



Allgemeine Hinweise zur Frostschutzberechnung in Obstbauflächen

In den letzten Jahren haben die Diskussionen um die Frostschutzberechnung nicht mehr so enorm zugenommen, wie das nach 1991 der Fall war. Dies hat seine Ursache darin, dass mittlerweile die meisten Obstbauflächen in Deutschland mit Frostschutzberechnungsanlagen ausgestattet sind. Es mag zwar immer noch einige Betriebe geben, die hier noch Nachholbedarf haben, oder daß auch die ein oder andere Fläche neu erschlossen wird. Blicken wir noch einmal zurück. Gerade im Jahre 1991 vom 19. bis 21. April traten ungewöhnlich harte Spätfröste auf. Die Überlegungen hinsichtlich der Durchführung einer Frostschutzberechnung waren damit für zahlreiche existenzbedrohte Betriebe wieder in den Vordergrund gerückt. Auch im Beerenobstanbau - speziell für Kulturheidelbeeren wurde die Frostschutzberechnung zu einem wichtigen Thema. Ziel dieses Beitrages soll es sein, die Gedanken hinsichtlich einer ordnungsgemäßen Planung und Durchführung der Frostschutzberechnung in die richtigen Gleise zu lenken, sowie Möglichkeiten und Fehler aufzuzeigen, die von Anderen bereits begangen wurden.

Allgemeine Hinweise zu Grenztemperaturen und Frostschäden....

Durch die frühzeitig einsetzende Vegetation sind mit zunehmendem Austrieb die Knospen und Blüten stetig frostempfindlicher. Meist wird übersehen, dass schon rote Knospen (Stadium E nach Fleckinger), so empfindlich sind, dass bei Temperaturen unter 5° Celsius, bereits im März die Blüten gemäß vorgenannter Bedingungen erfrieren können. Besonders gefährlich wird es aber dann im April zur Zeit der Vollblüte und des Fruchtsatzes. Jetzt genügen schon Temperaturen von gerade einmal 3°C, um einen ganzen Obsthof "platt zu machen". Dabei scheint es einem, als wenn kleine Früchte noch empfindlicher sind als die Blüten. Die Frostschäden entstehen dadurch, dass das Wasser in den Zellen der Blüten und der kleinen Früchte gefriert. Der Zellverband wird danach gesprengt und die Blüte bzw. die junge Frucht geht zugrunde.

Die sogenannten **Grenztemperaturen**, bei denen dieser Vorgang beginnt, liegen während des Zeitraumes der roten Knospe bei etwa -4 Grad C und in der Vollblüte bei -2 Grad C. Bei dieser Aussage beziehen wir uns auf die **Feuchttemperatur**.

Sie werden jetzt bestimmt fragen, was es mit diesen Begriffen **Feucht/Trockentemperatur** auf sich hat. Die Feuchttemperatur ist die Temperatur, die die Verdunstungskühlung der relativen Luftfeuchte beinhaltet.

Sie können damit nicht's anfangen ...?, dann machen Sie doch eben einen kleinen Versuch... Stecken Sie einen Ihrer beiden Zeigefinger in den Mund und feuchten ihn somit an. Halten Sie jetzt beide Zeigefinger in die Luft... was spüren Sie? ... Der befeuchtete Zeigefinger ist wesentlich kälter. Das ist also die "**Feuchttemperatur**", hervorgerufen durch die Verdunstungskühlung des relativen Feuchteunterschiedes an beiden Fingern.

Übrigens ... bei Wettervorhersagen der Medien, wie Fernsehen und Rundfunk, werden in der Regel nur Trockentemperaturen angegeben. Sie können diese Angaben dann nur als Richtwerte nutzen. Einige Wettervorhersagen benutzen hin und wieder auch den Begriff der **gefühlten Temperatur**. Also wird hier schon die Feuchttemperatur zusammen mit der Windgeschwindigkeit zumindest angesprochen. Messen Sie also innerhalb der Plantage deshalb **beide Temperaturen** ... aber dazu später mehr.

Was bewirkt nun eigentlich die Frostschutzberechnung? Durch die permanente Verregnung von Wasser während dieser Temperaturen wird Eis gebildet und damit der Umluft Wärme entzogen. Das Wasser wird in den Aggregatzustand versetzt und dort gehalten. Wir haben also quasi eine riesige Eismaschine. Dabei wird die ganze Kultur mit einem Eispanzer überzogen, Blüten und Früchte werden in den Panzer eingebettet. Innerhalb dieses Eispanzers haben wir eine konstante Temperatur zwischen 0,5 Grad C und 0 Grad C, bei der die Blüten und Fruchtsätze die Frostzeit unbeschadet überstehen können. Diese Schutzwirkung hält allerdings nur solange an, wie Eis produziert, sprich gebildet wird. Fällt also die Berechnung für kurze Zeit aus, da an Ihrem Aggregat beispielsweise der Keilriemen gerissen war und Sie nicht sofort Ersatz hatten, dann sinken die Temperaturen innerhalb des Eispanzers auf unerlaubte Werte ab. Wir brauchen wohl nicht näher darauf eingehen was dann geschieht. Also hier schon mal ein Hinweis darauf, dass die Betriebsmittel zur Frostschutzberechnung sich in einem exzellenten Zustand befinden sollten. Ein kurzzeitiger Ausfall der Anlage über 3 bis 5 Minuten maximal, verursacht in der Regel keine Schäden, da das unmittelbar vorher ausgebrachte Wasser erst erstarren muss und die Temperatur innerhalb des Eispanzers nicht schlagartig abfällt. Hinsichtlich dieser Tatsache vertritt der Verfasser seit längerer Zeit eine Theorie mit der erheblich Wasser und Energie eingespart werden könnte. Übrigens ist diese Theorie bereits in einer Rhododendron Kultur in der Praxis mit Erfolg eingesetzt worden. Aber dies soll jetzt noch nicht Thema sein.



In der Regel kommen die Spätfröste als reine Strahlungsfröste vor d.h., dass die Kaltluft bei klaren, windstillen Wetterlagen herangeführt wird. Beim Start der Beregnungsanlage werden zu allererst die Blätter der Obstgehölze benetzt. Durch die jetzt einsetzende Verdunstung des Wassers entsteht eine Verdunstungskälte, die die Temperatur innerhalb der gesamten Plantage stark abfallen lässt, bis die Wärmelieferung von 80 kcal pro Liter Wasser bei der Eisbildung als Erstarrungswärme einsetzt. Es ist sehr wichtig zu wissen, dass bei geringer Luftfeuchte die Verdunstung stärker ist. Aus diesem Grunde sind die Frostauswirkungen bei extrem trockener Luft wesentlich problematischer als bei hoher Luftfeuchte. Bei Windfrösten ist die Verdunstung noch höher, da feuchte Luft durch das Heranführen trockener Luft ausgetauscht und damit die Kälte der Obstanlage verstärkt wird. Nun behaupten einige "Experten" dass man bei Windfrost die Frostschutzberegnung gar nicht einschalten sollte. Diese Meinung resultiert aus den Erfahrungen der Obstbauern in Tirol. Wir behaupten dagegen, dass dies nicht allgemein gültig ist, da in unseren Breiten die bei uns auftretenden Strahlungsfröste in Tirol bereits als Windfröste bezeichnet werden. Diese Theorie hatte ihre Ursache aber auch darin, dass man bei früheren Anlagen mit wesentlich geringeren Niederschlagsdichten arbeitete. Der mindest-mittlere Niederschlag wurde früher mit 2,5 bis 2,8 mm angegeben. Dies entsprach Regnerverbänden von ca. 21 x 24 m. Bis vor wenigen Jahren wurden die Frostschutzanlagen auf der Basis mindest-mittlerer Niederschlag < 3,0 mm erstellt. Wenn Sie sich jetzt die Wurfweiten der Regner unter Windeinfluss vorstellen und damit klar wird, dass Sie teilweise trockenen Fußes durch Ihre Anlage marschieren können, da die Regnerwurfweiten bis zu 50% der angegebenen Tabellenwerte abnehmen, macht es dann, ... aber nur dann wenig Sinn die Beregnung einzuschalten. Auch wir haben uns früher von derartigen Meinungen irreleiten lassen.

Nach und nach kam man durch (schlechte???) Erfahrungen und (neue???) Vermutungen zu der jetzt richtigen Meinung, dass der Niederschlag heraufgesetzt werden müsse. Folglich wurden die Regnerverbände derart verringert, dass man heute einen Mindest-Mittleren Niederschlag von 3,5 mm ansetzt. In stark windreichen Gegenden sollte dieser Wert nochmals um ca. 0,3 bis 0,4 mm heraufgesetzt werden. Das bedeutet in der Praxis, dass Regnerverbände von 18 x 20 m als Mindestgröße angesetzt werden müssen. Dies entspricht einer Wasserbedarfsmenge von 35 bis 39 m³/h und Hektar. Dabei darf nicht von der Nettoanbaufläche ausgegangen werden; die Regner werfen ja über die eigentliche Nettofläche hinaus. Da sich die v.g. Wasserbedarfszahlen aber auf die Wassermenge des letzten Regners im System beziehen, muss für die eigentliche Wasserbedarfszahl noch ein Korrekturfaktor von 7% als Zuschlag berücksichtigt werden. Sie werden jetzt sagen, "... mein Gott, was sind das für Wassermengen, wo soll ich die bloß herbekommen?" Sie haben durchaus recht, dies ist ein neues Problem was da auf uns zukommt.

Die Wasserbereitstellung....

Wie schon gesagt, sind für die Frostschutzberegnung gewaltige Wassermengen nötig. Bei einem Betrieb mit 5 ha sind dies nach den neuen Erkenntnissen innerhalb einer Frostnacht von ca. 10 Stunden

1881 bis 2096 Kubikmeter

Meist wird man versuchen (dies gilt nur für die Region beidseits der Elbe), die erforderlichen Mengen aus Vorflutern bzw. direkt aus der Elbe oder einer anderen "fließenden Welle" zu erhalten. In anderen Regionen ist dies jedoch nicht so ohne weiteres möglich. Hier wird man versuchen aus dem Grundwasser zu fördern, sofern solche Mengen überhaupt verfügbar sind, bzw. behördlich genehmigt werden. Unter Umständen müssen in einzelnen Fällen Speicherbecken angelegt werden, um mit geringerer Förderleistung aus dem Grundwasser die erforderliche Wassermenge vorzuhalten... und dies ggf. sogar für mehrere Frostnächte. So etwas schreckt natürlich, wenn nicht gar die Behörden die von vornherein das AUS anordnen. Gemäß einer von uns vertretenen Theorie könnte man jedoch mit der halben Wassermenge zurechtkommen ... sprechen Sie uns doch diesbezüglich einmal an.

Dies ist auch bei bereits installierten Anlagen noch möglich. Es handelt sich hier um das sogenannte

SHARING-Verfahren von AquaPRO

Und dann denken Sie einmal über die Nachteile einer Beregnung mit solch hohen Wassermengen nach.....

- ◆ Die Wasserbeschaffung an und für sich
- ◆ Kosten für die Wasserbeschaffung
- ◆ Kosten für Wasserförderung wie Pumpengrößen, Rohrleitungsdimensionen etc.
- ◆ Energiekosten
- ◆ Belastung des Bodens durch zu hohe Wassermengen Unbefahrbarkeit der Anlage
- ◆ Auswaschung von Nährstoffen
- ◆ Umweltbelastung

All diese Punkte sollten doch langsam dazu führen andere Wege zu beschreiten, oder nicht?

Wie wir schon eingangs erwähnten, verursacht ein kurzzeitiger Ausfall der Beregnungsanlage von max. 3 - 5 Minuten noch keine Schäden in der Anlage. Somit ist es also möglich, eine Obstbaufläche hälftig aufzuteilen und diese dann wechselseitig im **Sharingverfahren** zu beregnen. Ein Großteil des Wassers ist aus physikalischen Gründen zur Eisbildung gar nicht nutzbar. Auf diese Weise kann man hälftig die Gesamtfläche wechselweise beregnen. Die Dauer eines solchen Wechselintervalls sollte allerdings 3 Minuten keinesfalls überschreiten, da ansonsten die Gefahr besteht, dass die Regner selbst einfrieren. Ein Dreiminuten-Intervall muss deshalb gewählt werden, damit die Frostschutzregner wenigstens 3 Umdrehungen vollführen um zu gewährleisten, dass die Kultur



im jeweiligen Einzugsbereich ausreichend benetzt wird. Aber **ACHTUNG** - Ihre Technik muss sich in einem einwandfreien Zustand befinden. Ein weiterer Stillstand von Anlagenteilen aufgrund technischer Mängel kann zum Totalausfall führen.

Mit spezieller Technik ist dafür Sorge zu tragen dass die Intervalle schlagartig durchgeführt werden. Schließ- und Öffnungszeiten, wie Sie bei Motorschiebern nun mal üblich sind, müssen als inakzeptabel bezeichnet werden.

Unsere Ingenieure beraten sie gern, wie man ein solches Sharing-System realisieren kann.



Wechsel - Ventilsteuerung

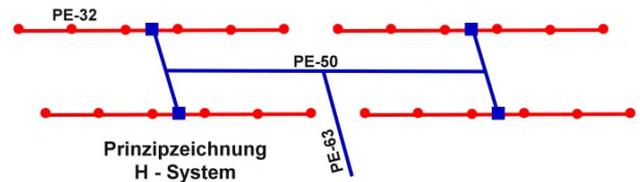


Steuerungsanlage Wechselschaltung und Frostwarngerät

Allgemeines zur Installation...

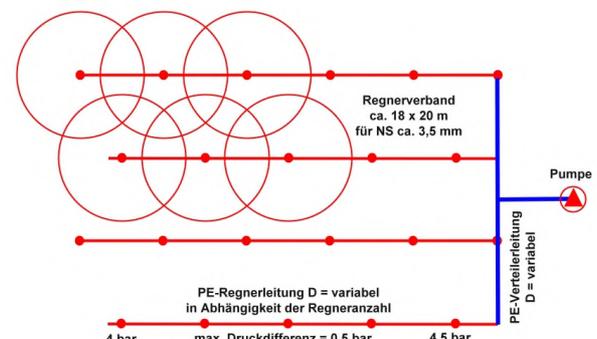
Heute werden kaum noch Anlagen nach dem "H System" gebaut, sondern ausschließlich **Reihensysteme**. Aus diesem Grunde wollen wir hier auch nur kurz wegen des besseren Verständnisses auf dieses System eingehen. Das H-System war so konzipiert, dass die Wassereinspeisung von der Mitte der Parzelle ausgehen musste und sich danach immer weiter verzweigte. Auf einem jeden Regnerstrang befanden sich maximal nur (3) Regner, siehe nachstehende Abbildung:

Derartige Systeme hatten den Vorteil, dass der bzw. die hydraulischen Reibungsverluste im Gesamtsystem sich nicht auf die Regner unmittelbar auswirken. Dies kann man sehr



schön erkennen, wenn ein solches System gestartet wird. Es fangen alle Regner zur gleichen Zeit an zu laufen, während bei Reihensystemen die nahe bei der Pumpe befindlichen Regner wesentlich eher einsetzen. Ein weiterer Vorteil waren die geringeren Rohrabmessungen der Regnerleitungen, welche ein relativ einfaches Handling bei der Installation solcher Anlagen zuließ. Allerdings mussten sehr viel mehr Form- und Verbindungsteile eingesetzt werden, so dass der sogenannte Vorteil z.T. wieder hinfällig wurde. Zudem waren solche Systeme bis zu 15% teurer, so dass man vor allem deswegen wieder zu den Reihensystemen zurückkam. Ein genereller Vorteil des H-Systems war es, dass man die ersten Spritzungen mittels der Beregnungsanlage durchführen konnte. Aus umweltpolitischen Gründen war dies dann aber wieder umstritten, so dass die eigentlichen Vorteile des H-Systems in Frage gestellt waren.

Bei den **Reihensystemen** unterscheidet man zwischen ortsfesten und teilortsfesten Systemen.



Prinzipzeichnung für Reihen-/Normalsystem

Bei ersteren wird die Regnerleitung in einem Abstand von ca. 20 bis 40 cm entlang der Pflanzreihe in den Boden eingebracht. Man zieht dazu mit einem Pflug oder einem selbst angefertigten Erdhaken einen flachen Graben von ca. 20 cm Tiefe, in welchen man dann die Regnerleitungen verbringt. Die Regnerstandrohre werden mittels Stiftrohrschellen an Baumpfählen (meist 6/8ter) direkt in der Reihe angeschlagen.

Mit PE Rohren der Größe 25 schafft man über seitliche Abgänge mittels Anbohrschellen und Anschlußverschraubungen die Verbindung zu den Standrohren. Die Rohrgräben werden anschließend wieder verfüllt, so dass bei späteren Arbeiten in der Plantage diese nicht stören. Teilortsfest verlegte Systeme installiert man nur dann, wenn innerhalb kürzerer Zeit ein Anlagenteil zur Rodung ansteht und somit das



ortsfeste Installieren des Beregnungssystems fragwürdig ist. Ein späteres, ortsfestes Einbringen der Beregnungsanlage ist immer möglich.

PE Rohre sind frostsicher. Aus diesem Grunde können diese so flach im Boden installiert und brauchen in der Regel auch nicht entwässert zu werden. Wir empfehlen aber trotzdem an mehreren tiefegelegenen Punkten für das gesamte System Entwässerungen vorzusehen, damit das Wasser aus den Regnerstandrohren wie auch aus dem Leitungssystem auslaufen kann. Es gibt nämlich nichts Schlimmeres, wenn Regnerstandrohre oder Teile des Leitungssystems einfrieren und somit den Wasserfluss blockieren.

PVC Rohre sind nicht frostsicher. Aus preislichen und hydraulischen Gründen eignen sich PE-Rohre zum Durchleiten großer Wassermengen nicht. Bei größeren Frostschutzanlagen wird für die Zuleitung häufig PVC-Druckwasserrohr zur Anwendung kommen. Solche Rohrsysteme müssen tiefer in den Boden eingebracht werden. Die Vorschrift schreibt hier eine Überdeckung von mindestens 80 cm vor, andernfalls ist mit schwerwiegenden Frostschäden und in der Folge mit Rohrbrüchen zu rechnen. Jedoch geht es auch anders, wenn Sie nicht derart tiefe Rohrgräben herstellen wollen. In diesem Fall verlegen Sie das jeweilige Rohr mit Gefälle und sehen an den tiefsten Punkten entsprechende Entwässerungen vor. Bloß vergessen dürfen Sie nicht, diese dann auch zu öffnen, damit das Wasser austreten kann. Nach jedem entleeren muss vor einem Neustart das gesamte System natürlich wieder befüllt werden. Es dauert dann schon eine Weile, bis alle Regner wieder mit dem erforderlichen Betriebsdruck arbeiten.

Der Regnerverband...

Eine Grundvoraussetzung für eine funktionsfähige Frostschutzberegnung ist ein ordnungsgemäßer Regnerverband. Aufgrund der Tatsache, dass der mindest mittlere Niederschlag 3,5 mm betragen sollte, ergibt dies einen Regnerverband von 18 x 20 m. Voraussetzung ist die Bestückung des Regners mit Düsen der Größe 4,0 mm. Bei anderen Düsengrößen verändert sich der Verband äquivalent. Der Betriebsdruck am letzten Regner gemessen, sollte 4,0 bar betragen. Der Niederschlag errechnet sich aus folgender Formel

$$NS \text{ (mm/h)} = \frac{WV \times 1000}{RA \times RL}$$

wobei:
 NS = Niederschlag in (mm)
 WV = Wasserverbrauch in (m³/h)
 RA = Regnerabstand in (m)
 RL = Regnerleitungsabstand in (m)

Es ist grundsätzlich der Dreiecksverband (gleichschenkliges Dreieck) zu wählen, da nur so gewährleistet ist, dass eine gleichförmige Niederschlagsverteilung stattfindet.

Von der äußersten Kulturreihe gemessen, darf der erste Regnerstrang nicht in einem Abstand größer 10 m verlegt werden, da es sonst zu erheblichen Trockenstellen und damit zu Frostschäden im Randbereich der Kultur kommt. Wenn damit gerechnet werden muss, dass die Hauptwindrichtung quer zu einer ersten Reihe verläuft, sollte der Abstand der ersten Regnerleitung sogar noch geringer sein.

Sollte die Fläche eine Teilung von 18 x 20 m oder umgekehrt nicht zulassen, sind engere Regnerabstände zu wählen. Damit der mindest-mittlere Niederschlag aber 3,5 nicht wesentlich übersteigt, ist der Regner mit einer anderen Düsenbestückung zu versehen. Empfehlung: 3,5 mm. Dabei muss allerdings von der Investitionsseite ein Regnerstrang auf der Fläche mehr zur Anwendung kommen. Sparen Sie hier nicht!

Regnerauswahl...

Immer wieder mussten unsere Ingenieure erleben, dass von



einigen, windigen Wettbewerbern, die gerade einmal das Wort Beregnung richtig schreiben können, (..hört sich böse an, aber es ist so), Regner angeboten werden, die denkbar ungeeignet für die Frostschutzberegnung sind. Welche Voraussetzungen sind also an die Regner zu stellen?

Die Regner müssen während des Betriebes auch bei Minusgraden (Feuchttemperatur) tiefer als 10 Grad Celsius funktionsfähig bleiben. Ansonsten können Sie die ganze Nacht mit einem Knüppel bewaffnet umherlaufen, um dem Schwinghebel ein's zu verpassen, wenn sich z.B. zwischen Stator und Schwinghebel eine Eisbrücke bildet. Bei den heutigen Regnerpreisen sollten die Regner nach etlichen Jahren Betriebszeit hin und wieder einmal ausgetauscht werden.

Der Regner darf im Nahbereich nicht zu sehr sprühen, da ansonsten der ganze Regner im Drehgelenk vereist.

Die Drehgeschwindigkeit des Regners soll 1 Umdrehung pro Minute nicht unterschreiten, da ansonsten die Beregnung überhaupt völlig sinnlos wird. Achten Sie beim Kauf von



Frostschutzregnern darauf, ob hinsichtlich dieser Bedingung der Schwinghebel nachgestellt werden kann. (Die Nachstellmöglichkeit befindet sich unter der Kappe!)

Der ausgewählte Regner sollte ein annähernd gleichmäßiges Verteilbild garantieren. Es nutzt Ihnen gar nichts, wenn der Regner eine relativ gute Wurfweite erreicht, wenn er dafür aber "Kreise regnet". In solchen Fällen können Sie sich direkt in der Nähe des Standortes aufhalten, ohne dass Sie nass werden zwar schön für Sie, aber nicht im Sinne der Kultur.

Die tabellarische Wurfweite sollte 14,5 m nicht unterschreiten! Wir beziehen uns bei dieser Aussage auf Düsenweiten von 4,0 mm bei 4,0 bar. Bei Regnern mit Düse 3,5 mm ist eine geringere Wurfweite erlaubt, da ja dafür der Verband enger gewählt wird.

Der Wasserverbrauch bei Standardregnern mit Düse 4,0 mm sollte 1,22 bis 1,25 m³/h betragen. Ist dies nicht der Fall, wird die Niederschlagsdicke von 3,5 mm nicht erreicht. Bei Regnern mit Düse 3,5 mm gelten andere Bestimmungen, bezogen auf den Regnerverband (Siehe auch Niederschlagsformel)!

Das Rohrleitungssystem....

Die Auswahl und die hydraulische Auslegung einer Frostschutzberegnungsanlage sollte grundsätzlich Fachfirmen überlassen bleiben, die ihr Handwerk auch wirklich ?? verstehen. Lassen Sie sich grundsätzlich eine ordentliche Bauzeichnung mit Lageplan und Hydraulikplan erstellen. Nur so kann von Ihnen kontrolliert werden, ob eine sorgfältige Berechnung durchgeführt wurde. Auch wenn Sie diese nicht unbedingt nachvollziehen können, kann bei evtl. später auftretenden Problemen Beweis angetreten werden. Lassen Sie sich vom Anbieter ggf. die Hydraulik erläutern. Es gibt nichts Schlimmeres, als eine Beregnungsanlage installiert zu haben, die hydraulisch "daneben" ist. Ihnen bleibt dann nicht viel mehr übrig, als das ganze System herauszureißen. Eine nachträgliche Überprüfung ist ohne Hydraulikplan auch kaum möglich, es sei denn mit hohem Kostenaufwand. Aber es hilft Ihnen auch nichts, da die Anlage total funktionsunfähig ist.

Die Wasserversorgung....

Bei der Wasserentnahme haben Sie darauf zu achten, dass der "Dynamische Wasserspiegel" (tiefster, abgesenkter Wasserspiegel) 6 m nicht übersteigt. Lassen sie sich für die zu installierende Pumpe vom Anbieter die **NPSH-Druckhaltehöhe** zeigen.

(1000 mbar Luftdruck => 10 mWs abzüglich der NPSH-Druckhaltehöhe ist die theoret. Saughöhe der Pumpe gemessen ab Pumpenwellenmitte über GOK.) Beispiel: NPSH = 2,8 m, => Saughöhe ab Pumpenwelle = 7,2 m. Davon ist die Höhe der Pumpenwelle über Grund und der Reibungsverlust in der Saugleitung noch abzuziehen. Merke: Bei gleicher Pumpe und zunehmender Fördermenge wird der NPSH-Wert immer größer und damit das Saugverhalten immer schlechter.

Gleiches gilt auch für die Wasserentnahme aus Bohrbrunnen.

Je nach Pumpentyp könnte es sonst passieren, dass die Pumpe in "**Kavitation**" gerät. In derartigen Fällen ist auf Dauer mit erheblichen Schäden an der Pumpe zu rechnen. Schlimmstenfalls kann die Kavitation derart stark auftreten, dass die Pumpe das Wasser vorher fallen lässt, bevor die eigentliche Betriebswassermenge erreicht wurde

Ihre Beregnungsanlage hat dann keine oder eine nur sehr schlechte Funktion. Dies gilt nur für Pumpen die unter dem Begriff "trocken aufgestellt" bezeichnet werden. In derartigen Fällen müssen andere Pumpen zum Einsatz kommen, wie Unterwasserpumpen oder Bohrlochwellenpumpen.

Die Saugleitung einer "trocken aufgestellten Pumpe" muss so dimensioniert sein, dass die Fließgeschwindigkeit 2,0 m/sec. keinesfalls übersteigt. Dies gilt auch für die Dimension des Saugkorbes.

Es sollten grundsätzlich **Filtersaugkörbe** zum Einsatz kommen, wenn nicht gewährleistet ist, dass relativ sauberes Wasser gefördert wird.

Sorgen Sie bereits zeitig genug vor dem Einsatz der Anlage dafür, dass die Pumpe auch betriebsbereit ist. Dies gilt gleichermaßen für den Dieselmotor oder den Schlepper. Basteln in einer Frostnacht ist tödlich... nicht für Sie, sondern für die Kultur... und dann für Ihr Portemonnaie.

Vergessen Sie nicht in der "fraglichen" Zeit dafür Sorge zu tragen, dass die Pumpe, die Saugleitung wie auch die Handentlüftungspumpe entleert ist. Stellen Sie sich nur einmal vor, Sie wollen die Anlage in Betrieb nehmen und "nicht's geht mehr", weil alles eingefroren ist.

Bei Dieselpumpenanlagen ist heute mehr und mehr darauf zu achten, dass diese mit einer Motor-Pumpen-Überwachungseinheit (Dieselwächter) ausgerüstet sind. In der Nähe von bebauten Gebieten sollten die Aggregate mit einer Schalldämmung versehen sein [70 db(A)].

Die Steuerungen von Pumpen mit Elektroantrieben versieht man heute grundsätzlich mit GSM-Modul. Damit kann die Pumpenanlage per Handy von jedem Ort aus gestartet werden. Das gesamte Beregnungssystem wird überwacht und sendet im Störfall entsprechende SMS-Mitteilungen an den Betreiber.

Der richtige Beregnungseinsatz....

Das wichtigste Beurteilungskriterium ist die

Feuchttemperatur in Verbindung mit der **Trockentemperatur.**

Beurteilen Sie grundsätzlich den Beregnungseinsatz, also die Temperaturgrade nach dem jeweiligen Kulturstadium. Benutzen Sie grundsätzlich für diese Beurteilung ein Trocken-thermometer und ein Feuchtthermometer, oder ein elektronisches Frostwarngerät. Es ist Ihnen sonst nicht möglich, die Verdunstungskühlung in Abhängigkeit zur relativen Luftfeuchte mit zu berücksichtigen. Je nach Luftfeuchtegrad liegt die Feuchttemperatur wenige oder viele Grade unter der Trockentemperatur. Insbesondere dann, wenn



die Feuchttemperatur der Trockentemperatur vorausseilt, ist eine Berechnung kurzfristig erforderlich.

Benutzen Sie eichfähige Quecksilberthermometer mit hoher Auflösung. Gleiches gilt für elektronische Warnanlagen.

Übrigens, es gibt keine Feuchtthermometer fertig zu kaufen. So etwas müssen Sie sich selber basteln.

Die Messwertgeber, welcher Art auch immer, gehören in die Plantage und nicht an's Haus. Denken Sie einmal über den Begriff "Umgebungstemperaturen" nach.

Bei weit auseinander liegenden Flächen gehört in jede Plantage eine derartige Überwachungsstation.

Warnanlagen, die am Haus betrieben werden, können nur als Weckeinrichtung eingesetzt werden (Frühwarnsystem). Derartige Anlagen sind also entsprechend höher einzustellen. Und dann heißt es "Raus aus dem Bett und vor Ort beurteilen".

Die Nachberechnung....

Sehr häufig werden Fehler bei der **Nachberechnung** gemacht ... und plötzlich zeigen die Kulturen trotz richtigen Berechnungseinsatzes erhebliche Frostschäden. So oft geschehen während der Saison 1990.

Schalten Sie die Berechnungsanlage erst ab, wenn aufgrund der Tagestemperaturen sichergestellt werden kann, dass bis zu den Abendstunden die Kultur wieder trocken ist. Dies gilt gerade für Flächen mit sehr hohem Windschutz, wo nicht unbedingt gewährleistet werden kann, dass die Sonneneinstrahlung alle Bereiche erfasst.

Die Theorie, nur solange zu beregnen bis sich zwischen Blüte und Eispanzer ein Luftspalt gebildet hat, ist zwar im Prinzip aus anderen Gründen richtig, grundsätzlich aber falsch. Befindet sich gar in der nächsten Nacht noch Eis vom Vortage auf der Kultur, dann können Sie sich ausmalen, wenn Sie an die Feuchttemperatur denken, was passiert.

Gleiches gilt für noch nasse Kulturen, wenn in der folgenden Nacht Grenztemperaturen auftreten, bei denen man normalerweise nicht beregnen würde. Es tritt eine erhebliche Verdunstungskühlung auf ... und damit ist die Kultur über die Wupper. Übrigens zeigt Ihnen Ihr installiertes Feuchtthermometer diese Art der Verdunstungskühlung nicht an, da es sich auf die "relative Luftfeuchte" der Umgebung bezieht und nicht am Blatt oder an der Blüte misst.

Schlusswort...

Wir hoffen, Ihnen mit diesen Ausführungen ein paar Tipp's an die Hand gegeben zu haben, damit Sie in der kommenden Saison vielleicht ein wenig besser zurecht kommen?? Natürlich erheben wir hier keinen Anspruch auf Vollständigkeit der Ausführungen zu diesem Thema. Der Verfasser hätte dann ein komplettes Buch schreiben können oder sogar sollen?

Dieser Kurzbericht soll Ihnen nur als Gedankenstütze dienen. Sollten Sie aber zu einigen Punkten noch Detailfragen haben, rufen Sie uns doch ganz einfach an. Wir helfen Ihnen selbstverständlich gern weiter.

AquaPRO- Bewässerungstechnik

gez. Roland Vogel

