

# EDV - gestützte Lüftungsanlagenplanung für Tierställe

PROF. DR. WOLFGANG BÜSCHER, UNIVERSITÄT- HALLE  
BERND HAIDAN, FACHHOCHSCHULE - DRESDEN

## 1 Abstract

Climatization is a basic problem of design and realisation of animal houses. The computer was not often used in this sector. This work showed the most important steps from the basics to a special example. The development of a system for closed pig houses.

## 2 Einführung

Die Erzeugung tierischer Nahrungsmittel ist die wichtigste Einkommensquelle der deutschen Landwirtschaft. Der Einsatz von Prozeßcomputern zur Steuerung von Abläufen in der tierischen Produktion bekommt immer stärkere Verbreitung[1]. Mit Hilfe dieser Job-Computer können die Prozesse wesentlich spezifischer und zielgerichteter ausgeführt werden. Gleichzeitig werden mit Hilfe von Prozeßcomputern viele Abläufe besser kontrollierbar; im Sinne einer hohen Prozeßqualität (Zertifizierung) werden der Einsatz relevanter Betriebsmittel oder kritischer Prozeßzustände protokollierbar.

Beim Stallbau werden allerdings schon bei der Gebäudeplanung und Ausführung die Grundsteine für erfolgreiche Aufzucht- und Mastleistungen gelegt. Auch in diesem Bereich kann der Computer sehr gute Dienste leisten, wenn geeignete Software zur Prozeß- oder Anlagenplanung verfügbar ist. Allerdings werden für diese Dienste Computer nur in geringem Umfang eingesetzt. Während sich für architektonische Anwendungen ein Markt entwickelt hat, besteht bei den Ausrüstungsherstellern und Montagefirmen erheblicher Nachholbedarf sowohl beim Softwareangebot wie auch in der Anwendungsbereitschaft. Dadurch werden zeitgemäße Planungsmethoden nicht umgesetzt bzw. nicht gezielt angewendet. Zwei Gründe charakterisieren die Ursachen für den Entwicklungsstand:

- Der Anwenderkreis für Planungs- und Ausführungsprogramme von Ausrüstungsgegenstände in Ställen ist relativ gering. Hohe Entwicklungskosten stehen einem nur kleinen Kundenkreis gegenüber.
- Durch die große individuelle Gebäudevielfalt haben sich speziell in den alten Bundesländern keine Gebäude- oder Technikstandards durchgesetzt. Hierdurch muß bei der Softwareentwicklung ein sehr breites Feld von Anwendungen abgedeckt werden.

## 3 Schritte der Lüftungsplanung

Um diese Situation im Bereich der Lüftungstechnik in Stallanlagen zu verbessern soll im Rahmen einer Diplomarbeit eine Anwendungssoftware entwickelt werden, die auf einer anwenderfreundlichen Oberfläche die Planungsschritte für die Auslegung und Ausführung von Lüftungsanlagen in ganz individuellen Stallabteilen leistet. Dabei sollen folgende Planungsschritte in Abhängigkeit von der Tierbelegung und der Lebendmasseentwicklung der Tiere enthalten sein:

- Raumlastenbilanzierung (Lufratenberechnung)
- Wärmebilanzierung
- Auswahl der für den Raum geeigneten Lüftungsverfahren
- Liste und Bemaßung der Lüftungsanlagen-Komponenten
- Anordnung der Komponenten im Raum

## 3.1 Raumlastenbilanzierung und Lufratenberechnung

Die Lüftungsanlage hat die Aufgabe, im Winter die Raumlasten Wasserdampf und Kohlendioxid; im Sommer die Wärme aus dem Gebäude abzuführen. Da im Winter möglichst sparsam mit der Raumwärme umgegangen werden soll und für den Sommer i.d.R. keine Kühlmöglichkeiten für die Frischluft bestehen, ist planerisch zwischen der niedrigen Winterlufrate und der hohen Sommerlufrate zu unterscheiden. Dabei wird die stündliche Lufrate prinzipiell nach folgender Gleichung berechnet.

$$\text{Lufrate [m}^3/\text{h]} = \frac{\text{Anfall der Raumlast } x \text{ auf Stallebene [x/h]}}{\text{Differenz der Raumlast (Außenluft - Innenluft) } [\Delta x/\text{m}^3]}$$

Die stündlich anfallenden Raumlasten können aus Tabellenwerten der DIN 18 910 [2] oder mit Hilfe der Formeln der CIGR Empfehlung [3] abgeleitet werden.

## 3.2 Bilanzierung der Wärmeströme

Der Wärmebedarf eines Raumes ergibt sich nach DIN 18910 kalkulatorisch aus dem Wärmedefizit von erzeugter Wärme der Tiere abzüglich der Verlustgrößen: Transmissionswärme durch raumumschließende Bauteile und den zur Abfuhr der Raumlasten notwendigen Luftaustausch nach DIN 18 910 (s. Gleichung 2).

$$\dot{Q}_{\text{Heizung}} = \dot{Q}_{\text{Tiere}} - (\dot{Q}_{\text{Bauteile}} + \dot{Q}_{\text{Lüftung}}) \quad \text{Gleichung 2}$$

Dabei werden die Wärmeverluste durch die raumumschließenden Bauteile nach Gleichung 3 berechnet. Die Lüftungswärmeverluste und die Wärmeproduktion der Tiere können mit Hilfe von Tabellenwerten der DIN 18 910 abgeleitet werden.

$$\dot{Q}_{\text{Bauteil}} = \text{Fläche}_{\text{Bauteil}} \cdot k\text{-Wert}_{\text{Bauteil}} \cdot (\vartheta_{\text{Innenseite}} - \vartheta_{\text{Außenseite}}) \quad \text{Gleichung 3}$$

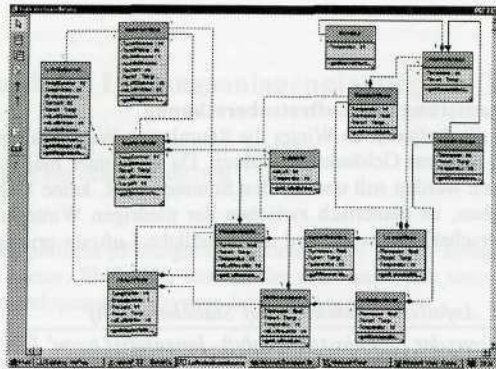
## 3.3 Die Lüftungsanlage

Mit Hilfe der Lufratenberechnung sind die Eckwerte für die Winter- und Sommerluftvolumenströme vorgegeben. Die verschiedenen Lüftungsverfahren eignen sich nicht gleichermaßen für jeden Raum. Sie werden bezüglich ihrer konkreten Anwendbarkeit vorrangig auf die Raumdimension geprüft bevor die notwendigen Querschnitte für die Kanäle, Ansaug- und Ausblasöffnungen berechnet werden.

Die Auswahl der geeigneten Ventilatoren ergibt sich aus der maximalen Lufrate und der Anzahl notwendiger Absaugpunkte, die sich wiederum aus der Raumfläche ergibt. Die auf Prüfständen ermittelten Kenndaten nahezu aller gängigen Stallventilator sind verfügbar.

## 4 Das Projekt

Zur Findung einer guten Softwaretechnischen Lösung wurde in der Arbeit eine umfangreiche Analyse- und Designphase durchlaufen, welche mit Hilfe der Unifed Modeling Language realisiert wurden. Dies impliziert auch die Objektorientierte Realisierung welche in Zeiten von Schlagwörtern wie Komponenten und Java unerlässlich ist.



(Bild 1 Ausschnitt aus dem Klassenmodell zur Luftströmberechnung)

Ein weiterer Schwerpunkt wurde auf das Nutzerinterface gelegt. Vor allem im Projektabschnitt der Wärmebilanzierung galt es ein besonders effektives Interface zu gestalten. Der Bereich der Lüftungsplanung wurde aus den oben genannten Gründen bisher noch nicht Softwaretechnisch unterstützt und stellt die Hauptanforderungen an das neue System dar. Es soll aber für alle Bereiche ein Werkzeug entstehen, das sowohl in der Wissenschaft zur Simulation, als auch in der Praxis der Lüftungsfirma, zur Lösungsfindung und für den Landwirt zur Überprüfung seiner Stallanlagen einsetzbar ist.

#### 4.1 Die UML - Unified Modeling Language

Die UML ist ein Satz von Notationen zur Beschreibung objektorientierter Softwaresysteme. Die Herren Grady Booch, James Rumbaugh und Ivar Jacobson sind die maßgebenden Autoren. Nach ihren Wünschen soll die UML folgende Ziele haben:

- Bereitstellung einer universellen Beschreibungssprache für alle Arten objektorientierter Softwaresysteme
- Vereinigung der bekanntesten Beschreibungsnotationen
- Setzen des Schwerpunkts auf die Produkte des Software-Engineerings und nicht auf den Prozeß

nach [4]

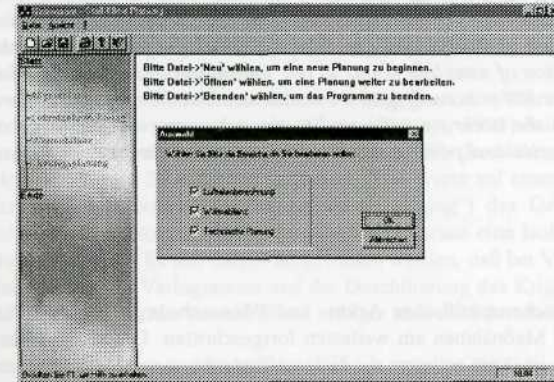
Allerdings dient die UML lediglich als Beschreibung einer einheitlichen Notation und der Definition eines Methamodells. Sie ist bewußt keine Methoden zur Vorgehensweise bei der Analyse und beim Design sonder eben eine Sprache, die so die Basis für verschiedene Methoden sein kann.

Die Diagrammtypen der UML nach [5] und ihre Inhalte:

- Anwendungsfalldiagramm - Akteure, Anwendungsfälle und ihre Beziehungen
- Klassendiagramm - Klassen und deren Beziehungen untereinander
- Verhaltensdiagramme
  - Aktivitätsdiagramm - Zustände, Zustandsübergänge, Ereignisse, Aktivitäten
  - Kollaborationsdiagramm - Objektbeziehungen incl. räumlichen Nachrichtenaustausch
  - Sequenzdiagramm - Objektbeziehungen incl. zeitlichen Nachrichtenaustausch
  - Zustandsdiagramm - Zustände, Zustandsübergänge und Ereignisse
- Implementierungsdiagramme
  - Komponentendiagramm - Komponenten und ihre Beziehungen
  - Einsatzdiagramm - Komponenten, Knoten und deren Beziehungen

#### 4.2 Oberflächendesign, Nutzerführung

Doch auch bestens Analytisierte Systeme mit einem hervorragenden Design der Anwendungsarchitektur benötigen Nutzerinterfaces welche durch die AnwenderInn benutzt werden können. Und zwar so das ein einfaches Intuitives arbeiten mit der Software möglich ist. Den Bedienungskomfort den z.B. Systeme der Büroautomation bieten findet man in Softwaresystemen für Landwirtschaftliche Anwendungen jedoch kaum. Auch hier wurde in der Arbeit moderne, standardisierte Methoden, wie Petri-Netze, oder deren Erweiterung die D/A( Dialog- und Aktions-)Netze, zur Entwicklung der Oberflächen eingesetzt. So ist es z.B. wichtig das sämtliche Nutzereingaben auf ihre Konsistenz und Sinnhaftigkeit überprüft werden, oder das der nicht an Details interessierte Nutzer nur die Ausgaben erhält die er wünscht und so nicht mit Informationen belastet wird die er nicht braucht.



#### 4.3 Berechnungen

Ein weiterer Vorteil der Lösung einer Stallklimaberechnung mittels Computer ist die sehr hohe Genauigkeit und die Möglichkeit von Individuellen Berechnungen. So werden die Formeln der DIN und CIGR verwendet so daß das Programm fundierte Werte ermittelt, welche auch für ein Genehmigungsverfahren verwendbar sind. Natürlich erlaubt das System auch die Eingabe von beliebigen Werten, womit man nicht mehr an die DIN Tabellen mit ihren unflexiblen Vorgaben gebunden ist.

#### 5 Literatur

- [1] Seufert, H.: Planungsgrundlagen zur Ausführung raumluftechnischer Anlagen für die Lüfterneuerung in Schweineställen; MEG Schrift 116, 1986.
- [2] DIN 18910; Wärmeschutz geschlossener Ställe 1992
- [3] CIGR; Report of Working Group on Climatization of Animal Houses 1994
- [4] Köppen, Eckhart: Vorlesungsscripte Internet, Universität Essen
- [5] Oestereich, Bernd: Objektorientierte Softwareentwicklung mit der UML Oldenburg, München; Wien, 1997