

FALLER PHARMA SERVICE CENTER, BINZEN

Kybernetisches Gebäudekonzept

Beim Produktions- und Verwaltungsgebäude der August Faller KG wurden neue Wege beschritten. Es ist das erste Industriegebäude, das zur Maximierung der Energieeffizienz kybernetisch optimiert geplant wurde.



Klare, einfache Linie: Einzig der Eingangsbereich durchbricht die Strukturierung der Fassade

TEXT:
CHRISTOPH KUHN,
PFEIFER. KUHN. ARCHITEKTEN
SIEGFRIED DELZER,
DELZER KYBERNETIK GMBH
MICHAEL PILGERMAYER,
FRANK UHR,
RATIO ENERGIE GMBH

► Der Begriff Kybernetik bezeichnet die Wissenschaft von der Kontrolle und Information, gleichgültig ob es sich um lebende Organismen oder Maschinen handelt. Ökologische Systeme sind geregelt. Sie stehen in direkter und indirekter Beziehung zueinander und bilden ein Netzwerk gegenseitiger Abhängigkeiten. Ökologisches Bauen ist nichts anderes. Ökologisches Bauen bedingt ein vernetztes System verschiedenartiger Funktionselemente, die untereinander in Wechselwirkung stehen. Dass dabei alle Elemente in die Vernetzung integriert werden, versteht sich von selbst.

Wichtig ist es, dieses kybernetische Prinzip von Beginn an in den Bauentwurf zu integrieren. So entsteht für jedes Projekt eine eigene spezifische Lösung. Das energetische Verhalten des Gebäudes wird vom Kybernetiker im Computer simuliert und so der Entwicklungs- und Entwurfsprozess des Projektes im Hinblick auf die ökologische und ökonomische Effizienz optimiert. Während der gesamten Planungsphase läuft dieses Wechselspiel

zwischen Konzeptidee und Überprüfung durch die Simulation in engster Abstimmung zwischen Architekt und Kybernetiker – beim Faller Pharma Service Center (PSC) wurden über 90 Varianten durchgerechnet. Das PSC ist ein Produktions- und Verwaltungsgebäude zur Herstellung von Faltschachteln für die pharmazeutische Industrie unter pharmazeutischen Produktionsbedingungen.

Grundlagen

Ausgangslage für das Gebäudekonzept: Die Maschinen in der Produktionshalle produzieren sehr viel Abwärme. Diese großen Wärmemengen müssen einerseits reguliert werden um die notwendige Kühlenergie zu minimieren, andererseits muss die überschüssige Wärmenergie für das Gebäude nutzbar gemacht werden.

Gebäudeform und Gebäudezonierung imitieren vereinfacht gesagt das Prinzip eines alten Schwarzwaldhofes mit dem Kuhstall als Wärmequelle um die herum die übrigen Räume gruppiert werden. Ent-



Einfache Industrieverglasung als Gebäudehülle: Das grünliche Glas steht je nach thermischer Anforderung vor einer Beton- oder einer Holzwand

scheidend ist zunächst die kompakte Gebäudeform mit einem optimierten Verhältnis von Volumen zu Außenfläche. Die Produktionshalle mit den Maschinen als Wärmequelle steht im Zentrum, angegliedert sind im Süden die Logistik und im Norden die Verwaltung. Über die großen gemeinsamen Wandflächen profitieren beide Gebäudeteile von der kostenlosen Abwärme der Maschinen.

Um die Wärmemengen zu regulieren, wurde eine massive Betonkonstruktion gewählt, weil sie die notwendigen Speichermassen liefert und bei den optimierten Spannweiten auch günstiger als eine Stahlkonstruktion ist. Die Betonmassen können die Wärme aufnehmen, speichern und zeitversetzt wieder abgeben. Dadurch wird das Klima für die sensiblen Produktionsprozesse mit geringerem Energieeinsatz stabil gehalten.

Die Bodenplatte der Halle wird nicht gedämmt, um im Sommer das Kühl- und im Winter das Wärmepotential des Er-



Von außen kaum erkennbar: Gebäudezonierung und Gliederung der Funktionsbereiche

reicheres nutzen zu können. Die Wärmehintergewinnung der Maschinenabwärme aus der Produktionshalle wird im Winter zur Heizung der angrenzenden Gebäudeteile genutzt und vor allem zur Erwärmung der Außenluft, die bei niedrigen Temperaturen nicht direkt in die Produktionshalle geführt werden kann. Das Speicherpotenzial des Wassers im Tank der Sprinkleranlage reduziert den Kühlenergiebedarf.

Glas und Holz

Das komplexeste Element des Konzepts ist die Gebäudehülle. Die Außenwände des gesamten Gebäudes sind ungedämmt, erhalten aber eine Hülle aus einer einfachen Industrieverglasung aus grünlichem Gussglas. In Produktion und Logistik steht diese Hülle vor einer massiven Betonwand, die die solaren Gewinne durch die Glashaut speichert und insbesondere an den Logistikbereich im Süden weitergibt um so den Heizbedarf zu reduzieren. Im Sommer unterstützt eine kontrollierte Hinterlüftung der Fassade durch natürliche Thermik die Auskühlung der Betonwand und entlastet damit die Kühlanlage.

Die Verwaltung hat aufgrund fehlender starker interner Wärmequellen einen höheren Dämmbedarf. Deshalb wird statt Beton eine massive, 20 Zentimeter dicke Holz-Brettstapelwand eingesetzt. Holz verbindet neben den sonstigen ökologischen Eigenschaften die Fähigkeit der Wärme-



Interne Wärmegewinne und intelligente Konzepte minimieren den Energieverbrauch

dämmung mit der Wärmespeicherung auf ideale Weise. Der Verwaltungsteil verfügt so über eine gut gedämmte Außenwand ohne künstliche Dämmstoffe und profitiert ebenfalls von der indirekten solaren Einstrahlung über die Glashaut.

Die Glasfassade ist somit nicht ein zeitgeistiges Architekturzeichen sondern sichtbares Zeichen ökologischen Bauens. Die Bilder, die durch die Überlagerungen von Glas, Holz und Beton, durch die Reflexion

von Himmel und Landschaft entstehen, stellen vielschichtige Assoziationen her. Gleichzeitig transportiert die grün schimmernde Hülle das Bild der sauberen, pharماغerechten Produktionsprozesse nach außen, wird also zum Ausdruck der Firmenphilosophie.

Kybernetische Simulation

Für optimale Ergebnisse ist eine sehr gute Zusammenarbeit aller am Planungsprozess Beteiligten notwendig. Dieser Aussage stimmen alle Planer auch zu, aber die praktische Umsetzung fällt sehr schwer. Zeitgründe, Kosten und eine fehlende gemeinsame Sprache lassen die meisten Versuche zur integralen Planung im Standardablauf enden.

Die technische Kybernetik ist interdisziplinär und eignet sich deshalb ideal als Brücke zwischen den Planungsgebieten.

Die Methoden der technischen Kybernetik ermöglichen weiterführende Analysen in allen Bereichen, so dass auch Fragen über den jeweiligen Fachbereich hinaus beantwortet werden können. Zum Beispiel wurde das PSC mittels dynamischer Simulation konzeptionell und in den Komponenten bezüglich Kosten und Nutzen optimiert. Der Blick auf das Gesamtsystem ermöglicht Synergien, die den Planungsprozess vereinfachen und Kosten reduzieren – bei gleichzeitig besserem Gesamtergebnis bezüglich der Betriebskosten und auch der Architektur.

Die integrale Planung nimmt das architektonische Konzept auf und nutzt die Möglichkeiten der Umgebung, der Anlagen im Gebäude und der Nutzung des Gebäudes.

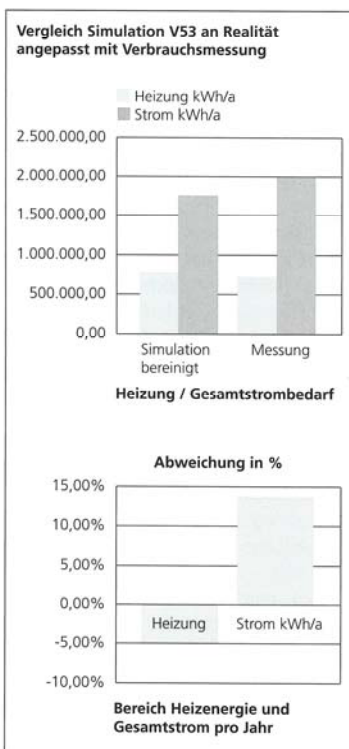
Dabei ist es wichtig, dass nicht Faktenwissen ausgetauscht wird, sondern die Wirkungszusammenhänge in der Zusammenarbeit offen dargelegt werden. Der Architekt muss sein architektonisches



Klare Linien dominieren auch im Inneren: realisiert mit Beton, Holz und Glas. Die Betonkonstruktion dient auch als thermische Speichermasse und sorgt für ein stabiles Klima



Die Glasfassade ist kontrolliert hinterlüftet und Teil des Klima-Konzeptes



Vergleich des mit Hilfe der Simulation berechneten Energieverbrauchs mit den real gemessenen Werten nach Inbetriebnahme des Gebäudes

Konzept offen legen und der Kybernetiker die Wirkungszusammenhänge. Nur auf diesem Weg wird ein effizientes Mitdenken aller Beteiligten am Projekt erreicht.

Für das PSC-Gebäude sind folgende Punkte beeinflusst worden: Die Glasfassade wurde von den Architekten als gestalterisches Element mit dem gleichzeitigen Ziel zur Energiegewinnung gewählt. Dieser Ansatz zur Mehrfachnutzung von Komponenten als Methode zur Optimierung hat sich aus vielen Projekten als kybernetisches Prinzip bewährt und wurde von den Architekten als planerisches Grundprinzip übernommen: Die Integration der Glasfassade in das Energiekonzept zur Unterstützung der Heizung und Kühlung mittels Klappensteuerung konnte beim PSC genutzt werden. Dabei wird die Gebäudemasse als Speicher für die Heiz- und Kühlenergie zur Steigerung der Fassadenwirkung mit berücksichtigt. Bei der Heizstrategie ist die Fassade geschlossen, bei der Kühlstrategie ist sie offen. Die Entscheidung welche Strategie gefahren wird, erfolgt über die Dynamik des Gebäudes, die aktuelle Nutzung und die Wetterdaten.

Die Druckmaschinen entwickeln eine hohe Abwärme, deshalb ist der Kühlenergiebedarf deutlich höher als der Heizenergiebedarf. Durch Weglassen der Bodenplattenisolation konnten die erforderliche Kühlleistung und der Kühlenergiebedarf

merklich reduziert werden. Hier ist es gelungen, bei gleichzeitig höherem Nutzen die Kosten deutlich zu reduzieren: Kleinere Kühlleistung bedeutet geringere Investitionen bei Kälteanlagen und Verteilung. Kleinerer Kühlenergiebedarf bedeutet geringere Betriebskosten.

Die Bodenplatte musste statisch nicht speziell berechnet werden, da die Tragfähigkeit nicht durch eine Isolierung gemindert wird. Der Verzicht auf die Isolation reduziert außerdem die Investitionskosten.

Die hohen Anforderungen an die Luftfeuchte wären standardmäßig über die Zuluft gelöst worden. Die direkte Befeuchtung der Luft in der Halle reduziert den Heiz- und Kühlenergiebedarf. Den Heizenergiebedarf deshalb, weil vor der Zuluftbefeuchtung diese auf zirka 35 Grad Celsius hätte vorgewärmt werden müssen.

Betriebs- und gebäudetechnische Anlagen

Angepasst an die geplante und schließlich auch realisierte Maschinenaufstellung im Produktionsbereich, erfolgte die Zuführung sämtlicher Medien wie Strom, Kommunikation, Druckluft, Wasser et cetera mittels einer Rasterinstallation unter der Hallendecke mit entsprechenden Abzweigstellen.

Nachdem die Maschinenaufstellung abgeschlossen war, konnten sämtliche

Medien gebündelt mittels so genannter Anschlusssäulen aus dem Deckenbereich heruntergeführt und in der Anschlusszone der jeweiligen Maschine bereit gestellt werden.

Aus Gründen der Versorgungssicherheit wurde das Druckluftsystem als vermaschtes Netz (Ringleitung mit Querverbindungen) ausgeführt. Die Verdichterabwärme wird in den Rücklauf der Fußbodenheizkreise eingespeist.

Neben den zentralen betriebstechnischen Versorgungssystemen wurden dezentral in den Bereichen Druckvorstufe, Drucken und Kleben großformatige Maschinen-Waschplätze in Edelstahl eingebaut. Die betriebstechnischen Anlagen umfassen weiterhin Einzelarbeitsplatzabsaugungen für Gefahrstoffbereiche, die Stanzvorbereitung, am Farbmischstisch aber auch für die Maschinenabluft. Soweit diese Abluftströme unbelastet und nicht aggressiv sind, erfolgt ihre Erfassung wahlweise über die Abluftstränge der RL-Anlagen, so dass eine Wärmerückgewinnung möglich ist. Besteht kein Wärmebedarf, wird die betriebstechnische Abluft direkt über Dach geführt.

Aufbauend auf der dynamischen Gebäudesimulation kamen in den einzelnen Gebäudebereichen unterschiedliche Systeme zur Beheizung, Kühlung, Be- und Entlüftung zum Einsatz. Der Produktionsbereich bildete mit seinen hohen internen

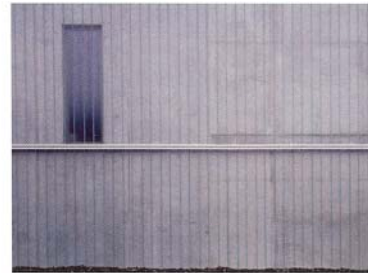
Wärmelasten, den produktionsbedingten Schadstoffen und den geforderten Bedingungen für Temperatur, Feuchte, Zugfreiheit und variabler Nutzung den Schwerpunkt der TGA-Planung und -Ausführung.

Zwei Teilklimaanlagen mit den Funktionen Filtern, Vorwärmen/Nachwärmen und Kühlen/Entfeuchten fördern jeweils bis zu 25 000 Kubikmeter pro Stunde Zuluft beziehungsweise 19 000 Kubikmeter pro Stunde Abluft. Unter Berücksichtigung direkt über Dach abgeführter Abluftströme verbleibt ein Zuluftüberschuss, der einen Überdruck zu den benachbarten Nicht-Produktionsbereichen gewährleistet. Hierdurch wird der Eintrag von Fremdstoffen in den Produktionsbereich vermieden (pharmagerechte Produktion). Beide Anlagen sind identisch ausgeführt und bieten daher eine hohe Betriebssicherheit. Sie sind mit Wärmerückgewinnung (WRG) ausgestattet, so dass selbst bei kalten Außentemperaturen nicht aktiv nachgeheizt werden muss und im Sommer auch eine Kälterückgewinnung erfolgt, wenn die Außentemperaturen höher als die Innentemperaturen sind.

Über Bypässe in den Zentralgeräten wird die so genannte freie Kühlung ermöglicht. Dabei wird kalte Außenluft mittels WRG beziehungsweise Bypass so temperiert, dass die internen Lasten (Abwärme der Maschinen) ohne Einsatz der Kältemaschine abgeführt werden können.



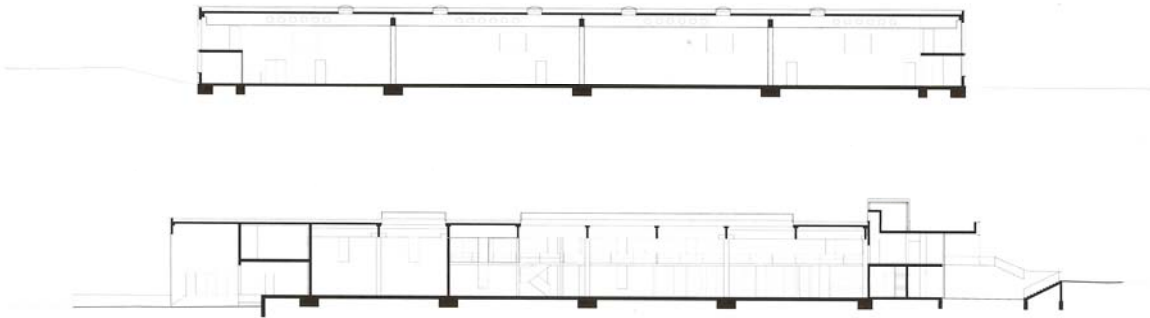
Holz statt Beton: Eine 20 Zentimeter starke Holz-Brettstapelwand sorgt für gute Wärmedämmung nach außen



Die Glasfassade gibt solare Wärmegewinne an die dahinter liegende Betonwand weiter



Im Verwaltungsbereich schaffen ökologisch hochwertige Holzwände eine warme Arbeitsatmosphäre



Eine Besonderheit ist die dezentrale Befeuchtung. Sie ist zonenweise ausgeführt und besteht aus insgesamt elf frei in der Produktionshalle montierten Hochdruckzerstäubern, die mit vollentsalztem Wasser betrieben werden. Nebeneffekt: Bei der Verdunstung der hochfein zerstäubten Wassertröpfchen wird der Raumluft Wärme entzogen (adiabate Kühlung), so dass die dezentrale Befeuchtung neben der Einhaltung der gewünschten Luftfeuchtigkeit auch der Optimierung der Kühlung dient.

Neben den Teilklimaanlagen und der dezentralen Befeuchtung ist zusätzlich ein Umluftkühlsystem vorhanden. Acht dezentrale Umluftkühlgeräte sorgen für sich oder im Zusammenspiel mit den beiden anderen Systemen dafür, dass die hohen internen Wärmelasten auch bei heißen und feuchten Außenluftzuständen sicher abgeführt und die Vorgaben der Arbeitsstättenrichtlinie eingehalten werden können. Hierzu trägt auch die Einbindung des

450 Kubikmeter fassenden Sprinklertanks bei. Dieser ist als unterirdisches Betonbauwerk errichtet worden und dient auch als Kältespeicher und zur Rückkühlung des Umluftkühlsystems. Die Wärmeverluste an das Erdreich sorgen für seine natürliche Regeneration. Alternativ kann der Sprinklertank aber auch aktiv mit der Kältemaschine oder bei kalter Außenlufttemperatur mit den Vorwärmern der Teilklimaanlagen heruntergekühlt werden.

Für das optimierte Zusammenspiel der beschriebenen Systeme sorgt eine DDC-Regelung mit Gebäudeleittechnik. Die Betriebserfahrungen der ersten zwei Jahre weisen aus, dass der Heizenergiebedarf gegenüber vergleichbaren Standorten der Firma Faller deutlich geringer ausfällt. Eine Analyse des Verbrauchs an elektrischer Energie steht noch aus. Jedoch lässt sich auch hier abschätzen, dass freie Kühlung, Kälterückgewinnung und die Einbindung des Sprinklertanks zu einer effizienten Energienutzung maßgeblich beitragen. ■



Großes Augenmerk galt der Kühlung: Neben Teilklimaanlagen und dezentraler Befeuchtung sorgen acht dezentrale Umluftkühlgeräte für das Abführen der hohen, internen Wärmelasten

Namen und Daten

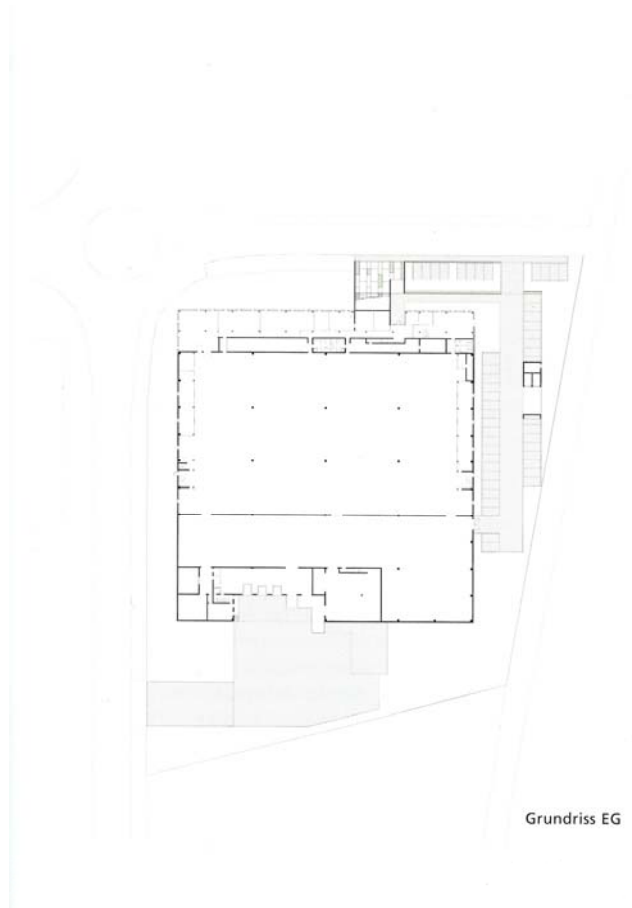
Objekt:	Faller Pharma Service Center, Binzen
Bauherr:	August Faller KG
Architekt/Generalplaner:	pfeifer roser kuhn architekten (heute pfeifer. kuhn. architekten), Freiburg
Statik:	Mohnke Bauingenieure, Denzlingen
Energetisches Konzept, thermische Bauphysik:	Delzer Kybernetik, Lörrach
Haustechnik:	ratio energie, Lörrach
Planungsbeginn:	Juni 2001
Baubeginn:	02.10.2002
Produktionsbeginn:	10.11.2003
Bruttogeschossfläche (BGF):	8 875 m ²
Bruttorauminhalt (BRI):	54 096 m ³
Nutzfläche Gesamt (NF):	7 293 m ²
Verwaltung:	905 m ²
Produktion:	4 023 m ²
Lager/Logistik:	2 365 m ²
Funktionsfläche:	Technik 463 m ²
Bausumme:	zirka 7,54 Mio. Euro inkl. MwSt.

Ohne Möblierung und Betriebstechnik:
 128 Euro/m³ BRI, 850 Euro/m² BGF,
 Durchschnittswert 962 Euro/m² BGF
 Förderung aus dem BADENOVA Innovations-Fond
 Klima- und Wasserschutz: 70 000 Euro

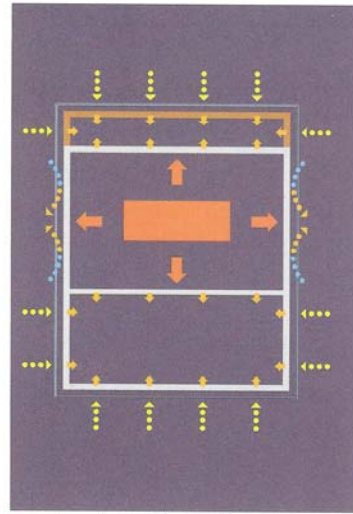
Wärmedurchgangskoeffizienten nach neuer Energieeinsparverordnung:
 Fassadenhülle Verwaltung 15,0 kWh/m²a, zulässig 21,5 kWh/m²a
 Produktion 0,66 W/m²K, zulässig 0,82 W/m²K
 Lager 0,46 W/m²K, zulässig 0,86 W/m²K

Einsparpotenzial im Vergleich zum DIN-Standard:

Primärenergie:	2 019 000 kWh/a
CO ₂ (0,22 kg/kWh):	444 t/a
Kosten (0,05 Euro/kWh):	100 950 Euro/a



Grundriss EG



Funktionsprinzip Schwarzwaldhof: Um die Wärmequellen innerhalb der Produktionshalle gruppieren sich Verwaltung und Logistik. Interne Wärmelasten können so sinnvoll zur Beheizung genutzt werden