

# **Einfluss des feucht-tropischen Klimas auf die niederländischen Kolonialbauten in Semarang**

Von der Fakultät für Architektur und Stadtplanung  
der Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde eines  
Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)  
genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von  
**L.M.F. Purwanto**  
aus Semarang, Indonesien

Hauptberichter: Prof. Dipl.-Ing. Lothar Götz

Mitberichter: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr.h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Juli 2004

Institut für Baustofflehre, Bauphysik,  
Technischen Ausbau und Entwerfen  
Universität Stuttgart  
2004

**Gedruckt mit Unterstützung  
des Katholischen Akademischen Ausländer-Dienstes**

# **Einfluss des feucht-tropischen Klimas auf die niederländischen Kolonialbauten in Semarang**

Leonardus Murialdo Fransiskus Purwanto

VERLAG GRAUER · Beuren · Stuttgart · 2004

**Purwanto, Leonardus Murialdo Fransiskus:**

Einfluss des feucht-tropischen Klimas auf die niederländischen Kolonialbauten in Semarang.

VERLAG GRAUER, Beuren, Stuttgart, 2004.

ISBN 3-86186-467-3

D 93

Dissertation Universität Stuttgart, Institut für Baustofflehre, Bauphysik, Technischen Ausbau und Entwerfen, 2004.

Von der Fakultät für Architektur und Stadtplanung der Universität Stuttgart zur Erlangung der Würde eines Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.) genehmigte Abhandlung vorgelegt von Leonardus Murialdo Fransiskus Purwanto aus Semarang, Indonesien.

Berichterstatter, 1. Prüfer: Prof. Dipl.-Ing. Lothar Götz

Mitberichterstatter, 2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Juli 2004

© 2004 Leonardus Murialdo Fransiskus Purwanto

E-Mail: purwanto@gmx.de

Alle Rechte vorbehalten..

Printed in Germany.

Druck: F. u. T. Müllerbader GmbH

Forststr. 18, 70794 Filderstadt, Germany

VERLAG ULRICH E. GRAUER

Linsenhofer Str. 44, 72660 Beuren, Germany

Tel. +49 (0)7025 842140, Fax +49 (0)7025 842499

Internet: <http://www.grauer.de/>, E-Mail: [grauer@grauer.de](mailto:grauer@grauer.de)

Et sit splendor Domini Dei nostri super nos,  
et opera manuum nostrarum dirige super nos,  
et opus manuum nostrarum dirige.  
(Psalmus 90:17)

*(Herr, unser Gott, sei freundlich zu uns!  
Lass unsere Arbeit nicht vergeblich sein!  
Ja, Herr, lass gelingen, was wir tun)  
(Psalm 90:17)*

## **Widmung**

Meiner lieben Frau Theresia Sri Djajati, meinen Kindern Arnoldus Evan Putranto  
und Bernhard Ricardo Putranto, da ohne ihre Geduld und bedingungslosen  
Rückhalt dies alles nur ein Traum geblieben wäre.

# Danksagung

An erster Stelle ist mein Doktorvater Herr Prof. Dipl.-Ing. Lothar Götz zu nennen, der diese Arbeit betreut und gefördert hat und mir in zahlreichen Diskussionen mit seinen Ratschlägen viele wertvolle Anregungen lieferte, sowie für seine Hinweise bei der Anfertigung der vorliegenden Arbeit und seine verständnisvolle Förderung und Leitung. Auch Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis danke ich ganz herzlich für sein stetes Interesse an der behandelten Thematik und die freundliche Übernahme des Mitberichts sowie seine Betreuung und zahlreiche Hinweise. Dem Dekanat der Fakultät 1 und dem Vorsitzenden des Promotionsausschusses, Herrn Prof. Dr. phil. Dieter Kimpel und Frau Claudia Wesiak, gilt mein besonderer Dank für die stete Hilfsbereitschaft.

Des Weiteren gilt mein aufrichtigster Dank auch dem Katholischen Akademischen Ausländer-Dienst, besonders Frau Karin Bialas und Herrn Dr. Heinrich Geiger, der durch seine finanzielle Unterstützung die vorliegende Arbeit überhaupt erst möglich machte.

Darüber hinaus möchte ich alle, die mir bei der Organisation und Durchführung der Feldforschung und bei der Daten- bzw. Literatursuche behilflich waren, in meinen Dank einbeziehen.

Danken möchte ich auch meinem Rektor an der Katholischen Soegijapranata Universität (UNIKA), Herrn Br. Dr. Martinus T. Handoko, FIC, und allen meinen Kollegen an der Fakultät für Architektur an der katholischen Soegijapranata Universität für ihre moralische Unterstützung. Ich möchte mich bei Familie Regula und Herrn Dr.-Ing. Heinz Frick von der UNIKA für die Mithilfe bei der Strukturierung des deutschen Textes, sowie auch Familie Elizabeth und Herrn Dr. Walter Lempp für die sprachlichen Korrekturen des Manuskripts bedanken.

Selbstverständlich danke ich ganz herzlich meiner lieben Frau Theresia Sri Djajati und meinen Kindern, Arnoldus und Bernhard, meiner Familie in Semarang, Surabaya Indonesien für ihr Verständnis und ihre moralische Unterstützung.

Stuttgart, 21. Juli 2004

L.M.F. Purwanto

# Inhalt

<b>Verzeichnis der Abbildungen</b>	ix
<b>Verzeichnis der Tabellen</b>	xiv
<b>Verzeichnis der Diagramme</b>	xiv
<b>Abstrakt (deutsch, englisch, indonesisch)</b>	xx
<b>1. Einleitung</b>	1
1.1. Begründung	1
1.2. Problemstellung	2
1.3. Ziel der Arbeit	5
1.4. Arbeitsthese	6
1.5. Forschungsstand	7
1.6. Arbeitsschritte	9
<b>2. Zur Geschichte von Indonesien und Semarang</b>	10
2.1. Der niederländische Kolonialismus in Indonesien	10
2.2. Die Entwicklung der niederländischen Stadt und ihrer Architektur in Indonesien	12
2.3. Die Entwicklung der niederländischen Stadt und ihrer Architektur in Semarang	14
2.4. Die Altstadt von Semarang	21
2.5. Traditionelle Bauweisen	27
<b>3. Klimadaten</b>	30
3.1. Klimadaten von Indonesien	30
3.2. Die Lage von Semarang auf der Insel Java	31
3.3. Klimatelemente in der feucht-tropischen Klimazone Semarangs	33
3.3.1. Lufttemperatur	33
3.3.2. Relative Luftfeuchte	35
3.3.3. Sonnenstrahlung und Sonnenschein	38
3.3.4. Niederschläge	55
3.3.5. Windgeschwindigkeit und Windrichtung	57
<b>4. Überblick über die Kolonialbauten</b>	66
4.1. Architektur	66
4.1.1. Form und Konzept	66
4.1.2. Baukonstruktion	72
4.2. Innenraum	74
4.2.1. Raumgestaltung	75
4.2.2. Höhe des Innenraums	77
4.3. Kritik niederländischer Architekten wegen mangelnder Anpassung an das feucht-tropische Klima	78

<b>5. Durchgeführte Untersuchungen in Semarang</b>	82
5.1. Beschreibung der Messobjekte	82
5.2. Messergebnisse	116
5.2.1. Gebäude A1 (Wohnhaus)	116
5.2.2. Gebäude A2 (Bürogebäude)	125
5.2.3. Gebäude B3 (Bürogebäude)	133
5.2.4. Gebäude B4 (Bürogebäude)	141
5.2.5. Gebäude C5 (Versicherungsgebäude)	150
5.2.6. Gebäude C6 (Staatlicher Plantagenbetrieb)	163
<b>6. Bewertung der Ergebnisse</b>	172
6.1. Ergebnisvergleich Temperatur, Feuchte und Luftbewegung	172
6.2. Querlüftung	175
6.3. Behaglichkeitsaussagen	184
6.4. Orientierung und Verschattung	198
<b>7. Umsetzung der Ergebnisse auf moderne Gebäude</b>	225
7.1. Ergebnis-Konsequenzen	225
7.2. Passive Klimatisierung von Gebäuden im tropischen Klima	231
<b>8. Zusammenfassung und Schlussfolgerung (deutsch, englisch, indonesisch)</b>	236
<b>Literaturverzeichnis</b>	250
<b>Lebenslauf</b>	259



## Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1.	Die "Batavia"-Festung 1681	13
Abb. 2.	Rathaus in Batavia 1681	13
Abb. 3.	Semarang vor 900	15
Abb. 4.	Semarang 1650	16
Abb. 5.	Semarang 1695	17
Abb. 6.	Semarang 1741	18
Abb. 7.	Semarang 1810	19
Abb. 8.	Semarang 1847	20
Abb. 9.	Heutige Altstadt von Semarang	22
Abb. 10.	Die "Vifjhoek"-Festung 1708	23
Abb. 11.	Altstadt von Semarang 1720	24
Abb. 12.	Die "Vifjhoek"-Festung 1756	25
Abb. 13.	Die "Vifjhoek"-Festung 1766	26
Abb. 14.	Traditionelles Gebäude in Indonesien	27
Abb. 15.	Ein neues Haus aus Ziegelmauerwerk in Semarang	28
Abb. 16.	Dörfliche Szene aus der Vergangenheit in traditioneller (klima-angepasster) Kleidung in Bali	29
Abb. 17.	Heutige offizielle Kleidung in Indonesien	29
Abb. 18.	Landkarte von Indonesien	31
Abb. 19.	Die Provinzen der Insel-Java	32
Abb. 20.	Semarang Stadtplan	33
Abb. 21.	Thermohygrograph, wie in Semarang verwendet	38
Abb. 22.	Aktinograph, wie in Semarang verwendet	40
Abb. 23.	Sonnenscheindauer-Messgerät, wie in Semarang verwendet	41
Abb. 24.	Automatische Niederschlagsmessung, wie in Semarang benutzt	57
Abb. 25.	Anemometer in 0,5 m Höhe, wie in Semarang benutzt	60
Abb. 26.	Anemometer in 2 m Höhe, wie in Semarang benutzt	60
Abb. 27.	Anemometer in 8 m Höhe, wie in Semarang benutzt	61
Abb. 28.	Anemometer in 10 m Höhe, wie in Semarang benutzt	61
Abb. 29.	Fassade der „Javasche Bank Batavia“	67
Abb. 30.	„Javasche Bank Batavia“ gebaut 1900, Foto 1935	67
Abb. 31.	Katholische Kirche vom Heiligen Herzen Jesu (Hati Kudus Yesus) in Malang (Ost-Java) gebaut 1905, Foto 1930	68
Abb. 32.	Katholische Kirche vom Heiligen Herzen Jesu (Hati Kudus Yesus) in Malang (Ost-Java) renoviert 1930, Foto 1935	68
Abb. 33.	Katholische Kirche „Pohsarang“ in Kediri gebaut 1936, Foto 1975	69
Abb. 34.	Villa Isola in Bandung gebaut 1933, Foto 1960	69
Abb. 35.	Erstes Haus in Ijenboulevard in Malang	70
Abb. 36.	Volkstheater Sobokarti gebaut 1930, Foto 1996	71
Abb. 37.	Technische Hochschule in Bandung (gebaut von Henry Maclaine Pont 1918-1920) Foto 1934	72
Abb. 38.	Dach der Technischen Hochschule in Bandung (traditionelles „Minangkabau“ Haus aus Sumatra) Foto 1934	72
Abb. 39.	Ziegelmauerwerk in den ersten niederländischen Kolonialbauten	73

Abb. 40.	Entwicklung des Tragwerks in den ersten niederländischen Kolonialbauten	74
Abb. 41.	Innenraum des „Stroomvaart Maatschappij Nederland“ (SMN)-Büros in Semarang	75
Abb. 42.	Grundriss der „Handelsvereniging Amsterdam“ (HVA)-Büros in Surabaya	76
Abb. 43.	Schematische Darstellung der Luftbewegung in Räumen großer Höhe	77
Abb. 44.	Horizontale und vertikale Querlüftung	79
Abb. 45.	Plan des „Raadsplein“ von Thomas Herman Karsten in Semarang	81
Abb. 46.	Plan des „de De Vogel-Plein“ von Thomas Herman Karsten in Semarang	81
Abb. 47.	Messobjekte in der Altstadt von Semarang	84
Abb. 48.	Luftaufnahme der Altstadt von Semarang	85
Abb. 49.	Wohnhaus, als Pfarramt benutzt (Foto im Jahr 1925) (Gebäude A1)	86
Abb. 50.	Westseite des Wohnhauses (Gebäude A1)	87
Abb. 51 :	Ostseite des Wohnhauses (Gebäude A1)	87
Abb. 52 :	Nordseite des Wohnhauses (Gebäude A1)	87
Abb. 53 :	Südseite des Wohnhauses (Gebäude A1)	88
Abb. 54 :	Dachaufsicht von Gebäude A1	88
Abb. 55 :	Grundriss von Gebäude A1	89
Abb. 56 :	Schnitt A - A von Gebäude A1	89
Abb. 57 :	„Marba“-Büro gebaut 1850, Foto im Jahr 1933 (Gebäude A2)	90
Abb. 58 :	Nordostseite des „Marba“-Büros (Gebäude A2)	91
Abb. 59 :	Ostseite des „Marba“-Büros (Gebäude A2)	91
Abb. 60 :	Südseite des „Marba“-Büros (Gebäude A2)	91
Abb. 61 :	Nordseite des „Marba“-Büros (Gebäude A2)	92
Abb. 62 :	Westseite des „Marba“-Büros (Gebäude A2)	92
Abb. 63 :	Dachaufsicht von Gebäude A2	93
Abb. 64 :	Grundriss Erdgeschoss von Gebäude A2	93
Abb. 65 :	Grundriss 1. Obergeschoss von Gebäude A2	94
Abb. 66 :	Schnitt A - A von Gebäude A2	94
Abb. 67 :	Westseite des Rechtsanwaltsbüros (Gebäude B3)	95
Abb. 68 :	Nordseite des Rechtsanwaltsbüros (Gebäude B3)	96
Abb. 69 :	Ostseite des Rechtsanwaltsbüros (Gebäude B3)	96
Abb. 70 :	Südseite des Rechtsanwaltsbüros (Gebäude B3)	97
Abb. 71 :	Dachaufsicht von Gebäude B3	97
Abb. 72 :	Grundriss Erdgeschoss von Gebäude B3	98
Abb. 73 :	Grundriss 1. Obergeschoss von Gebäude B3	98
Abb. 74 :	Schnitt A - A von Gebäude B3	99
Abb. 75 :	Westseite des „P.T. Pelni“-Büros (Gebäude B4)	100
Abb. 76 :	Südwestseite des „P.T. Pelni“-Büros (Gebäude B4)	100
Abb. 77 :	Südseite des „P.T. Pelni“-Büros (Gebäude B4)	100
Abb. 78 :	Ost-Teil des „P.T. Pelni“-Büros (Gebäude B4)	101
Abb. 79 :	Nord-Teil des „P.T. Pelni“-Büros (Gebäude B4)	101
Abb. 80 :	Nordseite des „P.T. Pelni“-Büros (Gebäude B4)	101

Abb. 81	:	Dachaufsicht von Gebäude B4	102
Abb. 82	:	Grundriss Erdgeschoss von Gebäude B4	103
Abb. 83	:	Grundriss 1. Obergeschoss von Gebäude B4	104
Abb. 84	:	Schnitt A - A von Gebäude B4	105
Abb. 85	:	„Jiwasraya“-Gebäude gebaut 1925, Foto im Jahr 1930 (Gebäude C5)	106
Abb. 86	:	Nordseite des „Jiwasraya“-Versicherungsbüros (Gebäude C5)	106
Abb. 87	:	Westseite des „Jiwasraya“-Versicherungsbüros (Gebäude C5)	107
Abb. 88	:	Südostseite des „Jiwasraya“-Versicherungsbüros (Gebäude C5)	107
Abb. 89	:	Dachaufsicht von Gebäude C5	108
Abb. 90	:	Grundriss Erdgeschoss von Gebäude C5	108
Abb. 91	:	Grundriss 1. Obergeschoss von Gebäude C5	109
Abb. 92	:	Grundriss 2. Obergeschoss von Gebäude C5	109
Abb. 93	:	Schnitt A - A von Gebäude C5	110
Abb. 94	:	<i>N.V. Cultuur Maatschappij de Vorstenladen</i> gebaut 1887, Foto im Jahr 1930	111
Abb. 95	:	Nordwestseite des „ <i>P.T.P. XV</i> “-Plantagenbetriebs (Gebäude C6)	111
Abb. 96	:	Südseite des „ <i>P.T.P. XV</i> “- Plantagenbetriebs (Gebäude C6)	111
Abb. 97	:	Ostseite des „ <i>P.T.P. XV</i> “- Plantagenbetriebs (Gebäude C6)	111
Abb. 98	:	Dachaufsicht von Gebäude C6	112
Abb. 99	:	Grundriss Erdgeschoss von Gebäude C6	113
Abb. 100	:	Grundriss 1. Obergeschoss von Gebäude C6	114
Abb. 101	:	Schnitt A - A von Gebäude C6	115
Abb. 102	:	Schnitt B - B von Gebäude C6	115
Abb. 103	:	Schnitt der Wand des Wohnhauses A1	117
Abb. 104	:	Messstellen der Oberflächentemperatur am Wohnhaus A1	118
Abb. 105	:	Schnitt der Wand des A2-Büros	125
Abb. 106	:	Messstellen der Oberflächentemperatur am Gebäude A2	126
Abb. 107	:	Schnitt der Wand des Gebäudes B3 im Erdgeschoss	133
Abb. 108	:	Schnitt der Wand des Gebäudes B3 im Obergeschoss	133
Abb. 109	:	Messstellen der Oberflächentemperatur am Gebäude B3	134
Abb. 110	:	Schnitt der Wand des Gebäudes B4 im Erdgeschoss	141
Abb. 111	:	Schnitt des Laubengangs des Gebäudes B4 im Obergeschoss	141
Abb. 112	:	Messstellen der Oberflächentemperatur am Gebäude B4	142
Abb. 113	:	Schnitt der Wand des C5 Versicherungsbüros	150
Abb. 114	:	Messstellen der Oberflächentemperatur am Gebäude C5	151
Abb. 115	:	Schnitt des Laubengangs des Gebäudes C5	153
Abb. 116	:	Schnitt des Laubengangs des C6-Büros	163
Abb. 117	:	Messstellen der Oberflächentemperatur am Bürogebäude C6	164
Abb. 118	:	Horizontale und vertikale Querlüftung im Wohnhaus A1 (schematisch)	175
Abb. 119	:	Horizontale Querlüftung im Wohnhaus A1 (schematisch)	176
Abb. 120	:	Horizontale Querlüftung im Bürogebäude A2 (schematisch)	177
Abb. 121	:	Vertikale Querlüftung im Bürogebäude A2 (schematisch)	178
Abb. 122	:	Horizontale Querlüftung im Bürogebäude B3 (schematisch)	178

Abb. 123 :	Horizontale und vertikale Querlüftung im Bürogebäude B3 (schematisch)	179
Abb. 124 :	Fensterladen im Bürogebäude B3	179
Abb. 125 :	Horizontale Querlüftung im Bürogebäude B3 (schematisch)	180
Abb. 126 :	Horizontale Querlüftung im Bürogebäude B4 (schematisch)	181
Abb. 127 :	Horizontale Querlüftung im Bürogebäude C5 (schematisch)	181
Abb. 128 :	Vertikale Querlüftung im Bürogebäude C5 (schematisch)	182
Abb. 129 :	Betongitter über dem Fenster im Bürogebäude C5	182
Abb. 130 :	Horizontale Querlüftung im Bürogebäude C6 (schematisch)	183
Abb. 131 :	Horizontale Querlüftung im Bürogebäude C6 (schematisch)	183
Abb. 132 :	Fenster an der Nordseite des Wohnhauses A1	199
Abb. 133 :	Sonnenstandsdiagramm für die Nordorientierung des Wohnhauses A1	200
Abb. 134 :	Schatten an der nördlichen Seite des Wohnhauses A1	201
Abb. 135 :	Stundenwinkel von Osten nach Westen (15° /Stunde)	201
Abb. 136 :	Schatten an der östlichen Seite des Wohnhauses A1	201
Abb. 137 :	Sonnenstandsdiagramm für die Südorientierung des Wohnhauses A1	202
Abb. 138 :	Schatten an der südlichen Seite des Wohnhauses A1	202
Abb. 139 :	Schatten an der westlichen Seite des Wohnhauses A1	203
Abb. 140 :	Ansicht der Nordseite des Bürogebäudes A2	203
Abb. 141 :	Schatten am nördlichen Erdgeschoss des Bürogebäudes A2	204
Abb. 142 :	Schatten am nördlichen Obergeschoss des Bürogebäudes A2	204
Abb. 143 :	Schatten am östlichen Erdgeschoss des Bürogebäudes A2	205
Abb. 144 :	Schatten am östlichen Obergeschoss des Bürogebäudes A2	205
Abb. 145 :	Fenster am nördlichen Erdgeschoss des Bürogebäudes B3	206
Abb. 146 :	Fenster am nördlichen Obergeschoss des Bürogebäudes B3	206
Abb. 147 :	Fenster am westlichen Obergeschoss des Bürogebäudes B3	207
Abb. 148 :	Schatten am nördlichen Erdgeschoss des Bürogebäudes B3	207
Abb. 149 :	Schatten am nördlichen Obergeschoss des Bürogebäudes B3	207
Abb. 150 :	Sonnenstandsdiagramm für die Nordwestorientierung des Bürogebäudes B3	208
Abb. 151 :	Schatten am nordwestlichen Erdgeschoss des Bürogebäudes B3 am Morgen	208
Abb. 152 :	Schatten am nordwestlichen Obergeschoss des Bürogebäudes B3 am Morgen	209
Abb. 153 :	Schatten am nordwestlichen Erdgeschoss des Bürogebäudes B3 am Abend	209
Abb. 154 :	Schatten am nordwestlichen Obergeschoss des Bürogebäudes B3 am Abend	210
Abb. 155 :	Sonnenstandsdiagramm für die Südwestorientierung des Bürogebäudes B3	210
Abb. 156 :	Schatten am südwestlichen Erdgeschoss des Bürogebäudes B3 am 22. Juni	211
Abb. 157 :	Schatten am südwestlichen Obergeschoss des Bürogebäudes B3 am 22. Juni	211
Abb. 158 :	Schatten am südwestlichen Erdgeschoss des Bürogebäudes B3 am 22. Dezember	212

Abb. 159 :	Schatten am südwestlichen Obergeschoss des Bürogebäudes B3 am 22. Dezember	212
Abb. 160 :	Fenster an der Südseite des Bürogebäudes B4	213
Abb. 161 :	Laubengang an der nördlichen Seite des Bürogebäudes B4	213
Abb. 162 :	Schatten am südlichen Erdgeschoss des Bürogebäudes B4	214
Abb. 163 :	Schatten am südlichen Obergeschoss des Bürogebäudes B4	214
Abb. 164 :	Schatten am westlichen Erdgeschoss des Bürogebäudes B4	215
Abb. 165 :	Schatten am westlichen Obergeschoss des Bürogebäudes B4	215
Abb. 166 :	Schatten am nördlichen Erdgeschoss des Bürogebäudes B4	216
Abb. 167 :	Schatten am nördlichen Laubengang im Obergeschoss des Bürogebäudes B4	216
Abb. 168 :	Fenster und Laubengang an der Nordseite des Bürogebäudes C5	217
Abb. 169 :	Fenster an der Nordseite des Bürogebäudes C5	217
Abb. 170 :	Fenster an der Nordseite des Bürogebäudes C5	217
Abb. 171 :	Schatten an der nördlichen Seite im Erdgeschoss und 1. Obergeschoss des Bürogebäudes C5	218
Abb. 172 :	Schatten am nördlichen Laubengang im Erdgeschoss und 1. Obergeschoss des Bürogebäudes C5	219
Abb. 173 :	Schatten an der nördlichen Seite im 2. Obergeschoss des Bürogebäudes C5	219
Abb. 174 :	Schatten an der östlichen Seite im Erdgeschoss und 1. Obergeschoss des Bürogebäudes C5	220
Abb. 175 :	Schatten am östlichen Laubengang im Erdgeschoss und 1. Obergeschoss des Bürogebäudes C5	220
Abb. 176 :	Schatten am östlichen Laubengang im 2. Obergeschoss des Bürogebäudes C5	221
Abb. 177 :	Schatten am südlichen Laubengang im Erdgeschoss und 1. Obergeschoss des Bürogebäudes C5	221
Abb. 178 :	Schatten am südlichen Laubengang 2. Obergeschoss des Bürogebäudes C5	222
Abb. 179 :	Fenster und Laubengang an der Westseite des Bürogebäudes C6	222
Abb. 180 :	Schatten am westlichen Laubengang im Erdgeschoss und 1. Obergeschoss des Bürogebäudes C6	223
Abb. 181 :	Schatten am östlichen Laubengang im Erdgeschoss und 1. Obergeschoss des Bürogebäudes C6	224
Abb. 182 :	Sonnenstandsdiagramm für die Südwestorientierung des Bürogebäudes C6	224
Abb. 183 :	Schatten am südwestlichen Laubengang im Erdgeschoss und 1. Obergeschoss des Bürogebäudes C6	225
Abb. 184 :	Traditionelles javanisches Haus (Omah Kampung)	232
Abb. 185 :	Schematische Darstellung der Sonneneinstrahlung auf die Ostfassade	233
Abb. 186 :	Sonnenschutz durch Holzlamellen für Westorientierungen	233
Abb. 187 :	Sonnenschutz durch Sonnenblenden aus Bambus für die Westorientierungen	234

Abb. 188 :	Sonnenschutz durch Kletterpflanzen für die Westorientierungen	234
Abb. 189 :	Sonnenschutz mit Baumanpflanzung für die Westorientierungen	235

## Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1 :	Windgeschwindigkeiten	58
Tabelle 2 :	Übersichtliche Beschreibung der gemessenen Gebäude in Semarang	83
Tabelle 3 :	Häufigkeit (Prozentsatz) der einzelnen Messwerte der Luftgeschwindigkeit	190
Tabelle 4 :	Wert des PMV	191
Tabelle 5 :	Häufigkeit (Prozentsatz) der einzelnen Messwerte für die Behaglichkeit	198

## Verzeichnis der Diagramme

Diagramm 1 :	Jahresverlauf der Monatsmittel der Außenlufttemperatur in Semarang im Zeitraum von 1996 bis 2000	34
Diagramm 2 :	Tagesverlauf der Stundenmittel der Außenlufttemperatur in Semarang im Zeitraum von 1996 bis 2000	35
Diagramm 3 :	Jahresverlauf der Monatsmittel der relativen Außenluftfeuchte in Semarang im Zeitraum von 1996 bis 2000	36
Diagramm 4 :	Tagesverlauf der Stundenmittel der relativen Außenluftfeuchte in Semarang im Zeitraum von 1996 bis 2000	37
Diagramm 5 :	Jahresverlauf der Monatsmittel der Sonnenstrahlung in Semarang im Zeitraum von 1996 bis 2000	39
Diagramm 6 :	Jahresverlauf der Monatsmittel der Sonnenscheindauer in Semarang im Zeitraum von 1996 bis 2000	40
Diagramm 7 :	Tagesverlauf der Strahlung auf horizontale Flächen (Januar bis März)	43
Diagramm 8 :	Tagesverlauf der Strahlung auf horizontale Flächen (April bis Juni)	44
Diagramm 9 :	Tagesverlauf der Strahlung auf horizontale Flächen (Juli bis September)	45
Diagramm 10 :	Tagesverlauf der Strahlung auf horizontale Flächen (Oktober bis Dezember)	46
Diagramm 11 :	Tagesverlauf der Strahlung auf vertikale Süd- und Nordflächen (Januar bis März)	47

Diagramm 12	: Tagesverlauf der Strahlung auf vertikale Süd- und Nordflächen (April bis Juni)	48
Diagramm 13	: Tagesverlauf der Strahlung auf vertikale Süd- und Nordflächen (Juli bis September)	49
Diagramm 14	: Tagesverlauf der Strahlung auf vertikale Süd- und Nordflächen (Oktober bis Dezember)	50
Diagramm 15	: Tagesverlauf der Strahlung auf vertikale Ost- und Westflächen (Januar bis März)	51
Diagramm 16	: Tagesverlauf der Strahlung auf vertikale Ost- und Westflächen (April bis Juni)	52
Diagramm 17	: Tagesverlauf der Strahlung auf vertikale Ost- und Westflächen (Juli bis September)	53
Diagramm 18	: Tagesverlauf der Strahlung auf vertikale Ost- und Westflächen (Oktober bis Dezember)	54
Diagramm 19	: Jahresverlauf der Monatsmittel der Niederschlagsmenge in Semarang im Zeitraum von 1996 bis 2000	56
Diagramm 20	: Jahresverlauf der Monatsmittel der Windgeschwindigkeit in Semarang im Zeitraum von 1996 bis 2000	59
Diagramm 21	: Tagesverlauf der Stundenmittel der Windgeschwindigkeit in Semarang im Zeitraum von 1996 bis 2000	59
Diagramm 22	: Windrosen der Monate von Januar bis April in Semarang im Zeitraum von 1991 bis 2000	62
Diagramm 23	: Windrosen der Monate von Mai bis August in Semarang im Zeitraum von 1991 bis 2000	63
Diagramm 24	: Windrosen der Monate von September bis Dezember in Semarang im Zeitraum von 1991 bis 2000	64
Diagramm 25	: Windrosen in Semarang im Zeitraum von 1991 bis 2000 (Jahresübersicht)	65
Diagramm 26	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Nordseite des Gebäudes A1	118
Diagramm 27	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Ostseite des Gebäudes A1	119
Diagramm 28	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Südseite des Gebäudes A1	119
Diagramm 29	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Westseite des Gebäudes A1	120
Diagramm 30	: Zeitverlauf der Innen- und Außenlufttemperatur im Wohnhaus A1	121
Diagramm 31	: Zeitverlauf der relativen Innen- und Außenluftfeuchte im Wohnhaus A1	122
Diagramm 32	: Zeitverlauf der absoluten Innen- und Außenluftfeuchte im Wohnhaus A1	123
Diagramm 33	: Zeitverlauf der Luftgeschwindigkeit im Wohnhaus A1	124
Diagramm 34	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Nordseite im Erdgeschoss des Gebäudes A2	127

Diagramm 35	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Ostseite im Erdgeschoss des Gebäudes A2	127
Diagramm 36	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Nordseite im Obergeschoss des Gebäudes A2	128
Diagramm 37	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Ostseite im Obergeschoss des Gebäudes A2	128
Diagramm 38	: Zeitverlauf der Innen- und Außenlufttemperatur im Bürogebäude A2	129
Diagramm 39	: Zeitverlauf der relativen Innen- und Außenluftfeuchte im Bürogebäude A2	130
Diagramm 40	: Zeitverlauf der absoluten Innen- und Außenluftfeuchte im Bürogebäude A2	131
Diagramm 41	: Zeitverlauf der Luftgeschwindigkeit im Bürogebäude A2	132
Diagramm 42	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Nordseite im Erdgeschoss des Gebäudes B3	135
Diagramm 43	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Westseite im Erdgeschoss des Gebäudes B3	135
Diagramm 44	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Nordseite im Obergeschoss des Gebäudes B3	136
Diagramm 45	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Westseite im Obergeschoss des Gebäudes B3	136
Diagramm 46	: Zeitverlauf der Innen- und Außenlufttemperatur im Bürogebäude B3	137
Diagramm 47	: Zeitverlauf der relativen Innen- und Außenluftfeuchte im Bürogebäude B3	138
Diagramm 48	: Zeitverlauf der absoluten Innen- und Außenluftfeuchte im Bürogebäude B3	139
Diagramm 49	: Zeitverlauf der Luftgeschwindigkeit im Bürogebäude B3	140
Diagramm 50	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Nordseite im Erdgeschoss des Gebäudes B4	143
Diagramm 51	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Westseite im Erdgeschoss des Gebäudes B4	143
Diagramm 52	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Südseite im Erdgeschoss des Gebäudes B4	144
Diagramm 53	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Nordseite im Obergeschoss des Gebäudes B4	144



Diagramm 54	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Westseite im Obergeschoss des Gebäudes B4	145
Diagramm 55	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Südseite im Obergeschoss des Gebäudes B4	145
Diagramm 56	: Zeitverlauf der Innen- und Außenlufttemperatur im Bürogebäude B4	146
Diagramm 57	: Zeitverlauf der relativen Innen- und Außenluftfeuchte im Bürogebäude B4	147
Diagramm 58	: Zeitverlauf der absoluten Innen- und Außenluftfeuchte im Bürogebäude B4	148
Diagramm 59	: Zeitverlauf der Luftgeschwindigkeit im Bürogebäude B4	149
Diagramm 60	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Nordseite im Erdgeschoss des Gebäudes C5	152
Diagramm 61	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Nordseite im 1. Obergeschoss des Gebäudes C5	152
Diagramm 62	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen am Nordlaubengang im Erdgeschoss des Gebäudes C5	154
Diagramm 63	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Ostseite im Erdgeschoss des Gebäudes C5	154
Diagramm 64	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Südseite im Erdgeschoss des Gebäudes C5	155
Diagramm 65	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen am Nordlaubengang im 1. Obergeschoss des Gebäudes C5	155
Diagramm 66	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Ostseite im 1. Obergeschoss des Gebäudes C5	156
Diagramm 67	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Südseite im 1. Obergeschoss des Gebäudes C5	156
Diagramm 68	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen am Nordlaubengang im 2. Obergeschoss des Gebäudes C5	157
Diagramm 69	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Ostseite im 2. Obergeschoss des Gebäudes C5	157
Diagramm 70	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Südseite im 2. Obergeschoss des Gebäudes C5	158
Diagramm 71	: Zeitverlauf der Innen- und Außenlufttemperatur im Bürogebäude C5	159

Diagramm 72	: Zeitverlauf der relativen Innen- und Außenluftfeuchte im Bürogebäude C5	160
Diagramm 73	: Zeitverlauf der absoluten Innen- und Außenluftfeuchte im Bürogebäude C5	161
Diagramm 74	: Zeitverlauf der Luftgeschwindigkeit im Bürogebäude C5	162
Diagramm 75	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Westseite im Erdgeschoss des Gebäudes C6	165
Diagramm 76	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Südseite im Erdgeschoss des Gebäudes C6	165
Diagramm 77	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Ostseite im Erdgeschoss des Gebäudes C6	166
Diagramm 78	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Westseite im Obergeschoss des Gebäudes C6	166
Diagramm 79	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Südseite im Obergeschoss des Gebäudes C6	167
Diagramm 80	: Zeitverlauf der Wandoberflächen- und der Lufttemperaturen an der Ostseite im Obergeschoss des Gebäudes C6	167
Diagramm 81	: Zeitverlauf der Innen- und Außenlufttemperatur im Bürogebäude C6	168
Diagramm 82	: Zeitverlauf der relativen Innen- und Außenluftfeuchte im Bürogebäude C6	169
Diagramm 83	: Zeitverlauf der absoluten Innen- und Außenluftfeuchte im Bürogebäude C6	170
Diagramm 84	: Zeitverlauf der Luftgeschwindigkeit im Bürogebäude C6	171
Diagramm 85	: Behaglichkeitslinien nach Fanger im Wohnhaus A1 mit eingetragenen Messpunkten. Die Ziffern an den Messpunkten geben die Uhrzeit wieder	185
Diagramm 86	: Behaglichkeitslinien nach Fanger im Bürogebäude A2 mit eingetragenen Messpunkten. Die Ziffern an den Messpunkten geben die Uhrzeit wieder	186
Diagramm 87	: Behaglichkeitslinien nach Fanger im Bürogebäude B3 mit eingetragenen Messpunkten. Die Ziffern an den Messpunkten geben die Uhrzeit wieder	187
Diagramm 88	: Behaglichkeitslinien nach Fanger im Bürogebäude B4 mit eingetragenen Messpunkten. Die Ziffern an den Messpunkten geben die Uhrzeit wieder	188
Diagramm 89	: Behaglichkeitslinien nach Fanger im Bürogebäude C5 mit eingetragenen Messpunkten. Die Ziffern an den Messpunkten geben die Uhrzeit wieder	189
Diagramm 90	: Behaglichkeitslinien nach Fanger im Bürogebäude C6 mit eingetragenen Messpunkten. Die Ziffern an den Messpunkten geben die Uhrzeit wieder	190

Diagramm 91	: Mittlere tägliche Werte von PMV nach Fanger für Wohnhaus A1	192
Diagramm 92	: Mittlere tägliche Werte von PMV nach Fanger für das Bürogebäude A2	193
Diagramm 93	: Mittlere tägliche Werte von PMV nach Fanger für das Bürogebäude B3	194
Diagramm 94	: Mittlere tägliche Werte von PMV nach Fanger für das Bürogebäude B4	195
Diagramm 95	: Mittlere tägliche Werte von PMV nach Fanger für das Bürogebäude C5	196
Diagramm 96	: Mittlere tägliche Werte von PMV nach Fanger für das Bürogebäude C6	197
Diagramm 97	: Zusammenstellung des Mittelwerts der Außen- und Innenlufttemperaturen bei den sechs gemessenen Gebäuden	226
Diagramm 98	: Zusammenstellung des Temperaturunterschieds zwischen Außen- und Innenraum bei den sechs gemessenen Gebäuden	226
Diagramm 99	: Zusammenstellung der Mittelwerte der relativen Luftfeuchte bei den sechs gemessenen Gebäuden	227
Diagramm 100	: Zusammenstellung der Luftfeuchte-Differenz zwischen Außen- und Innenraum bei den sechs gemessenen Gebäuden	227
Diagramm 101	: Zusammenstellung der Mittelwerte der absoluten Luftfeuchte in den sechs gemessenen Gebäuden	228
Diagramm 102	: Zusammenstellung der absoluten Luftfeuchte-Differenz zwischen Außen- und Innenraum bei den sechs gemessenen Gebäuden	228
Diagramm 103	: Zusammenstellung der Mittelwerte der Luftgeschwindigkeit bei den sechs gemessenen Gebäuden	229
Diagramm 104	: Relative Häufigkeit der erforderlichen Luftgeschwindigkeit	230
Diagramm 105	: Die Ergebnisse des PMV nach Fanger in den Forschungsobjekten	230

# Abstrakt

Die niederländische Kolonialregierung herrschte in Indonesien während 350 Jahren und hat viele Spuren auf allen Gebieten des Lebens hinterlassen. Ein Teil dieses Erbes sind die niederländischen Kolonialbauten, die in Baustil, Stadtplanung und Architektur niederländischem Muster folgen. Am Anfang wurde nicht wahrgenommen, dass die Klimata in den Niederlanden und Indonesien verschieden sind. Deshalb wurden die Gebäude zunächst nicht an das feucht-tropische Klima angepasst. Folglich ist die Nutzung dieser Gebäude bis heute unangenehm. Nachdem die Niederländer viele Erfahrungen über Wohnen und Leben in Indonesien gesammelt und viel Kritik von den Kollegen in den Niederlanden bekommen hatten, begannen die niederländischen Architekten, in Indonesien das feucht-tropische Klima zu berücksichtigen.

Als Untersuchungsobjekt dieser Arbeit wird Semarang gewählt, die als einzige Stadt eine gut instand gehaltene und konservierte Altstadt besitzt, in der es drei Arten niederländischer Gebäude gibt, nämlich Gebäude, die noch nicht, die teilweise und dann doch schon an das feucht-tropische Klima angepasst sind. Als Gebäude, die noch nicht an das feucht-tropische Klima angepasst sind, werden das Wohnhaus A1 in der Let.Jend. Suprpto Strasse und das „Marba“-Büro A2 gewählt. Als Gebäude, die teilweise dem feucht-tropischen Klima angepasst sind, werden das Rechtsanwaltsbüro B3 in der Let. Jend. Suprpto Strasse und das „PT. Pelni“-Büro B4 gewählt. Das „Jiwasraya“-Versicherungsbüro C5 und das „PT. PTP XV“-Büro C6 werden als Gebäude, die dem feucht-tropischen Klima weitgehend angepasst sind, ausgewählt.

Mit den Messungen der Außen- und Innenlufttemperatur, der Außen- und Innenluftfeuchte und der Luftgeschwindigkeit kann man die Behaglichkeit nach P.O. Fanger mit der PMV-Formel (Predicted Mean Vote) errechnen. Aus dieser Formel kann man ableiten, ob in den gewählten Gebäuden eine ausreichende Behaglichkeit erreicht werden kann. Aus den Messungen der Oberflächentemperatur kann man erkennen, welche Konstruktionsformen die beste Eignung im feucht-tropischen Klima haben. Danach werden die Orientierung des Gebäudes und die Form des Sonnenschutzes erforscht, durch welche das Eindringen der Sonneneinstrahlung verhindert und die Beschattung der Fassade erreicht werden soll.

## Abstract

After 350 years of colonization in Indonesia, the Netherlands left many historical imprints in all areas of life. Parts of the historical inheritance are colonial buildings which follow in atmosphere, town planning and architecture the Dutch pattern. At the beginning the buildings were built without thinking about the difference of climate between Indonesia and the Netherlands. Hence the early buildings were not suitable for the humid tropical climate in Indonesia. Thus, up until today the early colonial buildings are not comfortable to be lived in. After having gathered much experience in staying and living in Indonesia and receiving much criticism from Dutch architects, they started to think about building colonial buildings which are suited to the local climate.

Semarang has been chosen as a research area because it is the only city in Indonesia in which the old city is well preserved. Three groups of Dutch building types can be found there; buildings built without considering the humid-tropical climate, those in which a part of the building was adapted and whole buildings built suitable for the humid-tropical climate. A dormitory in the Let. Jend. Suprpto street and the "Marba" building are chosen as buildings built without considering the humid-tropical climate. Whereas the attorneys' office in the Let. Jend. Suprpto street and the P.T. Pelni office were chosen as research objects in which part of the building was built adapted to the humid-tropical climate. As examples of buildings more suitable to the humid tropical climate, the "Jiwasraya" insurance office and the office of "PT, PTP XV" are chosen.

According to P.O. Fanger especially his formula PMV (Predicted Mean Vote), a temperature, humidity and wind speed measurement inside and outside of the buildings are needed in order to calculate a comfortable building standard. From the calculation above, it will be known whether the atmosphere of a building is appropriate to a comfortable standard or not. By measuring the surface temperature of the wall, it will be defined which type of wall construction is appropriate to the buildings in a humid tropical area. Afterwards, the building orientation and types of sunshades which prevent direct sun light from entering into the building and create shade for the building façade are researched.

## Abstrak

Belanda menjajah Indonesia selama 350 tahun, dengan meninggalkan banyak catatan sejarah. Salah satu peninggalan Belanda di Indonesia adalah bangunan kolonial Belanda yang dibangun dengan suasana, tata kota dan arsitektur yang sama persis dengan kondisi di Belanda. Namun pada mulanya tidak terpikirkan akan adanya perbedaan iklim antara negeri Belanda dan Indonesia, sehingga bangunan yang dibangun mula-mula tidak sesuai dengan iklim tropis lembap di Indonesia. Akibatnya bangunan tersebut tidak nyaman untuk dihuni. Setelah memiliki banyak pengalaman untuk tinggal dan hidup di Indonesia dan atas dasar kritik di antara beberapa arsitek Belanda sendiri, maka mulai dipikirkan dan dibangun bangunan kolonial Belanda yang berorientasi pada iklim setempat.

Semarang yang memiliki satu-satunya kawasan kota lama yang terawat dan terkonservasi di Indonesia, menjadi alasan terpilihnya sebagai objek penelitian dengan tiga jenis kelompok bangunan, yaitu bangunan yang belum, yang sebagian dan yang sudah beradaptasi dengan iklim tropis lembap. Untuk jenis bangunan yang belum beradaptasi dengan iklim tropis lembap dipilih asrama di Jalan Let. Jend. Suprpto dan gedung „Marba“. Sedangkan bangunan yang sebagian telah beradaptasi dengan iklim tropis lembap dipilih kantor pengacara di Jalan Let. Jend. Suprpto dan gedung „PT. Pelni“. Kantor Asuransi „Jiwasraya“ dan kantor „PT. PTP XV“ merupakan bangunan yang dipilih sebagai contoh dari bangunan yang telah beradaptasi dengan iklim tropis lembap.

Hasil pengukuran iklim luar dan dalam pada temperatur, kelembapan udara dan pergerakan udara, diperlukan untuk menghitung standart kenyamanan bangunan menurut PO. Fanger dengan menggunakan rumus PMV (Predicted Mean Vote). Dari perhitungan ini akan diketahui apakah bangunan yang dipilih memenuhi standart kenyamanan. Dari pengukuran Temperatur permukaan dinding akan diketahui jenis konstruksi dinding yang sesuai untuk bangunan di daerah tropis lembap. Dan kemudian diteliti orientasi bangunan dan bentuk penahan sinar matahari yang berfungsi sebagai penghalang masuknya matahari dan membuat pembayangan pada fasade bangunan.

### 1.1. Begründung

Indonesien liegt in der tropischen Zone. Es hat Klimaprobleme, wie hohe relative Luftfeuchte und hohe Temperaturen im ganzen Jahr. Seit der Unabhängigkeit tendiert die Entwicklung im Bauwesen immer mehr zu amerikanischen oder europäischen Bauweisen. Die Gebäude werden kopiert und ohne Rücksicht auf das andersartige Klima gebaut. Für ein angenehmes Raumklima wird deswegen eine Klimaanlage benötigt. In diesem Zusammenhang schreibt Ken Yeang, Architekt aus Singapur, über Berücksichtigung des Klimas beim Entwurf:

*Designing with climate has been an aspect of architectural design since man first made shelters to protect himself from the element. Evident in the vernacular architecture of any region are a variety of intuitive responses to the climate that have developed over time. Unfortunately, with the advent of air-conditioning, artificial lighting, high-speed elevators, high-rise construction techniques and the shape of cities throughout the world have, over the last 50 years, become almost totally independent of the climate and culture of specific place [1].*

Die Berücksichtigung des Klimas in der Planung interessiert noch nicht viele Architekten in Indonesien. Es ist leichter, eine Klimaanlage einzubauen, als z. B. ein passives Kühlungssystem zu planen. Aber ironischer Weise fordern viele Architekten aus nicht tropischen Zonen, die Klimafaktoren und -probleme zu beachten. Sie sind der Meinung;

*„Climatic Architecture” evokes a concern in the minds of many architects. Architecture, the marriage of science and art, today sometimes tends to be practiced as either on or the other, and some architects are uneasy about calculations, energy and climate [2].*

Indonesische Architekten bauen zwar oft ohne Berücksichtigung des tropischen Klimas, aber sie haben viele Beispiele historischer Gebäude aus der Kolonialzeit, die zeigen, wie das Klimaproblem in der Kolonialzeit gelöst wurde. Jedoch wird heute leider immer noch wenig Rücksicht auf das Klima beim Bauen genommen. Deshalb ist auch heute noch in vielen Gebäuden keine gute Behaglichkeit vorhanden. Damals baute man zuerst noch viele Gebäude, die noch

nicht an das feucht-tropische Klima angepasst waren. Nach den Erfahrungen des Wohnens und Lebens in diesen Gebäuden, wurde man sich der vielen feucht-tropischen Klimaprobleme bewusst und begann die Gebäude zu verbessern. Gute Beispiele förderten den Lernprozess [3]. Nach der politischen Unabhängigkeit (17. August 1945) und mit der technologischen Entwicklung (zum Beispiel der Klimaanlage) ging jedoch viel Wissen über klimagerechtes Bauen wieder verloren. Infolge der wirtschaftlichen Krise und den steigenden Energiekosten in der heutigen Zeit werden die Erkenntnisse der niederländischen Kolonialarchitektur wieder zunehmend Gewicht gewinnen. Die vorliegende Arbeit soll, abgestützt auf Erfahrungen der Vergangenheit, zum Energiesparen beitragen.

## **1.2. Problemstellung**

Die Energiekrise hat weltweit ein neues Bewusstsein geweckt. So wird in der Architektur nach den Erkenntnissen oder der Wiederentdeckung älterer, bereits vergessener Prinzipien gesucht, um die bauphysikalischen Probleme mit möglichst geringem Energieaufwand zu bewältigen. Der Schwerpunkt der Anstrengungen liegt bei der Bauphysik und dem Entwurf mit direktem Einfluss auf die Raumqualität. Mehr denn je sind die außenklimatischen Verhältnisse, das Raumklima, die Raumnutzung und das Baukonzept aufeinander abzustimmen.

Die Niederländer bauten Unterkünfte, Lagerhäuser, Befestigungen, Kanäle usw. Dabei bauten sie zunächst ähnlich wie in ihrer Heimat und fühlten sich so besser zu Hause. Dabei wurde das Klima Indonesiens nicht berücksichtigt. So wurde das Leben in Indonesien vor allem in der Pionierzeit, entsprechend der holländischen Lebensweise geführt, ohne Rücksicht auf die klimatischen Gegebenheiten. Tatsächlich aber sind die Klimaunterschiede zwischen Indonesien und den Niederlanden vorhanden: Holland wird von vier Jahreszeiten (Winter, Frühling, Sommer und Herbst) bestimmt, während Indonesien zwei Jahreszeiten kennt (Trockenzeit und Regenzeit). Das gemäßigte Klima in den Niederlanden unterscheidet sich sehr vom tropischen Klima Indonesiens. Diese Problematik forderte die niederländischen Architekten heraus, neue klimagerechte Gebäudetypen und -konstruktionen zu entwickeln. Das feucht-tropische Klima Indonesiens ist gekennzeichnet durch hohe Lufttemperaturen und durch eine hohe relative



Lufffeuchte. In jedem Monat des Jahres gibt es Regentage, meist mehrere in Folge. Die höchsten Regenmengen fallen in den Monaten Dezember bis Februar. Während seiner Untersuchung über die für niederländische Kolonialbauten in feucht-tropischem Klima erforderlichen Bedingungen hat sich Hoytema folgendermaßen geäußert:

*Uit het bovenstaande zal het duidelijk zijn, dat het tropisch-Nederlandsche gebouw zijn karakter ontleent aan de overheersching van de wit-zwart tegenstelling in den gevel. De verhouding tusschen de witte muren en de donkere openingen van galerijen en ramen, tusschen de door het zonlicht hel beschenen muurvlakke en de schaduwpartijen van over stekende daken en luifels, is de bepalende factor in het aspect van den gevel. Deze verhouding geeft aan het bouwwerk zijn breedheid, zijn rust en zijn monumentaliteit. Door deze tegenstelling van licht en donker gaan alle kleine versieringsmotieven verloren; eente fijne detaillering is hier misplaatst. Neemtmen daarbij in aanmerking dat het Indische gebouw buiten de stad meestal niet meer dan één of hoogstens twee verdiepingen telt, en daardoor een groote oppervlakte beslaat, dan ligt het voor de hand, dat een sterk uitgesproken horizontalisme mede tot de karakteristiek van dit gebouw behoort. In de stad verkrijgen de kantoren, scholen e.d. somtijds een grootere hoogte bij geringere breedte, in verband met den zeer hoogen grondprijs, doch door de schaduw en licht-verdeeling treedt toch de horizontale lijn het meest op den voorgrond. De omstandigheid, dat men deze stads gebouwen op korteren afstand beschouwt, is oorzaak dat de detaillering iets fijner en levendiger kan zijn, maar een zekere breedheid van opvatting is toch ook hier kenmerkend [4].*

*(Aus obigem wird deutlich, dass das tropisch-niederländische Gebäude seinen Charakter erhält durch das Vorherrschen vom weiß-schwarzen Gegensatz in der Fassade. Das Verhältnis zwischen den weißen und dunklen Öffnungen von Galerien und Rahmen, zwischen der durch Sonnenlicht hell beleuchteten Mauerfläche und den Schattenpartien von überstehenden Dächern und Vordächern ist der bestimmende Faktor der Fassade. Dieses Verhältnis gibt dem Bauwerk seine Breite, seine Ruhe und seine Monumentalität. Durch diesen Gegensatz von Hell und Dunkel gehen alle kleinen Schmuckmotive verloren. Ein feines Detail ist hier unangebracht. Berücksichtigt man dabei, dass das indonesische Gebäude außerhalb der Stadt meistens nicht mehr als ein oder höchstens zwei Stockwerke zählt und dadurch eine große Oberfläche beschlagnahmt, dann ist es offensichtlich, dass ein stark ausgeprägter Horizontalismus mit zu der Charakteristik dieses Gebäudes gehört. In der Stadt bekommen die Büros, Schulen usw. bisweilen eine größere Höhe bei geringerer Breite, im Zusammenhang mit dem sehr hohen Grundstückspreis, jedoch durch die Verteilung der Schatten und Licht tritt trotzdem die horizontale Linie am meisten in den Vordergrund. Der Umstand, dass man die Stadtgebäude auf kürzere Entfernung betrachtet, ist Ursache dafür, dass die Detaillierung etwas feiner und lebendiger sein kann, aber eine bestimmte Breite der Auffassung ist jedoch auch hier kennzeichnend.)*

Im feucht-tropischen Klima spielen der Innenraum, die Belüftung, die Konstruktion und die Baumaterialien eine wichtige Rolle. Aus den Erfahrungen der niederländischen Architekten könnte bei der Planung neuer klimagerechter

Gebäude gelernt werden. Mit einer beschreibenden und zeichnerischen Dokumentation im Rahmen einer Feldforschung sollen 3 Arten niederländischer Gebäude in der Altstadt von Semarang erfasst werden:

- Gebäude, die noch nicht an das feucht-tropische Klima angepasst sind
- Gebäude, die teilweise dem feucht-tropischen Klima angepasst sind
- Gebäude, die dem feucht-tropischen Klima angepasst sind

Alle diese Gebäude findet man in der Altstadt von Semarang, wo es noch viele niederländische Kolonialbauten in einem zusammenhängenden Gebiet gibt, in dem auch gleichzeitig viele verschiedene Architekturstile vertreten sind. Das Areal von Semarang wird von der Regierung als besonders erhaltenswürdig eingestuft. Aufgrund dieser Überlegungen wird die Altstadt von Semarang als Messobjekt gewählt.

In der Morphologie der niederländischen Kolonialbauten kann man drei Arten von Gebäuden als Messobjekt unterscheiden. Es braucht eine bauphysikalische Beweisführung, um die thermische Behaglichkeit für jede Gebäudeart errechnen zu können. Man muss sich bewusst werden, dass die thermische Behaglichkeit, über die in vielen Büchern geschrieben wird, von europäischen, amerikanischen, und australischen Wissenschaftlern und Forschern entwickelt wurde. Es gibt sogar solche für tropische Gebiete, aber diese entsprechen grundsätzlich nicht den Bedürfnissen der Bewohner. Die thermische Behaglichkeit, die den Wissenschaftlern für die Tropen ideal erscheint, kam den Menschen, die dort leben und die an eine hohe Lufttemperatur gewöhnt sind, manchmal sogar kalt vor [5]. Deshalb wird ein Vergleich der thermischen Behaglichkeit in verschiedenen Behaglichkeitsdiagrammen vorgenommen, um herauszufinden, welche Werte, die sich aus Messungen in Gebäuden ergeben haben, innerhalb oder in Nähe der „Komfortzone“ liegen. Da die Stufe der Behaglichkeit für die Tropen oft unerreichbar hoch angesetzt wird, liegen die Messergebnisse oft außerhalb der Komfortzone. In diesem Fall bedeutet das noch nicht, dass diese Gebäude nicht behaglich sind. Denn Behaglichkeitsfaktoren werden auch durch physiologische, physikalische und intermediäre Bedingungen beeinflusst. Frank erklärt, dass hinsichtlich der Bedeutung von Adaptation und Akklimatisation für die Behaglichkeitsbeurteilung in der Literatur ähnlich divergierende Meinungen

vorliegen, wie sie bereits im Falle des Einflusses ethnischer Komponenten anzutreffen waren [6]. Durch die Beobachtung und den Vergleich zwischen einigen Behaglichkeitsstandards wird festgestellt, wie groß der Unterschied der Werte zwischen den drei Arten von Messobjekten ist und welche Faktoren den Unterschied zwischen den verschiedenen Behaglichkeitsstandards beeinflussen. Wenn Messergebnisse im Innern der drei Gebäudearten sich der Komfortzone nähern, müssen folgende Fragen beantwortet werden

1. Welche Konstruktionsdetails der niederländischen Kolonialbauten weisen die höchste Anpassungsfähigkeit an das feucht-tropische Klima auf?
2. Welche Konstruktionsformen weisen die beste Eignung im feucht-tropischen Klima auf?
3. Welche Bauteil-Dimensionen der niederländischen Kolonialbauten haben sich als geeignet erwiesen?

### **1. 3. Ziel der Arbeit**

Ausgehend vom heutigen Zustand der Architektur in Indonesien, die sich an europäischer oder amerikanischer Architektur orientiert und aus anderen Klimazonen stammt, muss festgestellt werden, dass die javanische Architektur unter diesen Bedingungen ihre Identität verloren hat. Viele moderne Gebäude benötigen mechanische Lüftungs- und Klimaanlage, welche als Folge eine Luftverschmutzung und Energieverschwendung fördern. Die traditionelle javanische Architektur beruht auf der Auseinandersetzung mit dem tropischen Klima und kann als Beispiel ökologischer Architektur gelten. Die Anfänge der niederländischen Kolonialarchitektur in Indonesien sind vergleichbar mit den heutigen Zuständen. Aus diesen Erfahrungen der niederländischen Architekten könnte bei der Planung klimagerechter Gebäude Gewinn gezogen werden.

Diese Ausgangslage motiviert den Verfasser, die architektonischen Lernprozesse innerhalb der kolonialen Architektur zu untersuchen und eine zukünftige, klimagerechte indonesische Architektur neu zu definieren. Ziel der Arbeit ist eine Neuorientierung in Richtung einer klimagerechteren Architektur in Indonesien. Durch die Erforschung historischer architektonischer Lernprozesse können Lösungsmöglichkeiten für die Zukunft definiert werden. Durch methodische

Lösungsansätze ist den indonesischen Architekten zu helfen, konstruktive und theoretische Richtlinien für die Zukunft zu entwickeln.

Es wurde oben von einer erforderlichen Raumqualität gesprochen. Diese variiert von Situation zu Situation und oft selbst innerhalb eines bestimmten Gebäudes oder gar eines Raumes im Laufe der Zeit. Die hier exemplarisch gewählten Gebäudetypen zeigen 3 Arten niederländischer Kolonialbauten. Die niederländische Architektur in Semarang ist ein gutes Beispiel für historische architektonische Lernprozesse, weil zuerst klimatische Probleme nicht beachtet wurden, aber danach dies erkannt und Problemlösungen gefunden wurden. Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich auf den Versuch, eine neue, den Bedürfnissen der klimatischen Behaglichkeit angepasste Gebäudeform zu entwickeln.

Konkrete Lösungen müssen sich auf den Einzelfall beziehen; Grundlagen zu diesen Lösungen sollten weiter gefasst sein, da beide, die Grundlagen und die praktische Anwendung, sich gegenseitig ergänzen und vervollständigen, analytisch gesehen aber leichter getrennt behandelt werden. Um diese Lösungen zu erreichen, werden folgende Punkte untersucht:

- Bei drei Arten von Kolonialbauten wird der Einfluss der Sonnenstrahlung auf die Oberflächentemperatur, Wärmeleitung, Innenlufttemperatur, Innenluftfeuchte und Ventilation zwischen den Räumen gemessen.
- Das Verhältnis zwischen Innen- und Aussenklima soll herausgefunden werden.
- Es soll zum Schluss die effektive Verbesserung des Innenklimas von Gebäuden im tropischen Klima, diskutiert und vorgeschlagen werden.

#### **1. 4. Arbeitsthese**

Die ersten von niederländischen Architekten errichteten Kolonialbauten waren besonders in Semarang einfache Kopien der Gebäude in den Niederlanden. Diese Gebäude hatten aber nicht genug Regen- und Sonnenschutz. Danach wurde eine Anpassung der niederländischen Kolonialbauten an das feucht-tropische Klima durch Übernahme des langen Dachüberstandes als Regen- und Sonnenschutz vollzogen. Die Erkenntnis des Einflusses des feucht-

tropischen Klimas wurde zur wichtigsten Grundlage für die Planung der niederländischen Architekten für die folgende Periode. Die niederländischen Kolonialbauten, die der Architekt bereits genau an das feucht-tropische Klima angepasst hatte, haben daher nun eine bessere Ventilation, eine bessere Form des Regen- und Sonnenschutzes als die zuerst gebauten niederländischen Kolonialbauten. Man benutzte den Laubengang um die Gebäude herum, der sowohl Zwischenraum als auch einen guten Regen- und Sonnenschutz gewährte. Die Gebäude mit einem Laubengang waren besser als Gebäude ohne einen solchen und können eine gute Behaglichkeit erreichen. Die niederländischen Kolonialbauten wären ein gutes Beispiel für heutige moderne Gebäude in Indonesien, besonders in Semarang, weil sie auf einem Lernprozess ihrer Architekten beruhen. Leider werden heutige moderne Gebäude von Architekten meistens ohne Berücksichtigung des lokalen Klimas geplant. Deshalb haben die niederländischen Kolonialbauten oft eine angenehmere Behaglichkeit für deren Benutzer als heutige moderne Gebäude.

## **1. 5. Forschungsstand**

Es gibt kaum Literatur über den Einfluss des feucht-tropischen Klimas auf die niederländischen Kolonialbauten. Die niederländischen Architekten, wie H. Thomas Karsten, H.P. Berlage, Hoytema, Thomas Nix, haben über ihre Vorstellungen und das Konzept ihrer Entwürfe geschrieben. Manchmal verfassten sie auch Architekturkritik, haben aber dabei den Einfluss des Klimas kaum berücksichtigt. Das heißt, es gibt keine ausführliche Forschung, die zeigt, inwieweit ein Anpassungsprozess der niederländischen Kolonialbauten an das feucht-tropische Klima stattfand. Indonesische Forscher, wie Handinoto, Paulus H. Soehargo, Sidharta, Albertus S.M. oder Andy Siswanto, veröffentlichten mehrere Artikel über Stadtplanung und Erhaltung der Altstadt. Yulianto Sumalyo schrieb sogar seine Dissertation über Architekturgeschichte und die Überlegungen niederländischer Architekten.

Andererseits ist die bauphysikalische Beobachtung von Gebäuden im tropischen Gebiet meist nur auf Klimaaspekte ausgerichtet. Zum Beispiel schrieb Gagoek Hardiman [7] seine Dissertation über die Untersuchung natürlicher

Lüftungssysteme zur Verbesserung des Raumklimas von kostengünstigen Wohnhäusern. Diese wenigen Arbeiten können Hinweise auf mögliche Lösungsansätze für die vorliegende Forschungsarbeit geben. Dagegen fehlen Untersuchungen über die Behaglichkeit in diesen Bauten, um mehr signifikante Ergebnisse zu erzielen. Es gibt bis heute noch keine thermische Behaglichkeitsforschung im tropischen Gebiet, die von im tropischen Gebiet wohnhaften Forschern durchgeführt wurde und dabei alle Aspekte dieses Forschungsgebiets ganzheitlich untersuchte.

Indonesien als ehemalige niederländische Kolonie hat circa 18.108 Inseln [8]; dazu gehören die vier großen Sunda-Inseln (Java, Sumatra, Kalimantan und Sulawesi), die kleinen Sunda-Inseln sowie der westliche Teil von Neuguinea. Semarang als Hafenstadt liegt an der Nordküste Javas und ist Provinzhauptstadt von Mitteljava. Semarang ist 373.67 km<sup>2</sup> groß und hat 1.25 Millionen Einwohner (Volkszählung 1990). Die niederländische Altstadt von Semarang hat sich im Vergleich zu anderen indonesischen Hafenstädten relativ spät entwickelt. Die Altstadt ist etwa 0,3 km<sup>2</sup> groß und enthält viele Kolonialbauten. Sie war früher von einer Festungsmauer umgeben. Ihrer Form entsprechend hieß diese Festung „de Vijfhoek“. Diese Festung hatte drei Tore; „Gouvernementspoort“ in Gouvernement Brug (jetzt Berok Brücke), „de Zuider Poort“ am Ende der Suari Straße und „de Oost Poort“ in der Raden Patah Straße. Diese Festung wurde jedoch bereits Ende des 18. Jahrhunderts geschleift.

Semarang wird als Ausgangspunkt für diese Forschungsarbeit gewählt, da es dort noch viele Kolonialbauten gibt, die relativ gut erhalten sind. Die Wahl bestimmter Kolonialbauten als Messobjekt wird von folgenden Kriterien abhängig gemacht:

1. Die innere Altstadt von Semarang, als Zentrum der niederländischen Koloniatoren, steht im Vordergrund.
2. Die Auswahl beispielhafter Gebäude wird nach folgenden Kategorien, geordnet:
  - Gebäude, die noch nicht an das feucht-tropische Klima angepasst sind.
  - Gebäude, die teilweise an das feucht-tropische Klima angepasst sind.
  - Gebäude, die an das feucht-tropische Klima angepasst sind.

## 1. 6. Arbeitsschritte

Nach einer allgemeinen Einführung (Kapitel 1) befasst sich Kapitel 2 mit der Geschichte von Semarang, dem niederländischen Kolonialismus in Indonesien, der Entwicklung der niederländischen Stadt und der Architektur in Indonesien, im Besonderen mit Semarang. Zum Schluss wird die Gestaltung der Altstadt Semarang dargestellt. Kapitel 3 widmet sich der Darstellung des Klimas der Stadt Semarang. Dieses umfasst folgende Punkte:

- Sonnenstrahlung und Sonnenscheindauer
- Lufttemperatur
- Luftfeuchte
- Niederschläge
- Windgeschwindigkeit und Windrichtung

Kapitel 4 befasst sich mit dem Überblick über die Kolonialbauten, die anhand von folgenden vier Aspekten bewertet werden:

- Architektur hinsichtlich Form, Konzept und Baukonstruktion
- Innenraum mit Raumgestaltung und Innenraumdimension
- Verhältnis zwischen Gebäuden in den Niederlanden und Kolonialbauten in Semarang
- Der Einfluss der Kritik mangelnder Anpassung an das feucht-tropische Klima durch die niederländischen Architekten

Im Kapitel 5 wird die Untersuchung alter niederländischer Gebäude in Semarang analysiert und bewertet. Grundlage dieser Forschung sind 6 niederländische Kolonialbauten. In den Messobjekten werden die Außen- und Innentemperatur, die relative Außen- und Innenfeuchte, die absolute Außen- und Innenfeuchte und Luftgeschwindigkeit gemessen. Alle Messergebnisse werden mit den Behaglichkeitskriterien nach Fanger bewertet, um herauszufinden, welchen Gebäuden ein höherer Grad von Behaglichkeit zuzuerkennen ist. Im Kapitel 6 wird ein exemplarisches Entwurfskonzept der Kolonialbauten aufgezeigt. Die erzielten Forschungsergebnisse werden auf moderne Gebäude angewandt. Dann werden Empfehlungen für die Baukonstruktion geeigneter moderner Gebäude entwickelt. Nachfolgend werden die aus den Entwicklungen der Baukonstruktion resultierenden Möglichkeiten für Gebäude für eine höhere Lebensqualität

aufgezeigt. Kapitel 7 zieht die sich ergebende Schlussfolgerung. Die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungen und die effektive Verbesserung des Innenklimas von Gebäuden im tropischen Klima werden deutlich beschrieben. Kapitel 8 enthält die Zusammenfassung der ganzen Arbeit.

## **Kapitel 2**

### **Zur Geschichte von Indonesien und Semarang**

#### **2.1. Der niederländische Kolonialismus in Indonesien**

Die erste niederländische Niederlassung wurde 1596 in Banten an der Nordwestküste Javas errichtet. Ziel war es, den Portugiesen und den einheimischen Fürsten den gewinnträchtigen Gewürzhandel streitig zu machen. Um erfolgreich zu sein, schlossen sich 1602 die bis dahin auch untereinander konkurrierenden niederländischen Handelshäuser zur „Vereinigten Ostindischen Compagnie“ (V.O.C) zusammen. Der Wirtschaftsgeograph Werner Röll bringt die einzelnen Etappen der Ausplünderung des Inselkontinents auf den Punkt: „Sie (V.O.C) wurde von den niederländischen Generalstaaten mit dem Handelsmonopol und mit Machtprivilegien eines nahezu souveränen Staates ausgestattet. Durch geschickte Vertragsverhandlungen und unter Ausnutzung interner Machtkämpfe zwischen rivalisierenden islamischen und hinduistischen Regenten, Portugiesen, islamischen Händlern usw. konnte sie im 17. und 18. Jahrhundert ihre Einflussphäre innerhalb der Inselwelt beträchtlich ausweiten. Das kommerzielle Gewinnstreben der Kompanie basierte auf einem System rücksichtsloser Ausbeutung. Dabei bediente sie sich der Form der indirekten Herrschaft. Dies bedeutet, dass sie die vorhandenen Machtstrukturen zur Realisierung ihrer eigenen Ziele nutzte. Durch Gewinnbeteiligung wurde die heimische Aristokratie, die unter Aufsicht der Kompanie das Land weiterhin verwaltete, eng an die V.O.C. gebunden und militärisch gestützt. Damit wurden die



heimischen Regenten zunehmend von ihr abhängiger. Vom ursprünglichen Kauf ging man rasch zur Forderung nach weitgehend kostenloser Lieferung der begehrten Exportgüter über. Die Bevölkerung wurde gezwungen, Muskatnüsse, Gewürznelken und Pfeffer sowie später Indigo, Zuckerrohr, Kaffee usw. anzubauen. Zwar erhielt die Bevölkerung theoretisch für ihre Ablieferungskontingente ein bescheidenes Entgelt, aber vielfach wurde sie zu unbezahlten Zwangsarbeitern [9]. Die nachfolgenden Daten zur Geschichte Indonesiens und Europas verdeutlichen dies:

- 1511 Die Portugiesen erobern Malakka, den damals größten Hafen in Südostasien und setzen sich auf den Molukken fest. Der Gewürzhandel liegt für ein knappes Jahrhundert fest in ihrer Hand.
- 1596 Niederländer errichten eine erste Niederlassung in Banten, einem Sultanat in Java.
- 1602 Schließen sich alle bis dahin konkurrierenden niederländischen Handelshäuser zur Vereinigten Ostindischen Compagnie (V.O.C) zusammen.
- 1610 Die Niederländer haben die letzten Portugiesen aus Indonesien verdrängt.
- 1798 Misswirtschaft und Korruption führen zum Zusammenbruch der V.O.C. Der Staat übernimmt die territorialen Besitzungen.
- 1811 Während der napoleonischen Kriege besetzt England die indonesischen Besitzungen, gibt sie aber 1816 an die Niederlande zurück.
- 1825 Der erste fünfjährige Javakrieg unter der Führung eines Prinzen von Yogyakarta kostet 200.000 Javanern und 8.000 Europäern das Leben. Dieser Krieg ist einer von 21 Aufständen indonesischer Völker gegen die Kolonialherrschaft zwischen 1811 und 1907.
- 1830 Von Beginn der 30er Jahre an werden 30 bis 50 Prozent der landwirtschaftlichen Nutzflächen für Exportkulturen genutzt, die Bevölkerung wird zur Zwangsbewirtschaftung herangezogen.
- 1860 Die Zwangswirtschaft wird schrittweise abgebaut.
- 1870 Billige Lohnarbeit auf Plantagen von Europäern und für ausländische Unternehmen setzt sich durch.

- 1888 Aufbau einer innerinsularen Flotte hilft den Niederländern, ihren territorialen Anspruch durchzusetzen. Sukarno gründet 1927 die Nationale Partei (PNI), um die Unabhängigkeit auf dem Verhandlungsweg zu erreichen.
- 1942 Japan besetzt die indonesische Inselwelt und macht der niederländischen Vorherrschaft de facto ein Ende.
- 1945 Indonesien wird unabhängig.

## **2.2. Die Entwicklung der niederländischen Stadt und ihrer Architektur in Indonesien**

Von Europa aus kamen zuerst die Portugiesen nach Indonesien. Dann folgten ihnen die Spanier, die Engländer und die Niederländer. Ihre Ankunft war vor allem für die Handelstätigkeiten von großer Bedeutung. Sie bauten ihre Häuser an einigen Orten und zwar in der Regel in der Nähe von Seehäfen. Für die Mauern der Häuser verwendeten sie Holz und für deren Dächer Palmfaser. Bald versuchten die Europäer den indonesischen Markt zu beherrschen. Es ergaben sich Interessenkonflikte zwischen den im Handel miteinander rivalisierenden Europäern. Sie eroberten sich neue Handelsgebiete und verteidigten diese gegeneinander. Die Indonesier lehnten die Einmischung der Europäer ab, so dass es zu vielen Konflikten und Kriegen zwischen Europäern und Indonesiern kam. Als die Niederländer erkannten, dass ihre Beziehungen zu den Indonesiern schlecht waren, entschlossen sie sich Festungen zu bauen. Diese bestanden aus mit Lehm verputztem Felsgestein. Die Mauern waren 2,5 m hoch und 1 m dick. Die Festung nahm die Ausmaße einer ganzen Stadt an. Viele Festungen wurden an Orten in Indonesien gebaut, die als militärische und strategische Stützpunkte für die niederländische Regierung von Bedeutung waren, wie Ambon, Ternate, Makassar, Banten, Batavia (heute; Jakarta) und Semarang. In Ambon bauten die Niederländer 1580 die „Victoria“-Festung, in Makassar die „Rotterdam“-Festung, in Jakarta 1611 die „Batavia“-Festung (Abb.1) und in Semarang die „Vijfhoek“-Festung. Es ist auch möglich, dass bei der Konstruktion von Festungen sich ein europäischer Trend jener Zeit zeigte, so wie in Deutschland Städte von einer Stadtmauer umgeben wurden.

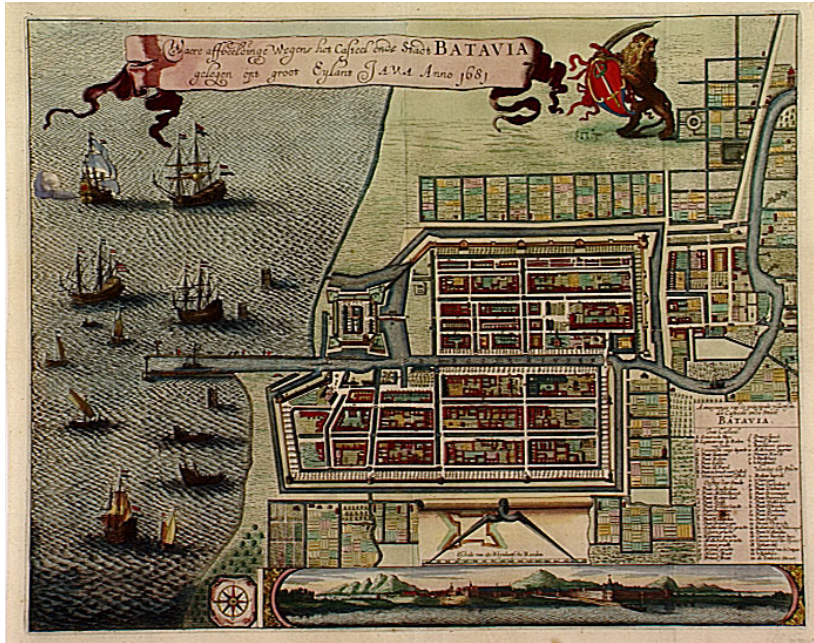


Abb. 1: Die „Batavia“-Festung 1681 [10]

Im Inneren der Festung begannen die Niederländer, viele Gebäude aus Ziegelmauerwerk zu bauen. Den Ziegelstein und die Baumeister hatten sie von den Niederlanden eingeführt. Sie bauten viele Häuser, Kirchen und öffentliche Gebäude anhand niederländischem Architektonischen Verständnis (Abb. 2). Damit fing die Entwicklung der niederländischen Kolonialarchitektur in Indonesien an.

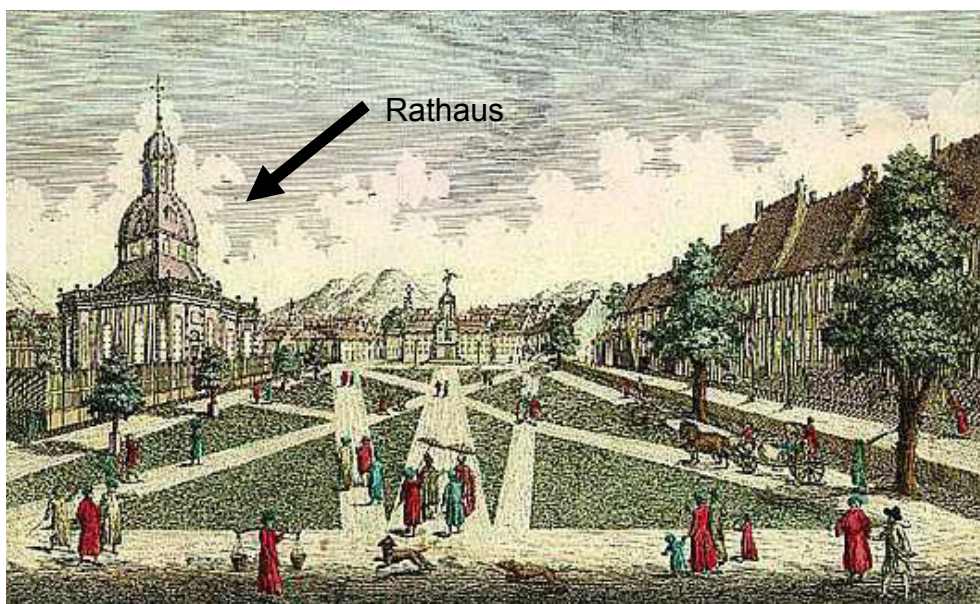


Abb. 2: Rathaus in Batavia 1681 [10]

Als nach mehreren Kriegen die Sicherheit wiederhergestellt war, errichteten die Niederländer viele Kanäle und auch Gebäude außerhalb der Festung, um eine Atmosphäre wie in ihrer Heimat herzustellen. Es gab zwar einige hochwassergefährdete Orte, wie Jakarta und Semarang, in denen die Kanäle vor Überflutung schützen sollten, in den anderen Städten wurden jedoch mit den Kanälen bloße Reminiszenzen an die niederländische Heimat geschaffen. Zunächst entwickelte sich im Inneren der Festung eine niederländische Stadt. Später entfaltete sie sich jedoch im ganzen Ort auch außerhalb der Festung. Nach und nach wurden die Festungen zerstört, sie fielen dem Verkehr zum Opfer. Wegen der zunehmenden Verkehrsdichte mussten die Strassen erweitert werden und oft führten sie durch die Festungsstadt hindurch. Nach einer langen Zeit der Erfahrungen und Überlegungen begann man damit, die niederländischen Kolonialbauten an das feucht-tropische Klima anzupassen. Der Schatten und der lange Dachüberstand waren ihre Kennzeichen. Einige niederländische Architekten, wie H.P. Berlage und Herman Thomas Karsten, zogen die abwechslungsreiche traditionelle indonesische Architektur vor und fingen an, Elemente und Formen der traditionellen indonesischen Architektur in ihren Gebäudeentwürfen zu verwenden. Sie benutzten z.B. die traditionellen Dachformen und Ornamente der niederländischen Kolonialbauten. Als Folge davon wurde ein Bautyp entwickelt, bei dem Elemente der traditionellen Architektur mit Elementen der niederländischen Architektur kombiniert wurden [11].

### **2.3. Die Entwicklung der niederländischen Stadt und ihrer Architektur in Semarang**

Die Gestalt von Semarang hatte nicht die heutige Form. Van Bemmelen, ein niederländischer Geologe, hat eine Theorie aufgestellt, dass die alte Küstenlinie im Norden von Zentral-Java einige Kilometer hinter der heutigen Küstenlinie lag. Die Küstenlinie habe sich mit einer Geschwindigkeit von 8 m pro Jahr nach Norden bewegt, weil der durch Demak, einer östlich von Semarang gelegenen Stadt, fließende Fluss Kali Garang dauernd Schlamm zuführe. Die Verlagerung der alten Küstenlinie im Norden vollziehe sich seit dem Jahre 900. Abb. 3 zeigt den ehemaligen Gebirgsrand, der mit der ehemaligen Küstenlinie identisch ist, und

eine natürliche Meeresbucht, die zugleich Mündungsgebiet des Kali Garang Flusses ist. Dieser Fluss ist durch die Küstenvorverlagerung zum Oberlauf des heutigen Semarang Flusses geworden [12].

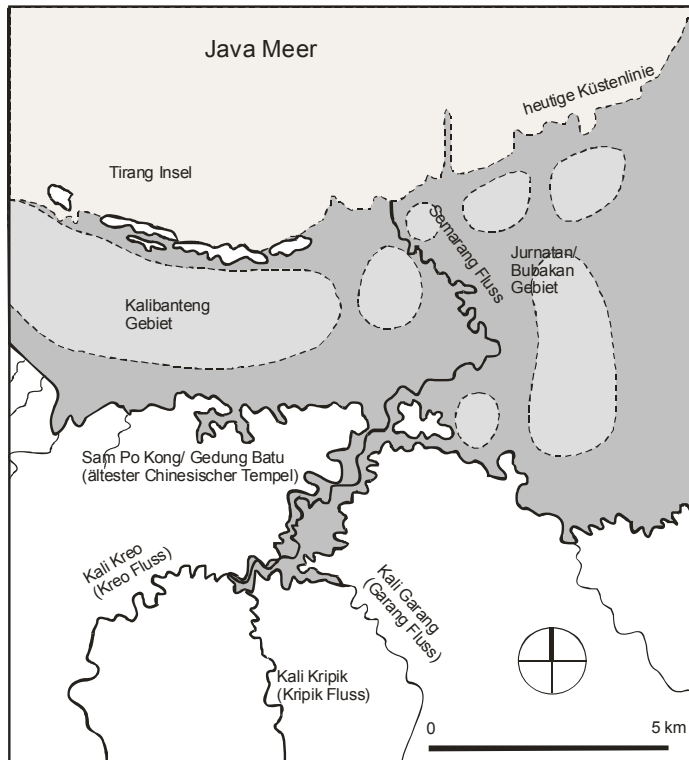


Abb. 3: Semarang vor 900 [13]

Diese Ära (900 bis 1500) bildete den Anfang der Entstehung der Alluvialebene. Durch die Sedimentation entstand aus der Ablagerung von Schlamm aus dem Mündungsgebiet der heutigen Flüsse Kali Kreo, Kali Kripik und Kali Garang die Ortslage des heutigen Semarang. Zu jener Zeit ist Semarang noch eine Hochebene am Fuße des Ungaran-Berges an der Nordküste Javas. Die Stadt von Semarang hat nach ihrer Entstehung hauptsächlich als Handelszentrum des Königreichs von Demak und als Mittelpunkt islamischer Verkündigung gedient. 1476 baute Ki Ageng Pandanaran, ein islamischer Heiliger, die erste Einheimischensiedlung. Als Beweis für die Existenz dieser alten Siedlung kann man noch heute in diesem Gebiet Steine, d.h. Abbruchreste aus der vorislamischen Periode finden [12].

Anfang 1500 reichte die Küstenlinie Semarang bis zum heutigen Sleko Gebiet. Zu dieser Zeit war Semarang ein wichtiger Hafen, der von vielen ausländischen Handelsschiffen angelaufen wurde, aus China Anfang des 15.

Jahrhunderts, aus Portugal und Niederlanden Anfang des 16. Jahrhunderts, aus Malaysia, Indien, Arabien und Persien Anfang des 17. Jahrhunderts. Die Menschen wohnten in ethnisch geschlossenen Siedlungen. Auf dem alten Stadtplan von 1650 (Abb. 4) ist dies ersichtlich. Die niederländischen und malaiischen Wohngebiete lagen an der Mündung des Semarang Flusses, das chinesische Wohngebiet in der Gegend um Simongan und das javanische Wohngebiet entlang des Semarang Flusses. Früher gehörte die Stadt von Semarang zum Herrschaftsgebiet des Sultans von Surakarta (Susuhunan Surakarta), aber sie wurde der niederländischen Regierung übereignet (weil Susuhunan Surakarta von der VOC Geld ausgeliehen hatte). Semarang wurde Militärbasis und Handelszentrum. Da es viele Kriege und Kämpfe gegen Teile der damaligen Bevölkerung gab, baute die niederländische Kolonialregierung im Jahr 1600 eine Festung im Zentrum von Semarang. Innerhalb der Festung entwickelte sich eine europäische Siedlung, die ihren Bewohnern verschiedene Erleichterungen bot. Die Festung hatte fünf Wachtürme. Danach wurden innerhalb der Festung Strassen in quadratischer Anlage gebaut (Abb. 5) [12].

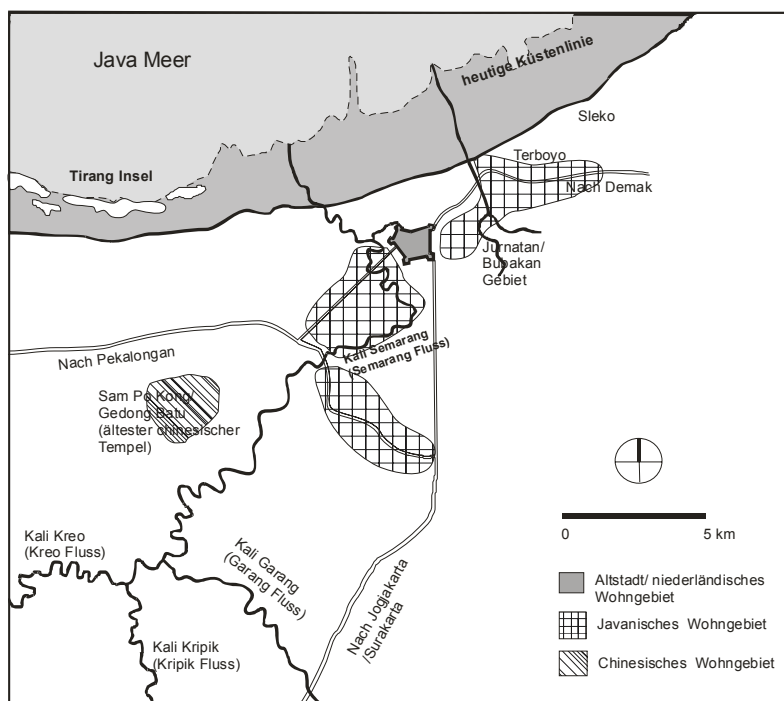


Abb. 4: Semarang 1650 [14]



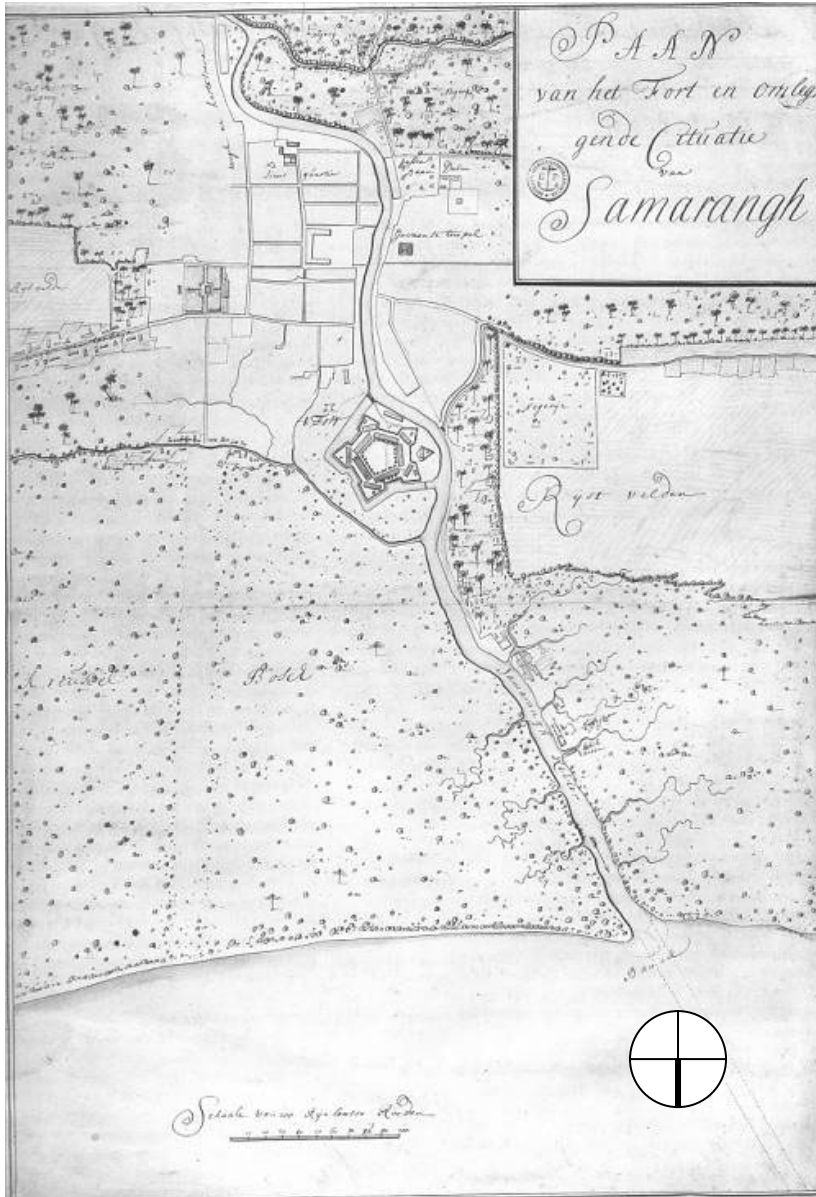


Abb. 5: Semarang 1695 [15]

Das Gebiet von Semarang entwickelte sich immer stärker in der Mitte des 18. Jahrhunderts, in dem Bürogebäude, soziale Einrichtungen usw. gebaut wurden (Abb. 6). Die Größe des Semarang-Gebiets wurde erweitert und viele neue Strassen wurden von der niederländischen Regierung gebaut. Die niederländische Regierung verlegte die chinesische Siedlung an einen anderen Ort, von „Gedung Batu“ in die Nähe der niederländischen Siedlung, weil ein chinesischer Aufstand entstanden war, der beim Aufstand des Sultans von Surakarta gegen die niederländische Regierung mitgeholfen hatte. Mit der Lage der chinesischen Siedlung in der Nähe der niederländischen Siedlung konnte die

niederländische Regierung einfach alle Aktivitäten der Chinesen beobachten. Es gab zwei verschiedene Wohnbereiche, einmal das Regierungsviertel unter der unmittelbaren Autorität des niederländischen Gouverneurs, der sich um die Festung und ihre Bewohner kümmerte, und das von Einheimischen bewohnte Siedlungsgebiet vor den Toren der Festung, das von einem javanischen Beamten verwaltet wurde. Aus dem Festungscharakter des Regierungsviertels entwickelten sich die städtischen Funktionen von Semarang, weil innerhalb ihrer Mauern die städtische Verwaltung und zugleich der Sitz der Regierung von Nord-Java (Generalgouvernement) untergebracht waren. Gleichzeitig diente es als Handelszentrum und als Schwerpunkt der militärischen Verteidigung. Als die niederländische Kolonialregierung die wirtschaftliche Potenz des umgebenden Gebietes erkannte, schleifte sie die Festung und erbaute viele Villen in Bojong und in Randusari (ca. 1758). Danach baute die einheimische Bevölkerung auch ihr Wohngebiet bis Poncol, Randusari, Depok u.a. aus. Gleichzeitig wurden neue Verbindungsstrassen zwischen Bojong und Depok gebaut (Abb. 7), andere neue Strassen waren die Mataram-Strasse bis an den nördlichen Stadtrand und die Ronggowarsito-Strasse bis an den Strand der Javasee, die Bulu-, Jagalan- und Petudungan-Strasse (Abb. 8) [12].

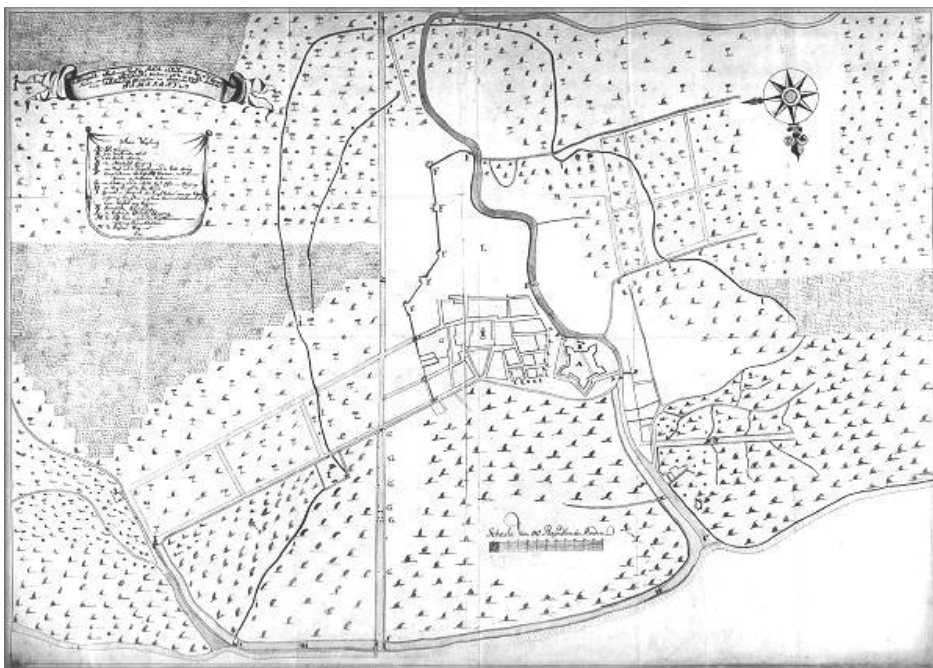


Abb. 6: Semarang 1741 [15]



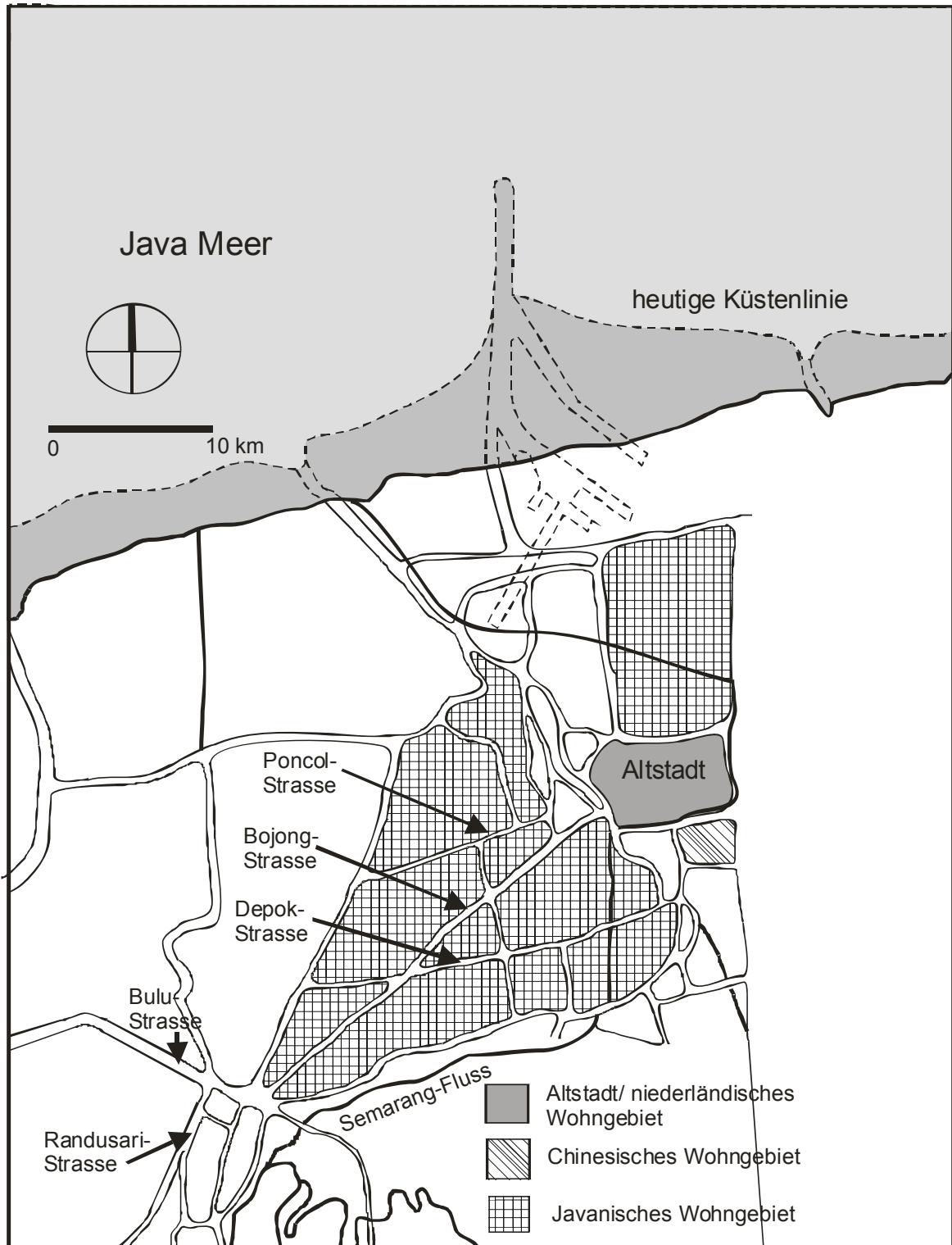


Abb. 7: Semarang 1810 [16]

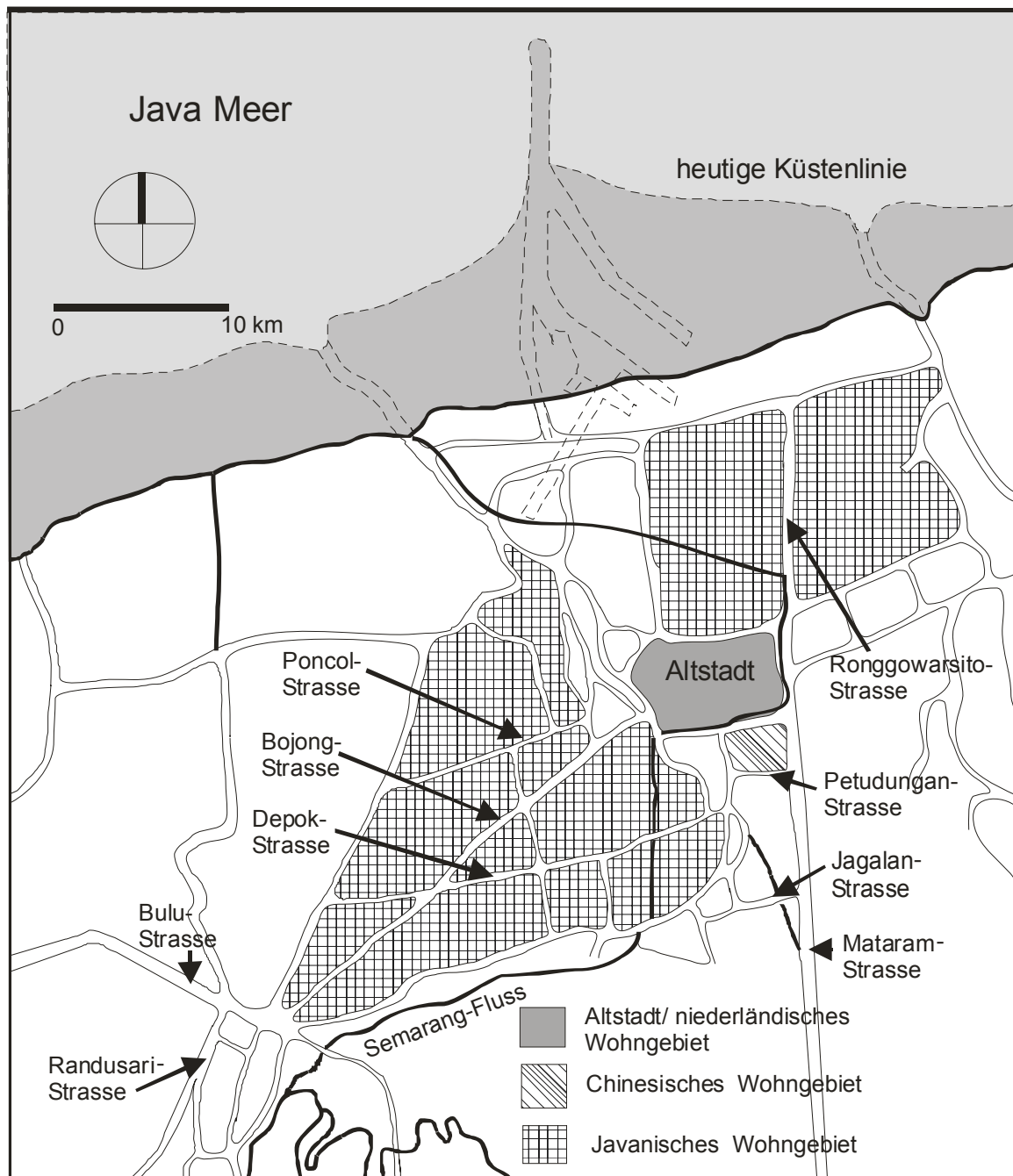


Abb. 8: Semarang 1847 [14]

Im Staatsblatt von 1906, Nummer 120, wird mitgeteilt, dass eine Stadtverwaltung namens „Staadsgemeente van Semarang“ eingerichtet worden ist. Diese funktionierte von diesem Zeitpunkt an als Ortsbehörde, sodass Semarang nicht mehr Amtssitz des *Bupati* (*Bupati* = Landrat) war. Doch verblieb der Amtssitz des *Bupati* im Lokalbereich der Stadtverwaltung. Dadurch entstand ein noch komplizierteres Verwaltungssystem. Die Stadt benötigt dringend eine Erweiterung

und eine Kontrolle über ihre städtischen Funktionen. Die physische Entwicklung und der Ausbau der Stadt wurden von der niederländischen Kolonialregierung übernommen, wenn es vorteilhaft für sie war, z.B. der Ausbau des Tanjung Mas-Hafens und des Kalibanteng-Flughafens, die 1931 bis 1933 gebaut wurden, ebenso der westliche und der östliche Kanal. 1930 stellte Ingenieur Herman Thomas Karsten in niederländischem Auftrag eine Gesamtplanung für die weitere Entwicklung Semarangs auf. Diese Planung war von großem Nutzen für den weiteren Ausbau Semarangs, besonders was die Interessen der niederländischen Kolonialregierung betraf [12].

1942 wurde Indonesien in den 2. Weltkrieg hinein gezogen, weil Japan in diesem Jahr Indonesien besetzte. Das bedeutete für die Stadt von Semarang das fast vollständige Ende ihrer Entwicklung und ihrer physischen Verbesserung. Ferner gab es von der japanischen Armee verursachte Zerstörungen in der Stadt. Nach der Niederlage Japans im 2. Weltkrieg begann man, Semarang wieder aufzubauen. Die Stadtgrenzen stimmten noch mit den früheren überein. Seit Anfang 1950 beschleunigte sich die Entwicklung Semarangs, besonders in den Wohngebieten wie Krobokan, Seroja, Pleburan, Jangli, Mrican usw. Der allgemeine Wiederaufbau, besonders auf dem wirtschaftlichen Sektor, begann allmählich; Handelszentren wie die Märkte Johar, Bulu, Dargo, Karangayu und 'Pasar Langgar entstanden. Es entstand ein modernes Personenverkehrssystem, z.B. der Bubakan-Busbahnhof. Später kamen ein Handelszentrum und ein Gewerbegebiet in Srondol dazu [12].

#### **2.4. Die Altstadt von Semarang**

Die Altstadt von Semarang liegt im Stadtviertel (*Kelurahan*) Bandarharjo im Bezirk Semarang-Nord. Die Grenzlinie der Altstadt von Semarang zieht sich nördlich von der Merak-Strasse und des Tawang Bahnhofs, östlich der Cendrawasih-Strasse, südlich der Sendowo-Strasse und westlich der Mpu Tantular-Strasse und entlang dem Semarang-Fluss. Die Fläche der Altstadt von Semarang umfasst 0,3125 km<sup>2</sup> (Abb. 9) [13].

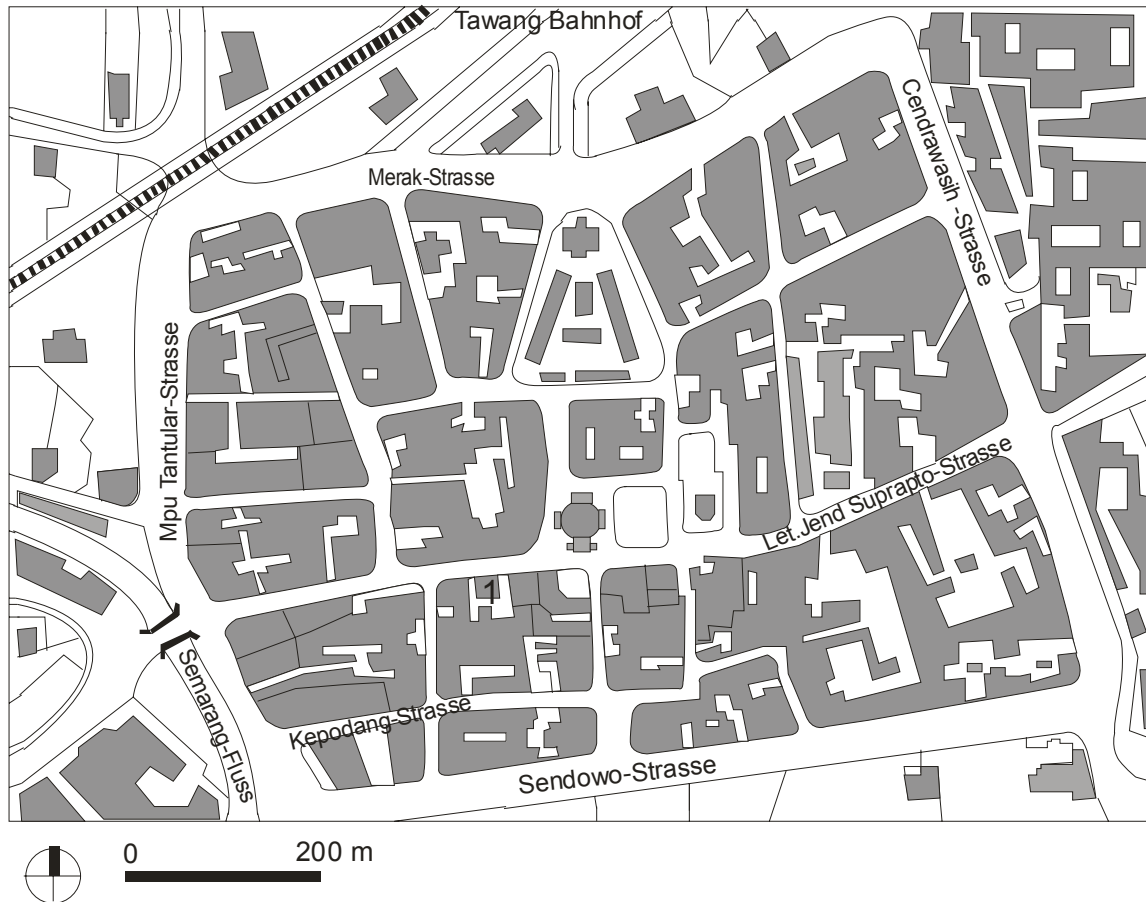


Abb. 9: Heutige Altstadt von Semarang [17]

Wie in anderen Städten, die unter der Beherrschung der niederländischen Regierung standen, baute die niederländische Regierung in Semarang auch ein Militärzentrum in einer Festung. Diese fünfeckig geformte Festung befand sich zuerst in der westlichen Altstadt Semarangs. Die Festung hat nur eine Pforte auf der südlichen Seite und fünf Wachposten. Die Namen der Wachposten sind: Zeeland, Amsterdam, Utrecht, Raamsdonk und Bunschoten. Die niederländische Regierung brachte 1731 die chinesische Siedlung an einen anderen Ort, nahe der niederländischen Siedlung, damit die niederländische Regierung alle Aktivitäten der Chinesen beobachten konnte. Deshalb war diese Festung nicht nur als Militärzentrum, sondern auch als Wachposten gegen die Chinesen zu verstehen (Abb. 10). Danach entwickelte sich die niederländische Siedlung zur östlichen Seite der „Vijfhoek“-Festung. Viele Häuser, Kirchen und Bürogebäude sind in dieser Siedlung gebaut worden. Diese Siedlung war zu Beginn die Altstadt von Semarang. Diese Siedlung heißt „de Europeeshe Buurt“ (niederländisches

Wohngebiet). Die Stadtplanung und Architektur dieses Gebiets werden gleich den damaligen Städten in den Niederlanden vorgenommen. Der Semarang-Fluss wurde analog der Kanäle in den Niederlanden verändert. Die „Vijfhoek“-Festung wurde noch nicht mit der niederländischen Siedlung verschmolzen (Abb. 11).

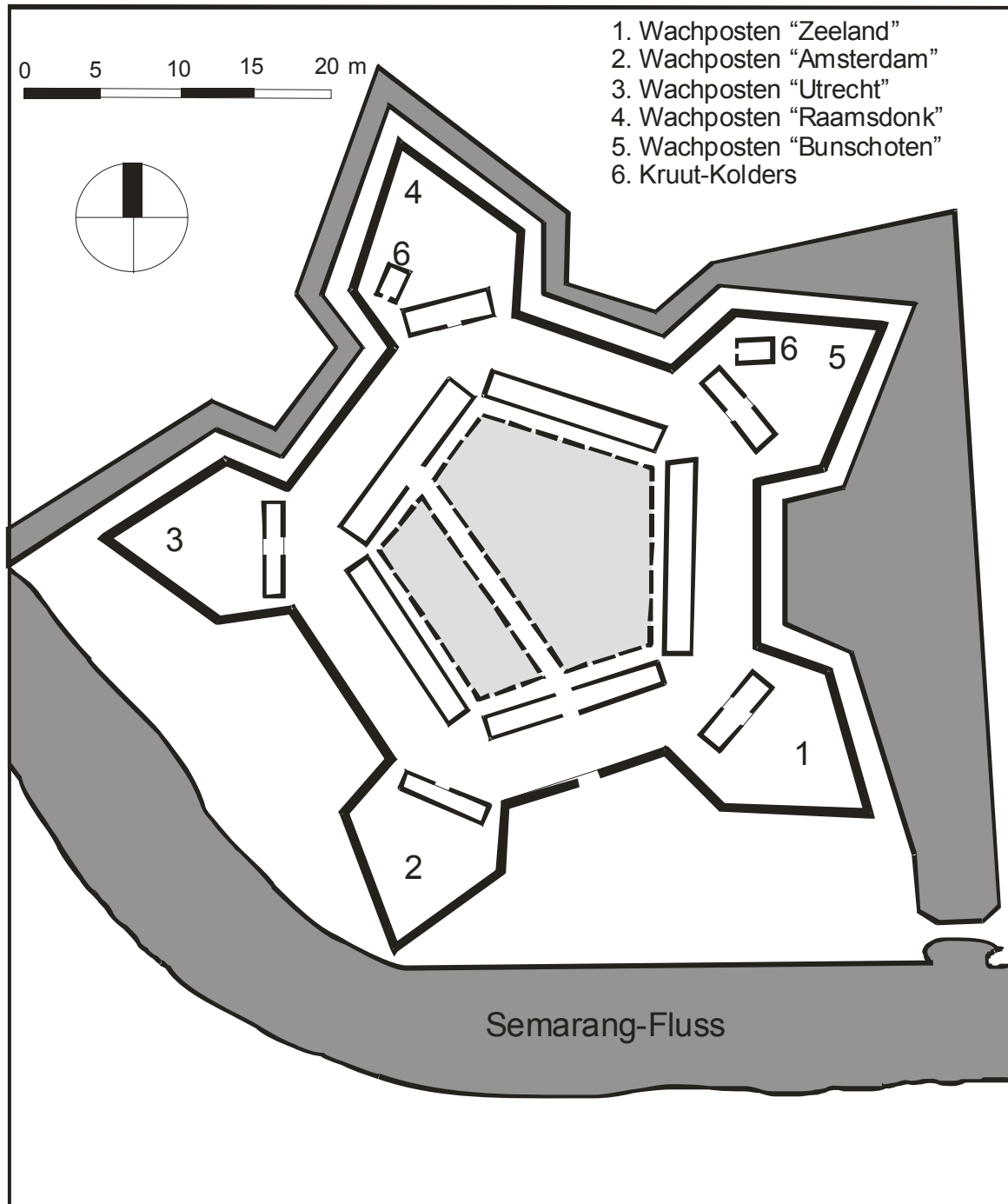


Abb. 10: Die „Vijfhoek“-Festung 1708 [18]

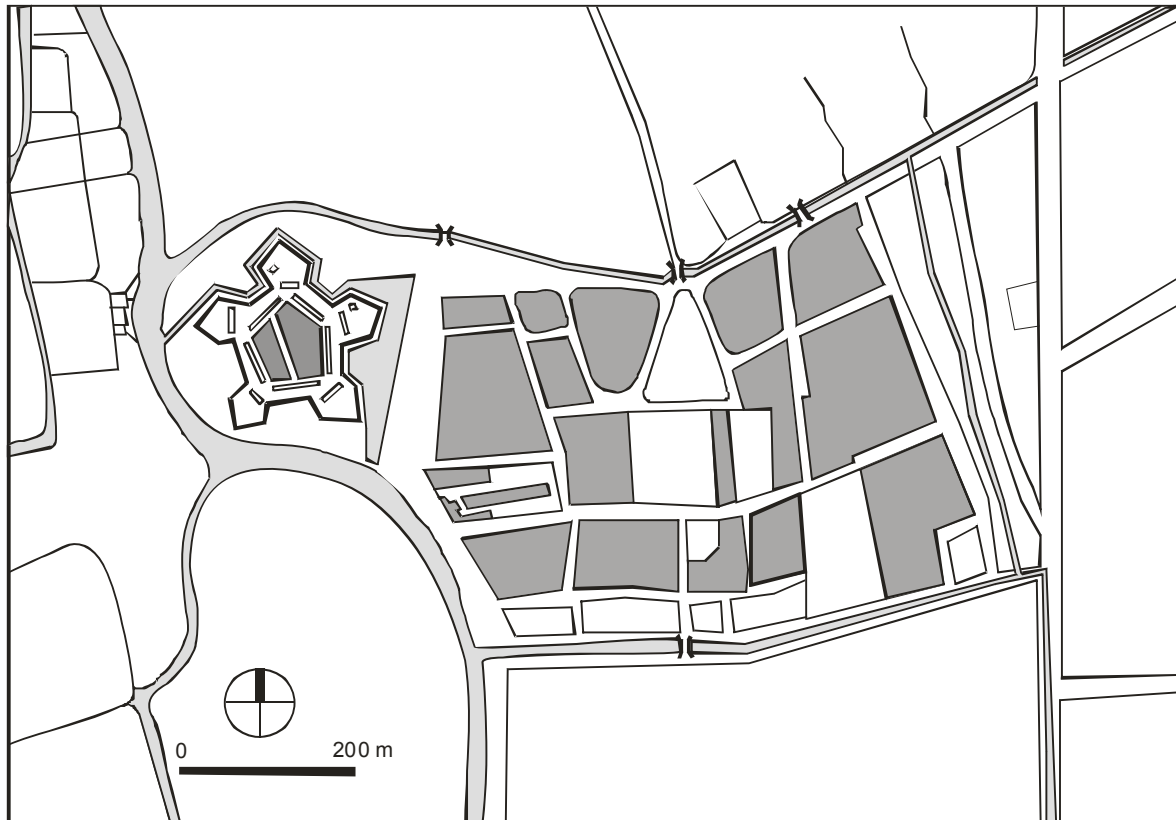
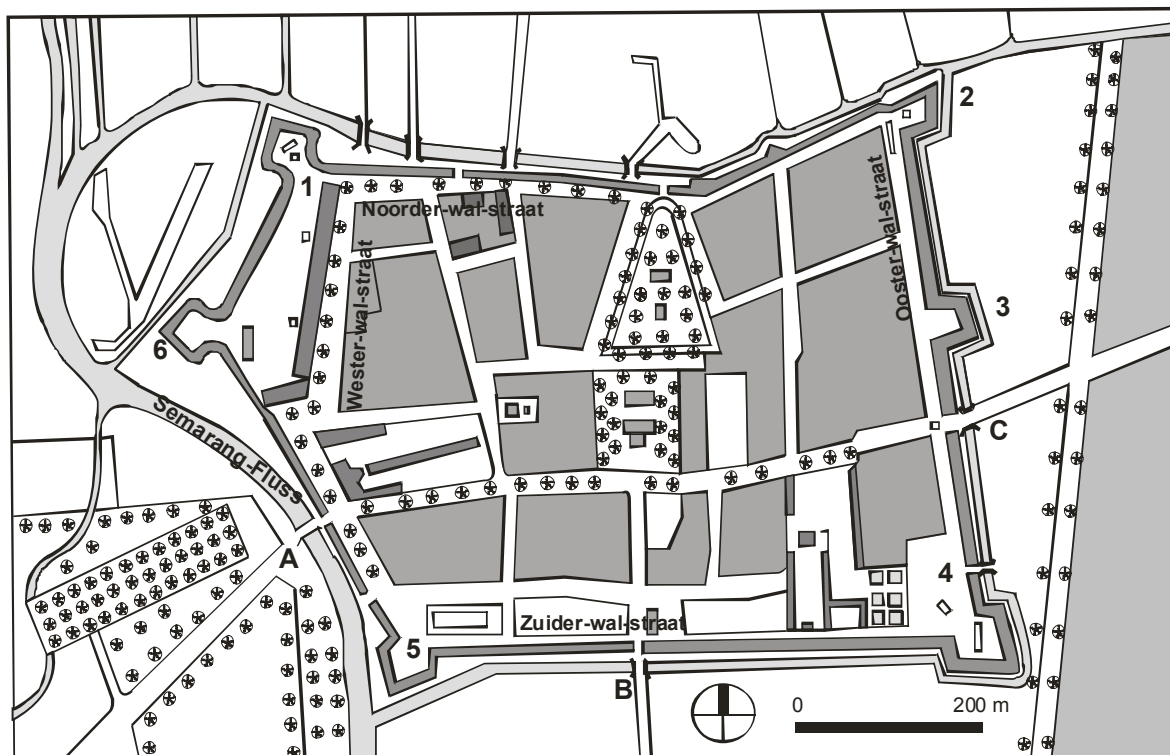


Abb. 11: Altstadt von Semarang 1720 [19]

Die Altstadt von Semarang wurde als Zentrum der niederländischen Kolonie geplant und mit niederländischen Kolonialbauten bestückt. Dieses begann durch Unterzeichnung des Vertrags zwischen dem Königreich Mataram und der V.O.C am 15. Januar 1678. Im diesem Vertrag wurde vereinbart, dass Semarang als Haupthafen des Königreichs Mataram an die V.O.C abgegeben wird, weil die V.O.C bei der Niederschlagung des Aufstands von Trunojoyo (ein Rebell gegen Mataram) geholfen hatte. Ab 1705 gehörte Semarang vollständig zur V.O.C. Insgesamt waren dies unsichere Zeiten. Es gab überall viele kleine Aufstände, so dass eine Festung um das niederländische Wohngebiet gebaut wurde. Die Festung, die am westlichen Ende der Altstadt von Semarang lag, wurde zerstört und mit der Siedlung verschmolzen. Danach baute die niederländische Kolonialregierung eine neue Festung um die niederländische Siedlung. Die westliche Mauer lag entlang der Mpu Tantular-Strasse (früher „Wester-wal-Straat“) und des Semarang-Flusses. Die nördliche Mauer führte der Merak-Strasse entlang (früher „Norder-wal-Straat“). Die östliche Mauer lag in der Cendrawasih-Strasse („Ooster-

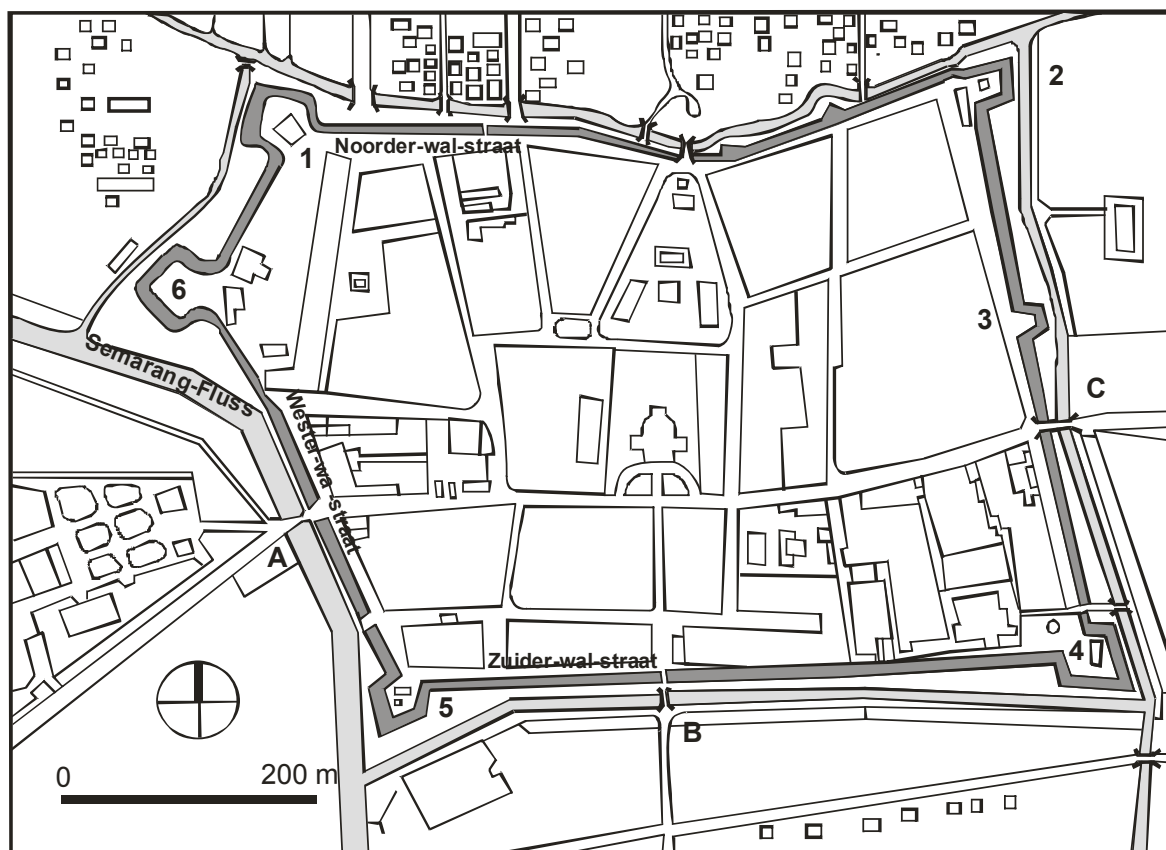
wal-Straat“) und die südliche Mauer in der Kepodang-Strasse, die früher „Zuiderwal-Straat“ hieß (vergleiche Abb. 11 und 12). Diese Festung hatte drei Pforten, die an der westlichen, östlichen und südlichen Seite lagen. Die westliche Pforte hieß „de Wester Poort“ oder „de Gouvernementspoort“, weil sie neben dem Regierungsviertel der VOC lag. Die südliche Pforte hieß „de Zuider Poort“ und der Name der östlichen Pforte war „de Oost Poort“.



1. de Zee      3. de Ceylon      5. de Lier      A. de Wester Poort/ Gouvernementspoort  
 2. de Hersteller      4. de Amsterdam      6. de Smith      B. de Zuider Poort      C. de Ooster Poort

Abb. 12: Die „Vijfhoek“ Festung 1756 [20]

Das Leben innerhalb der Festung entwickelte sich gut. Es entstanden viele neue Gebäude. Die niederländische Kolonialregierung ließ eine evangelische Kirche bauen. Die Kirche erhielt den Namen „Emmanuel“, jetzt bekannt unter dem Namen „Gereja Blenduk“. Im nördlichen Teil der Festung baute sie eine militärische Kommandozentrale, um die Verteidigung und Sicherheit zu gewährleisten (Abb.13).



1. de Zee      3. de Ceylon      5. de Lier      A. Wester Poort / Gouvernementspoort  
 2. de Hersteller      4. de Amsterdam      6. de Smith      B. de Zuider Poort      C. de Ooster Poort

Abb. 13: Die „Vijfhoek“ Festung 1766 [20]

1824 wurde die mit Toren und Wachposten umgebene Festung, genannt „de Europesche Buurt“ (niederländisches Wohngebiet), zerstört. Danach begannen die Niederländer und andere Europäer an der Bojong-Straße ein neues Wohngebiet zu entwickeln. In dieser Zeit war die Altstadt von Semarang ein kompletter kleiner Ort mit allen öffentlichen Einrichtungen. Als unter Generalgouverneur Daendels (1808-1811) ein Postweg von Anyer bis Panarukan gebaut worden war, wurde „de Heerenstraat“ (heute Let. Jend. Suprpto-Strasse) ein Teil des Postweges. Es gab viele Bauten zu renovieren. Die evangelische Kirche, bekannt als „Gereja Blenduk“ (Gereja = Kirche und Blenduk = Kuppel), hatte einen örtlichen Architekturstil und wurde 1894 renoviert. 1924, ein Vierteljahrhundert nach dem Ende der VOC, entwickelte sich dieses Gebiet an der Bojong-Strasse, in westlicher Richtung (Daendels-Strasse) und der Mataram-Strasse entlang. Bei Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die Altstadt von Semarang immer dichter bebaut. Viele Handelsbüros, Banken, Versicherungsgebäude, Notariate, Hotels



und Läden haben dieses Gebiet gefüllt. Östlich der evangelischen Kirche gab es einen großen, öffentlichen Platz für Militärparaden oder für die Darbietung von Volksmusikanten am Abend.

Nachdem Indonesien seine Unabhängigkeit erhielt, übernahm die indonesische Regierung einige niederländische Handelsbetriebe, Büros und andere Bauten. Da es danach für den Handel keine weitere Entwicklung gab, verließen die neuen Bewohner und Eigentümer das Gebiet. Heute macht das Gebiet einen verlassenen Eindruck, da einige Bauten leer stehen [21].

## 2.5. Traditionelle Bauweisen

Traditionelle Häuser in Indonesien sind ein gutes Beispiel für an das Klima angepasste Gebäude. Man benutzt Palmfasern, Bambus und Holz als Baumaterial. Bambusgeflechte und Holzbretter werden als Wände benutzt (Abb. 14). Es gibt kleine Spalten in den Bambusgeflechten, die für eine gute Querlüftung durch das Gebäude sorgen. Das Wissen um die Bauphysik beruht mehr auf Erfahrung als auf wissenschaftlicher Untersuchung [22]. Frische Luft kann durch kleine Löcher in den Wänden ausreichend in das Haus eindringen, deshalb braucht man nur wenige und kleine Fenster. Normalerweise sind traditionelle Häuser in Indonesien etwas dunkel. Das Umfeld war in der Vergangenheit besser als heute. Viele Bäume, wenig Luftverschmutzung und fehlender moderner Straßenverkehr sorgten für bessere, frischere Luft in den Häusern und ihrer Umgebung.



Abb. 14: Traditionelles Gebäude in Indonesien [23]

Seit der Ankunft europäischer Händler, insbesondere niederländischer Händler, wurden andere Baumaterialien verwendet. Ziegelmauerwerk ersetzte Bambus und Holzbretter (Abb. 15). Dadurch fiel die natürliche Querlüftung durch die Wände weg; deshalb brauchte man größere Ventilationsöffnungen. Die Veränderungen des Baumaterials beeinflussten die Behaglichkeit im Raum [24]. Denn die Querlüftung durch Ventilationsöffnungen spielt eine große Rolle, um thermische Behaglichkeit zu erreichen.



Abb. 15: Ein neues Haus aus Ziegelmauerwerk in Semarang [25]

Sowohl die traditionelle Hausbauweise als auch die traditionelle Kleidung hatten großen Einfluss auf die Behaglichkeit im Haus (Abb. 16). Die traditionelle Kleidung eignet sich für hohe Temperatur und schwüle Tage. Moderne Etiketten erfordern im Büro eine offizielle Kleidung mit europäischem Anzug (Abb. 17). Diese Kleidung ist jedoch für tropisches Gebiet zu „dick“. Allerdings gibt es auch noch eine andere Kleidung, nämlich ein langärmliges Hemd mit Krawatte, aber auch das ist keine ausreichende Anpassung an feucht-tropisches Klima. Die Änderung der Kleidung spielt eine große Rolle für die Klimabehaglichkeit im feucht-tropischen Gebiet.



Abb. 16: Dörfliche Szene aus der Vergangenheit in traditioneller (klimaangepasster) Kleidung in Bali [26]



Abb. 17: Heutige offizielle Kleidung in Indonesien [27]