



**HEVs**

haute école valaisanne  
hochschule wallis



**HEVs2**

haute école valaisanne  
hochschule wallis

## Erhöhung der Peak Bone Mass durch genügend körperliche Belastung in der Jugend

Ist bei 9- bis 14-jährigen Schülern ein genügender  
Knochenaufbau gewährleistet?

**Jasmin Vonlanthen**

**Studentin HES – Fachrichtung Physiotherapie**

**Lyvia Baumgartner**

**Studentin HES – Fachrichtung Physiotherapie**

**Betreuer der Diplomarbeit: André Meichtry**

**DÉPOSÉ ET SOUTENU EN 2006 EN VUE DE L'OBTENTION D'UN DIPLÔME DE  
PHYSIOTHERAPEUTE HES**

**Haute école cantonale valaisanne de la santé**  
Filière Physiothérapeutes

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
1.1 PROBLEMATIK .....	1
1.2 KLINISCHE RELEVANZ .....	3
1.3 LITERATURÜBERSICHT .....	5
1.4 ZIEL DER STUDIE UND HYPOTHESE .....	15
<b>2 METHODIK</b> .....	<b>17</b>
2.1 STUDIENDESIGN .....	17
2.2 POPULATION .....	17
2.3 MESSGRÖSSEN .....	18
2.4 DATEN AUSWERTUNG .....	22
<b>3 RESULTATE</b> .....	<b>22</b>
3.1 BESCHREIBUNG DES STATISTISCHEN OUTCOMES .....	22
3.2 ZUSAMMENFASSUNG DER RESULTATE ANHAND VON TABELLEN UND GRAFIKEN .....	23
<b>4 DISKUSSION UND KONKLUSION</b> .....	<b>37</b>
4.1 INTERPRETATION DES STATISTISCHEN OUTCOMES .....	37
4.2 DISKUSSION DER KLINISCHEN RELEVANZ .....	42
4.3 WICHTIGKEIT DER ARBEIT .....	45
4.4 VERGLEICH MIT RESULTATEN VON ANDEREN ARBEITEN .....	46
4.5 STIMMEN DIE RESULTATE MIT UNSERER THEORIE ÜBEREIN? .....	49
4.6 GRENZEN UND STÄRKEN DER STUDIE .....	49
4.7 VORSCHLAG FÜR ZUKÜNFTIGE STUDIEN .....	52
<b>5 BIBLIOGRAFIE</b> .....	<b>55</b>
<b>ANHANG</b> .....	<b>58</b>

# Herzlichen Dank an

André Meichtry, Betreuer

Roger Hilfiker

Geneviève Pasche

Franziska Wild

Dolores Messer

Albert Vonlanthen

An die Lehrkräfte, Eltern und Schüler der Klassen

5b in Schmitten

4a, 5a, 5b in Tifers

4, 5 und 6 in Brünisried

S 7c, S 7d, S 7b, R 7c, R 7b, P 6b, P 5b, P 4b in Nidau

4, 5, 6 und 7 in Leuk

und all denen, die uns während der Arbeit mental unterstützt haben.

## **Abstract**

Eine genügend hohe körperliche Belastung in der Jugend, steht in engem Zusammenhang mit einer höheren Knochenmasse und somit zu einer eventuellen späteren Erkrankung an Osteoporose. Durch einfache und kostengünstige Verfahren wie einem Aktivitätsfragebogen kann herausgefunden werden, ob die Jugendlichen einen bestimmten Schwellenwert durch sportliche Aktivität erreichen, um ihre Knochenmasse positiv zu beeinflussen.

Ziel der Studie war zu untersuchen, ob sich die Jugendlichen zwischen 9 und 14 Jahren ausreichend bewegen, damit ein genügender Knochenaufbau gewährleistet ist.

Es wurde bewusst eine alpine, ländliche und urbane Region ausgewählt, um diese später untereinander vergleichen zu können.

422 Fragebögen wurden an Jugendliche zwischen 9 und 14 Jahren in 21 Klassen ausgeteilt. 276, davon 146 Mädchen und 130 Knaben, konnten ausgewertet werden. Die Schüler mussten während einer Woche jeden Tag genau aufschreiben, was sie in ihrer Freizeit, im Schulsport und im Verein sportlich geleistet haben. Ein physischer Belastungsscore wurde ausgerechnet und ein Grenzwert festgelegt.

81% der Schüler erreichten überschwellige Werte. Durch den Schulsport konnten nur 4% den Grenzwert übertreffen. Der höchste Score wurde in der Freizeit erzielt. Mädchen erreichten im Durchschnitt weniger hohe Werte als Knaben. Das Alter korrelierte negativ mit dem Score.

## **Fazit**

Die Umfrage hat ergeben, dass die Jugendlichen ihre Knochen einem genügend hohen Belastungsreizen aussetzen, um ihre Peak Bone Mass positiv zu beeinflussen. Es kann sogar davon ausgegangen werden, dass sie sich in der Freizeit genügend bewegen, um knochenanabole Prozesse auszulösen. Die Hypothese, dass sich die Jugendlichen zu wenig bewegen um ihren Knochen positiv zu stimulieren, kann somit verworfen werden.

**Schlüsselwörter: Knochenmineraldichte, maximale Knochenmasse, Osteoporose, sportliche Aktivität, Bodenreaktionskraft, Sportarten mit hohen Stossbelastungen**

# Erhöhung der Peak Bone Mass durch genügend körperliche Belastung in der Jugend

Ist bei 9 bis 14-jährigen Schülern ein genügender Knochenaufbau gewährleistet?

## 1 Einleitung

### 1.1 Problematik

Mit unserer Diplomarbeit möchten wir aufzeigen, in welcher Verbindung Bewegung in der Jugend zu einer höheren Knochenmasse und somit zu einem eventuellen späteren Osteoporoserisiko steht. Mit Hilfe einer Literaturübersicht gehen wir kurz auf die verschiedenen Prädiktoren einer hohen Peak Bone Mass (maximale Knochendichte PBM) ein und widmen uns dann intensiver dem Thema Belastung zur Erhöhung der Knochenmineraldichte (Bone Mineral Density BMD). Unsere Absicht ist es herauszufinden, wie viel gezielte Bewegung nötig ist, um einen ausreichenden Aufbau der Knochenmasse zu gewährleisten.

Anhand einer Erhebung mit Schülern im Alter von 9 bis 14 Jahren möchten wir feststellen, ob zukünftige Interventionen an Schulen zur Steigerung der alltäglichen Aktivität notwendig sind.

Osteoporose ist ein aktuelles Thema im Gesundheitswesen. Es wird angenommen, dass weltweit über 200 Millionen Menschen an Osteoporose leiden, und dass 30-50% aller Frauen und 15-30% aller Männer einmal in ihrem Leben einen Knochenbruch erleiden werden, der auf Osteoporose zurückzuführen ist. Da die heutige Population immer älter wird, steigt auch die Erkrankungsziffer stetig an. Momentan liegt die Prävalenz bei Frauen zwischen 50 und 59 Jahren um die 15% und erreicht im achten Lebensjahrzehnt gar 70%. Während bei Frauen die Frakturinzidenz durch den Eintritt der Menopause schon nach dem 45. Lebensjahr ansteigt, nimmt sie bei Männern ab 75 erheblich zu. Das Risiko einer Fraktur durch Osteoporose ist bei Frauen genau so hoch, wie das Risiko eine koronare Herzkrankheit zu erleiden.

Bei beiden Geschlechtern ist nach dem 65. Lebensjahr ein Anstieg der Schenkelhalsfrakturen auszumachen [5, 19]. Diese sind am signifikantesten, da sie normalerweise immer mit einem längeren Spitalaufenthalt einhergehen. Wie die Weltgesundheitsorganisation WHO aufgezeigt hat, bleibt bei mehr als 50% der Fälle eine Behinderung bestehen. 20% enden sogar tödlich [4]. Für die meisten Betroffenen bedeutet eine Schenkelhalsfraktur das Ende ihrer Selbständigkeit.

Die Kosten in der Europäischen Union, die aufgrund von Osteoporose entstehen, werden auf 32 Billionen geschätzt und es wird angenommen, dass sie sich bis ins Jahr 2050 verdoppeln [5, 23].

Aktuelle Studien sind sich einig darüber, dass eine niedrige Knochenmineraldichte in der Jugend in engem Zusammenhang mit einem späteren Risiko an Osteoporose zu erkranken steht [2, 3, 6, 7, 8, 16, 20, 22, 26, 27, 28].

Als Prädiktor wird hier vor allem die PBM genommen. Der Zeitpunkt, bei dem die Knochenmineraldichte am höchsten ist, variiert leicht zwischen den unterschiedlichen Körperstellen. Allgemein kann man jedoch sagen, dass die PBM im Alter von 20 bis 25 Jahren erreicht ist [2]. Danach baut sich die Knochenmasse jährlich um etwa 1 bis 2% ab. Somit ist es wichtig, in den Jugendjahren einen ausreichenden Aufbau der Knochenmasse zu gewährleisten.

Die Knochenmasse wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. 50 bis 60 % hängen von der genetischen Disposition ab. Eine weitere Rolle spielen das Geschlecht, die Ernährung, die körperliche Aktivität und der endokrine Status. Ein tiefes Körpergewicht, eine Körpergröße unter 1,50 m und eine verspätete Pubertät können sich negativ auf die Knochenmasse auswirken. Ebenfalls zu den Risikofaktoren gehören das Rauchen und ein übermässiger Alkoholkonsum [8, 26, 27, 28].

Die Knochenmasse im Alter hängt einerseits vom Zuwachs der Knochenmasse im Wachstum sowie der Umgestaltung während der Kindheit und Jugendzeit ab, andererseits vom Beibehalten der Knochenmasse vor allem durch Umgestaltung während des späteren Lebens.

Um den Aufbau der Knochenmasse zu stimulieren, benötigt der Knochen Belastungsreize. Diese Reize erzielt man durch gewichtstragende Aktivitäten und durch Sportarten, bei

denen grosse Kräfte auf den Körper einwirken, den so genannten High-Impact Sportarten [2, 6, 7, 8, 14, 16, 20, 22, 26, 27, 28].

Jedoch nimmt gerade im Jugendalter durch das grosse Angebot an PC-Spielen, Videogames und Internet die Bewegung immer mehr ab und der Knochenaufbau ist in seiner wichtigsten Phase gefährdet. Studien zeigen, dass die motorische Leistungsfähigkeit in den vergangenen 25 Jahren über 10% abgenommen hat. In Deutschland befinden sich die 11 bis 15-jährigen hinsichtlich der regelmässigen körperlichen Aktivitäten im unteren Drittel. Bei den 9 bis 15-jährigen verzeichnet man einen deutlichen Rückgang der körperlichen Fitness hinsichtlich anaerober Ausdauer, Koordination und Kraft [1, 17].

Auch in der Schweiz wird der Trend zu einem sesshaften Lebensstil festgestellt. So ist erwiesen, dass bereits ab dem 13. Lebensjahr die Häufigkeit sportlicher Betätigung deutlich abnimmt [18].

## **1.2 Klinische Relevanz**

Osteoporose zählt mittlerweile zu den 10 häufigsten Erkrankungen weltweit und verursacht grosse Kosten im Gesundheitswesen. Leider wird die Diagnose noch immer oft erst nach der ersten Fraktur gestellt. Wäre es möglich, die Risikogruppe schon vorher zu erkennen und aktive Prävention zu leisten, könnten hohe Kosten und für den Patienten selber viel Leid erspart werden.

Von der WHO wurde Osteoporose definiert als BMD 2,5 Standard Deviation (Standardabweichung SD) unter dem Mittel junger Gesunden. 1 bis 2,5 SD unter dem Mittel junger Gesunden bezeichnet man als Osteopenie.

Medikamente wie Bisphosphonate reduzieren bei der höchsten Risikogruppe, bei Frauen mit Osteoporose, das Frakturrisiko bis zu 50%. Nicht aber bei Frauen mit Osteopenie, die eine bescheidenere, jedoch grössere Risikogruppe darstellt, von welcher auch mehr Frakturen hervorgehen [23].

Von einer lebenslangen Behandlung von Frauen und Männer ab 50 Jahren mit Medikamenten ist ebenfalls abzusehen, da dies weder machbar noch kosteneffizient und der Nutzen auch nicht erwiesen ist.

Der Schwerpunkt der Prävention muss auf der Knochenmineraldichte ruhen.

Sie ist ein wichtiger Prädiktor eines späteren Frakturrisikos, und kann auf drei Stufen beeinflusst werden:

- Maximierung der BMD während des Wachstums
- Beibehalten der BMD im Erwachsenenalter
- Verlangsamung des beschleunigten Knochenverlustes in den späteren Jahren [35]

Da sportliche Betätigung einen positiven Einfluss auf die Knochenmineraldichte hat, lässt sich annehmen, dass man mit Sport aktiv zur Osteoporoseprävention beitragen kann.

Gezielte sportliche Bewegung ist eine Intervention, die sicher ist, für alle zugänglich, nicht teuer und aktiv dazu beitragen kann, Frakturen zu vermindern.

Der Knochenmineralgehalt wird heute meistens mit der Doppel-Energie-Röntgenabsorptiometrie (dual-energy X-ray absorptiometry DEXA) gemessen.

Da der Aufbau der Knochenmasse zu 90% im Wachstum geschieht und mit dem Erreichen der PBM mit ca. 25 Jahren beendet ist, muss auch hier mit der Prävention begonnen werden.

Um die Risikogruppe in diesem Alter zu erkennen, kann man jedoch nicht bei jedem Kind eine Knochendensitometrie vornehmen.

Ein Aktivitätsfragebogen, der die wöchentliche Knochenbelastung in Form von Bodenreaktionskraft (BRK) misst, wäre ein kosteneffizientes Mittel um die Risikogruppe früh genug zu erkennen und zu intervenieren.

In der Physiotherapie soll mit Patienten jeder Altersgruppe offen und konkret über das Problem von Osteoporose gesprochen werden. Die Therapeuten sollen die Risiken an Osteoporose zu erkranken darlegen und erwähnen, wie wichtig es ist, sich schon im Jugendalter vermehrt sportlich zu betätigen und die Aktivität später beizubehalten.

Bei den Kindern und Jugendlichen kann der Therapeut durch gezielte Aufklärung wie man die Knochenmasse aufbauen kann, und durch Aufzeigen von Möglichkeiten, wie sich das Risiko an Osteoporose zu erkranken vermindern lässt, einen grossen Beitrag zur Prävention von Osteoporose leisten.

Sollte sich in dieser Arbeit herausstellen, dass sich die Jugendlichen zwar allgemein genügend bewegen, jedoch den nötigen Schwellenwert (wird später ausführlich erklärt) nicht mehr erreichen würden, wenn der Schulsport wegfällt, dann ist die Relevanz einer Intervention seitens der Physiotherapie gegeben. Wie oben erwähnt, ist es dann die Aufgabe des Therapeuten, die Jugend darüber zu informieren, dass Bewegung nicht nur das Risiko vermindert, später an Osteoporose zu erkranken, sondern auch einen positiven Effekt auf die körperliche und geistige Fitness hat.

Mit ausreichender Bewegung in der Jugend ist der Grundstein für eine gute Knochengesundheit gelegt. Jedoch wird die PBM durch Inaktivität im Erwachsenenalter schneller wieder abgebaut. Das heisst, dass es notwendig ist, sich auch als Erwachsene weiterhin mit dem Thema Osteoporose zu beschäftigen, und die Knochen einem genügend hohen Reiz auszusetzen. Es ist die Aufgabe der Therapeuten, die Erwachsenen darauf aufmerksam zu machen, sportlich aktiv zu bleiben, damit ihre PBM nicht zu schnell abgebaut wird. Die Frakturinzidenz bei Frauen nimmt nach der Menopause erheblich zu.

Bei älteren Personen spielt die Physiotherapie in der Sturzprävention der Osteoporoseerkrankten eine wichtige Rolle und sicher auch in der Rehabilitation nach Frakturen durch Osteoporose [30,31].

Die Physiotherapie hat das Potential mit Forschung zu beweisen, dass die Jugendlichen und deren Eltern aufgeklärt werden müssen, damit die Bewegung, das heisst die körperliche Aktivität, wieder mehr an Bedeutung gewinnt und dass man nebst dem metabolischen Wert auch der mechanischen Belastung einer Bewegung mehr Bedeutung schenkt.

### **1.3 Literaturübersicht**

Das Wachstum des Knochens hört beim Erreichen der Reife auf. Die Modellierung (Modeling) des Knochens ist die regionale Antwort auf belastende Reize. Der Knochen reagiert vor allem in der Jugendzeit auf diese Reize. Ohne Belastungsreiz funktioniert die Umgestaltung das so genannte Remodeling nicht. Zerstörter Knochen wird durch neuen ersetzt, aber nur wenn der Belastungsreiz eine gewisse Intensität aufweist [12].

Wenn man von Osteoporose spricht, versteht man darunter eine reduzierte Knochenstärke. Wie stark der Knochen ist, hängt von der mineralisierten Menge in einem bestimmten Volumen und von der Architektur des Knochens ab.

A. Y. Y. Ho und A.W.C. Kung wollten herausfinden was die klinischen Prädiktoren der PBM bei jungen Frauen sind. Hierfür führten sie eine Studie an 418 Frauen im Alter von 20 bis 39 Jahren durch. Ein tiefes Körpergewicht, eine Körpergrösse unter 1,50 m, eine verspätete Pubertät (Menstruation nicht vor 14 Jahren) und physische Inaktivität waren am meisten assoziiert mit einer tiefen BMD. Für die Knochenmineraldichte der Hüfte ist eine physische Inaktivität zusammen mit einer kleinen Körpergrösse sogar der zweit stärkste Prädiktor, wobei ein tiefes Gewicht immer noch die wichtigste Rolle zu spielen scheint [26].

Neuere Studien erachten die Knochenmineraldichte in der Jugend, also auch die PBM, als erwiesener Prädiktor für ein Frakturrisiko im Alter an. Leider ist darüber noch wenig bekannt, in wie weit ein gezieltes Training in der Jugend das Risiko später an Osteoporose zu erkranken beeinflusst. Bei Studien, die eine solche Langzeitwirkung voraussagen, handelte es sich vor allem um retrospektive Studien. Aus denen geht hervor, dass Frauen die in ihrer Jugend eher aktiv waren, eine höhere Knochendichte aufweisen können als jene die sich weniger bewegten. Man nimmt an, dass eine Erhöhung der PBM um 10% das spätere Frakturrisiko um 50% sinken kann [12].

Andere Studien fanden heraus, dass eine Erhöhung um 10% die Erkrankung an Osteoporose um 13 Jahren verzögert [26].

M.K. Javaid und C. Cooper zeigten 2002 auf, dass der Risikogradient des Zusammenhangs von Knochenmineraldichte zu Osteoporose genauso hoch ist, wie der zwischen Blutdruck und Schlaganfall. Sie heben hervor, dass ausser beim Schädelknochen, der kontinuierlich weiter wächst, das Knochenwachstum spätestens mit 30 Jahren abgeschlossen ist. Hier stützen sie sich auf Querschnittstudien die gezeigt haben, dass die Knochenmasse sich mit dem Alter nicht mehr vergrössert und auf Longitudinalstudien die kürzlich durchgeführt

wurden, welche einen Knochenmassenzuwachs hauptsächlich während der Pubertät verzeichneten.

Unklar bleibt auch für sie in welchem Ausmass der Gewinn an BMD die Knochenstärke und vor allem eine Reduktion eines späteren Frakturrisikos beeinflusst [8].

L.K. Bachrach hob in ihrer Übersichtsarbeit hervor, dass ehemalige Gymnastiker, Sprinter und Tänzer noch Jahre nachdem sie mit dem Sport aufgehört haben, eine 8 bis 12% höhere BMD aufweisen als gleichaltrige Kontrollgruppen [28].

Auch M.K. Karlsson fand in der Literatur klare Studien, die einen überbleibenden Gewinn an BMD in ehemaligen Athleten verzeichnen. Ebenso fand man bei ehemaligen Sportlern ein verringertes Frakturrisiko. Hier ist jedoch anzunehmen, dass ein fortgesetztes Training, wenn auch auf kleinerem Level, dazu beigetragen hat, dass die Knochenmasse erhalten bleibt. Vergleicht man nämlich Läufer, die ganz mit dem Training aufgehört haben, mit solchen die ihre Sportart noch auf kleinerem Niveau weiter trainierten, erkennt man bei der ersten Gruppe einen klaren Rückgang der BMD. Langzeitstudien haben auch gezeigt, dass nach 3 bis 5 Dekaden ohne Sport ehemalige Athleten die gleiche Knochenmineralmasse aufweisen wie die gleichaltrige Kontrollgruppe [23].

Es ist also anzunehmen, dass der positive Effekt einer erhöhten Knochenmasse in der Jugend nur erhalten bleibt, wenn man im Erwachsenenalter mit leichter sportlicher Aktivität weiterfährt.

Diese Meinung unterstützt auch S.J. Warden. Er macht aber das spätere Frakturrisiko nicht allein von der Knochenmineraldichte abhängig, sondern auch von der Struktur des Knochens. Diese ist mit einer DEXA Untersuchung nicht nachweisbar, wird aber von mechanischer Belastung während dem Wachstum ebenso positiv beeinflusst und bleibt im Gegensatz zur BMD auch nach Abgabe des Sports über Jahre hinweg erhalten [22]. Dies wäre eine plausible Erklärung, warum ehemalige Athleten weniger an Frakturen leiden, obwohl sie den Sport seit langen nicht mehr ausführen.

Dass ein Zusammenhang zwischen Körpergewicht und Knochenmasse besteht, hat bereits Galileo 1683 erkannt. Und auch noch heute beziehen sich viele Autoren auf das immer noch geltende Gesetz der Transformation der Knochen von Wolff (1892), dass die Knochenform der Funktion folgt.

So befassen sich verschiedene Reviews mit dem Zusammenhang Knochenmineraldichte und Sport [5, 8, 14, 15, 16, 22, 23, 28].

Bereits P. Platen war 1997 der Ansicht, dass gewichtsbelastende körperliche Aktivitäten eine wesentliche Voraussetzung für die Knochengesundheit darstellen. Sie meinte hiermit sowohl die beruflichen und Alltagsaktivitäten wie auch der Gesundheit-, Freizeit- und Leistungssport. Aus ihrer Review geht hervor, dass die Autoren bis anhin vor allem Untersuchungen betreffend Knochenmineraldichte an Spitzensportler vornahmen. Sie selber führte eine Querschnittstudie durch, an der insgesamt 383 Leistungssportler aus verschiedenen Sportschwerpunkten, unspezifisch trainierte Sportstudierende und untrainierte Kontrollpersonen teilnahmen. Ihnen wurde die Knochenmineraldichte gemessen, und es zeichnete sich ab, dass eine graduelle Abstufung von Spiel- und Kraftsportlern über Sportstudenten, Läufer und Triathleten zu Radfahrern und Nichtsportler besteht [14].

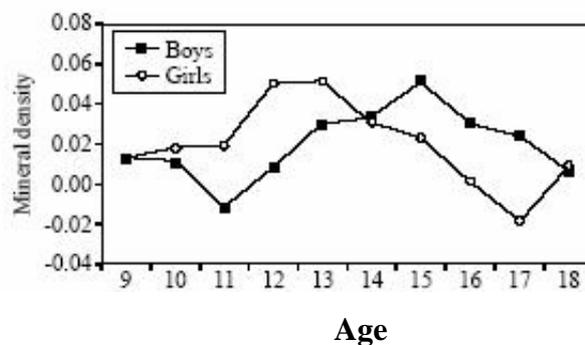
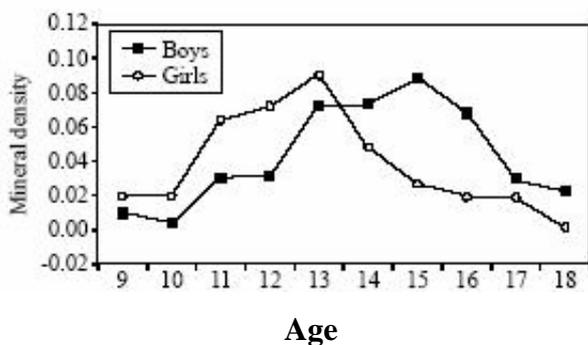
Wann ist jedoch der richtige Zeitpunkt um die Knochenmineraldichte aufzubauen und wird dies auch durch Breitensport erreicht?

Der genaue Zeitpunkt, wann der Knochen am meisten von einer körperlichen Aktivität profitiert, ist noch umstritten. Man ist sich jedoch einig, dass der Knochen bei Mädchen früher positiv auf einen Belastungsreiz anspricht, als bei Knaben. Dies ist darauf zurückzuführen, dass beim weiblichen Geschlecht die Pubertät durchschnittlich 1 ½ Jahre früher beginnt als bei Knaben. Auch haben Studien aufgezeigt, dass die Knochenmasse bei den Knaben schneller zunimmt und sie damit auch eine höhere PBM erreichen als Mädchen [12, 21]. Dies ist wiederum darauf zurückzuführen, dass das männliche Geschlecht über eine grössere Muskelmasse verfügt.

Studien, welche keinen positiven Effekt von knochenbelastenden Aktivitäten vor der Pubertät jedoch eine Zunahme der Knochenmasse während der Pubertät feststellen konnten, führen dies auf das Sexualhormon Östrogen zurück, welches die Knochenantwort steigert [20].

Andere Studien konnten nach einem 9-monatigem Aerobic Sprungprogramm nur eine Verbesserung der Knochenmasse bei jenen Mädchen feststellen, die ihre erste Menstruation noch vor sich hatten. Bei Mädchen nach der ersten Menstruation konnte man keine Unterschiede feststellen [21].

Mehrheitlich wurden die Studien jedoch mit Kindern kurz vor und während der Pubertät durchgeführt. Janz K. fand heraus, dass das Knochenwachstum bei Mädchen von 9 bis 13 Jahren und bei Knaben von 10 bis 14 Jahren am meisten ausgeprägt ist, was in folgender Grafik ersichtlich wird [12]. Grafik A zeigt die Knochenmineraldichte (Mineral density) der Wirbelknochen im lumbalen Bereich und die Grafik B zeigt die Knochenmineraldichte im Oberschenkelhals während der Pubertät. Die Grafik wurde durch Janz K. von Theintz et al., J Clin Endocrine Metab 1992; 75:1060-5 mit der Erlaubnis der Endocrine Society in seiner Studie verwendet.



Mineral density = Mineral dichte des Knochens gemessen in Gramm

Auch andere Studien weisen darauf hin, dass der Knochen vor allem während dem grössten Wachstumsschub, also wenig vor bis Ende der Pubertät von einem Knochenmassenaufbau profitieren kann [22, 26].

Das heisst also, dass man die Prävention von Osteoporose schon in den ersten Jahren der Pubertät ansetzen sollte, da hier die gesteigerte Belastung die grössten positiven Effekte auf den Knochen bewirken können.

Frühere Studien konzentrierten sich vermehrt auf die BMD junger Spitzenathleten. So auch A. Heinonen et al., die 1995 eine Untersuchung an 59 weiblichen Athleten verschiedener Sportarten durchführten. Als Kontrollgruppe dienten ihnen 25 sesshafte junge Frauen, die weniger als 3 Stunden Sport pro Woche betrieben, und 25 Physiotherapie Studentinnen, die sich wöchentlich 3 oder mehr Stunden sportlich betätigten.

Bei den Squash Spielern liess sich mit 13,8% für die lumbale Wirbelsäule der grösste Unterschied der BMD zur Kontrollgruppe ausmachen. Keinen Unterschied konnten sie zwischen der aktiven und der sesshaften Kontrollgruppe feststellen [25]. Eine Erklärung hierfür könnte sein, dass mit einem Mittelwert von 22,6 bzw. 23.8 Jahren die Teilnehmer schon relativ alt waren und ihre sportliche Vergangenheit nicht nachvollzogen wurde.

Neuere Studien beschäftigen sich nun auch mit Jugendlichen, die keinen Spitzensport betreiben.

Ö. Valdimarsson et al. haben beispielsweise den Zusammenhang zwischen BMD, Sport, Muskelkraft und Zusammensetzung der Körpermasse dargestellt. Als Probanden dienten 254 Frauen im Alter von 16, 18 und 20 Jahren. Die Leanmass, welche zu 45 bis 60% aus Muskelmasse besteht, zeigt mit 0,53 die höchste Korrelation zur Knochenmineraldichte an allen untersuchten Stellen des Körpers [27]. Dies ist umso wichtiger, da Leanmass positiv mit körperlicher Bewegung korreliert [9, 27]. Das ist wiederum damit zu erklären, dass Muskeln über ihre Ursprünge und Ansätze unmittelbar die Kontraktionskräfte auf die entsprechende Skelettabschnitte übertragen und den Knochen dadurch einem Belastungsreiz aussetzen.

Auch konnte eine umso höhere BMD festgestellt werden, je mehr Stunden wöchentlich mit gewichtstragenden Aktivitäten verbracht wurden. Dieser Unterschied in BMD war am markantesten zwischen 0 und 3 Stunden wöchentlich und stieg danach nur noch leicht an [27].

Die erste Studie welche wir fanden, welche die körperliche Aktivität genau beschrieb und einteilte, war die Studie von C.E. Neville et al. von 2002. Sie untersuchten in welchem Ausmass verschiedene sportliche Aktivitäten die BMD beeinflussen.

Die Population setzte sich zusammen aus 242 Männer und 212 Frauen zwischen 20 und 25 Jahren. Sie sind die ersten uns bekannten Autoren, die sportliche Aktivität in vier Kategorien basierend auf Bodenreaktionskraft nach Groothausen et al. einteilten. Die Daten über Aktivitäten während der Arbeit, bei sportlichen und anderen Freizeitaktivitäten wurden anhand eines Fragebogens gesammelt, der die alltägliche physische Aktivität allgemein misst und so von ihnen leicht verändert wurde (Baecke questionnaire of habitual physical activity). Peak Strain Aktivitäten, also Aktivitäten mit der höchsten BRK waren am signifikantesten assoziiert mit BMD der lumbalen Wirbelsäule und des Schenkelhals (0,31 g/cm<sup>2</sup> bzw. 0,27 g/cm<sup>2</sup>). Dies jedoch nur beim Mann.

Es wird angenommen, dass bei der Frau keine solchen Werte ausgemacht werden konnten, da Frauen weniger in solchen Peak Strain Aktivitäten involviert waren [2].

Ein Interventionsprogramm mit gezielter Sprungbelastung führten K.J. MacKelvie et al. während zwei Schuljahren an 32 Mädchen im Alter von durchschnittlich zehn Jahren durch. Im Rahmen des Schulsports absolvierten die Mädchen 3-mal wöchentlich für zehn Minuten ein Sprungprogramm, welches fünf verschiedene Sprünge mit einer BRK von 3,5 bis 5 beinhaltete. An der lumbalen Wirbelsäule und am Schenkelhals konnte ein Gewinn von 3,7% bzw. 4,6% ausgemacht werden [10].

Dieselben Autoren führten ein Jahr später ebenfalls ein Sprungprogramm an Knaben im Alter von 8 bis 12 Jahren durch und konnten auch da ein Gewinn von 4,3% der Knochenmasse am Schenkelhals gegenüber der Kontrollgruppe feststellen [9].

Fragebögen über das Bewegungsverhalten wurden hauptsächlich erstellt, um den metabolischen Wert der Aktivitäten an Hand von Energieaufwand zu messen anstelle der Stosslast, die auf den Körper wirkt.

Ginty F. et al. wollten bei jugendlichen Knaben den Zusammenhang vom Knochenmineralstatus und der Zeit die mit Aktivitäten in verschiedenen Belastungsstärken verbracht wurde auffindig machen.

Zum Messen der sportlichen Aktivitäten verteilten sie an 128 Knaben mit einem Durchschnittsalter von 16,8 Jahren den Physical Activity Questionnaire von EPIC (European Prospective Investigation into Cancer). Die Aktivitäten wurden in vier Kategorien nach Belastungsstärken eingeteilt und die Anzahl Stunden pro Woche berechnet. Hier benutzten sie die Kategorisierung von H.C.G. Kemper et al., die im Jahre 2000 die Aktivitäten nach ausgeübten BRK einteilten und welche eigentlich der früher erwähnten Einteilung von Grootshausen et al. von 1997 gleich zu setzen ist. Ebenfalls gemessen wurde der metabolische Wert der Aktivitäten, welcher mit METs festgehalten wurde.

Signifikante Korrelationen wurden gefunden zwischen der Zeit, die mit Aktivitäten hoher Belastungsstärken verbracht wurde und der BMD des ganzen Körpers, der lumbalen Wirbelsäule und der Hüfte. Aktivitäten mit tieferen Belastungsstärken korrelierten nicht positiv mit der BMD. Eine ebenfalls signifikante Korrelation liess sich zwischen einem hohen MET Score und der BMD feststellen [37]. Dies könnte daran liegen, dass jene Teilnehmer die einen hohen Energieverbrauch vorweisen, ebenfalls vermehrt in Aktivitäten mit hohen Belastungsstärken involviert sind.

Gesamthaft gesehen liess sich aus dieser Studie entnehmen, dass jugendliche Knaben die für mind. 1 Stunde täglich Aktivitäten mit hohen Belastungsstärken durchführen, 3,4% mehr BMD am ganzen Körper und 8,5% mehr an der Hüfte vorweisen [37].

Ebenfalls anhand eines Fragebogens führten M. Stager et al. ihre im Jahre 2006 veröffentlichte Studie durch. Sie untersuchten in wie weit Alltags- und Freizeitaktivitäten die BMD von Mädchen im Alter von 12 bis 18 Jahren beeinflussen. Die 450 Mädchen welche an der Studie teilnahmen, füllten einen Fragebogen aus, der die physischen Aktivitäten der letzten sieben Tage betraf.

Die Aktivitäten wurden sowohl nach metabolischer Intensität wie auch nach mechanischer Belastung die sie auf den Körper ausübten eingeteilt. Die Kategorisierung in vier Levels wurde ebenfalls nach H.C.G. Kemper et al. vorgenommen.

Auch hier konnte man eine signifikante Assoziation zwischen Aktivitäten mit hohen Belastungsstärken und einer höheren BMD feststellen. Ebenfalls bestand wiederum ein positiver Zusammenhang zwischen Aktivitäten mit einem hohen metabolischen Wert und

einer erhöhten BMD. Da aber kein signifikanter Zusammenhang zwischen der allgemeinen Aktivität und der BMD auszumachen war, kann man auch hier annehmen, dass der positive Bezug daher führt, dass gewisse Aktivitäten mit hohen Belastungsstärken ebenfalls einen höheren energetischen Verbrauch mit sich führen [36].

All diese Interventionsstudien wurden über eine relative kurze Zeitspanne hinweg durchgeführt. Wir konnten zwei Langzeitstudien ausfindig machen, welche die Probanden während der Adoleszenz wie auch im jungen Erwachsenenalter begleiteten, ihre sportlichen Aktivitäten massen und einige Jahre nach Erreichen der PBM eine DEXA vornahmen.

H.C.G. Kemper et al. führten ihre Studie während 15 Jahren an 182 Frauen und Männern durch. Ziel der Studie war das Verhältnis herauszufinden zwischen sportlichen Aktivitäten in der Adoleszenz (13 bis 16 Jahren), während dem jungen Erwachsenenalter (21 bis 29 Jahren) und der BMD mit 28 Jahren. Die Messungen der BMD wurden an der lumbalen Wirbelsäule, der Hüfte und dem Handgelenk vorgenommen. Die Studie startete im Jahre 1977 mit den Probanden im Durchschnittsalter von 13 Jahren. Anhand eines Aktivitätsfragebogens wurde jeweils die metabolische und mechanische Komponente der sportlichen Aktivitäten der letzten drei Monaten gemessen. Für das Messen der mechanischen Komponente führten die Autoren eine Literatursuche durch, um die BRK von verschiedenen physischen Aktivitäten im täglichen Leben sowie im Sport festzulegen. Sie teilten die Aktivitäten in vier verschiedene Kategorien ein, welche wie schon erwähnt, mit der Einteilung von Grootshausen et al. gleichzusetzen sind. Der mechanische Aktivitätsscore wurde ausgerechnet anhand der Summe des Scores ohne Rücksicht auf Dauer und Intensität dieser Aktivitäten.

Die Autoren konnten einen positiven Zusammenhang zwischen dem mechanischen Aktivitätsscore im jungen Erwachsenenalter und der BMD der lumbalen Wirbelsäule und der Hüfte ausmachen. Dieser Zusammenhang war mit dem mechanischen Aktivitätsscore in der Adoleszenz jedoch nicht ersichtlich. Die Autoren begründeten dies damit, dass im Alter von 12 bis 16 Jahren nur sehr kleine Differenzen zwischen den Individuen hinsichtlich der mechanischen Belastung auszumachen war, da in diesem Alter alle zwei

bis drei Lektionen Turnstunde pro Woche absolvierten. Diese Turnstunden enthalten sehr viele Stopp and go Sportarten, welche wiederum eine hohe BRK aufweisen.

Die Studie hebt auch hervor, dass kein positiver Zusammenhang zwischen kardiopulmonaler Fitness und BMD erkennbar war [32].

Zwei Jahre später, 2002, veröffentlichten dieselben Autoren die Fortsetzung ihrer Studie. Sie haben den Probanden im Alter von 32 Jahren die lumbale BMD nochmals gemessen. Der höchste Koeffizient wurde gefunden zwischen dem mechanischen Belastungsscore über 15 Jahren hinweg und der lumbalen BMD. Gewichtstragende Aktivitäten zeigten auch einen höheren Einfluss auf die Knochenmineraldichte als regelmässige Kalziumeinnahme [33].

Auch L. Van Langendonck et al. stellten sich die Frage, ob High Impact Sport während der Adoleszenz zur Gesundheit der Knochen mit 40 beitragen kann. Die Studie begann 1969 mit 154 13-jährigen, männlichen Teilnehmern.

Die Minuten, die pro Woche mit Sport verbracht wurden, wurden von 13 bis 18 Jahren und mit 30, 35 und 40 Jahren gemessen. Zusätzlich wurde ein Impact Score nach Grootshausen et al. ausgerechnet. Auch hier ohne Rücksicht auf Dauer und Frequenz zu nehmen.

Die Teilnehmer wurden anhand dieser Daten in drei Gruppen eingeteilt:

- Partizipation in einer High Impact Sportart während der Adoleszenz (13 bis 18 Jahren) sowie im Erwachsenenalter
- Partizipation in einer High Impact Sportart während der Adoleszenz, nicht aber im Erwachsenenalter
- Weder in der Adoleszenz noch im Erwachsenenalter Partizipation in einer High Impact Sportart

Mit dieser Studie konnten die Autoren aufzeigen, dass das Ausüben einer High Impact Sportart in der Adoleszenz zu einer erhöhten BMD im Erwachsenenalter führt. Ebenfalls ersichtlich wurde, dass die Probanden der ersten Gruppe, also solche die mit der Sportart

fortfahren, eine höhere BMD aufweisen, als solche die nur während der Adoleszenz in einer Sportart mit hohen Belastungskräften involviert waren [35].

Dies zeigt erneut auf, dass man auch nach der Jugendzeit mit Sport weiterfahren sollte, um einen optimalen Aufbau der Knochenmineraldichte zu gewährleisten.

Zusammenfassend sind sich die Studien darüber einig, dass eine positive Stimulation des Knochens nur dann gewährleistet ist, wenn der Belastungsreiz genügend gross ist. Die Belastung lässt sich in BRK messen. Am meisten Einfluss auf den Knochen nehmen Belastungsreize mit einer BRK die grösser oder gleich vier Mal das Körpergewicht ist.

Über die Häufigkeit und Dauer der Belastung konnten wir in der Literatur leider noch nicht viel ausfindig machen. Es hat sich jedoch gezeigt, dass mit einer BRK über vier ein Training das dreimal wöchentlich für 12 Minuten durchgeführt wird, ausreichend ist [9, 10].

Trainiert man mit einer BRK zwischen 2 und 4, wie es bei den meisten High Impact Sportarten der Fall ist, sind dreimal wöchentlich 60 Minuten notwendig [14, 15, 24].

Vorsicht ist jedoch bei exzessiver Ausdauerbelastung geboten. Der Sexualhormonmangel, wie er oft bei jungen weiblichen Ausdauerathletinnen vorkommt, schwächt den positiven Effekt der mechanischen Belastung ab [24].

## **1.4 Ziel der Studie und Hypothese**

Studien, die das Bewegungsverhalten von Kindern beobachteten, sind eher allgemein gehalten. Uns ist keine Arbeit bekannt, welche untersucht, ob sich die Jugendlichen in der wichtigsten Phase des Knochenaufbaus genügend bewegen, um einen positiven Reiz auf den Knochen auszuüben.

Darum stellen wir uns in unserer Arbeit die Frage:

**Bewegen sich Jugendliche zwischen 9 und 14 Jahren genügend, um ihre Mineral Bone Density (BMD) positiv zu beeinflussen, und eine höhere Peak Bone Mass (PBM) zu erreichen?**

Damit ersichtlich wird, ob das Bewegungsverhalten genügend ist, wurde anhand einer Literaturstudie ein Schwellenwert definiert, auf den später noch eingegangen wird.

Das Ziel der Erhebung war es, mittels eines Fragebogens herauszufinden, wie viel mal wöchentlich und wie lange die Jugendlichen in einer Sportart mit hohen Belastungskräften involviert sind. Wir wollten sehen, ob dies im Rahmen der von der Literatur empfohlenen Werte liegt.

Auch konnte durch die Erhebung aufgezeigt werden, unter welchen Umständen sich die Jugendlichen am meisten Knochenanabol bewegen, in der Schule, Freizeit oder durch das Mitmachen in einem Vereinssport. So lässt sich sagen, wo allenfalls interveniert werden müsste, um die Jugendlichen für die Osteoporoseproblematik durch Präventionsarbeit zu sensibilisieren.

Die positive Reizung des Knochens hängt wie oben erwähnt von verschiedenen Faktoren ab. Einerseits von einer hohen Reizintensität und einem raschen Belastungsaufbau sowie einer hohen Reizhäufigkeit (welche eine niedrige Reizintensität bis zu einem gewissen Grad kompensieren kann), andererseits von gut einkalkulierten Erholungsphasen und einer Trainingshäufigkeit von über zwei wöchentlichen Trainingseinheiten [24].

Angesichts der Tatsache, dass die Freizeitgestaltung der Jugendlichen stark auf passive Aktivitäten beruht, und dass ein klarer Rückgang der sportlichen Aktivitäten verzeichnet werden kann, ergibt sich für uns folgende Hypothese:

**Jugendliche zwischen 9 und 14 Jahren setzen ihre Knochen einem zu wenig grossen Belastungsreiz aus, um überschwellige Werte zu erreichen, welche einen positiven Einfluss auf die BMD ausüben.**

## **2 Methodik**

### **2.1 Studiendesign**

In einer Literatur Review wird aufgezeigt, in welchem Alter welche Art von Belastung notwendig ist, um die Knochenmineraldichte positiv zu beeinflussen und in welchem Zusammenhang sie mit einem Frakturrisiko durch Osteoporose steht.

Die Literatursuche wurde hauptsächlich in den Datenbanken von MEDLINE und PEDro durchgeführt. Studien wurden ohne Begrenzung des Erscheinungsjahres in Betracht gezogen, wobei hauptsächlich Studien ab dem Jahre 2000 genau bearbeitet wurden.

In der Literatur suchten wir Studien über die Zusammenhängen von Knochenmineraldichte (Bone Mineral Density), Maximaler Knochendichte (Peak Bone Mass), Osteoporose (Osteoporosis), Bewegung (Excercise) und Bodenreaktionskraft (Ground Reaction Forces).

Anhand von Fragebögen (Anhang IV) führten wir vom 20. Februar bis 1. Mai 2006 eine Querschnittstudie an 5 Schulen durch

Die Erhebung wurde bei 276 Jugendlichen im Alter von 9 bis 14 Jahren vorgenommen. Ziel der Erhebung war es, das Bewegungsverhalten der Schüler während einer Woche aufzuzeigen. Die Daten wurden dann bezüglich der Bodenreaktionskräfte analysiert und ein Belastungsscore für die ganze Woche wurde ausgewertet. Dieser Score gibt Aufschluss darüber, ob sich die Jugendlichen genügend bewegen, um eine knochenanabole Stimulation zu gewährleisten.

### **2.2 Population**

Studien haben gezeigt, dass der Körper während dem grössten Wachstumsschub, das heisst wenig vor bis Ende der Pubertät, am meisten von einem Knochenmassenaufbau profitiert [22, 26]. Während dem Wachstumsschub werden 60% der Knochenmasse aufgebaut. Die Grafik von Janz K. (Tabelle 1) macht ersichtlich, dass dieser Schub bei den Mädchen mit etwa neun Jahren beginnt und ab dem 13. Lebensjahr wieder leicht abnimmt. Bei den Knaben setzt die Pubertät 1 bis 2 Jahre später ein [12].

Es ist auch erwiesen, dass gerade bei dieser Population die Koordination, Kraft und die anaerobe Ausdauer abnimmt, und sich die Jugendlichen in diesem Alter immer weniger körperlich aktiv betätigen [17, 18].

Da es die Absicht war zu überprüfen, ob der Knochenaufbau in seiner wichtigsten Phase gewährleistet ist, wurden die Fragebögen an alle Schüler der Klasse abgegeben, die zu dem Zeitpunkt zwischen 9 und 14 Jahre alt waren.

Die drei Regionen in denen die Fragebögen ausgeteilt wurden, waren von uns bewusst ausgewählt, damit man allfällige Korrelationen zwischen urbaner, ländlicher und alpiner Wohngegend mit dem Bewegungsverhalten der Schüler aufzeigen konnte.

Zur ländlichen Gegend zählten die Gemeinden Schmitten mit 3300 Einwohner, Tifers mit 2665 Einwohnern und Brünisried mit 580 Einwohnern. Nidau wurde als städtische Region ausgewählt, da sie zur Agglomeration von Biel zählt, eine Stadt mit 48'979 Einwohnern, und Nidau mit 6'888 Einwohnern doch selber ein recht grosses Einzugsgebiet ist. Die alpine Region ist durch Leuk vertreten. Leuk selber befindet sich zwar nur auf 731 Metern über Meer, die Schüler kommen jedoch aus den umliegenden Tälern, und wohnen meistens in kleinen Dörfern mit einer niedrigen Bevölkerungsdichte.

422 Fragebögen wurden an Jugendlichen im Alter von 9 bis 14 Jahren, aufgeteilt in 21 Klassen, abgegeben. Die Eltern, Lehrer und Schüler wurden schriftlich informiert (Anhang I, II). Alle teilnehmenden Schüler haben schriftlich ihr Einverständnis abgegeben, die Daten anonym für Forschungszwecke zu gebrauchen (Anhang III). Waren die Eltern nicht einverstanden, dass ihr Kind bei dieser Umfrage mitmacht, konnten sie ihren Einwand einreichen (Anhang II). Die Deklaration von Helsinki von 1996 über das ethische Verhalten in Forschung am Menschen wurde befolgt.

## **2.3 Messgrössen**

Die meisten Fragebogen, die sich mit der Aktivität befassen, haben zum Ziel, den metabolischen Wert einer Aktivität herauszufinden. Sie werden vor allem angewendet, um das Risiko von kardiovaskulären Erkrankungen ausfindig zu machen.

Obwohl immer mehr erwiesen ist, dass körperliche Aktivität das Knochenwachstum positiv beeinflusst, ist noch wenig bekannt über die nötige Häufigkeit, Intensität und Dauer

der Aktivität. Erst wenige Autoren haben sich auf die mechanische Belastung der verschiedenen Aktivitäten konzentriert.

Interventionsstudien haben gezeigt, dass der positive Effekt auf den Knochen umso grösser ist, je höher die BRK einer gewissen Aktivität ist [2, 9, 10, 14, 21, 24, 25, 27, 32, 33, 35, 36, 37].

Bei allen Studien die wir ausfindig machen konnten, wurde auf das Model von Groothausen et al. zurückgegriffen [2, 32, 35, 36, 37]. Auch Kemper H.C.G. et al. sind später auf die gleiche Kategorisierung gekommen, nachdem sie in der Literatur die BRK der verschiedenen Sportarten ausfindig gemacht haben [33].

So wurden die Aktivitäten in vier Gruppen eingeteilt:

- **3** Aktivitäten mit einer höheren BRK als 4 mal das Körpergewicht (Hüpfen, Seilspringen, Trampolin)
- **2** Aktivitäten mit einer BRK zwischen 2 und 4 mal dem Körpergewicht ( sprinten und drehen, alle High Impact Sportarten)
- **1** Aktivitäten mit einer BRK zwischen 1 und 2 mal dem Körpergewicht ( alle restlichen gewichtstragenden Aktivitäten)
- **0** die übrigen Aktivitäten mit einer BRK unter 1

Die Studien, die diese Einteilung angewendet haben um einen wöchentlichen Score auszurechnen, beachteten die Häufigkeit und die Dauer der Aktivität nicht.

Kemmler W. et al. haben jedoch anhand tierexperimentellen Belastungsversuchen zeigen können, dass Belastungsregime mit niedriger Reizintensität bei entsprechend hoher Reizhäufigkeit ein osteogenes Potential aufweisen [24]. So muss die Häufigkeit der ausgeführten Aktivität bei niedriger bzw. grenzwertiger Intensität vergleichsweise hoch sein, um knochenanabole Prozesse auszulösen. Eine hohe Reizhäufigkeit kann eine niedrige Intensität also bis zu einem gewissen Grad kompensieren. Gewichtstragende Alltagsaktivitäten bekommen so ihre Relevanz [24].

So haben auch Ginty F. et al. die Wichtigkeit der Reizhäufigkeit erkannt und fanden heraus, dass High Impact Aktivitäten von einer Stunde oder mehr pro Tag assoziiert sind mit durchschnittlich 3,4% mehr Knochendichte [37].

Andere Interventionsstudien die durchgeführt wurden, zeigen auf, dass ein positiver Einfluss auf die Knochenmasse entsteht, wenn High Impact Sportarten dreimal wöchentlich jeweils 60 Minuten durchgeführt wurden [14, 15, 24].

Mac Kelvie K.J. et al. haben ein Interventionsprogramm getrennt an Mädchen und Knaben durchgeführt, welches ein dreimal wöchentliches Sprungprogramm von 12 Minuten beinhaltet, also eine Aktivität die man bei Grootshausen et al. in die vierte Kategorie einordnen würde. Auch sie konnten einen positiven Einfluss auf die Knochenmasse gegenüber der Kontrollgruppe aufweisen [9, 10].

Ainsworth B.E. et al. haben den Bedarf an einem Fragebogen, der die körperliche Aktivität in Bezug auf den Knochenaufbau misst, erkannt und einige Richtlinien zusammengestellt.

Da der Knochen nicht in jedem Wachstumszustand gleich stark auf einen Belastungsreiz reagiert, muss festgehalten werden, in welchem Alter sich der Teilnehmer befindet. Auch muss der Fragebogen über die Intensität der Aktivität informieren. Eine Intensitätsunit muss ausgewählt werden, welche die mechanische Belastung reflektiert.

Ebenfalls wichtig sind die Frequenz, Häufigkeit, also wie oft die Aktivität wöchentlich durchgeführt wird und die jeweilige Dauer.

Der Fragebogen muss genügend sensitiv sein, um die Partizipation des Teilnehmers bei den verschiedenen Aktivitäten zu messen. Der Teilnehmer sollte auch die Möglichkeit haben die ganze Palette der durchgeführten körperlichen Aktivitäten aufzulisten [34].

Bei der Intensitätsunit haben wir uns für die Einteilung der Aktivitäten nach BRK entschieden. Die Häufigkeit zeigt auf, wie viel Mal pro Woche die Aktivität durchgeführt wird, und die Dauer wird in Minuten gemessen.

Unseren Fragebogen konzipierten wir nun so, dass die Teilnehmer während einer Woche jeden Tag genau aufschreiben konnten, was sie während diesem Tag im Schulsport, in der Freizeit und im Vereinssport gemacht haben. Dies erlaubte uns mit unserem Fragebogen für jeden Teilnehmer einen **Physical Activity Bone Loading Score (PABLS)** auszurechnen:

**Häufigkeit x Dauer x Intensitätsunit = Physical Activity Bone Loading Score**

Anhand der oben erwähnten Interventionsstudien wussten wir nun, dass es reicht, eine Aktivität der vierten Kategorie dreimal wöchentlich für 15 Minuten auszuüben, um eine positive Knochenreaktion zu erreichen [9, 10].

Bei einer Aktivität der dritten Kategorie, den High Impact Sportarten, sind dreimal 60 Minuten wöchentlich nötig, um den knochenanabolen Effekt auszulösen [14, 15, 24].

Verwendet man nun für diese zwei obersten Kategorien die Intensitätsunit von 3 bzw. 2 Punkten, kann dies zu Verfälschungen führen, sobald man die Zeitkomponente mit einbezieht. Man würde denselben PABL Score den man mit einem dreimal fünfzehnminütigen Training der vierten Kategorie erreicht und damit für den Knochen relevant ist, schon mit dreimal wöchentlichen 22,5 Minuten einer Aktivität der dritten Kategorie erreichen. Da jedoch ein relevanter Score in dieser Kategorie erst mit einem gesamthaft 180-minütigem Training erreicht werden kann, muss die Punktzahl für die Intensitätsunit der vierten Kategorie höher gesetzt werden.

Wenn also gilt

**Häufigkeit x Dauer x Intensitätsunit = Physical Activity Bone Loading Score**

dann heisst das für die dritte Kategorie der High Impact Sportarten

$$3 \times 60 \times 2 = 360$$

Nimmt man nun 360 als relevanten Wert, oder Schwellenwert, so ergibt dies für die vierte Kategorie folgende Rechnung:

$$360 : (3 \times 15) = 8 \text{ und die Intensitätsunit der vierten Kategorie ist 8.}$$

Die Sportarten wurden wie folgt in die verschiedenen Units verteilt:

- **Unit 8:** Hüpfen, Seilspringen, Trampolin
- **Unit 2:** Basketball, Volleyball, Fussball, Badminton, Squash, Tennis, Unihockey, Eishockey
- **Unit 1:** Tanzen, Spazieren, Joggen, Tischtennis, Inlineskates, Skifahren
- **Unit 0:** Fahrradfahren, Reiten, Schwimmen

[33, 24, 27, 34, 35]

So wurde nun ein wöchentlicher PABL Score für den Schulsport (PABLS SP), den Vereinssport (PABLS VS) und für die sportlichen Aktivitäten in der Freizeit erstellt

(PABLS FZ). Die Summe dieser drei PABL Scores ergibt den totalen PABL Score einer Woche.

Aus unserem Fragebogen konnten wir nun herauslesen, ob der Schwellenwert bei den Jugendlichen erreicht wurde. Auch wurde ersichtlich, ob hierfür vor allem der Schulsport verantwortlich war, ob die Jugendlichen genügend in der Freizeit aktiv waren oder vor allem durch Vereinssport für ihre Bewegung sorgten.

Zusätzlich wurden drei Untergruppen auf allfällige Korrelationen zu dem PABL Score untersucht: Das Geschlecht, der Schulort und die Region.

## **2.4 Daten Auswertung**

Alle statistischen Analysen wurden mit dem SPSS Programm für Windows, Version 14.0 durchgeführt. Die Daten wurden zuerst im Excel 2002 für Windows eingegeben und dann ins SPSS 14.0 importiert. Es wurde eine deskriptive exploratorische Statistik erstellt.

Häufigkeitstabellen mit den Kennwerten der Bereiche Vereinssport, Schulsport, Freizeitsport und dem PABLS, so wie mit den Untergruppen Alter, Geschlecht, Gewicht, Schulorte und Regionen wurden ebenfalls erfasst.

Eine Varianzanalyse nach Bonferroni und Korrelationen nach Pearson wurden berechnet, um die Signifikanz einzelner Werte zu untermauern. Die Korrelationen wurden erstellt, damit diese mit unserer Hypothese und gelesenen Studien verglichen werden konnten.

## **3 Resultate**

### **3.1 Beschreibung des statistischen Outcomes**

Von den 422 ausgeteilten Fragebögen haben 65,4% (n = 276) mitgemacht von welchen 146 nicht vollständig oder unkorrekt ausgefüllt wurden oder die Eltern nicht einverstanden waren, dass ihr Kind an dieser Umfrage teilnahm.

Das Hauptoutcome ist der Physical Activity Bone Loading Score (PABLS), der die Summe aus dem PABL-VS-Score, dem PABL-SP-Score und dem PABL-FZ-Score ist. Die Schwelle, die erreicht werden musste, beträgt 360. Diese Schwelle wurde beim PABLS in den Schulorten und Regionen von beiden Geschlechtern zusammen und getrennt untersucht. Ebenfalls wurden die verschiedenen Bereiche (Vereinssport, Schulsport,

Freizeitsport) in Bezug auf den PABLS analysiert. Die Untergruppen sind das Geschlecht, das Alter, die Schulorte und die Schulregionen.

### 3.2 Zusammenfassung der Resultate anhand von Tabellen und Grafiken

Von den 276 verwendeten Fragebögen sind 47,1% (n = 130) Knaben und 52,9% (n = 146) Mädchen. In der **Tabelle 1** werden die Untergruppen beschrieben. Der Mittelwert des Alters ist 11,84, der Median 12 und die Standardabweichung 1,35. Das niedrigste Alter beträgt 9 Jahre und das höchste Alter 14 Jahre. Das Gewicht der Schüler bewegt sich zwischen 24kg und 72kg, der Mittelwert beträgt 43 und die Standardabweichung 9. In Brünisried wurden 17 Fragebögen ausgewertet, in Schmitten 19, in Tifers 41, in Leuk 112 und in Nidau 87. Die fünf Schulorte wurden in Regionen zusammengefasst. Zu der ländlichen Region gehören Brünisried, Schmitten und Tifers, die zusammen 27,9% ausmachen. Leuk wurde zur Bergregion gezählt und macht 40,6% aller ausgewerteten Fragebögen aus und Nidau, das zur städtischen Region gehört, zählt 31,5%.

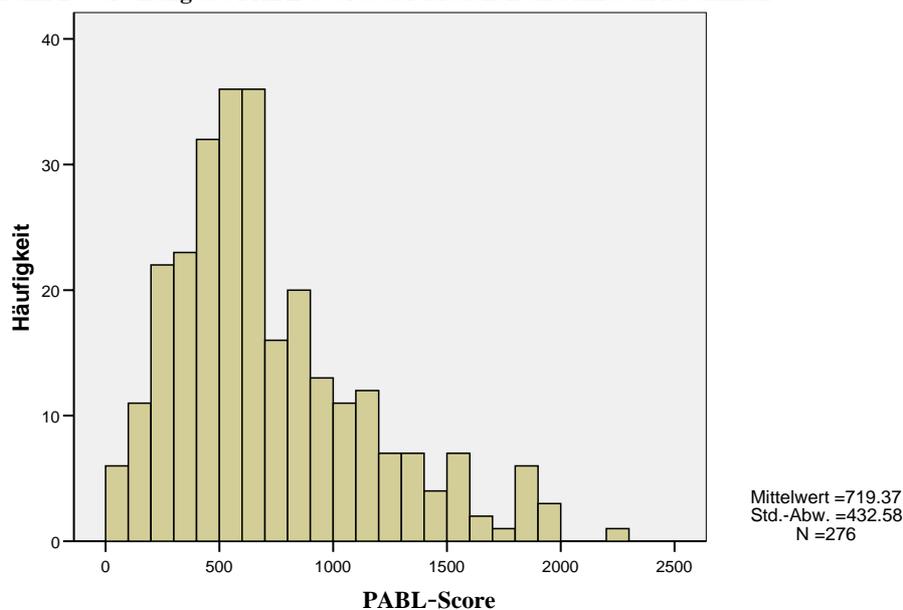
**Tabelle 1. Deskriptive Statistik der 276 Schüler, der Schulorte und der Regionen**

<b>Geschlecht</b>	m	Anzahl	130
		Spalten%	47.1%
	w	Anzahl	146
		Spalten%	52.9%
<b>Alter</b>	Mittelwert		11.84
	Median		12.00
	Standardabweichung		1.35
	Minimum		9.00
	Maximum		14.00
	<b>Schulort</b>	Brünisried	Anzahl
		Spalten%	6.2%
	Schmitten	Anzahl	19
		Spalten%	6.9%
	Tifers	Anzahl	41
		Spalten%	14.9%
	Leuk	Anzahl	112
		Spalten%	40.6%
	Nidau	Anzahl	87

<b>Region</b>	Ländliche Region	Spalten%	31.5%
		Anzahl	77
	Bergregion	Spalten%	27.9%
		Anzahl	112
	Städtische Region	Spalten%	40.6%
		Anzahl	87
<b>Gewicht</b>		Spalten%	31.5%
	Mittelwert		43
	Median		42
	Standardabweichung		9
	Minimum		24
	Maximum		72

In der **Grafik 2** ist ersichtlich, dass die Verteilung des PABLS nicht linear ist und in folgendem Fall linkssteil, was bedeutet, dass sich mehr Schüler in den niedrigeren Bereichen aufhielten. 83% der Knaben befanden sich oberhalb des nötigen Schwellenwertes von 360. Bei den Mädchen waren 77% über der nötigen Punktzahl. Somit übertreffen 81% den Schwellenwert von 360 Punkten (siehe Anhang **Tabelle VI**). Nur einzelne erreichten hohe Werte von 1200 bis 2200 Punkten. Es wurden ebenfalls der Mittelwert des PABLS berechnet, welcher 719,37 ist und die Standardabweichung die 432,58 beträgt.

**Grafik 2. Verteilung des PABL-Scores der Mädchen und Knaben zusammen**

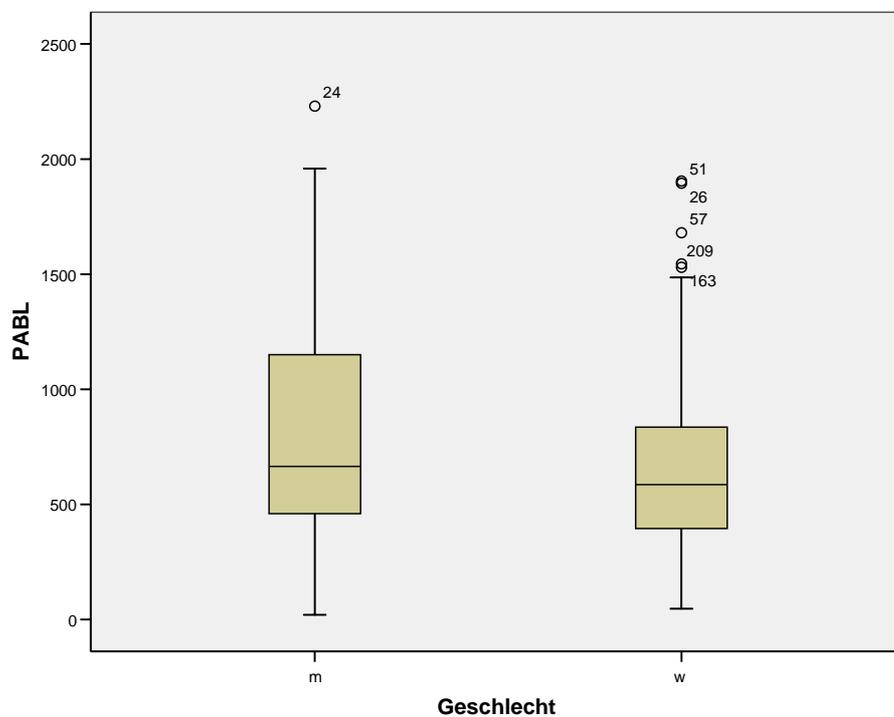


PABL-Score ist das Total der drei Bereiche Verein, Schulsport und Freizeit

In der **Grafik 3** wurden die Geschlechter im PABLS aufgeteilt. im dunkel markierten Rechteck befinden sich 50% der Schüler. 25% der Knaben befinden sich unterhalb von 458 Punkten, bei den Mädchen sind 25% unter dem Wert von 394. Bei der hohen Marke von 1153 Punkten sind 25% der Knaben darüber. Die Mädchen übertrafen den Wert von 836 Punkten mit 25%.

Der Median beträgt bei den weiblichen Teilnehmer 586 und bei den männlichen 665. Auch hier wurde ersichtlich, dass sich mehr Schüler im unteren Bereich aufhielten.

**Grafik 3. Verteilung des PABLS bei Mädchen und Knaben getrennt**



PABLS = Total aller Sportbereiche

° = einfache Ausreisser

In der **Tabelle 2** werden alle Bereiche nebeneinander dargestellt. Beim Zusammenzählen aller Bereiche erhalten wir den PABL Score, beim welchem die Minimal- und Maximalwerte 20 und 2230 betragen. Es befinden sich 81% (siehe Anhang Tabelle VI.) der Schüler über dem Schwellenwert von 360. Der Mittelwert ist 719,37, der Median ist 617,5 und die SD beträgt 432,58. Im Schulsport sind nur 4% über dem Schwellenwert von 360. Der Maximalwert beträgt 740, der Mittelwert ist 154,04, der Median ist 140 und die SD beträgt 109,83.

42% der Schüler erreichen alleine mit den Freizeitaktivitäten einen Schwellenwert von über 360 Punkten. Im Freizeitsport sind die Werte deutlich höher, der Mittelwert beträgt 381,76 und der Median 306,5, welcher gegenüber Ausreisser stabil ist. Die SD beträgt 308,37 und die Minimal- und Maximalwerte betragen beim Freizeitsport 0 und 1670 Punkte.

Es erreichen 18% der Schüler den Schwellenwert von 360 im Vereinsport. Der PABLS VS ist höher als der PABLS SP, aber tiefer als der PABLS FZ. Der Bereich Vereinsport weist einen Mittelwert von 183,57 und einen Median von 95 auf. Die SD beträgt 235,8 wobei die Minimal- und Maximalwerte zwischen 0 und 1120 liegen.

**Tabelle 2. Deskriptive Statistik der drei Bereiche mit dem PABL-Score**

		PABLS-SP	PABLS-FZ	PABLS-VS	PABLS
N	Gültig	276	276	276	276
	Fehlend	0	0	0	0
<b>Mittelwert</b>		154.04	381.76	183.57	719.37
<b>Median</b>		140.00	306.50	95.00	617.50
<b>Standardabweichung</b>		109.232	308.374	235.801	432.580
<b>Minimum</b>		0	0	0	20
<b>Maximum</b>		740	1670	1120	2230

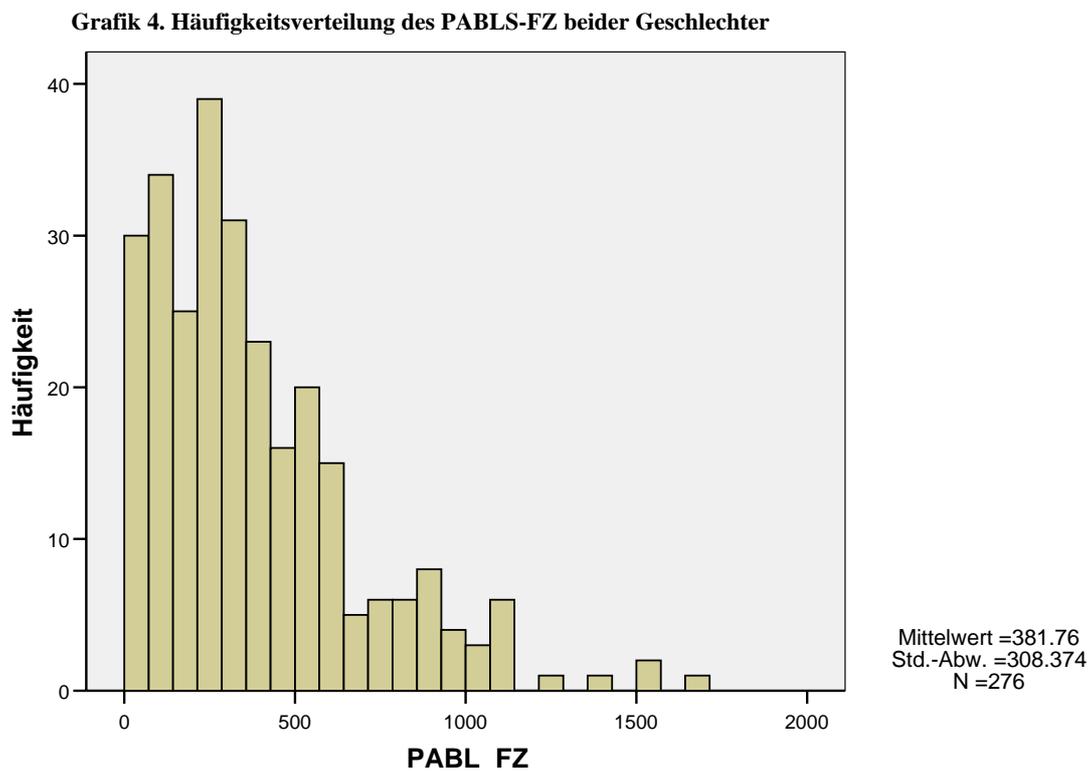
PABLS = Physical Activity Bone Loading (Belastungsscore durch körperliche Aktivität)

PABLS-SP = Erreichte Werte im Schulsport

PABLS-VS = Erreichte Werte im Vereinsport

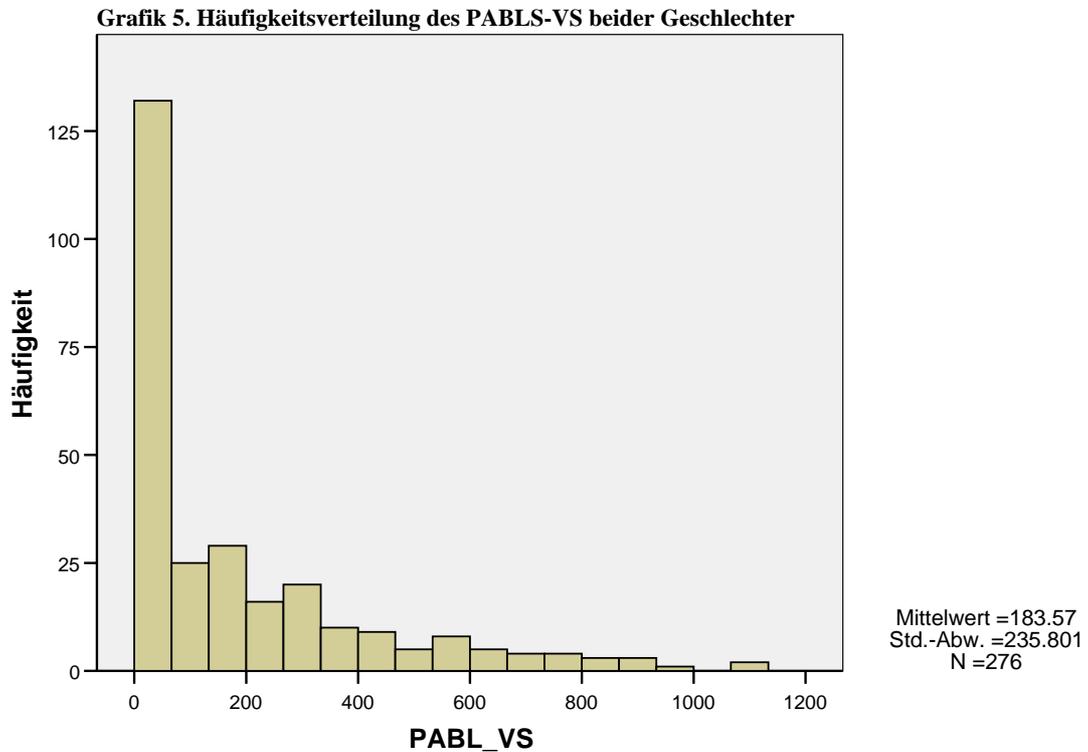
PABLS-FZ = Erreichte Werte in der Freizeit

In den folgenden **Grafiken 4, 5, und 6** wurden die einzelnen Bereiche bildlich dargestellt. Bei allen ist die Verteilung nicht linear und linkssteil, wobei sie beim Vereinsport am steilsten und die Verteilung sehr gross ist, denn die SD beträgt 235, bei einem Median von nur 95.



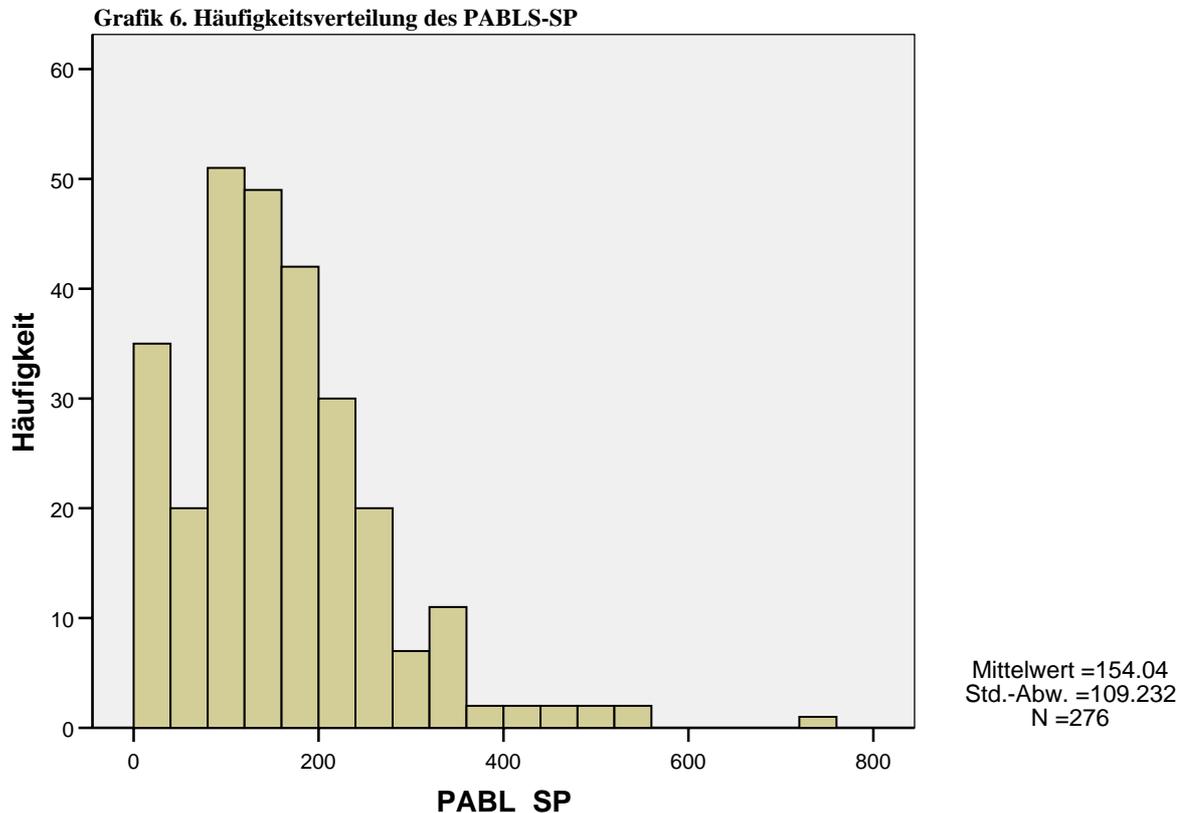
PABLS-FZ = Physical Activity Bone Loading Score für Freizeit, das heisst, alle gemessenen Werte im Bereich Freizeit zusammen

In der **Grafik 5** befindet sich ein grosser Teil im unteren Bereich. Zwischen 200 und 1000 Punkten nimmt der PABL VS kontinuierlich ab.



PABLS-VS = Physical Activity Bone Loading Score für Vereinsport, das heisst, alle gemessenen Werte im Bereich Vereinsport zusammen

In der **Grafik 6** kann man gut sehen, dass die Häufigkeitsverteilung zwar eine linkssteile Kurve zeigt, jedoch die Verteilung rechts ziemlich klein ist. Der Mittelwert beträgt beim Schulsport 154,04 und die SD 109,83.

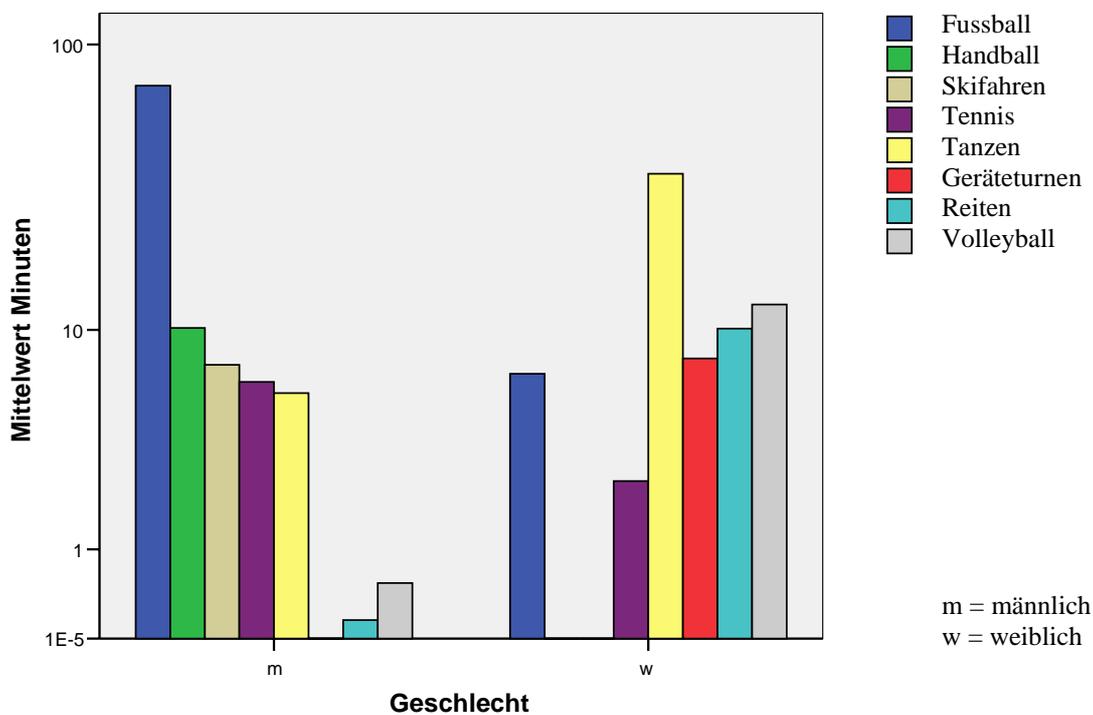


PABLS-SP = Physical Activity Bone Loading Score für Schulsport, das heisst, alle gemessenen Werte im Bereich Schulsport zusammen

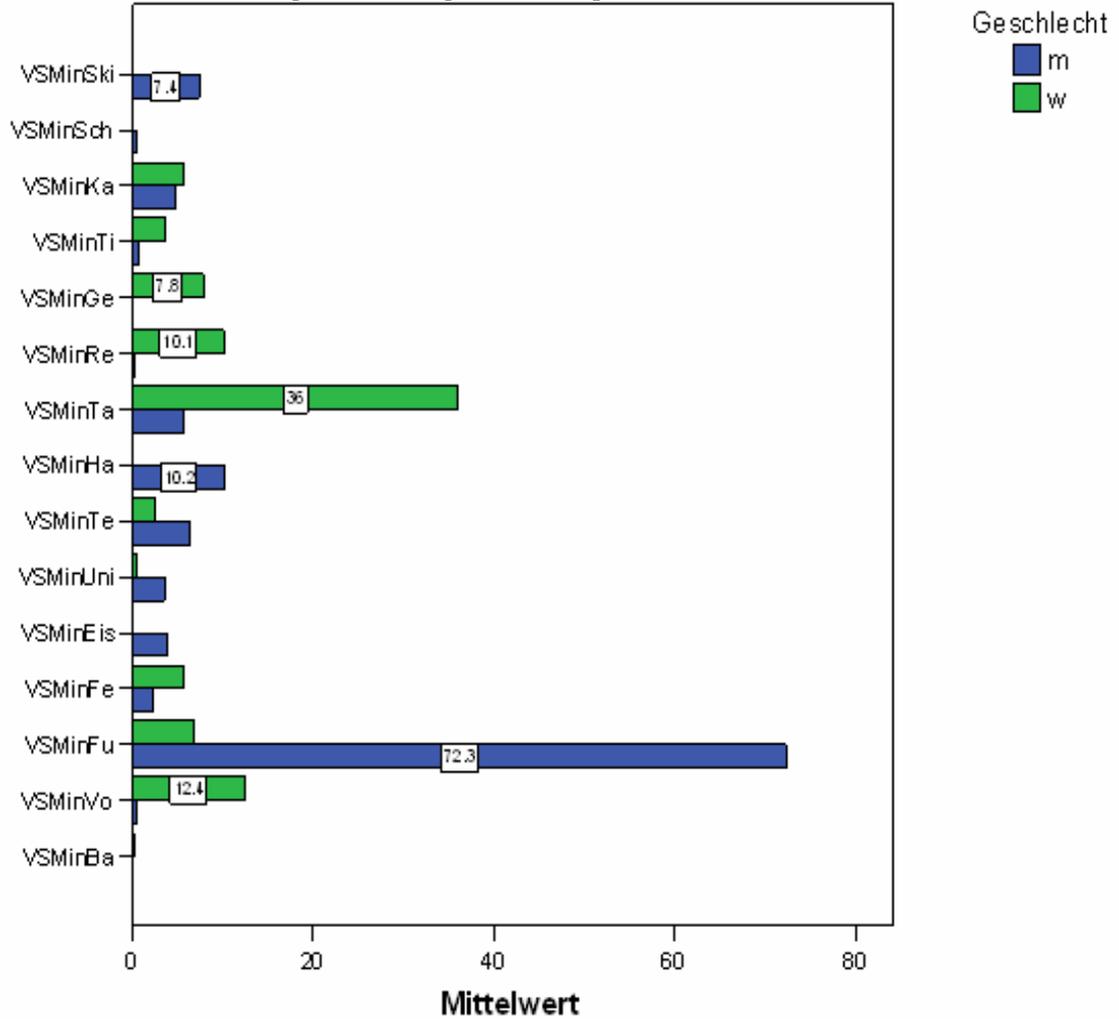
Aus den Resultaten in **Grafik 7** ist ersichtlich, welche Sportarten im Verein von Mädchen und Knaben am häufigsten ausgeübt wurden. Bei den Knaben steht an erster Stelle Fussball mit einem Mittelwert (in Minuten) von 72 (siehe Anhang **Tabelle VII.**), an zweiter Stelle steht Handball mit einem Mittelwert von 10, an dritter Stelle kommt Skifahren mit einem Mittelwert von 7, an vierter Stelle steht Tennisspielen und an fünfter sogar Tanzen noch vor Volleyball. Bei den Mädchen ist es eher umgekehrt. Bei ihnen kommt an erster Stelle das Tanzen mit einem Mittelwert von 36 und an zweiter Stelle steht Volleyballspielen mit einem Mittelwert von 12, an dritter Stelle liegt Reiten, an vierter kommt Geräteturnen und an fünfter Fussballspielen.

Eine Übersicht aller ausgeführten Vereinsportarten befindet sich im Anhang (siehe Anhang **Tabelle VII.**) und werden in **Grafik 8,** unten aufgeführt, ersichtlich.

**Grafik 7. Die fünf häufigsten Vereinsportarten unterschieden zwischen Knaben und Mädchen. Der Mittelwert wird in Minuten angegeben.**



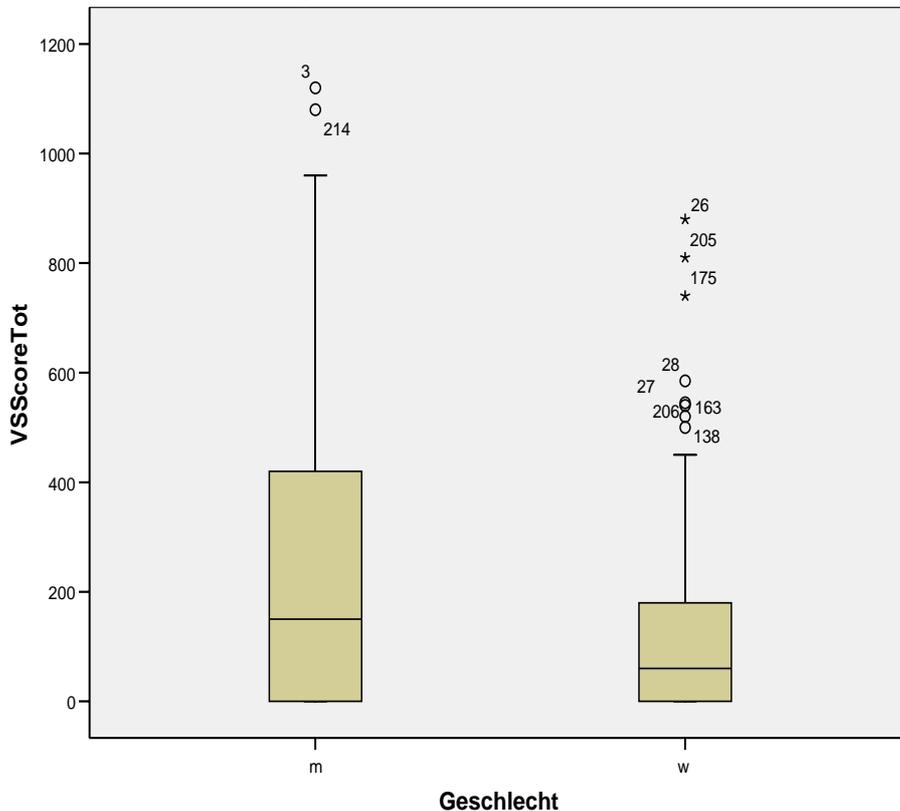
**Grafik 8. Häufigkeitsverteilung aller Vereinsportarten zwischen Mädchen und Knaben**



- VSMinBa** = Basketball in Minuten pro Woche
- VSMinVo** = Volleyball in Minuten pro Woche
- VSMinEis** = Eishockey in Minuten pro Woche
- VSMinFu** = Fussball in Minuten pro Woche
- VSMinFe** = Federball in Minuten pro Woche
- VSMinUni** = Unihockey in Minuten pro Woche
- VSMinTe** = Tennis in Minuten pro Woche
- VSMinHa** = Handball in Minuten pro Woche
- VSMinTa** = Tanzen in Minuten pro Woche
- VSMinRe** = Reiten in Minuten pro Woche
- VSMinGe** = Geräteturnen in Minuten pro Woche
- VSMinTi** = Tischtennistisch in Minuten pro Woche
- VSMinKa** = Karate in Minuten pro Woche
- VSMinSch** = Schwimmen in Minuten pro Woche
- VSMinSki** = Skifahren in Minuten pro Woche

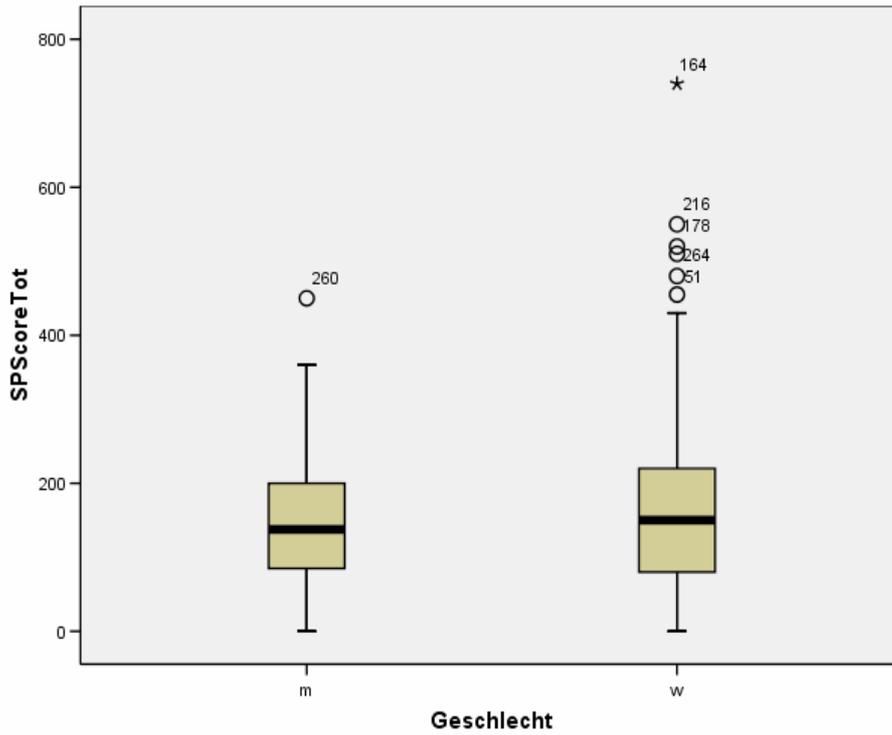
In den folgenden Boxplots (**Grafik 9, 10, 11**) werden die drei Bereiche grafisch dargestellt. Der Unterschied zwischen den Mädchen und Knaben war beim Vereinsport am grössten (**Grafik 9**). 26,9% der Knaben gegenüber 7,5% der Mädchen sind über dem Schwellenwert von 360 Punkten (siehe Anhang **Tabelle VIII.**). Knaben zeigten eine deutlich grössere Streuung, welche 420 beträgt. Bei den Mädchen war der Interquartilabstand nur 185 (siehe Anhang **Tabelle IX.**). Bei den Mädchen war zu beobachten, dass es viel mehr Ausreisser gibt. Die Aufteilung der Geschlechter sollte aufzeigen, dass sich die Mädchen nur im Schulsport mehr bewegen als die Knaben (**Grafik 8**). Die Streuung war bei beiden ähnlich und mass bei den Mädchen 140 und bei den Knaben 115. Bei den Mädchen betrug der Median 150 und bei den Knaben 137. Der Median war beim PABLS-FZ (**Grafik 11**) bei beiden ähnlich und betrug bei den Knaben 320 und bei den Mädchen 295. Der Interquartilbereich bei den Mädchen war 353 und bei den Knaben 384.

**Grafik 9. Verteilung des PABLS-VS bei Mädchen und Knaben**



° = bedeuten einfache Ausreisser, die Zahl ist der Teilnehmer  
 \* = bedeutet extreme Ausreisser

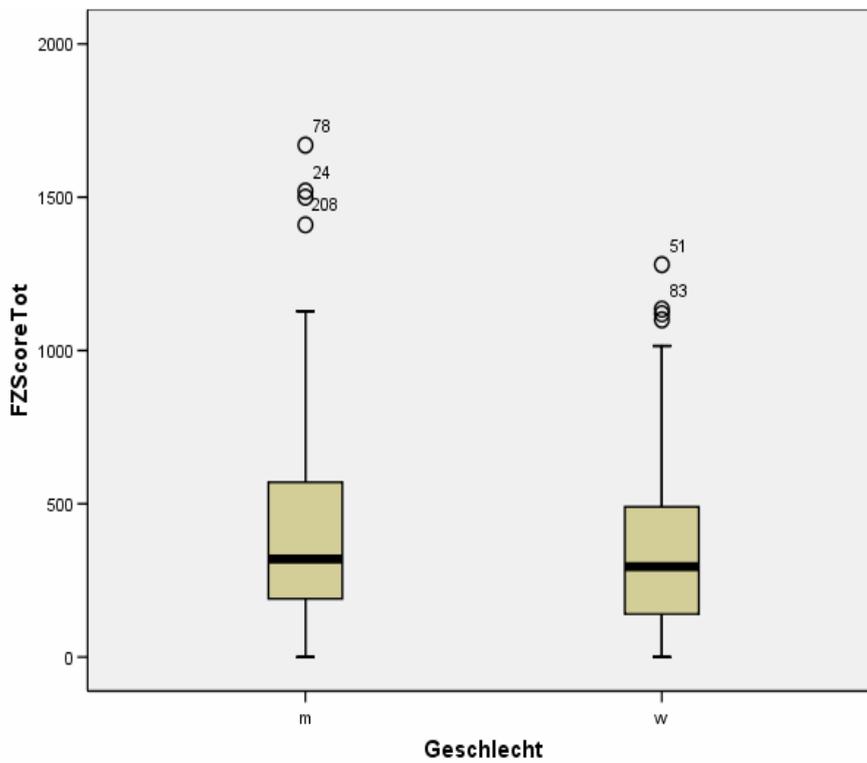
Grafik 10. Verteilung des PABLS-SP bei Mädchen und Knaben



◦ = einfache Ausreisser

\* = extreme Ausreisser

Grafik 11. Verteilung PABLS-FZ bei Mädchen und Knaben



◦ = einfache Ausreisser

Der PABLS in Bezug auf die Regionen wurde in **Tabelle 3** ersichtlich. Der Maximalwert von 2230 Punkten wurde in der ländlichen Region erreicht. Dort befanden sich 75% oberhalb von 480 Punkten und 25% der Schüler waren über einem Wert von 972. Der Schwellenwert von 360 wurde also mehrheitlich erreicht. Trotzdem steht diese Region an zweiter Stelle mit einem Mittelwert von 796 im PABLS.

Aus der **Tabelle 3** wurde weiter sichtbar, dass 25% der städtischen Region im PABLS über 490 Punkte kommen und mit einem Mittelwert von 827 am meisten Punkte erreichte. Die Bergregion steht mit 538 Punkten an letzter Stelle, wobei 75% der Schüler den Wert 323 übertreffen. Beim Vereinsport in der städtischen Region lagen 25% über einem Wert von 390 und erzielten einen Mittelwert von 246 (SD = 280). In der Bergregion waren 25% über dem Wert von 195 und in der ländlichen Region über dem Wert von 258. Der Mittelwert der Bergregion betrug 128 (SD = 189).

Im PABLS SP lag die Bergregion an zweiter Stelle wobei 25% den Wert von 200 übertrafen und einen Mittelwert von 143 (SD = 115) erreichten. 25% übertrafen den Wert 260 in der städtischen Region und erreichten einen Mittelwert von 184 (SD = 119).

Die ländliche Region war mit einem Mittelwert des PABLS-FZ von 465 (SD = 331) am höchsten gegenüber der Bergregion mit einem Mittelwert von 312 (SD = 266). Beim PABLS FZ lagen jeweils 25% über den Werten 590 (ländliche Region), 409 (Bergregion) und 580 (städtische Region). Der Schwellenwert von 360 wurde im PABLS von 25% von allen ausser der Bergregion erreicht. Die Maximalwerte wurden vor allem in den Bereichen Freizeit und Vereinsport erreicht. Aber auch Minimalwerte von 0 wurden berechnet.

**Tabelle 3. Deskriptive Statistik der Outcomes der drei Bereiche mit dem PABLS in den drei Regionen**

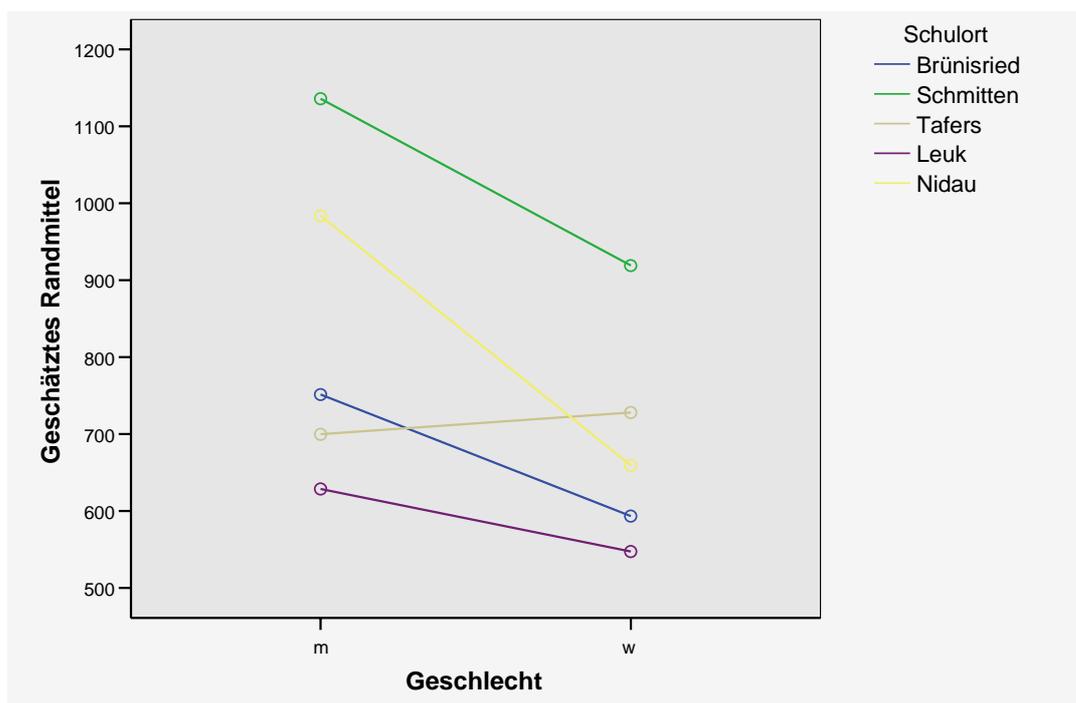
		Region		
		Ländliche Region	Bergregion	Städtische Region
PABLS-SP	Mittelwert	137	143	184
	Median	131	123	160
	Standardabweichung	78	116	119
	Minimum	0	0	0
	Maximum	455	740	550
	25. Perzentil	85	61	100
	75. Perzentil	168	200	260
PABLS-FZ	Mittelwert	465	312	398
	Median	370	256	310
	Standardabweichung	331	267	320
	Minimum	0	0	0
	Maximum	1520	1670	1410
	25. Perzentil	240	120	134
	75. Perzentil	590	409	580
PABLS-VS	Mittelwert	195	128	246
	Median	150	60	160
	Standardabweichung	225	189	281
	Minimum	0	0	0
	Maximum	1120	865	1080
	25. Perzentil	0	0	0
	75. Perzentil	258	195	390
PABLS	Mittelwert	796	583	827
	Median	680	524	680
	Standardabweichung	445	366	457
	Minimum	95	20	46
	Maximum	2230	1860	1958
	25. Perzentil	480	323	490
	75. Perzentil	972	738	1110

Bei den einzelnen Schulorten wurde sichtbar, dass Schmitten mit einem Mittelwert von 1049 beim PABLS in der ländlichen Region ganz klar den Schwellenwert von 360 übertraf und somit an vorderster Stelle lag (siehe Anhang **Tabelle X**). Ausserdem war zu erkennen, dass Tifers der einzige Ort ist, bei dem die Mädchen höhere Werte erzielten als die Knaben (**Grafik 12**).

Auffallend war, dass die einzigen Orte, die keine Nullwerte im Bereich Freizeit zu verzeichnen hatten Brünisried und Schmitten waren. Alle anderen Orten und in allen anderen Bereichen wurden immer Nullwerte ermittelt.

In Leuk wurde im Schulsport ein Maximalwert von 710 berechnet. Alle Schulorte erreichten hohe Werte in den Bereichen Freizeit und Vereinsport. Der Maximalwert von 2230 Punkten wurde in Schmitten, einer ländlichen Gegend, erreicht. Im Vereinsport befanden sich in allen Orten ausser in Schmitten und Nidau 75% der Schüler unterhalb der Schwelle von 360.

**Grafik 12. Mittelwerte des PABLS der Schulorte zwischen Mädchen und Knaben**



Zwischen dem PABLS und dem Geschlecht besteht ein signifikanter Unterschied, genau so wie zwischen dem PABLS und dem Schulort für das korrigierte Modell (siehe Anhang **Tabelle XI.**). Bei den Mehrfachvergleichen wurde in Bezug auf die abhängige Variable dem PABLS bei verschiedenen Schulorten einen signifikanten Unterschied sichtbar (siehe Anhang **Tabelle XII.**).

Schmitten und Leuk unterscheiden sich signifikant voneinander, so wie Schmitten und Tafers auch. Zwischen Leuk und Nidau besteht ebenfalls ein signifikanter Unterschied. Bei den Mehrfachvergleichen darf der Unterschied nicht als ursächlich betrachtet werden.

In der **Tabelle XIII.** (siehe Anhang) wurden die Korrelationen dargestellt. Es war zu sehen, dass das Alter negativ mit dem PABLS und dem PABLS FZ korreliert und zwar signifikant. Das Alter und der PABLS FZ sind ebenfalls signifikant negativ korreliert. Der PABLS korreliert signifikant mit dem PABLS VS, mit dem PABLS SP und mit dem PABLS FZ und zwar positiv.

## **4 Diskussion und Konklusion**

### **4.1 Interpretation des statistischen Outcomes**

Osteoporose ist eine weltweit verbreitete Krankheit und verursacht hohe Gesundheitskosten [5,23]. Dagegen kann etwas unternommen werden. Mit unserer Arbeit wollten wir untersuchen, ob die sportlichen Aktivitäten der Jugend genügend hohe Reize setzen, um überschwellige Werte zu erzielen, und damit die PBM zu erhöhen. Ebenfalls wurde sichtbar, in welchen Bereichen in Zukunft eingegriffen werden muss, damit die Belastung auf den Knochen der Stärke entspricht, die es braucht, um die PBM zu erhöhen.

Wir haben eine Umfrage an fünf verschiedenen Schulen in drei unterschiedlichen Regionen durchgeführt. Anhand des Fragebogens wurde eine deskriptive Statistik erstellt. Das wichtigste Outcome ist der PABL Score.

Anhand von Studien haben wir den Schwellenwert von 360 Punkten ausgerechnet, der erreicht werden muss, damit ein positiver Effekt auf den Knochen bewirkt wird. Da viele Studien herausgefunden haben, dass sich die Jugendlichen heutzutage zu wenig bewegen, sind wir davon ausgegangen, dass nur wenige diesen Wert erreichen würden. Doch nach

der Auswertung der Daten, haben sich andere Ergebnisse gezeigt, die uns verblüfft haben. Im PABLS sind 81% oberhalb des von uns ausgerechneten Schwellenwertes.

Ein Schwerpunkt wurde vor allem auf den Vergleich der verschiedenen Regionen sowie den Bereichen Vereinssport, Schulsport und Freizeit gelegt. Ebenso wurde die geschlechterspezifische Verteilung genauer untersucht. Es sollte aufgezeigt werden, ob es nötig ist, eine Intervention an den Schulen zu starten, um die Schüler auf die Bedeutung des Sports hinsichtlich ihrer Knochengesundheit aufmerksam zu machen. Nach der Lektüre mehreren Studien war anzunehmen, dass die heutige Jugend nebst dem Schulsport kaum mehr Sport treibt, und somit eine Aufklärung nötig gewesen wäre [1, 17, 18]. Dies trifft jedoch nicht zu.

Im Schulsport befinden sich nur 4% der Schüler über dem nötigen Schwellenwert. Es wäre also eher nötig, die Sportlehrer darauf aufmerksam zu machen vermehrt Spiele auszuwählen, die einen grösseren knochenanabolen Effekt erzielen. Wenn wir die Mädchen und Knaben einzeln betrachten, dann können die Mädchen, die mit 5,7% im Schulsport den Schwellenwert von 360 erreicht haben, einen höheren Wert verzeichnen als die Knaben, bei denen nur 0,8% über diesem Wert liegen.

Es kann davon ausgegangen werden, dass sich Mädchen im Schulsport mehr einsetzen oder den Fragebogen betreffend Schulsport detaillierter ausgefüllt haben.

Im Vereinssport war auffallend, dass nur 18% der Jugendlichen den Wert überschritten (siehe Anhang Tabelle VI.). Es ist anzunehmen, dass in einigen weniger dicht besiedelten Orten das Angebot an Vereinen nicht so gross ist, und sich die Jugendlichen vermehrt in der Freizeit bewegen.

Meist handelt es sich im Verein um High Impact Sportarten, wie aus der **Grafik 5** und **6** ersichtlich wird.

Die Knaben sind vermehrt in Sportarten aktiv, bei welchen hohe Stossbelastungen vorkommen wie Fussball, Handball oder Tennis. Somit erreichen sie auch eher eine höhere Punktzahl als die Mädchen, die sich mehr fürs Tanzen interessieren, welches nur zu den Moderate Impact Sportarten gehört und weniger hoch angerechnet wurde. Tanzen gehört

zu der meist besuchten Vereinssportart der Mädchen. Am zweit häufigsten betreiben die Mädchen Volleyball, das wiederum zu den High Impact Sportarten gehört. Dies wurde ebenfalls in der **Grafik 5** gut ersichtlich.

In vorhergegangenen Studien stand, dass Mädchen weniger in Peak Strain Aktivitäten involviert sind als Knaben [2]. Obwohl Mädchen weniger im Vereinssport aktiv sind, erreichten einzelne einen sehr hohen Wert, der bis zu einem PABLS im Verein von über 800 Punkten reichte. Dies ist wiederum damit zu erklären, dass durch regelmässiges Mitmachen im Vereinssport, schnell die nötige Punktzahl erreicht werden kann.

Wenige Ausreisser in den **Grafiken 7, 8 und 9** haben darauf hingewiesen, dass einzelne Teilnehmer Sport auf einem professionellen Niveau betreiben.

Der PABLS FZ ist ziemlich hoch. 42% der befragten Schüler befinden sich über den 360 Punkten. Es sollte aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass hier Durchschnittswerte berechnet wurden und die Fragebögen von 276 Kinder und Jugendlichen ausgefüllt und ausgewertet wurden. Das heisst, es darf nicht in Vergessenheit geraten werden, dass es auch unter den ausgewerteten Fragebögen einige hat, die mit einer sehr niedrigen Punktzahl abgeschlossen haben. In den drei Bereichen hat es einige Nullwerte, was aus den Tabellen im Anhang (XIV, XV, XVI, XVII) ersichtlich wurde, gegeben.

Der PABLS FZ von 360 wurde von den Mädchen mit 39,7% und den Knaben mit 45,8% erreicht. Mit einem Mittelwert von 381,76 lagen sie im Freizeitsport gemeinsam am höchsten. Dies steht widersprüchlich zu Studien die belegt haben, dass in Deutschland in den letzten 25 Jahren die körperliche Fitness der Kinder zwischen 9 und 15 Jahren abgenommen hat [1, 17].

Auch sind diesmal die Knaben die Ausreisser mit Werten von bis zu 1700 Punkten (**Grafik 9**). Es kann davon ausgegangen werden, dass die Jungen öfters draussen spielen und die Zeit mit Fussball oder Basketball auf dem Pausenhof verbringen. Womöglich beschäftigen sich die Mädchen lieber mit anderem.

Wenn man nun den Median der drei Scores betrachtet, steht der Schulsport mit 140 Punkten nicht mehr so schlecht da, der Vereinssport-Scores beträgt nur 95 Punkte. Es befinden sich also mehr Schüler über einem höheren Wert im Schulsport als im Verein.

Dies kann daran liegen, dass der Schulsport obligatorisch ist und von den meisten besucht wird, während im Verein nur eine Prozentzahl aller Teilnehmer mitmachen.

Die Datenanalyse hat ergeben, dass proportional zum Alter der Kinder, der PABLS abnimmt (siehe Anhang Tabelle XIII.). Es ist möglich oder sogar ziemlich sicher, dass sich die Interessen der Jugendlichen im Laufe der Jahre verändern und sie sich weniger den sportlichen Aktivitäten zuwenden. Dies würde auch die Resultate der durchgeführten Studien an Jugendlichen betreffend ihrem Bewegungsverhalten erklären [18].

In der Schule werden überall drei Lektionen für den Sportunterricht zu Verfügung gestellt. Da man sehen konnte, dass im Schulsport der Schwellenwert nur von 4% erreicht wurde, kann man annehmen, dass Jugendliche, die nach der obligatorischen Schulzeit weiterhin ihren sportlichen Freizeitaktivitäten nachgehen, durch diese einen genügend grossen Wert erreichen werden.

Der Sportunterricht darf aber nicht an Bedeutung verlieren, er macht auf jeden Fall einen wichtigen Teil des Schulunterrichtes aus. Durch ihn kann man den Sport den Kindern näher bringen, und erreicht auch Individuen, denen die Möglichkeiten in einem Verein mitzuwirken verwehrt bleiben. Ausserdem gibt es immer noch Kinder, die sich ausserhalb der Schule gar nicht sportlich betätigen.

Wichtig ist, dass die Jugendlichen am Ende ihrer Schulzeit mit den sportlichen Freizeitbeschäftigungen weiterfahren.

Die Aktivitäten in der Freizeit sollten einerseits nicht unter den Bereich des Vereins gestellt werden, weil die drei Gebiete untereinander verglichen werden sollten und andererseits wollten wir schauen, wie die heutige Spielkultur der Kinder und Jugendlichen aussieht. Uns interessierte, ob Kinder auch ohne grosses Angebot an Sportmöglichkeiten, sprich in den weniger bevölkerungsdichten Gebieten, ihre Freizeit trotzdem noch mit sportlichen Aktivitäten gestalten oder sich vermehrt mit Video- und Computerspielen beschäftigen.

In den Fragebögen wurde nicht gefragt, wie oft und wie viel Zeit die Schüler vor dem Computer oder sonstigen Videospielen verbringen. Aber sie konnten genau beschreiben, was sie in ihrer Freizeit an sportlichen Aktivitäten taten. Es wird vielleicht nicht mehr so viel Fangis gespielt, sie wenden sich eher Sportarten wie Fussball, Basketball oder

Volleyball zu, bei denen zum Teil auch gerannt und gehüpft wird. Und genau diese zählen zu den High Impact Sportarten.

Die drei verschiedenen Regionen wurden bewusst gewählt, damit ersichtlich wird, ob es in Bezug auf die sportliche Betätigung von Vorteil ist, wenn man auf dem Land lebt, in den Bergen oder in der Stadt.

Beim PABLS VS lag die städtische Region, bei der 25% über dem Wert von 390 waren und einen Mittelwert von 246 Punkten erzielten, vorn. Nur 25% der Schüler in der Bergregion haben den schon kleinsten Wert von 323 übertroffen und sind somit an letzter Stelle. Ein Grund hierfür könnte sein, dass das Angebot an Vereinen in der Bergregion geringer ist als das in der Stadt. In einer Stadt von ungefähr 50'000 Einwohnern, braucht es viele Möglichkeiten an Vereinssportarten, um die Stadt für die Einwohner attraktiv zu machen. Es ist einleuchtend, dass eine Region, mit weniger Einwohner ein weniger grosses Angebot an Vereinen anbieten kann. Daher sollte der Schulsport oder die Freizeitaktivitäten möglichst spezifisch gewählt werden.

Die Bergregion hat beim PABLS SP mit einem Mittelwert von 143 Punkten den mittleren Platz eingenommen und setzte die ländliche mit 137 Punkten an hinterste Stelle. Der Median weist aber darauf hin, dass sich der Wert, bei dem 50% darüber sind, höher ist als der in der Bergregion (Median ländliche Region: 131, Median in der Bergregion: 123).

Auf dem Land bewegen sich die Jugendlichen am meisten in ihrer Freizeit, ein Viertel übertrafen den Wert von 590 und erreichten einen Mittelwert von 465 gegenüber der Stadt von 398. Dieses Ergebnis war zu erwarten, da Kinder, die auf dem Land aufwachsen, weniger in Berührung mit Freizeitangeboten wie Computerspielen kommen und sich in ihrer Freizeit vermehrt draussen aufhalten.

Wenn wir nun die einzelnen Ortschaften unter die Lupe nehmen, dann ist es immer noch so, dass alle fünf Schulorte sehr tiefe Werte im Schulsport erzielten, nicht ein Schulort erreichte den nötigen PABLS von 360.

Oben wurde erwähnt, dass in der städtischen Region am häufigsten Vereine besucht werden. Schaut man aber die einzelnen Ortschaften an, liegt Schmitten, welches zur ländlichen Region im Sensebezirk Freiburg gehört, im Durchschnitt mit 334 Punkten ganz

vorne und Nidau, das an die Stadt grenzt erreicht im Mittelwert von 246 beim Vereinssport. Brünisried, das auch zur ländlichen Region gehört, und nur 580 Einwohner zählt, hat einen sehr niedrigen Wert und steht mit 120 Punkten an hinterster Stelle. Daraus lässt sich ableiten, dass in bevölkerungsdichten Gebieten das Angebot grösser ist und auch mehr genutzt wird.

Der PABLS FZ ist auch, wenn man die Orte einzeln betrachtet, überall höher als in den anderen Bereichen. Hier wiederum liegt Schmittlen an der Spitze, jedoch ist nur gerade die Hälfte der Schüler über dem nötigen Schwellenwert von 360 Punkten. Brünisried erzielt im Durchschnitt einen kleineren Score von 476 in der Freizeit, jedoch befinden sich 50% über einem viel höheren Wert, nämlich bei 430. Was die Annahme, dass in ländlicheren Gebieten in der Freizeit vermehrt Sport betrieben wird, bestätigt.

In Nidau verhalten sich die Werte bezüglich des PABLS FZ ähnlich, die Hälfte befindet sich über dem Wert von 310. Leuk ist mit einem PABLS FZ von 312 an hinterster Stelle. Spannend ist, dass die Mädchen in Tavers als ländliche Region, allgemein einen höheren PABLS erreichen als die Knaben. In allen übrigen Schulorten, überragen die Jungen die Mädchen. Dies könnte daran liegen, dass in Tavers Badminton sehr populär ist, und die Mädchen somit auch in eine High Impact Sportart involviert sind.

Ansonsten ist anzunehmen, dass Mädchen allgemein vermehrt in Moderate Impact Sportarten wie Tanzen, Reiten und Geräteturnen aktiv sind. Andererseits kann es sein, dass in Dörfern das Vereinsangebot für Mädchen geringer ist und die Nachfrage nicht gross genug ist, um einen Verein zu gründen.

## **4.2 Diskussion der klinischen Relevanz**

Ziel der Studie war es, die Notwendigkeit einer Intervention, das Bewegungsverhalten der Jugend betreffend, aufzuzeigen. Wir wollten feststellen, ob sich die Jugendlichen genügend bewegen, um einen knochenanabolen Prozess zu gewährleisten und somit die PBM positiv zu beeinflussen.

Es wurde gezeigt, dass die Physiotherapie auf drei Ebenen eingreifen kann. Durch Primärprävention im Wachstumsalter, durch Sekundärprävention bei den Erwachsenen, die womöglich schon ein erhöhtes Osteoporoserisiko tragen, und durch Tertiärprävention, sprich Rehabilitation, nach einer Fraktur durch Osteoporose.

Da Studien gezeigt haben, dass in der Schweiz die sportliche Betätigung nach dem 13. Lebensjahr abnimmt [18], haben wir uns auf die Primärprävention bei den Jugendlichen konzentriert.

Ein Aktivitätsfragebogen, der die wöchentliche Stossbelastung auf den Körper misst, wäre ein kostengünstiges Mittel, um die Risikogruppe ausfindig zu machen. Unsere Studie hat gezeigt, dass sich ein PABL Score schnell berechnen lässt. Auch lässt sich anhand dieses Fragebogens erkennen, in welchen Bereichen vermehrt interveniert werden muss.

Anhand der Erhebung an 276 Schülern konnte festgestellt werden, dass nur gerade 19% den Schwellenwert von 360 Punkten unterschreiten. Bei den Knaben handelt es sich nur um 16,5%, während bei den Mädchen mit 22,5% doch knapp ein Viertel ungenügend ist. Es wurde ersichtlich, dass in der Freizeit in allen Regionen der höchste PABL Score erreicht wurde.

Allein durch den Schulsport konnten hingegen keine überschwellige Werte erzielt werden. Das höchste erzielte Durchschnittsmass beim Sport in der Schule, lag bei 184 Punkten, gemessen in der städtischen Region, und macht gerade mal 50% des nötigen Schwellenwerts aus.

Nur 4% konnten allein durch die Turnstunden in der Schule einen genügend hohen PABL Score erzielen. Dies zeigt, dass das Potential in den Schulsportstunden noch nicht ausgeschöpft zu sein scheint, und man durch eine Sensibilisierung der Lehrer einen höheren Score erzielen könnte. Studien haben gezeigt, dass Hüpfinterventionen die dreimal wöchentlich im Sportunterricht für 10 bzw. 12 Minuten durchgeführt werden, schon eine positive Stimulation auf den Knochen ausüben [9,10].

Solch eine Intervention im Schulsport wäre nicht mit Kosten verbunden. Für die Lehrer ist der Aufwand auch nicht all zu gross, nimmt ein solches Sprungprogramm doch nur gerade 10 bis 12 Minuten in Anspruch. Der grosse Vorteil hierbei wäre, dass man während der obligatorischen Schulzeit alle Jugendlichen erreichen könnte. Also auch diejenigen, aus der Gesellschaftsschicht mit einem kleineren Einkommen, die nicht für den Beitrag in einem

Verein oder Club aufkommen können oder aus anderen Gründen ausserhalb der Schule nicht sportlich aktiv sind.

Studien belegten, dass mit höherem Alter die sportliche Aktivität bei Jugendlichen abnimmt. Auch in dieser Studie hat sich gezeigt, dass das Alter negativ mit dem PABL Score korreliert. Die Bedeutsamkeit des Schulsports wird umso wichtiger, je älter die Jugendlichen werden, da das obligatorische Turnen mit dem Alter einen immer grösseren Anteil an der gesamten Sportaktivität einnimmt. Demzufolge sollte der Sportunterricht auch so aufgebaut werden, dass der Jugendliche einen grossen Nutzen daraus ziehen kann.

Jugendsport wird oft als Schrittmacher für Sport in späteren Lebensphasen angesehen. Umso wichtiger ist es, dass der Sportunterricht von den Schülern positiv erlebt wird, und sie motiviert auch nach der obligatorischen Schulzeit sportlich aktiv zu bleiben.

Auch durch Interventionen und Aufklärung an Mittelschulen und auf dem Arbeitsplatz sollten die Jugendlichen aufgefordert werden, mit dem Sport fortzufahren.

Wie aus oben erwähnten Arbeiten hervorging, ist für eine gesunde BMD im Erwachsenenalter entscheidend, dass man den Knochen weiterhin stimuliert und mit dem Sport weiterfährt [33, 35].

Diese Studie hat gezeigt, dass das Vereinssportangebot regional sehr verschieden ist, und es proportional zur Einwohnerzahl zunimmt. Auch wurde ersichtlich, dass die Knaben einen höheren Score durch Vereinssport erzielen als die Mädchen. Dies liegt zum einen sicher daran, dass sich unter den vier häufigsten Sportarten bei Mädchen mit Volleyball nur gerade eine High Impact Sportart befindet. Mädchen sind vermehrt in Moderate Impact Sportarten wie Tanzen oder Reiten involviert.

Zum anderen sind weniger Mädchen im Vereinssport aktiv, da das Angebot für sie auch begrenzter ist. In weniger bevölkerten Gebieten wie beispielsweise Brünisried, beschränkt sich das Vereinssportangebot auf Fussball, Schwingen und Mountain Bike fahren. Dies wäre eine Erklärung, warum Mädchen weniger in Vereinen aktiv sind. Hier ist es die Aufgabe von den Sportvereinen im Dorf die Nachfrage zu überprüfen und das Angebot allenfalls zu erweitern, damit auch Mädchen auf ihre Kosten kommen.

### 4.3 Wichtigkeit der Arbeit

Osteoporose gehört zu den zehn häufigsten Erkrankungen weltweit. Bereits jede zweite Frau wird früher oder später von einer Osteoporose bedingten Fraktur betroffen sein.

Auch bei den Männern wird es, wenn auch später, immer mehr zu einem Thema, da die Lebenserwartung zunimmt und sich die Knochenmasse bekanntlich immer mehr abbaut.

Durch Medikamente wie Bisphosphonate, die den natürlichen Wiederaufbau von gesundem Knochengewebe unterstützen, oder Calcitonin, welches die knochenabbauenden Zellen hemmt und eine lindernde Wirkung auf Knochenschmerzen hat, lässt sich Osteoporose behandeln.

Auch die Sturzprävention in der Physiotherapie, das Training von Gleichgewicht und Kraft, können Frakturen vermindern.

Eine Heilung der Krankheit gibt es jedoch nicht. Im Gegenteil, nach einer Schenkelhalsfraktur, wie sie häufig bei Osteoporose vorkommt, bleiben 50% behindert und verlieren ihre Selbständigkeit [4]. Die Kosten für das Gesundheitswesen sind enorm und werden immer höher, wenn in der Primärprävention nichts unternommen wird.

Wichtig wäre, die Krankheit gar nicht erst zum Ausbruch kommen zu lassen und die Risikogruppen früh zu erkennen.

Wie oben erwähnt, ist das Wachstum die wichtigste Zeit für den Aufbau der Knochenmasse. Leider wissen dies zu diesem Zeitpunkt nur die wenigsten. Wie schon Marti B. et al. in ihrer Übersichtsarbeit aufzeigten, bietet sportliche Betätigung im zweiten Lebensjahrzehnt eine später nie wiederkehrende Chance, die Knochendichte zum Schutze vor osteoporotischen Frakturen im Alter signifikant zu erhöhen. Diese Präventionsmöglichkeit besteht so im Alter nicht mehr [18].

Wird heute davon gesprochen, dass sich die Jugendlichen mehr bewegen sollen, so geschieht dies meistens hinsichtlich der Übergewichtsproblematik und den damit verbundenen Herz-Kreislauf-Erkrankungen, wie koronare Herzkrankheiten, Hypertonie und Diabetes Mellitus Typ II. In diesem Zusammenhang werden mehr die positiven Effekte einer Aktivität auf das kardio-pulmonale metabolische System gewichtet als die mechanischen Komponenten.

Die vorliegende Arbeit zeigt auf, dass auch über die Wichtigkeit der mechanischen Komponenten informiert werden muss.

Eine gezielte Information der Jugendlichen, Lehrer und Eltern wäre ein wichtiger Punkt in der Osteoporoseprävention. Während der obligatorischen Schulzeit ist es möglich alle Jugendlichen zu erfassen. Schon ein Vortrag, der die Schüler und Lehrer über das Thema informiert, wie er von den Autoren dieser Arbeit vorgenommen wurde, hilft die Jugendlichen zu sensibilisieren.

In der Literaturstudie wurde ersichtlich, dass im erwachsenen Alter die sportlichen Aktivitäten fortgesetzt werden müssen, um einem schnellen Knochenabbau entgegen zu wirken.

Die Tatsache, dass in jungen Jahren etablierte körperliche Aktivitäten eine hohe Wahrscheinlichkeit von Persistenz im weiteren Lebensverlauf aufweist [17], unterstützt die Notwendigkeit von Präventionsarbeit bei Jugendlichen.

#### **4.4 Vergleich mit Resultaten von anderen Arbeiten**

Wir konnten keine Studie ausfindig machen, die gemessen hat, ob sich Jugendliche im Alter von 9 bis 14 Jahren genügend bewegen, um den knochenanabolen Prozess zu gewährleisten, damit die PBM zu erhöhen und so einer späteren Osteoporoseerkrankung vorzubeugen.

Studien, die sich mit dem Bewegungsverhalten der Jugendlichen beschäftigten, haben sich hauptsächlich auf die Bewegung im Allgemeinen konzentriert und den metabolischen Wert einer Aktivität gemessen. Solche Studien haben ergeben, dass ein deutlicher Rückgang der körperlichen Fitness auszumachen ist und die sportliche Betätigung immer mehr abnimmt [1, 17, 18]. Auch L.K. Bachrach schreibt in ihrer Review, dass die Zeit, die Jugendliche mit Fernsehschauen oder Computerspielen verbringen, zunimmt, während sportliche Aktivitäten immer weniger ausgeführt werden. Laut Bachrach treibt nur die Hälfte aller 12 bis 21 Jährigen regelmässig Sport [28].

Die hier durchgeführte Erhebung hat jedoch aufgezeigt, dass sich Jugendliche bis 14 Jahren zu 81% genügend bewegen, wenn man den Aspekt der mechanischen Belastung einer Aktivität anschaut.

Dies scheint am Anfang erstaunlich, da doch immer wieder erwähnt wird, dass das Bewegungsverhalten der Jugendlichen abnimmt. Betrachtet man die Studien genauer, wird klar, dass der Schwellenwert des PABLS im Gegensatz zu einem kardiovaskulär effizienten Bewegungsverhalten schnell erreicht werden kann.

Walter U. et al. hielten sich bei ihrer Übersichtsarbeit an die Empfehlungen der “American Heart Association“ zur Primärprävention kardiovaskulärer Erkrankungen im Kindesalter und empfahlen mindestens 1 Stunde am Tag moderate bis intensive körperliche Aktivität sowie eine Begrenzung der sitzenden Tätigkeiten in der Freizeit auf maximal 2 Stunden am Tag [17].

Rechnet man für eine Stunde moderate Aktivität (Unit 1) pro Tag den wöchentlichen PABLS aus, wird schon eine überschwellige Punktzahl von 420 erreicht.

Ebenfalls wird in ihrer Übersicht ersichtlich, dass ein Viertel von den 6- bis 10-jährigen maximal einmal wöchentlich sportlich aktiv sind [17]. Diese würden auch keinen genügenden PABL Score erreichen und entsprechen ungefähr dem Fünftel (19%), der in der vorliegenden Studie ebenfalls unterschwellige Werte erzielte.

Auch Marti B. et al. konnten mit ihrer Übersichtsarbeit aufzeigen, dass sportliche Episoden ab dem 13. Lebensjahr abnehmen. Wurde im Alter von 12 Jahren noch 7 bis 8 mal pro Woche Sport betrieben, waren es im Alter von 18 Jahren noch 4 bis 4,5 mal [18]. Angenommen, es würde sich bei diesen vier Episoden um High Impact Sportarten (Unit 8) handeln und sie hätten eine durchschnittliche Dauer von einer Stunde, würde auch hier der Schwellenwert noch überschritten.

Dies stellt eine plausible Erklärung dar, warum in der vorliegenden Studie von 81% der Teilnehmer überschwellige Werte erzielt wurden. Dies will nicht heissen, dass die Teilnehmer auch hinsichtlich der aeroben Ausdauer genügend trainierten.

Schon C.E. Neville et al. haben herausgefunden, dass Frauen weniger in Peak Strain Aktivitäten involviert sind. Bei ihrer Intervention konnte kein Zusammenhang zwischen Aktivitäten mit hohen Belastungskräften und Knochendichte ausgemacht werden. Den Grund dafür sahen die Autoren nicht darin, dass der knochenanabole Effekt von Belastungskräften nur bei Männern gilt, sondern vielmehr, dass Frauen ihren Körper zu unregelmässig hohen Stossbelastungen aussetzen, um die Knochendichte zu erhöhen [2].

Nach einer systematischen Übersichtsarbeit konnten auch Walter U. et al. feststellen, dass bei allen berücksichtigten Studien die körperliche Aktivität bei den Knaben höher liegt als bei den Mädchen [17].

Auch in der vorliegenden Studie sind 22,5% der Mädchen unter dem Wert, der die Knochenmasse positiv beeinflusst.

Wie oben erwähnt, kann dies daher führen, dass sich unter den vier häufigsten Sportarten bei Mädchen nur gerade eine High Impact Sportart befindet.

H.C.G. Kemper et al. konnten im Gegensatz zu den 21- bis 29-jährigen keinen positiven Zusammenhang zwischen dem mechanischen Aktivitätsscore und der Knochenmineraldichte bei den 12- bis 16-jährigen ausmachen. Als Grund nannten sie die kleinen Differenzen der Individuen, die alle 2 bis 3 Lektionen Sport in der Schule absolvierten [32].

In der vorliegenden Studie sieht man, dass der Schulsport hinsichtlich der mechanischen Belastung nicht so sehr ins Gewicht fällt, da nur gerade 4% den Schwellenwert allein durch Schulsport erreichten und im Sportunterricht der Durchschnittsscore mit 154 Punkten vergleichsweise tief lag.

Erstaunt hat, dass hier die Mädchen durchschnittlich eine höhere Punktezahl erreichten als die Knaben. Auch die Übersicht von Walter U. zeigt auf, dass bei den 11- bis 15-jährigen insbesondere die Mädchen bezüglich einer Verbesserung der motorischen Leistungsfähigkeit vom Schulsport profitierten [17]. Dies kann daher führen, dass Mädchen im Sportunterricht besser mitmachen.

Identisch zur Übersichtsarbeit von Walter U. et al. ist in dieser Studie auch die negative Korrelation zwischen der körperlichen Aktivität und dem Alter, sowie der negative Zusammenhang zwischen Körpergewicht und Aktivität. Walter U. et al. konnten ebenfalls nachweisen, dass Schüler mit einem höheren Körpergewicht weniger im Vereinssport aktiv sind.

Auch zeigten alle bei ihnen einbezogenen Studien einen Einfluss von umweltbedingten Faktoren auf die körperliche Aktivität. Dies sind beispielsweise der Zugang zu Aktivitäten, oder gemeindebezogene Einflüsse [17]. Auch in dieser Studie konnte festgestellt werden,

dass die Aktivität im Vereinssport vom Ort abhängig ist. Ist die Einwohnerzahl höher, werden auch mehr Vereinsaktivitäten angeboten, und die Schüler sind mehrmals wöchentlich in Vereinssport involviert.

#### **4.5 Stimmen die Resultate mit unserer Theorie überein?**

Es wurde von der Hypothese ausgegangen, dass Schüler zwischen 9 und 14 Jahren sich keinem genügend grossen Belastungsreiz durch sportliche Aktivität aussetzen, um ihre Knochenmineraldichte positiv zu beeinflussen.

83,4% der Knaben übertrafen den nötigen Schwellenwert von 360 Punkten des PABLS, was hervorragend ist und das von uns erwartete Resultat weit übertrifft. Die Mädchen haben ebenfalls ein ausgezeichnetes Resultat erzielt, 77,6% haben den nötigen Wert übertroffen.

Der Mittelwert des PABLS bei den Knaben beträgt 812,88 und bei den Mädchen 636,1. Zusammen erreichen sie einen Mittelwert von 719,37. Der Median sollte ebenfalls in die Diskussion miteinbezogen werden. Er beträgt bei den Mädchen 586 und bei den Knaben 665. Diese Werte sind sehr hoch und äußerst zufrieden stellend, denn der Score der erreicht werden muss, damit die sportliche Tätigkeit einen knochenanabolen Effekt hat, beträgt 360 Punkte.

Der PABLS der allein in der Freizeit erreicht wurde, ist sehr hoch. Das ist ein gutes Zeichen und zeigt, dass sich die Jugendlichen auch nach der Schule genügend bewegen. Wenn man den PABLS der beiden Geschlechter betrachtet, zeigt dies auf, dass sich die Jugendlichen ausreichend bewegen.

Die Resultate haben eine klare Antwort auf die gestellte Frage gegeben und die Hypothese kann verworfen werden. Die Jugendlichen bewegen sich ausreichend, um einen genügend hohen Reiz auf den Knochen zu produzieren.

#### **4.6 Grenzen und Stärken der Studie**

146 der ausgeteilten Fragebögen konnten nicht ausgewertet werden, da sie teilweise unvollständig ausgefüllt waren oder die elterliche Erlaubnis fehlte.

Unsere Studie hat sich rein auf die Auswirkung der Stossbelastung auf den Knochen konzentriert und mit der Erhebung wurden nur die Daten gemessen, welche die Belastung

beeinflussen. Von den restlichen Prädiktoren der BMD, wie den genetischen Faktoren, der Ernährung und dem hormonellen Status wurde abgesehen. Auch wurde der metabolische Wert der Aktivitäten nicht ausgewertet.

Nebst der Dauer und Häufigkeit einer Belastung von einem bestimmten Reizgrad, spielen auch der rasche Reizaufbau und gezielte Pausen eine wichtige Rolle <sup>24</sup>. Der Belastungsaufbau ist mit einem Fragebogen nur schwer messbar. Auch die Pausendauer wurde nicht in Betracht gezogen.

Ein Fragebogen verfügt über ein gewisses Mass an kognitiven Anforderungen. So ist es wichtig, dass die Frage vom Schüler verstanden wird, und er sie auf dieselbe Weise interpretiert wie der Fragensteller.

Der Schüler muss fähig sein, das Erlebte abzurufen und wahrheitsgetreu wiederzugeben. Oft geschieht es, dass seltene Ereignisse überschätzt und Ereignisse die häufig geschehen unterschätzt werden. Die Teilnehmer einer Umfrage erinnern sich kurze Zeit zurück und multiplizieren dann das Ergebnis für die restliche Zeit. Die Einschätzung wird somit verfälscht [38].

Der Fragebogen dieser Studie wurde persönlich in den verschiedenen Klassen abgegeben und erklärt. Die Schüler hatten die Möglichkeit allfällige Fragen zu stellen. Der Fragebogen ist so aufgebaut, dass der Teilnehmer am Ende des Tages rückblickend für den vergangenen Tag seine sportlichen Aktivitäten einträgt. Das Abrufen der Ereignisse löst somit nur kleinere Verfälschungen auf, da es sich nur um einen Tag handelt.

Sportstunden in der Schule oder im Verein sind meistens klar begrenzt. Wobei hier ersichtlich wurde, dass "eine Stunde" bei den Schülern verschieden interpretiert wurde. So wurde diese Stunde als 45, 60 oder 100 Minuten bezeichnet.

Bei den sportlichen Aktivitäten in der Freizeit kann es bei diesem Fragebogen ebenfalls zu Verfälschungen kommen, da die Zeit nur in etwa angegeben wird. Die Teilnehmer können bei jeder ausgeführten Aktivität die Dauer selber in Minuten hinzufügen. Es ist erwiesen, dass numerische Antworten oft in einem Vielfachen von fünf oder zehn gegeben werden [38].

Zu Doppelnennungen kann es führen, wenn ein Schüler das 90-minütige Training unter der Sportart und zusätzlich unter Rennen einträgt.

Die Fragebögen wurden in den Klassen verteilt ohne den Hintergrund der Studie zu erwähnen. Auch handelt es sich nicht um ein intimes oder in der Gesellschaft als Tabu angesehenes Thema. So kann davon ausgegangen werden, dass nur geringe Verfälschungen entstanden sind aufgrund dessen, dass der Teilnehmer sich in ein besseres Licht rücken möchte, oder sich unter Druck fühlte zufrieden stellende Antworten zu geben. Der Fragebogen in dieser Studie ist so aufgebaut, dass die Schüler selbständig alle ihre sportlichen Aktivitäten und deren Dauer auflisten können. Somit wird vermieden, dass Verfälschungen aufgrund eines "Mappings" auftreten. Das heisst, dass Studienteilnehmer die zwischen verschiedenen Zeitdauern wählen können (zB. häufig bis nie), erstens nicht in ihren eigenen Worten ausdrücken können wie lange sie mit einer gewissen Aktivität beschäftigt waren, und zweitens dazu tendieren, ihre Aussagen im oberen Bereich der Skala zu halten.

Da die Schüler ihren Score nicht selber ausrechnen konnten, und nicht wussten welche Aktivitäten mit höheren Punktzahlen verbunden waren, lassen sich auch hier Verfälschungen ausschliessen.

Die Schüler waren den Fragestellern unbekannt, ein so genanntes "Halo" lässt sich somit ausschliessen. Personen werden nicht besser bewertet, weil sie dem Fragesteller sympathisch sind oder andere Vorteile haben.

Es stellt sich die Frage, ob mit 360 Punkten der Schwellenwert des PABL Scores zu tief gewählt wurde, da ihn 81% der Teilnehmer erreichten oder sogar überschritten.

Wie oben jedoch schon erwähnt, kann eine genügende Stossbelastung auf den Körper eher erreicht sein, als eine genügende Ausdauerbelastung.

Mit einem zehnminütigen Sprungprogramm, das dreimal wöchentlich durchgeführt wird, werden die Knochen einem genügend grossen Belastungsreiz ausgesetzt [9, 10]. Dieser Umfang einer sportlichen Aktivität wäre aber nicht genug, wenn man den metabolischen Wert betrachtet. Somit lassen sich die Resultate von Studien, die eine Aktivitätsmessung im Rahmen einer Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen vorgenommen haben, nicht mit den Resultaten vorliegender Studie vergleichen.

Die Umfrage begrenzt sich auf eine Woche. Wäre sie in den Sommermonaten wiederholt worden, könnte man von einer Veränderung des Scores ausgehen, sind doch die Freizeitaktivitäten im Sommer meist sportlicher Natur.

Durch die bewusste Wahl von drei geografisch verschiedenen Regionen lassen sich Korrelationen zwischen den verschiedenen Scores sowie den ländlichen, urbanen und alpinen Ortschaften machen.

Die Studie hat nicht zwischen verschiedenen sozial Klassen oder Rassen unterschieden.

#### **4.7 Vorschlag für zukünftige Studien**

Es wurden Langzeitstudien durchgeführt, welche 15 und 27 Jahre lang dauerten. Bei beiden Studien wurden die Probanden im Adoleszenten Alter und als Erwachsene in Bezug auf ihre körperliche Fitness und deren Einfluss auf die Knochenmineraldichte untersucht. Die letzten Messungen wurden im Alter von 40 Jahren vorgenommen. Wir konnten keine Studie ausfindig machen, die bereits Probanden im Kleinkindalter bis ins hohe Alter hinein, wenn Osteoporose ein Thema werden kann, begleiteten.

Ebenfalls müsste bei solch Langzeitstudien eine Kontrollgruppe ausser den täglichen Aktivitäten keinen Sport treiben, eine andere nur moderaten Sport und eine Gruppe gezielt einer High Impact Sportart nachgehen, damit man den langfristigen Einfluss von Stossbelastungen messen kann. Dies ist jedoch sehr schwierig durchzuführen und würde wohl ethisch nicht vertretbar sein.

Ebenfalls darf nicht vergessen werden, dass noch weitere Faktoren auf die Knochenmineraldichte Einfluss nehmen. Diese bei jedem Studienteilnehmer exakt aufzuzeichnen wäre eine grosse Herausforderung.

Noch nicht ganz klar war in vorliegenden Studien die Notwendigkeit eines konstanten Reizaufbaus, um den Knochenaufbau und dessen Erhalt für längere Zeit zu bewahren. Interessant wäre zu überprüfen, ob der Erhalt der Knochenmineraldichte bei immer gleich bleibender Belastung auf den Knochen gleich bleibt oder sogar abnimmt. Wie schon oben erwähnt, wird ein gesteigerter Reizaufbau beim Menschen schwer zu messen sein.

Wir haben keine Studie gefunden, bei der erforscht wurde, wie viel Belastung genau nötig ist, um die Knochendichte kontinuierlich aufzubauen oder sie einfach nur zu erhalten. Interessant wäre zu wissen, ob die benötigte Stimulation individuell verschieden ist.

Eine Möglichkeit, die Bodenreaktionskraft genau zu messen, gibt es bereits. Der piezoelektrische Beschleunigungsmesser wird am Körper befestigt und nur während der Körperpflege und des Schlafens abgelegt. Somit hat man eine Aufzeichnung von ungefähr 14 bis 16 Stunden pro Tag. Dieses Gerät kann von Personen unterschiedlichen Alters mit unterschiedlicher Arbeit während mehreren Wochen getragen werden. Der Beschleunigungsmesser wird danach am Computer angeschlossen, und die Daten werden übertragen und ausgewertet. Eine solche Studie wäre sicherlich sehr ausschlussreich und würde vor allem auch viele Informationen über die Stossbelastungen alltäglicher Aktivitäten liefern.

Die Faktoren, die Osteoporose beeinflussen, sind zahlreich und nicht alle messbar oder beeinflussbar. Es ist bekannt, dass eine kalziumreiche und ausgewogene Ernährung wichtig ist, dass die Vererbung eine Rolle spielt, genauso wie der hormonelle Status und der Sport. Studien, die sich mit dem Thema Osteoporose beschäftigten, haben jeweils einzelne Faktoren berücksichtigt. Es ist beinahe unmöglich, alle Prädiktoren in einer einzelnen Studie miteinzubeziehen, obwohl dies die Zusammenhänge am ehesten ersichtlich machen würde.

Bei einem Fragebogen, der die mechanische Belastung misst, wäre eine Korrelation zwischen dem Mass an sportlichen Aktivitäten und der sozialen Schicht, eventuell gemessen am jährlichen Einkommen oder der Rasse, ein weiterer Aspekt den man einschliessen könnte, um zu sehen, ob Unterschiede bestehen und sich die Nötige Intervention gezielt an eine Gruppe richten muss.

Ein solcher Fragebogen sollte auch in einem späteren Alter durchgeführt werden. Beispielsweise nach der obligatorischen Schulzeit, da in Studien ersichtlich wurde, dass mit dem Alter die Aktivität abnimmt und auch der Schulsport wegfallen würde.



## 5 Bibliografie

- (1) Vanderwater EA, Shim MS, Caplovitz AG. Linking obesity and activity level with children's television and video game use, Austin, 2004
- (2) Neville CE et al. Relationship between physical activity and bone mineral status in young adults: the Northern Ireland Young Hearts Project, Northern Ireland, 2002
- (3) Anderson JJ, Rondano P, Holmes A. Roles of diet and physical activity in the prevention of osteoporosis, Chapel Hill, 1996
- (4) No authors listed, WHO Tech Rep Ser. Prevention and management of osteoporosis, 2003
- (5) Reginster JY, Burlet N. Osteoporosis: A still increasing prevalence, Liege, 2006
- (6) Borer KT, Physical activity in the prevention and amelioration of Osteoporosis in women: interaction of mechanical, hormonal dietary factors, Michigan, 2005
- (7) Khan, K. et al. Does childhood and adolescence provide a unique opportunity for exercise to strengthen the skeleton, Australia, 2000
- (8) Javaid MK, Cooper C, Prenatal and Childhood influences on osteoporosis, Southampton, 2002
- (9) Mac Kelvie KJ et al. Bone mass and structure are enhanced following a 2 year randomized controlled trial of exercise in prepubertal boys, Canada, 2004
- (10) Mac Kelvie KJ et al. A school based exercise intervention elicits substantial bone health benefits: a 2 year randomized controlled trial in girls, Canada, 2003
- (11) Kato T, Effect of low- repetition jump training on bone mineral density in young women, Japan, 2005
- (12) Janz K, Physical activity and bone development during childhood and adolescence, Iowa, 2002
- (13) Branca F, Physical activity, diet and skeletal health, Rome, 1999
- (14) Platen P, Prävention und Therapie der Osteoporose: Die Bedeutung des Sports und der körperlichen Aktivität, Deutsches Ärzteblatt, Ausgabe vom 3.10.1997
- (15) Weiss M, Osteoporose: Bewegung und Sport zur Vorsorge und in der Rehabilitation, Paderborn
- (16) Eliakim A, Beyth Y. Exercise training, menstrual irregularities and bone development in children and adolescents, Tel-Aviv, 2003

- (17) Walter U, Kramer S, Robl M. Physical (in)activity in childhood and adolescence, Hannover, 2005
- (18) Marti B. et al. Fakten zur gesundheitlichen Bedeutung von Bewegung und Sport im Jugendalter, Magglingen, 1999
- (19) Kudlacek S, Wilvonseder R, Bewegung und Knochendichte, Journal für Mineralstoffwechsel 1999; 6
- (20) Specker B.L., Role of physical activity on bone mineral content in young children, South Dakota, 2003
- (21) McKay H.A., Lessons learned from school- based intervention trials: UBC Healthy Bone Studies, Canada, 2003
- (22) Warden S.J. et al., Does exercise during growth influence osteoporotic fracture risk later in life?, Indianapolis, 2005
- (23) Karlsson M.K., The skeleton in a long term perspective- Are exercise induced benefits eroded by time?, Schweden, 2003
- (24) Kemmler W. et al. Empfehlungen für ein körperliches Training zur Verbesserung der Knochenfestigkeit: Schlussfolgerung aus Tiermodellen und Untersuchungen an Leistungssportlern, Nürnberg, 2003
- (25) Heinonen A. et al. Bone Mineral Density in Female Athletes Representing Sports With Different Loading Characteristics of the Skeleton, Finland, 1995
- (26) Ho A.Y.Y., Kung A.W.C., Determinants of peak bone mineral density and bone area in young women, Hong Kong, 2005
- (27) Valdimarsson Ö. et al. Lean mass and physical activity as predictors of bone mineral density in 16-20 year old women, Iceland, 1999
- (28) Bachrach L.K., Acquisition of optimal bone mass in childhood and adolescence, Kalifornien, 2001
- (29) Koike T., Evaluation of exercise as a preventive therapy for osteoporosis, Japan, 2005
- (30) Swanenburg J. et al., Physiotherapy interventions in osteoporosis, Zurich, 2003
- (31) Sinaki M., Nonpharmacologic interventions. Exercise, fall prevention, and role of physical medicine, USA, 2003
- (32) Kemper H.C.G. et al., A Fifteen- Year Longitudinal Study in Young Adults on the Relation of Physical Activity and Fitness with the development of the Bone Mass : The Amsterdam Growth and Health Longitudinal Study, Amsterdam, 2000

- (33) H.C.G. Kemper et al. Validation of a Physical Activity Questionnaire to measure the effect of Mechanical Strain on Bone Mass, Amsterdam, 2002
- (34) Ainsworth B.E., Shaw J.M., Hueglin S., Methodology of Activity Surveys to Estimate Mechanical Loading on Bones in Humans, USA, 2002
- (35) Van Langendonck L. et al., Influence of Participation in High- Impact Sports during Adolescence and Adulthood on Bone Mineral Density in Middle-aged Men : A 27- Year Follow- up Study, Belgium, 2002
- (36) Stager M. et al., Self-Reported Physical Activity in Bone Mineral Density in Urban Adolescent Girls, USA, 2006
- (37) Ginty F. et al., Positive, site- specific associations between bone mineral status, fitness, and time spent at high- impact activities in 16- to 18- year- old boys, United Kingdom, 2004
- (38) Streiner, Norman, Health measurements scales, Oxford

## Anhang

- I. Brief an Lehrer
- II. Brief an Eltern
- III. Einverständniserklärung
- IV. Fragebogen
- V. Abschlussbrief an Lehrer, Eltern und Schülern
- VI. Deskriptive Statistik der drei Bereiche mit dem PABL-Score und Angabe der Perzentile
- VII. Geschlechtsspezifische Mittelwerte in Minuten der verschiedenen Vereinsportarten
- VIII. Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Bereiche bei Knaben und Mädchen
- IX. Deskriptive Statistik der Bereiche Schulsport, Freizeit und Vereinsport in Bezug auf das Geschlecht
- X. Deskriptive Statistik der Outcomes der drei Bereiche mit dem PABLS in den fünf Schulorten
- XI. Tests der Zwischensubjekteffekte
- XII. Mehrfachvergleiche nach Bonferroni
- XIII. Korrelationen
- XIV. Häufigkeitsverteilung und kumulierte Prozente beim PABLS\_SP
- XV. Häufigkeitsverteilung und kumulierte Prozente beim PABLS\_FZ
- XVI. Häufigkeitsverteilung und kumulierte Prozente beim PABLS\_VS
- XVII. Häufigkeitsverteilung und kumulierte Prozente beim PABLS

Leukerbad, den ..... 2006

Sehr geehrte Lehrerinnen, sehr geehrte Lehrer

Wir sind zwei Studentinnen der Fachhochschule Westschweiz und sind im letzten Jahr unserer Ausbildung zu Physiotherapeutinnen in Leukerbad.

In unserer Diplomarbeit widmen wir uns dem Thema Osteoporose, wobei wir vor allem den Schwerpunkt auf die Prävention in den Jugendjahren legen.

Osteoporose ist ein Thema, das in letzter Zeit in den Medien immer wieder auftaucht und grosse Kosten im Gesundheitswesen verursacht. Nebst genetisch bedingten Faktoren und einer calciumreichen Ernährung, haben wissenschaftliche Studien erwiesen, dass hauptsächlich der Sport zum Aufbau der Knochenmasse beiträgt.

Mit unserer Diplomarbeit möchten wir aufzeigen, dass man vom Aufbau der Knochenmasse vor allem im Jugendalter profitieren kann. Vielen ist nicht bewusst, dass der Knochen zwischen 20 und 25 Jahren seine höchste Dichte erreicht hat und von da an nicht mehr aufgebaut werden kann. Umso wichtiger ist es, sich als Jugendlicher genügend zu bewegen und den Knochen in richtiger Masse zu belasten.

Viele Studien haben jedoch aufgezeigt, dass gerade bei Jugendlichen die Bewegung im Alltag verloren geht. Um uns selber ein Bild machen zu können wie gut die Vorbeugung gegen Osteoporose in diesem Alter gewährleistet ist, haben wir einen kleinen Fragebogen zusammengestellt, den wir verschiedenen Schulen zukommen liessen.

Die Fragen beziehen sich auf das Bewegungsverhalten der Jugendlichen zwischen 10 und 13 Jahren.

Wir wären froh, wenn Sie den Fragebogen am Anfang der nächsten Woche einsammeln könnten.

Die Umfrage bleibt anonym und die Resultate werden ausschliesslich für wissenschaftliche Zwecke verwendet.

Für allfällige Fragen stehen wir Ihnen natürlich jederzeit zur Verfügung.

Schon im Voraus besten Dank für Ihre wertvolle Mitarbeit und mit freundlichen Grüssen

Lyvia Baumgartner und Jasmin Vonlanthen

Jasmin Vonlanthen  
Eigerstrasse 23  
3185 Schmitten

079 782 48 62  
Jasminvon@hotmail.com

Sehr geehrte Eltern

Wir sind zwei Studentinnen der Fachhochschule Westschweiz und sind im letzten Jahr unserer Ausbildung zu Physiotherapeutinnen in Leukerbad.

In unserer Diplomarbeit widmen wir uns dem Thema Osteoporose (Knochenbrüchigkeit), wobei wir vor allem den Schwerpunkt auf die Prävention in den Jugendjahren legen.

Osteoporose ist ein Thema, das in letzter Zeit in den Medien immer wieder auftaucht und grosse Kosten im Gesundheitswesen verursacht. Nebst genetisch bedingten Faktoren und einer calciumreichen Ernährung, haben wissenschaftliche Studien bewiesen, dass hauptsächlich der Sport zum Aufbau der Knochenmasse beiträgt.

Mit unserer Diplomarbeit möchten wir aufzeigen, dass man vom Aufbau der Knochenmasse vor allem im Jugendalter profitieren kann. Vielen ist nicht bewusst, dass der Knochen zwischen 20 und 25 Jahren seine höchste Dichte erreicht hat und von da an nicht mehr aufgebaut werden kann. Umso wichtiger ist es, sich als Jugendlicher genügend zu bewegen und den Knochen in richtiger Masse zu belasten.

Viele Studien haben jedoch aufgezeigt, dass gerade bei Jugendlichen die Bewegung im Alltag verloren geht. Um uns selber ein Bild machen zu können wie gut die Vorbeugung gegen Osteoporose in diesem Alter gewährleistet ist, haben wir einen kleinen Fragebogen zusammengestellt, den wir verschiedenen Schulen zukommen liessen.

Die Fragen beziehen sich auf das Bewegungsverhalten der Jugendlichen zwischen 10 und 13 Jahren. Die Schüler müssen während einer Woche jeden Abend notieren, was sie an diesem Tag in der Freizeit, während dem Schulsport und im Vereinssport gemacht haben.

Diese Umfrage wird anonym durchgeführt und dient allein wissenschaftlichen Zwecken.

Sollten sie aus irgendeinem Grund nicht einverstanden sein, dass Ihr Kind an dieser Umfrage mitmacht, bitten wir sie den unten angefügten Talon auszufüllen und Ihrem Kind mitzugeben.

Besten Dank

Mit freundlichen Grüssen

Jasmin Vonlanthen & Lyvia Baumgartner  
Eigerstrasse 23  
3185 Schmitten

---

Ich bin nicht damit einverstanden, dass mein Kind an dieser Umfrage teilnimmt.

**Name**

**Datum**

**Unterschrift**

# Einverständniserklärung

Hiermit erkläre ich mich bereit den Fragebogen betreffend "Bewegungsverhalten der Jugend" auszufüllen und nehme zur Kenntnis, dass die Umfrage anonym durchgeführt wird und die Resultate ausschliesslich wissenschaftlichen Zwecken dienen.

**Name**

**Datum und Unterschrift**

## Fragebogen zu den Bewegungsgewohnheiten von Jugendlichen im Alter von 10 bis 13 Jahren

Nachfolgend findest Du für jeden Tag der kommende Woche zwei Frageblätter.

Es ist jeweils in drei Teile eingeteilt.

Was hast Du heute in Deiner Freizeit gemacht? Was im Schulsport? Und was im Verein?

Solltest Du an diesem Tag kein Sport in der Schule oder im Verein gemacht haben, kannst Du diese Abschnitte jeweils auslassen.

Wir bitten Dich den Fragebogen wahrheitsgetreu auszufüllen.

Bei Fragen mit Kästchen musst Du das zutreffende Kästchen ankreuzen. Es kann auch sein, dass mehrere Kästchen zutreffen, in diesem Fall kannst Du sie alle ankreuzen.

Herzlichen Dank für Deine Mitarbeit!

Name \_\_\_\_\_

Vorname \_\_\_\_\_

Alter \_\_\_\_\_

Gewicht \_\_\_\_\_

Ich bin ein

Knabe

Mädchen

# MONTAG

## Freizeit

Heute auf dem Pausenplatz oder nach der Schule habe ich folgendes gemacht:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Skifahren

\_\_\_\_\_min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

## Schulsport

Ich hatte heute keinen Sportunterricht

Ich hatte heute \_\_\_\_\_min Sportunterricht

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

---

---

---

---

---

---

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

## Vereinssport

- Ich habe heute in keiner Sportgruppe mitgemacht
- Ich habe heute noch mit einer Gruppe Sport gemacht

Um was für eine Sportgruppe handelt es sich?

---

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

---

---

---

---

---

---

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_ min

Rennen

\_\_\_\_\_ min

Basketball

\_\_\_\_\_ min

Volleyball

\_\_\_\_\_ min

Tanzen

\_\_\_\_\_ min

Anderes: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ min

# Dienstag

## Freizeit

Heute auf dem Pausenplatz oder nach der Schule habe ich folgendes gemacht:

Hüpfen

\_\_\_\_\_ min

Rennen

\_\_\_\_\_ min

Basketball

\_\_\_\_\_ min

Volleyball

\_\_\_\_\_ min

Skifahren

\_\_\_\_\_ min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ min

## Schulsport

Ich hatte heute keinen Sportunterricht

Ich hatte heute \_\_\_\_\_ min Sportunterricht

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

---

---

---

---

---

---

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_ min

Rennen

\_\_\_\_\_ min

Basketball

\_\_\_\_\_ min

Volleyball

\_\_\_\_\_ min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ min

## Vereinssport

- Ich habe heute in keiner Sportgruppe mitgemacht
- Ich habe heute noch mit einer Gruppe Sport gemacht

Um was für eine Sportgruppe handelt es sich?

\_\_\_\_\_

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_ min

Rennen

\_\_\_\_\_ min

Basketball

\_\_\_\_\_ min

Volleyball

\_\_\_\_\_ min

Tanzen

\_\_\_\_\_ min

Anderes: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ min

# Mittwoch

## Freizeit

Heute auf dem Pausenplatz oder nach der Schule habe ich folgendes gemacht:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Skifahren

\_\_\_\_\_min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

## Schulsport

Ich hatte heute keinen Sportunterricht

Ich hatte heute \_\_\_\_\_min Sportunterricht

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

---

---

---

---

---

---

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

## Vereinssport

- Ich habe heute in keiner Sportgruppe mitgemacht
- Ich habe heute noch mit einer Gruppe Sport gemacht

Um was für eine Sportgruppe handelt es sich?

---

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

---

---

---

---

---

---

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_ min

Rennen

\_\_\_\_\_ min

Basketball

\_\_\_\_\_ min

Volleyball

\_\_\_\_\_ min

Tanzen

\_\_\_\_\_ min

Anderes: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ min

# Donnerstag

## Freizeit

Heute auf dem Pausenplatz oder nach der Schule habe ich folgendes gemacht:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Skifahren

\_\_\_\_\_min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

## Schulsport

Ich hatte heute keinen Sportunterricht

Ich hatte heute \_\_\_\_\_min Sportunterricht

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

---

---

---

---

---

---

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

## Vereinssport

- Ich habe heute in keiner Sportgruppe mitgemacht
- Ich habe heute noch mit einer Gruppe Sport gemacht

Um was für eine Sportgruppe handelt es sich?

---

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

---

---

---

---

---

---

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Tanzen

\_\_\_\_\_min

Anderes: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

# Freitag

## Freizeit

Heute auf dem Pausenplatz oder nach der Schule habe ich folgendes gemacht:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Skifahren

\_\_\_\_\_min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

## Schulsport

Ich hatte heute keinen Sportunterricht

Ich hatte heute \_\_\_\_\_min Sportunterricht

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

---

---

---

---

---

---

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

## Vereinssport

- Ich habe heute in keiner Sportgruppe mitgemacht
- Ich habe heute noch mit einer Gruppe Sport gemacht

Um was für eine Sportgruppe handelt es sich?

---

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

---

---

---

---

---

---

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Tanzen

\_\_\_\_\_min

Anderes: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

# Samstag

## Freizeit

Heute auf dem Pausenplatz oder nach der Schule habe ich folgendes gemacht:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Skifahren

\_\_\_\_\_min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

## Schulsport

Ich hatte heute keinen Sportunterricht

Ich hatte heute \_\_\_\_\_min Sportunterricht

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

---

---

---

---

---

---

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

## Vereinssport

- Ich habe heute in keiner Sportgruppe mitgemacht
- Ich habe heute noch mit einer Gruppe Sport gemacht

Um was für eine Sportgruppe handelt es sich?

---

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

---

---

---

---

---

---

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_ min

Rennen

\_\_\_\_\_ min

Basketball

\_\_\_\_\_ min

Volleyball

\_\_\_\_\_ min

Tanzen

\_\_\_\_\_ min

Anderes: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ min

# Sonntag

## Freizeit

Heute auf dem Pausenplatz oder nach der Schule habe ich folgendes gemacht:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Skifahren

\_\_\_\_\_min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

## Schulsport

Ich hatte heute keinen Sportunterricht

Ich hatte heute \_\_\_\_\_min Sportunterricht

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

---

---

---

---

---

---

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_min

Rennen

\_\_\_\_\_min

Basketball

\_\_\_\_\_min

Volleyball

\_\_\_\_\_min

Anderes : \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_min

## Vereinssport

- Ich habe heute in keiner Sportgruppe mitgemacht
- Ich habe heute noch mit einer Gruppe Sport gemacht

Um was für eine Sportgruppe handelt es sich?

---

Zähle auf, was Ihr heute alles gemacht habt:

---

---

---

---

---

---

Kreuze an, wie lange Du dabei folgendes gemacht hast:

Hüpfen

\_\_\_\_\_ min

Rennen

\_\_\_\_\_ min

Basketball

\_\_\_\_\_ min

Volleyball

\_\_\_\_\_ min

Tanzen

\_\_\_\_\_ min

Anderes: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ min

Liebe Eltern, Lehrer, Schülerinnen und Schüler

Im Frühjahr dieses Jahres hat Ihr Kind einen Fragebogen betreffend Bewegungsverhalten ausgefüllt. Hierfür möchten wir uns nochmals herzlich bedanken, konnten wir doch so schlussendlich nicht weniger als 276 Fragebögen auswerten.

In unserer Diplomarbeit beschäftigen wir uns mit dem Thema Osteoporose (Knochenschwund) und seine Prävention in der Jugend. Mittlerweile ist erwiesen, dass 90% der Knochenmasse in der Jugend aufgebaut wird und mit ca. 25 Jahren abgeschlossen ist. Danach baut sich der Knochen jährlich um 1- 2% ab.

Verschiedene Faktoren beeinflussen die Knochendichte. Neben genetischen und hormonellen Faktoren spielen auch die Ernährung und die Bewegung eine wesentliche Rolle. Sportarten, bei denen der Knochen grossen Kräften ausgesetzt wird, tragen wesentlich zur Gesundheit des Knochens bei. Dies sind beispielsweise alle „Stopp and go“ ( auch High- Impact genannt) Sportarten wie Basketball, Volleyball, Fussball, Tennis usw. Sportarten, bei denen das Körpergewicht abgenommen wird, wie zum Beispiel Schwimmen und Fahrrad fahren, üben keinen positiven Einfluss auf den Knochen aus, obwohl sie natürlich immer noch gute Ausdauersportarten sind.

Studien zeigen, dass man schon durch tägliches intensives Hüpfen von ca. 10 min seine Knochenmasse positiv beeinflusst.

Stimmen, dass unsere Jugend immer sesshafter wird und sich in der Freizeit vor allem mit Computer, Playstation etc. beschäftigen, werden immer lauter.

Wir wollten nun mit unserem Fragebogen ausfindig machen, ob sich die 10- bis 13-jährigen genügend bewegen, um ihre Knochen einem positiven Reiz auszusetzen. Unsere Erhebung führten wir an verschiedenen Schulen im Sensebezirk FR, in Nidau BE und in Leuk VS durch. Dies ermöglichte uns, zu analysieren, ob regionale Unterschiede bestehen.

Für unsere Arbeit interessierte uns vor allem, ob die Kinder genügend in Knochenaufbauenden Sportarten involviert sind. Erfreut können wir feststellen, dass sich die Kinder im allgemeinen genügend bewegen. Dies liegt in diesem Alter sicher auch an den 3 Sportstunden in der Schule. In unserer Auswertung wurde deutlich ersichtlich, dass in Regionen, in denen das Angebot an Vereinssport grösser ist, auch mehr Schüler in den verschiedenen Sportarten, die angeboten werden, mitmachen.

Allgemein führen Mädchen weniger der sogenannten High Impact Sportarten aus und erreichen somit eine kleinere Punktzahl als Knaben.

Uns ist es ein Anliegen die Kinder zu motivieren, sich in der Freizeit vermehrt mit solchen Sportarten zu beschäftigen, spielt doch die Bewegung nebst einer kalziumreicher Ernährung eine grosse Rolle für die Gesundheit unserer Knochen.

Nochmals herzlichen Dank für Ihre Mitarbeit und mit freundlichen Grüssen

Jasmin Vonlanthen & Lyvia Baumgartner

Tabelle VI. Deskriptive Statistik der drei Bereiche mit dem PABL-Score und Angabe der Perzentile

		PABLS-SP	PABLS-FZ	PABLS-VS	PABL Score
N	Gültig	276	276	276	276
	Fehlend	0	0	0	0
<b>Mittelwert</b>		154.04	381.76	183.57	719.37
<b>Median</b>		140.00	306.50	95.00	617.50
<b>Standardabweichung</b>		109.232	308.374	235.801	432.580
<b>Minimum</b>		0	0	0	20
<b>Maximum</b>		740	1670	1120	2230
Perzentile	2	.00	.00	.00	85.80
	4	.00	.00	.00	120.00
	6	.00	18.10	.00	193.86
	8	.00	38.32	.00	230.00
	10	10.00	55.70	.00	244.70
	12	30.96	80.00	.00	280.00
	14	43.90	83.12	.00	293.12
	16	60.00	100.00	.00	322.96
	18	60.00	120.00	.00	340.00
	<b>20</b>	77.00	120.00	.00	<b>374.00</b>
	22	80.00	133.64	.00	389.88
	24	80.00	150.00	.00	412.40
	26	90.00	170.00	.00	420.16
	28	90.00	185.60	.00	442.80
	30	94.20	191.90	.00	450.00
	32	100.00	210.00	.00	480.00
	34	100.00	220.90	.00	491.80
	36	108.60	230.00	22.88	510.00
	38	114.26	240.00	45.00	526.30
	40	120.00	254.00	49.60	549.40
42	120.00	263.40	60.00	555.00	
44	129.40	275.00	60.00	573.52	
46	130.00	282.10	60.00	590.00	
48	135.00	294.80	69.60	600.00	
50	140.00	306.50	95.00	617.50	
52	150.00	320.00	120.00	640.16	
54	150.00	325.16	120.00	650.00	
56	155.60	340.60	120.00	670.00	
<b>58</b>	160.00	<b>361.32</b>	140.00	680.00	
60	160.00	370.00	150.00	698.60	

62	168.96	393.70	160.00	730.00
64	170.00	405.00	180.00	771.40
66	176.00	428.20	180.00	799.10
68	180.00	451.80	200.00	828.72
70	187.80	473.60	239.00	849.50
72	200.00	504.40	240.00	881.76
74	204.94	520.00	270.00	924.60
76	214.00	537.12	300.00	970.00
78	220.00	570.00	320.00	1020.00
80	223.00	580.00	326.00	1066.00
<b>82</b>	233.98	610.56	<b>359.14</b>	1100.00
84	242.72	640.00	410.40	1156.80
86	252.20	695.50	442.20	1204.90
88	267.60	772.80	495.20	1266.40
90	300.00	841.80	541.50	1323.60
92	318.40	880.00	597.60	1446.00
94	320.00	985.04	695.20	1569.12
<b>96</b>	<b>359.20</b>	1085.84	776.80	1762.80
98	466.50	1201.70	874.60	1876.10

---



---

**Tabelle VII. Geschlechtsspezifische Mittelwerte in Minuten der verschiedenen Vereinsportarten**

	Geschlecht		
	m	w	
	Mittelwert	Mittelwert	
VSMinBa	0	0	VSMinBa = Basketball in Minuten pro Woche
VSMinVo	1	12	VSMinVo = Volleyball in Minuten pro Woche
VSMinEis	4	0	VSMinEis = Eishockey in Minuten pro Woche
VSMinFu	72	7	VSMin Fu = Fussball in Minuten pro Woche
VSMinFe	2	6	VSMin Fe = Federball in Minuten pro Woche
VSMinUni	4	1	VSMinUni = Unihockey in Minuten pro Woche
VSMinTe	6	2	VSMinTe = Tennis in Minuten pro Woche
VSMinHa	10	0	VSMinHa = Handball in Minuten pro Woche
VSMinTa	6	36	VSMinTa = Tanzen in Minuten pro Woche
VSMinRe	0	10	VSMinRe = Reiten in Minuten pro Woche
VSMinGe	0	8	VSMinGe = Geräteturnen in Minuten pro Woche
VSMinTi	1	4	VSMinTi = Tischtennistisch in Minuten pro Woche
VSMinKa	5	6	VSMinKa = Karate in Minuten pro Woche
VSMinSch	0	0	VSMinSch= Schwimmen in Minuten pro Woche
VSMinSki	7	0	VSMinSki = Skifahren in Minuten pro Woche

**Tabelle VIII. Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Bereiche bei Knaben und Mädchen**

Geschlecht		PABLS-SP	PABLS-FZ	PABLS-VS	PABLS
N	Gültig	130	130	130	130
	Fehlend	0	0	0	0
	<b>Mittelwert</b>	141.44	424.05	247.39	812.88
	<b>Median</b>	137.50	320.50	150.00	665.00
	<b>Minimum</b>	0	0	0	20
	<b>Maximum</b>	450	1670	1120	2230
	2	.00	.00	.00	46.20
	4	.00	12.40	.00	136.80
	6	.00	36.04	.00	224.68
	8	.00	62.72	.00	242.96
	10	.00	80.40	.00	266.50
	12	21.60	100.00	.00	308.60
	14	34.68	120.00	.00	340.00
	<b>16</b>	49.60	120.00	.00	<b>349.60</b>
	<b>18</b>	60.00	120.00	.00	<b>383.48</b>
	20	60.00	140.00	.00	403.00

22	61.64	150.00	.00	426.56		
24	83.32	174.40	.00	447.20		
26	90.00	190.00	.00	480.00		
28	90.00	200.00	.00	486.80		
30	95.80	221.50	.00	503.00		
32	100.00	230.00	.00	519.68		
34	100.00	235.40	22.16	524.54		
36	105.00	245.48	51.60	552.00		
38	118.24	258.90	67.80	558.68		
40	120.00	270.00	114.00	587.00		
42	120.00	275.10	120.00	590.00		
44	125.00	290.00	120.00	603.84		
46	130.00	295.78	140.00	632.60		
48	134.40	300.00	150.00	649.28		
50	137.50	320.50	150.00	665.00		
52	140.00	327.68	171.20	690.84		
54	150.00	348.70	180.00	724.28		
<b>56</b>	150.00	<b>363.60</b>	180.00	784.12		
58	154.98	377.84	180.00	803.92		
60	160.00	395.60	218.00	819.40		
62	160.00	413.76	246.60	885.50		
64	168.40	457.44	278.40	956.80		
66	170.00	474.46	300.00	974.60		
68	180.00	510.32	320.00	1034.48		
70	180.00	523.50	327.00	1067.00		
<b>72</b>	187.28	531.28	<b>360.00</b>	1096.60		
74	200.00	546.58	389.40	1114.10		
76	201.12	577.80	420.00	1165.60		
78	210.00	612.88	451.80	1190.90		
80	220.00	639.60	480.00	1240.00		
82	220.00	712.68	540.00	1252.10		
84	220.20	782.40	560.00	1289.44		
86	236.60	866.60	613.20	1343.34		
88	242.80	899.92	638.40	1471.00		
90	250.00	968.60	716.00	1581.60		
92	268.32	990.00	735.20	1616.00		
94	302.80	1045.28	782.80	1803.92		
96	320.00	1126.08	868.80	1848.08		
98	335.20	1507.60	1005.60	1943.74		
<b>w</b>	<b>N</b>	<b>Gültig</b>	146	146	146	146
		<b>Fehlend</b>	0	0	0	0

<b>Mittelwert</b>		165.25	344.10	126.75	636.10
<b>Median</b>		150.00	295.00	60.00	586.00
<b>Minimum</b>		0	0	0	46
<b>Maximum</b>		740	1280	880	1905
<b>Perzentile</b>	2	.00	.00	.00	99.70
	4	.00	.00	.00	118.80
	6	.00	.00	.00	182.96
	8	7.60	18.80	.00	200.00
	10	27.00	34.00	.00	227.00
	12	40.00	53.20	.00	270.56
	14	48.32	80.00	.00	282.90
	16	65.20	80.00	.00	290.00
	18	80.00	87.30	.00	307.30
	20	80.00	99.40	.00	327.00
	<b>22</b>	80.00	121.70	.00	<b>350.20</b>
	<b>24</b>	80.00	129.68	.00	<b>382.80</b>
	26	86.10	150.00	.00	400.88
	28	90.00	170.00	.00	415.00
	30	90.60	180.00	.00	421.20
	32	100.00	190.04	.00	440.20
	34	100.00	210.00	.00	450.00
	36	110.00	220.00	.00	453.68
	38	113.72	224.30	29.76	488.60
	40	120.00	237.20	40.00	504.40
	42	120.00	247.40	45.00	530.00
	44	130.00	260.00	48.40	549.04
	46	130.62	273.10	60.00	555.00
	48	137.80	280.00	60.00	572.24
	50	150.00	295.00	60.00	586.00
	52	150.00	310.00	60.00	606.60
	54	160.00	316.90	60.00	616.90
	56	160.00	323.20	60.00	636.60
	58	165.00	340.00	90.00	649.26
	<b>60</b>	166.80	<b>362.60</b>	102.00	656.00
	62	170.56	370.00	120.00	671.40
	64	175.08	386.20	120.00	680.64
	66	180.08	405.00	120.00	695.20
	68	187.84	419.60	139.80	729.04
	70	199.00	447.70	159.00	740.00
	72	209.20	454.20	160.00	770.20
	74	215.56	477.80	180.00	821.20

76	227.20	513.00	200.00	840.00
78	231.98	523.30	233.20	853.30
80	242.40	566.00	240.00	876.00
82	255.40	571.08	257.70	895.54
84	264.80	580.00	274.80	927.88
86	276.30	620.72	308.40	971.68
88	307.44	657.92	320.00	1034.40
<b>90</b>	320.00	724.00	<b>345.40</b>	1096.00
<b>92</b>	338.60	790.00	<b>374.40</b>	1212.60
<b>94</b>	<b>383.10</b>	824.68	459.00	1355.16
96	458.00	896.20	540.60	1490.40
98	521.80	1120.90	744.20	1692.90

**Tabelle IX. Deskriptive Statistik der Bereiche Schulsport, Freizeit und Vereinsport in Bezug auf das Geschlecht**

		Geschlecht	
		m	w
<b>PABLS-SP</b>	<b>Mittelwert</b>	141	165
	<b>Median</b>	138	150
	<b>Minimum</b>	0	0
	<b>Maximum</b>	450	740
	<b>25. Perzentil</b>	85	80
	<b>75. Perzentil</b>	200	220
	<b>Standardabweichung</b>	90	123
<b>PABLS-FZ</b>	<b>Mittelwert</b>	424	344
	<b>Median</b>	321	295
	<b>Minimum</b>	0	0
	<b>Maximum</b>	1670	1280
	<b>25. Perzentil</b>	188	139
	<b>75. Perzentil</b>	571	491
	<b>Standardabweichung</b>	345	267
<b>PABLS-VS</b>	<b>Mittelwert</b>	247	127
	<b>Median</b>	150	60
	<b>Minimum</b>	0	0
	<b>Maximum</b>	1120	880
	<b>25. Perzentil</b>	0	0
	<b>75. Perzentil</b>	420	185
	<b>Standardabweichung</b>	279	171
<b>PABLS</b>	<b>Mittelwert</b>	813	636

<b>Median</b>	665	586
<b>Minimum</b>	20	46
<b>Maximum</b>	2230	1905
<b>25. Perzentil</b>	458	394
<b>75. Perzentil</b>	1153	836
<b>Standardabweichung</b>	485	361

Tabelle X . Deskriptive Statistik der Outcomes der drei Bereiche mit dem PABLS in den fünf Schulorten

		<b>Schulort</b>				
		<b>Brünisried</b>	<b>Schmitten</b>	<b>Tafers</b>	<b>Leuk</b>	<b>Nidau</b>
<b>PABLS-SP</b>	<b>Mittelwert</b>	109	153	141	143	184
	<b>Median</b>	120	150	120	123	160
	<b>Standardabweichung</b>	46	85	83	116	119
	<b>Minimum</b>	0	0	0	0	0
	<b>Maximum</b>	180	310	455	740	550
	<b>25. Perzentil</b>	85	120	80	61	100
	<b>75. Perzentil</b>	138	220	165	200	260
<b>PABLS-FZ</b>	<b>Mittelwert</b>	476	558	417	312	398
	<b>Median</b>	430	360	362	256	310
	<b>Standardabweichung</b>	309	413	296	267	320
	<b>Minimum</b>	160	125	0	0	0
	<b>Maximum</b>	1500	1520	1280	1670	1410
	<b>25. Perzentil</b>	304	210	230	120	134
	<b>75. Perzentil</b>	540	920	530	409	580
<b>PABLS-VS</b>	<b>Mittelwert</b>	120	334	161	128	246
	<b>Median</b>	0	300	150	60	160
	<b>Standardabweichung</b>	269	269	149	189	281
	<b>Minimum</b>	0	0	0	0	0
	<b>Maximum</b>	1120	880	620	865	1080
	<b>25. Perzentil</b>	0	60	53	0	0
	<b>75. Perzentil</b>	145	560	240	195	390
<b>PABLS</b>	<b>Mittelwert</b>	705	1045	719	583	827
	<b>Median</b>	587	905	635	524	680
	<b>Standardabweichung</b>	377	555	377	366	457
	<b>Minimum</b>	280	310	95	20	46
	<b>Maximum</b>	1850	2230	1895	1860	1958
	<b>25. Perzentil</b>	465	547	453	323	490
	<b>75. Perzentil</b>	824	1425	918	738	1110

**Tabelle XI. Tests der Zwischensubjekteffekte**

**Abhängige Variable: PABLS**

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
<b>Korrigiertes Modell</b>	8683488.597(a)	11	789408.054	4.872	.000
Konstanter Term	4099263.969	1	4099263.969	25.299	.000
Alter	110669.476	1	110669.476	.683	.409
Gewicht	183057.506	1	183057.506	1.130	.289
<b>Geschlecht</b>	806304.755	1	806304.755	4.976	<b>.027</b>
<b>Schulort</b>	3859450.848	4	964862.712	5.955	<b>.000</b>
Geschlecht * Schulort	1084671.152	4	271167.788	1.674	.156
Fehler	42776091.443	264	162030.649		
Gesamt	194286091.000	276			
Korrigierte Gesamtvariation	51459580.040	275			

a R-Quadrat = .169 (korrigiertes R-Quadrat = .134)

**Tabelle XII. Mehrfachvergleiche nach Bonferroni**

**Abhängige Variable: PABLS**

(I) Schulort	(J) Schulort	Mittlere Differenz (I-J)	Standardfehler	Signifikanz	95% Konfidenzintervall	
					Untergrenze	Obergrenze
Brünisried	Schmitten	-339.59	135.112	.126	-722.04	42.87
	Tafers	-14.13	116.746	1.000	-344.60	316.33
	Leuk	122.09	105.343	1.000	-176.09	420.28
	Nidau	-122.12	107.319	1.000	-425.90	181.66
<b>Schmitten</b>	Brünisried	339.59	135.112	.126	-42.87	722.04
	<b>Tafers</b>	<b>325.45(*)</b>	112.318	<b>.041</b>	7.52	643.39
	<b>Leuk</b>	<b>461.68(*)</b>	100.414	<b>.000</b>	177.44	745.91
	Nidau	217.47	102.485	.348	-72.63	507.57
Tafers	Brünisried	14.13	116.746	1.000	-316.33	344.60
	Schmitten	-325.45(*)	112.318	.041	-643.39	-7.52
	Leuk	136.22	73.873	.663	-72.88	345.33
	Nidau	-107.98	76.665	1.000	-325.00	109.03
<b>Leuk</b>	Brünisried	-122.09	105.343	1.000	-420.28	176.09
	Schmitten	-461.68(*)	100.414	.000	-745.91	-177.44
	Tafers	-136.22	73.873	.663	-345.33	72.88
	<b>Nidau</b>	<b>-244.21(*)</b>	57.836	<b>.000</b>	-407.92	-80.50
Nidau	Brünisried	122.12	107.319	1.000	-181.66	425.90
	Schmitten	-217.47	102.485	.348	-507.57	72.63
	Tafers	107.98	76.665	1.000	-109.03	325.00
	Leuk	244.21(*)	57.836	.000	80.50	407.92

Basiert auf beobachteten Mittelwerten.

\* Die mittlere Differenz ist auf der Stufe .05 signifikant.

**Tabelle XIII. Korrelationen**

		Alter	Gewicht	PABLS_V		PABLS_F	
				S	PABLS_SP	Z	PABLS
<b>Alter</b>	Korrelation nach Pearson	1	<b>.634(**)</b>	.000	.101	<b>-.291(**)</b>	<b>-.181(**)</b>
	Signifikanz (2-seitig)		<b>.000</b>	.993	.093	<b>.000</b>	<b>.002</b>
	N	276	276	276	276	276	276
<b>Gewicht</b>	Korrelation nach Pearson	.634(**)	1	-.019	.036	<b>-.206(**)</b>	<b>-.148(*)</b>
	Signifikanz (2-seitig)	.000		.756	.550	<b>.001</b>	<b>.014</b>
	N	276	276	276	276	276	276
<b>PABLS-VS</b>	Korrelation nach Pearson	.000	-.019	1	.050	.089	<b>.621(**)</b>
	Signifikanz (2-seitig)	.993	.756		.408	.140	<b>.000</b>
	N	276	276	276	276	276	276
<b>PABLS-SP</b>	Korrelation nach Pearson	.101	.036	.050	1	<b>.133(*)</b>	<b>.375(**)</b>
	Signifikanz (2-seitig)	.093	.550	.408		<b>.027</b>	<b>.000</b>
	N	276	276	276	276	276	276
<b>PABLS-FZ</b>	Korrelation nach Pearson	<b>-.291(**)</b>	<b>-.206(**)</b>	.089	.133(*)	1	<b>.795(**)</b>
	Signifikanz (2-seitig)	.000	.001	.140	.027		<b>.000</b>
	N	276	276	276	276	276	276
<b>PABLS</b>	Korrelation nach Pearson	<b>-.181(**)</b>	<b>-.148(*)</b>	<b>.621(**)</b>	<b>.375(**)</b>	<b>.795(**)</b>	1
	Signifikanz (2-seitig)	.002	.014	.000	.000	.000	
	N	276	276	276	276	276	276

\*\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

\* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

**Tabelle XIV. Häufigkeitsverteilung und kumulierte Prozente beim PABLS\_SP**

Geschlecht		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
m	Gültig				
	0	15	11.5	11.5	11.5
	30	2	1.5	1.5	13.1
	34	1	.8	.8	13.8
	36	1	.8	.8	14.6
	40	1	.8	.8	15.4
	50	1	.8	.8	16.2
	55	1	.8	.8	16.9
	60	6	4.6	4.6	21.5
	62	1	.8	.8	22.3
	75	1	.8	.8	23.1
	82	1	.8	.8	23.8
	85	2	1.5	1.5	25.4
	90	4	3.1	3.1	28.5
	92	1	.8	.8	29.2

		94	1	.8	.8	30.0
		100	6	4.6	4.6	34.6
		105	3	2.3	2.3	36.9
		112	1	.8	.8	37.7
		120	7	5.4	5.4	43.1
		125	2	1.5	1.5	44.6
		130	4	3.1	3.1	47.7
		135	3	2.3	2.3	50.0
		140	4	3.1	3.1	53.1
		150	5	3.8	3.8	56.9
		154	1	.8	.8	57.7
		155	2	1.5	1.5	59.2
		160	6	4.6	4.6	63.8
		170	4	3.1	3.1	66.9
		180	5	3.8	3.8	70.8
		182	1	.8	.8	71.5
		186	1	.8	.8	72.3
		190	1	.8	.8	73.1
		200	4	3.1	3.1	76.2
		202	1	.8	.8	76.9
		210	3	2.3	2.3	79.2
		220	7	5.4	5.4	84.6
		225	1	.8	.8	85.4
		230	1	.8	.8	86.2
		240	3	2.3	2.3	88.5
		250	3	2.3	2.3	90.8
		260	2	1.5	1.5	92.3
		276	1	.8	.8	93.1
		300	2	1.5	1.5	94.6
		320	5	3.8	3.8	98.5
		<b>360</b>	1	.8	.8	<b>99.2</b>
		450	1	.8	.8	100.0
		Gesamt	130	100.0	100.0	
w	Gültig	0	11	7.5	7.5	7.5
		10	2	1.4	1.4	8.9
		20	1	.7	.7	9.6
		30	2	1.4	1.4	11.0
		40	2	1.4	1.4	12.3
		45	1	.7	.7	13.0
		46	1	.7	.7	13.7
		50	1	.7	.7	14.4
		60	2	1.4	1.4	15.8
		70	1	.7	.7	16.4
		75	1	.7	.7	17.1
		80	12	8.2	8.2	25.3
		85	1	.7	.7	26.0
		90	6	4.1	4.1	30.1

96	1	.7	.7	30.8
100	5	3.4	3.4	34.2
105	1	.7	.7	34.9
110	3	2.1	2.1	37.0
112	1	.7	.7	37.7
114	1	.7	.7	38.4
115	1	.7	.7	39.0
120	5	3.4	3.4	42.5
125	1	.7	.7	43.2
130	4	2.7	2.7	45.9
131	1	.7	.7	46.6
132	1	.7	.7	47.3
135	1	.7	.7	47.9
140	2	1.4	1.4	49.3
150	5	3.4	3.4	52.7
151	1	.7	.7	53.4
160	6	4.1	4.1	57.5
165	3	2.1	2.1	59.6
166	1	.7	.7	60.3
170	3	2.1	2.1	62.3
174	1	.7	.7	63.0
175	2	1.4	1.4	64.4
176	2	1.4	1.4	65.8
180	1	.7	.7	66.4
184	2	1.4	1.4	67.8
188	1	.7	.7	68.5
190	2	1.4	1.4	69.9
200	2	1.4	1.4	71.2
205	1	.7	.7	71.9
210	1	.7	.7	72.6
214	2	1.4	1.4	74.0
216	1	.7	.7	74.7
220	2	1.4	1.4	76.0
230	3	2.1	2.1	78.1
233	1	.7	.7	78.8
240	2	1.4	1.4	80.1
244	1	.7	.7	80.8
250	2	1.4	1.4	82.2
260	3	2.1	2.1	84.2
270	3	2.1	2.1	86.3
285	1	.7	.7	87.0
300	1	.7	.7	87.7
306	1	.7	.7	88.4
310	2	1.4	1.4	89.7
320	2	1.4	1.4	91.1
335	2	1.4	1.4	92.5
<b>350</b>	2	1.4	1.4	<b>93.8</b>
<b>375</b>	1	.7	.7	<b>94.5</b>
420	1	.7	.7	95.2

430	1	.7	.7	95.9
455	1	.7	.7	96.6
480	1	.7	.7	97.3
510	1	.7	.7	97.9
520	1	.7	.7	98.6
550	1	.7	.7	99.3
740	1	.7	.7	100.0
Gesamt	146	100.0	100.0	

**Tabelle XV. Häufigkeitsverteilung und kumulierte Prozente beim PABLS-FZ**

Geschlecht		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
<b>m</b>	Gültig	0	4	3.1	3.1
		10	1	.8	3.8
		20	1	.8	4.6
		24	1	.8	5.4
		38	1	.8	6.2
		50	1	.8	6.9
		56	1	.8	7.7
		70	1	.8	8.5
		75	1	.8	9.2
		80	1	.8	10.0
		84	1	.8	10.8
		100	2	1.5	12.3
		110	1	.8	13.1
		120	7	5.4	18.5
		125	1	.8	19.2
		140	2	1.5	20.8
		150	2	1.5	22.3
		160	1	.8	23.1
		170	1	.8	23.8
		180	1	.8	24.6
		190	3	2.3	26.9
		200	2	1.5	28.5
		205	1	.8	29.2
		220	1	.8	30.0
		225	1	.8	30.8
		230	4	3.1	33.8
		240	2	1.5	35.4
		245	1	.8	36.2
		248	1	.8	36.9
		255	1	.8	37.7
		260	2	1.5	39.2
		270	2	1.5	40.8

275	2	1.5	1.5	42.3
280	1	.8	.8	43.1
290	3	2.3	2.3	45.4
295	1	.8	.8	46.2
298	1	.8	.8	46.9
300	2	1.5	1.5	48.5
304	1	.8	.8	49.2
320	1	.8	.8	50.0
321	1	.8	.8	50.8
324	1	.8	.8	51.5
326	1	.8	.8	52.3
340	1	.8	.8	53.1
345	1	.8	.8	53.8
350	1	.8	.8	54.6
354	1	.8	.8	55.4
<b>360</b>	1	.8	.8	<b>56.2</b>
370	2	1.5	1.5	57.7
378	1	.8	.8	58.5
390	1	.8	.8	59.2
395	1	.8	.8	60.0
396	1	.8	.8	60.8
400	1	.8	.8	61.5
412	1	.8	.8	62.3
420	1	.8	.8	63.1
444	1	.8	.8	63.8
460	1	.8	.8	64.6
465	1	.8	.8	65.4
474	1	.8	.8	66.2
475	1	.8	.8	66.9
500	1	.8	.8	67.7
510	1	.8	.8	68.5
514	1	.8	.8	69.2
520	1	.8	.8	70.0
525	1	.8	.8	70.8
530	2	1.5	1.5	72.3
534	1	.8	.8	73.1
540	1	.8	.8	73.8
547	1	.8	.8	74.6
570	1	.8	.8	75.4
575	1	.8	.8	76.2
580	1	.8	.8	76.9
606	1	.8	.8	77.7
610	1	.8	.8	78.5
626	1	.8	.8	79.2
638	1	.8	.8	80.0

		640	1	.8	.8	80.8
		670	1	.8	.8	81.5
		690	1	.8	.8	82.3
		744	2	1.5	1.5	83.8
		780	1	.8	.8	84.6
		840	1	.8	.8	85.4
		860	1	.8	.8	86.2
		870	1	.8	.8	86.9
		880	1	.8	.8	87.7
		896	1	.8	.8	88.5
		910	1	.8	.8	89.2
		920	1	.8	.8	90.0
		974	1	.8	.8	90.8
		982	1	.8	.8	91.5
		990	2	1.5	1.5	93.1
		1030	1	.8	.8	93.8
		1038	1	.8	.8	94.6
		1090	1	.8	.8	95.4
		1120	1	.8	.8	96.2
		1128	1	.8	.8	96.9
		1410	1	.8	.8	97.7
		1500	1	.8	.8	98.5
		1520	1	.8	.8	99.2
		1670	1	.8	.8	100.0
		Gesamt	130	100.0	100.0	
w	Gültig	0	9	6.2	6.2	6.2
		15	2	1.4	1.4	7.5
		20	3	2.1	2.1	9.6
		40	1	.7	.7	10.3
		50	2	1.4	1.4	11.6
		55	1	.7	.7	12.3
		60	1	.7	.7	13.0
		80	6	4.1	4.1	17.1
		85	1	.7	.7	17.8
		90	2	1.4	1.4	19.2
		95	1	.7	.7	19.9
		106	1	.7	.7	20.5
		110	1	.7	.7	21.2
		120	1	.7	.7	21.9
		125	2	1.4	1.4	23.3
		128	1	.7	.7	24.0
		134	1	.7	.7	24.7
		140	1	.7	.7	25.3
		150	2	1.4	1.4	26.7
		160	1	.7	.7	27.4
		170	3	2.1	2.1	29.5
		180	2	1.4	1.4	30.8
		190	2	1.4	1.4	32.2

191	1	.7	.7	32.9
210	3	2.1	2.1	34.9
220	4	2.7	2.7	37.7
225	1	.7	.7	38.4
230	2	1.4	1.4	39.7
239	1	.7	.7	40.4
240	2	1.4	1.4	41.8
250	1	.7	.7	42.5
256	1	.7	.7	43.2
260	2	1.4	1.4	44.5
270	2	1.4	1.4	45.9
275	1	.7	.7	46.6
280	3	2.1	2.1	48.6
285	1	.7	.7	49.3
290	1	.7	.7	50.0
300	1	.7	.7	50.7
309	1	.7	.7	51.4
310	2	1.4	1.4	52.7
315	2	1.4	1.4	54.1
320	3	2.1	2.1	56.2
330	2	1.4	1.4	57.5
340	2	1.4	1.4	58.9
345	1	.7	.7	59.6
<b>362</b>	1	.7	.7	<b>60.3</b>
365	1	.7	.7	61.0
370	3	2.1	2.1	63.0
380	1	.7	.7	63.7
385	1	.7	.7	64.4
400	2	1.4	1.4	65.8
405	2	1.4	1.4	67.1
410	1	.7	.7	67.8
420	1	.7	.7	68.5
430	1	.7	.7	69.2
445	1	.7	.7	69.9
448	1	.7	.7	70.5
450	2	1.4	1.4	71.9
455	1	.7	.7	72.6
456	1	.7	.7	73.3
470	1	.7	.7	74.0
480	1	.7	.7	74.7
490	1	.7	.7	75.3
495	1	.7	.7	76.0
520	3	2.1	2.1	78.1
525	1	.7	.7	78.8
540	1	.7	.7	79.5
560	1	.7	.7	80.1

570	3	2.1	2.1	82.2
572	1	.7	.7	82.9
580	3	2.1	2.1	84.9
600	1	.7	.7	85.6
614	1	.7	.7	86.3
630	1	.7	.7	87.0
640	1	.7	.7	87.7
650	1	.7	.7	88.4
672	1	.7	.7	89.0
680	1	.7	.7	89.7
715	1	.7	.7	90.4
745	1	.7	.7	91.1
750	1	.7	.7	91.8
790	2	1.4	1.4	93.2
820	2	1.4	1.4	94.5
846	1	.7	.7	95.2
880	2	1.4	1.4	96.6
1015	1	.7	.7	97.3
1100	1	.7	.7	97.9
1120	1	.7	.7	98.6
1135	1	.7	.7	99.3
1280	1	.7	.7	100.0
Gesamt	146	100.0	100.0	

**Tabelle XVI. Häufigkeitsverteilung und kumulierte Prozente beim PABLS-VS**

Geschlecht		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
m	Gültig	0	43	33.1	33.1
		20	1	.8	33.8
		24	1	.8	34.6
		48	1	.8	35.4
		50	1	.8	36.2
		60	2	1.5	37.7
		70	1	.8	38.5
		90	1	.8	39.2
		110	1	.8	40.0
		120	7	5.4	45.4
		140	2	1.5	46.9
		150	5	3.8	50.8
		170	2	1.5	52.3
		180	8	6.2	58.5
		200	2	1.5	60.0
		230	1	.8	60.8
		240	2	1.5	62.3

270	2	1.5	1.5	63.8
280	2	1.5	1.5	65.4
300	2	1.5	1.5	66.9
310	1	.8	.8	67.7
320	3	2.3	2.3	70.0
330	1	.8	.8	70.8
340	1	.8	.8	71.5
<b>360</b>	2	1.5	1.5	<b>73.1</b>
380	1	.8	.8	73.8
390	1	.8	.8	74.6
420	3	2.3	2.3	76.9
440	1	.8	.8	77.7
450	1	.8	.8	78.5
460	1	.8	.8	79.2
480	2	1.5	1.5	80.8
500	1	.8	.8	81.5
540	2	1.5	1.5	83.1
560	3	2.3	2.3	85.4
600	1	.8	.8	86.2
620	1	.8	.8	86.9
630	2	1.5	1.5	88.5
660	1	.8	.8	89.2
680	1	.8	.8	90.0
720	2	1.5	1.5	91.5
730	1	.8	.8	92.3
740	1	.8	.8	93.1
780	2	1.5	1.5	94.6
800	1	.8	.8	95.4
865	1	.8	.8	96.2
870	1	.8	.8	96.9
924	1	.8	.8	97.7
960	1	.8	.8	98.5
1080	1	.8	.8	99.2
1120	1	.8	.8	100.0
Gesamt	130	100.0	100.0	
<b>w</b>	<b>Gültig</b>			
0	53	36.3	36.3	36.3
15	1	.7	.7	37.0
16	1	.7	.7	37.7
32	1	.7	.7	38.4
35	1	.7	.7	39.0
40	2	1.4	1.4	40.4
45	5	3.4	3.4	43.8
50	1	.7	.7	44.5
60	18	12.3	12.3	56.8

70	1	.7	.7	57.5
90	3	2.1	2.1	59.6
100	1	.7	.7	60.3
110	1	.7	.7	61.0
120	9	6.2	6.2	67.1
135	1	.7	.7	67.8
140	1	.7	.7	68.5
150	2	1.4	1.4	69.9
160	4	2.7	2.7	72.6
180	4	2.7	2.7	75.3
200	2	1.4	1.4	76.7
205	1	.7	.7	77.4
220	1	.7	.7	78.1
240	5	3.4	3.4	81.5
255	1	.7	.7	82.2
260	1	.7	.7	82.9
270	2	1.4	1.4	84.2
280	1	.7	.7	84.9
300	2	1.4	1.4	86.3
320	4	2.7	2.7	89.0
340	2	1.4	1.4	90.4
358	1	.7	.7	91.1
359	1	.7	.7	91.8
<b>360</b>	1	.7	.7	<b>92.5</b>
420	2	1.4	1.4	93.8
450	1	.7	.7	94.5
500	1	.7	.7	95.2
520	1	.7	.7	95.9
540	1	.7	.7	96.6
545	1	.7	.7	97.3
585	1	.7	.7	97.9
740	1	.7	.7	98.6
810	1	.7	.7	99.3
880	1	.7	.7	100.0
Gesamt	146	100.0	100.0	

**Tabelle XVII. Häufigkeitsverteilung und kumulierte Prozente beim PABLS**

Geschlecht		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
<b>m</b>	Gültig	20	1	.8	.8
		40	1	.8	1.5
		50	1	.8	2.3

75	1	.8	.8	3.1
120	1	.8	.8	3.8
190	1	.8	.8	4.6
192	1	.8	.8	5.4
230	1	.8	.8	6.2
240	1	.8	.8	6.9
242	1	.8	.8	7.7
244	1	.8	.8	8.5
245	1	.8	.8	9.2
265	1	.8	.8	10.0
280	1	.8	.8	10.8
305	1	.8	.8	11.5
310	1	.8	.8	12.3
325	1	.8	.8	13.1
340	3	2.3	2.3	15.4
<b>350</b>	1	.8	.8	<b>16.2</b>
<b>370</b>	1	.8	.8	<b>16.9</b>
380	1	.8	.8	17.7
386	1	.8	.8	18.5
388	1	.8	.8	19.2
400	1	.8	.8	20.0
415	1	.8	.8	20.8
420	1	.8	.8	21.5
428	1	.8	.8	22.3
434	1	.8	.8	23.1
445	1	.8	.8	23.8
450	1	.8	.8	24.6
460	1	.8	.8	25.4
480	3	2.3	2.3	27.7
490	2	1.5	1.5	29.2
500	1	.8	.8	30.0
510	1	.8	.8	30.8
516	1	.8	.8	31.5
520	1	.8	.8	32.3
523	1	.8	.8	33.1
524	1	.8	.8	33.8
525	1	.8	.8	34.6
540	1	.8	.8	35.4
552	2	1.5	1.5	36.9
554	1	.8	.8	37.7
560	2	1.5	1.5	39.2
585	1	.8	.8	40.0
590	4	3.1	3.1	43.1
600	1	.8	.8	43.8
606	1	.8	.8	44.6
615	1	.8	.8	45.4
630	1	.8	.8	46.2
640	1	.8	.8	46.9
644	1	.8	.8	47.7

650	1	.8	.8	48.5
656	1	.8	.8	49.2
660	1	.8	.8	50.0
670	1	.8	.8	50.8
680	1	.8	.8	51.5
690	1	.8	.8	52.3
697	1	.8	.8	53.1
708	1	.8	.8	53.8
730	1	.8	.8	54.6
770	1	.8	.8	55.4
778	1	.8	.8	56.2
795	1	.8	.8	56.9
800	1	.8	.8	57.7
804	1	.8	.8	58.5
810	1	.8	.8	59.2
817	1	.8	.8	60.0
821	1	.8	.8	60.8
828	1	.8	.8	61.5
880	1	.8	.8	62.3
905	1	.8	.8	63.1
940	1	.8	.8	63.8
960	1	.8	.8	64.6
970	2	1.5	1.5	66.2
980	1	.8	.8	66.9
1020	1	.8	.8	67.7
1034	1	.8	.8	68.5
1040	1	.8	.8	69.2
1060	1	.8	.8	70.0
1070	1	.8	.8	70.8
1090	1	.8	.8	71.5
1095	1	.8	.8	72.3
1100	2	1.5	1.5	73.8
1115	1	.8	.8	74.6
1150	1	.8	.8	75.4
1160	1	.8	.8	76.2
1170	2	1.5	1.5	77.7
1190	1	.8	.8	78.5
1195	1	.8	.8	79.2
1240	2	1.5	1.5	80.8
1244	1	.8	.8	81.5
1250	1	.8	.8	82.3
1255	1	.8	.8	83.1
1270	1	.8	.8	83.8
1289	1	.8	.8	84.6
1300	1	.8	.8	85.4
1311	1	.8	.8	86.2
1360	1	.8	.8	86.9

		1425	1	.8	.8	87.7
		1450	1	.8	.8	88.5
		1525	1	.8	.8	89.2
		1560	1	.8	.8	90.0
		1584	1	.8	.8	90.8
		1586	1	.8	.8	91.5
		1590	1	.8	.8	92.3
		1640	1	.8	.8	93.1
		1770	1	.8	.8	93.8
		1800	1	.8	.8	94.6
		1828	1	.8	.8	95.4
		1842	1	.8	.8	96.2
		1850	1	.8	.8	96.9
		1860	1	.8	.8	97.7
		1935	1	.8	.8	98.5
		1958	1	.8	.8	99.2
		2230	1	.8	.8	100.0
		Gesamt	130	100.0	100.0	
w	Gültig	46	1	.7	.7	.7
		95	1	.7	.7	1.4
		100	1	.7	.7	2.1
		105	1	.7	.7	2.7
		110	1	.7	.7	3.4
		120	2	1.4	1.4	4.8
		160	1	.7	.7	5.5
		188	1	.7	.7	6.2
		195	1	.7	.7	6.8
		200	2	1.4	1.4	8.2
		210	1	.7	.7	8.9
		220	1	.7	.7	9.6
		230	1	.7	.7	10.3
		240	1	.7	.7	11.0
		268	1	.7	.7	11.6
		272	1	.7	.7	12.3
		280	2	1.4	1.4	13.7
		285	1	.7	.7	14.4
		286	1	.7	.7	15.1
		290	2	1.4	1.4	16.4
		294	1	.7	.7	17.1
		305	1	.7	.7	17.8
		310	1	.7	.7	18.5
		322	1	.7	.7	19.2
		325	1	.7	.7	19.9
		330	1	.7	.7	20.5
		<b>340</b>	2	1.4	1.4	<b>21.9</b>
		<b>370</b>	1	.7	.7	<b>22.6</b>
		380	2	1.4	1.4	24.0
		390	1	.7	.7	24.7
		395	1	.7	.7	25.3
		400	1	.7	.7	26.0

404	1	.7	.7	26.7
410	1	.7	.7	27.4
415	2	1.4	1.4	28.8
420	2	1.4	1.4	30.1
432	1	.7	.7	30.8
439	1	.7	.7	31.5
440	1	.7	.7	32.2
445	1	.7	.7	32.9
450	4	2.7	2.7	35.6
454	1	.7	.7	36.3
480	2	1.4	1.4	37.7
490	1	.7	.7	38.4
500	1	.7	.7	39.0
502	1	.7	.7	39.7
505	1	.7	.7	40.4
510	1	.7	.7	41.1
530	2	1.4	1.4	42.5
540	1	.7	.7	43.2
547	1	.7	.7	43.8
550	1	.7	.7	44.5
554	1	.7	.7	45.2
555	2	1.4	1.4	46.6
560	1	.7	.7	47.3
570	1	.7	.7	47.9
574	1	.7	.7	48.6
584	1	.7	.7	49.3
585	1	.7	.7	50.0
587	1	.7	.7	50.7
600	2	1.4	1.4	52.1
615	3	2.1	2.1	54.1
620	1	.7	.7	54.8
626	1	.7	.7	55.5
635	1	.7	.7	56.2
640	1	.7	.7	56.8
645	1	.7	.7	57.5
649	1	.7	.7	58.2
650	2	1.4	1.4	59.6
655	1	.7	.7	60.3
660	1	.7	.7	61.0
670	2	1.4	1.4	62.3
680	3	2.1	2.1	64.4
688	1	.7	.7	65.1
690	1	.7	.7	65.8
695	1	.7	.7	66.4
705	1	.7	.7	67.1

706	1	.7	.7	67.8
730	2	1.4	1.4	69.2
740	2	1.4	1.4	70.5
745	2	1.4	1.4	71.9
775	1	.7	.7	72.6
785	1	.7	.7	73.3
790	1	.7	.7	74.0
830	1	.7	.7	74.7
835	1	.7	.7	75.3
840	2	1.4	1.4	76.7
845	1	.7	.7	77.4
850	1	.7	.7	78.1
855	2	1.4	1.4	79.5
870	1	.7	.7	80.1
880	1	.7	.7	80.8
884	1	.7	.7	81.5
895	1	.7	.7	82.2
896	1	.7	.7	82.9
905	1	.7	.7	83.6
925	1	.7	.7	84.2
931	1	.7	.7	84.9
952	1	.7	.7	85.6
970	1	.7	.7	86.3
974	1	.7	.7	87.0
992	1	.7	.7	87.7
1020	1	.7	.7	88.4
1060	1	.7	.7	89.0
1082	1	.7	.7	89.7
1090	1	.7	.7	90.4
1110	1	.7	.7	91.1
1144	1	.7	.7	91.8
1185	1	.7	.7	92.5
1300	1	.7	.7	93.2
1305	1	.7	.7	93.8
1353	1	.7	.7	94.5
1365	1	.7	.7	95.2
1420	1	.7	.7	95.9
1485	1	.7	.7	96.6
1530	1	.7	.7	97.3
1545	1	.7	.7	97.9
1680	1	.7	.7	98.6
1895	1	.7	.7	99.3
1905	1	.7	.7	100.0
Gesamt	146	100.0	100.0	