1. Bodensaugspannung in nutzbare Feldkapazität (nFK) umwandeln

Samantha Rubo

2021-12-08

Wasserhaltevermögen der Felder der HGU:

Schicht Nr.	Bezeichnung	100%nFK entsprechen	"Wassergehalt (Vol.% bei 100%nFK)"
1	0-30 cm	49.3 mm	16.4%
2	30-60 cm	46.1 mm	15.4%
3	60-90 cm	43.4 mm	14.5%

Daten unter "Z:\Außenbetrieb\Flächenbelegung\Wasserhaltevermögen Böden Felder Gb.xlsx"

```
knitr::include_graphics("../graphics/Feldkapazität_Thomas.png")
```

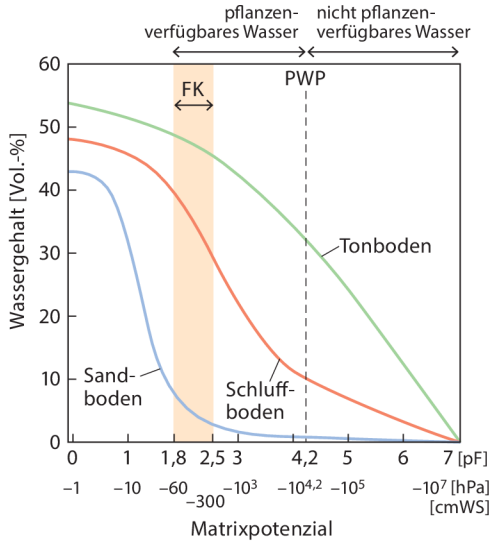


Figure 1: "Beziehung Volumetrischer Wassergehalt ~ Matrixpotential. Berechnungsgrundlage der nFK. Quelle: Thomas F. (2018) Ökophysiologische Leistungen der Höheren Pflanzen. In: Grundzüge der Pflanzenökologie. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-54139-5_3"

Grenzwerte zur Berechnung der nutzbaren Feldkapazität

```
pf_min <- 1.8
pf_max <- 4.2
hPa_min <- 10^pf_min
hPa_max <- 10^pf_max
# Vol% Wasser bei 100% nFK für drei Bodentiefen:
T0020 <- 49.3
```

```
T4060 <- 46.1
T2040 <- T0020 - (T0020 - T4060) / 2
```

Tensiometer-Daten, Wetter und Bewasserung aus SQLite-Datenbank lesen.

```
# Verbindung zur Datenbanl herstellen:
path1 <- ifelse(Sys.info()["nodename"] == "Samanthas-MBP.local",
                "../../Github_GeoSenSys/GeoSenSys2020/", "../../GeoSenSys2020/"
)
db <- paste0(path1, "Data_2020/HGU_GeoSenSys_V3_6.db") # DB in other R-Project

db1 <- dbConnect(RSQLite::SQLite(), db)

# Query fuer Tensiometer-Datensatz
query <- "SELECT
        Spinat_Saetze.satz_id,
        Varianten.variante_acronym,
        Varianten.variante_H2O,
        Parzellen.parzelle_name,
        Tensiometer.zeit_messung,
        Tensiometer.bodensaugspannung_0020_hPa,
        Tensiometer.bodensaugspannung_2040_hPa,
        Tensiometer.bodensaugspannung_4060_hPa

        FROM Tensiometer
        LEFT JOIN Parzellen ON Tensiometer.parzelle_id = Parzellen.parzelle_id
        LEFT JOIN Varianten ON Parzellen.variante_id = Varianten.variante_id
        LEFT JOIN Spinat_Saetze ON Varianten.satz_id = Spinat_Saetze.satz_id
        WHERE Varianten.variante_N = 'N100'
        ;" #zunächst nur fuer Stickstoff-vollversorgte Varianten
tensio <- dbGetQuery(db1, query)


#### Query fuer Wetter-Daten:
query2 <- "SELECT
        Wetter.satz_id,
        Wetter.datum_wetter,
        Wetter.niederschlag_mm
        FROM
        Wetter"


wetter <- dbGetQuery(db1, query2) %>% # Niederschlag aller Saetze einlesen
    mutate_at("datum_wetter", ~ as_date(.))

# Query fuer Bewaesserungs-Datensatz
query3 <- "SELECT
        Spinat_Saetze.satz_id,
        Varianten.variante_H2O,
        Parzellen.parzelle_name,
        Bewaesserung.datum_bewaesserung,
        Bewaesserung.wassermengen_mm
```

```
        FROM Bewaesserung
        LEFT JOIN Parzellen ON Bewaesserung.parzelle_id = Parzellen.parzelle_id
        LEFT JOIN Varianten ON Parzellen.variante_id = Varianten.variante_id
        LEFT JOIN Spinat_Saetze ON Varianten.satz_id = Spinat_Saetze.satz_id
        "
bewaesserung <- dbGetQuery(db1, query3) %>% # Bewaesserung aller Saetze einlesen
    mutate_at("datum_bewaesserung", ~ as_date(.))

dbDisconnect(db1) # Verbindung zur Datenbank beenden
rm(db, db1, path1, query, query2, query3) # Helfer-Objekte loeschen
```

Daten formatieren und Tagesmittelwerte der Bodensaugspannung berechnen

```
tensio <- tensio %>%
    # Datum formatieren und Tagesmittelwerte bilden
    mutate_at("zeit_messung", ~ as_datetime(.) %>%
                  format.Date(., format = "%Y-%m-%d") %>% # für Tages-Mittelwert
                  as_date(.)) %>% # wieder in Datum (class) umformen
    # Faktorstufen sortieren (für Grafik)
    mutate_at("variante_H2O", ~ factor(., levels = c("Wfull_plus", "Wfull", "Wred"))) %>%
    group_by(satz_id, variante_H2O, zeit_messung) %>%
    summarise_at(c(
        "bodensaugspannung_0020_hPa",
        "bodensaugspannung_2040_hPa",
        "bodensaugspannung_4060_hPa"
    ), ~ round(mean(., na.rm = TRUE), digits = 2))
```

hPa in pf umwandeln: log10(hPa)

```
tensio <- tensio %>%
    mutate(
        pf_0020 = log10(bodensaugspannung_0020_hPa),
        pf_2040 = log10(bodensaugspannung_2040_hPa),
        pf_4060 = log10(bodensaugspannung_4060_hPa)
    )
```

nFK berechnen

```
nfk_fun <- function(x) {
    (1 - (x - pf_min) / (pf_max - pf_min)) * 100
}
tensio <- tensio %>% # as_tibble() %>%
    mutate_at(
        c("pf_0020", "pf_2040", "pf_4060"),
        list(nFK = nfk_fun)
    ) %>%
    rename_with(.cols = ends_with("_nfK"), ~ gsub("pf_", "T", .x, fixed = TRUE)) %>%
    # Tabelle komprimieren: 2 Nachkommastellen
    mutate_if(is.numeric, ~ round(., 2))
```

```
## `mutate_if()` ignored the following grouping variables:
## * Columns `satz_id`, `variante_H2O`
```

Tabelle formatieren für ggplot

```
tensio_melted <- tidyr::pivot_longer(tensio %>%
                                         select(c(
                                             "satz_id", "variante_H2O", "zeit_messung",
                                             "T0020_nFK", "T2040_nFK", "T4060_nFK"
                                         )),
                                     cols = c("T0020_nFK", "T2040_nFK", "T4060_nFK"),
                                     names_to = "Bodentiefe",
                                     values_to = "nFK_prozent"
) %>%
    mutate(Bodentiefe = substr(Bodentiefe, 4, 5) %>% as.numeric()) %>%
    mutate(kategorie = factor("nFK", levels = c("wasserinput", "nFK")))
```

#Tensio bei 0cm erweitern

```
tensio0 <- tensio_melted %>%
    filter(Bodentiefe == 20) %>%
    mutate(Bodentiefe = 0)

tensio_melted <- bind_rows(tensio_melted, tensio0)

rm(tensio0)
```

Wetter- und Bewässerungsdaten formatieren und zusammenführen

```
bewaesserung_mean <- bewaesserung %>%
    group_by(satz_id, datum_bewaesserung, variante_H2O) %>%
    summarise(bewaesserung_mm = mean(wassermengen_mm)) %>%
    ungroup()
```

```
## `summarise()` has grouped output by 'satz_id', 'datum_bewaesserung'. You can
## override using the `.groups` argument.
```

```
# Bewaesserung und Niederschlag in eine Tabelle zusammenfuehren
wasser_gesamt <- tensio %>%
    select(satz_id, variante_H2O, zeit_messung) %>%
    left_join(wetter, by = c("satz_id","zeit_messung" = "datum_wetter")) %>%
    left_join(bewaesserung_mean, by = c("satz_id", "variante_H2O",
                                        "zeit_messung" = "datum_bewaesserung"
    )) %>%
    # Faktorstufen sortieren (für Grafik)
    tidyr::pivot_longer(
        cols = c("bewaesserung_mm", "niederschlag_mm"),
        names_to = "variable", values_to = "value"
    ) %>%
    mutate(kategorie = factor("wasserinput", levels = c("wasserinput", "nFK"))) %>%
    mutate_at("variante_H2O", ~ factor(., levels = c("Wfull_plus", "Wfull", "Wred")))
```

nFK plotten

```
# plot erstellen: #minus-Bodentiefe, da der Wert die "bis"-Bodentiefe beschreibt
plot_nfk <- function(satz_nr, subtitle) {
    my_breaks <- c(seq(from = 0, to = 120, by = 10), Inf)
    my_colors <- c(
```

```
    colorRampPalette(c("brown", "#fac83c"))(6),
    colorRampPalette(c("lightgreen", "forestgreen"))(3),
    colorRampPalette(c("#32c8fa", "darkblue"))(4)
)
my_labels <- levels(cut(tensio_melted$nFK_prozent, breaks = my_breaks))


p <- ggplot() +
    geom_contour_filled(
        data = tensio_melted %>% filter(satz_id == satz_nr),
        aes(x = zeit_messung, y = -(Bodentiefe), z = nFK_prozent),
        breaks = my_breaks
    ) +
    scale_colour_manual("Soil moisture (% nFK)",
                        values = my_colors, labels = my_labels,
                        aesthetics = "fill", drop = FALSE
    ) +
    # "drop = FALSE" ist notwendig um auch Werte anzuzeigen (und die Farben zu scalen),
    # die nicht ueber den Wertebereich in der CSV hinausgehen (z.B. <10 oder >120 % nFK)
    labs(
        title = "Bodenfeuchte und Wassereintrag für drei Behandlungen",
        subtitle = subtitle,
        x = "Date",
        y = ""
    ) +
    ggnewscale::new_scale("fill") + # zweite fill-scale für Regen und Bewässerung
    # Regen und Bewässerung anfügen
    geom_col(
        data = wasser_gesamt %>% filter(satz_id == satz_nr),
        aes(zeit_messung, value, fill = variable)
    ) +
    scale_fill_manual("Wassereintrag (mm)",
                      values = c(
                          "niederschlag_mm" = "gray70",
                          "bewaesserung_mm" = "gray40"
                      ),
                      labels = c(
                          "niederschlag_mm" = "Regen",
                          "bewaesserung_mm" = "GS"
                      )
    ) +
    facet_grid(kategorie ~ variante_H2O,
               scales = "free_y", switch = "y", space = "free_y",
               labeller = labeller(
                   .rows = as_labeller(
                       c(
                           nFK = "Bodentiefe (cm)",
                           wasserinput = "Wassereintrag (mm)"
                       )
                   ),
                   .cols = label_value
               ),
               drop = FALSE
```

```
        ) + # damit Wfull_plus in Satz1 dargestellt wird (ohne Daten)
        theme_bw() +
        theme(
            panel.grid = element_blank(),
            strip.placement = "outside",
            strip.background.y = element_blank(),
            panel.spacing = unit(0, "lines")
        )
    # Ausgabe des Plots
    p
}
```

#Plot-Funktion ausfuehren

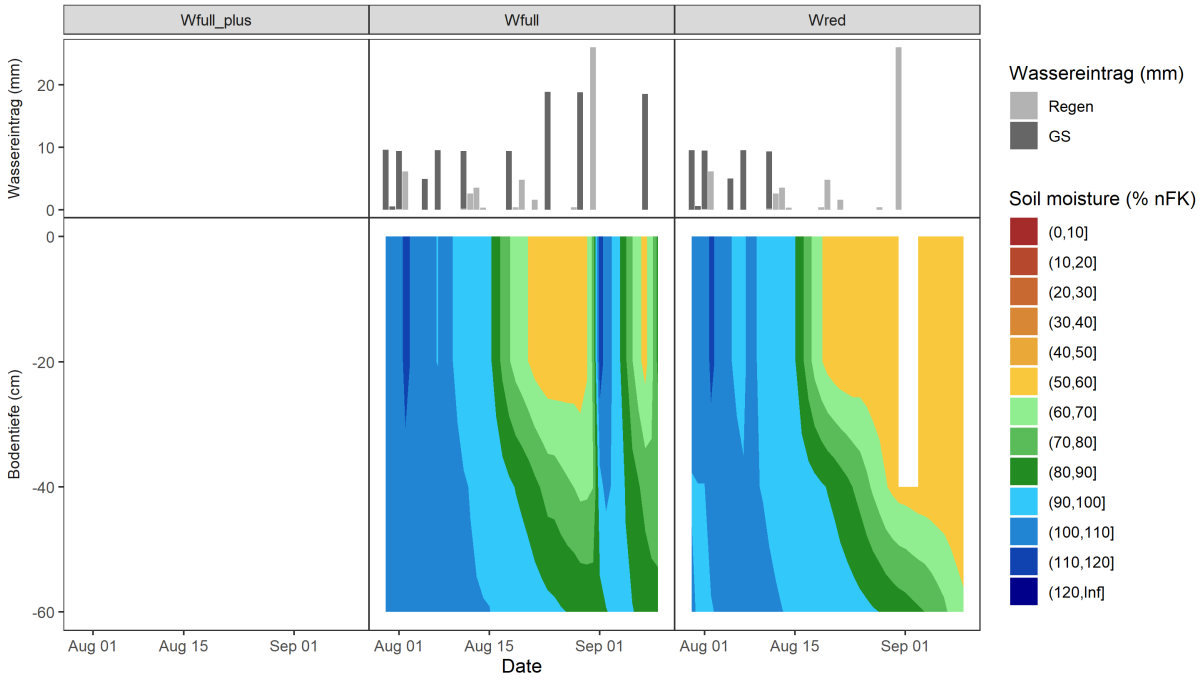
```
p2 <- plot_nfk(satz_nr = 2, subtitle = "2020, Satz 2, Feld 4a (*Paper über diese Daten)")
p3 <- plot_nfk(satz_nr = 3, subtitle = "2021, Satz 1, Feld 6")
p4 <- plot_nfk(satz_nr = 4, subtitle = "2021, Satz 2, Feld 4b")
p5 <- plot_nfk(satz_nr = 5, subtitle = "2021, Satz 3, Feld 6")

plot_list <- list(p2, p3, p4, p5)
p2; p3; p4; p5
```

#Grafik speichern

```
# file_list <- list(
# #file1 <- #keine Tensiometer-Daten fuer Satz 1
# file2 = "../graphics/nFK_2020_Satz2.png",
# file3 = "../graphics/nFK_2021_Satz1.png",
# file4 = "../graphics/nFK_2021_Satz2.png",
# file5 = "../graphics/nFK_2021_Satz3.png")
#
# purrr::map2(file_list, plot_list,
#     ~ggsave(filename = .x, plot = .y, device = "png", width = 10, height = 6, dpi = 300)
# )
```

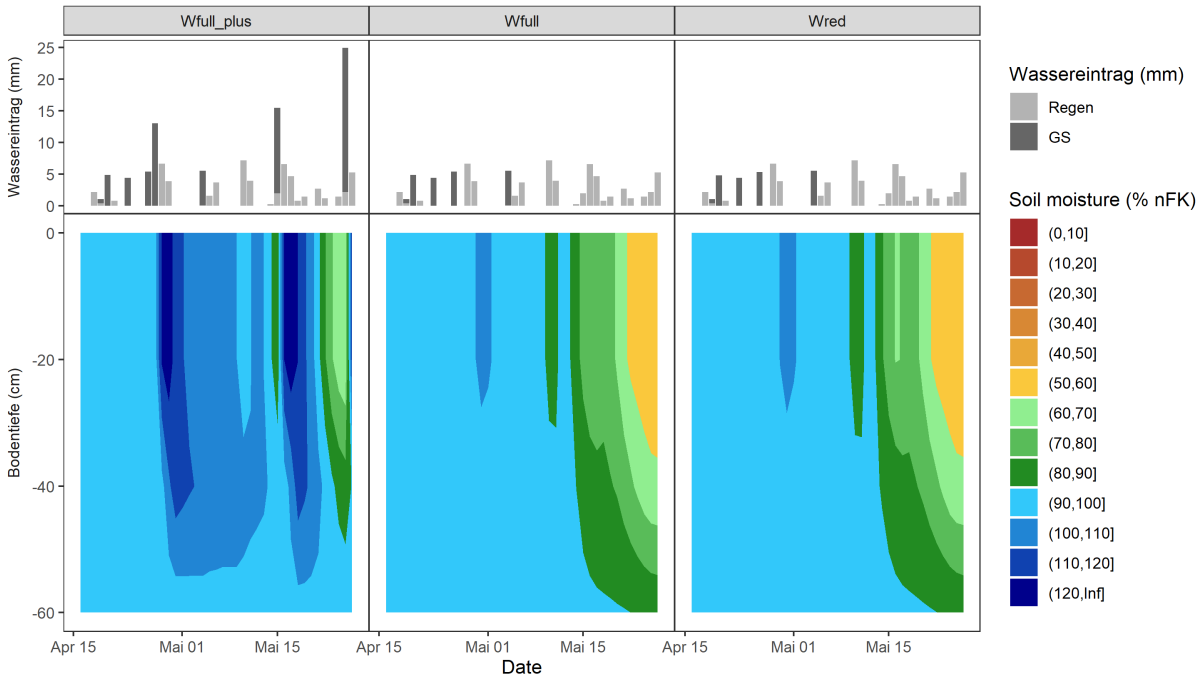
Bodenfeuchte und Wassereintrag für drei Behandlungen

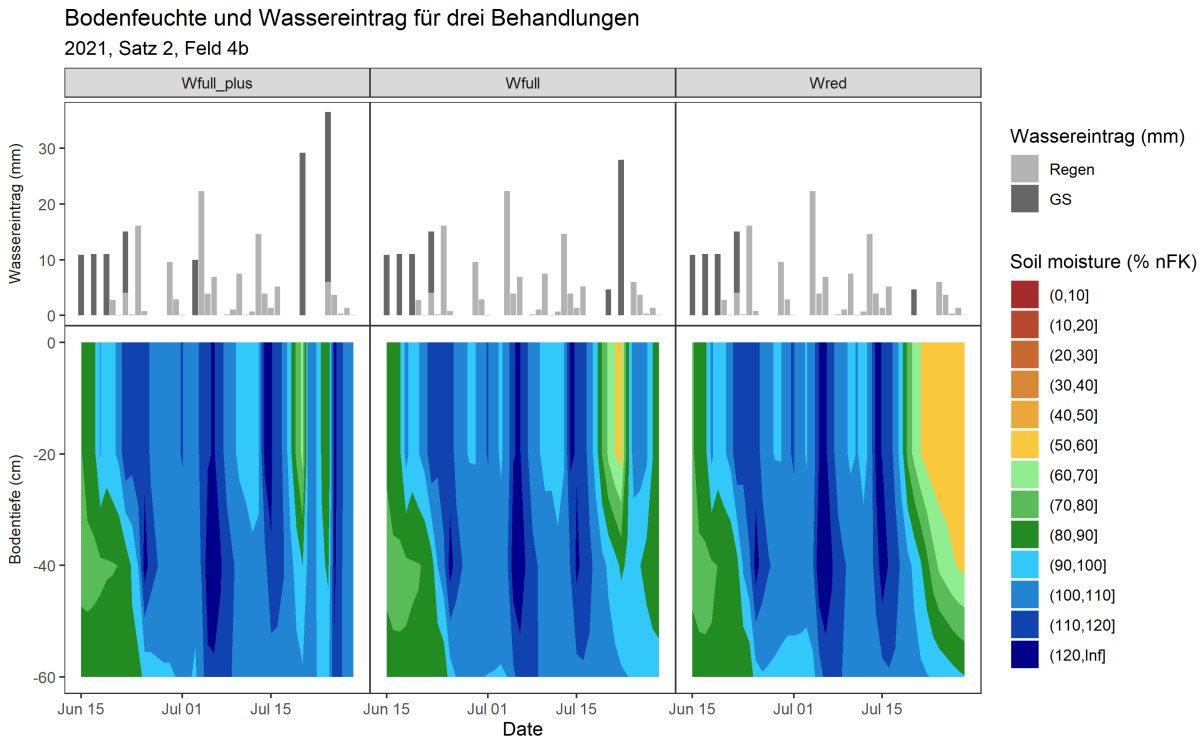
2020, Satz 2, Feld 4a (*Paper über diese Daten)

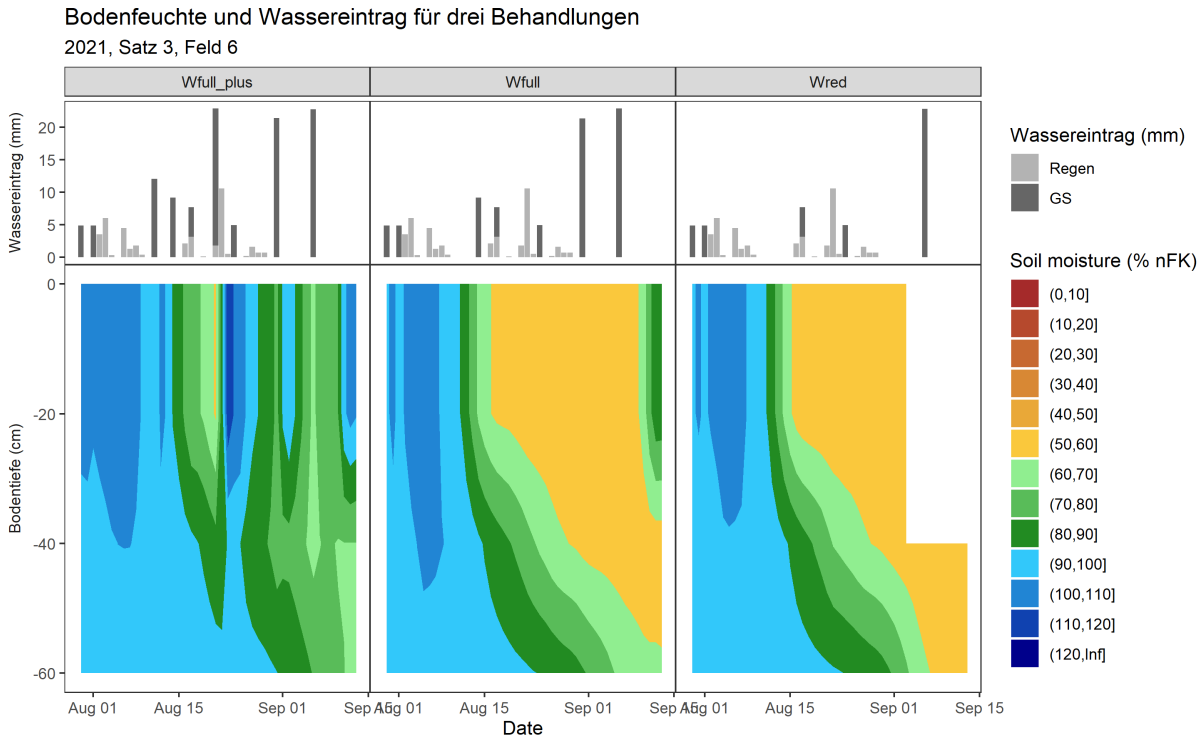


Bodenfeuchte und Wassereintrag für drei Behandlungen

2021, Satz 1, Feld 6







#nFK-Tabelle speichern

```
# file1 <- "../data/derived_data/nfK_2020_2021_20220309.csv"
# data.table::fwrite(x = tensio,file = file1, sep = ";", dec = ".")
```

#Bewässerung_mean-Tabelle speichern

```
# file1 <- "../data/derived_data/bewaesserung_mean_2020_2021_20220309.csv"
# data.table::fwrite(x = bewaesserung_mean,file = file1, sep = ";", dec = ".")
```