

Diagramm 97: Zusammenstellung des Mittelwerts der Außen- und Innenlufttemperaturen bei den sechs gemessenen Gebäuden

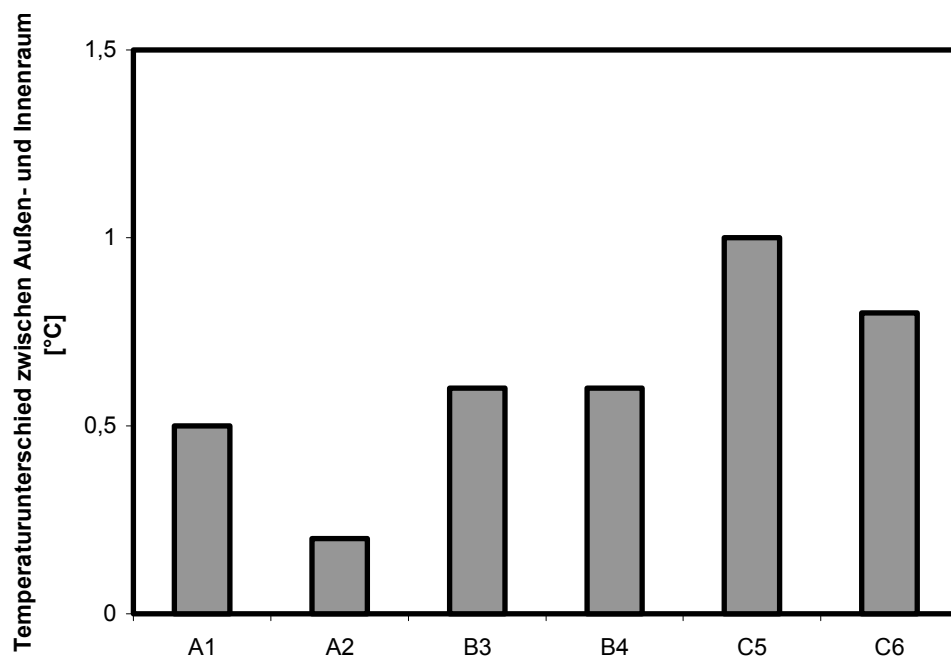


Diagramm 98: Zusammenstellung des Temperaturunterschieds zwischen Außen- und Innenraum bei den sechs gemessenen Gebäuden

Der Mittelwert der Lufttemperaturdifferenz gibt den Temperaturunterschied zwischen Außen- und Innenraum wieder (Diagramm 97 und 98). Ein großer

Unterschied findet sich im C5-Versicherungsbüro und im C6-Büro, verursacht durch den Laubengang um diese Gebäude herum. Der Laubengang schützt das Gebäude vor der Sonneneinstrahlung. Die Sonneneinstrahlung spielt eine große Rolle bei der Erhöhung der Temperatur im Innenraum; sie muss abgehalten werden. Im Bürogebäude B3 gibt es einen relativ guten Sonnenschutz vor den Fenstern; deshalb weist es einen größeren Temperaturunterschied als das Wohnhaus A1 und das A2-Büro auf. Das B3-Büro hat im Obergeschoss mit dem Laubengang einen guten Sonnenschutz. Das Wohnhaus A1 und das A2-Büro haben wenig Sonnenschutz; deshalb dringt die Sonne hier direkt ein und erhitzt den Innenraum. Außen- und Innenraum haben fast die gleiche Lufttemperatur.

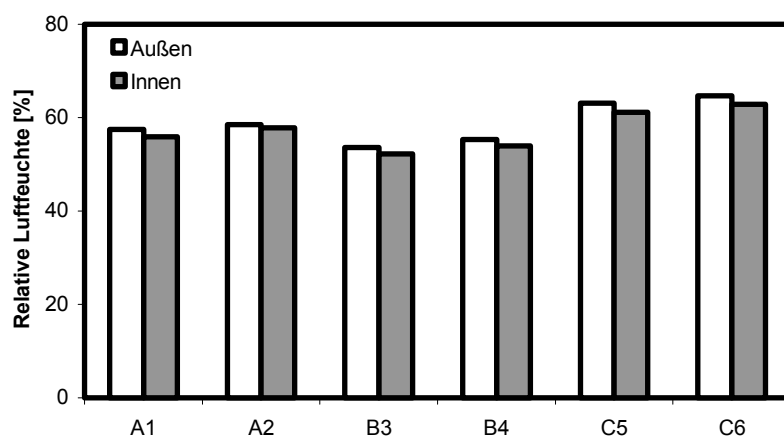


Diagramm 99: Zusammenstellung der Mittelwerte der relativen Luftfeuchte bei den sechs gemessenen Gebäuden

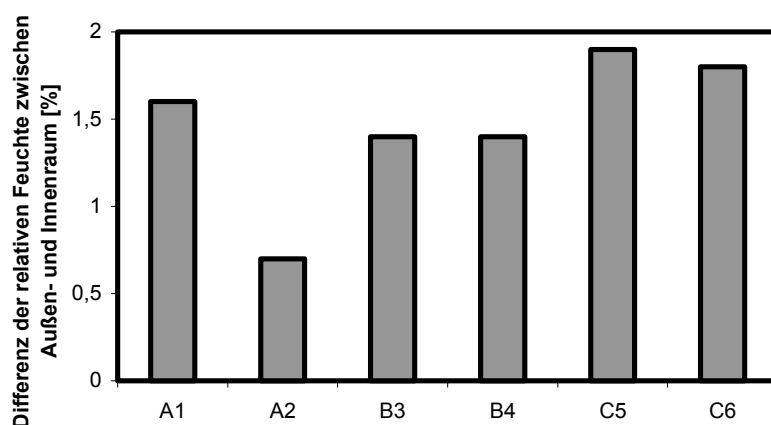


Diagramm 100: Zusammenstellung der Luftfeuchte-Differenz zwischen Außen- und Innenraum bei den sechs gemessenen Gebäuden

Die Luftfeuchte-Differenz zwischen Außen- und Innenraum wirkt auf das Wohlfühl im Innenraum ein (Diagramm 99 und 100). Wegen der relativ hohen Luftfeuchte wird ein feuchtwarmes Klima als schwül und daher unbehaglich empfunden. Die drei niederländischen Gebäude haben einen kleinen Unterschied zwischen Außen- und Innenraum von ca. 0,5 % bis 1,9 %. Große Unterschiede treten im Wohnhaus A1, im Versicherungsbüro C5 und im Gebäude C6 auf, weil es dort eine gute Querlüftung gibt (Diagramm 101 und 102).

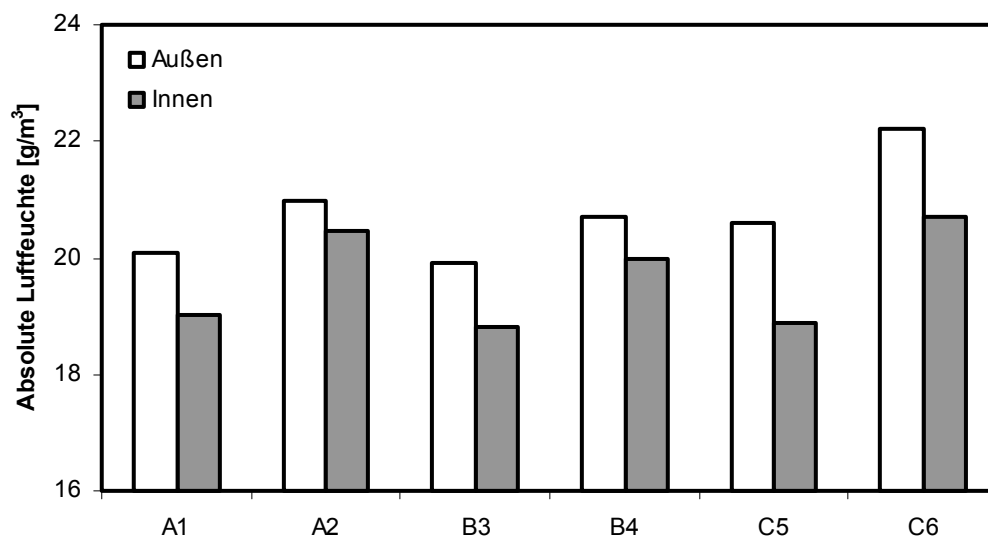


Diagramm 101: Zusammenstellung der Mittelwerte der absoluten Luftfeuchte in den sechs gemessenen Gebäuden

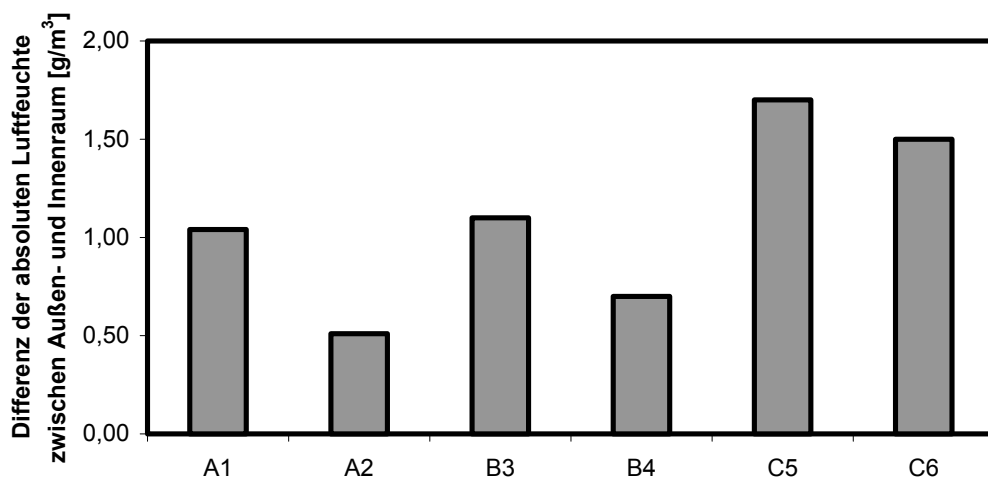


Diagramm 102: Zusammenstellung der absoluten Luftfeuchte-Differenz zwischen Außen- und Innenraum bei den sechs gemessenen Gebäuden

Bei der Nutzung eines Bauwerkes muss auch die Belastung der Bewohner durch die Höhe der Feuchte in den Räumen berücksichtigt werden. Diese Ergebnisse braucht man, um das so genannte PMV nach Fanger zu errechnen. Der Mittelwert der absoluten Luftfeuchte weist nur einen kleinen Unterschied zwischen Außen- und Innenraum von ca. $0,5 \text{ g/m}^3$ bis $1,8 \text{ g/m}^3$ auf (Diagramm 102).

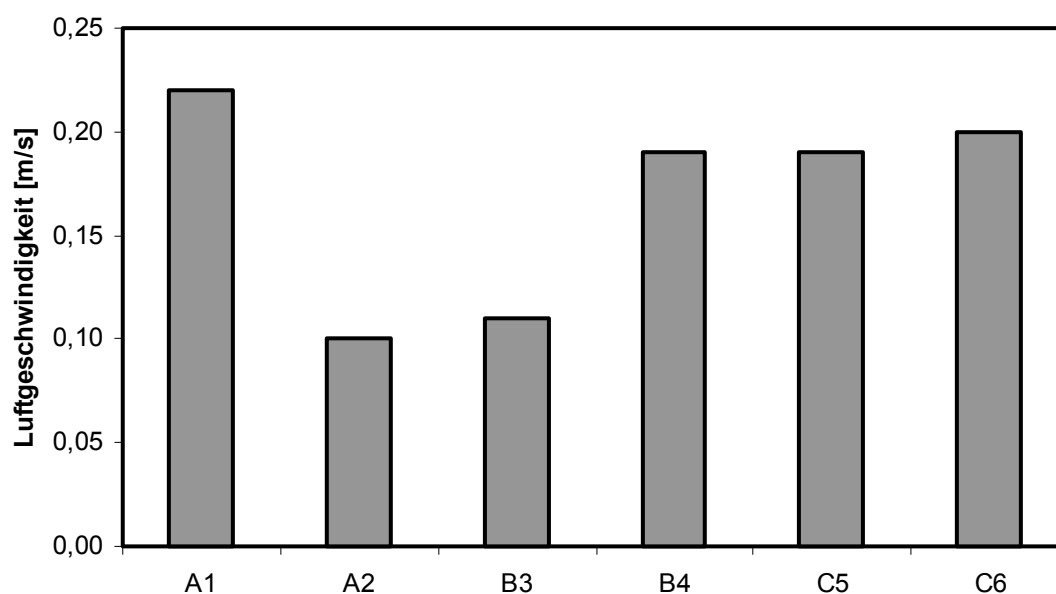


Diagramm 103: Zusammenstellung der Mittelwerte der Luftgeschwindigkeit bei den sechs gemessenen Gebäuden

Im Wohnhaus A1 tritt die relativ höchste mittlere Luftgeschwindigkeit im Innenraum auf, weil es eine gute Querlüftung von allen vier Seiten hat (vgl. Diagramm 103). Dagegen haben das A2-Büro und das B3-Büro nur zwei Seiten für Ventilationsöffnungen zur Verfügung, weshalb wenig Querlüftung und wenig Luftbewegung im Innenraum stattfinden. Das B4-Büro, das Versicherungsbüro C5 und das C6-Büro haben drei Seiten für Ventilationsöffnungen, um genug Querlüftung und Luftbewegung im Innenraum zu schaffen. Ständige mäßige Luftbewegung in Körpernähe ist unbedingt notwendig, weil durch Luftbewegung die Hauttemperatur gesenkt werden kann.

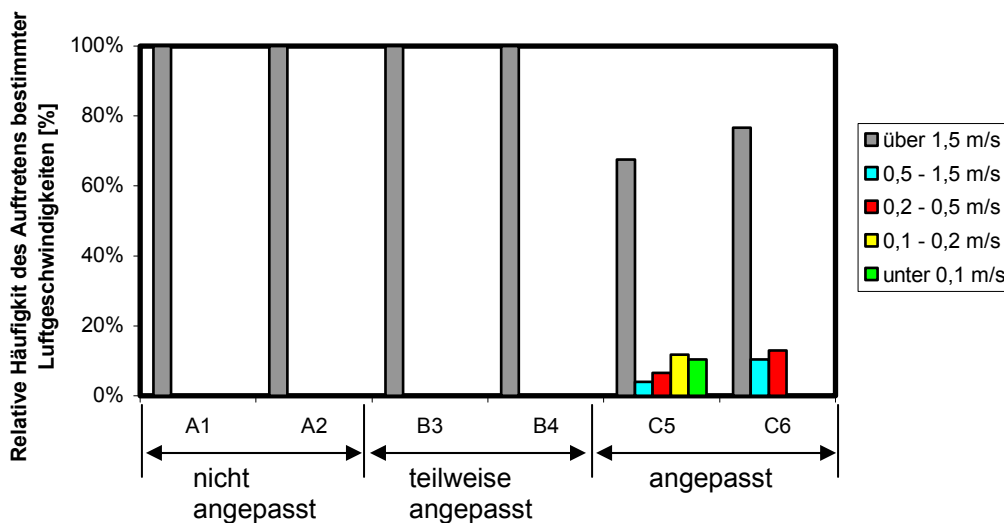


Diagramm 104: Relative Häufigkeit der erforderlichen Luftgeschwindigkeit

Aus Diagramm 104 kann man ersehen, dass die Gebäude, die nicht oder nur teilweise an das feucht-tropische Klima angepasst sind, niemals einen Behaglichkeitszustand mit einer Luftgeschwindigkeit von weniger als 1,5 m/s erreichen. Eine Luftgeschwindigkeit über 1,5 m/s wäre nicht mehr hinnehmbar, weil der Luftzug z.B. ein Blatt Papier wegblasen kann und eine unangenehme Arbeitsstimmung entstände. Das bedeutet, dass man in dem Innenraum einen Behaglichkeitszustand ohne Klimaanlage oder Ventilator nur schwer erreicht. In diesen Gebäuden kann man nicht mit passiven Systemen arbeiten, um die hohen Temperaturen und die Luftfeuchten zu reduzieren.

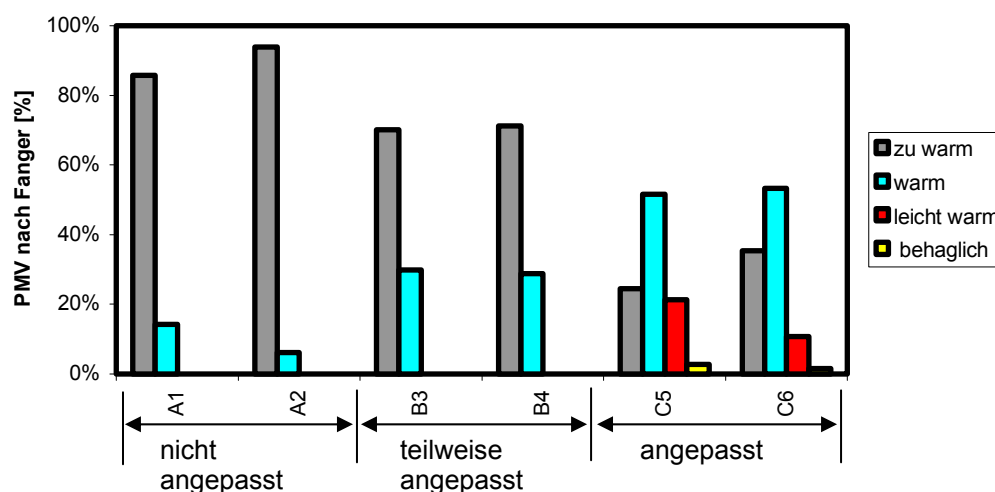


Diagramm 105: Die Ergebnisse des PMV nach Fanger in den Forschungsobjekten

Aus dem PMV nach Fanger (Diagramm 105) ist ersichtlich, dass nur die Gebäude, die schon an das feucht-tropische Klima angepasst sind, die Behaglichkeitszone erreichen, und zwar auch nur morgens und nur für kurze Zeit. Das Problem ist, dass thermische Behaglichkeit von vielen Aspekten abhängt. Obwohl viele Forscher sich für einen bestimmten Behaglichkeitsstandard entscheiden, muss festgestellt werden, dass es je nach geographischer Lage und klimatischen Verhältnissen, aber auch nach kultureller Tradition, unterschiedliche Behaglichkeitsbereiche gibt. Dabei spielt der Einfluss von Gewohnheit, Adaptation und Akklimatisation eine große Rolle. Insbesondere gibt es noch keine einheimischen Forscher aus dem tropischen Gebiet, die einen zutreffenden Behaglichkeitsstandard für tropisches Gebiet festsetzen könnten. Obwohl Fanger sorgfältig und unter Beachtung vieler Gesichtspunkte das Problem erforscht hat, müssen seine Festlegungen jedoch für das feucht-tropische Klima etwas hinterfragt werden. Ein Behaglichkeitsstandard im Bereich von 24°C bis 26°C ist zu kalt für tropisches Gebiet. Das kann man daran sehen, dass viele Büroangestellte in einem Raum mit 24°C bis 26°C leichte Jacken oder Pullover tragen; das sind Menschen, die an das feucht-tropische Klima mit hohen Temperaturen und Luftfeuchte gewöhnt sind. Das bedeutet, dass Adaptation und Akklimatisation bei ihnen bereits eingetreten sind. Man bräuchte neue Einzeluntersuchungen in tropischen Klimagebieten, um über einen „Behaglichkeitsstandard“ in diesem Kontext besser entscheiden zu können.

7.2. Passive Klimatisierung von Gebäuden im tropischen Klima

Ein gutes Beispiel ist das traditionelle javanische Haus, das den Namen Omah Kampung trägt (siehe Abb. 184). Dieses traditionelle Haus hat einen langen Dachüberstand zum Schutz gegen Sonne und Regen. Traditionell ist dieses Haus von einem nicht zu kleinen Stück unbebauten Landes umgeben. Ein solches Haus und seine Umgebung kann man heute wegen des engen Raumes kaum mehr erbauen. Viele nebeneinander stehende Reihenhäuser auf einem zu kleinen Grundstück machen es unmöglich, einen großen Dachüberstand zu bauen.

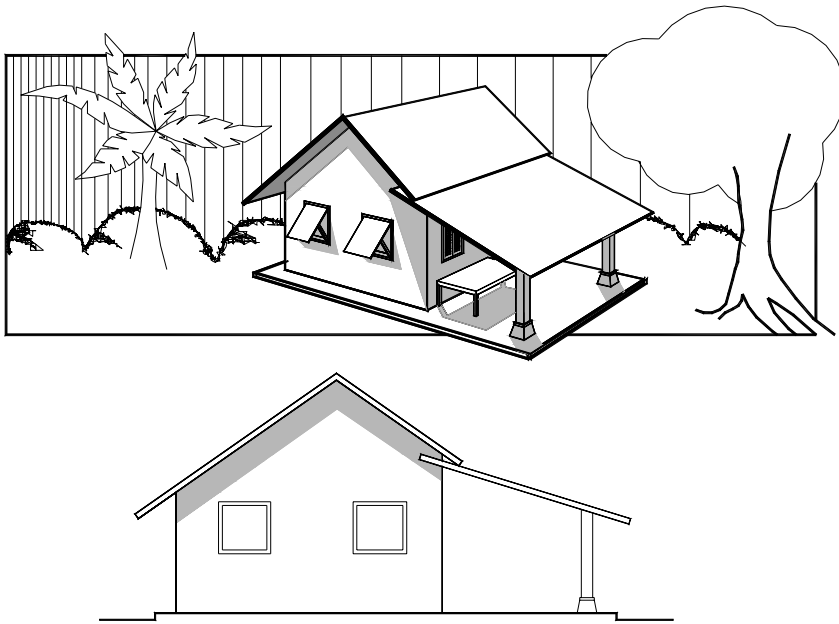


Abb. 184: Traditionelles javanisches Haus (Omah Kampung)

Wegen des engen Grundstücks braucht man Alternativen, um Sonnen- und Regenschutz zu erreichen. Die Orientierung der Gebäude wirkt auf die Form des Sonnenschutzes ein. Der Sonnenschutz muss sich den Bedürfnissen und der Orientierung der Gebäude anpassen. Vertikaler Sonnenschutz passt für die Westseite wegen der Sonneneinstrahlung am Nachmittag, während der Sonnenschutz links und rechts von Fenstern nur für die südliche und nördliche Seite passt als Folge der Abweichung des Sonnenstandes von Nord im Juni und von Süd im Dezember. Für die östliche Seite kann man einen langen Dachüberstand benutzen, um die Sonneneinstrahlung ab 10.00 Uhr zu verringern. Für Ostorientierungen sollte man bis ca. 9 Uhr die Sonneneinstrahlung nicht verhindern, weil man sie von 6 Uhr bis 9 Uhr braucht; aber nach 10 Uhr ist die Sonneneinstrahlung nicht mehr erwünscht (vgl. Abb. 185). Dazu kann man die Länge des Dachüberstands nach folgender Formel ermitteln:

$$l = \frac{h_1}{\text{tg}\omega_{10.00 \text{ Uhr}}}$$

wobei h_1 die Höhe von der unteren Fensterschwelle bis zum unteren Ende des Dachüberstandes und ω der Stundenwinkel ist. Der Stundenwinkel ist näherungsweise gleich 15° . Mit dieser Formel kann man die Länge des Dachüberstands und

die Höhe des Fensters über dem Fußboden so planen, dass keine Sonneneinstrahlung eindringen kann.

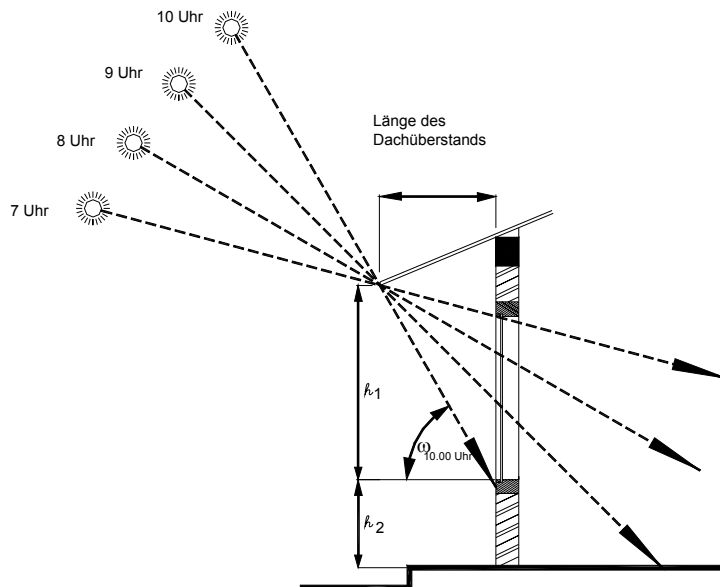


Abb. 185: Schematische Darstellung der Sonneneinstrahlung auf die Ostfassade

Wegen der Beengtheit des Grundstücks kann man bei der Westorientierung der Gebäude keinen langen Dachüberstand bauen. Es gibt jedoch noch andere Möglichkeiten, um die Sonneneinstrahlung zu verhindern. Unabhängig davon braucht man aber noch das natürliche Licht.

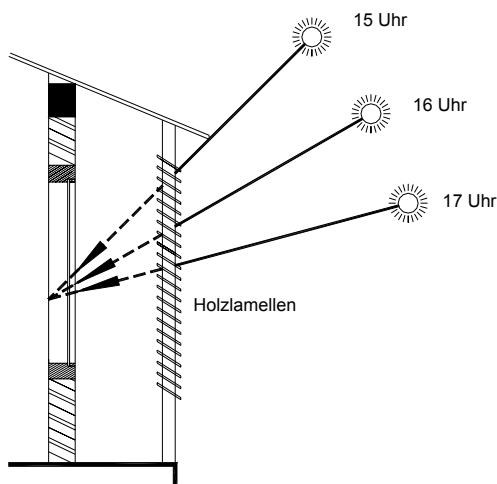


Abb. 186: Sonnenschutz durch Holzlamellen für Westorientierungen

Bei Holzlamellen gibt es kleine Spalten, durch welche Licht und Wind eindringen können. Der Raum zwischen Wand und Holzlamellen kann auch wie ein Laubengang funktionieren (Abb. 186). Im traditionellen Haus benutzt man Sonnenblenden aus Bambus. Sie funktionieren wie ein Rollladen. Am Nachmittag zieht man sie herunter und wenn sie nicht mehr benutzt werden, kann man sie einfach aufrollen (siehe Abb. 187). Als „biologischen“ Sonnenschutz kann man Kletterpflanzen benutzen (Abb. 188). Wenn man noch ein größeres Grundstück besitzt, kann man auch durch Anpflanzung von Bäumen Beschattung erreichen (siehe Abb. 189).

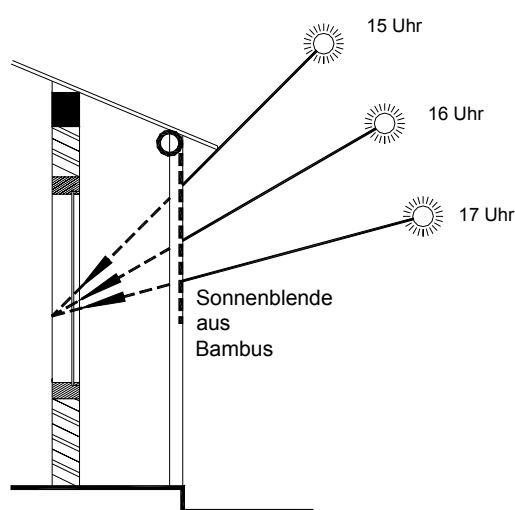


Abb. 187: Sonnenschutz durch Sonnenblenden aus Bambus für Westorientierungen

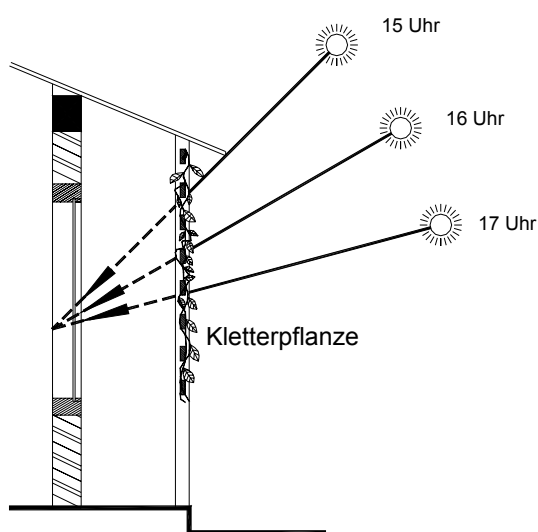


Abb. 188: Sonnenschutz durch Kletterpflanzen für Westorientierungen

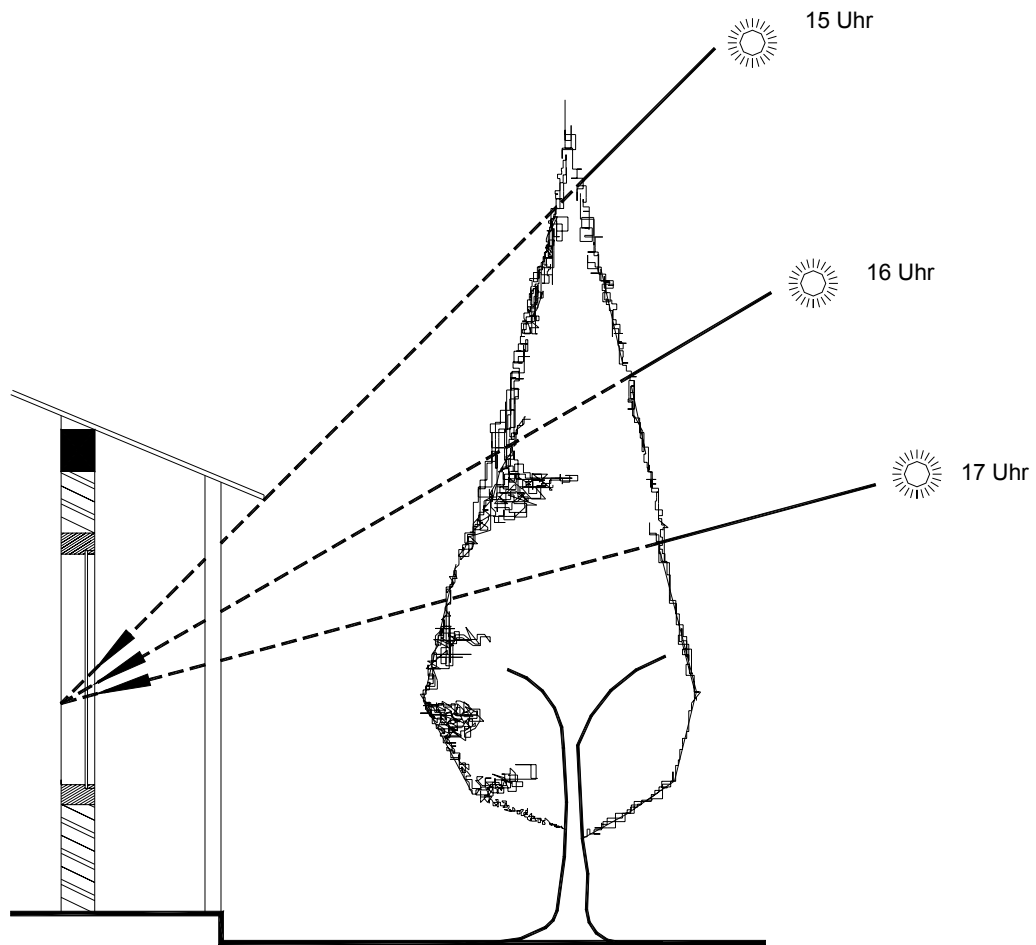


Abb. 189: Sonnenschutz mit Baumanpflanzung für die Westorientierungen

Neben dem Sonnenschutz braucht es eine gute vertikale Querlüftung und horizontale Querlüftung. Um die horizontale Querlüftung zu verbessern, sollte beim Entwerfen moderner Gebäude die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, eine große Ventilationsöffnung einzuplanen. Um die vertikale Querlüftung zu verbessern, sollten Dachventilationsöffnungen oben und Boden-Ventilationsöffnungen unten eingebaut werden.

Kapitel 8

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Indonesien hat ein feucht-tropisches Klima mit zwei Jahreszeiten: Trockenzeit und Regenzeit. Hohe Temperaturen und hohe Feuchten der Luft im ganzen Jahr stellen ein typisches feucht-tropisches Klima und ein ernstes Problem beim Bauen dar, das gelöst werden muss. An einer Reihe niederländischer Kolonialbauten in Semarang konnte die Entwicklung von einer bloßen „Duplizierung von Häusern in den Niederlanden“ bis hin zu an das feucht-tropische Klima angepassten Baumodellen nachgewiesen werden.

Die niederländische Kolonialarchitektur war zunächst fast identisch mit der Architektur in den Niederlanden. Daher hatte sie zunächst keine Berücksichtigung des lokalen Klimas. Dann erfuhr sie Anpassungen an das lokale Klima und die lokale Architektur. In Indonesien entwarf die niederländische Regierung die Stadtplanung und baute viele Gebäude nach niederländischer Tradition in wichtigen Städten. Es gab Kritik von Architekten in den Niederlanden an ihren Kollegen, dass viele von ihnen errichtete Gebäude nicht harmonisch an die indonesische Kultur, an die lokale Architektur und an das lokale Klima angepasst seien. Wegen dieser Kritik sahen sich die niederländischen Architekten in Indonesien dazu veranlasst, sich mit dem feucht-tropischen Klima und mit der traditionellen Architektur auseinanderzusetzen. Dadurch entwickelte sich eine neue Architektur, die zwischen der niederländischen und der indonesischen traditionellen Architektur ihren Platz findet.

Semarang liegt zwischen 6°50' und 7°05' südlicher Breite und zwischen 109°50' und 110°35' östlicher Länge. Die Fläche der Stadt Semarang umfasst 373,67 km². Semarang hat eine Tiefebene auf der nördlichen Seite, die an das Javanische Meer grenzt und eine Hochebene auf der südlichen Seite mit dem Gombel Hügel. Die Höhe von Semarang ist zwischen Meereshöhe und 348 m über dem Meeresspiegel. Die Temperatur liegt ganzjährig zwischen ca. 20 °C und 40 °C und fällt auch während der Regenzeit kaum ab. Die durchschnittliche relative Außenluftfeuchte beträgt zwischen 60 % und 80 %. Die durchschnittliche Jahressumme der Niederschläge beträgt etwa 2.400 mm/Jahr. In Semarang sind

Nordwest-, Ost- und Westwinde vorherrschend. Semarang wurde als Messort gewählt, weil Semarang eine gut erhaltene Altstadt hat. Die Stadtregierung von Semarang hat ein Denkmalschutzgesetz erlassen, um niederländische Kolonialbauten zu schützen. Der Besitzer der niederländischen Kolonialbauten darf sein Gebäude nicht verändern oder abreißen. Die Stadtregierung von Semarang hat jedoch kein Geld, um niederländische Kolonialbauten instandzuhalten und Schäden an den Gebäuden zu reparieren. Deshalb sind viele Kolonialbauten in schlechtem baulichem Zustand.

Von den vielen Gebäuden in der Altstadt von Semarang wurden drei Arten niederländischer Kolonialbauten mit je zwei exemplarischen Gebäuden für Messungen ausgewählt. Im Rahmen einer Feldforschung wurden diese niederländischen Gebäude in der Altstadt von Semarang dokumentiert und in drei Kategorien eingeteilt.

- A. Gebäude, die noch nicht an das feucht-tropische Klima angepasst sind: das Wohnhaus A1 und das Bürogebäude A2.
- B. Gebäude, die teilweise dem feucht-tropischen Klima angepasst sind: das Rechtsanwaltsbüro B3 und das Bürogebäude B4 einer Schiffahrtsgesellschaft.
- C. Gebäude, die dem feucht-tropischen Klima angepasst sind: das C5-Versicherungsbüro und C6-Bürogebäude, ein staatlicher Plantagenbetrieb.

Bei den Messungen an den sechs Forschungsobjekten wurden unterschiedliche Werte zwischen diesen drei Arten nachgewiesen. Es gibt kleine Schwankungen der Lufttemperatur und Luftfeuchte im Wohnhaus A1 und Büro A2, während im C3-Versicherungsbüro und im C4-Gebäude größere Schwankungen als in den anderen Gebäuden vorkommen. Das bedeutet, dass verbesserte Zustände durch die Anpassung an das lokale Klima möglich sind.

Die Messergebnisse wurden nach Fanger bewertet. Obwohl es unterschiedliche Werte zwischen den drei Arten der niederländischen Kolonialbauten gibt, kann man nur im C5- und C6-Gebäude von einem annähernden „Behaglichkeitsstandard“ in geringem Umfang sprechen. Behaglichkeit wird nur morgens und bei guter Querlüftung und gutem Sonnenschutz erreicht. Vor allem

müssten die Ventilationsöffnungen, die Querlüftung, der Sonnenschutz und die Bauorientierung besser geplant werden, um einen längeren Behaglichkeitszustand zu erreichen.

Aus den Messungen an den niederländischen Gebäuden und deren Bewertung können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

Orientierung

Die Orientierung eines Gebäudes wird von der Windrichtung und Sonneneinstrahlung beeinflusst. Die vorherrschenden Windrichtungen eignen sich gut für die Anbringung der Ventilationsöffnungen. Dadurch kann genug frische Luft in den Innenraum eindringen. In Semarang sind Nordwest-, Ost- und Westwinde vorherrschend. Man muss westliche und östliche Seiten wegen der starken Sonneneinstrahlung speziell vor Sonne schützen; dort braucht man einen besonders wirksamen Sonnenschutz, um die Einstrahlung so gering wie möglich zu halten.

Form des Sonnenschutzes

Jede Himmelsrichtung benötigt eine andere Form des Sonnenschutzes, die den Anforderungen angepasst ist. An den nördlichen und südlichen Fassaden kann ein Dachüberstand kürzer sein als bei östlicher und westlicher Orientierung. Die nördliche und südliche Seite bekommen die Sonneneinstrahlung wegen der geografischen Lage von Semarang nicht in allen Monaten. Entsprechend des Sonnenstandes bekommt die Nordseite eine direkte Strahlung in den Monaten März bis September und die Südseite eine in den Monaten Oktober bis Februar. Die westliche Seite braucht den längsten Dachüberstand. An der östlichen Seite braucht das Haus einen Sonnenschutz von etwa 10 Uhr ab. An der westlichen Seite braucht man Sonnenschutz von 15 Uhr bis Sonnenuntergang. Das bedeutet, dass dort ein langer Dachüberstand oder ein vertikaler Sonnenschutz nötig sind. Die niederländischen Gebäude zeigen zum Teil einen guten Sonnenschutz durch den Laubengang um das Gebäude herum. Der Laubengang schafft Schatten und dient als Zwischenraum, der den Einfluss des Außenklimas auf das Innenklima vermindert.

Ventilationsöffnungen

Eine gute Querlüftung wird für Gebäude im feucht-tropischen Klima dringend gebraucht. Genügend große Ventilationsöffnungen in den Wänden sollen vertikale und horizontale Querluftströme ermöglichen. Eine vertikale Querlüftung ist gut, um die vom Boden aufsteigende Wärme abzuführen. Vertikale Lüftung setzt unten angebrachte Zuströmöffnungen und oberseitige Abluftquerschnitte voraus. Eine gute horizontale Querlüftung verläuft von der einen zur gegenüber liegenden Seite, so dass die Luft direkt durch den Raum „durchwehen“ kann. Die Ventilationsöffnungen müssen offen stehen, um frische Luft eindringen zu lassen; aber andererseits muss man den eindringenden Staub, den Lärm des Straßenverkehrs, die Luftverschmutzung und die Zahl der Moskitos so gering wie möglich halten. Der Staub, der Lärm vom Straßenverkehr, die Luftverschmutzung und die Moskitos könnten zwar einfach durch Schließung der Ventilationsöffnungen abgehalten werden. Auf der einen Seite braucht man offene Ventilationsöffnungen, um frische Luft eindringen zu lassen; aber auf der anderen Seite muss man das Eindringen von Staub, von Verkehrslärm, der Luftverschmutzung und der Moskitos durch Schließung der Ventilationsöffnungen verhindern. Eine Schließung der Ventilationsöffnungen ist keine gute Lösung. Die einzige Lösung ist eine Verbesserung der Umgebungsbedingungen. Die Anpflanzung von Bäumen hilft bei der Absorption des Staubs und der Luftverschmutzung. Man muss den Boden mit Pflanzen oder mit Hartmaterial (z.B. Straßenpflaster, Bodenfliesen u.a.) abdecken, damit der Staub nicht aufgewirbelt werden kann. Gegen Moskitos nützt nur eine saubere Umwelt und ein Moskitonetz.

Anpassung künftiger Gebäude

Ziel dieser Arbeit war es, eine Neuorientierung bezüglich einer klimagerechteren Architektur in Indonesien zu fördern und durch Erforschung historischer architektonischer Lernprozesse für die Zukunft Lösungsmöglichkeiten zu finden. Anhand methodischer Lösungsansätze sollte den indonesischen Architekten geholfen werden, konstruktive und theoretische Richtlinien für eine

bessere kontextuelle Architektur zu entwickeln. Nachfolgend werden Empfehlungen für zukünftige Gebäude vorgeschlagen.

Die niederländischen Gebäude haben große Unterschiede gegenüber modernen Gebäuden. Semarang ist dicht bevölkert, da ca. 50% der Stadtfläche von Semarang bebaut sind oder für Bebauung reserviert. Deshalb gibt es nur kleine Grundstücke für einzelne Wohngebäude. Das bedeutet, dass die Gebäude sehr eng beieinander stehen. Bei einem so engen Hausabstand ist die horizontale Querlüftung eingeschränkt ist. Die linke und rechte Seite haben bei Reihenhäusern keine Ventilationsöffnungen mehr. Deshalb kann man nur vorne und hinten eine Ventilationsöffnung einbauen. Wegen der schwierigen Platzierung der Ventilationsöffnungen wird eher eine vertikale Querlüftung vorgeschlagen. Die vertikale Belüftung durch unten liegende Zuströmöffnungen und oben angebrachte Abluftöffnungen ist zu forcieren. Die freien Seiten, d.h. die Front- und Rückseite des Hauses, sollten als optimale Platzierung der Ventilationsöffnungen genutzt werden. Die enge Distanz zwischen zwei Gebäuden kann man als vertikalen Sonnenschutz benutzen. Sonnenblenden aus Bambus sind für dichte Wohnsiedlungen ein guter vertikaler Sonnenschutz, weil sie praktisch sind und einfach aufgerollt werden können, wenn sie nicht mehr benutzt werden. Man muss sie aber jeden Tag regelmäßig auf- und abrollen. Ein fester vertikaler Sonnenschutz kann einen Zwischenraum als Laubengang haben. Außerdem muss man nicht viel Kraft aufwenden, um den Sonnenschutz aufwärts und abwärts zu rollen.

Obwohl die Gebäude in einer dichten Wohnsiedlung liegen, braucht es auch Pflanzen für eine gesunde Umwelt. Die Pflanzen können auch die Einstrahlung der Sonne absorbieren. Der Straßenrand kann mit Bäumen bepflanzt werden und zwar in der Altstadt und in der ganzen Stadt von Semarang. In der Altstadt von Semarang gibt es noch viel Platz, z. B. in öffentlichen Gärten, um zahlreiche Bäume zu pflanzen. Die Aufforderung der Stadtverwaltung, auf jedem Grundstück der Umgebung des Hauses Bäume anzupflanzen, muss verstärkt realisiert werden.

Indonesia has a humid-tropical climate with two seasons, namely a dry season and a rainy season. High temperatures and high humidity throughout the year characterize a typical humid-tropical climate and present a serious problem when building, which must be solved. On a number of the buildings of the Dutch colonial time in Semarang the development from just plain copies of houses in the Netherlands to building models adapted to the humid-tropical climate can be ascertained.

Dutch colonial architecture was at first nearly identical to architecture in the Netherlands. It had in the beginning taken no consideration of the local climate. Then it experienced adjustments to the local climate and local architecture. In Indonesia the Dutch government sketched the town planning and built many buildings according to Dutch tradition in important cities. Architects in the Netherlands criticized their colleagues for the fact that many of them did not construct buildings in harmony with the Indonesian culture and local architecture which was suited to the local climate. Because of this criticism the Dutch architects in Indonesia saw themselves compelled to deal with the humid-tropical climate and with traditional architecture. Thus a new architecture developed, which found its place between Dutch and Indonesian traditional architecture.

Semarang is situated between 6°50' and 7°05' southern latitude and between 109°50' and 110°35' eastern longitude. The surface of the city of Semarang covers 373.67 km². Semarang has lowlands on the northern side, which border on the Java sea and a high plateau on the southern side with the Gombel hill. The height of Semarang is between sea level and 348 m above sea level. The temperature lies all year round between approx. 20 °C and 40 °C and hardly drops during the rainy season. The average relative humidity amounts to between 60 % and 80 %; the average yearly total precipitation amounts to about 2.400 mm/year. In Semarang northwest, east and west winds prevail. Semarang was selected as a research location, because Semarang has a well preserved old city. The city government of Semarang issued a monument protection law, in order to protect Dutch colonial buildings. Owners of Dutch colonial buildings may not change the

buildings or tear them down. The city government of Semarang does not have enough money, to maintain these buildings and to repair damages to them. Therefore there are many colonial buildings in a bad condition.

Three kinds of Dutch colonial buildings with two exemplary buildings each were selected from the many buildings in the old city of Semarang. In the context of a field research these buildings were documented and were divided into three categories :

- A. Dutch colonial buildings which were not yet adapted to the humid-tropical climate, namely the house A1 and the office building A2.
- B. Dutch colonial buildings in which only a part of the building was adapted to the humid-tropical climate, namely the law office B3 and the office building B4.
- C. Dutch Colonial buildings in which the whole bulding was adapted to the humid-tropical climate, namely the insurance office C5 and the office building C6.

In taking the measurements of the six research objects different readings between these three kinds of buildings were proven. There were some small fluctuations of the air temperature and humidity in the house A1 and office A2, while in the insurance office C3 and in the building C4, larger fluctuations than in the other buildings occur. That indicates that improved conditions are possible by the adjustment to the local climate.

The results of measurement were evaluated according to Fanger. Although there were different values between all three kinds of the Dutch colonial buildings, one only in the buildings C5 and C6 can be spoken of an approximate "comfort zone" to a small extent. Comfort is reached however only in the morning and with good transverse ventilation and good sunshading. Above all the ventilation apertures, the transverse ventilation, the sunshading and building orientation were better planned, in order to achieve a longer condition of relative comfort. From the measurements of the Dutch colonial buildings and their evaluation the following conclusions can be drawn:

Orientation

The orientation of a building is affected by the wind direction and sun exposure. The prevailing wind directions are well suitable for the mounting of ventilation apertures. Thus fresh air can sufficiently penetrate into the interior. In Semarang, northwest, east and west winds prevail. One must protect the western and eastern sides of the building because of the strong sun exposure; there one needs a particularly effective sunshading, in order to keep the irradiation as low as possible.

Form of the sun shading

The forms of sunshading must vary, adapted to the orientation to the sky. At the northern and southern fronts the roof projection can be shorter than where there is eastern and western orientation. The western side needs the longest roof projection. The northern and southern side do not get the sun exposure because of the geographical situation of Semarang in all months. According to the position of the sun gets the north side a direct radiation in the months March to September and the south side one in the months October until February. At the eastern side, sunshading is needed effectively starting approximately at 10 o'clock. At the western side one needs sunshading from 15 o'clock to sunset. That means that a long roof projection or a vertical sun protection is necessary there. The Dutch colonial buildings have partially a good sunshading created by the arcade around the building. The arcade gives shade and serves as a gap, which decreases the influence of the external climate on the interior climate.

Ventilation

A good transverse ventilation is of uttermost necessity for buildings in the humid-tropical climate. Sufficient large ventilation openings in the walls make vertical and horizontal cross ventilation possible. A vertical cross ventilation is good, in order to exhaust the warmth ascending from the soil. Vertical ventilation presupposes ventilation attached down and upper-lateral exhaust air cross sections.

A good horizontal cross ventilation runs along the side as well as along the directly opposite side, so that air can move through the room. The ventilation apertures must stand open, in order to let fresh air penetrate; but on the other hand must reduce the penetration of dust, the noise of the traffic, the air pollution and the mosquitoes as much as possible. The dust, noise of the traffic, air pollution and the mosquitoes could be prevented from entering simply by closing the ventilation openings. On the one hand. one needs open ventilation apertures, in order to let fresh air penetrate, but on the other hand one must reduce the penetration of dust, traffic noise, air pollution and the mosquitoes by closing the ventilation openings. But that is not a good solution. The only solution is an improvement of the surrounding site conditions. The cultivation of trees helps with the absorption of dust and air pollution. One must cover the soil with plants or with hard material (e.g. pavement, tiles, or floor covering among other things), so that the dust cannot whirl up itself. Against mosquitoes only a clean environment and a mosquito net is useful.

Adjustment of future buildings

The goal of this paper was to achieve a new orientation towards architecture expressly suited to the climate in Indonesia and to study historical architectural learning processes to find possible solutions for future orientation. By methodical solutions Indonesian architects could be helped to develop constructional and theoretical guidelines for the future. In conclusion, the following recommendations for future buildings are suggested.

Dutch colonial buildings differ strongly from modern buildings. Semarang is densely populated, approximately 50% of the city surface is already built up, or reserved for building development. Therefore only small properties are available for a residential buildings. That means that the buildings stand very close together. With a so close house distance the horizontal cross ventilation is reduced. The left and right side can have no openings because of the row house form. Therefore ventilation openings can be used only in the front and in the back. Because of this, a vertical cross ventilation is suggested, in which by roof ventilation openings a thermal air flow develops. The vertical ventilation by underlying ventilation and

appropriate above discharge ports is to be forced. The free sides, i.e. the front and back of the house, should be used as optimal placement of the other ventilation openings. One can use the close distance between two buildings as vertical sunshading. Sun shades from bamboo offer for close housing developments a good vertical sunshading, because they are practical and can be simply rolled up, if they are no longer needed. One must roll them up and down however each day regularly. A fixed vertical sunshading could provide a shaded passage. In addition one would not have to spend much strength, in order to roll the sunshading up and down.

Although the buildings lie more closely together in housing developments, one still needs plants for a healthy environment. The plants can help to absorb the irradiation of the sun. The roadside can be planted with trees, in the old part of town and in the whole city of Semarang. In the old city of Semarang much place is still available, e.g. in public gardens, in order to plant numerous trees. The city administration could more strongly require trees to be planted on all properties, particularly close to houses, and then monitor the results.

Kapitel 8 (Indonesisch) Ringkasan dan Kesimpulan

Indonesia memiliki iklim tropis lembap dengan dua musim, yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Temperatur udara yang tinggi dan kelembapan udara yang tinggi merupakan ciri khas daerah beriklim tropis lembap dan menjadi problem utama dalam sebuah bangunan. Bangunan kolonial Belanda di Semarang, dalam perkembangannya dari bangunan yang sama persis dengan bangunan di negara asalnya sampai ke proses adaptasinya terhadap iklim setempat, dapat dijadikan contoh bangunan yang beradaptasi dengan baik dengan lingkungan sekitarnya.

Pada mulanya bangunan kolonial Belanda dibangun sama persis dengan bangunan di negara Belanda. Bangunan tersebut dibangun tanpa memperhatikan iklim setempat. Selanjutnya para arsitek Belanda mulai mencoba untuk menyesuaikan bangunan rancangannya dengan iklim dan arsitektur setempat. Hal

ini juga dipengaruhi oleh adanya beberapa kritik dari beberapa tokoh arsitek dimasa itu, yang menyatakan, bahwa bangunan kolonial Belanda berdiri dengan kondisi yang tidak memiliki keharmonisan dengan budaya, iklim dan arsitektur Indonesia. Selanjutnya terbentuk arsitektur baru yang merupakan percampuran arsitektur tradisional Indonesia dan Belanda.

Semarang terletak di antara 6°50' dan 7°05' lintang selatan dan antara 109°50' dan 110°35' bujur timur. Luas kota Semarang adalah 373,67 km². Semarang memiliki dataran rendah di sisi utaranya yang berbatasan dengan laut Jawa dan dataran tinggi di sisi selatannya dengan bukit Gombelnya. Ketinggian kota Semarang dari atas permukaan laut adalah antara 0 dan 348 m. Temperatur udara sepanjang tahun terletak antara 20 °C dan 40 °C dan menurun di musim penghujan. Nilai rata-rata kelembapan udara berkisar antara 60% dan 80%. Curah hujan rata-rata pertahun berkisar 2.400 mm/tahun. Angin yang terkuat berhembus dari arah utara, timur dan barat sepanjang tahun. Semarang dipilih sebagai objek penelitian, karena Semarang memiliki satu-satunya kota kuno yang masih terawat. Pemerintah kotamadya Semarang melindungi kawasan kota lama ini dan bangunan kolonial Belanda yang ada di dalamnya. Pemilik bangunan kuno ini dilarang mengubah atau merobohkan bangunan yang dilindungi oleh peraturan daerah ini. Namun pada sisi lain, pemerintah kotamadya Semarang tidak memiliki dana yang cukup untuk merawat dan memperbaiki bangunan kuno ini dari kerusakan. Oleh karena itu bangunan kuno di kawasan kota lama ini banyak dijumpai dalam keadaan yang memprihatinkan.

Dari banyak bangunan yang ada di kawasan kota lama ini, dipilih dan dikelompokkan dalam tiga kategori. Dari masing-masing kategori dipilih dua bangunan sebagai obyek penelitian ini. Penelitian ini menggolongkan adanya perubahan bentuk bangunan kolonial Belanda dalam tiga kategori:

1. Bangunan kolonial Belanda yang belum beradaptasi dengan iklim tropis lembap, dipilih asrama A1 di jalan Let.Jend. Suprpto dan bangunan A2 (Marba).
2. Bangunan kolonial Belanda yang baru sebagian beradaptasi dengan iklim tropis lembap, dipilih kantor pengacara (B3) dan P.T. Pelni (B4).

3. Bangunan kolonial Belanda yang telah beradaptasi dengan iklim tropis lembap secara total, dipilih kantor Asuransi Jiwasraya (C5) dan P.T. P.T.P XV (C6).

Setelah dilakukan pengukuran pada ke enam obyek penelitian tersebut diatas, didapat hasil yang berbeda dari masing-masing bangunan. Terdapat perbedaan temperatur udara dan kelembapan udara yang kecil antara ruang dalam dan ruang luar pada bangunan asrama (A1) dan Marba (A2), sedangkan di kantor Asuransi Jiwasraya dan P.T. P.T.P XV terdapat perbedaan yang agak besar. Hal ini berarti bahwa terjadi perbaikan kondisi kenyamanan bangunan karena upaya adaptasi bangunan terhadap iklim setempat.

Hasil pengukuran kemudian dioleh dengan menggunakan rumus kenyamanan menurut Fanger. Meskipun ke tiga kategori bangunan tersebut masing-masing memiliki perbedaan nilai, namun pada obyek penelitian C5 dan C6 saja yang dapat sedikit memenuhi syarat kenyamanan. Kenyamanan dapat dicapai di pagi hari dan dengan cukup pergerakan udara yang berhembus ke dalam ruang dalam dan karena bangunan tersebut memiliki perlindungan matahari yang cukup. Untuk itu harus direncanakan ventilasi, pembukaan dinding dan perlindungan/penghalang matahari yang baik dan orientasi bangunan yang tepat, agar didapat kenyamanan bangunan yang ideal.

Dari pengukuran bangunan kolonial Belanda tersebut dan dari penilaian menurut Fanger didapat kesimpulan sebagai berikut:

Orientasi

Orientasi sebuah bangunan dipengaruhi oleh arah hembusan angin yang menerpa bangunan dan penyinaran matahari. Hembusan angin yang cukup pada satu sisi bangunan perlu direspon dengan membuat lubang ventilasi sebanyak mungkin, agar didapat udara segar yang cukup di dalam bangunan. Di Semarang arah angin yang cukup banyak ada di sisi utara, timur dan barat. Pada sisi barat dan timur diperlukan perencanaan penghalang sinar matahari yang baik, dikarenakan pada sisi ini matahari masuk ke dalam bangunan secara langsung.

Bentuk penghalang matahari

Pada masing-masing arah mata angin dibutuhkan jenis dan bentuk penghalang matahari yang berbeda. Karena posisi geografis kota Semarang, maka pada sisi utara dan selatan tidak mendapat sinar matahari sepanjang bulan. Pada sisi Utara mendapat sinar matahari pada bulan Maret sampai September dan sisi Selatan pada bulan Oktober sampai Februari. Di sisi timur dan barat dibutuhkan teritisan yang panjang. Pada sisi utara dan selatan, sinar matahari tidak langsung masuk ke dalam bangunan secara frontal, namun sinar matahari datang dari arah samping. Pada sisi timur dibutuhkan penghalang matahari setelah jam 10.00. Pada sisi barat dibutuhkan penghalang matahari dari jam 15.00 sampai matahari terbenam. Hal itu berarti, pada sisi ini diperlukan teritisan yang sangat panjang atau direncanakan penghalang matahari vertikal. Bangunan kolonial Belanda menunjukkan adanya bentuk penghalang matahari yang baik, yaitu adanya selasar di sekeliling bangunan tersebut. Selasar tersebut menghasilkan pembayangan yang merupakan hasil dari pematahan sinar matahari dan merupakan ruang antara yang melindungi ruang dalam dari pengaruh iklim luar.

Lubang pembukaan dinding

Ventilasi udara silang sangat dibutuhkan pada bangunan di daerah beriklim tropis lembap. Cukupnya luasan lubang dinding memungkinkan terjadinya sirkulasi atau pergerakan udara silang secara vertikal maupun horisontal. Pergerakan udara silang secara vertikal sangat baik untuk menetralsir panas yang naik di dalam ruangan dari lantai ke atas. Ventilasi udara silang secara horisontal sebaiknya didapat dari dua lubang ventilasi yang terletak masing-masing di dinding yang saling berhadapan, sehingga udara dapat mengalir menembus ruangan. Lubang ventilasi sebaiknya dibiarkan terbuka agar udara segar dapat masuk secara leluasa ke dalam bangunan, namun pada sisi lain debu, kebisingan dari lalu lintas, polusi udara dan nyamuk harus dihalangi agar tidak ikut masuk ke dalam bangunan. Debu, kebisingan dari lalu lintas, polusi udara dan nyamuk memang dapat dengan mudah dicegah dengan menutup

jendela. Permasalahan yang timbul adalah, pada sisi lain dibutuhkan pembukaan lubang dinding agar udara segar dapat mencukupi kebutuhan di dalam ruangan, namun di sisi lain harus diupayakan penghalang debu, polusi, kebisingan dan nyamuk tersebut. Menutup lubang ventilasi bukanlah cara yang paling baik dalam menyelesaikan masalah tersebut. Satu-satunya penyelesaian masalah yang baik adalah memperbaiki kondisi lingkungan sekitar bangunan. Penanaman pepohonan di sekeliling bangunan selain menghasilkan kualitas udara yang lebih baik, juga dapat menyerap debu, polusi udara dan kebisingan. Tanah terbuka harus ditutup dengan rerumputan dan bahan penutup lantai lainnya, agar debu tidak berhamburan. Nyamuk hanya dapat dicegah dengan perbaikan kebersihan lingkungan dan kawat kasa yang dipasang di jendela.

Penyesuaian untuk bangunan dimasa yang akan datang

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan wawasan baru dalam berarsitektur di Indonesia melalui penelitian urutan proses belajar pada perencanaan bangunan kolonial Belanda dalam menemukan kemungkinan penyelesaian masalah untuk kepentingan dimasa mendatang. Melalui mempelajari metode upaya penyelesaian masalah diharapkan dapat membantu arsitek Indonesia secara konstruktif dan teoritis untuk mengembangkan karyanya di masa yang akan datang. Ada beberapa saran yang disampaikan berikut ini untuk bangunan di masa yang akan datang.

Bangunan kolonial Belanda memiliki perbedaan yang cukup besar dengan bangunan saat ini. Semarang yang saat ini sudah sangat padat dengan bangunan dan sekitar lebih dari 50% dari luasannya telah tertutup bangunan. Oleh sebab itu masing-masing bangunan hanya memiliki luas lahan yang sangat sempit dan saling berhimpitan. Dalam kondisi ini hanya dimungkinkan perencanaan ventilasi udara silang secara vertikal. Bentuk rumah deret tidak memungkinkan lagi adanya lubang ventilasi di sisi kiri dan kanan bangunan. Oleh sebab itu ventilasi udara silang secara horisontal hanya dapat diperoleh dari sisi depan dan belakang bangunan saja. Untuk itu perencanaan ventilasi udara silang secara vertikal merupakan penyelesaian yang paling tepat di bangunan di daerah yang sangat padat dengan pengolahan bentuk atap yang memungkinkan adanya pergerakan

udara. Pada sisi bangunan yang bebas, seperti pada sisi depan dan belakang bangunan, hendaknya benar-benar dimanfaatkan untuk meletakkan lubang ventilasi. Jarak dua bangunan yang berdekatan dapat dimanfaatkan sebagai penghalang matahari secara vertikal. Kerai dari bambu adalah salah satu penghalang sinar matahari secara vertikal yang baik untuk bangunan yang memiliki lahan yang sempit, karena dapat digulung saat tidak digunakan. Namun harus secara teratur dibuka dan digulung sepanjang hari. Penghalang matahari secara vertikal yang tidak dapat dibuka-tutup, dapat berfungsi sebagai ruang antara seperti layaknya sebuah selasar.

Meskipun bangunan di Semarang terletak di daerah yang sangat padat, namun tetap dibutuhkan perencanaan penanaman pohon untuk menciptakan lingkungan yang sehat. Pepohonan dapat menyerap pantulan sinar matahari. Sepanjang pinggir jalan dapat juga ditanami tanaman, baik di dalam kawasan kota lama maupun di seluruh kota Semarang. Di kawasan kota lama Semarang terdapat banyak lahan kosong, seperti taman kota dsb yang dapat ditanami berbagai macam pohon. Pemerintah kotamadya Semarang hendaknya lebih giat menggalakkan seruan penanaman pohon di setiap lahan kosong di seluruh pelosok kota.

Literaturverzeichnis

- [1] Yeang, K.: Rethinking the environmental filter, Landmark Books Pte Ltd, Singapore (1989), S. 17
- [2] Cofaigh, E. O., Olley, J. A., und Lewis, J.O.: The Climatic Dwelling; An introduction to climate-responsive residential architecture, James & James (science Publishers) Ltd, London (1996), S. 11
- [3] Widodo, J.: Modern Architecture in Indonesia- A Visual database on the Discourse in Tropicality and Identity, Res. Rep., Singapore (2002), S. 2
- [4] Van Hoytema, J.F.: Die tropische niederländische Baukunst in Indonesien (De Tropisch-Nederlandsche Bouwkunst In Indie), Cultureel Indie 8 (1946), H.1, S. 20-23

- [5] Ricardo, A.: Thermische Behaglichkeit im Bürogebäude (Kenyamanan Thermal pada Bangunan Gedung Perkantoran), P.T. Garuda Indo Perkasa Jakarta (1990), S. 73
- [6] Frank, W.: Raumklima und Thermische Behaglichkeit, Verlag Wilhelm Ernst & Sohn KG, Berlin (1975), S. 16
- [7] Hardiman, G.: Untersuchung Natürlicher Lüftungssysteme zur Verbesserung des Raumklimas von Kostengünstigen Wohnhäusern auf Java/Indonesien (am Beispiel der Stadt Semarang), Diss. Univ. Stuttgart (1992)
- [8] Ohne Verfasser: Indonesien hat 18.108 Inseln (Indonesia Punya 18.108 Pulau), Kompas Cyber Media (Zeitung), Jakarta, Montag, 17. Februar 2003
- [9] Ohne Verfasser: Daten, Fakten, Aspekte, INDONESIA, ein Länderprofil, Evangelisches Missionswerk in Südwestdeutschland e.V., Stuttgart (1989), S. 8-9
- [10] Ohne Verfasser: Feier der Grundlage der 400 Jahre V.O.C (Stichting Viering 400 jaar VOC), Die niederländische Regierung, Amsterdam (1999) <http://voc-kenniscentrum.nl/>
- [11] Sumintardja, D.: Indonesische Architekturgeschichte (Kompendium Sejarah Arsitektur Indonesia), Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Bandung (1978), S. 31
- [12] Ohne Verfasser: Semarang Geschichte (Sejarah Semarang) Die Stadtverwaltung von Semarang, Semarang (2001), http://www.semarang.go.id/sejarah_smg.htm
- [13] Brommer, B, et.al.: Semarang, Bild von einer Stadt von Semarang (Beeld van Een Stad), Asia Major, Nederland (1995), S. 8
- [14] Muljadinata, A. S.: Karsten und Stadtplanung von Semarang (Karsten dan Penataan Kota Semarang), Thes. Mag. Arch., Institut Teknologi Bandung (1993), S. 30-39
- [15] Oltmans, J.A.: Überblick über Semarang, Cyber-Information, Amsterdam (2001), <http://www.semarang.nl/>

- [16] Karsten, H.T.: Bei der ersten indonesischen Architektur der Ausstellung (Bij de eerste Indiese Architectuur Tentoonsteeling), De Teak 3 (1920), H. 33, S. 4
- [17] Bappeda: Stadtplanung der Stadt Semarang (Rencana Induk Tata Ruang Kota), Pemerintah Kota Semarang, Semarang (1999), S. 78
- [18] van der Wall, V.J.: Alte niederländische Baukunst in Indonesien (Oude Hollandsche Bouwkunst in Indonesië), Hollandsche koloniale bouwkunst in de XVII en XVIII eeuw (1942), Antwerp, S. 51
- [19] Cramer, B.J.K.: Dr. Berlage über moderne indonesische Baukunst und Stadtentwicklung (Dr. Berlage over moderne Indische Bouwkunst en Stadtontwikkeling), Indisch Bouwkundig Tijdschrift 2 (1924), H.6, S 25
- [20] Sumaningsih, Y.T.: Zentrum der Altstadt Semarang (Sistem Visual Kawasan Pusat Kota Lama, studi kasus: Pusat Kota Lama Semarang) Thes. Mag. Arch., Universitas Gadjahmada Yogyakarta (1995), S. 37
- [21] Purwanto, L.M.F.: Anpassung der niederländischen Kolonialarchitektur an das feucht-tropische Klima in Semarang (Adaptasi Bangunan Kolonial Belanda terhadap iklim tropis lembab Semarang) , Thes. Mag. Arch. Univ. Diponegoro Semarang (1996), S. 17
- [22] Frick, H.: Ökologisches Bauen in Indonesien, Baubiologie und Bauökologie in einem fremden kulturellen Kontext, Vortrag am SIB Winterthur, Zürich (2001)
- [23] Yudohusodo, S.: Häuser für Völker (Rumah untuk Rakyat), Departemen Perumahan, Jakarta (1991), S. 88
- [24] Bourne, Greg, et.al.: Energy Smart Housing Manual, Sustainable Energy Authority Victoria, Melbourne Victoria (2003), S. 44
- [25] Saliya, Y.: Architekturgeschichte, -theorie und -kritik (Sejarah, Teori dan Kritik Arsitektur), Vortrag an der Univ. Diponegoro Semarang (1995)
- [26] Lemmp, W.: Dörfliche Szene in der Vergangenheit, persönliche Sammlung, Stuttgart (1990)
- [27] Ohne Verfasser: Gatra, indonesische Zeitschrift 8 (1990), H. 12, S. 81

- [28] Notosudjono, D.: Ländliche Entwicklung durch erneuerbare Energiepotentiale, Entwicklungs- und Marketingkonzepte in Indonesien, Diss. Univ. Flensburg (2000), S. 1-3
- [29] Ohne Verfasser: Statistik in Indonesien (Statistik Indonesia), Biro Pusat Statistik (Zentrales Amt für Statistik), Jakarta-Indonesia (1997)
- [30] Ohne Verfasser: Indonesische Wettervorhersage (Prakiraan Cuaca Indonesia), Amt für Meteorologie und Geophysik (Badan Meteorologi dan Geofisika), Verkehrsministerium (Departemen Perhubungan), Jakarta (2000)
- [31] Haywood, J.: Historischer Weltatlas, Chronik Verlag im Wissen Media Verlag GmbH, München (2002), S. 18
- [32] Prijohutomo, S.: Indonesische Geographie (Geografi Indonesia), Tiga Serangkai, Solo (1999), S. 13
- [33] Bappeda-pemerintah Kotamadya daerah Tingkat II Semarang: Planung der Stadt von Semarang (Rencana Bagian Wilayah Kotamadya Semarang), Res. Rep., Semarang (1998-2004)
- [34] Ohne Verfasser: Klimakalender 1996-2000 (Almanak 1996-2000), Amt für Meteorologie und Geophysik (Badan Meteorologi dan Geofisika), Verkehrsministerium (Departemen Perhubungan), Semarang (1996-2000)
- [35] André, E.: Was ist relative Luftfeuchte?, E.&M. André-Humidore, Stuttgart (2002), <http://www.andrea-humidore.de/docs/info/befeuchtung.htm>
- [36] Scheuermann, A.: Chemie Technik, Ohne Verlag, Heidelberg, Deutschland (2002)
<http://chemietechnik.huethig.de/product/013008002/1125ddd15e2.html>
- [37] Schumacher, L.: Woher kommt die Feuchtigkeit?, Ohne Verlag, Mönchengladbach, Deutschland (2002)
http://www.baumarkt.de/b_market/fr_info/feucht.htm
- [38] Hammer, A.: Anwendungsspezifische Solarstrahlungsinformationen aus Meteosat-Daten, Diss. Univ. Oldenburg (2000)
- [39] Iqbal, M.: An Introduction to Solar Radiation, Academic Press, Canada (1983), S. 85-166

- [40] Bird, R. und Riordan, C.: Simple Solar Spectral Model for Direct and Diffuse Irradiance on Horizontal and Tilted Planes at the Earth's Surface for Cloudless Atmospheres, National Technical Information Service, U.S. Department of Commerce, Springfield (1984), S. 10
- [41] Walter, B.: Erweiterung und Verbesserung eines strahlenphysikalischen Ansatzes zur Simulierung der Globalstrahlung und ihre Anwendung bei der Visualisierung windbewegter Wasseroberflächen, Dipl. F.U. Berlin (2000), S. 102
- [42] Gassel, A.: Beiträge zur Berechnung solarthermischer und energieeffizienter Energiesysteme, Diss. Technischen Univ. Dresden (1997), S. 112.
- [43] Von Hoyningen-Huene, W. et.al.: Climate-relevant aerosol parameters of South-East-Asian forest fire haze, Journal, Pergamon, Atmospheric Environment 33 (1999), H.3, S. 3189
- [44] Töpler, J.: Regenerative Energien, Umdruck zur Vorlesung, F.H. Esslingen (2002).
- [45] Veretenenko, S.V. und Pudovkin, M.I.: Global radiation changes in the lower atmosphere related to solar activity phenomena, International Journal of Geomagnetism and Aeronomy, Current Issue 39 (2001), H.4, S. 5
- [46] King, M. D. und Herman, B. M.: Determination of the Ground Albedo and the Index of Absorption of Atmospheric Particulates by Remote Sensing. Part I: Theory, Journal of the Atmospheric Sciences 36 (1979) H. 1. S. 169
- [47] Yushardi: Einfluss des meteorologischen Faktors auf den Tagesverlauf der Stundenmittel von Solarzellen (Pengaruh Faktor Meteorologi Terhadap Pola Efisiensi tiap Jam Harian pada Modul sel Surya), Res. Rep. Institut Pertanian Bogor (2002), S.8
- [48] Soegijanto, R.M. und Nugroho, S.F.X.: Untersuchung der Sonneneinstrahlung in Bandung und Jakarta (Penelitian besarnya enersi matahari yang menimpa bangunan di daerah Bandung dan Jakarta), Res. Rep., Institut Teknologi Bandung (1981), S. 79-83
- [49] Stössel, M.: Niederschlagsmessung und Messfehler, Schweizer Fernsehen DRS , Zürich (2003),

<http://www.sfdrs.ch/meteo/lexikon/nsmessun.htm>

- [50] Schweizer, H.: Wolken und Niederschlag, T.U. Darmstadt Publikationen (2003),
<http://www.zit.tu-armstadt.de/lehre/umweltwissenschaften/wasserkreislauf/-kap08a.html>
- [51] Nielsen, K. G.: Woher kommt Windenergie?, Ohne Verlag, Kopenhagen (1997), <http://www.windpower.org/de/tour/wres/wndspeed.htm>
- [52] Nielsen, K. G.: Messung der Windgeschwindigkeit: Anemometer, Ohne Verlag, Kopenhagen (1997),
<http://www.windpower.org/de/tour/wres/wndspeed.htm>
- [53] Wong N.H, et.al.: Thermal Comfort evaluation of naturally ventilated public housing in Singapore, Pergamon Journal, Building and Environment 35 (2002), H. 3, S. 3
- [54] Cuypers, E. und Hulswit, F.: Die javanische Bank und andere Bürogebäude in Jakarta (De Javasche Bank en endere kantoorgebouwenen te Batavia), Die Ingenieur in Nederlandsch-Indie, Batavia 1 (1939), H.1, S. 9
- [55] Handinoto und Soehargo, P. H.: Stadtentwicklung und niederländische Kolonialarchitektur in Malang (Perkembangan kota dan Arsitektur Kolonial Belanda di Malang), Penerbit Andi, Yogyakarta (1996), S. 82 & 159
- [56] Jessup, H.: Dutch Architectural Visions of the Indonesian Tradition, in Muqarnas III: An Annual on Islamic Art and Architecture, Journal Article 4 (1985), H.3, S. 142
- [57] Widodo, J. und Y.C. Wong.: Visual Database of modern Dutch Tropical Architecture in Indonesia, Res. Rep., Singapore (2002).
- [58] Dana, Djefry W.: Stadtplanung von Bandung (Ciri perancangan kota Bandung), PT. Gramedia, Jakarta (1990), S. 59
- [59] Jessup, H.: The Dutch Colonial Villa, Indonesia, In MIMAR 13: Architecture in Development, Concept Media Ltd, Singapore (1984), S. 40
- [60] Wiryomartono, A. B. P.: Baukunst und Stadtplanung in Indonesien (Seni Bangunan dan Seni Binakota di Indonesia), P.T. Gramedia, Jakarta (1995), S. 67

- [61] Sumalyo, Y.: Die niederländische Kolonialarchitektur in Indonesien (Architektur Kolonial Belanda di Indonesia), Gadjah Mada University Press Yogyakarta (1993), S. 48
- [62] Parwanto, E.: Tragwerkslehre Band I (Konstruksi Bangunan Gedung I), Penerbit Teknisi, Yogyakarta (1990), S. 18
- [63] Hagedorn, P.: Technische Mechanik, Band I: Statik, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt am Main (1993), S. 139-141
- [64] Schullze, L. und Wanner: Kleine Baustatik, B.G. Taubner, Stuttgart (1991), S. 87
- [65] Krauss, F. und Neukäter: Grundlagen der Tragwerklehre 1, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln (1996), S. 71-75
- [66] Ohne Verfasser: I.B.T. Lokale Techniek, indisch Bouwkundig Tijdschrift, 7 (1938), H. 2, S. 22
- [67] Donald, A. et.al.: Health and Safety at Work, a resource book for VCE physics, Bluestone Media, Victoria (1990), S. 11-14
- [68] DeKay, M. und Meyers, D. C.: Climatic Context, Information for architectural design, Washington University, St. Louis, Washington (2001), S. 49-54
- [69] Mitchell, S. E.: Dutch Colonial Revival Architecture, time Period: Late 1800's to Mid-1900's, Ohne Verlag (2003),
<http://www.vintagedesigns.com/architecture/dcrev/sem/>
- [70] Berlage, H. P.: Meine Reise in Indonesien (Mijn Indische Reis), Uitgeversmaatschappij N.V., Rotterdam (1931), S. 5
- [71] Lemei, W.: Die Baukunst in den 19er & 20er (De Bouwkunst in de 19e & 20e), Rade Technische Hoogeschool, Bandung (1934), S. 51
- [72] Tilema, H. F.: Vom Wohnen und Bewohnen, vom Bauen, Haus und Hof, (Van Wonen en Bewonen, Van Bouwen, Huis en Erf), Semarang, ohne Verlag (1913), S. 17
- [73] A. Plate.: Erweiterungsplan der indonesische Gemeinde (Het Uitbreidingsplan der indische Gemeenten), Nion 6 (1921/1922), H. 1, S. 74
- [74] Indonesisches Nationalarchiv: Archiv der Stadt Semarang (Arsip kota Semarang), Arsip Nasional Jakarta 6 (1996), H. 4, S. 109

- [75] Tio, J.: Zur Erinnerung an die Stadt Semarang (Kota Semarang dalam Kenangan), Ohne Verlag, Semarang (2001), S. 72
- [76] Van Velsen, M.M.F.: Erinnerungsbuch der Gemeinde von Semarang (Gedenkboek der Gemeente Semarang), N.V. Dagblad de Lokomotief, Semarang (1931), S. 8
- [77] Lembaga Penelitian Undip: Die Inventarisierung und Dokumentation der Altstadt Semarang (Inventarisasi dan dokumentasi Old City Semarang) Res. Rep. Univ. Diponegoro Semarang (1994)
- [78] Van Lier, H.P.J.: Stadt von Semarang (Semarang's Stad en"ommelanden"), ohne Verlag, Semarang (1928)
- [79] Ohne Verfasser: Lokale Techniek, Indisch Bouwkundig Tijdschrift 7 (1941), H. 5, S. 27
- [80] Putranto, B.: Fotos der Altstadt von Semarang (Foto Semarang Kuno), Ohne Verlag, Semarang (1999)
- [81] Akihary, H.: Architektur und Städtebau in Indonesien (Architectuur & Stedebouw in Indonesie), Zeist, De Walburg Pers, Amsterdam (1990), S. 25-29
- [82] Reich, H.: Ökologisch Bauen - Aber Wie?, Werner Verlag, Düsseldorf (1997), S. 1-6
- [83] Schneider, S.: Ökologische Architektur-ein Wettbewerb, Georg D.W. Callwey GmbH & Co., München (1995), S. 38
- [84] Tzonis, A. et.al.: Tropical Architecture, Critical Regionalism in the Age of Globalization, Wiley Academy, New York (2001), S. 98-99
- [85] Hupfer, P und Tinz, B.: Langzeitänderungen im ufernahen Bereich der deutschen Ostseeküste, Aufsatz, Klimastatusbericht (2001), S. 212
- [86] Fanger, P.O.: Thermal Comfort, Danish Technical Press, Copenhagen (1970), S. 110-116
- [87] Gut, P. und Ackerknecht, D.: Climate Responsive Building, Appropriate Building Construction in Tropical and Subtropical Regions, SKAT, Swiss Centre for Development Cooperation (1993), S. 54-56
- [88] Mehra, S.R.: Umdruck zur Vorlesung Bauphysik für Studenten des Bauingenieurwesens Univ. Stuttgart (1998), S. 78

- [89] Rosemann, A.: Lichttechnik/-gestaltung, Ringvorlesung Naturwiss. –tech. Grundlagen der Architektur III, Techn. Univ. Berlin (2002), S. 33
- [90] Haupt, W.: Zur Simulation von auftriebsinduzierten Innenraumströmungen, Diss. Univ. Gesamthochschule Kassel (2001), S. 21-25

LEBENS LAUF

ANGABEN ZUR PERSON

Name : Leonardus Murialdo Fransiskus Purwanto
Geburtsdatum : 2. Juni 1968
Geburtsort : Semarang
Geburtsland : Indonesien
Geschlecht : männlich
Heimatadresse : Jl. Kelapa Sawit VIII/575,
Plamongan Indah.
PLZ, Ort, Provinz : 50193, Semarang, Jawa Tengah
Staat : Indonesien
E-Mail : purwanto@gmx.de
Website : www.geocities.com/lmf_purwanto_architect



AUSBILDUNG/STUDIUM UND FORTBILDUNG

1974-1980 : Grundschule an der Nusaputera Schule in Semarang, Indonesien
1980-1983 : Mittelschule an der Nusaputera Schule in Semarang, Indonesien
1983-1986 : Oberschule an der Nusaputera Schule in Semarang, Indonesien, abgeschlossen mit dem Reifezeugnis im naturwissenschaftlichen Zweig.
1986-1992 : Architektur-Studium an der Katholischen Soegijapranata Universität, Semarang, Indonesien (Bachelor-diplom)
1994-1996 : Architektur-Studium an der Diponegoro Universität, Semarang, Indonesien mit Forschungen über *:Adaptasi Arsitektur Kolonial Belanda Terhadap Iklim Tropis Lembab Semarang* (Anpassung der niederländischen Kolonialarchitektur an das feucht-tropische Klima in Semarang), Semarang, These (Hochschulabschluss: Master of Engineering)
2001-2004 : Promotionsstudium am Institut für Baustofflehre, Bauphysik, Technischen Ausbau und Entwerfen der Fakultät Architektur und Stadtplanung Universität Stuttgart

BERUFSERFAHRUNG

Seit 1997 : Dozent für Struktur und Konstruktion an der Katholischen Soegijapranata Universität in Semarang, Indonesien in der Technischen Fakultät, Fachrichtung Architektur

MITGLIEDSCHAFT:

- Ikatan Arsitek Indonesia/Verein Indonesische Architekten (IAI)
- Bund Deutscher Baumeister, Architekten und Ingenieure (BDB)