

„Die Wirkung von Kaugummikauen auf Wachheitsgrad und Lernleistungen in der frontalen Lehrveranstaltung und beim Betrachten von Videos - sechs Studien“

von Siegfried Lehrl, Erlangen

Inhaltsverzeichnis:

Übersicht
Ausgangslage
Fragestellungen
Methodik
Ergebnisse
Diskussion der Ergebnisse
Schlußfolgerungen
Literaturhinweise

Übersicht: Die Gesellschaft für Gehirn-Training e.V. sucht ständig nach Möglichkeiten, die geistige Leistungsfähigkeit zu erhalten und zu steigern. Schon Mitte der 90er Jahre machten einige ihrer Mitglieder darauf aufmerksam, dass Kaugummikauen zur Erhöhung der (flüssigen) Intelligenz- und Lernleistungen beitragen müsste. Dies sollte durch wissenschaftliche Untersuchungen überprüft werden.

Eine der ältesten und besten gesicherten Erkenntnisse über den Zusammenhang von Wachheitsgrad und geistiger Leistungsfähigkeit besagt, daß die Leistungsfähigkeit, zu der auch die Lernleistung gehört, vom Zustand der Schläfrigkeit mit zunehmender Wachheit bis zu einem mittleren Wachheitsgrad steigt und dann - in der Anspannung, Aufregung, Panik - wieder abnimmt [1, 3, 10]. Bei Informierungen durch Frontalunterricht in der Schule, Hochschule, betrieblichen Weiterbildung usw. oder durch Fernsehen sinkt der Wachheitsgrad sitzender, relativ unbewegter Personen in kurzer Zeit ab. Dabei müßte die Lernleistung unter das maximal erreichbare Niveau fallen. Durch Bewegungen, auch Kieferbewegungen wie Kauen, so läßt sich annehmen, würde hingegen der Wachheitsgrad steigen und eine Erhöhung der Lernleistung zur Folge haben.

Steigerungen der geistigen Leistungen durch Bewegungen sind bereits durch Radfahren nachgewiesen worden: Während die Versuchspersonen in die Pedalen traten, war ihr Intelligenzquotient deutlich höher, als wenn sich die Beine nicht bewegten. Auch wurden wichtige neurophysiologische und biochemische Mechanismen für die hervorgehobene Bedeutung des Kaugummikauens für Aufmerksamkeits- und Denkleistungen ansatzweise aufgeklärt. Es fehlten bisher jedoch direkte Studien zum Nachweis der Steigerung des Wachheitsgrades und der Lernleistung in Situationen der Frontalinformierung wie in Lehrveranstaltungen oder bei Videoschulungen. Diese Lücke sollte mit sechs Studien an älteren Schülern (ab 16 Jahren), Studenten und bis 70 Jahre alten Erwachsenen beiderlei Geschlechts geschlossen werden. Sie wurden gerade beendet und werden hier vorgestellt. In den Versuchen sollte die Hälfte der Probanden Kaugummi kauen, die andere Hälfte sollte hingegen nicht kauen. Bei letzteren zeigte sich erwartungsgemäß, daß sie bereits innerhalb weniger Minuten weniger wach als die kauenden Versuchsteilnehmer waren und vom Lehrstoff weniger mitbekamen. Bei einem mittelschweren Lehrstoff ist davon auszugehen, daß Kauer wenigstens 30 Prozent mehr von der dargebotenen Information als sonst behalten. Außerdem fanden die Kauenden die Veranstaltung vergleichsweise weniger anstrengend und wollten mehr diskutieren, trugen also zur Belebung der Veranstaltungen bei.

Alters- oder Geschlechtsunterschiede konnten nicht festgestellt werden.

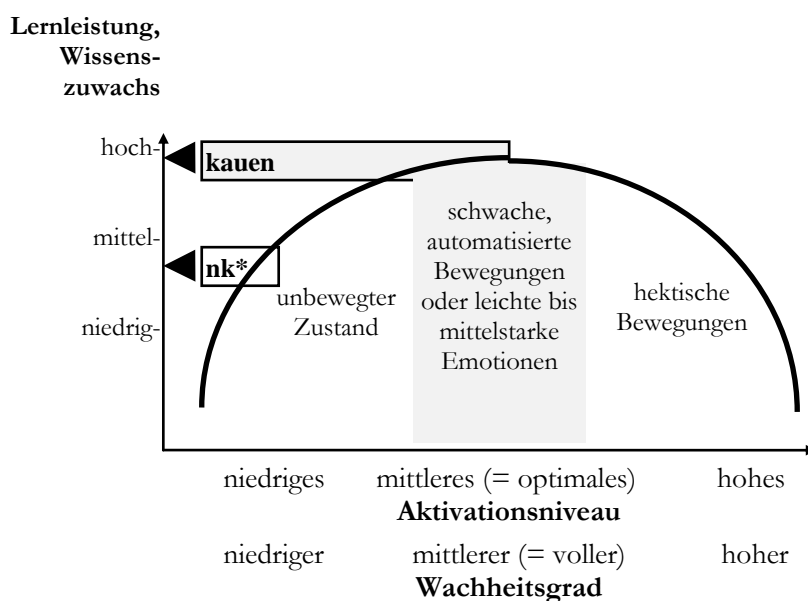
Die Vorzüge des Kauens beim Erwerb von Informationen sind so deutlich, daß der Hauptnachteil, das Entsorgungsproblem, sicherlich von vielen nicht als Hindernis angesehen wird, die Vorzüge zu nutzen, zumal sich die Entsorgung kultivieren läßt.

* Langform: "Die Wirkung von Kaugummikauen auf Wachheitsgrad und Lernleistungen in der frontalen Lehrveranstaltung und beim Betrachten von Videos - sechs Studien." Interner Bericht der Gesellschaft für

Gehirntraining e.V. (85560 Ebersberg) und der GaM Gesellschaft für angewandte Metaforschung mbH Erlangen, Postfach 1725, 91007 Erlangen.

Ausgangslage: Die Gesellschaft für Gehirn-Training e.V. sucht ständig nach Möglichkeiten, die geistige Leistungsfähigkeit zu erhalten und zu steigern. Schon Mitte der 90er Jahre machten einige ihrer Mitglieder darauf aufmerksam, dass Kaugummikauen zur Erhöhung der (flüssigen) Intelligenz- und Lernleistungen beitragen müsste. Dies sollte durch wissenschaftliche Untersuchungen überprüft werden.

Bei der Informierung durch Frontalunterricht in Schulen, Hochschulen, Weiterbildungsseminaren, auch beim Fernsehen usw. nehmen die Zuhörer bzw. Zuschauer relativ wenig von dem dargebotenen Stoff auf. Ein wichtiger Grund dafür ist, daß der Lernende in derartigen Situationen oft über viele Minuten weitgehend unbewegt sitzt und relativ passiv auf Wahrnehmung eingestellt ist. In diesem Zustand sinkt innerhalb weniger Minuten der Wachheitsgrad, und es kann nicht mehr so viel Information wie im voll wachen Zustand aufgenommen, verarbeitet und gespeichert werden.



* nk = nicht kauen

Abbildung: Zusammenhang zwischen Unbewegtheit (z.B. nicht kauen) sowie Bewegung (wie kauen) und Ausmaß an Lernleistung

Wie mehrfach nachgewiesen wurde, liegt während Bewegungen, wie Radfahren oder Laufen, die geistige Leistungsfähigkeit höher als bei Unbewegtheit [2, 4]. Deshalb besteht durch die Bewegungen beim Kaugummikauen ebenfalls die Chance, daß die Zuhörer und Zuschauer die Potentiale ihrer flüssigen Intelligenz stärker als sonst ausschöpfen sowie ihre längerfristige Konzentration erhöhen und dadurch mehr Informationen aufnehmen und speichern.

Fragestellungen: Es sollten sechs Studien durchgeführt werden, die primär empirische Antworten auf die allgemeine Fragestellung geben sollten,

1) ob Personen, die während einer unterrichtsähnlichen Veranstaltung Kaugummi kauen, mehr lernen als solche, die nicht motorisch aktiv sind (**primäre Annahme**).

Von sekundärem Interesse waren aber auch Prüfungen der Annahme (**sekundäre Annahme**),

2) ob durch Kaugummikauen das Aktivationsniveau dichter am Zustand der vollen Wachheit gehalten wird,

den man auch als „optimalen Aktivationszustand“ bezeichnet, weil sich in ihm die geistige Leistungsfähigkeit maximal entfaltet.

Methodik: In sechs kontrollierten und nichtverblindeten Untersuchungen an Erwachsenen sollte jeweils die Hälfte der Personen während der 19- bis 43minütigen Teilnahme (Tab. B und C, je 2. Spalte) an einer Lehrveranstaltung oder während der Betrachtung eines informativen Videofilmes Kaugummi kauen. Bei fünf der Studien war mehrfach der Aktivationszustand während des Informierungsvorganges zu messen und die sekundäre Annahme (siehe oben) auf ihre Verträglichkeit mit den empirischen Daten zu prüfen. Bei vier der Untersuchungen sollte am Ende die Menge an erworbenem Wissen getestet und damit die primäre Annahme (siehe oben) inferenzstatistisch geprüft werden.

Ergebnisse: Die Tabelle A enthält einen Überblick über die Probanden der sechs Studien und über einige Personenmerkmale.

Tabelle A: Überblick über die Probanden der sechs Studien:

Bezeichnung der Studie: „Kaugummistudie...“	Anzahl Gesamt	Anzahl Kauer	Anzahl Nicht-kauer	Anzahl Frauen	Anzahl Männer	Altersmittelwert:	Altersstreuung:
						Median	mittleres Quartil
						Jahre	Jahre
...MAT-Trainerkandidaten“	17	8	9	12	5	39	7
...Quarks & Co.-Filmkandidaten“	8	4	4	4	4	21,5	7
...Studienanfänger“*	30	15	15	19	11	21	1
...Streß-Studenten“	29	18	11	13	16	22	0,75
...Intelligenz-Studenten“	16	9	7	7	9	22	1
...Demenz-Studenten“	23	9	14	12	11	21	1
GESAMT	123	63	60	67	56		

*Die Fremdkosten für die „Kaugummistudie Studienanfänger“ wurden dankenswerterweise vom Kaugummiverband e.V. (Bonn) getragen. Als Kaugummi wurde Stimorol® verwendet

Wachheit und ihr Verlauf: Wie aus Tabelle B hervorgeht, wurde in fünf der Studien je zu Beginn und am Ende das Aktivationsniveau gemessen. Während der beiden längeren Versuchen fanden je noch drei Messungen im etwa zehnminütigen Abstand statt. Bei den drei kürzeren Studien waren es zwei Messungen im etwa siebenminütigen Abstand.

In beiden wenigstens 40 Minuten dauernden Studien sank der Wachheitsgrad im Durchschnitt (Median) bei den Nichtkauern unter das Ausgangsniveau zu Beginn des Versuches ab (Tab. B, Spalte 3). Dieser Zustand war bei der Videobetrachtung (Quarks & Co.) bereits innerhalb von zehn Minuten und im Fall der Frontalinformierung durch einen Dozenten (MAT-Trainerkandidaten) zwischen der Messung nach 10 und der nach 23 Minuten erreicht.

Im Vergleich zu den kauenden Probanden ergab sich jedoch bereits bei der ersten Messung nach Beginn des Versuches, also spätestens nach zehn Minuten ein niedriger Wachheitsgrad (Tab. B, 4. Spalte), da sich die Kauer dem mittleren Aktivationszustand, also der vollen Wachheit annäherten.

Bei den Darbietungen in den drei Studentengruppen, wo die Informationsdauer durch den Dozenten zwischen 19 und 27 Minuten betrug, konnte bis zum Ende in den Mittelwerten (Median) bei den Nichtkauern noch kein merklicher Abfall des Wachheitsgrades unter das Ausgangsniveau registriert werden. Die Studenten wußten allerdings, daß die Zeit der Lehrstoffvermittlung nur etwa halb so lang wie die geplante gesamte Seminarstunde dauern würde. Zudem wurde eine der Gruppen, die Intelligenzgruppe, durch kleine Aufgaben, die nach dem Lehrplan zu vermitteln waren, mehrfach zum Mitmachen angeregt.

In zwei dieser drei Studien mit Studenten gaben die Kauer im Vergleich zu den Nichtkauern dennoch zur 14. Minute einen höheren Wachheitsgrad an (Tab. B, 3. Spalte). Zwischen der vorherigen Messung zur 7. bzw. 8. Minute und der 14. Minute hatte sich demnach der Wachheitszustand von Kauern und Nichtkauern auseinanderentwickelt.

Tabelle B: Überblick über die Ergebnisse der fünf Studien, in denen das Aktivationsniveau (= Wachheitsgrad) bei Kaugummikauern und -nichtkauern untersucht wurde:

		bei den Nichtkauern ...		sekundäre Annahme: Annäherung an optimales Aktivationsniveau	
„Kaugummi- studie...“	Dauer der Informie- rung in Minuten	... war Abfall des Aktivati- onsniveaus meßbar ab Minute*	... lag Aktiva- tionsniveau ungünstiger als bei Kauern ab Minute*	Ergebnisse in erwarteter Richtung	statistisches Signifikanz- niveau erreicht
Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6
...MAT- Trainer- kandidaten“	43	33	10	ja	ja
...Quarks & Co.- Fernseh- kandidaten“	40	10	10	ja	ja
...Streß- Studenten“	27	> 27 ?	14	ja	nein
...Intelligenz- Studenten“	19	> 19 ?	> 19 ?	ja	nein
...Demenz- Studenten“	23	> 23 ?	14	ja	ja

* am angegebenen Zeitpunkt waren Unterschiede meßbar. Die Veränderung ergab sich demnach zwischen diesem und dem vorherigen Meßzeitpunkt.

Die Probanden, die Kaugummi kauten, erreichten in vier der fünf Studien bereits innerhalb von zehn bis 14 Minuten ein Niveau, das dichter am optimalen Aktivationszustand als bei den Nichtkauern lag. In allen Studien waren die Kauer am Schluß der Informierung wacher als zu Beginn (Tab. B, Spalte 5). Zwischen den kauenden und nichtkauenden Probanden erhöhten sich die Wachheitsunterschiede mit zunehmender Informierungsdauer. In drei der fünf Studien (siehe * in Tab. B, Spalte 6) waren die Kaugummi kauenden Personen am Ende des Versuches sogar statistisch signifikant wacher.

Wissenszunahme und ihr Verlauf: In vier der Studien wurde geprüft, ob die Kaugummi kauenden und nichtkauenden Personen gleich viel über die dargebotenen Inhalte der Veranstaltung wiedergeben konnten (Tab. C).

In einer Studie fand sich kein Unterschied. In drei der vier Studien wußten die Kaugummikauer nach der Informierung jedoch mehr als die Kontrollpersonen. Dies traf bei ihnen bereits für den Stoff in den ersten Minuten nach der Kaugummi-Einnahme bis zur ersten Messung des Aktivationsniveaus unter der Experimentalbedingung zu. Die Überlegenheit durch das Kauen hielt sich bis zum Schluß. Bei zwei Studien war die Überlegenheit der Kauer im gesamten Wissenserwerb statistisch signifikant (Tab. C). In der Studie, in der zwischen Kauern und Nichtkauern kein Lernunterschied registriert wurde („Intelligenz-Studenten“), waren mehrfach Intelligenztestaufgaben zum Mitmachen eingestreut worden, die, wie aus den Grundlagen zum Mentalen Aktivierungs-Training (MAT) bekannt ist, zur Einstellung eines optimalen Aktivationsniveaus beitragen. Die Analysen zeigen, daß die Fragen über den Lehrstoff nicht in allen Studien und Verlaufsabschnitten gleich schwer waren. Orientiert man sich an den Nichtkauern, dann streuen die Lösungsanteile pro Verlaufsabschnitt zwischen 25 und 92 Prozent. Bei den Kauern schwanken die richtigen Lösungen zwischen 40 und 100 %. In den meisten Verlaufsabschnitten bewegen sich die richtigen Antworten bei den Nichtkauern um 65 bis 70 Prozent, bei den Kauern um etwa 75 bis 85 Prozent. Bei den mittelschweren Fragen haben die Kauer die größten Vorsprünge.

Wenn man berücksichtigt, daß die Studenten bereits Vorwissen mitbrachten und deshalb auch ohne Informierung einige Fragen hätten beantworten können, dann ist die relative Wissenszunahme durch das Kauen höher, als es die Ergebnisse direkt vermitteln. Eine grobe Schätzung der Wissenszunahme erbringt als Untergrenze eine Überlegenheit von wenigstens 30 Prozent, d.h. die Kauer behalten etwa 30 Prozent des neuen Stoffes mehr, als wenn sie nicht kauten.

Tabelle C: Überblick über die Ergebnisse der vier Studien, in denen der Wissenserwerb bei Kaugummikauern und -nichtkauern untersucht wurde:

		Im Vergleich zu den Nichtkauern zeigten die Kauer mehr Wissen...		Primäre Annahme: Wissenszunahme	
„Kaugummi-studie...“	Dauer der Information in Minuten	... über den Lehrstoff, der dargeboten wurde...	... über den Lehrstoff in allen dargebotenen Abschnitten	Ergebnisse in erwarteter Richtung	statistisches Signifikanzniveau erreicht
Spalte 1	Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4	Spalte 5	Spalte 6
...Studienanfänger“	42	gleich nach Beginn	ja	ja	ja
...Streß-Studenten“	27	gleich nach Beginn	ja	ja	ja
...Intelligenz-Studenten“	19*	keine Überlegenheit	nein	nein	nein
...Demenz-Studenten“	23	gleich nach Beginn	ja	ja	nein

* Diese Gruppe wurde lehrstoffbedingt durch Intelligenzaufgaben mehrfach in dieser Zeit geistig stark aktiviert

Weitere Beobachtungen: Die „Kauer“ waren während des Versuches motorisch unruhiger und machten mehr Mitbewegungen als die Nichtkauer. Beispielsweise wippten sie öfter mit den Füßen. Nach ihren Angaben fühlten sie sich zudem während und nach der Veranstaltung weniger müde als die Kontrollpersonen.

In Studien, in denen sie die Gelegenheit zur Nachdiskussion hatten, blieben die „Kauer“ länger anwesend und wollten mehr wissen. Sie waren vom Lehrstoff offenbar stärker angeregt.

Es ließen sich keine Geschlechts- und Alterseinflüsse auf die Wirkung des Kauens feststellen.

Diskussion der Ergebnisse: Da schon bei diesen relativ kleinen Stichproben signifikante Unterschiede resultierten, kann von einer relevanten Wirkung des Kaugummikauens auf den Lernerfolg ausgegangen werden. Der Vorteil hängt von der Schwere des Stoffes, der Dauer der Information und Art der Darbietung ab, wobei die Vorzüge durch Kauen stärker hervortreten, je dichter der Schwierigkeitsgrad um die Mitte schwankt (nicht sehr leicht und nicht sehr schwer), je länger die Information dauert und je weniger der Lernende durch die Aufgaben oder Emotionalisierung der Darstellung (z.B. Scherze) aktiviert wird.

Interessanterweise waren die Vorteile des Kauens bei den Videos, die ja viel Vorbereitungsaufwand erfordert hatten, größer als bei der Unterrichtung durch einen Dozenten.

Überschlägig werden die Vorteile des Kauens unter derartigen relativ passiven, aber sicherlich sehr häufig vorkommenden Verhältnissen auf wenigstens 30 % Lernüberlegenheit geschätzt. Das erworbene Wissen dürfte bei ihnen zudem länger gegen Vergessen geschützt sein, weil es wahrscheinlich eher in die Vorkenntnisse eingebaut, also vernetzt wird, während es die Nichtkauer vermutlich bevorzugt oberflächlich anlagern. Denn ihnen fehlt es an

Unterstützungen der geistigen Aktivität, die bei der Gestaltung von Wissensnetzen vonnöten ist.

Nach den Ergebnissen liegt die Lernüberlegenheit nicht an einer direkten Einwirkung des Kauens auf die Informationsaufnahme, -verarbeitung und -speicherung, sondern an der Einstellung eines lernförderlichen Wachheitsgrades: Das Kaugummikauen begünstigt gegenüber Nichtkauen von Anfang an die Aufrechterhaltung des lernförderlichen Zustandes der „vollen Wachheit“ (Abb.).

Mit zunehmender Zeit der Frontalinformierung werden die Unterschiede im Wachheitsgrad immer deutlicher. Entsprechend zunehmende Lernvorteile konnten hier allerdings nicht festgestellt werden, da die Aufgabenschwierigkeiten in den anfänglichen, mittleren und späteren Verlaufsabschnitten zu wenig vergleichbar waren. Erst mit gleich schweren Wissenstests ließen sich hierzu eindeutigere Ergebnisse gewinnen.

Die gefundenen Beziehungen zwischen Kauen und Wachheitssteigerung bzw. Lernvorteil beschränken sich nicht auf ein Geschlecht oder eine bestimmte Altersstufe, sondern scheinen für Menschen allgemein zu gelten.

Einen prinzipiellen methodischen Mangel wird man derartigen Versuchen anlasten: Sie können nicht doppelblind durchgeführt werden; denn als Teilnehmer weiß man, ob man kaut oder nicht. Dadurch wären Suggestionseffekte auf die Ergebnisse denkbar.

Da die Versuchspersonen in fast allen Gruppen nicht genau wußten, auf welche der manchmal umfangreichen Variablen es bei der Auswertung ankam und da auch nicht wenige der Teilnehmer eine Einstellung gegen das Kaugummikauen äußerten, kann ausgeschlossen werden, daß die Deutlichkeit der Ergebnisse nur deshalb zustande kam, weil alle die Vorzüge des Kaugummikauens bestätigen wollten. Letztlich sprechen auch die neurophysiologischen und biochemischen Erklärungsversuche für die Richtigkeit der Annahmen [5, 6, 7].

Schlußfolgerungen: Wie diese Studien belegen, können mit einer höchst einfachen Maßnahme Lernleistungen in frontalen Informierungssituationen erhöht werden. Die Steigerungen der Wissenszunahme sind erheblich, wenn man berücksichtigt, daß die Mehrheit der Teilnehmer an diesen Studien Medizinstudenten waren, von denen die Hälfte zudem hervorragende Abiturergebnisse erzielt hatte. Somit gehören sie zu den besten Lernern der Gesellschaft [8]. Wenn das Kaugummikauen selbst in dieser Gruppe noch so starke Wirkungen auf den Lernerfolg hat, wie hoch müßte er dann beim Durchschnitt der Bevölkerung sein? Bei Kindern und Senioren könnten sich vielleicht noch größere Wirkungen einstellen, da sie von sich aus schwerer in der Lage sind, ein hohes Wachheitsniveau in Lernsituationen aufrecht zu erhalten.

Die Lernbereitschaft wird durch das Kaugummikauen nicht nur erhöht, sondern das Lernen wird auch, wie die Ergebnisse zeigen, als weniger anstrengend empfunden.

Für Lehrveranstaltungen in Schulen, Hochschulen, Betrieben, aber auch für das lebenslange Lernen durch Volkshochschulen, Bildungsfernsehen oder Lehrvideos müßte das Kaugummikauen zu einer erheblich besseren Ausschöpfung der Informationsangebote als bisher führen. Rechnet man nur überschlägig hoch, würde in gut drei Jahren das geleistet, wofür herkömmlicherweise vier Jahre vonnöten sind. Einzelmitteilungen von Lehrern lassen sogar eine zusätzliche positive Wechselwirkung erwarten: Sie stellten fest, daß ihre Schüler durch Kaugummikauen viel intensiver als beim Kauverbot am Unterricht teilnahmen, was sie selbst wiederum zu höherer Lehrleistung anspornte.

Nebenwirkungen wie Magenbeschwerden, die manchmal gegen die Anwendung von Kaugummi angeführt werden, scheinen minimal zu sein, sonst müßte die Literatur viele

Berichte darüber enthalten, da weltweit täglich hunderte Millionen Menschen Kaugummi kauen. In Literaturrecherchen in MEDLINE, das über 10 Millionen medizinischer Artikel umfaßt, wurde nur ein Bericht über drei Personen mit Magenbeschwerden gefunden, die auf das Kauen üblicher Kaugummis und nicht von Kaugummis mit schädlichen Substanzen wie Nikotin zurückgeführt wurden.

Die Entsorgungsprobleme von Kaugummi bilden sicherlich ein Hindernis für seine Einführung als Hilfsmittel zur Steigerung der Wachheit in Lehrsituationen. Angesichts der Vorteile sollte es aber möglich sein, sie zu überwinden.

Zumindest bei der Mehrheit der Anwender scheint der Nutzen den Schaden weit zu überwiegen.

In einem Staat wie Deutschland, dessen Wohlergehen mangels Rohstoffen stark von der Lernleistung seiner Bürger abhängt, kann man sich eine so geringe Ausschöpfung von deren Begabungspotentialen nicht lange leisten, wie sie viele Studien schon dadurch belegen, daß mit einfachen Maßnahmen wie Gehirn-Jogging (= Mentales Aktivierungs-Training), Änderung der Eß- und Trinkgewohnheiten die Intelligenz- und Gedächtnisleistungen erheblich erhöht werden. Internationale Leistungsvergleiche zwischen den Schülern (TIMSS-Studie; TIMSS: Third International Mathematics and Science Study) wiesen sogar nach, daß sie bei der Spitze der internationalen Konkurrenz nicht mithalten. Zur Sicherung des wirtschaftlichen Wohlergehens in der Zukunft wäre demnach jede erheblich wirksame Maßnahme zur Verbesserung der Lernleistungen seiner Bürger zumindest ernsthaft zu erwägen.

Falls zukünftige Informierungen die etwas passiv-unbewegte Haltung des Zuhörers oder Zuschauers überflüssig machten, verlören Aktivierungsversuche durch Kaugummikauen an Bedeutung. Doch gerade die internationalen Vergleiche in der TIMSS-Studie liefern Argumente dafür, daß Frontalunterricht auch in der Zukunft kaum durch andere Unterrichtsformen abgelöst, sondern im Gegenteil, seine Berechtigung behalten wird [9]. So haben Verringerungen von Klassenstärken, bessere materielle Ausstattungen des Unterrichtes oder Ersatz des Frontalunterrichtes durch andere Gestaltungsformen wie Kleingruppenunterrichtung im großen und ganzen keine förderliche Wirkung auf das Lernen. Deshalb bleibt die Erhöhung der Wachheitsgrade und Lernmengen durch Kaugummikauen sicherlich auch mit Blick auf die Zukunft durchaus diskussionswürdig.

Literaturhinweise:

- [1] Bartenwerfer, H.: Einige praktische Konsequenzen aus der Aktivierungstheorie. *Z. exp. angew. Psychol.* 16 (1969) 195-222
- [2] Fischer, B., W. Weidenhammer, S. Lehl: The Correlation Between Physical and Intellectual Performance in Old Age. *Geriatrics-pregeriatrics-rehabilitation* 2 (1986) 72-84.
- [3] Haider, M.: Elektrophysiologische Indikatoren der Aktivierung. In: Schönplflug, W. (Hrsg.): *Methoden der Aktivierungsforschung*. Huber: Stuttgart, 1969
- [4] Hilmer, W., S. Lehl, W. Mohr, H. Dorner: Beeinflussung des Kurzzeitgedächtnisses während standardisierter Ergometerbelastung. In: Riekert, H. (Hrsg.): *Sportmedizin - Kursbestimmung*. Springer: Berlin-Heidelberg-New York, 1987, S. 54-58

- [5] Kistler, A., C. Mariauzouls, K. von Berlepsch: Saliva Collection with Salivettes Is a Sympathetic Stimulus. *Forschende Komplementärmedizin/Research in Complementary Medicine* 5 (1998) 12-17.
- [6] Lehl, S.: Kaugummikauen als geistige Leistungshilfe? *geistig fit* 7, Heft 5 (1998) 3-6.
- [7] Lehl, S.: Mehr lernen durch Kaugummikauen: Sekunden- und Minutenwirkung. *geistig fit*, Heft 2 (1999) 5-8.
- [8] Speyerer, G.W., F.X. Schmidt, J. Weidelt: Medizinerintelligenz im Wandel der Zeit. *Medizinische Welt* 34 (1983) 1365-1369.
- [9] Weigand, H.-G.: Überlegungen zur TIMSS-Studie. Ergebnisse - Ursachen - Konsequenzen. *Mathematik in der Schule* 35 (1997, Heft 10). Internet: <http://www.did.math.uni-bayreuth.de/matthias/timss/weigand.htm>.
- [10] Yerkes, R.M., J.D. Dodson: The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative and Neurological Psychology* 18 (1908) 459-482.