

SOS – „Schule ohne Stress“

Gesundheitliche Auswirkungen einer Massivholzausstattung in der Hauptschule Haus im Ennstal

Maximilian Moser,

HUMAN RESEARCH Institut für Gesundheitstechnologie und Präventionsforschung, Weiz & arte.med, Klagenfurt

12.000 bis 15.000 Stunden unserer Kindheit und Jugend verbringen wir in Schulräumen, in einem Lebensabschnitt, in dem unser Körper noch sehr empfindlich auf äußere Einflüsse reagiert. Gerade in dieser Zeit wäre es wichtig, diese Schulräume so optimal zu gestalten, dass Lernen Freude macht und unser, mit dem Wachstum und Ausbildung der Immunfunktionen intensiv beschäftigter, Körper so gut wie möglich durch ein günstiges Lebensumfeld unterstützt wird. Neben psychosozialen Faktoren spielt das Raumklima dabei eine wichtige Rolle und eine Betrachtung des Gesamtsystems zeigt, dass letzteres durchaus auch auf ersteres rückwirken kann. Macht das Raumklima nervös, werde ich auch sozial angespannter reagieren, beruhigt das Raumklima, so kann ich auch sozialen Stress gelassener hinnehmen und verstärke dadurch die Entspannung in der Gruppe.

Die Erkenntnis, dass ein optimales wohn- und arbeitsphysiologisches Umfeld einen positiven Einfluss auf die Gesundheit der NutzerInnen hat, wird seit der Jahrtausendwende in Fachkreisen intensiv diskutiert (vgl. Jonas & Chez, 2004). Im Bereich der Innenausstattung beschäftigen sich die meisten Studien zum optimalen Umfeld mit Themen wie physikalisches Raumklima, Luftqualität, Lärm, Licht, Farbe, ergonomischen Aspekte und Anordnung der Möblierung (vgl. Higgins et al, 2005). Wenige Studien messen jedoch bisher die direkten psycho-physiologischen Auswirkungen unterschiedlicher Materialien auf den Menschen in den Räumen.

Holz galt lange Zeit als Baumaterial der Armen. Die es sich leisten konnten, ließen Ihre Bauten aus Stein oder Ziegel errichten. In den 80er Jahren des 20. Jahrhunderts griff eine Gruppe innovativer Architekten in Vorarlberg aus ökologischen Gründen wieder zum Baumaterial,

- das beim Entstehen kein CO₂ erzeugt,
- durch sein Wachstum sogar das Klimagas bindet,
- das als Oberfläche vom haptischen und raumklimatischen Eindruck subjektiv als besonders angenehm empfunden wird,
- und am Ende seines Lebenszyklus problemlos in Wärme und Asche zurückverwandelt werden kann.

Dazu kommt, dass Holz den Menschen über Jahrmillionen vertraut ist: Bei einem Besuch bei Mary Leaky in der Serengeti vor etwa 30 Jahren erzählte mir eine anwesende amerikanische Anthropologin, die zwei Millionen Jahre alte Menschenfußspuren in Tansania erforschte, warum kaum Spuren von Werkzeugen (außer Steinkugeln und Feuersteinschabern) und von Behausungen

der frühen Menschen gefunden werden: „*They used wood for all their needs – and wood completely disintegrates over time.*“ (Ich dachte mir damals: „Was für ein Unterschied zu all den Hinterlassenschaften unserer modernen Zivilisation!“).

Die Einflüsse von Holzwerkstoffen auf Gesundheit der BewohnerInnen werden vor allem im Zusammenhang mit dem Raumklima untersucht (vgl. Hameury & Lindsröm, 2004). Die seit 2003 durchgeführten Studien von Joanneum Research (das damals federführende „Institut für Nichtinvasive Diagnostik“ ist seit 2010 als „HUMAN RESEARCH Institut für Gesundheitstechnologie und Präventionsforschung“ in Weiz tätig) bezogen zusätzlich auch Leistungs- und Befindensaspekte des Menschen mit ein (Grote et al, 2003; Kelz et al, 2007). Die zuvor in mehreren Studien gewonnenen Ergebnisse zeigten erstaunlich positive Effekte von Massivholz (Zirbe und Fichte) auf psychophysiologische Parameter, auf Befinden, Beanspruchung und Erholungsfähigkeit.

Im Jahre 2007 wurde in Haus im Ennstal die Renovierung einer Hauptschule beschlossen, und über den rührigen Hauser Bürgermeister sowie den ebenso engagierten Leiter des Steierischen Holzclusters wurde unser Institut eingeladen, diesen Umbau durch psychophysiologische Forschung zu begleiten. Die resultierende Feldstudie wurde mit ärztlicher Unterstützung von Dr. Mario Mayrhofer (arte.med, Klagenfurt) konzipiert und setzte eine umfangreiche medizinische und psychologische Forschungsaktivität in Gange, die die Schüler der Hauser Hauptschule für fast ein Jahr begleitete. Es sollte nämlich nicht nur eine mögliche kurzfristige Wirkung des Klassenumfeldes untersucht werden, auch die Nachhaltigkeit eventueller Auswirkungen der räumlichen und baulichen Umgestaltung war von Interesse.

Aus diesem Grund wurden in der Hauptschule Haus im Ennstal jeweils zwei Klassenräume ohne (Standardklassen) bzw. überwiegend mit massiven Holzwerkstoffen (Massivholz-Klassen) unter großem Einsatz des Architektenteams ausgestattet (siehe Abb. 1 und 2). Bei 52 SchülerInnen wurden in den Sommerferien 2008 sowie zweimonatlich während des Schuljahres 2008/2009 regelmäßig psychophysiologische Messungen durchgeführt.

Die SchülerInnen mussten dafür nicht nur zahlreiche Fragebögen ausfüllen, die auf sozialen Stress, Beanspruchung und Erholung, Schlafqualität und Befindlichkeit hinzielten, sondern wurden auch mit einem hochauflösenden miniaturisierten Langzeit-EKG über jeweils 24 Stunden in den Ferien vor der Studie, wie auch im Verlauf des Schuljahres mehrmals gemessen. Dieses Gerät war die Weiterentwicklung eines Messgerätes, das unsere Arbeitsgruppe für das Austro-Mir Projekt, die österreichisch-russische Weltraummission, entwickelt hatte. Damit war 1991 die Herzgesundheit von Franz Viehböck und später von zahlreichen russischen Kosmonauten überwacht worden.

Die Ergebnisse unserer Messungen mit den SchülerInnen wurden für die Massivholzklasse und die Standardklasse getrennt ausgewertet und grafisch dargestellt.



Abb. 1: Massivholzklasse (links) und Kontrollklasse (rechts) in der Hauptschule Haus im Ennstal. Es wurden jeweils zwei Klassenzimmer von jeder Einrichtungstypen ausgeführt, sodass insgesamt 52 SchülerInnen verglichen werden konnten (Fotos: KREINERarchitektur, Mayrhofer)

	Holzklasse	Standardklasse
Boden	Parkett, Eiche geölt	Linoleum mit PUR Versiegelung
Decke	Tanne, unbehandelt	Gipskarton
Gangwand	Fichte, unbehandelt	Gipskarton
Sonst. Wände	KZ-Putz, Gipsputz mit Innendispersion	Innendispersion waschbest.
Klassenkasten	Zirbe/Buche	Spanplatten, schichtstoffbeschichtet
Pinwand	Weichfaserplatte m. Stoff	Weichfaserplatte m. Stoff
Beleuchtung	Lichtraster in Zirbe	Rasterleuchten m. Spiegelraster
Vorhang	Trevira CS	Trevira CS

Abb. 2: Ausstattung der Massivholzklassen (links) und der Standardklassen (rechts) in der Hauptschule Haus im Ennstal. Die Standardklassen entsprechen einer herkömmlichen Ausstattung laut Bauausschreibung, die für alle Klassen der Schule vorgesehen war. Zwei der Klassenzimmer wurden speziell als Massivholzklassen ausgeführt. Die Möblierung, Sessel und Tische, war identisch.

Die verblüffendsten Unterschiede zwischen den erhobenen Gesundheitsparameter der SchülerInnen in den unterschiedlich ausgestatteten Klassen zeigten sich in der Herzfrequenz (als Belastungsindikator; Abb. 3, 4) und im Vagustonus (als herzschonender Erholungsindikator; Abb. 5). Auch in der erlebten schulspezifischen Beanspruchung wurden signifikante Unterschiede gefunden (Abb. 6).

Die Herzfrequenz zeigte gegenüber den Ferienmonaten in den Standardklassen einen, durch den Schulstress zu erwartenden Anstieg ab März 2009 (letzter Teil des Schuljahres). Dieser war in den Massivholzklassen nicht zu beobachten: Die Herzfrequenz sank gegenüber den Ferien sogar ab und blieb bis Mai 2009 signifikant unter dem Ferieniveau (Abb. 3). Umgekehrt war ein leichter Abfall des

(herzschützenden) Vagustonus bei den Schulkindern der Standardklasse, jedoch ein signifikanter Anstieg in den Massivholzklassen, im Jahresverlauf zu beobachten (ohne Abb.). Dies ganz entgegen den Erwartungen, da der Vagustonus beim Stressaufkommen im Schuljahr zurückgehen sollte.

Nun hat die Kardiologie in den letzten Jahren gezeigt, dass die Herzfrequenz einen beachtlichen prognostischen Wert besitzt, das heist das Auftreten von Herzerkrankungen, ja sogar die Lebenserwartung kann anhand der Herzfrequenz abgeschätzt werden: Je langsamer die Herzfrequenz und je höher der Vagustonus (der Nervus Vagus repräsentiert jenen Teil des vegetativen Nervensystems, der für Erholung, Entlastung und damit auch für die Gesunderhaltung zuständig ist), desto größer ist die Lebenserwartung (Lauer, 2009).

Lauer schreibt, dass alle Säugetierherzen eine bestimmte Anzahl von Schlägen ausführen, bevor das Leben zu Ende geht. Dies gilt auch für den Menschen. Wenn auch zahlreiche weitere Umstände wie psychosoziale Faktoren, Genetik, Ernährung, Lebensstil und Bewegung etc. mitspielen, so kann doch im Mittel erwartet werden, dass innerhalb eines Individuums eine dauerhafte Verringerung der Herzschlagfrequenz um 5 % eine entsprechende Verlängerung des Lebens bewirkt, was bei 78 durchschnittlichen Lebensjahren fast vier Lebensjahre bedeutet. Effekte in dieser Größenordnung wurden in der vorliegenden Studie beobachtet (im Mittel 8600 Herzschläge pro Tag bei 12 jährigen Schulkindern entspricht ca. 7 % Herzschlagsverminderung), wenn auch berücksichtigt werden muss, dass die Schule ja nur einen Teil des Lebensumfeldes (außer bei LehrerInnen) repräsentiert.

Experimentell konnte festgestellt werden, dass Versuchstiere länger überlebten, wenn ihre Herzfrequenz medikamentös verringert wurde (Coburn et al, 1971). PatientInnen mit hoher Herzfrequenz haben eine deutlich verringerte Überlebenschance (Cook et. al, 2006) und herzverlangsamende Betablocker wirken umso deutlicher lebensverlängernd, je stärker sie die Herzfrequenz absenken (Reil & Bohm, 2007). Eine niedrige Herzrate schützt vor gefährlichen Herzarrhythmien und Mangel durchblutungen des Herzmuskels (Graham et al, 2007). PatientInnen mit hohen Herzraten bekommen später eher Diabetes (Carnethon et al, 2008).

Um herauszufinden, ob tatsächlich das Schulumfeld und nicht externe Faktoren die Herzfrequenz und den Vagustonus beeinflusst hatten, wurde in einer weiteren Analyse der Tagesverlauf der Differenz zu den Ferien für beide Klassentypen gezeichnet (Abb. 5, 6). Es zeigte sich, dass beide Klassentypen in den frühen Morgenstunden eine deutliche Erhöhung der Herzfrequenz gegenüber den Ferienwerten aufweisen – eine Folge des frühen Schulbeginns, der nach übereinstimmender Ansicht von Chronobiologen um mindestens eine Stunde zu früh liegt, was aber ein anderes Kapitel in der Gesundheitsförderung darstellt. In den Standardklassen blieb die Herzfrequenz dann während der Schulstunden über Ferienniveau, in den Massivholzklassen sank sie hingegen unter das Ferienniveau ab. Ein Hinweis, dass die Belastung für die SchülerInnen in den Massivholzklassen deutlich vermindert war. Sowohl die Zeiträume der Herzfrequenzwirkung als auch der des Vagustonus wiesen durch ihre Übereinstimmung mit der Schulzeit darauf hin, dass das Schulumfeld entscheidenden Einfluss auf die beobachteten Wirkungen hat.

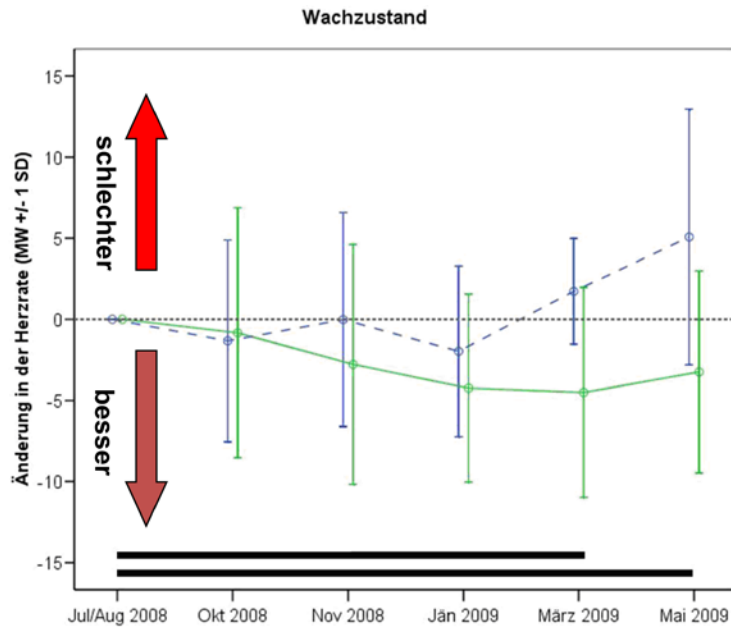


Abb. 3: Verlauf der mittleren Herzfrequenz der SchülerInnen in den Standardklassen (blau, strichliert) und in den Massivholzklassen (grün) im Schuljahr. Als Ausgangswert wird die Herzfrequenz in den Sommerferien (Juli/August 2008) verwendet. Während im Oktober, gleich nach Bezug der neuen Klassenräume, kein wesentlicher Unterschied festzustellen ist, trennen sich ab November 2008 die Messwerte. Die Herzfrequenz in der Massivholzklassen sinkt, sogar im Vergleich zu den Ferien ab, während sie in den Standardklassen bis Mai 2009 ansteigt. Insgesamt beträgt der Unterschied pro Schüler 8600 Herzschläge pro Tag, was etwa zwei Stunden Herzschlagarbeit bedeutet.

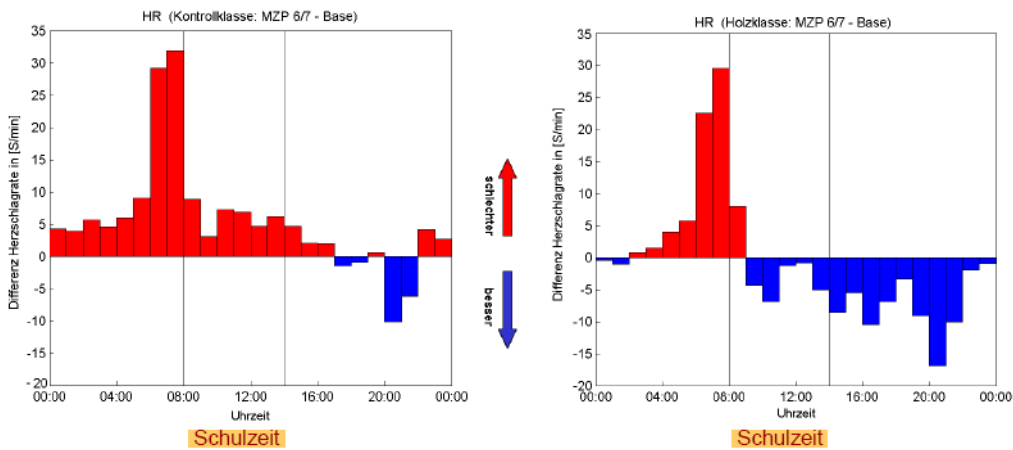


Abb. 4: Unterschied der SchülerInnenherzfrequenz im März/Mai 2009 während des fortgeschrittenen Schuljahres im Vergleich zu den Ferien im Tagesverlauf. Rot entspricht einem Anstieg, blau einem Abfall gegenüber den Ferien. In beiden Klassentypen ist ein Anstieg der Herzfrequenz um bis zu 30 Schläge pro Minute

am Morgen festzustellen, eine Folge des früheren Aufstehens der SchülerInnen während der Schulzeit. In den Massivholzklassen (rechts) wird dies ab Unterrichtsbeginn ausgeglichen durch eine verringerte Herzfrequenz (blau), die den ganzen weiteren Tag anhält. In den Standardklassen bleibt die Herzfrequenz auch in der Schulzeit gegenüber den Ferien erhöht. Die Verringerung der kardialen Beanspruchung in den Massivholz-Klassen wird nicht durch eine Leistungseinbusse erkauft.

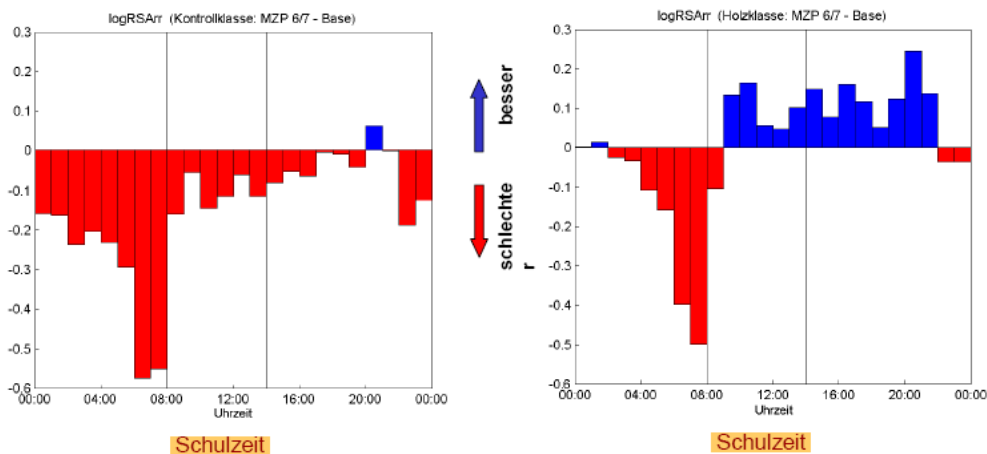


Abb. 5: Unterschied des kardioprotektiven (herzschützenden) Vagustonus im März/Mai 2009 während des fortgeschrittenen Schuljahres im Vergleich zu den Ferien im Tagesverlauf. Rot ist ein Abfall im Sinne einer verstärkten Belastung des Herzens, blau ein Anstieg gegenüber den Ferien. In beiden Klassentypen ist ein deutlicher Abfall des Herzvagus tonus am Morgen festzustellen, eine Folge des früheren Aufstehens der SchülerInnen während der Schulzeit. In den Massivholzklassen (rechts) wird dies ab Unterrichtsbeginn ausgeglichen durch einen, sogar gegenüber den Schulferien, erhöhten Herzvagus tonus (blau), der danach bis in die frühen Morgenstunden anhält. In den Standardklassen bleibt der Vagus tonus auch in der Schule gegenüber den Ferien erhöht.

Aus medizinischer Sicht konnten durchwegs bedeutende Vorteile in den Klassen mit Massivholzausstattung festgestellt werden. Es zeigt sich, dass die SchülerInnen dieser Klassen im Laufe des Tages im Mittel um 8600 Herzschläge weniger benötigen und eine deutlich höhere Vagusaktivität im Wachzustand zeigten. Der Vagus tonus spielt in der Medizin eine wichtige kardioprotektive Rolle, d.h. er schützt das Herz vor Infarkt und Schädigung (Moser et al, 1994).

Zu den beobachteten medizinisch-physiologischen Wirkungen kamen auch noch soziale Auswirkungen dazu: Die schulspezifischen subjektiven Beanspruchungen („soziale Beanspruchung der SchülerInnen durch LehrerInnen“) erreichte in den Massivholz-Klassen signifikant geringere Werte, etwa auf Ferienniveau, während sie in den Standardklassen im Laufe des Schuljahres anstieg. (Abb. 6).

Alle festgestellten Unterschiede treten allmählich nach längerer Benützung der Räume, über mehrere Monate ansteigend, auf (Abb. 3), und sind am Ende des Untersuchungszeitraumes (Mai

2009) am größten. Die beobachteten Wirkungen sind also nachhaltig und nicht nur kurzfristige Effekte. Tageszeitlich beginnen sie mit dem Eintreffen der SchülerInnen im Klassenzimmer und halten dann teils bis zum Abend, teils bis in die frühen Morgenstunden an (Abb. 4, 5). Die beschriebenen Unterschiede blieben auch dann erhalten, wenn die SchülerInnen nach Geschlecht oder Klassen aufgetrennt wurden, wobei Effekte bei Mädchen deutlicher als bei Knaben zu beobachten waren.

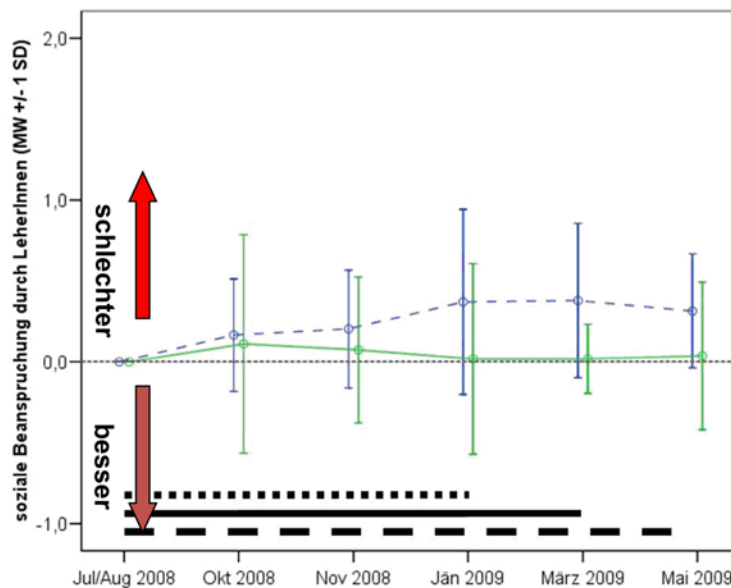


Abb. 6: Entwicklung der subjektiv erlebten sozialen Beanspruchung der SchülerInnen durch die LehrerInnen im Verlauf des Schuljahres im Vergleich zu den Ferien. In beiden Klassentypen steigt die Beanspruchung zu Schulbeginn leicht an, ab Januar 2009 sinkt sie in der Massivholzklasse (grün) wieder auf Ferieniveau, in der Standardklasse steigt sie weiter an. Dieser Unterschied ist auch bei Auftrennung der Auswertung nach Geschlecht und Klassen (ohne Abb.) stabil, ebenso wie die beobachteten physiologischen Effekte.

Als letzte Fragestellung untersuchten wir noch, ob die Raumatmosphäre in den Massivholzklassen möglicherweise einschläfernd wirkt, da eine verringerte Herzfrequenz und ein erhöhter Vagustonus auch im Schlaf auftreten, wenn unser Organismus auf Erholung eingestellt ist. Dazu wurden die durchgeführten Konzentrationsleistungstests sowie die Schulnoten in den vier Klassen analysiert. In beiden Klassentypen konnten keine signifikanten Unterschiede im Notendurchschnitt oder in der Konzentrationsleistung beobachtet werden. Bei der Fehlerrate im Konzentrationsleistungstest verbesserten sich die Schüler in den Massivholzklassen tendenziell, während sie in den Standardklassen bei gleichem Ausgangsniveau konstant blieben. Damit konnte auch die Vermutung, dass die Schonung des Herzens mit einer verringerten Aufmerksamkeit oder Schulleistung erkauft wird, eindeutig widerlegt werden.

Der Besuch der Schulklassen in Haus im Ennstal am Ende der Studie war eine besondere Freude für den Autor dieser Zeilen: Im Vorfeld war die Befürchtung aufgetaucht, dass die offenporige Ölbehandlung der Fußböden sowie die weitgehende Verwendung der Holzbaustoffe in einem rauen

Umfeld einer Schule zu Vandalismus oder starker Abnutzung der Materialien führen könne. Hier zeigte sich, dass edle Materialien offensichtlich auch das Edle im Menschen ansprechen können: die beiden Schulklassen sahen nach einjährigem Gebrauch wie neu aus. Sogar der Fußboden wies keine bemerkbaren Abnutzungsspuren auf. Die Schüler betraten ihr Klassenzimmer nur in Patschen und hatten offensichtlich große Freude daran, von so schönen Materialien umgeben zu sein.

Die Ergebnisse dieser Pilotstudie weisen auf ein gesundheitliches Potential von Holz hin, dass die Erwartungen der Wissenschaftler und auch der Laien wohl weit übertroffen hat. Eine Ausdehnung der Studie auf weitere Schulen wäre notwendig, um die Ergebnisse abzusichern: massives Holz hat dieser Studie nach nicht nur die bekannten klimafreundlichen Eigenschaften, sondern könnte für eine frühzeitige Prävention von Herz-Kreislauf- und stressbezogenen Erkrankungen in Zukunft eine bedeutende Rolle spielen.

Danksagung: Die Studie wurde unter Beteiligung und großem Engagement zahlreicher PartnerInnen durchgeführt, von denen hier nur die wichtigsten alphabetisch genannt werden sollen:

Mag. Alexander Avian, DI. Matthias Frühwirth, Mag. Dr. Vincent Grote, Mag. Christine Hillebrand, DI Martin Höbarth, Hans Hug, DI. Peter Köhldorfer, DI Gerhard Kreiner, Dr. Mario Mayrhofer, Mag. Heimo De Monte, Ing. Joachim Reitbauer, Verena Resch, Mag. Karin Schaumberger, Josef Schwaiger, DI Stefan Zwettler sowie der Lehrkörper und die SchülerInnen der Hauptschule Haus im Ennstal.

Formatiert: Deutsch (Deutschland)

Formatiert: Deutsch (Deutschland)

Literatur

- Carnethon, MR. Yan, L. Greenland, P. Garside, DB. Dyer, AR. Metzger, B. & Daviglius, ML. (2008). Resting Heart Rate in Middle Age and Diabetes Development in Older Age. *Diabetes Care*, 31(2): 335 - 339.
- Coburn, AF. Grey, RM. Rivera, SM. (1971). Observations on the relation of heart rate, life span, weight and mineralization in the digoxintreated A-J mouse. *Johns Hopkins Med J*, 128: 169 - 193.
- Cook, S. Togni, M. Schaub, MC. Wenaweser P. & Hess, OM. (2006). High heart rate: a cardiovascular risk factor? *Eur Heart J*, 27(20): 2387 - 2393.
- Graham, D. Atar, K. Borch-Johnsen, G. Boysen, G. Burell, R. Cifkova, J. Dallongeville, G. De Backer, S. Ebrahim et al. (2007). European guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice: executive summary: Fourth Joint Task Force of the European Society of Cardiology and Other Societies on Cardiovascular Disease Prevention in Clinical Practice (Constituted by representatives of nine societies and by invited experts) *Eur Heart J*, 28(19): 2375 - 2414.
- Grote, V. Lackner, H. Muhry, F. Trapp, M. & Moser, M. (2003). Evaluation der Auswirkungen eines Zirbenholzumfeldes auf Kreislauf, Schlaf, Befinden und vegetative Regulation. Forschungsbericht, JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH, Institut für Nichtinvasive Diagnostik. Volltext: www.zirbe.info.
- Hameury, S. & Lindstrom, T. (2004). Contribution of indoor exposed massive wood to a good indoor climate: in situ measurement campaign. *Energy and Building* 36: 281 - 292.

- Higgins, S. Hall, E. Wall, K. Woolner P. & McCaughy, C. (2005). The Impact of School Environments: A Literature review. The Centre for Learning and Teaching - School Education, Communication and Language Science. University of Newcastle.
- Jonas, WB. & Chez, RA. (2004). Toward Optimal Healing Environments in Health Care. The Journal of Alternative and Complementary Medicine 10: 1 -6.
- Kelz, C. Lackner, H. Avian, A. & Moser, M. (2007). Solid Fir furniture reduces strain during and after concentration periods. In 7th biennial Conference on Environmental Psychology, Universität Bayreuth.
- Lauer, MS. (2009). Autonomic function and prognosis. Cleveland Clinic Journal of Medicine. 76(Suppl_2): 18 - 22.
- Moser, M. Lehofer, M. Sedminek, A. Lux, M. Zapotozky, H. Kenner, T. Noordergraaf, A. (1994). Heart rate variability as a prognostic tool in cardiology. Circulation, 90: 1078 - 1082.
- Reil, JC. & Bohm, M. (2007) The role of heart rate in the development of cardiovascular disease. Clin Res Cardiol, 96: 585 - 592.
- Tardif, JC. (2008). The pivotal role of heart rate in clinical practice: from atherosclerosis to acute coronary syndrome. European Heart Journal Supplements, 10 (Supplement F): F11 - F16.

ANHANG

Studiendesign

- 7 Messzeitpunkte (25h-EKG-Messungen und Fragebögen)

Basismessung		Messzeitpunkte				
Jul.08	Aug.08	Okt.08	Nov.08	Jän.09	Mär.09	Mai.09

- 4 Klassen

Holzdesign	Standardmaterial
1. Klasse	1. Klasse
2. Klasse	2. Klasse

- 52 Versuchspersonen

Holzdesign	Standardmaterial
n=28	n=24

Messmethoden: 24-Stunden EKG Messungen (Herzratenvariabilitäts-Analyse), Konzentrationsleistungstest und standardisierte Fragebögen

Abb. 7: Studienplan. Die Hauptschule Haus im Ennstal wurde während den Sommerferien 2008 renoviert. Im Zuge dieser Renovierung wurden zwei Klassenräume vorwiegend mit Holzmaterialien ausgestattet. Zwei erste Klassen (eine Holz- und eine Standardklasse) und zwei zweite Klassen (eine Holz- und eine Standardklasse) nahmen an der Studie teil.