



# »SensorCheck« – prima Klima im Gewächshaus

## Eine intelligente Funktechnologien prüft die Klimaregelungstechnik

Irgend etwas stimmt im Gewächshaus nicht, es ist viel zu kühl, obwohl der Klimaregelungs-Computer anzeigt, dass die Werte für Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Gewächshaus in den richtigen Bereichen sind. Der Pflanzenwuchs innerhalb der Kulturen zeigt deutliche Unterschiede. Nun muss schnell gehandelt und die Ursache gefunden werden, denn die Blumen benötigen optimale klimatische Verhältnisse, damit sie bis zum Verkauf richtig in der Knospe stehen.



Abbildung 1: Weihnachtssterne

### Klimaregelung im Gewächshaus

Da die Gewächshäuser von einem Klimacomputer überwacht werden, gestaltet sich die Fehlersuche schwierig. Der Klimacomputer misst neben den lokalen Wetterdaten über eine Vielzahl an Sensoren die unterschiedlichsten physikalischen Größen, dies ist z.B. die Vor- und Rücklaufauftemperatur eines jeden Heizungskreises oder aber die Luftfeuchtigkeit oder Helligkeit in den einzelnen Abteilungen. Ohne diesen hohen Grad an Technisierung ist es heutzutage für einen einzelnen Gärtner unmöglich, die gewünschte Ware in der gewünschten Qualität zum richtigen Zeitpunkt zu produzieren.

Gerade dieser hohe Grad an Technikeinsatz kann auch zu Problemen führen. Die heutige Hardware und Software der Klimacomputer ist so komplex, dass es dem einzelnen Gärtner kaum noch möglich ist, ihn in seinem vollen Funktionsumfang auszunutzen. Immer wieder sind in Gärtnereien die Regelcomputer noch so eingestellt, wie der Klimaregelungstechniker sie bei der Installation eingestellt hat. Die einzelnen Werte werden vom Gärtner selbst kaum verändert.

Unter diesen Bedingungen einen Fehler zu finden, der zu den falschen klimatischen Verhältnissen führt ist für den Gärtner also fast nicht zu bewerkstelligen.

Die Mitarbeiter der Landwirtschaftskammer Nordrhein Westfalen, die den selbstständigen Gärtnern in technischen Fragen beratend zur Seite stehen, haben als häufige Ursache fehlerhafte Sensorwerte für die abweichenden Temperaturwerte identifiziert. Dieser Fehler kann auf eine Drift, z. B. auf Grund des Alterungsprozesses oder einen Defekt des Sensors, zurückgeführt werden. Das Problem der Sensordrift kann im Klimaregelungs-Computer berücksichtigt werden, ein defekter Sensor muss vom Klimaregelungs-Techniker ausgetauscht werden.

Aber für beide Fehler gilt, bei nicht Beachtung können sie zu einer erheblichen finanziellen Belastung des Betriebes durch erhöhte Heizkosten oder geringeren Verkaufserlös durch verminderte Pflanzenqualität führen.

Um diese defekten Sensoren zu finden, haben die Mitarbeiter des Gartenbauzentrums in Straelen zusammen mit den Ingenieuren des Fraunhofer Instituts IMS in Duisburg eine einfache Messmethode »SensorCheck« entwickelt, die es Gartenbaubetrieben ermöglicht, ihre Sensoren selbstständig zu überprüfen.

Weichen die dabei gemessenen Vergleichswerte von den Sensorwerten des Klimaregelungs-Computers ab, kann dann der zuständige Klimaregelungs-Techniker hinzugezogen werden.

### Drahtloses Sensornetz

Das Messsystem des »SensorCheck« besteht im Wesentlichen aus kleinen, mit Sensoren ausgestatteten Funkplatinen (Sensorknoten), die in der Lage sind, sich selbstständig über Funk zu vernetzen und ihre Messdaten über das Funknetz an eine beliebige Stelle, zumeist eine zentrale Basisstation, die die Daten an einen PC weiterleitet, im Netz zu senden. Die einzelnen Komponenten der Sensorknoten sind so gewählt, dass sie sehr wenig Strom verbrauchen und somit über einen langen Zeitraum mit wenig Energie betrieben werden können.

Diese Funk-Technologie, der energiesparenden drahtlosen Sensornetze, lässt sich überall dort hervorragend einsetzen, wo große Flächen und Räumlichkeiten überwacht oder kontrolliert werden müssen und eine drahtgebundene sensorische Erfassung aus z. B. technischen Gründen nicht eingesetzt werden kann.

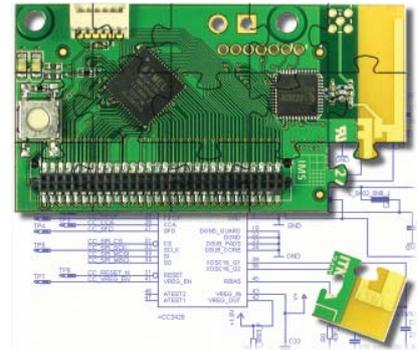


Abbildung 2: Sensorknoten IMS

Die Kernkomponenten der Funkplatinen sind ein Mikrocontroller(1) und ein Funktransceiver(2).

Die Aufgaben des Mikrocontrollers sind neben der Abfrage der Sensoren die Vorverarbeitung der Messwerte und die Ansteuerung des Funktransceivers.

Der Funktransceiver sendet und empfängt die Datenpakete über die Luftschnittstelle. Für diese Aufgaben sind sowohl im Mikrocontroller wie auch Funktransceiver die Programme und Protokolle, die die Intelligenz dieser Technologie ausmachen, hardware- und software-technisch implementiert. Die Funkreichweite eines einzelnen Sensorknotens ist begrenzt durch die gewählte Funkfrequenz und Sendeleistung. Ebenfalls kann die Umgebung in denen Funkplatinen eingesetzt werden Einfluss auf die Funkreichweite haben. Durch die Implementierung von sogenannten »Multi-Hop-Verfahren« ist das Funknetz in der Lage, Daten über die Reichweite einer einzelnen Funkplatine hinaus zu übertragen. Bei diesen Verfahren wird das Datenpaket von dem sendenden Funkknoten zu einem benachbarten, in Reichweite befindlichen Knoten gesendet, der wiederum die empfangenen Daten weiterleitet. Dieses Weiterleiten der Daten von Knoten zu Knoten wird solange durchgeführt, bis die Daten ihren Bestimmungsort im Funknetz erreicht haben. Damit die Daten nicht willkürlich im Netz gefunkt werden, sondern auf den schnellsten Weg übertragen werden, sind im Funkprotokoll Algorithmen implementiert, die solche Wegbestimmungen innerhalb des Funknetzes durchführen.

Jeder einzelne Funkknoten sammelt somit nicht nur Daten, indem er ihre Sensoren abfragt, sondern leitet auch Daten anderer Sensorknoten weiter, er fungiert als ein sogenannter »Router«.

Neben den Algorithmen zur Wegbestimmung innerhalb des Netzes, sind in den Protokollen Verfahren implementiert, welche es ermöglichen, den Ausfall einzelner Sensorknoten zu detektieren und die Daten über neue Wege zu ihrem Zielort zu funken. Hat ein Sensorknoten keine Aufgabe zu erledigen, sei es das Abfragen von Sensoren oder die Weitergabe von Daten, schaltet der Mikrocontroller alle nicht benötigten Modulelemente ab und geht selber in einen sogenannten »Sleep-Modus«, in dem er sehr wenig Energie verbraucht.

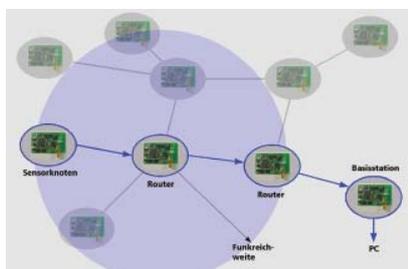


Abbildung 3: Multi-Hop-Netzwerk

Die Hinzunahme und Integration weiterer Sensorknoten in ein bestehendes Netz ist problemlos möglich und schafft so die Möglichkeit, die zu überwachende Fläche zu vergrößern oder aber die räumliche Erfassung der zu messenden Phänomene zu erhöhen. Des Weiteren können an den einzelnen Sensorknoten Aktoren (z. B. Schalter, Ventile) angeschlossen werden, die bei eintretenden Ereignissen, z. B. das Überschreiten eingestellter Alarmwerte oder durch Mitteilung über das Funknetz Einfluss auf ihre Umgebung nehmen.

#### Messsystem »SensorCheck«

Im Messsystem »SensorCheck« sind an einem Sensorknoten zwei Temperatur-/Luftfeuchtigkeitssensoren angeschlossen. Dies ermöglicht die Messung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit in zwei unterschiedlichen Höhen, z. B. einmal neben dem Sensor des Klimacomputers und einmal im Pflanzenkulturbestand. Die verwendeten Sensoren haben eine digitale Schnittstelle und übergeben die Messwerte somit ohne zusätzliche Analog-Digital-Wandlung an den Mikrocontroller. Der Mikrocontroller fragt im eingestellten Messintervall (1 Minute) die Temperatur/ und Luftfeuchtigkeitswerte der Sensoren ab und speichert sie in einem Datenpaket. Zusätzlich werden in diesem Datenpaket eine eindeutige ID des Sensorknotens, ein Indexwert zur Nummerierung des Datenpaketes und ein Messwert über die Spannung des Akkus gespeichert.

Nach der Durchführung der Messungen, weckt der Mikrocontroller den Funktransceiver aus seinem »Sleep-Modus« und übergibt ihm das Datenpaket. Nach dem

Erhalt des Datenpaketes prüft der Funktransceiver, ob der Funkkanal frei ist. Wenn dieser nicht belegt ist, sendet er das Datenpaket Richtung Basisstation. Ist der Funkkanal durch eine andere Datenübertragung belegt, wartet er eine bestimmte Zeit und prüft dann abermals ob der Funkkanal frei ist, um das Datenpaket zu versenden. Nach dem erfolgreichen Versenden des Datenpaketes, wechselt der Sensorknoten, um Energie zu sparen, für den Rest des Messintervalls in den Schlafmodus. Ist die Spannung des Akkumulators unter einen eingestellten Grenzwert abgesunken wird dieses im Datenpaket kenntlich gemacht und zur weiteren Energieeinsparung das Auslesen der Sensorik abgeschaltet.

Zusätzlich wird das Sendeintervall vergrößert. Diese Maßnahmen erhöhen die verbleibende Lebensdauer des Sensorknotens und geben dem Gärtner mehr Zeit den Akku aufzuladen oder den Sensorknoten auszutauschen. Des Weiteren prüft jede einzelne Funkplatine im Abstand von 30 Minuten, ob noch eine Verbindung zum Funknetz besteht und sie somit noch Bestandteil des Funknetzes ist. Bekommt sie keine Rückmeldung aus dem Netz wechselt sie wiederum in den stromsparenden »Sleep-Modus« und überprüft in periodischen Abständen, ob das Funknetz wieder vorhanden ist.

Die Basisstation, an die alle Messdaten gefunkt werden, leitet diese über eine serielle Schnittstelle an einen PC weiter. Hier werden die Daten graphisch bzw. tabellarisch angezeigt und mit in eine Textdatei mit Datum und Uhrzeit gespeichert.

in die Nähe der Sensoren für die Klimaführung. Nach dem Verteilen und Einschalten der Sensorknoten ist die Aufgabe zur Überprüfung fast abgeschlossen. Er muss nur noch die Werte, die die Sensorknoten aufnehmen mit den Messdaten im Klimacomputer vergleichen bzw. in bestimmten Abständen die Werte an seinem Klimacomputer notieren.

#### Fazit

Durch die einfache Handhabung der einzelnen Sensorknoten und dessen intelligenten Verhalten, automatisch und autonom untereinander ein Funknetz aufzubauen und zu verwalten, Sensoren abzufragen und über das Netz zu verschicken, ist es dem einzelnen Gärtner möglich auf einfache Art und Weise, seine Sensoren im Gewächshaus zu überprüfen und somit im Fehlerfalle viel Geld zu sparen.

Martin Lörcks

martin.loercks@ims.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme (IMS)  
D-47057 Duisburg

Abteilung	Datum	Zeit	Regler °C Temperatur	Check °C	Regler % Luftfeuchte	Check %
2	22.11.08	14:50	7,9 -0,5	8,4	73 +4	69
2	22.11.08	15:14	6,8 -0,3	7,1	79 +4	75
2	22.11.08	19:05	7,2 -0,3	7,5	81 +3	78
2	23.11.08	14:30	6,5 -0,3	6,8	88 +5	83
5	24.11.08	16:30	5,9 +0,1	5,8	92 +10	82
5	24.11.08	19:00	6,2 -0,4	6,6	92 +10	82
5	25.11.08	17:20	6,3 -0,5	6,8	96 +12	84
7	26.11.08	9:10	14,6 +1,3	13,2	84 +4	80
7	26.11.08	14:50	13,2 +1,1	12,1	79 +4	75

Abbildung 4: SensorCheck in der Praxis

Zur eigenständigen Überprüfung der Sensorik des Klimacomputers schließt der Gärtner die Basisstation an einen PC an und startet das kleine Messprogramm. Danach verteilt er die einzelnen Sensorknoten in die Gewächshäuser, möglichst