



WEIHENSTEPHAN • TRIESDORF
University of Applied Sciences

Bewässerungstechnik, Landwirtschaft

Fertigation

Wolfram Spreer

SoSe 2026

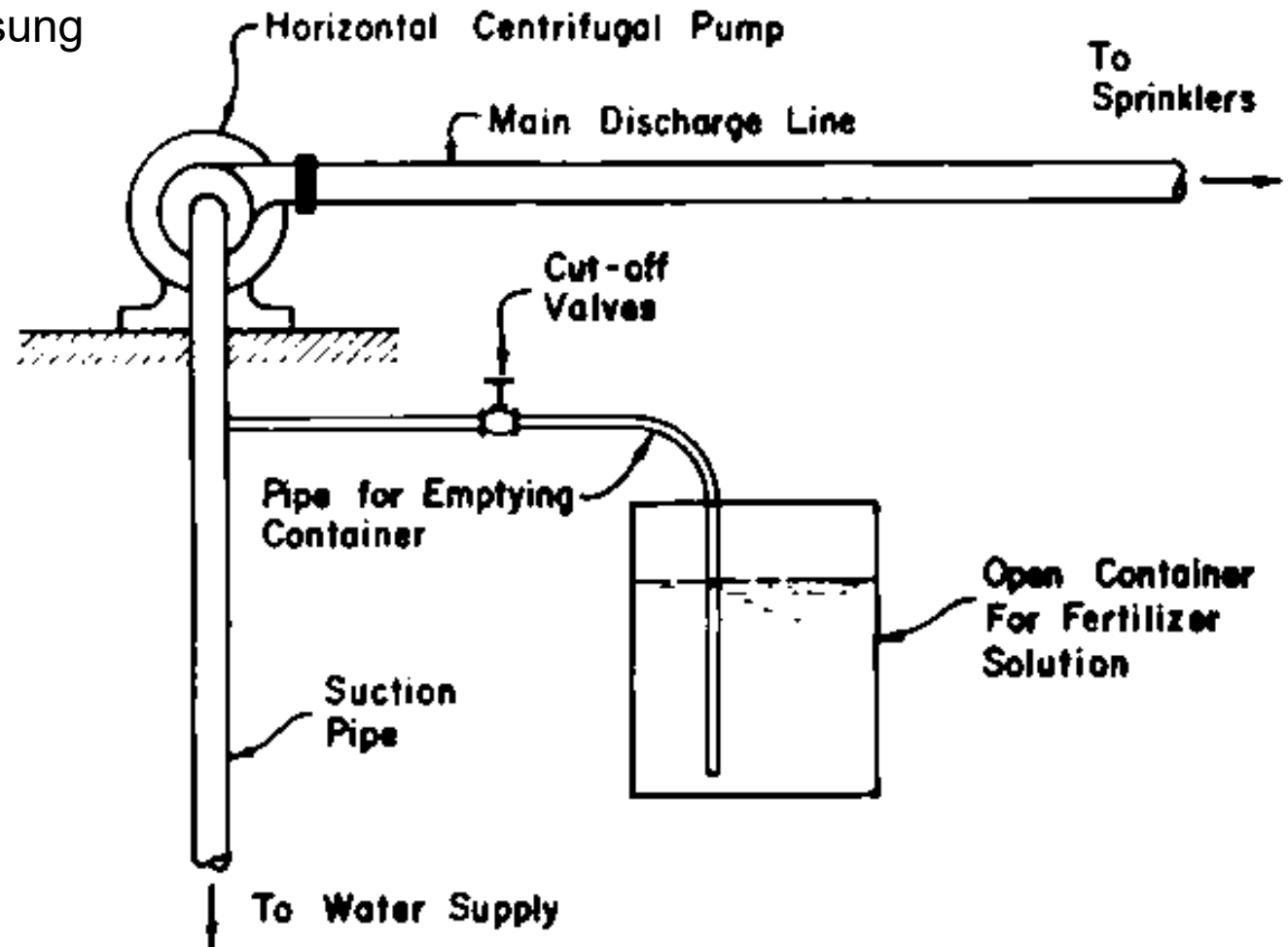
Fertigation

- Anwendung von Dünger mit der Bewässerung

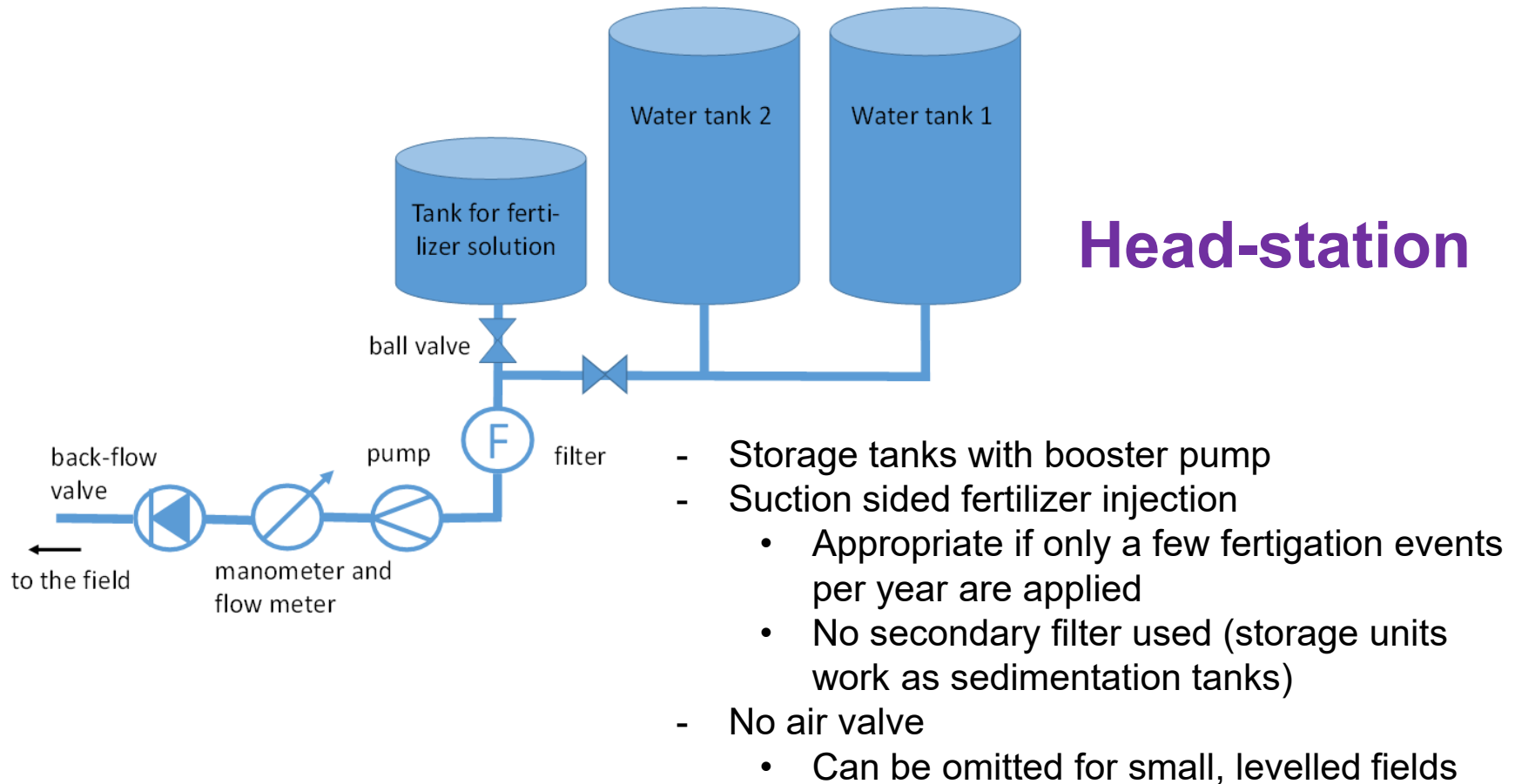


Fertigation

■ Saugseitige Einspeisung



Simple GLZ-irrigation design, Myanmar

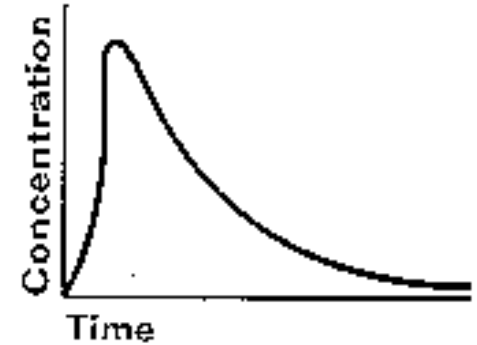
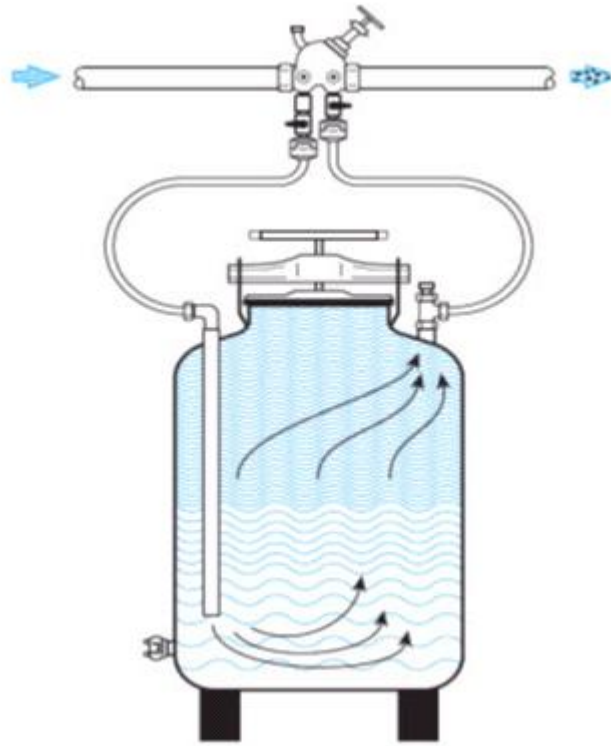


Saugseitige Einspeisung



Fertigation

- Drucktank
- Pressure differential tank





Drucktank

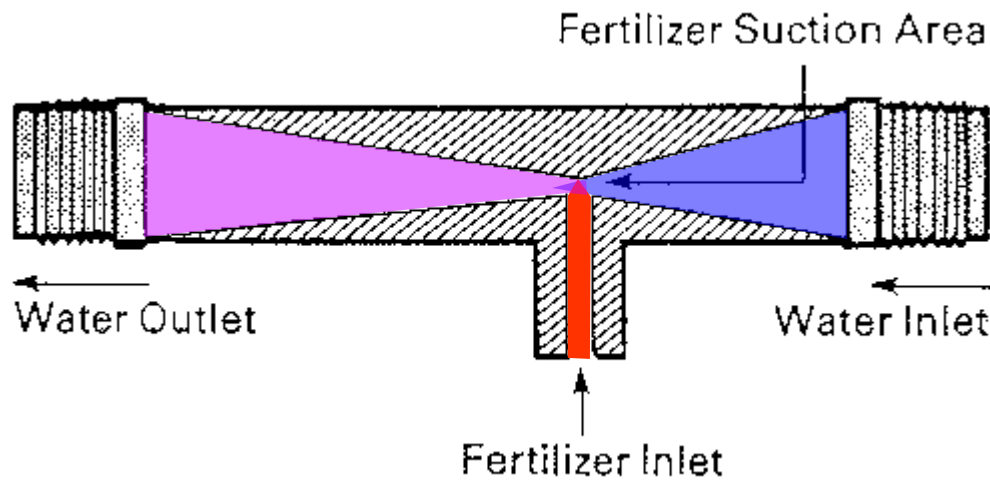
Small pressure differential tank, India

- Light weight
- Easy to carry and operate by 1 person
- Up to 0.3 ha



Fertigation

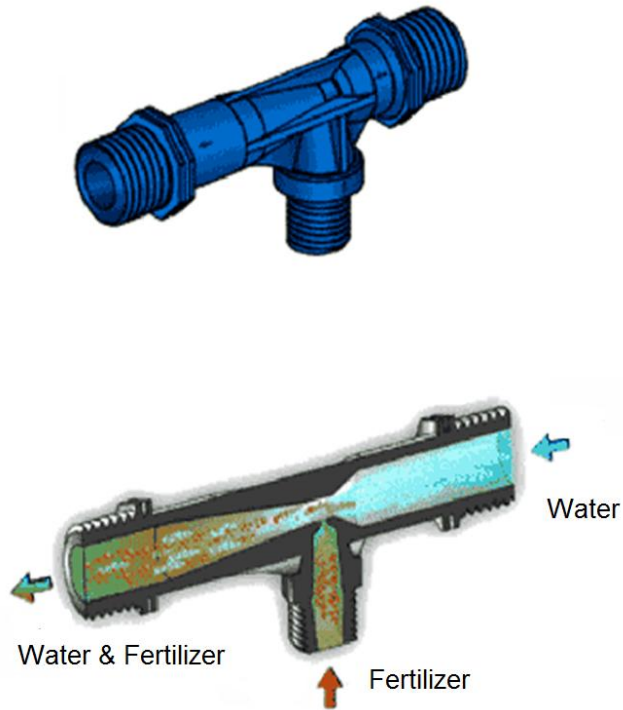
■ Venturidüse



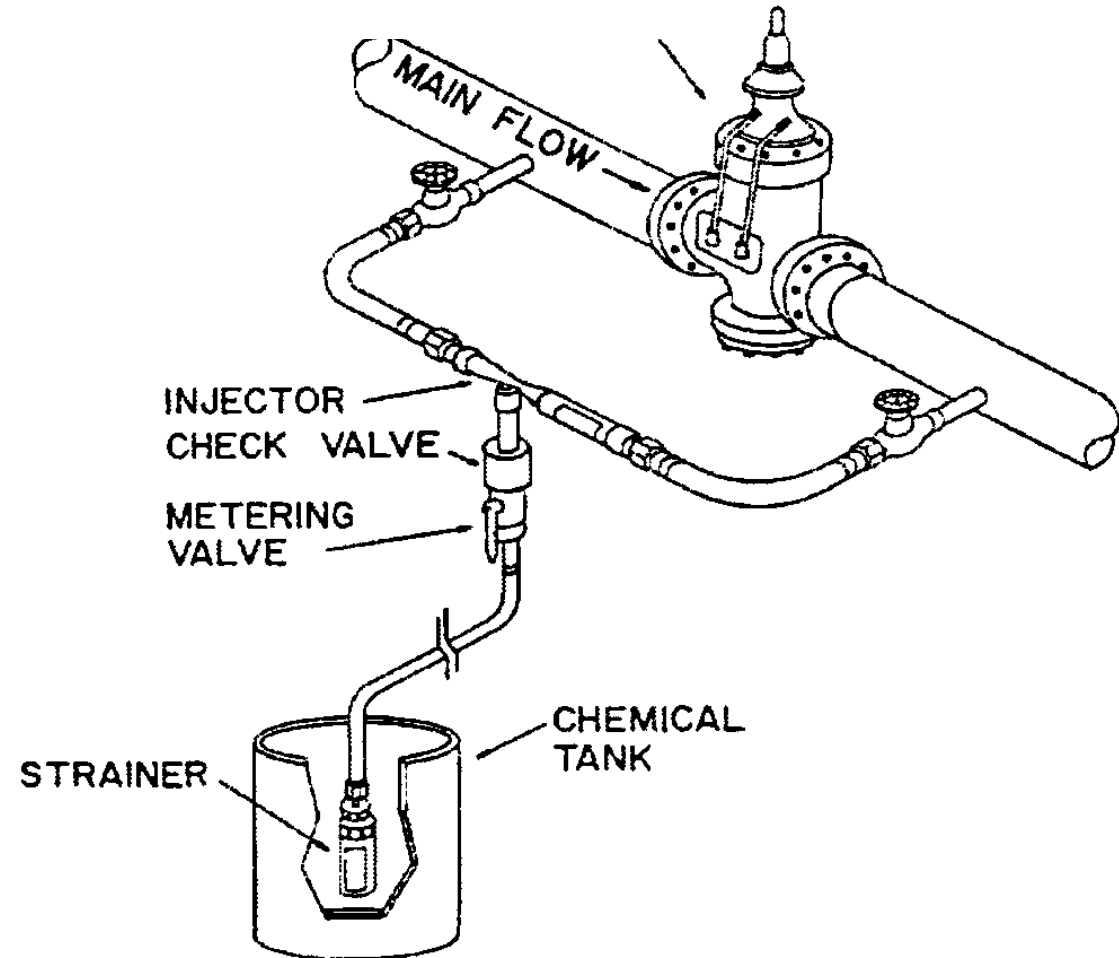
Inlet pressure m	Head loss m	Flow of water l/h	Flow of fertilizer l/h	Mix
10	4	300	47	6:1
20	10	380	48	8:1
30	12	450	45	10:1
40	15	500	44	11:1
50	18	550	44	13:1
60	19	600	46	13:1
70	22	650	47	14:1

Fertigation

- Venturidüse – Installation auf einem Bypass



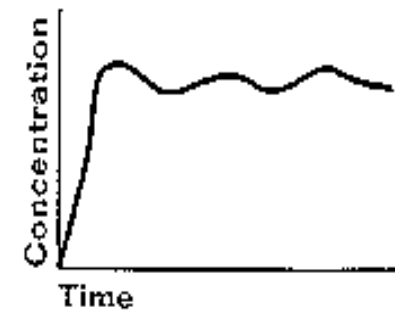
Druckminderer



Fertigation



Venturi



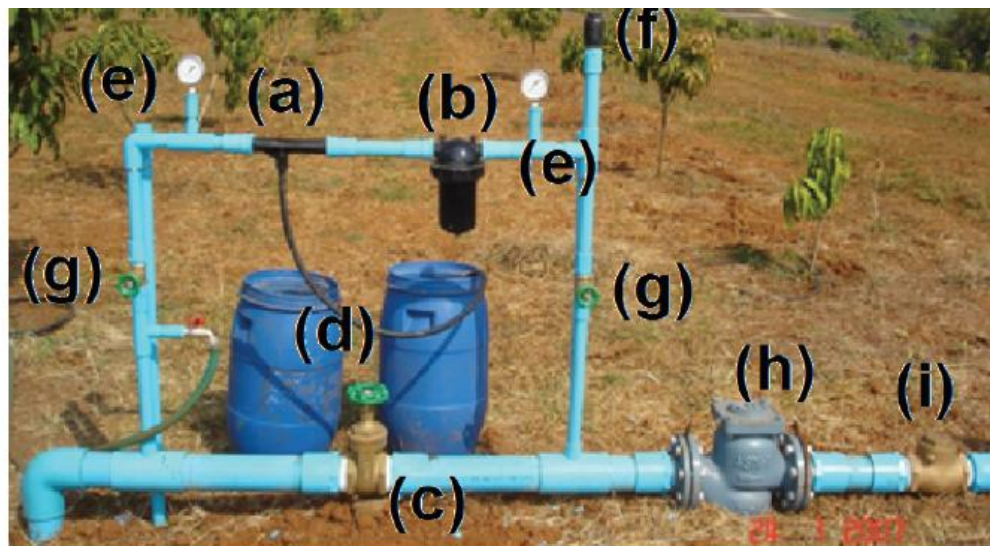


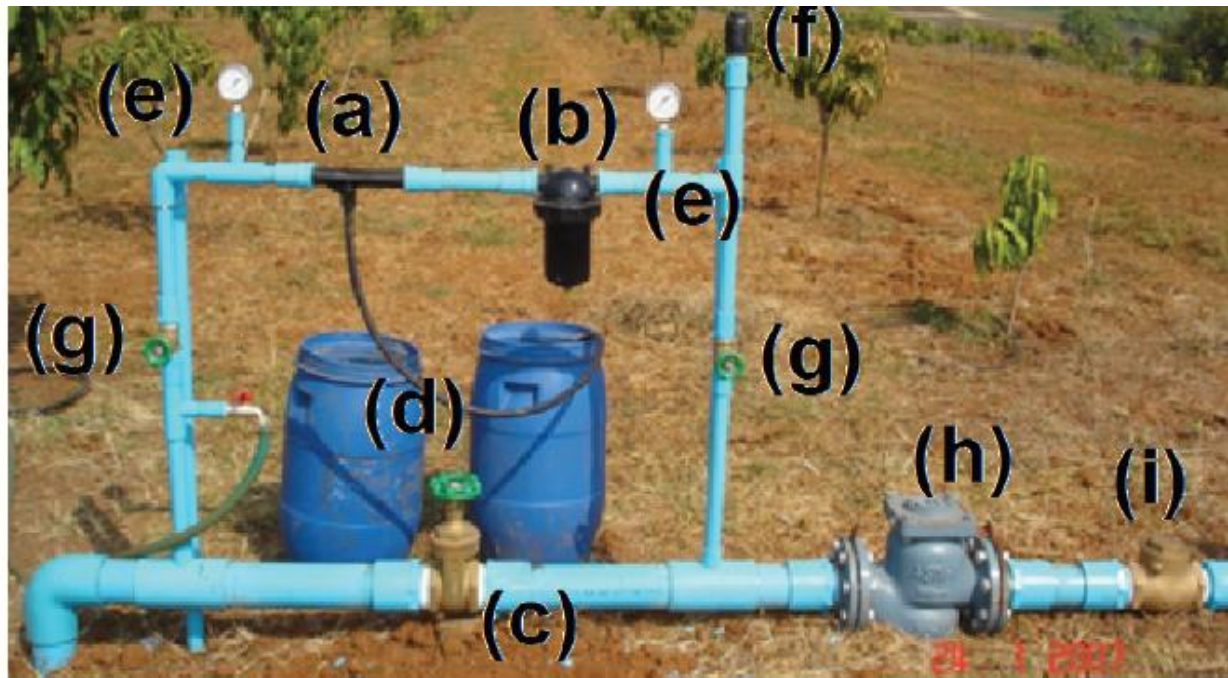
Figure 5-6 Set-up of a fertilizer injection for a sub-field (picture: S. Chotivan)

The setting up of a pressure differential tank and a Venturi nozzle follows the same principal rules and can be seen in figure 5-6. The fertilizer injection (a) is never mounted on the main line, but rather on a bypass with a smaller diameter. It is important to have a secondary filter after the fertilizer injection as some non-dissolved fertilizer particles or dirt may clog the drippers. A valve (c) on the main line is needed to reduce the pressure in the main line. By partially closing the valve the pressure before the valve is increased and reduced behind it. Then the fertilizer injection works and sucks the fertilizer solu-

tion from the tank (d). With two manometers the pressure drop can be checked at any time (e). An air-release valve makes sure that there are no major entries of air bubbles in the irrigation water. After the fertigation event two valves (g) at the inlet and outlet of the fertigation by-pass allow closing of the system and irrigation with clear water. A flow-meter (h) is not necessary, but it helps to better calculate the amount of irrigation water. A no-return-valve (i) protects the installation from the water hammer, which can occur when switching off the water flow.

The World Vegetable Center:

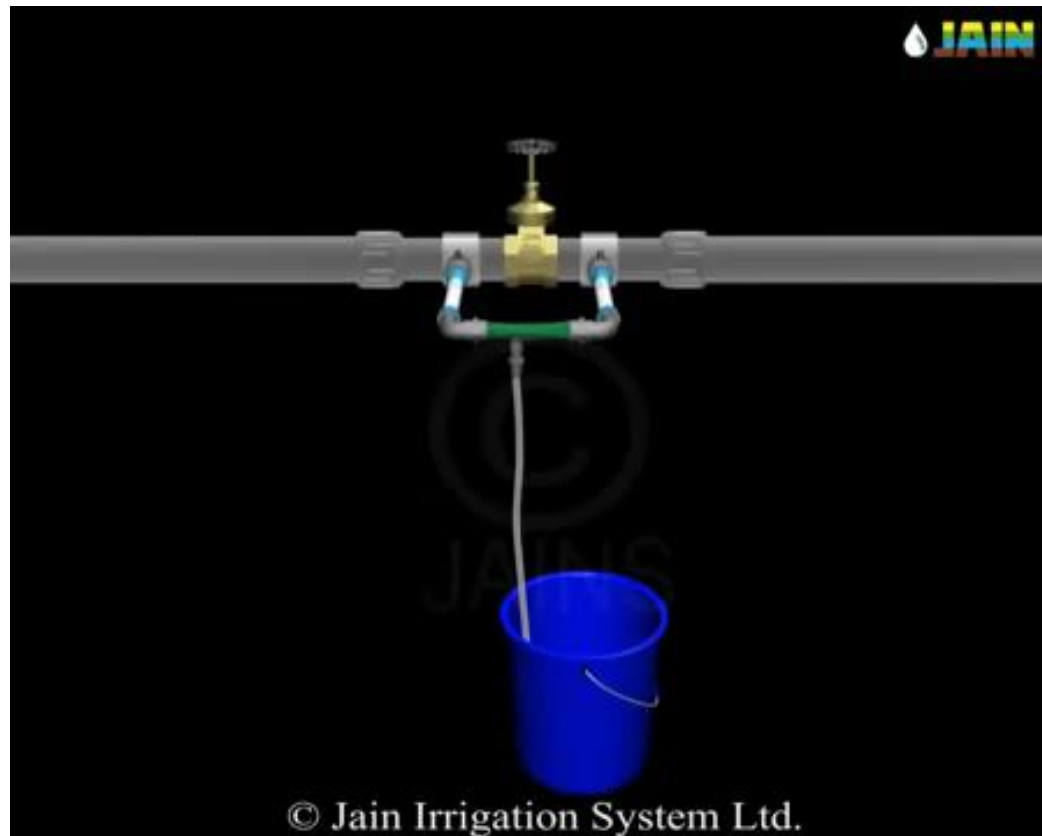
Field grown tomatoes production Technology Guide, Madnapalle, Andra Pradesh



- | | |
|--------------------------------------|-----------------------|
| (a) Venturidüse | (f) Entlüftungsventil |
| (b) Sekundärfilter | (g) Regelventil |
| (c) Regelventil (zur Druckminderung) | (h) Wasseruhr |
| (d) Düngemitteltanks | (i) Rückschlagventil |
| (e) Manometer | |

Fertigation

■ Venturidüse





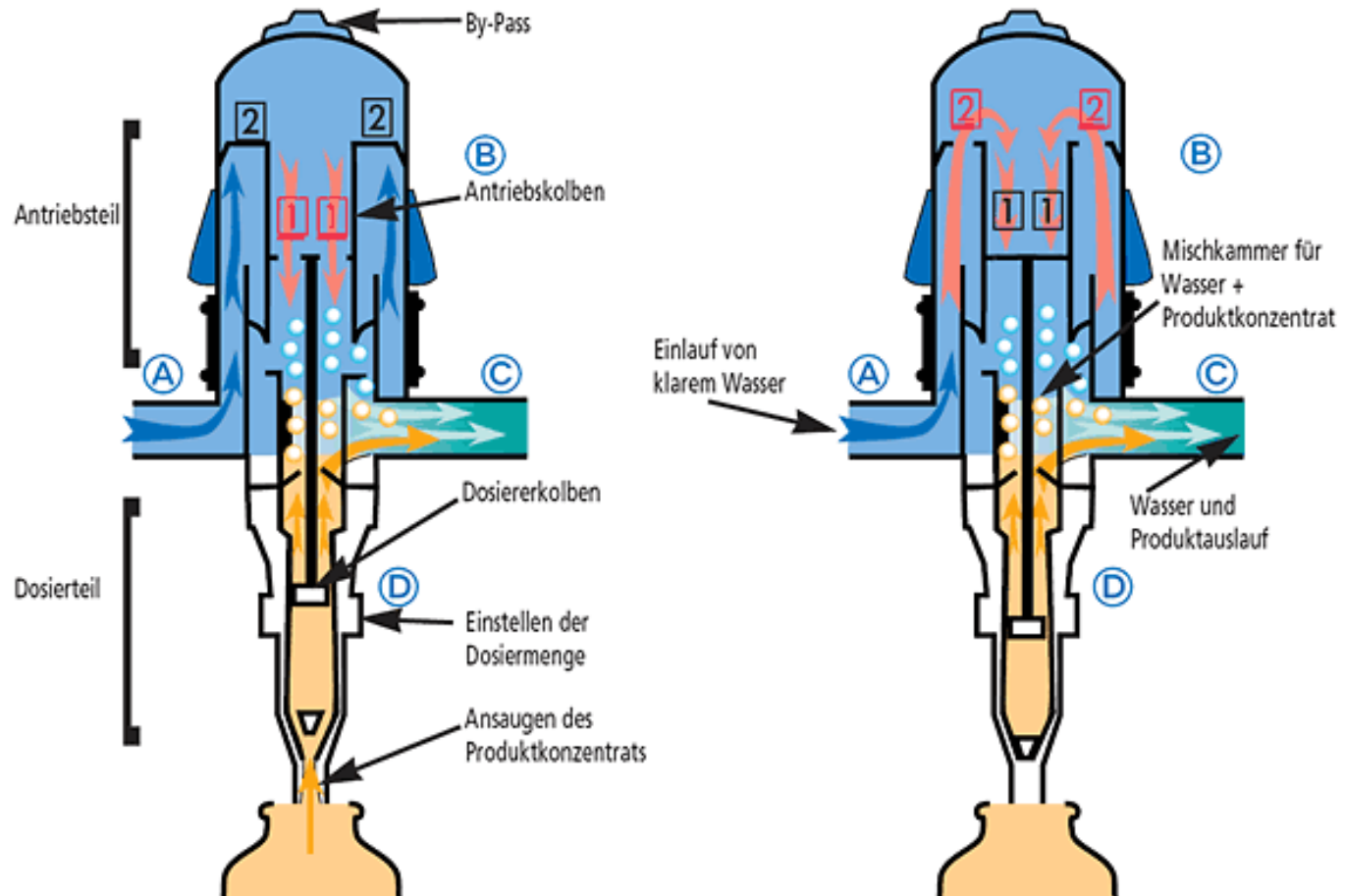
Düngerpumpe

- Exakte und konstante Einspeisung
- Keine externe Energiequelle notwendig



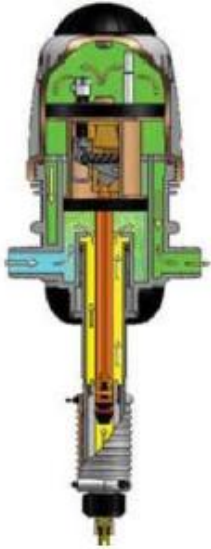
Fertigation

Düngerpumpe (z.B. Dosatron ®) Funktionsprinzip



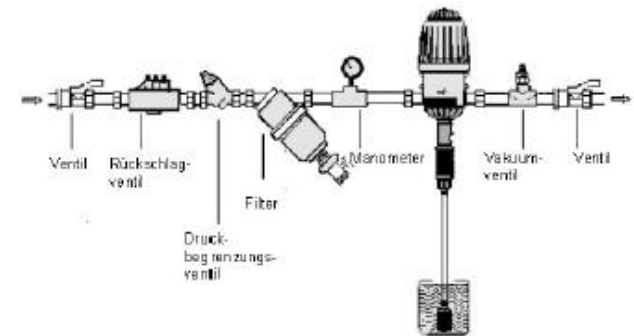
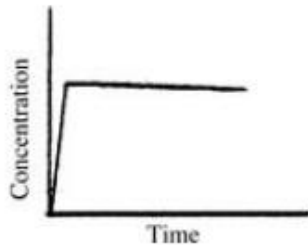
Injection of fertilizers

- MixRite or Dosatron

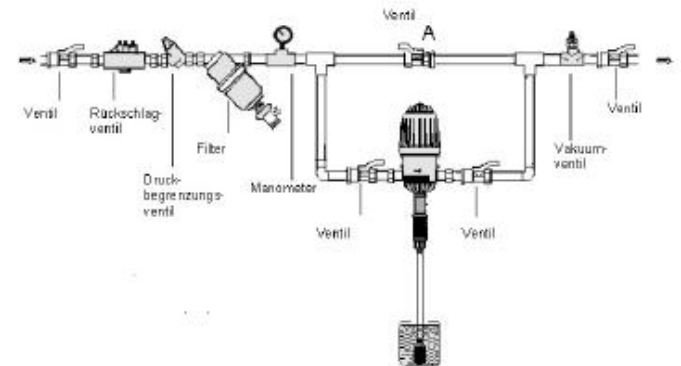


Characteristic of dosing

Positive Displacement Pump



Die Abbildung zeigt die Montage der Dosierpumpe direkt an die Wasserleitung (in Linie)



Die Abbildung zeigt die Montage der Dosierpumpe an einer Bypass-Leitung (Abzweigung von der Hauptleitung)

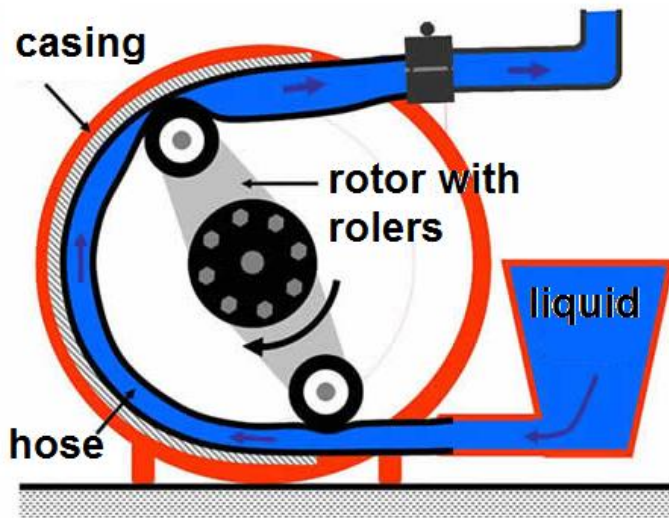
http://www.tefenplastic.com/images/Fittings/cms/brochures/docnapp/MixRite_Catalogue/MixRite_Catalogue_DE.pdf



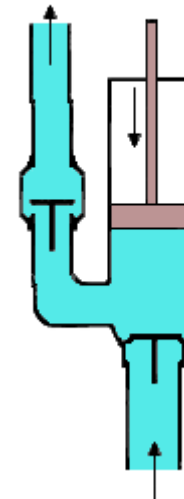
Fertigation

Injection pumps

- Präzise
- Unabhängig vom Durchfluss
- Kein Druckverlust
- Externe Energieversorgung notwendig



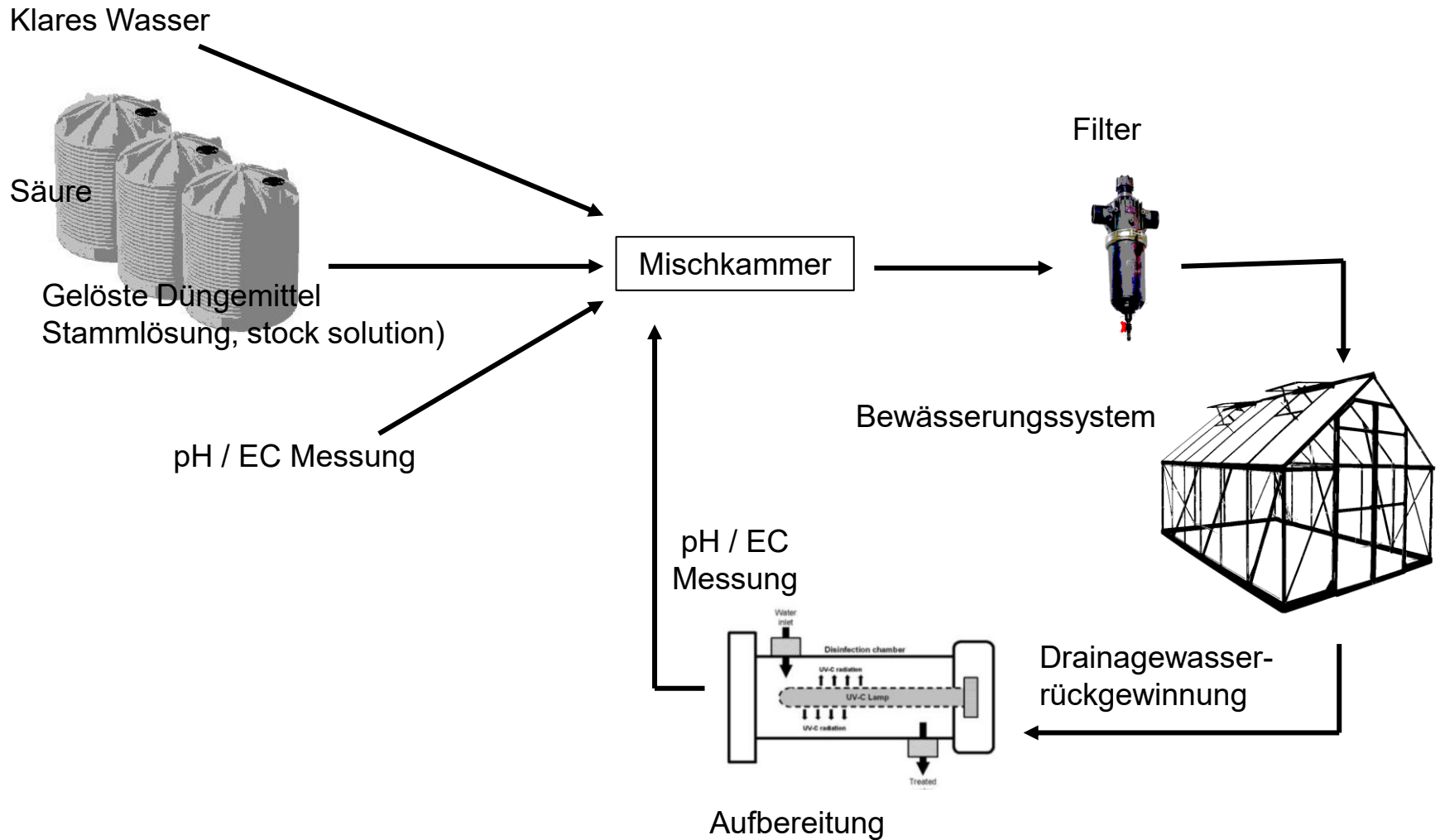
Piston pump







Fertigation im geschützten Anbau



Bestimmung des Salzgehalts

Die elektrische Leitfähigkeit (EL) (*Electrical conductivity, EC*) wird gemessen in

dS/m, mS/cm, (mmho/cm)

Classification of waters (Rhoades et al., 1992)

Type of water	EC (dS/m)	TDS (g/l)	Water class
Drinking and irrigation water	<0.7	<0.5	Non-saline
Irrigation water	0.7–2.0	0.5–1.5	Slightly saline
Primary drainage water and groundwater	2.0–10.0	1.5–7.0	Moderately saline
Secondary drainage water and groundwater	10.0–20.5	7.0–15.0	Highly saline
Very saline groundwater	20.0–45.0	15.0–35.0	Very highly saline
Seawater	>45.0	>35.0	Brine

EL unterscheidet nicht zwischen Versalzung und gelösten Düngemitteln



Einfluss von Versalzung auf das Pflanzenwachstum

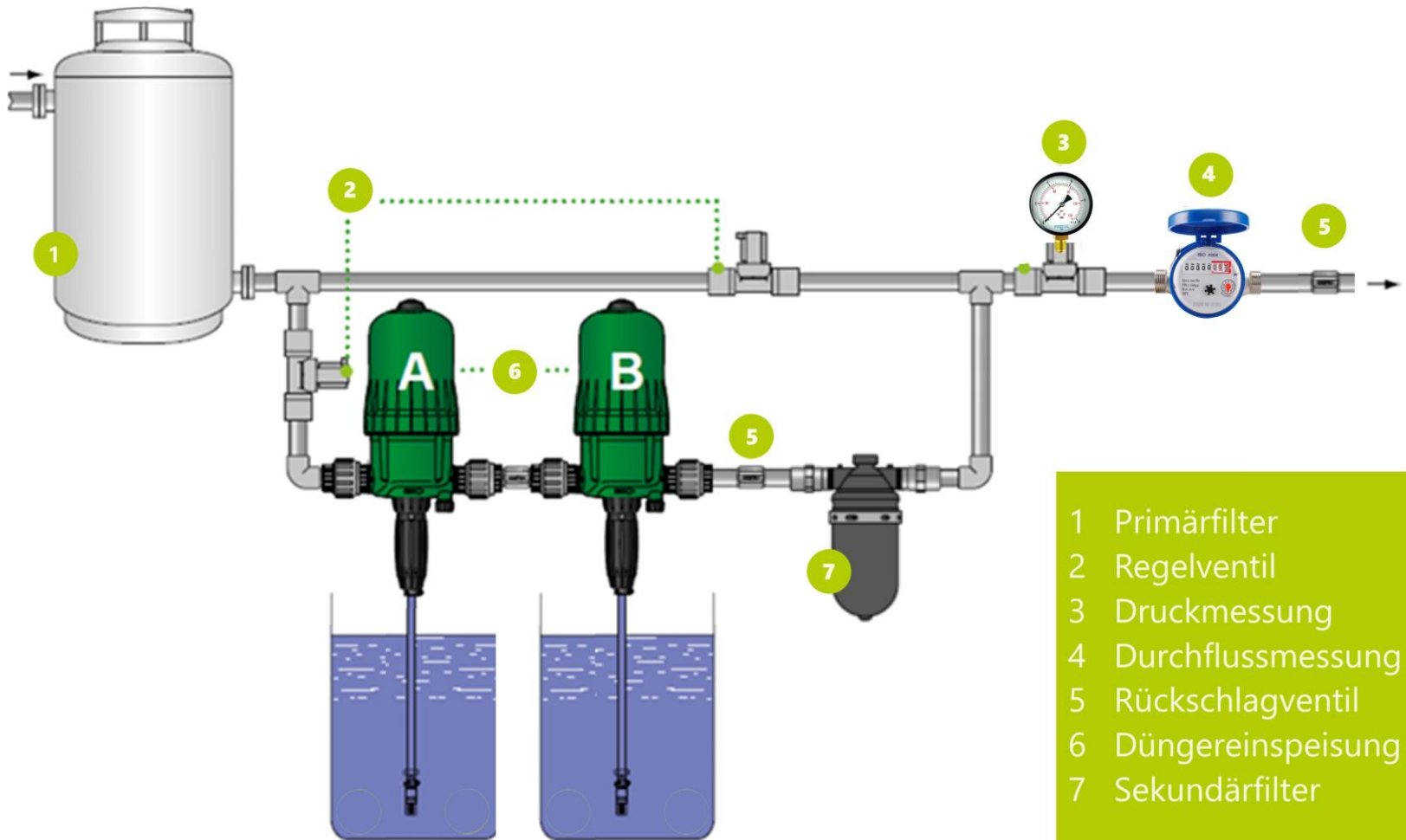
- Versalzung im Boden i.d.R. durch Na^+ , da andere Ionen aufgenommen werden
- Na^+ steht in der Konkurrenz zu Nährstoffen, SAR Sodium Adsorption Ratio

$$SAR = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}}$$

- Wasseraufnahme wird durch Osmose reguliert -> bei hohem osmotischen Druck wird diese gehemmt
- Effekt muss bei der Herstellung von Düngelösungen beachtet werden

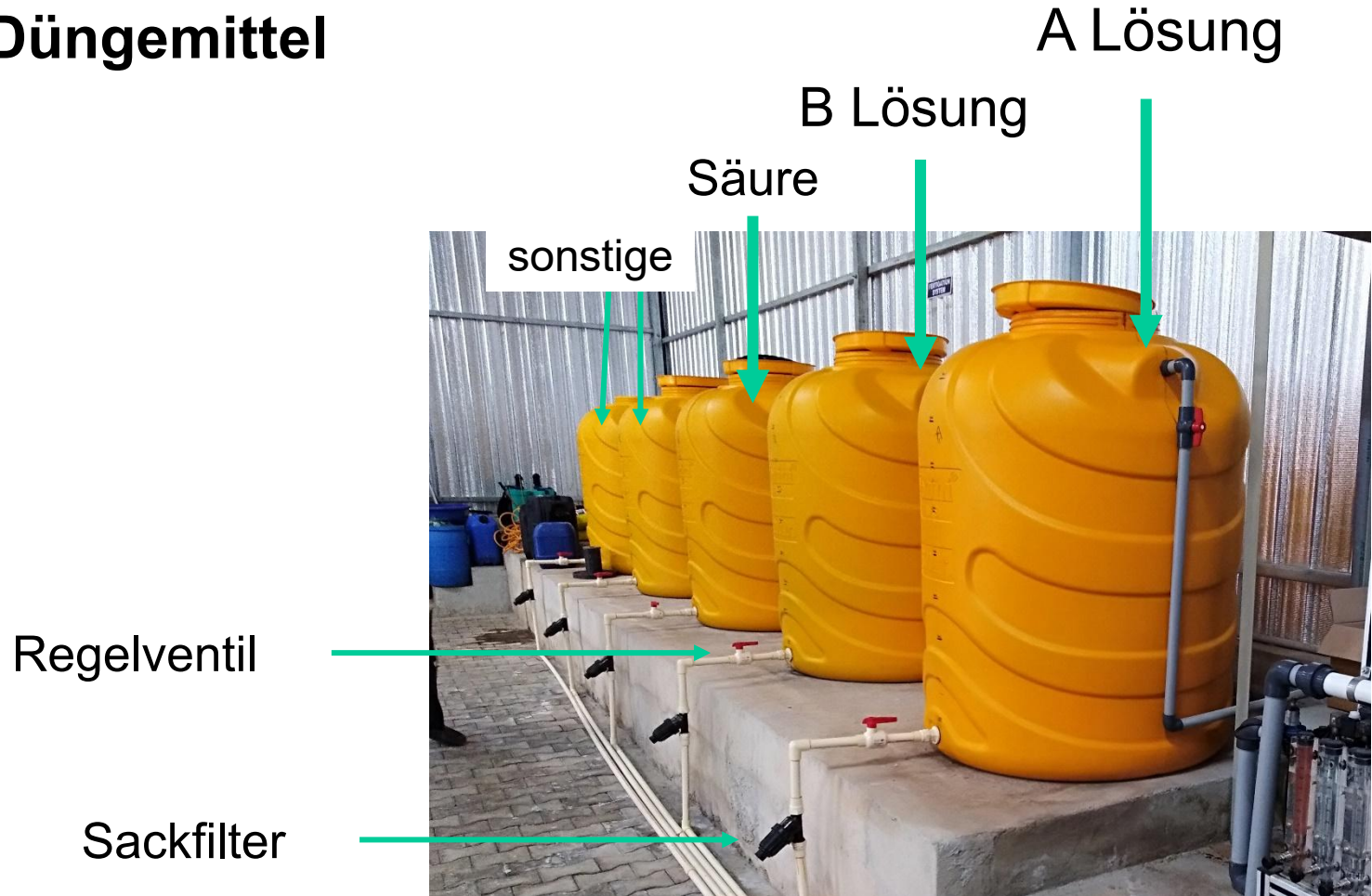
Nährlösungen können eine EL von bis zu 8 dS/m haben – in tropischen Ländern wegen des höheren Wasserverbrauchs deutlich niedriger (2 – 4 dS/m)

Kopfstation



Fertigation im geschützten Anbau

Gelöste Düngemittel



Fertigation

Mit Säure kann der pH in der Nährlösung reguliert und Bewässerungsorgane gereinigt werden

- **Schwefelsäure** (weit verbreitet) Gesundheitsrisiken beachten
- **Phosphorsäure**, bei hohem pH, P-Eintrag
- **Salpetersäure**, Ausdampfen, oxidieren, N-Eintrag
- **Zitronensäure**, einfache Handhabung, teuer bei hoher Konzentration

Zur Regelung des pH wird die Säure automatisch beigemischt. Zur Reinigung liegen die typischen Konzentrationen im Bereich von 0,6 – 1,0%



Fertigation in soilless systems

In der Stammlösung liegt eine etwa 100-fach höhere Konzentration im Vergleich zur Nährlösung vor

Um Ausfällung zu vermeiden, werden (mindestens) A und B Lösung bereitet:

- Kalzium (Ca^{++}) und Sulfate ($(\text{SO}_4)^{- -}$) können als Gips ausfallen CaSO_4
- Bei hohem pH bilden Ca und Mg Phosphate ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)^2$), MgHPO_4



Stammlösung

Generelle Regeln:

- A Lösung:
 - Keine Sulphate, Phosphate
 - Eisenhaltige (Fe) Düngemittel
 - Calciumnitrat $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$

- B Lösung:
 - Keine calciumhaltigen Dünger (Ca^{++})
 - Mikronährstoffe außer Fe
 - K_2SO_4 , K_3PO_4 , MgSO_4 , $(\text{NH}_4)^3\text{PO}_4$

- Frei: Ammonium (NH_4^+), Kalium (K_2O) und Magnesiumnitrate (z.B. $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$)

Düngeinspeisung mit Venturidüsen



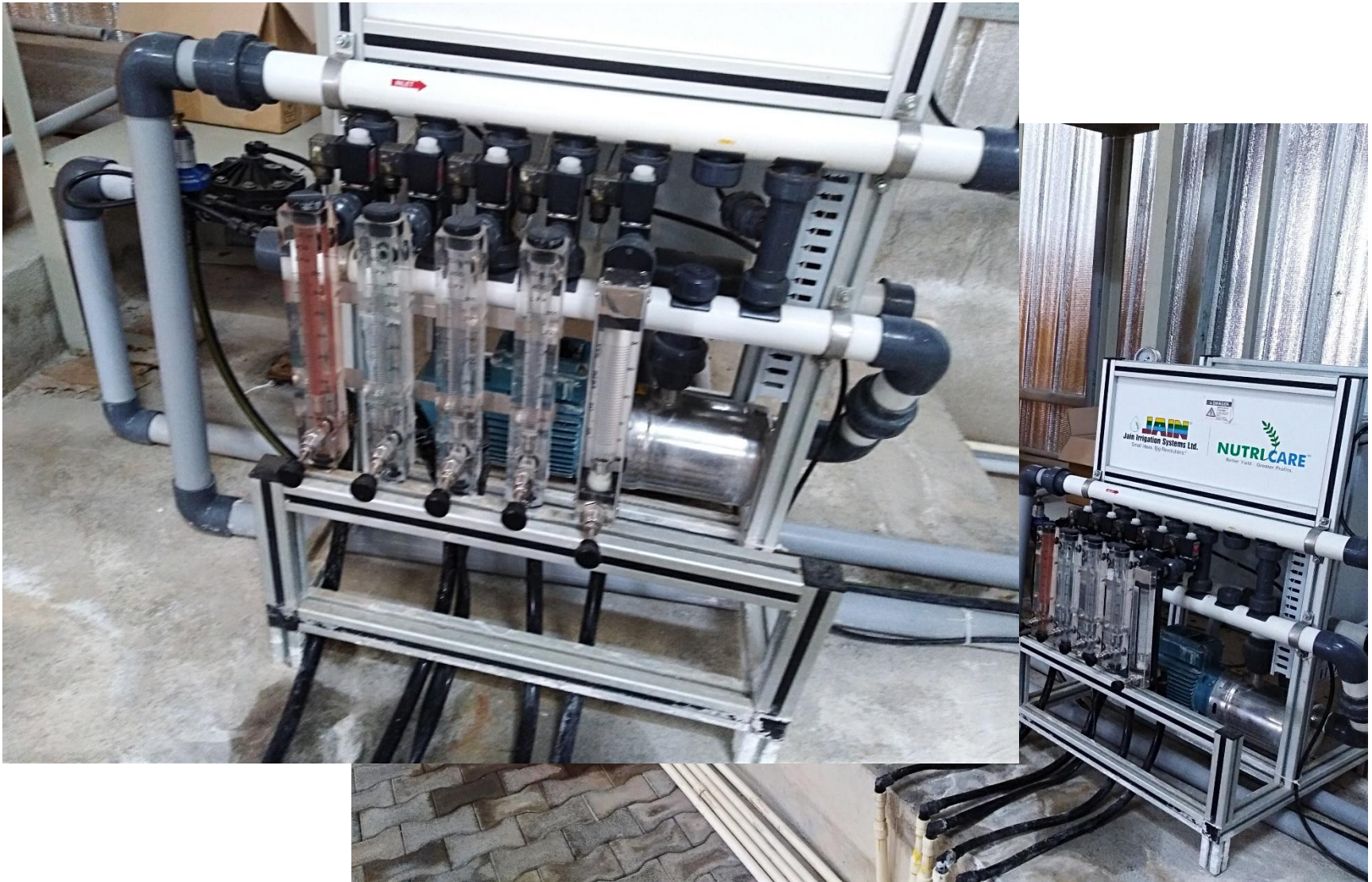
Düngemittleinspeisung mit Mischtank



Düngemittleinspeisung mit Mischtank



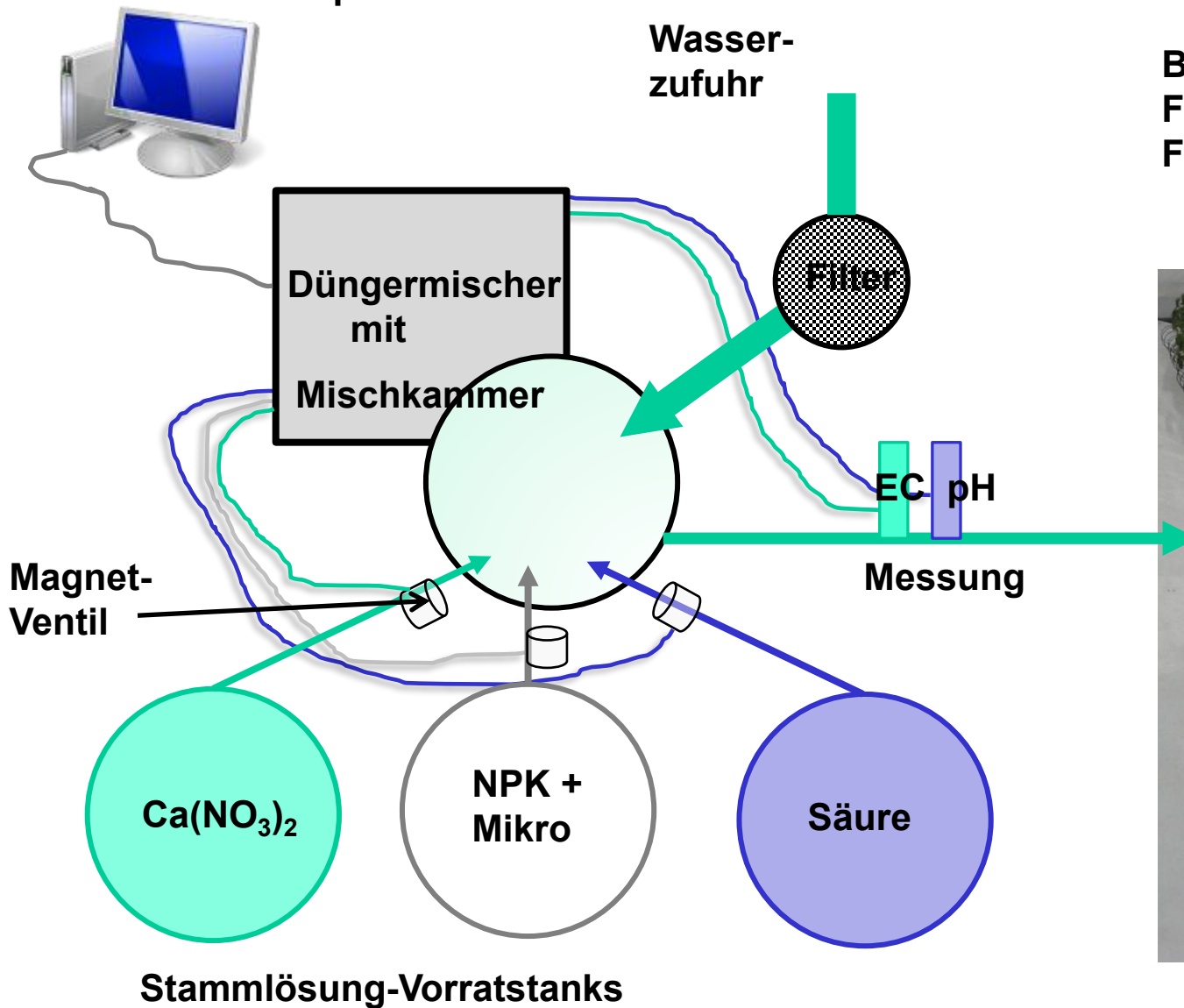
Düngemittleinspeisung mit Mischtank



Düngemittleinspeisung mit Mischtank



Gewächshaussteuerungs- computer



Beispiel: Funktionsschema Fertigationssystem



Fertigation

	Fertigation bei der Feldbewässerung	Fertigation im geschützten Anbau
Beschreibung	Anwendung auf Boden	Substrat oder Hydrokultur
Intervalle	Anwendung je nach Bedarf / Entwicklungsstadium	Kontinuierliche Versorgung mit Nährstoffen
Dosierung	Berechnung je nach Fläche oder pro Pflanze	Berechnung nach Konzentration
Art der Düngemittel	Hauptsächlich Makro-Nährstoffe, Mikro-Nährstoffe oft per Blattdüngung	Makro- und Mikronährstoffe, zusätzliche Blattdüngung nach Bedarf
Überschüsse	Überschüsse vermeiden	Aufbereitung und Rückführung

Bewässerungsverfahren

Im geschützten Anbau

ist zu unterscheiden zwischen Kulturverfahren im Boden oder Substraten und erdelosen (Hydrokultur) Verfahren

Bei Verfahren mit Substrat erfolgt die Fertigation meist über

- Dauerstaubewässerung
- Anstaubewässerung (Ebbe/Flut-System)
- Tropfbewässerung
- Düsenbewässerung

Wasserversorgung im geschützten Anbau



Wasserversorgung im geschützten Anbau











M. Keppel, DATT Thailand

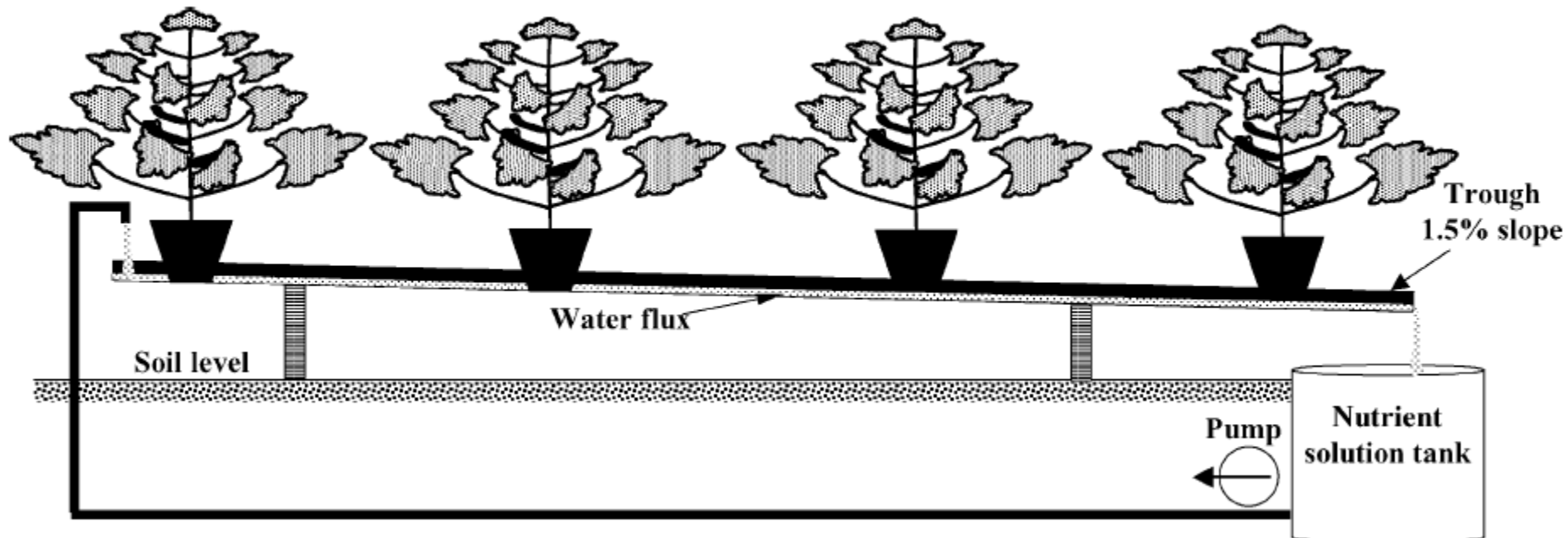






Wasserversorgung im geschützten Anbau

- Anstaubewässerung (Ebbe/Flut-System)



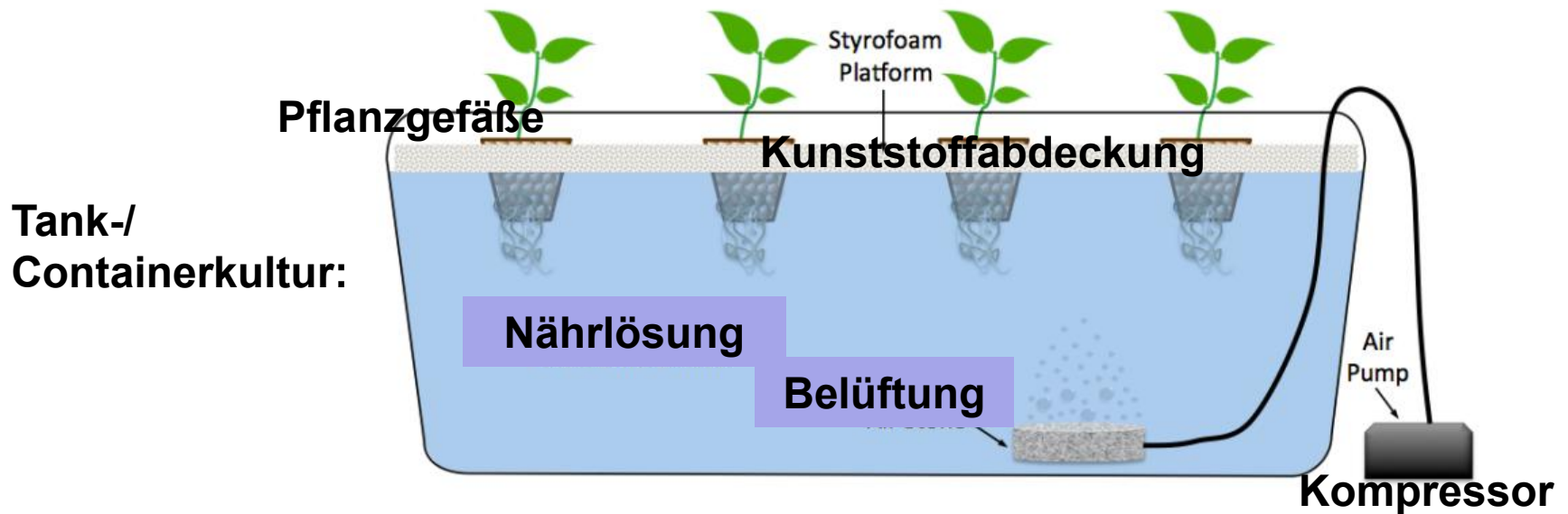


J. Max, Spezielle Aspekte der Pflanzenernährung, 5. u. 7. Semester Gartenbau

Wasserversorgung im geschützten Anbau

Hydroponische Anbauverfahren
(= Verfahren der erdelosen Kultur):

Kultur in stehender (belüfteter) Nährlösung
(„Dauerstau“-Verfahren, „deep water culture - DWC“)

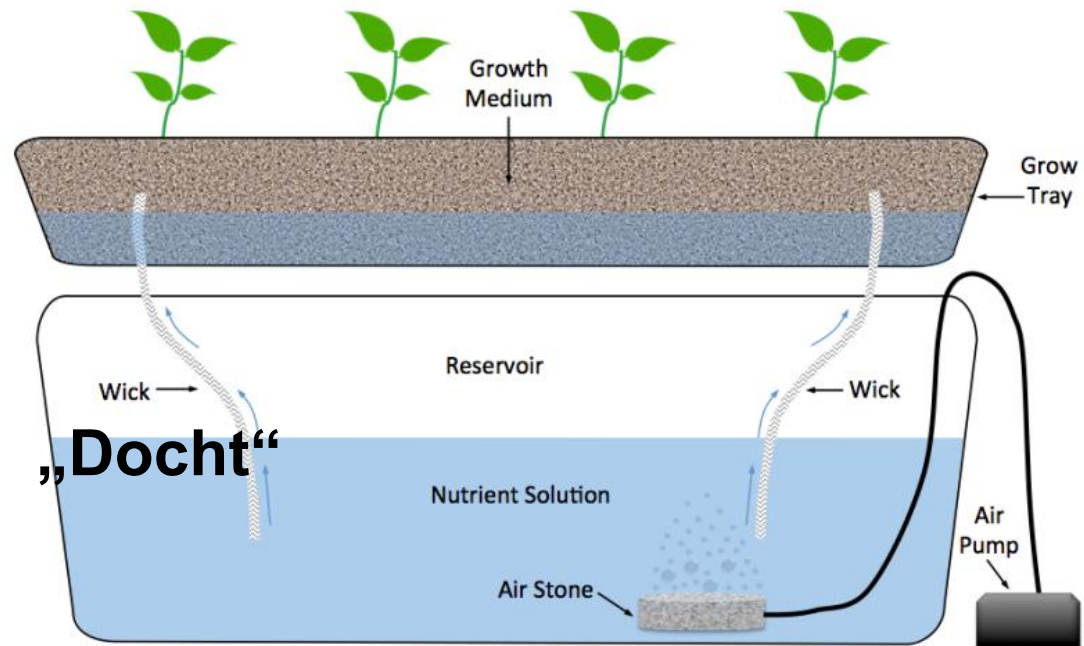


www.offgridgorilla.com, 04/2018, verändert

J. Max, Spezielle Aspekte der Pflanzenernährung, 5. u. 7. Semester Gartenbau

Wasserversorgung im geschützten Anbau

Ein Sonderfall ist die
Bewässerung über
„Wick-System“



J. Max, Spezielle Aspekte der Pflanzenernährung, 5. u. 7. Semester Gartenbau

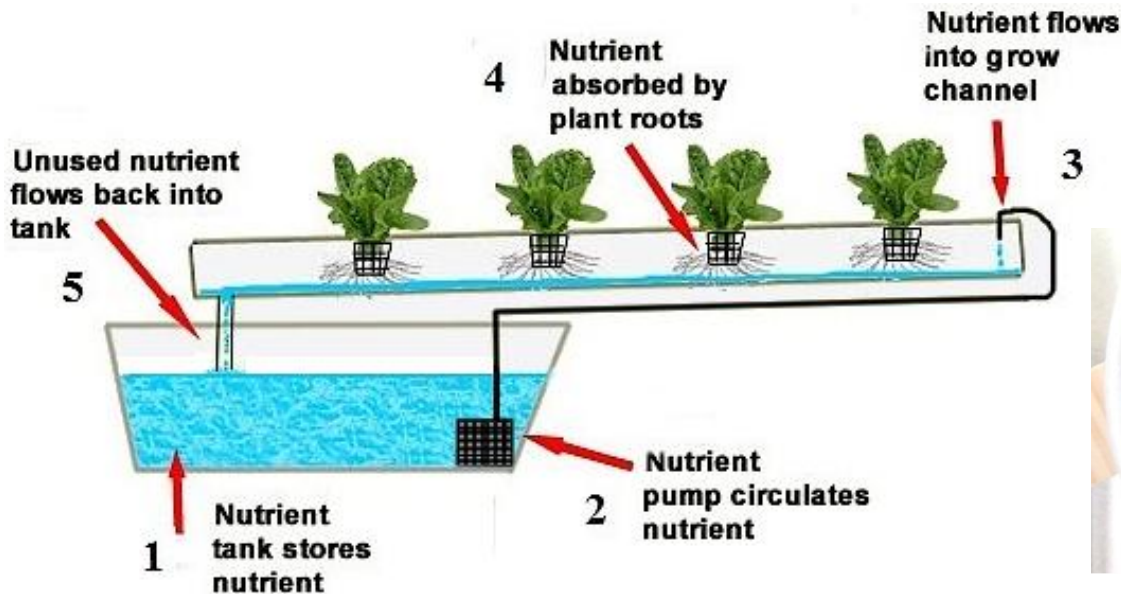
Wasserversorgung im geschützten Anbau



Wasserversorgung im geschützten Anbau

Verfahren mit flachen Nährlösungen/Nährlösungsfilmen

Nähr-Film-Technik (nutrient film technique, NFT)



www.addloes.com, 04/2018



J. Max, Spezielle Aspekte der Pflanzenernährung, 5. u. 7. Semester Gartenbau

Wasserversorgung im geschützten Anbau



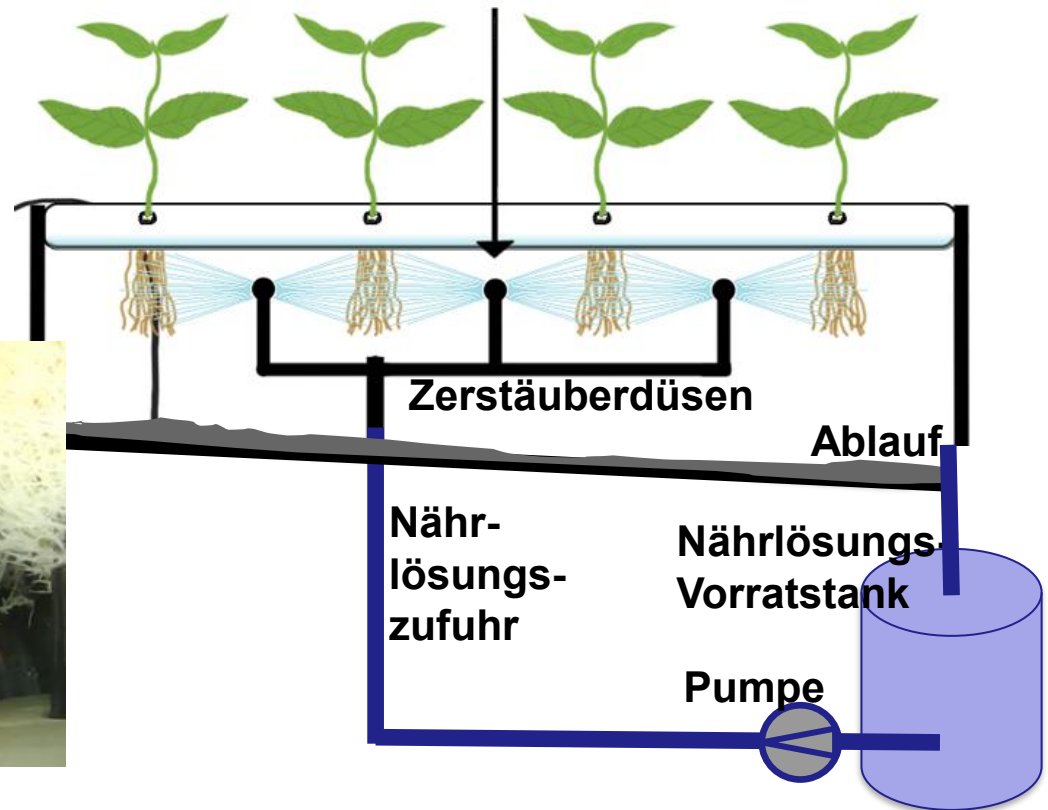
NFT



J. Max, Spezielle Aspekte der Pflanzenernährung, 5. u. 7. Semester Gartenbau

Wasserversorgung im geschützten Anbau

Verfahren in denen die Nährlösung versprüht wird
Aeroponics



Wasserversorgung im geschützten Anbau



Wasserversorgung im geschützten Anbau



Wasserversorgung im geschützten Anbau



Handhold sprayer for nurseries



Aufbereitung

■ Ozonbehandlung

Gut Gegen Viren, Bakterien, Gerüche

■ UV Desinfizierung

Für alle Arten Material bei mikrobieller Verschmutzung

■ Hitzebehandlung

30 Sekunden bei 95°C tötet Pathogene ab. Energieaufwand ist hoch, Sauerstoff im Wasser nimmt ab.

■ Langsamfilter

Filtration mit Sand. Verschiedene Lagen reinigen mechanisch und biologisch

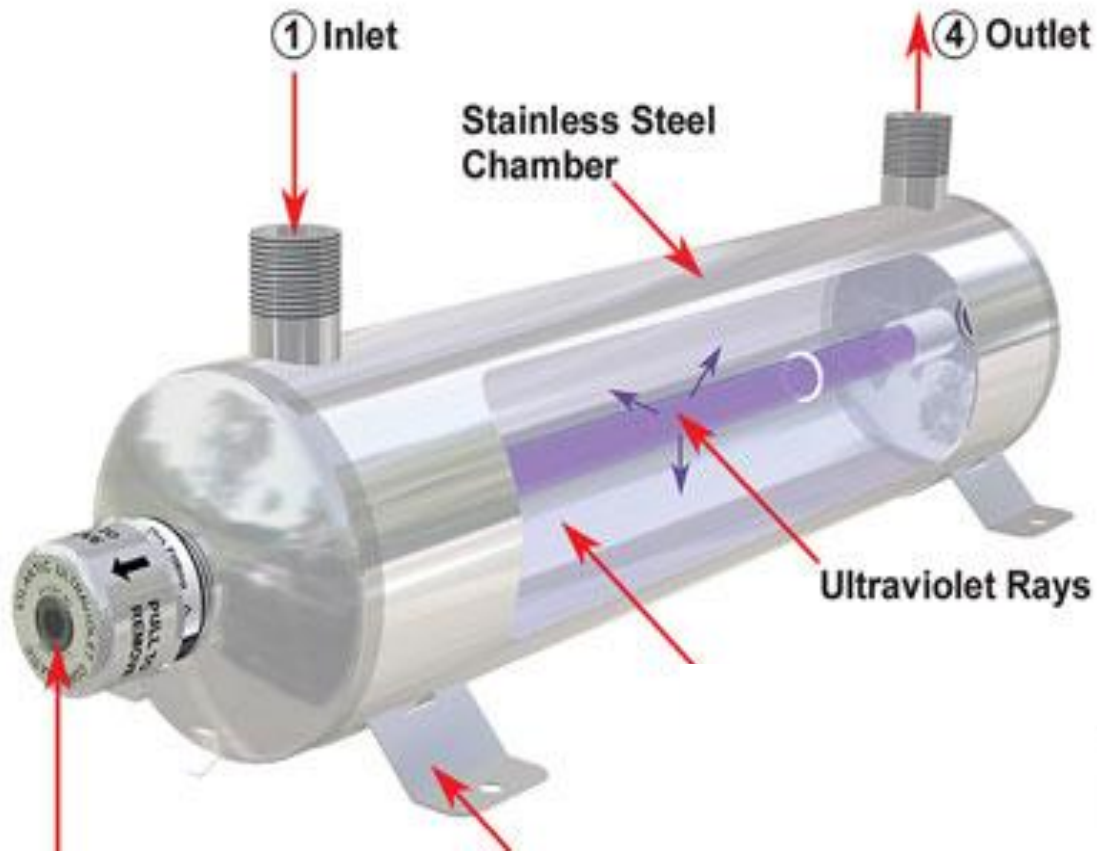
UV treatment of irrigation water

- Common method of combating microorganisms
- Treats only bacteria that passes the UV bulb, No long term protection
- Water is radiated with ultra-violet light with a wave length of 254 nm
- UV rays penetrate the cell wall and damage the genetic information of the bacteria and viruses, disrupting their reproduction systems
- UV systems with low or medium pressure lamps are used to treat water

Advantages	Disadvantages
Effective against free bacteria floating in the water	There is no long term effect on bacteria etc.
Does not affect smell and taste of the water	Biofilm in hot water tank and pipes are not affected
Not sensitive to pH-value of the water	The UV-bulb is very sensitive to particles and scale in the water. Addition of for example acid is necessary to avoid scale precipitation.
No chemicals are used	The ultraviolet radiation system often include activated carbon filter to remove metals and particulates.

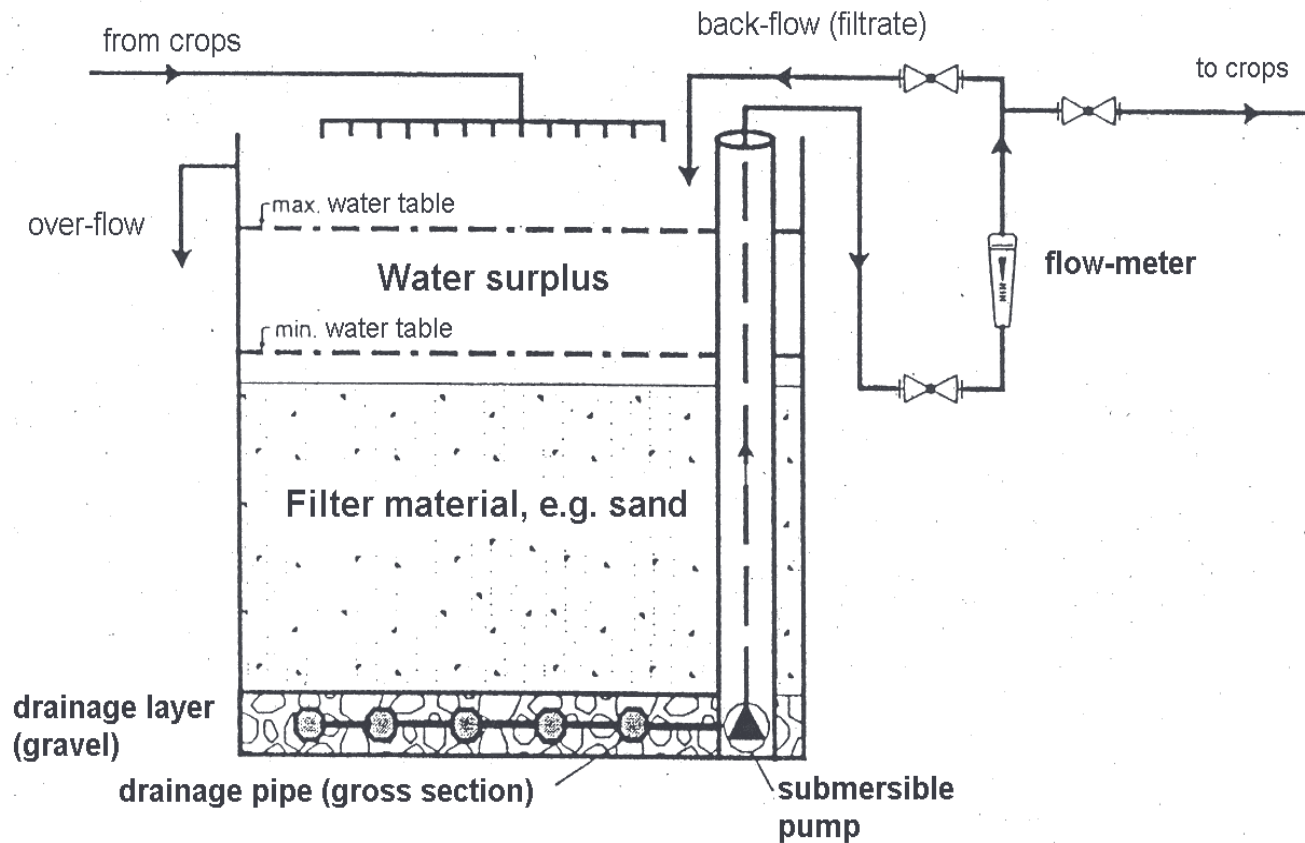
UV Desinfizierung

■ Funktionsprinzip



<http://bestwatersolutions.com/2015/06/30/ultra-violet-water-purification/>

Langsamfilter



functional principle of a slow filter

Literature on greenhouse water treatment

https://www.lennotech.com/water_reuse_greenhouse_horticulture.htm

[2] Van Os, E.A., Stanghellini C. Water reuse in greenhouse horticulture, Water recycling and resource recovery ISBN: 1 84339 005 1, IWA publishing (2002)

[3] Runia W.Th., Disinfection of recirculation water from closed production systems. Proceedings of the seminar on closed production systems, (ed. E.A. Van Os), IMAG-DLO report 96-01, 20-24 (1996)

[4] Wohanka, W. Disinfection of recirculation nutrient solutions by slow sand filtration. Acta Horticulturae 382, 246-255 (1995)

[5] Van Os, E.A., Bruins, M.A., Van Buuren, J., Van der Veer, D.J. and Willers, H. Physical and chemical measurements in slow sand filters to disinfect recirculating nutrient solutions. Proceedings 9th of international congress on Soilless culture, Jersey, 313-328 (1997)

[6] Runia, W.Th., Michielsen, J.M.G.P., Van Kuik, A.J. and Van Os, E.A., Elimination of root infecting pathogens in recirculation water by slow sand filtration. Proceedings 9th of international congress on Soilless culture, Jersey 395 – 408 (1997)

[7] Runia, W.Th, Van Os, E.A. and Bollen, G.J. Disinfection of drainwater from soilless cultures by heat treatment. Neth. J. Agri. Sci. 36, 231-238. (1988)

Read more: https://www.lennotech.com/water_reuse_greenhouse_horticulture.htm#ixzz5qEm4mGap