

Gesamtheitliche und zukunftsfähige Systemlösungen für den mehrgeschos- sigen Gewerbe- und Wohnbau

Holistic and sustainable system solutions for
multistory commercial and residential buildings –
a new headquarters for Kampa

Solutions systémiques globales pour la construction
bois multiétage à destination tertiaire ou pour l'habitat :
le nouveau siège administratif de Kampa GmbH

Josef Haas
KAMPA GmbH
DE-Steinheim a.A.



Gesamtheitliche und zukunftsfähige Systemlösungen für den mehrgeschossigen Gewerbe- und Wohnbau

Das neue Verwaltungsgebäude der Kampa



Abbildung 1: KAMPA K8, das neue Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude der KAMPA GmbH

1. Einleitung

Was heißt denn „zukunftsfähig“? Nehmen wir die verbindliche Gebäuderichtlinie der Europäischen Union beim Wort: „...ab Dezember 2020 müssen alle Neubauten „Niedrigst-energiegebäude“ sein...“ (Artikel 9) und auch die politische Zielsetzung der Bundesregierung: „...soll bis 2050 ein klimaneutraler Gebäudebestand erreicht werden...“ (Koalitionsvertrag).

Damit bedeutet zukunftsfähig:

- Nahe null Energiebedarf aller Wohn- und Objektbauten, das betrifft den Neubau und die Sanierung gleichermaßen
- Erzeugung der benötigten Energie aus erneuerbaren Quellen, einschließlich dezentral, also unmittelbar am Gebäude erzeugter Energie

Energieeffizienz ist also das zentrale und unabdingbare Thema der Zukunft. Die dazu erforderliche, zunehmende energetische Qualität bei Neubau und Sanierung ist schon lange keine Kür mehr, sondern gesetzlich verordnete Pflicht. Auch die aktuelle Energieeinsparverordnung 2014/16 markiert noch nicht das Ende der energetischen Bauvorschriften zum Zwecke von Klimaschutz und Energiewende. Wirtschaftlich betrachtet amortisieren sich die erhöhten Baukosten, also die Investitionen in Energieeffizienz, in der Lebenszyklusbetrachtung in Form geringerer Betriebskosten.

Zukunftsfähigkeit bedeutet jedoch darüber hinaus, die Wirtschaftlichkeit von Wohn- und Objektbauten insgesamt weiter zu verbessern. Dazu muss die gesamte Wertschöpfungskette am Bau bzw. der gesamte Lebenszyklus von Gebäuden hinsichtlich noch verborgener, lohnenswerter Effizienzpotenziale betrachtet werden. Das betrifft bereits die Planungs- und

Projektierungsphase, das betrifft sehr intensiv die Ausführungsphase und dann dauerhaft die Nutzungsphase eines jeden Gebäudes.

Die Effizienz gesamtheitlich in den Mittelpunkt zu rücken, um daraus positive Effekte für die Wirtschaftlichkeit und die Zukunftsfähigkeit zu ziehen, genau das war unser Ansatz bei der Entwicklung und Errichtung des KAMPA K8, welches wir als unser neues Verwaltungs- und Ausstellungsgebäude dieser Tage in Betrieb nehmen. Diesen Ansatz nennen wir das „KAMPA Effizienzprinzip“.

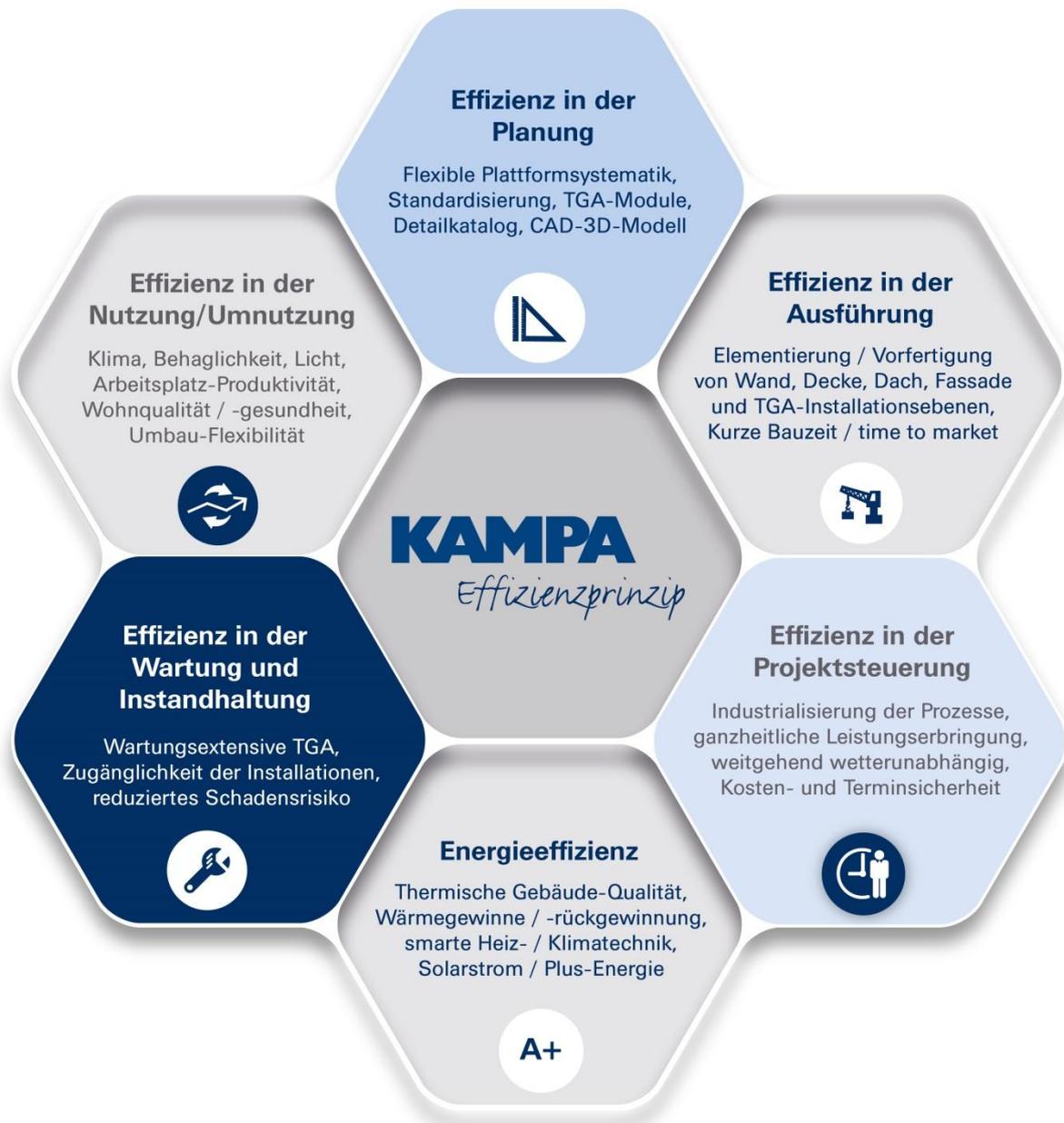


Abbildung 2: KAMPA Effizienzprinzip

Um den Rahmen dieses Beitrages nicht zu sprengen, beschreiben wir daraus nachfolgend nur drei ausgewählte Aspekte:

- Plattformsystematik für mehr Effizienz in der Planung
- Plus-Energie als zukünftiger Gebäudestandard für mehr Ökologie und Ökonomie
- Neubewertung von Wartungsaufwand und Instandhaltungsrisiken

2. Plattformsystematik für mehr Effizienz in der Planung

Bereits in der Planungsphase kann ein Bauprojekt dem „Effizienzprinzip“ unterworfen werden, ohne dass dabei die Kunst, d.h. die Architektur darunter leidet. So unterschiedlich die Anforderungen aus der geplanten Nutzung eines Gebäudes, aus den Gegebenheiten des Grundstücks und infolge der Vorgaben aus dem Baurecht sind, so unterschiedlich sind die Ergebnisse aus Architektur und Planung für ein jedes Projekt. Das wird so bleiben. Dennoch muss versucht werden, Entwurf und Planung zu modularisieren, um die Effizienz zu steigern, d.h. Zeiten und Kosten zu reduzieren.

Das K8 ist daher nicht nur das als neuer KAMPA Firmensitz errichtete Gebäude in Aalen-Waldhausen, sondern es wurde gleichzeitig als Plattformkonzept für zukünftige weitere Gebäude ähnlicher Typologie angelegt. Die variablen Nutzungsformen können dabei sowohl gewerblich, als Bürogebäude, als auch wohnwirtschaftlich sein. Für eine weitgehende Variabilität ist die Entwurfsplattform des K8 in der Gebäudebreite, im Achsmaß der Raumzellenstruktur und in der Anzahl der Geschosse skalierbar, ohne dass sich das zugrunde liegende Tragwerkskonzept ändert. Der Plattformgedanke bezieht sich dann auch auf die Ebene der eingesetzten Bauelemente, bei denen eine möglichst weitgehende, Standardisierung in der Konstruktion angestrebt wird. Im Bereich der Konstruktionsdetails bietet die K8-Plattform interessante Lösungen, um die Anforderungen aus Brandschutz, Schallschutz und Wärmebrückenminimierung äußerst effizient zu realisieren.

2.1. Plattformsystematik als Entwurfs- und Planungsprinzip

Die Plattform K8 steht für eine schlanke Gebäudeform, welche sowohl die Nutzung als Wohnhaus als auch als Bürogebäude ermöglichen soll. Das einmal entwickelte und somit vordefinierte Tragwerk soll bei Variation des Gebäudes unverändert bleiben. Die Variation des Gebäudes entsteht durch:

- Veränderung der Anzahl der statischen Zellen des Tragwerks (Länge des Gebäudes)
- Skalierung des Achsmaßes der statischen Zellen innerhalb vorgegebener Grenzen, das sind 2,5 m bis 3,2 m (Länge des Gebäudes)
- Skalierung der Gebäudebreite innerhalb vorgegebener Grenzen, das sind 12,0 m bis 13,5 m
- Variation der Anzahl der Geschosse von fünf bis acht (Höhe des Gebäudes, inkl. Untergeschoss)
- Katalog von Grundrissvarianten, sowohl für Wohnnutzung mit ganz verschiedenen Wohnungsgrößen, als auch für Büronutzung
- Fassadenstrukturen als Lochfassade, die großformatige Verglasungen, aber auch eine geschlossene Fassadenstruktur mit Balkontür und Fensterelement ermöglichen
- schließlich werden die Fassadenelemente beliebig mit Holz, Plattenmaterial oder in Putz gestaltet, ohne aber in die Konstruktion der Tragebene und der Dämmebene sowie in die Einbausituation der Fenster und Beschattungselemente einzugreifen
- optionale Ergänzungsmodule wie vorgestellte Balkone, vorgelagerte Erschließungseinheiten

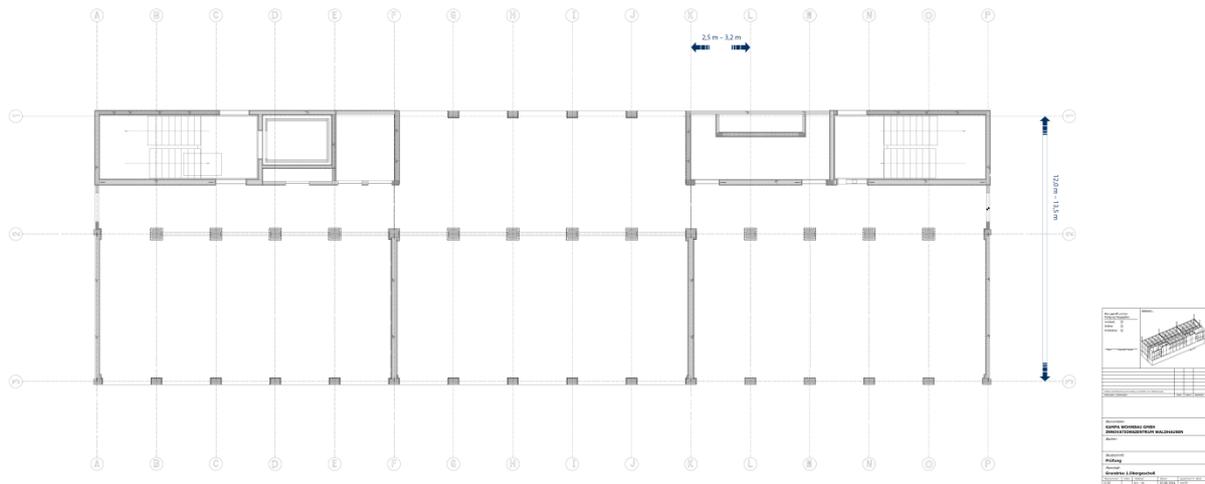


Abbildung 3: Variation der Gebäudegeometrie bei unverändertem Tragwerkskonzept

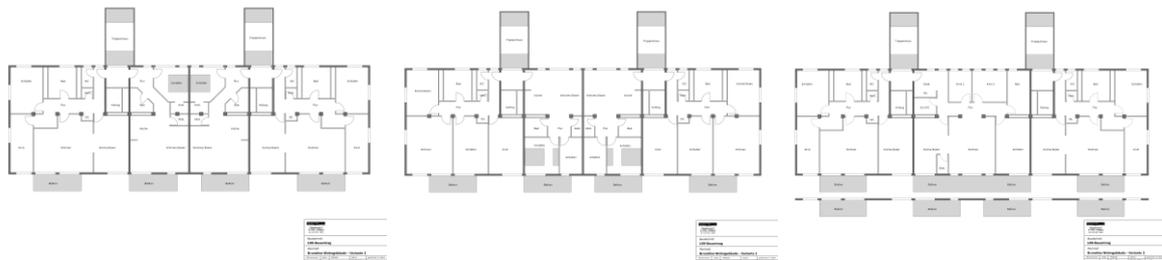


Abbildung 4: Auswahl der Grundrissvarianten mit vorgelagerten Erschließungseinheiten

Eine solche Plattform, oder nennen wir es Entwurfsbaukasten, lässt eine hinreichend flexible Reaktion auf die jeweils individuellen Anforderungen aus Grundstück, Baurecht und der angestrebten Nutzung des neuen Gebäudes zu. Die Effizienzsteigerung durch die Anwendung einer solchen Plattformsystematik bei einem folgenden Gebäude liegt auf der Hand, denn wesentliche Planungsaufgaben müssen nicht von Grund auf neu gelöst werden, sondern erfahren lediglich eine Anpassung:

- Tragwerkskonzept
- Brandschutzplanung
- TGA-Planung

Unter Anwendung der KAMPA Plattformsystematik wird der Entwurfs- und Planungsprozess um bis zu 50 % abgekürzt.

2.2. Plattformsystematik der Bauelemente für Wand, Decke, Dach

Für die Plattformsystematik K8 wurden Bauelemente für Wand, Decke und Dach zugrunde gelegt bzw. entwickelt, welche in ihrer Konstruktion unabhängig von der Nutzungsform und Gestaltungsausprägung zukünftiger Gebäude unverändert wieder verwendet werden können.

Zum Beispiel das Außenwandelement: Es besteht aus einem 140 mm Massivholzelement als Tragebene, einem vorgesetzten 300 mm Ständerwerk als Dämmebene und als Abschluss wahlweise einer Putzfassade, Holzverkleidung, Faserzementplatten oder einer Natursteinfassade. Fenster- und Beschattungselemente werden ebenfalls bereits werkseitig montiert. Das Außenwandelement für das K8

- erreicht mit $U = 0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ Passivhausqualität,
- mit einer Phasenverschiebung von 13 Stunden einen hervorragenden sommerlichen Hitzeschutz

- ermöglicht diverse Fassadengestaltungen, ohne in die thermische Gebäudehülle eingreifen zu müssen
- und bietet einen maximalen Vorfertigungsgrad.

Oder das Multifunktions-Deckensegel: Das sind für das K8 entwickelte Holzrahmenelemente als Installationsebene, welche unterhalb des eigentlichen Deckenelementes montiert werden. Die Multifunktions-Deckensegel werden bereits werkseitig komplett bestückt mit Heiz- und Kühlsystem, Lüftungsverrohrung und -ventilen, Elektroinstallation sowie einer unterseitigen Akustikplatte. Damit werden wesentliche Teile der TGA-Installation nicht nur von der Baustelle in die Produktionshalle vorverlegt, sondern unterliegen auch einer effizienten Standardisierung. Lediglich die Außenabmessungen der Deckensegel variieren in Abhängigkeit vom jeweils gewählten Achsmaß des Tragwerkskonzeptes.



Abbildungen 5: Multifunktions-Deckensegel

Systematisierte Bauelemente für Wand, Decke und Dach sowie Installationen reduzieren spürbar den Planungsaufwand für zukünftige Gebäude auf der Plattform K8. Und sie ermöglichen eine enorm verkürzte Bauzeit: Nur sieben Montagetage pro Geschoss des K8, komplett für Außenwand inkl. Fassade, Fenster, Beschattung, Innenwände, Deckensegel mit weiten Teilen der Installation und Decke.

Die Standardisierung in der Konstruktion, die Elementierung von Wand, Decke, Dach inklusive Installationen und die industrielle Vorfertigung dieser standardisierten Bauelemente sind Kernkompetenzen des modernen Holzbaus. Insbesondere für den mehrgeschossigen Wohn- und Objektbau müssen wir die darin enthaltenen Effizienzpotenziale vollständig ausschöpfen.

2.3. Plattformsystematik auf Ebene der Konstruktionsdetails

Es ist das Diktat einer gesicherten Bauqualität, dass ausschließlich ausgereifte und hinreichend erprobte Konstruktions-, Anschluss- und Einbaudetails zur Ausführung kommen. Ungenau formulierte und damit improvisierte Lösungen sind zwingend zu vermeiden. Beim industriellen Holzbau wird das schon dadurch erreicht, dass für die computergesteuerte Fertigung kein Detail undefiniert bleiben kann. Ganz anders als bei einer konventionellen Baustellenarbeit.

So flexibel die Plattformsystematik im Entwurf auf individuelle Anforderungsprofile reagieren will, so konsequent verhalten wir uns im Katalog der Konstruktionsdetails. Wenn neue Anforderungen eine neue konstruktive Detaillösung erfordern, werden diese, oft auch in Zusammenarbeit mit spezialisierten Fachinstituten, entwickelt und intensiv erprobt, bevor sie ausgeführt werden.

Beispiel „Treppenaufleger im K8“. Das Treppenhaus des K8 ist komplett in Holz errichtet, gekapselt mit Gipskartonplatten. Lediglich die Treppenläufe und die Podeste sind aus Beton. In Zusammenarbeit mit der TU München wurde für das K8 eine konstruktive Lösung entwickelt, bei der die Treppenpodeste aus Beton formschlüssig in der Treppenhauswand aus Massivholz verankert werden. Dabei konnte auf die Verwendung von brandtechnisch sensiblen Stahlwinkeln und Befestigungsmittel, die das Holzbauteil durchdringen o.ä. verzichtet werden. Ein effizienter Beitrag im Brandschutzkonzept einerseits und für die zügige Montageabfolge sowie die Finisharbeiten andererseits.

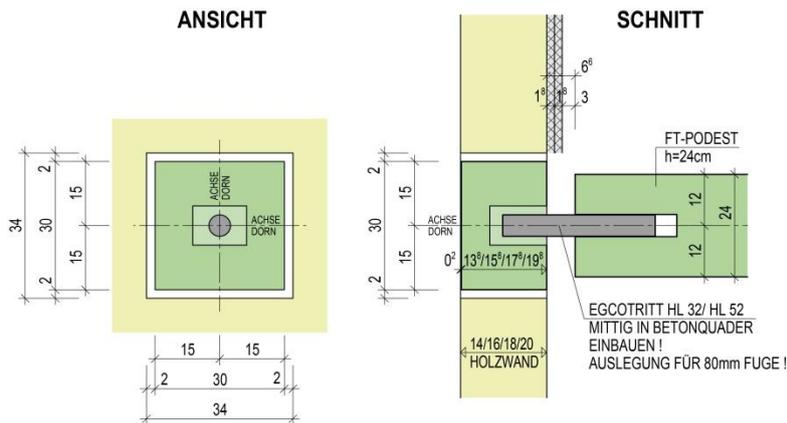


Abbildung 6: Detail Treppenaufleger

3. Plus-Energie als zukünftiger Gebäudestandard für mehr Ökologie und Ökonomie

Energieeffizienz ist nicht nur ein Gebot des geforderten Klima- und Umweltschutzes. Energieeffizienz ist vor dem Hintergrund der aktuellen Preisentwicklung am Energiemarkt eine maßgebliche Größe für die Wirtschaftlichkeit eines Gebäudes. Stellen wir uns vor, ein Wohn- oder gewerbliches Gebäude würde keine Energiekosten mehr im Betrieb verursachen. Welche Auswirkung auf den Mietertrag im Wohnbau hätte das, oder auf die laufenden Betriebskosten eines Bürogebäudes?

3.1. Energieeffizienzmaßnahmen in erster Priorität

Nach unserer Überzeugung müssen Energieeffizienzmaßnahmen sich immer zuerst auf die Gebäudehülle beziehen, bevor Investitionen in umfangreiche Gebäudetechnik getätigt werden. Es muss das Ziel sein, zunächst die Heizlasten, also die Transmissions-Wärmeverluste so weit wie möglich zu minimieren und passive Wärmegegewinne optimal zu nutzen, um den dann verbleibenden Heizbedarf mit möglichst wenig (und auch einfacher) Heiztechnik decken zu können. Für diesen Ansatz eignet sich der Holzbau mit seinen naturgegebenen Eigenschaften in idealer Weise.

Für das K8 wurden daher in erster Priorität alle Außenbauteile energetisch optimiert:

- Kellergeschoss unterseitig und umlaufend hochwertig gedämmt, $U=0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Außenwandkonstruktion in Passivhausqualität, $U= 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ und einer Phasenverschiebung von 13 Stunden
- Dreischeibenverglasung mit $U=0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ bzw. $U_g = 0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$
- Dachaufbau, als Flachdach (Warmdach) $U= 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

Die energetische Qualität der Gebäudehülle des K8 reduziert den Heizbedarf gegenüber konventionellen Konstruktionen um ca. 60%.

3.2. Energieeffizienzmaßnahmen in zweiter Priorität

In zweiter Priorität wurde Wert darauf gelegt, dass die anlagentechnische Ausstattung des Gebäudes zwar hochenergieeffizient ist, aber technisch einfach, im Sinne einer hohen Zuverlässigkeit und geringen Wartungsintensität.

Das Be- und Entlüftungssystem der Firma Robathermim K8 arbeitet mit einem Wärmerecyclinggrad von mehr als 75 Prozent. Damit geht nur ein Bruchteil der in der verbrauchten Abluft enthaltenen Wärme an die Umwelt verloren. Die Lüftungswärme wird weitgehend der frischen Zuluft wieder zugeführt und bleibt somit dem „Energiesystem Gebäude“ erhalten, bzw. deckt einen wesentlichen Teil des Heizwärmebedarfes ab.

Eine kleine Wärmepumpenkaskade (Sole-Wasser Wärmepumpen) mit einer Gesamtleistung von 119kW, bestehend aus 3 Standard-Wärmepumpen der Firma Viessmann (2x 45 kW und 1x29kW) bildet die Heiz- und Kühleinheit für das KAMPA K8.

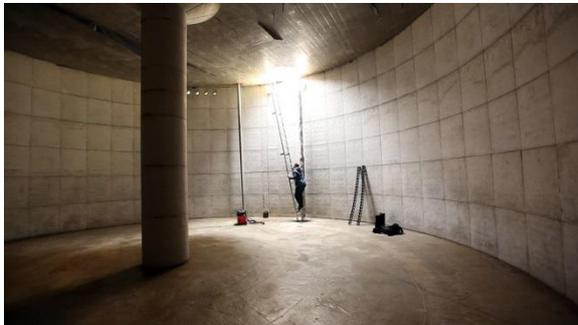
Die Wärmepumpenkaskade arbeitet mit einer COP-Zahl von 4,65. Damit beträgt die elektrische Leistungsaufnahme nur 24,5 kW.

Das ist der erfreuliche Effekt der enormen energetischen Qualität der Gebäudehülle:

- Geringe Heizlast → nur klein dimensionierte Heizung (Heizverteilsystem, Wärmeerzeuger) erforderlich
- Geringe Kühllast → separate Klimaanlage nicht erforderlich, Kühlleistung kann über das vorhandene, reversible Heizsystem / Wärmepumpe erbracht werden.

Um die hohe Arbeitszahl (COP = 4,65) zu erreichen, arbeitet die Wärmepumpenkaskade im KAMPA K8 jedoch nicht wie gewöhnlich mit der Außenluft als Energie-Austauschmedium. Denn die Außenluft hat den Nachteil, dass sie im Winter oft zu kalt, und im Sommer oft zu warm ist für einen effizienten Arbeitspunkt der Wärmepumpe.

Für das K8 wird stattdessen ein Solar-Eisspeicher von Isocal als Energieträger und als Medium für das Wärmetauscher System eingesetzt. Grundlage eines Solar-Eisspeichers ist das Phänomen der Kristallisationsenergie. Die Kristallisationsenergie (auch Erstarrungswärme genannt) wird freigesetzt, wenn das Wasser seinen Aggregatzustand von flüssig nach fest verändert, also gefriert.



Abbildungen 7: Eisspeicher, ohne und mit Installation

Als Energieäquivalent kann genannt werden: 126 Liter Wasser erstarren zu Eis. Daraus wird eine Energiemenge frei, die im Äquivalent einem Liter Heizöl entspricht.

Das Heizöl kann man nicht wieder regenerieren - im Gegensatz zum Solar-Eis-System. Hier wird durch Regenerationskollektoren die sommerliche Umweltwärme genutzt, um den Eisspeicher wieder aufzutauen, zu laden. Auch die Abwärme der Wärmepumpe aus dem sommerlichen Kühlbetrieb wird dem Eisspeicher zugeführt.

Der Eisspeicher für das KAMPA K8 hat ein Volumen von 685.000 Liter Wasser (Durchmesser 12,5 m / Höhe = 6,0 m). Die Kristallisationsenergie dieses Wasservolumens entspricht 5.437 Liter Heizöl und ist in der Lage, in Verbindung mit 186 m² Regenerationskollektorenden Heiz- und Kühlbedarf des achtgeschossigen K8 abzudecken.

Der Solar-Eisspeicher ist demzufolge der hauseigene Energieversorger, also ein Puffer, der die sommerliche Wärme speichert, um sie für den winterlichen Heizbetrieb zur Verfügung zu stellen.

3.3. Energieeffizienzmaßnahmen in dritter Priorität

Die energetische Qualität der Gebäudehülle als wichtigster Effizienzbaustein und die beschriebene hocheffiziente Gebäudetechnik mit Eisspeicher führen dazu, dass die verbleibende notwendige Endenergie, also die Antriebsenergie für Heizung, Lüftung und Warmwasser mit 15,1 kWh/m²a, das sind ca. 46.000 kWh im Jahr für das gesamte Gebäude, auf ein Minimum reduziert ist. So gering, dass sie am Gebäude selbst aus Sonnenenergie erzeugt werden kann.

Das ist in dritter Priorität, wir sagen in logischer Konsequenz die Erzeugung von Photovoltaikstrom, erneuerbar und dezentral. Die auf dem Flachdach installierte PV-Anlage leistet 60 kWp, das sind ca. 60.000 kWh Stromerzeugung pro Jahr. Und damit mehr als das Gebäude für Heizen, Lüften und Warmwasser in der Jahresbilanz verbraucht, also Plus-Energie.

Der jährliche Überschuss, die Plus-Energie von ca. 14.000 kWh, kann für den Betrieb der Bürogeräte, der Beleuchtung und natürlich zum Betanken der e-Mobile von KAMPA und deren Gäste genutzt werden.

4. Neubewertung von Wartungsaufwand und Instandhaltungsrisiken

Für die Wirtschaftlichkeit eines Gebäudes spielen die laufenden Wartungskosten und die Rücklagen für Instandhaltungen sowie die Prämien für die Versicherung der Gebäuderisiken eine wesentliche Rolle. Dem Holzbau wird unterstellt, dass er diesbezüglich gegenüber dem Massivbau Nachteile zeigt. Aus unserer Sicht ist das Gegenteil der Fall, wie wir an einigen Positionen des KAMPA K8 aufzeigen wollen.

Die kompletten Installationen für Heizung, Kühlung, Lüftung, Sanitär und Elektro sind leicht zugänglich:

- im vertikalen Installationsschacht, der auch im Deckenbereich zugänglich ist
- in horizontalen Installationssträngen unter den Decken
- in Installationsebenen vor den Wänden
- in den Multifunktions-Deckensegeln

Die Bekleidung dieser Installationsbereiche kann ohne nennenswerte Schäden im Umfeld entfernt bzw. wieder ergänzt werden.

Vergleichen wir das mit Installationen, die konventionell oder im Estrich des Fußbodenaufbaus eingebracht sind, im Hinblick auf:

- Schnelligkeit in der Lokalisierung einer Schadensursache
- Erreichbarkeit im Falle einer notwendigen Reparatur
- Erreichbarkeit für die Reinigung z.B. der Lüftungskanäle
- Erreichbarkeit bei etwaig notwendigen Umbauten infolge geänderter Nutzung

Für die Wirtschaftlichkeit ergeben sich aus diesem Installationsprinzips im Holzbau drei spürbare Effekte:

Der Umfang von Folgeschäden an der Konstruktion z.B. bei einem Leitungswasserschaden ist regelmäßig geringer als in einem konventionell errichteten Gebäude, da der Schaden einerseits deutlich schneller erkannt wird und Wasser nicht erst durch die Konstruktion sickern muss. Zudem nimmt die Holzkonstruktion weniger Feuchte auf als Mauerwerk oder Beton und ist daher bei größeren Wasserschäden, auch infolge etwaigen Löschwassers besser wieder in Stand zu setzen.

Der Aufwand für Instandhaltungsmaßnahmen und Wartungsarbeiten ist aufgrund der guten Erreichbarkeit der Installationen geringer.

Sowohl die einfachere, und damit kostengünstigere Reparatur eines Leitungsschadens als auch der geringere Umfang von Folgeschäden verringern das Risiko für den Eigentümer bzw. dessen Versicherer signifikant. Wir gehen davon aus, dass dies im Zuge der anstehenden Bewertungen durch die Risk-Abteilungen der Versicherer auch zu geringeren Prämien führen wird.

Für das Facility Management von Gewerbe – und Wohngebäuden sind dies wichtige Hebel in der Wirtschaftlichkeit.

Ergänzend bleibt festzuhalten, dass das Brandrisiko für das KAMPA K8 in Holzbauweise nicht höher eingestuft wurde, als für ein vergleichbares Gebäude in konventioneller Bauweise.

5. Fazit

„Gesamtheitliche und zukunftsfähige Systemlösungen für den mehrgeschossigen Gewerbe- und Wohnbau“, so lautet unser Thema. Die Herausforderungen für Zukunftsfähigkeit bestehen in der Energieeffizienz und der Nutzung weiterer Effizienzpotenziale in der Planung, in der Ausführung und in der Nutzungsphase von Gewerbe- und Wohnbauten.

Mit dem KAMPA K8 ist eine Plattformsystematik entstanden, welche sich in breiter Variationsvielfalt auf zukünftige, weitere Gebäude mit ihren jeweils individuellen Anforderungsprofilen anwenden lässt. Eine Reduzierung der Kosten für Entwurf, Tragwerksplanung, TGA-Planung, Werk- und Ausführungsplanung um ca. 50 Prozent erscheint realistisch.

Mit dem KAMPA K8 ist aber auch eine Bauweise bzw. Energieeffizienzstandard definiert, welcher in der Nutzungsphase dauerhaft positive Effekte für die Wirtschaftlichkeit des Objektes auslöst und damit die anfängliche Mehrinvestition in Energieeffizienz schnell amortisiert. Dies sei nachfolgend am Beispiel des K8 als mögliches Wohngebäude aufgezeigt.

EnEV Referenzgebäude zum KAMPA K8		1 Jahr	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre
Energiekosten Heizen/Lüften/WW	Referenzgebäude bildet den energetischen Mindeststandard der EnEV ab. Annahme: Energie-Preissteigerung 3 % p.a.	24.190 €	277.310 €	449.900 €	649.990 €
KAMPA K8		1 Jahr	10 Jahre	15 Jahre	20 Jahre
Energiekosten Heizen/Lüften/WW	Endenergiebedarf 15,1 kWh/m ² a Strom bei 3.052 m ² sind das 46.085 kWh/a Annahme: Strompreis 25 Cent plus 3 % p.a.	11.520 €	132.100 €	214.250 €	309.550 €
Solarstromerzeugung Einsparung Energiekosten durch selbst genutzten Solarstrom	Gesamterzeugung PV: 60.000 kWh/a, Eigennutzungsanteil 53 % = 31.800 kWh/a das reduziert den netzbezogenen Strom	-7.950 €	-91.140 €	-147.860 €	-213.620 €
Einspeisevergütung für nicht selbst genutzten Solarstrom	Gesamterzeugung PV: 60.000 kWh/a Anteil Netzeinspeisung 47 % / 28.200 kWh/a Einspeisevergütung 12 Cent / kWh	-3.385 €	-33.850 €	-50.775 €	-67.700 €
Kapitalkosten infolge der Zusatzinvestition in Energieeffizienz	Mehrinvestition 200 €/m ² bzw. 610.000 €, Zinsen 2 % bei vollständiger Fremdfinanzierung, Annuitäteneffekt auf die Zinsen bei anfänglicher Tilgung von 2% berücksichtigt	12.200 €	110.400 €	155.000 €	197.884 €
Zinsvorteil KfW-Förderung Energieeffizienz im Wohnbau	28 Wohneinheiten im K8 Förderdarlehen 1,4 Mio € zu 1,25 % eff. Zins Zinsvorteil ggü. Hypothekendarlehen: 0,75 %, Zinsbindung 10 Jahre, Anschlusszins 5%, Tilgungszuschuss in der Zinsentwicklung berücksichtigt	-10.500 €	-120.750 €	-155.750 €	-190.750 €
Summe KAMPA K8		1.890 €	-3.240 €	14.870 €	35.320 €
Kostenvorteil K8 ggü. Referenzgebäude, kumuliert		22.300 €	280.550 €	435.030 €	614.670 €
Einmaleffekte					
Tilgungszuschuss KfW-Förderung Energieeffizienz im Wohnbau	28 Wohneinheiten im K8 Tilgungszuschuss 5.000 € je Wohnung	140.000 €			
Time to market Mehrerlös durch frühere Fertigstellung	6 Monate kürzere Bauzeit ggü. konventionellem Bau und damit frühere Vermietung / Nutzung: 3.052 m ² á 10 €	183.120 €			

Abbildung 8: Wirtschaftlichkeit des KAMPA K8 als Wohngebäude

Der Energiebedarf für Heizen, Lüften und Warmwasser ist um mehr als 50 Prozent gegenüber dem vergleichbaren Referenzgebäude gemäß Energieeinsparverordnung (EnEV) gesenkt. Mit der eigenen Solarstromerzeugung wird dieser Energiebedarf vollständig gedeckt und darüber hinaus Plus-Energie zur Verfügung gestellt. Zusammen mit den Kosteneinsparungen und den Einspeisevergütungen aus der Solarstromerzeugung ist der Betrieb des Gebäudes nahezu energiekostenfrei gegeben.

Auch die weiteren Betriebskosten werden spürbar entlastet:

- geringere Wartungskosten
- kostengünstigere Schadensbeseitigung / Instandsetzung
- reduzierte Versicherungsprämien

Wir erwarten einen Einsparungseffekt von ca. 30 Prozent, ohne ihn aber in der Beispielrechnung bereits zu quantifizieren.

Natürlich müssen bei der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auch die Kapitalkosten für die Mehrinvestition in Energieeffizienz, welche mit ca. 200,- €/m² zu kalkulieren sind, berücksichtigt werden.

Zudem können im Wohnungsbau die Finanzierungsvorteile der staatlichen Förderprogramme für energieeffizientes Bauen genutzt werden, das sind attraktive Zinsvergünstigungen und ein Tilgungszuschuss für jede förderfähige Wohnung. Bei den Zinsvorteilen ist berücksichtigt, dass mit dem Tilgungszuschuss, der in etwa nach Fertigstellung des Gebäudes mit dem Darlehenskonto verrechnet wird, für diesen Betrag gar keine Zinsen mehr anfallen. So decken allein die Zinsvorteile die o.g. Kapitalkosten für die Zusatzinvestition in Energieeffizienz vollständig.

Schließlich führt die kurze Bauzeit zu einer deutlich früheren Vermarktung bzw. Vermietung des Objektes – time to market – und damit zu ca. sechs zusätzlichen Monatsmieteinnahmen, die die Wirtschaftlichkeit ganz nennenswert verbessern.

Durch die laufenden (und von Jahr zu Jahr steigenden) Kostenvorteile und durch die Einmaleffekte aus Tilgungszuschuss und time to market amortisiert sich die Mehrinvestition in Energieeffizienz binnen zehn Jahren vollständig. Danach laufen die Kostenvorteile unvermindert weiter, auf dem Niveau einer Monatsnettokaltmiete.

So gesehen bieten der moderne, mehrgeschossige Holzbau und das KAMPA Effizienzprinzip dem Wohnungsbau den Weg zu einer 13. Monatsnettokaltmiete. Jahr für Jahr.

Es zeigt sich, dass der mehrgeschossige Holzbau nicht nur die bekannten ökologischen Vorteile hat, sondern auch nennenswerte Potenziale für die Ökonomie, die Wirtschaftlichkeit der Gebäude entfalten kann. Mehrgeschossiger Holzbau ist also kein Selbstzweck. Mehrgeschossiger Holzbau kann und muss als Leistungsprodukt verstanden und vermarktet werden, um damit im Wettbewerb der Wirtschaftlichkeit zu bestehen.