

22.08.2017

Auslegung einer Wasserleitung

von Kai Aumann, Vechta

ZUSAMMENFASSUNG

Wasserleitungen sollen die Tiere bedarfsgerecht mit frischem, bakteriologisch unbedenklichem und schmackhaftem Wasser versorgen. Dabei sollten die Leitungen so ausgelegt werden, dass die Durchflussraten an den Tränken zu jeder Tageszeit ausreichend hoch sind. Zu klein dimensionierte Leitungen führen zu zeitweise zu geringen Durchflussraten, zu groß dimensionierte Leitungen zu abgestandenem und eventuell auch aufgekeimtem Wasser. Ebenso sollte auf die Verlegungsweise und die Art der eingesetzten Materialien geachtet werden.

BESCHREIBUNG

In der letzten Jahren sind viele Betriebe gewachsen, die Wasserleitungen hingegen sind selten mit den gestiegenen Wasserverbrauchsmengen mitgewachsen.

Wasserleitungsbau ist Anlagenbau - daher sollte der Wasserleitungsbau auch berechnet werden.

Wasserleitungen haben die Aufgabe, an der Abgabestelle Wasser in ausreichender Durchflussrate und in ausreichender Qualität zur Verfügung zu stellen. Das sollte sowohl zu Tageszeiten mit geringen als auch zu Tageszeiten mit hohen Wasserabnahmen gewährleistet sein.

Folgende Dinge sind zu beachten:

- Die Leitungen sollten so dimensioniert und verlegt sein, dass der Austausch des Rohrinhaltes möglichst häufig erfolgt. So werden hygienische Risiken minimiert.
- Hohe Wasseraustauschraten: Sie erhalten die Frische und Schmackhaftigkeit des Wassers. Zu klein dürfen die Leitungsdurchmesser aber nicht sein, weil damit hohe Druckverluste im Leitungssystem verbunden sind, die dann zu zeitweise zu geringen Wasserdurchflussraten führen würden. Es gilt also, den richtigen Mittelweg zu finden.

Daher bietet sich eine Kontrolle an, z. B. indem die Durchflussraten an der Tränke bei 1. niedrigen und 2. hohen Wasserabnahmezeiten ermittelt werden.

Welche Parameter sind bei der Wasserversorgung zu beachten?

- Bedarfsgerechte Berechnung der Rohrleitungslängen und -querschnitte
→ Balance zwischen Wasseraustausch und Druckverlust
- Leitungsführung / Verlegung / Verteilung
→ kurze Wege und möglichst kühl verlegt
- Stagnation
→ selten genutzte bzw. tote Leitungsenden sind ein unnötig hohes Hygienierisiko
- Materialien
→ haben einen Einfluss auf Wärmeleitung und Biofilmbildung

Berechnung / Planung einer Wasserversorgung (Vorgehensweise)

Eine Wasserversorgung muss für jedes Teilstück berechnet werden - von der Tränke (Entnahmestelle) über die Unterversorgungsleitungen (Teilstrecke) bis hin zur Hauptversorgungsleitung. Bei der Planung / Berechnung einer Wasserversorgung betrachtet man das System rückwärts, also von hinten nach vorne.

Vorgehensweise bei einer Planung / Überprüfung - folgende Werte sind zu berechnen / zu ermitteln:

1. **Durchfluss der Einzel-Entnahme-Stelle**
z. B. einer Tränke
2. **Summendurchfluss einer Teilstrecke**
z. B. eine Wasserleitung im Abteil bzw. 1 Stk. Nippelstrang bei Hähnchen
3. **Summendurchfluss einer Hauptversorgungsleitung**
z. B. eine Wasserleitung im Zentralgang bzw. Wasserleitung in den Geflügelstall
4. **Spitzendurchfluss für jede Teilstrecke**
Im Verlauf des Tages kommt es zeitweise zu erheblichen Spitzenabnahmen.
5. **Rohrdurchmesser für jede Teilstrecke**
Haupteinflussfaktoren sind: Querschnitt, Leitungslänge, Strömungsgeschwindigkeit
6. **Druckverluste für jede Teilstrecke**
Wie viel Druckverlust ist akzeptabel, wann sind die Tränken auszulitern?

Es sollten nicht nur die Tränk-Wassermengen bei der Berechnung / Auslegung der Hauptwasserversorgung berücksichtigt werden. Auch die anderen Wasserverbraucher (Hochdruckreiniger, Befüllen der Pflanzenschutzspritze, Erweiterungsgedanken usw.) stellen häufig erhebliche Wasserverbrauchsspitzen dar und sollten ebenfalls in die Planung / Berechnung mit einbezogen werden.

TIPP: Viele nehmen als Berechnungsgrundlage den täglichen Wasserbedarf der Tiere und teilen diesen durch eine selbst definierte Anzahl Stunden, in den die Tiere diese Gesamtwassermenge wahrscheinlich trinken. Diese Vorgehensweise führt sehr häufig zu Fehleinschätzungen bezüglich der Wasserverbrauchsspitzen.

Ein Beispiel soll dieses verdeutlichen:

Berechnungsgrundlage: vermutete Wasseraufnahme

Annahmen:

- 1.000 Ferkel (durchschnittlich 17 kg LG); benötigte Wassermenge: 3,0 l/Tier/Tag
→ $1.000 \times 3,0 \text{ l/Tier/Tag} = 3.000 \text{ l/Tag}$.
- Die Tiere nehmen diese Wassermenge (3.000 l) binnen 10 Stunden auf.

Berechnung Wasserverbrauch:

$3.000 \text{ l/10 Std.} = 300 \text{ l/Std.}$

Berechnungsgrundlage: gewünschte Durchflussrate und maxim. gleichzeitige Betätigungsrate

Rechnet man mit der tatsächlichen bzw. gewünschten Durchflussrate an den Entnahmestelle (den Tränken) und mit einer maximalen gleichzeitigen Betätigungsrate (z. B. hier: 20 % der insgesamt installierten Tränken werden in den Nachmittagsstunden gleichzeitig betätigt) ergibt sich ein stark abweichender Wert:

Annahmen:

- für 1.000 Ferkel werden ca. 165 Tränken benötigt
- gleichzeitige Betätigungsrate: 20 %
- Durchflussrate: 0,60 l/Min.

Berechnung Wasserverbrauch:

$165 \text{ Tränken} \times 20 \% \text{ Betätigungsrate} = 33 \text{ Tränken}$
 $33 \text{ Tränken} \times 0,60 \text{ l/Min.} = 19,80 \text{ l/Min.} = 1.188 \text{ l/Std.}$

FAZIT:

Den tatsächlichen Wasserbedarf und die tatsächlichen Wasserspitzenlasten zu kennen / zu ermitteln, ist eine wesentliche Grundlage einer bedarfsgerechten Wasserversorgung.

Abb. 1: Berechnungsbeispiel für eine Wasserversorgung im Ferkelaufzucht- bzw. Hähnchenmaststall

Berechnungsparameter (Berechnungsformel)	Ferkelaufzuchtstall mit 8 Abteilen à 60 Tränken	Broilerstall, 8-reihig mittig eingespeist, Länge ca. 100 m; 12 Tränken/3 m = $8 \times 2 \times 192 = 3.072$ Stk., 25 cm Wassersäule
Berechnung einer Teilstrecke (exemplarisch)	Wasserleitung im Abteil	1 mittig eingespeister Tränke-Nippelstrang, 96 m
Durchflussrate Einzel-Entnahmestelle (Tränke) ermitteln durch Auslitern oder Ablesen aus Tabelle	0.60 l/min	100.00 ml/min
Summendurchfluss Teilstrecke Anz. Tränken x Durchfluss	36.00 l/min	38.40 l/min
Annahme: gleichzeitige Betätigung der Tränken	25 %	25 %
Spitzendurchfluss Teilstrecke Anz. gleichzeitig betätigter Tränken x Durchfluss	9.00 l/min	9.60 l/min
Anzahl der maximal zulässigen Teilstrecken	0,65 m/s	0,65 m/s

Annahme: maximale, gewünschte Strömungsgeschwindigkeiten		0,23 l/m		0,25 l/m	
Berechnung Rohrleitungsdurchmesser Teilstrecke		Rohrinhalt	0.23 l/m	Rohrinhalt	0.25 l/m
Spitzendurchfluss / max. Strömungsgeschwindigkeit		Durchmesser innen	17.14 mm ID	Durchmesser innen	17.70 mm ID
Berechnung Druckverlust Teilstrecke		bei PE 20 x 2,0 mm Länge 70 m	0.47 bar Druckverlust	Schlauch 1/2" Länge: ca. 6 m	0.04 bar Druckverlust
Berechnungsprogramm benutzen		bei PE 16 x 1,6 mm Länge 70 m	1.49 bar Druckverlust		-----
Berechnung einer Hauptleitung (exemplarisch)		Haupt-Wasserleitung im Zentralgang		Haupt-Wasserleitung, Zuleitung im Stall	
Summendurchfluss d. Teilstrecken (z. B. Abteile od. Strang)		36.00 l/min		38.40 l/min	
ermitteln durch Auslitern oder Ablesen aus Tabelle					
Summendurchfluss Hauptleitung		288.00 l/min		307.20 l/min	
Summe aller Summendurchflüsse der Teilstrecken					
Annahme: gleichzeitige Betätigung der Tränken		25 %		11 %	
Spitzendurchfluss Hauptleitung		72.00 l/min		33.79 l/min	
Anz. gleichzeitig betätigter Tränken x Durchfluss					
Annahme: maximale, gewünschte Strömungsgeschwindigkeit		1.50 m/s		1.50 m/s	
Berechnung Rohrleitungsdurchmesser Hauptleitung		Rohrinhalt	0.80 l/m	Rohrinhalt	0.38 l/m
Spitzendurchfluss / max. Strömungsgeschwindigkeit		Durchmesser innen	31.92 mm ID	Durchmesser Innen	21.86 mm ID
Berechnung Druckverlust Hauptleitung		PVC 32 x 1,80 mm Länge 40 m	0.75 bar Druckverlust	PVC 32 x 1,80 mm Länge 70 m	0.31 bar Druckverlust
Berechnungsprogramm benutzen		PVC 25 x 1,5 mm Länge 40 m	2.81 bar Druckverlust	PVC 25 x 1,5 mm Länge 70 m	1.15 bar Druckverlust
Abkürzungen: l/min = Liter/Minute ml/min = Milliliter/Minute m/s = Meter/Sekunde l/m = Liter/Meter					
©K. Aumann					

Wie und vor allem wann sollte man die Tränken auslitern?

In der Beratung wird häufig empfohlen, dass man die Tränken auslitern soll. Die Vorgehensweise dürfte i. d. R. bekannt sein. Die entscheidende Frage lautet daher: **Wann soll man auslitern?**

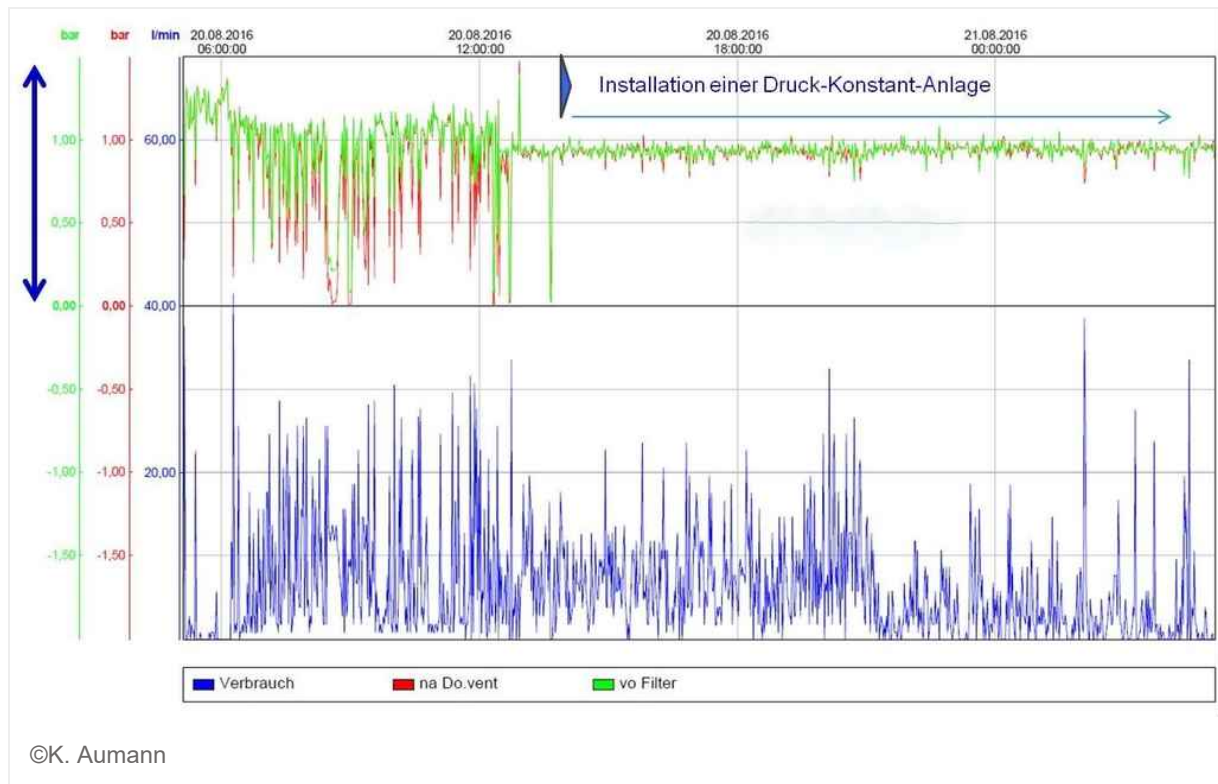
Jede Tierart folgt bei der Wasseraufnahme einem bestimmten Rhythmus. Das heißt, im Laufe des Tages sind die Trinkhäufigkeiten/-intensitäten unterschiedlich. Berücksichtigt man nun, dass für den Durchfluss an der Tränke der Leitungsdruck ein entscheidender Faktor ist, sollte ebenfalls in Betracht gezogen werden, dass der Leitungsdruck häufig bei hohen Wasserabnahmen erheblich zusammenbricht.

Insofern bietet es sich an, die **Tränken sowohl zu einer Tageszeit mit geringer als auch zu einer Tageszeit mit sehr hoher Wasserabnahme auszulitern.**

→ Stellt sich dabei heraus, dass die Durchflussraten an den Tränken erheblich voneinander abweichen, sollte die Wasserversorgung überprüft werden, um zukünftig die erheblichen Druckschwankungen zu minimieren. Hier können andere Leitungsführungen, -querschnitte oder Versorgungsdrücke hilfreich sein.

TIPP: Neuerdings findet man immer häufiger in größeren bzw. gewachsenen Betrieben sogenannte Druck-Konstant-Anlagen. Dabei handelt es sich um frequenzgeregelte Wasserpumpen, die sehr schnell auf die unterschiedlichen Wasserabnahmen reagieren können. (Vergleichbar mit dem morgendlichen, zeitgleichen Duschen in größeren Hotels - hier werden solche Techniken eingesetzt.)

Abb. 2: Druckverlauf/-schwankungen in Abhängigkeit der momentanen Wasserabnahme (am Beispiel eines Puten-Hähnenstalls mit Plassontränken)



Hauptwasseranschluss

Bei Verwendung von öffentlichem Wasser zum Tränken von landwirtschaftlichen Nutztieren ist die EN 1717 zu beachten. Diese besagt, dass zwischen der öffentlichen Wasserversorgung und der Wasserleitung im Stall eine geeignete Systemtrennung zu installieren ist. Diese soll rückwärtige Verkeimungen in das öffentliche Wassernetz verhindern.

Bei der Systemtrennung wird zwischen verschiedenen Gefährdungsstufen unterschieden. Da in diesem Bezug von der Tierhaltung ein vergleichsweise hohes Gefährdungspotenzial für das öffentliche Wassernetz ausgeht, wird auch bei der Systemtrennung die höchstmögliche Sicherheit verlangt. In der Regel hat das zur Folge, dass das öffentliche Wasser im freien Fall, also verbindungsfrei, in einen Vorratsbehälter laufen muss. Ein fachkundiger Wasserinstallateur ist zu Rate zu ziehen.

Leitungsführung

Es gibt eine Regel, die besagt: „*Wasser muss kalt sein oder Wasser muss heiß sein, und Wasser muss fließen.*“

Die Rohrleitungsquerschnitte sollten also so bemessen sein, dass zum einen ein möglichst häufiger Austausch des Rohrinhaltes erfolgt und zum anderen der Druckverlust im

Leitungssystem nicht zu groß ist - also nicht zu groß, aber auch nicht zu klein. Was die Leitungsführung betrifft, sollten die jeweiligen Leitungslängen so kurz wie möglich gehalten werden. Darüber hinaus sollten die Leitungen so kühl wie möglich verlegt werden, sodass eine unnötige Erwärmung des Wassers, z. B. durch Heizungselemente, vermieden wird.

Stagnation und tote Leitungsenden = ein unnötig großes Hygienierisiko

Stagnation ist unbedingt zu vermeiden, d. h. Leitungsbereiche, in denen keine oder kaum Wasserbewegung vorherrscht. Denn eine mangelnde Wasserbewegung führt zu unnötigen und zum Teil erheblichen hygienischen Risiken. Daher sollten die sogenannten toten Leitungsenden vermieden bzw. beseitigt werden. Ein Totende liegt dann vor, wenn dieses 2-mal länger als dessen Durchmesser ist.

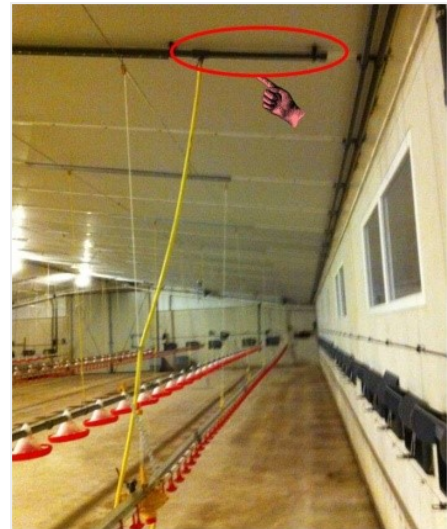


Abb. 3: Totes Leitungsende in einem Hähnchenstall ©K. Aumann

Selten genutzte Leitungsstränge sollten so lange physisch vom Leitungsnetz abgekoppelt werden, wie sie nicht benötigt werden. Erst bei Bedarf sollten diese wieder an das System angeschlossen werden - z. B. über eine geeignete Schlauchverbindung. Eine alleinige Abkopplung über einen Absperrschieber bzw. Kugelhahn reicht nicht aus, um aufsteigende Verkeimungen aus diesen Leitungssträngen aufzuhalten. Hier sind exemplarisch die Sprühkühlungssysteme oder die ehemals genutzten Vorwärmerschleifen zu nennen.

Ebenfalls bei den doppelten Hauptwasserleitungen, die häufig im Zentralgang von Schweineställen installiert sind, sollte man darauf achten, dass entweder beide Leitungen jederzeit in Betrieb oder dass die zeitweise nicht genutzte Leitung physisch abgekoppelt und vor neuer Inbetriebnahme gereinigt wird.



Abb. 4: Wasseranschluss für eine Sprühkühlung (ein selten genutzter Wasserstrang, der bei Nichtnutzung physisch abgekoppelt werden sollte - ein Kugelhahn reicht nicht aus, um rückwärtige Verkeimungen aufzuhalten) ©K. Aumann

Leitungsmaterialien

Kunststoff und metallische Leitungen

Für den Humansektor gibt es Regelwerke (z. B. DIN und DVGW), die klar vorschreiben, welche Materialien eine Zulassung für die Trinkwasserversorgung aufweisen. Diese Regelwerke sind in der landwirtschaftlichen Tierhaltung zwar nicht relevant. Dennoch bietet es sich an, Erkenntnisse aus diesen Bereichen zu nutzen. Es geht dabei zum einen um die Materialbeständigkeit und die Schadstoffgefahr und zum anderen um die Gefahr einer Biofilmbildung auf dem Leitungsmaterial.

Mikroorganismen, die in die Wasserleitung gelangen, benötigen zum Einnisten und zur Vermehrung Nahrung. Eine Nahrungsquelle stellt Kohlenstoff dar. *Alle Kunststoffe enthalten Kohlenstoff und sind somit eine potenzielle Nahrungsquelle für Keime.* Je weicher ein Kunststoff ist, umso besser verfügbar ist der Kohlenstoff in diesen. Das heißt, mit entsprechend ungeeigneten Materialien können wir die Mikroorganismen ernähren und die Biofilmbildung fördern. Zu nennen sind hier die gelben Schläuche, die in nahezu jedem Stall zu finden sind.

Grundsätzlich gilt, dass metallische Leitungen besser vor einer Biofilmbildung schützen als die meisten Kunststoffe - zumindest anfangs. Hat sich auf den metallischen Oberflächen allerdings über die Zeit eine geschlossene Biofilmschicht gebildet, so ist dieser Schutzeffekt nicht mehr wirksam.

In der Regel ist jedoch festzustellen, dass Ablagerungen / Biofilme auf metallischen Leitungen dünnschichtiger und fester sind (Abb. 6) als die auf Kunststoffleitungen. Auf Kunststoffleitungen ist der Biofilm sehr häufig deutlich ausgeprägter und flauschig-weich (Abb. 5). Dafür lässt sich dieser aber auch einfacher von der Oberfläche entfernen als bei metallischen Leitungen.



Abb. 5: Biofilm in einer PVC-Leitung ©K. Aumann



Abb. 6: Biofilm in einer Edelstahlleitung ©K. Aumann

Gummischläuche

Gummischläuche werden mit der Zeit an den Innenoberflächen porös. Diese vergleichsweise raue Oberfläche stellt optimale Einnistungsmöglichkeiten für die Mikrobiologie dar. Häufig sind derart verbrauchte Schläuche nicht mehr sanierungsfähig und sollte gegen eine geeignetere Qualität (Empfehlung: DVGW-geprüfte Materialien) ausgetauscht werden.



Abb. 7: Biofilm in einem Gummischlauch ©K. Aumann



Abb. 8: Biofilm auf der Gummimembran eines Druckminderers in einer Geflügel-Nippelanlage ©K. Aumann

Wasser-Management: Spülprozesse sorgen für gezielten Wasseraustausch

Will man ein Glas Wasser aus dem Wasserhahn trinken, so kann man sicher sein, dass das deutsche Trinkwasser zu eines der am besten kontrollierten Nahrungsmittel der Welt gehört. Die meisten Menschen gehen dabei so vor, dass sie den Wasserhahn automatisch auf Kalt stellen und das Wasser eine Zeitlang ablaufen lassen - erst danach trinken sie das schmackhafte und frische Leitungswasser.

Die Tiere im Stall haben nicht die Möglichkeit, das Wasser vor dem Trinken erst eine Weile ablaufen zu lassen. Das geht mit Nachteilen und Risiken einher, denn die zeitweise langen Wasserstillstandsphasen (z. B. nachts) haben zur Folge, dass sich das Wasser erwärmt und an Frische und Schmackhaftigkeit verliert. Auch kann es in dieser Zeit zu erheblichen Aufkeimungen kommen. Tiere, die im Anschluss an eine solche lange Standzeit das erste Wasser trinken, sind zwangsläufig benachteiligt.

Abhilfe: Durch einen gezielten Wasseraustausch kann man für ein frischeres, schmackhafteres und hygienisch besseres Tränkwasser sorgen.

Dazu bieten sich sogenannte **Spülprozesse** an, **bei denen ein endseitig an der Wasserleitung angeordneter Kugelhahn oder ein automatisches Magnetventil zu entsprechenden Tageszeiten geöffnet wird.** Dabei sollte dieses so lange geöffnet sein, bis dort kühles Wasser ankommt.

Von einem frischen, schmackhaften und hygienischen Tränkwasser profitieren vor allem Jungtiere, da sie besonders anfällig für Krankheiten sind, aber auch insgesamt Tiere jeglichen Alters, da solch ein qualitativ gutes Wasser die Wasseraufnahme fördert und somit zu einem guten Gesundheitsstatus beiträgt.

Abb. 9: Beispiel: Leitungsdesign einer Tränkwasserversorgung in der Ferkelaufzucht mit endseitiger Spülvorrichtung

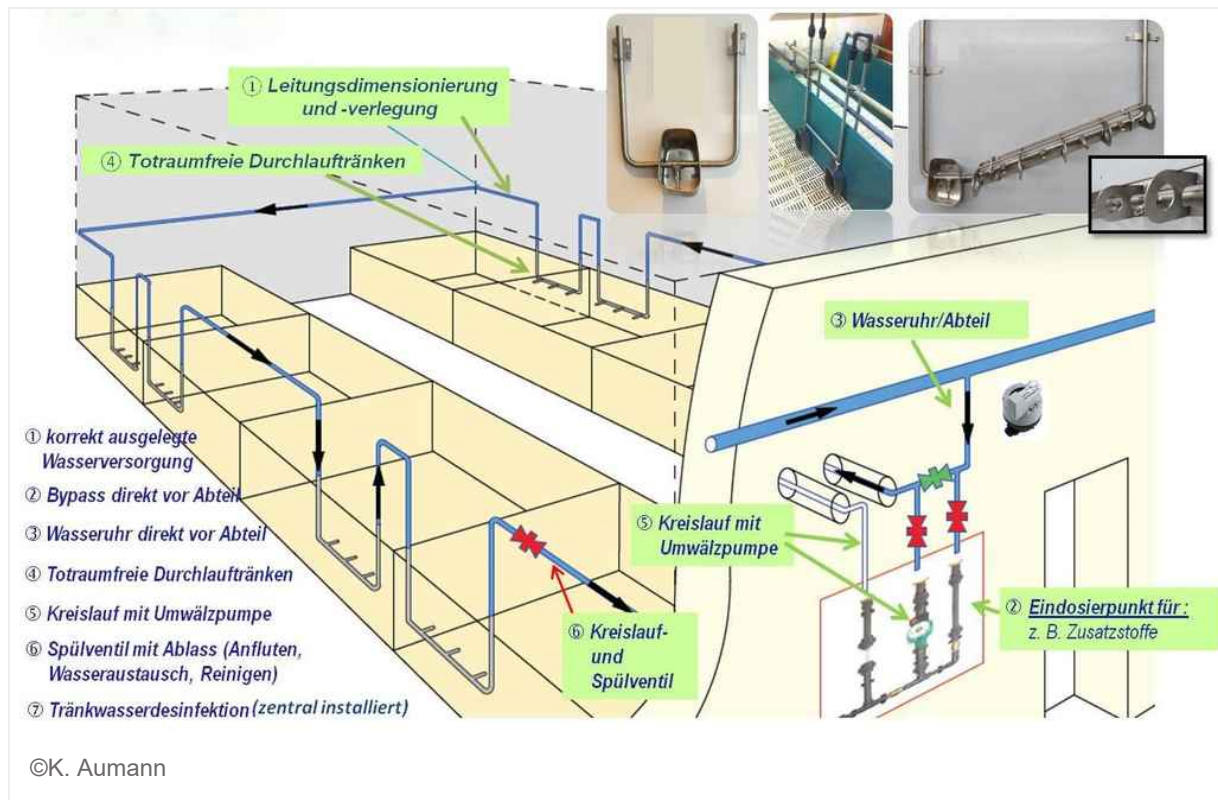
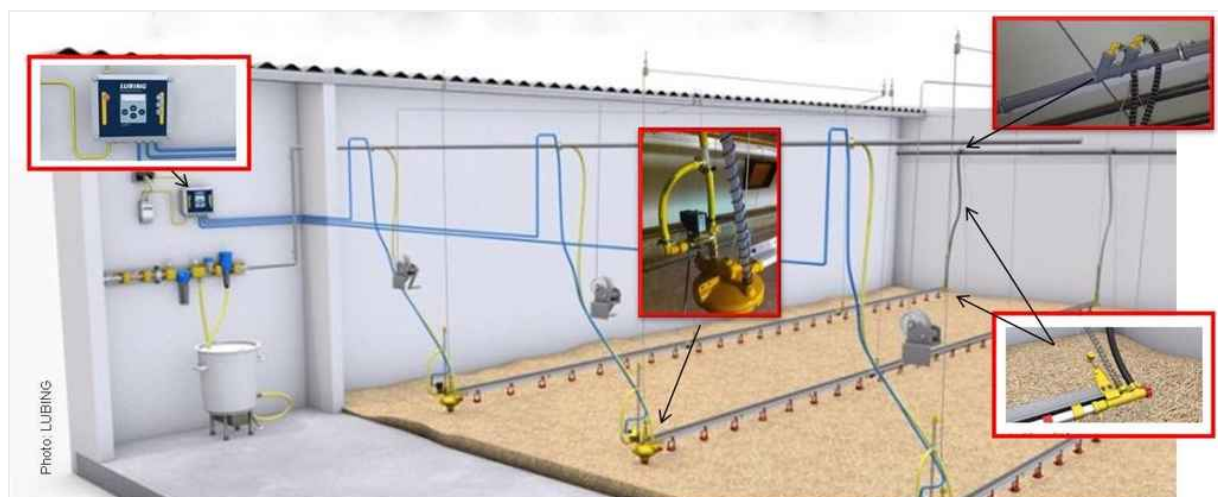


Abb. 10: Beispiel: Spülautomatik einer Nippelstranganlage für Hähnchen



©K. Aumann

Zeitweise sehr geringer Wasseraustausch bei relativ hohen Umgebungstemperaturen

→ Frage: Was kann eine Spülautomatik bewirken?

1. Sofortiges Anfluten von Wirkstoffen bis zum letzten Tränknippel (Sichtkontrolle mit lebensmittelblau) (Anwendung z. B. bei Impfstoffen, Vitaminen, Mineraldrinks, Medikamenten u. Ä.)
2. Gezielte Stand- bzw. Zwischendesinfektionen (z. B. in der Dunkelphase)

3. Spülen der gesamten Tränkwasserleitungen im Stall (Wasseraustausch = frisches Wasser = Schmackhaftigkeit)
 4. Kurzzeitiges Ausdünnen der Verkeimung im Tränkwasser
-
-

