

# Behagliche Nachhaltigkeit

Untersuchungen zum Behaglichkeits- und Gesundheitswert  
von Passivhäusern

G.Rohregger et al.

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**Ziffer/2002**

**Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>  
oder unter:

Projektfabrik Waldhör  
Nedergasse 23, 1190 Wien  
Fax 01 /36 76 151 - 11  
Email: projektfabrik@nexta.at

# Behagliche Nachhaltigkeit

Untersuchungen zur Behaglichkeit und zum Gesundheitswert von  
Passivhäusern

DI Dr. Gabriele Rohregger, DI Dr. Bernhard Lipp,  
DI Helmut Karl Lackner, Dr. Maximilian Moser,  
Dr. Renate Buber, Dr. Johannes Gadner,  
Dr. Tobias Waltjen

Wien, 28.Jänner 2004

## Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines beauftragten Projekts aus der dritten Ausschreibung der Programmlinie *Haus der Zukunft* im Rahmen des Impulsprogramms *Nachhaltig Wirtschaften*, welches 1999 als mehrjähriges Forschungs- und Technologieprogramm vom Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie gestartet wurde.

Die Programmlinie *Haus der Zukunft* intendiert, konkrete Wege für innovatives Bauen zu entwickeln und einzuleiten. Aufbauend auf der solaren Niedrigenergiebauweise und dem Passivhaus-Konzept soll eine bessere Energieeffizienz, ein verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger, nachwachsender und ökologischer Rohstoffe, sowie eine stärkere Berücksichtigung von Nutzungsaspekten und Nutzerakzeptanz bei vergleichbaren Kosten zu konventionellen Bauweisen erreicht werden. Damit werden für die Planung und Realisierung von Wohn- und Bürogebäuden richtungsweisende Schritte hinsichtlich ökoeffizientem Bauen und einer nachhaltigen Wirtschaftsweise in Österreich demonstriert.

Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt dank des überdurchschnittlichen Engagements und der übergreifenden Kooperationen der Auftragnehmer, des aktiven Einsatzes des begleitenden Schirmmanagements durch die Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik und der guten Kooperation mit dem Forschungsförderungsfonds der gewerblichen Wirtschaft bei der Projektabwicklung über unseren Erwartungen und führt bereits jetzt zu konkreten Umsetzungsstrategien von modellhaften Pilotprojekten.

Das Impulsprogramm *Nachhaltig Wirtschaften* verfolgt nicht nur den Anspruch, besonders innovative und richtungsweisende Projekte zu initiieren und zu finanzieren, sondern auch die Ergebnisse offensiv zu verbreiten. Daher werden sie auch in der Schriftenreihe "Nachhaltig Wirtschaften konkret" publiziert, aber auch elektronisch über das Internet unter der Webadresse [www.hausderzukunft.at](http://www.hausderzukunft.at) dem Interessierten öffentlich zugänglich gemacht.

DI Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie





## KURZFASSUNG

### Teil A: Motivation, Inhalt, Ziele, Methoden

Das Passivhaus ist als besonders energieeffizienter Baustandard bekannt. Weniger bekannt ist, dass dieses Konzept konsequent aus Behaglichkeits- und Wohnhygienekriterien abgeleitet wurde. Das Komfortargument ist aber für den Marktdurchbruch dieses Konzepts von eminenter Bedeutung. Passivhäuser werden allerdings meist nicht als „Behaglichkeitshäuser“ sondern als „Häuser ohne Heizung“ verkauft. Viele potentielle Passivhauskunden schrecken davor zurück, in einem Haus zu wohnen, welches nur mit einer Zuluftheizung beheizt werden kann. Sie wünschen sich eine fühlbare Wärmequelle, wie z.B. eine Wandheizung oder einen kleinen Ofen. Auch manche BewohnerInnen von Passivhäusern äußern solche Wünsche, nicht weil es im Passivhaus zu kalt wäre, sondern weil ein besonderes Wärme-, Behaglichkeits- oder Sicherheitsbedürfnis damit befriedigt werden kann. Komfortlüftungsanlagen sind integrativer Bestandteil jedes Passivhauses, sie sorgen bei der sehr luftdichten Bauweise des Passivhauses für ausreichenden Luftwechsel und garantieren damit eine gute Raumluftqualität. Der Vergleich von Messergebnissen zur Luftqualität mit und ohne Lüftungsanlage in Schlafräumen tragen bei vielen Bauherren wesentlich zur Entscheidung für die Komfortlüftungsanlage und damit auch oft für das Passivhaus bei.

Für einen Markterfolg des Passivhausstandards müssen neben den viel besprochenen Betriebskosten- und Ökologieargumenten, die für das Passivhauskonzept sprechen, auch die Komfortargumente gefestigt werden. Dafür müssen Befürchtungen über mögliche Komfortprobleme in Passivhäusern empirisch bestätigt oder entkräftet werden. Im Falle einer (auch teilweisen) Bestätigung ist der Gewinn ein Entwicklungsstimulus für den Passivhausstandard und seine zentralen technischen Komponenten wie Fenster und Lüftungsanlagen. Im Falle einer Entkräftung der Befürchtungen durch die Ergebnisse ist der Gewinn ein erstklassiges Marketinginstrument.

Dieses Forschungsprojekt beschäftigte sich mit zwei Fragen zur Behaglichkeit und zum Gesundheits- bzw. Erholungswert von Passivhäusern:

- Frage 1: Erleben BewohnerInnen von Passivhäusern einen Komfortunterschied, wenn ihr Haus a) nur über Zuluft oder b) wenn es zusätzlich mit anderen Wärmeabgabesystemen (Wand-, Deckenheizungen usw.) beheizt wird?

Lassen sich wahrgenommene (aber auch evt. nicht wahrgenommene!) Unterschiede physiologisch und/oder psychologisch erfassen?

- Frage 2: Komfortlüftungsanlagen bieten mit geringen CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und geringer Staubbelastung erhöhte Raumluftqualität. Hat die bessere Raumluftqualität Auswirkungen auf die Schlafqualität und damit auf die wichtigste Erholungsphase der untersuchten PassivhausbewohnerInnen? Können die Auswirkungen durch Vergleich der Schlafqualität bei a) laufender Komfortlüftung und b) abgestellter Komfortlüftung und geschlossenen Fenstern (Standardfall im Winter bei Häusern ohne mech. Lüftung) nachgewiesen werden?

Ziel des Forschungsprojektes war die Behaglichkeits- bzw. Bedürfnisoptimierung von Passivhauskomponenten (Heizungskonzepten, Heizungskomponenten, Regelungs- und Steuerungskomponenten, Komfortlüftungsanlage) durch Einbeziehung der Messergebnisse der Behaglichkeitsuntersuchungen sowie der durch Interviews erhobenen Bedürfnisse und Erfahrungen von PassivhausbewohnerInnen im Bezug auf die Behaglichkeit.

Weiters sollte der Erholungsvorteil durch kontrollierte Wohnraumlüftung anhand von Untersuchungen der Schlafqualität nachgewiesen werden: Die Ergebnisse des Vergleichs der Schlafqualität mit und ohne Schlafräumlüftung sollten die Wichtigkeit und Bedeutung der Komfortlüftungsanlage für die Luftqualität bzw. Erholungsfähigkeit unterstreichen.

Schließlich sollte der Stellenwert des Konstrukts „Behaglichkeit“ im Rahmen der Kaufentscheidung des Endverbrauchers bzw. im Adaptionsprozess von Neuprodukten dargestellt werden.

Die physiologischen Nachweise wurden über die Messung und Auswertung der Herzfrequenzvariabilität mit miniaturisierten EKG-Messgeräten ("Heartman") geführt: In einer thermisch behaglichen Umgebung wird die Temperaturregulation des Körpers nur über den Blutkreislauf durchgeführt. Die beste Chance, Behaglichkeit physiologisch zu messen, ist somit durch die Bestimmung des Zustandes des Blutkreislaufes bzw. des Autonomen Nervensystems gegeben.

Die psychologischen Nachweise wurden durch Fragebögen sowie ein offenes Focus Group Interview und dessen qualitative Analyse geführt. Die Durchführung des Focus Group Interviews mit den BewohnerInnen von Passivhäusern, die gleichzeitig die Versuchspersonen der physiologischen Untersuchungen darstellten, verfolgte das Ziel, die Erfahrungen der Interviewten in Bezug auf die Behaglichkeit von Passivhäusern im Gespräch und in der Interaktion zu erheben und aufbauend darauf, das Konstrukt Behaglichkeit fassbar zu machen. Die sich daraus ableitbaren marketingrelevanten Aspekte waren primäres Ziel der Erhebung.

## Teil B: Ergebnisse und Schlussfolgerung

Die physiologischen Untersuchungen ergaben, dass die in den Passivhäusern untersuchten unterschiedlichen Heizungssituationen keine signifikante Änderung in der autonomen Thermoregulation der Versuchspersonen hervorrufen. Sowohl die reine Zuluftheizung als auch Flächenheizungssysteme (Wandheizung) oder Heizung durch Pelletszimmerofen erreichten im Passivhaus eine Raumklimasituation, die von den Versuchspersonen sowohl subjektiv (erhoben durch Fragebögen) als auch in der objektiven physiologischen Messung als gleichwertig behaglich und den Kreislauf gleich beanspruchend eingestuft wurde. Die aus den Untersuchungen gefolgerte Aussage ist keine statistisch abgesicherte Aussage, da der Versuchsumfang der vorgenommenen Untersuchungen zu klein war. Sie ist als Hinweis, als Trend für die physiologische Wirkung von thermisch behaglichem Raumklima zu verstehen. Die physiologischen Messungen zeigen in einem Längsschnitt, dass die Methode, wie auch bei vorangegangenen Untersuchungen in ähnlichem Versuchsdesign gezeigt werden konnte, für Behaglichkeitsuntersuchungen geeignet und richtungsstabil ist. Das Ergebnis der Untersuchungen gilt nur für das Passivhaus, das, bedingt durch die gute Wärmedämmung, relativ hohe Oberflächentemperaturen gewährleistet. Unabhängig davon, welches Heizsystem verwendet wird, muss damit in jedem Fall die individuelle Vorzugsraumtemperatur der BewohnerInnen erreicht werden können, auch wenn diese Temperatur 25°C betragen sollten. Das Lüftungsheizungssystem hat jedoch den Nachteil, dass sich die Luftmenge nicht unabhängig von der Heizleistung regulieren lässt. Dies kann zu trockener Luft führen, da man die Luftmenge im Winter – auf Grund der erforderlichen Heizlast – auch bei Abwesenheit von Personen nicht reduzieren kann. Weiters lässt sich raumweise Temperaturregelung bei der Zuluftheizung nur mit großem Aufwand realisieren. Für die Planung ist es absolut wichtig, die Kundenwünsche optimal zu erfüllen. Wenn die Planung und die genauen Berechnungen zeigen, dass die individuellen Vorzugstemperaturen auch mit der ausschließlicher Lüftungsnachheizung erreicht werden können, der Wunsch der Bauherrin/des Bauherrn nach einem zusätzlichen Heizsystem aber bestehen bleibt, sollte diesem Wunsch nachgekommen werden.

Aus den Schlafuntersuchungen konnten aufgrund unzureichender CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den Schlafräumen vorerst keine Rückschlüsse auf die Auswirkung schlechter Raumlufthaltigkeit auf die Schlafqualität gezogen werden. Einzelbeispiele von jenen Untersuchungen, bei denen ein nachweisbarer Unterschied in den CO<sub>2</sub>-Konzentrationen vorlag, zeigten allerdings Unterschiede in der nächtlichen Erholung. Für differenziertere Aussagen und eindeutige Schlussfolgerungen auf mögliche Auswirkungen unterschiedlicher Schlafräumlüftungssituationen auf die Schlafqualität und den Erholungswert des Schlafes reicht die vorgenommene EKG-Strukturanalyse nicht aus.

Da aus den psychologischen Befragungen anhand von Schlaffragebögen jedoch eindeutig hervorgeht, dass von den Versuchspersonen subjektiv die Schlafqualität und die Schlaferholung bei guter Schlafräumbelüftung besser beurteilt wird, sollten weiterführende Untersuchungen angestellt werden. Es ist denkbar, die Untersuchungen mit einem mobilen Schlaflabor vorzunehmen, um die Schlafqualität anhand der unterschiedlichen Schlafphasen genauer zu differenzieren: dadurch könnte die Schlafqualität in Abhängigkeit von Raumklima und Schadstoffen beurteilt werden. Es sind diesbezüglich auch bereits erste Voruntersuchungen im Gange, die neben der Herzfrequenzvariabilität, aufgezeichnet wie in den präsentierten Untersuchungen mittels HeartMan, auch das EEG (Elektroenzephalogramm) der Versuchspersonen im Schlaf aufzeichnen. Von der dadurch genaueren Untersuchung der unterschiedlichen Schlafphasen werden konkretere Aussagen zur Schlafqualität erwartet.

Ein wesentliches Anliegen der Studie war es, herauszuarbeiten, welche Auswirkungen unterschiedliche Heizungssysteme auf die Behaglichkeit und das Wohlfühlen der BewohnerInnen von Passivhäusern haben. Im Rahmen des Focus Group Interviews wurde daher auch erörtert, ob und wie die EigentümerInnen ihre Passivhäuser heizen. Die TeilnehmerInnen waren sich einig, dass es auf Grund ihrer Wärme- und Temperaturansprüche grundsätzlich nicht möglich wäre, ihre Häuser ausschließlich über die Lüftungsanlage zu heizen. Niemand wollte riskieren, keine Zusatzheizung einzubauen, vor allem in extrem kalten Wintern könnte die Lüftungsanlage allein keine, ihren Komfortansprüchen genügend hohe Raumtemperatur gewährleisten. Daher waren vor allem der Sicherheitsgedanke und die Angst davor, womöglich im Nachhinein doch noch eine Heizung einbauen zu müssen, für den Einbau einer Zusatzheizung ausschlaggebend.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Art der Heizung aus Sicht der Befragten eindeutige Auswirkungen auf das Wohnklima und die Behaglichkeit eines Hauses und damit auf das Wohlfühlen seiner BewohnerInnen hat. Die TeilnehmerInnen wählten aus diesem Grund ihre Heizungssysteme ganz bewusst aus und ließen sich dabei nach eigenen Angaben stark vom Einfluss der Heizung auf die Raumatmosphäre leiten. Dies trifft ebenso für eine Wandheizung wie für einen (Pelletszimmer-) Ofen zu. Eine Wandheizung überzeugte die BewohnerInnen vor allem wegen der rundum von allen Wänden gleichermaßen wohlig abstrahlenden Wärme; ein (Pelletszimmer-)Ofen ist für die BewohnerInnen hauptsächlich wegen der sichtbaren Flammen, welche eine behagliche Atmosphäre erzeugen, ausgewählt worden.

Die Lüftungsanlage wird von den BewohnerInnen von Passivhäusern einheitlich als Hauptargument und wichtigstes Verkaufsargument gesehen. Die Lüftungsanlage ist wesentlich dafür verantwortlich, dass das Passivhaus überhaupt funktioniert und dass es seine ihm eigenen Qualitäten – vor allem auch in Hinblick auf die Faktoren Behaglichkeit, Wohnkomfort und Wohnqualität sowie Wohlfühlen – entfalten kann.

## ABSTRACT

### Part A: Motivation, Matter, Aims, Methods

The passive house specification is well known as an energy-efficient building standard. Less known is that the passive house concept was derived consistently from comfort and hygiene criteria. However, succeeding in the market comfort might be the point of stress.

Usually, passive houses are not presented as 'comfort houses' but as 'houses without heating'. Potential customers of passive houses tend to be afraid of living in a house, which only can be heated through the ventilation system. They ask for a perceptible heating source, e.g. a wall heating or a small heating stove. Some inhabitants of passive houses also express such desires: they don't feel cold in passive houses, but they wish to satisfy needs of warmth, comfort and security.

Comfort ventilation systems are integrative components of each passive house. These systems ensure sufficiently exchange of air in passive houses and therefore guarantee best indoor air quality.

The comparison of measurement results of indoor air quality in sleeping rooms reached with and without comfort ventilation systems is an important reason for clients to opt for controlled ventilation and consequently for passive houses.

Besides the arguments of running costs and ecology, which do argue for the passive house concept, comfort arguments need to be strengthened to fix the marketing success of the passive house building standard.

This study made an empirical attempt to prove or disprove comfort problems in passive houses.

Whatever the results, they will be a stimulus to further development of key components for passive houses and they will be a useful point on marketing, too.

This study treated two questions on comfort, health and recreational value of passive houses:

- Question 1: Do occupants of passive houses perceive differences in comfort, if the house is heated a) only by the ventilation system or b) additionally by another heating system (wall heating, ceiling heating etc.)? Is it possible to establish consciously or even unconsciously perceived differences by physiological measurement and/or by psychological questionnaire?
- Question 2: Mechanical ventilation systems offer good indoor air quality with low concentrations of dust and carbon dioxide. Does better indoor air quality affect nocturnal recreation of passive house occupants? Is it possible to prove effects by comparing sleep quality a.) in rooms with mechanical ventilation and b.) in rooms without mechanical ventilation and closed windows?

The aim of the project was to optimize the requirements of components of passive houses such as heating concepts, heating components, control components, and mechanical ventilation system by introducing the results of measurements of comfort as well as experiences and results from interviews of inhabitants of such buildings.

Furthermore, the advantage in better nocturnal recreation was to be proven by investigating the quality of sleep: Results of comparison of sleep quality with and without controlled ventilation system should underline the importance of a comfort ventilation system for the air and recovery quality.

Identification of factors for the well-beings in passive houses and development of a model for the description of the concept 'comfort', which can be used for the development of marketing strategies. The significance of the construct 'comfort' with respect to the final purchase decision of the consumer was to be displayed.

Physiological effects were pursued by measurement and analysis of the heart rate variability (HRV) using a miniaturized electrocardiogram instrument ('Heartman').

In a comfortable thermal surrounding, thermal body regulation is done only by the blood circuit.

Therefore, the best chance to measure comfort physiologically is to determine the condition of the blood circuit and the autonomy nervous system.

Psychological investigations have been done by evaluating questionnaires and by analyzing the 'Focus Group Interviews'. The aim of the interviews with the inhabitants of passive houses was to extract the experiences of the achieved comfort in the building and to comprehend the 'construct comfort'. The primary aim of the investigation was to deduce marketing-relevant aspects.

## Part B: Results and Conclusion

The physiological investigations showed no significant change in the autonomous thermal regulation of the tested persons due to different heating configurations in the buildings.

Pure heated supplied air as well as surface heating systems (wall heating) and also pellet stove heating led to a climatic situation which was equally sensed objectively, via physiological measurements, and subjectively by questionnaires.

The conclusion of the investigations is not statistical proven since the amount of studies is too small.

However, it is an indicator for physiological effects of thermal comfort. The physiological measurements validate the method to be appropriate and solid for these kind of investigations of comfort.

The result is only applicable for the passive house due to the relative high surface temperature achieved maximum heat insulation. Independent of the choice which heating system is applied, the individual preferred room temperature must be achievable, even if this temperature is 25° centigrade.

The ventilation heating system shows the disadvantage of connected airflow and heating output, which can lead to dry air - most notably in winter, when heating power has to be applied, even if there are no persons present. To achieve room-separate temperature settings additional effort has to be taken into consideration.

For the planning, it is a must to satisfy the desires and requests of the customer. If the planning and the calculation indicate that the individual temperatures can be achieved by direct air heating only but the customer still wishes an additional heating system, the desire of the customer should be fulfilled.

For the time being, it was not possible to achieve deductions for sleep quality with respect to air quality from sleep measurements, due to insufficient CO<sub>2</sub> concentrations in the sleeping rooms. However, isolated cases with traceable differences in CO<sub>2</sub> concentrations showed also different recovery potential. Though, the performed ECG structure analysis is not capable of a more in-depth analysis of sleep quality and the recovery potential of sleep with regard to air systems.

The psychological surveys, done by questionnaires, yield the result that sleep quality and recovery during sleep is subjectively better when appropriate air ventilation is applied. Therefore, it is recommended to perform further investigations. It would be an option to examine the different sleep phases by the use of a mobile sleep laboratory. The correlation between sleep quality and air-conditioning as well as indoor pollution could be evaluated. Pilot surveys have already been started where EEG (Electroencephalogram) measurements deliver additional results to the analysis with the HeartMan.

An essential point of the study was to gather the consequences of different heating systems on the comfort of passive house habitants. The Focus Group Interviews gave the information how and when the owner uses the heating system. All the participants agreed on the fact that it would not be possible to heat the passive houses only by the air heating system. Nobody wanted to abstain from having an extra heating system to satisfy the individual demands for thermal conditions in case of extreme cold winter. Such safety considerations and the fear of an later debit made the extra heating system crucial. One conclusion is that from the habitants' point of view, the kind of heating system has direct consequences on the well-being and the comfort of the building. The participants have chosen their heating system according to the influence of the system on the ambience of the room. This is valid for wall heating systems as well as for the pellet stove. The wall heating system satisfies the habitants particularly for the emitting radiation from all directions whereas the pellet stove satisfies with visual flames, implicating comfortable ambience. Consistently and for all habitants, the comfort ventilation system is the most important feature and the most important sales argument. The ventilation system is considerably responsible for the general working of the passive house and bears the sources for comfort, habitation quality and wellness.

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>Kurzfassung.....</b>	<b>6</b>
Teil A: Motivation, Inhalt, Ziele, Methoden.....	6
Teil B: Ergebnisse und Schlussfolgerung.....	7
<b>Abstract.....</b>	<b>9</b>
Part A: Motivation, Matter, Aims, Methods.....	9
Part B: Results and Conclusion.....	10
<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>12</b>
<b>1 Einleitung.....</b>	<b>15</b>
1.1 Problemstellung und Hintergrund.....	15
1.2 Ziel der Untersuchungen.....	16
1.3 Vorarbeiten.....	16
1.4 Übersicht.....	17
<b>2 Grundlagen.....</b>	<b>18</b>
2.1 Behaglichkeit.....	18
2.1.1 Thermische Behaglichkeit und Thermischer Komfort.....	18
2.1.1.1 Bedingungen für thermischen Komfort (nach ISO 7730).....	18
2.1.1.2 Verschiedene Komfortbegriffe und Versuchsanordnungen.....	19
2.1.2 Physiologische Grundlagen.....	20
2.1.2.1 Thermoregulation und Behaglichkeit.....	20
2.1.2.2 Das autonome Nervensystem.....	21
2.1.3 Kulturgeschichtliche Begriffsbestimmung: Wohlfühlen, Wohnkomfort und Behaglichkeit.....	23
2.1.4 Behaglichkeit im Passivhaus.....	24
2.2 Raumluftqualität.....	25
2.2.1 Raumluftqualität und Kohlendioxid (CO <sub>2</sub> ).....	26
2.2.2 Raumluftqualität und Lüftung im Passivhaus.....	26
2.2.3 Wohnraumlüftung und Schlafqualität.....	27
<b>3 Methoden.....</b>	<b>29</b>
3.1 Physiologische Untersuchungen.....	29
3.1.1 Behaglichkeitsuntersuchungen.....	29
3.1.1.1 Orthostase-Test.....	29
3.1.1.2 Cold Pressure Test.....	29
3.1.2 Schlafuntersuchungen.....	30
3.1.3 Messung des Autonomen Nervensystems.....	30
3.1.3.1 Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität.....	30
3.1.3.2 HRV (Herzfrequenzvariabilitäts)-Parameter.....	31
3.1.3.3 Messinstrument, -apparatur:.....	32
3.1.4 AutoChrones Bild.....	32
3.1.5 Nichtlineare Zeitreihenanalyse – Recurrence Plot.....	34
3.1.5.1 Recurrence-Plots.....	34
3.1.5.2 Recurrence-Plots-Kennzahlen.....	35
3.1.6 Begleitende Untersuchungen.....	37
3.1.6.1 Fragebögen zur Beurteilung von Raumklima und Schlafqualität.....	37



3.1.6.2 Messmethoden der Raumklimaparameter .....	37
3.1.6.3 Infrarot-Thermographie.....	37
3.2 Focus Group Interview.....	38
3.2.1 Untersuchungsablauf und Untersuchungsdesign.....	39
<b>4 Durchführung der Untersuchungen .....</b>	<b>41</b>
4.1 Physiologische Messungen.....	41
4.1.1 Untersuchungsvoraussetzungen .....	41
4.1.2 Versuchsbedingungen .....	41
4.1.3 Durchführung der Behaglichkeitsuntersuchungen.....	42
4.1.3.1 Fragebogen zur thermischen Raumklimasituation .....	43
4.1.4 Durchführung der Schlafuntersuchungen.....	44
4.1.4.1 Fragebögen zur Schlafqualität und zur Raumlufthqualität im Schlafrum.....	44
4.2 Focus Group Interview.....	44
<b>5 Auswertung.....</b>	<b>46</b>
5.1 Behaglichkeitsuntersuchungen .....	46
5.1.1 Physiologische Messungen zur Behaglichkeitsuntersuchung .....	46
5.1.1.1 Ergebnisse des Orthostasetest.....	47
5.1.1.3 Ergebnisse des Cold-Pressure-Tests.....	52
5.1.2 Fragebögen zur Thermischen Behaglichkeit .....	52
5.2 Schlafuntersuchungen.....	54
5.2.1 Physiologische Messungen zur Schlafuntersuchung.....	54
5.2.2 Fragebögen zur Schlafqualität und zur Raumlufthqualität im Schlafrum.....	63
5.2.2.1 Beurteilung der Schlafqualität und der Befindlichkeit vor und nach dem Schlaf.....	63
5.2.2.2 Beurteilung der Raumlufthqualität im Schlafrum .....	65
5.3 Focus Group Interview.....	67
5.3.1 Die identifizierten Konstrukte .....	68
5.3.1.1 Behaglichkeit .....	68
5.3.1.2 Wohnkomfort/Wohnqualität .....	70
5.3.1.3 Gemütlichkeit .....	72
5.3.1.4 Wohlfühlen .....	73
5.3.1.5 Strukturmodelle .....	74
5.3.2 Attributionstheoretische Überlegungen .....	77
5.3.2.1 Attributionstheoretische Überlegungen.....	79
5.3.2.2 Häufigkeiten der Attributionen .....	82
5.3.3 Passivhaus-Technik.....	83
5.3.3.1 Heizungssysteme.....	83
5.3.4 Technische Probleme.....	86
5.3.5 Geschlechterspezifische Überlegungen .....	90
<b>6 Ergebnisse .....</b>	<b>91</b>
6.1 Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Behaglichkeits- und Schlafuntersuchungen.....	91
6.2 Ergebnisse des Focus Group Interviews und deren Marketingrelevanz.....	92
6.2.1 Marketingmix .....	93
6.2.1.1 Kommunikationspolitik .....	93
6.2.1.2 Preispolitik.....	100

6.2.1.3 Produktpolitik .....	100
6.2.1.4 Kaufentscheidung .....	100
6.3 Umsetzung der Ergebnisse .....	102
6.3.1 Wissenstransfer – Workshop mit der IG-Passivhaus .....	102
6.3.2 Behaglichkeitsfolder und Internet-Präsentation .....	103
6.4 Ausblick .....	103
<b>7 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>104</b>
<b>8 Anhang .....</b>	<b>109</b>
8.1 Fragebogen zur Erhebung der Thermischen Behaglichkeit .....	110
8.2 Fragebögen zur Erhebung der Schlafqualität (SF-A und SF-B) .....	111
8.3 Fragebogen zur Erhebung der Raumluftqualität .....	118
8.4 Messprotokollbeispiel zu den Schlafmessungen .....	119
8.5 Diskussionsprotokoll des Focus-Group-Interviews .....	120
8.3 Diskussionsprotokoll des Focus Group Interviews .....	123
8.6 Behaglichkeitsuntersuchungen – Messungen aller Versuchspersonen .....	128
8.7 Schlafuntersuchungen – Messungen aller Versuchspersonen .....	136
8.8 Workshop - Einladung und Programm .....	146

# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Problemstellung und Hintergrund

Das Passivhaus ist als besonders energieeffizienter Baustandard bekannt. Weniger bekannt ist, dass dieses Konzept konsequent aus Behaglichkeits- und Wohnhygienekriterien abgeleitet wurde. Das Komfortargument ist aber für den Marktdurchbruch dieses Konzepts von eminenter Bedeutung. Passivhäuser werden allerdings meist nicht als „Behaglichkeitshäuser“ sondern als „Häuser ohne Heizung“ verkauft [Rohracher 2001]. Viele potentielle PassivhauskundInnen schrecken davor zurück, in einem Haus zu wohnen, welches nur mit einer Zuluftheizung beheizt werden kann. Sie wünschen sich eine fühlbare Wärmequelle, wie z.B. eine Wandheizung oder einen kleinen Ofen. Auch manche BewohnerInnen von Passivhäusern äußern solche Wünsche, nicht weil es im Passivhaus zu kalt wäre, sondern weil ein besonderes Wärme-, Behaglichkeits- oder Sicherheitsbedürfnis damit befriedigt werden kann.

Komfortlüftungsanlagen sind integrativer Bestandteil jedes Passivhauses, sie sorgen bei der luftdichten Bauweise des Passivhauses für ausreichenden Luftwechsel und garantieren damit gute Raumlufthqualität. Der Vergleich von Messergebnissen zur Luftqualität mit und ohne Lüftungsanlage in Schlafräumen trägt bei vielen BauherrInnen wesentlich zur Entscheidung für die Komfortlüftungsanlage und damit auch oft für das Passivhaus bei.

Für einen Markterfolg des Passivhausstandards müssen neben den viel besprochenen Betriebskosten- und Ökologieargumenten, die für das Passivhauskonzept sprechen, auch die Komfortargumente gefestigt werden. Dafür müssen Befürchtungen über mögliche Komfortprobleme in Passivhäusern empirisch bestätigt oder entkräftet werden.

Im Falle einer (auch teilweisen) Bestätigung ist der Gewinn ein Entwicklungsstimulus für den Passivhausstandard und seine zentralen technischen Komponenten wie Fenster und Lüftungsanlagen. Im Falle einer Entkräftung der Befürchtungen durch die Ergebnisse ist der Gewinn ein erstklassiges Marketinginstrument.

Dieses Forschungsprojekt beschäftigte sich daher mit zwei Fragen zur Behaglichkeit und zum Gesundheits- bzw. Erholungswert von Passivhäusern:

- Frage 1: Erleben BewohnerInnen von Passivhäusern einen Komfortunterschied, wenn ihr Haus a) nur über Zuluft oder b) wenn es zusätzlich mit anderen Wärmeabgabesystemen (Wand-, Deckenheizungen usw.) beheizt wird?

Lassen sich wahrgenommene (aber auch evt. nicht wahrgenommene!) Unterschiede physiologisch und/oder psychologisch erfassen?

- Frage 2: Komfortlüftungsanlagen bieten durch geringe CO<sub>2</sub>-Konzentrationen und geringe Staubbelastung erhöhte Raumlufthqualität. Hat die bessere Raumlufthqualität Auswirkungen auf die Schlafqualität und damit auf die wichtigste Erholungsphase der untersuchten PassivhausbewohnerInnen? Können die Auswirkungen durch Vergleich der Schlafqualität bei a) laufender Komfortlüftung und b) abgestellter Komfortlüftung und geschlossenen Fenstern (Standardfall im Winter bei Häusern ohne mech. Lüftung) nachgewiesen werden?

## 1.2 Ziel der Untersuchungen

Die Antworten auf die beiden Fragen wurden mit den modernsten Methoden der nichtinvasiven Physiologieforschung, unterstützt durch Fragebögen zur thermischen Behaglichkeit, zum empfundenen Raumklima und zur Schlafqualität sowie mittels Focus Group Interview und dessen qualitativer Auswertung gesucht. Sie sollen ein überzeugendes, auf die Behaglichkeit und Wohnhygiene ausgerichtetes Marketing für Passivhäuser ermöglichen. Den KundInnen könnten die Behaglichkeits- und Gesundheitsvorteile des Passivhauses bzw. des aufgrund der Forschungsergebnisse eventuell erweiterten Konzepts klar vor Augen geführt werden. Dadurch würde indirekt der energieeffizientesten Bauform schneller zum Durchbruch verholfen und unsere Gesellschaft hätte einen bedeutenden Schritt in Richtung Nachhaltiges Wohnen getan.

Die Durchführung des Focus Group Interviews mit den BewohnerInnen von Passivhäusern, welche gleichzeitig die Versuchspersonen der physiologischen Untersuchungen darstellten, verfolgte das Ziel, die Erfahrungen der Interviewten in Bezug auf die Behaglichkeit von Passivhäusern im Gespräch und in der Interaktion zu erheben und aufbauend darauf das Konstrukt Behaglichkeit fassbar zu machen. Die sich daraus ableitbaren marketingrelevanten Aspekte waren primäres Ziel der Erhebung. Die in der Explorationsstudie geäußerten Einflussfaktoren auf die Behaglichkeit wurden modellhaft systematisiert.

## 1.3 Vorarbeiten

Das Projektvorhaben baute auf einer Reihe von Untersuchungsergebnissen und Forschungserfahrungen von durchgeführten Forschungsprojekten zur Untersuchung der thermischen Behaglichkeit und der Schlafqualität mit Hilfe physiologischer Messmethoden auf.

Zugrundeliegende Studien zur Untersuchung der thermischen Behaglichkeit waren:

- „Die Auswirkung von Kachelofen- bzw. Radiator-beheizten Räumen auf physiologische Zustandsparameter beim Menschen“ [Lipp 1999],
- „Die Auswirkung von Kachelofen- bzw. Radiator-beheizten Räumen auf das Autonome Bild beim Menschen“ [Lipp 2000].

In diesen Studien wurden jene physiologische Parameter evaluiert, bei denen die deutlichsten Unterschiede in den physiologischen Kennwerten für unterschiedliche Beheizungsarten beobachtet werden konnten.

Studien zur Untersuchung der Schlafqualität:

- „Auswirkung der Arbeitsbelastung von Fernfahrern auf ihre Schlafstruktur“ [Lipp 1998],
- „BAUfit - Beratungs- und Trainingsprogramme für Baufirmen“ [Lipp 2002].

Grundlage für die Bedarfsanalyse zur thermischen Behaglichkeit, in dem durch Interviews mit PassivhausInnen die Behaglichkeitsansprüche und deren tatsächliche Gewährleistung durch Lüftungsheizungen bzw. Wand-, Decken- oder Fußbodenheizungen erhoben wurden, bildete das HdZ-Projekt „Akzeptanzverbesserung von Niedrigenergiehaus-Komponenten“ [Rohracher 2001]. In diesem Projekt wurde die qualitative Methode GABEK („Ganzheitliche Bewältigung von Komplexität“) in der Auswertung von Interviews eingesetzt. Aus den Ergebnissen dieser Untersuchung ließ sich feststellen, dass die Frage nach der Temperaturregulierung unter den befragten NutzerInnen einen zentralen Stellenwert eingenommen hat [Rohracher 2001]. Das Gefühl, keine zentrale Wärmequelle im Raum bzw. in der

Wohnung oder im Haus zu haben, wurde bereits als psychologisches Problem für die BewohnerInnen identifiziert. Die Daten waren zwar nicht ausreichend, um systematische Aussagen machen zu können, sie wiesen allerdings stark darauf hin, dass die gezielte Analyse dieses Problembereichs vielversprechend sein könnten und neue Erkenntnisse über die Korrelation physisch wahrnehmbarer Wärmequellen und psychischem Behaglichkeitsempfinden liefern würden.

## 1.4 Übersicht

Das Kapitel **Grundlagen** bereitet die Grundlagen für dieses Forschungsprojekt auf: Dabei werden die thermische Behaglichkeit, ihre physiologischen Grundlagen und die Behaglichkeit in Passivhäusern diskutiert. Daran anschließend wird eine kurze Einführung zu den Themen Raumlufthqualität, Wohnraumlüftung im Passivhaus und Schlafqualität gegeben.

Im Kapitel **Methoden** werden die verwendeten Methoden zur Durchführung der Untersuchungen beschrieben. Dabei werden die physiologischen Untersuchungsmethoden erklärt und die zugehörigen Mess- und Auswertungsverfahren beschrieben. Weiters wird die Vorgangsweise beim Focus Group Interview, der themenfokussierten Erhebung der Erfahrungen und Bedürfnisse von PassivhausbewohnerInnen, dargestellt.

Anschließend folgt die Darstellung der **Durchführung der Untersuchungen**. Dabei werden zunächst die vorgenommenen physiologischen Messungen zur Behaglichkeit und zu den Schlafuntersuchungen beschrieben. Dann folgt die Beschreibung der Durchführung des Focus Group Interviews.

Schließlich wird die **Auswertung** der erhobenen Messdaten dargestellt. Bei den physiologischen Messungen werden dabei die wichtigsten Ergebnisse aufgezeigt und analysiert. Diese Darstellungen werden durch die durch Fragebögen erhobenen subjektiven Empfindungen von Raumklima und Schlafqualität ergänzt. Anschließend wird die Auswertung des Focus Group Interviews anhand zahlreicher Interviewzitate anschaulich dargestellt.

Den Abschluss der Studie bildet die Diskussion der **Ergebnisse** der Untersuchungen. Dabei werden auch Überlegungen und Anregungen zu weiteren Forschungsarbeiten in diesem Themenbereich gegeben.

Das **Literaturverzeichnis** gibt einen Überblick über die verwendeten Literaturquellen.

Im **Anhang** sind sämtliche Fragebögen, Mess- und Diskussionsprotokolle sowie Teile der Messdatenauswertung angelegt.

Da dieser Bericht aus den Teilberichten der Projekt- bzw. KooperationspartnerInnen zusammengestellt wurde, sind zu Beginn jedes Teilkapitels die jeweiligen AutorInnen angeführt.

## 2 GRUNDLAGEN

### 2.1 Behaglichkeit

#### 2.1.1 Thermische Behaglichkeit und Thermischer Komfort

[Dr. Tobias Waltjen]

Zwischen den Körperempfindungen der Blutfülle und des Schwitzens einerseits und dem Gefühl des Frierens andererseits gibt es einen Punkt der Indifferenz ohne besonderes Gefühl, der thermische Behaglichkeit oder thermischer Komfort genannt worden ist. Damit ist ein Zusammenhang zwischen physiologischen Zuständen und Empfindungen der bewussten Person beschrieben. Dieser Zusammenhang ist von größtem Interesse für unser Thema, weil das Ziel von Architektur und Haustechnik subjektiv zufriedene BewohnerInnen und BenutzerInnen sein müssen. Die Zufriedenheit lässt sich aber nur durch geeignete objektive bauliche und haustechnische Maßnahmen erreichen.

##### 2.1.1.1 Bedingungen für thermischen Komfort (nach ISO 7730)

Das physiologische Geschehen im Körper und die physikalische Wechselwirkung des Körpers mit der Umwelt können in einer Formel zusammengefasst und mit Behaglichkeitsurteilen der bewussten Person statistisch in Verbindung gebracht werden.

Paul Ole Fanger stellt 1972 in seiner bahnbrechenden Arbeit Thermal Comfort [Fanger 1972] die Faktoren der Wärmeproduktion – die Stoffwechselrate, korrigiert für mechanische Arbeit (M) sowie die externe mechanische Arbeit (W), die nicht als Wärme vom Körper abgeführt werden muss – den Faktoren der Wärmeabfuhr gegenüber:

- dem thermischen Widerstand der Bekleidung
- der mittleren Lufttemperatur  $t_a$
- der mittleren Strahlungstemperatur  $t_r$
- der relative Luftgeschwindigkeit  $v_{ar}$
- der Luftfeuchte (dem Wasserdampfpartialdruck)  $p_a$  (in Pascal)
- dem konvektiven Wärmeübertragungskoeffizienten  $t_{cl}$  in Watt pro Quadratmeter und Grad Celsius

Dies ist eine Wärmebilanzgleichung. Im thermischen Gleichgewicht ist die Differenz von Produktion und Abfuhr gleich Null. Kann das thermische Gleichgewicht ohne Regulationsanstrengungen aufrecht erhalten werden, so empfindet die Person thermischen Komfort. Entfernt sich die Differenz von Wärmeproduktion und -abfuhr von Null, so wissen wir, dass der Körper und in weiterer Folge auch die bewusste Person regulierend eingreifen werden. Damit gehen alarmierende Körperwahrnehmungen einher, die sich im Laborversuch per Fragebogen als Wärmeurteile von Versuchspersonen abfragen lassen. Dies hat Fanger getan, und er konnte so ermitteln, unter welchen Bedingungen von Wärmeproduktion und -abfuhr welches mittlere Urteil eines Kollektivs von Versuchspersonen (Predicted Mean Vote, PMV) zu erwarten ist. Die Wärmebilanzgleichung wurde von ihm so angepasst, dass ihr Ergebnis statt  $W/m^2$  ein Wärmeurteil mit einer Skala von -3 („kalt“) über Null bis +3 („heiß“) ist. Aus der Predicted Mean Vote (PMV) errechnet sich die Predicted Percentage of Dissatisfied, PPD, als der Prozentanteil von „Unzufriedenen“ einer Population, der unter denselben Klimabedingungen die Angaben „kühl“ (-1) und „kalt“ (-2) bzw. „warm“ (+1) und

„heiß“ (-2) machen wird. Bei der Erklärung dieser Größen wird stets betont, dass mehr als 95 % Zufriedene und weniger als 5 % Unzufriedene empirisch nicht vorkommen. In der Praxis hält man auch 10 % oder 15 % Unzufriedene noch für vertretbar. Aus derselben Tabelle (PPD als Funktion von PMV) geht aber auch hervor, dass selbst unter Bedingungen, unter denen PMV bei  $\pm 2$  liegt (= warm, kühl), noch über 20 % der Population zufrieden sein werden.

Bezeichnung	PMV - Index	PPD - Index
<b>zu warm</b> (hot)	<b>+3</b>	<b>99,1</b>
<b>warm</b> (warm)	<b>+2</b>	<b>76,8</b>
<b>etwas warm</b> (slightly warm)	<b>+1</b>	<b>26,1</b>
<b>neutral</b> (neutral)	<b>0</b>	<b>5,0</b>
<b>etwas kühl</b> (slightly cool)	<b>-1</b>	<b>26,1</b>
<b>cool</b> (cool)	<b>-2</b>	<b>76,8</b>
<b>kalt</b> (cold)	<b>-3</b>	<b>99,1</b>

Abb.2.1: Psychophysische Beurteilungsskalen für Predicted mean Vote (PMV) und Predicted Percentage of dissatisfied (PPD)

Randbedingungen:

Der PMV-Index liefert nur gültige Werte, wenn die 6 Hauptparameter innerhalb der folgenden Intervalle liegen (ISO 7730):

$M = 46$  bis  $232 \text{ W/m}^2$  (0,8 bis 4 met)

$I_{cl} = 0$  bis  $0,310 \text{ m}^2\text{°C/W}$  (0 bis 2 clo)

$t_a = 10$  bis  $30 \text{ °C}$

$t_r = 10$  bis  $40 \text{ °C}$

$v_{ar} = 0$  bis  $1 \text{ m/s}$

### 2.1.1.2 Verschiedene Komfortbegriffe und Versuchsanordnungen

Aus der PPD-Gleichung von Fanger/ISO 7730 geht hervor, dass bei optimalen Temperaturbedingungen noch immer mindestens 5 % einer statistischen Population unzufrieden sein werden. Neuere Literatur geht sogar von wesentlich höheren Prozentsätzen aus. So brachten Untersuchungen des Fraunhofer-Institutes für Bauphysik in Holzkirchen das Ergebnis, dass unter homogenen thermischen Bedingungen mindestens 15 % der Versuchspersonen unzufrieden blieben [Mayer 1990], [Mayer 1993]. Eine Revision des Fanger'schen 5 %-PPD-Minimums hin zu höheren Werten war auch zuvor schon durch mehrere andere Arbeitsgruppen vorgenommen worden.

Auf den Unterschied zwischen Komfort und Akzeptanz von thermischen Umgebungsbedingungen macht McIntyre [McIntyre 1982] aufmerksam. Zu unterscheiden sei die optimale Temperatur, bei der keine Änderung gewünscht wird, die Beschreibung der Wärmeempfindungen in Kategorien, die Beurteilung des Komforts und der Akzeptierbarkeit: Einteilung in akzeptable und nicht akzeptable Raumbedingungen. Abhängig von der lokalen Kultur und dem lokalen Klima können durch angepasste Kleidung Temperaturen zwischen  $16 \text{ °C}$  und  $32 \text{ °C}$  als akzeptabel angesehen werden, wie eine Auswertung von zahlreichen weltweit in verschiedenen Kulturen und Klimata durchgeführten Studien zum Wärmekomfort von Humphreys (zitiert in [McIntyre 1982]) zeigen.

Grivel und Candas [Grivel 1991] machen auf den Unterschied aufmerksam, ob Versuchspersonen zu einer nicht veränderbaren Temperaturwahl Stellung nehmen sollen oder Wünsche auf Änderung äußern dürfen, die vom Versuchsleiter erfüllt werden oder ob sie selbst an einem Knopf drehen können, um

jederzeit die Temperatur ihren momentanen Bedürfnissen anzupassen (diese Variante verwendeten die Autoren selbst).

Je nachdem heißt das Kriterium des thermischen Komforts

- „sensory thermoneutrality“ ,
- „indecision“ oder
- „preference“ .

Grivel und Candas deuten nur an, welche verschiedenartige Wege („episodic changes“) die Versuchspersonen bei ihren Versuchen, zu ihrer Optimaltemperatur zu gelangen, zurückgelegt haben: „Temperature changes produced by actively behaving subjects have seldom been considered. Thermal preference (thermal comfort) did not mean a steady ambient temperature level: in most subjects, temperature changes occurred from time to time. There is no space to report which kind of episodic temperature adjustments were made; obviously thermal comfort also implied the possibility of changing the temperature level.“

Die Bandbreite der Vorzugstemperaturen bei verschiedenen Versuchspersonen betrug 9,9 °C. Diese Zahl wird von den Autoren nicht kommentiert. Zahlen wie diese werden aber in einer Arbeit von Wyon und Sandberg [Wyon 1993] beleuchtet und bestätigt. Die Autoren geben eine bemerkenswerte Einschätzung der relativen Bedeutung ihrer Messungen über u.a. den Einfluss vertikaler Temperaturgradienten auf den thermischen Komfort ab, wenn sie in ihrer Schlussfolgerung schreiben:

„During normal office work, individual control of whole-body heat loss would have a more beneficial effect on local thermal discomfort than would have the complete elimination of thermal gradients. ISO 7730 recommendations are valid only for conditions in which each individual has such control. In practice, thermal gradients cause much less local thermal discomfort than is caused by inter- and intra-individual variations in thermal requirements. Without individual micro-climate control, 30-40 % may be expected to experience local thermal discomfort under conditions which comply with ISO 7730 recommendations, rather than the 5 % which are predicted by the experiments on which these recommendations are based.“

Diese neuen Ergebnisse kontrastieren auffallend mit Aussagen aus den späten 70er Jahren [Olesen 1979], die, nicht ganz ohne Zynismus, zu bedenken geben: „A fixation of a limit for acceptable vertical air temperature differences is, strictly speaking, not possible on a purely scientific basis. The number of thermally uncomfortable people one is ready to accept is rather a socio-economic question.“

## 2.1.2 Physiologische Grundlagen

[DI Dr. Bernhard Lipp, Dr. Maximilian Moser]

### 2.1.2.1 Thermoregulation und Behaglichkeit

Im Folgenden sollen die wichtigsten Zusammenhänge zwischen Temperaturempfinden und Behaglichkeit kurz dargestellt werden. Ausführliche Darstellungen findet man u.a. in [Waltjen 1997] und der dort zitierten Literatur oder in den Physiologielehrbüchern [Silbernagel 1991], [Schmidt 1995], [Campenhausen 1993].

Aufgabe der Thermoregulation ist es, die Kerntemperatur trotz Schwankungen von Wärmeaufnahme, -bildung und -abgabe auf einem Sollwert (im Mittel 37°C) zu halten. Der Sollwert unterliegt einer



tageszeitlichen Schwankung von ca.  $\pm 0.5$  °C. Sollwertschwankungen von längerer Dauer werden beim Menstruationszyklus und, krankhafterweise, bei Fieber beobachtet [Waltjen 1997], [Hildebrandt 1998]. Der Hypothalamus (siehe „Das autonome Nervensystem“) ist das Steuerzentrum der Thermoregulation. Hier und in Haut und Rückenmark befinden sich Thermorezeptoren, die die Kerntemperatur registrieren und Informationen an den Hypothalamus weiterleiten. Steigt die Kerntemperatur über den zur Zeit gültigen Sollwert z.B. durch körperliche Tätigkeiten, so wird zum Einen die Hautdurchblutung und damit der Wärmetransport vom Kern zur Haut erhöht, zum Anderen wird die Schweißsekretion vermehrt, was die Hautoberfläche kühlt und somit den nötigen Temperaturgradienten zur Wärmeabgabe schafft.

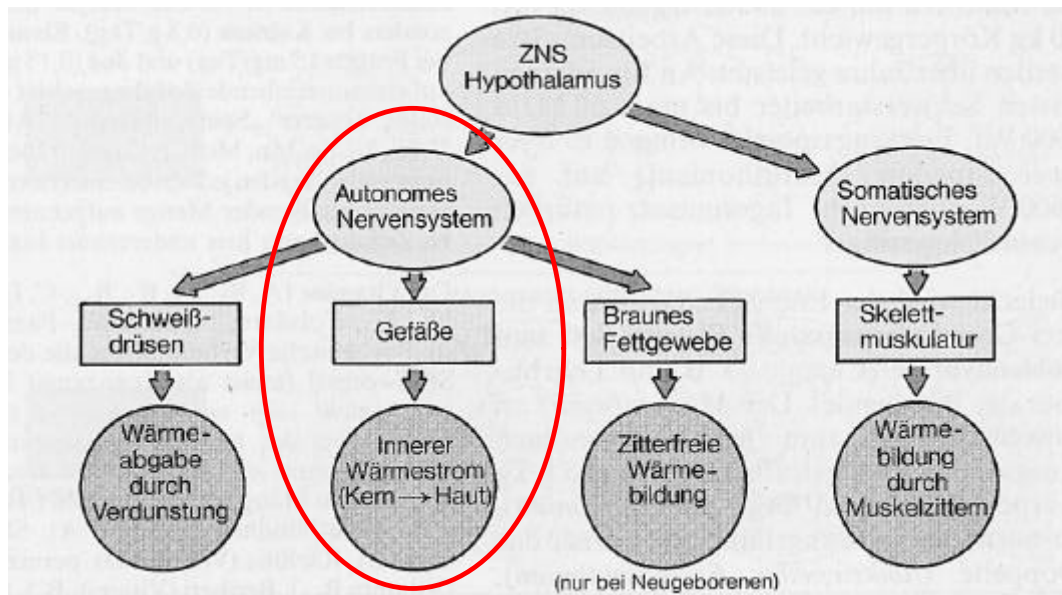


Abb.2.2: Nervale Beeinflussung des Wärmehaushaltes [Silbernagel 1991]

Eine Umgebungstemperatur wird als „behaglich“ empfunden, wenn sich die Hautdurchblutung auf einem mittleren Niveau befindet und weder Schweißdrüsenaktivierung noch Zittern zur Regelung der Kerntemperatur eingesetzt werden müssen. Diese Behaglichkeitstemperatur hängt nicht nur von der Umgebungstemperatur, sondern auch von Kleidung, körperlicher Aktivität, Wind, Luftfeuchtigkeit, Strahlung und physiologischer Befindlichkeit ab. Die Behaglichkeitstemperatur liegt für den sitzenden, leicht bekleideten Menschen (Hemd, kurze Unterhose, lange Baumwollhose) bei geringer Luftbewegung (unter 0,5 m/s) und bei einer relativen Luftfeuchte von 50 % bei etwa 25-26 °C [McIntyre 1982]. In einer thermisch behaglichen Umgebung wird die Temperaturregulation des Körpers nur über die Durchblutung bzw. den Blutkreislauf durchgeführt (Abb.2.2, roter Kreis). Die beste Chance, Behaglichkeit physiologisch zu messen, ist somit durch die Bestimmung des Zustands des Autonomen Nervensystems bzw. des Blutkreislaufes gegeben.

#### 2.1.2.2 Das autonome Nervensystem

Das autonome Nervensystem wird in der Peripherie in zwei Subsysteme unterteilt, das sympathische und das parasympathische Nervensystem. Ein wichtiger Gehirnnerv des Parasympathikus ist der Nervus vagus, der „herumvagabundierende“ Nerv. Er fasert sich vielfach auf und betreut besonders viele Organe, unter anderem das Herz.

Das autonome Nervensystem reguliert jene Funktionen, auf die wir willentlich nur sehr bedingt Einfluss nehmen können. Es stimmt die Systeme der Versorgung und der Entsorgung aufeinander ab und sorgt für

ein geordnetes Zusammenwirken. Dadurch werden die verschiedenen Funktionskreise koordiniert und zu einer leistungsfähigen Ganzheit zusammengefasst. Es reguliert unter anderem Herztätigkeit, Blutdruck, Verteilung der Blutströme, Atemtiefe und Atemfrequenz, Thermoregulation, Drüsensekretion (z.B. Speichel und Verdauungssäfte) und Magen- und Darmmotorik, sowie Blasenentleerung.

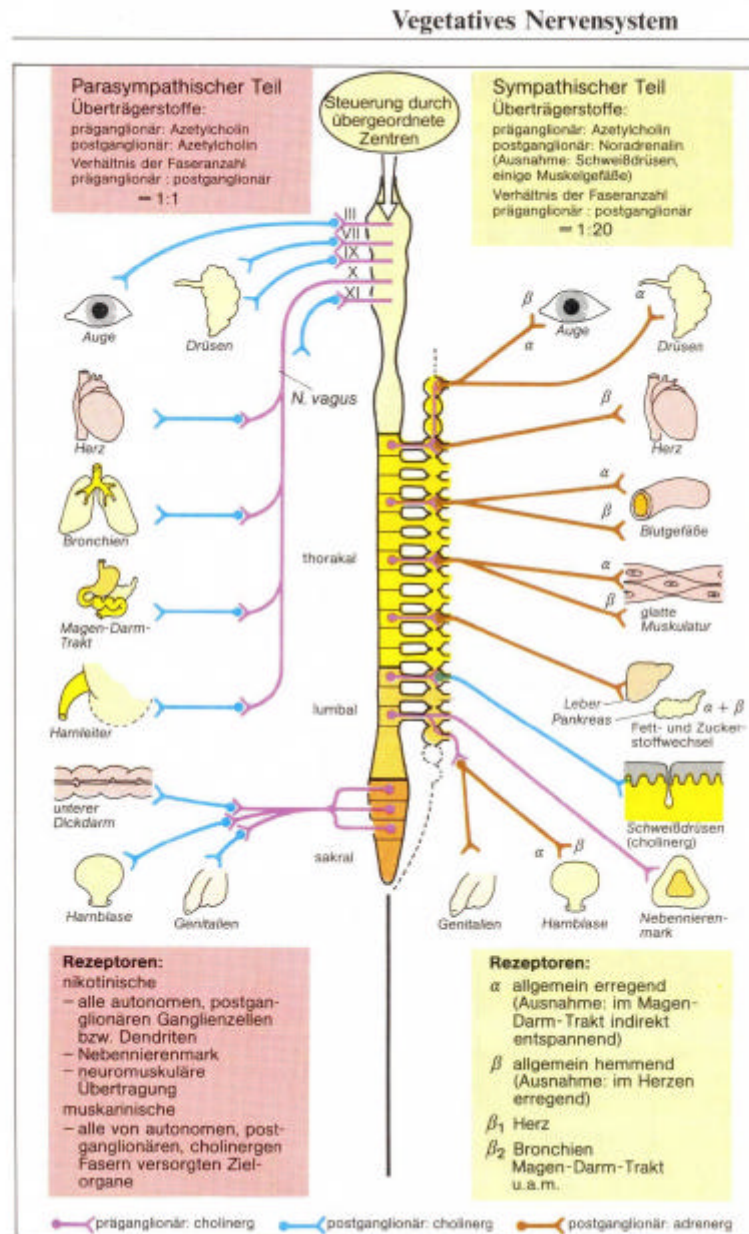


Abb.2.3: Autonomes (vegetatives) Nervensystem (schematische Übersicht) [Silbernagel 1991]

Das autonome Nervensystem steht über den Hypothalamus als übergeordnete Steuerungsebene in enger Verbindung mit dem limbischen System, das Emotionen und Gefühle vermittelt, und mit dem endokrinen System.

An den Synapsen am Ende der postganglionären Leitungsstrecke setzt das sympathische System Noradrenalin, das parasympathische Acetylcholin frei. Acetylcholin wird durch ein Enzym, die Acetylcholinesterase, sehr schnell abgebaut, die Synapse ist wieder für eine weitere Signalübertragung frei. Noradrenalin hingegen wird erst durch eine Wiederaufnahme in die präsynaptische Membran

entfernt. Deshalb laufen auch alle Veränderungen von Variablen, die durch den Nervus Vagus zustande kommen schnell ab, die durch den Sympathikus vermittelten langsamer.

Sympathikus und Parasympathikus haben großteils antagonistische Wirkungen auf die einzelnen Organe: Bei sympathischer Dominanz sind die Pupillen geweitet, Atem- und Herzfrequenz gesteigert, Luftröhre und Bronchien geweitet und der Großteil des Blutes strömt in die Muskulatur, ins Gehirn und in die Lunge. Man spricht von einer ergotropen (ergon = Tat, Arbeit; tropos = Richtung) Reaktion, d.h. der Organismus ist auf wache Leistungsbereitschaft ausgerichtet. Wenn die parasympathischen Einflüsse vorherrschen, sind Atem- und Herzfrequenz ruhig, die Muskeln sind entspannt, die Blutströme werden in den Magen-Darm-Trakt geleitet. Es ist dies die trophotrope Reaktion (trojos = Ernährung). Viele Organe werden sowohl von sympathischen wie auch von parasympathischen Nerven innerviert.

Die Aufgaben des vegetativen Nervensystems und somit auch des Sympathikus und des Vagus sind die Regulation des Organismus gegenüber seiner Umgebung wie z.B. die Aufrechterhaltung der Körperkerntemperatur von 37 °C bei unterschiedlichsten Umgebungstemperaturen, die Steuerung und Modulation der biologischen Rhythmen des Organismus (z.B. des Herzrhythmus, der Herzfrequenz) und schließlich auch die Adaptation an äußere Anforderungen (z.B. Reaktion auf eine Veränderung der Umgebungstemperatur wie z.B. Kälte- und Wärmereize).

### **2.1.3 Kulturgeschichtliche Begriffsbestimmung: Wohlfühlen, Wohnkomfort und Behaglichkeit**

[Dr. Renate Buber, Dr. Johannes Gadner]

„Der Wunsch nach einem Zuhause, in dem man sich wohlfühlt“, schreibt der englisch-kanadische Architekt und Kulturgeschichtler Witold Rybczynski [Rybczynski 1991], „ist ein fundamentales menschliches Bedürfnis, das tief in unserer Psyche wurzelt und nach Befriedigung verlangt.“ Die Entwicklung von Wohnkultur, also von Architektur und Bauwesen, Heizungs- und Lüftungstechnik, Beleuchtung, etc., zeigt, dass Menschen sich in ihrer Umgebung bzw. ihrem Wohnumfeld wohlfühlen wollen und dabei den Komfort suchen. Das lässt sich durch mehrere Jahrhunderte zurückverfolgen und belegen. Der Ausdruck Komfort spielt dabei nach Rybczynski eine zentrale Rolle. Ursprünglich auf das Lateinische „confortare“ zurückgehend, das soviel bedeutet wie „stärken“ oder „trösten“, überlappt seine Bedeutung heute mit denen von Ausdrücken wie „Behaglichkeit“, „Bequemlichkeit“, „Gemütlichkeit“, „Wohnlichkeit“ und „Wohlfühlen“. Die Begriffe sind allerdings nicht identisch, sondern haben spezifische Nuancierungen, die sie voneinander unterscheiden.

Die spezifische Nuance des Begriffs Komfort liegt, so Rybczynski, in seiner Beziehung zur Moderne. Denn der Begriff verweist auf jene Art von Behaglichkeit oder Bequemlichkeit, wie wir sie durch die Ausstattung unserer Wohnumwelt mit technischen Geräten erreichen, die uns körperliche Anstrengungen aller Art abnehmen. Rybczynskis These ist, dass die Schaffung einer behaglichen Wohnatmosphäre in zunehmendem Maße auf Technisierung und Funktionalisierung angewiesen ist. Eine Atmosphäre, in der sich Menschen wohl fühlen, wird also immer stärker von technischen Entwicklungen abhängig, die mehr und mehr zur Voraussetzung für die vom Zeitgeist beeinflusste Lebensqualität werden. So bestimmt also primär der technische Standard das Wohlgefühl des Einzelnen in seinem Wohnumfeld und immer weniger das aus dem persönlichen Innenleben resultierende Empfinden der Zufriedenheit mit sich selbst und seiner Umwelt.

Die aktive Einflussnahme des Menschen auf seinen Aufenthaltsort in Gebäuden ist geprägt von dem Wunsch, sich angenehm zu befinden bzw. sich wohl zu fühlen. Die Entwicklung von Architektur und Bauwesen, Heizungs- und Lüftungstechnik, Beleuchtung und Interieur verweist darauf, wie wichtig dieses Komfortempfinden für die Menschen ist. Gegenwärtig führen technische und gesellschaftliche Entwicklung immer stärker dazu, dass die unmittelbare, aktive Beeinflussung unseres Wohnklimas durch eine mittelbare, wissenschaftlich oder administrative ersetzt wird. Technische und gesellschaftliche Entwicklungen prägen immer auch individuelle Verhaltensweisen, weshalb es nicht verwunderlich ist, dass in einer Epoche mehr oder weniger homogene Vorstellungen von Wohnkomfort, Wohlfühlen oder Behaglichkeit existieren [Rybczynski 1991]. In Großraumbüros kann der einzelne Beschäftigte „sein Fenster“ nicht mehr öffnen, im Theater wird eine von der BesucherInnenzahl abhängige Frischluftmenge zugeführt und im Hotelzimmer muss der Gast die konstante Umgebungstemperatur akzeptieren bzw. ertragen. Die Zufriedenheit des Einzelnen mit der ihm angebotenen Umwelt wird also geprägt von der Qualität der Vorhersage und der technischen Befriedigung seiner Bedürfnisse. Eine angemessene Vorhersage individueller Bedürfnisse ist jedoch geradezu unmöglich, ebenso wie eine adäquate Definition von Komfort, Wohlfühlen und Behaglichkeit.

Denn was ist für den Einzelnen behaglich? Ist Komfort nur subjektives Empfinden? Und lässt sich Wohlfühlen objektiv beschreiben?

Die Wissenschaft hat mittlerweile Messmethoden entwickelt, die Aussagen darüber machen, wann und warum sich Menschen in bestimmten Wohnumgebungen mehr oder weniger wohlfühlen [Walden 1993], [Reiss 1996], [Lipp 2000]. Eine eindeutige Definition von Wohlfühlen oder Wohnkomfort lässt sich allerdings in der spärlich vorhandenen Literatur zum Thema nicht finden. Die einfachste Definition wäre, zu sagen, dass Wohnkomfort lediglich mit der menschlichen Physis und den entsprechenden physikalischen Eigenschaften der Wohnumwelt zu tun hat, also der Schaffung äußerer – und damit zumeist von technischen Errungenschaften abhängiger – Voraussetzungen für körperliches Wohlbefinden [Rybczynski 1991]. Damit ist allerdings auch nicht viel gewonnen, denn natürlich werden Komfort, Wohlfühlen und Behaglichkeit von objektiven als auch subjektiven Faktoren beeinflusst.

Versteht man mit Rybczynski [Rybczynski 1991] Wohlfühlen als Zustand, in dem alle Situationsmerkmale, die geeignet sind, das Wohlgefühl zu beeinträchtigen, eliminiert sind, dann kommt dem Wohnkomfort eine große Bedeutung zu, die sich in Bequemlichkeit, Behaglichkeit, technischer Effizienz und Nützlichkeit, physischem Komfort sowie individueller Intimität und Privatsphäre ausdrückt. Alle diese Merkmale tragen zu der behaglichen Atmosphäre bei, ohne die der Wohnkomfort nicht denkbar ist. Die Komplexität der Erfahrungen mit „Komfort“, „Wohlfühlen“ und „Behaglichkeit“ im Zusammenhang mit Wohnen macht es schwierig, diese Konstrukte zu definieren und zu quantifizieren.

Aus diesem Grund wurde in dieser Studie ein Focus Group Interview durchgeführt, in dem bildliche wie subjektiv gefärbte Beschreibungen und Bewertungen der TeilnehmerInnen gewonnen werden sollten, um einen Einblick in die komplexe Struktur der Empfindung und Bewertung von Komfort und Behaglichkeit sowie des Wohlfühlens zu erhalten.

#### **2.1.4 Behaglichkeit im Passivhaus**

[DI Dr. Bernhard Lipp, DI Dr. Gabriele Rohregger]

Im Passivhaus kann hoher Komfort, Behaglichkeit und angenehmes Raumklima bei einem minimalen Energieverbrauch erreicht werden [Land NÖ 2003]. Durch konsequente Dämmung werden Wärmeverluste

so stark verringert, dass schon sehr geringe Wärmemengen ausreichen, um die Raumtemperatur aufrechtzuerhalten. Der Heizwärmebedarf eines Passivhauses ist daher um bis zu einen Faktor 10 geringer als beim Durchschnitt des Gebäudebestandes. Umschließungsflächen wie Wände und Fußböden zum Keller erreichen im Passivhaus aufgrund des ausgezeichneten Wärmeschutzes auch bei sehr kalten Außentemperaturen noch eine innere Oberflächentemperatur, die nur um 0,5 °C bis 1 °C kühler als die Raumlufthtemperatur ist. Die Oberfläche von Passivhausfenster ist um 2 °C bis 3 °C kühler als die Raumlufthtemperatur. In Bestandsgebäuden mit schlechter Wärmedämmung sind die Außenwände im Winter wesentlich kälter als die Innenwände [Kaufmann 2002]. Dies führt zum Effekt der „Strahlungstemperatur-Asymmetrie“, die dann als besonders unangenehm empfunden wird, wenn die Temperaturunterschiede stark ausgeprägt sind. An den Fenstern, deren Wärmedämmwirkung gegenüber den Wänden in der Regel geringer ist, bildet sich ohne Heizkörper ein Kaltluftabfall, der den Aufenthalt in der Nähe von konventionellen Fenstern an kalten Wintertagen besonders unkomfortabel macht. Temperaturdifferenzen, wie sie beispielsweise von einem Heizkörper oder einer kalten Fensterfläche herrühren können, reichen aus, um Zugluftgeschwindigkeiten im Bereich von 0,1 m/s hervorzurufen, die als unangenehm empfunden werden. Im Passivhaus kann die Luftbewegung nahezu problemlos überall im Aufenthaltsbereich unter 0,07 m/s durch gehalten werden [Feist 2003].

Im Passivhaus bedingen die hohen Innenoberflächentemperaturen im Winter somit ein Strahlungsklima, welches als sehr behaglich empfunden wird. Diese hohe Behaglichkeit wird bei Häusern, die nicht mit dem Energiestandard eines Passivhauses errichtet sind, nur mit Heizkörpern unter dem Fenster, einer Wandheizung oder einer Fußbodenheizung erreicht.

Der noch erforderliche Restwärmebedarf im Passivhaus wird häufig durch die Nacherwärmung der Zuluft über ein Nachheizregister des Lüftungssystems, welches im sehr luftdichten Passivhaus für den notwendigen Luftwechsel sorgt, abgedeckt. So kann die automatische Wohnraumkomfortlüftung gleichzeitig auch für die Heizwärmeverteilung genutzt werden. Meist reicht die Zuluftnachheizung als alleinige Wärmequelle aus. Viele Passivhäuser sind jedoch auf Wunsch der BewohnerInnen mit einem zusätzlichen Heizsystem (z.B. Wandheizung, Deckenheizung oder kleiner Ofen) ausgestattet.

Ob diese zusätzlichen fühlbaren Wärmequellen das Strahlungsklima und damit die Behaglichkeit des Passivhauses nachhaltig erhöhen, war Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Studie.

## 2.2 Raumlufthqualität

[DI Dr. Bernhard Lipp, DI Dr. Gabriele Rohregger]

Die Raumlufthqualität umfasst alle nicht-thermischen Aspekte der Raumlufth, die Einfluss auf Wohlbefinden und Gesundheit des Menschen haben [Rietschel 1994]. Durch Aktivitäten wie Rauchen, Kochen oder Reinigen beeinflusst der Mensch die Qualität seiner Raumlufth. Aber auch Baumaterialien und Einrichtungsgegenstände, haustechnische Geräte und Textilien geben ständig eine Vielzahl von Schadstoffen ab, welche die Raumlufth belasten. Hohe Raumlufthqualität zeichnet sich durch die Abwesenheit der durch die oben beschriebenen Quellen bedingten Luftschadstoffe aus und ist eine wesentliche Voraussetzung für Wohlbefinden und Behaglichkeit.

### 2.2.1 Raumlufthqualität und Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)

Eine der Indikatorgrößen für die durch den Menschen verursachte Raumlufthqualität ist ihr Kohlendioxid-Gehalt. Die vom Menschen abgegebene Menge an CO<sub>2</sub> ist nicht nur mit der Geruchsintensität der sonstigen menschlichen Ausdünstungen, sondern auch direkt mit der Menge an flüchtigen organischen Verbindungen korreliert, die wiederum – zumindest zum Teil – als Träger des vom Körper ausgehenden Geruchs angesprochen werden können.

Sogenannte „schlechte Luft“ wird nicht durch einen Mangel an Sauerstoff hervorgerufen, sondern in erster Linie durch eine überhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration. Diese Erkenntnis geht auf Max von Pettenkofer im Jahre 1858 in einer Veröffentlichung über den „Luftwechsel in Wohngebäuden“ zurück [Pettenkofer 1858]. Nach Pettenkofer sollte aus Gründen der Geruchsbelastung und des Wohlbefindens in Räumen ein CO<sub>2</sub>-Wert von 1000 ppm nicht überschritten werden.

Der von Pettenkofer nicht toxikologisch begründete CO<sub>2</sub>-Wert von 1000 ppm („Pettenkoferzahl“) galt lange Zeit als Standard für die Beschreibung der Qualität von Innenraumlufth. Heute wird der Wert von 1500 ppm (0,15 Vol%) CO<sub>2</sub> als "hygienischer Grenzwert" angesehen. Dieser Wert steht allerdings nicht für Geruchsfreiheit im Raum: bei einer CO<sub>2</sub>-Konzentration von 1500 ppm geben bereits 35 % der RaumnutzerInnen eine Geruchsbelastung an. Der überwiegende Teil der NutzerInnen empfindet die Raumlufthqualität als gut, wenn die CO<sub>2</sub>-Konzentration Werte von 1000 ppm nicht überschreitet. Die Außenluft weist eine CO<sub>2</sub>-Konzentration von 300 ppm auf. Der Mensch atmet die Luft mit einer CO<sub>2</sub>-Konzentration von ca. 40 000 ppm (4 Vol%) wieder aus. Ohne Austausch mit der Außenluft steigt die CO<sub>2</sub>-Konzentration in bewohnten Räumen schnell an. Eine erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration ist nicht unmittelbar gesundheitsgefährdend. Ab bestimmten Konzentrationen können jedoch Befindlichkeitsstörungen wie z.B. Müdigkeit, Konzentrationsprobleme, Unwohlsein und Kopfschmerzen sowie Beeinträchtigungen von Leistungsfähigkeit auftreten. In künstlich belüfteten Prüfkammern wurde beispielsweise nachgewiesen, dass zu niedrige Frischluftvolumenströme zu signifikanten Leistungseinbußen und diversen Befindlichkeitsstörungen führen können [Wargocki 2000]. Eine Zusammenschau von Studien zu gesundheitlichen Wirkungen von Kohlendioxid zeigt, dass sich mit abnehmender CO<sub>2</sub>-Konzentration die sogenannten Sick-Building-Syndrom-assoziierten Beschwerden (z.B. Reizungen und Trockenheit von Schleimhäuten, Müdigkeit, Kopfschmerzen) ebenfalls verringern [Seppänen 1999].

### 2.2.2 Raumlufthqualität und Lüftung im Passivhaus

Die kontrollierte Be- und Entlüftungsanlage stellt einen zentralen Bestandteil des Passivhauses dar, sie garantiert bei der sehr luftdichten Bauweise des Passivhauses hygienisch einwandfreie Raumlufthqualität. Mit der kontrollierten Wohnraumlüftung wird kalte Frischluft angesaugt und gefiltert. Im Erdwärmetauscher und im Lüftungsgerät erfolgt die Erwärmung der Frischluft. Die Luft strömt über ein Rohrsystem in die Wohn- und Schlafräume ein und gelangt über Stiegenhaus und Flur in Küche, Bad und WC. Dort wird die verbrauchte Luft über das Rohrsystem abgesaugt und zum Lüftungsgerät geführt. Die Wärme wird im Wärmetauscher auf die Zuluft übertragen, die Abluft ins Freie geblasen. Eine zusätzliche Vorwärmung der Frischluft über einen Erdwärmetauscher ist möglich und bei Passivhäusern notwendig. Damit wird der Nachheizbedarf weiter gesenkt und im Sommer kann auch die Frischluft gekühlt werden.

Mit der Lüftungsanlage lässt sich also der hygienisch notwendige Luftwechsel dauerhaft auf energieeffiziente Weise und ohne Einbußen an Behaglichkeit sicherstellen und nach Bedarf regeln.

### 2.2.3 Wohnraumlüftung und Schlafqualität

Im Wohnbereich ist es vor allem der Schlafraum, in dem es bei geschlossenen Fenstern im Winter im Laufe der Nacht zu zunehmend unhygienischen Luftzuständen kommen kann. Ohne Lüftungsanlage müssten zumindest alle 2 Stunden die Fenster kurz geöffnet werden, um die  $\text{CO}_2$ -Rate auf Werte unter den hygienischen Grenzwert (1500 ppm) zu senken, ein in der Praxis – vor allem während der Nacht – undurchführbares Unterfangen.

Die folgende Abbildung zeigt den  $\text{CO}_2$ -Konzentrationsverlauf von drei aufeinanderfolgenden Nächten in einem Schlafzimmer eines Niedrigenergiehauses bei drei unterschiedlichen Randbedingungen. Einmal bei laufender Komfortlüftungsanlage, einmal mit geschlossenem Fenster und mit abgeschalteter Lüftungsanlage und einmal bei Lüftung durch ein gekipptes Fenster.

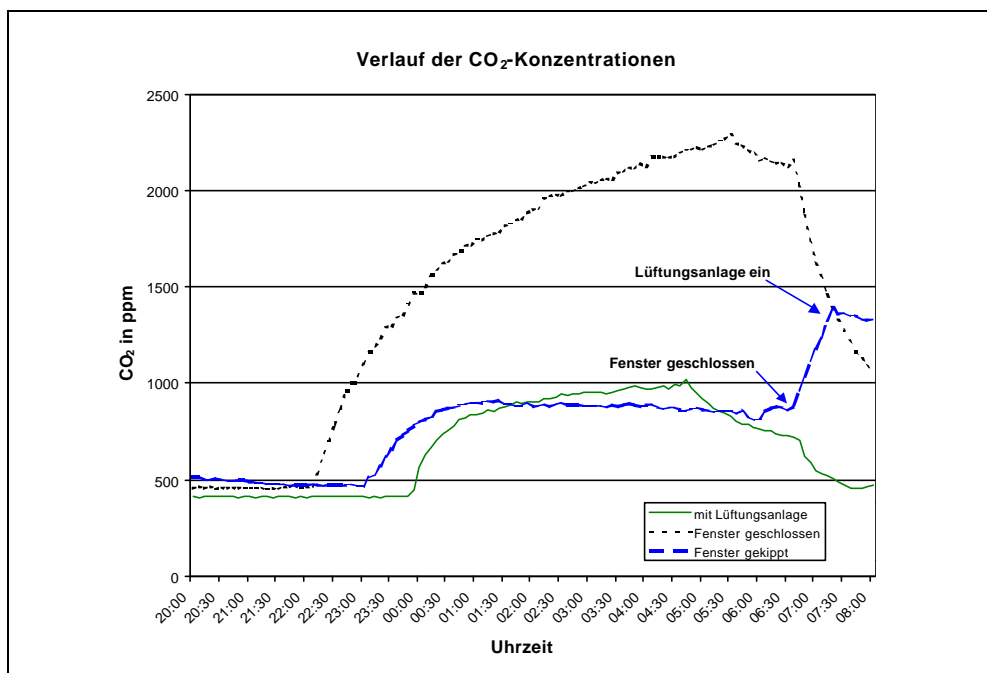


Abb.2.4: Zeitlicher Verlauf der  $\text{CO}_2$  - Konzentration in einem Schlafzimmer an drei aufeinanderfolgenden Tagen mit laufender Lüftungsanlage, bei geschlossenem Fenster und bei gekipptem Fenster.

Die Abbildung veranschaulicht, dass bei geschlossenem Fenster schon nach zwei Stunden die  $\text{CO}_2$ -Konzentration weit über die Pettenkofer-Grenze von 1000 ppm angestiegen ist und bis zum Morgen hin annähernd 2300 ppm erreicht. Bei laufender Lüftungsanlage und auch bei gekipptem Fenster kann dagegen der  $\text{CO}_2$ -Pegel während der gesamten Nacht unter 1000 ppm gehalten werden. Der Nachteil der Fensterlüftung gegenüber der Lüftungsanlage ist im Winter natürlich ein erhöhter Energie- und Komfortverlust: die Raumlufttemperatur sinkt rasch ab, es kann zu Zugerscheinungen kommen und auch eventuell zu Lärmbelastung.

Während, wie oben erwähnt, einige Studien die Auswirkung von erhöhten CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in der Raumlufte an Versuchspersonen im Wachzustand untersucht haben, sind uns keine Untersuchungen des Schlafes, der Schlafqualität und des Schlaferholungswertes bei CO<sub>2</sub>-Konzentrationen über dem hygienischen Grenzwert von 1500 ppm im Schlafraum bekannt.

Ergibt sich durch erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentration eine Veränderung bzw. Verschiebung der Schlafarchitektur, so kann sich dies nachhaltig auf die Tagesverfassung auswirken. Die wichtigsten Schlafphasen für unsere Erholung sind die Tiefschlafphasen. Eine Verkürzung der Tiefschlafphasen kann verringerte Schlaferholung nach sich ziehen, geringere Schlaferholung kann eine schlechtere Tagesverfassung bedingen. Die im Rahmen dieser Studie durchgeführten Schlafuntersuchungen hatten zum Ziel, die Schlafstruktur und Schlafarchitektur von Versuchspersonen bei unterschiedlicher Lüftungssituation zu untersuchen. Ob erhöhte CO<sub>2</sub>-Konzentrationen im Schlafraum Auswirkungen auf die Schlafqualität und damit auf die wichtigste Erholungsphase von PassivhausbewohnerInnen haben kann, war Untersuchungsgegenstand dieser Studie.



### 3 METHODEN

#### 3.1 Physiologische Untersuchungen

##### 3.1.1 Behaglichkeitsuntersuchungen

[DI Dr. Bernhard Lipp, DI Dr. Gabriele Rohregger]

###### 3.1.1.1 Orthostase-Test

Die Behaglichkeitsuntersuchungen basierten auf einem standardisierten Kreislaufbelastungstest, der durch einen passiven Orthostase-Test durchgeführt wird. Mit Hilfe eines Kipptisches wurde eine starke Kreislaufbelastung in unterschiedlichen thermischen Raumklimasituationen – Lüftungsheizung einerseits und zusätzliches Wärmeabgabesystem (Flächenheizung bzw. Pelletzimmersofen) andererseits – in den Hauptwohnräumen der untersuchten Häuser simuliert. Bei diesem Testablauf liegt die Versuchsperson zunächst ca. 10 Minuten lang waagrecht auf dem Kipptisch und wird schließlich sehr rasch in senkrechte Position gekippt. Durch diese Lageänderung steigt die Herzfrequenz der Versuchsperson stark an. Nach 10 Minuten Stehen wird die Versuchsperson in die Liegeposition zurückgekippt und bleibt weitere 10 Minuten in liegender Ruheposition. Die Änderungen der Herzfrequenz bei den Lageänderungen geben Aufschluss über die Kreislaufbelastung der Versuchsperson in der untersuchten Situation.

Abbildung 3.1 verdeutlicht den Anstieg der Herzfrequenz bei der Lageänderung vom Liegen zum Stehen und vom Stehen zum Liegen.

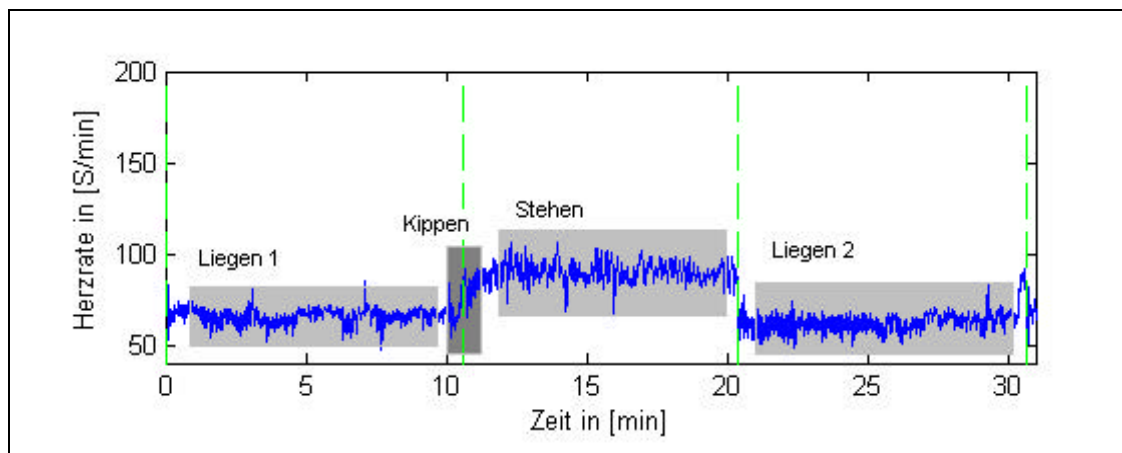


Abb.3.1: Die Herzfrequenz der Versuchsperson liegt in der Ruhephase (Liegen 1) im Mittel bei ca. 70 Schlägen pro Minute. Beim Kippen steigt die Herzfrequenz um etwa 20 Schläge auf 90 Schläge pro Minute an, bleibt während der Stehphase auf diesem erhöhten Wert und fällt mit dem Zurückkippen in die Ruhelage wieder auf die ursprünglichen 70 Schläge pro Minute ab.

Vorangegangene Untersuchungen zeigten, dass der Anstieg der Herzfrequenz und damit die Kreislaufbelastung unter für den Menschen entspannteren (behaglicheren) Bedingungen geringer ist, als unter weniger behaglichen Raumklimabedingungen [Lipp 1999], [Lipp 2000].

###### 3.1.1.2 Cold Pressure Test

Der Cold-Pressure-Test ist ebenfalls ein Kreislaufbelastungstest, bei dem die Hand der Versuchsperson in Eiswasser getaucht wird. Die physiologische Reaktion besteht in einer reflektorischen arteriolen Vasokonstriktion, die zu einer Erhöhung des Blutdrucks führt. Der Anstieg des Blutdrucks wird dabei

überwiegend durch den erhöhten Gefäßwiderstand aufgrund der aktivierenden sympathischen vasomotorischen Efferenz vermittelt.

Dieser Test wurde im Zusammenhang mit Behaglichkeitsuntersuchungen zum ersten Mal durchgeführt, daher war nicht vorherzusehen, ob dieser Kurztest konkrete Ergebnisse liefern würde. Die Erwartungen wurden diesbezüglich daher nicht sehr hoch gesteckt, der Test wurde als neues Instrument für thermische Behaglichkeitsuntersuchungen betrachtet.

### 3.1.2 Schlafuntersuchungen

[DI Dr. Bernhard Lipp, DI Dr. Gabriele Rohregger]

Die Schlafmessungen hatten zum Ziel, die Schlafqualität, Schlafstruktur und Erholungsfähigkeit in Schlafräumen mit und ohne Komfortbelüftung zu untersuchen. Schlaf ist die wichtigste Erholungs- und Regenerationsphase des Menschen, für gesunden und erholsamen Schlaf mit guter Schlafarchitektur und -struktur ist die im Schlafraum vorherrschende Raumluftqualität ein wichtiger Parameter.

Besonderes Interesse bei den Schlafuntersuchungen galt dem Vergleich der Schlafqualität bei annähernd gleicher Raumtemperatur aber unter unterschiedlicher Belüftungssituation, d.h. mit und ohne Komfortlüftung. Es wurde erwartet, dass sich ohne Lüftung die steigende CO<sub>2</sub>-Konzentration in der Raumluft merkbar auf die Schlafqualität bzw. -struktur auswirken würden.

Die Schlafuntersuchungen erfolgten durch die Messung der Herzfrequenz über die gesamte Schlafdauer. Mit Hilfe von Methoden der linearen und nichtlinearen Zeitreihenanalysen ist man in der Lage, aus den physiologischen Messungen – den aufgezeichneten Herzfrequenzen und Herzfrequenzänderungen – die Schlafstruktur zu bestimmen [Lipp 1998], [Moser 2002], [Lipp 2002].

### 3.1.3 Messung des Autonomen Nervensystems

[Dr. Maximilian Moser, DI Helmut Karl Lackner]

#### 3.1.3.1 Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität

Die Herzfrequenz ist die wichtigste Stellgröße eines komplexen Regelnetzwerkes, an dem Herz, Kreislauf, Atmung, Temperatur, Stoffwechsel und psychomentele Einflüsse beteiligt sind. Dies verleiht der Herzfrequenz ihre typische zeitliche Struktur, die als Herzfrequenzvariabilität messbar wird.

Um den Tonus (die Aktivität) der einzelnen Äste des autonomen Nervensystems beschreiben zu können, führt man eine Spektralanalyse durch: Die Zeitreihe wird mit Hilfe der Fouriertransformation vom Zeitbereich in den Frequenzbereich transformiert und als Leistungsspektrum dargestellt. Längere Zeitreihen werden zuvor in Segmente von fünf Minuten Länge zerlegt. Ein vergleichbarer Vorgang ist die spektrale Aufspaltung des weißen Lichts mit Hilfe eines Glasprismas in die Regenbogenfarben. Die unterschiedlichen Farben entsprechen verschiedenen Frequenzen elektromagnetischer Wellen (siehe auch Abb.3.2).

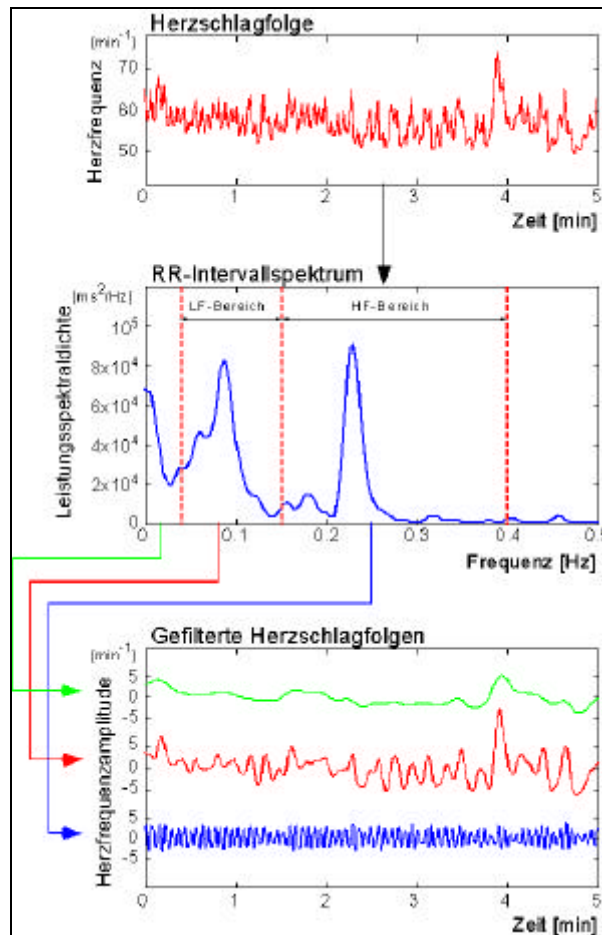


Abb.3.2: Aufzeichnung der Originalherzfrequenz (oben) einer liegenden, gesunden, 30jährigen Frau mit Frequenzanalyse (Mitte) und Filterung (unten); [Moser 1995]

Folgende Frequenzbänder werden berechnet bzw. quantifiziert:

**HF (high frequency):** Der HF-Bereich umfasst Schwankungen mit Periodendauern von 2,5 Sekunden bis 7 Sekunden (0,15 – 0,4 Hz). Somit entspricht die Leistung im HF-Band der Aktivität des Parasympathikus und spiegelt hauptsächlich Herzfrequenzvariationen wieder, die auf Modulation über die Atmung zurückzuführen sind.

**LF (low frequency):** Das LF-Band umfasst den Frequenzbereich von 7 - 25 Sekunden (0,04 – 0,15 Hz). Die Leistung in diesem Band wird sowohl vom Parasympathikus (tiefe Atemzüge) als auch vom Sympathikus beeinflusst. Diese Region wurde früher auch Barorezeptorbereich genannt, da die Aktivität dieses Rezeptors hier sehr gut wiedergespiegelt wird. Die niederfrequenten Komponenten der

Herzfrequenzvariabilität korrespondieren mit der Blutdruckrhythmik mit einer Frequenz von ca. 0,1 Hz.

**LF/HF (vegetativer Quotient, VQ):** Der Quotient aus den beiden vorangehenden Parametern spiegelt das momentane vegetative Aktivierungsniveau des Organismus wieder und ist das derzeit beste verfügbare Maß der „autonomen Balance“. Höhere Werte zeigen eine aktive, leistungsorientierte Einstellung des Körpers, tiefe Werte eine auf Erholung ausgerichtete.

Die angeführten Parameter (Frequenzbänder) werden in der Regel logarithmisch dargestellt.

### 3.1.3.2 HRV (Herzfrequenzvariabilitäts)-Parameter

Aus der oben dargestellten Frequenzanalyse und weiterführenden methodischen Berechnungen [Bettermann 1996] ergeben sich folgende HRV (Herzfrequenzvariabilitäts)-Parameter:

- HR – Herzfrequenz in Schlägen pro Minute
- logRSA – Median der absoluten Differenzen aufeinanderfolgender Momentanherzfrequenzen
- SDNN – Standardabweichung aller normalen RR-Intervalle
- ATMF – Atemfrequenz
- QPA – Puls-Atem-Quotient (Quotient aus HR und ATMF)
- QF – Vegetativer Quotient (Quotient aus LF und HF), ein Mass für die vegetative Balance

### 3.1.3.3 Messinstrument, -apparatur:

Zur Messung der Herzfrequenzvariabilität wurden Technologien des Austromir-Projektes [Moser 1991], [Moser 1992], [Rafolt 1992], [Gallasch 1997] in ein zigaretenschachtelgroßes Gerät verpackt, welches am Gürtel oder in der Brusttasche getragen werden kann. Dieses Gerät (Abb.3.3), der „HeartMan“, zeichnet Herzfrequenz und atemungskorrelierte Parameter über 24 Stunden exakt auf. Aus diesen Messwerten können der Verlauf der Herz-Kreislaufbelastung untertags und die Erholung während der Nacht visualisiert und verschiedene Schlafphasen differenziert werden. Der entscheidende Vorteil des HeartMan ist, dass es ein für Probanden selbst handhabbares Gerät ist.

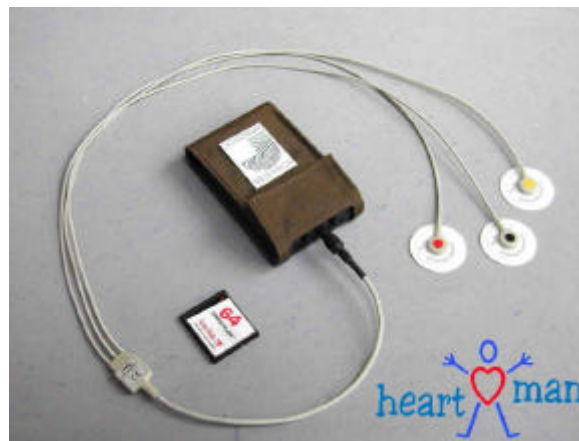


Abb.3.3: HeartMan: Mit diesem Gerät kann die Herzfrequenzvariabilität gemessen werden. Der HeartMan ist spezialisiert auf die hochgenaue Aufzeichnung von Herzschlagintervallen (R-R Intervallen). Aus den Herzschlagintervallen berechnet das Gerät verschiedene Parameter der Herzschlagvariabilität. Dieses Messinstrument kann den kontinuierlichen Verlauf von insgesamt 20 physiologischen Parametern während der Arbeit und in Ruhe ermitteln. Es ist geeignet zur mobilen Überwachung der funktionellen, autonomen Regulation des Kreislaufs und ermöglicht auch eine 24-Stunden-Kontrolle des Herzrhythmus (Holter Monitoring).

### 3.1.4 AutoChrones Bild

[Dr. Maximilian Moser, DI Helmut Karl Lackner]

Das AutoChrones Bild [Moser 1999] ist eine visuell rasch erfassbare Form der Darstellung der komplexen Informationen, die in der Herzfrequenz bzw. Herzfrequenzvariabilität enthalten sind. Dabei wird das Signal in 3 Dimensionen (Abszisse = Zeit, Ordinate = Frequenz, Farbe = Amplitude) dargestellt. Jede Zeile ist das Ergebnis der Frequenzanalyse (Abb.3.4) eines kurzen Abschnitts einer Zeitreihe, z.B. einer Herzschlagfolge. Die Amplitude des Signals wird dabei farbig codiert. Eine geringe Amplitude ergibt blau, eine höhere weiß, eine sehr hohe rot. Das Bild wird Zeile für Zeile zusammengesetzt – man erhält eine zeitabhängige Darstellung von in der Herzschlagfolge enthaltenen Rhythmen, z.B. über 24 Stunden.

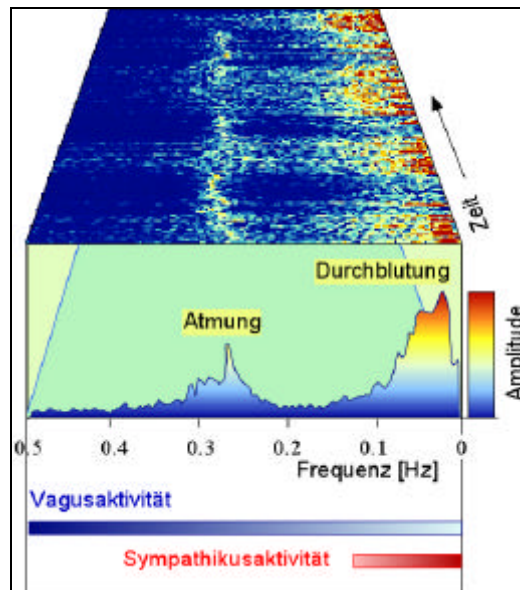


Abb.3.4: Erzeugung des AutoChronen Bildes zur Darstellung verschiedener Kreislaufrythmen im Zeitverlauf.

Das folgende Beispiel (Abb.3.5) zeigt eine Nachtauswertung und illustriert die Übereinstimmung des AutoChronen Bildes, das ausschließlich aus dem EKG berechnet wird, mit der multiparametrischen Schlafklassifikation, wie sie in Schlaflabors durchgeführt wird.

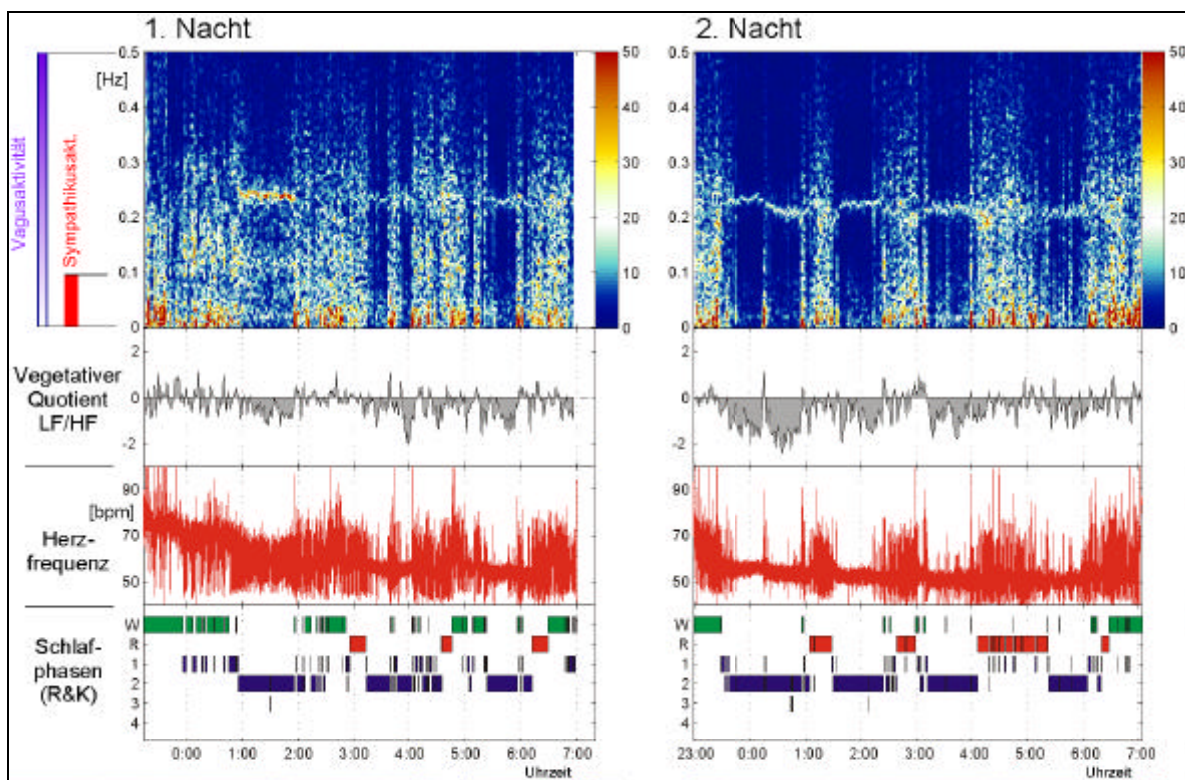


Abb.3.5: Daten aus einem Schlaflabor: AutoChronen Bilder ein- und desselben Versuchsteilnehmers, wenn er schlecht schläft (links) bzw. gut schläft (rechts). Der Unterschied zeigt sich insbesondere in der Schlafarchitektur. Der gute Schlaf verläuft zyklisch (rechts), wobei sich die Ruhigschlafphasen deutlich vom REM-Schlaf (Traumschlaf) unterscheiden. Der schlechte Schlaf ist fragmentiert und vegetativ unruhig. Der vegetative Quotient (grau, je 2. Diagramm von oben) ist beim guten Schlaf vagotoner (rechtes Bild) als beim schlechten Schlaf (linkes Bild). Zum Vergleich die Schlag-zu-Schlag Herzfrequenz (3. Diagramm) und die Standard-Schlafphasenklassifikation nach Rechtschaffen und Kales, die anhand von EEG-, EOG- und EMG- Aufzeichnungen vorgenommen wird (je unterste Diagramme).



### 3.1.5 Nichtlineare Zeitreihenanalyse – Recurrence Plot

[DI Dr. Bernhard Lipp, DI Dr. Gabriele Rohregger]

Die Recurrence-Plots-Analyse ist ein Verfahren zum Auffinden versteckter dynamischer Strukturen in Zeitreihen. Das Verfahren entstammt der Theorie der nichtlinearen dynamischen Systeme. Durch die graphische Darstellung der dynamischen Struktur einer Zeitreihe in einem zweidimensionalen Recurrence-Plot und die Berechnung der entsprechenden numerischen Kennwerte, stellt die Recurrence-Plots-Analyse eine geeignete qualitative und quantitative Methode zur Untersuchung der nichtlinearer Abhängigkeiten und Strukturen in physiologischen Zeitreihen, wie z.B. dem Herzfrequenzverlauf, dar [Eckmann 1987], [Webber 1994], [Lipp 1997], [Nourbakhch 1998], [Stögbauer 2001].

#### 3.1.5.1 Recurrence-Plots

Die nichtlineare Zeitreihenanalyse charakterisiert und quantifiziert die Dynamik einer Zeitreihe. Sie lokalisiert Zustandsänderungen und identifiziert sich wiederholende, ähnliche Strukturen und deren zeitlichen Verlauf [Eckmann 1987], [Webber 1994], [Buzug 1994], [Schlittgen 1994], [Kantz 1997]. Der Recurrence-Plot ist eine graphische Darstellung dieses Vorgangs. Jeder Teilabschnitt der Zeitreihe wird anderen Teilabschnitten der Zeitreihe gegenübergestellt: kehrt eine bestimmte Struktur oder Reihenfolge von Ereignissen zu einem anderen Zeitpunkt wieder, so wird im Recurrence-Plot ein farbiger Punkt an der Stelle eingetragen, an dem der ähnliche Verlauf auftritt. Wird keine Ähnlichkeit im Teilabschnitt gefunden, so bleibt der Punkt weiß. Dadurch entsteht eine zweidimensionale Punktmenge, die ein bestimmtes Muster aufweist. Dieses Muster repräsentiert die dynamische Teilabschnittsähnlichkeiten der Zeitreihe. Die Koordinaten der Punkte des Recurrence-Plots repräsentieren kurze Zeitabschnitte. Daher lässt sich aus dem Recurrence-Plot eine Aussage über die zeitliche Korrelation von ähnlichen Verläufen in der Zeitreihe machen.

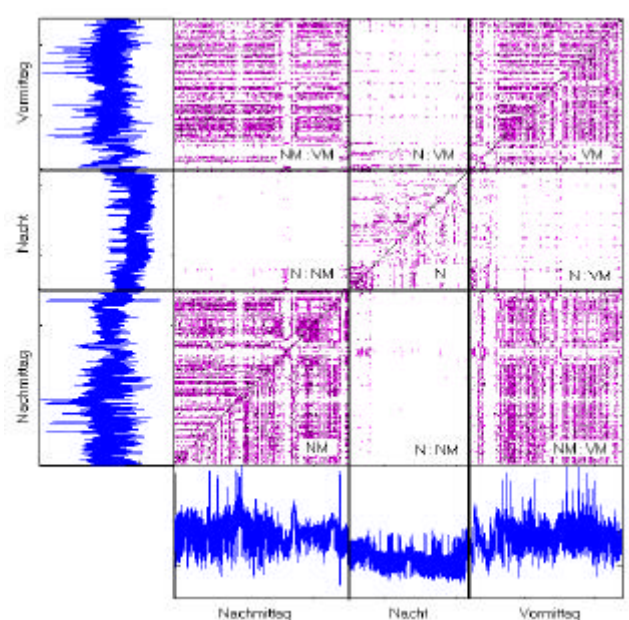


Abb.3.6: Recurrence-Plot einer 24 Stundenmessung: Entlang der Achsen ist die Herzfrequenz als Zeitreihe von 12 Uhr mittags bis 12 Uhr mittags des nächsten Tages aufgetragen. Der Nachmittag (NM), die Nacht (N) und der darauffolgende Vormittag (VM) bilden sich als farbige, spiegelsymmetrische blockartige Flächen entlang der Diagonale ab.

In dem in Abb.3.6 dargestellten Recurrence-Plot bilden sich die unterschiedlichen Abschnitte der 24-Stundenmessung – Nachmittag/Arbeitsbelastung – Nacht/Schlaf – Vormittag/Arbeitsbelastung – als blockartige strukturierte Flächen (NM – N – VM) entlang der Diagonale ab, der zeitliche Verlauf ist an den parallel zu den Achsen (waagrecht und senkrecht) aufgetragenen Herzfrequenz-Zeitreihen abzulesen. Die Phasenübergänge zwischen Wachzustand (Tag) und Schlafzustand (Nacht) sind in den scharfen Abgrenzungen der einzelnen Flächen deutlich erkennbar.

Im Zeitabschnitt von 12 Uhr mittags bis zur Schlafengezeit der Versuchsperson (repräsentiert durch die Fläche NM um die Diagonale im Recurrence-Plot) und im Zeitabschnitt vom Aufstehen am nächsten Morgen bis 12 Uhr mittags (Fläche VM) finden sich viele ähnliche Strukturen in der Zeitreihe – dies zeigt sich in relativ dichten, kompakten Färbungen. Die Herzfrequenzvariabilität folgt hier häufig bestimmten Mustern und diese Muster wiederholen sich innerhalb der Tages-Block-Strukturen (NM und VM). Dieses „Tages“-Muster ist im Idealfall während der Nacht nicht zu finden. Umgekehrt gibt es während der Nacht bestimmte Muster, die in der Nacht-Fläche (N) häufig auftreten, fast nie aber während des Tages. Daher bleiben die Bereiche im Recurrence-Plot, in denen Tagesphasen gegen die Nachtphase aufgetragen sind – (N : NM), (N : VM) – weiß.

Dichte Linienstrukturen im Plot weisen auf deterministisches Verhalten hin: an diesen Stellen, in diesem Zeitraum, tritt eine Folge von sehr ähnlichen Herzfrequenzen auf. Das ist der Fall, wenn die Regulationsmöglichkeit des Herzens eingeschränkt ist, d.h. die Herzfrequenz sehr gleichförmig ist und kaum Variabilität zeigt. Das ist tagsüber beispielsweise bei anstrengender körperlicher Arbeit oder bei hoher Stressbelastung der Fall. Nachts (Fläche N um die Diagonale) deuten dichte Linien/Bänder, die sich mit Linien/Bändern geringer Punktdichte abwechseln, auf strukturierten Schlaf – dem Wechselspiel zwischen Tiefschlaf und REM-Schlaf – hin. Unregelmäßig verteilte, weniger dicht liegende Punkte sind ein Hinweis auf stochastische Eigenschaften der Zeitreihe: hier treten selten ähnliche Herzfrequenzverläufe auf, das vegetative System kann in der Ansteuerung des Herzens gut auf die sich ständig ändernden Bedingungen reagieren.

### 3.1.5.2 Recurrence-Plots-Kennzahlen

Die optische Information des Recurrence-Plots lässt sich durch Kennzahlen, die bestimmte Eigenschaften der Dynamik des Systems repräsentieren, quantifizieren. Recurrence-Plots-Kennzahlen sind also jene Maßzahlen, welche die Punktmenge aus farbigen und weißen Punkten des Recurrence-Plots statistisch quantifizieren [Eckmann 1987], [Webber 1994], [Nourbakhch 1998]. Zu den Recurrence-Plots-Kennzahlen zählen unter anderen %Recurrence, %Determinismus, Entropie, Divergenz und Ratio.

Die Kennzahl %Recurrence ist das Verhältnis der farbigen Punkte zu allen möglichen Punkten des Recurrence-Plots. Bei periodischen Systemen fällt dieser Wert höher aus als bei aperiodischen Systemen. Die Maßzahl %Determinismus ist das Verhältnis der farbigen Punkte, die kurze Diagonalen bilden, zur Gesamtzahl der farbigen Punkte im Plot. Determinismus liegt vor, wenn Verläufe in der Zeitreihe sich über einen größeren Zeitabschnitt sehr ähnlich sind. Dieses Verhalten zeigt sich im Recurrence-Plot als kürzere oder längere Linien, die parallel zur Hauptdiagonale des Recurrence-Plots sind. Viele solcher Linien zeichnen eine deterministische Struktur der Zeitreihe aus.

Die Entropie des Histogramms der Linienverteilung ist ein Maß für die Komplexität eines Recurrence Plots. Je komplexer die deterministische Struktur der Recurrence-Plots ist, umso größer ist die Entropie. Die Kennzahl ‚Divergenz‘ ist das Inverse der Länge der längsten Linie. Die längste Linie ist die Dauer jener beiden Verläufe, die sich über die längste Zeit hinweg ähnlich sind.

Das Verhältnis von %Determinismus zu %Recurrence stellt die Kennzahl Ratio dar, mit dem man Änderungen im dynamischen Zustand der Zeitreihe aufspürt.

Zur Berechnung der Recurrence-Plots-Kennzahlen wird über die gesamte Zeitreihe eine sogenannte „gefensterte“ Recurrence-Plots-Analyse durchgeführt. Dabei wird die Zeitreihe in kleine, sich überlappende Teilabschnitte (=Fenster) zerlegt, die jeweils nur eine bestimmte Anzahl von Datenpunkten enthalten: für jeden dieser Abschnitte der Zeitreihe werden ein Recurrence-Plot erstellt und die zugehörigen Kennzahlen berechnet. Dadurch erhält man eine (Zeit)-Reihe von Recurrence-Plots-Kennzahlen, die jeweils einem bestimmten Abschnitt der Zeitreihe zugeordnet sind.

Bei Schlafuntersuchungen interessiert besonders die Information, die in den schnellen Änderungen der Herzfrequenz ( $> 0,15$  Hz) enthalten ist, also jenem Teil der Herzfrequenz, der hauptsächlich vom Parasympathikus gesteuert bzw. beeinflusst wird. Zur Berechnung der Recurrence-Plots-Kennzahlen wurden die Herzfrequenzzeitreihen daher mit einem Hochpassfilter bearbeitet [Stögbauer 2001]. Die so gefilterten Zeitreihen enthalten nur noch die schnellen Herzfrequenzänderungen.

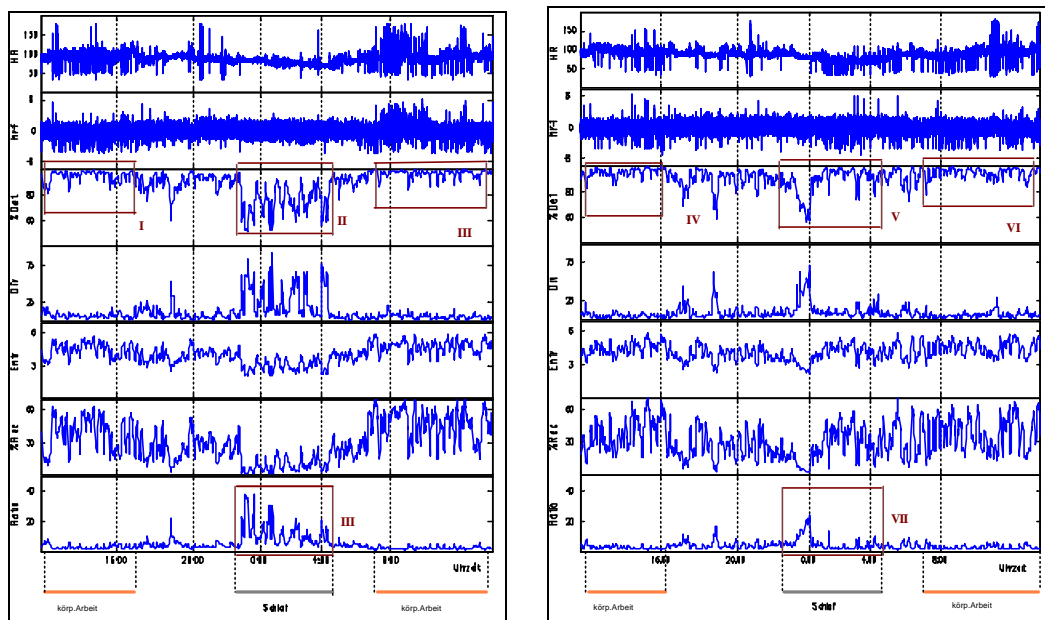


Abb.3.7: Herzfrequenz und Recurrence-Plots-Kennzahlen im Verlauf einer 24h-Messungen mit guter (links) und mit schlechter nächtlicher Schlafstruktur (rechts)

Den Kennzahlen %Determinismus, Ratio und Entropie gilt das Hauptaugenmerk. Die Kennzahl %Determinismus stellt ein Maß für die sympathikovagale Balance und den Erholungswert der Schlafphase dar. Hoher Tagesdeterminismus tritt auf, wenn durch hohe Arbeits- und Stressbelastung die automome Regulation eingeschränkt ist, wenn die sympathische Aktivität hoch ist. Gute Erholungsfähigkeit ist gegeben, wenn der %Determinismus während der Nacht deutlich gegenüber dem Tagesdeterminismus abfällt, da dann eine ausgewogene sympathikovagale Balance bzw. hohe vagale Aktivität erreicht wird. Der %Determinismus erreicht in der Nacht, in den Tiefschlafphasen, sein Minimum: ein niedriges absolutes Minimum kennzeichnet guten Erholungswert der Schlafphase.

In der Kennzahl Ratio bildet sich die Schlafstruktur der Nacht, d.h. der charakteristische Wechsel zwischen Tief- und REM-Schlafphasen, und die Schlaftiefe während der Tiefschlafphasen gut ab.



Die Kennzahl *Entropie* des Hochfrequenzanteils der Herzfrequenz ist ein Maß für die Struktur der Herzfrequenzänderung. Ein niedriger Wert bedeutet, dass die Herzfrequenzen größtenteils nur kurzzeitig sehr ähnlich sind, d.h. die zeitliche Korrelation der Herzfrequenzverläufe ist niedrig. Ein niedriger Wert bedeutet somit eine höhere kurzzeitige Variabilität. Diese Interpretation der Recurrence-Plots-Kennzahlen steht im Einklang mit der Interpretation der AutoChronen Bilder, die aus der linearen Auswertung gewonnen werden.

### 3.1.6 Begleitende Untersuchungen

[DI Dr. Bernhard Lipp, DI Dr. Gabriele Rohregger]

#### 3.1.6.1 Fragebögen zur Beurteilung von Raumklima und Schlafqualität

Die subjektive Beurteilung der Raumklimasituation und der Luftqualität im Messraum der Behaglichkeitsuntersuchungen bzw. im Schlafraum wurde mittels Fragebögen erhoben. Dabei wurden Fragen zur Raumlufttemperatur, zur Luftfeuchtigkeit und zur Raumluftqualität sowie zur momentanen physischen und psychischen Befindlichkeit gestellt.

Zur Erhebung der subjektiv empfundenen Schlafqualität wurden standardisierte Schlafragebögen (CIPS-Schlafragebogen A und B) eingesetzt [Görtelmeyer 1986]. Alle verwendeten Fragebögen befinden sich im Anhang.

#### 3.1.6.2 Messmethoden der Raumklimaparameter

Während aller physiologischen Messungen – Behaglichkeits- und Schlafuntersuchungen – wurde eine Reihe von Raumklimaparameter aufgezeichnet.

Die kontinuierliche Bestimmung von Innenwandoberflächentemperatur, Raumlufttemperatur, Raumluftfeuchte, Luftgeschwindigkeit, Außentemperatur und CO<sub>2</sub>-Gehalt der Raumluft wurden mit Multifunktions-Messgeräten (Präzessions-Multifunktions-Messgerät Testo 400, Datensammler Testo 580, Datenlogger Testo 177, Datenlogger Testo 175-H1, Datenlogger Testo 175-T2) durchgeführt. Die Momentanwerte der Messgrößen wurden gespeichert, ausgelesen und elektronisch weiterverarbeitet.

#### 3.1.6.3 Infrarot-Thermographie

Die Behaglichkeitsuntersuchungen wurden mittels thermographischen Aufnahmen dokumentiert. Die Aufzeichnungen erfolgten durch eine ThermoCam PM595 der Firma FLIR-Systems, durchgeführt von Herrn Ing. Emil Borovnik, Fa.EkaBO.

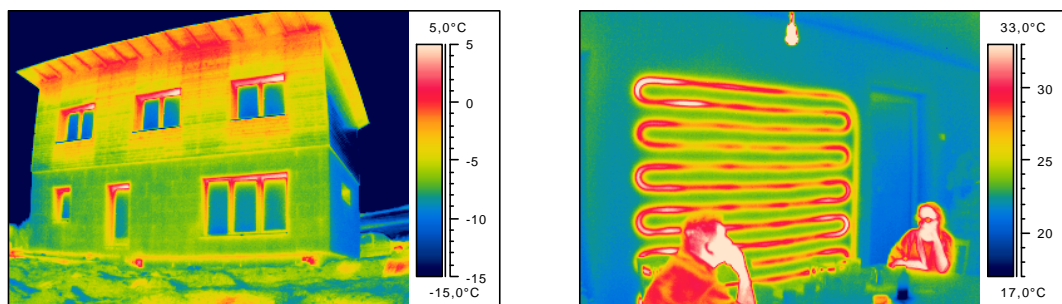


Abb.3.8: Infrarot-Thermographie eines Passivhauses (links) und einer Wand mit Wandheizung in diesem Passivhaus (rechts).

### 3.2 Focus Group Interview

[Dr. Renate Buber, Dr. Johannes Gadner]

Aufgrund der in der Literatur vorherrschenden begrifflichen Vielfalt der zu untersuchenden Konstrukte Wohnqualität, Wohnkomfort, Wohlfühlen, Behaglichkeit und Gemütlichkeit sowie der damit verbundenen Unsicherheit hinsichtlich der Entwicklung eines geeigneten Instrumentariums für die empirische Untersuchung, fiel die Entscheidung auf eine explorative Vorgangsweise und somit auf einen qualitativen Forschungszugang [Sweeney 2003].

Focus Group Interviews schienen aus mehreren Gründen angemessen für die Beantwortung der in dieser Studie gestellten Fragen. Diese erlauben eine themenfokussierte, strukturierte, aber hinsichtlich der inhaltlichen Gestaltung doch offene Vorgangsweise bei der Datengewinnung im direkten Kontakt mit den Betroffenen [Höld 2002], [Höld 2003].

Als Stärke dieses Forschungszuganges sei festgehalten: Focus Group Interviews lassen den Befragten/TeilnehmerInnen ausreichend Raum, um das zu sagen, was ihnen persönlich wichtig erscheint [Hopf 2000] und sind in Bezug auf die Fragestellungen relativ flexibel, wodurch bei der Produktion von Statements eine gewisse Offenheit ermöglicht wird [Morgan 1998a]. Somit erlauben Focus Group Interviews einerseits große Flexibilität in Hinblick auf den Verlauf des Interviews und ermöglichen dadurch, dass die Interviewten ihre Erfahrungen, Wünsche, Bedürfnisse, etc. in einer für sie gewohnten Form äußern; andererseits können die Vorbereitung eines Interviewleitfadens und klare Spielregeln für die Moderation sicherstellen, dass die für die Studie interessanten Themen diskutiert werden.

Die Durchführung von Focus Group Interviews [Morgan 1998a], [Morgan 1998b], [Krueger 1998], [Krueger 1998a], [Krueger 1998b], [Carson 2001] mit jenen BewohnerInnen von Passivhäusern, die gleichzeitig die Versuchspersonen der physiologischen Untersuchungen darstellen, verfolgt das Ziel, die Erfahrungen der Interviewten in Bezug auf die Behaglichkeit von Passivhäusern im Gespräch und in der Interaktion zu erheben.

Obwohl es sich bei einem Focus Group Interview um einen sehr eingeschränkten Personenkreis handelt, der daran teilnimmt und die Diskussion zeitlich ebenfalls sehr eingeschränkt ist, hat empirische Evidenz gezeigt, dass die Anzahl an TeilnehmerInnen qualitativer Studien wegen ihrer Themenzentriertheit [Kelle 2000], [Kelle 1999] keinen signifikanten Einfluss auf die Relevanz der Ergebnisse hat [deWet 2000], [Hofer 2000]. Vielmehr geht es darum, ob die Daten aussagekräftig im Sinne von inhaltlicher Relevanz und forschungsrelevanter "thickness" [Geertz 1983] sind.

Das Focus Group Interview wurde anhand der Leitlinien von Morgan geplant, der vier verschiedene Einsatzmöglichkeiten von Focus Group Interviews unterscheidet [Morgan 1998a]:

- Problemidentifikation: Es soll das Ziel eines Forschungsprojektes definiert werden.
- Planung: Es soll ein Weg gefunden werden, die Ziele zu erreichen. Focus Gruppen werden dazu eingesetzt, um die Meinung von Betroffenen zu den Zielen zu erfahren.
- Implementierung: In der Implementierungsphase eines Projektes können tiefgründige kontextbezogene Daten Informationen darüber liefern, wie die Umsetzung von Plänen funktioniert.
- Bewertung: In dieser Phase soll herausgefunden werden, was in einem Projekt passiert ist. Die Diskussion bei einem Focus Group Interview soll einen Einblick geben, wie und warum die erzielten Ergebnisse zustande gekommen sind.

### 3.2.1 Untersuchungsablauf und Untersuchungsdesign

Die TeilnehmerInnen an dem Focus Group Interview waren bereits Versuchspersonen in den physiologischen Tests; trotzdem musste bei der Planung darauf geachtet werden, dass sie einander nicht kennen. Es handelte sich um Erwachsene (2 Frauen, 4 Männer), die in einem Passivhaus wohnen. Zum Kennenlernen der TeilnehmerInnen wurde zu Beginn des Focus Group Interviews ein Puzzle verwendet (siehe Abbildung 4.3).

Das Focus Group Interview sollte lebendig verlaufen und es sollte garantiert sein, dass sich alle TeilnehmerInnen in gleichem Masse in die Diskussion einbringen. Aus diesem Grund war eine Sequenz mit einer Partnerarbeit vorgesehen. Bei dieser Übung wurden Kärtchen eingesetzt, die die TeilnehmerInnen zum Festhalten des Ergebnisses ihres Brainstormings zu einer bestimmten Aufgabe verwenden sollten. Zur Visualisierung der allgemeinen Informationen für die Focus Group TeilnehmerInnen wurden Flipcharts verwendet.

Zur Abdeckung der Inhalte wurden dem Thema angemessen folgende drei Kernfragen erarbeitet:

- Wenn Sie eine Freundin/einen Freund vom Kauf eines Passivhauses überzeugen müssten, was würden Sie ihr/ihm raten?
- Was macht das Wohnen im Passivhaus letztendlich aus (wohnlich)?
- Nehmen wir an, es gäbe eine Beratungsstelle für Menschen, die sich über ein Passivhaus informieren möchten.

WO müsste diese sein?

WER müsste sie betreuen?

WORÜBER sollten die Interessierten informiert werden?

Der Leitfaden für das Focus Group Interview orientierte sich an den fünf Fragekategorien (Ablaufphasen) nach Krueger [1998b] (Tabelle 3.1).

Fragenkategorie	Zweck der Frage
Opening	TeilnehmerInnen machen sich untereinander vertraut, fühlen sich verbunden. Wird meist nicht ausgewertet.
Introductory	Beginnt die Diskussion des Themas.
Transition	Leitet zu den Key-Fragen über.
Key	Gibt Einblick in die zentralen Themen der Untersuchung.
Ending	Schließt die Diskussion.

Tabelle 3.1: Fragenkategorien von Focus Group Interviews (Quelle: [Krueger 1998b])

Die Arbeitsblätter für die einzelnen Fragen sind im Anhang präsentiert.

Im folgenden (Tabelle 3.2) ist der Leitfaden für die Focus Group wiedergegeben.

<b>QUESTIONING ROUTE – BEHAGLICHKEIT IN PASSIVHÄUSERN</b> Datum: 16.5.2003, IBO-Alserbachstraße, 1090 Wien Geplante Dauer: 1h 40 Minuten	
<b>Kernfrage</b> (wird TeilnehmerInnen nicht genannt): Wie lässt sich Wohnqualität, Wohnkomfort, Wohlfühlen, Behaglichkeit und Gemütlichkeit in einem Passivhaus beschreiben? <b>Thema der Diskussion</b> (erfahren TeilnehmerInnen zu Beginn, steht am 1. Flipchart): Wohnen im Passivhaus	
FRAGENTYP	FRAGEN UND ERKLÄRUNGEN
<b>OPENING - PUZZLE</b> <u>Dauer:</u> ca. 7 Minuten Thema: Wohntyp	♦ <i>Sie wohnen ja alle in einem Passivhaus. Wir haben Ausschnitte aus Prospekten mitgebracht. Jeder von Ihnen erhält einen Ausschnitt. Damit Sie sich in der Runde kennen lernen, erzählen Sie Ihrem Nachbarn, was Sie mit Ihrem Puzzelteil verbinden.</i>
<b>INTRODUCTORY</b> <u>Dauer:</u> ca. 10 Minuten Thema: Wohnen allgemein	TeilnehmerInnen sollen beschreiben, was sie unter Wohnqualität verstehen und mit dem Begriff assoziieren. ♦ <i>Was bedeutet für Sie Wohnqualität/Wohnkomfort?</i>
<b>TRANSITION - PARTNERARBEIT</b> <u>Dauer:</u> ca. 25 Minuten <u>Thema:</u> Brainstorming – Wohnqualität <u>Methoden:</u> 1. Partnerarbeit: (15 Minuten) 2. Diskussion im Plenum (5 Minuten)	TeilnehmerInnen sollen in <b>2er Gruppen</b> ein Brainstorming zu drei Begriffen (siehe unten) durchführen (Ergebnisse werden schriftlich auf Moderationskarten festgehalten). Anschließend werden sie gebeten, im <b>Plenum</b> ihre Meinungen zu diskutieren. <b>ad 1. Partnerarbeit:</b> Wir haben ja bereits über Wohnqualität gesprochen. Zur Beschreibung von Wohnqualität werden immer wieder verschiedene Schlagwörter verwendet. <b>Hinweis auf Kärtchen</b> (werden aufgehängt): <b>Wohlfühlen      Gemütlichkeit      Behaglichkeit</b> <i>Was bedeuten diese Begriffe für Sie? Was fehlte Ihnen in der einleitenden Diskussion, um Wohnqualität zu beschreiben?</i> <b>Aufgabe:</b> <i>Bitte diskutieren Sie diese Fragen mit Ihrem Nachbarn! Halten Sie Ihre Diskussionspunkte auf den Kärtchen fest.</i> <b>ad 2. Diskussion im Plenum:</b> <i>Was haben Sie gemeinsam mit Ihrem Partner/Ihrer Partnerin herausgefunden? Was gehört für Sie zur Wohnqualität?</i> <b>Nachfragen – Anheizen des Diskussionsklimas:</b> <i>Was heißt Wohnqualität jetzt wirklich?</i>
<b>KEY 1</b> <u>Dauer:</u> 10 Minuten Thema: Argumente Passivhaus	♦ <i>Wenn Sie eine/einen FreundIn vom Kauf eines Passivhauses überzeugen müssten, was würden Sie ihr/ihm raten? Welche Rolle spielen dabei die diskutierten Punkte (Hinweis auf Kärtchen)?</i>
<b>KEY 2</b> <u>Dauer:</u> Ca. 10 Minuten Thema: Behaglichkeit – Passivhaus	♦ <i>Was macht das Wohnen im Passivhaus letztendlich aus (wohnlich)?</i> ♦ <b>WER/WAS</b> ist dafür verantwortlich und aus welchen Gründen?
<b>TRANSITION</b> <u>Dauer:</u> 10 Minuten <u>Thema:</u> Erfahrungen	♦ <i>Wo haben Sie vor dem Bau des Passivhauses bzw. dem Einzug in das Haus gewohnt?</i> ♦ <i>Was hätten Sie gerne schon vor dem Bau des Passivhauses gewusst?</i> ♦ <i>Was war für Sie die größte Überraschung als Sie dort eingezogen sind? (Was war der „Supergau“ nach dem Einzug?)</i> ♦ <i>Was ist für Sie jetzt noch gewöhnungsbedürftig?</i>
<b>KEY 3</b> <u>Dauer:</u> 10 Minuten <u>Thema:</u> Beratung	♦ <i>Nehmen wir an, es gäbe eine Beratungsstelle für Menschen, die sich über ein Passivhaus informieren möchten. <b>WO</b> müsste diese Beratungsstelle sein? <b>WER</b> müsste sie betreuen? <b>WORÜBER</b> sollten die Interessierten informiert werden?</i> ♦ <i>Was müsste in einem Prospekt über Passivhäuser stehen?</i>
<b>ENDING</b> <u>Dauer:</u> 10 Minuten	Bei der Schlussrunde soll jede/r TeilnehmerIn ein Statement abgeben, welcher Wohntyp er/sie ist. ♦ <i>Wenn wir die Diskussion Revue passieren lassen – welcher Wohntyp sind Sie dann eigentlich?</i>

Tabelle 3.2: Leitfaden für das Focus Group Interview

## 4 DURCHFÜHRUNG DER UNTERSUCHUNGEN

### 4.1 Physiologische Messungen

[DI Dr. Bernhard Lipp, DI Dr. Gabriele Rohregger]

#### 4.1.1 Untersuchungsvoraussetzungen

Die Auswahl der Passivhäuser erfolgte nach folgenden Kriterien: Notwendig war, dass das Passivhaus sowohl durch Zuluftheizung als auch durch Wand- und/oder Deckenheizung bzw. eine andere Heizung (Pelletszimmerofen oder Kachelofen) beheizbar war. Die BewohnerInnen sollten als Versuchspersonen geeignet sein (NichtraucherIn, zwischen 25 und 50 Jahren, ohne chronische Krankheiten) und gerne bereit sein, bei den Versuchen mitzumachen. Die Häuser sollten im Umkreis von etwa 50 km von Wien sein. Die Umsetzung der geplanten physiologischen Untersuchungen gestaltete sich schwieriger als erwartet: Einerseits sollten bei den Schlafmessungen die Eingriffe in die üblichen Lebensabläufe der VersuchsteilnehmerInnen möglichst wenig stören, andererseits sollten die äußeren Bedingungen, in denen sich die Versuchspersonen befanden, auch derart gestaltet sein, dass optimale Versuchsbedingungen gewährleistet waren. Daher wurde von Messungen während der traditionell turbulenten Vorweihnachtszeit und der Weihnachtsfeiertage abgesehen und der Start der Messungen, der ursprünglich auf Anfang Dezember gelegt war, auf Mitte Januar verlegt. Nach ersten Testmessungen in einem Niedrigenergiehaus, das sowohl über Zuluftheizung als auch über eine Wand- und Deckenheizung verfügte, wurde Anfang Februar schließlich mit den Messungen gestartet. Der Februar und die erste Märzhälfte 2003 zeigten hervorragende klimatische Bedingungen für die Durchführung der Behaglichkeitsuntersuchungen: Über mehrere Wochen hinweg war die Außentemperatur mit bis zu minus 15 °C sehr kalt, die durchgehende Kälteperiode stellte eine echte Herausforderung an die untersuchten Passivhäuser dar. Die Versuchsbedingungen und die Rücksichtnahme auf die Versuchspersonen verlangte schließlich auch, die Dauer der Messungen etwas abzukürzen, es wurden pro Person weniger Schlafmessungen als zunächst geplant vorgenommen. Die Versuche wurden jedoch zusätzlich auf weitere Häuser ausgedehnt, sodass insgesamt mehr Messungen durchgeführt wurden, als in der Projektplanung vorgesehen war.

Alle Messdaten und Fragebögen der VersuchsteilnehmerInnen wurden anonymisiert erhoben und abgelegt, um den Datenschutz der Versuchspersonen zu gewährleisten. Auf Fotos der VersuchsteilnehmerInnen während der Versuchsdurchführung wurde ebenfalls aus Gründen des Datenschutzes verzichtet. Zur anschaulichen Darstellung des Versuchablaufs werden die mittels Thermokamera aufgezeichneten Infrarotbilder herangezogen.

#### 4.1.2 Versuchsbedingungen

Da die Versuchspersonen gleichzeitig die HausbewohnerInnen waren und im Rahmen des Versuchablaufs dafür sorgen mussten, dass das Haus entsprechend der jeweiligen Versuchsdurchführung mit der entsprechenden Beheizungsart beheizt bzw. Belüftungsart belüftet wurde, war es nicht möglich, den Versuch als Blindversuch durchzuführen. Daher können die subjektiven Beurteilungen der

Raumklimasituation und der Raumluftqualität durchaus mit der Meinung und der persönlichen Einstellung der Versuchspersonen zur jeweiligen Heizungs- bzw. Lüftungssituation gefärbt sein, dieser Umstand muss in der Diskussion der Ergebnisse berücksichtigt werden.

#### 4.1.3 Durchführung der Behaglichkeitsuntersuchungen

Die Behaglichkeitsuntersuchungen erfolgten in den Hauptwohnräumen der untersuchten Häuser. Je untersuchtem Haus wurden zwei Messdurchgänge vorgenommen, die beiden Messdurchgänge unterschieden sich durch die Beheizungsart des Hauptwohnraumes: In einem Messdurchgang wurde ausschließlich mit Zuluftheizung, im anderen nur mittels Wandheizung bzw. im Hauptwohnraum situierten Pelletszimmerofen beheizt.

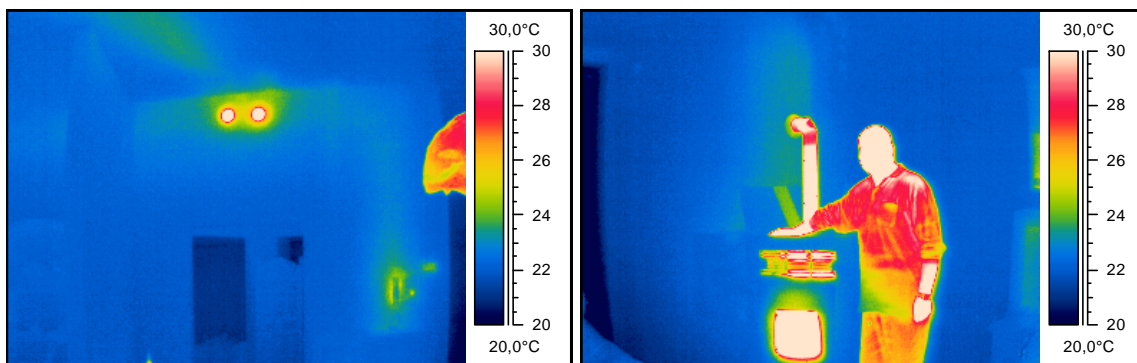


Abb.4.1: Infrarot-Thermographie der Luftauslassventile bei Lüftungsheizung (links) und des Pelletszimmerofens bei alternativer Beheizung: die Thermographiebilder veranschaulichen, dass die Wandoberflächentemperaturen bei beiden Beheizungsarten annähernd gleich hoch ist und etwa zwischen 22°C und 23°C liegt.

In jedem Haus wurden pro Messdurchgang insgesamt vier Versuchspersonen den Behaglichkeitsuntersuchungen unterzogen: zwei Versuchspersonen waren die jeweiligen HausbewohnerInnen, die anderen zwei Versuchspersonen waren „externe“ Probanden, an denen die Behaglichkeitsmessungen in jedem untersuchten Haus vorgenommen wurden. So wurde einerseits jedes Haus anhand von vier Versuchspersonen untersucht, andererseits war es möglich, einen „Längsschnitt“ über alle Häuser anhand jener zwei Versuchspersonen, die in allen Häusern gemessen wurden, zu ermitteln.

Zusätzlich zu den drei Passivhäusern wurden Messungen in einem Niedrigenergiehaus unter den gleichen Bedingungen wie im Passivhaus (Zuluftheizung versus Flächenheizung) und in einem konventionellem Neubau mit Radiator-Zentralheizung durchgeführt. Im Neubau wurde zweimal bei gleicher Beheizungsart gemessen, damit sollte die Schwankungsbreite bei gleichen Messbedingungen abgesichert werden. Um die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse von vorangegangenen Behaglichkeitsuntersuchungen in Kachelöfen bzw. Radiatorbeheizten Räumen [Lipp 1999], [Lipp 2000] festzustellen, wurden die Behaglichkeitsuntersuchungen schließlich mit jenen zwei Versuchspersonen, die in allen Häusern gemessen wurden, in einem Haus (Altbau) mit Kachelofen- und Radiatorbeheizung vorgenommen. Um vergleichbare Messbedingungen zu erhalten, wurden die Messungen jeweils am gleichen Wochentag zu etwa der gleichen Zeit (am späteren Nachmittag bzw. frühen Abend) durchgeführt. Die Versuchspersonen sollten an den beiden Versuchstagen einem etwa vergleichbaren Belastungspotential ausgesetzt sein. Weiters wurde darauf geachtet, dass die Bekleidung der Versuchspersonen in beiden Messdurchgängen thermisch gleichwertig war.



#### 4.1.3.1 Fragebogen zur thermischen Raumklimasituation

Nach der Akklimatisation an die Messumgebung der thermischen Raumklimasituation im Hauptwohnraum des untersuchten (Passiv)-Hauses beurteilten die VersuchsteilnehmerInnen die thermische und die Raumluft-Situation des Raumes sowie ihre momentane physische und psychische Anspannung anhand eines Fragebogens. Der Fragebogen befindet sich im Anhang (8.1).

#### 4.1.3.2 Kreislaufbelastungstests

Für die Durchführung der Kreislaufbelastungstests wurde der Kipptisch im Zentrum des Wohnraumes aufgestellt. Der Abstand des Kipptisches von der Wand mit Wandheizung bzw. vom Pelletszimmerofen betrug dabei etwa 2,5 bis 3 Meter. Nach dem Anlegen des HeartMan, dem Messgerät für die Aufzeichnung der Herzfrequenzvariabilität, absolvierten die Versuchspersonen zunächst den (in Kapitel 3.1 beschriebenen) passiven Orthostase-Test, ein 30-minütiges Messprogramm: 10 min Liegen – Kippen – 10 min Stehen – 10 min Liegen. Unmittelbar im Anschluss an die 2. Ruhephase des Orthostase-Tests wurde der sogenannte Cold-Pressure-Test (siehe Kapitel 3.1) durchgeführt. Beim Cold-Pressure-Test wurde die linke Hand der Versuchsperson (liegend) für zwei Minuten in ein Eiswasser-Bad (4 °C kaltes Wasser) getaucht, dann noch für zwei Minuten ruhend gehalten.

Abb.4.2 zeigt Infrarot-Thermographiebilder bei der Versuchsdurchführung des Orthostase-Tests und des anschließenden Cold-Pressure-Tests.

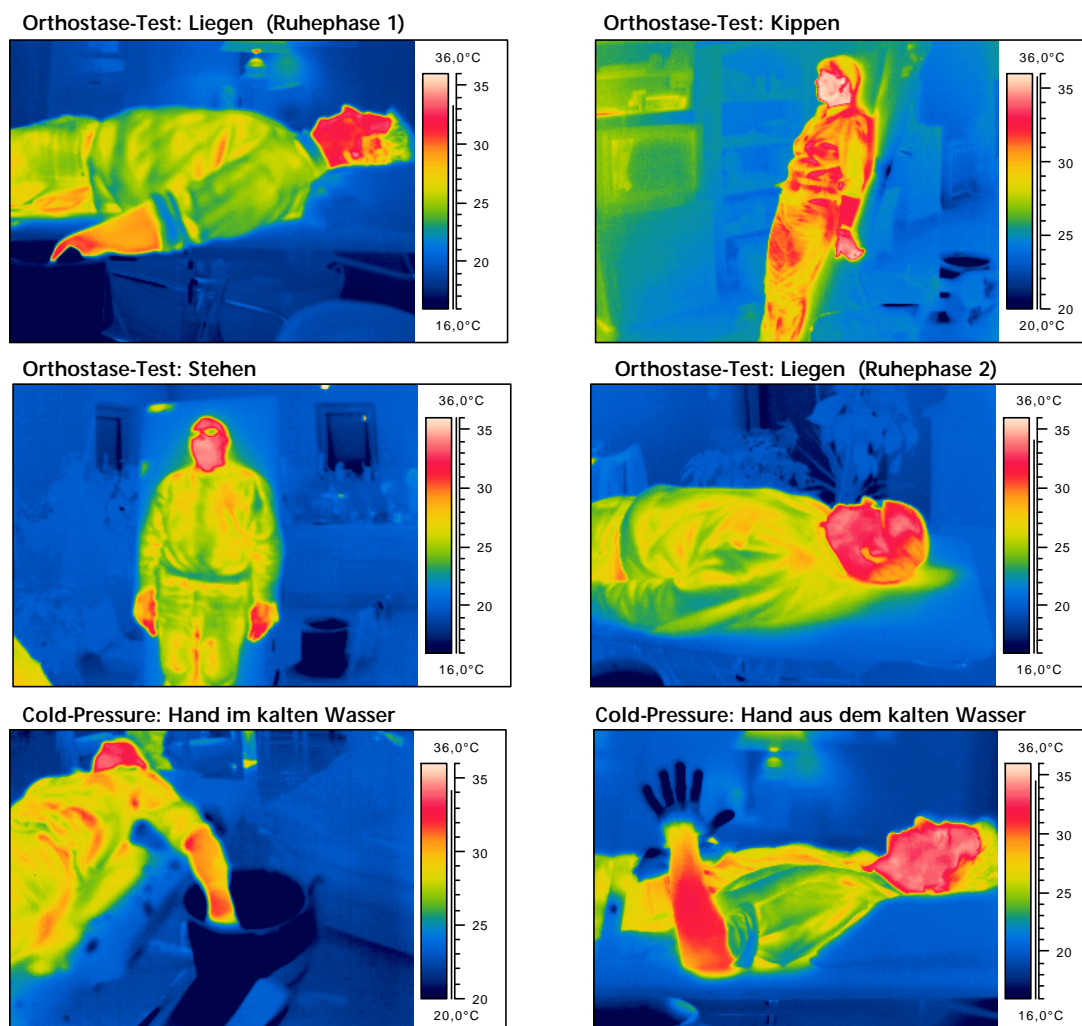


Abb.4.2. Infrarot-Thermographiebilder der Versuchspersonen bei der Versuchsdurchführung

#### 4.1.4 Durchführung der Schlafuntersuchungen

Der Untersuchungszeitraum der Schlafuntersuchungen erstreckte sich von Anfang Februar bis Mitte April, in einem der untersuchten Passivhäuser konnten die Untersuchungen aus organisatorischen Gründen jedoch erst Anfang Juni durchgeführt werden.

Die Schlafuntersuchungen wurden in vier Passivhäusern (das zum späteren Zeitpunkt untersuchte Passivhaus wurde von der Projektleitung des HdZ-Projekts „Technischer Status von Wohnraumlüftungsanlagen“ zur Untersuchung vorgeschlagen) und einem konventionellen Neubau vorgenommen. Zusätzlich wurden Schlafuntersuchungen auch in einer Altbauwohnung in Wien durchgeführt, dort erfolgte die Lüftung wie auch im konventionellen Neubau durch Fenster- bzw. Türlüftung.

Jede Versuchsperson führte mindestens zwei Schlafmessungen pro Lüftungssituation durch, d.h. zwei Schlafmessungen in belüftetem und zwei Messungen in unbelüftetem Schlafrum. Die Schlafuntersuchungen erfolgten durch die Messung der Herzfrequenz während der gesamten Schlafdauer. Die Probanden folgten dabei einer ausführlichen Messanleitung, die gleichzeitig ein Messprotokoll für die durchgeführten Schlafmessung darstellte. Ein Messprotokoll für die Schlafmessung befindet sich im Anhang (8.4).

##### 4.1.4.1 Fragebögen zur Schlafqualität und zur Raumlufthqualität im Schlafrum

Zunächst wurde in einem Schlafragebogen (CIPS-Schlaffragebogen SF-B) die subjektive Beurteilung der Schlafqualität, der Befindlichkeit vor dem Schlafengehen und am Morgen nach dem Aufwachen während der letzten 2 Wochen vor Beginn der Schlafuntersuchungen erhoben.

Bei der Durchführung der Schlafuntersuchungen selbst war von den Versuchspersonen unmittelbar nach dem Aufwachen zunächst ein Fragebogen zur Beurteilung der Raumlufthqualität und anschließend ein standardisierter Schlafragebogen zur subjektiven Beurteilung der Schlafqualität der vergangenen Nacht und der Befindlichkeit (CIPS-Schlaffragebogen SF-A) auszufüllen. Die verwendeten Fragebögen sind im Anhang (8.2 und 8.3) angelegt.

## 4.2 Focus Group Interview

[Dr. Renate Buber, Dr. Johannes Gadner]

Die BewohnerInnen wurden gebeten - anhand eines groben Leitfadens - über ihre Erfahrungen, Wünsche und Bedürfnisse im Zusammenhang mit dem Wohnen in Passivhäusern allgemein und dem Empfinden von Wohnqualität, Wohnkomfort, Wohlfühlen, Behaglichkeit und Gemütlichkeit im besonderen, im Gruppeninterview zu berichten.

Es nahmen insgesamt sechs Personen am Focus Group Interview teil. Das Focus Group Interview wurde im Besprechungszimmer des Instituts für Baubiologie und Bauökologie (IBO), Wien 9, Alserbachstraße durchgeführt. Das Zimmer war mit einem großen Tisch und Stühlen entsprechend der Anzahl der TeilnehmerInnen ausgestattet. Auf dem Tisch standen zwei Mikrophone; das Setting wurde aus einer Ecke des Zimmers auch auf Videofilm aufgezeichnet.

Nachdem alle TeilnehmerInnen eingetroffen waren, setzten sich alle, auch die Moderatorin und der Co-Moderator, um den Tisch. Die Moderatorin eröffnete das Focus Group Interview, begrüßte die



TeilnehmerInnen und erklärte kurz den Ablauf des zweistündigen Prozesses. Es wurde darauf hingewiesen, dass Tonband- und Videoaufzeichnungen durchgeführt wurden.

Das „Opening“, also die Phase des Focus Group Interviews, die den teilnehmenden Personen den Einstieg (spielerisch) erleichtern und für Auflockerung sorgen soll, wurde anhand eines Puzzles durchgeführt, das eine Bildaufnahme aus einem Passivhaus darstellt (Abb.4.3).



Abb.4.3: Puzzle für das „Opening“ des Focus Group Interviews (Quelle: [Land NÖ 2002])

Im Anschluss daran wurden die im Leitfaden (Kapitel 3.2, Tabelle 3.2)) für die Focus Group Interviews abgebildeten Fragen bzw. Aufgaben gestellt und von den TeilnehmerInnen bearbeitet.

Die Moderation beschränkte sich auf kurzes Nachfragen und die Steuerung des Ablaufs des Focus Group Interviews in Anlehnung an den Leitfaden.

Das Focus Group Interview dauerte zwei Stunden. Die TeilnehmerInnen wurden im Anschluss daran zu einem kleinen Imbiss eingeladen.

## 5 AUSWERTUNG

### 5.1 Behaglichkeitsuntersuchungen

[DI Helmut Lackner, DI Dr. Bernhard Lipp, Dr. Maximilian Moser, DI Dr. Gabriele Rohregger]

In den folgenden Darstellung der Auswertungen der Behaglichkeitsuntersuchungen sind die einzelnen Häuser anonymisiert mit den Buchstaben A – F bezeichnet. Folgenden Buchstaben sind dabei folgenden Häusertypen zugeordnet:

- A ... Passivhaus mit Lüftungs- und Wandheizungssystem
- B ... Konventioneller Neubau mit Radiatorheizungssystem
- C ... Passivhaus mit Lüftungs- und Wandheizungssystem
- D ... Passivhaus mit Lüftungsheizungssystem und Pelletszimmerofen
- E ... Niedrigenergiehaus mit Lüftungs- und Wandheizungssystem
- F ... Altbau mit Radiatorheizungssystem und Kachelofen

An den Behaglichkeitsuntersuchungen haben 10 Versuchspersonen (VP01-VP10) teilgenommen.

#### 5.1.1 Physiologische Messungen zur Behaglichkeitsuntersuchung

Den Auswertungen aller physiologischen Messungen ist vorzuschicken, dass aufgrund des geringen Umfangs der Untersuchungen (3 Passivhäuser, 10 Versuchspersonen) diese nicht darauf ausgelegt wurden, statistisch abgesicherte Ergebnisse zur Behaglichkeit im Passivhaus hervorzubringen. Die Ergebnisse sollen einen Hinweis auf mögliche Wirkungen liefern. In der Folge wären sie statistisch mit einer ausreichend großen Anzahl an Versuchspersonen abzusichern.

In der Auswertung der Kreislaufbelastungstests wurden die unterschiedlichen HRV-Parameter (Herzfrequenzvariabilitäts-Parameter) für die einzelnen Testphasen (Ruhephase 1, Kippen-Stehen, Ruhephase 2, Cold-Pressure) genauer betrachtet. Das Hauptaugenmerk galt dabei den Unterschieden in den Parametern bei den Kreislaufbelastungen, d.h. bei den Kippvorgängen von Ruhephase 1 zur Stehphase und vom Stehen in die Ruhephase 2.

Abbildung 5.1 zeigt den Verlauf der Herzfrequenz während des Versuchsablaufs der Behaglichkeitsuntersuchung.

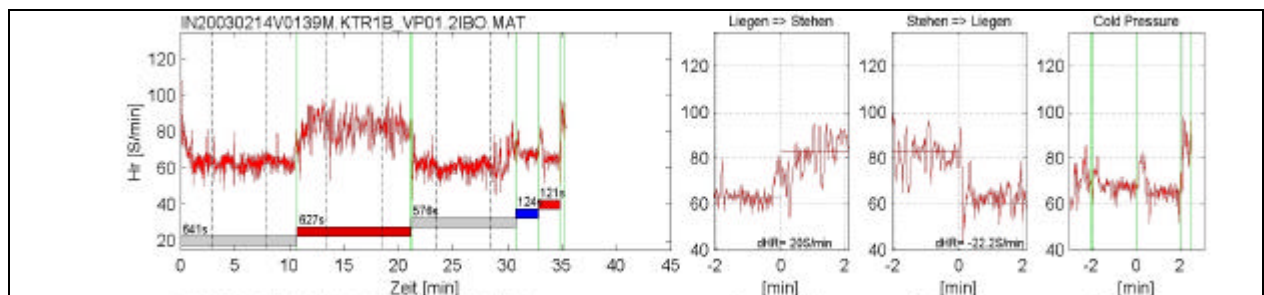


Abb.5.1: Verlauf der Herzfrequenz (Hr [Schläge/min]) während des gesamten Kreislaufbelastungstests, die genauere Darstellung des Herzfrequenzverlaufs während der Kippvorgänge aus bzw. in die Ruhephasen und während des Cold-Pressure-Tests. Die einzelnen Testabschnitte sind mit verschiedenfarbigen Balken unterlegt: Ruhephase 1 (grau), Kippen und Stehen (rot), Ruhephase 2 (grau), Cold-Pressure-Test (Hand in Eiswasser - blau, Hand aus Eiswasser - rot).

Die einzelnen Testabschnitte der Kreislaufbelastungstest sind mit verschiedenfärbigen Balken unterlegt: Ruhephase 1 (grau), Kippen und Stehen (rot), Ruhephase 2 (grau), Cold-Pressure-Test (Hand in Eiswasser - blau, Hand aus Eiswasser - rot). Die Änderung der Herzfrequenz bei den Kippvorgängen sind in diesem Beispiel  $dHR = 20$  Schläge/min für den Lagewechsel von Liegen zu Stehen (Ruhephase 1 zu Stehphase) und  $dHR = 22,2$  Schläge/min für den Lagewechsel von Stehen zu Liegen (Stehphase zu Ruhephase 2). Die Herzfrequenzverläufe aller Versuchspersonen bei allen durchgeführten Kreislaufbelastungstests befinden sich im Anhang (8.6).

#### 5.1.1.1 Ergebnisse des Orthostasetest

In der Abbildung 5.2 sind auf der Abszisse die Herzfrequenz (linke Abbildung) und die respiratorische Sinusarrhythmie (RSA - ein Maß für die Herzfrequenzvariabilität) der Versuchspersonen beim Messdurchgang mit Wandheizung bzw. Pelletszimmerofen in der Ruhephase 1 und der Ruhephase 2 aufgetragen. Auf der Ordinate sind die dazugehörigen Herzfrequenz und RSA-Werte der Versuchspersonen beim Messdurchgang mit Lüftungsheizung aufgetragen. Das Diagramm ist auf folgende Art zu interpretieren: Wären die Ruheherzfrequenz der Versuchspersonen bei beiden Messdurchgängen exakt gleich, so würden alle Punkte auf der Diagonale des Diagramms liegen. Bei den durchgeführten Behaglichkeitsmessungen unterscheiden sich die Ruheherzfrequenz als auch die RSA-Werte für die beiden unterschiedlichen Beheizungsarten nur gering, sie streuen gleichermaßen um die Diagonale. Das Diagramm (Herzfrequenz Ruhe) zeigt, dass sich die Ruheherzfrequenz der Versuchspersonen in den beiden Messsituationen mit unterschiedlicher Beheizung nur unwesentlich unterscheiden.

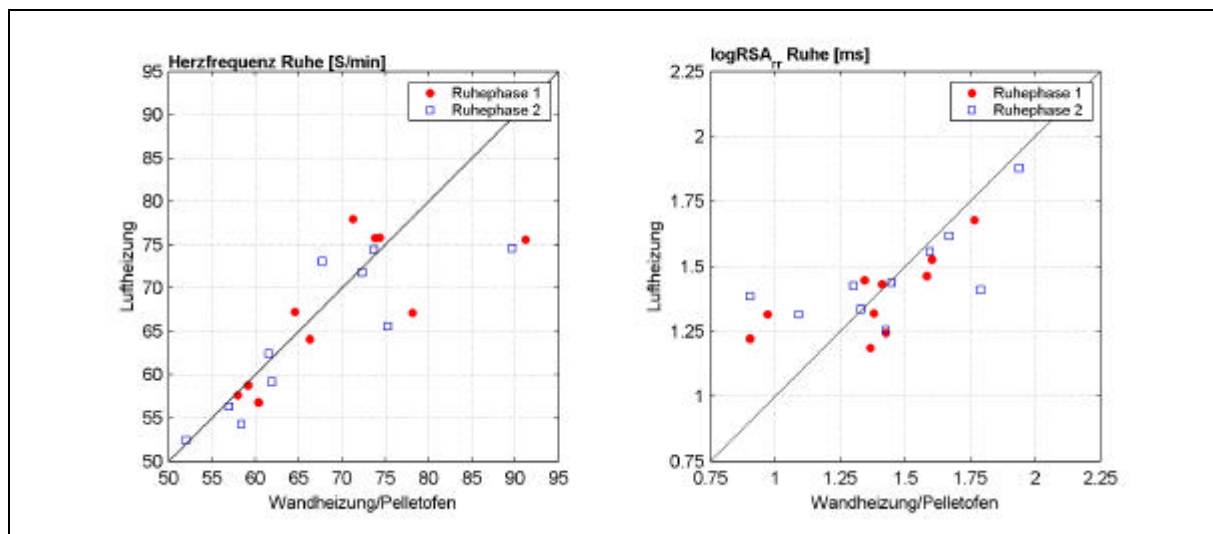


Abb.5.2: Ergebnisse für die Herzfrequenz und Respiratorische Sinusarrhythmie (RSA) in den Ruhephasen in den drei Passivhäusern (A, C und D);

In der Abbildung 5.3 sind die Änderung der Herzfrequenz (Delta Herzfrequenz Kipp-Ruhe) und die Änderung der Respiratorischen Sinusarrhythmie (Delta logRSA), welche sich aufgrund der Kreislaufbelastung beim Orthostasetest durch das Kippen der Versuchspersonen ergeben haben, dargestellt. Die Darstellung zeigt, dass die Herzfrequenzsteigerung durch den Kippvorgang bei der beiden Beheizungsarten gleich groß ist. Es gibt keine signifikante Verschiebung der Messwerte, d.h. die Messwerte streuen in gleichem Ausmaß um die Diagonale. Bei vergleichbaren Untersuchungen zur Behaglichkeit (Kachelofen versus Radiator) zeigten sich in einem vorangegangenen Projekt [Lipp 1999] für

die beiden untersuchten Beheizungsarten deutliche Unterschiede in den Herzfrequenzänderungen beim Orthostasetest. Diese deutlichen Unterschiede treten hier nicht auf. Dies lässt darauf schließen, dass unter den gegebenen Rahmenbedingungen (im Passivhaus) die beiden Beheizungsarten keinen Unterschied in der Kreislaufbelastung ergeben.

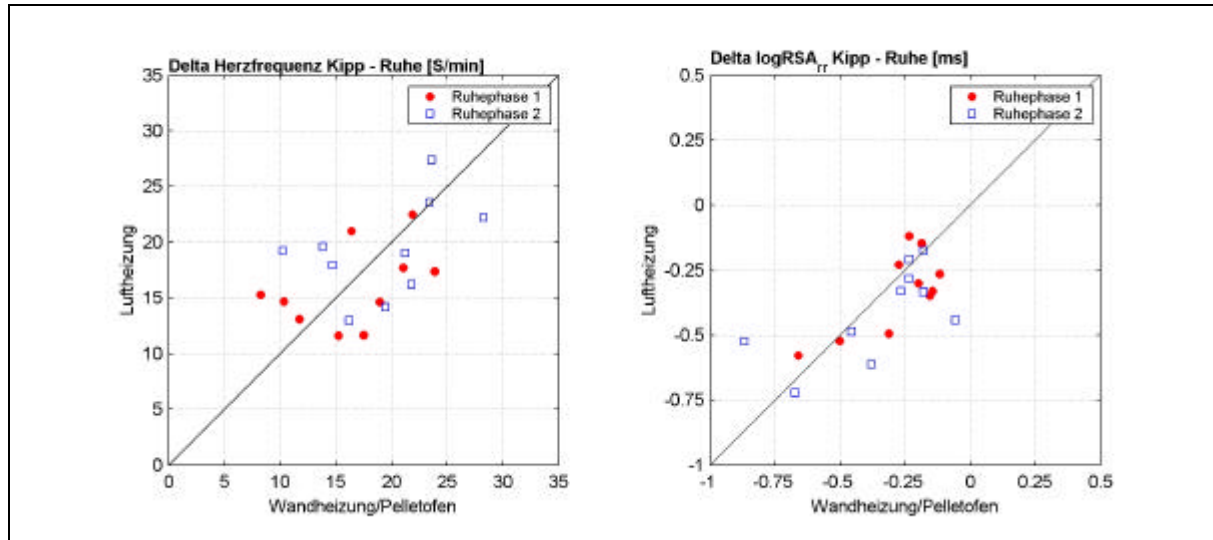


Abb.5.3: Ergebnisse für die Differenzen der Herzfrequenz und Respiratorische Sinusarrhythmie (RSA) zwischen Kippen und den Ruhephasen (Kipp-Herzfrequenzen) drei Passivhäusern (A, C und D)

Sowohl die reine Zuluftheizung als auch Flächenheizungssysteme (Wandheizung) oder Heizung durch Pelletszimmerofen erreichen im Passivhaus eine Raumklimasituation, die für die Versuchspersonen beim Orthostasetest ungefähr die gleiche Kreislaufbeanspruchung hervorrufen.

Die folgenden Abbildungen 5.4 und 5.5 zeigen den Vergleich von ausschließlich Wandheizungen gegenüber Lüftungsheizung (Passivhäuser A und C, Niedrigenergiehaus E): auch in diesem Vergleich konnten keine Unterschiede in den untersuchten Parametern zwischen den beiden Beheizungsarten festgestellt werden.

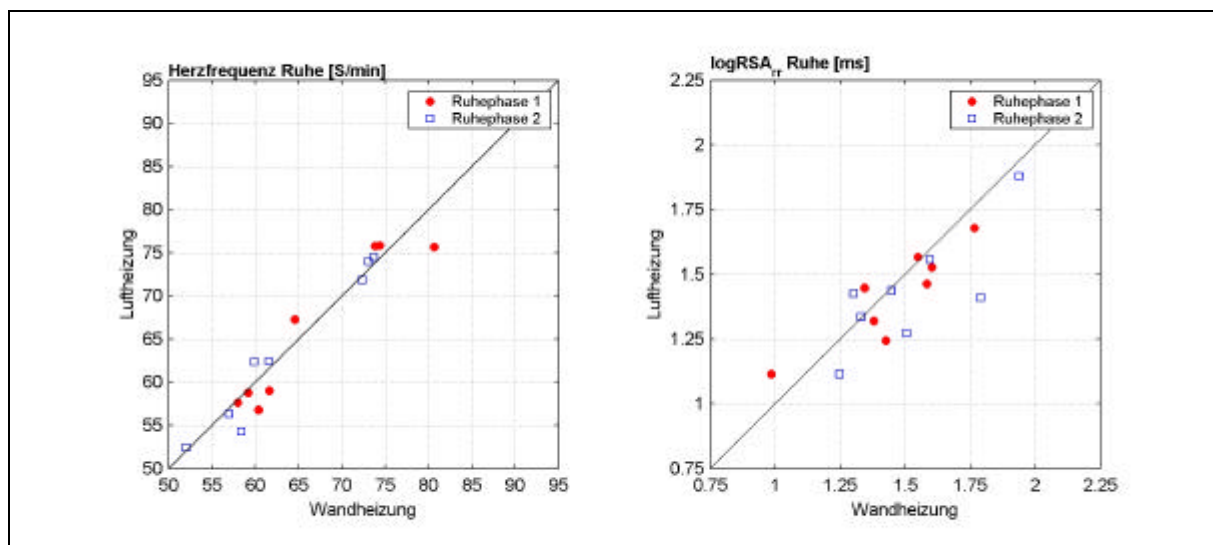


Abb. 5.4: Ergebnisse für die Herzfrequenz und Respiratorische Sinusarrhythmie (RSA) in den Ruhephasen in den Häusern mit Wandheizung

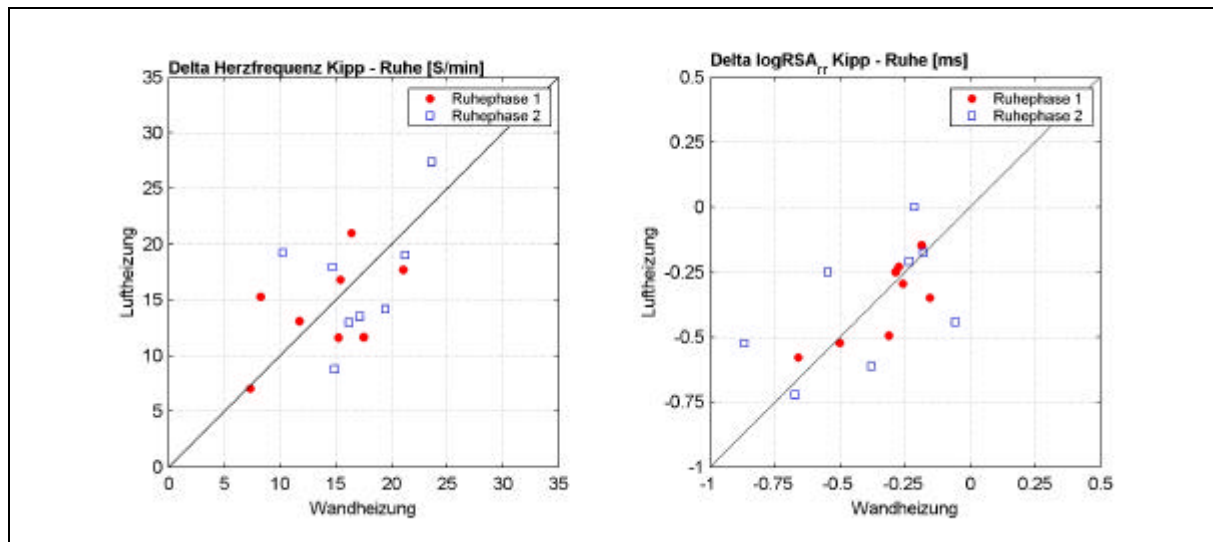


Abb.5.5: Ergebnisse für die Differenzen der Herzfrequenz und Respiratorische Sinusarrhythmie (RSA) zwischen Kippen und den Ruhephasen (Kipp Herzfrequenzen) drei Häusern mit Wandheizung (A, C und D)

Dabei muss allerdings angemerkt werden, dass es sich beim getesteten Niedrigenergiehaus um ein hervorragend gedämmtes Haus handelt, das beinahe Passivhausstandard erreicht. Die Ergebnisse dieser Messung dürfen daher nicht generell auf Niedrigenergiehäuser (mit mitunter schlechterem Komfortstandard) verallgemeinert werden.

Die Reproduzierbarkeit der Untersuchungen wurde anhand eines „Längsschnittes“ einer einzelnen Versuchsperson, die sich in jedem der untersuchten Häuser den Behaglichkeitsuntersuchungen unterzog, dargestellt. Abbildung 5.6 zeigt die Differenzen der Herzfrequenz von VP01 im Vergleich über alle untersuchten Häuser.

Aus Abbildung 5.6 ist ersichtlich, dass die personenbezogene Streuung innerhalb einer Messbedingung die Größenordnung von unterschiedlichen Versuchsbedingungen annehmen kann (siehe Haus B und Haus F). Dabei ist die Streuung in radiatorbeheizten Häusern innerhalb dieser Datenerhebung aber deutlich größer als bei den Passivhäusern. Eine mögliche Interpretation dieser Beobachtung wäre, dass bei den radiatorbeheizten Häusern die Komfortbedingungen sehr unterschiedlich sind und daher die große Streuung den Kipp Herzfrequenz (Stehphase-Ruhephase 1 und Ruhephase 2- Stehphase) produziert wird, während die Passivhäuser aufgrund ihres Komfortkonzepts immer ähnlich gute Komfortbedingungen ergeben und die Streuung daher geringer ist. Auch die Kachelofenbeheizung (Haus F) ergibt eine wesentlich geringere Streuung bei den Kipp Herzfrequenz, was bedeuten würde, dass auch bei dieser Beheizungsart immer vergleichbar ähnliche Komfortbedingungen erreicht werden. Die Streuung ist eindeutig durch unterschiedliche Kipp Herzfrequenzen bedingt, denn die Unterschiede der Herzfrequenzen in den beiden Ruhephasen (Ruhephase 1- Ruhephase 2; Graphik 3) sind in den untersuchten Häusern für die jeweils verglichenen Beheizungsarten sehr ähnlich.

Diese Hypothese sollte mit einer entsprechenden Anzahl von Messwiederholungen geprüft werden.

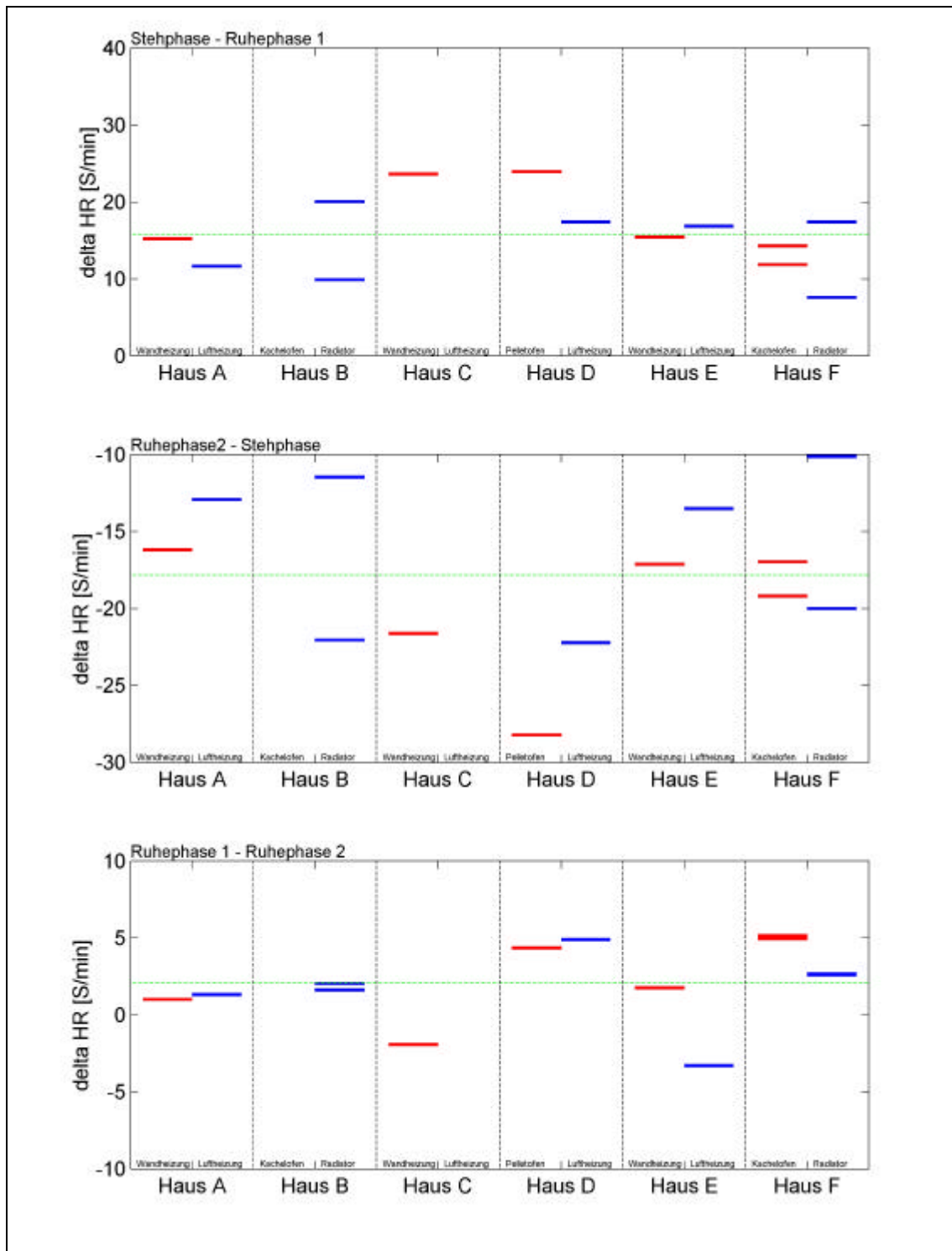


Abb.5.6: Differenzen der Herzfrequenz entsprechend der angegebenen Phase einer einzelnen Versuchsperson (VP01) im Vergleich über alle untersuchten Häuser einschließlich eines Vergleichs zwischen Kachelofen- und Radiatorbeheizten Raum

Ein Puls-Atemquotient von 4 stellt meist einen sehr entspannten physiologischen Zustand beim Menschen dar. Wie aus der Grafik (Abb.5.7) für die Puls-Atem-Quotienten in den beiden Ruhephasen, jedoch mit unterschiedlicher Beheizungsart, zu erkennen ist, sind die Mittelwerte schon in der Ausgangsphase nahe am Wert 4 und unterscheiden sich kaum.



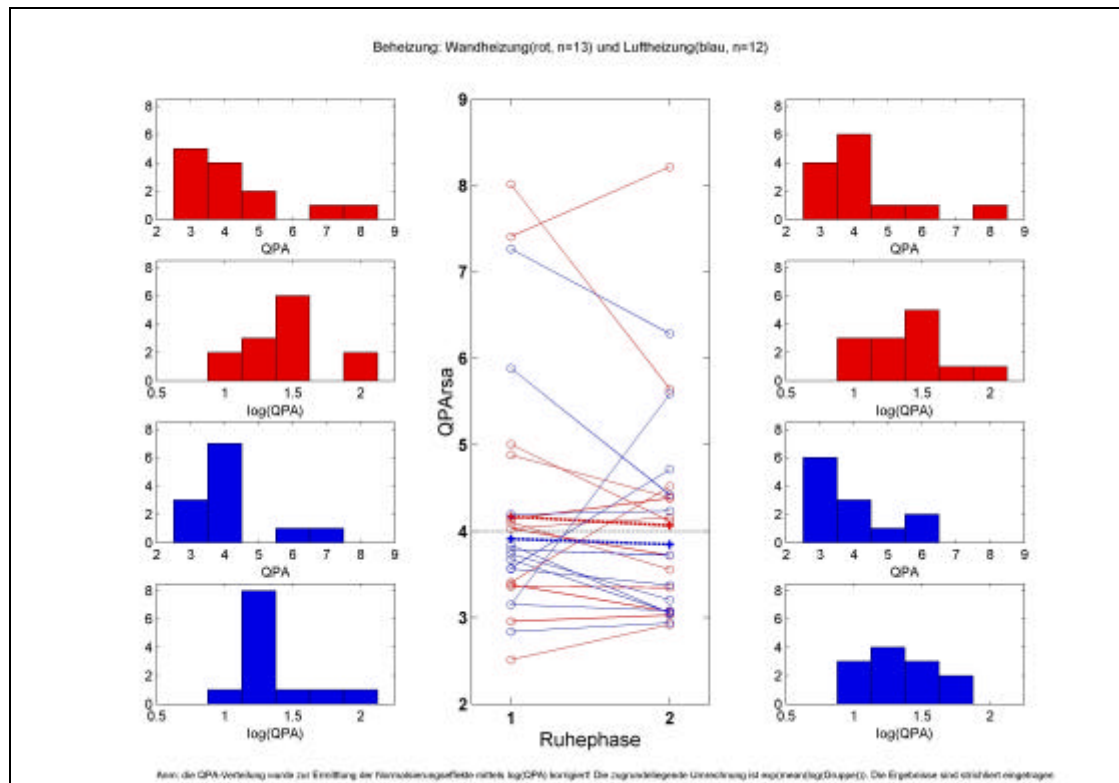


Abb.5.7: Puls-Atemquotient (Wandheizung und Pelletszimmerheizung (rot) und Lüftungsheizung (blau)).

Bei genauerer Betrachtung der Einzelpersonen ergeben sich aber durchaus Unterschiede.

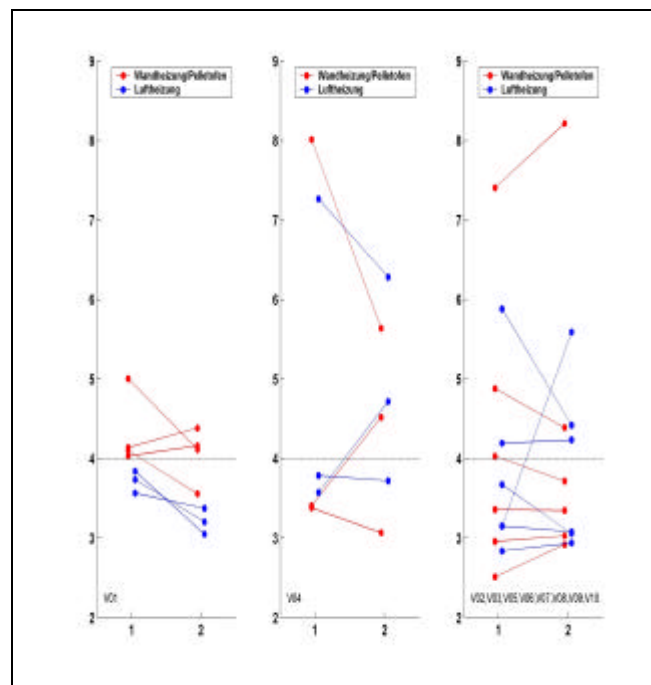


Abb.5.8: Einzelfalldarstellung des Puls-Atemquotient QPA für die Versuchspersonen VP01 und VP04: Beide Versuchspersonen wurden in allen Passivhäusern gemessen, die Abbildung zeigt den QPA im Vergleich von Wand- bzw. Pelletsheizung (rot) und Lüftungsheizung (blau).

Die Versuchsperson VP01 zeigt beispielsweise ein physiologisch „entspannteres“ Verhalten bei der Beheizung mit den Wandheizungen als mit den Zuluftheizungen. Abbildung 5.8 veranschaulicht dies

anhand des Verlaufs des QPA. Bei Versuchsperson VP04 sind dagegen keine Unterschiede in den Messungen zu erkennen.

Im Gesamten stellen diese Messwerte einen weiteren Hinweis dar, dass die beiden Beheizungsarten, von der Kreislaufbelastung bzw. -entspannung aus gesehen, gleichwertig sind. Individuell kann es jedoch Unterschiede geben.

### 5.1.1.3 Ergebnisse des Cold-Pressure-Tests

Die Auswertung der Herzfrequenzvariabilität-Messdaten beim Cold-Pressure-Test erbrachten keine interpretierbaren Ergebnisse: Abbildung 5.9 zeigt eine große Streuung der Messdaten.

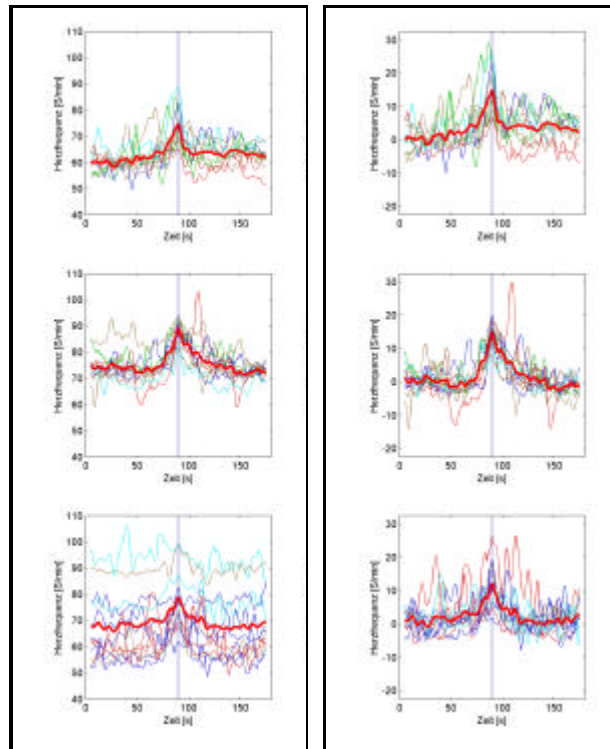


Abb.5.9: Darstellung der Herzfrequenz beim CP (Cold-Pressure-Test): Die Graphiken zeigen jeweils die Herzfrequenz während der 4 Minuten des Cold-Pressure-Tests: links vom blauen Stich befindet sich die Hand im Eiswasser, rechts davon ist die Hand wieder aus dem Wasser genommen. Die oberste Graphik zeigt jeweils die Messungen von VP01, die mittlere von VP04, die unterste die Messungen aller anderen Versuchspersonen beim CP-Test. Die unterschiedlichen Beheizungsarten sind durch unterschiedliche Farben gekennzeichnet: (rot – Wandheizung, blau – Lüftungheizung, braun – Radiator, türkis – Pelletszimmerofen, grün – Kachelofen). Der Mittelwert der Kurvenscharen durch die dicke rote Linie dargestellt: Es gibt keine signifikante Abweichung einer bestimmten Heizungsart von diesem Mittelwert. In der zweiten (rechten) Grafik ist der individuelle Mittelwert von 5 min Ruhephase 2 abgezogen. Dadurch werden die Daten besser untereinander vergleichbar. Es konnten jedoch auch durch diese Darstellung keine Unterschiede in der Reaktion auf den Cold-Pressure-Test festgestellt werden.

Aus diesem, bei Behaglichkeitsuntersuchungen zum ersten Mal durchgeführten Test können daher keine Aussagen bezüglich der Wirkung der unterschiedlichen Beheizungsarten auf die autonome Reaktion bei der Cold-Pressure-Kreislauf-Belastung gemacht werden.

### 5.1.2 Fragebögen zur Thermischen Behaglichkeit

Die nachfolgenden Diagramme zeigen die Ergebnisse der Fragebögen zur Erhebung der Thermischen Behaglichkeit in Form der empfundenen Raumtemperatur, Luftqualität und Luftfeuchte in den drei



verschiedenen Passivhäusern. Es wurden in jedem Passivhaus drei bzw. vier Personen bei jeweils unterschiedlicher Beheizungsart befragt.

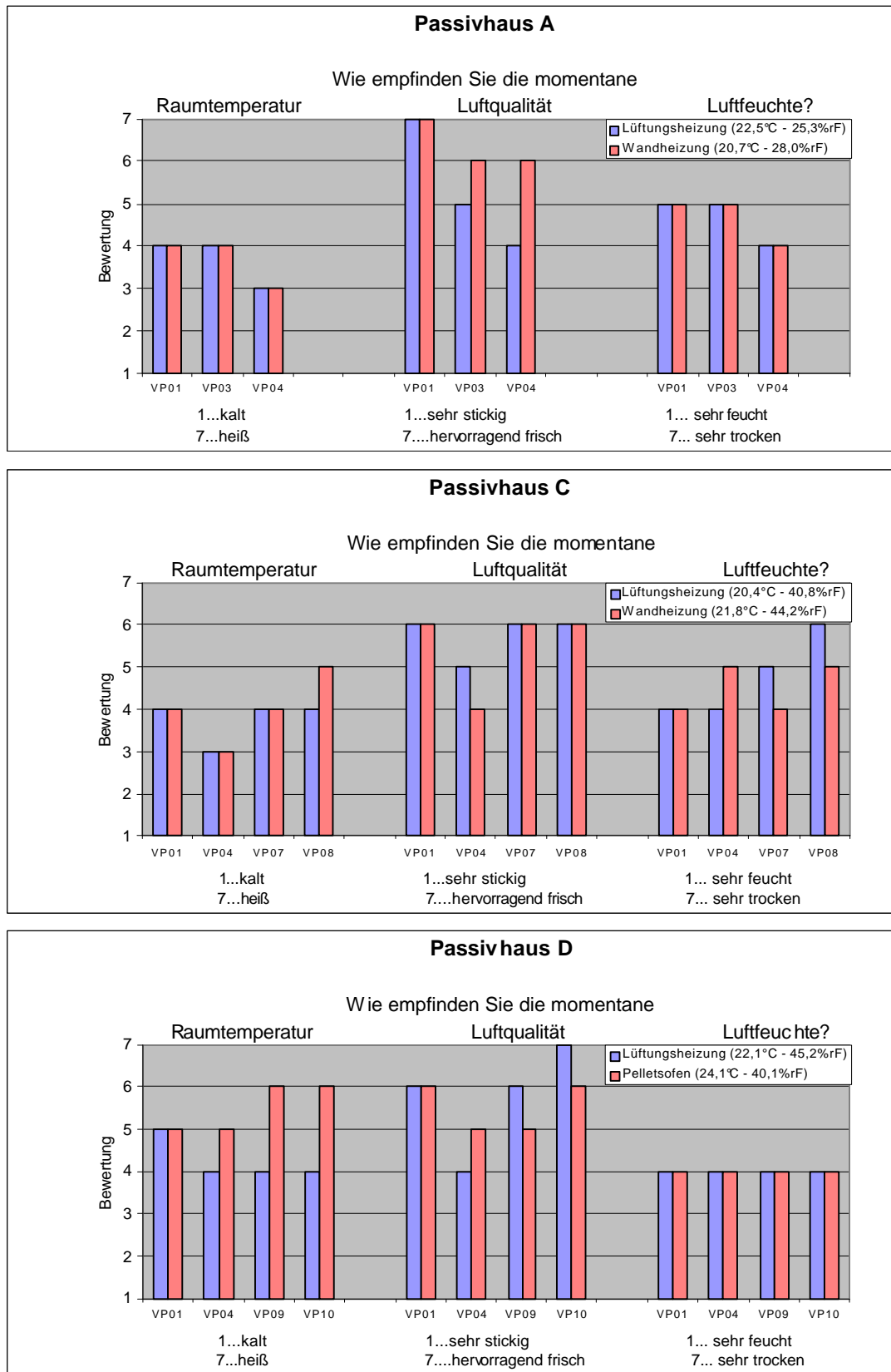


Abb.5.10: Empfundenes Raumklima in den Passivhaus A, C und D

Die Ergebnisse zeigen, dass die VersuchsteilnehmerInnen in den untersuchten Passivhäusern mit Wandheizung kaum Unterschiede in der Raumtemperatur empfunden haben, auch, wenn sich diese bis zu zwei Grad Celsius unterschieden haben. Die Bewertung der Raumtemperatur liegt bei allen Passivhäusern, mit Ausnahme der Beheizung durch den Pelletszimmerofen, nahezu immer nahe dem Wert 4, der in der Bewertung den idealen Komfortbereich – „genau richtig“ (nicht zu kalt und nicht zu heiß) – darstellt. Die Luftqualität wurde im Durchschnitt mit gut bis sehr gut eingestuft. Die Luftfeuchtigkeit wurde mit „genau richtig“ bis etwas trocken bewertet. Insgesamt wurde also den Untersuchungsräumen von den Versuchspersonen bester raumklimatischer Komfort attestiert.

## 5.2 Schlafuntersuchungen

[DI Helmut Lackner, DI Dr. Bernhard Lipp, Dr. Maximilian Moser, DI Dr. Gabriele Rohregger]

Bei der Auswertung der Schlafuntersuchungen sah man mit der Situation konfrontiert, dass bei nur 3 von 10 (VP03-VP12) Versuchspersonen im unbelüfteten Schlafrum während der Nacht tatsächlich ein starker Anstieg der CO<sub>2</sub>-Konzentration auf über 1200 ppm verzeichnet werden konnte. Die Gründe dafür lagen zum Teil in sehr großen Raumvolumina der Schlafzimmer und zum Teil durch die (unbeabsichtigte) Ablüftung durch halbgeöffnete Türen (bei Paaren mit Kindern).

### 5.2.1 Physiologische Messungen zur Schlafuntersuchung

Hauptziel der Auswertung der Schlafmessungen war der Vergleich der Schlafqualität und der Schlaferholung in Abhängigkeit der CO<sub>2</sub>-Konzentration und der damit verbundenen Raumluftqualität im Schlafrum. Um mögliche Unterschiede festzustellen, wurden verschiedene physiologische Parameter für Schlafqualität und Schlaferholung einerseits qualitativ im Verlauf während der Nacht, andererseits quantitativ als 1-Stunden-Mittelwerte für die 2. und die 6. Schlafstunde verglichen.

Abbildung 5.11 zeigt die Zusammenfassung der 1h-Mittelwerte der 2.Schlafstunde und der 6.Schlafstunde aller VersuchsteilnehmerInnen. Die obersten 6 Graphiken stellen lineare physiologische Parameter dar (HR, logRSA, SDNN, ATMF, QPA, VQ), die folgenden drei Graphiken zeigen die errechneten nichtlinearen Parameter (%Determinismus, Ratio, Entropie) und die letzten drei Graphiken zeigen die Entwicklung der Raumklimaparameter (CO<sub>2</sub>, Temperatur und Luftfeuchte) zwischen 2. und 6. Schlafstunde. In der Darstellung der CO<sub>2</sub>-Konzentrationen ist rasch ersichtlich, dass nur bei einigen Messungen ohne Schlafrumlüftung (rote Linien) CO<sub>2</sub>-Werte über 1500 ppm erreicht wurden, während sich die anderen Messungen ohne Lüftung kaum oder gar nicht von den Messungen mit Lüftung unterscheiden. Die Graphik zeigt weiters die große Spannbreite der in den unterschiedlichen Häusern und unterschiedlichen Lüftungssituationen erreichten Raumluftfeuchte: die gemessenen Werte reichten von 25 % bis zu 60 % relative Feuchte. Sehr trockenes Raumklima (25 % rel. Feuchte bei laufender, 30 % rel. Feuchte bei abgeschalteter Lüftungsanlage) wurden in einem Passivhaus gemessen, das bereits seit längerer Zeit fertiggestellt war. In den anderen beiden, erst wenige Monate vor den Untersuchungen fertiggestellten Passivhäusern erreichte die relative Raumluftfeuchte nicht zuletzt durch noch vorhandene Baufeuchte Werte zwischen 35 % und 60 %. Im Durchschnitt ist die Raumluftfeuchtigkeit in den unbelüfteten Schlafräumen um 5 % höher als in den belüfteten.

Auch die Raumlufttemperatur im Schlafrum unterscheidet sich bei den VersuchsteilnehmerInnen: während die meisten Versuchspersonen bei Temperaturen zwischen 19 °C und 21 °C schlafen, liegt für ein Paar (VP07 und VP08) die optimale Schlafrumtemperatur zwischen 16 °C und 18 °C. Die hohen Messwerte (24 °C und 28 °C) sind gesondert zu betrachten, diese Messwerte entstammen jenen Schlafuntersuchungen, die außerhalb der Heizsaison im Juni durchgeführt wurden.

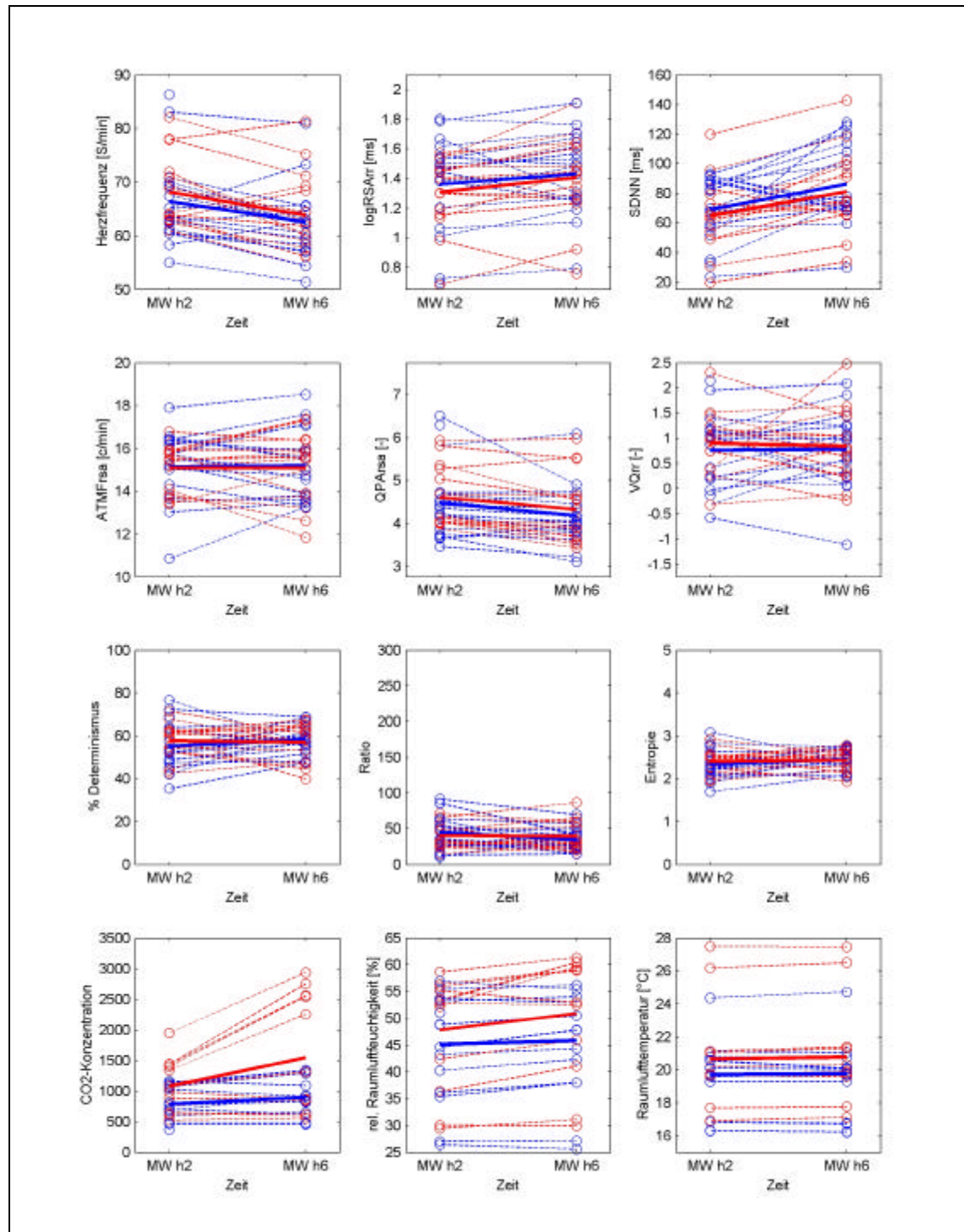


Abb.5.11: Darstellung der 1h-Mittelwerte (aus 5min-Berechnung) von Schlafstunde 2 und Schlafstunde 6 aller VersuchsteilnehmerInnen (rot – Schlafmessung ohne Lüftung, blau – Schlafmessung mit Lüftung). Die durchgezogenen Linien zeigen die Mittelwerte der beiden Versuchsbedingungen.

Aus den Daten der vorliegenden Schlafmessungen können keine statistisch abgesicherten Aussagen zur Schlafqualität bei unterschiedlicher Raumluftqualität bzw. unterschiedlichen  $\text{CO}_2$ -Raumluftkonzentrationen getroffen werden. Es werden im Folgenden jedoch jene Einzelfälle (Schlafmessungen von VP04, VP07 und VP08) genauer betrachtet, in denen im unbelüfteten Schlafrum stark erhöhte  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen erreicht werden konnten und somit ein Vergleich von Schlafmessungen bei unterschiedlicher Raumluftqualität möglich war.

Die folgende Abbildung (Abb.5.12) gibt ein Beispiel für eine Schlafmessung mit laufender Lüftungsanlage (links) und mit abgeschalteter Lüftungsanlage (rechts). Die Abbildung zeigt AutoChrono Bilder der Schlafmessung, in der die zeitlichen Verläufe von sämtlichen ausgewerteten linearen und nichtlinearen Parameter sowie der Verlauf der Raumklimaparameter dargestellt sind. Während im belüfteten Schlafzimmer (links) die  $\text{CO}_2$ -Konzentration über die gesamte Nacht annähernd gleich bleibt, ist im unbelüfteten Schlafrum (rechts) deutlich der während der Nacht steigende  $\text{CO}_2$ -Pegel zu erkennen.

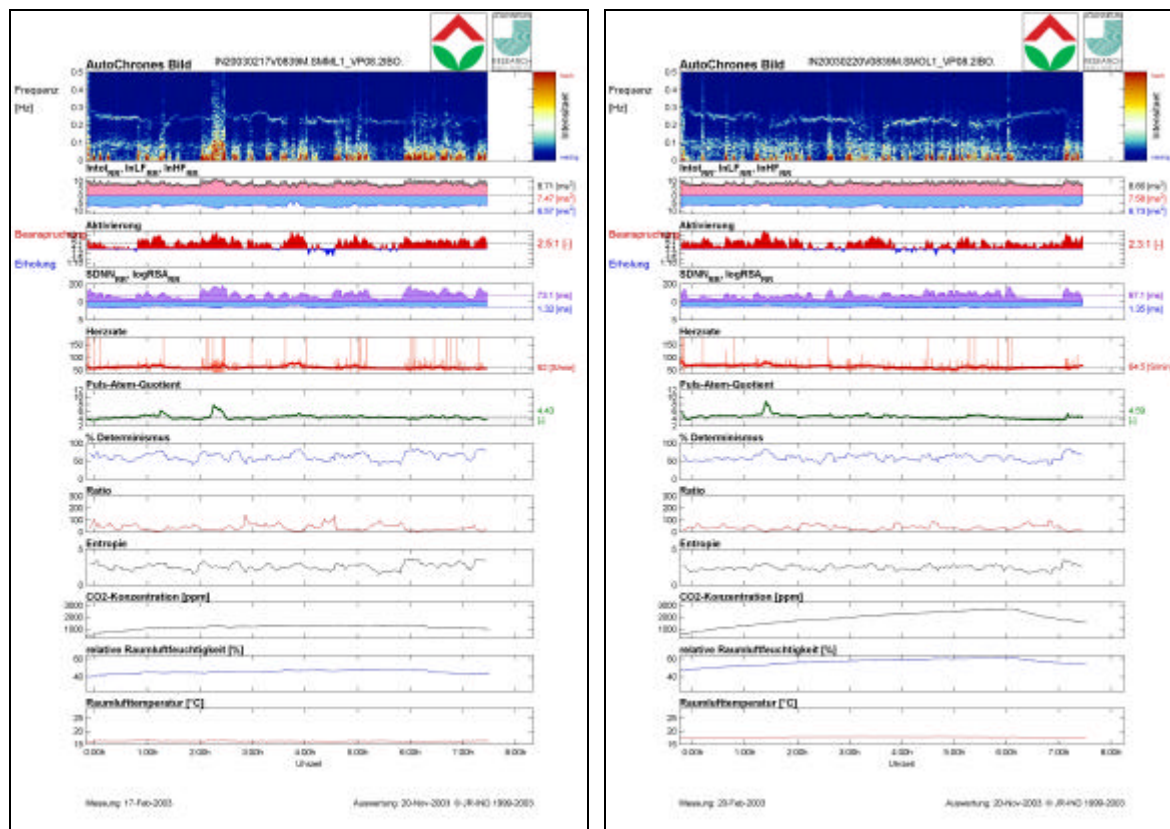


Abb.5.12: Schlafmessungen einer Versuchsperson mit laufender Lüftungsanlage (links) und bei abgestellter Lüftungsanlage (rechts). Während die  $\text{CO}_2$ -Konzentration während der Nacht in der linken Abbildung auf nur knapp über 1000 ppm zu liegen kommt, ist in der rechten Darstellung der Anstieg der  $\text{CO}_2$ -Konzentration auf fast 3000 ppm bei abgestellter Lüftungsanlage deutlich zu erkennen.

Die Messungen aller durchgeführten Schlafuntersuchungen aller Versuchspersonen sind im Anhang (8.7) einzeln dargestellt.

Anhand der folgenden Abbildungen werden die Einzelfalldarstellung der Schlafmessungen der Versuchspersonen VP04, VP07 und VP08 diskutiert.

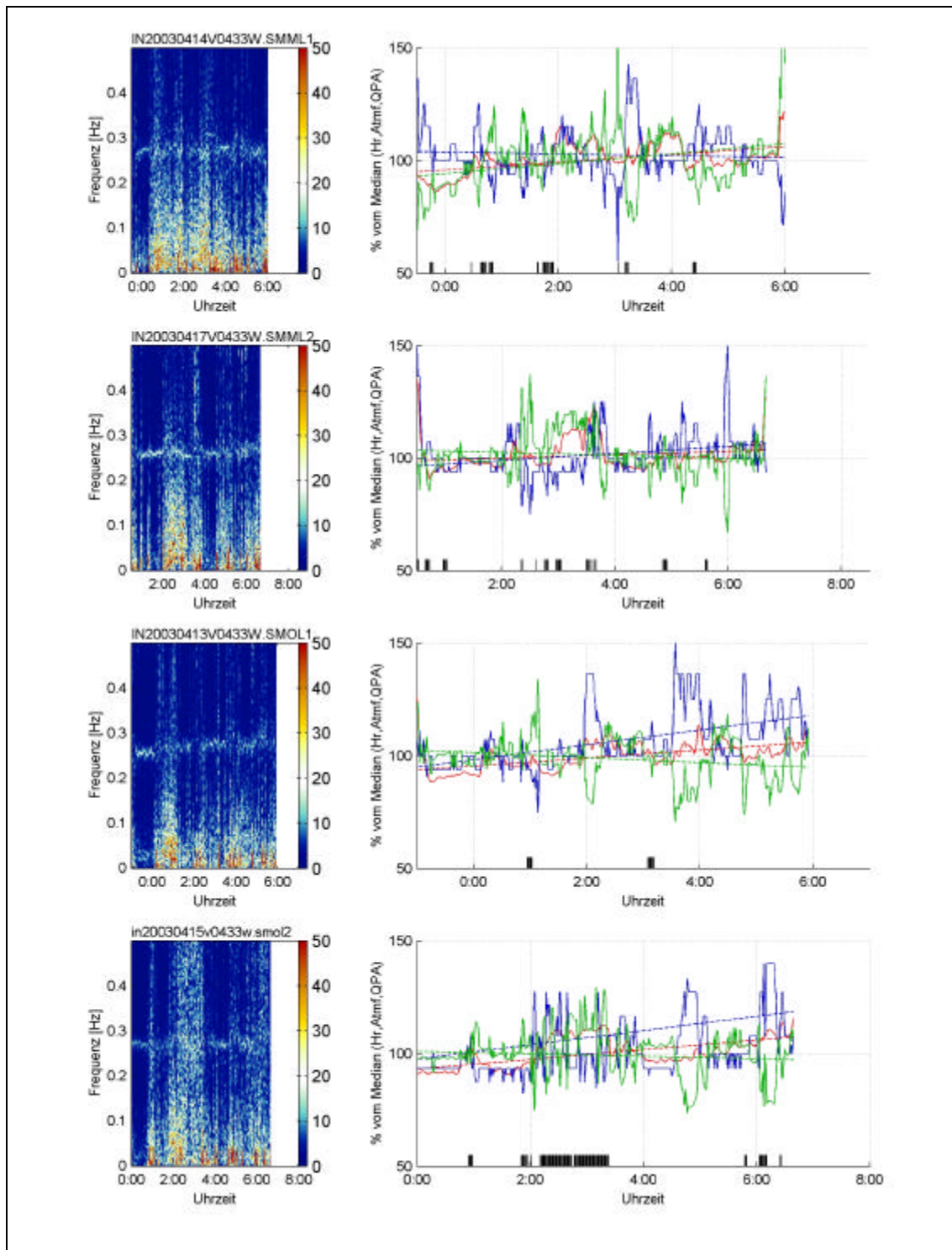


Abb.5.13: Einzelfalldarstellung der Schlafmessung mit Lüftung (SMML) und ohne Lüftung (SMOL) für V04: (rot – Herzfrequenz, blau – Atemfrequenz, grün – QPA)

Die Abbildung 5.13 zeigt die Einzelfalldarstellung der Schlafmessungen von VP04 im Verlauf über die gesamte Nacht (SMML – Schlafmessung mit Lüftung; SMOL – Schlafmessung ohne Lüftung), Abbildung 5.13 die Zusammenfassung der 1h-Mittelwerte der 2.Schlafstunde und der 6.Schlafstunde für die Versuchsperson VP04.



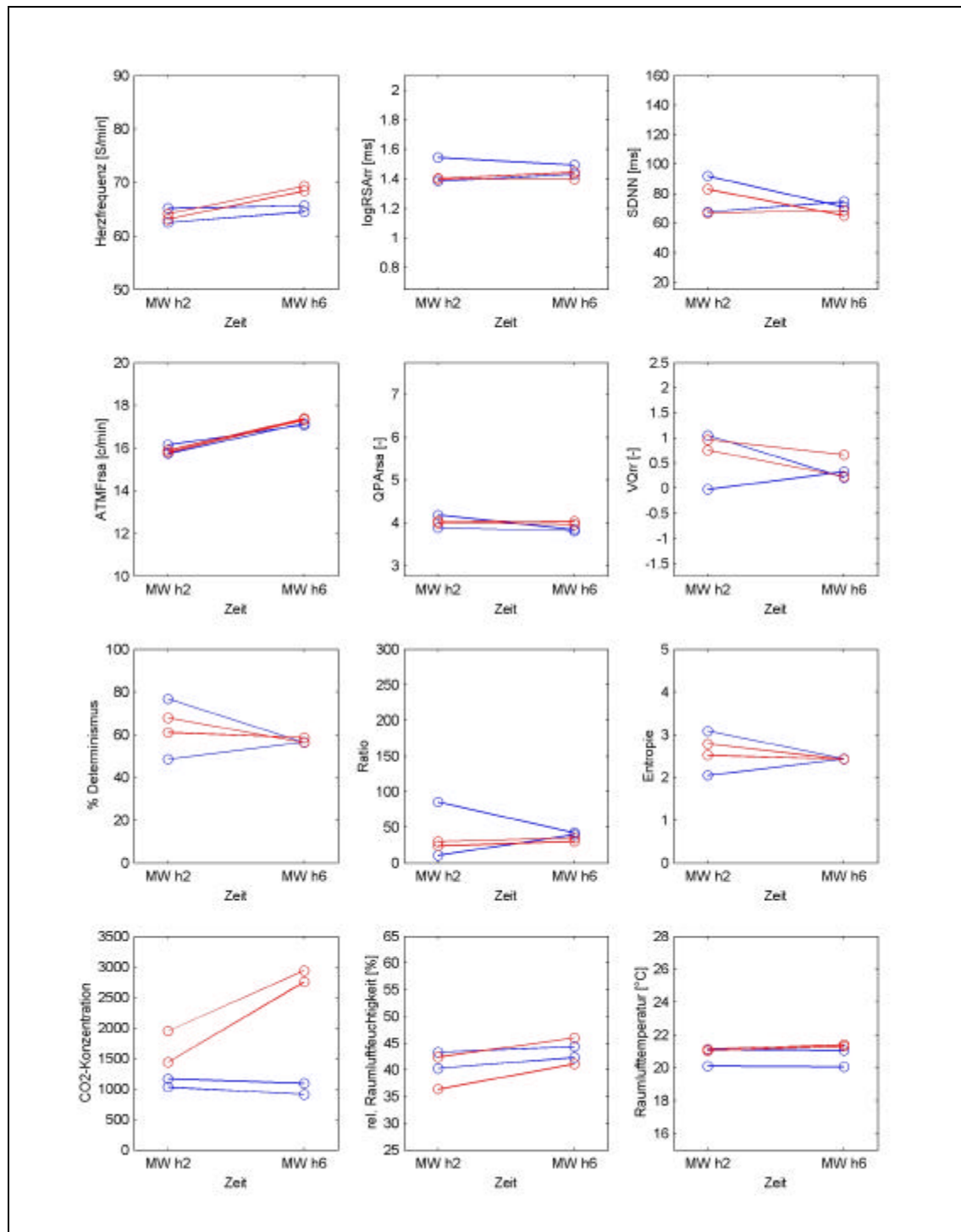


Abb.5.14: Einzelfalldarstellung für Versuchsperson VP04: Darstellung der 1h-Mittelwerte aller ausgewerteten HRV-Parameter, Recurrence-Plots-Parameter und Raumklimaparameter von Schlafstunde 2 und Schlafstunde 6 (rot – Schlafmessung ohne Lüftung, blau – Schlafmessung mit Lüftung).

Aus den Einzelfalldarstellungen von VP04 (Abb.5.13 und Abb.5.14) ist ersichtlich, dass es unabhängig von den Messbedingungen, d.h. sowohl bei den Messungen mit Lüftung als auch bei den Messungen ohne Schlafräumlüftung, zu einem Anstieg von Herzfrequenz und Atemfrequenz im Schlafverlauf kommt. Der Anstieg der Herzfrequenz und der Atemfrequenz fällt jedoch bei unbelüftetem Schlafräum etwas stärker aus als in belüftetem Schlafräum. Eine erholsame Nacht ist üblicherweise dadurch gekennzeichnet, dass die mittlere Herzfrequenz zum Morgen hin abfällt. Die Schlafmessungen von VP04 deuten auf generell schlechte Nachterholung der Versuchsperson hin. Der Erholungswert dürfte jedoch für Schlaf in gut

belüftetem Schlafraum tendenziell höher sein als in unbelüftetem Schlafraum, da die Herzfrequenz für ersteren Fall nur gering ansteigt bzw. annähernd gleich bleibt. Insgesamt zeigen die HRV-Parameter für Schlafmessungen ohne Lüftung immer den selben Trend, für Schlafmessungen mit Lüftungsanlage ist dies nicht der Fall, wobei die Parameter (mit Ausnahme der Herzfrequenz) zum selben Niveau beim Mittelwert Stunde 6 tendieren. Insbesondere tendieren die Recurrence-Plots-Parameter (%Determinismus, Ratio und Entropie) von sehr unterschiedlichen 1h Mittelwerten in der 2.Schlafstunde auf nahezu exakt gleiche 1h-Mittelwerte in der 6.Schlafstunde. Aus diesem Verhalten können keine eindeutigen Rückschlüsse auf unterschiedliche Schlafqualität und Schlafstruktur in den vorliegenden Schlafmessungen gezogen werden.

Die folgenden Abbildungen zeigen die Einzelfalldarstellung der Schlafmessungen von VP07 im Verlauf über die gesamte Nacht und die Zusammenfassung der 1h-Mittelwerte der 2.Schlafstunde und der 6.Schlafstunde für die Versuchsperson VP07.

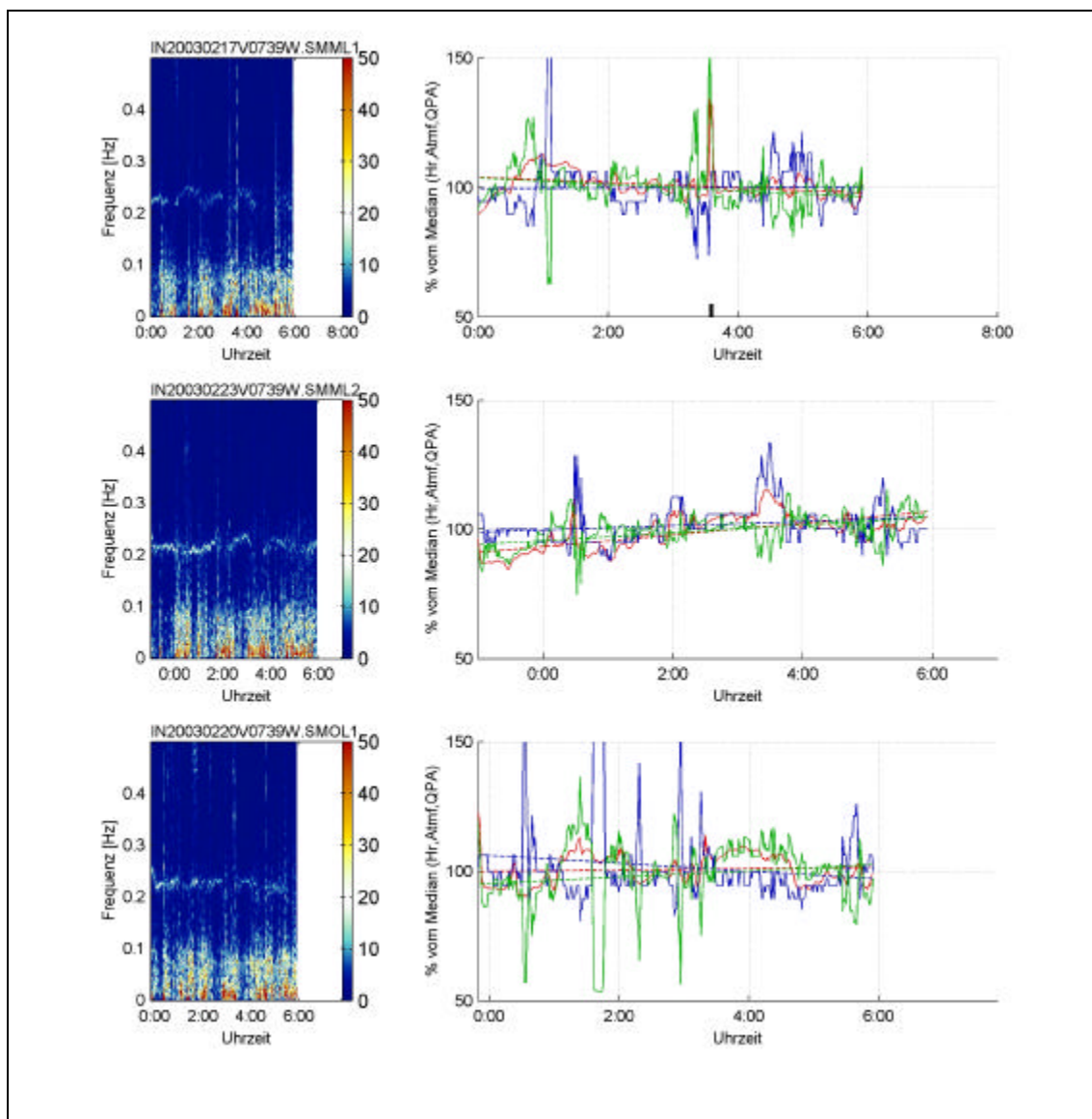


Abb.5.15: Einzelfalldarstellung der Schlafmessung mit Lüftung (SMM1) und ohne Lüftung (SMOL) für V07: (rot – Herzfrequenz, blau – Atemfrequenz, grün – QPA)

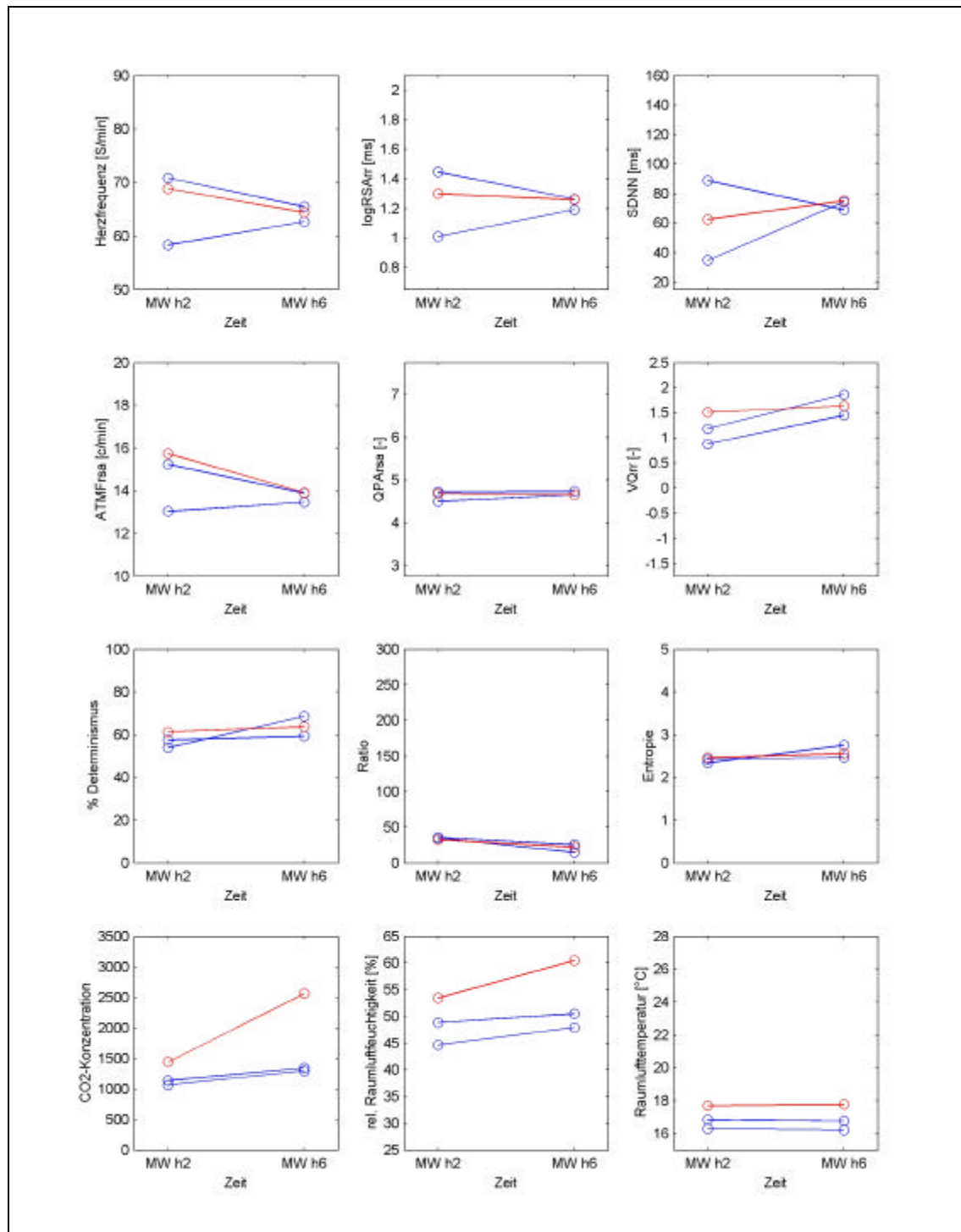


Abb.5.16: Einzelfalldarstellung für Versuchsperson VP07: Darstellung der 1h-Mittelwerte aller ausgewerteten HRV-Parameter, Recurrence-Plots-Parameter und Raumklimaparameter von Schlafstunde 2 und Schlafstunde 6 (rot – Schlafmessung ohne Lüftung, blau – Schlafmessung mit Lüftung).

Aus den Einzelfalldarstellungen (Abb.5.15 und Abb.5.16) von VP07 ist ersichtlich, dass die HRV-Parameter für die zwei Schlafmessungen mit Lüftung zum Teil sehr unterschiedliche Verläufe aufweisen, wobei diese zum selben Niveau beim Mittelwert Stunde 6 tendieren. Ausnahmen stellen die Parameter der nichtlinearen Zeitreihenanalyse dar (% Determinismus, Entropie, Ratio) dar.

Da in diesem Fall nur eine Schlafmessung in ungelüftetem Schlafraum ausgewertet werden konnte, lässt sich keine Aussage zur tendenziellen Schlafreaktion von Versuchsperson VP07 auf die jeweilige Lüftungssituation treffen.



Die Abbildungen Abb.5.17 und Abb.5.18 zeigen die Einzelfalldarstellung der Schlafmessungen im Verlauf über die gesamte Nacht und die Zusammenfassung der 1h-Mittelwerte der 2.Schlafstunde und der 6.Schlafstunde für die Versuchsperson VP08.

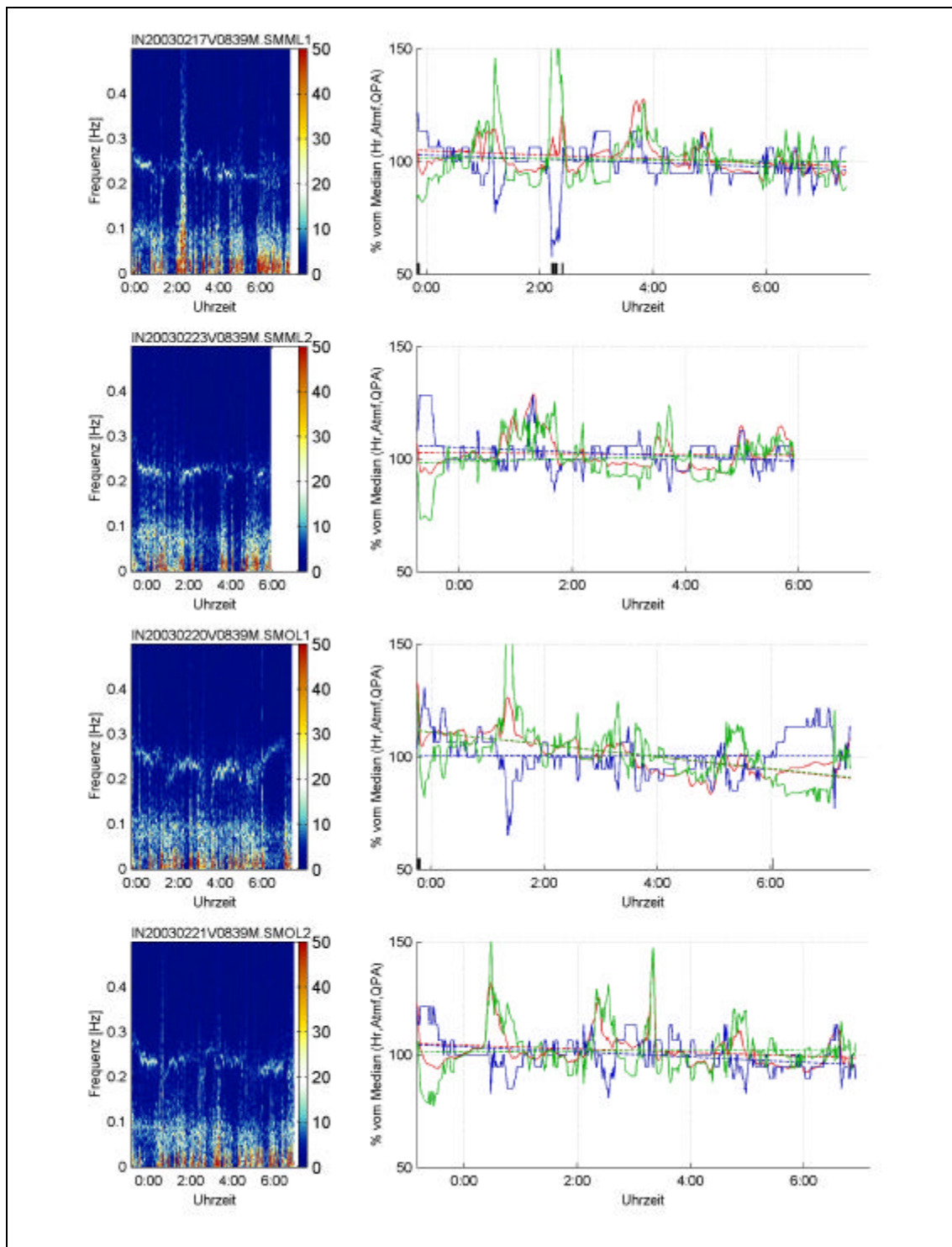


Abb.5.17: Einzelfalldarstellung der Schlafmessung mit Lüftung (SMML) und ohne Lüftung (SMOL) für V08: (rot – Herzfrequenz, blau – Atemfrequenz, grün – QPA)

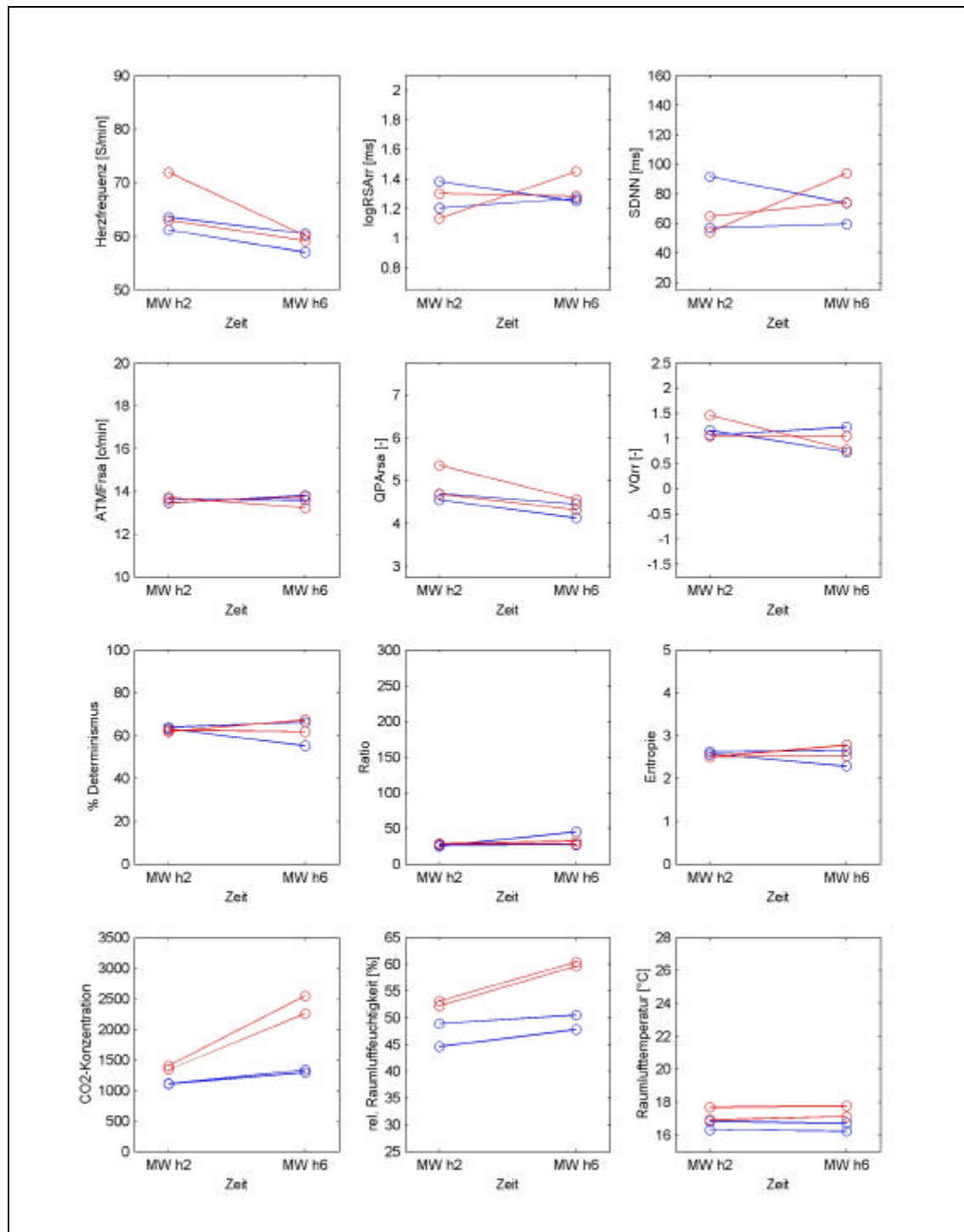


Abb.5.18: Einzelfalldarstellung für Versuchsperson VP08: Darstellung der 1h-Mittelwerte aller ausgewerteten HRV-Parameter, Recurrence-Plots-Parameter und Raumklimaparameter von Schlafstunde 2 und Schlafstunde 6 (rot – Schlafmessung ohne Lüftung, blau – Schlafmessung mit Lüftung).

Die Einzelfalldarstellungen von VP08 zeigen, dass die Herzfrequenz unabhängig von der Versuchsbedingung (mit und ohne Lüftung) im Schlafverlauf sinkt und sich auf etwa dasselbe Niveau nach 6 Stunden einstellt. Die verschiedenen HRV-Parameter als auch die Recurrence-Plots-Parameter zeigen sowohl für die Messungen mit Schlafräumlüftung als auch für die Messungen ohne Lüftung kaum unterschiedliches Verhalten, die Versuchsperson findet in jeder der untersuchten Schlafräumbedingungen vergleichbar gute Nachterholung.

Die Messungen der drei gezeigten Versuchspersonen lassen keine eindeutige Schlussfolgerung für mögliche Auswirkungen unterschiedlicher Schlafräumlüftungssituationen auf die Schlafqualität und den Erholungswert des Schlafes zu. Die Versuchspersonen zeigen unterschiedliche Reaktionen des autonomen Nervensystems auf vergleichbare Schlafsituationen, die EKG-Strukturanalyse reicht nicht aus, um den Schlaf eindeutig zu untersuchen.

### 5.2.2 Fragebögen zur Schlafqualität und zur Raumluftqualität im Schlafräum

Unmittelbar nach dem Aufwachen war von den Versuchspersonen zunächst ein Fragebogen zur Beurteilung der Raumluftqualität und anschließend ein Schlaffragebogen zur subjektiven Beurteilung der Schlafqualität auszufüllen.

#### 5.2.2.1 Beurteilung der Schlafqualität und der Befindlichkeit vor und nach dem Schlaf

Vor der ersten Schlafmessung wurde von den VersuchsteilnehmerInnen durch den CIPS-Schlaffragebogen B die Schlafqualität der letzten zwei Wochen eingestuft. Diese Beurteilung ist eine wichtige Vergleichsgröße für die Einstufung des Schlafes während der Schlafuntersuchungen.

Der CIPS-Schlaffragebogen A wurde zur Beurteilung des Schlafes der jeweils vergangenen Nacht herangezogen.

Die folgenden Abbildungen (Abb.5.19 – Abb.5.21) zeigen die Auswertung des Schlaffragebogens hinsichtlich der Schlafqualität, der Schlaferholung und der Befindlichkeit vor dem Schlaf. Die Faktorenwerte der Beurteilung werden auf einer Skala von 1 bis 5 abgebildet, 1 stellt die schlechteste Einstufung, 5 die beste Einstufung dar. Die blauen Balken repräsentieren die Beurteilung von Schlaf in belüftetem Schlafräum, die roten Balken entsprechend den Schlaf in unbelüftetem Schlafräum. Die hinterlegten grauen Balken stellen die Schlafbeurteilung des Schlafes vor Beginn der Schlafuntersuchungen dar.

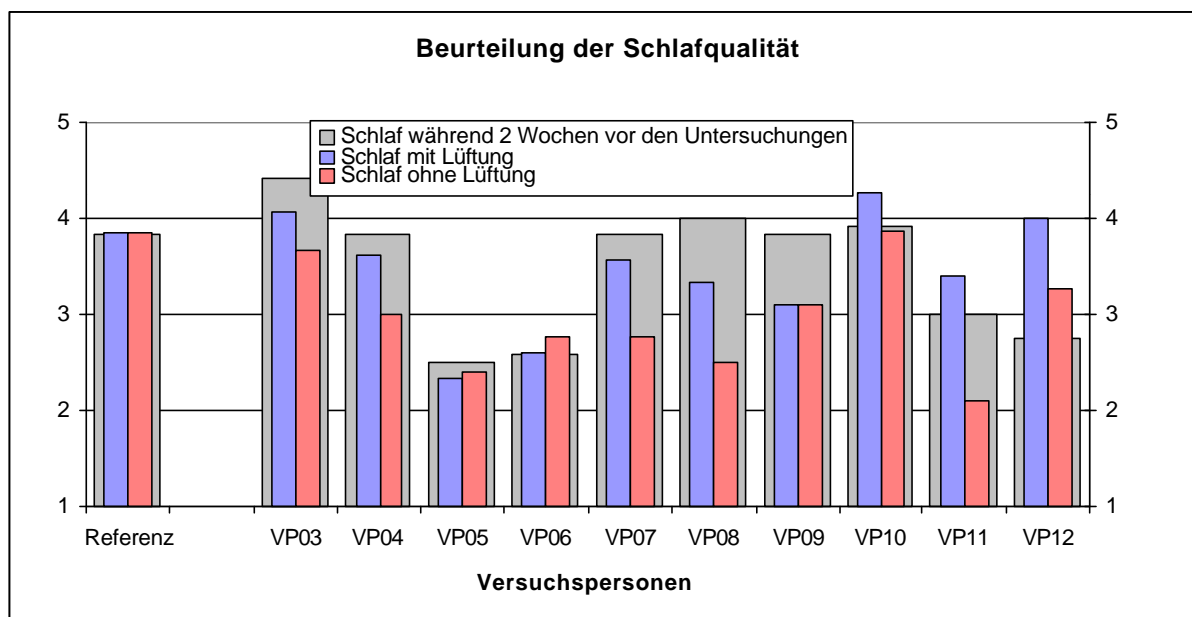


Abb.5.19: Beurteilung der Schlafqualität anhand der standardisierten Schlaffragebögen CIPS SF-A und SF-B;

Gibt es keine graue Balken, so konnte der Fragebogen B aufgrund unvollständiger Beantwortung nicht ausgewertet werden. Neben den Beurteilungen der einzelnen Versuchspersonen ist auch der Referenzwert für die Beurteilungen dargestellt, der aus der Einstufung von 120 gesunden Probanden ermittelt wurde.

Die Abbildung 5.19 zeigt vor allem für die Versuchspersonen VP05 und VP06 als auch für VP11 und VP12 eher schlechte Schlafqualität in den Referenzschlafnächten vor Beginn der Schlafuntersuchungen. Besondere Beachtung sollten den Versuchspersonen VP04, VP07 und VP08 (siehe Einzelfalldarstellungen der Schlafmessungen) geschenkt werden: Aus Abb.5.19 kann man entnehmen, dass die Beurteilungen der Schlafqualität während der Schlafuntersuchungen (blau, rot) gut vergleichbar mit der Beurteilung der Schlafqualität vor Beginn der Untersuchungen (grau) ausfallen und gleichzeitig auch vergleichbar mit den statistischen Referenzwerten gesunder Probanden (Referenz) sind.

Die Tatsache, dass in meisten Fällen die Schlafqualität in den Wochen vor den Untersuchungen besser eingestuft wird, ist dadurch zu erklären, dass es sich dabei um „ungestörten“ Schlaf handelte, während bei den Untersuchungen die ungewohnte Schlafsituation mit EKG-Messgerät vielfach als „gestörter Schlaf“ empfunden wurde.

Aus der Abbildung kann entnommen werden, dass die Schlafqualität mit Lüftung vor allem von den genannten Versuchspersonen (VP04, VP07 und VP08) deutlich besser eingestuft wird, als die Qualität des Schlafes in den Nächten ohne Schlafräumlüftung.

Die Diagramme Abb.5.20 und Abb.5.21 zeigen, dass die Versuchspersonen VP04, VP07 und VP08 das Gefühl des Erholtseins nach dem Schlaf (die Schlaferholung) nach Nächten in gut belüfteten Schlafräum höher einstufen, als nach Nächten ohne Schlafräumbelüftung.

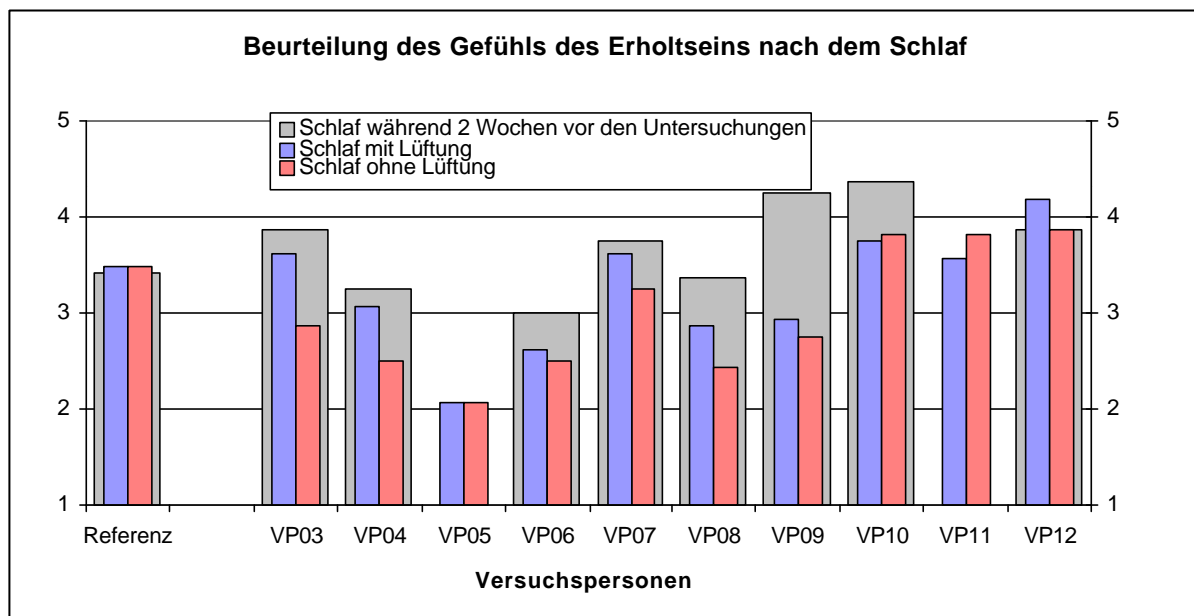


Abb.5.20: Beurteilung der Schlaferholung anhand der standardisierten Schlaffragebögen CIPS SF-A und SF-B;

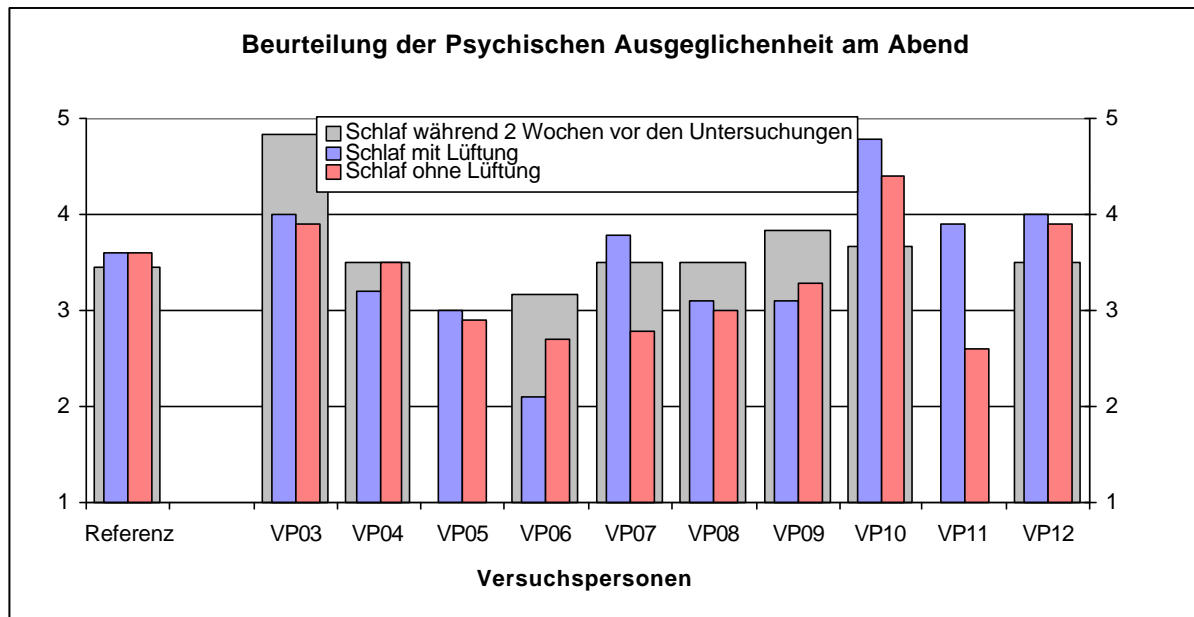


Abb.5.21: Beurteilung der psychische Ausgeglichenheit am Abend vor den Messungen anhand der standardisierten Schlaffragebögen CIPS SF-A und SF-B;

Während sich die psychische Ausgeglichenheit von VP04 und VP08 am Abend vor den Messungen für beide Lüftungssituationen auf vergleichbarem Niveau befindet, fällt diese Einstufung bei VP07 für die Messungen mit Lüftung besser aus. Dieser Umstand kann die Aussagen von VP07 zur Beurteilung der Schlafqualität und Schlaferholung relativieren.

Aus den psychologischen Befragungen lässt sich zusammenfassend ableiten, dass von den Versuchspersonen subjektiv die Schlafqualität und die Schlaferholung bei guter Schlafräumbelüftung besser beurteilt wird.

#### 5.2.2.2 Beurteilung der Raumluftqualität im Schlafraum

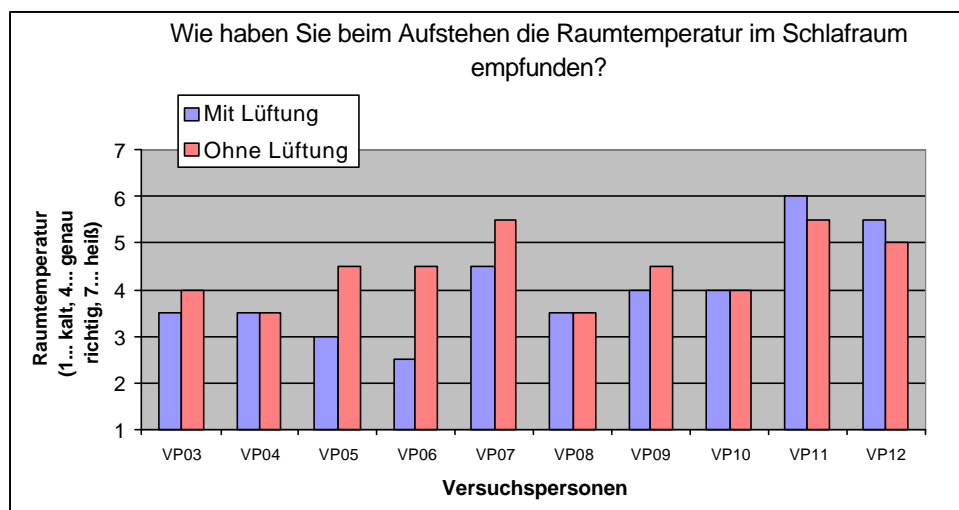


Abb.5.22: Beurteilung der Raumtemperatur

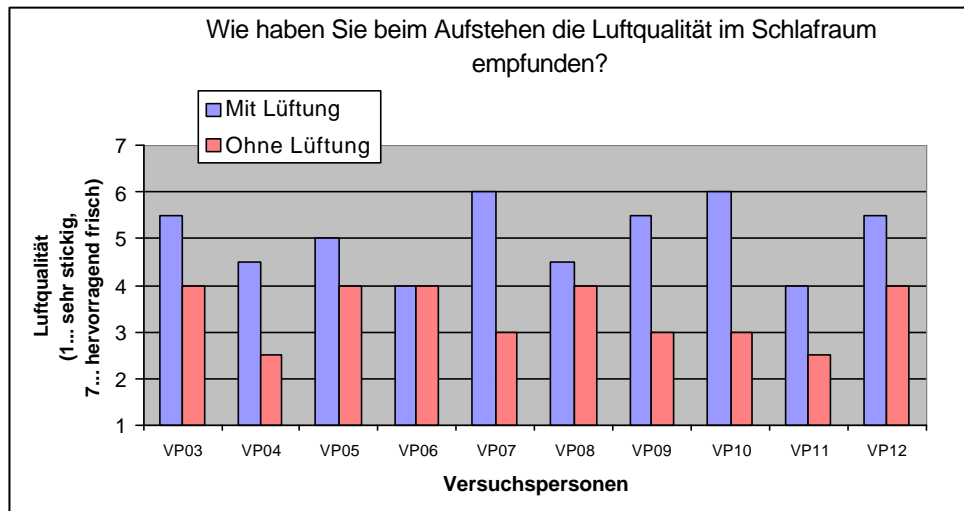


Abb.5.23: Beurteilung der Raumlufthqualität

Die Raumlufthqualität wurde, abgesehen von einer Versuchsperson, die keine unterschiedliche Luftqualität feststellte, von allen anderen VersuchsteilnehmerInnen bei Lüftungssituation besser beurteilt, als die Luftqualität im unbelüfteten Schlafraum. Bemerkenswert ist, dass die Luftqualität ohne Raumlüftung auch dann schlechter beurteilt, wenn die  $\text{CO}_2$ -Konzentration nicht wesentlich über 1000 ppm erreichte, jedenfalls aber über der Konzentration im belüfteten Schlafraum lag. Dies lässt sich dadurch erklären, dass schon bereits bei  $\text{CO}_2$ -Konzentrationen von 1000 ppm die Raumlufthqualität als nicht ausreichend empfunden wird. Es kommt bei dieser Beurteilung aber auch die Tatsache zu tragen, dass die Versuchspersonen die Versuchssituation (laufende oder abgestellte Lüftungsanlage) kennen. Der psychologische Effekt – „Lüftungsanlage läuft, daher muss die Raumlufth gut sein“ – „Lüftungsanlage läuft nicht, daher muss die Raumlufthqualität schlecht sein“ (unabhängig von der tatsächlich vorliegenden Raumlufthqualität) – schlägt sich sehr wahrscheinlich im Ergebnis dieser Bewertung nieder.

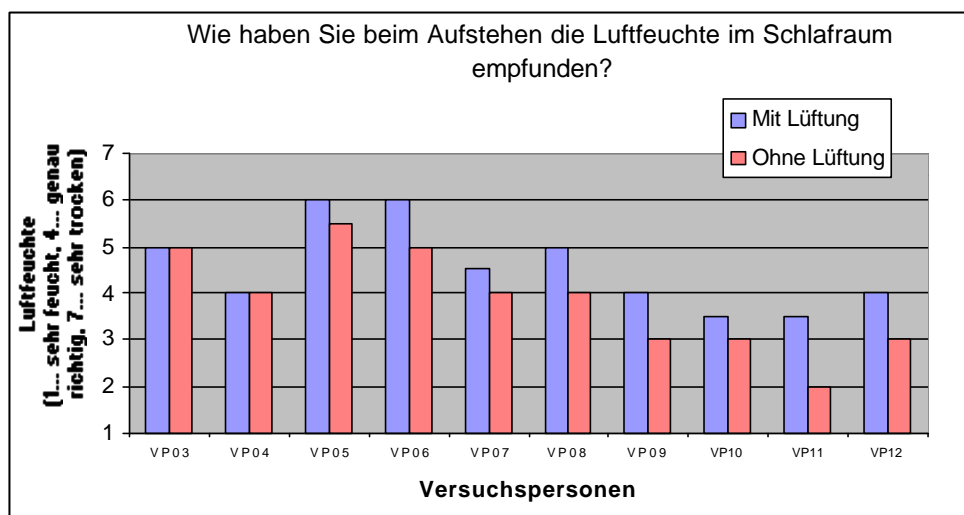


Abb.5.24: Beurteilung der Raumlufthfeuchte

Die Luftfeuchtigkeit im Schlafraum wurde in der Lüftungssituation zumeist trockener oder zumindest gleich wie die Luftfeuchtigkeit in der unbelüfteten Raumlufthsituation empfunden.

### 5.3 Focus Group Interview

[Dr. Renate Buber, Dr. Johannes Gadner]

Die Datenaufzeichnung der Diskussion erfolgte auf Tapes und Videos. Die Tonbänder wurden im Anschluß an das Focus Group Interview transkribiert und in Form eines Word-Dokuments für den Datenimport in QSR N6 vorbereitet [Fraser 2000], [Richards 2000].

Die Texte wurden anhand eines Auswertungsschemas (Tree Structure) und einer vorher festgelegten Kodierstrategie ausgewertet. Durch den Kodiervorgang können die Daten folgendermaßen analysiert werden:

1. thematische Systematisierung von Argumenten bzw. Einflussfaktoren nach inhaltlich relevanten Kriterien [Merkens 2000],
2. hierarchische Organisation der Ergebnisse nach thematisch relevanten Kriterien [Kelle 2000],
3. Vernetzung aller Antworten durch kriteriengeleitete Kodierung und Kategorienbildung [Mayring 2000],
4. umfassende Datenanalyse und Hypothesengenerierung durch ganzheitliche, „theoriegenerierende“ Darstellung der komplexen Vielfalt an Erfahrungen, Einstellungen, Bedürfnissen und Wünschen [Glaser 1967],
5. Darstellung der Ergebnisse in der Sprache der Befragten und computerunterstützte interaktive Abfragemöglichkeit [Kelle 2000],
6. Förderung des Verstehens komplexer Sachverhalte aus der höchst diversifizierten Perspektive von Betroffenen [Patton 1990].

QSR N6 erlaubt auch unterschiedliche Suchläufe zur Unterstützung einer Pattern-Analyse. Die verbalen Daten werden nach spezifischen Argumentationsmustern (patterns) durchsucht und nach inhaltlichen, forschungsrelevanten Kriterien systematisiert [Bazeley 2000]. Dabei wird vor allem auf die Muster der argumentativen Begründung von Erfahrungen der TeilnehmerInnen mit den untersuchten Konstrukten Rücksicht genommen. Durch Navigieren im verbalen Datenmaterial kann man den Argumentationsketten der Befragten folgen und sich einen Gesamtüberblick verschaffen.

Von den Ergebnissen wurden folgende Informationen erwartet:

- Auswirkungen unterschiedlicher Lüftungs- und Heizungssysteme in Passivhäusern auf die von PassivhausbewohnerInnen wahrgenommene Wohnqualität, den Wohnkomfort, das Wohlfühlen, die Behaglichkeit und die Gemütlichkeit. Diese Informationen sollten eine konkretisierende Beschreibung der untersuchten Konstrukte ermöglichen.
- Informationen, die für anwendungsorientierte Überlegungen zur Marketing-Planung sowohl für Hersteller als auch für beratende bzw. eine Kaufentscheidung beeinflussende Personen (z.B. opinion leader) umsetzbar sind.
- Auf der explorativen Untersuchung der Konstrukte Wohnqualität, Wohnkomfort, Wohlfühlen, Behaglichkeit und Gemütlichkeit basierende Entwicklung eines Strukturmodells zur Unterstützung der Marketingplanung – insbesondere der Kommunikationspolitik - der Anbieter.

### 5.3.1 Die identifizierten Konstrukte

Ein Ziel des Focus Group Interviews war es, herauszuarbeiten, was die teilnehmenden BewohnerInnen von Passivhäusern unter Behaglichkeit, Gemütlichkeit und Wohlfühlen verstehen und welche Rolle diese im Zusammenhang mit Wohnkomfort und Wohnqualität spielen.

In der Folge werden die vier Konstrukte

- Behaglichkeit,
- Komfort/Wohnkomfort,
- Gemütlichkeit und
- Wohlfühlen

unter Bezug auf die Daten aus dem Focus Group Interview beschrieben.

Vorweg sei gesagt, dass sich Behaglichkeit, Gemütlichkeit und Wohlfühlen für die teilnehmenden BewohnerInnen von Passivhäusern begrifflich nicht eindeutig voneinander abgrenzen lassen. Vielmehr sind alle drei Begriffe auf gewisse Weise miteinander verbunden. Wohlfühlen ist für die TeilnehmerInnen eine Folge aus Gemütlichkeit. Soziale Faktoren sind dabei ebenso relevant wie individuelle; äußere Faktoren spielen eine Rolle in Form von Einrichtungsgegenständen und häuslichen Objekten sowie Temperatur, Licht und Luftqualität. Die Faktoren, die das Wohlfühlen beeinflussen, sind für die TeilnehmerInnen auch in hohem Maße ausschlaggebend für den Wohnkomfort in Passivhäusern. Das sind Einrichtungsmaterialien und -gegenstände, Farben, Wärme, Licht bzw. Sonne, ausreichend Platz und ein Garten sowie vor allem die gute Luftqualität. Wohlfühlen und Wohnkomfort können demnach als Hauptargumente für Passivhäuser gesehen werden. Der Umwelt- und Energiespardanke ist dabei eher nebensächlich.

#### 5.3.1.1 Behaglichkeit

Der Begriff Behaglichkeit steht im Zentrum der gesamten Studie. Im Rahmen des Focus Group Interviews wurde daher versucht, die Bedeutung des Begriffs für die PassivhausbewohnerInnen selbst herauszuarbeiten.

In Abbildung 5.25 werden alle von den TeilnehmerInnen vorgebrachten Assoziationen mit dem Begriff Behaglichkeit dargestellt.

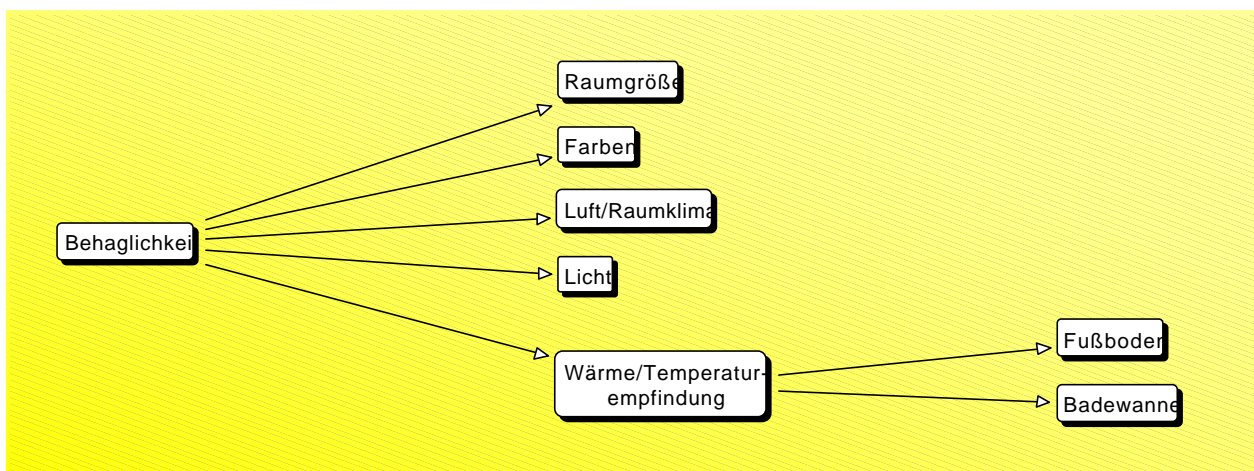


Abb.5.25: Konstrukt „Behaglichkeit“

Wie aus Abbildung 3 hervorgeht, subsumieren die TeilnehmerInnen unter dem Begriff Behaglichkeit in erster Linie äußere Faktoren wie große, offene, helle, lichtdurchflutete Räume, schöne, warme Farben,



eine individuell angemessene, angenehme Temperatur, Wärme, ein geheizter Ofen, bei dem das Feuer sichtbar ist und die richtige Luftfeuchtigkeit sowie die Luftqualität, die für die TeilnehmerInnen eine besonders wichtige Rolle spielt. Die Lüftungsanlage ist dabei ein zentrales Element, weil die Frischluftzufuhr vor lästigen Gerüchen schützt und ein behagliches Raumklima erzeugt.

„Ja und die Behaglichkeit, das Raumklima auch durch die Lüftungsanlage.“

[Transkript2\_N6 : 1677 - 1677 ]

„Es macht es einfach behaglicher, also es macht net des, wenn man am nächsten Tag jetzt ins Wohnzimmer kommt und es stinkt, Gott da stinkt es, da ist geraucht worden, oder ich weiß net, das Essen in der Küche ist noch da.“

[Transkript2\_N6 : 254 - 254 ]

Wesentlich für die TeilnehmerInnen ist dabei, dass die Behaglichkeit von äußeren Faktoren und Einflüssen abhängt. Wenn Raumtemperatur, Luftqualität und die gesamte Raumatmosphäre stimmen, dann führt das dazu, dass sich der Einzelne wohl fühlt. Dies hängt allerdings vom individuellen Empfinden ab, da jeder Mensch auf äußere Einflüsse anders reagiert.

„Behaglich haben wir gesagt, das sind Einflüsse, die nicht unbedingt von einem selbst abhängen. Das heißt jetzt ah eine gewisse Temperatur, a gewisses Licht, gewisse Beleuchtung, ist die Behaglichkeit, das offene Feuer zum Beispiel.“

[Transkript2\_N6 : 1099 - 1101 ]

„Behagliche Faktoren, die sind einfach da und was man dann daraus macht, ist jedem seine eigene Sache, ob es dann zum Wohlfühlen kommt.“

[Transkript2\_N6 : 861 - 861 ]

„Aber ich glaub, dass das wirklich individuell ist. Also, das, ich glaub net, dass es von objektiven Faktoren wie Licht und Wärme. Da reagiert jeder Mensch anders. Es hat jemand, jemand mag keine 25, oder 24 oder 23 Grad, sondern nur 18 Grad Raumtemperatur. Es gibt Leute, die mögen kein Licht, die hassen es, in Licht überfluteten Räumen zu wohnen, da kenn ich persönlich welche. Und die finden das total unbehaglich, in unserem Haus zu wohnen. Also i glaub, dass das sicher wirklich rein individuell ist.“

[Transkript2\_N6 : 1133 - 1140 ]

Die genannten Faktoren legen den Schluss nahe, dass Behaglichkeit vor allem im Winter einen wichtigen Stellenwert für die BewohnerInnen von Passivhäusern besitzt. Dabei hat vor allem ein (Pellets-)Ofen mit Sichtfenster oder ein offener Kamin eine zentrale Funktion. Die Möglichkeit, die Flammen zu sehen, steigert jedenfalls die Behaglichkeit.

„Behaglichkeit ist auch der Pelletsofen, wenn die Flammen prasseln. Und es ist draußen kalt.“

[Transkript2\_N6 : 755 - 758 ]

„In der Winterzeit ist das am Abend, wenn der Kleine vom Bad raufkommt und wenn wir vorm Fernsehen sitzen oder so, ist das immer eingeschaltet, und da sind die Flammen, die da lodern und es ist einfach gemütlich.“

[Transkript2\_N6 : 1657 - 1657 ]

„Im Winter ist es toll. Absolut, zu empfehlen.“

[Transkript2\_N6 : 277 - 278 ]

### 5.3.1.2 Wohnkomfort/Wohnqualität

In Abbildung 5.26 sind die Faktoren wiedergegeben, die aus Sicht der befragten BewohnerInnen für Wohnkomfort und Wohnqualität in Passivhäusern verantwortlich sind.

Wie aus der Abbildung 5.26 ersichtlich, spielen Einrichtungsmaterialien und -gegenstände, Farben, Wärme, Licht bzw. Sonne, Platz und Garten eine wesentliche Rolle für Wohnkomfort und Wohnqualität.

„Für mich ist die Materialqualität im Vordergrund. Also ein gewisse Materialehrlichkeit, also, dass Alu wie Alu aussieht und Holz wie Holz aussieht, dass die verschiedenen Holzarten ihren Charakter behalten. Das ist für mich wichtig.“

[Transkript2\_N6 : 164 - 169 ]

„Für mich spielen Farben eine extrem starke Rolle, nicht immer, das hab ich jetzt erst entdeckt, während dem Hausbauen. Und für mich ist Wohnkomfort, sich mit schönen Dingen zu umgeben. Also wenn ich da sitze und mir das anschau, dann gefällt mir das, also. Und das hat insofern auch mit Luxus zu tun, also wenn man sich das leisten kann, was einem gefällt, dann hat das mit Luxus zu tun.“

[Transkript2\_N6 : 147 - 150 ]

„Wenn die Wand hinter Ihnen maisgelb ist und die Sonne scheint da drauf und der ganze Raum erstrahlt in so einer warmen Farbe, dann hat das direkt etwas mit dem Gefühl zu tun.“

[Transkript2\_N6 : 159 - 159 ]

„Für mich ist das auch wichtig. Wärme, Licht, Farben.“

[Transkript2\_N6 : 145 - 146 ]

„Also ah, ausreichend Platz, Helligkeit, sonnendurchflutet.“

[Transkript2\_N6 : 134 - 134 ]

„Garten, natürlich ist der Garten wichtig. Das ist beim Haus ja schon dabei, drum wohn ich in einem Haus und nicht in einer Wohnung.“

[Transkript2\_N6 : 154 - 155 ]

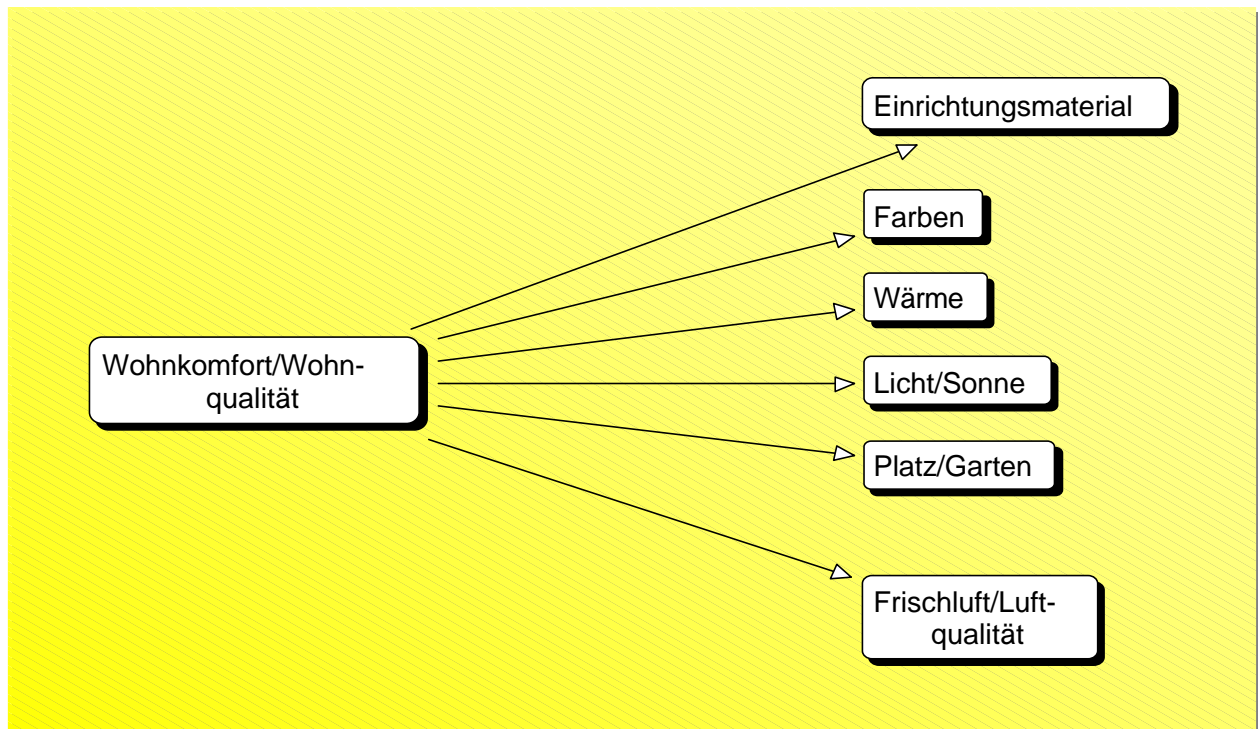


Abb.5.26: Konstrukt „Wohnkomfort/Wohnqualität“

Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass in gewisser Weise auch der Umweltgedanke für die Wohnqualität verantwortlich gemacht wird. Denn durch das Wohnen im Passivhaus kann man sich Luxus und Wohnkomfort mit dem Wissen, die Umwelt nicht zu sehr zu belasten, leisten. Allerdings wird der Umweltgedanke eher als angenehme Begleiterscheinung eines Passivhauses angesehen. Es ist also so, dass die Beruhigung des Gewissens noch zusätzlich dazu beiträgt, die Wohnqualität zu steigern.

„Für mich bedeutet es in erster Linie einmal genug Platz zu haben. Und ja einen Garten zu haben. Und bei meinem Hang zum Luxus die Umwelt nicht zu sehr belasten.“

[Transkript2\_N6 : 108 - 109 ]

„Die Wohnqualität hängt auch mit Luxus zusammen. [...] Luxus mit gutem Gewissen.“

[Transkript2\_N6 : 127 - 129 ]

Ein zentrales Argument ist jedoch die Frischluft bzw. die Luftqualität, die durch die Lüftungsanlage in Passivhäusern permanent gewährleistet ist. Die Lüftungsanlage kann damit als wesentlicher Faktor zur Gewährleistung des hohen Wohnkomforts definiert werden. Immer wieder wurde in der Diskussion darauf hingewiesen, dass die Lüftungsanlage nicht nur das zentrale Element eines Passivhauses ist, sondern auch dessen Komfortfaktor schlechthin.

„Also diese kontrollierte Wohnraumlüftung ist zum Komfortfaktor geworden.“

[Transkript2\_N6 : 264 - 264 ]

„Na, ich glaub die kontrollierte Wohnraumlüftung ist ein sehr wichtiges Argument, oder fast das Hauptargument, was man hat.“

[Transkript2\_N6 : 1673 - 1673 ]

### 5.3.1.3 Gemütlichkeit

Die Begriffe Behaglichkeit und Gemütlichkeit lassen sich nicht eindeutig voneinander abgrenzen. Vielmehr werden sie von den TeilnehmerInnen als überlappend, ja sogar als identisch angesehen.

Abbildung 5.27 gibt die genannten Assoziationen mit dem Begriff Gemütlichkeit wider.

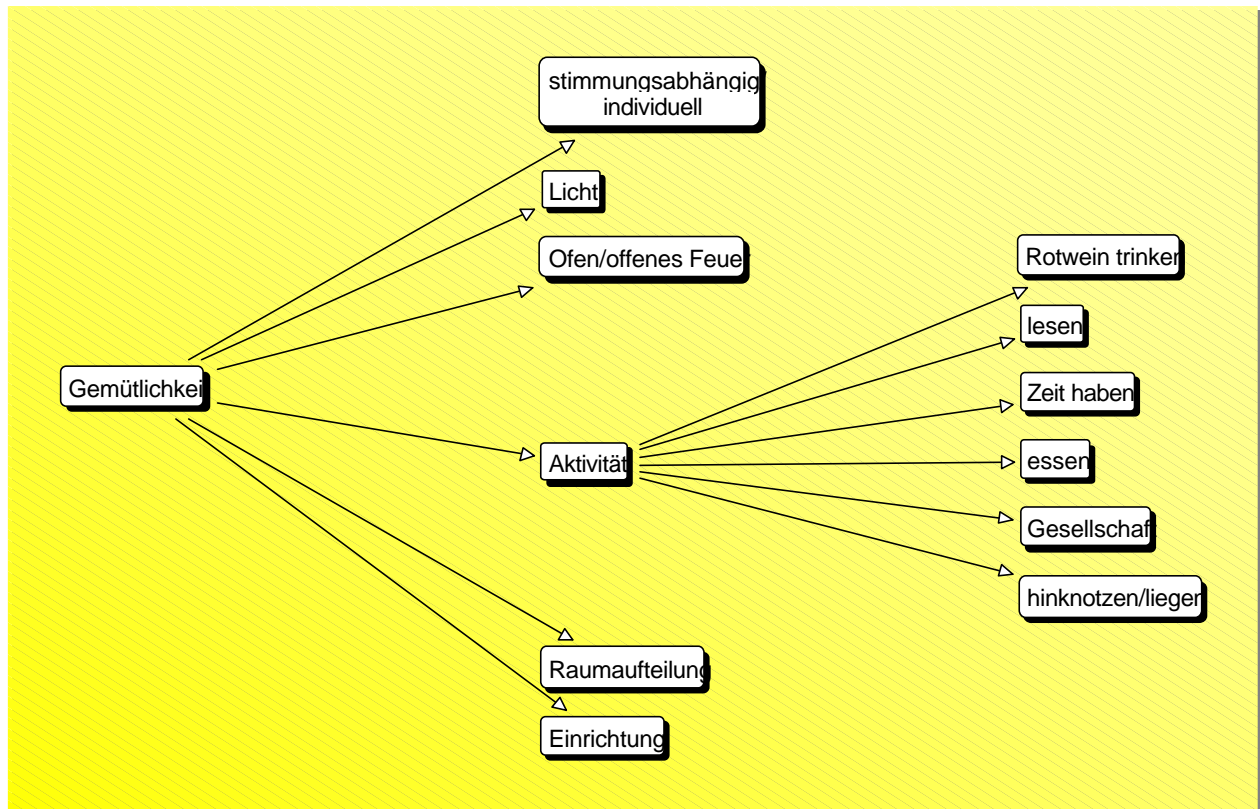


Abb.5.27: Konstrukt „Gemütlichkeit“

Mit Gemütlichkeit wird vor allem auch eine Aktivität assoziiert, wobei hier auf den sozialen Aspekt besonders hinzuweisen ist. Zwar kann man es unter den richtigen Rahmenbedingungen durchaus auch allein gemütlich haben – „Du setzt dich irgendwo hin und liest ein gutes Buch, das ist auch gemütlich.“ [Transkript2\_N6 : 773 - 774 ] – aber soziale Faktoren, wie im Falle des öfters als erstes mit dem Begriff Gemütlichkeit assoziierten Heurigen, dürften hier von vorrangiger Bedeutung sein.

„Bei Gemütlichkeit, glaub ich, assoziiert man immer auch, also ich z.B. Gesellschaft, Gemütlichkeit hat was mit Gesellschaft zu tun. Net nur mit Haus, sondern auch mit Gesellschaft. (Zustimmung der anderen) Gemütlichkeit, wir sofort, Heuriger, net?“

[Transkript2\_N6 : 988 - 991 ]

Allerdings wird auch hier der individuelle Aspekt stark hervorgehoben. So ist die Empfindung von Gemütlichkeit stark „von der persönlichen Stimmung abhängig“ [Transkript2\_N6 : 1027 - 1027 ]. Zusätzlich zu dem in diesem Zusammenhang sehr prominent vertretenen sozialen Aspekt werden aber auch andere externe Faktoren für das Gefühl von Gemütlichkeit verantwortlich gemacht. Eine „gemütliche“ Raumaufteilung etwa, „gemütliches“ Licht, ein gemütliches Sofa und andere Einrichtungsgegenstände, auf die man sich „hinknotzen“ kann, die richtige Beleuchtung, eine angemessene Raumtemperatur sowie ein Essen und ein Glas Rotwein tragen zur Gemütlichkeit bei.

Schließlich wird auch ein Ofen bzw. ein offenes Feuer als „Gemütlichkeitsfaktor“ [Transkript2\_N6 : 1657 - 1662 ] wahrgenommen.

„Ja, unserer war mehr, unsere Gemütlichkeit, als Wärme. Wir wollen, dass der Ofen optisch, im Winter, wenn es draußen kalt ist und dunkel und der Wind geht und wir sehen die Flammen und es ist nicht nur die Wärme.“

[Transkript2\_N6 : 1650 - 1650 ]

#### 5.3.1.4 Wohlfühlen

Wohlfühlen wird von den TeilnehmerInnen als Resultat äußerer Bedingungen, die den unter den Begriffen Behaglichkeit und Gemütlichkeit subsumierten entsprechen, definiert. Dazu zählen, wie in Abbildung 5.28 gezeigt, vor allem die Raumgröße, frische Luft, Licht, Wärme und Raumtemperatur, eine gewisse Ordnung sowie eine entsprechende Aktivität wie etwa Musik hören, ruhen, schöne Dinge ansehen, Gäste haben, wenig Hausarbeit oder barfuß gehen.

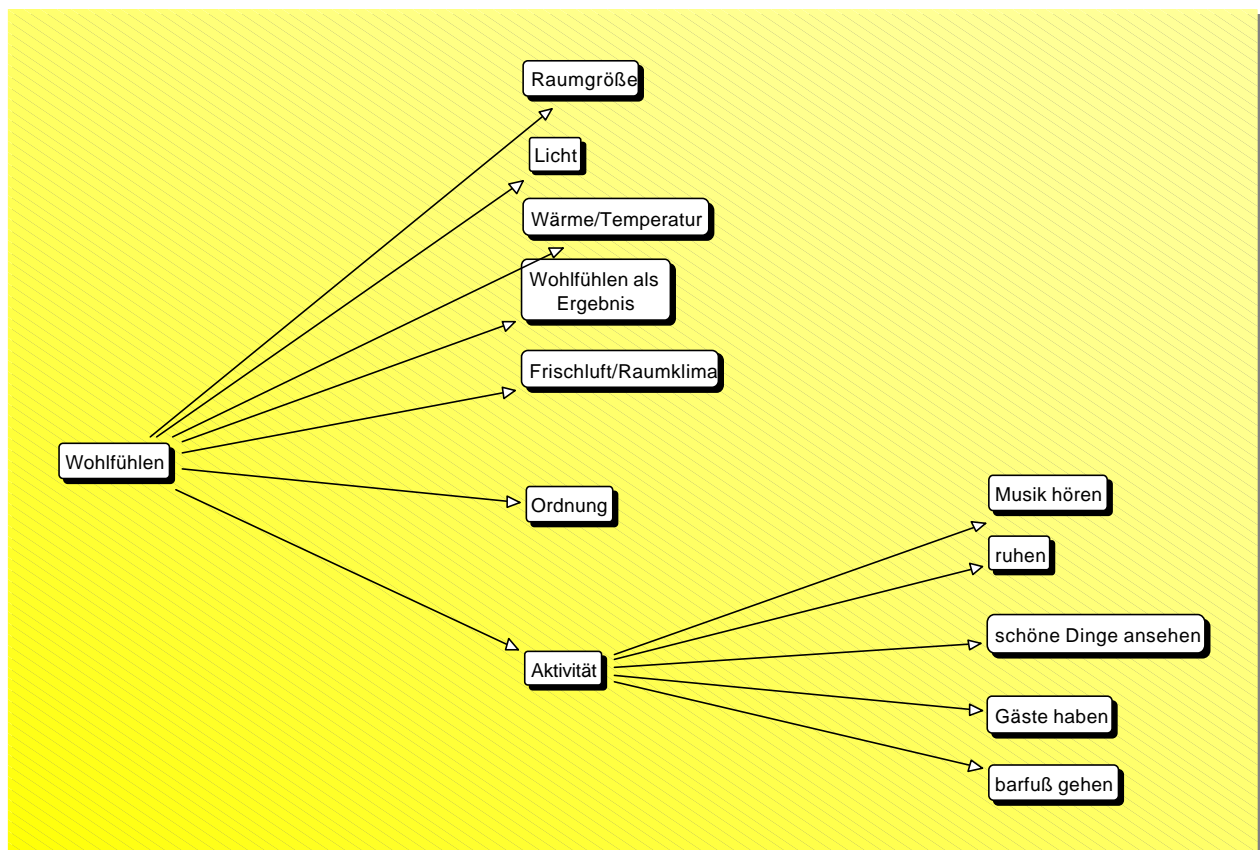


Abb.5.28: Konstrukt „Wohlfühlen“

Wohlfühlen ist somit das Ergebnis aus Behaglichkeit und Gemütlichkeit. Wenn es in einem Haus behaglich und gemütlich ist, dann fühlt man sich dort wohl.

„Das Wohlfühlen ist mehr das Endergebnis aus diesen zwei. Wenn es gemütlich ist und behaglich, dann fühlst dich wohl.“

[Transkript2\_N6 : 738 - 739 ]

„Wohlfühlen, sicher das ist irgendwie ist das ein bisschen so die Summe dieser beiden Sachen.“

[Transkript2\_N6 : 742 - 742 ]

„Das Wohlfühlen ist die Summe aus den beiden. Weil wenn es zwar gemütlich ist, aber es ist zu kalt und unbehaglich, dann wird man sich nicht wohlfühlen.“

[Transkript2\_N6 : 815 - 816 ]

„I kann es behaglich haben, aber net gemütlich und umgekehrt. Das Wohlfühlen trifft zu wenn beide Faktoren zutreffen zu dem Zeitpunkt und dann hab ich im Endeffekt das Wohlfühl-Erlebnis.“

[Transkript2\_N6 : 1091 - 1092 ]

Die äußeren Einflüsse auf den Einzelnen werden zwar auch hier als abhängig vom individuellen Empfinden angesehen, doch es herrschte Konsens unter den TeilnehmerInnen, dass die frische Luft bzw. die konstant gute Luftqualität ein wesentlicher Wohlfühlfaktor ist.

„Und das ist auch ein Wohlfühlfaktor, dass du immer genügend frische Luft hast, das früher, wenn du lüften hast müssen, damit du dich wieder wohlfühlst, oder wenn du irgendwo gesessen bist und dann immer aufmachen und alles.“

[Transkript2\_N6 : 252 - 252 ]

Das Wohlfühlen in einem Haus hat für die Befragten letztlich auch mit der für den Einzelnen optimalen Anordnung der Räume sowie mit deren Größe zu tun.

„Und es mag schon sein, also die Größe der Räume hat sicher was damit zu tun. Das hat was mit Behaglichkeit, Wohlfühlen zu tun. Mit Größe und nicht zu groß, auch ein Thema, also es soll nicht zu groß sein, es soll eine bestimmte Größe haben, aber nicht zu groß sein, weil sonst verliert man sich darin.“

[Transkript2\_N6 : 2862 - 2862 ]

#### 5.3.1.5 Strukturmodelle

Auf der Basis der Ergebnisse der Grundauswertung wurde versucht, nach Überlappungen und Unterschieden in den vier Konstrukte – Behaglichkeit, Wohnkomfort/-qualität, Gemütlichkeit, Wohlfühlen - beschreibenden Faktoren zu suchen (Abbildungen 5.29 –5.31).

Alle vier Konstrukte überschneiden sich bei den Faktoren

- Raumgröße/Platz/Garten,
- Licht/Sonne,
- Wärme/Temperatur.

Das heißt, die Befragten sind der Auffassung, dass diese drei Faktoren gleichermaßen einen direkten Einfluss auf die Behaglichkeit, den Wohnkomfort/-qualität, die Gemütlichkeit und das Wohlfühlen haben. Trotzdem gibt es zwischen den vier Konstrukten deutliche Unterschiede. Diese können in zwei Gruppen differenziert werden:

- (1) Behaglichkeit und Wohnkomfort und
- (2) Soziale Aktivität/Ichbezogene Aktivität.

Daraus ergaben sich folgende drei Schritte zur Entwicklung eines umfassenden Strukturmodelles:

- Schritt 1: Entwicklung des Strukturmodells „Behagliches Wohnen“

Es zeigte sich, dass fünf von sechs die Konstrukte Behaglichkeit und Wohnkomfort/-qualität beschreibenden Faktoren identisch sind, nämlich (1) Wärme/Temperatur, (2) Licht/Sonne, (3) Raumgröße/Platz/Garten, (4) Farben und (5) Frischluft/Luft/Luftqualität. Aus diesem Grund war es naheliegend, die beiden Konstrukte zum Konstrukt „Behagliches Wohnen“ zusammenzuführen.

- Schritt 2: Entwicklung des Strukturmodells „Wohlfühlen“

Bei der Analyse der Konstrukte Gemütlichkeit und Wohlfühlen zeigten sich Überschneidungen vor allem im Bereich der genannten Aktivitäten. Es zeigt sich, dass die sozialen Aktivitäten (Trinken, Essen, Heuriger, Gesellschaft, Gäste haben) einen direkten Einfluss auf die wahrgenommene Gemütlichkeit haben; die ich-bezogenen Aktivitäten (schöne Dinge ansehen, gutes Buch lesen, Musik hören, Ruhen) hingegen werden einerseits als beeinflussend auf die Gemütlichkeit und andererseits auf das Wohlfühlen genannt.

- Schritt 3: Strukturmodell „Wohlfühlen beim Wohnen“

Die PassivhausbewohnerInnen sehen im Prinzip behagliches Wohnen als Voraussetzung für Wohlfühlen. Dieser Zusammenhang wird im umfassenden Strukturmodell „Wohlfühlen beim Wohnen“ verdeutlicht.

In den folgenden Abbildungen 5.29, 5.30 und 5.31 werden die Modelle präsentiert.

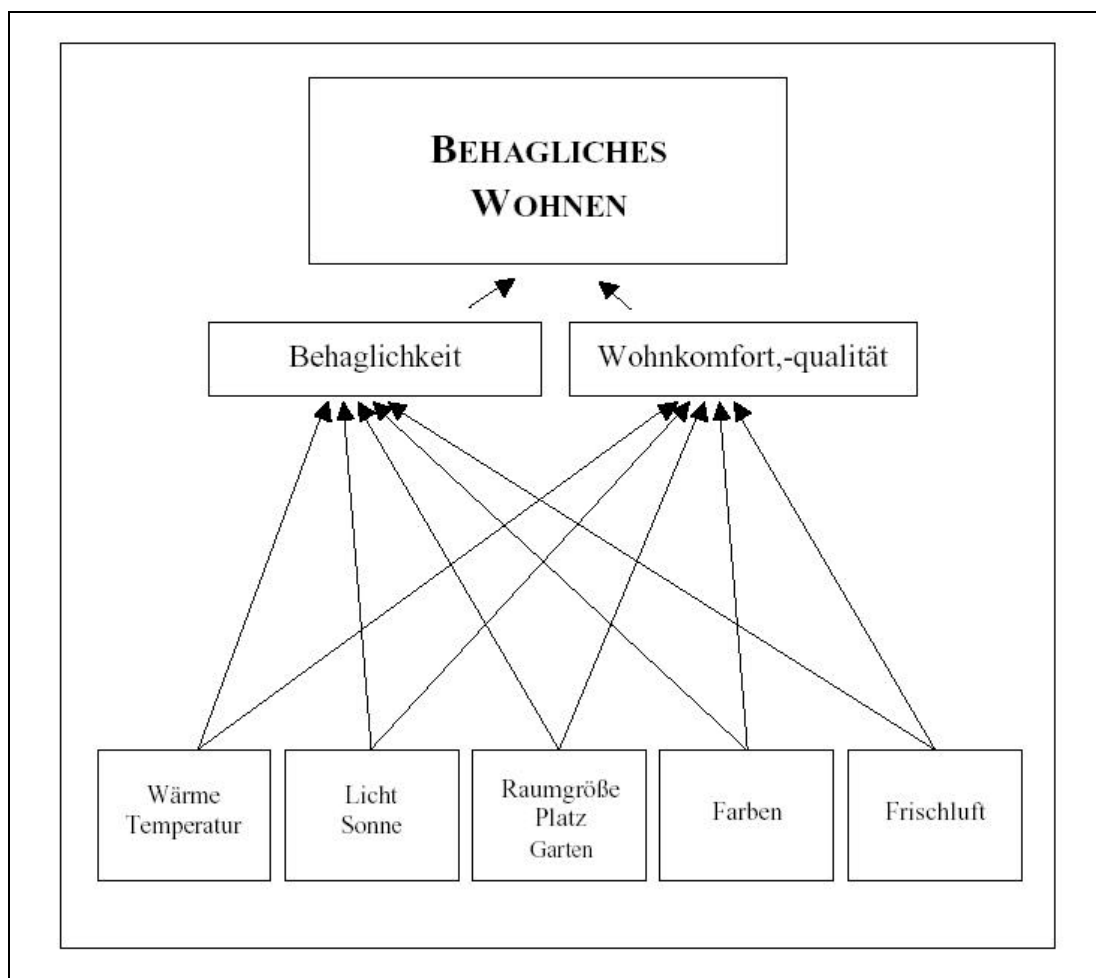


Abb.5.29: Strukturmodell „Behagliches Wohnen“

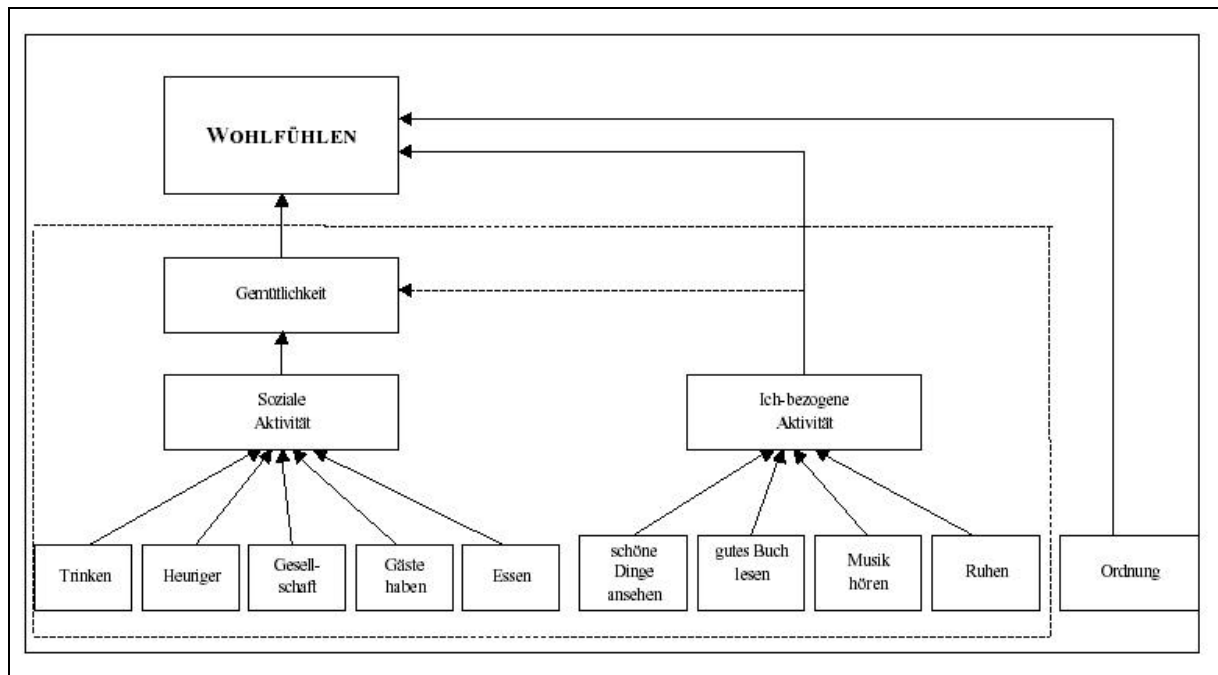


Abb.5.30: Strukturmodell „Wohlfühlen“

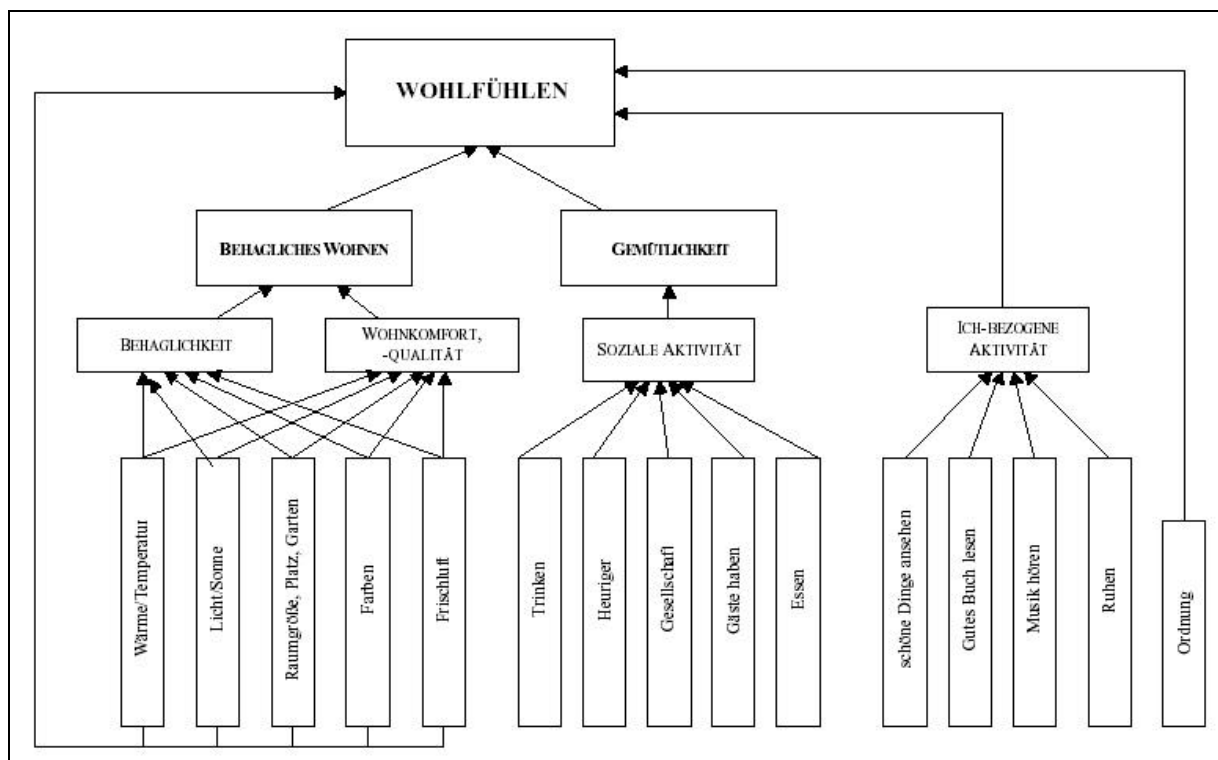


Abb.5.31: Strukturmodell „Wohlfühlen beim Wohnen“



### 5.3.2 Attributionstheoretische Überlegungen

Geht man der Frage nach, was die Befragten für das Vorhandensein von Behaglichkeit, Gemütlichkeit, Wohlfühlen und Wohnkomfort verantwortlich machen und gruppiert man diese Faktoren nach den Kategorien

- 1) Gegenstand/Objekt,
- 2) äußere Faktoren, die nicht als Gegenstände bezeichnet werden,
- 3) soziale Situation/Interaktion sowie
- 4) Ichbezogenheit,

so kommt man zu dem in Abbildung 5.32 dargestellten Ergebnis.

Aus Abbildung 5.32 ist ersichtlich, dass vor allem äußere Faktoren, die nicht als Gegenstände bezeichnet werden, sowie Gegenstände und Objekte von den teilnehmenden PassivhausbewohnerInnen als Wohlfühlkomponenten definiert werden. Zwar werden aus einem rein quantitativen Gesichtspunkt die Ich-bezogenen Aspekte insgesamt häufiger als alle anderen Faktoren genannt. Aber die Aussage, dass jeder Mensch individuell empfindet, kann in diesem Zusammenhang vernachlässigt werden. Wesentlich ist hier viel mehr die Erkenntnis, dass die von Rybczynski [Rybczynski 1991] skizzierte kulturgeschichtliche Entwicklung einer Koppelung des Wohlfühlens an externe, technische Gegebenheiten durchaus auf die TeilnehmerInnen der Focus Group anwendbar ist. Unter den acht genannten äußeren Faktoren, die nicht als Gegenstände bezeichnet werden, finden sich vier, die ausschließlich auf technischem Wege gewährleistet werden können: das angenehme Raumklima, die konstante Raumtemperatur, die angemessene Wärme und die ununterbrochene Zufuhr frischer Luft. Diese Faktoren sind allein das Resultat der Passivhausbauweise und allem voran der Lüftungsanlage. Aber auch der (Pellets-)Ofen bzw. ein offenes Feuer haben für die befragten BewohnerInnen von Passivhäusern einen wichtigen Stellenwert, der das Wohlfühlen steigert. Abbildung 5.33 zeigt zusammenfassend ein Strukturmodell zum Attributionstyp „Technische Ausstattung“.

Rybczynskis [Rybczynski 1991] einleitend vorgestellte These, dass die Erzeugung einer behaglichen Wohnatmosphäre in zunehmendem Maße auf technische Komponenten und deren Funktionen angewiesen ist, scheint durch die Interpretation des verbalen Datenmaterials bestätigt. Führen wir uns noch einmal die Aussagen zum Wohnkomfort vor Augen, so wird evident, dass Lüftungsanlage und Wohnkomfort für die TeilnehmerInnen Hand in Hand gehen. Die Lüftungsanlage sorgt für eine Raumatmosfera, in der sich die BewohnerInnen nach eigenen Angaben sehr wohl fühlen. Zusätzlich dazu sorgt ein (Pellets-)Ofen oder ein offenes Feuer – wichtig ist in diesem Zusammenhang für die Befragten jedenfalls die Sichtbarkeit der Flammen – für eine gemütliche Stimmung und eine behagliche Raumatmosfera. Der Effekt des Heizens durch den Ofen spielt zwar sicherlich auch eine Rolle, in bezug auf die untersuchten Konstrukte hat aber der Komfortfaktor mehr Gewicht. Wesentlich dabei ist, dass der Ofen auch ein Designerstück ist und damit zu einer Art ästhetischen Mittelpunkt des Hauses bzw. zu einem „Schaubjekt“ [Transkript2\_N6 : 1790 - 1800 ] wird.

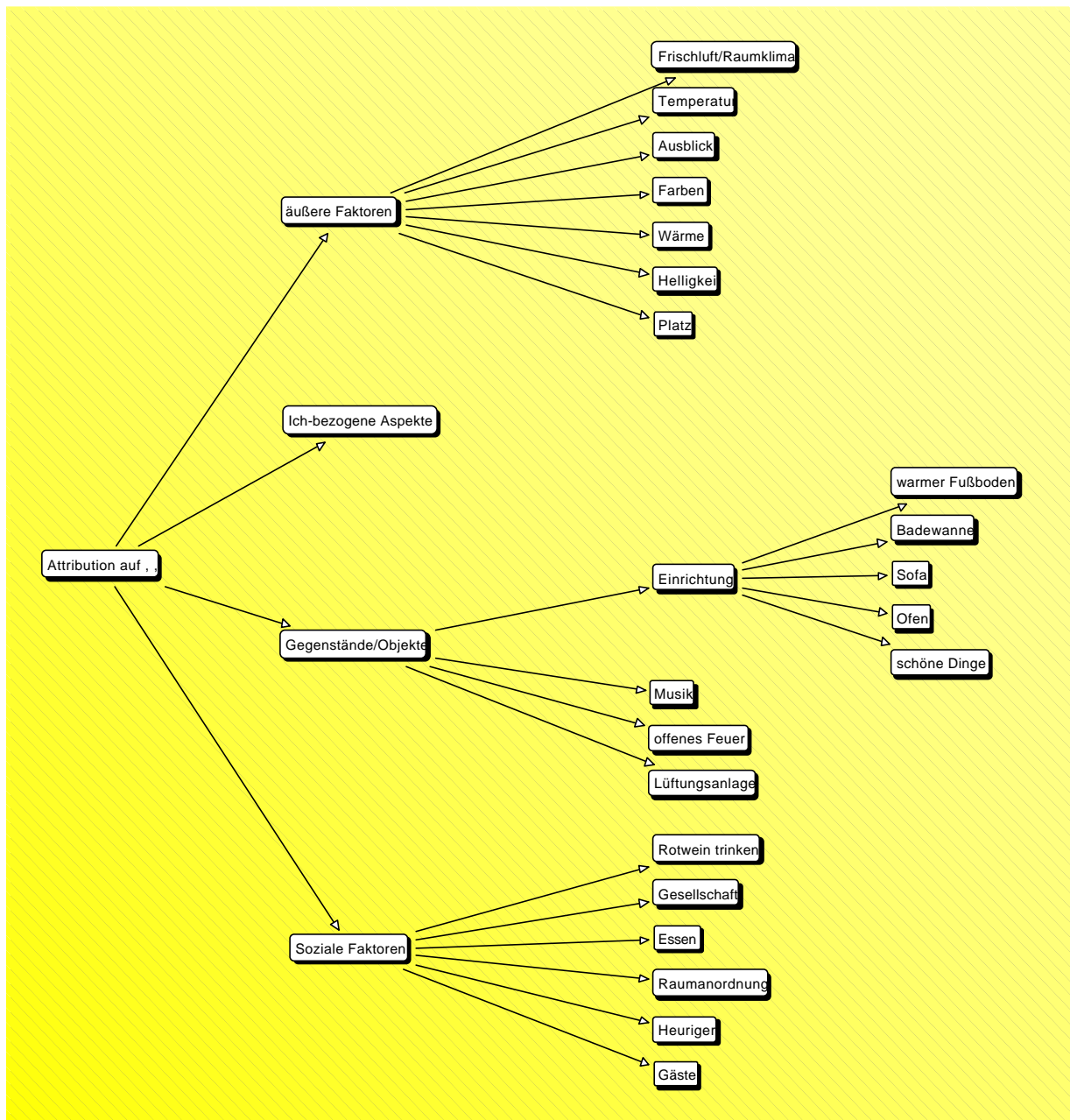


Abb.5.32: Einflussfaktoren auf Behaglichkeit, Gemütlichkeit, Wohlfühlen und Wohnkomfort aus attributionstheoretischer Sicht

Auch die Einrichtungsgegenstände erhärten die These Rybczynskis [Rybczynski 1991]: Das Sofa muss den individuellen Ansprüchen genügen, der automatisch anspringende (Pellets-)Ofen ist ein Designerstück, die schönen Dinge in der Wohnung werden als Luxus empfunden, weil man sie sich leisten kann. Ein warmer Fußboden ist natürlich nur über eine entsprechende technische Entwicklung realisierbar. All diese (Einrichtungs-)Gegenstände sind – wie Rybczynski ausführt – Voraussetzung für die vom Zeitgeist beeinflusste Lebensqualität. So beeinflusst der technische Standard tatsächlich das individuelle Wohlfühl. Das Fehlen dieses Standards würde zwangsläufig zu einer individuell empfundenen Verschlechterung des Wohnkomforts und der Lebensqualität führen.

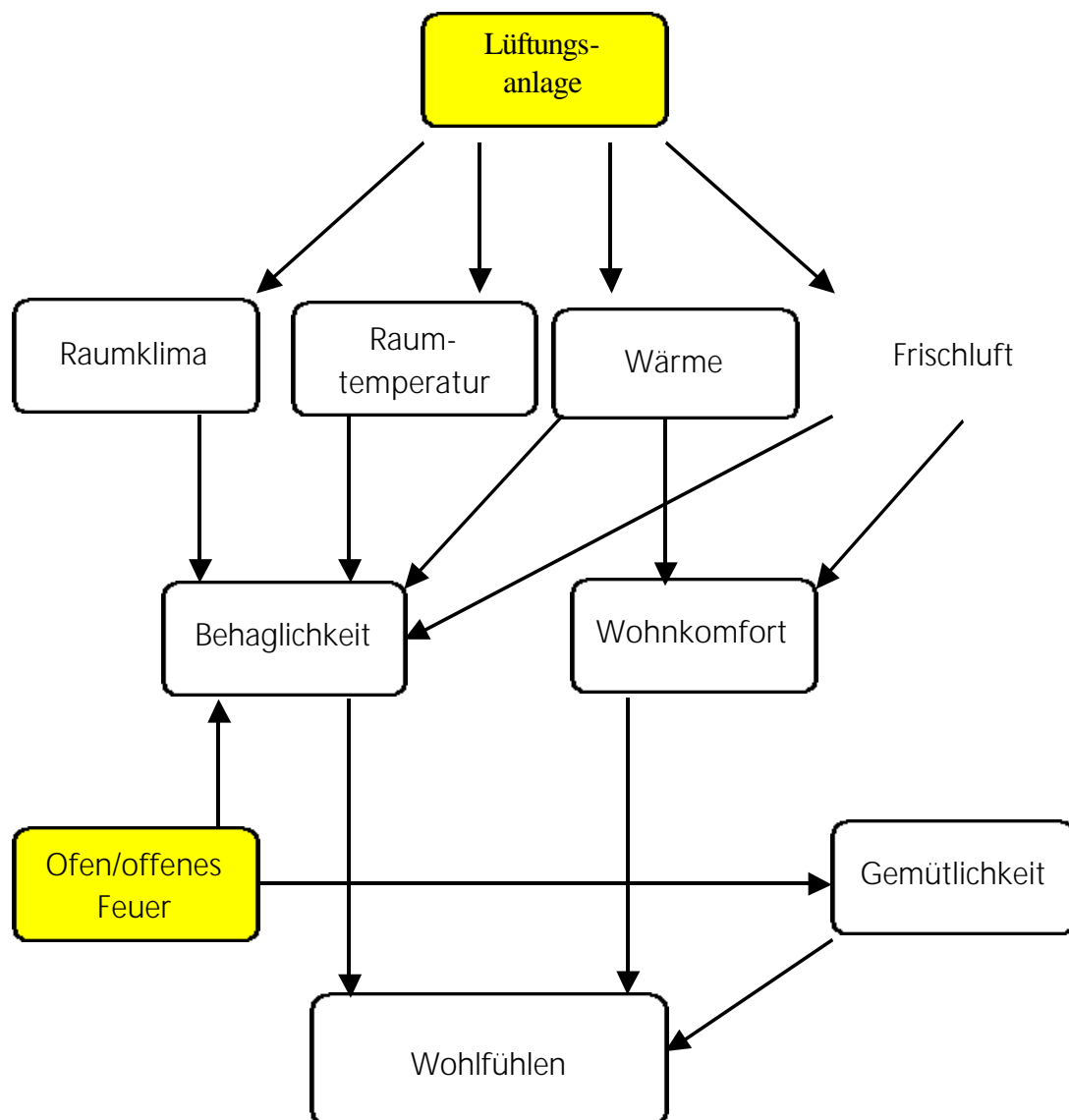


Abb.5.33: Attributionstyp „Technische Ausstattung“

Im Folgenden werden die in Abbildung 5.33 präsentierten „nodes“, die aus Sicht der befragten PassivhausbewohnerInnen für Wohnkomfort, Wohlfühlen, Behaglichkeit, etc. verantwortlich sind, exemplarisch mit Texten erläutert.

#### 5.3.2.1 Attributionstheoretische Überlegungen

Gegenstand/Objekt: Lüftungsanlage, offenes Feuer, Musik, Rotwein, Einrichtung [Ofen, Sofa, Badewanne, warmer Fußboden])

„Also was wir [...] vermutlich alle bei unseren Passivhäusern [...] merken, durch die kontrollierte Wohnraumlüftung ist die Frischluft schon wichtig.“

[Transkript2\_N6 : 249 - 250 ]

„Behaglichkeit ist auch der Pelletsofen, wenn die Flammen prasseln, offenes Feuer“.

[Transkript2\_N6 : 756 - 756 ]

„Zum Wohlfühlen gehört für mich unbedingt Musik“

[Transkript2\_N6 : 603 - 603 ]

„Zur Gemütlichkeit gehört ein guter Rotwein.“

[Transkript2\_N6 : 636 - 636 ]

„Und für mich ist Wohnkomfort, sich mit schönen Dingen zu umgeben.“

[Transkript2\_N6 : 148 - 150 ]

„Bei mir heißt Wohlfühlen, schöne Dinge anzusehen.“

[Transkript2\_N6 : 561 - 562 ]

„Da find ich z.B. einen Ofen, wenn es prasselt im Ofen.“

[Transkript2\_N6 : 427 - 429 ]

„Ein Ofen. Das gehört alles zur Behaglichkeit irgendwie.“

[Transkript2\_N6 : 755 - 757 ]

„Sofa ist für mich gemütlich.“

[Transkript2\_N6 : 452 - 452 ]

„Gemütlich wäre für mich, in einem weichen Ledersofa sitzen.“

[Transkript2\_N6 : 745 - 745 ]

„Ein warmes Bad ist behaglich, ein warmer Fußboden.“

[Transkript2\_N6 : 543 - 543 ]

Äußere Faktoren, die nicht als Gegenstände zu bezeichnen sind:

„Ja und die Behaglichkeit, das Raumklima auch durch die Lüftungsanlage.“

[Transkript2\_N6 : 1677 - 1677 ]

„Wohlfühlen hängt auch mit Temperatur zusammen.“

[Transkript2\_N6 : 414 - 414 ]

„Es muss nicht warm sein. Aber irgendwie angemessen halt. Aber dass die Temperatur zur Behaglichkeit was Wichtiges ist.“

[Transkript2\_N6 : 1195 - 1197 ]

„Ausblick, ist für uns sehr wichtig. Dass wir können, nicht nur auf die Terrasse sitzen, aber durch die Fenster bisschen anschauen, die Natur und es ist, ja, es ist wichtig.“

[Transkript2\_N6 : 260 - 262 ]

„Zur Gemütlichkeit würde die Farbgebung auch dazu gehören, also die.“

[Transkript2\_N6 : 823 - 823 ]

„Die Farbe glaub ich schon, dass auch für mich sehr wichtig ist, weil ah einfach ein großer Unterschied ist, ob etwas grau in grau, in kühlen grau-blau, kühlen Farben gehalten wird, oder ob eben diese eher warmen Farbtöne dominieren. Und mit der Sonneneinstrahlung ist das ganz eine weiche warme Farbe, das wirkt sich sicher auf das Befinden aus, auf die Behaglichkeit.“

[Transkript2\_N6 : 171 - 176 ]

„Für mich ist das auch wichtig. Wärme, Licht, Farben.“

[Transkript2\_N6 : 145 - 146 ]

„Also ah, ausreichend Platz, Helligkeit, sonnendurchflutet.“

[Transkript2\_N6 : 134 - 134 ]

„Das hat was mit Behaglichkeit, Wohlfühlen zu tun, mit Größe und nicht zu groß, auch ein Thema, also es soll nicht zu groß sein, es soll eine bestimmte Größe haben, aber nicht zu groß sein, weil sonst verliert man sich darin.“

[Transkript2\_N6 : 2862 - 2862 ]

„Und das ist auch irgendein Wohlfühlfaktor, dass du immer genügend frische Luft hast, das früher, wenn du lüften hast müssen, damit du dich wieder wohl fühlst, oder wenn du irgendwo gegessen bist und dann immer aufmachen und alles.“

[Transkript2\_N6 : 252 - 252 ]

Soziale Situation/Interaktion: Gäste, Heuriger, Raumanordnung, Essen, Gesellschaft)

„Wenn Besuch da ist und es wird geraucht, die Luft wird stickig und unangenehm, das ist natürlich auch ein Faktor, der jetzt sehr wichtig ist für uns, weil wenn die Gäste kommen und es wird geraucht und gekocht, das verschwindet alles innerhalb kürzester Zeit.“

[Transkript2\_N6 : 253 - 253 ]

„Wohlfühlen heißt, Gäste haben.“

[Transkript2\_N6 : 558 - 558 ]

„Also Gemütlichkeit, das ist ja, Heuriger.“

[Transkript2\_N6 : 375 - 375 ]

„Zur Gemütlichkeit gehört für mich auch die gesellige Anordnung. Das ist nicht jedermanns Sache, für mich schon.“

[Transkript2\_N6 : 490 - 491 ]

„Die gesellige Anordnung der Räume. Also wir haben ja relativ viele Gäste immer und ich wollte die Küche nicht abgetrennt haben. Weil da fühl ich mich dann immer so ausgeschlossen aus der Runde. Also das gehört für mich auch zur Gemütlichkeit.“

[Transkript2\_N6 : 495 - 498 ]

„Zur Gemütlichkeit gehört für mich auch Essen.“

[Transkript2\_N6 : 618 - 618 ]

„Bei Gemütlichkeit glaub ich assoziiert man immer auch, also z.B. Gesellschaft, Gemütlichkeit hat was mit Gesellschaft zu tun. Net nur mit Haus, sondern auch mit Gesellschaft.“

[Transkript2\_N6 : 988 - 991 ]

Ichbezogenheit:

„Wobei die Gemütlichkeit [...], kann man sagen, Eigenempfinden [ist].“

[Transkript2\_N6 : 850 - 850 ]

„Behaglich hat auch was mit dem eigenen Empfinden zu tun.“

[Transkript2\_N6 : 868 - 868 ]

„Und was man dann daraus macht, ist jedem sein eigene Sache, ob es dann zum Wohlfühlen kommt.“

[Transkript2\_N6 : 861 - 861 ]

### 5.3.2.2 Häufigkeiten der Attributionen

Wie aus Tabelle 5.1 ersichtlich, werden – abgesehen von den Ich-bezogenen, individuellen Faktoren – vor allem äußere Faktoren und Gegenstände/Objekte für die Behaglichkeit verantwortlich gemacht.

	Soziale Faktoren	Gegenstände/ Objekte	Ich-bezogene Faktoren	Äußere Faktoren
Faktoren für Behaglichkeit	0	13	39	23

Tabelle 5.1: Anzahl der kodierten Texteinheiten für Einflußfaktoren auf Behaglichkeit

Tabelle 5.2 zeigt, dass in Zusammenhang mit der Gemütlichkeit Gegenstände/Objekte ebenso häufig genannt und kodiert wurden wie äußere Faktoren. Auffällig ist hier, dass die sozialen Faktoren eine bedeutende Rolle für die Gemütlichkeit sind. Doch auch in diesem Kontext sind wiederum vor allem die Ich-bezogenen Faktoren prominent.

	Soziale Faktoren	Gegenstände/ Objekte	Ich-bezogene Faktoren	Äußere Faktoren
Faktoren für Gemütlichkeit	18	18	35	19

Tabelle 5.2: Anzahl der kodierten Texteinheiten für Faktoren für Gemütlichkeit

In puncto Wohlfühlen bestätigt Tabelle 5.3 den Trend, dass die individuellen, Ich-bezogenen Faktoren ausschlaggebend sind. Wichtig sind hier auch die äußeren Faktoren sowie Gegenstände/Objekte.

	Soziale Faktoren	Gegenstände/ Objekte	Ich-bezogene Faktoren	Äußere Faktoren
Faktoren für Wohlfühlen	0	13	39	23

Tabelle 5.3: Anzahl der kodierten Texteinheiten für Faktoren für Wohlfühlen

### 5.3.3 Passivhaus-Technik

#### 5.3.3.1 Heizungssysteme

Ein wesentliches Anliegen der Studie war es, herauszuarbeiten, welche Auswirkungen unterschiedliche Heizungssysteme auf die Behaglichkeit und das Wohlfühlen der BewohnerInnen von Passivhäusern haben. Im Rahmen des Focus Group Interviews wurde daher auch erörtert, ob und wie die EigentümerInnen ihre Passivhäuser heizen. Einer der TeilnehmerInnen stellte die Frage, ob wirklich eines der Häuser von Anwesenden ohne Heizung auskomme. Die Diskussion zeigte, dass jedes Haus der TeilnehmerInnen zumindest eine Form von Zusatzheizung benötigt.

Abbildung 5.34 zeigt, welche Gründe für die Verwendung einer Zusatzheizung (Pelletsofen, Wandheizung) oder eines Elektrostrahler genannt werden.

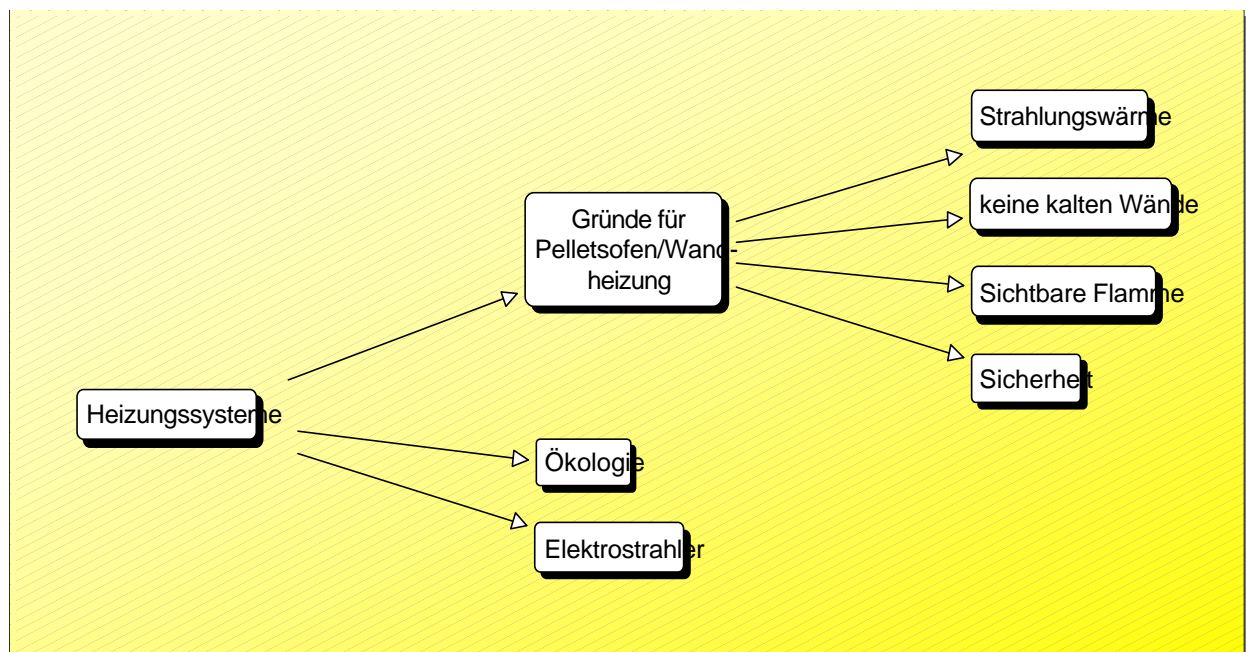


Abb.5.34: Motive für den Einbau von Heizungssystemen

Die TeilnehmerInnen waren sich einig, dass es grundsätzlich nicht möglich ist, das Haus ausschließlich über die Lüftungsanlage zu heizen. Zumindest wollte niemand riskieren, keine Zusatzheizung einzubauen. Vor allem in extrem kalten Wintern kann die Lüftungsanlage allein keine ausreichende Raumtemperatur gewährleisten. Daher waren vor allem der Sicherheitsgedanke und die Angst davor, womöglich im Nachhinein doch noch eine Heizung einbauen zu müssen, für den Einbau einer Zusatzheizung ausschlaggebend. So ist es möglich, „bis zu einem bestimmten Grad mit der Lüftung [zu heizen] und

sollte die Lüftung nicht mehr ausreichen wird dazugeheizt - über Wandheizung und über Pelletsofen“  
[Transkript2\_N6 : 2746 - 2747 ].

„Weil, das gibt mir Sicherheit, ich will eine Heizung haben.“

[Transkript2\_N6 : 1751 - 1751 ]

„Bei uns war es auch das Sicherheitsdenken.“

[Transkript2\_N6 : 2751 - 2751 ]

„Durch die großen Räume, die so offen sind, unsere Fenster sind auch nicht überdämmt, was ich so weiß, also, aber ich bin auch nicht so wirklich überzeugt davon. Mag sein, dass es sich ausgegangen wäre, aber ich will das gar net testen. Das ist mir der Ärger einfach, den ich dann, wo ich mich dann so ärgern müsst, da ich im Nachhinein einbauen müsste, das brauch ich gar net.“

[Transkript2\_N6 : 1737 - 1739 ]

„Ich will eine Heizung haben. Das sind bei einem Haus, solche Kosten, weiß ich net, das ist nicht der wahre Preis die Heizung da.“

[Transkript2\_N6 : 1744 - 1747 ]

Der Einbau einer Wandheizung wird damit argumentiert, dass es einerseits Strahlungswärme und andererseits keine kalte Außenwand gibt. Durch die Wärmedämmung ist auch dafür gesorgt, dass die Wand warm ist, wenn die Wandheizung nicht läuft. Dieses Gefühl der permanent Wärme abstrahlenden Außenwand wird als „sehr angenehm“ [Transkript2\_N6 : 1686 - 1686 ] empfunden. Vor allem die Tatsache, dass es durch diese Heizungsart kein Gefühl von kalten Stellen im gesamten Haus gibt, wurde als sehr positiv beschrieben. Diese durchgängige Wärme macht für die Befragten den Unterschied zu anderen Häusern aus: „Das macht das Wohnen im Passivhaus aus“ [Transkript2\_N6 : 1694 - 1696 ] und führt auch dazu, dass das gesamte Haus behaglich ist.

„Es gibt keinen Bereich, ah im Raum im Winter, den man eigentlich nicht nützen kann, weil man sagt, brr kalt, da muss ich wegrutschen, oder man kann sich nicht am Boden setzen. Es ist überall, wir haben das mal gemessen, die Oberflächentemperatur von der Wand, oder vom Fußboden liegt bei 18-19 Grad. Wenn es draußen -10 Grad hat, das ist egal. Und so kann z.B. ein Kind überall spielen. Ah, ob dort daneben das Fenster ist oder die Außenwand, ist egal. Man kann das nutzen, uneingeschränkt.“

[Transkript2\_N6 : 1698 - 1703 ]

Die Gründe für den Einbau eines (Pellets-)Ofens bzw. einer offenen Feuerstelle sind nicht primär wärme- und heizungstechnischer Natur, sondern dienen vor allem der Befriedigung der Bedürfnisse nach Behaglichkeit, Gemütlichkeit und Wohlfühlen. Das heisst, der Ofen wird zwar auch als – im Winter unbedingt notwendige – Wärmequelle zur Beheizung des Hauses verwendet, aber darüber hinaus besitzt er noch die zentrale Funktion, das Gefühl von Wärme und Geborgenheit zu vermitteln. Die Sichtbarkeit der Flammen ist dafür unabdingbar. Um das Haus zu heizen hätte es auch eine andere Form von Heizungssystem getan, aber der essentielle Zusatznutzen des (Pellets-)Ofens war ausschlaggebend für die



Wahl: „Sonst hätte [man] eine andere Lösung finden müssen, dass man zuheizen könnte“  
[Transkript2\_N6 : 1652 - 1653 ].

„Wir haben eben unsere kontrollierte Wohnraumlüftung, mit der wir normalerweise heizen und eben den Pelletsofen, der nur zusätzlich ist. Die Wahl der Zusatzheizung ist eben gegangen über das, dass wir die Flamme wollen im Wohnraum. Das war bei uns das Hauptargument. Weil wir haben vorher einen Kaminofen gehabt. Es war bei uns ein Genuss, wenn du nach Haus kommst und es draußen kalt ist, ein Herbsttag und du gehst rein und legst die Holzscheitl rein, und dann ist es warm und du siehst die Flammen. Also das war, wir wollten nicht einen Kachelofen, oder solche Sachen, das war für uns nie ein Thema. Es war immer „Flammen sehen wollen“, also das Lodern.“

[Transkript2\_N6 : 1774 - 1781 ]

„Jetzt kann ich Elektropaneele installieren, oder irgendwas anderes, ja als Überlegung, aber in Wirklichkeit war's, wir wollen die Flammen haben, es war klar, dass wir es irgendwann machen, haben uns die Kosten angeschaut, also ich mein die Dinger sind nicht billig. Wir haben dann so ein Ding reingestellt, weil es sich eben ausgegangen ist. So was kostet um die 65.000 ATS, so ein Pelletsofen zum Einbauen. Ja, und das ist es dann eben worden, und wir genießen es. Und es ist halt eines der Hauptpunkte, wenn du rein kommst, siehst du diesen Pelletsofen in der Ecke stehen. Jeder fragt, was ist das, was kann das, ist das ein normaler Kaminofen? Und dann, es war auch beim Test da, jeder wollte sehen wie das funktioniert. Und wie er sich dann selbst entzündet und alles. Also er ist ein Schauobjekt geworden. Ja, das ist von dem her, angenehm ja.“

[Transkript2\_N6 : 1790 - 1800 ]

Eine alternative Form von Zusatzheizung ist – auch für den gesamten Wohnbereich – ein Elektrostrahler, der von der Anlage automatisch eingeschaltet wird, wenn die vorprogrammierte Raumtemperatur unterschritten wird, weil sie durch die Lüftungsanlage allein nicht mehr gewährleistet werden kann. In Österreich sind die „kalten, sonnenlosen Tage“ [Transkript2\_N6 : 1625 - 1625 ], an denen diese Form von Zusatzheizung im Passivhaus nötig wird, extrem selten, so dass auch der Stromverbrauch nicht signifikant erhöht werden muss.

„Auch vom, jetzt halt vom Verbrauch ist das [der Elektrostrahler] net aufregend, obwohl es mit Strom ist, weil dann viele Leute sagen, jössers, zuerst baut er ein Passivhaus und dann heizt er mit Strom das ist ja ein Verbrechen. Aber das sind ein paar KW Strom, das ist wirklich ah egal, da braucht wahrscheinlich ein Wäschetrockner genauso viel Strom.“

[Transkript2\_N6 : 1804 - 1817 ]

Wesentlich ist in diesem Zusammenhang noch der Verweis auf die Tatsache, dass der ökologische Aspekt des Passivhauses und der Umweltschutzgedanke für keine/n der TeilnehmerInnen eine entscheidende Rolle spielte. Es gehe eher um das Gesamtkonzept des Passivhauses.

„Das Gesamtkonzept ja, aber es ist net Ökologie. Ich [...] fahr auch mit dem Auto, wir haben auch zwei Autos, und fahren fleißig damit. Das ist, es ist halt so. Ich fahr nicht mit dem Rad. Aber

ich sag jetzt, weil das mehr Energie kostet, weil ich das jetzt dazuheize, [...] ich könnte mir einen Pullover anziehen, das ist net mein Anliegen.“

[Transkript2\_N6 : 1583 - 1587 ]

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Art der Heizung aus Sicht der Befragten eindeutige Auswirkungen auf das Wohnklima und die Behaglichkeit eines Hauses und damit auf das Wohlfühlen seiner BewohnerInnen hat. Die TeilnehmerInnen wählten aus diesem Grund ihre Heizungssysteme ganz bewusst aus und ließen sich dabei nach eigenen Angaben stark vom Einfluss der Heizung auf die Raumatmosphäre leiten. Dies trifft ebenso für eine Wandheizung wie für einen (Pellets-)Ofen zu. Eine Wandheizung überzeugte die BewohnerInnen vor allem wegen der rundum von allen Wänden gleichermaßen wohlig abstrahlenden Wärme; ein (Pellets-)Ofen ist für die BewohnerInnen hauptsächlich wegen der durch die sichtbaren Flammen erzeugten behaglichen Atmosphäre ausgewählt worden.

### 5.3.4 Technische Probleme

Es wurden im Laufe des Focus Group Interviews einige Probleme der Passivhausbauweise evident, nämlich

- das Donnern der Pultdächer,
- die trockene Luft sowie
- die dadurch verursachte Staubproblematik.

Letztere betrifft allerdings nicht alle TeilnehmerInnen. Die trockene Luft bzw. die zu geringe Luftfeuchtigkeit, die durch die Lüftungsanlage erzeugt wird, stellt für die meisten TeilnehmerInnen ein Problem dar, weil es vor allem unangenehm ist. Abgesehen von der physischen Unbehaglichkeit, die dadurch erzeugt wird und der man durch gezieltes Befeuchten gegensteuern muss, führt es in einigen Fällen zu einer vermehrten Ansammlung von Staub. Dieses Phänomen gibt es allerdings in anderen Fällen überhaupt nicht; im Gegenteil berichten einige BewohnerInnen, dass es in ihren Häusern im Vergleich zu normalen Häusern überhaupt keine Staubbelastung gibt und der sogenannte „Lurch“ gar nicht existiere. Die im Folgenden wiedergegebene Diskussion veranschaulicht diese unterschiedlichen Erfahrungen.

„Ein großes Problem, das aufgetaucht ist, [...] ist die trockene Luft ah durch die Lüftungsanlage und die damit verbundene ah Staubbelastung, die speziell im Winter, wenn wirklich ausschließlich die Heizphase ist, ah damit auftritt. [...] Luftbefeuchtung ist eine Lösung. Alles andere sind eher so prophylaktische Mittel oder eher Placebos, was weiß ich, Bepflanzung. Das wirkt aber nicht wirklich.“

[Transkript2\_N6 : 2156 - 2163 ]

„Das versteh ich nicht, Staub, wieso ist da so viel Staub?“

[Transkript2\_N6 : 2165 - 2165 ]

„Na aufgrund der trockenen Luft wird der Staub, der vorhanden ist, auch aufgrund der Filterung etc. von der Luft nicht gebunden und lagert sich wesentlich leichter ab, wo Sie sagen, sie haben 40 % Luftfeuchtigkeit.“

[Transkript2\_N6 : 2167 - 2167 ]

„Das Problem hab ich nicht mit dem Staub.“

[Transkript2\_N6 : 2171 - 2171 ]

„Wir haben das auch nicht, also es fällt mir zumindest nicht auf.“

[Transkript2\_N6 : 2173 - 2173 ]

„In einem normalen Haus gibt es immer diesen Lurch, der sich in den Ecken sammelt, so was hab ich überhaupt nicht. Im ganzen Haus nicht.“

[Transkript2\_N6 : 2175 - 2177 ]

„Die Luftfeuchtigkeit ist bei uns auch nicht hoch.“

[Transkript2\_N6 : 2190 - 2190 ]

„Na, wir haben im Durchschnitt, speziell im Winter, unter 30 %.“

[Transkript2\_N6 : 2194 - 2194 ]

„In diesem Cefeus-Projekt waren 10-12 Projekte in Österreich verteilt und es gibt eben auch eine sehr dicke Broschüre drüber. Dieses Luftfeuchtigkeitsproblem taucht ja bei allen massiv auf. Es ist die Situation, dass die Luftfeuchtigkeit unter 30 % ist.“

[Transkript2\_N6 : 2200 - 2204 ]

„Die Austrocknung wird ja über den Luftstrom durchgeführt, den du ja immer wieder über den Austausch von Luft hast.“

[Transkript2\_N6 : 2226 - 2228 ]

„Wir haben jetzt gemessen zwischen 31 und 33 Prozent Luftfeuchtigkeit und i war überrascht, [...] dass der Wert so niedrig ist, weil i ma nie gedacht hätt, dass wir ein Problem haben mit der Luftfeuchtigkeit, mit der Trockenheit. Bis auf das, das ich überrascht war, dass der Schiffboden sich so bewegt hat.“

[Transkript2\_N6 : 2258 - 2260 ]

„Ich hätte mir erwartet, dass ich da schon massive Probleme haben müsste bei 30 % Luftfeuchtigkeit. Aber ah, mir hat das dann auch der XY erklärt, dass die Staubbelastung geringer ist durch die Lüftungsanlage als in einem normalen Haus, wo Zentralheizung, Heizkörper, die glühen, die haben 70 - 80 Grad, da wird der Staub aufgewirbelt und [...] das stellt eine Reizung dar für die Schleimhäute. Ich hab da überhaupt keine Probleme gehabt, also vom Empfinden her.“

[Transkript2\_N6 : 2268 - 2270 ]

„Na, ich hab auch keine Probleme, überhaupt keine. Aber es mag sein, dass das an mir liegt, meine Mutter z.B. hat damit sehr wohl Probleme. [...] Wir haben aber extra so einen Messer. Wie wir das mitgekriegt haben, dass da eben die Luftfeuchtigkeit relativ gering ist im Winter, haben wir ein Luftfeuchtigkeitsmessungsgerät aufgestellt und wir fallen nicht. Also bei der Mutti in der Wohnung, wo nicht gekocht wird, nie, die hat so an die 27 %, das ist für sie eindeutig zu niedrig,

sie spürt das. Und da haben wir im Moment so einen Befeuchter aufgestellt. Und sie bekommt dann einen Brunnen, weil er hübsch aussieht.“

[Transkript2\_N6 : 2274 - 2279 ]

„Allerdings fällt es uns auch auf 35 % oder so was, aber ich spür das gar nicht.“

[Transkript2\_N6 : 2286 - 2286 ]

„Na ich spür das schon auch. Ahm wir sind jetzt im ersten Jahr drinnen, wir sind vor Weihnachten, kurz vor Weihnachten eingezogen und es ist noch relativ viel Baufeuchte da, also wir sind auch auf 35 % gewesen. [...] Also ich bin gespannt, wie das dann nächstes Jahr sein wird. Also wenn es jetzt schon 35 % hat, dann kann ich mir das sehr gut vorstellen, dass das dann schlimm wird.“

[Transkript2\_N6 : 2288 - 2297 ]

„Also ich spür das gar nicht, nein.“

[Transkript2\_N6 : 2294 - 2294 ]

„Es war nicht so schlimm für mich. Also ich hab deswegen auch jetzt nicht irgendwelche Reizungen oder so und auch nicht unsere Kinder. Ah, also wir bringen das halt ein bisschen in Zusammenhang, [...] dass also dadurch wirklich Staub, also wir ersticken jetzt nicht im Staub, aber das ist ein Thema ah, das speziell auch meine Frau stört sag ich jetzt einmal. Und wir überlegen, was wir dagegen tun können. Es ist mehr, als wir geglaubt haben, oder es ist auch mehr da als man uns suggeriert hat, [...] dass durch die Lüftungsanlage, durch diesen Vorfilter und den Filter im Gerät selber ah überhaupt möglich ist.“

[Transkript2\_N6 : 2302 - 2307 ]

„Also Staub ist bei uns kein Thema.“

[Transkript2\_N6 : 2310 - 2310 ]

„Am Anfang, das war eine der größten Überraschungen für mich. Weil ich hab gedacht, dass wir wohnen in einer staubfreien Zone. Aber überall war dieser Lurch, überall.“

[Transkript2\_N6 : 2314 - 2317 ]

„Mir fällt es auch nicht auf. Meiner Frau fällt es auf.“

[Transkript2\_N6 : 2369 - 2370 ]

In Zusammenhang mit der geringen Luftfeuchtigkeit wird ein weiteres Problem erwähnt, das jedoch nur bei einem der TeilnehmerInnen zu größeren Überraschungen geführt hat. Offenbar führen die trockene Luft und der permanente Luftzug dazu, dass der Parkettboden austrocknet und anfälliger für die Bildung von großen Ritzen zwischen den einzelnen Brettern ist.

„Eine Überraschung war noch, wie sich Holz bewegen kann. Wir haben einen massiven Schiffboden, das heißt, einen Parkettboden, der nicht verleimt ist, sondern ein durchgehendes Stück Holz. Und der war angeblich ausreichend getrocknet vorher, aber trotzdem hat sich das

einfach, ja über den Winter jetzt, ich vermute auch einfach durch die Lüftungsanlage, hat sich das schneller ausgetrocknet. San teilweise ordentliche Spalten entstanden. Ah, das war doch eine Überraschung, dass das so viel ausmacht. Wobei das stört mich nicht, das jetzt sogar in, wenn man irgendwelche „Schöner Wohnen“ durchblättert, überall sieht man diese ah, schiffsblanken Böden mit so großen Spalten.“

[Transkript2\_N6 : 2104 - 2110 ]

Auch das Donnern der Pultdächer war für einige TeilnehmerInnen „äußerst unangenehm“ [Transkript2\_N6 : 2082 - 2087 ], eine „negative Überraschung“ [Transkript2\_N6 : 2090 - 2090 ] sowie „gewöhnungsbedürftig“ [Transkript2\_N6 : 2075 - 2078 ] und wurde als „sehr störend empfunden“ [Transkript2\_N6 : 2075 - 2078 ]. Teilweise waren die BewohnerInnen so verunsichert, dass sie der Meinung waren, das Donnern rühre von einem Sturm oder einem Gewitter her [Transkript2\_N6 : 2094 - 2094 ]. Nach Aussage der TeilnehmerInnen reicht bereits ein kleiner Windstoß, um die Blechdeckung des Pultdachs anzuheben bzw. runterzudrücken und dadurch ein gewaltiges Donnern zu verursachen. Dieses Problem konnte allerdings in allen Fällen durch den nachträglichen Aufbau einer Befestigung bzw. einer „Strukturmatte“ [Transkript2\_N6 : 1941 - 1941 ] oder auch durch Montage von „Schneefängerrohren“ [Transkript2\_N6 : 1924 – 1925] gelöst werden. Für die bessere Vermarktung der für die Passivhausbauweise typischen Pultdachformen sollte in Zukunft dieses Problem gleich beim Bau des Hauses gelöst werden.

Schliesslich verweisen die TeilnehmerInnen auch darauf, wie wichtig es ist, die Handwerker beim Bau des Hauses zu kontrollieren. Es ist allemal besser, die Zeit zur Kontrolle des Bauvorganges vorher zu investieren, als sich dann anschliessend mit Nachjustierungen plagen zu müssen, die bautechnisch vermeidbar gewesen wären. Bei einigen BewohnerInnen hat es z.B. Probleme mit nicht ausreichend luftdicht installierten Steckdosen gegeben, durch die dann Zugluft entstand. Andere hatten dasselbe Problem bei nicht ordentlich gesetzten und verspachtelten Türstürzen.

„Naja, eine Lehre, die ich da gezogen hab, oder, gekriegt hab, das war sicher, dass man keinen Elektriker unbeaufsichtigt ins Haus rein lassen soll beim Setzen der Steckdosen, weil die waren alle undicht bei mir. Und das war im nachhinein wahnsinnig viel Arbeit.“

[Transkript2\_N6 : 1994 - 1996 ]

„Also, die müssen ja luftdicht ausgeführt werden, damit sie zum Ziegel hin [...] absolut eingebettet sind in Gips oder Mörtel. [...] Sonst zieht es. Der Unterdruck, durch den Wärmeunterschied kommt die kalte Luft rein. Eine luftdichte Ebene braucht man.“

[Transkript2\_N6 : 2000 - 2007 ]

„Unsre Türstürze waren undicht. Die Türstürze waren nicht verspachtelt bevor die Türen montiert waren. Gott sei dank haben wir den Test vorher gemacht, sehr interessant, wie stark es da raus bläst aus dem Ziegel (lacht). Und das hab ich alles dann verschmiert, verspachtelt mit ahm Fliesenkleber.“

[Transkript2\_N6 : 2036 - 2038 ]

### 5.3.5 Geschlechterspezifische Überlegungen

Die technische Funktionsweise der Passivhäuser wurde von den teilnehmenden Frauen und Männern unterschiedlich beurteilt. Grundsätzlich läßt sich festhalten, dass die am Focus Group Interview teilnehmenden Frauen an den technischen Details sowie der genauen Funktionsweise des Passivhauses nicht sehr stark interessiert waren. Sie wollen vor allem, dass das System funktioniert. Im Folgenden sind einige Aussagen der in Passivhäusern lebenden Frauen wiedergegeben, die den Tenor der Frauen in der Focus Group gut zusammenfassen.

„Mich interessiert die Technik nicht.“

[Transkript2\_N6 : 1515 - 1515 ]

„Viele Leute fragen, na wie geht das? Und ich sage, ich frage den W. und er sagt, ja es ist so und so und so. [...] Es interessiert mich nicht, nur das Endprodukt.“

[Transkript2\_N6 : 1517 - 1521 ]

„Genau, nur das Endprodukt.“

[Transkript2\_N6 : 1523 - 1523 ]

„Ob der Wirkungsgrad jetzt 150 oder 180 % ist, ist mir egal.“

[Transkript2\_N6 : 1526 - 1527 ]

Aus Sicht der Männer wollen die Frauen zwar ungefähr wissen, wie das ganze System funktioniert; und sie wollen vor allem auch das Lüftungsgerät bedienen können. Aber das war es dann auch schon und weiter interessieren sie sich nicht. „Filter wechseln und solche Dinge sind meine Jobs“ [Transkript2\_N6 : 1533 - 1539 ]. „Ich bin schon der, der den Stromverbrauch regelmäßig kontrolliert und schaut, wieviel kWh haben wir jetzt in den letzten Wochen verbraucht. Das interessiert mich doch mehr“ [Transkript2\_N6 : 1541 - 1543 ].

Die männlichen Teilnehmer hingegen führten während des Focus Group Interviews mehrmals intensivere Diskussionen über Heizwerte, Energiekosten, Wirkungsgrade von Lüftungsanlagen, etc. Wie es scheint, sind diese Dinge für die Männer schon wichtig für die Entscheidung, sich ein Passivhaus anzuschaffen. Da wurde vorgerechnet, welche Wärmedämmung beim Einbau wieviel kostet und welche Auswirkungen das auf den Energieverbrauch hat. Diese Überlegungen sind sehr wichtig, denn „die Rechnungen müssen bezahlt werden [...], das ist vielleicht noch ein Argument“ [Transkript2\_N6 : 1479 - 1480 ]. Außerdem zahlen sich genaue Kalkulationen und Erkundigungen vor dem Kauf bzw. Bau eines Passivhauses langfristig aus.

„Ein Standard-Niedrigenergiehaus der Firma Elk/Hartl oder sonst irgendwas hat Heizkosten im Bereich von 10.000,--. Nur sind das Niedrigenergiehäuser ohne Lüftungsanlage, aber mit dichten Fenstern. Nach ein paar Jahren haben die den Schimmel in den Ecken“.

[Transkript2\_N6 : 1301 - 1302 ]

## 6 ERGEBNISSE

### 6.1 Ergebnisse und Schlussfolgerungen der Behaglichkeits- und Schlafuntersuchungen

[DI Dr. Bernhard Lipp, DI Dr. Gabriele Rohregger]

Die physiologischen Untersuchungen ergaben, dass die in den Passivhäusern untersuchten unterschiedlichen Heizungssituationen keine signifikante Änderung in der autonomen Thermoregulation der Versuchspersonen hervorrufen. Sowohl die reine Zuluftheizung als auch Flächenheizungssysteme (Wandheizung) oder Heizung durch Pelletszimmeröfen erreichten im Passivhaus eine Raumklimasituation, die von den Versuchspersonen sowohl subjektiv (erhoben durch Fragebögen) als auch in der objektiven physiologischen Messung als gleichwertig behaglich und den Kreislauf gleich beanspruchend eingestuft wurde. Die aus den Untersuchungen gefolgerte Aussage ist keine statistisch abgesicherte Aussage, da der Versuchsumfang der vorgenommenen Untersuchungen zu klein war. Sie ist als Hinweis, als Trend für die physiologische Wirkung von thermisch behaglichem Raumklima zu verstehen. Die physiologischen Messungen zeigen in einem Längsschnitt, dass die Methode, wie auch bei vorangegangenen Untersuchungen in ähnlichem Versuchsdesign (Kreislaufbelastung durch Orthostasetest) gezeigt werden konnte, für Behaglichkeitsuntersuchungen geeignet und richtungsstabil ist. Der Cold-Pressure-Test erwies sich hingegen für Behaglichkeitsuntersuchungen wenig geeignet.

Das Ergebnis der Untersuchungen gilt nur für das Passivhaus, das, bedingt durch die gute Wärmedämmung, relativ hohe Oberflächentemperaturen gewährleistet. Unabhängig davon, welches Heizsystem verwendet wird, muss damit in jedem Fall die individuelle Vorzugsraumtemperatur der BewohnerInnen erreicht werden können, auch wenn diese Temperatur 25°C betragen sollten. Das Lüftungsheizungssystem hat jedoch den Nachteil, dass sich die Luftmenge nicht unabhängig von der Heizleistung regulieren lässt. Dies kann zu trockener Luft führen, da man die Luftmenge im Winter – auf Grund der erforderlichen Heizlast – auch bei Abwesenheit von Personen nicht reduzieren kann. Weiters lässt sich raumweise Temperaturregelung bei der Zuluftheizung nur mit großem Aufwand realisieren. Für die Planung ist es absolut wichtig, die Kundenwünsche optimal zu erfüllen. Wenn die Planung und die genauen Berechnungen zeigen, dass die individuellen Vorzugstemperaturen auch mit der ausschließlicher Lüftungsnachheizung erreicht werden kann, der Wunsch der BauherrIn nach einem zusätzlichen Heizsystem aber bestehen bleibt, sollte diesem Wunsch nachgekommen werden.

Aus den Schlafuntersuchungen konnten aufgrund unzureichender CO<sub>2</sub>-Konzentrationen in den Schlafräumen vorerst keine Rückschlüsse auf die Auswirkung schlechter Raumluftqualität auf die Schlafqualität gezogen werden. Einzelbeispiele von jenen Untersuchungen, bei denen ein nachweisbarer Unterschied in den CO<sub>2</sub>-Konzentrationen vorlag, zeigten allerdings Unterschiede in der nächtlichen Erholung. Für differenziertere Aussagen und eindeutige Schlussfolgerungen auf mögliche Auswirkungen unterschiedlicher Schlafräumlüftungssituationen auf die Schlafqualität und den Erholungswert des Schlafes reicht die vorgenommene EKG-Strukturanalyse jedoch nicht aus.

Da aus den psychologischen Befragungen anhand von Schlaffragebögen jedoch eindeutig hervorgeht, dass von den Versuchspersonen subjektiv die Schlafqualität und die Schlaferholung bei guter Schlafräumbelüftung besser beurteilt wird, sollten weiterführende Untersuchungen angestellt werden.

Es ist denkbar, die Untersuchungen mit einem mobilen Schlaflabor vorzunehmen, um die Schlafqualität anhand der unterschiedlichen Schlafphasen genauer zu differenzieren: dadurch könnte die Schlafqualität in Abhängigkeit von Raumklima und Schadstoffen beurteilt werden.

Es sind diesbezüglich auch bereits erste Voruntersuchungen im Gange, die neben der Herzfrequenzvariabilität, aufgezeichnet wie in den präsentierten Untersuchungen mittels HeartMan, auch das EEG (Elektroenzephalogramm) - der Versuchspersonen im Schlaf aufzeichnen. Von der dadurch genaueren Untersuchung der unterschiedlichen Schlafphasen werden konkretere Aussagen zur Schlafqualität erwartet.

## 6.2 Ergebnisse des Focus Group Interviews und deren Marketingrelevanz

[Dr. Renate Buber, Dr. Johannes Gadner]

Die in der Focus Group geäußerten Erfahrungen mit dem Produkt Passivhaus sind alle als höchst marketingrelevant anzusehen. Die Ergebnisse drücken die persönlichen Erfahrungen mit Behaglichkeit, Gemütlichkeit, Wohnkomfort und Wohlfühlen sowie Ursachen von Akzeptanz und Abwehr der befragten Gruppe gegenüber den untersuchten Technologien aus.

Basierend auf den Ergebnissen der Grundauswertung wurden die Schwerpunkte zur umsetzungsbezogenen Auswertung festgelegt. Aufgrund der Gereiftheit der zur Diskussion stehenden Produkte, sowie des eher geringen Spielraumes bei distributionspolitischen (logistischen) Fragen wird vor allem die Kommunikationspolitik und die Kontrahierungspolitik angesprochen. Erstere umfasst gängigerweise Fragen der Werbung, des persönlichen Verkaufs und der Beratung, der Public Relations sowie der Verkaufsförderung (Promotion).

Abbildung 6.1 gibt einen Überblick über marketingrelevante Aussagen.

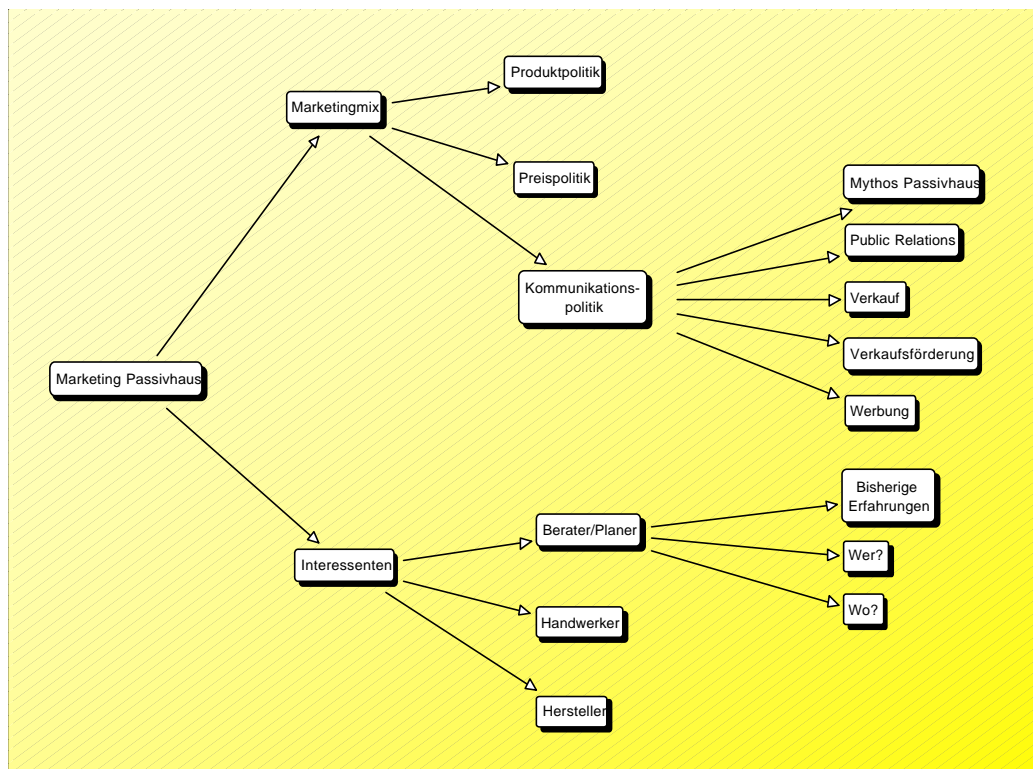


Abb.6.1: Marketingrelevante Aussagen



Um Verbesserungen zu erreichen wird auf einen Wechsel in der Marketingstrategie für Passivhäuser gesetzt, weg von der Vermarktung als „Häuser ohne Heizung“ hin zu Häusern, die „behagliches Wohnen“ und Wohlfühlen ermöglichen bzw. zu gesundheitsfördernden Häusern. Die Forschungsergebnisse unterstützen diesen Wechsel optimal, da die Resultate sehr „anschauliche Ergebnisse“ dafür liefern, die vor allem in der Entwicklung der Strukturmodelle „behagliches Wohnen“ und „Wohlfühlen“ sowie in dem umfassenden Modell „Wohlfühlen beim Wohnen“ ihren Ausdruck finden.

Zu den InteressentInnen für marketingrelevante Ergebnisse (siehe Abbildung 6.1, unten) sei in aller Kürze erwähnt, dass hier verstärkt BeraterInnen, PlanerInnen, Handwerker/Installateur und Hersteller in das gesamte Marketing – vor allem aber in den Kommunikationsprozess – mit einbezogen werden müssen. Nur wenn es gelingt, bei allen Beteiligten die Marketing-Strategie flächendeckend bewusst zu machen, wird es messbare Erfolge geben. Die bisherigen Erfahrungen der TeilnehmerInnen mit Beratung und Planung im Zusammenhang mit dem Bau ihrer Passivhäuser haben gezeigt, dass es hier klaren Nachholbedarf gibt, weil es offenbar nicht ausreichend Information, kaum kompetente Beratung und keine ausgewiesenen Ansprechpartner oder Beratungsstellen gibt.

„Wer das machen kann? Also Information von ah erfahrenen Personen, also das ist mir bisschen abgegangen. Wo sind die Fachleute, die ein Passivhaus planen können, wo sind die Architekten, wo sind die Baufirmen, ah die, also Produktberatung, bzw. eine Beratung über ausführende Betriebe, die Erfahrung haben, auf die man sich verlassen kann?“

[Transkript2\_N6 : 2576 - 2576 ]

Dieser Befund verdeutlicht, dass es eine Informationsoffensive geben muss, um die Defizite der Kommunikationspolitik aufzuheben. Ohne vermehrte Information und eine Distribution der angesammelten Erfahrung und des Wissens von allen beteiligten Einzelpersonen – vom Hersteller über die Planer und Architekten sowie die Handwerker und Installateure bis hin zu KonsumentInnen – wird es diesbezüglich kaum nennenswerte Fortschritte und Verbesserungen geben können. Der Marketingmix wird daher wie bereits erwähnt vorrangig auf die Optimierung der Kommunikationspolitik abzielen. Diesbezüglich gibt es eine Fülle von Vorschlägen der TeilnehmerInnen.

## 6.2.1 Marketingmix

### 6.2.1.1 Kommunikationspolitik

Im Rahmen der Kommunikationspolitik wurden im Focus Group Interview Vorschläge zur Verbesserung der Bereiche Werbung/Information, Verkauf und Verkaufsförderung (Beratung) sowie Public Relations gemacht. Diese werden im Folgenden zusammengefasst.

Auch der „Mythos Passivhaus“ wurde thematisiert und die damit in Zusammenhang stehenden Gerüchte über alle möglichen Schwierigkeiten des Produkts. Lösungsansätze, die dazu beitragen würden, den Mythos und seine negativen Auswirkungen auf den Verkauf sowie die weitere Distribution des Produkts zu entkräften, wurden ebenfalls diskutiert.

Um die Kommunikationspolitik zu verbessern, müssen vor allem Argumente gesucht werden, die potentielle KäuferInnen von den Vorteilen eines Produkts überzeugen können. Die TeilnehmerInnen

brachten eine Reihe von Vorschlägen, wie InteressentInnen am effizientesten von den Vorteilen eines Passivhauses überzeugt werden könnten. Diese werden in Abbildung 6.2 dargestellt.

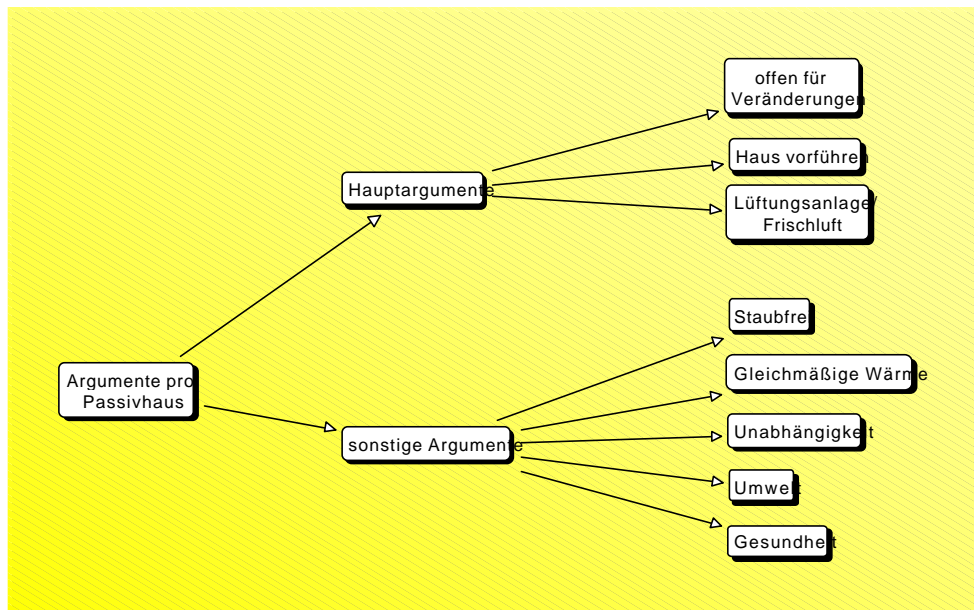


Abb.6.2: Überzeugungsargumente für ein Passivhaus

Wie aus Abbildung 6.2 ersichtlich, gibt es zwei Hauptargumente um InteressentInnen von den Vorteilen eines Passivhauses zu überzeugen. Einerseits sind das die Lüftungsanlage und die kontrollierte Wohnraumlüftung, die zu einem angenehmen Wohnklima und zur Zufriedenheit der BewohnerInnen führen. Andererseits sollte es die Möglichkeit geben, dieses Klima im Rahmen eines „Vorführhauses“ persönlich zu fühlen, weil sich das nicht beschreiben lässt.

### Kernargument Lüftungsanlage:

Die Lüftungsanlage wird von den BewohnerInnen von Passivhäusern einheitlich als Hauptargument und wichtigstes Verkaufsargument gesehen. Die Lüftungsanlage ist wesentlich dafür verantwortlich, dass das Passivhaus überhaupt funktioniert und dass es seine ihm eigenen Qualitäten – vor allem auch in Hinblick auf die Faktoren Behaglichkeit, Wohnkomfort und Wohnqualität sowie Wohlfühlen – entfalten kann.

„Das System der kontrollierten Wohnraumlüftung und das System der Energiewiederverwertung und der solaren Einträge [ist] praktisch das Wesen von einem Passivhaus. Das find ich sehr elegant.“

[Transkript2\_N6 : 1343 - 1344 ]

„Das ist, man braucht kaum irgendwo von außen Energie zuführen, das funktioniert - mit einem wunderbaren Wohnklima.“

[Transkript2\_N6 : 1352 - 1352 ]

„Na, ich glaub die kontrollierte Wohnraumlüftung ist ein sehr wichtiges Argument, oder fast das Hauptargument, was man hat. Das ist der auffallendste Unterschied von einem Passivhaus zu einem normalen Haus. Was es natürlich nicht nur in Passivhäusern gibt, diese Wohnraumlüftung.“

[Transkript2\_N6 : 1673 - 1675 ]

„Ich glaube, es hat sich gezeigt, dass eigentlich alle zufrieden sind mit dieser Art von Lüftung und Heizung [...]. Also diese Luftqualität und das Raumklima, das dürfte anscheinend für alle zufriedenstellend sein und das ist offensichtlich einer von den wichtigsten Punkten. Da war ich schon gespannt drauf, ah wie andere Bewohner, ich mein so viele kenn ich ja nicht, wie andere das beurteilen dann nach einer gewissen Zeit da drinnen.“

[Transkript2\_N6 : 2915 - 2917 ]

### **Kernargument „Vorführhaus“:**

Es bedarf nach Ansicht der TeilnehmerInnen eines „Vorführhauses“, in dem sich interessierte KundInnen von der Wirkung des Produkts direkt und mit allen Sinnen überzeugen können. Auf die Frage, wie die TeilnehmerInnen am der Focus Group Interview FreundInnen oder InteressentInnen am besten von der Qualität eines Passivhauses überzeugen könnten, kamen in Zusammenhang mit dem Vorführen des Passivhauses folgende Antworten:

„Also ich zeig's nur her. Für mich gibt's sonst kein Argument.“

[Transkript2\_N6 : 1462 - 1463 ]

„Zwei Stunden plaudern mit ihm und er wird sich wohlfühlen bei uns.“

[Transkript2\_N6 : 1278 - 1278 ]

„Ihn im Winter einladen.“

[Transkript2\_N6 : 1280 - 1280 ]

„Na net nur im Winter, ich mein generell, tät ich die Umgebung eines Passivhauses empfinden. Das ist nämlich das Wichtige. Ich glaub das Erklären oder erzählen kann man jemandem nicht. [...] Dass man wirklich dort ist und das spürt, ja, wenn man es nicht spürt, denn Zahlen oder solche Sachen helfen einem da nicht.“

[Transkript2\_N6 : 1282 - 1286 ]

„Das war bei uns ah so, dass wir eigentlich auch erst nachdem wir in einem Passivhaus waren, das war ein Novembertag ein diesiger, da waren wir am Vormittag dort und haben es angeschaut und eigentlich haben wir nachher gesagt, ja, eigentlich, also, diese Art von Bauen und von dem Raumklima her, hat uns überzeugt. Ah, ob jetzt wenn ich jemand vorrechne, man braucht nur [...] Heizkosten statt 8000 nur 3000 Schilling, ja, das ist zwar schön, aber.“

[Transkript2\_N6 : 1288 - 1290 ]

„Dum glaub ich, dass man das einmal gespürt haben muss, wenn ich jemanden überzeugen will.“

[Transkript2\_N6 : 1353 - 1354 ]

„Ich würd das überhaupt niemanden erklären, ich würd das auch wirken lassen, rein wirken lassen. Also das merkt man eh sofort, wenn man Besuch kriegt, oder dass, die sind eine

Viertelstunde oder Stunde oder was auch immer da. Das hat natürlich was mit individuellem Geschmack zu tun, gefällt ihnen das oder nicht, auch mit Behaglichkeit. [...] Bei uns ist es so, dass es manchen zu warm ist und manche sind wieder total begeistert, das erste Haus, wo es so warm ist. ‚In allen hab ich gefroren, nur bei ihnen nicht.‘ Also das ist halt, entweder mag man das oder man mag es nicht. Und Frauen reagieren wahrscheinlich auf solche Eindrücke am ehesten.“

[Transkript2\_N6 : 1391 - 1399 ]

„ Und wir sind reingekommen und das Haus war einfach angenehm. Genauso im Wintergartenbereich, der über 6 m gegangen ist. In dem Haus war's angenehm warm und in jedem Zimmer und in der Galerie oben, das war einfach angenehm. Das war, ja irgendwie hat uns das überzeugt, dass man die Wärme kontrollieren kann mit dem Ganzen. Also dass man durch gut isolierte Fenster und die Wohnraumlüftung, dass man da ein angenehmes Wohnraumklima erreichen kann da drinnen und das ist dann für uns der definitive ‚JA das machen wir auch Effekt‘ gewesen.“

[Transkript2\_N6 : 1452 - 1455 ]

„ Wie gesagt, wie alle von uns gesagt haben, die Gemütlichkeit von so einem Haus wirkt eben, wenn du in so einem Haus drinnen bist. Ich finde es sehr wichtig, dass du wirklich drinnen bist und mit wem sprichst drüber. Das ist das durchaus stärkste Argument dafür, wo man Beratung haben kann, dass du eben in einem drinnen bist.“

[Transkript2\_N6 : 2396 - 2397 ]

„ Das einzige, das einen überzeugen kann, ist, wenn ich dort irgendwo hineingehe. [...] Es ist ja einfach nicht vorstellbar und auch nicht bekannt, wenn man das nirgends anschauen kann ah, ob das funktioniert und so.“

[Transkript2\_N6 : 2715 - 2717 ]

### **Blaue Lagune für Passivhäuser:**

Als Vergleichsprojekt wird immer wieder die „ Blaue Lagune“ erwähnt, die nach Ansicht der TeilnehmerInnen davon lebt, „ dass man dort wirklich ah sag ma Wohngefühl vermittelt kriegt; dort siehst du dieses eingerichtete Wohnzimmer“ [Transkript2\_N6 : 2817 - 2818 ]. Das ist vor allem deshalb wichtig, weil man sich sonst keine wirkliche Vorstellung von der Atmosphäre in einem Passivhaus machen kann und zwar „ in Echtzeit, [...] angreifbar und nicht nur in Form eines Projektes oder überhaupt in Form von einem Gschichtl, das dir wer erzählt“ [Transkript2\_N6 : 2822 - 2823 ].

„ Deswegen ist der Vorschlag, in so einem Vorführ-Passivhaus ah die Passivhauskultur, oder das Passivhaus-Feeling vermittelt zu kriegen eine ganz wertvolle Geschichte. Wenn ich mich davon überzeugen kann, dass es net nur ein Verkaufsgag ist, sondern das auch wirklich so gespielt wird.“

[Transkript2\_N6 : 2827 - 2827 ]

„ Ja, unabhängig von dem, wie das Haus jetzt aussieht und was es kostet sondern einfach einmal, dass man weiß, was es leisten kann und muss. Man baut ja, damit man sich den Lebensraum erfüllt, na. Dass man weiß, welcher Typ man ist (andere lachen). C-Typ.“

[Transkript2\_N6 : 3009 - 3011 ]

Die Beratung sollte nach Ansicht der TeilnehmerInnen nicht kostenlos sein. Denn wenn man sich grundsätzlich, technisch oder auch rechtlich informieren und eine kompetente Auskunft bekommen will, die immer auf dem aktuellen Stand der Dinge und vor allem der technischen Entwicklung ist, dann muss sich das für die Beratungsstellen ja auch rechnen [Transkript2\_N6 : 2518 - 2520 ]. „Wenn ich dafür was Ordentliches kriege, dann bin ich auch bereit, dafür zu zahlen, ich zahl ja auch einen Architekten“ [Transkript2\_N6 : 2525 - 2525 ]. In Wirklichkeit kostet die Beratung „anteilig, also im Vergleich zur gesamten Investitionssumme eh nicht viel“ [Transkript2\_N6 : 2559 - 2560 ]. Außerdem könnte in der Beratung auch die Finanzierung angesprochen und durchkalkuliert werden.

„Ein Grund warum die Blaue Lagune mit die Fertighäuser so ein gutes Geschäft macht ist, weil da geht man hin, die schreiben dir nach einer Stunde Beratung auf, das kostet 2.370.000,--. Dass das natürlich nicht alle Kosten beinhaltet ist klar, aber das ist wunderbar, da kann man daheim sich schon überlegen, können wir uns das leisten.“

[Transkript2\_N6 : 2806 - 2807 ]

„In der Blauen Lagune bieten's mittlerweile auch Finanzierungspläne, Bauspar- oder Yendarlehen, oder sonst was.“

[Transkript2\_N6 : 2811 - 2811 ]

„Und ein bisschen so das Thema, ist das jetzt teurer, oder kann man sich das leisten ist schon irgendwie glaub ich für eine Beratungsstelle wichtig.“

[Transkript2\_N6 : 2815 - 2815 ]

### **Gesundheit/Staubfreiheit/Nachhaltigkeit:**

Die übrigen Argumente, die aus Sicht der befragten BewohnerInnen potentielle KäuferInnen vom Kauf eines Passivhauses überzeugen könnten, sind – neben dem Kernargument der Lüftungsanlage – etwa die Gewährleistung von Staubfreiheit durch gefilterte Frischluft – ein Argument, dass unter dem Blickwinkel der Gesundheit angeführt wird, denn Allergiker haben kein Problem mit Pollen im Haus –, die angenehme Temperatur bzw. gleichmäßige Wärme, die Unabhängigkeit von Preisschwankungen bei Erdöl oder Erdgas (vor allem in Krisenzeiten). Hier kommt auch der Umweltgedanke in der Diskussion auf. Der Gedanke der Nachhaltigkeit bzw. die Schonung der Umwelt durch die Reduktion des Verbrauchs fossiler Energieträger ist aus Sicht der BewohnerInnen auch ein Verkaufsargument. Allerdings herrscht Konsens darüber, dass man sich aus Umweltschutzgründen jetzt nicht kasteien muss oder etwa weniger Heizen, sollte es im Winter doch einmal so kalt sein, dass es nötig ist, die Zusatzheizung einzuschalten. In diesem Kontext muss neuerlich darauf hingewiesen werden, dass der Aspekt der Nachhaltigkeit und des Umweltschutzes in der Kommunikationspolitik eine geringere Rolle spielen muss als bisher, um das Passivhaus aus dem „Öko-Eck“ ins Zentrum des Marktes zu rücken. Bestenfalls könnte man die Nachhaltigkeit als Zusatznutzen herausstreichen, der die Argumentation über die Modelle „behagliches Wohnen“, „Wohlfühlen“ und „Wohlfühlen beim Wohnen“ unterstützt; etwa auf die Art „Wohlfühlen beim Wohnen mit Nachhaltigkeit“.

### **Werbung/Infofolder/Prospekt: Marketing-Ist-Situation:**

Aufgrund der Diskussion im Focus Group Interview müssen Rolle und Funktion der Werbung im Zusammenhang sehr kritisch beurteilt werden. Die TeilnehmerInnen sehen hier großen Handlungsbedarf. Dies korreliert durchaus mit Ergebnissen aus einer bereits durchgeführten Studie über Niedrigenergiehäuser. Im Rahmen des Projekts „Akzeptanzverbesserung von Niedrigenergiehaus-Komponenten als wechselseitiger Lernprozess von Herstellern und AnwenderInnen“ wurde von Renate Buber und Johannes Gadner eine Analyse von Werbeprospekten durchgeführt [Rohracher 2001]. Diese ergab, dass die technische Ausrichtung dieser Prospekte flächendeckend im Vordergrund steht.

Demgegenüber wird aus den Ergebnissen der Focus Group ersichtlich, dass die technischen Aspekte im Vergleich zu den Faktoren Behaglichkeit, Gemütlichkeit, Wohnkomfort und Wohlfühlen deutlich im Hintergrund bleiben und daher im Vergleich zur Passivhaustechnik sekundär sind.

Dieses Faktum muss daher vorrangig auch in der Entwicklung von Werbematerial, Informationsfoldern und Prospekten berücksichtigt werden. Daher sollte „in einem Prospekt [...] zumindest drinnen sein ein breites Spektrum, was denn alles möglich ist in einem Passivhaus“ [Transkript2\_N6 : 2657 - 2657 ]. Im Zentrum sollten aber unbedingt die aus den Ergebnissen des Focus Group Interviews entwickelten Strukturmodelle des „behaglichen Wohnens“, des „Wohlfühlens“ und des „Wohlfühlens beim Wohnen“ stehen.

Aber auch Informationen über unterschiedliche Bauweisen und deren Anbieter sind wichtig.

„Es bräuchte viel mehr Information, erst einmal vom Optischen, aber auch vom Baustoff her, dass man nicht ein Passivhaus nur massiv bauen kann, sondern dass es auch Passivhäuser in Holz-Leichtbauweise oder in Mischbauweise gibt. Die Vor- und Nachteile von den unterschiedlichen Varianten und dann sollte auch Information drinnen sein, wer sind denn potentielle Anbieter auf diesem Sektor.“

[Transkript2\_N6 : 2661 - 2663 ]

### **Messen/Beratungsstellen/Seminare:**

Zusätzlich zu Infofoldern und Prospekten schlagen die TeilnehmerInnen des Focus Group Interviews vor, Seminare über Passivhäuser abzuhalten und verstärkt Beratungsstellen auf Messen einzurichten. Die Vorstellung des Produkts Passivhaus und die Darlegung detaillierter Informationen über die Passivhausbauweise bei von unterschiedlichsten Ziel- und Interessengruppen (meistens sehr gut) besuchten Baumessen erscheint sehr zielführend.

„Und für Leute, die sich mit dem Gedanken beschäftigen, ein Haus zu errichten gehört es in der Vorphase glaub ich dazu, dass man alle möglichen Messen und Einrichtungen abklappert. Ah, wenn man auf einer Baumesse über solche Einrichtungen, solche Beratungsstellen einfach auch drüberfallen würde, glaub ich, dass viele Leute auch draufkommen, Hoppla, das ist auch ganz interessant.“

[Transkript2\_N6 : 2486 - 2487 ]

„So ein Seminar wäre gut, ich mein', es gibt ja auch genug solche Seminare für Häuselbauer, die einfach normale Häuser bauen und sich informieren wollen.“

[Transkript2\_N6 : 3004 - 3004 ]

## Mythos Passivhaus:

Ein wichtiges Anliegen in Zusammenhang mit der Kommunikationspolitik ist den BewohnerInnen auch die Entkräftung des „Mythos Passivhaus“ und der damit verbundenen Assoziationen über Schwierigkeiten und Probleme. Diesem sich hartnäckig haltenden Mythos muss durch eine klare Faktenlage und durch gezielte Information von InteressentInnen gegengesteuert werden.

„Man müsste einfach diesen Mythos Passivhaus einmal beseitigen. Das ist ja nicht irgendwas besonderes, ja, oder irgendwas Tabuisiertes, sondern es ist einfach Stand der Technik, so zu wohnen und zu bauen.“

[Transkript2\_N6 : 2430 - 2432 ]

„[Was ist denn der Mythos Passivhaus?] Es ist luftdicht, man darf keine Fenster aufmachen, all diese Dinge hören Sie heute noch. Also wir haben immer wieder in der Anfangsphase, jetzt schon ein bisschen weniger, Leute einfach gehabt, die gesagt haben, sie würden sich das gerne anschauen. Und es sind immer diese Fragen: Na wie ist denn das, wenn ich kein Fenster aufmachen darf den ganzen Tag? Und zieht es da nicht und ist es nicht recht laut? Ah und all diese Geschichten. Man müsste wirklich in die Offensive gehen und sagen, Gott sei dank ist das heute möglich. Vor dreißig Jahren, auch wenn Sie die Idee gehabt hätten, Sie möchten ein Passivhaus oder nur etwas annähernd Ähnliches. Es war einfach nicht möglich.“

[Transkript2\_N6 : 2436 - 2444 ]

„Dass da kein Lüftungsgeräusch z.B. ist.“

[Transkript2\_N6 : 2448 - 2448 ]

„Oder so ein Gerät mit einem Motor.“

[Transkript2\_N6 : 2450 - 2450 ]

„Ja, ob das Lüftungsgerät selber jetzt aufgrund der Motoren, die verwendet werden, oder aufgrund des Luftzuges, dass Sie Geräuschbelästigung haben und dergleichen. Aber wenn Sie so ein Passivhaus haben und sie können das vorführen ah, und sie merken dort, dass der Kühlschrank, der sich ein- und ausschaltet lauter ist als alles andere im Haus, oder wenn das Moped, das draußen vorbeifährt, oder die Kinder, die draußen spielen ah, sie merken es nur, wenn sie sich wirklich hochkonzentriert hinsetzen und es ist die Umgebung wirklich ruhig, dann sind sie in der Lage, wirklich Lüftungsgeräusche wahrzunehmen. Ah aber wirklich laute Lüftungsgeräusche wären, wenn Sie im Bad oder im Klo den Lüfter in Betrieb nehmen.“

[Transkript2\_N6 : 2454 - 2456 ]

„Der ist lauter.“

[Transkript2\_N6 : 2458 - 2458 ]

„Da dürften früher Fehler passiert sein in der Richtung, dass man einfach die Lüftungsrohre so grade rein gesteckt hat ohne irgendwelche Schalldämpfer und vielleicht die Luft mit zu hoher Luftgeschwindigkeit rein gebracht hat und dann hört man es und dann zieht es. Diese Vorstellungen kommen vielleicht von diesen Anfangsschwierigkeiten könnt ich mir vorstellen.“

[Transkript2\_N6 : 2460 - 2462 ]

### 6.2.1.2 Preispolitik

Unterschiedliche Meinungen lagen in bezug auf die Kosten vor. Ob es sich finanziell tatsächlich rechnet, ein Passivhaus zu bauen, war für die TeilnehmerInnen nicht ganz klar. Allerdings ist der Bau eines Passivhauses auch nicht notwendigerweise teurer, als der eines normalen Hauses. Natürlich ist für all dies eine angemessene Planung nötig. Aber im Endeffekt – und hierin bestand Konsens unter den TeilnehmerInnen –, vom Standpunkt des Wohlfühlens rechnet sich die Investition an finanziellen und zeitlichen Ressourcen allemal. Das kommt in der Diskussion über die Auswirkungen des Passivhauses auf die Faktoren Gemütlichkeit, Behaglichkeit, Wohnkomfort und Wohlfühlen sehr gut zum Ausdruck und spiegelt sich in den aus den Ergebnissen entwickelten Modellen „Behagliches Wohnen“ und „Wohlfühlen“ wieder.

„Das Thema ist sicher immer "Preisvergleich". Ah ist es jetzt zum selben Preis zum Schaffen, ein Passivhaus zu bauen, oder sind es jetzt 10 % Mehrkosten, oder sind es 15 %. Man liest immer wieder so was.“

[Transkript2\_N6 : 2777 - 2778 ]

„Ich glaub das ist dann wieder auch vom Bedarf abhängig. Weil z.B. die Fenster sind gegangen von bis, da ist kein Ende in Sicht, wir haben Angebote gehabt, die waren das Doppelte und meine haben noch immer das Doppelte von den normalen gekostet.“

[Transkript2\_N6 : 2781 - 2783 ]

„Die tatsächlichen Unterschiede werden dann bei der Ausstattung des Badezimmers oder bei der Innenausstattung erzielt und net bei der Zellulosedämmung, das ist ja, das kostet nichts im Vergleich zum Whirlpool.“

[Transkript2\_N6 : 2785 - 2786 ]

„Aber ich mein die Dämmung war schon ein relevanter Preis bei uns, das hat schon einiges gekostet, im Vergleich zum Haus. Also wir haben mit 30 cm gedämmt und das war teilweise unter der Bodenplatte, also das ist, es war schon, Kosten, also ich weiß die Spezial-, die Dämmung unter der Bodenplatte ist alleine auf ATS 50.000,-- extra gekommen.“

[Transkript2\_N6 : 2788 - 2790 ]

### 6.2.1.3 Produktpolitik

Zum überwiegenden Teil treffen die Aussagen zu technischen Aspekten und den in diesem Zusammenhang geäußerten Problemen die Produktpolitik. Es stellt sich die Frage, ob die Produktentwicklung in der von den PassivhausbewohnerInnen geäußerten Hinsicht verbessert werden kann.

### 6.2.1.4 Kaufentscheidung

Abbildung 6.3 zeigt, dass der Prozess der Kaufentscheidung bei den TeilnehmerInnen durchaus heterogen abgelaufen ist.



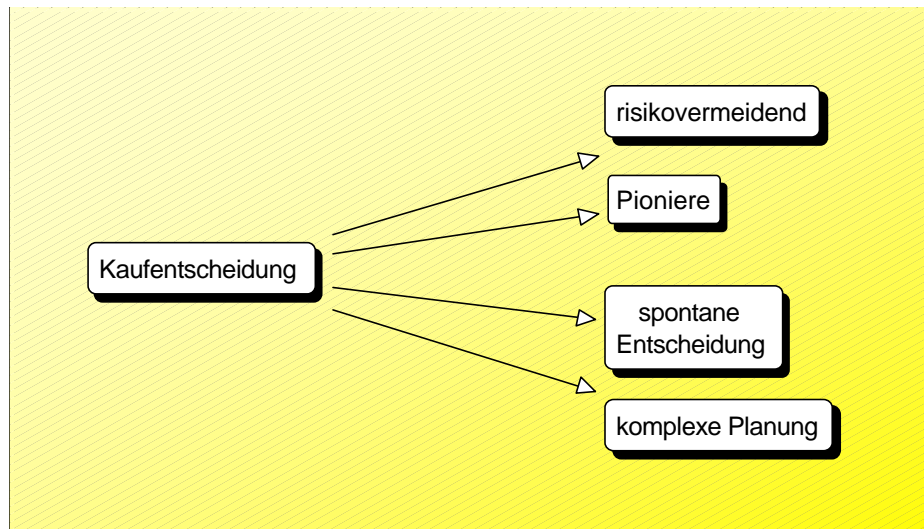


Abb.6.3: Kaufentscheidung

Die Aussagen der TeilnehmerInnen spiegeln, wie aus Abbildung 6.3 ersichtlich, höchst unterschiedliche Kaufentscheidungsprozesse wieder, so dass es unmöglich ist, aus den Daten ein Kaufentscheidungsmuster herauszuarbeiten. Während einige bewusst und Risiko vermeidend vorgehen, andere wiederum einen sehr komplexen Kaufentscheidungsprozess durchgemacht haben, gab es auch durchaus spontane Entscheidungen etwa nach der Besichtigung eines Passivhauses. Ein Teilnehmer kann zu den Pionieren der Passivhausbauweise in Österreich gezählt werden.

Um Informationen zu Kaufentscheidungsmustern zu erhalten, die im Rahmen der Marktsegmentierung Verwendung finden könnten, müssten weitere empirische Untersuchungen durchgeführt werden [Hadler 2002].

Behaglichkeit, Gemütlichkeit, Wohlfühlen und Wohnkomfort/-qualität lassen sich für die an den Focus Group Interviews teilnehmenden BewohnerInnen von Passivhäusern begrifflich nicht eindeutig voneinander abgrenzen. Vielmehr sind alle drei Begriffe auf gewisse Weise miteinander verbunden. Wohlfühlen ist für die TeilnehmerInnen eine Folge aus Behaglichkeit und Gemütlichkeit. Soziale Faktoren sind dabei ebenso relevant wie individuelle; äußere Faktoren spielen eine Rolle in Form von Einrichtungsgegenständen und Temperatur, Licht und Luftqualität. Die Faktoren, die das Wohlfühlen beeinflussen, sind für die TeilnehmerInnen auch in hohem Maße ausschlaggebend für den Wohnkomfort in Passivhäusern. Das sind Einrichtungsmaterialien und -gegenstände, Farben, Wärme, Licht bzw. Sonne, ausreichend Platz und ein Garten sowie vor allem die gute Luftqualität. Wohlfühlen und Wohnkomfort können demnach als Hauptargumente für Passivhäuser gesehen werden. Der Umwelt- und Energiespardanke ist dabei eher nebensächlich.

Die Argumente des Komforts, der Behaglichkeit und des Wohlfühlens müssen bei der Marketingplanung einen zentralen Stellenwert haben. „Energiesparen“ kann damit den Geruch des Asketischen verlieren und als Zusatzfunktion des Produkts Passivhaus gewertet werden. Als Hauptfunktionen sollten Behaglichkeit, Wohnkomfort/-qualität und Wohlfühlen kommuniziert werden. Nicht durch Verzicht, sondern ganz im Gegenteil mit erhöhtem Wohlstand ist nebenbei das Ziel des „Energiesparens“ erreichbar. Nur so besteht in unserer heutigen Zeit überhaupt eine Chance, entscheidende Verbesserungen im Umweltschutz umzusetzen.

## 6.3 Umsetzung der Ergebnisse

[DI Dr. Bernhard Lipp, DI Dr. Gabriele Rohregger]

### 6.3.1 Wissenstransfer – Workshop mit der IG-Passivhaus

Erklärtes Ziel des Forschungsprojektes war, die Behaglichkeits- und Gesundheitsvorteile des Passivhauses durch wissenschaftliche Untersuchungen zu untermauern und damit den Markterfolg der nachhaltigen Passivhausbauweise durch ein auf die Behaglichkeit und Wohnhygiene ausgerichtetes Marketing zu unterstützen.

Den zentralen Punkt des Wissenstransfers stellte ein im Rahmen des Forschungsprojektes veranstalteter Workshop mit PassivhausplanerInnen, -herstellerInnen und -komponentenentwicklerInnen dar.

Die Mitglieder der IG-Passivhaus (PassivhausbauerInnen, KomponentenentwicklerInnen, Bauträger, Behörden) wurden Ende November 2003 zu einem Workshop mit dem Thema „Passivhauskomfort – Anspruch und Wirklichkeit“ geladen.

Den ersten Teil der Veranstaltung stellte die Präsentation der Ergebnisse des vorliegenden Forschungsprojektes „Behagliche Nachhaltigkeit“ dar. Die „Ansprüche“ an den Passivhauskomfort wurden dabei durch die Ergebnisse des Focus Group Interviews veranschaulicht. Die „Wirklichkeit“ wurde einerseits durch die Ergebnisse der physiologischen Untersuchungen vermittelt, andererseits durch die Darstellung der Ergebnisse des HdZ-Forschungsprojektes „Technischer Status von Lüftungsanlagen“, ausgeführt von der FH- Kufstein, untermauert. (Einladung und Workshop-Programm befinden sich im Anhang 8.8).

Im Anschluss an die Präsentation stellten die Ergebnisse der beiden Forschungsprojekte die Diskussionsgrundlage für Zukunftsstrategien in der Umsetzung und der Vermarktung des Passivhauskonzeptes dar.

Die Diskussion zeigte, dass die Erfahrungen der PassivhausplanerInnen zum Teil mit den Ergebnissen des Focus Group Interviews einhergehen, die Kernaussagen der Diskussion lauteten wie folgt:

- 1.) Das Passivhaus braucht ein positives Marketing: Baufrauen und Bauherren entscheiden sich nicht zufällig für ein Passivhaus: „Die meisten PassivhausbauherrInnen sind keine Öko-Freaks mehr, für sie zählen unter anderem auch Lifestyle-Argumente“. Die Behaglichkeits- und Komfortargumente müssen mehr in den Vordergrund der Passivhausvermarktung gestellt werden.
- 2.) PassivhauskundInnen müssen über die richtige Passivhausnutzung informiert werden: Passivhausbewohner sollten ein Benutzerhandbuch erhalten, welches über das richtige Nutzerverhalten im Passivhaus aufklärt, ohne durch Kompliziertheit zu verschrecken.
- 3.) Auf Qualitätssicherung muss größter Wert gelegt werden, denn nur Qualität garantiert zufriedene Kunden. Wichtiges Instrument für die Qualitätssicherung ist die Zertifizierung von Passivhäusern.

Als Ergebnis und Schlusspunkt der Diskussion wählte die IG-Passivhaus „*Das Passivhaus - der Komfortstandard*“ als Leitspruch für ihre Präsentation auf der Messe „Bauen und Wohnen“ im Februar 2004. Somit hat die Interessensgemeinschaft der PassivhausplanerInnen, -herstellerInnen und -komponentenentwicklerInnen umgehend mit der Umsetzung der Ergebnisse des Forschungsprojektes begonnen.

### 6.3.2 Behaglichkeitsfolder und Internet-Präsentation

Als Abschluss des Forschungsprojektes sollten die Ergebnisse und Erkenntnisse der vorliegenden Studie schließlich durch einen Behaglichkeitsfolder und die Internetpräsentation des Projekts einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Der Behaglichkeitsfolder wird als Themenfolder in der Folderreihe „Ökoinform – Informationsknoten für ökologisches Bauen“ zum Thema „Behagliche Nachhaltigkeit – Behaglichkeit im Passivhaus“ erscheinen. Die Internetpräsentation ist der Öffentlichkeit unter [www.ibo.at/BehaglicheNachhaltigkeit.htm](http://www.ibo.at/BehaglicheNachhaltigkeit.htm) zugänglich.

## 6.4 Ausblick

[DI Dr. Bernhard Lipp, DI Dr. Gabriele Rohregger]

Die physiologischen Untersuchungen ergaben, dass die in den Passivhäusern untersuchten unterschiedlichen Heizungssituationen keine signifikante Änderung in der autonomen Thermoregulation der Versuchspersonen hervorrufen. Als nächster Schritt sollte dieses Ergebnis im Rahmen von weiterführenden Untersuchungen mit einer größeren Anzahl von Versuchspersonen und mehreren Messwiederholungen statistisch abgesichert werden.

Besonders interessant und wichtig stellt sich die Fortsetzung der Schlafuntersuchungen zur Bewertung der Schlafqualität bei unterschiedlicher Schlafraumbelüftung dar. Bei der Untersuchung der wichtigsten Erholungsphase des Menschen in Abhängigkeit von Raumklima und Schadstoffen besteht nach wie vor ein Wissensdefizit und damit wichtiger Forschungsbedarf. Die Untersuchungen müssen dabei nicht zwingend im Passivhaus vorgenommen werden, sondern können in jedem Haus/jeder Wohnung durchgeführt werden, wobei die Lüftung sowohl durch eine Lüftungsanlage als auch durch einfache Tür- und Fensterlüftung erfolgen kann.

Der Beitrag der vorherrschenden Luftfeuchtigkeit zur Behaglichkeit einer Raumklimasituation wurde im vorliegenden Forschungsprojekt nicht untersucht. Die Raumklimamessungen in den Passivhäusern haben jedoch gezeigt, dass die Lüftungsanlage mitunter sehr trockene Raumluft bedingen kann. Es besteht Forschungsbedarf, wie sich die relative Luftfeuchtigkeit als wichtige Komponente des Raumklimas auf Behaglichkeit und Gesundheit auswirkt.

Die Ergebnisse des Focus Group Interviews repräsentieren die Erfahrungen und Bedürfnisse von PassivhausbewohnerInnen, deren Häuser zusätzlich zur Lüftungsheizung mit einem anderen Heizsystem beheizt werden können. Interessant wäre, ein weiteres Focus Group Interview ausschließlich mit BewohnerInnen von Passivhäusern ohne zusätzliche Heizung durchzuführen, um die Ergebnisse beider Untersuchungen einander gegenüberzustellen.

Im Rahmen weiterer Forschungsprojekte sollte den angeregten Forschungszielen nachgegangen werden, um durch die gewonnenen Erkenntnisse nachhaltiges und gesundes Bauen zu unterstützen.

## 7 LITERATURVERZEICHNIS

[Carson 2001]: Carson D, Gilmore A, Perry C, Gronhaug K (2001): Qualitative Marketing Research. London-Thousand Oaks-New Delhi: SAGE

[Bazeley 2000]: Bazeley P, Richards L (2000): NVivo Qualitative Project Book. London: SAGE

[Bettermann 1996]: Bettermann H, Engelke P, Van Leeuwen P, Heckmann C (1996): Die Bestimmung der Atemfrequenz aus der respiratorischen Sinusarrhythmie. Biomedizinische Technik 1996; 41.

[Buzug 1994]: Buzug T (1994): Analyse chaotischer Systeme. BI-Wissenschaftsverlag, Mannheim 1994.

[Campenhausen 1993]: Campenhausen von C (1993): Die Sinne des Menschen. Georg Thieme Verlag Stuttgart.

[De Wet 2000]: De Wet AG, Pothas A, De Wet JM (2000): Some methodological issues in qualitative analysis. In: Buber R., Zelger J (ed.), GABEK II – On Qualitative Research. Studienverlag, Innsbruck, pp. 149-164

[Eckmann 1987]: Eckmann JP, Kamphorst SO, Ruelle D (1987): Recurrence Plots of Dynamical Systems. Europhysics Lett. 4(9): 973-977.

[Fanger 1972]: Fanger, P.O. (1972): Thermal Comfort. Analysis and Applications in Environmental Engineering. USA: McGraw-Hill.

[Feist 2003]: Feist W (2003): Anforderungen zur thermischen Behaglichkeit in Passivhäusern; Protokollband Nr. 25, Arbeitskreiskostengünstige Passivhäuser; Passivhaus Institut.

[Fraser 2000]: Fraser D (2000): QSR Nvivo. NUD\*IST Vivo. Reference Guide. Melbourne: QSR

[Gallasch 1996]: Gallasch E, Rafolt D, Moser M, Hindinger J, Eder H, Wießpeiner G, Kenner T (1996): Instrumentation for Assessment of Tremor, Skin Vibrations, and Cardiovascular Variables in MIR Space Missions. IEEE Trans. on Biomed. Engineering, Vol. 43, No. 3.

[Geertz 1983]: Geertz C (1983): Dichte Beschreibung. Beiträge zum Verstehen kultureller Systeme. Frankfurt/M.: Suhrkamp

[Glaser 1967]: Glaser BG, Strauss AL (1967): The discovery of grounded theory. Strategies for qualitative research. Chicago: Aldine

[Görtelmeyer 1986]: Görtelmeyer R (1986): Schlaffragebogen A und B (SF-A, SF-B). Selbstbeurteilungsskala. In: CIPS, ed: Internationale Skalen für Psychiatrie. Weinheim: Beltz Test GmbH.

[Grivel 1991]: Grivel F, Candas V (1991): Ambient temperatures preferred by young European males and females at rest. Ergonomics, 1991, Vol. 34, No. 3, 365–378.

- [Hadler T (2002): Konsumentenverhalten beim Kauf von Fertighäusern: Eine explorative Studie in Österreich und Deutschland. Wien: unveröff. Dissertation, Wirtschaftsuniversität Wien
- [Hildebrandt 1998]: Hildebrandt G, Moser M, Lehofer M (1998): Chronobiologie und Chronomedizin. Hippokrates Verlag, Stuttgart.
- [Hoeld 2002]: Hoeld R (2002): Qualitative Evaluation computerunterstützten Lernens im Marketing. Wien: unveröffentlichte Diplomarbeit, Wirtschaftsuniversität Wien
- [Hoeld 2003]: Hoeld R (2003): Evaluating a Computer-based Marketing Course by Means of Focus Groups and Interviews. In: Gadner J, Buber R, Richards L (eds.), Organising Knowledge: Methods and Case Studies. Houndsmill-Basingtoke-Hamshire-New York: Palgrave Macmillan, pp. 138-152
- [Hofer 2000]: Hofer J (2000): Zur Stichprobengröße bei GABEK-Untersuchungen. In: Buber R, Zelger J (ed.), GABEK II – On Qualitative Research. Innsbruck: Studienverlag, pp. 165-184
- [Hopf 2000]: Hopf C (2000): Qualitative Interviews – ein Überblick In: Flick U, Kardorff E von, Steinke I (ed.), Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Reinbek: Rowohlt, pp. 349-360
- [Kantz 1997]: Kantz H, Schreiber T (1997): Nonlinear Time Series Analysis, Cambridge University Press, UK.
- [Kaufmann 2002]: Kaufmann B, Feist W, John M, Nagel M (2002): Passivhaus-Energie-Effizientes Bauen. Holzbau Handbuch, Reihe1, Teil 3, Folge 10. München 2002.
- [Kelle 2000]: Kelle U (2000): Computergestützte Analyse qualitativer Daten. In: Flick U, Kardorff E von, Steinke I (ed.), Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Reinbek: Rowohlt, pp. 485-502
- [Kelle 1999]: Kelle U, Kluge S (1999): Vom Einzelfall zum Typus: Fallvergleich und Fallkontrastierung in der qualitativen Sozialforschung. Opladen: Leske&Budrich
- [Krueger RA 1998]: Krueger RA, King JA (1998): Involving Community Members in Focus Groups. Focus Group Kit 5. Thousand-Oaks-London-New Delhi: SAGE
- [Krueger RA 1998a]: Krueger RA (1998a): Moderating Focus Groups. Focus Group Kit 3. Thousand-Oaks-London-New Delhi: SAGE
- [Krueger RA 1998b]: Krueger RA (1998b): Developing Questions for Focus Groups. Focus Group Kit 4. Thousand-Oaks-London-New Delhi: SAGE
- [Krueger RA 1998c]: Krueger RA (1998c): Analyzing & Reporting Focus Group Results. Focus Group Kit 6. Thousand-Oaks-London-New Delhi: SAGE
- [Land NÖ 2003]: Amt der NÖ Landesregierung (2003): Das Passivhaus in Niederösterreich. Informationsschrift, St.Pölten.
- [Lipp 1997]: Lipp B (1997): Nichtlineare Analyse von Zeitreihen mit Schnell-Langsam-Dynamik am Beispiel von EKG-Daten, Dissertation TU Wien, Wien

- [Lipp 1998]: Lipp B, Rohregger G, Moser M, Frühwirth M, Niederl T, Messerschmid M(1998): : „Auswirkung der Arbeitsbelastung von Fernfahrern auf ihre Schlafstruktur“ , Forschungsbericht – AUVA, Joanneum Research und IBO GmbH., IBO Eigenverlag, Wien.
- [Lipp 1999]: Lipp B, Brezovits K, Moser M, Frühwirth M, Lackner HK (1999): Die Auswirkung von Kachelofen- bzw. Radiator-beheizten Räumen auf das Autonome Bild beim Menschen, Forschungsbericht – Österreichischer Kachelofenverband, Joanneum Research und IBO GmbH., IBO Eigenverlag, Wien.
- [Lipp 2000]: Lipp B, Rohregger G, Moser M, Frühwirth M, Lackner HK, Klima H (2000): Die Auswirkung von Kachelofen- bzw. Radiator-beheizten Räumen auf physiologische Zustandsparameter beim Menschen, Forschungsbericht – Österreichischer Kachelofenverband, Joanneum Research und IBO GmbH., IBO Eigenverlag, Wien.
- [Lipp 2002]: Lipp B, Rohregger G. (2002): Nichtlineare Auswertung physiologischer Messdaten, Teilbericht aus „BAUfit - Beratungs- und Trainingsprogramme für Baufirmen“ , AUVA – Projekt 1999 – 2000, Bericht Nr.38, Wien.
- [Nourbakhch 1998]: Nourbakhch R (1998): Recurrence Plot Analysis and its Application to Autonomous Neuropathies. Diplomarbeit TU Wien, Wien.
- [McIntyre 1982]: McIntyre DA (1982): Chamber studies – Reductio ad Absurdum?. Energy and Buildings, 5 (1982) 89–96 (Klimakammeruntersuchungen – Reduzierung auf's Absurde?).
- [Mayer 1990]: Mayer E, Schwab R (1990): Untersuchung der physikalischen Ursachen von Zugluft. Gesundheits-Ingenieur – gi 111, H. 1. S. 17–30.
- [Mayer 1993]: Mayer E (1993): Vorschlag für ein individuelles Raumklima durch Infrarot-Strahlung mit Regelung über eine künstliche Haut. Proceedings CLIMA 2000. paper 290, London.
- [Mayring 2000]: Mayring P (2000): Qualitative Inhaltsanalyse. In: Flick, U., Kardorff, E.von, Steinke, I. (ed.), Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Reinbek: Rowohlt, pp. 468-475
- [Merkens 2000]: Merkens H (2000): Auswahlverfahren, Sampling, Fallkonstruktion. In: Flick, U., Kardorff, E.von, Steinke, I. (ed.), Qualitative Forschung. Ein Handbuch. Reinbeck: Rowohlt, pp.286-299
- [Morgan 1998a]: Morgan DL (1998a): The Focus Group Guidebook. Focus Group Kit 1. Thousand-Oaks-London-New Delhi: SAGE
- [Morgan 1998b]: Morgan DL (1998b): Planning Focus Groups. Focus Group Kit 2. Thousand-Oaks-London-New Delhi: SAGE
- [Moser 1991]: Moser M, Baevskij RM (1991): Pulstrans - Kreislau fforschung in Schwerelosigkeit Austro - Mir Handbuch. BMWF, 100-106.
- [Moser 1992]: Moser M, Gallasch E, Rafolt D, Jernej G, Kemp C, Maier E, Kenner T, Bayevskij R, Funtowa I, Avakyan Y (1992): Monitoring of Cardiovascular Parameters during the Austromir Space Flight . Proceedings of the Symposium 4, München 1992 (ESA ISY-4, July 1992).

- [Moser 2002]: Moser M, Frühwirth M, Lackner HK, Muhry F, Semler I, Puswald B, Grote V (2002): Stress am Bau – am Herzschlag sichtbar gemacht. Teilbericht aus „BAUfit - Beratungs- und Trainingsprogramme für Baufirmen“, AUVA – Projekt 1999 – 2000, Bericht Nr.38, Wien.
- [Moser 1995]: Moser M, Lehofer M, Hildebrandt G, Voica M, Egner S, Kenner T: Phase- and frequency coordination of cardiac and respiratory function. *Biological Rhythm Research*, 26, 1, 100-111.
- [Moser 1999]: Moser M, Frühwirth M, von Bonin D, Cysarz D, Penter R, Heckmann C, Hildebrandt G (1999): Das autonome Bild als Methode zur Darstellung der Rhythmen des menschlichen Herzschlags. Aus: Heusser, P (Hrsg.): *Hygiogenese*. Verlag Peter Lang. 207–223.
- [Olesen 1979]: Olesen BW, Schoeler M, Fanger PO (1979): Discomfort caused by vertical air temperature differences. In: Fanger et al.: *Indoor climate*. Danish Building Research Institute, Copenhagen.
- [Patton 1990]: Patton MQ (1990): *Qualitative Evaluation and Research Methods*. Thousand-Oaks-London-New Delhi: SAGE
- [Pettenkofer 1858] Pettenkofer von M (1858): *Über den Luftwechsel in Wohngebäuden*. Literarisch-artistische Anstalt der Cotta'schen Buchhandlungen. München.
- [Rafolt 1992]: Rafolt D, Moser M, Jernej G, Gallasch E, Kenner T (1992): New optical and mechanical pulse sensors for the non invasive assessment of cardiovascular functions. *Medical and Biological Engineering*, 1247 - 1250.
- [Reiss 1996]: Reiss, B (1996): *Niedrigenergiehaus: Eine Synthese von Ressourcenschonung und Wohnkomfort durch effiziente Energienutzung*.
- [Richards 2000]: Richards L (2000): *Using NVivo in Qualitative Research*. Melbourne: QSR
- [Rietschel 1994]: Rietschel, H (1994): *Raumklimatechnik*. Herausgegeben von Esdorn, H. Springer-Verlag, Berlin.
- [Rohracher 2001] Rohracher H, Kukovetz B, Ornetzeder M, Zelger T, Enzensberger G, Gadner J, Zelger J, Buber R (2001): Akzeptanzverbesserung von Niedrigenergiehaus-Komponenten als wechselseitiger Lernprozess von Herstellern und AnwenderInnen. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: *Berichte aus Energie- und Umweltforschung* 26/01, Wien.
- [Rybczynsik 1991]: Rybczynsik, W (1991): *Verlust der Behaglichkeit: Wohnkultur im Wandel der Zeit*. München: dtv
- [Seppänen 1999] Seppänen OA, Fisk WJ, Mendell MJ (1999): Association of ventilation rates and CO<sub>2</sub>-concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings, *Indoor Air* 9/1999, 226-252.
- [Schlittgen 1994]: Schlittgen R, Streitberg B (1994): *Zeitreihenanalyse*, Oldenbourg-Verlag, München .

[Schmid 1995]: Schmidt R, Thews G (1995) Physiologie des Menschen. Springer Verlag, Psychologie Verlags Union, Berlin-Heidelberg-New York.

[Silbernagel 1991]: Silbernagel S, Despopoulos A (1991): Taschenatlas der Physiologie. G. Thieme Verlag, Stuttgart.

[Stögbauer 2001]: Stögbauer H (2001): Nichtlineare Analyse von physiologischen Zeitreihen am Beispiel der Herzrate im Schlaf. Diplomarbeit TU Wien, Wien.

[Sweeney 2003]: Sweeney A, Perry C (2003): Using Focus Groups to Investigate New Ideas: Principles and an Example of Internet-Facilitated Relationships in a Regional Financial Services Institution. In: Buber R, Gadner J, Richards L (eds.): Applying Qualitative Methods to Marketing Research. Houndsmill-Basingtoke-Hamshire-New York: Palgrave Macmillan, pp. 105-122

[Walden 1993]: Walden, R (1993): Lebendiges Wohnen: Entwicklung psychologischer Leitlinien zur Wohnqualität – Aneignungshandlungen in Wohnumwelten aus der Sicht von Architekten, BewohnerInnen und Bewohnern. Frankfurt/M.: Lang

[Waltjen 1997]: Waltjen T (1997): Vorteile von Heizungen mit hohem Strahlungsanteil in physiologischer und gesundheitlicher Hinsicht. IBO Studie im Auftrag des Österreichischen Kachelofenverband, Wien.

[Wargocki 2000] Wargocki P (2000): The effects of outdoor air supply rate in an office on perceived air quality, sick building syndrome (SBS) symptoms and productivity. Indoor Air 10/2000: 222-236

[Webber 1994]: Webber CL, Zbilut J (1994): Dynamical Assessment of Physiological Systems and State using Recurrence Plot Strategies. J.Appl. Physiol. 76: 965-97.

[Wyon 1993]: Wyon DP, Sandberg M (1993): Vertical temperature gradients, mean room temperatures und their effeccts on thermal discomfort. Research Report TN: 35. Swedish institute for Building Research. Gävle. ISBN 91-7111-066-6, ISSN 0284-6713.



## 8 ANHANG

## 8.1 Fragebogen zur Erhebung der Thermischen Behaglichkeit

VERSUCHSTEILNEHMER VP: \_\_\_\_\_

### Fragebogen zur thermischen Behaglichkeit

Datum:	Uhrzeit:
--------	----------

Beheizungsart:
----------------

Wie ist Ihre momentane Stimmung?

sehr schlecht	schlecht	mäßig	ausgeglichen	gut	sehr gut	ausgezeichnet

Wie empfinden Sie die momentane Raumtemperatur?

kalt	kühl	etwas kühl	genau richtig	etwas warm	warm	heiß

Wie empfinden Sie die momentane Luftqualität?

sehr stickig	stickig	etwas stickig	indifferent	mäßig frisch	angenehm frisch	hervorragend frisch

Wie empfinden Sie die momentane Luftfeuchte?

sehr feucht	feucht	etwas feucht	genau richtig	etwas trocken	trocken	sehr trocken

Fühlen Sie sich jetzt körperlich angespannt?

sehr angespannt	angespannt	etwas angespannt	indifferent	etwas entspannt	entspannt	sehr entspannt

Fühlen Sie sich jetzt psychisch angespannt?

sehr angespannt	angespannt	etwas angespannt	indifferent	etwas entspannt	entspannt	sehr entspannt

## 8.2 Fragebögen zur Erhebung der Schlafqualität (SF-A und SF-B)

<b>CIPS</b> Collegium Internationale Psychiatriae Sclalarum	_____ _____ _____	<b>SF-A</b>  <b>Schlaffragebogen A</b>
--	-------------------------	--

<b>Anleitung:</b> Die folgenden Fragen beziehen sich darauf, wie Sie in der <b>letzten Nacht</b> geschlafen haben. Kreuzen Sie bitte die Antworten an, die für Sie am <b>ehesten</b> zutreffen! Gehen Sie bei der Beantwortung der Fragen <b>zügig</b> voran und lassen Sie <b>keine Frage aus!</b> Bitte sofort nach dem Aufstehen morgens ausfüllen!	
1. Wann haben Sie sich gestern abend schlafen gelegt (Licht gelöscht)?	Beispiel: <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">2</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">2</span> : <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">1</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 0 5px;">5</span> <div style="display: flex; justify-content: space-around; font-size: small;"> <span>Std.</span> <span>Min.</span> <span>Std.</span> <span>Min.</span> </div>
2. Wie lange hat es gestern abend nach dem Lichtlöschen gedauert, bis Sie eingeschlafen waren?	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>           weniger als 1 Minute            1 bis 5 Minuten            6 bis 15 Minuten            16 bis 30 Minuten            mehr als 30 Minuten         </div> <div style="text-align: right;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">4</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">5</div> </div> </div>
3. Woran hat es Ihrer Meinung nach gelegen, wenn Sie nicht gleich einschlafen konnten? (Mehrfachnennungen möglich)	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>           persönliche/berufliche Probleme            Geräusche im Zimmer oder von draußen            Beschäftigung mit Tagesereignissen            ich mußte zur Toilette            Gedanken drehten sich ständig um ein Thema            Ich war angespannt            ungewohnte Umgebung            sonstige: _____         </div> <div style="text-align: right;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">4</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">5</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">6</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">7</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">8</div> </div> </div>
4. In der Einschlafphase hat man hin und wieder plötzlich deutliche Bildeindrücke. War dies gestern abend bei Ihnen so?	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>           nein            bin nicht sicher            ja, sehr deutlich         </div> <div style="text-align: right;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div> </div> </div>
5. Hatten Sie in der Einschlafphase Muskelzuckungen in den Armen oder Beinen?	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>           nein            leicht            stark         </div> <div style="text-align: right;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div> </div> </div>
6. Hatten Sie gestern nacht ein Stechen in der Herzgegend oder ein Ziehen im linken Arm verspürt?	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>           nein            leicht            stark         </div> <div style="text-align: right;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div> </div> </div>
7. Sind Sie gestern nach dem Einschlafen nachts wieder aufgewacht?	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div>           nein            ja, einmal            ja, zweimal            ja, dreimal            ja, mehr als dreimal         </div> <div style="text-align: right;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">3</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">4</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin-bottom: 5px;">5</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">8</div> </div> </div>
<div style="text-align: center; opacity: 0.5; font-size: small;">             Copyright © 2004 by CIPS              Alle Rechte vorbehalten              Nachdruck, Vervielfältigung und Verbreitung, auch auszugsweise, ist ohne schriftliche Genehmigung des CIPS           </div>	
Bitte prüfen Sie ob Sie alle Fragen zutreffend beantwortet haben! <span style="float: right;">Bitte umblättern!</span>	

<b>CIPS</b> Collegium Internationale Psychiatricae Sclorum	_____	<b>SF-A</b>  <b>Schlaffragebogen A</b>
	_____	
	_____	

8. Woran hat es Ihrer Meinung nach gelegen, wenn Sie nachts wach wurden?	persönliche/berufliche Probleme <span style="float: right;">1</span> Geräusche im Zimmer oder von draußen <span style="float: right;">2</span> ich mußte zur Toilette <span style="float: right;">3</span> ich hatte geträumt <span style="float: right;">4</span> ich hatte noch keinen richtigen Schlaf gefunden <span style="float: right;">5</span> sonstige: <span style="float: right;">6</span>
9. Falls Sie in der Nacht aufgewacht sind, wie lange waren Sie insgesamt wach?	weniger als 1 Minute <span style="float: right;">1</span> 1 bis 5 Minuten <span style="float: right;">2</span> 6 bis 15 Minuten <span style="float: right;">3</span> 16 bis 30 Minuten <span style="float: right;">4</span> mehr als 30 Minuten <span style="float: right;">5</span>
10. Können Sie sich erinnern, ob Sie heute nacht geträumt haben?	nein, ich kann mich nicht erinnern geträumt zu haben <span style="float: right;">1</span> ja, ich habe geträumt, kann mich aber nicht an den Trauminhalt erinnern <span style="float: right;">2</span> ja, ich habe geträumt und kann mich an den Trauminhalt erinnern <span style="float: right;">3</span>
11. Falls Sie sich an Ihre Träume erinnern können: welche Gefühle hatten Sie während des Träumens?	angenehme Gefühle <span style="float: right;">1</span> neutrale Gefühle <span style="float: right;">2</span> unangenehme Gefühle <span style="float: right;">3</span>
12. Haben Sie in der letzten Zeit nachts geschwitzt?	nein <span style="float: right;">1</span> leicht <span style="float: right;">2</span> stark <span style="float: right;">3</span>
13. Wann sind Sie heute morgen aufgewacht?	Beispiel: 0.6 : 3.0 <span style="float: right;">1</span> Std. Min. Std. Min. <span style="float: right;">2</span> <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100%;"> <div> <input type="text"/> : <input type="text"/>              Std. Min.           </div> <div> <input type="text"/> : <input type="text"/>              Std. Min.           </div> </div>
14. Sind Sie heute morgen geweckt worden (Radio-Wecker, Radio, Personen etc.) oder wurden Sie von allein wach?	ich wurde von allein wach <span style="float: right;">1</span> ich wurde aus dem Halbschlaf geweckt <span style="float: right;">2</span> ich wurde aus dem Tiefschlaf geweckt <span style="float: right;">3</span>
15. Sind Sie heute morgen zu früh wach geworden und konnten dann nicht mehr einschlafen?	ja <span style="float: right;">1</span> nein <span style="float: right;">2</span>
16. Haben Sie heute morgen Kopfschmerzen?	nein <span style="float: right;">1</span> leicht <span style="float: right;">2</span> stark <span style="float: right;">3</span>
17. Haben Sie gestern abend nach dem Abendessen Alkohol (Bier, Wein, Schnaps) getrunken?	nein <span style="float: right;">1</span> ja, über den Abend verteilt <span style="float: right;">2</span> ja, unmittelbar vor dem Schlafengehen <span style="float: right;">3</span>
18. Haben Sie gestern abend ein Schlafmittel benutzt?	nein <span style="float: right;">1</span> ja <span style="float: right;">2</span>
19. Falls ja, welches Präparat/welche Präparate:	_____ _____ _____
20. War der gestrige Tag für Sie sehr anstrengend?	nein <span style="float: right;">1</span> ein wenig <span style="float: right;">2</span> sehr <span style="float: right;">3</span>
Bitte prüfen Sie ob Sie alle Fragen zutreffend beantwortet haben! <span style="float: right;">Bitte umblättern!</span>	



<b>CIPS</b> Collegium Internationale Psychiatriae Sclorum	_____ _____ _____	<b>SF-A</b>  <b>Schlaffragebogen A</b>
--	-------------------------	--

**Anleitung:**

Auf dieser Seite finden Sie einige Wörter, mit denen Sie beschreiben können, wie Sie sich gestern abend, vor dem Schlafengehen, fühlten, wie Sie heute nacht geschlafen haben und wie sie sich heute morgen fühlen. Kreuzen Sie hinter **jedem** Wort an, in welchem Ausmaß es für Sie zutrifft! Bitte antworten Sie zügig und **lassen Sie keine Zeile aus!**

		nicht	wenig	mittel	ziemlich	sehr
21. Wie haben Sie in der vergangenen Nacht geschlafen?	gleichmäßig	1	2	3	4	5
	tief	1	2	3	4	5
	unruhig	1	2	3	4	5
	entspannt	1	2	3	4	5
	ungestört	1	2	3	4	5
	gut	1	2	3	4	5
	ausgiebig	1	2	3	4	5
22. Wie fühlten Sie sich gestern vor dem Schlafengehen?	sorglos	1	2	3	4	5
	erschöpft	1	2	3	4	5
	schlafbedürftig	1	2	3	4	5
	überfordert	1	2	3	4	5
	ausgeglichen	1	2	3	4	5
	ruhig	1	2	3	4	5
	müde	1	2	3	4	5
	entspannt	1	2	3	4	5
23. Wie fühlen Sie sich heute morgen?	ausgeglichen	1	2	3	4	5
	döslg	1	2	3	4	5
	tatkräftig	1	2	3	4	5
	munter	1	2	3	4	5
	frisch	1	2	3	4	5
	ausgeschlafen	1	2	3	4	5
	entspannt	1	2	3	4	5
	Bitte prüfen Sie, ob Sie kein Wort ausgelassen haben!					

Bemerkungen/Fragen:

<b>CIPS</b> Collegium Internationale Psychiatriae Sclorum	_____	<b>SF-B</b>  <b>Schlaffragebogen B</b>
	_____	
	_____	

<b>Anleitung:</b> Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre Schlafgewohnheiten in den <b>letzten 2 Wochen</b> . Kreuzen Sie bitte die Antworten an, die für Sie am <b>ehesten</b> zutreffen! Gehen Sie bei der Beantwortung der Fragen <b>zügig voran und lassen Sie keine Frage aus!</b>		
1. Sind Sie in den letzten 2 Wochen <b>abends</b> zu regelmäßiger Zeit schlafen gegangen?	nie manchmal sehr oft	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
2. Wann haben Sie sich in den letzten 2 Wochen meistens schlafen gelegt (Licht gelöscht)?	Beispiel: <input type="text" value="22"/> : <input type="text" value="15"/> Std.   Min.                   Std.   Min.	
3. Wie lange haben Sie in den letzten 2 Wochen durchschnittlich gebraucht, um nach dem Lichtlöschen einzuschlafen?	weniger als 1 Minute 1 bis 5 Minuten 6 bis 15 Minuten 16 bis 30 Minuten mehr als 30 Minuten	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
4. Woran hat es Ihrer Meinung nach gelegen, wenn Sie nicht gleich einschlafen konnten?	persönliche/berufliche Probleme Geräusche im Zimmer oder von draußen Beschäftigung mit Tagesereignissen ich mußte zur Toilette Gedanken drehten sich ständig um ein Thema ich war angespannt ungewohnte Umgebung sonstige: _____	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8
5. Hatten Sie in den letzten 2 Wochen Mittagsschlaf gehalten?	nein, nie an den Wochenenden fast jeden Tag	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
6. Hatten Sie in der letzten Zeit in der Einschlafphase Muskelzuckungen in den Armen oder Beinen?	nie selten manchmal oft sehr oft	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
7. Hatten Sie in der letzten Zeit nachts ein Stechen in der Herzgegend oder ein Ziehen im linken Arm verspürt?	nie selten manchmal oft sehr oft	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
8. Sind Sie in den letzten 2 Wochen nach dem Einschlafen nachts wieder aufgewacht?	nie selten manchmal oft sehr oft	<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5
Bitte prüfen Sie ob Sie alle Fragen zutreffend beantwortet haben!		
Bitte umblättern!		

<b>CIPS</b> <b>Collegium</b> <b>Internationale</b> <b>Psychiatricae Sclorum</b>	_____ _____ _____	<b>SF-B</b>  <b>Schlaffragebogen B</b>
--	-------------------------	--

9. Woran hat es Ihrer Meinung nach gelegen, wenn Sie nachts wach wurden? (Mehrfachnennungen möglich)	persönliche/berufliche Probleme Geräusche im Zimmer oder von draußen ich mußte zur Toilette ich hatte geträumt ich hatte noch keinen richtigen Schlaf gefunden sonstige: _____	1 2 3 4 5 6
10. Hatten Sie Schwierigkeiten wieder Schlaf zu finden, wenn Sie nachts wach wurden?	nie selten manchmal oft sehr oft	1 2 3 4 5
11. Konnten Sie sich in der letzten Zeit an Ihre Träume erinnern?	nie selten manchmal oft sehr oft	1 2 3 4 5
12. Haben Sie in der letzten Zeit nachts geschwitzt?	nie selten manchmal oft sehr oft	1 2 3 4 5
13. Sind Sie in den letzten 2 Wochen morgens zu regelmäßigen Zeiten aufgestanden?	nie manchmal sehr oft	1 2 3
14. Wann sind Sie in den letzten 2 Wochen morgens meistens aufgestanden?	Beispiel: 06 : 30 Std. Min.      Std. Min.	
15. Ist es in den letzten 2 Wochen vorgekommen, daß Sie, sofort nachdem Sie sich schlafen gelegt hatten, in einen tiefen Schlaf verfallen sind?	nie selten manchmal oft sehr oft	1 2 3 4 5
16. Hatten Sie in der letzten Zeit morgens Kopfschmerzen?	nie selten manchmal oft sehr oft	1 2 3 4 5
17. Kommt es vor, daß Ihre Nachträume Sie am Tag beschäftigen?	nie selten manchmal oft sehr oft	1 2 3 4 5
Bitte prüfen Sie ob Sie alle Fragen zutreffend beantwortet haben! <span style="float: right;">Bitte umblättern!</span>		



<b>CIPS</b> Collegium Internationale Psychiatriae Sclorum	_____ _____ _____	<b>SF-B</b>  <b>Schlaffragebogen B</b>
--	-------------------------	--

18. Haben Sie in der letzten Zeit nach dem Abendessen Alkohol (Bier, Wein, Schnaps) getrunken?	nie selten manchmal oft sehr oft	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">4</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">5</div>
19. Sind Sie in der letzten Zeit zu früh aufgewacht (also lange bevor Sie hätten aufstehen müssen)?	nie selten manchmal oft sehr oft	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">4</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">5</div>
20. Haben Sie in der letzten Zeit viel geraucht, also mehr als 5 Zigaretten/2 Zigarren/2 Pfeilen pro Tag?	nein, überhaupt nicht ja, an manchen Tagen ja, jeden Tag	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div>
21. Haben Sie in der letzten Zeit Schlafmittel benutzt?	nie selten manchmal oft sehr oft	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">4</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">5</div>
22. Falls Sie Schlafmittel benutzt haben, welches Präparat/welche Präparate:	_____ _____ _____	
23. Waren die Arbeitstage in den letzten 2 Wochen für Sie sehr anstrengend?	nie selten manchmal oft sehr oft	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">4</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">5</div>
24. Haben sich in der letzten Zeit in Ihrem Privatleben wichtige Veränderungen ergeben, die sie sehr belasten?	nein, keine ja, in der Partnerschaft ja, berufliche Veränderungen, die sich auf mein Privatleben ausgewirkt haben ja, im familiären Bereich ja, gesundheitlich	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">4</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">5</div>
25. Brauchten Sie morgens eine längere Anlaufzeit bis Sie richtig in Schwung kamen?	nie selten manchmal oft sehr oft	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">4</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">5</div>
26. Können Sie auch in ungewohnter Umgebung gut schlafen?	nie manchmal sehr oft	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 2px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div>

Bitte prüfen Sie, ob Sie alle Fragen zutreffend beantwortet haben!

Bitte umbältern!



<b>CIPS</b> Collegium Internationale Psychiatricae Sclorum	_____ _____ _____	<b>SF-B</b>  <b>Schlaffragebogen B</b>
---	-------------------------	--

**Anleitung:**

Auf dieser Seite finden Sie einige Wörter, mit denen Sie beschreiben können, wie Sie sich in der letzten Zeit morgens und abends fühlten, bzw. wie Sie nachts geschlafen haben. Kreuzen Sie hinter **jedem** Wort an, in welchem Ausmaß es für Sie zutrifft! Bitte antworten Sie zügig und **lassen Sie keine Zeile aus!**

		nie	selten	manchmal	oft	sehr oft
27. Wie war Ihr Schlaf in der letzten Zeit?	gleichmäßig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	tief	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	unruhig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	entspannt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ungestört	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ausgiebig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28. Wie fühlten Sie sich in der letzten Zeit vor dem Schlafengehen?	sorglos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	erschöpft	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	schlafbedürftig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	überfordert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ausgeglichen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ruhig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	müde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	entspannt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29. Wie fühlten Sie sich morgens nach dem Aufstehen?	ausgeglichen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	dösig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	tatkraftig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	munter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	frisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ausgeschlafen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	entspannt	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Bitte prüfen Sie, ob Sie kein Wort ausgelassen haben!					

Bemerkungen/Fragen:

### 8.3 Fragebogen zur Erhebung der Raumlufthqualität

VERSUCHSTEILNEHMER VP: \_\_\_\_\_

#### Fragebogen zur Raumlufthqualität

Belüftungsart:

Datum: \_\_\_\_\_ Uhrzeit: \_\_\_\_\_

Wie haben Sie beim Aufstehen die Raumtemperatur im Schlafraum empfunden?

kalt	kühl	etwas kühl	genau richtig	etwas warm	warm	heiß

Wie haben Sie beim Aufstehen die Luftqualität im Schlafraum empfunden?

sehr stickig	stickig	etwas stickig	indifferent	mäßig frisch	angenehm frisch	hervorragend frisch

Wie haben Sie beim Aufstehen die Luftfeuchte im Schlafraum empfunden?

sehr feucht	feucht	etwas feucht	genau richtig	etwas trocken	trocken	sehr trocken

## 8.4 Messprotokollbeispiel zu den Schlafmessungen

VERSUCHSTEILNEHMER VP: \_\_\_\_\_

**1. Phase:****Belüftungsart: Lüftungsanlage und geschlossene Fenster im Schlafraum****Protokoll zur 1. Schlafmessung:**Datum: 



**am Abend:**

- Hautstellen mit Isopropanol reinigen (Männer: bei starker Brustbehaarung bitte ausrasieren, die Elektroden kleben sonst schlecht und schmerzen beim Entfernen)
- Elektroden aufkleben
- Kabel entsprechend der Farbkodierung anklipsen
- Kabel mit je einem Streifen Hansaplast am Körper (für Schlafmessungen idealerweise an der Schulter) fixieren
- Stecker am Heartman anstecken
- Messung starten:  
Messkarte 1 (COMPACTFLASH) in den Heartman schieben (Pfeilrichtung beachten):

Das Gerät piepst, das grüne Lämpchen leuchtet zunächst und beginnt dann rhythmisch zu blinken.



- Das Gerät entweder mit Gürtel bequem am Körper fixieren oder beim Schlafen unter den Kopfpolster legen.
- Angenehme Nachtruhe!

**am Morgen:**

- Messung beenden:  
Zuerst den Knopf am Heartman ca. fünf Sekunden lang drücken, bis die Lämpchen grün und gelb blinken und der Piepston ertönt.
- Warten bis kein Lämpchen mehr leuchtet, erst dann Messkarte herausziehen
- Kabel abstecken und von den Elektroden abklipsen.  
Die Elektroden entfernen und die Hautstellen wieder mit Isopropanol reinigen.
- Schlaffragebogen SF-A ausfüllen und Fragen zur Raumluftqualität beantworten

Erfolgreichen Tag!

## 8.5 Diskussionsprotokoll des Focus-Group-Interviews

### Diskussionsprotokoll

Focus Gruppe  
am 16.5.2003, 16:00 Uhr, IBO (Alserbachstraße)

Teilnehmerzahl: \_\_\_\_\_

ModeratorIn: \_\_\_\_\_

KomoderatorIN: \_\_\_\_\_


Beginn: \_\_\_\_\_ Uhr


Ende: \_\_\_\_\_ Uhr

#### Teilnehmer

NAME UND WOHNORT	TELEFONNUMMER

#### SKIZZE ÜBER DIE SITZORDNUNG

<b>Fragentyp: Opening</b>		 <b>7 Minuten</b>
<p><b>1. Frage:</b> <i>Sie wohnen ja alle in einem Niedrigenergiehaus. Wir haben Ausschnitte aus Prospekten mitgebracht. Jeder von Ihnen erhält einen Ausschnitt. Damit Sie sich in der Runde kennen lernen, erzählen Sie Ihrem Nachbarn, was Sie mit Ihrem Puzzleteil verbinden.</i></p>		
<b>Schlüsselaussagen:</b>	<b>Zitate:</b>	
<b>Beobachtungen:</b>		

<b>Fragentyp: Introductory</b>		 <b>10 Minuten</b>
<p><b>2. Frage:</b> <i>Was bedeutet für Sie Wohnqualität/Wohnkomfort?</i></p>		
<b>Schlüsselaussagen:</b>	<b>Zitate:</b>	
<b>Beobachtungen:</b>		

**Fragentyp: TRANSITION****15 Minuten**

**3. Frage:** Wir haben ja bereits über Wohnqualität gesprochen. Zur Beschreibung von Wohnqualität werden immer wieder verschiedene Schlagwörter verwendet. **Hinweis auf Kärtchen** (werden aufgehängt):

**Wohlfühlen****Gemütlichkeit****Behaglichkeit**

*Was bedeuten diese Begriffe für Sie? Was fehlte Ihnen in der einleitenden Diskussion fehlt, um Wohnqualität zu beschreiben?*

**Aufgabe:**

*Bitte diskutieren Sie diese Fragen mit Ihrem Nachbarn! Halten Sie Ihre Diskussionspunkte auf den Kärtchen fest.*

**Schlüsselaussagen:****Zitate:****Beobachtungen:****Fragentyp: TRANSITION****5 Minuten****4. Frage:** ad 2. Diskussion im Plenum:

*Was haben Sie gemeinsam mit Ihrem Partner herausgefunden? Was gehört für Sie zur Wohnqualität?*

**Nachfragen – Anheizen des Diskussionsklimas:**

*Was heißt Wohnqualität jetzt wirklich?*

**Schlüsselaussagen:****Zitate:****Beobachtungen:**

## Fragentyp: KEY 1 – Argumente Niedrigenergiehaus



10 Minuten

**5. Frage:** *Wenn Sie eine/einen FreundIn vom Kauf eines Niedrigenergiehauses überzeugen müssten, was würden Sie ihr/ihm raten? Welche Rolle spielen dabei die diskutierten Punkte (Hinweis auf Kärtchen)?*

Schlüsselaussagen:

Zitate:

Beobachtungen:

## Fragentyp: KEY 2 – Behaglichkeit



10 Minuten


**6. Frage:**


- *Was macht das Wohnen im Niedrigenergiehaus letztendlich wohnlich?*
- *WER/WAS ist dafür verantwortlich und aus welchen Gründen?*

Schlüsselaussagen:


Zitate:


Beobachtungen:

<b>Fragentyp: Transition</b>		 10 Minuten
<b>7. Frage:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Was hätten Sie gerne schon vor dem Kauf des Niedrigenergiehauses gewusst?</i></li> <li>▪ <i>Was war für Sie die größte Überraschung als Sie dort eingezogen sind? (Was war der „Supergau“ nach dem Einzug?)</i></li> <li>▪ <i>Was ist für Sie jetzt noch gewöhnungsbedürftig?</i></li> </ul>		
<b>Schlüsselaussagen:</b>	<b>Zitate:</b>	
<b>Beobachtungen:</b>		

<b>Fragentyp: Key 3</b>		 10 Minuten
<b>8. Frage:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Nehmen wir an, es gäbe eine Beratungsstelle für Menschen, die sich über ein Niedrighaus informieren möchten. WO müsste diese Beratungsstelle sein? WER müsste sie betreuen? WORÜBER sollten die Interessieren informiert werden?</i></li> <li>▪ <i>Was müsste in einem Prospekt über Niedrigenergiehäuser stehen?</i></li> </ul>		
<b>Schlüsselaussagen:</b>	<b>Zitate:</b>	
<b>Beobachtungen:</b>		



<b>Fragentyp: Ending</b>		 10 Minuten
<b>9. Frage:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Wenn wir die Diskussion Revue passieren lassen – welcher Wohntyp sind Sie dann eigentlich?</i></li> <li>▪ <i>Was von dem, das wir heute diskutiert haben, ist für Sie am bedeutendsten?</i></li> </ul>		
<b>Schlüsselaussagen:</b>	<b>Zitate:</b>	
<b>Beobachtungen:</b>		

<b>Fragentyp: Summary</b>		 10 Minuten
<b>Zusammenfassung: .....</b> <i>War das eine treffende Zusammenfassung? Haben wir irgend etwas vergessen?</i>		
<b>Schlüsselaussagen:</b>	<b>Zitate:</b>	
<b>Beobachtungen:</b>		

## REFLEXION ÜBER DIE DISKUSSION

- Was ist gut gelaufen?
- Was ist passiert?
- Wie hat die Gruppe das Thema angenommen?

- Sonstiges?

**Sonstige Notizen:**

## 8.6 Behaglichkeitsuntersuchungen – Messungen aller Versuchspersonen

Im Folgenden werden alle durchgeführten Messungen der Behaglichkeitsuntersuchungen einzeln dargestellt. Die Abbildungen zeigen jeweils den Verlauf der Herzfrequenz während des gesamten Kreislaufbelastungstests, die genauere Darstellung des Herzfrequenzverlaufs während der Kippvorgänge aus bzw. in die Ruhephasen und während des Cold-Pressure-Tests. Die einzelnen Testabschnitte sind mit verschiedenfarbigen Balken unterlegt: Ruhephase 1 (grau), Kippen und Stehen (rot), Ruhephase 2 (grau), Cold-Pressure-Test (Hand in Eiswasser - blau, Hand aus Eiswasser - rot).

Zur Indizierung der Messungen:

Bsp.: IN20030126V0139M.KTWHE

IN20030126 ...Datum der Messung

V01...Nummer der Versuchsperson

39M...Alter und Geschlecht der Versuchsperson

KT ... Kipptisch

WH...Wandheizung

LH...Lüftungsheizung

K1...Kachelofenheizung

R1...Radiatorheizung

A ... Passivhaus mit Lüftungs- und Wandheizungssystem

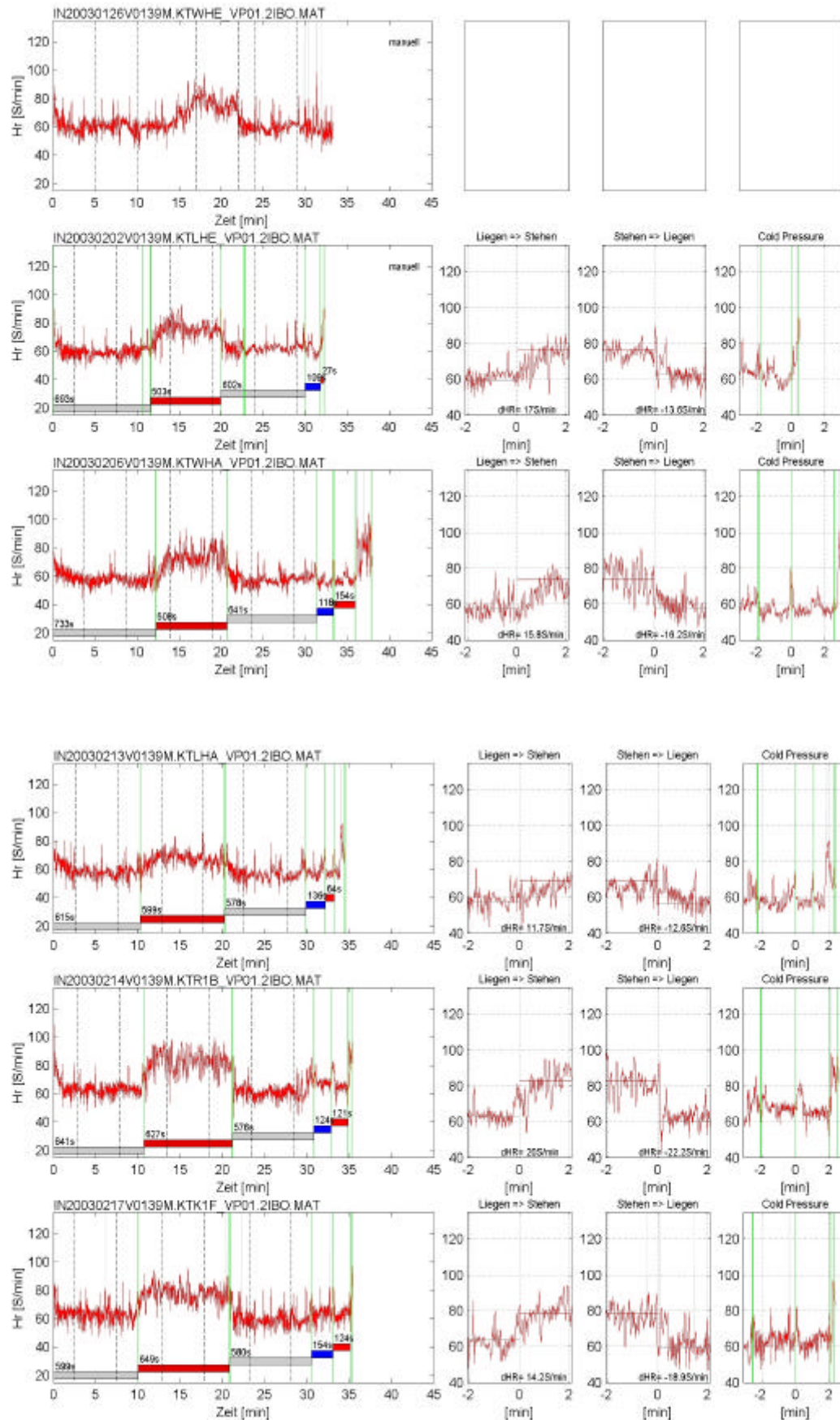
B ... Konventioneller Neubau mit Radiatorheizsystem

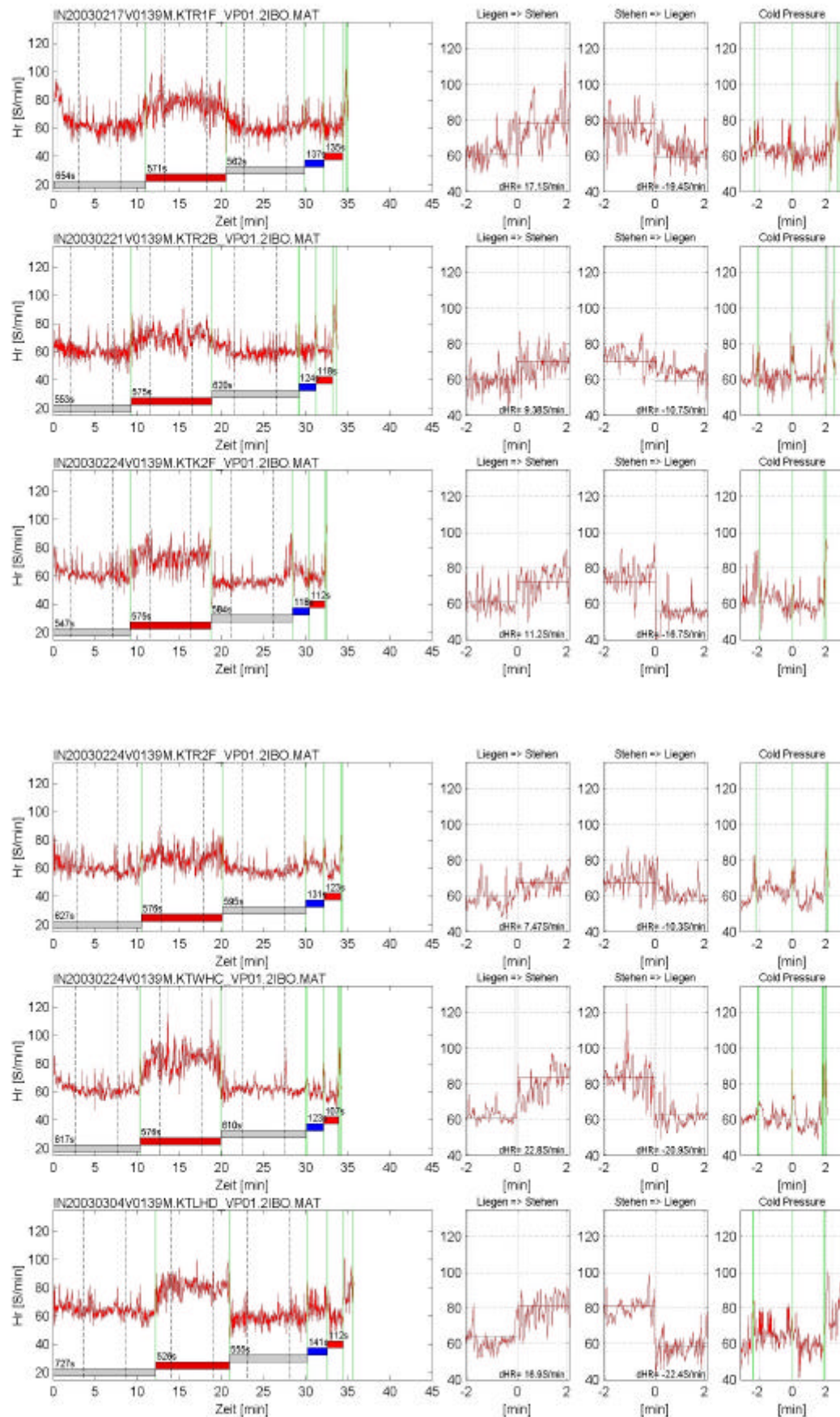
C ... Passivhaus mit Lüftungs- und Wandheizungssystem

D ... Passivhaus mit Lüftungsheizungssystem und Pelletszimmerofen

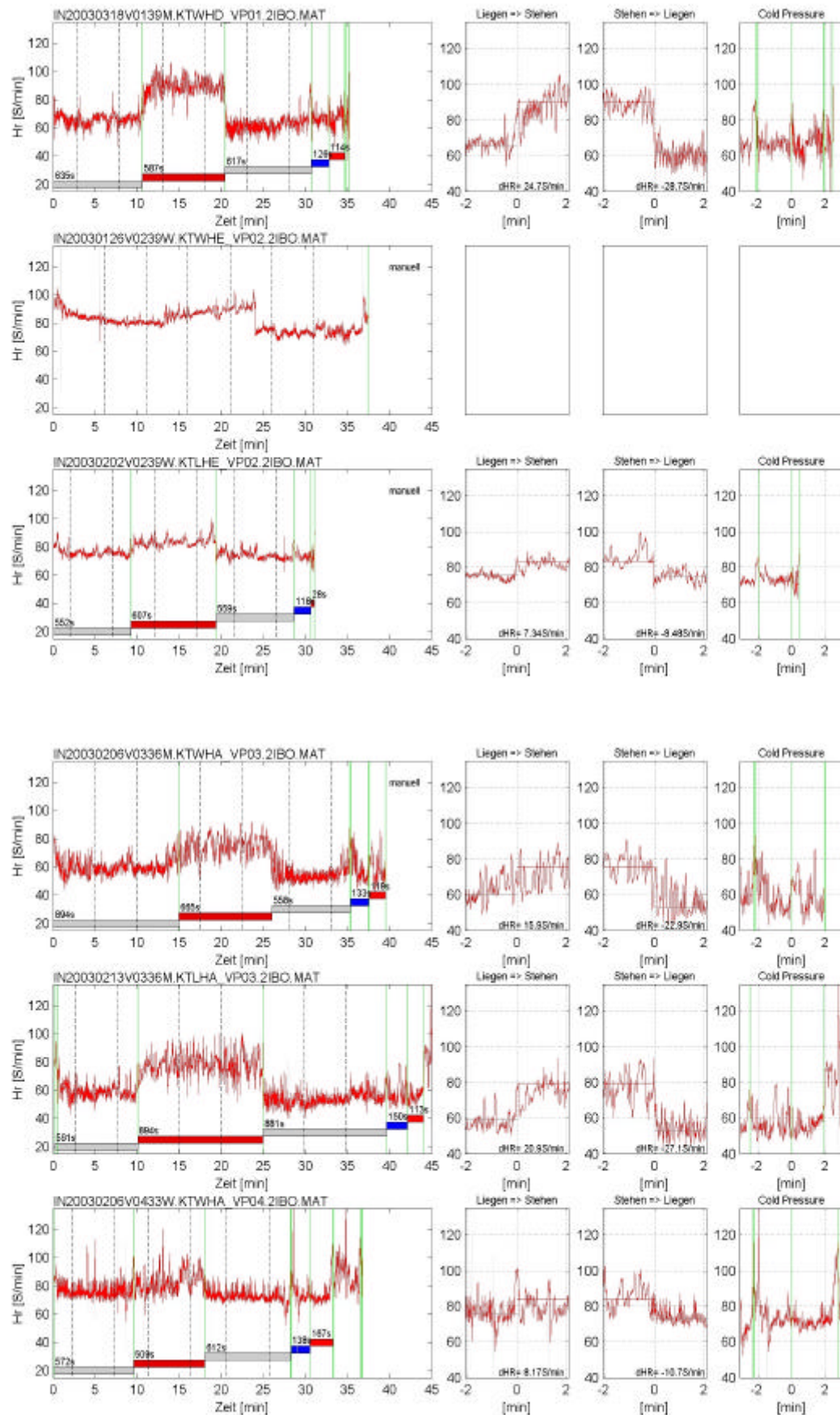
E ... Niedrigenergiehaus mit Lüftungs- und Wandheizungssystem

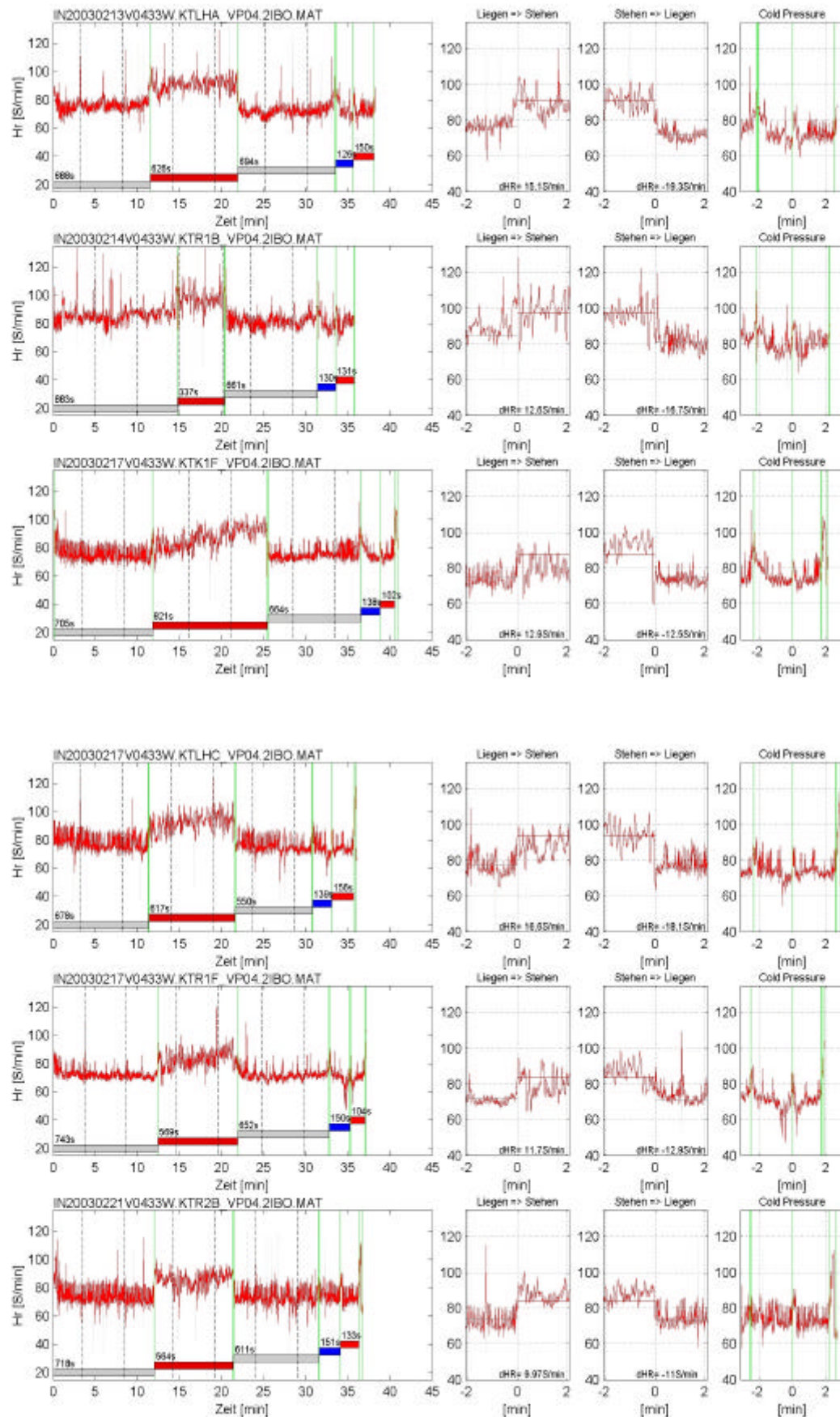
F ... Altbau mit Radiatorheizsystem und Kachelofen



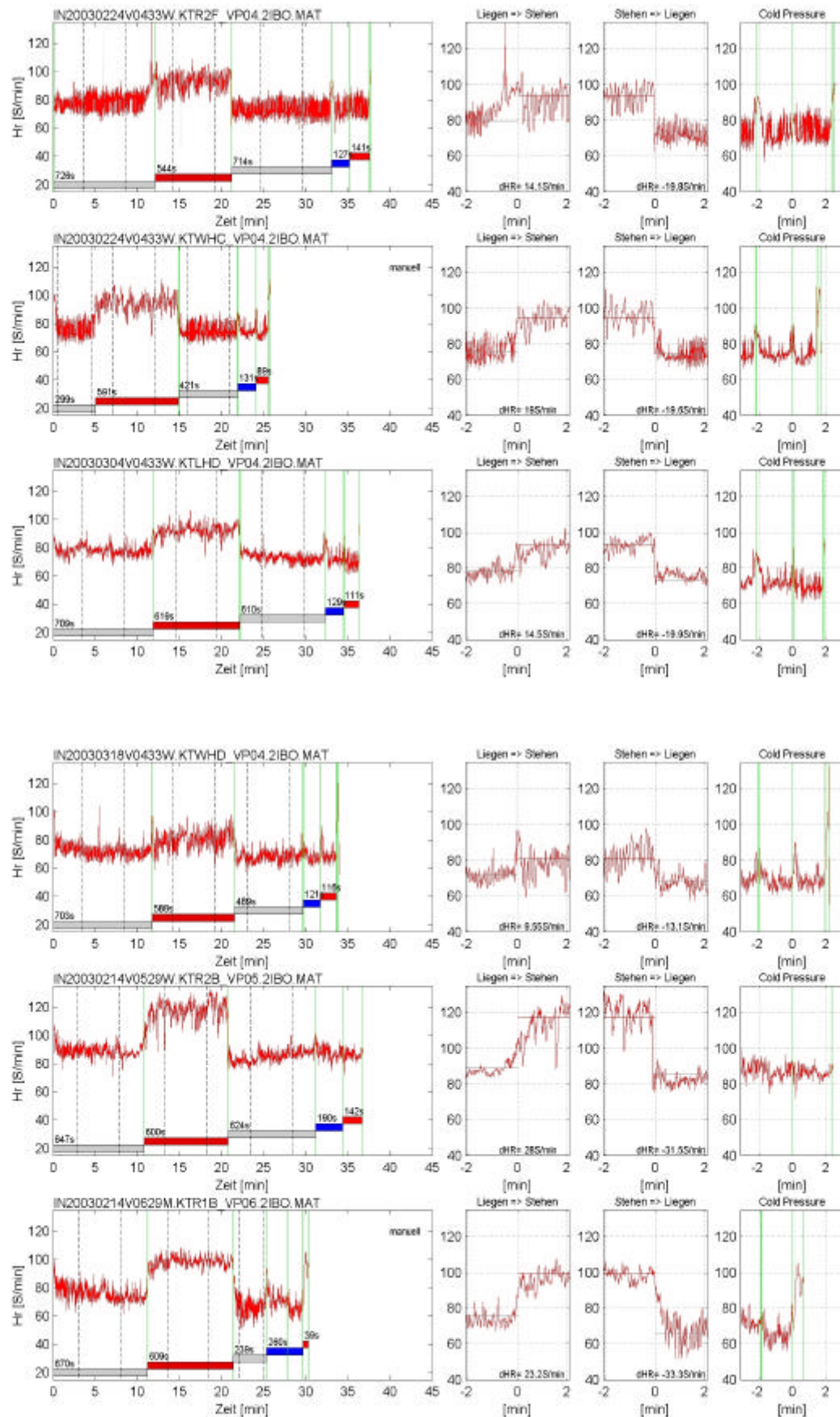


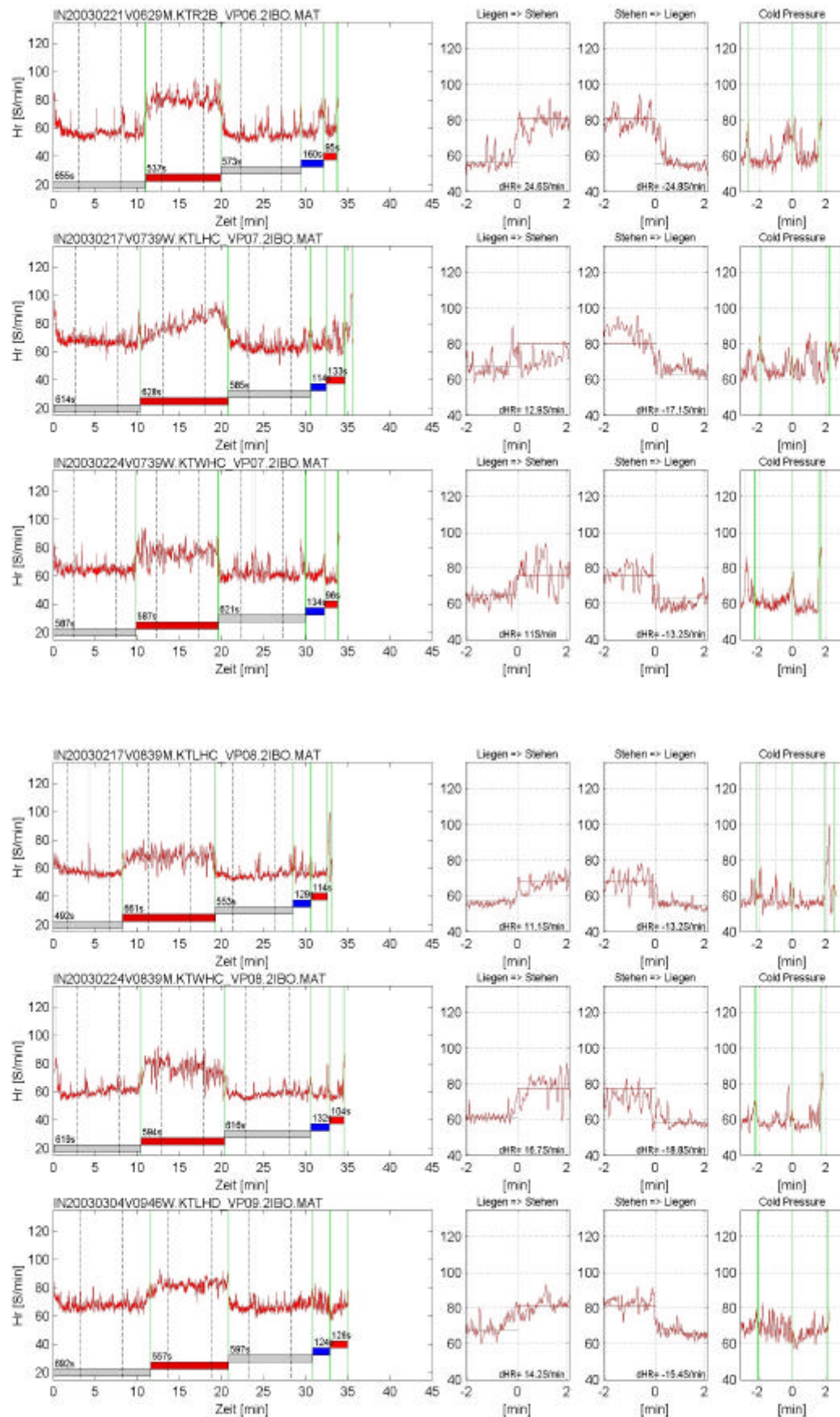


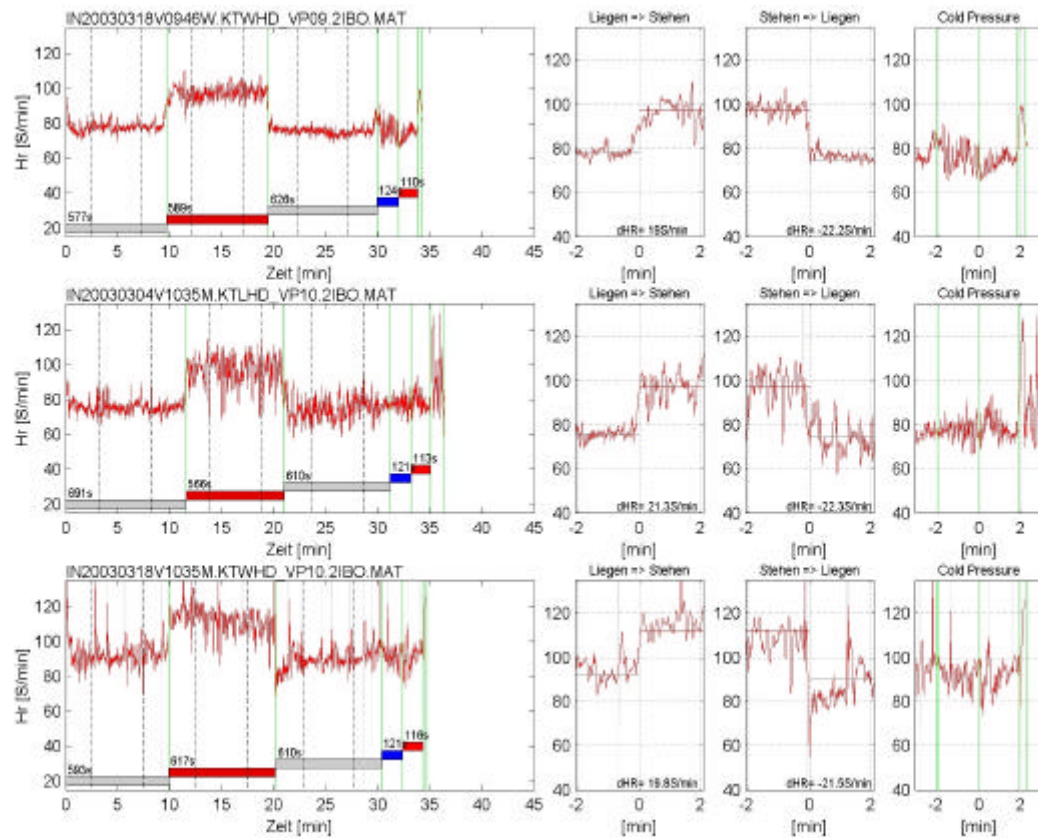








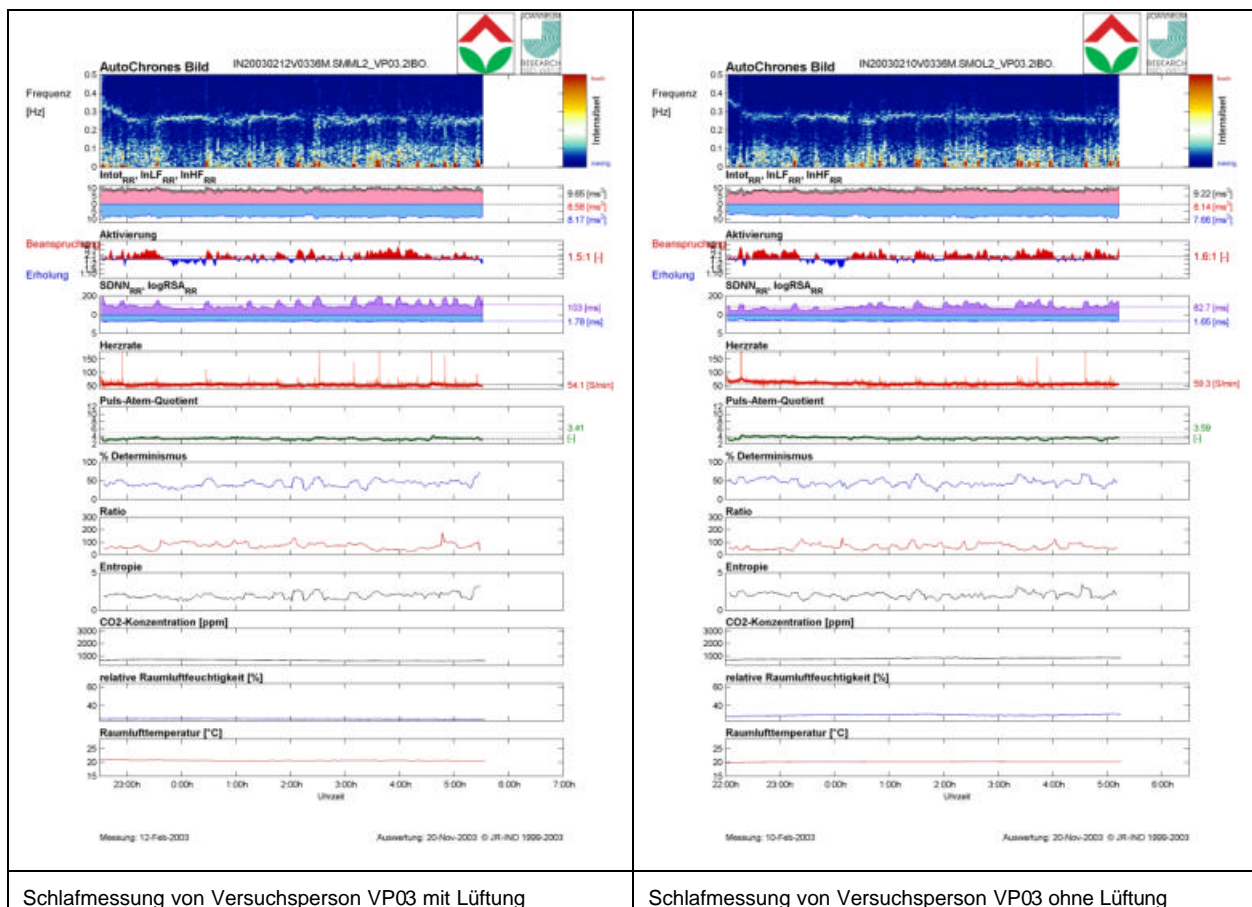
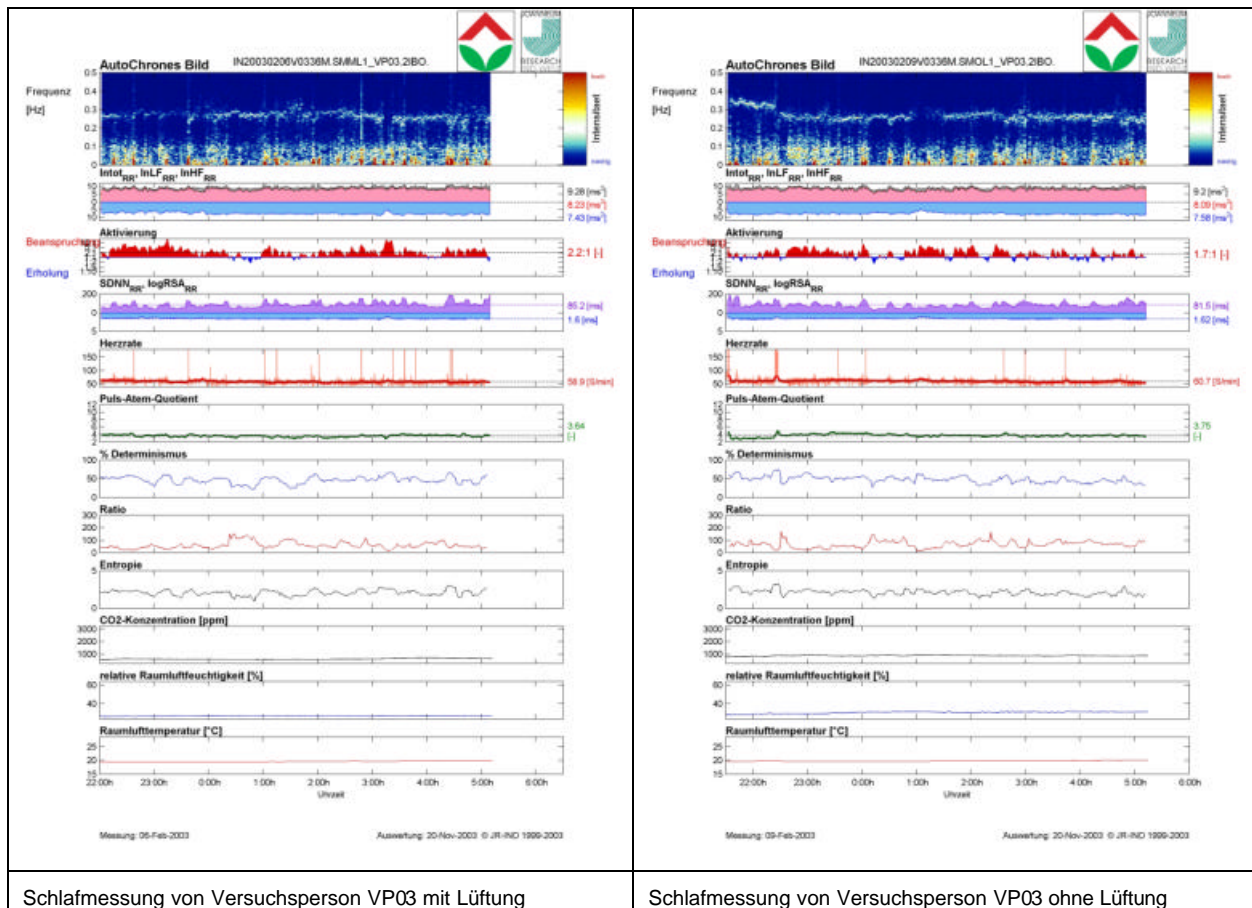


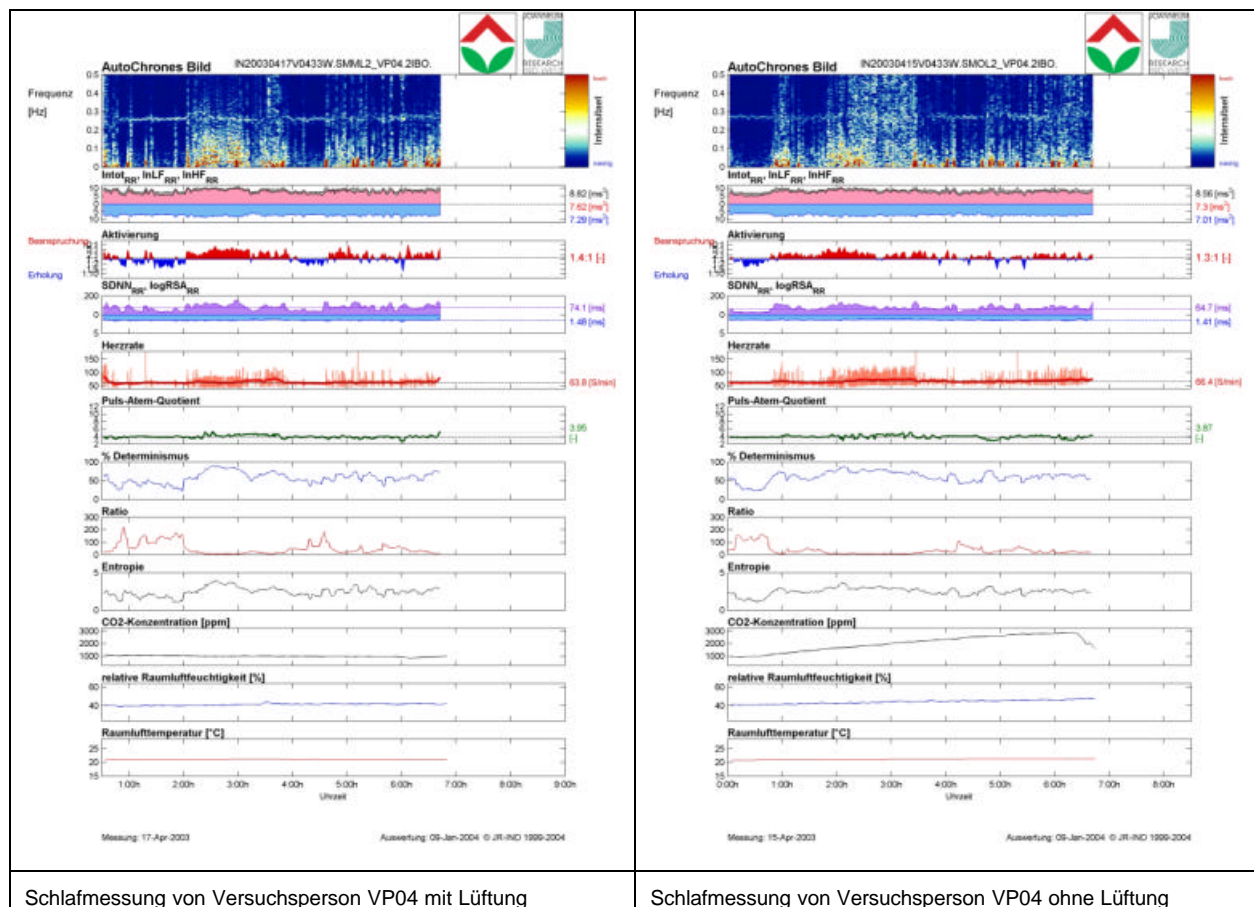
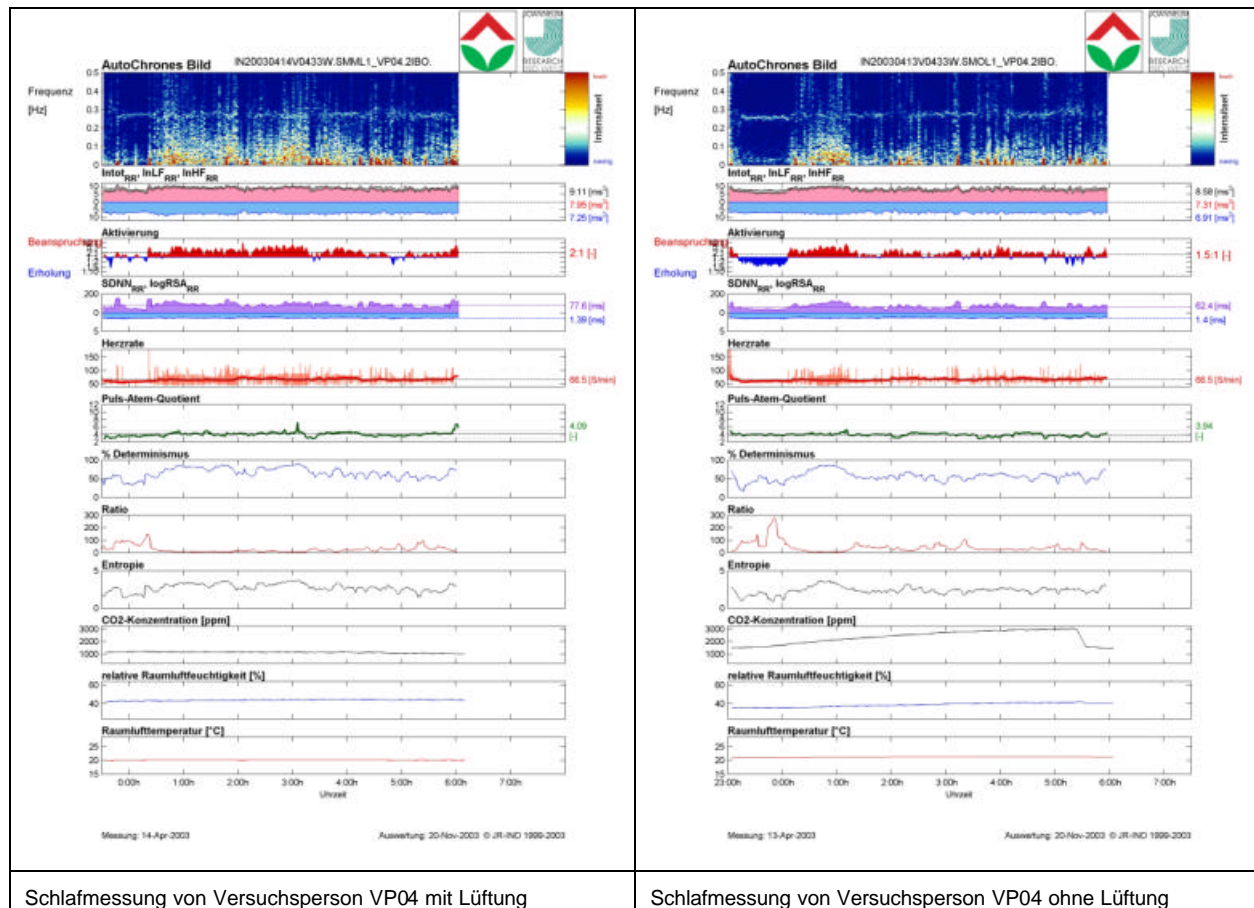


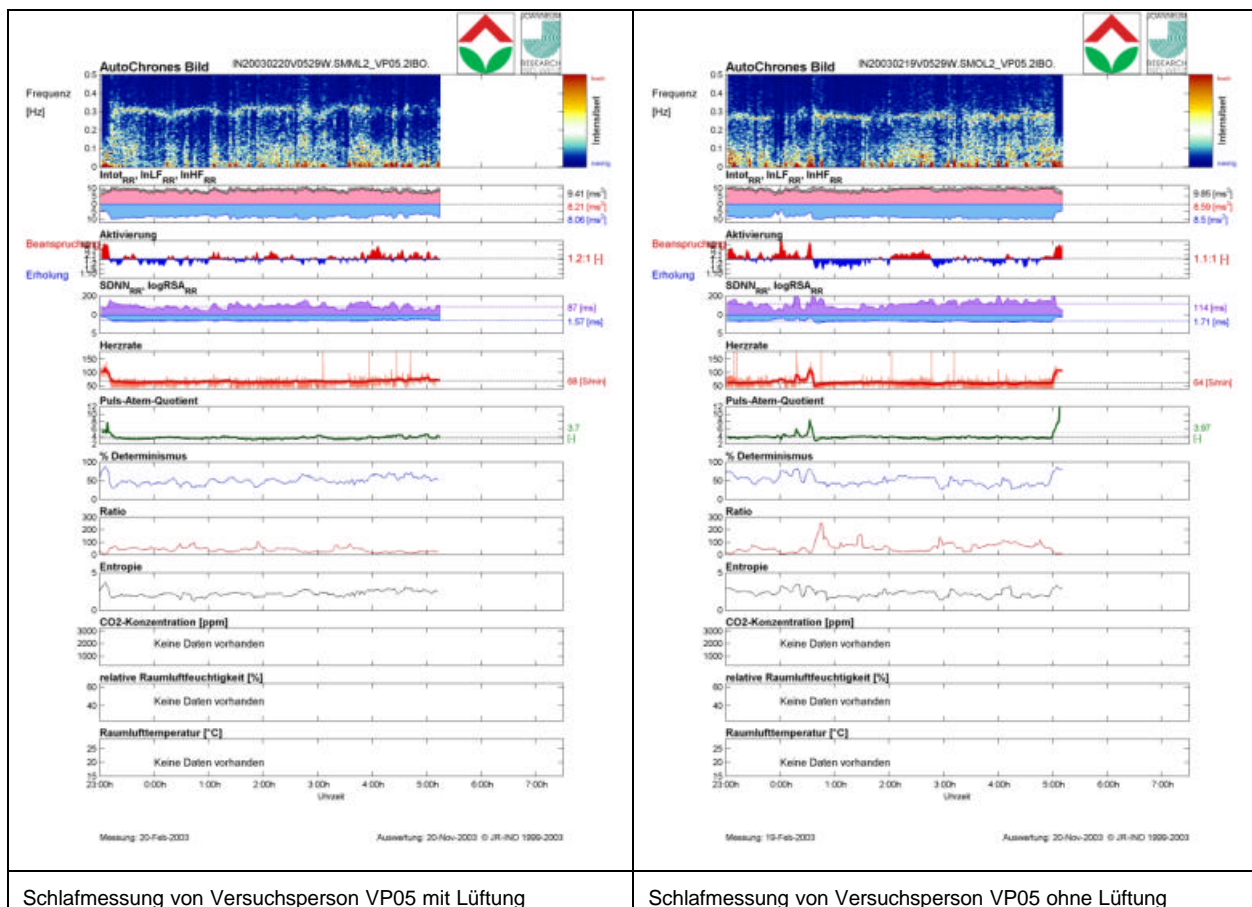
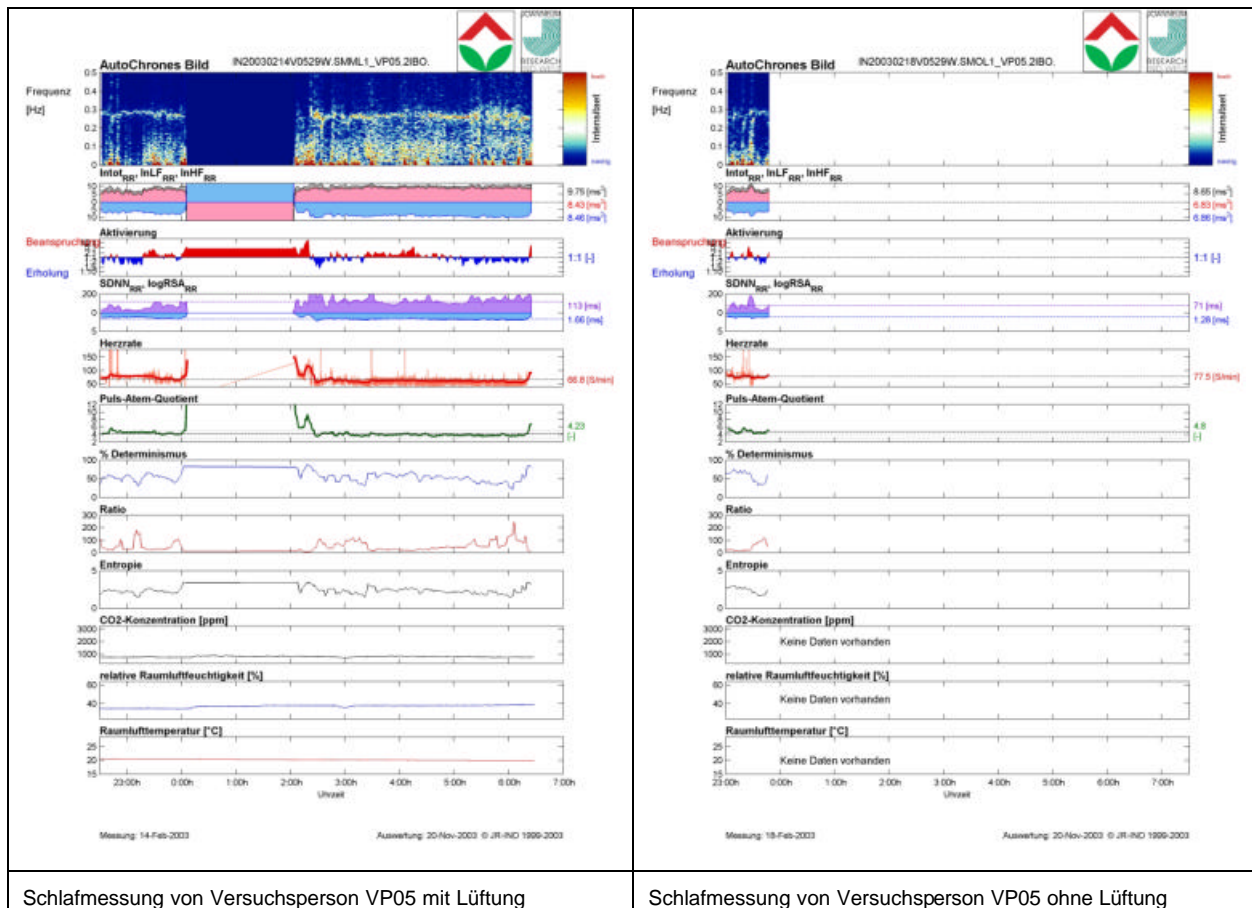
## 8.7 Schlafuntersuchungen – Messungen aller Versuchspersonen

Im Folgenden werden alle durchgeführten Messungen der Schlafuntersuchungen einzeln dargestellt. Die Darstellungen zeigen jeweils das Autochronen Bild sowie den Verlauf der HRV (Herzfrequenzvariabilitäts)-Parameter, der ausgewerteten Recurrence-Plots-Parameter und der Raumklimaparameter über die gesamte Schlafdauer.

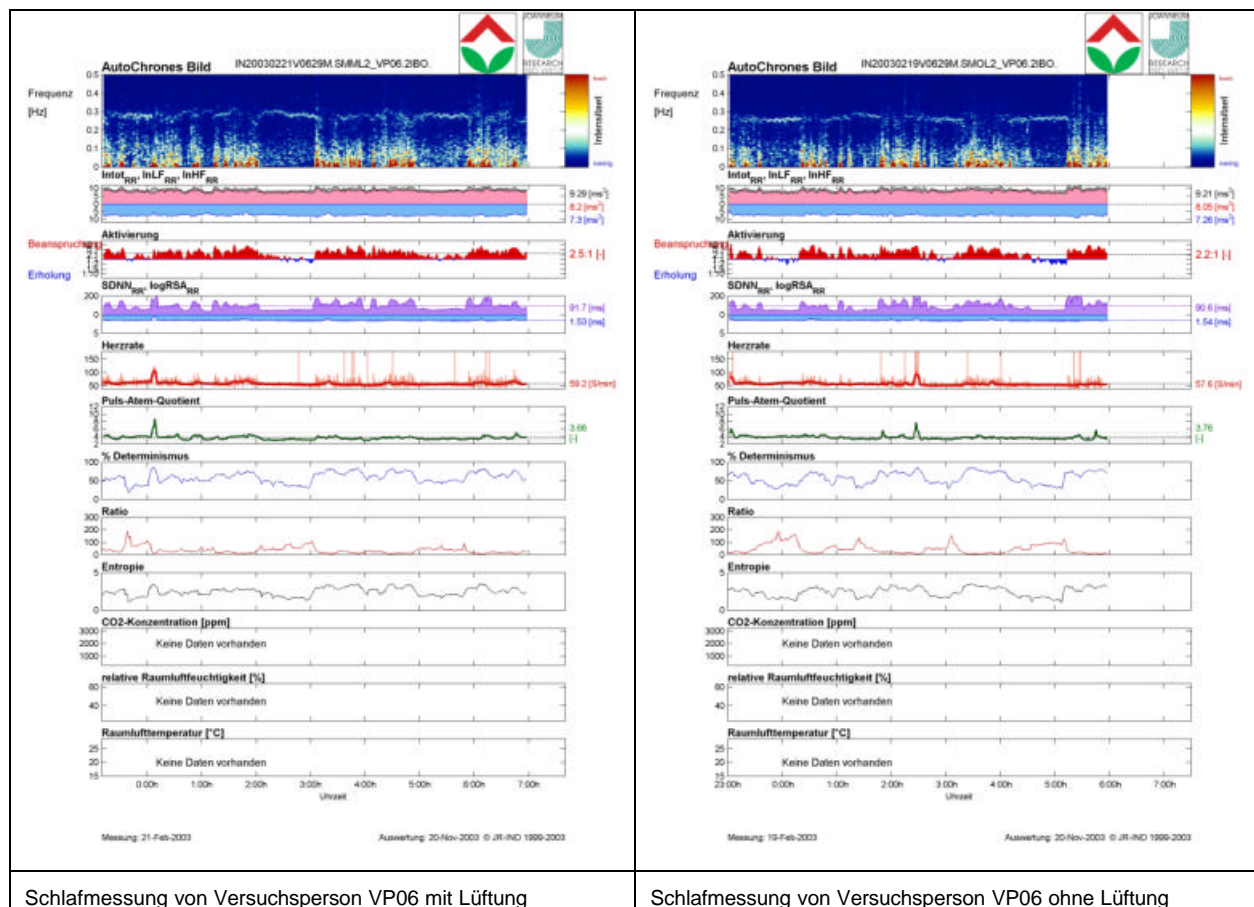
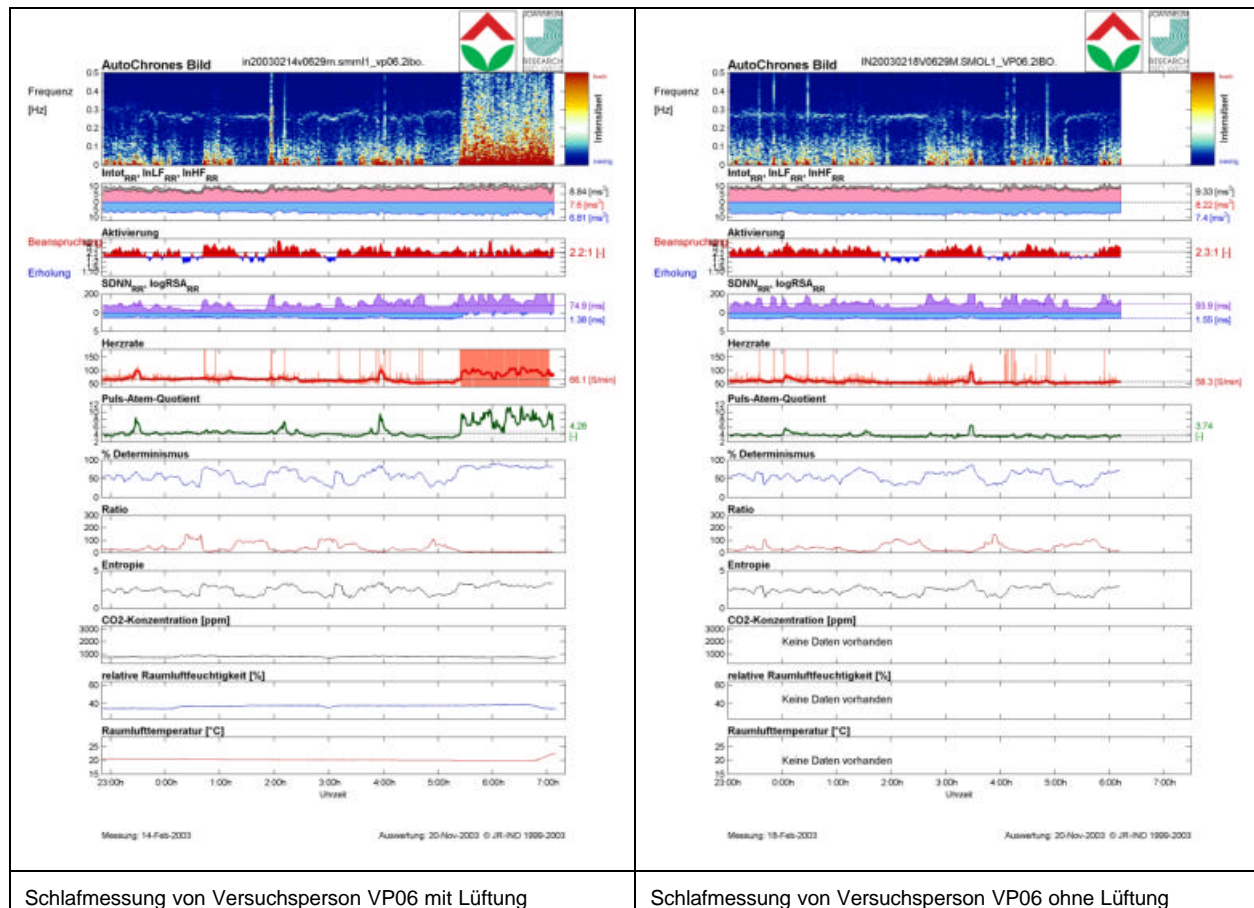




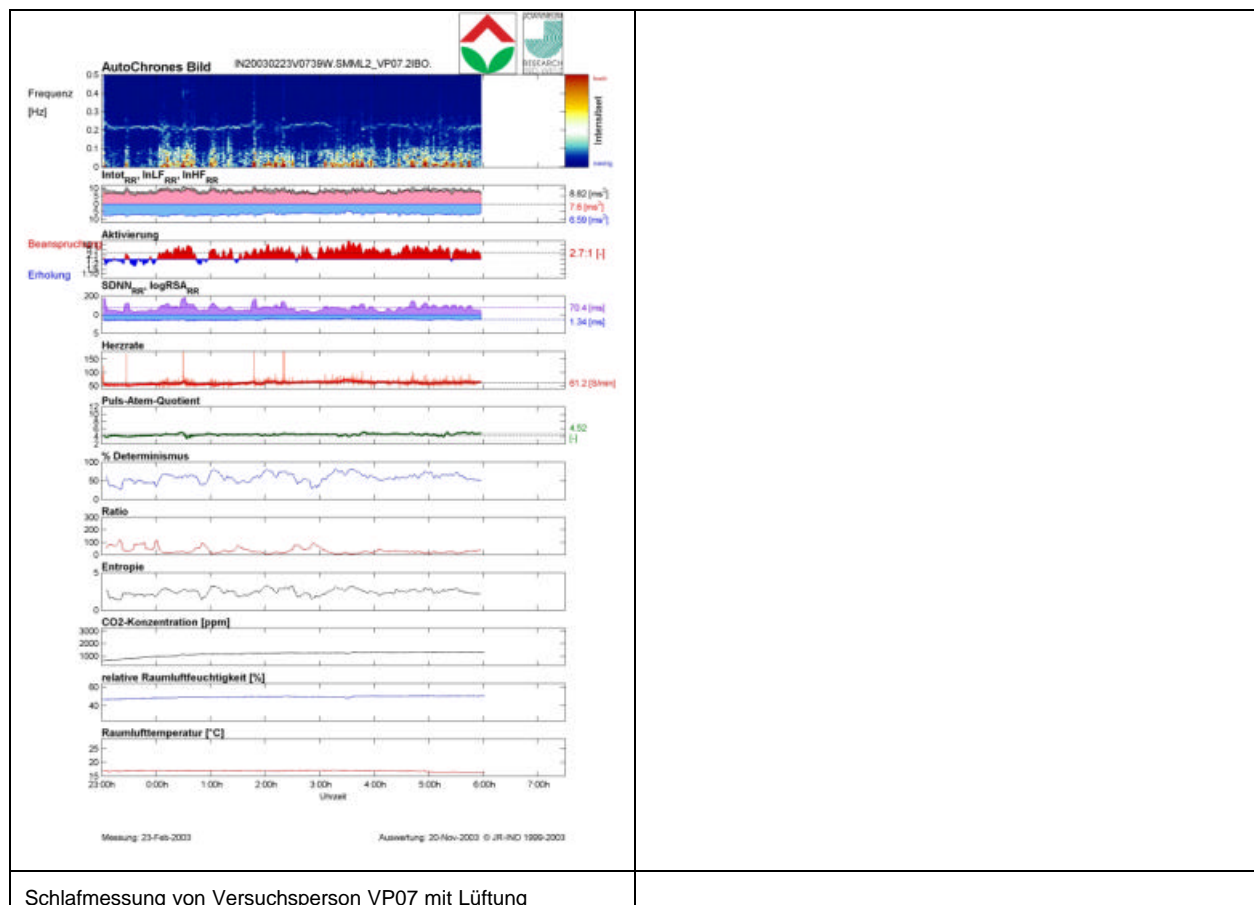
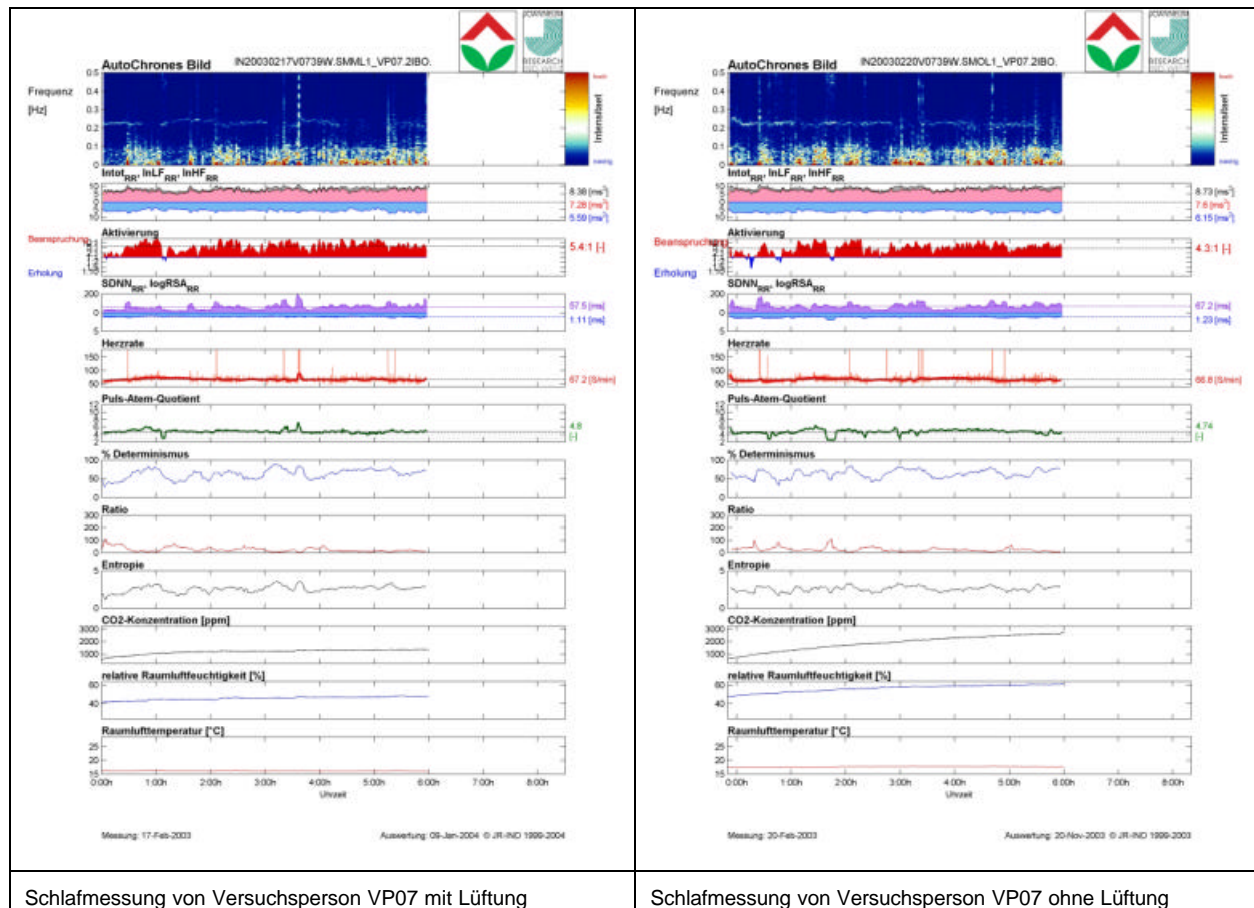


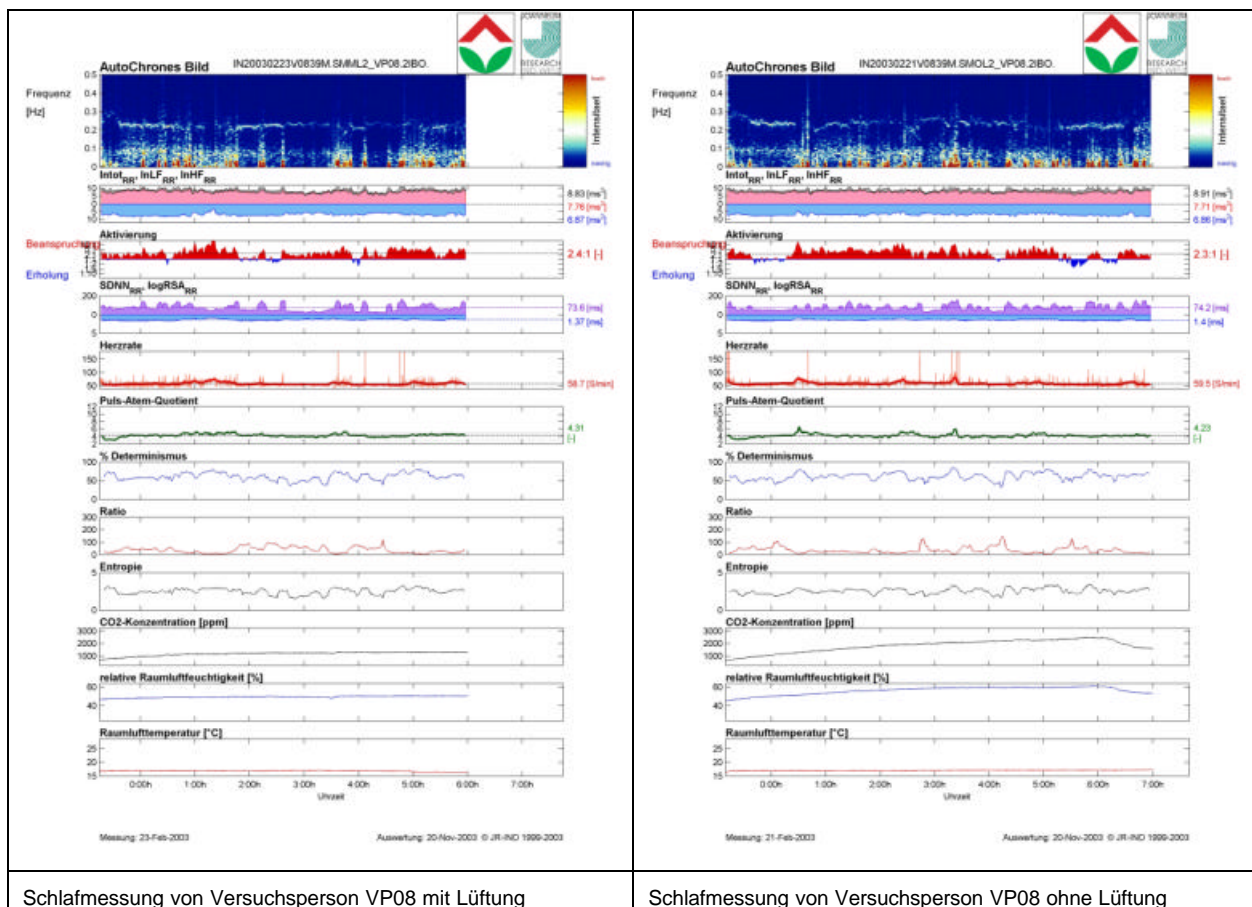
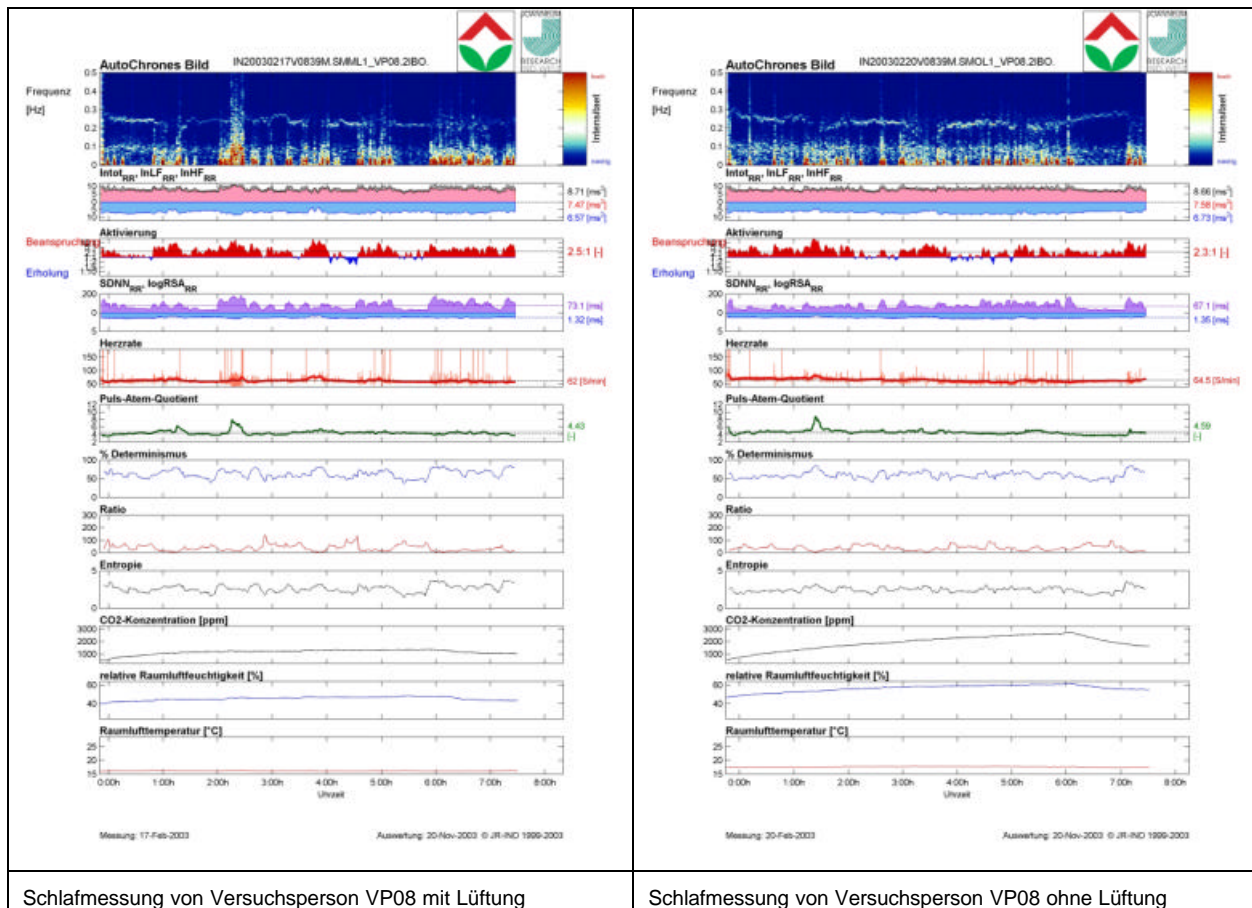


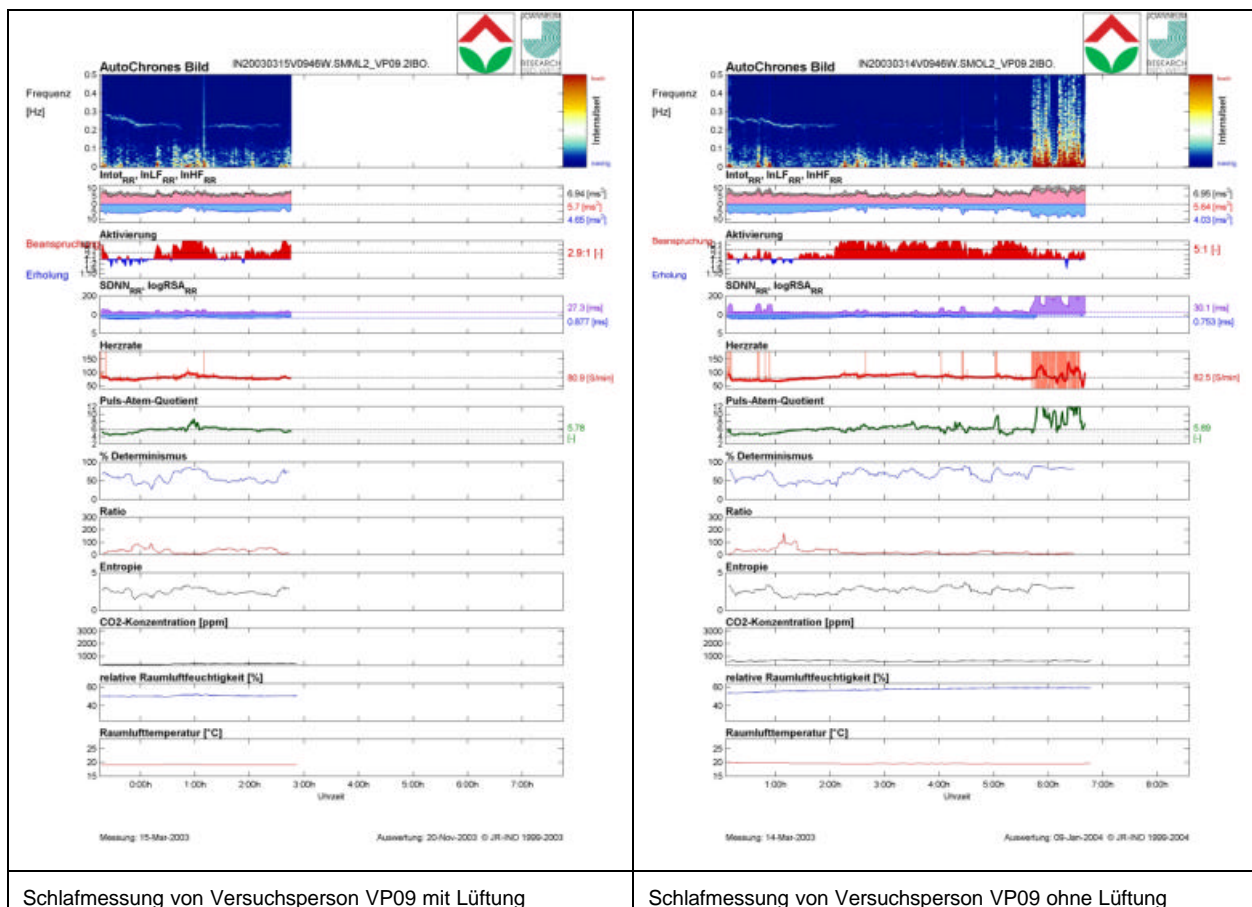
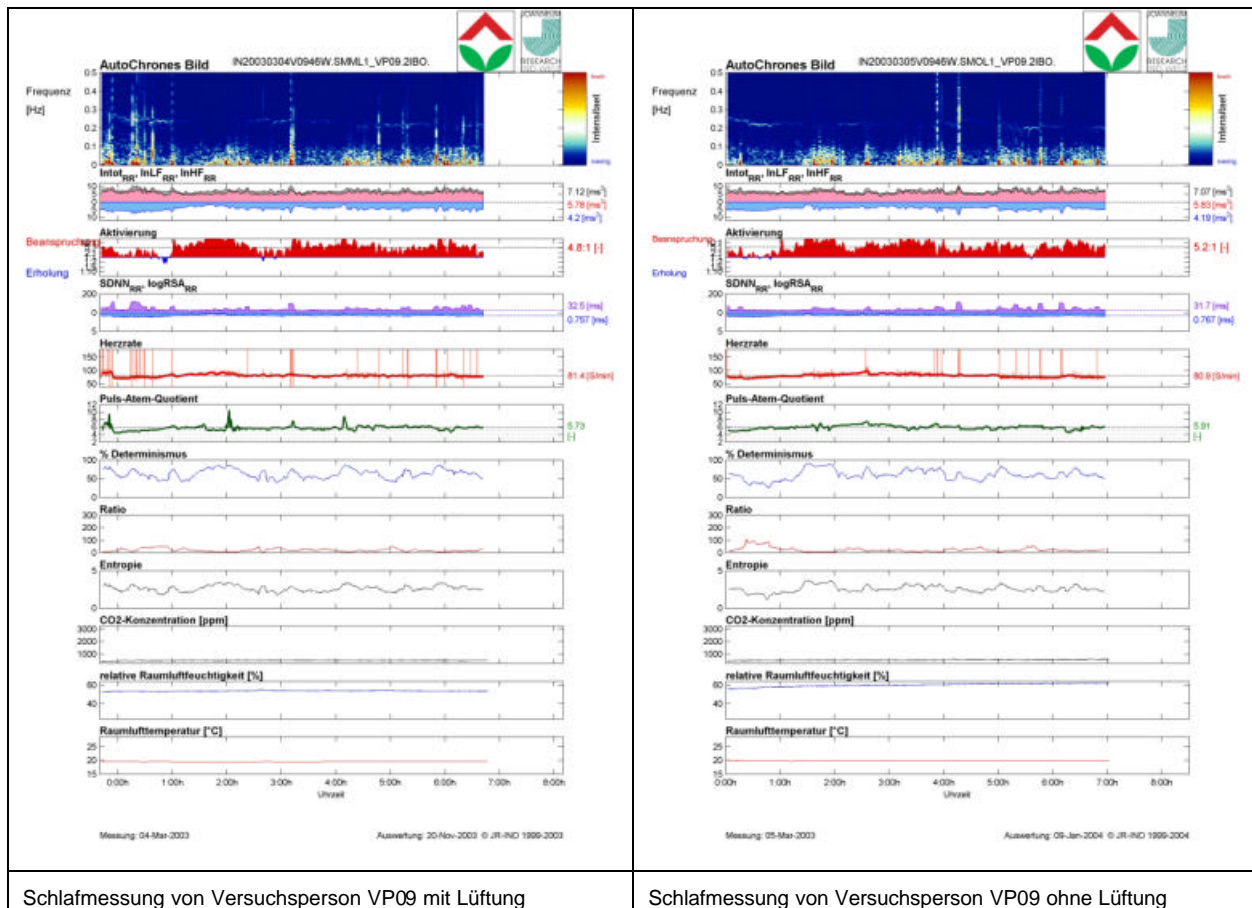




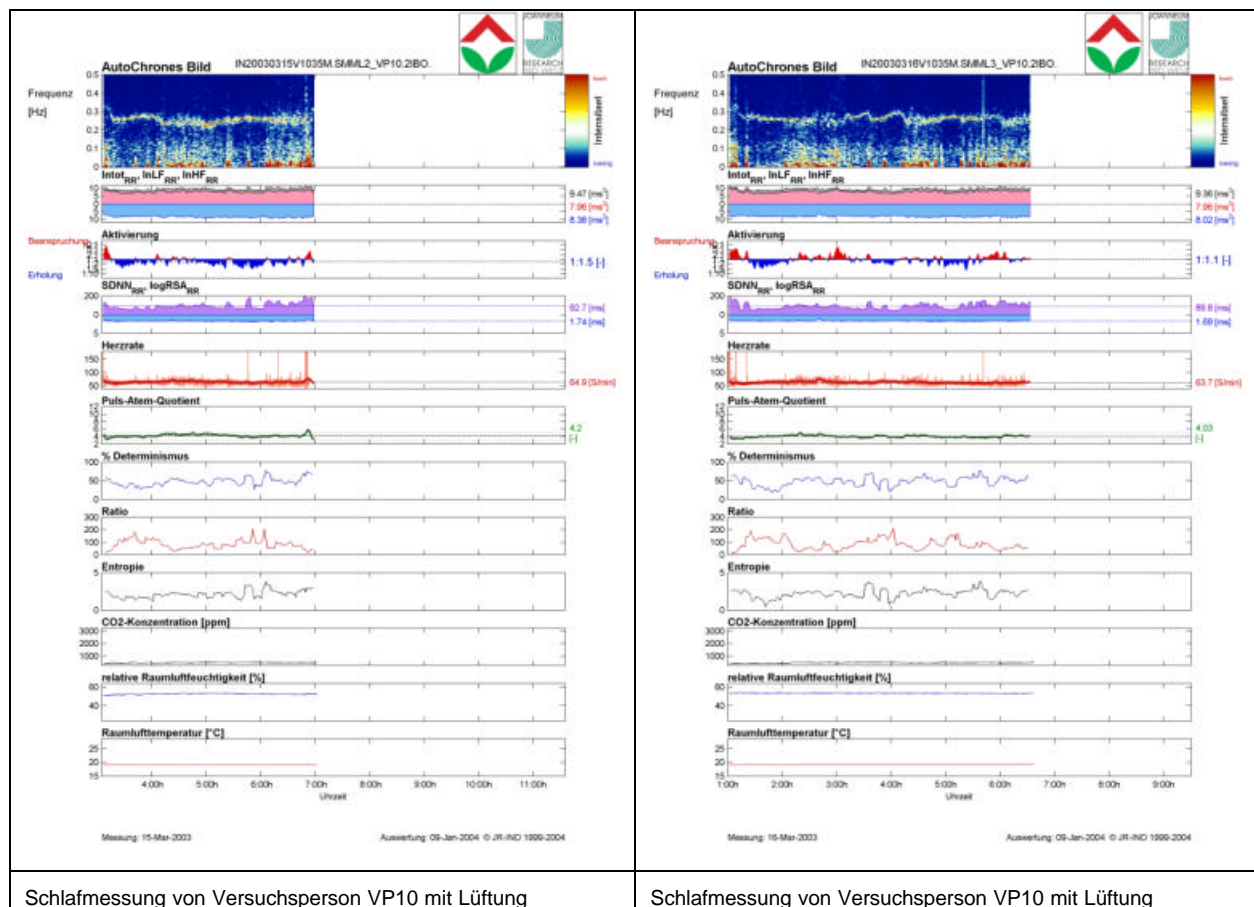
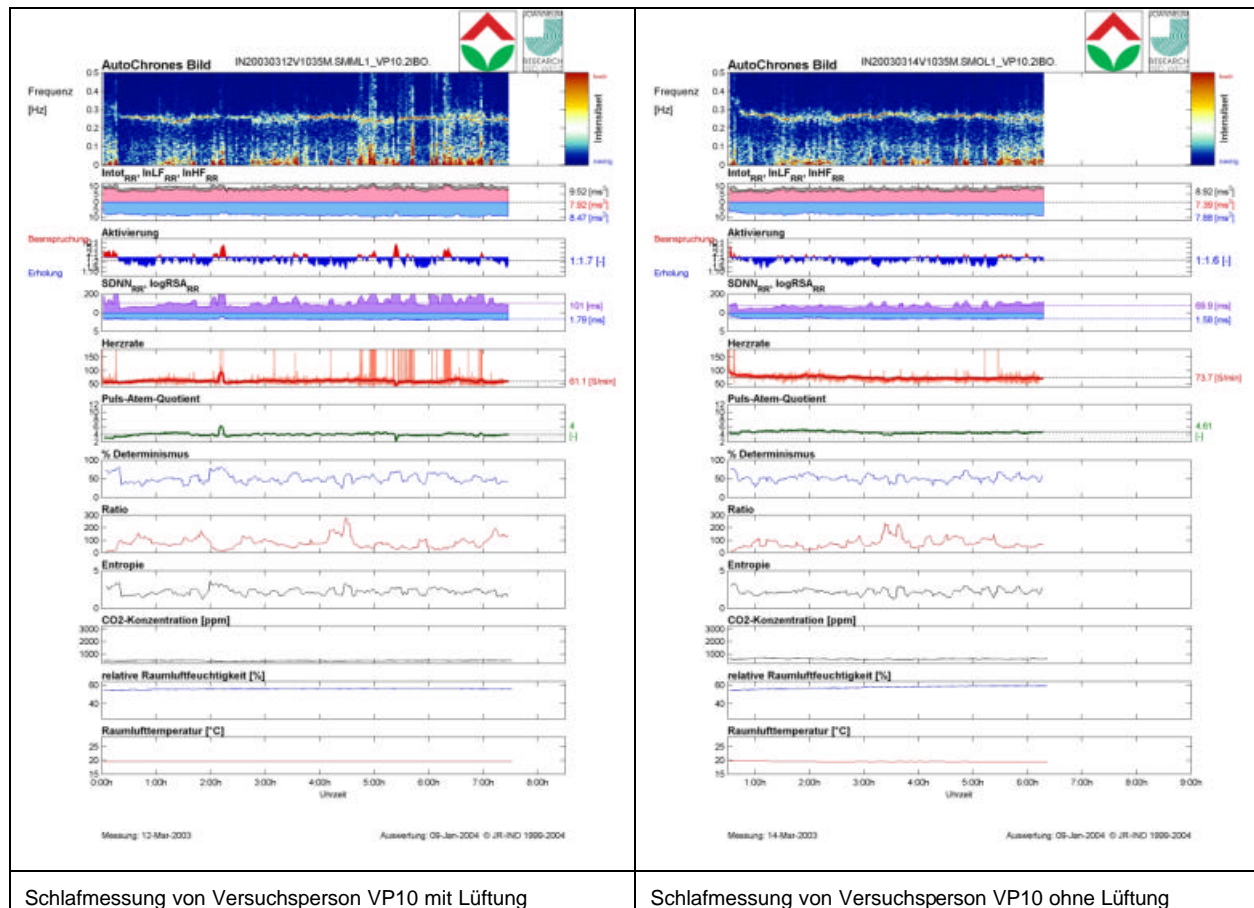


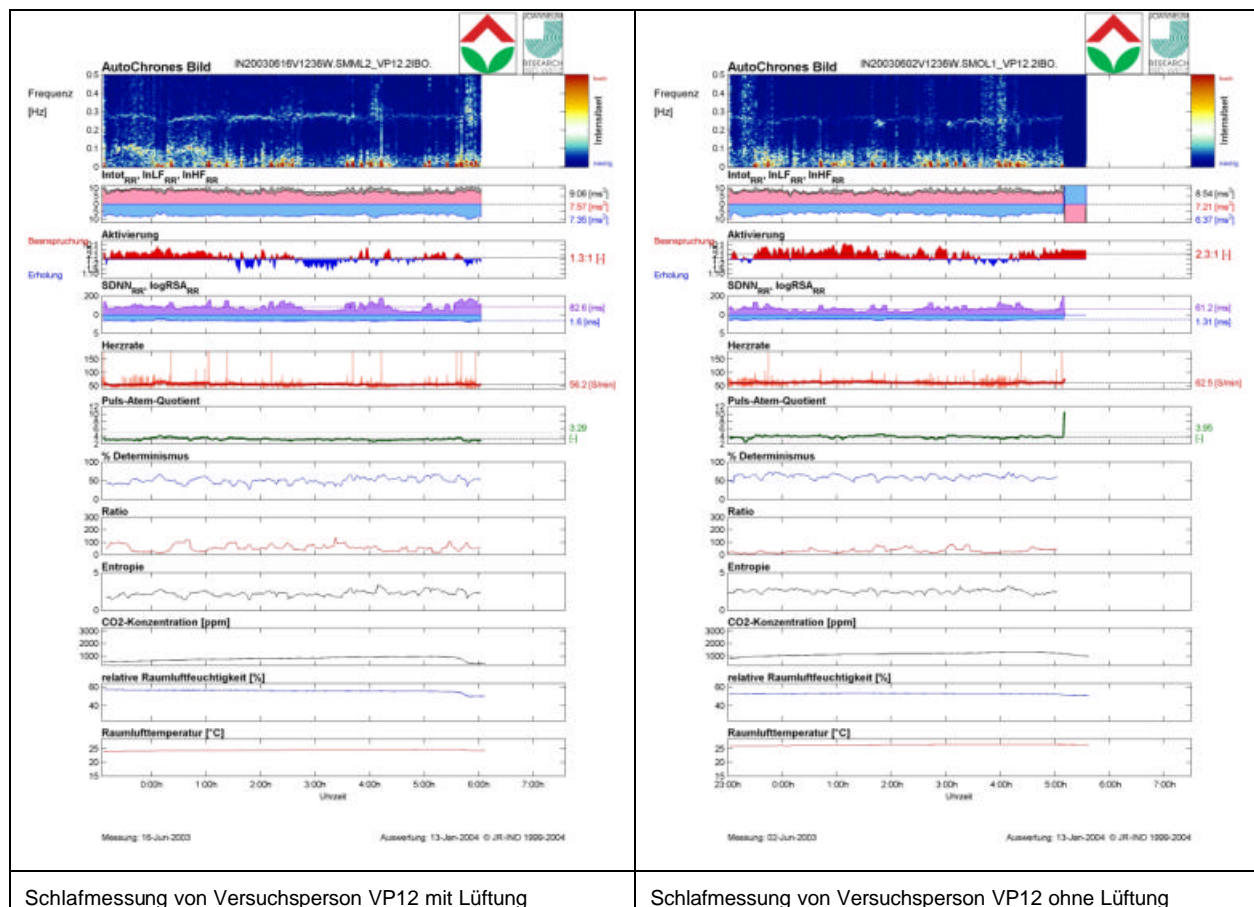
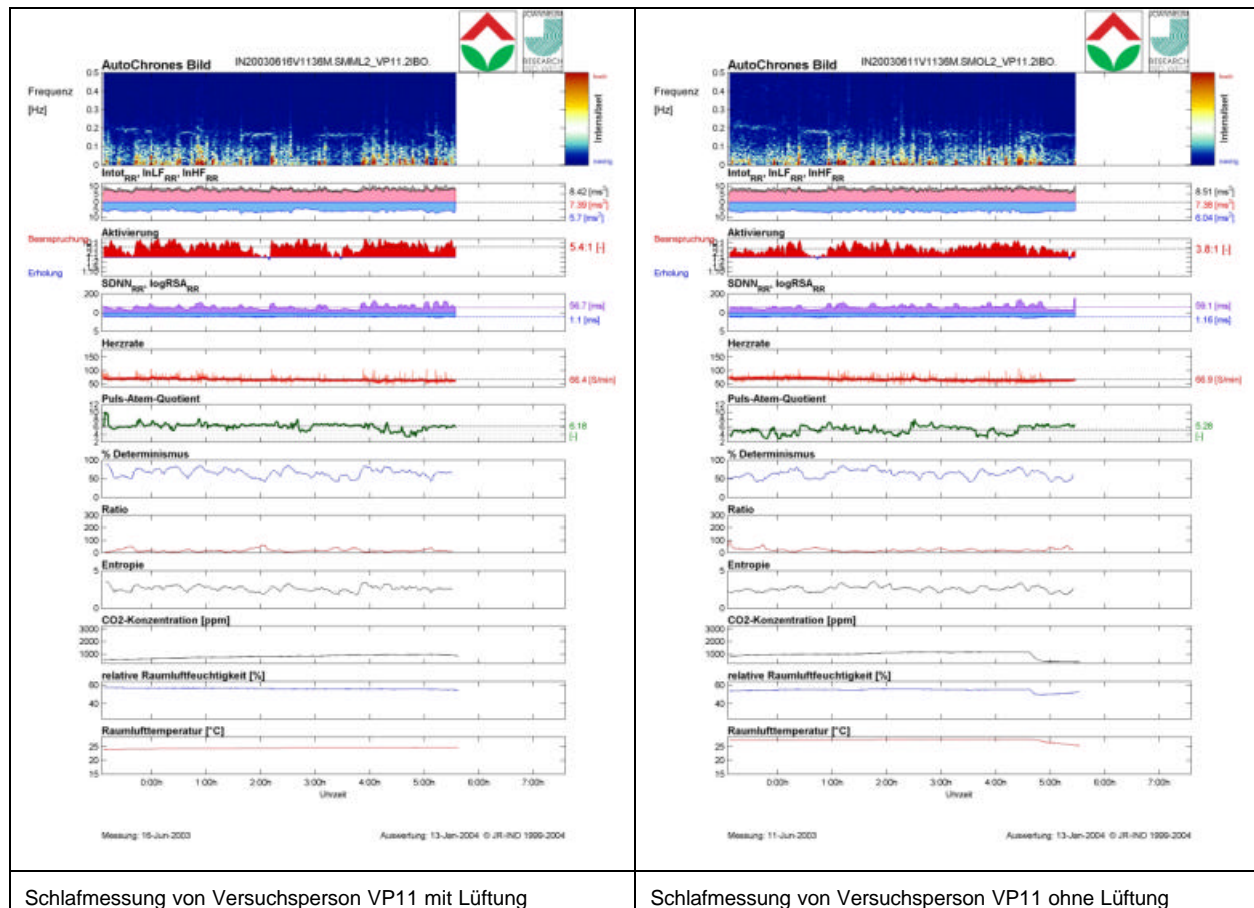












## 8.8 Workshop - Einladung und Programm



**Netzwerk für Innovation, Qualität und Weiterbildung**

**Einladung zum 6. Mitgliedertreffen,**

**!!!! Achtung Terminverschiebung auf Freitag, dem 28.11.2003 !!!!**

Im Rahmen des Impulsprogramms „Nachhaltig Wirtschaften“ der Programmlinie "Haus der Zukunft" veranstaltet das IBO – Österreichisches Institut für Baubiologie und –ökologie einen Workshop zum Thema

**Passivhauskomfort – Anspruch und Wirklichkeit**



Der Workshop ist eine exklusive Veranstaltung für die Mitglieder der IG-Passivhaus.

Die Veranstaltung findet am Freitag, dem **28.November 2003** in der Zeit von **14.00 – 16.30** statt.

Veranstaltungsort: **Biotop Landschaftsgestaltung GmbH**

**Hauptstraße 285**

**A-3411 Weidling**

Wir hoffen, dass der Termin für Sie oder einen ihrer Mitarbeiter genehm ist und bitte Sie um eine Antwort per Email bzw. um einen kurzen Rückruf: ([blipp@ibo.at](mailto:blipp@ibo.at), 0676-6247605)

Das vorläufige Programm sowie die Anfahrtsbeschreibung zum Veranstaltungsort finden Sie anbei.

Mit freundlichen Grüßen

DI Dr. Gabriele Rohregger

DI Dr. Bernhard Lipp

**Programm:**

<b>Zeit</b>	<b>Thema</b>	<b>Referent</b>
14:00	Begrüßung und Präsentation des Gebäudes durch den Gastgeber	DI Peter Petrich, Geschäftsführer der Gastgeberfirma "Biotop Landschaftsgestaltung"
14:30	Vorstellung des Forschungsprojekts „Nachhaltige Behaglichkeit“  Physiologische Untersuchungen von Behaglichkeit und Schlafqualität in Passivhäusern	DI Dr. Gabriele Rohregger
15:00	Focus Group Interviews zur Wohnqualität und Behaglichkeit in Passivhäusern	Dr. Johannes Gadner
15:15	Technischer Status von Lüftungsanlagen	DI Wolfgang Leitzinger
15:30	Diskussion	Moderation: DI Erwin Schwarzmüller
16:30	Ende der Veranstaltung	