9.6	8.9 +	22	
	23	10.1	6.9	12.4	13.4	11.8	10.8	9.7	8.7	9.4	10.1	8.3	7.1	23	
	24	10.1	7.3	12.6	13.8 +	11.3	10.4	10.0	9.3	9.7	10.0	7.8 -	2.3 -	24	
	25	10.3	7.7	12.8	13.0	9.6	9.4	10.5	9.8	9.9	8.7	7.8 -	5.0	25	
	26	10.4	8.0	12.9	10.2	8.7 -	9.3	8.6	10.3	9.4	8.7	7.9	6.3	26	
	27	10.5	8.0	13.2	8.8 -	8.9	9.8	8.2	10.7	8.6	8.8	8.0	4.2	27	
	+ Maximum	28	10.6	8.1	13.3	8.8 -	9.2	10.0	8.5	11.0	6.0	9.0	8.2	5.7	28
	- Minimum	29	10.7		13.5	9.1	9.6	10.2	7.0	11.4	4.1	9.2	8.4	6.8	29
		30	10.8 +		13.7	9.4	9.9	10.6	6.7	11.7	5.8	9.5	8.5	7.4	30
		31	10.7		13.8 +		10.3		7.8	11.6		9.7		7.9	31
Monatsmittel		8.8	7.2 -	11.1 +	11.0	11.1 +	9.7	10.1	9.9	9.2	8.9	10.0	7.3		
Maximum		10.9	10.7	14.0	13.9	14.6	11.8	16.4 +	12.4	11.7	10.4	11.3	9.1 -		
Datum (Tag)		29.	1.	31.	24.	15.	21.	22.	14.	2.	22.	16.	18.		
Minimum		6.2	4.5	7.8	8.3	8.7 +	6.0	3.7	1.2	2.5	3.4	7.7	1.0 -		
Datum (Tag)		11.	7.	1.	27.	26.	7.	5.	19.	17.	2.	24.	24.		
Amplitude		4.7	6.2	6.2	5.6	5.9	5.8	12.7 +	11.2	9.2	7.0	3.6 -	8.1		

Mittel: 9.5 Maximum: 16.4 (22.Juli) Minimum: 1.0 (24.Dezember) Amplitude: 15.4



2011-2022	JAN	FEB	MäR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	7.9 -	8.1	9.2	10.9 +	10.3	10.0	10.1	9.7	9.4	9.2	9.3	8.2
Maximum	12.0	11.4 -	14.0	19.0	23.2	22.3	23.6 +	23.3	14.9	17.2	15.3	15.6
Jahr	2017	2012	2022	2011	2011	2011	2015	2018	2018	2018	2011	2011
Minimum	0.0	0.8	0.0	0.0	1.9 +	-0.1	0.2	0.2	-0.3	0.0	-1.5 -	0.0
Jahr	2015	2017	2015	2015	2016	2013	2021	2014	2014	2018	2014	2018

Mittel: 9.4 Maximum: 23.6 (17.07.2015) Minimum: -1.5 (15.11.2014) Amplitude: 25.1 Max.jährliche Schwankung: 23.6 (2015)



Anhang B Bodentemperaturen 2022

Bodentemperatur 20cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

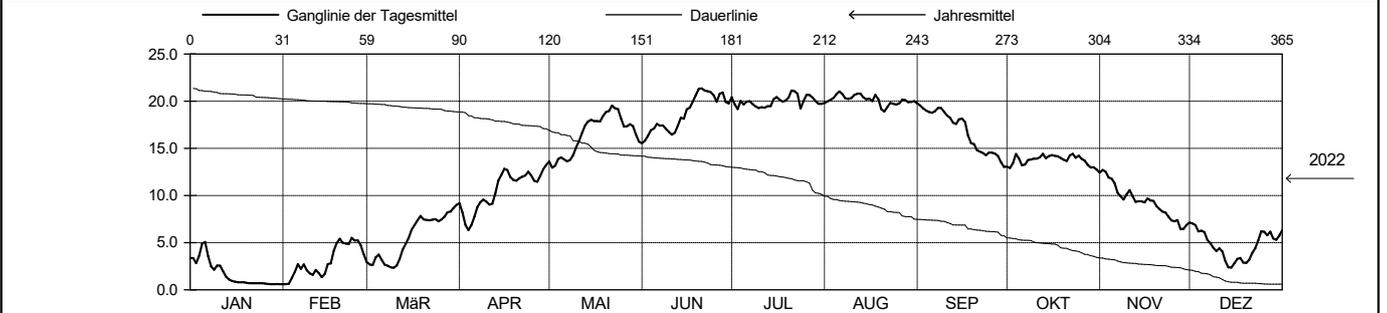
1206-BO001

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

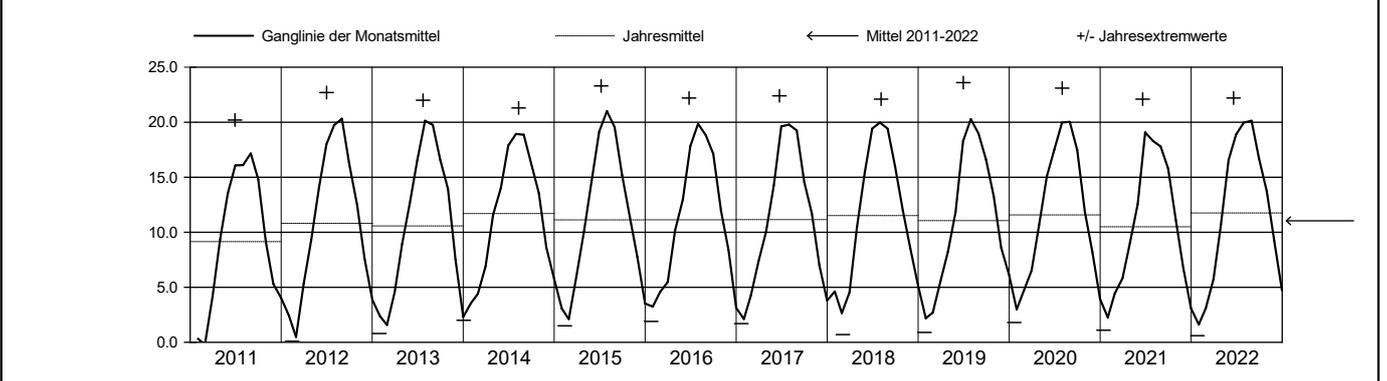
2022		JAN	FEB	MäR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel °C	1	3.4	0.6 -	2.7	8.2	13.0 -	15.8 -	19.7	20.0	19.5 +	12.9	12.7 +	7.0 +	1
	2	2.8	0.7	2.6	6.9	13.2	16.3	19.2 -	20.1	19.2	13.4	12.5	6.9	2
	3	3.6	1.3	3.4	6.3 -	13.9	16.9	20.0	20.3	19.0	14.4 +	11.9	6.2	3
	4	4.9	1.9	3.7	6.9	14.0	17.1	19.6	20.7	18.9	13.9	11.8	6.3	4
	5	5.1 +	2.7	3.2	7.8	13.8	17.6	20.0	21.0 +	18.8	13.2	11.3	6.1	5
	6	3.5	2.2	2.7	8.8	13.6	17.4	20.0	20.8	18.9	13.3	10.3	5.3	6
	7	2.5	2.7	2.5	9.3	13.8	17.4	19.7	20.3	19.3	13.8	9.9	4.9	7
	8	2.1	2.1	2.4	9.6	14.3	17.1	19.4	20.2	19.3	13.8	9.6	4.5	8
	9	2.6	1.7	2.3 -	9.4	15.1	16.7	19.3	20.3	18.9	13.9	10.1	4.1	9
	10	2.6	1.6	2.6	9.0	15.8	16.4	19.4	20.7	18.5	13.9	10.6	4.4	10
	11	2.0	2.1	3.3	9.1	16.7	16.7	19.3	20.8	18.2	14.0	9.9	4.1	11
	12	1.4	1.8	4.3	10.2	17.4	17.4	19.5	20.8	17.7	14.4 +	9.3	3.0	12
	13	1.1	1.3	4.9	11.6	17.9	18.2	19.5	20.4	17.6	13.9	9.4	2.4 -	13
	14	0.9	1.7	5.5	12.2	18.0	18.1	20.2	20.2	18.1	14.2	9.4	2.4 -	14
	15	0.9	2.7	6.4	12.8	17.9	19.1	20.4	20.3	18.1	14.3	9.3	2.8	15
	16	0.8	2.8	6.9	12.7	17.9	19.3	20.2	20.0	17.8	14.2	9.7	3.3	16
	17	0.8	4.2	7.4	12.0	17.9	20.0	20.0	20.7	16.4	14.2	9.5	3.4	17
	18	0.8	5.0	7.8	11.6	18.4	20.6	20.0	20.2	15.6	14.0	9.4	2.9	18
	19	0.7	5.4	7.5	11.6	18.9	21.3	20.4	19.2	15.4	13.8	8.9	2.9	19
	20	0.7	5.0	7.4	11.8	19.0	21.4 +	21.1 +	18.9 -	14.8	13.7	8.6	3.2	20
	21	0.7	4.9	7.4	12.0	19.5 +	21.1	21.1 +	19.4	14.6	14.3	8.3	3.9	21
	22	0.7	4.9	7.4	12.1	19.2	21.0	20.8	19.8	14.5	14.4 +	8.2	4.4	22
	23	0.7	5.5 +	7.5	12.5	19.2	21.0	19.2 -	19.7	14.3	14.0	7.8	5.3	23
	24	0.7	5.2	7.3	12.1	18.2	20.6	20.0	19.6	14.6	14.2	7.4	6.2	24
	25	0.7	5.2	7.5	11.6	17.3	19.9	20.7	19.8	14.5	13.9	7.3	6.1	25
	26	0.6 -	4.7	7.8	11.5	17.3	20.8	20.6	20.2	14.4	13.7	7.4	5.8	26
	27	0.6 -	3.8	8.2	12.1	17.6	20.9	20.4	20.1	14.2	13.3	6.5 -	6.2	27
	+ Maximum	0.6 -	3.0	8.3	12.8	17.4	19.9	20.0	19.9	13.5	13.0	6.5 -	5.4	28
	- Minimum	0.6 -		8.7	13.2	16.5	19.8	19.7	19.9	13.0 -	13.0	6.9	5.3	29
	30	0.6 -		9.0	13.6 +	15.7	20.4	19.7	20.0	13.1	12.7	7.1	5.7	30
	31	0.6 -		9.2 +	15.5			19.8	19.8		12.4 -		6.3	31
Monatsmittel		1.6 -	3.1	5.7	10.7	16.6	18.9	20.0	20.1 +	16.7	13.7	9.2	4.7	
Maximum		5.7 -	6.1	9.7	14.4	20.1	22.2 +	21.8	21.5	20.0	14.9	13.0	7.2	
Datum (Tag)		5.	23.	31.	29.	20.	19.	20.	11.	1.	3.	1.	1.	
Minimum		0.6 -	0.6 -	1.9	5.9	11.8	15.5	18.3	18.4 +	12.8	12.2	6.2	2.3	
Datum (Tag)		25.	1.	9.	3.	2.	1.	2.	20.	29.	31.	27.	13.	
Amplitude		5.1	5.5	7.8	8.5 +	8.3	6.7	3.5	3.1	7.2	2.7 -	6.8	4.9	

Mittel: 11.8 Maximum: 22.2 (19.Juni) Minimum: 0.6 (25.Januar) Amplitude: 21.6



2011-2022	JAN	FEB	MäR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	2.6 -	2.9	5.7	9.9	14.0	18.2	19.5 +	19.2	16.1	12.2	7.8	4.1
Maximum	6.7 -	6.8	10.5	15.2	20.1	23.6 +	23.3	23.0	20.1	16.4	13.0	8.4
Jahr	2018	2020	2017	2014	2022	2019	2015	2020	2019	2013	2022	2014
Minimum	-1.7 -	-1.6	-0.2	3.2	8.2	11.1	13.4	14.6 +	11.1	4.9	1.6	1.1
Jahr	2011	2011	2011	2019	2017	2013	2011	2011	2011	2011	2011	2013

Mittel: 11.0 Maximum: 23.6 (30.06.2019) Minimum: -1.7 (05.01.2011) Amplitude: 25.3 Max.jährliche Schwankung: 22.7 (2019)



Bodentemperatur 35cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

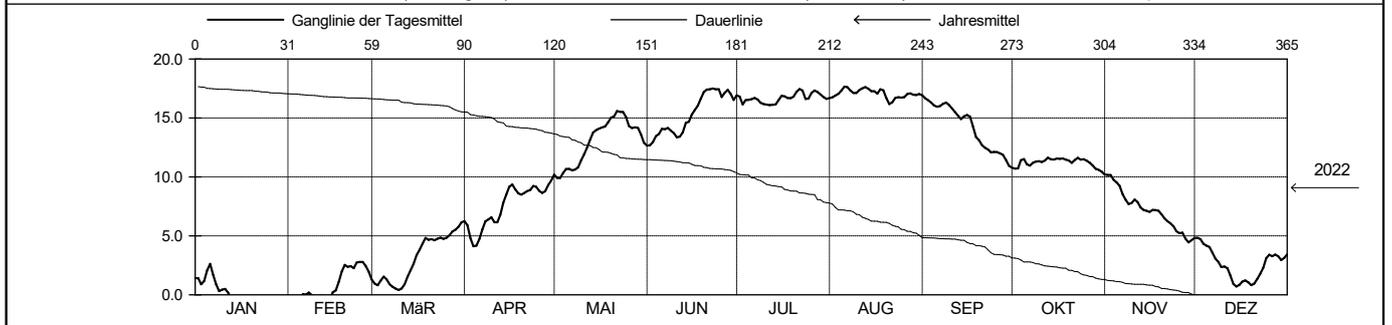
1206-BO001

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

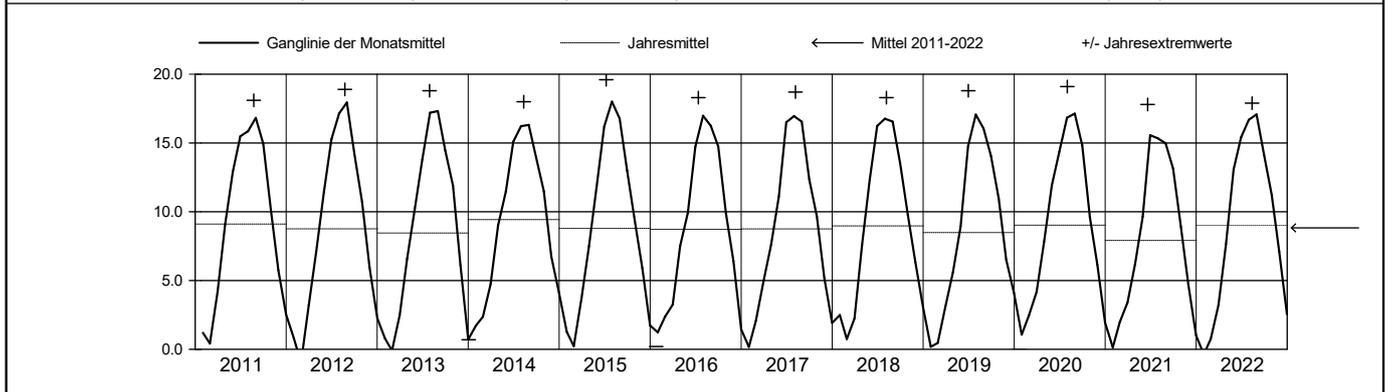
2022		JAN	FEB	MäR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel °C	1	1.4	-1.4	0.9	5.9	9.9 -	12.7 -	16.8	16.8	16.7 +	10.7	10.2 +	4.8 +	1
	2	0.9	-1.5 -	0.8	4.8	9.9 -	13.0	16.2	16.9	16.5	10.7	10.2 +	4.7	2
	3	1.2	-1.1	1.2	4.1 -	10.3	13.5	16.5	17.1	16.3	11.4	9.8	4.3	3
	4	2.1	-0.5	1.5	4.2	10.7	13.6	16.5	17.3	16.1	11.5	9.5	4.2	4
	5	2.6 +	0.1	1.3	4.7	10.7	14.1	16.6	17.7 +	16.0	11.1	9.2	4.1	5
	6	1.7	0.0	0.9	5.6	10.6	14.0	16.7	17.6	16.0	11.0	8.5	3.6	6
	7	0.9	0.2	0.7	6.2	10.6	14.2	16.6	17.3	16.2	11.2	8.1	3.1	7
	8	0.3	0.0	0.5	6.4	10.8	13.9	16.3	17.1	16.3	11.3	7.7	2.8	8
	9	0.4	-0.2	0.4 -	6.6	11.4	13.7	16.2	17.1	16.1	11.3	7.8	2.4	9
	10	0.5	-0.3	0.5	6.2	11.9	13.4	16.1 -	17.4	15.8	11.3	8.1	2.4	10
	11	0.2	-0.1	0.9	6.2	12.5	13.4	16.1 -	17.5	15.5	11.4	7.9	2.3	11
	12	-0.3	-0.2	1.5	6.8	13.1	13.8	16.1 -	17.6	15.2	11.6 +	7.4	1.6	12
	13	-0.6	-0.5	2.1	7.8	13.8	14.6	16.1 -	17.5	14.9	11.5	7.2	0.9	13
	14	-0.9	-0.5	2.6	8.5	14.0	14.7	16.5	17.3	15.1	11.5	7.1	0.7 -	14
	15	-1.0	0.2	3.4	9.2	14.1	15.3	16.9	17.3	15.3	11.6 +	7.0	0.8	15
	16	-1.1	0.4	3.8	9.4	14.2	15.7	16.8	17.1	15.1	11.5	7.2	1.1	16
	17	-1.1	1.1	4.3	8.9	14.3	16.0	16.7	17.4	14.3	11.6 +	7.2	1.2	17
	18	-1.2	2.0	4.8	8.6	14.6	16.6	16.7	17.3	13.4	11.5	7.1	1.1	18
	19	-1.2	2.5	4.7	8.5	15.0	17.2	16.8	16.7	13.1	11.4	6.8	0.8	19
	20	-1.2	2.4	4.7	8.6	15.1	17.4	17.2	16.2 -	12.7	11.2	6.5	1.0	20
	21	-1.3	2.4	4.6	8.8	15.6 +	17.4	17.5 +	16.3	12.5	11.4	6.2	1.4	21
	22	-1.3	2.3	4.8	8.9	15.5	17.5 +	17.3	16.7	12.3	11.6 +	6.1	1.8	22
	23	-1.3	2.7	4.8	9.2	15.5	17.4	16.6	16.8	12.1	11.5	5.8	2.3	23
	24	-1.3	2.8 +	4.7	9.2	15.1	17.4	16.6	16.7	12.1	11.5	5.4	3.1	24
	25	-1.4 -	2.8 +	4.8	8.8	14.3	16.8	17.1	16.8	12.1	11.4	5.2	3.4	25
	26	-1.4 -	2.5	5.1	8.6	14.1	17.1	17.3	17.0	12.0	11.2	5.3	3.3	26
	27	-1.4 -	2.0	5.4	8.8	14.2	17.4	17.2	17.1	11.9	11.0	4.8	3.4	27
	+ Maximum	-1.4 -	1.3	5.5	9.3	14.2	17.0	17.0	17.0	11.4	10.7	4.4 -	3.3	28
	- Minimum	-1.4 -		5.8	9.7	13.6	16.5	16.8	16.9	10.9	10.6	4.6	2.9	29
		-1.4 -		6.1	10.2 +	12.9	16.9	16.6	17.0	10.8 -	10.4	4.8	3.1	30
		-1.4 -		6.3 +	12.7			16.7	16.9		10.2 -		3.4	31
Monatsmittel		-0.4 -	0.8	3.2	7.6	13.1	15.4	16.7	17.1 +	14.2	11.2	7.1	2.6	
Maximum Datum (Tag)		2.8 -	3.2	6.5	10.4	15.8	17.7	17.6	17.9 +	16.8	11.8	10.3	4.9	
Minimum Datum (Tag)		5.	23.	31.	30.	21.	21.	20.	12.	1.	3.	1.	1.	
Amplitude		4.2	4.7	6.3	6.6 +	6.4	5.1	1.7 -	1.9	6.1	1.7 -	5.9	4.2	

Mittel: 9.1 Maximum: 17.9 (12.August) Minimum: -1.5 (1.Februar) Amplitude: 19.4



2011-2022	JAN	FEB	MäR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	0.9 -	1.1	3.6	7.4	11.2	15.3	16.8 +	16.6	13.9	10.3	6.1	2.3
Maximum Jahr	4.1	4.0 -	7.5	11.7	16.1	18.8	19.6 +	19.1	16.9	14.2	10.4	6.4
Minimum Jahr	-1.4	-1.5 -	-1.2	1.6	6.2	9.2	13.7 +	13.5	10.1	6.1	1.3	-0.5

Mittel: 8.8 Maximum: 19.6 (07.07.2015) Minimum: -1.5 (01.02.2022) Amplitude: 21.1 Max.jährliche Schwankung: 20.2 (2012)



Bodentemperatur 60cm

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

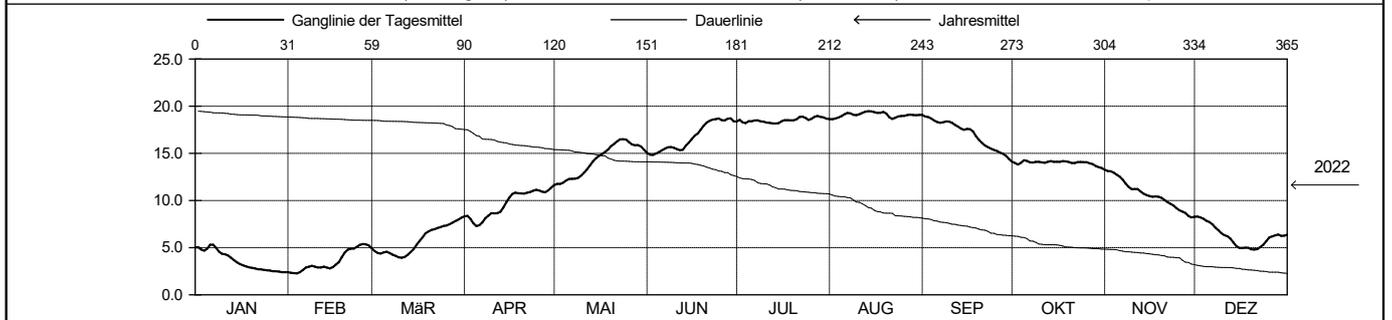
1206-BO001

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

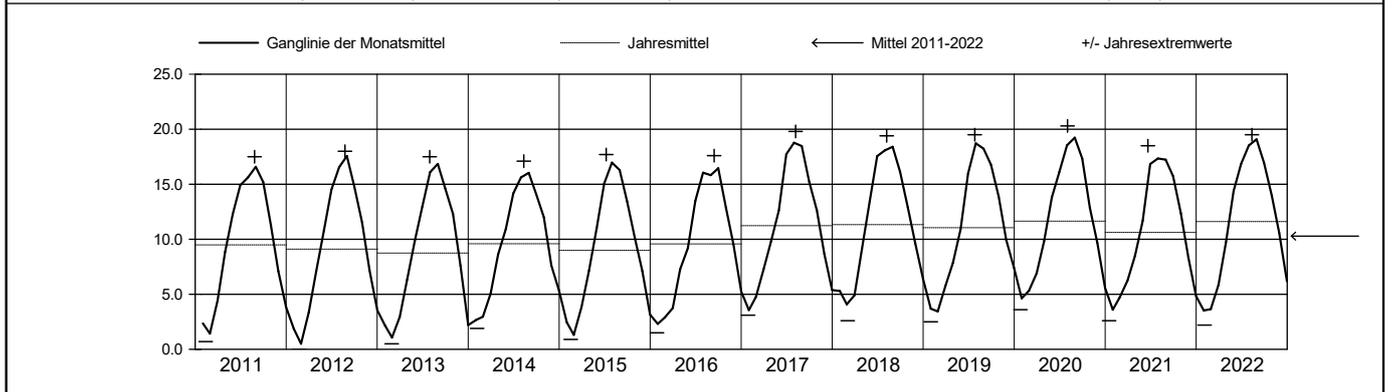
2022		JAN	FEB	MäR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ	
Tagesmittel	1	5.0	2.3 -	4.6	8.4	11.8 -	14.9	18.6	18.6 -	18.9 +	14.0	13.1 +	8.3 +	1
	2	4.8	2.3 -	4.4	8.1	11.8 -	14.8 -	18.3	18.7	18.8	13.8	13.1 +	8.2	2
	3	4.7	2.3 -	4.4	7.6	11.9	15.0	18.2 -	18.8	18.7	14.0	13.0	8.1	3
	4	4.9	2.4	4.5	7.3 -	12.1	15.1	18.4	18.9	18.5	14.3 +	12.7	7.9	4
	5	5.3 +	2.6	4.6	7.4	12.3	15.3	18.4	19.1	18.3	14.2	12.5	7.7	5
	6	5.3 +	2.9	4.4	7.7	12.3	15.5	18.5	19.3	18.2	14.1	12.2	7.5	6
	7	5.0	3.0	4.3	8.1	12.3	15.6	18.5	19.2	18.3	14.0	11.8	7.1	7
	8	4.6	3.1	4.1	8.4	12.4	15.7	18.4	19.1	18.4	14.1	11.4	6.9	8
	9	4.3	3.0	4.0	8.7	12.6	15.6	18.4	19.0	18.4	14.1	11.2	6.5	9
	10	4.3	2.9	3.9 -	8.6	13.0	15.5	18.3	19.2	18.2	14.0	11.2	6.3	10
°C	11	4.2	2.9	4.0	8.7	13.3	15.3	18.2 -	19.3	18.0	14.0	11.2	6.2	11
	12	3.9	3.0	4.2	8.8	13.7	15.4	18.2 -	19.4	17.8	14.1	11.0	6.0	12
	13	3.7	2.9	4.5	9.3	14.2	15.8	18.2 -	19.5 +	17.6	14.2	10.7	5.6	13
	14	3.4	2.8	4.8	9.8	14.5	16.1	18.2 -	19.5 +	17.5	14.1	10.6	5.2	14
	15	3.3	2.9	5.3	10.3	14.7	16.5	18.4	19.4	17.6	14.1	10.5	5.0	15
	16	3.1	3.2	5.7	10.7	14.9	16.9	18.5	19.3	17.6	14.1	10.4	5.0	16
	17	3.0	3.5	6.1	10.8	15.1	17.1	18.5	19.3	17.3	14.2	10.4	5.0	17
	18	2.9	4.0	6.5	10.8	15.4	17.5	18.5	19.4	16.8	14.1	10.4	5.0	18
	19	2.9	4.5	6.7	10.7	15.8	18.0	18.5	19.2	16.4	14.1	10.3	4.8 -	19
	20	2.8	4.8	6.9	10.7	16.0	18.3	18.6	18.8	16.1	14.0	10.0	4.8 -	20
+ Maximum	21	2.7	4.9	7.0	10.8	16.3	18.5	18.9	18.7	15.8	14.0	9.8	4.8 -	21
	22	2.7	4.9	7.1	10.9	16.5 +	18.6	18.9	18.8	15.7	14.1	9.7	5.1	22
	23	2.6	5.1	7.2	11.0	16.5 +	18.6	18.8	18.9	15.5	14.1	9.5	5.3	23
	24	2.6	5.3	7.3	11.1	16.5 +	18.7 +	18.5	19.0	15.4	14.1	9.2	5.7	24
	25	2.6	5.4 +	7.4	11.1	16.2	18.5	18.7	19.0	15.2	14.1	9.0	6.1	25
	26	2.5	5.4 +	7.5	10.9	15.9	18.5	18.9	19.1	15.1	13.9	8.8	6.2	26
	27	2.5	5.2	7.7	10.9	15.9	18.7 +	19.0 +	19.1	15.0	13.9	8.7	6.3	27
	28	2.5	4.9	7.8	11.1	15.9	18.7 +	18.9	19.1	14.7	13.7	8.4	6.4	28
	29	2.4 -		8.0	11.4	15.7	18.4	18.8	19.0	14.4	13.5	8.2 -	6.2	29
	30	2.4 -		8.2	11.6 +	15.4	18.4	18.7	19.1	14.1 -	13.4	8.3	6.3	30
31	2.4 -		8.3 +		15.1		18.6	19.1		13.3 -		6.4	31	
Monatsmittel		3.5 -	3.7	5.9	9.7	14.4	16.8	18.5	19.1 +	16.9	14.0	10.6	6.2	
Maximum		5.4 -	5.4 -	8.4	11.8	17.3	18.8	19.0	19.5 +	19.0	14.3	13.2	8.3	
Datum (Tag)		5.	25.	31.	30.	23.	28.	26.	12.	1.	4.	1.	1.	
Minimum		2.4	2.2 -	3.9	7.2	11.7	14.8	18.1	18.6 +	14.0	13.2	8.2	4.8	
Datum (Tag)		28.	3.	9.	4.	1.	1.	2.	1.	30.	31.	28.	19.	
Amplitude		3.0	3.2	4.5	4.6	5.6 +	4.0	0.9 -	0.9 -	5.0	1.1	5.0	3.5	

Mittel: 11.7 Maximum: 19.5 (12.August) Minimum: 2.2 (3.Februar) Amplitude: 17.3



2011-2022	JAN	FEB	MäR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	3.2	3.0 -	5.0	8.3	11.8	15.5	17.2	17.5 +	15.6	12.4	8.6	4.9
Maximum	6.4	6.3 -	9.3	12.2	17.3	19.4	20.0	20.3 +	19.0	15.6	13.2	8.9
Jahr	2020	2020	2017	2020	2022	2017	2020	2020	2022	2019	2022	2016
Minimum	0.8	0.0 -	0.1	3.6	7.1	9.4	13.4	14.8 +	11.4	8.3	3.5	1.3
Jahr	2013	2012	2012	2013	2016	2013	2013	2014	2015	2012	2013	2013

Mittel: 10.3 Maximum: 20.3 (02.08.2020) Minimum: 0.0 (22.02.2012) Amplitude: 20.3 Max.jährliche Schwankung: 18.0 (2012)



Anhang C Lufttemperaturen 2022

Lufttemperatur

Flussgebiet: Reuss

Gemeinde Erstfeld

Messstelle: Bodenstation Pfaffenmatt

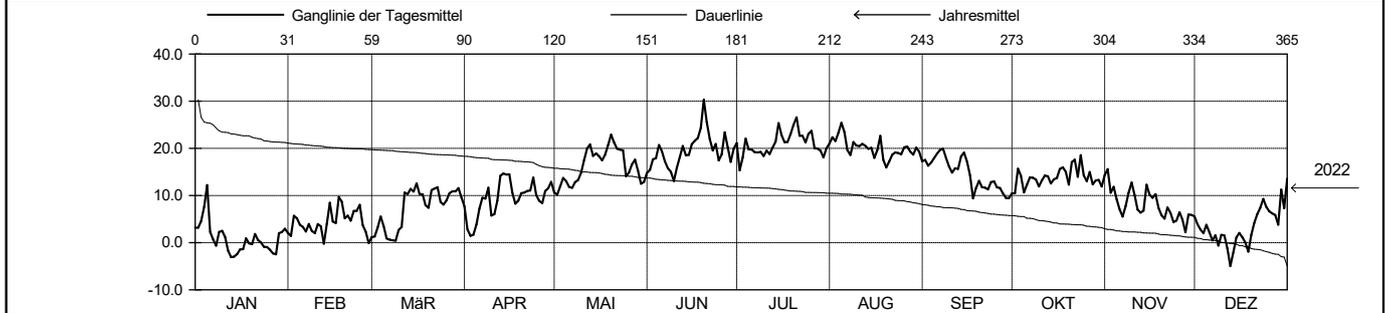
1206-BO001

Koordinaten: 691 681 / 188 073

Stationshöhe: 457.50 m.ü.M.

2022		JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ		
Tagesmittel °C	1	3.2	1.4	1.3	2.8	10.2 -	15.5	15.3 -	22.3	17.6	10.5 -	15.6 +	3.9	1	
	2	4.6	5.7	3.2	1.5 -	11.9	17.7	18.0	21.5	16.3	15.7	10.6	2.8	2	
	3	7.6	5.2	5.5	1.7	13.7	17.9	22.1	23.3	17.0	14.2	11.8	2.0	3	
	4	12.2 +	3.8	3.5	3.8	13.0	20.7	19.8	25.4 +	18.0	10.7	9.2	3.8	4	
	5	2.3	3.3	0.9	7.3	11.8	19.4	19.7	23.4	18.9	12.3	7.0	2.2	5	
	6	0.6	2.4	0.6	9.5	11.6	17.2	19.2	19.6	19.7	13.8	5.5	0.5	6	
	7	-0.6	3.9	0.5	9.4	12.8	15.8	19.1	18.6	19.9 +	13.8	7.8	1.6	7	
	8	2.3	2.5	0.4 -	11.6	13.3	15.0	19.3	21.3	17.9	13.4	10.6	-0.6	8	
	9	2.5	2.0	2.7	5.8	14.9	13.1 -	18.4	20.6	16.1	11.9	12.8	1.7	9	
	10	1.2	3.9	3.3	6.1	17.5	15.9	19.5	20.5	14.9	13.2	10.1	1.5	10	
	11	-1.7	3.5	10.6	8.9	20.0	18.2	18.8	21.0	15.8	14.2	7.0	-1.2	11	
	12	-3.1 -	-0.2 -	10.3	14.2	20.8	20.5	20.2	20.5	15.6	14.1	6.4	-5.0 -	12	
	13	-3.0	4.0	11.4	14.7 +	18.4	18.5	21.4	19.9	18.3	12.6	6.8	-2.0	13	
	14	-2.4	8.5	10.8	14.4	18.9	18.6	25.4	20.1	19.1	13.4	12.3	1.1	14	
	15	-1.4	4.5	12.6 +	14.5	18.3	20.9	22.8	18.0	17.1	13.7	10.2	2.0	15	
	16	-1.4	4.2	10.3	10.6	17.5	21.6	21.3	19.7	14.2	15.6	9.5	1.1	16	
	17	0.9	9.7 +	10.3	8.3	18.6	22.2	21.3	22.7	9.4 -	16.0	10.3	0.1	17	
	18	-0.2	8.7	7.9	8.9	20.7	24.3	23.0	17.5	11.6	15.0	7.4	-1.9	18	
	19	-0.3	5.2	7.4	10.5	22.9 +	30.3 +	25.0	15.9 -	13.1	12.3	5.8	1.7	19	
	20	1.8	5.7	11.2	10.6	21.3	25.6	26.6 +	17.3	11.8	17.1	5.1	4.2	20	
	21	0.6	4.7	11.5	11.0	19.9	22.0	22.7	18.7	11.7	17.6	7.4	6.0	21	
	22	0.0	6.7	11.8	11.1	19.7	19.5	22.7	19.1	11.3	14.0	6.3	7.4	22	
	23	-0.9	6.7	8.6	13.8	19.6	20.9	21.2	19.0	12.8	18.5 +	4.4	9.3	23	
	24	-0.9	8.0	8.1	10.1	14.1	17.4	23.1	18.7	13.0	14.3	4.7	7.6	24	
	25	-1.5	3.7	9.0	8.9	14.9	18.7	23.7	20.2	11.7	13.0	6.5	6.6	25	
	26	-2.3	2.3	10.5	8.4	16.6	23.4	20.1	20.4	11.6	15.0	4.9	6.2	26	
	27	-2.5	-0.1	10.9	11.0	17.6	20.2	20.0	19.3	10.5	12.4	2.2 -	5.8	27	
	+ Maximum	28	2.0	1.1	10.9	11.6	15.3	17.1	19.5	18.7	9.5	13.2	6.0	3.8	28
	- Minimum	29	2.3		11.6	12.9	12.5	19.9	18.1	20.2	9.5	13.3	5.9	11.2	29
		30	3.0		9.6	10.7	12.9	21.1	20.0	19.3	10.4	11.9	5.6	7.3	30
		31	2.1		7.7		14.8		21.0	17.2		14.3		13.6 +	31
Monatsmittel		0.9 -	4.3	7.6	9.5	16.3	19.6	20.9 +	20.0	14.5	13.9	7.9	3.4		
Maximum		17.3	14.7 -	20.1	21.8	30.2	34.0 +	33.0	32.0	26.2	24.4	21.0	20.1		
Datum (Tag)		4.	24.	26.	14.	20.	19.	4.	13.	23.	1.	31.			
Minimum		-6.3	-5.7	-4.8	-0.2	3.5	10.6	10.7	12.2 +	5.6	6.2	-2.3	-7.1 -		
Datum (Tag)		27.	12.	9.	11.	2.	10.	2.	23.	22.	5.	27.	12.		
Amplitude		23.5	20.4	24.9	22.0	26.7	23.4	22.4	19.8	20.6	18.2 -	23.2	27.1 +		

Mittel: 11.6 Maximum: 34.0 (19.Juni) Minimum: -7.1 (12.Dezember) Amplitude: 41.1



2011-2022	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DEZ
Monatsmittel	2.1 -	3.1	6.8	10.8	14.0	18.3	19.6 +	19.2	15.5	11.7	6.5	2.9
Maximum	19.3 -	19.9	22.6	27.1	30.2	34.8	35.6 +	34.5	30.6	28.4	23.4	20.1
Jahr	2018	2021	2017	2018	2022	2014	2015	2017	2011	2012	2015	2022
Minimum	-13.6	-15.6 -	-6.7	-3.5	-0.7	6.0	7.4 +	7.3	3.4	-2.2	-5.9	-11.6
Jahr	2017	2012	2013	2013	2019	2017	2016	2020	2017	2012	2015	2012

Mittel: 10.9 Maximum: 35.6 (05.07.2015) Minimum: -15.6 (05.02.2012) Amplitude: 51.2 Max.jährliche Schwankung: 49.4 (2012)

