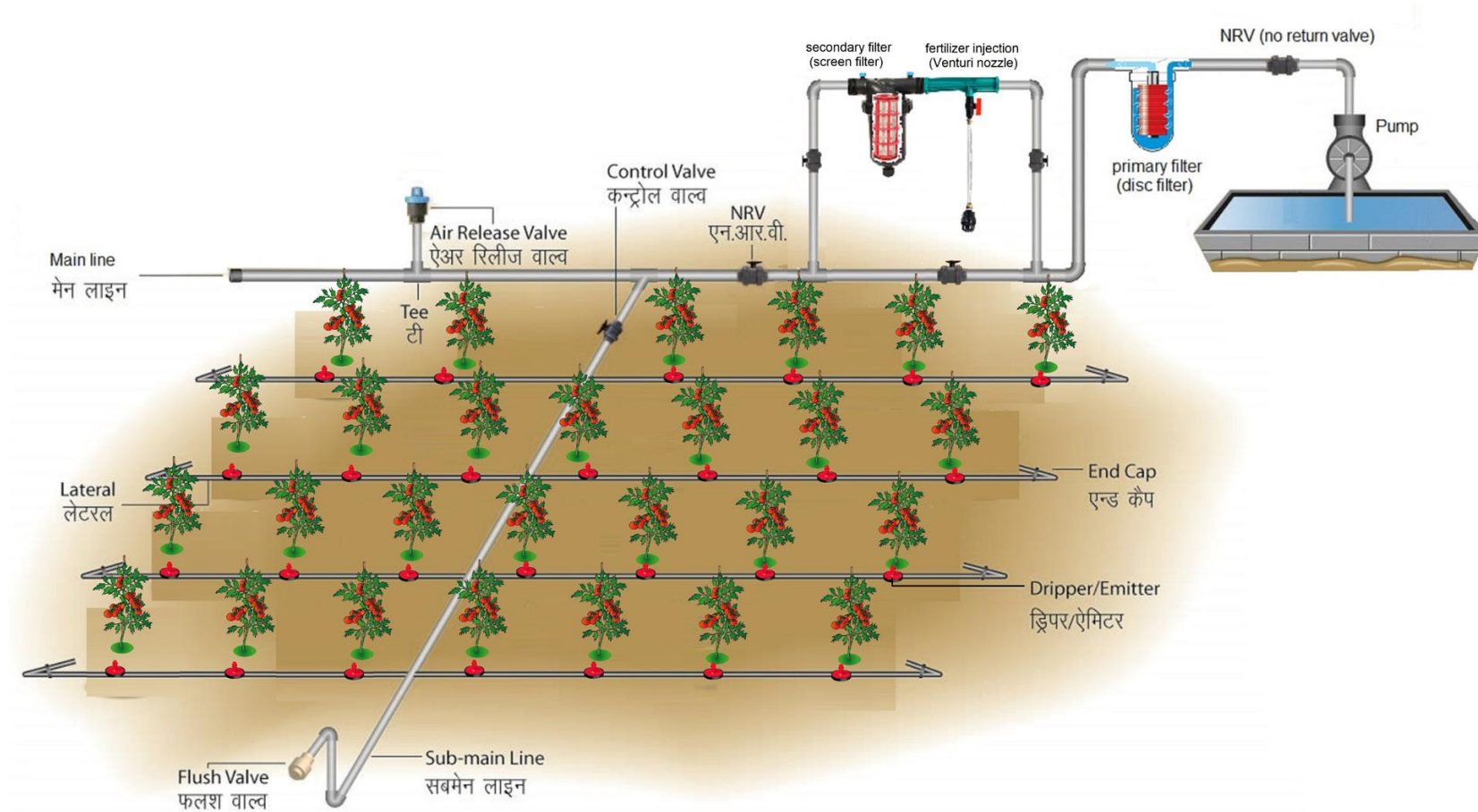
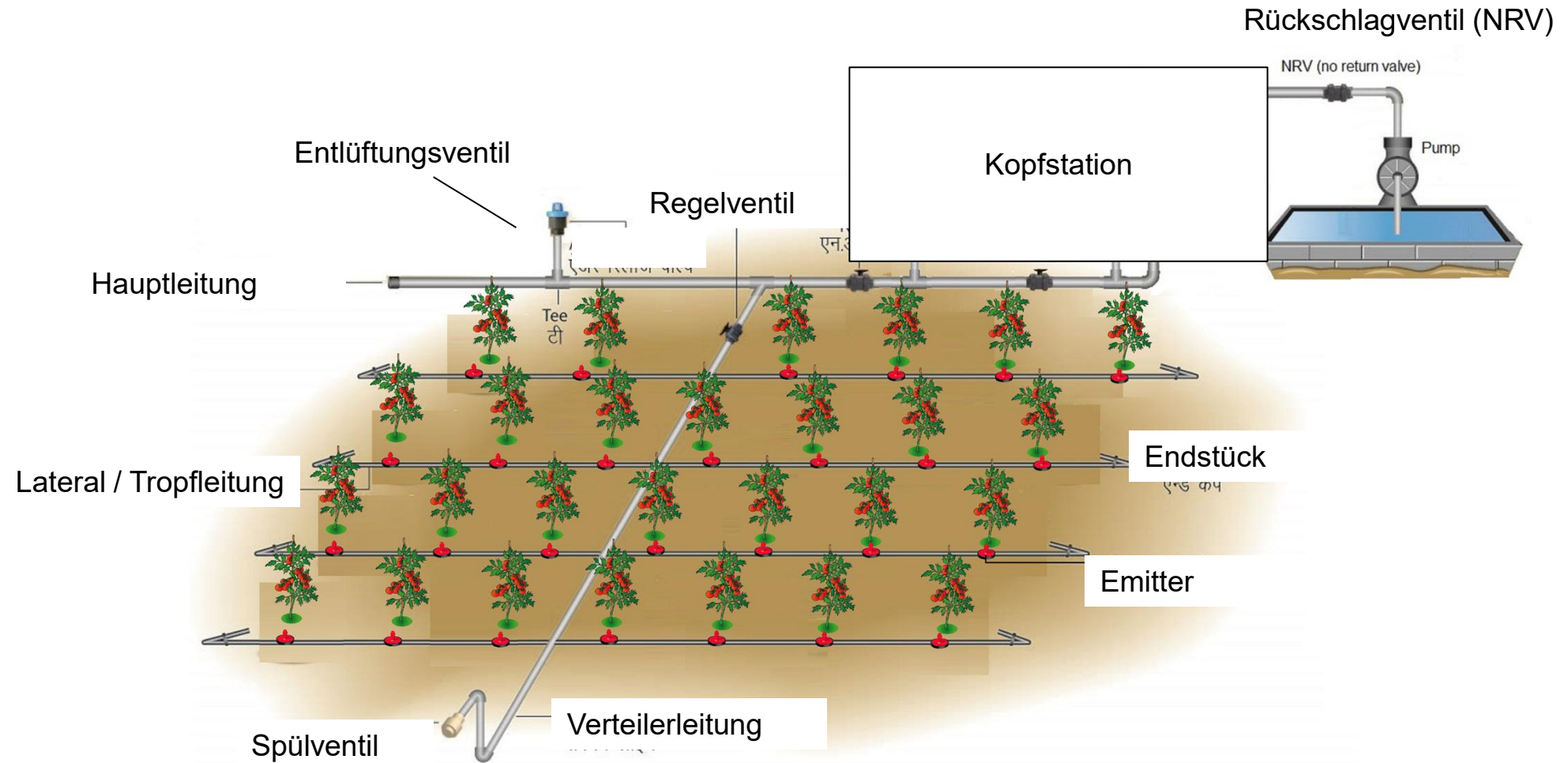


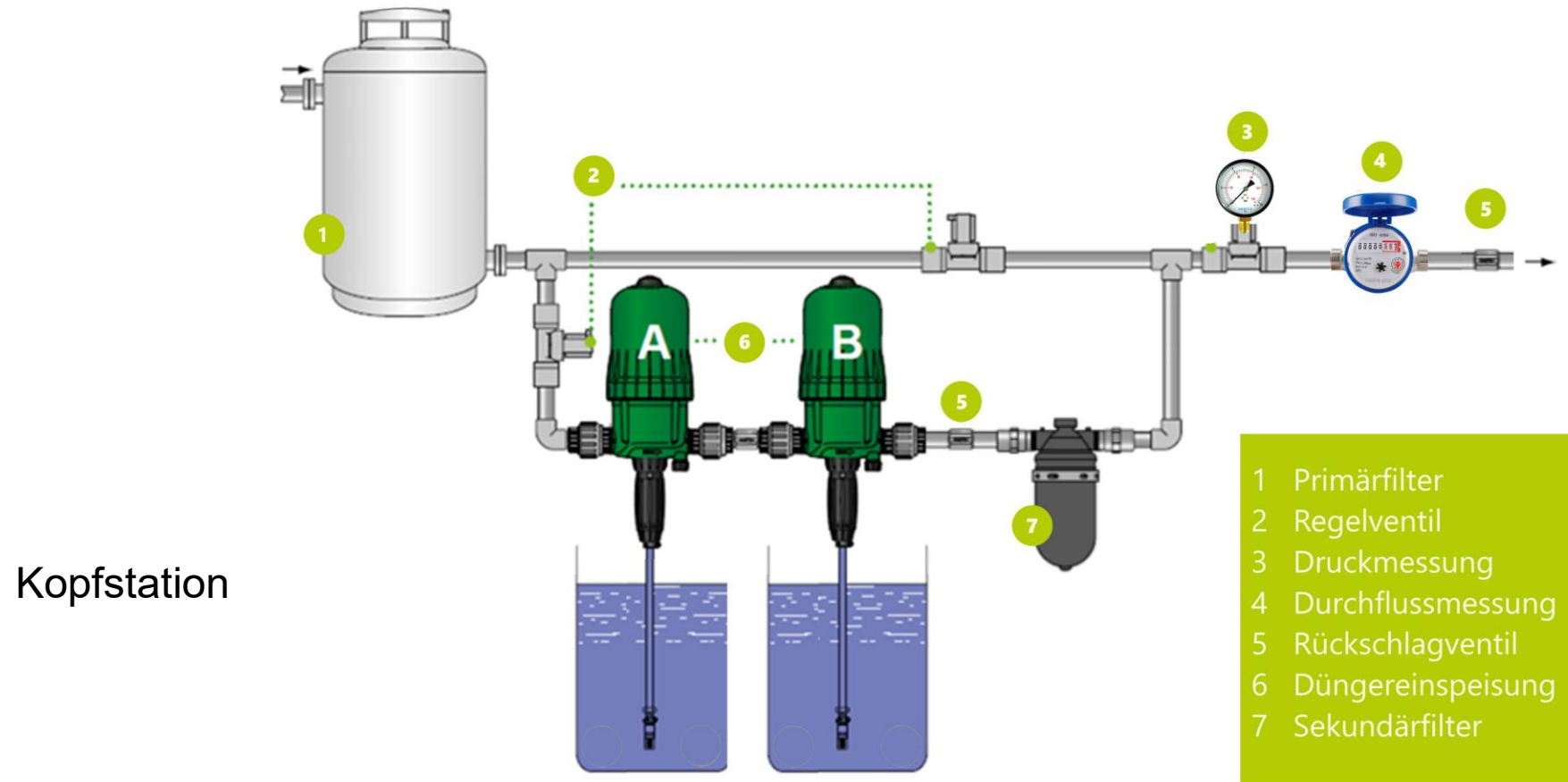
Lokalisierte Bewässerung - Systemkomponenten



Lokalisierte Bewässerung - Systemkomponenten



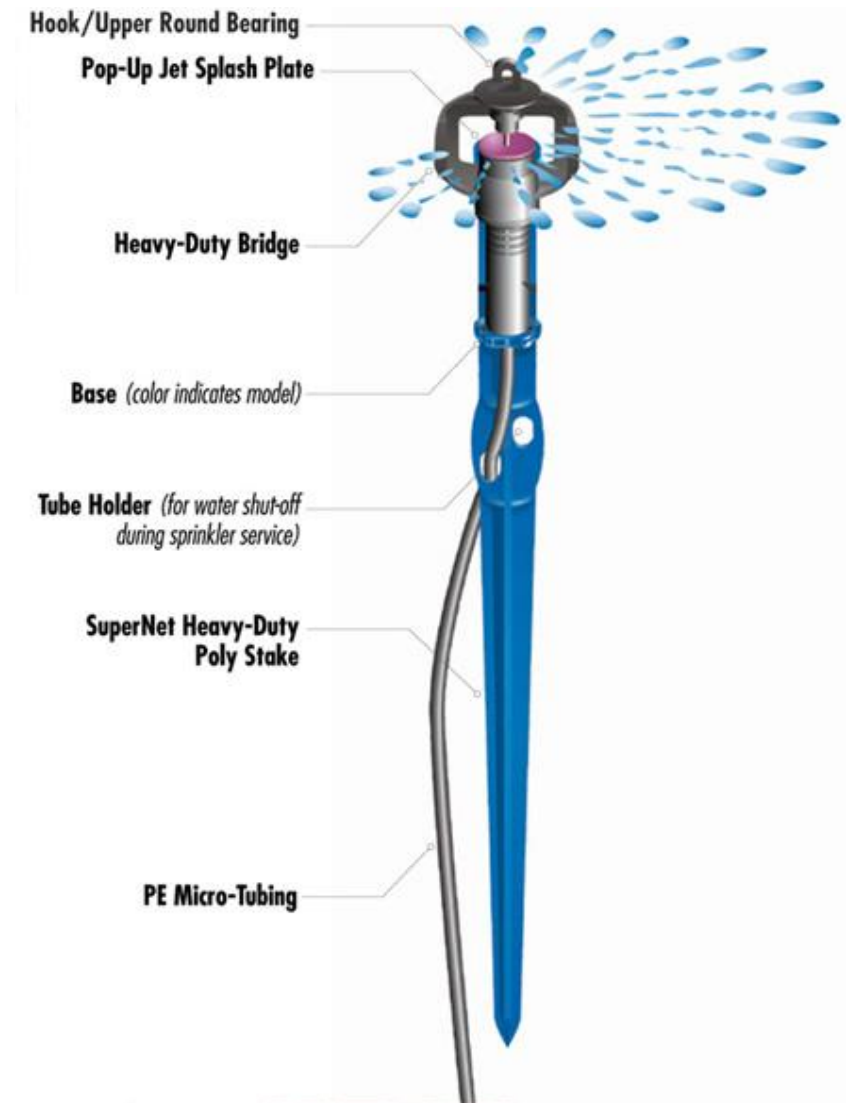
Lokalisierte Bewässerung - Systemkomponenten



Micro-irrigation emitters: Micro-sprinklers



Mikrosprinkler



<http://www.netafimusa.com>

Microsprinkler, Farbkodierung



Microsprinkler, Farbkodierung

Performance Chart

Model No.	with Deflector tab Model No.	Nozzle Color	Orifice Dia. Inch (mm)	Pressure		Flow Rate		Diameter		Diameter with Deflector Tab		Stream Height	
				PSI	Bar	gph	lph	Feet	Meters	Feet	Meters	Feet	Meters
SAM610	SAM610-D	Black	0.034 (0.86)	15	1.03	7.9	29.9	16.4	5.0	4.9	1.5	1.8	0.56
				20	1.38	9.1	34.4	17.7	5.4	5.3	1.6	2.0	0.62
				25	1.72	10.2	38.6	19.0	5.7	1.7	5.8	2.1	0.65
SAM613	SAM613-D	White	0.041 (1.04)	15	1.03	11.8	44.7	20.5	6.2	6.2	1.9	1.8	0.56
				20	1.38	13.7	51.9	22.4	6.8	6.7	2.0	2.0	0.62
				25	1.72	15.3	57.9	24.0	7.3	7.2	2.2	2.1	0.65
SAM614	SAM614-D	Maroon	0.049 (1.24)	15	1.03	16.5	62.5	23.0	7.0	6.9	2.0	1.9	0.57
				20	1.38	19.0	71.9	25.0	7.6	7.5	2.3	2.3	0.71
				25	1.72	21.2	80.3	27.5	8.4	8.3	2.5	3.0	0.90
SAM616	SAM616-D	Green	0.055 (1.40)	15	1.03	21.5	81.4	27.0	8.2	8.1	2.5	2.0	0.60
				20	1.38	24.8	93.9	30.0	9.1	9.0	2.7	2.7	0.83
				25	1.72	27.8	105.2	31.6	9.6	9.5	2.9	3.0	0.90
SAM620	SAM620-D	Blue	0.065 (1.65)	15	1.03	29.2	110.5	30.0	9.1	9.0	2.7	2.0	0.60
				20	1.38	33.7	127.6	32.2	9.8	9.7	3.0	2.6	0.80
				25	1.72	37.7	142.7	34.6	10.5	10.4	3.2	3.0	0.92
SAM622	-	Gray	0.071 (1.80)	15	1.03	33.8	127.9	32.0	9.8	-	-	2.0	0.60
				20	1.38	39.0	147.6	34.0	10.4	-	-	2.5	0.77
				25	1.72	43.6	165.0	35.6	10.9	-	-	3.0	0.90
SAM624	-	Yellow	0.079 (2.01)	15	1.03	41.7	157.9	32.5	9.9	-	-	2.1	0.65
				20	1.38	48.1	182.1	35.0	10.7	-	-	2.5	0.75
				25	1.72	53.8	203.7	36.8	11.2	-	-	2.8	0.85
SAM628	-	Red	0.091 (2.31)	15	1.03	56.4	213.5	32.0	9.8	-	-	2.4	0.74
				20	1.38	65.1	246.4	34.1	10.4	-	-	3.2	0.97
				25	1.72	72.8	275.6	36.8	11.2	-	-	3.4	1.05

> Recommended Operating Pressure 20 psi (1.38 Bar)

Beispiel Toro



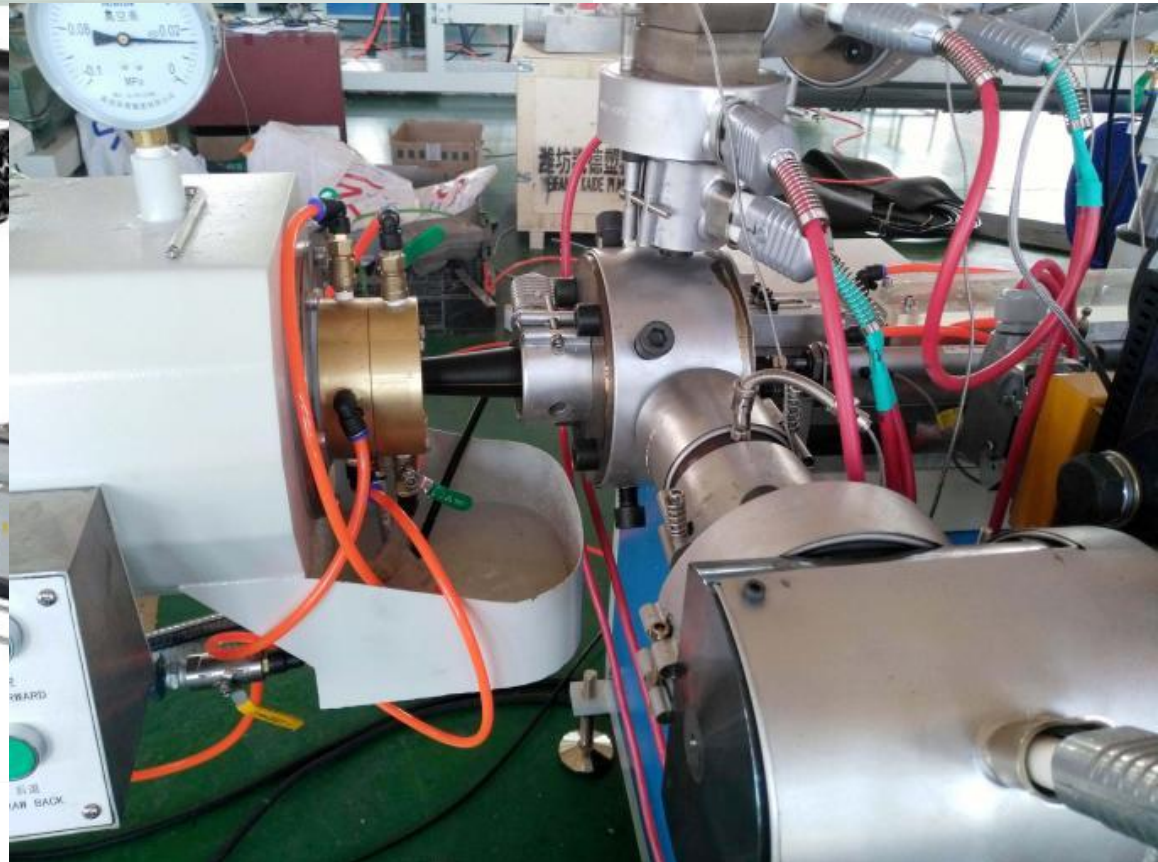
Production of micro irrigation equipment



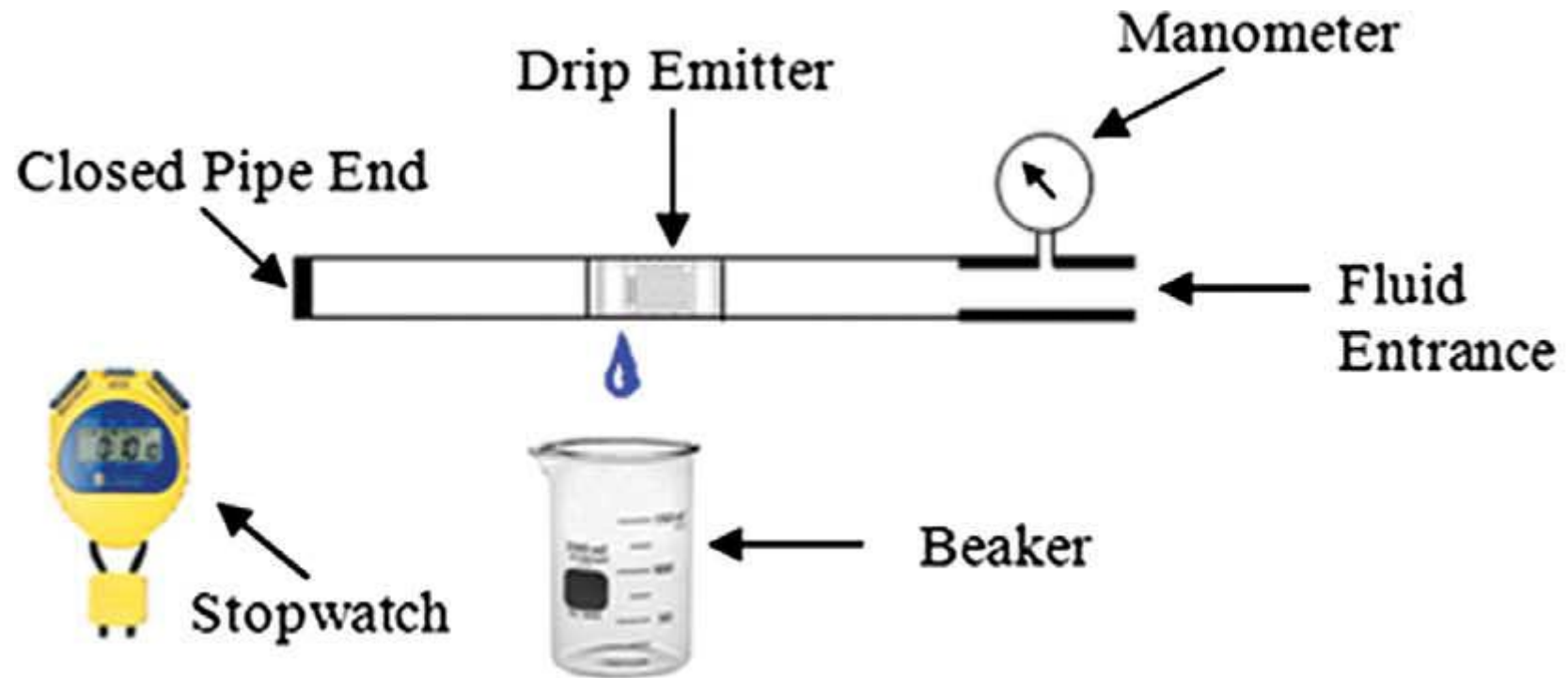
Extrusion of drip lines



<http://www.extrudermachinery.com>



Micro-irrigation emitters: testing



Celik et al., 2011

Messung der Durchflussmenge

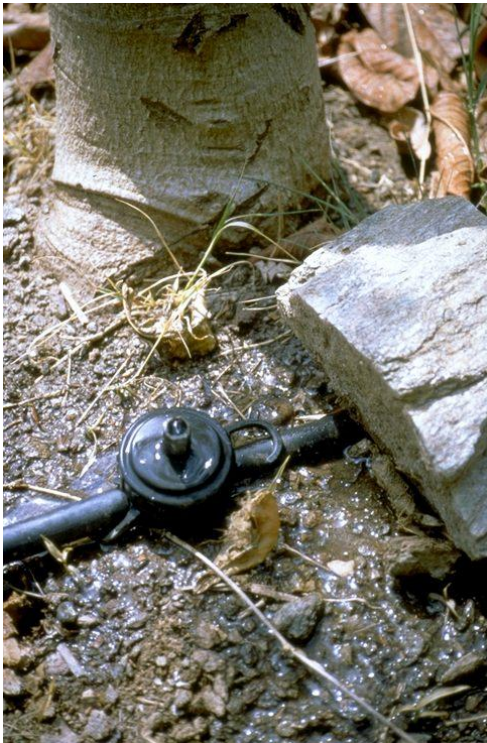


Distribution uniformity (DU):

Durchschnitt der 25% mit der
niedrigsten Schüttung

Durchschnitt aller Emitter

Emitter: Tropfer



**Tropfer zum
Aufstecken**



Tropferrohre

Tropfer, Bauformen

Tropfschläuche (inline)
(räumlich homogene Pflanzungen)



Tropfer sind in PE-Rohr integriert
(übliche Tropfabstände: 0,30 / 0,50 / 0,60 m)

Einzeltropfer (online)
(räumlich heterogene Pflanzungen)



Tropfer werden in selbst gestanzte Löcher
im Wasserrohr eingedrückt

Tropfer, Farbkodierung (1GPH = 3,79 L/h)

Netafim



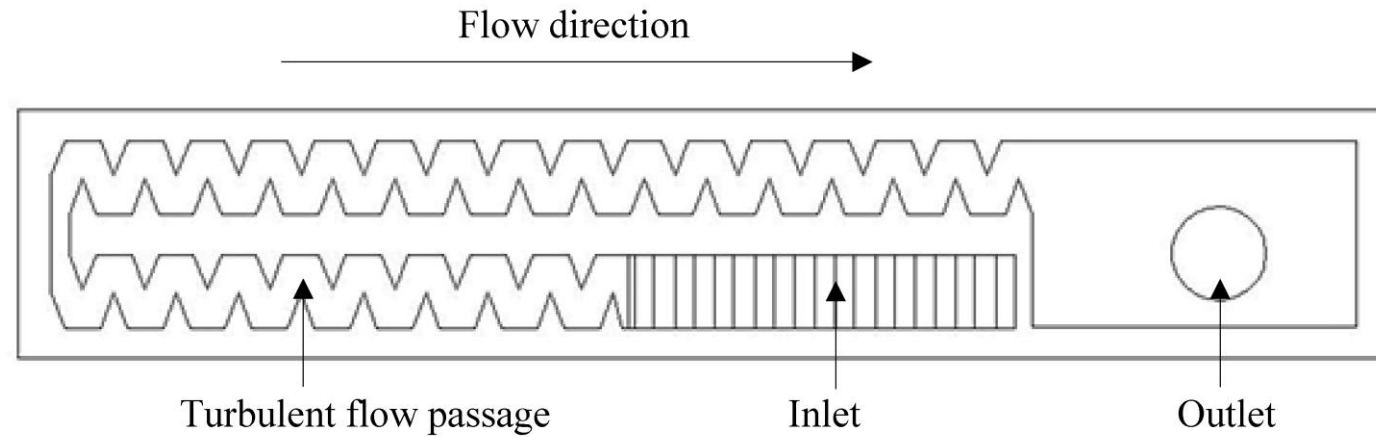
Rain Bird



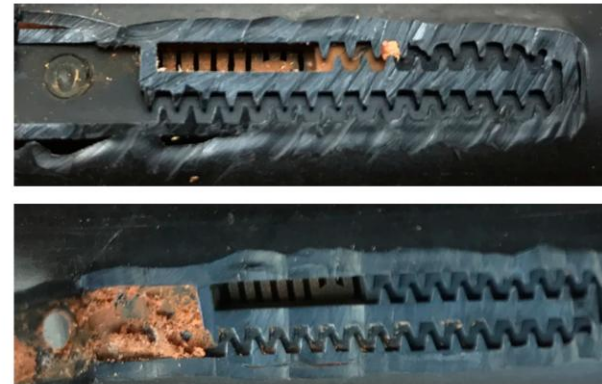
Toro



Druckabbau im Tropfer



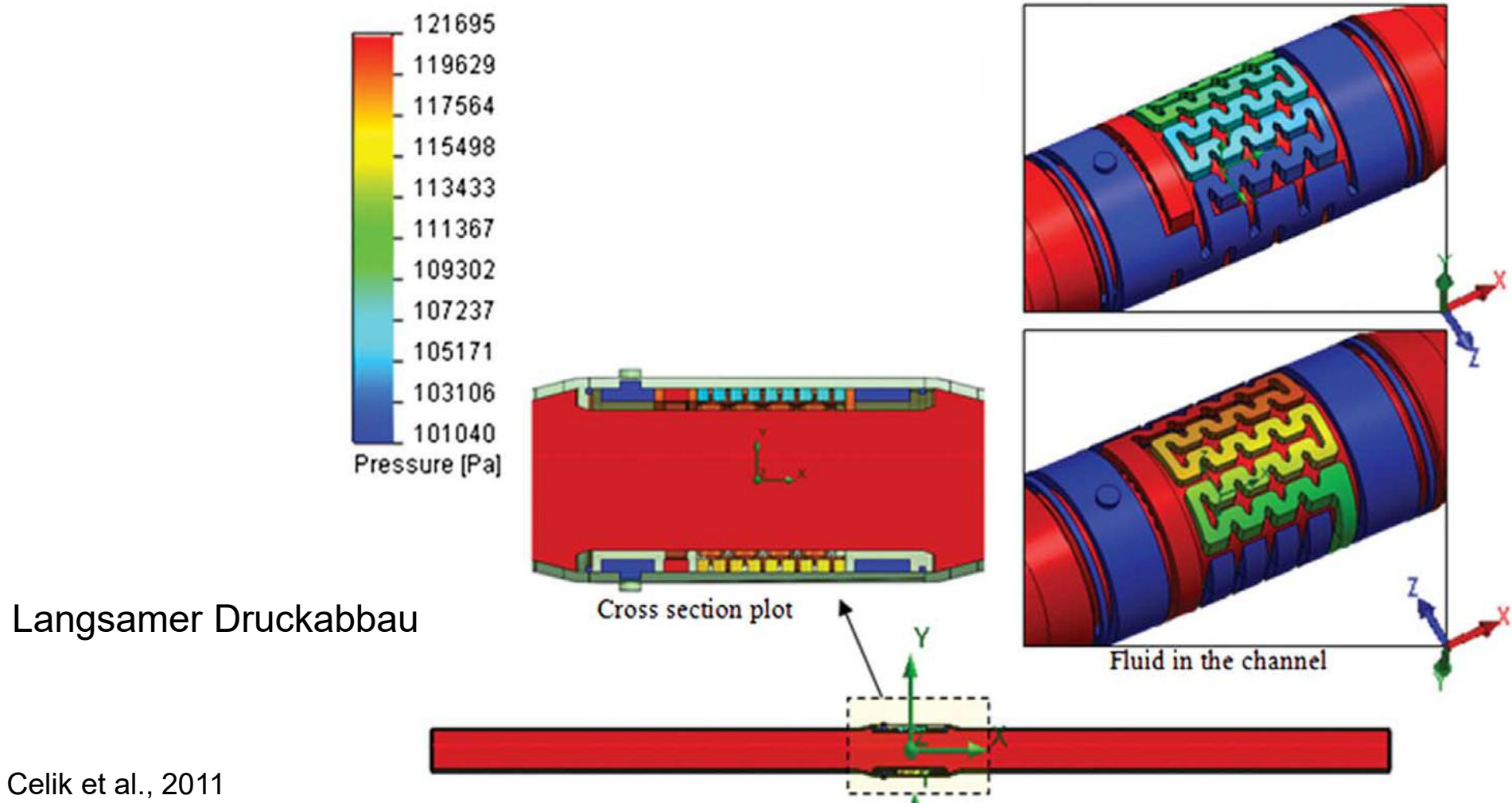
(a)



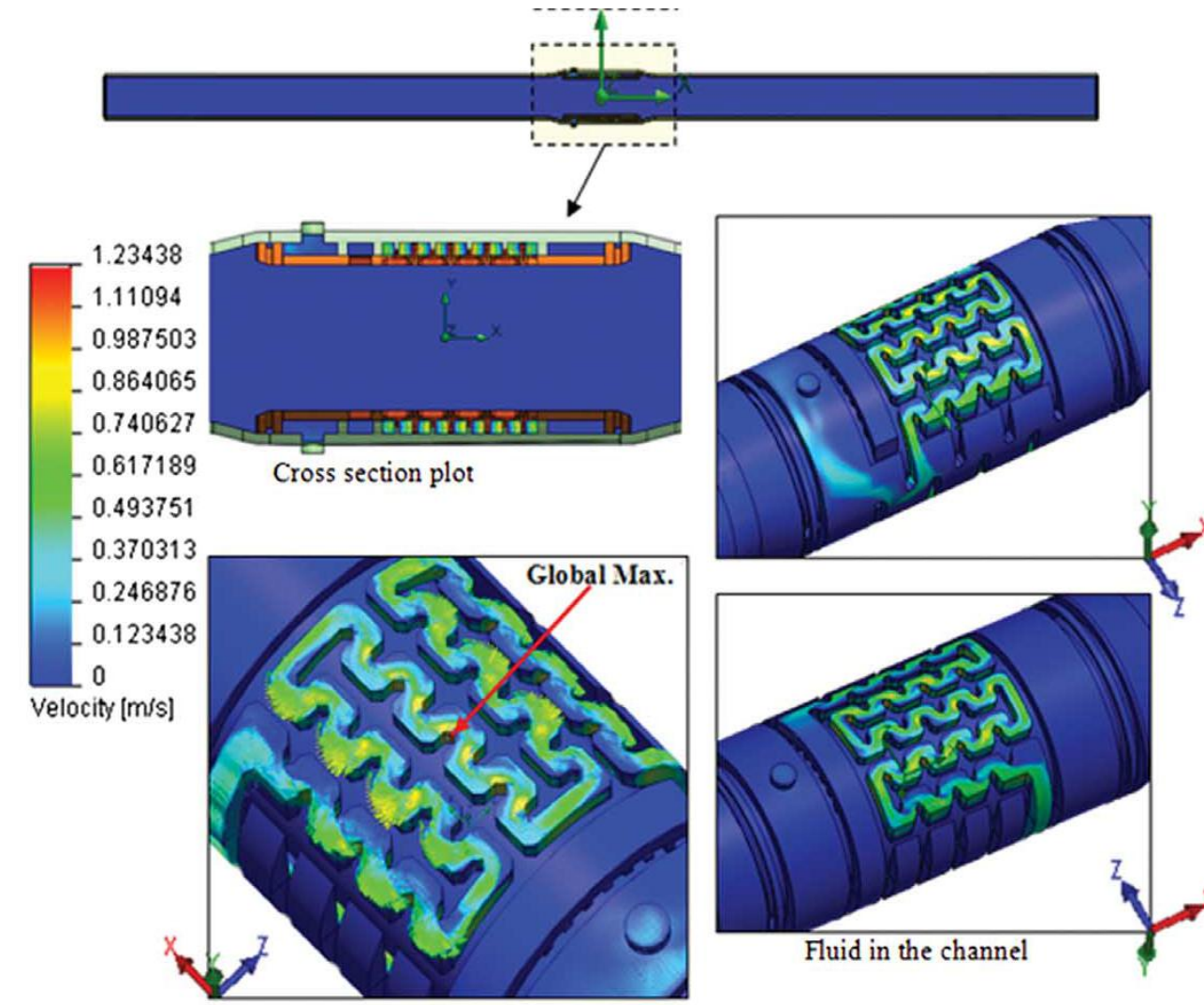
(b)

Li et al. 2018

Micro-irrigation emitters: Drippers



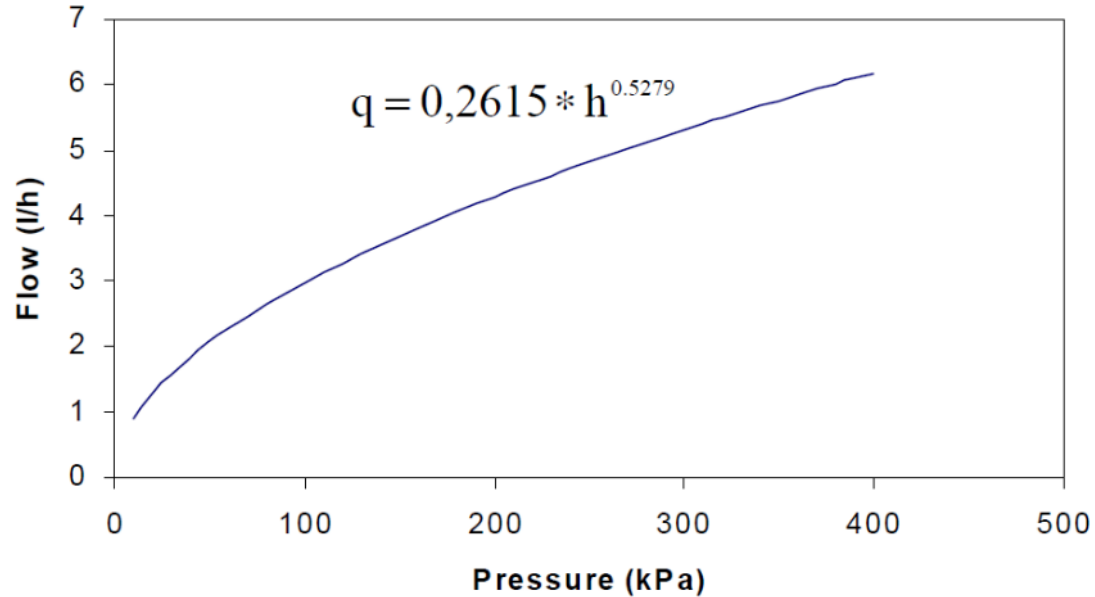
Micro-irrigation emitters: Drippers



Turbulenter Fluss
im Tropfer

Celik et al., 2011

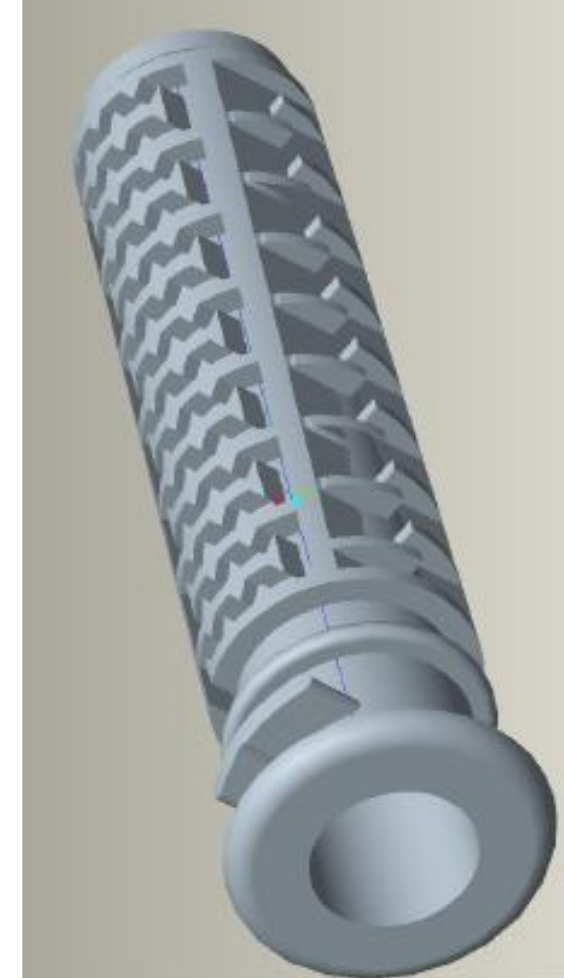
Druckabbau im Tropfer



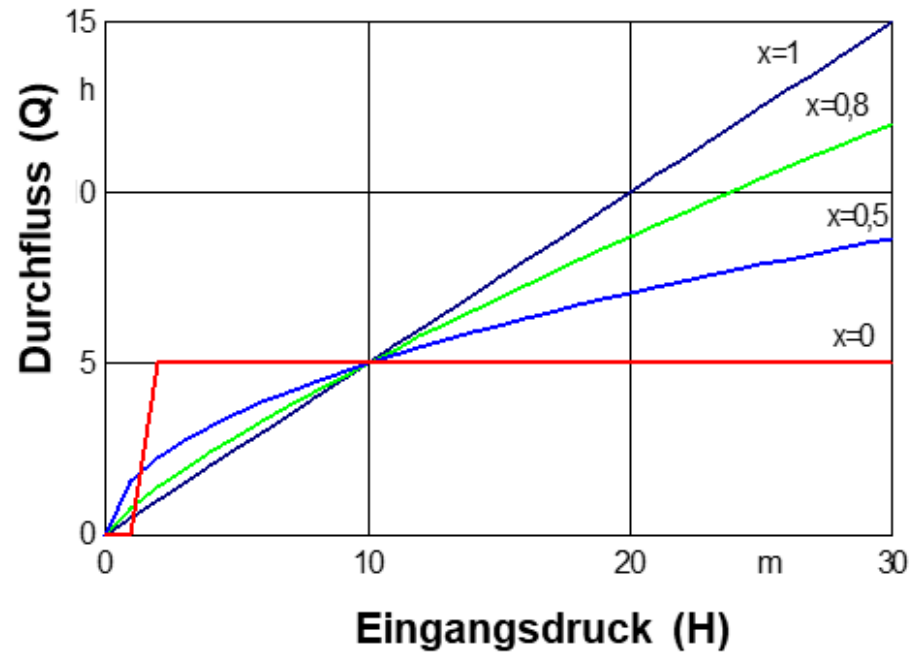
Salvador, P., & Valverde, A. (2004). Hydraulic flow behaviour through an in-line emitter labyrinth using CFD techniques. In *2004 ASAE Annual Meeting* (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Aufgabe des Fließlabyrinths:

1. Druckabbau, Reduzierung des Durchflusses
2. Turbulente Strömung (Vermeidung von Ablagerungen)



Druckkompensation



$x = 0.8$



$x = 0.5$

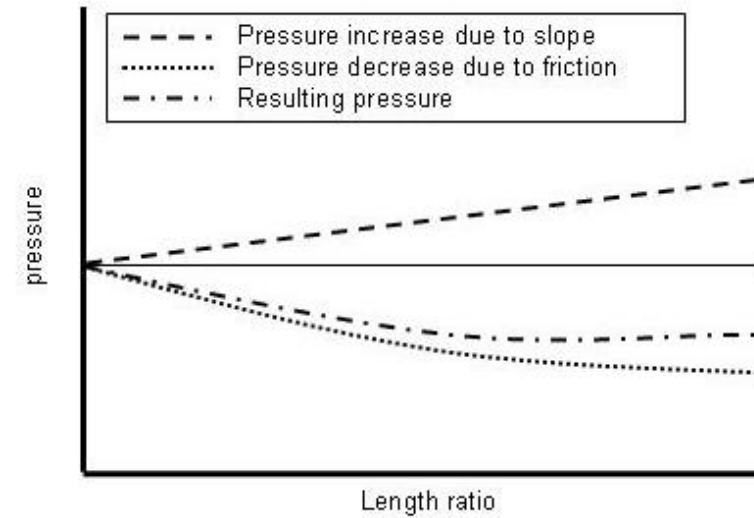
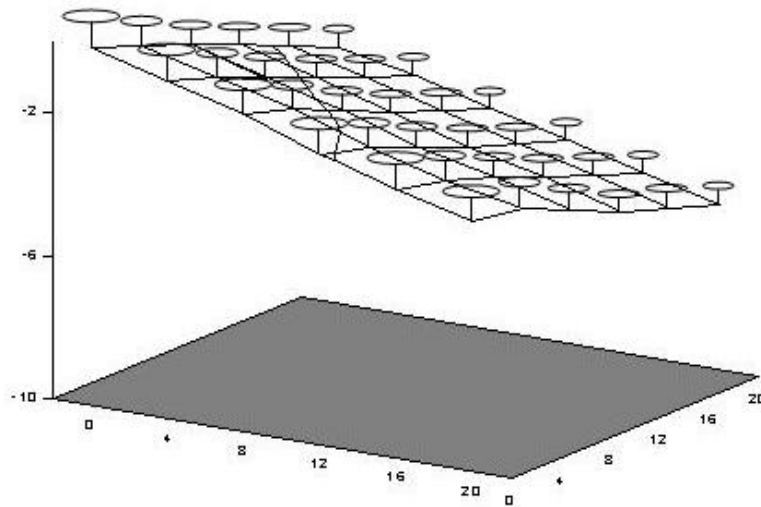


$x = 0$

$$Q = k \cdot H^x$$

- k Ausflusskoeffizient
- x Ausflussexponent
- x=1 Laminar (ideal)
- x=0 Druckkompensierend

Druckverlauf



Emitter: Tropfer

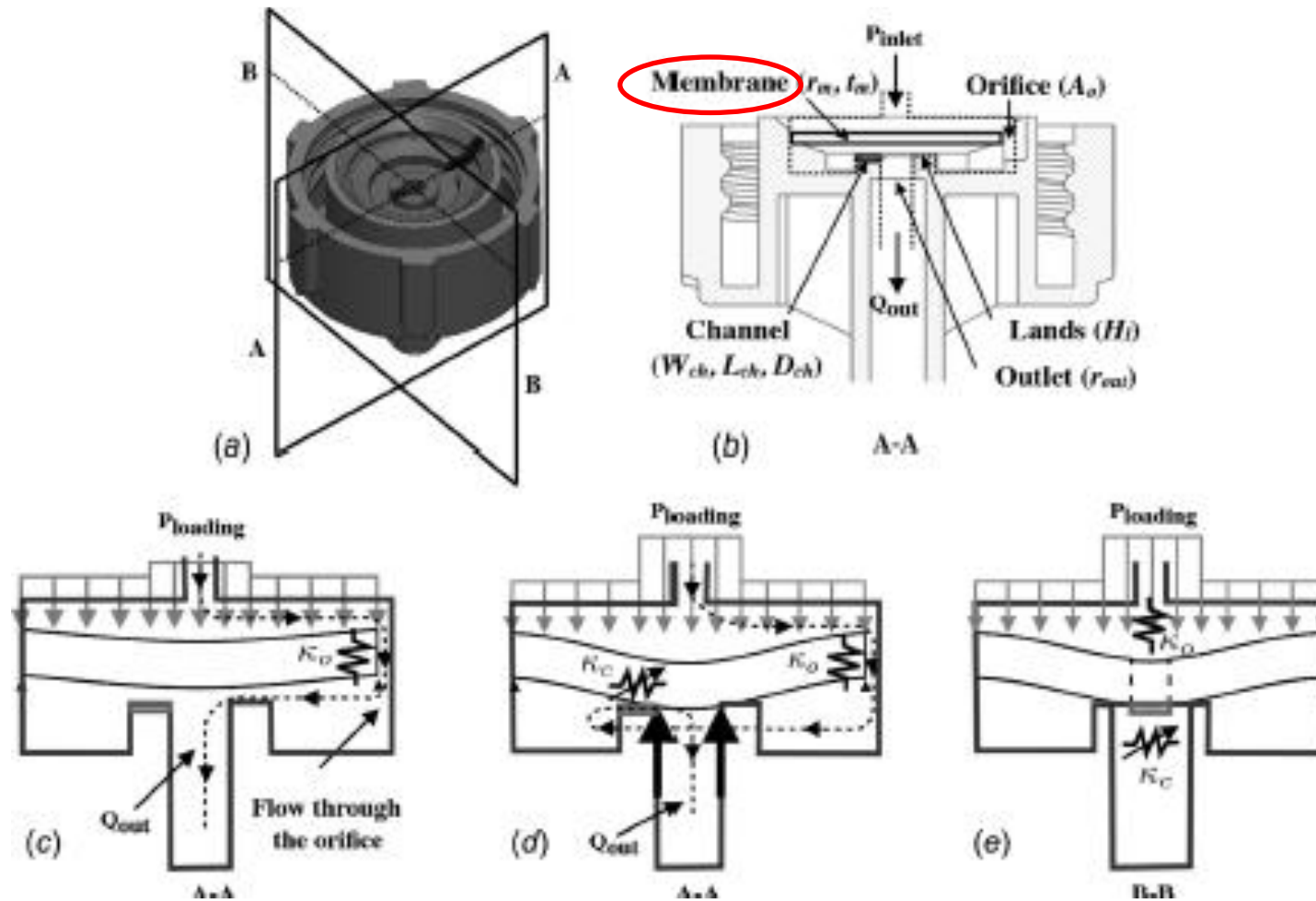
Druckabbau im Tropfer / Druckkompensation (online)



Aufgabe der Membran:

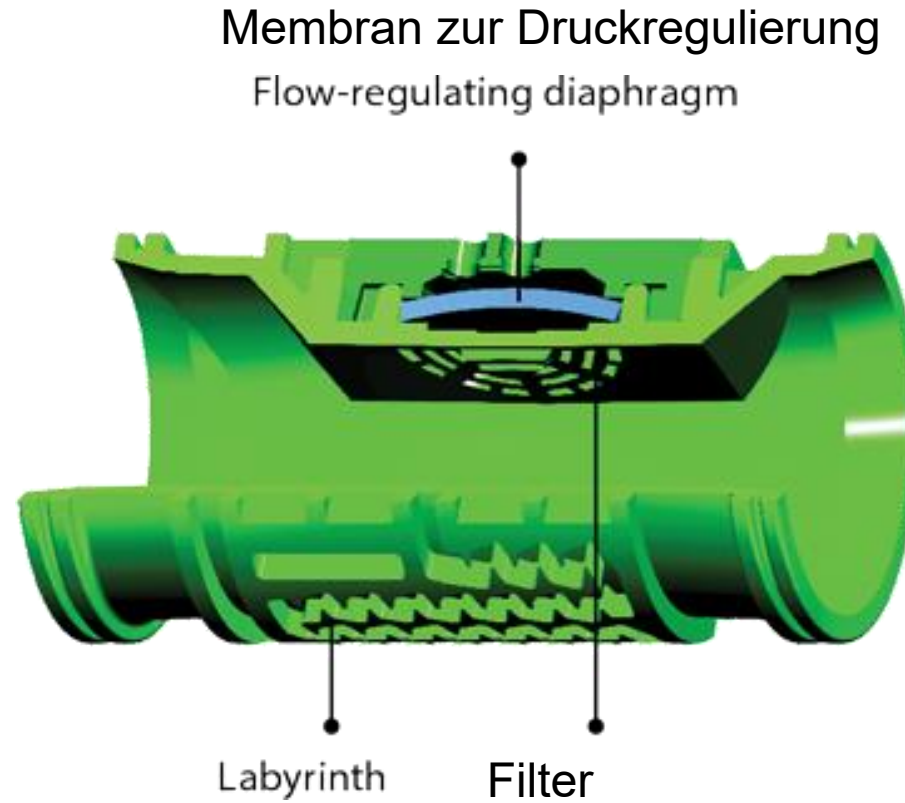
Druckkompensation → druckunabhängiger Durchfluss

Tropfer, Druckkompensation

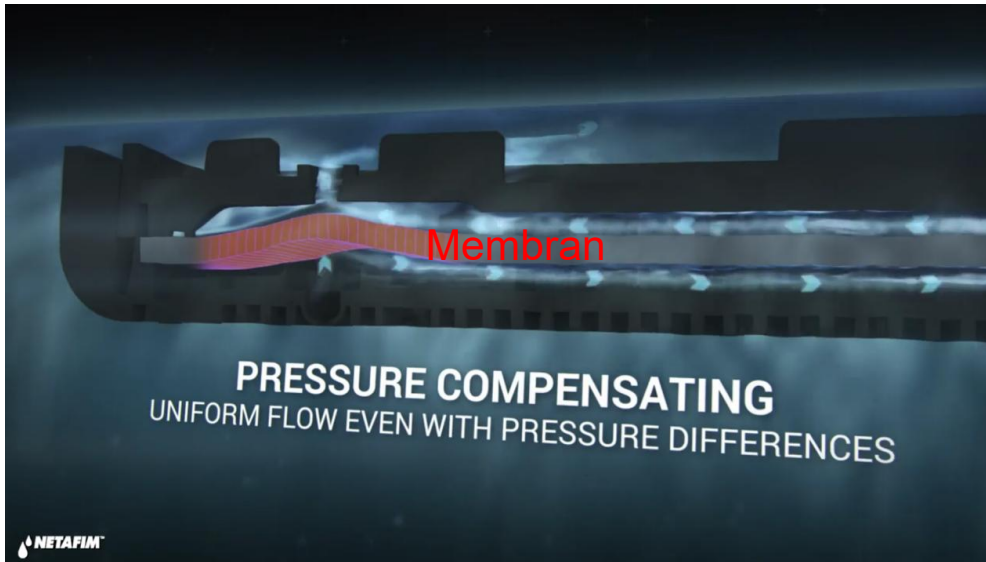


Shamshery, P., & Winter, A. G. (2018). Shape and Form Optimization of On-Line Pressure-Compensating Drip Emitters to Achieve Lower Activation Pressure. *Journal of Mechanical Design*, 140(3), 035001.

Druckkompensation



Tropfer, Druckkompensation



Netafim UNIRAM

TECHNISCHE DATEN Tropfer

→ DRIPPERS TECHNICAL DATA

12150, 16125, 16150, 22125, 22150 - 0.31, 0.38 mm wall thickness driplines

FLOW RATE* (L/H)	MAXIMUM WORKING PRESSURE (BAR)**	WATER PASSAGES DIMENSIONS WIDTH-DEPTH-LENGTH (MM)	FILTRATION AREA (MM²)	CONSTANT K	EXPONENT X	RECOMMENDED FILTRATION (MICRON)/(MESH)
0.50	1.5 / 1.8 / 2.2 / 3.0	0.47 x 0.53 x 65	36	0.173	0.46	130/120
0.80		0.54 x 0.69 x 65	43	0.277	0.46	130/120
0.95		0.60 x 0.74 x 65	49	0.329	0.46	200/80
1.35		0.71 x 0.85 x 65	53	0.468	0.46	200/80
1.85		0.76 x 1.03 x 65	54	0.641	0.46	200/80
2.80		0.90 x 1.20 x 65	54	0.971	0.46	200/80
3.80		0.94 x 1.28 x 33	54	1.318	0.46	200/80
8.00		1.52 x 1.28 x 28	50	2.773	0.46	200/80

*Flow rate at 1.0 bar pressure **According to driplines wall thicknesses / inside diameter

Tropfschlauch

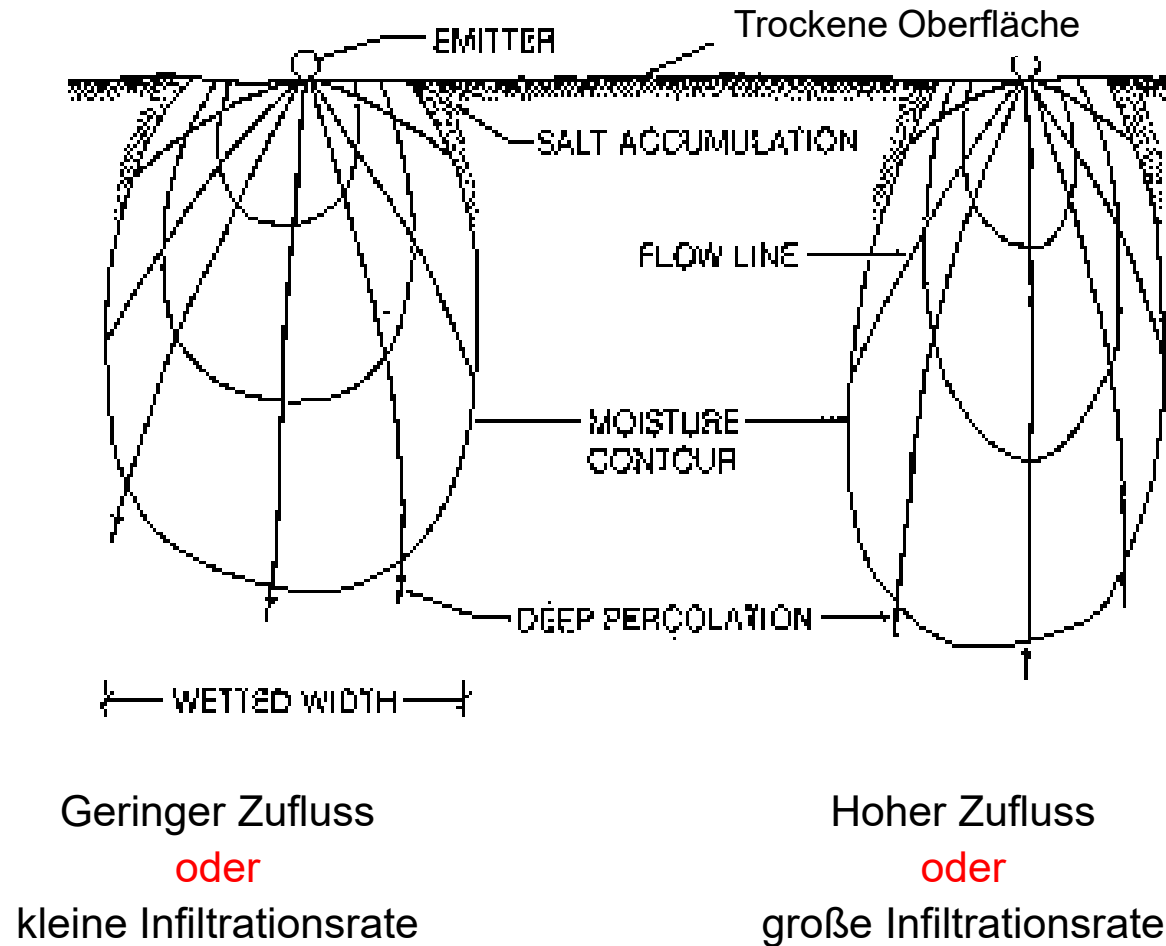
TABELLEN DER EMPFOHLENEN MAXIMALEN VERLEGELÄNGEN (m) AUF EBENEN FLÄCHEN

UNIRAM™ CNL 16010

		Einlass									
			0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
	0,7	15 mWS	96	137	176	213	247	279	310	340	369
		25 mWS	139	200	257	311	361	410	456	500	543
		35 mWS	165	239	306	371	431	489	545	598	649
	1,0	15 mWS	76	109	140	169	196	222	246	270	293
		25 mWS	110	158	204	246	286	325	362	397	431
		35 mWS	131	189	243	294	342	388	432	474	515
	1,6	15 mWS	56	80	103	124	144	163	182	200	216
		25 mWS	81	116	150	181	211	239	266	293	318
		35 mWS	96	139	178	216	252	286	318	350	380
	2,3	15 mWS	44	63	81	98	114	130	144	158	171
		25 mWS	64	92	118	143	167	189	210	231	251
		35 mWS	76	109	141	171	199	226	252	276	301

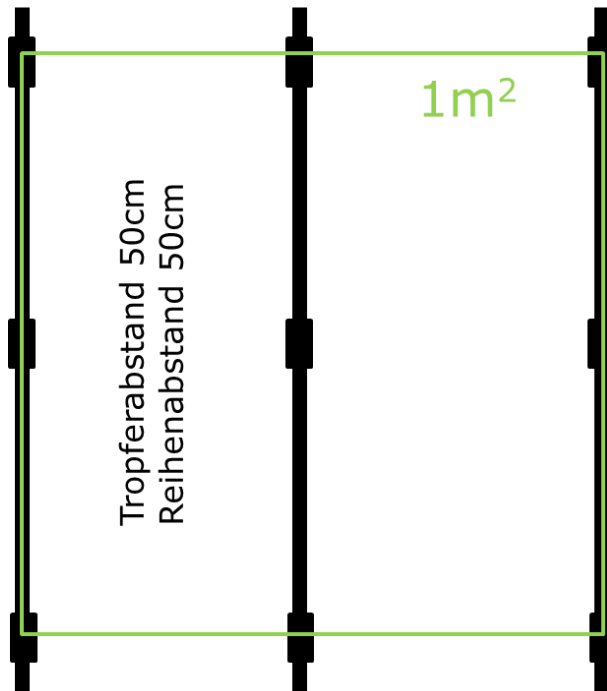
Netafim.com

Micro-Bewässerung emitters: Tropfer



Berechnung der Bewässerungshöhe

Tropfer 2 l/h



$$0,5 \text{ m} * 0,5 \text{ m} = 0,25 \text{ m}^2/\text{Tropfer}$$

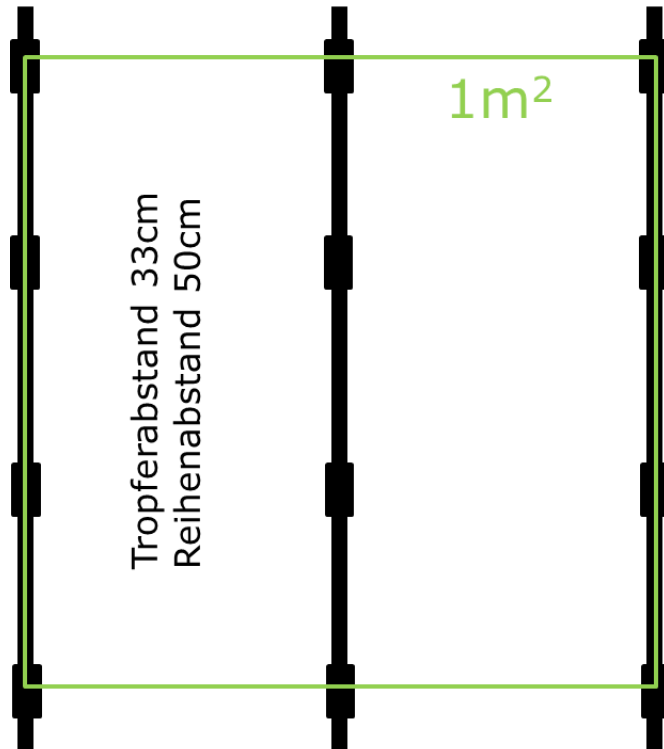
$$1 / 0,25 \text{ m}^2 / \text{Tropfer} = 4 \text{ Tropfer} / \text{m}^2$$

$$4 \text{ Tropfer} / \text{m}^2 * 2 \text{ L/h} * \text{Tropfer} = 8 \text{ L/h} * \text{m}^2$$

8 mm/h; 80 m³/ha*h

Berechnung der Bewässerungshöhe

Tropfer 2 l/h



$$0,5 \text{ m} * 0,33 \text{ m} = 0,165 \text{ m}^2/\text{Tropfer}$$

$$1 / 0,165 \text{ m}^2 / \text{Tropfer} = 6,06 \text{ Tropfer} / \text{m}^2$$

$$6,06 \text{ Tropfer} / \text{m}^2 * 2 \text{ L/h} * \text{Tropfer} = 12,12 \text{ L/h} * \text{m}^2$$

$$12,12 \text{ mm} / \text{h}; 121,2 \text{ m}^3 / \text{ha} * \text{h}$$

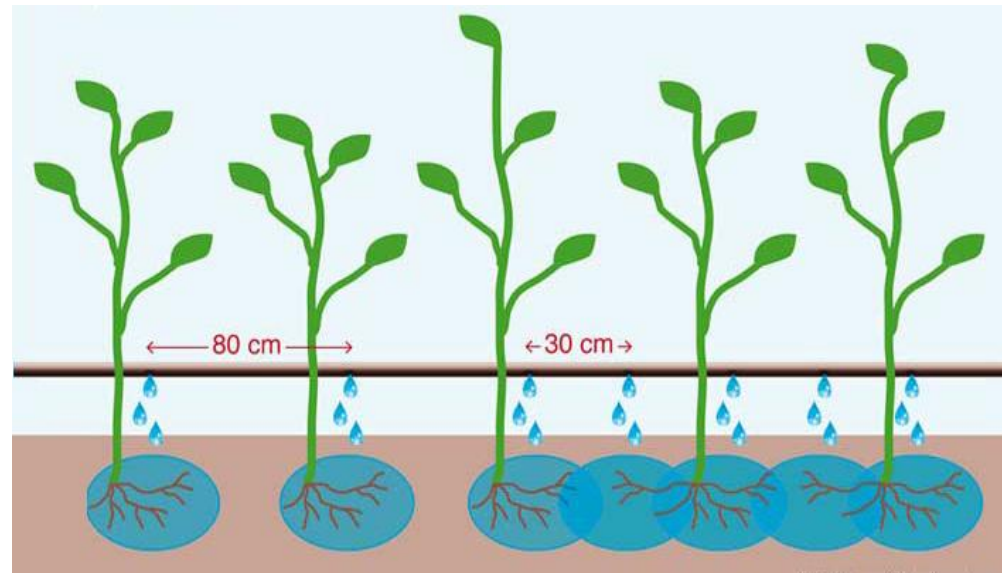
Tropfer

- Für Reihenpflanzungen



Wetting pattern

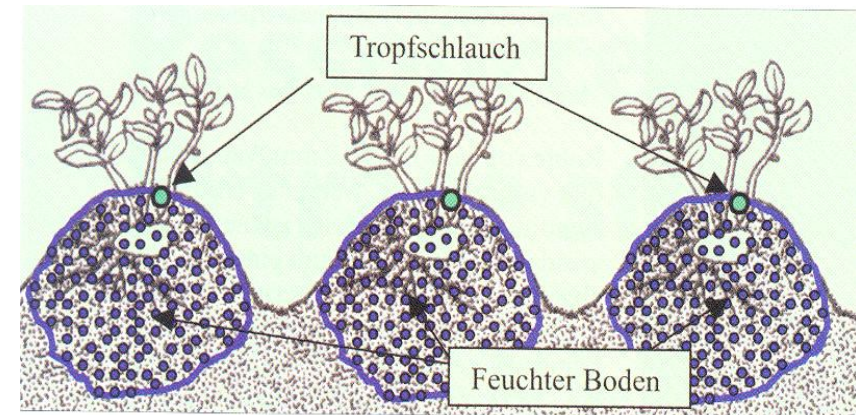
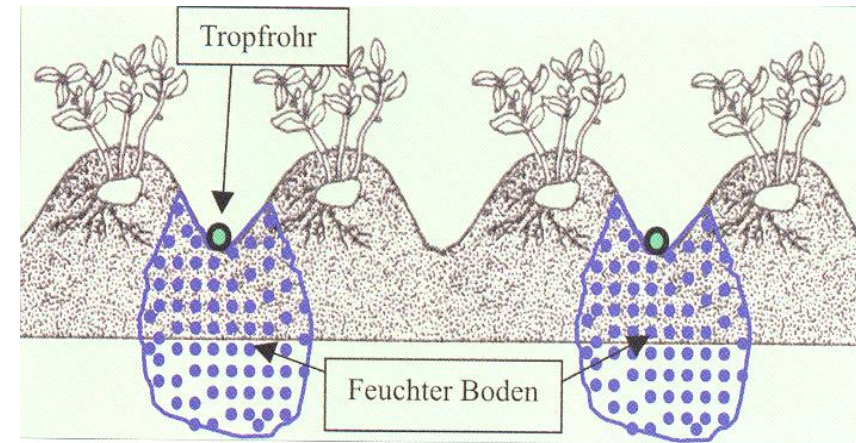
Überlappung



<http://www.bj-aqua.de>

Tropfschläuche

- Tropfrohre 6700 m/ha (75 cm Reihenabstand)
 - Befeuchtung zwischen den Reihen
 - Suboptimale Nährstoffverteilung
 - Versalzung möglich
 - Damm trocknet aus
-
- Optimale Befeuchtung des Damms
 - Optimale Verteilung der Nährstoffe
 - Keine Austrocknung des Damms
 - Tropfschlauch 13300 m/ha (75cm Reihenabstand)
 - Jährliche Kosten für Tropfschlauch und -entsorgung

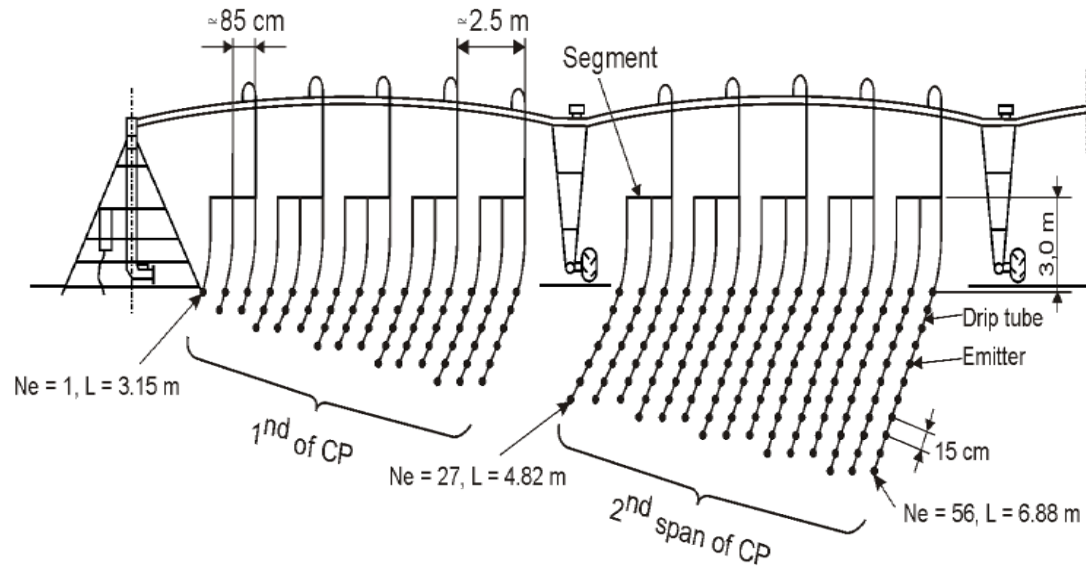


Tropfschläuche

- Verlegung des Schlauchs im Damm



Mikrobewässerung – Mobile Tropfbewässerung MTB



Sourell, FAL Braunschweig



MTB bei Linearsystem

Unterirdische Tropfbewässerung (SDI, sub surface drip irrigation)

Im Damm - temporär



Unterflurbewässerung

Dauerhaft: unter der Bodenbearbeitungssohle

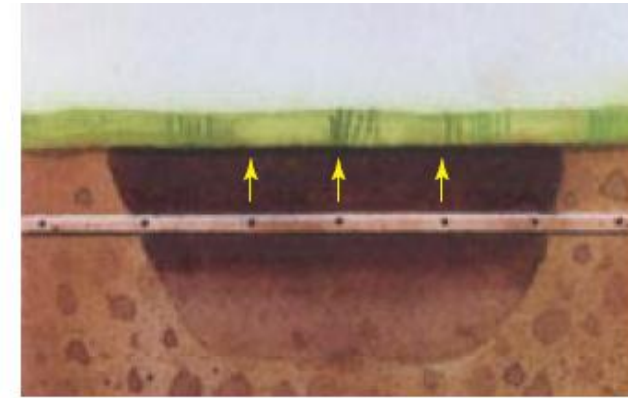


<https://www.youtube.com/watch?v=A3SSepvNQaM>

Subsurface irrigation



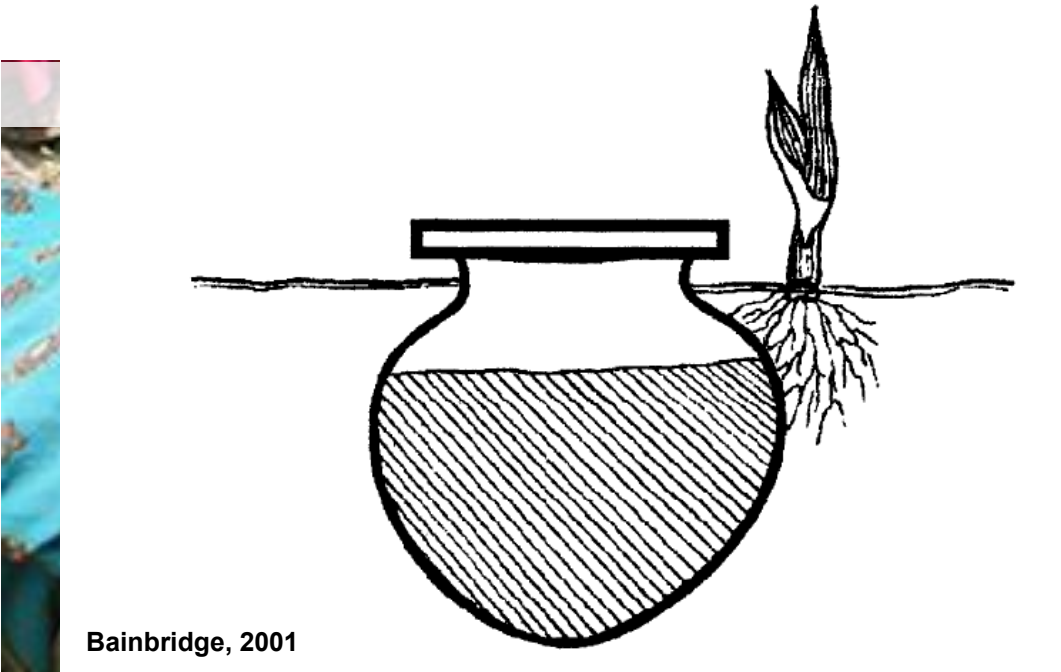
*Above: Typical wetting pattern shapes in different soil textures.
Note the dramatic overlap ensuring total coverage throughout varying root zone depths.*



Because water travels both upward and outward from the dripper, the soil will usually be noticeably damp at, or close to, the surface.

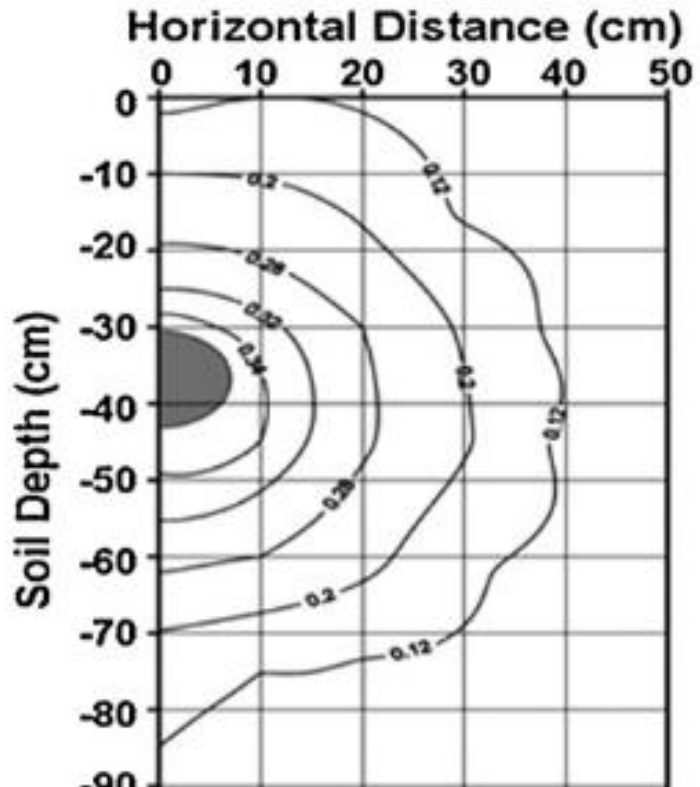
<https://www.gebco.co.za/netafim/what-is-drip-irrigation/> (2017)

Claypot irrigation – Bewässern mit Tontöpfen



Tontopf wird eingegraben. Das Wasser fließt aufgrund des Potenzialgefälles in den trockenen Boden

Claypipe irrigation



Siyal & Skaggs, 2009



Porous Pipe Irrigation, „Perl- oder Schitzschläuche“

- Durchlässiger Schlauch mit gleichförmiger Abgabe auf 100 m (Herstellerangabe, ecotube.eu)
- Hergestellt aus recycleten Altreifen
- Gleichmäßige Benetzung um den Schlauch
- Geeignet für Fertigation und Oxydation



Micro irrigation

- **Niedriger Druck: 1 - 1.5 bar (min. 0.5; max. 4 bar)**
- **Sehr hoher Wirkungsgrad: >90%**
- **Automatisierung möglich**
- **Lokalisierte Bewässerung (z. B. PRD möglich)**
- **Hohe Investition**
- **Wartungs- und unterhaltsintensiv**
- **Am besten geeignet für Fertigation**
- **All terrain**
- **Geringer Flexibilität**
- **Mittlere bis beträchtlicher Einfluss auf Feldarbeiten**

2009/11/ 4

Wirkungsgrad – application efficiency

	Pflanzen- verfügbar	Evaporation + Interzeption	Drift	Versickerung	Run-off
Oberflächenbewässerung	%	%	%	%	%
Beckenbewässerung	30 - 45	20 - 30	---	20 - 40	---
Furchenbewässerung	35 - 60	10 - 20	---	10 - 30	20 - 30
Furchenbewässerung mit Drainagewassernutzung	75 - 90	10 - 20	---	10 - 30	---
Beregnung					
Rohrberegnung	60 - 80	10 - 20	5 - 10	10 - 30	0 - 5
Kreisberegnung	60 - 85	10 - 20	5 - 10	10 - 30	0 - 5
Schlauchtrommelregner	55 - 70	10 - 20	5 - 10	20 - 35	0 - 10
Precision system	80 - 95	0 - 10	0 - 10	2 - 10	0
Mikrobewässerung					
Tropfbewässerung	80 - 98	0 - 2	--	2 - 15	0
Sprühbewässerung	80 - 90	5 - 10	0 - 5	2 - 15	0
Unterflurbewässerung, Schwitzschläuche	90 - 100	--	--	0 - 10	--