

Einfluss von Witterung und Kultur der Jahre 2009-2015 auf den Wasserhaushalt der Lysimeter Zürich-Reckenholz

Volker Prasuhn^{1*}, Clay Humphrys¹ und Ernst Spiess¹

Zusammenfassung

Auf der Lysimeteranlage in Zürich-Reckenholz werden seit 2009 auf 72 Lysimetern verschiedene agronomische Versuche zur Nitrat- und Sickerwasserwaschung unter natürlichen Witterungsbedingungen durchgeführt. Die Niederschlagsmengen zwischen 2009 und 2015 schwankten zwischen 796 und 1165 mm. Lysimeter mit dem gleichen Boden zeigten im gleichen Jahr deutliche Unterschiede im Wasserverbrauch entsprechend dem unterschiedlichen Entwicklungsverlauf der verschiedenen Kulturen. Der Anbau der gleichen Kultur in verschiedenen Jahren hatte je nach klimatischen Bedingungen ebenfalls große Auswirkungen auf Bodenwasserhaushalt und Sickerwassermenge. Die geringste Sickerwassermenge aller 72 Lysimeter zwischen 2009 und 2015 betrug 116 mm (2011: Zuckerrüben), die größte 754 mm (2012: Silomais). Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass wegen der Witterungsvariabilität und dem unterschiedlichen Entwicklungsverlauf verschiedener Kulturen mehrjährige Lysimeterversuche über Fruchtfolgen notwendig sind, um bezüglich Wasserverbrauch und Nitrat- und Sickerwasserwaschung Empfehlungen für die Praxis ableiten zu können.

Schlagwörter: Wasserhaushalt, Sickerwasser, Evapotranspiration, Lysimeter, Ackerbau

Summary

On the lysimeter facility in Zurich-Reckenholz, various agricultural experiments on nitrate leaching have been carried out on 72 lysimeters under natural climatic conditions since 2009. From 2009 to 2015 the annual precipitations varied between 796 and 1165 mm. Lysimeters with the same soil showed significant differences in water use in a given year due to the contrasting development of the different crops. The cultivation of the same crop in different years also had a great impact on soil water content and seepage water, depending on climatic conditions. The lowest seepage volume of all 72 lysimeters between 2009 and 2015 was 116 mm (2011: sugar beets), the largest 754 mm (2012: silage maize). The results clearly show that long lasting lysimeter experiments on crop rotations are necessary to derive recommendations on water use and nitrate leaching for practical farms.

Keywords: water budget, seepage water, evapotranspiration, lysimeter, agriculture

Einleitung

Lysimeterversuche unter Freilandbedingungen unterliegen dem Einfluss der Witterung. Pflanzenwachstum, Wasserhaushalt und Stofftransport werden stark durch klimatische Faktoren wie Niederschlag und Temperatur gesteuert. Verschiedene Kulturen reagieren entsprechend Saatzeitpunkt, Entwicklungsstadium, Durchwurzelungstiefe etc. unterschiedlich auf Witterungseinflüsse. Mehrjährige Versuche unter verschiedenen klimatischen Bedingungen und mit unterschiedlichen Kulturen sind daher nötig, um bezüglich Wasserverbrauch und Nitrat- und Sickerwasserwaschung Empfehlungen für die Praxis ableiten zu können.

Material und Methoden

Die Lysimeteranlage Zürich-Reckenholz wurde 2009 gebaut und enthält 72 Lysimeter mit einer Oberfläche von 1 m² und einer nutzbaren Tiefe von 1,35 m (plus 0,15 m Quarzsandschicht als Sickerhilfe). 12 Lysimeter sind wägbare und mit verschiedenen Messsonden (FDR, Tensiometer, Saugkerzen, Bodentemperatur) in vier verschiedenen Tiefen (10, 30, 60, 90 cm) ausgestattet. Die drei verschiedenen,

monolithisch gewonnenen Ackerböden sind Lehme bis sandige Lehme, tiefgründig und haben ein gutes Wasser- und Nährstoffspeichervermögen. Die meisten Versuche wurden über verschiedene sechsjährige Fruchtfolgen in dreifacher Wiederholung geführt (Prasuhn et al. 2009 und 2016).

Ergebnisse

Der mittlere Jahresniederschlag beträgt in Zürich-Reckenholz 1054 mm. 2011 und 2015 waren sehr trockene Jahre mit einem Niederschlagsdefizit von 258 bzw. 222 mm gegenüber dem langjährigen Mittelwert, 2012 war dagegen relativ feucht mit einem Überschuss von 111 mm. Die mittlere Sickerwassermenge 2009-2015 in den 72 Lysimetern betrug 376 mm. Im trockenen Jahr 2011 betrug die Sickerwassermenge in einem Lysimeter mit Klee gras mit 174 mm nur fast ein Drittel gegenüber 466 mm im feuchten Jahr 2012 auf einem vergleichbaren Lysimeter mit Klee gras. Je nach angebauter Kultur können die Unterschiede noch größer sein. Die geringste Sickerwassermenge aller 72 Lysimeter zwischen 2009 und 2015 betrug 116 mm (2011: Zuckerrüben), die größte 754 mm (2012: Silomais).

¹ Agroscope, Fachgruppe Gewässerschutz und Stoffflüsse, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 ZÜRICH

* Ansprechpartner: Dr. Volker Prasuhn, volker.prasuhn@agroscope.admin.ch



Verlauf der Gewichtsveränderung über 7 Jahre bei unterschiedlichen Fruchtfolgen

Der Verlauf der Gewichtsveränderungen spiegelt den Einfluss der klimatischen Bedingungen und angebauten Kulturen der verschiedenen Jahre deutlich wieder (*Abbildung 1*). Eine Gewichtszunahme bedeutet Niederschlag,

eine Gewichtsabnahme Evapotranspiration (oder Sickerwasser; 1 kg = 1 mm). Große Unterschiede ergaben sich vor allem im Sommer. Im Winter wurde bei allen Lysimetern der Boden wieder mit Wasser aufgefüllt. Das trockene Jahr 2015 führte unter Körnermais (Lysimeter 1), Silomais (Lysimeter 2) und Kunstwiese (Lysimeter 4) zur stärksten Gewichtsabnahme der Untersuchungsperiode.

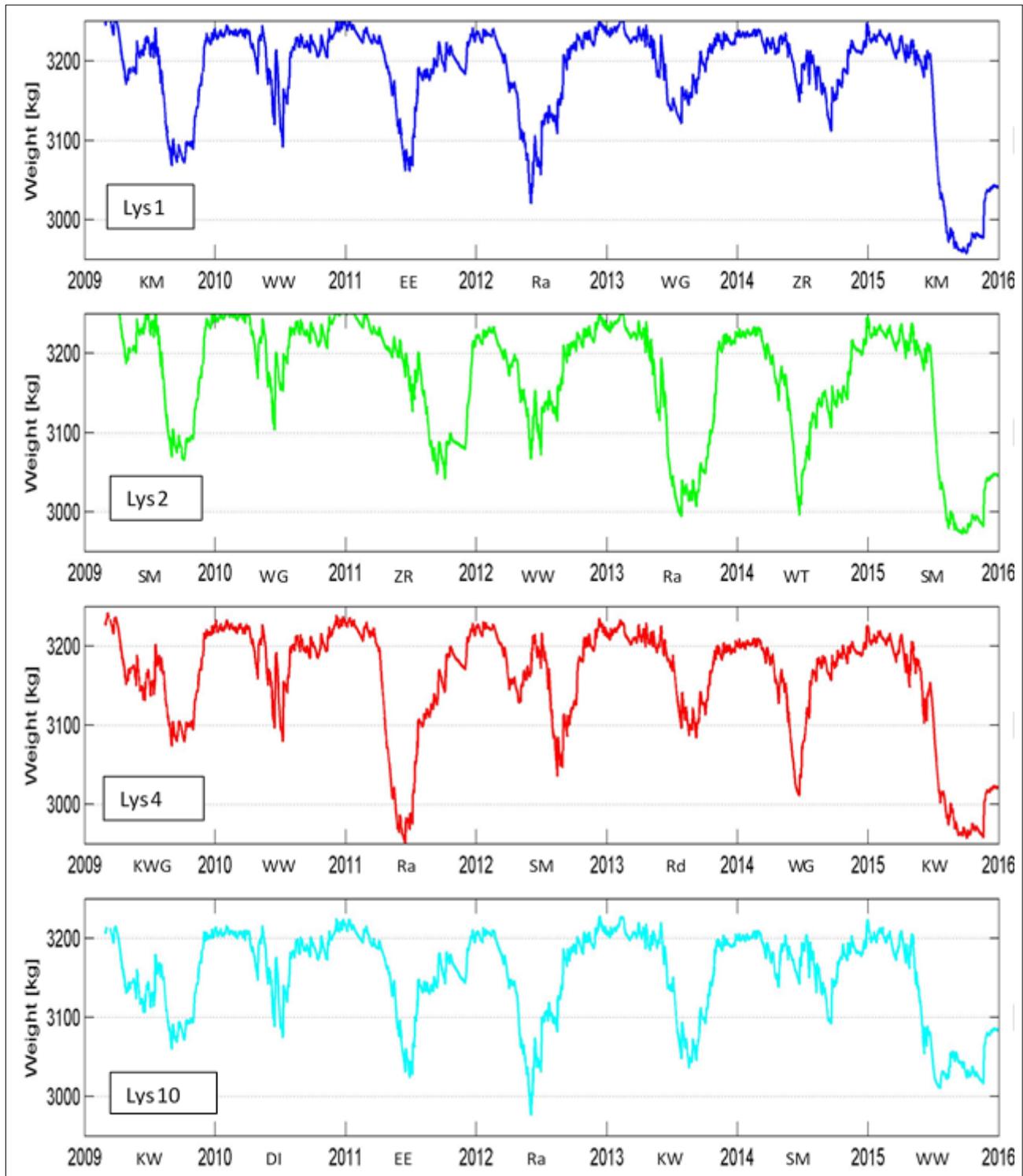


Abbildung 1: Verlauf des Gewichtes von vier Lysimetern (L1, L2, L4, L10) über 7 Jahre bei unterschiedlichen Fruchtfolgen auf dem gleichen Boden (EE = Eiweißerbsen, DI = Dinkel, KM = Körnermais, KW = Kunstwiese, Ra = Raps, Rd = Randen, SM = Silomais, WG = Wintergerste, WT = Wintertriticale, WW = Winterweizen, ZR = Zuckerrüben).

Unter Winterweizen (Lysimeter 10) fiel die Gewichtsabnahme 2015 dagegen weniger stark aus. Im ebenfalls trockenem Jahr 2011 war die Gewichtsabnahme nur unter Raps (Lysimeter 4) sehr hoch, unter Eiweißerbsen (Lysimeter 1 und 10) sowie Zuckerrüben (Lysimeter 2) war die Gewichtsabnahme dagegen weniger ausgeprägt. Die maximale Gewichtsabnahme bei den verschiedenen Lysimetern betrug rund 250 mm.

Zwei verschiedene Kulturen im gleichen Jahr

Die beiden Lysimeter in *Abbildung 2* enthielten den gleichen Boden und unterlagen den gleichen klimatischen Bedingungen, zeigten aber deutliche Unterschiede im Wasserverbrauch und der Grundwasserneubildung entsprechend dem unterschiedlichen Entwicklungsverlauf der

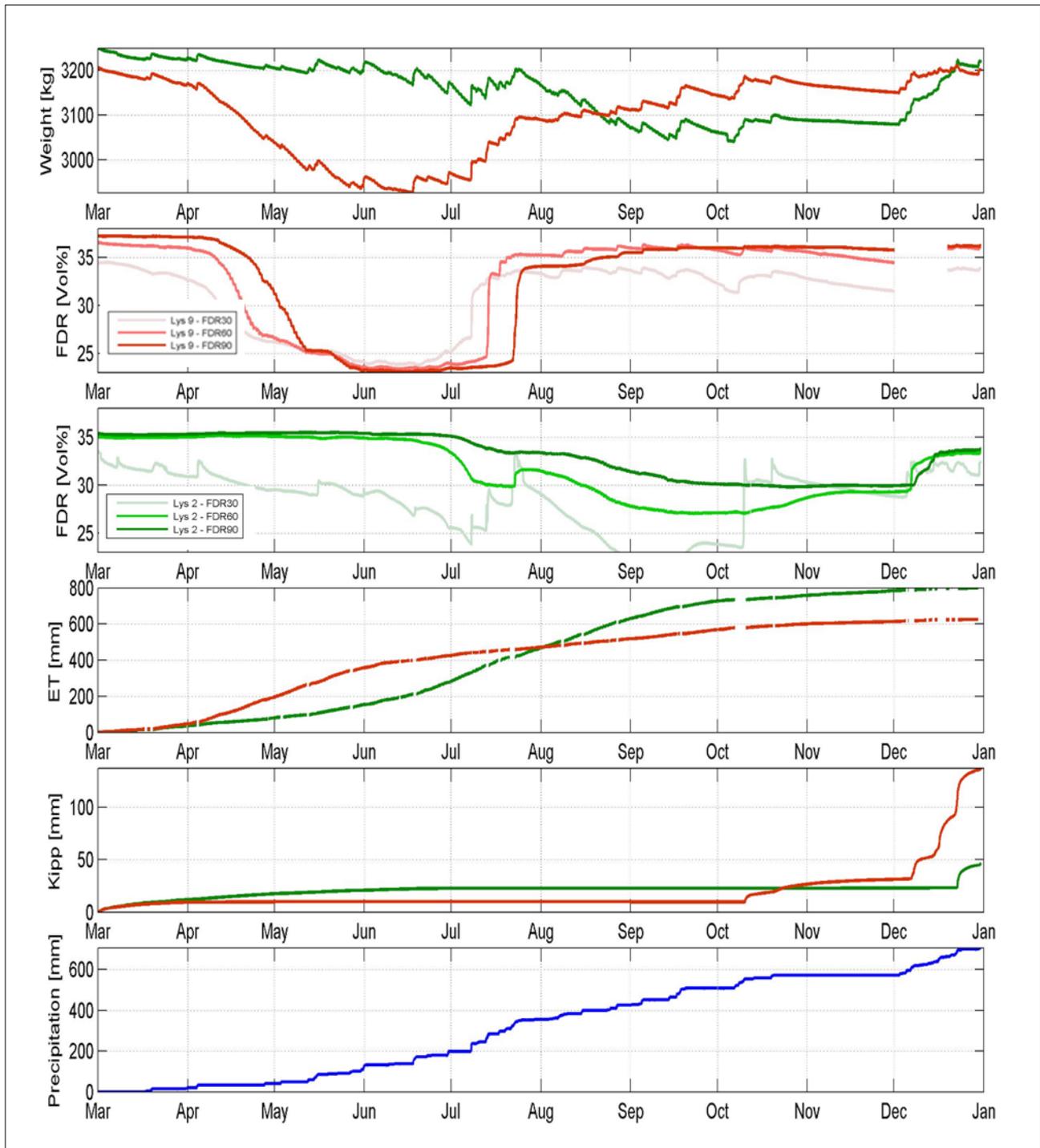


Abbildung 2: Verlauf von Gewicht, Bodenwassergehalt in 30, 60 und 90 cm Tiefe (FDR), aktuelle Evapotranspiration (ET), Sickerwassermenge (Kipp) und Niederschlag für die Lysimeter 2 mit Zuckerrüben (grüne Linien) und Lysimeter 9 mit Raps (rote Linien) für die Periode 1.3.2011 bis 31.12.2011.

beiden angebauten Kulturen. Der Raps entwickelte sich im April schnell, die Evapotranspiration stieg und der Boden trocknete aus. Bis Ende Juni nahm das Lysimetergewicht auf Lysimeter 9 um 250 kg ab, auf Lysimeter 2 nur um 35 kg. Bis zur Ernte des Raps Ende Juni betrug die Evapotranspiration beim Raps 420 mm gegenüber den Zuckerrüben mit 260 mm. Anfang August hatten die Zuckerrüben mehr Wasser verdunstet als der Raps und die nachfolgend ange-säte Kunstwiese. Bis Ende Jahr hatten die Zuckerrüben 175 mm mehr verdunstet als Raps/Kunstwiese. Entsprechend setzte die Sickerwasserbildung bei Lysimeter 9 schon Mitte Oktober ein und war bis Ende Jahr über 90 mm höher als bei Lysimeter 2.

Gleiche Kultur in zwei verschiedenen Jahren

In den Jahren 2009 und 2015 wurden auf einzelnen Lysimetern die gleichen Kulturen angebaut. *Abbildung 3* zeigt exemplarisch den Kurvenverlauf von Gewicht, FDR-Wassergehalt in verschiedenen Bodentiefen, aufsummierter Evapotranspiration, Sickerwassermenge und Niederschlag für Lysimeter 2 mit Silomais, jeweils vom 1.5. bis 31.12. Die Niederschlagsmenge war 2009 in dieser Periode insgesamt um 270 mm größer als 2015. Die jahreszeitliche Verteilung war auch sehr unterschiedlich. 2015 war der Mai/Juni recht feucht und es gab rund 150 mm Sickerwasser. Der Sommer und Herbst 2015 waren dann deutlich trockener und es kam zu keinem weiteren Sickerwasserabfluss. 2009 kam es Mitte Juli zu viel Niederschlag mit Sickerwasserbildung. Anfang Dezember setzte die Sickerwasserbildung wieder ein. 2015 ging der Bodenwassergehalt Anfang Juli deutlich zurück und blieb in 60 und 90 cm Tiefe bis zum Jahresende auf diesem tiefen Niveau. 2009 ging der Bodenwassergehalt in 60 und 90 cm Tiefe erst einen Monat später zurück. Der Boden trocknete in 90 cm Tiefe auch nicht so stark aus wie 2015. Anfang November 2009 füllte sich das Bodenprofil dann wieder mit Wasser. 2015 war die Evapotranspiration größer als die Niederschlagsmenge; das Wasserdefizit führte zu einem ausgetrockneten Boden bis Jahresende. 2009 war die Niederschlagsmenge dagegen rund 200 mm höher als die Evapotranspiration; entsprechend war der Boden gegen Ende des Jahres wassergesättigt und es kam zu Sickerwasserbildung.

Fazit

Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass wegen der Witterungsvariabilität und dem unterschiedlichen Entwicklungsverlauf verschiedener Kulturen langjährige Lysimeterversuche über Fruchtfolgen notwendig sind, um bezüglich Wasserverbrauch und Nitratauswaschung Empfehlungen für die Praxis ableiten zu können.

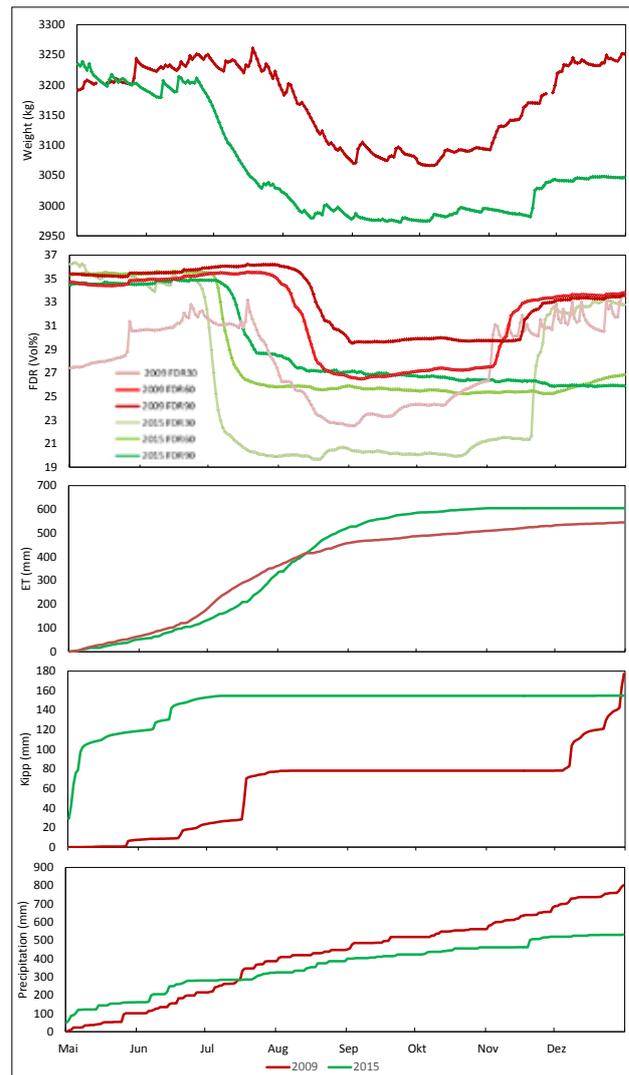


Abbildung 3: Verlauf von Gewicht, Bodenwassergehalt (FDR), aktueller Evapotranspiration (ET), Sickerwassermenge (Kipp) und Niederschlag für den Lysimeter 2 mit Silomais für die Perioden 1.5.2009 bis 31.12.2009 (rote Linien) und 1.5.2015 bis 31.12.2015 (grüne Linien).

Literatur

- Prasuhn V., Spiess E., Seyfarth M. (2009) Die neue Lysimeteranlage Zürich-Reckenholz. Bericht über die 13. Gumpensteiner Lysimeter-tagung, Irdning, 21.-22.4.09. LFZ Raumberg-Gumpenstein, Irdning, 11-16.
- Prasuhn V., Humphrys C., Spiess E. (2016) Seventy-two Lysimeters for Measuring Water Flows and Nitrate Leaching under Arable Land. NAS International Workshop on Applying the Lysimeter Systems to Water and Nutrient Dynamics. Wanju, Südkorea, 124-146.