

# Gebläse-Luftverteilung

## Grundsätzliches zur Messung der Gebläse-Luftverteilung

Bei einem Axial-, Radial-, oder einem Tangentialgebläse wird immer die Gebläseluftgeschwindigkeit (m/sec) gemessen. Um daraus das Luftvolumen (m<sup>3</sup>/h) zu erhalten, wird die mittlere Luftgeschwindigkeit (m/h) mit der Messfläche (m<sup>2</sup>) multipliziert.

Vor einiger Zeit noch, wurde die Luftgeschwindigkeit am Auslass des Gebläsekastens gemessen, und danach mit dem Auslassquerschnitt multipliziert. Heute weiß man, dass der aus dem Gebläsekasten tretende Luftstrom zusätzliche Umgebungsluft akquiriert und sich durch die Bauweise des Auslasses zusätzliche Effekte für die Geschwindigkeit, Volumen und Verteilung ergeben. Dabei ist es nicht relevant welche Bauart als „Luftquelle“ dient. Entscheidend für die Beurteilung des Gebläses ist der gemessene Luftstrom, der in der Mitte der Kultur ankommt.

Deshalb wird heute nicht mehr am Gebläsekasten, sondern in der Mitte der Raumkultur gemessen (Messabstand von der Gebläsemitte zur Baummitte beträgt in der Regel 1,5 m) und danach mit der Messfläche multipliziert. Das hat den Vorteil, dass auch jener Luftstrom messtechnisch erfasst wird, den der Gebläseluft-Kernstrom aus den Umgebungsluftmassen akquiriert. Denn auch dieser ist für den Tropfentransport und für die Verteilung in der Kultur maßgeblich. Eine Messung der Luftgeschwindigkeit am Gebläsekasten hat für die Beurteilung der Luftströmung bezüglich des Anlagerungserfolgs keine Relevanz. Um ein komplettes Bild des Luftstromes und der Verteilung zu erhalten, muss die Größe der Messfläche das Ausmaß des Luftstromes an der Zielkultur übersteigen. Diese kann abhängig von der Bauform des Gebläsekastens bis zu 10 m<sup>2</sup> betragen. Der im LEADER-Projekt eingesetzte Luftverteilungsprüfstand wird diesen Anforderungen gerecht.

## Luftverteilungsprüfstand mit ausgereifter Messtechnik

Die Entwicklung der heutigen Gebläseluft-Messtechnik begann 1995 im Rahmen einer Dissertation an der Technischen Universität Graz in Kooperation mit der Fachgruppe Technik vom Verband der steirischen Erwerbsobstbauern in der Steiermark. Es wurde jener Prototyp gebaut, der als Vorgabe für den heute am Markt erhältlichen Luftverteilungsprüfstand diente. Seit damals werden Ultraschallsensoren verwendet, die für diesen Zweck am besten geeigneten sind. Dieser Luftverteilungsprüfstand wurde fast 20 Jahre lang permanent für Gebläsemessungen eingesetzt. Die in dieser Zeit gesammelten Erfahrungen kamen bei der Fertigungsüberleitung zum aktuellen Prüfstand zum Tragen.

## Luftverteilungsprotokoll, praxisgerecht und leicht verständlich

Die neuen Auswerteprotokolle sollen sowohl für den Praktiker leicht verständlich, als auch den komplexen Anforderungen einer praxisgerechten Beurteilung der Messergebnisse gerecht werden. Sie können nach jeder Messung generiert werden und geben Aufschluss über die Ergebnisse der Messung nach Einzelwerten und als Gesamtes in grafischer Darstellung. Das Protokoll besteht aus zwei Seiten. Die erste Seite enthält die Grunddaten und im unteren Teil die Parameter mit deren Minimal- und Maximalwerten im Detail. Die zweite Seite enthält die grafische Darstellung der Luftgeschwindigkeiten sowie Volumina und Strömungsrichtungen auf die gesamte Messhöhe, welche auf einem Koordinatenschlitten (Länge 2 m, Höhe 5 m) mit 5 Ultraschallsensoren 3-dimensional in einem Raster von 10 cm gemessen werden.



Luftvolumen, die blaue Fläche das Luftvolumen, das für den Tropfentransport genutzt werden kann. Das nutzbare Luftvolumen berücksichtigt auch den Einfluss der Fahrt mit dem vorhandenen Strömungswiderstand der Umgebungsluft. Der Einfluss der Fahrt auf den Luftstrom wurde im Rahmen eines Forschungsprojektes „Gebläsemessung in Fahrt“ mit der Technischen Universität Graz ermittelt.

Die horizontale orange Linie (4) gibt die maximale Behandlungshöhe an, die mit dem Gebläse erreicht werden kann. Diese wird nach den Bedürfnissen des Betriebes und der zu behandelnden Kulturen eingestellt. Die um einen halben Meter höher liegende horizontale gepunktete Linie (5) begrenzt die Luftmenge, welche für die Drift nach oben verantwortlich ist. Oberhalb dieser Linie sollten idealerweise keine Luftmengen mehr sichtbar sein.

Die unterbrochenen vertikalen (blauen) Linien auf der linken und rechten Gebläsehälfte geben den Toleranzbereich (6) an, in dem sich die blaue Flächenbegrenzung (Luftvolumen) bis zur Behandlungsgrenze idealerweise befinden soll. Die beiden durchgezogenen inneren vertikalen Linien (7) geben die minimal erforderliche Luftgeschwindigkeit für den Tropfentransport an.

In der Mitte des Protokolls befindet sich die Höhenskala bis 5 m (Teilung 10 cm) und daneben die Pfeile, die die Strömungsrichtung und Strömungswinkel der Gebläseluft grafisch anzeigen (8).

Die beiden äußeren Grafiken links und rechts mit den farbigen Punkten (9) veranschaulichen den Luftstrom aus der Perspektive der Sensoren, welche bei der Messung den Luftstrom durchfahren. Rote Punkte weisen auf der jeweiligen Messebene auf die maximale gemessene, blaue auf die notwendige und grüne auf die nicht ausreichende Luftgeschwindigkeit für den Tropfentransport hin.

### **Beurteilungskriterien und Parameter**

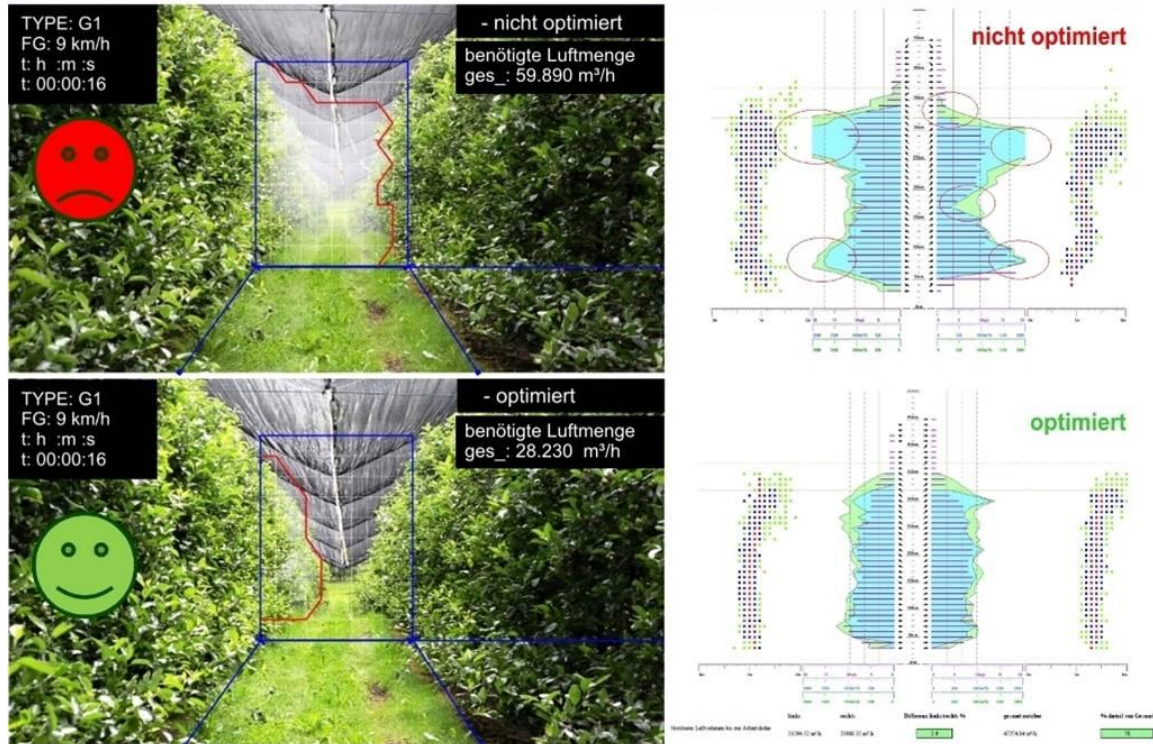
Für die Beurteilung der Gebläseluft gibt es eindeutige Kriterien, die aus mehrjährigen Forschungsprojekten mit der Technischen Universität Graz, Praxistests und Erfahrungswerten des Prüfpersonals stammen.

Eine symmetrische Luftverteilung ist dann gegeben, wenn die blaue Fläche (3) im Protokoll bis zur behandelbaren maximalen Höhe (4) beidseitig im Toleranzbereich liegt. Die genauen Grenzwerte werden im Luftverteilungsprotokoll (siehe Abbildung 1 unten) angegeben. Es wird zwischen eingehaltenen (grün) und nicht eingehaltenen (rot) Kriterien unterschieden. Die einzelnen maximalen Luftgeschwindigkeiten (1) sollten idealerweise bis zur behandelbaren maximalen Höhe (4) wenig Differenzen aufweisen. Die Differenz zwischen nutzbarem und nicht nutzbarem Luftvolumen soll max. 15 % betragen. Das gewährleistet einen Kernstrom welcher auch bei schwierigen Bedingungen stark genug ist die Kultur zu durchdringen. Die Schwankungen des nutzbaren (blauen) Luftvolumens (zwischen linker und rechter Seite) sollen idealerweise nicht mehr als 25 % betragen. Die Möglichkeit die Gebläsedrehzahl zu reduzieren oder die Fahrgeschwindigkeit zu erhöhen ist u.a. davon abhängig. Zusätzlich darf der Unterschied des gesamten Luftvolumens zum gesamten nicht nutzbaren Luftvolumens nicht mehr als 25 % betragen. Außerdem werden Ausreißer, Schwankungen des gesamten Luftvolumens etc. einer Beurteilung unterzogen (Siehe Variationskoeffizient (VK) auf Seite 1 des Protokolls). Darüber hinaus sollte die Seitendifferenz des nutzbaren Luftvolumens (rechts / links) idealerweise unter 10% liegen.

### **Praktische Auswirkungen eines optimierten bzw. nicht optimierten Gebläseluftstromes**

Bei nicht optimierten Geräten kann die Gebläse-Flügel-drehzahl nicht an die Kultur angepasst werden, da die Luftmengen und die Luftgeschwindigkeiten innerhalb der Arbeitshöhe zu stark variieren und nicht symmetrisch sind (siehe Abbildung 2 "nicht optimiert"). Um den Baum in jeder Zone zu erreichen ist es notwendig, die Gebläse-Flügel-drehzahl und die Fahrgeschwindigkeit so zu wählen, dass auch der Luftstrom in seiner schwächsten Zone den Baum durchdringt. Dadurch kommt es zu einer überhöhten Luftmenge und Luftgeschwindigkeit in allen anderen Zonen. Das führt zu hohen Abdrift-, Lärm- und Wirkstoffverlustverlusten mit hohen CO<sub>2</sub>-Emissionswerten und zu verminderter Belagsbildung.

## Eine Anpassung der Ausbringparameter ist nur bei optimierter Luftverteilung möglich!



(Abbildung 2)

Bei optimierten Geräten kann die Gebläse-Flügeldrehzahl an die Kultur angepasst werden, da die Luftmengen und die Luftgeschwindigkeiten innerhalb der Arbeitshöhe symmetrisch und gleichmäßig verteilt sind (siehe Abbildung 2 "optimiert"). Der Luftstrom erreicht den Baum hier in jeder Zone gleichzeitig und mit gleicher Stärke. So kann die Gebläse-Flügeldrehzahl meist mehr als 50% verringert werden. Dadurch reduzieren sich Abdrift, Lärm, Wirkstoffverluste und die CO<sub>2</sub>-Emission und es verbessert sich die Belagsbildung aufgrund optimierter Luftgeschwindigkeiten.

### Was passiert bei der Messung und Optimierung

Im Rahmen des Leader-Projektes werden alle angemeldeten Sprüheräte einer beidseitigen Gebläsemessung unterzogen. Dazu wird das Sprüherät in einem definierten Abstand zum Prüfstand positioniert und auf die Prüfdrehzahl gebracht. Mit dieser ersten Messung wird der Ist-Zustand d.h. die Verteilung, die Stärke und der Winkel des Luftstromes sowie das Luftvolumen ermittelt (Vorher-Messung). Danach erfolgt, meist nach Rücksprache mit dem Hersteller, die Optimierung der luftführenden Teile durch die Werkstätte. Meist ist es notwendig luftführende Teile zu ändern, neu auszurichten oder sogar zusätzliche Leitbleche zu positionieren um zum gewünschten Ergebnis zu gelangen. Danach erfolgen nach jeder Anpassung Kontrollmessungen und danach eine abschließende beidseitige Messung (Nachher-Messung). Es können durch die Optimierung bei so gut wie jedem Gerät signifikante Verbesserungen erzielt werden. Meist können durch die Optimierung die Symmetrie des Gesamtluftstromes, der Reduktion der Luftgeschwindigkeitsdifferenzen bzw. Volumendifferenzen in den einzelnen Messhöhen und die Anpassung an die Kulturen am Betrieb erzielt werden. Ein optimiertes Sprüherät kann bei richtigem Einsatz zu mehr Ressourceneffizienz und im Detail zu

- weniger Bodenbelastung durch weniger Abtropfverluste
- weniger Abdrift durch optimierte Applikationsparameter
- weniger Mittelverbrauch durch Verringerung der Verluste (Abdrift, Abtropfverluste)
- weniger Treibstoffverbrauch durch reduzierte (an die Kultur angepasste) Gebläseluftverteilung
- weniger CO<sub>2</sub> Belastung und
- weniger Lärm durch angepasste Gebläsedrehzahlen

führen.