

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	VI
Kapitel 1 – Einleitung	1
1.1 Schloss Nymphenburg und seine Geschichte	1
1.1.1 Die Schlossanlage	1
1.1.2 Geschichte und Baugeschichte	2
1.1.3 Geschichte und Baugeschichte des Kapellenbaus	5
1.2 Sanierung der Holzbalkendecke im Dachgeschoss 1986	7
1.3 Die Baukonstruktion des Dachtragwerks	8
Kapitel 2 – Bauaufnahme	14
2.1 Grundlagen der Bauaufnahme.....	14
2.2 Durchführung der Bauaufnahme.....	15
2.2.1 Messung der Gebäudemaße und Abgleich mit den vorhandenen Unterlagen	16
2.2.2 Ermittlung der Querschnittsabmessungen	16
2.2.3 Durchführung von Holzuntersuchungen	17
2.2.3.1 Grundlagen der Holzfeuchtemessung.....	17
2.2.3.2 Durchführung der Holzfeuchtemessung.....	19
2.2.3.3 Auswertung und Fazit der Holzfeuchtemessung.....	20
2.2.3.4 Schäden und Beeinträchtigungen der Dachkonstruktion	21
2.2.3.5 Sortierung der Konstruktionshölzer gemäß DIN 4074 – 2003	24
2.2.3.5.1 Zweck der Sortierung.....	24
2.2.3.5.2 Sortiermerkmale nach DIN 4074 – 2003.....	26
2.2.3.5.3 Sortierkriterien nach DIN 4074 – 2003.....	29
2.2.3.6 Empfehlungen zur Sortierung von altem Konstruktionsholz nach Görlacher	30
2.2.3.6 Beurteilung der Holzverbindungen.....	31
2.2.3.7 Aufnahme der Fußpunkte	34
2.3 Fazit der Bauaufnahme	34
Kapitel 3 – Statische Berechnung.....	35
3.1 Einleitung zur statischen Berechnung	35
3.2 Grundlagen der statischen Berechnung	35
3.3 Modellbildung	36
3.3.1 Holzfestigkeiten	36
3.3.2 Geometrische Modellbildung mit Anschlussexzentrizitäten	37
3.3.3 Federsteifigkeiten.....	40
3.3.3.1 Federsteifigkeiten der Holzverbindungen.....	40
3.3.3.2 Federsteifigkeiten für das 2 dimensionale Berechnungsmodell	49
3.3.3.3 Federsteifigkeiten der Mauerwerkauflagerung	49
3.3.3.4 Modifizierter Bolzendurchmesser	50
3.4 Lastannahmen	51
3.4.1 Ständige Lasten nach DIN 1055 – 1 (Ausgabe 2002-06)	52
3.4.2 Schnee- und Eislasten nach DIN 1055 – 5 (Ausgabe 2005-07)	53
3.4.3 Windlasten nach DIN 1055 – 4 (Ausgabe 2005-03).....	54
3.4.4 Verkehrslasten nach DIN 1055 – 3 (Ausgabe 2002-10).....	56
3.5 Zusammenfassung der Annahmen.....	57
3.6 Berechnungen am 2 dimensional System	57
3.6.1 System mit starren und nachgiebigen Anschlüssen nach Theorie I / II Ordnung	58
3.6.2 Starre und nachgiebige Lagerung auf den Mauerwerkswänden	63

3.6.3 Berechnungen ohne Zugband in Form der Deckenbalken	65
3.6.4 Berechnungen am 2 dimensionalen System mit 3 dimensionaler Tragwirkung ..	66
3.6.4.1 Berechnung der zu übertragenden Last aus den Leergespärre	67
3.6.4.2 Berechnung der zu übertragenden Kräfte aus dem Gratsparren	68
3.6.4.3 Auswertung der 2 dimensionalen Berechnung	70
3.7 Berechnungen am 3 dimensionalen System	71
3.7.1 Vergleich des 2 dimensionalen mit dem 3 dimensionalen System	72
3.7.2 Zusammenfassung der Schnittgrößenermittlung	75
3.7.3 Nachweis der Standsicherheit	75
3.7.3.1 Nachweis der Querschnittstragfähigkeit.....	76
3.7.3.2 Nachweis der Verbindungen	82
3.7.3.3 Zusammenfassung des Standsicherheitsnachweises	86
3.7.4 Nachweis im Grenzzustand Gebrauchstauglichkeit	86
3.7.4.1 Nachweis der Sparren im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	87
3.7.4.2 Nachweis der Kehlbalkenlagen im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit	88
3.7.4.3 Zusammenfassung des Gebrauchtauglichkeitsnachweises	90
3.8 Ermittlung des Kriechbeiwertes anhand von Verformungsmessungen.....	90
3.8.1 Verformungsmessungen und berechnete elastische Verformung.....	90
3.8.1.1 Durchführung der Verformungsmessung	91
3.8.2 Berechnung und Auswertung der Kriechbeiwerte	91
3.9 Zusammenfassung der statischen Berechnung	93
Kapitel 4 – Sanierungsvorschläge	95
4.1 Grundsätzliches zur Sanierung des Dachtragwerks am Kapellenbau	95
4.2 Definition der Sanierungsbereiche	95
4.3 Sanierungsvorschläge für die definierten Bereiche.....	96
4.3.1 Sanierung des Stuhlrähms.....	96
4.3.2 Sanierung der Sparrenstöße	98
4.3.3 Sanierung der Pfostenaufstandsfläche.....	98
4.3.4 Sanierung der Sparrenfußpunkte.....	99
4.4 Zusammenfassung der Sanierungsvorschläge	103
Schlussbetrachtung und Fazit	104
Literaturverzeichnis.....	106
Verwendete Normen	107

Abbildungsverzeichnis

Bild 1: Ansicht Schloss Nymphenburg	1
Bild 2: Übersicht Park- und Schlossanlage Nymphenburg (vgl. [Hojer/Schmid 1997])	2
Bild 3: Theatinerkirche München	3
Bild 4: Schloss Nymphenburg um 1701 (vgl. [Hojer/Schmid 1997])	3
Bild 5: Gesamtplan Schloss Nymphenburg (vgl. [Schmid 2000])	4
Bild 6: Ansicht Hauptbau (links) mit Kronprinzenbau (mitte) und Kapellenbau (rechts)	5
Bild 7: Schlosskapelle	6
Bild 8: Deckenansicht der Schlosskapelle	6
Bild 9: Epoxydharzergänzung der Balkenköpfe (vgl. [Götz/Bendel/Mannes 2004])	7
Bild 10: Einbringen der Wärmeisolierung (vgl. [Götz/Bendel/Mannes 2004])	8
Bild 11: Bretterboden im Dachgeschoss	8
Bild 12: Grundriss 2.OG Kapellenbau	9
Bild 13: Gesamtdachtragwerk des Kapellenbaus	9
Bild 14: Liegender Dachstuhl (Vgl. [Krämer 1998])	10
Bild 15: Querschnitt Hauptdach Kapellenbau (hier Schnitt H6 – siehe hierzu Plannummer H-6)	10
Bild 16: Nord-Südschnitt durch den Kapellenbau (vgl. auch Bild [17])	10
Bild 17: Spannrichtung der Deckenbalken oberhalb der Kapelle und Lage des Hängewerks	11
Bild 18: Visualisierung des Blickes in den Ostteil des Dachtragwerks und Ansicht des Hängewerks	11
Bild 19: Visualisierung des Anbaudaches mit Blick nach Südosten	12
Bild 20: Nordostecke des Dachraumes	12
Bild 21: Dachsparrenuntersicht mit Andreaskreuze	13
Bild 22: Bretterboden im Dachgeschoss des Kapellenbaus	15
Bild 23: Kronprinzenbau (links)/Kapellenbau (rechts)	16
Bild 24: Messstellen für die Ermittlung der Querschnittsabmessungen (exemplarisch)	17
Bild 25: Einfluss der Holzfeuchte auf die Festigkeitseigenschaften (vgl. [Kraft/Pribbernow 2006])	18
Bild 26: Durch Feuchtigkeit zerstörter Fußpunkt im Bereich des Anbaudaches	20
Bild 27: Wirkungsweise liegender Dachstuhl	21
Bild 28: Klaffung der Verbindung Stuhlsäule-Kopfband bei Dachbinder H9	22
Bild 29: Gebrochenes Seitenholz Stuhlsäule H6a	22
Bild 30: Sparrenstoß bei Sparren H8a	23
Bild 31: Prinzipskizze der Sparrenstöße und der Wirkungsweise	23
Bild 32: Biegebeanspruchter Riegel der Andreaskreuze	24
Bild 33: Definition der Baumkante (vgl. [DIN 4074 – 2003])	26
Bild 34: Definition der Ästigkeit A (vgl. [DIN 4074 – 2003])	26
Bild 35: Definition der Faserneigung (vgl. [DIN 4074 – 2003])	27
Bild 36: Maßgebende Messstrecke zur Bestimmung der Jahrringbreite (vgl. [DIN 4074 – 2003])	27
Bild 37: Definition der mittleren Risstiefe -r- und Sortiermerkmal R (Vgl. [DIN 4074 – 2003])	28
Bild 38: Definition der Verdrehung und Längskrümmung (Vgl. [DIN 4074 – 2003])	28
Bild 39: Definition des Verfärbungsmaßes (Vgl. [DIN 4074 – 2003])	29
Bild 40: Biegemomentverlauf bei starrer und nachgiebiger Einspannung	33
Bild 41: Verformungsverlauf bei starrer und nachgiebiger Einspannung	33
Bild 42: Fußpunktdetail der Stuhlsäule	34
Bild 43: Einflussfläche für die 2 dimensionale Berechnung	35
Bild 44: Schwerelinien im Stuhlknoten (hier H6a)	37
Bild 45: Anordnung von Druckkopplungen zwischen den Balkenlagen (hier H6a)	38
Bild 46: Definition der Exzentrizitäten e_x und e_y	38
Bild 47: Anschlüsse Deckenbalken 2.OG	39
Bild 48: Mittellinienmodell mit entsprechender Bezeichnung (hier Querschnitt H6)	40
Bild 49: Erste Kehlbalke mit Kennzeichnung der Zapfenverbindungen	42
Bild 50: Zapfenloch mit Belastung am Vorholz	43

Bild 51: Spannungsverlauf im Bereich des Vorholzes	44
Bild 52: Zapfen mit Belastung am Zapfen	44
Bild 53: Spannungsverlauf im Bereich des Zapfens.....	45
Bild 54: Gesamtanschlusssteifigkeit der Zapfenverbindung in Abhängigkeit des Lastausbreitungswinkel.....	46
Bild 55: Sparrenstoß.....	46
Bild 56: Stuhlsäulenstoß.....	47
Bild 57: Drehfedersteifigkeit des Stuhlsäulestoß	48
Bild 58: Einflussfläche der Balkenlage im Mauerwerk.....	50
Bild 59: Einseitige Lagersenkung beim beidseitig eingespanntem Stab	50
Bild 60: Teilsystem des Kapellenbaus zur Untersuchung der Durchlaufwirkung.....	51
Bild 61: Momentenverlauf der Schalung	52
Bild 62: Deckenaufbau.....	52
Bild 63: Dachaufbau Kronprinzenbau	53
Bild 64: Schneelastzonen (vgl. [DIN 1055 – 5 2005]).....	54
Bild 65: Windzonenkarte (vgl. [DIN 1055 – 4 2005])	55
Bild 66: Windbereiche des Walmdaches bei unterschiedlichen Anströmrichtungen (Vgl. [DIN 1055 – 4 2005])	55
Bild 67: Windbereiche des Anbaudaches	56
Bild 68: Statisches System des 2 dimensionalen Querschnitts	58
Bild 69: Federanordnung zur Berücksichtigung unterschiedlicher Anschlusssteifigkeiten..	59
Bild 70: Verformungsfigur des 2-D Systems mit starren Stabanschlüssen.....	61
Bild 71: Linienabtrag der Stabbettungskräfte an den Mauerwerksauflagern (hier Auflagerung auf der Ostwand)	63
Bild 72: Lagernummerierung für die Auflagerung auf den Mauerwerkswänden.....	64
Bild 73: Verformungsfigur im Bereich der Auflagerung für eine Einheitslast	64
Bild 74: Querschnitt H7	67
Bild 75: Statisches System der Leergespärre (hier Querschnitt H7).....	68
Bild 76: Einflussfläche Gratsparren.....	69
Bild 77: Statisches System Gratsparren	69
Bild 78: 3-D Berechnungsmodell des Hauptdaches.....	71
Bild 79: 3-D Berechnungsmodell des Anbaudaches	72
Bild 80: Normalkraftverläufe am 3-D System (links) und am 2-D System (rechts)	74
Bild 81: Momentenverläufe am 3-D System (links) und am 2-D System (rechts)	74
Bild 82: Verformungsfigur des 3-D Systems (links) und des 2-D Systems (rechts).....	74
Bild 83: Abweichung der Schnittgrößen nach DIN 1052 zu DIN 1055 – 100.....	75
Bild 84: Auszug aus Strukturdatentabellenblatt	77
Bild 85: Auszug aus Schnittgrößentabellenblatt.....	78
Bild 86: Auszug aus dem Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	78
Bild 87: Auszug aus dem Nachweis im Grenzzustand der Tragfähigkeit.....	79
Bild 88: Detailbetrachtung der Stuhlrähmexzentrizität	80
Bild 89: Strebenanordnung im Bereich der Schubspannungsüberschreitung	81
Bild 90: Schematische Darstellung des Schubabtrages	81
Bild 91: Definition von Hauptdach, Nebendach und Gratsparren	83
Bild 92: Bindergespärre mit Druckspannungsüberschreitungen bei den Pfosten	84
Bild 93: Geometrische Situation der Sparrenfußpunkte	85
Bild 94: Verformungsnachweis am Querschnitt H6.....	87
Bild 95: Verformungsnachweis am Querschnitt H7.....	88
Bild 96: Verformungsnachweis an den Kehlbalkenlagen.....	88
Bild 97: Verformung der 1. Kehlbalkenlage.....	89
Bild 98: Darstellung der Verformungsmessung (exemplarisch)	91
Bild 99: Überblattung im Bereich der Andreaskreuzriegel	92
Bild 100: Vorhandene Situation am Stuhlrähm	96
Bild 101: Auszug aus PlanÜ-5.....	96
Bild 102: Sanierter Zustand am Stuhlrähm (Bindergespärre (links), Leergespärre (rechts))	97
Bild 103: Stoß des Stuhlrähms	98
Bild 104: Sanierter Zustand der Sparrenstöße.....	98
Bild 105: Verbreiterung der Pfostenaufstandsfläche anhand von Knaggen.....	99
Bild 106: Sanierungsvorschlag für die Sparrenfußpunkte mit Teilaustausch der geschädigten Hölzer.....	100

VIII

Bild 107: Sanierungsvorschlag für die Sparrenfußpunkte mit Erhalt der vorhandenen Hölzer	101
Bild 108: Aufnahme des Exzentrizitätsmomentes am Hartholzkeil.....	102