



wendet. Somit wird die Internetverbindung über ein Mobilfunknetz hergestellt. Folglich ist ein Vertrag mit einem Netzanbieter sowie eine zur Nummer zugehörige SIM-Karte nötig. Als zusätzliches Feature können bei auftretenden Fehlern Info-SMS versendet werden, um den Hallenbetreiber sofort auf die Störung aufmerksam machen zu können.

Da die Daten auch vor Ort in der Halle ablesbar sein sollen, wird die Basisstation mit einem einfachen Benutzerinterface ausgestattet. Dieses besteht aus einem LCD (2 Zeilen, 16 Zeichen pro Zeile) und einigen Tasten, die zur Auswahl verschiedener Menüpunkte dienen. Zusätzlich zu den Messwerten können auch Status- oder Fehlermeldungen ausgegeben werden (z.B. wenn sich ein registrierter Sensorknoten nicht mehr meldet). Da in Lagerhallen oft nur wenig Beleuchtungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen, soll das LCD mit einer Hintergrundbeleuchtung ausgestattet sein, damit das Display auch bei schlechten Lichtverhältnissen ordentlich abzulesen ist.

Eine serielle Schnittstelle ermöglicht eine detailliertere Ausgabe aller Status-, Ereignis- und Fehlermeldungen. Jedes relevante Ereignis wird mit einem Zeitstempel mitgeloggt. Dies ermöglicht ein einfaches Überprüfen des Systems und hilft bei der Problembehebung bei eventuell auftretenden Fehlern. Auch die von den Sensorknoten gesammelten Daten werden über die serielle Schnittstelle ausgegeben. Es ist somit möglich, andere Systeme – z.B. eine automatische Steuereinheit für Belüftungsanlagen – an die Basisstation anzuschließen, die abhängig von den Messwerten Belüftungsgeräte ein- oder ausschaltet.

Luftstrommessung mittels Hitzdraht-Prinzip

Hierbei handelt es sich um ein Konzept, das viele, oft sehr teure, thermische Anemometer verwenden. Es wird ein Sensorelement elektrisch erhitzt und auf einer konstanten Temperatur gehalten. Entsteht nun ein Luftzug in dem zu messenden Bereich, so findet ein Wärmeaustausch zwischen Umgebungsluft und Sensorelement statt. Dadurch beginnt das

Sensorelement auszukühlen. Das Modul registriert dies und versucht das Abkühlen durch höhere Zufuhr elektrischer Energie auszugleichen. Dadurch kann man anhand des verbrauchten Stromes auf die Luftzugsgeschwindigkeit (bis unter 0.1 m/s) schließen.

WebGL (Web Graphics Library)

WebGL ist eine Schnittstelle zur Programmierung von Grafiken im Browser. Dabei hat der Programmierer Zugriff auf die GPU-Ressourcen am Rechner des Anwenders. WebGL wird in Javascript programmiert. Mit WebGL kann Hardware auf einem sehr niedrigen Level manipuliert werden, wodurch der Entwickler sehr genau bestimmen kann, was passiert. Der Nachteil ist, dass alles selbst programmiert werden muss. Obwohl es ein Hauptargument für die Erstellung von 3D-Anwendungen ist, bietet WebGL hierfür keine direkte Unterstützung. Außerdem basiert WebGL auf OpenGL, was zur Programmierung von Desktop-Anwendungen verwendet wird. Sind also Vorerfahrungen vorhanden, so können diese größtenteils wiederverwendet werden. Die größten Unterschiede liegen in der Anpassung an die Verwendung von Javascript.

Natürlich wurden von der Community Bibliotheken entwickelt, welche die Programmierung vereinfachen, mit dem Nachteil, dass man nicht mehr auf einem niedrigen Level arbeitet.

Ein weiteres Argument für die Entwicklung mit WebGL ist zum einen die weitgehende Browserkompatibilität. Es besteht Unterstützung von Chrome, Firefox, Safari und weiteren Browsern. Zum anderen ist die Unabhängigkeit von Plugins vorteilhaft. Die Kombination aus diesen Aspekten ermöglicht die Verwendung von WebGL-Anwendungen auf nahezu allen vorstellbaren Plattformen.

Infrarotscanner

Um einen groben bildhaften Gesamtüberblick über die Temperaturverteilung in der Halle zu erhalten, wurde ein Infrarot Temperatursensor MLX90614 auf 2 Servomotoren montiert. Der Sensor besitzt einen Verstärker, welcher das gemessene

Signal für den internen 17-bit-ADC verstärkt, und kann über I2C ausgelesen werden. Die Servos und der Temperatursensor werden durch einen Raspberry Pi 3 angesteuert. Der unkalibrierte IR-Wert wird mithilfe der Referenz-Knoten Messwerte in ein RGB Pixel umgewandelt. Im Bild ist ein HotSpot zu erkennen.

