

Studien und Wege zur Klimatisierung von Schloss Schönbrunn.

Eine Zusammenfassung der bisherigen Maßnahmen¹

Als im August 1992 die Republik Österreich die Agenda des Schlosses Schönbrunn einer privatrechtlich organisierten Betriebsgesellschaft, der Schloß Schönbrunn Kultur- und Betriebsgesellschaft m. b. H., übertrug, fand sich in dem Managementvertrag auch ein Passus, der eine gewisse Hilflosigkeit der damaligen Bauverwaltung allen Fragen des Raumklimas gegenüber erkennen ließ. Es hieß dort: „Zur Stabilisierung des Klimas in den Schauräumen des Hauptgebäudes sind geeignete Maßnahmen zu treffen; z.B. durch das Gebot: Schirme und feuchte Oberbekleidung sind abzulegen“². Tatsächlich war das Schloss in der Vergangenheit, in der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg, nicht immer adäquat genutzt worden: Dies betraf allerdings weniger etwaige in die Schauräume mitgebrachte Mäntel und Schirme, als vielmehr „rauschende“ Ballveranstaltungen, die nach der Besetzung jährlich, und zwar jeweils im Februar – ausgerechnet im Winter also – stattfanden. Die enormen Schäden, die das kurzfristige Aufheizen und die extensive Nutzung der zentralen Prunkräume verursachten, wurden schon in den späten 50er-Jahren zumindest erahnt. Wider besseren Wissens hielt man an den Ballvergünstigungen fest, ja fühlte sich sogar veranlasst, diese in den 60er-Jahren durch einen speziellen Ministerratsbeschluss zu institutionalisieren. In den 70er- und 80er-Jahren setzten auf internationaler Ebene verstärkt naturwissenschaftliche Untersuchungen zum Raumklima in Museen, Archiven und historischen Gebäuden ein, die – auch wenn zunächst kontrovers geführt – zu einer Sensibilisierung der Verantwortlichen diesem Thema gegenüber führten. 1990 zeigte die Forschung Früchte: Das Bundesdenkmalamt veranlasste für dieses und das Folgejahr eine für Schönbrunn erstmalige längerfristige Messkampagne in den sensiblen Prunkräumen des Schlosses, darunter auch in jenen Räumen, in denen die jährlichen Winterbälle stattfanden³. So konnte der raum-

klimatische „Supergau“ der Ballveranstaltungen am 3. und 10. Februar 1991 dokumentiert werden. Der Verlauf: Am Vorabend der ersten Veranstaltung wurde die Große und Kleine Galerie (Abb. 3) samt den angrenzenden Räumen – inklusive dem ovalen chinesischen Kabinett (Abb. 1) – binnen acht Stunden von 8° auf 24° aufgeheizt, der ohnehin schon niedrige Wert von 30% relative Luftfeuchte fiel auf den abenteuerlichen von 12%, um dann ab Beginn des Ballbetriebs bis um Mitternacht auf zirka 50% hochzuschnellen; im chinesischen Kabinett mit seiner hochsensiblen Ausstattung (Abb. 1) stieg der Wert von zuvor relativ stabilen 30% relative Luftfeuchte binnen fünf Stunden auf 65%. Noch dramatischer war der Verlauf während der zweiten Veranstaltung wenige Tage später: Nun stieg der Wert im chinesischen Kabinett analog von 45 auf über 80% relative Luftfeuchte. Mündlichen Berichten von Ballbesuchern zufolge soll damals Kondensat in kleinen Rinnsalen an der Lackvertäfelung erkennbar gewesen sein⁴.

Mit den Messdaten des Bundesdenkmalamts und den damit unleugbar verknüpften, mittelbar, ja sogar unmittelbar absehbaren Schäden an der wertvollen Ausstattung konfrontiert, entschied die verantwortliche Dienststelle im Ministerium noch im Frühjahr 1991, künftig während der Heizperiode keine Massenveranstaltungen mehr zuzulassen. Alle weiteren klimastabilisierenden und konservatorischen Maßnahmen im Schloss wurden in der Folge der neu gegründeten Schloß Schönbrunn Kultur- und Betriebsgesellschaft m. b. H. übertragen⁵.

Es ist kein Geheimnis, dass die Aktivitäten der neuen Betriebsgesellschaft von Teilen der Bevölkerung und auch der Medien mit Argusaugen beobachtet und bisweilen auch kritisch kommentiert wurden. Geflissentlich übersah man dabei mitunter, dass die Republik weiterhin Eigentümerin des Schlosses im bisherigen Umfang bleibt und nach § 3 des Übertragungsvertrages die Gesellschaft lediglich „alle übertragenen Aufgaben im eigenen Namen und auf eigene Rechnung durchzuführen hat“, wobei dies „insbesondere für die Vorbereitung und Durchführung von baulichen Maßnahmen“, mithin auch von allen Restaurierungen, gelte⁶. Dennoch formierte sich die allerdings vage Kritik an der Gesellschaft, dass diese angeblich zwecks Profitmaximierung die pflegliche Erhaltung des historischen Erbes hintanstellen könnte bzw. sogar täte. Indirekt zielte man dabei vor allem auf die enormen Besucherströme von bis zu 8.000 Gästen pro Tag, die – so war die landläufige Meinung – nicht ohne Wirkung auf das Raumklima bleiben und vor allem durch nennenswerte Schwankungen im Rhythmus wechselnder Besucherzahlen Schäden an der Ausstattung verursachen könnten. Jedenfalls musste die Gesellschaft reagieren, um ihren Ruf, in allen Fragen der Denkmalpflege vorbildhaft zu agieren, weiter auszubauen und zu festigen.

Denn sollte sich tatsächlich herausstellen, dass die hohen Besucherzahlen das Raumklima negativ beeinflussen, so hätte man mit einer restriktiven Reduktion der Besucher diesem

¹ Dieser Beitrag ist die geringfügig erweiterte und mit Anmerkungen versehene Fassung des gesprochenen Vortrags. Im wesentlichen wurden die Forschungsergebnisse von Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Kippes, Direktor der Schloß Schönbrunn Kultur- und Betriebsgesellschaft m. b. H., und von Dr. Jochen Käferhaus, Langenzersdorf, referiert. In diesem Zusammenhang sei auf folgende Fachpublikationen verwiesen: W. KIPPES, Raumklima in historischer Bausubstanz. Ein Beitrag zur materialwissenschaftlichen Begründung der Denkmalpflege, maschschr. Dissertation an der Technischen Universität Wien (Institut für Kunstgeschichte, Denkmalpflege und Industriearchäologie), Wien 1999; Jochen KÄFERHAUS, Kontrollierte natürliche Lüftung und Bauteilheizung als probate Mittel der Schadensprävention am Beispiel von Schloss Schönbrunn, in: F. P. BOODY, H. GROSSE-SCHMIDT, W. KIPPES, M. KOTTERER (Hrsg.), Klima in Museen und historischen Gebäuden: Die Temperierung (Wissenschaftliche Reihe Schloss Schönbrunn, Bd. 9), Wien 2004, S. 49–76.

² KIPPES, Raumklima (zit. Anm. 1), S. 100.

³ Ebenda, S. 101 und Anm. 4; in der Beilage 4 und 5 ein Verzeichnis der Messstellen und eine graphische Darstellung der Messergebnisse.

⁴ Ebenda, S. 103 f.

⁵ Ebenda, S. 104.

⁶ Ebenda, S. 104, Anm. 9.

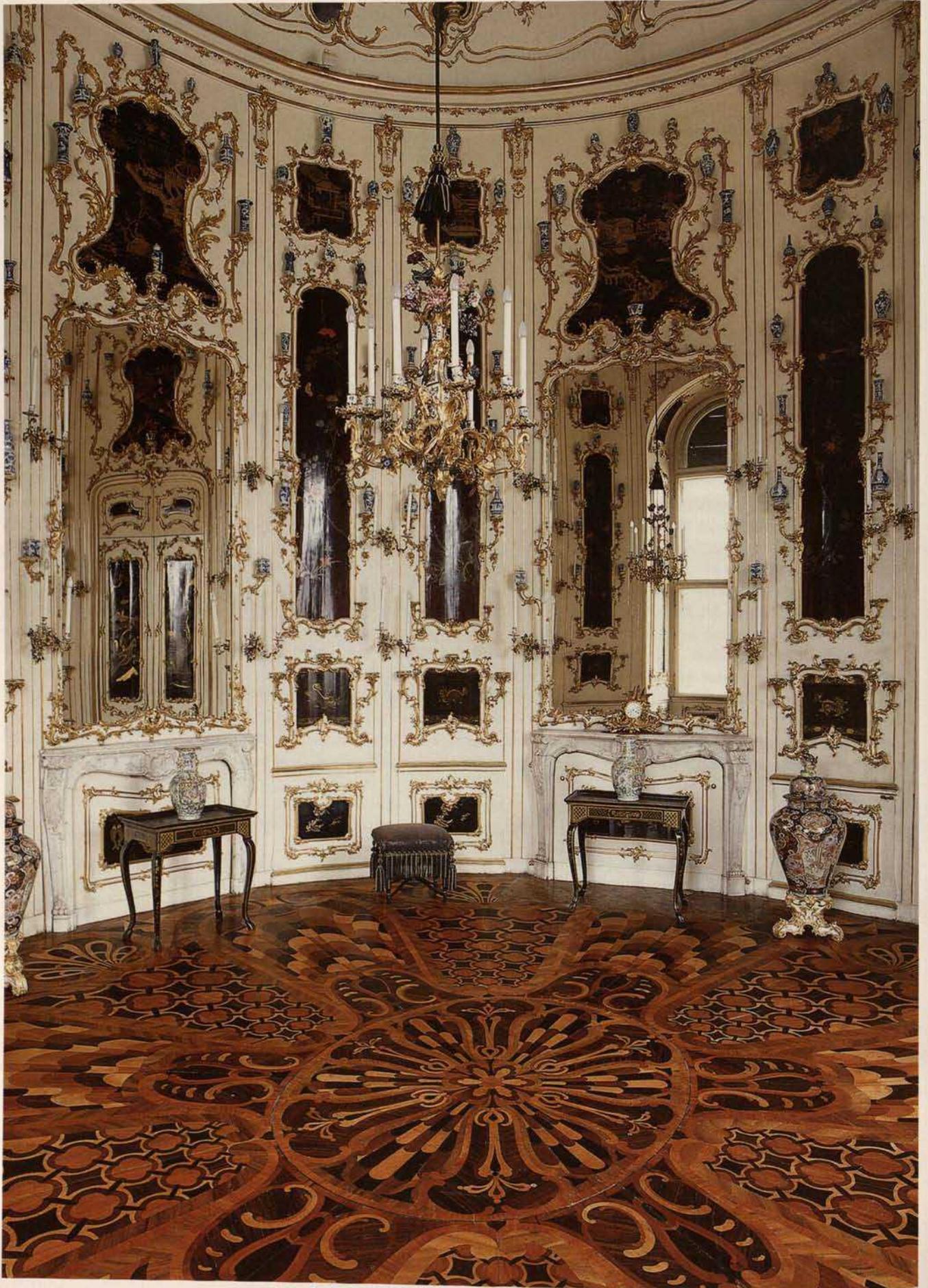


Abb. 1. Wien, Schloss Schönbrunn, Chinesisches Kabinett.



Abb. 2. Wien, Schloss Schönbrunn, Miniaturenkabinett.

konservatorischen Problem begegnen müssen, was wiederum Einfluss auf die Einnahmen und damit wiederum Einfluss auf die zweckgebundene Finanzierung bitter notwendiger – oft schon seit Jahrzehnten ausstehender – Restaurierungen bedeutet hätte. Erinnert sei beispielsweise daran, dass die „Römische Ruine“ von Johann Ferdinand Hohenberg von Hetzendorf (erbaut 1778) zum Zeitpunkt der Übergabe de facto einsturzgefährdet war!⁷ Jedenfalls wäre die zentrale Management-Strategie der Gesellschaft, möglichst hohe Einnahmen in möglichst viele vorbildhafte Restaurierungen zu investieren, mithin in Gefahr gewesen.

Man beschloss, repräsentative Messkampagnen zunächst über einen Zeitraum von drei Jahren durchzuführen, um Einflussfaktoren auf das Raumklima näher zu präzisieren. Es waren dies Einflüsse 1) des Besucherstroms; 2) Einflüsse von Sonderveranstaltungen (Konzerte etc.); 3) Einflüsse, ausgelöst durch innerbetriebliche Maßnahmen des Raumpflege- und Aufsichtspersonals und schließlich 4) Einflüsse des Außenklimas. Die Kampagne einleitend wurden diverse Messpunkte festgelegt: Einer im Außenbereich, und zwar im großen Kaiserhof, der permanent beschattet ist, weshalb hier auch keine größeren Temperaturschwankungen durch zeitweise direkte Sonneneinstrahlung zu erwarten waren. Im Inneren des Schlosses wurden in der Belle Etage Messpunkte in zwei Räumen, dem Ostterrassenkabinett und dem Miniaturenzimmer (Abb. 2), installiert, die beide nach Osten orientiert sind und beide ein vergleichbares, verhältnismäßig kleines Raumvolumen aufweisen. Bei allen Gemeinsamkeiten unterscheiden sich diese Räume allerdings dadurch, dass der eine durch eine geschlossene Glastüre vom Besucher, aber auch vom Aufsichtspersonal abgeschnitten ist, während durch den anderen praktisch der gesamte Besucherstrom mit allen, wie wir sehen werden, Begleiterscheinungen, geschleust wird. Nach ersten interessanten Auswertungsergebnissen⁸ wurde die Kampagne 1997 fortgesetzt, wobei nun zusätzlich auch Messdaten erhoben wurden in der Großen Galerie – in zwei verschiedenen Höhen –, im Nussholzzimmer sowie im Gelben Salon, wobei letzterer aufgrund seiner südseitigen Lage nicht gelüftet werden durfte⁹. Eine repräsentative Auswahl aus der ungeheuren Flut an Messdaten hat Wolfgang Kippes in seiner Dissertation vorgenommen und im Rahmen einer Auswertung die komplexen Zusammenhänge übersichtlich dargestellt. Aus Zeitgründen muss hier auf eine Wiedergabe der Einzeldaten verzichtet werden. Im Folgenden lediglich die grundlegenden Erkenntnisse: „Unter den gegebenen messtechnischen und bauphysikalischen Bedingungen in den Prunkräumen kann kein nennenswerter Zusammenhang zwischen dem Besucherbetrieb und den Schwankungen des Raumklimas festgestellt werden“¹⁰. Auch diverse kulturelle Veranstaltungen, die nur in den Sommermonaten und in der Großen Galerie mit maximal 400 Personen stattfinden dürfen, unterscheiden sich hinsichtlich der Messdaten kaum von jenen eines hektischen Publikumbetriebs während eines hoch belasteten Besuchertages¹¹. Umgekehrt konnte aber von Kippes beobachtet werden, dass zu bestimmten, stets wiederkehrenden Tageszeiten, jeweils für verhältnismäßig kurze Dauer, extreme Klimaschwankungen im Inneren zu verzeichnen sind, die – nach penibler Rekonstruktion der betrieblichen Abläufe – ihre hauptsächliche Ursache nur in dem unautorisierten Öffnen der Fenster durch das Raumpflege- und Aufsichtspersonal gehabt haben konnten. Die so entstehenden Stoß- und vor allem Querlüftungen führten in der Folge zu einem raschen Luftwechsel, wobei das Außen-

klima mit nur geringfügiger zeitlicher Verzögerung unkontrolliert und ungebremst Einfluss auf das Klima im Inneren des Schlosses nehmen konnte, und zwar in jenen Räumen, die dem Hauspersonal zugänglich waren. Die durch das massive Außenmauerwerk gebildete Hülle wurde dort also zeitweise „perforiert“ und verlor so weitgehend ihre bauphysikalisch bedingte, die Schwankungen zwischen Außen- und Innenklima verzögernde und Amplituden dämpfende Wirkung. Die hohe Besucherzahl beeinflusste also lediglich indirekt das Mikroklima im Schloss, als die Anzahl und Dauer der Lüftungsvorgänge proportional zur Anzahl der Besucher stehen.

In der Folge wurde ein internationales Forschungsvorhaben ins Leben gerufen, das den Einfluss des Außenklimas auf das Innenklima noch näher untersuchen und präzisieren sollte. Das Projekt wurde innerhalb EUROCORE, der EUREKA – Initiative für die Denkmalpflege, abgewickelt¹². Vorrangig galt es zu erheben, wie natürliche Luftvolumenströme verlaufen, wodurch sie verursacht werden und welcher Luftwechsel dadurch bewirkt wird¹³. Die traditionell verwendeten Messkriterien „Temperatur“ und „relative Luftfeuchte“ wurden nun um einen entscheidenden Parameter, die Luftwechselzahl, erweitert. Auf einen Nenner gebracht, bestimmt deren numerische Größe das Ausmaß der Wechselwirkung zwischen Außen- und Innenklima und ist daher als einer der entscheidenden Faktoren für die Schwankungen des Raumklimas anzusehen.

So war es eine der vordringlichen Aufgaben der Schloß Schönbrunn Kultur- und Betriebsgesellschaft m. b. H., zunächst einmal den Einfluss des Außenklimas auf das Raumklima durch Reduktion der Luftwechselzahl zu minimieren. Eine erste und gleichzeitig überaus effektive Maßnahme war die Einführung einer verpflichtenden, restriktiv gehandhabten Regelung des Lüftungsverhaltens für das Hauspersonal. Zu bedenken galt es aber auch, dass sich die Luft-Infiltrationsrate nicht nur aus der kontrollierten, sondern auch aus der unkontrollierten Luftzufuhr durch Fenster-, Bau- und sonstige Öffnungsfugen zusammensetzt. So wurden weiters die insgesamt vier Innenhöfe nach

⁷ Die statische Konsolidierung und Restaurierung der „Römischen Ruine“ ist mittlerweile abgeschlossen; vgl. Friedrich DAHM (Hrsg.), Die Römische Ruine im Schlosspark von Schönbrunn. Forschungen – Instandsetzung – Restaurierung (Wissenschaftliche Reihe Schönbrunn, Bd. 8), Wien 2003.

⁸ KIPPES, Raumklima (zit. Anm. 1), S. 105 ff.; ad Miniaturenkabinett S. 108 f.; ad Ostterrassenkabinett S. 109; ad Außenklima S. 110; vgl. dazu die Schaubilder im Anhang, Beilage 8.

⁹ Ebenda, S. 112–118.

¹⁰ Zitat nach: ebenda, S. 119.

¹¹ Ebenda, S. 115.

¹² EUROCORE Projekt EU 1383 – Preventive Conservation. Teilnehmer aus der Bundesrepublik Deutschland, Schweden, Slowenien und Österreich haben zwischen 1995 und 1999 insgesamt 28 Berichte erstellt. Die Ergebnisse wurden in F. BOODY et al., Klima in Museen und historischen Gebäuden (zit. Anm. 1), publiziert.

¹³ Für Schloss Schönbrunn: Wolfgang KIPPES, Climate Management and Air Flow Control – Zu den Ursachen der Raumklimaschwankungen in Schloß Schönbrunn, in: Report Nr. 3, Austria within EU 1383 PREVENT, Wien 1997; vgl. auch: W. KIPPES, Haustechnik, Heizung und Klimastudien, in: Manfred WEHDORN (Hrsg.), Schloß Schönbrunn Kultur- und Betriebsges. m. b. H. 10 Jahre Denkmalpflege 1992 – 2002, Wissenschaftliche Reihe Schönbrunn, Bd. 7, Wien 2002, S. 29 ff., mit weiteren Lit.-Angaben in Anm. 4.



Abb. 3. Wien, Schloss Schönbrunn, Kleine Galerie.



Abb. 4. Wien, Schloss Schönbrunn, Ostfassade.

und nach mit einer zarten Glas-Metall-Konstruktion überdacht, um ungewollte, quer durch die Schauräume verlaufende Luftströmungen spürbar abzusenken¹⁴. Sodann wurde an einem historischen Kastenfenster im so genannten „Reichen Zimmer der Kaiserin“ Fugendichtheitsmessungen, und zwar an der Baukörperanschlussfuge und an der Falzfuge vorgenommen. Diese ergaben, dass die Zahl des Luftwechsels im wesentlichen von der Windgeschwindigkeit und dem Temperaturgefälle von Innen nach Außen abhängt, wobei diese beiden Parameter jahreszeitenbedingt großen Schwankungen unterliegen. Als Richtwert kann bei den historischen Kastenfenstern in Schönbrunn davon ausgegangen werden, dass in geschlossenem Zustand im Winter ein einfacher Luftwechsel stattfindet, während unter gleichen Bedingungen im Sommer dieser Wert entsprechend geringer ausfällt¹⁵. Obwohl diese Infiltrationen als (weitgehend) unbedenklich einzustufen sind, wurde – auch um von allfälligen Kapriolen des Außenklimas unabhängig zu sein – veranlasst, die Fensterfugen und Öffnungen reversibel abzudichten und darüber hinaus in den nach Installation der Hofüberdachungen neu geschaffenen Eingangsbereichen zusätzlich Schleusen und Pufferräume zu schaffen¹⁶. Denn: „Nur ein abgeschlossener Luftraum kann klimastabilisiert werden“¹⁷. Erst damit waren die Voraussetzungen für eine kontrollierte Klimatisierung der Räume geschaffen.

Nun galt es, sich zwischen zwei weiteren Vorgangsweisen zu entscheiden. Die eine war, mit einer entsprechend aufwendigen Haustechnik das Klima in den Schauräumen zu kontrollieren und die Werte für Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit während des ganzen Jahres starr innerhalb einer definierten Bandbreite zu halten. Eine Überprüfung der in den letzten Jahrzehnten angewandten Methoden zur Klimatisierung hochwertig ausgestatteter und museal genutzter Prunkräume in Schlössern und vergleichbaren Gebäuden sowie eine kritische Sichtung der darauf bezogenen einschlägigen Fachliteratur durch Wolfgang Kippes ließ allerdings ein sukzessives Abgehen von dogmatischen klimatischen Vorgaben einerseits und eine kritische Positionierung gegenüber hochtechnologischem Equipment andererseits erkennen¹⁸. Entsprechende, von Michael Kotterer konkretisierte Vorbehalte waren, dass Installation und laufender Betrieb solcher Anlagen extrem kostenintensiv sind, die Anlagen von sich aus, aber auch bedienungsbedingt, anfällig sind und bei einem potentiellen Ausfall das Raumklima kurzfristig und unkontrollierbar derart kritische Werte annehmen kann,

dass nachhaltige Schäden für Kunstwerke und Ausstattungen nicht ausgeschlossen werden können¹⁹. Darüber hinaus kam für Schönbrunn eine solch aufwendige haustechnische Anlage schon allein deshalb nicht in Betracht, als deren praktische Implementierung mit allen Geräten und Zu- und Abluftverrohrungen massive und wohl auch irreversible Eingriffe in die historische Bausubstanz und Ausstattung verursacht hätte.

So entschloss man sich, einen anderen, in der Fachliteratur ab den 90er-Jahren beschriebenen Weg einzuschlagen, den der Akzeptanz eines „saisonal gleitenden Raumklimas“²⁰. Im Zentrum der Überlegung steht das Faktum, dass mit den bauphysikalischen Eigenschaften der massiven Außenmauern als „Pufferhülle“ das Außenklima mit seinen tages- und jahreszeitlichen Schwankungen nur stark gedämpft Einfluss auf das Innenklima nimmt. Dies bedeutet, dass die die Werte für Raumtemperatur und relative Feuchte anzeigenden Kurven einen zwar in Abhängigkeit zum Außenklima stehenden, dabei aber langsam steigenden bzw. fallenden Verlauf nehmen. Demzufolge gestalten sich auch die Übergänge von Sommer- und Winterhalbjahr gleitend, wobei – von der Schloß Schönbrunn Kultur- und Betriebsgesellschaft als Rahmenbedingungen formuliert – die Raumtemperaturen im Winter langsam auf minimal 5°C abfallen und im Frühjahr und Sommer gleichfalls langsam

¹⁴ In den mit einer zarten Glas-Metall-Konstruktion überdachten Höfen wurden die neuen Service- und Aufenthaltsräume – Kassen, Garderoben etc. – für ankommende Besuchermassen und -gruppen untergebracht; nach einem ausgeklügelten System werden nun mit kodifizierten Tickets kleinere Gruppen zusammengefasst und zeitgestaffelt auf verschiedenen Touren durch unterschiedliche Raumfolgen durch das Schloss bzw. durch Teile desselben geführt bzw. geleitet. Zu den baulichen Maßnahmen vgl. M. WEHDORN (Hrsg.), Denkmalpflege (zit. Anm. 13), S. 43 ff.

¹⁵ KIPPES, Raumklima (zit. Anm. 1), S. 140 ff.; zur Geschichte der Fensterkonstruktion vgl. S. 143 ff.; vgl. auch KÄFERHAUS, Kontrollierte natürliche Lüftung (zit. Anm. 1), S. 60 ff. mit einer Systemskizze der Versuchsanordnung in Abb. 6.

¹⁶ Vgl. die Angaben in Anm. 14.

¹⁷ Michael KOTTERER, Standardklimawerte und Haustechnik für Museen und historische Gebäude in der Diskussion, in: F. BOODY et al., Klima in Museen und historischen Gebäuden (zit. Anm. 1), S. 77 ff., Zitat auf S. 84.

¹⁸ KIPPES, Raumklima (zit. Anm. 1), Kap. 5: Die Messung von Symptomen – Geschichte der Standards für das Raumklima in historischer Bausubstanz, Museen und Archiven, S. 80 ff.

¹⁹ KOTTERER, Standardklimawerte (zit. Anm. 17), Kap. 1: Zweifel an der Lösung Vollklimaanlage sind berechtigt, S. 81 ff.

²⁰ Henning GROSSESCHMIDT, Klimastabilisierung als Grundlage sachgerechter Bewahrung – Oder: Das temperierte Haus, sanierte Architektur und Großvitrine, in: Museum Aktuell, Nr. 37, München 1998, S. 1300 ff.; vgl. auch: KÄFERHAUS, Kontrollierte natürliche Lüftung (zit. Anm. 1), S. 51 f. (Grundsatzidee).

²¹ Ebenda (Käferhaus), S. 52.

²² KOTTERER, Standardklimawerte (zit. Anm. 17), S. 84 (Kap. 3: Lüften) mit weiterführender Lit.

²³ KIPPES, Haustechnik (zit. Anm. 12), S. 30.

²⁴ KIPPES, Raumklima (zit. Anm. 1), S. 120 ff. mit Lit.

²⁵ KÄFERHAUS, Kontrollierte natürliche Lüftung (zit. Anm. 1), S. 58 ff.

²⁶ Ebenda, S. 67 ff.; zu den Messdaten vgl. Diagramm auf S. 73; Kippes, Haustechnik (zit. Anm. 12), S. 30 f.

²⁷ Ebenda (Käferhaus), S. 66 (Luftvolumenmodell für die Schauräume im 1. Stock, Lage und Bewertung der Kamine [Abb. 10], Berechnungen der Abluft).

²⁸ Ebenda, S. 67 f., Abb. 12 (Skizze der Abluftventilatoren in den Kaminen).

gleitend auf 25 bis 30° C ansteigen können. Weiters sollte die relative Luftfeuchtigkeit in den Schauräumen den Wert von 40% nicht unter- und jenen von 60% nicht überschreiten²¹. Innerhalb dieser Vorgaben ist es für die schadensfreie Erhaltung der wertvollen Ausstattung von entscheidender Bedeutung, dass die entsprechenden Klimakurven einer möglichst geringen Änderungsgeschwindigkeit unterworfen – oder, mit anderen Worten: keinen kurzfristigen Amplitudensprüngen – ausgesetzt sind.

Neben der Einhaltung dieser Rahmenbedingungen war aber auch für die Bedürfnisse der Besucher nach geregelter Frischluftzufuhr Rechnung zu tragen. Die diesbezüglich unter anderem im Rahmen des oben genannten internationalen Forschungsvorhabens durchgeführten Messungen und Berechnungen haben ergeben, dass im Schauraubereich (eines Schlosses oder eines Museums) ein einfacher Luftwechsel pro Stunde ausreichend ist, wobei bei einer eher spärlichen Besucheranzahl dieser Wert auch reduziert, bei hoher Frequenz dagegen geringfügig vergrößert werden kann²². Da nun in Schloss Schönbrunn als der Nummer 1 unter den Tourismus-Attraktionen Österreichs ein extrem hohes Aufkommen von Besuchern gegeben ist, wurde von der Direktion der Betriebsgesellschaft eine Luftwechselzahl von (maximal) 1,5 pro Stunde als Richtwert festgelegt²³. Dies bedeutete, dass dem Schloss in einer noch zu erhebenden Menge sowie nach einem noch näher zu definierenden System Außenluft zugeführt werden muss. Zunächst wurden die Volumina der Schauräume im Schloss kalkuliert, um die Größenordnung der künftig umzuwälzenden Luft bestimmen zu können. Beim Vorgang der Versorgung des Schlosses mit entsprechend optimal konditionierter Frischluft schließlich griff man auf ein schon seit Jahrhunderten bekanntes System zurück, dessen praktische Umsetzung sich an einigen monumentalen Gebäuden aus der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts noch nachvollziehen ließ²⁴. Jochen Käferhaus hat an einem Beispiel, dem Corps de Logis der Neuen Burg auf dem Areal der Wiener Hofburg, ein solches System entdeckt, reaktiviert und in Publikationen beschrieben²⁵. Seine Ergebnisse seien hier kurz zusammengefasst. Das Corps de Logis, ab 1881 nach Plänen von Semper und Hasenauer errichtet, ist ein monumentales, über quadratischem Grundriss erbautes, viergeschossiges Gebäude (Abb. 5), dessen vier Trakte sich in Arkadenstellungen nach Innen zu einem großen, zentral gelegenen und mit einer Glas-Eisenkonstruktion überdachten Hof öffnen. Über einen großen Lufteinlass im nahegelegenen, etwa 500 Meter entfernten Burggarten wird durch einen Tunnel sowie durch ein wahres Tunnellabyrinth im Kellergeschoß des Bauwerks Luft für das Gebäude angesaugt. Diese Luft, die entlang der Wände der schier „endlosen“ Gänge streift, kann aufgrund der bauphysikalischen Eigenschaften des erdberührten Ziegelmauerwerks die Temperatur- und Feuchte-Spitzen kompensieren. Vom Kellergeschoß wird die entsprechend konditionierte Luft durch große Schächte mittels Schachtlüftung in die Schauräume eingebracht, von wo sie jeweils an den gegenüber liegenden Seiten des Raumes durch einen Abluftkanal, wiederum dem physikalischen Auftrieb folgend, über Dach geführt wird.

In der Frage, ob dieses System auf die Gegebenheiten des Hauptschlosses von Schönbrunn übertragen werden kann, erwies es sich als ein besonderer Glücksfall, dass in unmittelbarer Nähe, im südlichen Vorfeld des Gebäudes, ein etwa 300 Meter langer, mit Vollziegeln gemauerter unterirdischer Stollen



Abb. 5. Wien, Hofburg, Corps de Logis.

aufgefunden werden konnte. Dieser zirka 1,80 Meter hohe und 80 Zentimeter breite, gewölbte Gang regulierte ehemals den Mühlbach und diente überdies bis zur Errichtung der heutigen Kanalisation der Entwässerung des barocken Gartens. Messungen ergaben, dass sich selbst bei extremer Hitze im Sommer (+35,2°C) bzw. extremer Kälte im Winter (-16,3°C) die Temperaturen der Stollenluft niemals über +21,7°C bzw. niemals unter -2,2°C bewegen. Zudem wird durch die hohe Wasserspeicherwirkung des Ziegelmaterials die Luft entsprechend befeuchtet. Der Stollen bot sich mithin ideal als „Quelle“ für die dem Schloss zuzuführende Frischluft an²⁶. Als Abluftkanäle wurden die historischen Kamine des Gebäudes in Erwägung gezogen: Zunächst aber mussten deren Anzahl und Lage erhoben, die Frage der Reaktivierung geklärt und schließlich die jeweiligen Kaminquerschnitte errechnet werden. Nun setzte man die einzelnen Ergebnisse mit den entsprechenden Raumvolumina in Relation: Berechnungen ergaben, dass bei einer angenommenen Luftgeschwindigkeit in den senkrechten Kanälen von 1 Meter pro Sekunde ein Luftwechsel von 1 bis 1,5 pro Stunde in den den Kaminen jeweils zugeordneten Räume gewährleistet werden kann²⁷.

Für die Realisierung des Be- und Entlüftungssystems waren nun (neben Stichkanälen zwischen dem historischen Stollen und dem Schloss) nur mehr Feinstaubfilter und Ventilatoren nötig. Die natürlich vorkonditionierte und gefilterte Frischluft wird mit geringem Überdruck mittels Quellluftverfahren im Erdgeschoss eingebracht, während gleichzeitig die „verbrauchte“ Luft in den Schauräumen des 1. Stocks durch die bestehenden Kamine abgeführt wird. Um über exakte Informationen über die aktuell fließenden Luftmengen zu verfügen, wurde von Jochen Käferhaus folgende Installation konzipiert und vor Ort realisiert: In den Abluftschläuchen, den Kaminen, wurden leicht laufende, waagrecht angeordnete Ventilatoren eingebracht, die auf Grund des natürlichen Auftriebs in Autorotation versetzt werden. Diese Daten werden erfasst, an die zentrale Leitstelle weitergegeben und dort die aktuell fließende Luftmenge errechnet und mit dem Sollwert verglichen. Bei allfälligen Abweichungen – oder aber auch bei besonders günstigen bzw. widrigen außerklimatischen Bedingungen – kann die Zufuhr durch entsprechende Klappen entweder unterbrochen oder aber den Ventilatoren genau so viel Strom zugeführt werden, um den exakt gewünschten Luftaustausch zu erzielen²⁸. Jedenfalls sorgt der (geringfügige) Unterdruck in den Schau-

räumen sowie der (geringfügige) Überdruck in der Erdgeschoss-Zone für einen gleichmäßigen natürlichen Luftstrom, der einerseits der wertvollen historischen Ausstattung keinen Schaden zufügen kann und andererseits von den Besuchern nirgends als störende Zugluft empfunden wird.

Das Konzept wurde im Westflügel des Hauptschlusses bereits umgesetzt und hat sich durchwegs bewährt. Derzeit (Oktober 2005) wird auch der Osttrakt des Schlosses mit derselben Technologie ausgestattet²⁹.

Summary

On the Indoor Climate in Schönbrunn Palace

When the Republic of Austria transferred the management of Schönbrunn Palace to a privately run organization, the Schönbrunn Palace Cultural Management Company, in August 1992, no measurement data or studies regarding the indoor climate of the state-rooms existed (with one exception). The new management feared that with as many as 8000 visitors daily the flow of tourists could have a negative impact on the indoor climate of the palace and could cause irreversible damage to the precious artistic fittings. Extensive measurements of the outdoor and indoor climate were undertaken immediately. Analyses showed first of all that the cause of the sometimes dramatic fluctuations in temperature and relative humidity in the interior was not so much the crowds of visitors but rather the guards' uncontrolled ventilation policies. The first step undertaken was to establish restrictive regulations for ventilation and to seal the window joints in order to minimize the unrestrained influence of the out-

door climate on the interior. Then a decision was made not to aim for constant year-round values for temperature and relative humidity in the state-rooms with the help of overinflated building services, but rather to use the building physics of the massive exterior masonry walls as a "buffer". Accordingly, the outdoor climate now has a time-delayed, amplitude muting effect on the indoor climate; in the interior the temperature and relative humidity exhibit a curve which is season-based but constant over the short term and which follows a smooth overall course. The temperatures now sink slowly to a minimum of 5° in the winter and rise slowly in spring and summer to c. 25°; the relative humidity remains between a minimum of 40 % and a maximum of 60 % with a low speed of change. In addition to the smooth course of changes in temperature and relative humidity, the fresh air exchange rate is also of great significance in regard to the indoor climate. The following plan has been developed for Schönbrunn: the number of air changes is set at c. 1, with a seasonally based fluctuation of +/- 0.5. Using a displacement ventilation system air is brought into the palace via a heat exchanger in the ground ("air fountain") – a historic masonry underground tunnel c. 30 meters in length is being used – and then is drawn off again through the numerous chimneys in the state-rooms. Depending on the outdoor climatic conditions the air intake can be stopped sometimes or can be maximized through ventilators in the chimneys.

The rudiments for the procedures presented here were developed by the Schönbrunn Palace Cultural Management Company over a period of c. 10 years and have been put into practice gradually.

²⁹ KIPPES, Haustechnik (zit. Anm. 12), S. 30 f.

Literaturverzeichnis

Wolfgang KIPPES, Climate Management and Air Flow Control – Zu den Ursachen der Raumklimaschwankungen in Schloß Schönbrunn, in: Report Nr. 3, Austria within EU 1383 PREVENT, Wien 1997.

Henning GROSSESCHMIDT, Klimastabilisierung als Grundlage sachgerechter Bewahrung – Oder: Das temperierte Haus, sanierte Architektur und Großvitrine, in: Museum Aktuell, Nr. 37, München 1998, S. 1300–1303.

Wolfgang KIPPES, Raumklima in historischer Bausubstanz. Ein Beitrag zur materialwissenschaftlichen Begründung der Denkmalpflege, masch.schr. Dissertation an der Technischen Universität Wien (Institut für Kunstgeschichte, Denkmalpflege und Industriearchäologie), Wien 1999.

Wolfgang KIPPES, Haustechnik, Heizung und Klimastudien, in: Manfred WEHDORN (Hrsg.), Schloß Schönbrunn Kultur- und Betriebsgesellschaft m.b.H. 10 Jahre Denkmalpflege 1992–2002 (Wissenschaftliche Reihe Schönbrunn, Bd. 7), Wien 2002, S. 29 ff.

Friedrich DAHM (Hrsg.), Die Römische Ruine im Schlosspark von Schönbrunn. Forschungen – Instandsetzung – Restaurierung (Wissenschaftliche Reihe Schönbrunn, Bd. 8), Wien 2003.

Jochen KÄFERHAUS, Kontrollierte natürliche Lüftung und Bauteilheizung als probate Mittel der Schadensprävention am Beispiel von Schloss Schönbrunn, in: F. P. BOODY, Henning GROSSESCHMIDT, Wolfgang KIPPES, Michael KOTTERER (Hrsg.), Klima in Museen und historischen Gebäuden: Die Temperierung (Wissenschaftliche Reihe Schloss Schönbrunn, Bd. 9), Wien 2004, S. 49–76.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1–2: Schloß Schönbrunn Kultur- und Betriebsgesellschaft m.b.H., Wien (Fotos: Alexander Koller); Abb. 3–5: Bundesdenkmalamt Wien (Fotos: Bettina Neubauer).