

Paracelsus

Medizinische Privatuniversität

Institut für Ecomedicine

Univ.- Doz. Dr. Arnulf Hartl

Strubergasse 22

5020 Salzburg, Austria

Tel.: +43 662 2420-80530

E-Mail: ecomedicine@pmu.ac.at

www.pmu.ac.at

Schlotterer

Sonnenschutz Systeme GmbH

Seefeldmühle 67 b

5421 Adnet, Austria

Tel.: +43 6245 85591-100

Fax: +43 6245 85591-9100

E-Mail: office@schlotterer.at

www.schlotterer.at

Neue Mittelschule Adnet

DNMS Dipl.Päd. Mag.

Erich Franek

Adnet 203

5421 Adnet, Austria

Tel.: +43 6245/80678-10

Fax: +43 6245/80678-19

E-Mail:

direktion@nms-adnet.salzburg.at

www.nms-adnet.salzburg.at

Landesinnung BAU Salzburg

Julius-Raab-Platz 1

5020 Salzburg, Austria

Tel.: +43 662 830 200 190

Fax: +43 662 830 200

E-Mail:

forschung@sbg.bauakademie.at

www.salzburger-baumeister.at



Unterstützt durch eine Förderung des Landes Salzburg



Impressum

Herausgeber: Paracelsus Medizinische Privatuniversität Salzburg gemeinsam mit der Firma Schlotterer Sonnenschutz Systeme GmbH

Projektpartner: Die Neue Mittelschule Adnet, die Firma Schlotterer Sonnenschutz Systeme GmbH, die Paracelsus Medizinische Privatuniversität Salzburg und die Landesinnung BAU Salzburg

Für den Inhalt verantwortliche Autorin:

Carina Grafetstätter, MSc.

(Paracelsus Medizinische Privatuniversität Salzburg)

Grafische Gestaltung: Marcus Posch

Bildmaterial: Schlotterer Sonnenschutz Systeme GmbH und Paracelsus Medizinische Privatuniversität Salzburg

Kontakt: Univ.- Doz. Dr. Arnulf Hartl, Strubergasse 22, 5020 Salzburg, Austria

Tel.: +43 662 2420-80530

E-Mail: ecomedicine@pmu.ac.at

www.pmu.ac.at

INFORMATIONEN ZUR STUDIE

Studiendesign:

Vier vergleichbare Klassenzimmer wurden mit/ohne Lichtlenkung ausgestattet und anhand einer kontrollierten, einfach verblindeten, klinischen Longitudinalstudie über den Zeitraum von eineinhalb Jahren (3 Semester) verfolgt.

Studienpopulation:

StudienteilnehmerInnen waren ausschließlich SchülerInnen der Schulstufe 3 und 4 aus den Jahrgängen 2014/15 und 2015/16 der Neuen Mittelschule Adnet. Das Alter lag zwischen 12 und 15 Jahren. Insgesamt beträgt die Teilnehmerzahl 85 (n= 85; w = 39 / m = 46).

Zielparameter:

- Salivärer Hormonstatus
- Gesundheitsbezogene Lebensqualität
- Konzentration
- Stress und Stressverarbeitung
- Müdigkeit
- Spektrometrische Lichtmessung
- Raumluftqualität

Rahmenbedingungen:

- Anonymisierung der Daten
- Einverständniserklärung der Eltern UND Kinder
- Studienabbruch jederzeit unbegründet und konsequenzlos möglich

FORSCHUNGSPROJEKT TRANS4TEC TAGESLICHTLENKUNG RETROLUX ZUR REDUZIERUNG VON STRESS UND TAGESMÜDIGKEIT BEI SCHULKINDERN

Eine kontrollierte klinische Studie der Paracelsus Medizinischen Privatuniversität (PMU) und der Firma Schlotterer zeigt, dass sich Tageslichtlenkung in Klassenräumen positiv auf die psychologische und physiologische Gesundheit von Schulkindern auswirkt.

DIE PROJEKTPARTNER



Die Firma **Schlotterer Sonnenschutz Systeme GmbH** ist Österreichs Marktführer für außenliegende, nicht textilen Sonnenschutz. Mit rund 400 Mitarbeitern und externen Experten entwickelt Schlotterer seine Produkte selbst, wie auch die innovative Technik der Tageslichttraffstore **RETROLux**: Im Gegensatz zu herkömmlichen Raffstoren, die bei Sonnenschein meist geschlossen werden müssen, um eine Blendung zu verhindern, lenkt die spezielle Lamellengeometrie von **RETROLux** das Tageslicht blendfrei über die Decke in den Raum. Dadurch wird mehr Tageslicht eingebracht, was nicht nur Strom sparen, sondern sich auch positiv auf das Wohlbefinden auswirken soll.

Die **Neue Mittelschule Adnet** beheimatet 180 SchülerInnen und 20 Lehrpersonen. Als innovative Schule bietet sie drei schulautonome Schwerpunkte an: Technik und Design, Wirtschaft und Medien sowie Tourismus und Sprache. Die NMS Adnet ist im Verbund der **ÖKOLOG Schulen** Österreichs vertreten und bemüht sich aktuell auch um das **MINT** (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik) Gütesiegel. Kontakte zu anderen Bildungseinrichtungen zur Wirtschaft und anderen Organisationen werden stets gepflegt und zumal sich die NMS Adnet kurz vor dem Umbau bzw. der Renovierung befand, bekundete sie großes Interesse an dieser klinischen Studie teilzunehmen.

Das **Institut für Ecomedicine der Paracelsus Medizinischen Privatuniversität Salzburg** hat sich auf anwendungsorientierte Forschung zur Wirkung von natürlichen Gesundheitsressourcen, Gesundheitsprodukten und Dienstleistungen auf die Gesundheit des Menschen über unabhängige klinische Studien spezialisiert. Im Mittelpunkt des Forschungsinteresses steht dabei die Wirkung von natürlichen und soziokulturellen Umwelten und Stimuli auf die Immunologie, Physiologie und Psychologie des Menschen.

Die **Landesinnung Bau** als Vertreter der Salzburger Bauwirtschaft ist seit 2009 aktiv im Bereich Forschung und Innovation für ihre Mitglieder tätig. Die Zusammenarbeit mit regionalen Unternehmen aus dem Baubereich steht dabei immer im Fokus und soll neue Erkenntnisse und damit einen Wettbewerbsvorsprung für die Branche liefern. Mit der Untersuchung der Auswirkung bautechnischer Maßnahmen auf die Gesundheit von Menschen wird auch für diese Branche ein vielversprechender neuer Weg beschritten.

DAS TAGSLICHTLENKUNGSSYSTEM RETROLUX



Ein großes Problem konventioneller Beschattungssysteme ist, dass man sie bei Sonne vollständig schließen muss und folglich in den Sommermonaten, sowie im Winter bei niedrigem Sonnenstand, die ganze Schulzeit über bei Kunstlicht in abgedunkelten Klassenzimmern zubringt.

Zu wenig Tageslicht kann über hormonelle Regelkreise die beschriebenen Beschwerden und Probleme induzieren. Tageslicht wirkt sich positiv auf Lernprozesse und unser Wohlbefinden aus, hat jedoch auch die Eigenschaft Wärme abzugeben.

Die optimierte Tageslichtlenkung **RETROLux** reflektiert durch eine spezielle Kantung der Lamellen die direkten Sonnenstrahlen zu-

Die Raumatmosphäre sollte mithilfe des Lichts an die Anforderung der Tätigkeit angepasst werden. Es wirkt sich besonders förderlich aus, wenn man die Lichteinstellung selbst regulieren kann, wie es bei **RETROLux** der Fall ist.

ANPASSEN DER RAUMATMOSPHERE

rück in den Himmel und lässt damit die Hitze gar nicht erst bis an die Fensterscheibe heran. Die bikonvexe Form der Lamellen lenkt dagegen das diffuse Tageslicht über die Decke tief in den Raum, ohne die SchülerInnen zu blenden.

Entscheidend für die Tageslichtlenkung und die gute Durchsicht nach draußen ist die kontinuierliche Änderung der Lamellenstel-

lung über die Höhe des Raffstores. Während unten die Lamellen steiler stehen, und so eine Blendung verhindern, sind die Lamellen oben flach positioniert, lenken dadurch Tageslicht an die Decke und erlauben eine gute Durchsicht ins Freie. Resultat ist ein tageslichtdurchfluteter Raum mit blendfreier Durchsicht, der durch effektive thermische Abstrahlung angenehm temperiert ist.

1. AUSGANGSLAGE DER EINFLUSS VON LICHT AUF DEN MENSCHEN

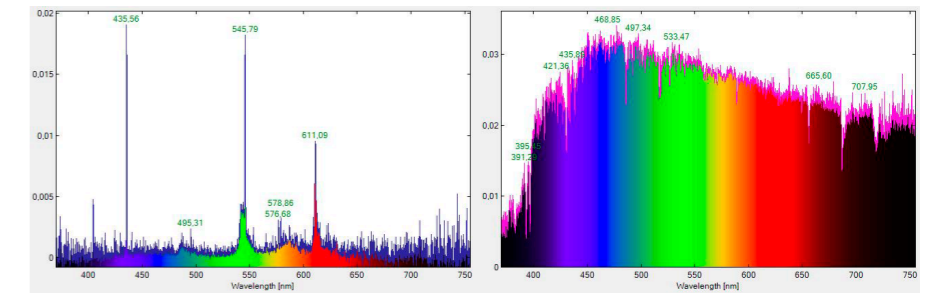


Mittig ein offener Raffstore mit Tageslichtlenkung, flankiert von zwei geschlossenen Raffstoren

Licht beeinflusst den Tag-Nacht-Rhythmus und damit das Leben von Mensch und Tier. Unser innerer Taktgeber, der Nucleus suprachiasmaticus im Hypothalamus, kontrolliert die zirkadianen Rhythmen (24-Stunden-Rhythmen) wie den Schlaf-Wach-Wechsel und verschiedene Stoffwechselreaktionen.

Entscheidend dafür ist das Licht, dem wir uns aussetzen: die Fotorezeptoren in unserem Auge leiten in Abhängigkeit des einfallenden Lichts unterschiedliche Signale an unseren Taktgeber im Gehirn weiter. Diese Signale führen in weiterer Folge zur Ausschüttung verschiedener Hormone, die uns sowohl körperlich als auch psychisch massiv beeinflussen. Eines dieser Hormone ist das Melatonin, das bei Dunkelheit freigesetzt wird und in erster Linie Müdigkeit verursacht. Die Melatoninkonzentration steigt in der Nacht um den Faktor zehn an, das Maximum wird gegen drei Uhr morgens erreicht – dann beginnt der Abbau bis in die Morgenstunden. Im Winter, bei kurzen Tageszeiten und geringer Lichtdosis, bleibt der Melatoninspiegel auch tagsüber erhöht. Als Folge können Müdigkeit, Schlafstörungen und Winterdepressionen auftreten.

Lichttherapie ist eine anerkannte Therapieform, die bei Depressionen und Indikationen wie einer allgemeinen Antriebs- oder Energielosigkeit, reduzierter Aufnahmefähigkeit und bei Konzentrationsschwierigkeiten mit signifi-



Kunstlichtspektrum (links) und Tageslichtspektrum, aufgenommen in der neuen Mittelschule Adnet. Deutlich sichtbar enthält das Kunstlicht nur einige wenige Frequenzen des visuellen Spektrums.

KUNSTLICHT VS. TAGESLICHT

kanter Wirkung eingesetzt wird. Dabei ist Licht nicht gleich Licht: während das natürliche Tageslicht den gesamten Frequenzbereich des visuellen Spektrums von 380 bis 750 nm abdeckt, enthält Kunstlicht nur wenige Frequenzanteile. Die Zusammensetzung des Kunstlichts ist variabel, es gibt kühles oder warmes Licht. Die photobiologisch wirksamen Frequenzanteile sind im Vergleich mit dem vollen Spektrum von natürlichem Tageslicht jedoch immer nur gering.

Studien belegen, dass gerade in Schulen und bei Lernaufgaben das Tageslicht eine wichtige Rolle spielt, um eine Stressreduzierung und Leistungssteigerung zu erzielen. Hier kommt ein weiteres Hormon ins Spiel, das Kortisol.

Kortisol wird ebenfalls in einem zirkadianen Rhythmus gebildet: Innerhalb der ersten drei Stunden nach dem Aufwachen liegt ein deutlicher Morgenpeak vor, der dem Melatonin entgegenwirkt, uns aufmerksam macht und Antrieb verschafft. Im weiteren Tagesverlauf nimmt die Konzentration ständig ab und erreicht des Nachts ihren Tiefpunkt. Kortisol gilt als wichtiger Stress-

Marker, da es während physischer sowie psychischer Stresssituationen unabhängig des zirkadianen Rhythmus ausgeschüttet wird. Bei klinischen Depressionen, psychischem Stress und diversen physiologischen Stressoren wie Schmerzen oder Angst, sind wechselnde Kortisolspiegel und eine gesteigerte Kortisolproduktion messbar.

2. FORSCHUNGSFRAGE AUSWIRKUNGEN DES TAGSLICHTLENKUNGSSYSTEMS RETROLUX



Hat das technologisch optimierte Tageslichtlenkungssystem RETROLux Auswirkungen in Bezug auf Stress, Tagesmüdigkeit, Konzentrationsfähigkeit und Wohlbefinden von SchülerInnen?

Diese Studie soll die Auswirkungen der beschriebenen Tageslichtlenkung RETROLux auf die Psychologie und Physiologie von SchülerInnen im Vergleich zu konventionellen, Standard Verdunkelungssystemen analysieren. Mit dieser medizinisch-wissenschaftlichen Erkenntnis kann die Lebensqualität in Schulen erhöht, Stress reduziert und die Konzentrationsfähigkeit durch eine verringerte Tagesmüdigkeit gesteigert werden.

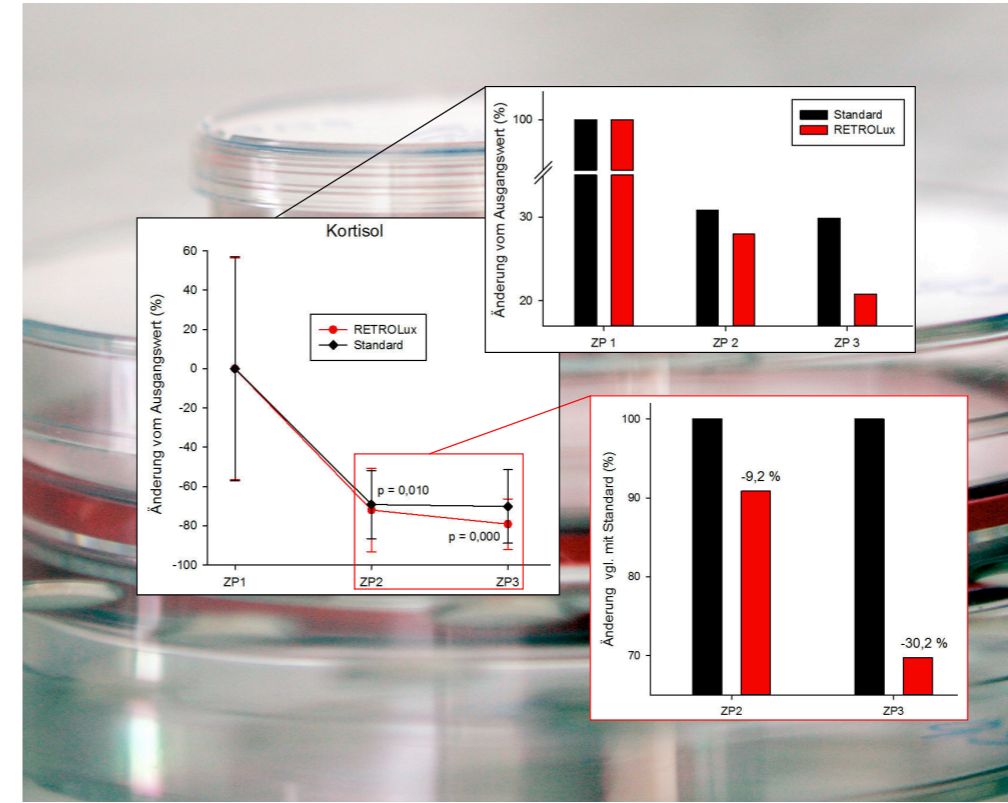
In einem kontrollierten, einfach verblindeten, zweiarmigen Studiendesign wurde diese Fragestellung über einen Zeitraum von ein- einhalb Jahren wissenschaftlich untersucht: In der Neuen Mittelschule Adnet wurden die Klassenzimmer von vier Schulklassen mit vergleichbarem Leistungsniveau, ähnlicher räumlicher Lage und Sonnenlichtaussetzung, mit unterschiedlichen Beschattungssystemen ausgestattet. Bei zwei der vier Klassenzimmer wurde das Tageslichtlenkungssystem RETROLux montiert, die anderen beiden Klassenzimmer wurden mit Standard Beschattungssystemen ausgestattet. Jeweils zu Beginn und Ende der Semester fanden medizinisch-psychologische Untersuchungen statt, um Wohlbefinden, Stress-Level und

Neben zu hoch oder zu niedrig temperierten Räumen, dient auch CO₂ als Indikator für schlechte Raumluftqualität. Untersuchungen zeigen signifikante Zusammenhänge zwischen der Leistungsfähigkeit von Schülern und der CO₂-Konzentration im Raum. In der Studie wurden die Raumtemperatur, die relative Luftfeuchtigkeit sowie die CO₂-Konzentration in allen vier Testklassenzimmern als Kontrollparameter für Raumluftqualität über die gesamte Projektlaufzeit aufgezeichnet. Die ausgewerteten Daten zeigen keine relevanten Unterschiede der Kontrollparameter zwischen den Testräumen. Eine Überschreitung der vorgegebenen Grenzwerte lag zu keiner Zeit vor.

RAUMLUFTQUALITÄT

Konzentration zu erheben sowie den stress- und lichtspezifischen Hormonstatus (Kortisol und Melatonin) zu bestimmen. Die vorherrschenden Lichtverhältnisse und die Raumluftqualität wurden laufend über den ganzen Studienzeitraum in allen Klassenräumen erhoben.

3. FORSCHUNGSERGEBNISSE HOCHSIGNIFIKANTER EINFLUSS



Der Kortisol-Spiegel der SchülerInnen in den Klassen, die mit der Tageslichtlenkungslamelle RETROLux ausgestattet sind, wurde hochsignifikant stärker abgebaut als in den Klassen mit Standard Raffstore. Der Kortisolabbau der SchülerInnen wurde anhand von drei Zeitpunkten (ZP 1, 2 und 3) ermittelt: Zuhause gleich nach dem Aufwachen, um 9 Uhr vor der ersten Brotzeit und noch einmal am späteren Vormittag. Das Tageslichtlenkungssystem RETROLux wirkt signifikant stressreduzierend!

Das Tageslichtlenkungssystem RETROLux reduziert auch die Tagesmüdigkeit während der Schulzeit: Bei den SchülerInnen der Klassen, die mit der Tageslichtlenkungslamelle ausgestattet sind, kommt es zu einer stärkeren Abnahme des Schlafhormons Melatonin. Die Skala für Tagesschläfrigkeit bei Kindern und Jugendlichen stimmt mit den Melatonin-Daten überein und zeigt ebenfalls, dass die SchülerInnen in den Klassenzimmern mit Tageslichtlenkungslamelle weniger an Tagesschläfrigkeit leiden. Die SchülerInnen der Klassenzimmer

mit der RETROLux Tageslichtlenkung zeigen außerdem ein schnelleres Arbeitstempo und eine bessere Konzentrationsleistung beim Konzentrationstest d2-R. Die positive Stressverarbeitung hat sich gesteigert und die negative Stressverarbeitung, die zu Studienbeginn bei den SchülerInnen der Klassenzimmer mit der Tageslichtlenkungslamelle RETROLux stark ausgeprägt war, hat sich im Laufe der Studienlaufzeit signifikant verringert. Die spektrometrische Analyse zeigt, dass in den Klassenzimmern mit Tageslichtlenkungssystem mehr Chancen auf

Tageslicht bestehen und um 2 % weniger Kunstlicht genutzt werden musste. Die Klassenzimmer mit der Tageslichtlenkungslamelle RETROLux hatten außerdem eine Ersparnis im Stromverbrauch von 4.8 %!

Das Ergebnis: Mehr Tageslicht wirkt signifikant stressreduzierend und verringert die Tagesmüdigkeit.