

**Aus der Universitätsklinik für Kinder- und Jugendmedizin  
Tübingen**

**Abteilung Kinderheilkunde IV mit Poliklinik**

**Ärztlicher Direktor: Professor Dr. C. F. Poets**

**Übereinstimmung objektiver Messungen und  
subjektiver Angaben  
beim Schnarchen von Kindern**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin  
der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen**

**vorgelegt von  
Melanie Julia Tannert**

**aus**

**Halle**

**2011**

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. C. F. Poets

2. Berichterstatter: Frau Professor Dr. I. Krägeloh-Mann

Für mein Liebstes



# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	4
1.1. Übersicht der schlafbezogenen Atmungsstörungen (SBAS) im Kindesalter..	4
1.2. Obstruktive schlafbezogene Atemstörungen .....	5
1.2.1. Symptome .....	5
1.2.2. Risikofaktoren.....	7
1.2.3. Prävalenz .....	7
1.2.4. Diagnostik.....	8
1.2.5. Polygraphie (PSG).....	9
1.2.6. Therapien.....	10
1.3. Relevanz und Ziel der Arbeit.....	12
1.4. Vorarbeiten: Studiendesign, Probanden und Datenerfassung der OSA- Prävalenz-Studie in Hannover .....	14
1.4.1. Erste Schritte zur Rekrutierung der Studienpopulation .....	14
1.4.2. Fragebögen .....	15
1.4.3. Weitere Auswahlkriterien der Studienpopulation .....	16
1.4.4. Charakteristik der ausgewählten Studienpopulation 2001 .....	17
1.4.5. Prävalenz des Habituellen Schnarchens .....	17
1.4.6. Heimpulsoximetrie (HPO)- Screening.....	17
1.4.7. Heimpolygraphie .....	19
1.4.8. Bildliche Veranschaulichung des Screeningprozesses der OSA- Prävalenzstudie .....	20
2. Material und Methoden.....	21
2.1. Probanden.....	21
2.2. Datenerfassung .....	22

2.2.1.	Elternfragebogen.....	22
2.2.2.	Heimpolygraphie (HPSG) .....	23
2.3.	Datenauswertung und Auswertkriterien.....	28
2.3.1.	Einschlusskriterien.....	29
2.4.	Statistische Analyse .....	29
3.	Ergebnisse.....	31
3.1.	Charakteristik des Patientenkollektivs.....	31
3.1.1.	Aufzeichnungsdauer .....	32
3.1.2.	Bildung der Eltern .....	32
3.2.	Ergebnisse der Heimpolygraphieaufzeichnungen.....	33
3.2.1.	Auswertungsstrategie 1 (Snore1, Snore1_pro) .....	33
3.2.2.	Auswertungsstrategie 2 (Snore2, Snore2_pro) .....	35
3.2.3.	Auswertungsstrategie 3 (Snore3, Snore3_pro) .....	37
3.2.4.	Zusammenfassung der Einzelergebnisse Snore 1-3.....	39
3.2.5.	Zusammenfassung der Einzelergebnisse Snore_pro1-3 .....	40
3.2.6.	Zusammenfassung der Ausreißeranteile für Snore1-3.....	41
3.3.	Ergebnisse der Eltern-Fragebögen.....	41
3.4.	Korrelationen zwischen den klinischen Aufzeichnungsergebnisse und den Fragebogenergebnissen.....	42
3.4.1.	Ergebnisse für die Auswertungsstrategien snore1 bis snore3 .....	42
3.4.2.	Ergebnisse für die Auswertungsstrategien snore1_pro bis snore3_pro .....	43
3.4.3.	ROC-Kurven.....	46
4.	Diskussion.....	50
4.1.	Interpretation der Ergebnisse .....	52
4.1.1.	Studiendesign und Charakteristik der Studienpopulation.....	52

4.1.2.	Ergebnisse der Heimpolygraphieaufzeichnungen.....	54
4.1.3.	Eltern-Fragebögen.....	56
4.1.4.	Korrelationen zwischen den Elternfragebögen und den HPSG .....	57
4.1.5.	ROC-Kurve.....	58
4.2.	Ausblick und weiterführende Studiendesigns .....	60
5.	Zusammenfassung .....	62
6.	Literatur .....	63
7.	Anhang.....	69
7.1.	Abkürzungsverzeichnis.....	69
7.2.	Abbildungsverzeichnis.....	70
7.3.	Tabellenverzeichnis .....	72
7.4.	Fragebögen.....	73
8.	Danksagung .....	77

## 1. Einleitung

### 1.1. Übersicht der schlafbezogenen Atmungsstörungen (SBAS) im Kindesalter

In den Sprechstunden werden Schlafstörungen bei Kindern und Jugendlichen häufig genannt. Unter Schlafstörungen leiden ca. 25% aller Kleinkinder, beinahe 50% aller Schulkinder sowie 33% aller Jugendlichen (10). Es werden insgesamt 80 Formen von Schlafstörungen unterschieden. Bei der Suche nach den somatischen Ursachen einer Schlafstörung wird zunächst eine Abgrenzung zwischen Insomnie, Hypersomnie und Parasomnie vorgenommen.

**Tabelle 1: Ursachen der verschiedenen Schlafstörungen (37)**

Schlafstörungen	Ursachen	
Insomnie	Ungünstige Rituale	
	Falsche Schlafhygiene,-rhythmen	
	Psychischer/physischer Stress	Fieber
		Schmerzen
		Herz-Kreislaufprobleme
		Neurologische Ursachen
		Schlaf-Apnoe-Syndrom
	Aufmerksamkeitsdefizit- und Hyperaktivitäts-Syndrom	
	Tic-Störungen, Tourette-Syndrom	
	Angststörungen	
Depressionen		
Psychosen		
Hypersomnie	Ungenügende Schlafdauer nachts	
	Gestörter Schlaf	Schlaf-Apnoe-Syndrom
		Häufige Parasomnien
		Grundkrankheiten
		Medikamente, Drogen, Entzug
	Erhöhter Schlafbedarf	Narkolepsie
		Idiopathische Hypersomnie
		Depressionen
	Gestörter Schlafzyklus	Kleine-Levin-Syndrom
		Jet-Lag
Advanced/Delayed-Sleep-Phase-Syndrome		
Parasomnie	Non-REM-Parasomnie	Jactatio capitis
		Pavor nocturnus
		Schlafwandeln
	REM-Parasomnien	Alpträume
	Enuresis	
	Epileptische Anfälle	

Das obstruktive Schlaf-Apnoe-Hypopnoe-Syndrom (OSAHS), die schwerste Form der obstruktiven SBAS, ist eine Schlafstörung, welche sowohl in den Bereich der

Insomnien als auch der Hypersomnien eingeordnet werden kann (Siehe Tabelle 1). Es soll in dieser Arbeit unter anderem Schwerpunkt der Betrachtungen sein, denn SBAS gehören neben Allergien und Asthma zu den häufigsten und bedeutendsten chronischen Atemwegserkrankungen im Kindesalter (83). Im Grundschulalter schnarchen etwa 10% aller Kinder regelmäßig (73), (79).

Es gibt eine Vielzahl von verschiedenen Krankheitsbildern der SBAS. Man unterscheidet zentrale, periphere und obstruktive Formen, bei denen die Störungen in den jeweils unterschiedlichen Bereichen angesiedelt sind. Bei der zentralen Form ist das zentrale Nervensystem betroffen. Beispielsweise sind die Arnold-Chiari-Malformation Typ I und II oder auch Hirntumoren mit einer SBAS assoziiert (83). Mit den peripheren SBAS sind Erkrankungen der  $\alpha$ -Motoneurone wie die Spinale Muskelatrophie oder primäre Muskelerkrankungen mit Beteiligung des Zwerchfells wie beispielsweise bei Muskeldystrophien (M. Duchenne) assoziiert (74).

In nachfolgendem Abschnitt soll nun näher auf die obstruktiven SBAS eingegangen werden.

### **1.2. Obstruktive schlafbezogene Atemstörungen**

Die obstruktiven Schlafstörungen, bei denen die primäre Störung im Bereich der oberen Atemwege lokalisiert ist, sind die häufigste Form der SBAS. Aufgrund der Kollapsneigung und Einengung der oberen Atemwege kommt es zur Erhöhung des Atemwegswiderstandes.

Man unterscheidet: primäres (benignes) Schnarchen (PS), UARS („upper airway resistance syndrome“ und OSA bzw. OSAHS (obstruktives Schlaf-Apnoe-Hypopnoe-Syndrom). Alle drei Formen beschreiben verschiedene Ausprägungen und stellen keine eigenen Entitäten dar.

#### **1.2.1. Symptome**

Das Hauptsymptom aller Ausprägungen der obstruktiven schlafbezogenen Atemstörungen ist ein nächtlich wiederkehrendes meist inspiratorisches, seltener expiratorisches Atemgeräusch, das nur im Schlaf auftritt. Die Ursache liegt in einem erhöhten Atemwegswiderstand, der zu erhöhter Atemarbeit und zu einer Verminderung des inspiratorischen Luftflusses führt. Hypopnoen, gipfelnd in obstruktiven Apnoen sind die Folge. Am häufigsten beobachtet man obstruktive Schlafapnoen in der REM-Schlafphase (Rapid Eye Movement oder auch paradoxer Schlaf Genannt) (69), (55). Sie ist unter anderem durch schnelle Augenbewegungen, niedriger Tonus der quergestreiften Muskulatur (Herz, Zwerchfell und

Augenmuskeln bleiben ausgespart) und ein bestimmtes Aktivationsmuster im EEG gekennzeichnet. Außerdem steigen während des REM-Schlafes Blutdruck und Puls an (<http://de.wikipedia.org/wiki/REM-Schlaf>). Aufgrund der obstruktiven alveolären Hypoventilation entwickeln sich intermittierende Hypoxämien und es entstehen sogenannte Arousals - kortikale und vegetative Weckreize, die die Mikrostruktur des Schlafes erheblich stören (83). Bei Erwachsenen sind Arousals ein wichtiger protektiver Faktor, um Asphyxien durch Wiederherstellung der oberen Atemwegsdurchgängigkeit zu verhindern. Dahingegen haben Kinder mit OSAS oft keine kortikalen Arousals während obstruktiver Apnoen (35), (27). Deshalb haben Kinder mit OSAS vermutlich eine normale Schlafarchitektur (69), (30) und könnte erklären, warum eine ausgeprägte Tagesmüdigkeit bei Kindern mit OSAS weniger aufzutreten scheint als bei Erwachsenen mit OSAS (15), (16), (29). Beschrieben sind verschiedene Nacht -und Tagessymptome wie angestrengte Atmung, Atempausen, unruhiger Schlaf, exzessives Schwitzen, ungewöhnliche Schlafpositionen oder reklinierter Kopf in der Nacht (18). Dayyat et al. untersuchte 2007 über 400 Kinder und fand heraus, dass übergewichtige Kinder mit OSAS häufiger auf dem Bauch schliefen und in Rückenlage signifikant erhöhte AHI aufwiesen. Dem gegenüber hatten normalgewichtige Kinder erhöhte AHI in der Bauchlage im Vergleich zur Seiten- und Rückenlage. Tagsüber sind auffallend sowohl morgendliche Kopfschmerzen – für eine schwere Form des OSAS sprechend (20)- als auch Symptome der adenotonsillären Hyperplasie wie Facies adenoidea, Mundatmung, näselnde Sprache und Schluckstörungen sowie Beeinträchtigungen des Verhaltens und der kognitiven Fähigkeiten. „Die Eltern berichten über Tagesmüdigkeit mit Einschlafneigung, Aufmerksamkeitsdefizit, hyperaktives und aggressives Verhalten.“ (84)

### *Konsequenzen*

Während in den 90-er Jahren lediglich 15% aller habituellen Schnarcher übergewichtig waren, erfüllen im Jahre 2005 über 50% die Kriterien der Übergewichtigkeit und der SDB (24). Aufgrund dieser Beobachtungen formulierte Dayyat et. al im Jahre 2007 die Vermutung, dass sich OSAS, genau wie Diabetes mellitus Typ I und II, in OSA Typ I und II unterteilen ließen. Typ I stellt dabei den „kindlichen OSA-Typ“ und Typ II den „adulten OSA-Typ“ dar. Beispielsweise haben OSA-Typ I-Kinder im Gegensatz zu OSA-Typ II-Kindern keine Tagesmüdigkeit und gleichen kognitive Defizite nach Behandlung des OSA wieder aus.

Weitere Konsequenzen und Komplikationen des OSAS werden in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Konsequenzen des obstruktiven Schlaf-Apnoe-Syndroms im Kindes- und Jugendalter (86)

<i>Organsystem</i>	<i>Symptome</i>
Zentralnervensystem	Schlaf-Fragmentation mit Dysfunktion des Frontalhirns
	Kortikale Mikro-Arousals wegen der Atemarbeit
	Unterdrückung des REM- und des Tiefschlafes
	Unaufmerksamkeit, verminderte exekutive Funktionen, Lernschwäche, emotionale Labilität, Hyperaktivität
Kardiovaskuläres System: intermittierende Hypoxämie triggern	Pulmonale Vasokonstriktion mit pulmonaler Hypertonie bis zum Cor pulmonale
	Sympathische Nervenaktivität mit veränderter Barorezeptorfunktion und arterieller Hypertonie
Respiratorisches System	Vermehrte Atemarbeit
	Sauerstoffentsättigungen, Hyperkapnie
	Veränderungen der Chemorezeptoren
Stoffwechsel	Vermehrter Energieumsatz bis zur Gedeihstörung
	Abfall der Wachstumshormonbildung
	Mögliche verminderte Glukosetoleranz

### 1.2.2. Risikofaktoren

Bekannte Risikofaktoren für die obstruktiven SBAS sind: männliches Geschlecht (ab der Pubertät), Alter > 15 Jahre, afroamerikanische Rasse, Passivrauchen, Übergewicht, Frühgeburtlichkeit, Schnullergebrauch, häufige Infekte wie Tonsillitis, Otitis, Rhinitis und Sinusitis, tonsilläre Hyperplasie und chronische nasale Obstruktion (12),(23). Im Kindesalter sind eine Hyperplasie des lymphatischen Rachenrings und ein damit verbundenes entwicklungsbedingtes Mißverhältnis zwischen Tonsillen und Durchmesser des Rachens die häufigsten Ursachen für Schnarchen (83).

### 1.2.3. Prävalenz

Die Prävalenz von PS und UARS im Kindesalter ist unbekannt, die Prävalenz von OSAHS wird mit 1-3% angegeben und tritt bei Jungen und Mädchen gleich häufig auf (3), (31), (86). In der vorausgegangenen Screeningstudie unserer Arbeitsgruppe wurde bei Drittklässlern eine OSA-Prävalenz von 2,8% ermittelt (81) (Siehe Kapitel 1.4.).

Es lassen sich 3 Häufigkeitsgipfel für Schnarchen nachweisen (23):

1. 4./5. Lebensjahr mit einem ausgeprägtem Wachstum der Adenoiden/Tonsillen
2. 8./9. Lebensjahr mit Beginn der Atemwegsallergien
3. 15. Lebensjahr mit Wirkung des Testosterons bei Jungen

### 1.2.4. Diagnostik

Das Auftreten von nächtlichem Schnarchen sollte immer abgeklärt werden.

Schnarchen ist häufig mit einem OSA assoziiert. Patienten, die zunächst primär schnarchen, haben ein erhöhtes Risiko zukünftig mit dem Alter oder der Gewichtszunahme eine OSA zu entwickeln (5). Die meisten Kinder, aber nicht alle, mit einem OSA präsentieren Habituelles Schnarchen. Die Mehrheit der bisherigen epidemiologischen Studien identifizierten OSA-Patienten anhand klinischer Symptome und führten weitere diagnostische Tests mit den Kindern durch, die schnarchten. Wie jedoch in der gegenwärtigen Literatur ersichtlich, gibt es einige Kinder mit OSA, bei denen nie über Schnarchen berichtet wurde und die demzufolge auch nicht als OSA identifiziert wurden. So dass angenommen werden muss, dass die angegebene OSA -Prävalenz aus den bisherigen Studien unterrepräsentiert zu sein scheint (45).

Eine eindeutige Diagnose ist ausschließlich mit der Poly(-somno-)graphie (PSG) möglich.

Flankierend werden standardisierte Fragebögen (Siehe auch Kapitel 1.4.2.) erhoben, mit deren Hilfe sich Risiko-Scores berechnen und Verläufe bzw. Prognosen einer Therapie dokumentieren lassen. Die Fragebögen können hilfreich sein, um nach OSAS zu screenen. Die Fragebögen wurden für gesunde, normale Kinder entwickelt und validiert. Auch die Eltern werden nach Auffälligkeiten ihrer Kinder während des Schlafes mit Hilfe von Fragebögen interviewt. Es wird nach typischen Symptomen, die auf ein OSAS hinweisen, gefragt. Zum einen wird nach Atemschwierigkeiten und beobachteten Apnoen während dem Schlaf, zum anderen konkret nach Schnarchen gefragt. Daraus wurde der Brouillette-Score entwickelt, der angibt wie wahrscheinlich es ist, dass ein OSAS vorliegt (16). Im Mai 2010 veröffentlichte Bannink et. al. eine Studie zur Validität der Fragebögen, in der sie 78 Kinder mit syndromalen oder komplexen Kraniosynostosen polysomnographisch untersuchte und die Eltern befragte. Der Brouillette-Score hatte einen negativen prädiktiven Wert von 90% und eine Sensitivität von 55% im Vergleich zur Polysomnographie. Die Frage. „Gibt es Atemschwierigkeiten während des Schlafes?“ ergab eine Sensitivität von 64% und einen hohen negativen prädiktiven Wert von 91%. Wurde diese Frage mit „nein“ beantwortet, so war dies sehr hilfreich, um ein OSAS bei Kindern mit syndromalen oder komplexen Kraniosynostosen auszuschließen (11).

**1.2.5. Polygraphie (PSG)**

Die PSG ist Goldstandard zur Diagnostik aller SBAS und kann sowohl im stationären als auch im ambulanten Bereich angewandt werden. Sie ist eine Mehrkanalaufzeichnung verschiedener Parameter im Schlaf. Dazu gehören beispielsweise die Atmung, die Blutgaszusammensetzung und die Herzaktion.

Es gibt Unterschiede in der Auswertung der PSG-Daten zwischen Erwachsenen und Kindern, die berücksichtigt werden müssen (69). Beispielsweise kommen obstruktive Hypopnoen bei Kindern öfter vor als im Erwachsenenalter. Entscheidend für die Diagnose einer relevanten obstruktiven SBAS ist die Messung des endexpiratorischen CO<sub>2</sub> (ETCO<sub>2</sub>) und der pulsoxymetrisch erfassten Sauerstoffsättigung (SpO<sub>2</sub>). ETCO<sub>2</sub>-Werte >53 mmHg (1-malig) bzw. >50 mmHg (für 8% der Schlafzeit) oder mehr als 2 Enttächtigungen auf 90% sind hinweisend auf eine relevante SBAS. Dies gilt ab einem Alter von 1 Jahr, für Säuglinge liegen keine Daten vor (46). Zusammenfassend sind in Tabelle 3 und 4 bisher verwendete Grenzwerte und Kriterien für die Zuordnung der SBAS-Entitäten aufgeführt.

**Tabelle 3: Definitionen polysomnographischer Parameter bei Kindern nach den AASM-Kriterien 2006 (37), (39), (47), (51), (41)**

<i>Apnoeformen</i>	<i>Bewertungskriterien</i>
Zentrale Apnoen	Reduktion des Atemzugvolumens um >90%, Dauer >20s ohne Begleitsymptomatik oder Dauer über 2 Atemzyklen gefolgt von kortikalen Arousals, Erwachen oder Sauerstoffentsättigungen >3%
Obstruktive Apnoen	Endtidales (ET) oder Transkutanes CO <sub>2</sub> übersteigt 50 mmHg für >25% der gesamten beobachteten Schlafzeit
OSA (mild)	AHI 1-4, Sättigungsabfälle bis 86-91%, ETCO <sub>2</sub> -Peak >53 mmHg oder ETCO <sub>2</sub> >50 mmHg in 10 -24% der gesamten beobachteten Schlafzeit
Obstruktive Hypopnoen	Reduktion des Atemzugvolumens um >50% , assoziiert mit Arousals, Erwachen oder Sauerstoffentsättigung >3% über 2 Atemzyklen

Der Schweregrad eines OSAS wird anhand des Apnoe-Hypnoe-Indexes beschrieben (Siehe Kapitel 2.2.2.). Ein AHI > 1/h wird bereits als pathologisch angenommen, wobei die klinische Relevanz dieses Grenzwertes umstritten ist (37), (39). Eine Charakterisierung des Spektrums der SBAS erfolgt in Tabelle 4.

**Tabelle 4: Spektrum der obstruktiven SBAS (86)**

Kriterium	Art der Schlafstörung			
	HS	UARS	OSAS	Obstruktive Atmung mit alveolärer Hypoventilation
Einengung der Atemwege	+	++	+++	+++
Schnarchen	ja	ja	ja	ja
Arousals	ja	ja	ja	ja
Blutgase: • pCO <sub>2</sub> • SpO <sub>2</sub>	normal normal	normal normal	(höher) niedriger	höher niedriger
AHI (pro Stunde Schlaf)	<1	<1	>1	>1
Beschwerden am Tag	(+)	++	+++	+++

Reicht ein Schlafapnoe-Screening aus? In einer Studie von Laing et al. (42), die 19 Patienten an 3 aufeinanderfolgenden Nächten untersuchte, ging man dieser Frage nach und kam zu dem Schluss, dass bedingt durch die individuelle Variabilität des AHI bei der Durchführung nur einer Messung bei einem erheblichen Teil der Patienten mit OSA die Ausprägung des Befundes unterschätzt würde. Daher sollte durch Meßwiederholungen eine Optimierung der Aussagesicherheit im klinischen Alltag erreicht werden.

#### 1.2.6. Therapien

„Kinder mit obstruktiven SBAS zeigen einen niedrigeren IQ und schlechtere Gedächtnis- und Schulleistungen, die sich nach Therapie bessern können.“ (14), (34). Deshalb ist es sinnvoll genau diese Kinder frühzeitig zu diagnostizieren und zu behandeln.

Es gibt eine ganze Reihe von konservativen und operativen Behandlungsoptionen, die im Folgenden kurz vorgestellt werden.

#### Nasale Kortikoide

Es gibt verschiedene topische Kortikoide z.B. Beclomethason, Fluticason und Budesonid. Diese können schmerzlos intranasal appliziert werden, um eine Reduktion der adenoiden Hypertrophie zu erreichen. Die Verbesserung der nasalen Obstruktion führt zur klinischen Verbesserung und Abnahme der Symptome. In den Studien von Demain im Jahre 1995, der Beclomethason untersuchte und Brouillette im Jahre 2001, der Fluticason zur Therapie der OSA verwendete, konnte die Abnahme der gemischten und obstruktiven Hypo- und Apnoen erzielt werden. Da dies eine vergleichsweise einfache und handhabbare Therapieform darstellt, sollte diese als erste Behandlungsmaßnahme bei einem vorliegenden OSAS in

Erwägung gezogen werden. Über einen Zeitraum von 6 Wochen sollten 2x2 Sprühstöße pro Tag und Nasenloch (336µg/Tag bei Beclomethason) zur Größenreduktion der Adenoide und zur Verbesserung der Scores für die obstruktiven Symptome führen (26).

Ansonsten sollten weitere Therapiemaßnahmen eingeleitet werden.

### *Adenotonsillektomie (ATE)*

In den meisten Fällen verbessert die ATE das Schlafverhalten der Kinder (<http://www.medknowledge.de/abstract/med/med2007/07-2007-16-adenotonsillektomie.htm>). Die Erfolgsrate einer ATE liegt bei 66-85% (2), (65). Vereinzelt müssen jedoch Rezidive der adenoiden Vegetationen nachreseziert werden (25). Bei höhergradigem OSAS führt die alleinige Adenotonsillektomie häufig nicht zur vollständigen Beseitigung der Beschwerden. Einige Untersuchungen zeigen, dass bei etwa 20–25% der Kinder mit OSAS auch postoperativ noch ein  $AHI > 5/h$  besteht (6).

Zahlreiche Studien haben die Assoziation zwischen OSA und Adipositas in allen Altersklassen gezeigt (68), (40), (49), (63). Die operative Adenotonsillektomie wird hauptsächlich zur Behandlung von jungen Kindern mit einem moderaten OSA, unabhängig vom Gewicht des Kindes, durchgeführt. Erstaunlicherweise waren postoperative polysomnographische Abnormitäten in beiden Patientengruppen in gleicher Anzahl persistent (78), (9), (53). Außerdem ist bekannt, dass die Prävalenz von OSAS bei afroamerikanischen Kindern und auch Erwachsenen höher ist im Vergleich zu anderen Ethnologien. Auch postoperativ sind die Symptome des OSAS hier öfter persistent. Die Gründe für die Unterschiede in den Rassen sind weitgehend unbekannt.

Die meisten jungen weißen Kinder, auch die Übergewichtigen, profitieren jedoch von der Adenotonsillektomie. In den meisten Fällen nimmt der Schweregrad der Ventilationsstörung postoperativ ab. Außerdem wurde sowohl bei Kindern mit OSAS als auch bei habituellen Schnarchern eine Zunahme der Aufmerksamkeit, sowie Abnahme von aggressivem oder auch hyperaktivem Verhalten bemerkt (4), (48), (71), (77). Nach einer Adenotonsillektomie kann es aufgrund des postoperativen Ödems sogar zunächst zu einer Verschlechterung der Ventilationsstörung kommen. Deshalb sollte den Eltern erklärt werden, daß erst nach ca. 1-2 Wochen eine Verbesserung der Symptome eintritt. Bei Kindern mit OSAS ist zusätzlich mit einem erhöhten peri- und postoperativen Risiko zu

rechnen. Dieses Risiko ist besonders hoch bei Kindern mit höhergradigen OSAS (AHI $\geq$ 10), sowie bei jüngeren Kindern ( $\leq$ 3 Jahre). Im Vergleich zu gesunden Kindern wurden auch häufiger Lungenödeme beobachtet. Aufgrund der Sedierung wird die Kollapsneigung der oberen Atemwege begünstigt, so dass postoperativ bei ca. 23-33% der Patienten mit ausgeprägten Sättigungsabfällen eine zusätzliche Sauerstoffgabe (51), (70), (71) oder eine vorübergehende CPAP-Beatmung oder die Re-Intubation erforderlich sein kann (3), (6), (34), (71), (13).

### *Nasale CPAP-Therapie (nCPAP)*

nCPAP (nasal continuous positive airway pressure) ist eine effektive Form der Atemunterstützung und kann zu Hause problemlos durchgeführt werden. Durch einen kontinuierlich aufrecht erhaltenen positiven Atemwegsdruck werden die Atemwege offen gehalten und so Obstruktionen mit nachfolgenden Hypo- oder Apnoen vermieden. Zu Therapieanfang wird unter polygraphischer Kontrolle ein Druckoptimum austitriert. Man beginnt zunächst auf der niedrigsten Stufe bei 4 cm H<sub>2</sub>O und steigert diese bei Bedarf bis 20 cm H<sub>2</sub>O. Normalerweise werden Drücke zwischen 6-8 cm H<sub>2</sub>O angewendet (50), (88). „Für Kinder sind spezielle Maskengrößen erhältlich, im Einzelfall sind Sonderanfertigungen oder Full-Face-Masken sinnvoll, um eine optimale Passform zu gewährleisten und ein Luftleck zu vermeiden“ (37). Auch sind die Konsequenzen bei der dauerhaften Verwendung von nasalen Masken während des Gesichtswachstums noch unbekannt (66). In vielen Fällen führt diese Therapie jedoch zur Besserung der Symptomatik (43), (75), (44). Die Versagerrate liegt aufgrund der vorgenannten Problematiken bei ca. 15% (50), (88).

### **1.3. Relevanz und Ziel der Arbeit**

In den vorhergehenden Abschnitten wurde die Problematik der Diagnostik und Therapie des OSAS bei Kindern dargestellt. Insbesondere wurden die Relevanz des OSA und dessen Konsequenzen bei Kindern bisher unterschätzt. Das OSAS wurde erst in den jüngsten Jahrzehnten als eine ernst zu nehmende Erkrankung bei Kindern anerkannt.

Schwierigkeiten bereiten vor allem die Diagnostik und Interpretation der Befunde in den verschiedenen Altersgruppen. Bisher gibt es zwar Empfehlungen für Grenzwerte (siehe auch Tabelle 3) aus verschiedenen Studien (46), (57), (58), (76), (82), (87), (64), jedoch existiert in Deutschland bisher keine schlafmedizinische Leitlinie für Kinder, die therapiezielorientiert vorgeht. Ein Standard und Indikationen für Polygraphien bei Kindern wurden in einem Consensus-Papier der

American Thoracic Society (1996) (7) und in den Kriterien der American Academy of Sleep Medicine (AASM) aus dem Jahre 2006 veröffentlicht.

Um ein OSAS zu diagnostizieren ist man auf die zeitaufwändige Polygraphie-aufzeichnung und -auswertung angewiesen. Diese ist derzeit Goldstandard zur Diagnostik bei Kindern. Der positive prädiktive Wert zur Diagnose eines OSAS mittels gründlicher Anamnese und klinischer Untersuchung liegt bei 35%. Wird zusätzlich eine nächtliche Pulsoximetrie eingesetzt, steigt die Wahrscheinlichkeit, eine Diagnose korrekt zu stellen auf 80%. Die respiratorische Polygraphie (gleichzeitige Messung von Sauerstoff-Sättigung, Herzfrequenz, Atemfluss an Mund oder Nase, sowie Atembewegungen mittels Effort-Bändern um Thorax und/oder Abdomen) kann bei etwa 90%, die nächtliche Polysomnographie bei etwa 98% der Kinder ein OSA diagnostizieren (<http://old.swiss-paediatrics.org/paediatrica/voll14/n3/schlaf-ge.html>), (86).

Die Aussagekraft der PSG ist jedoch eingeschränkt, denn man kann die Symptomatik, die ein Kind entwickeln wird, nicht vorhersagen. Es werden alternative Messverfahren benötigt, die prognostizieren, wann Schnarchen bei Kindern Konsequenzen hat und wann nicht. Diese Parameter könnten direkt aus dem Schnarchverhalten selbst ermittelt werden. In einer Arbeit von Schaleika et. al. (72) aus unserer Arbeitsgruppe wurde im Jahre 2009 die Sensitivität und Spezifität eines neueren Piezo-Vibrationssensors zur Messung von Schnarchen im Vergleich zur herkömmlichen nasalen Staudruckmessung evaluiert. Der Piezo-Schnarchsensoren erwies sich als die bessere Methode zur Erfassung der Schnarchsignale (Siehe Kapitel 2.2.2.). Um bessere Prognosen zum Schnarchverhalten der Kinder und deren Konsequenzen abgeben zu können, sollten weitere Studien durchgeführt werden. Die vorliegende Arbeit untersucht den Vibrationssensor in Zusammenhang mit den Angaben der Eltern zum Schnarchen der Kinder. Zur objektiven Schnarcherfassung bildet der Piezo-Schnarchsensoren eine valide Grundlage und soll den subjektiven Angaben gegenüber gestellt werden. Seit vielen Jahren werden Fragebögen in Studien (16), (11), (18), (21), (79), (80) zu schlafbezogenen Atemstörungen bei Kindern eingesetzt. Es werden sowohl die Kinder selbst als auch deren Eltern befragt. Jedoch genügen die studierten Fragebögen in den verschiedenen Versionen und studienbezogenen Abwandlungen bisher noch nicht den testtheoretischen Kriterien wie Reliabilität, Validität und Objektivität. Es wäre wünschenswert eine sichere, schnellere, ökonomischere und angenehmere Screeningmethode für SBAS bei Kindern zu entwickeln.

### Zielsetzung

Um in Zukunft möglicherweise eine Simplifizierung des diagnostischen Screenings zu erreichen, wurden in dieser Studie die objektiven Daten der Polygraphieaufzeichnungen der Kinder mit den subjektiven Angaben der Eltern aus den Fragebögen verglichen. Insbesondere sollen die Schnarchsignale des neueren Piezo-Vibrationsschnarchsensors („Embletta“) mit den Fragebogenangaben der Eltern zum Schnarchen des Kindes verglichen werden. In 3 Bewertungsphasen werden die Schnarchsignale nach bestimmten Kriterien beurteilt, markiert und jeweils den Angaben der Eltern gegenüber gestellt. Es soll nach Übereinstimmungen der objektiven und subjektiven Ergebnisse in den jeweils 3 verschiedenen Auswertungsschritten gesucht werden. Welche weiteren Zusammenhänge und Korrelationen sich hierbei ergeben, soll in dieser Arbeit geprüft werden.

#### **1.4. Vorarbeiten: Studiendesign, Probanden und Datenerfassung der OSA-Prävalenz-Studie in Hannover**

##### **1.4.1. Erste Schritte zur Rekrutierung der Studienpopulation**

Die vorliegende Studie betrachtet einen kleinen Teilaspekt einer im Schuljahr 2000/01 im Stadtgebiet Hannover (ca. 516000 Einwohner) durchgeführten Screeningstudie zur Prävalenz und Diagnostik des Obstruktiven Schlafapnoe-Syndroms (OSAS) bei Grundschulkindern, die im Folgenden als Grundlage kurz erläutert werden soll.

Die Studienpopulation setzte sich aus allen 4109 Drittklässlern der 59 Regelgrundschulen der Stadt Hannover zusammen. 14 der Grundschulen wurden von Kindern verschiedener Handicaps (Blindheit, Taubheit, andere mentale Retardierungen) besucht und von der Studie ausgeschlossen. Anhand eines mehrstufigen randomisierten Verfahrens wurden die Probanden ausgewählt. Zuerst wurden alle 59 Schulen nach dem sozioökonomischen Status (SES) bewertet (Siehe Abbildung 2: Flussdiagramm zur Veranschaulichung des Screeningsablaufs aus dem Jahre 2001 (Absolutzahlen entsprechen Anzahl der Probanden, AHI= Apnoe-Hypopnoe-Index, CEST= korrekt aufgezeichnete Beobachtungszeit, HPO= Heimpulsoximetrie, HPSG= Heimpolygraphie, OSA= obstruktive Schlafapnoe, SDB= sleep disordered breathing, SDBQ= sleep disordered breathing questionnaire ). Dazu wurden die Schüler, deren Familien aufgrund geringen Einkommens im Jahre 1998/99

Schulbeihilfe erhielten, ermittelt. Das Schulamt Hannover stellte die Daten freundlicherweise zur Verfügung. Der Anteil der Kinder der „Niedrig-Einkommen-Familien“ (LIF) der 59 Grundschulen rangierte zwischen 0%-38,5% und ergab einen Durchschnitt von 13%. Die Schulen wurden je nach prozentualer Verteilung der LIF in 3 Schichten unterteilt. Eine randomisierte Auswahl von jeweils 9 Schulen aus jeder Schicht ergab eine Studien-Gesamtteilnahme von 27 Schulen (73).

Es wurden insgesamt 1760 Drittklässler aus 81 Klassen der 27 Grundschulen rekrutiert (Siehe auch Abbildung 2: Flussdiagramm zur Veranschaulichung des Screeningsablaufs aus dem Jahre 2001 (Absolutzahlen entsprechen Anzahl der Probanden, AHI= Apnoe-Hypopnoe-Index, CEST= korrekt aufgezeichnete Beobachtungszeit, HPO= Heimpulsoximetrie, HPSG= Heimpolygraphie, OSA= obstruktive Schlafapnoe, SDB= sleep disordered breathing, SDBQ= sleep disordered breathing questionnaire)).

Die Direktoren hatten der Studie zunächst zugestimmt und so wurden 20 Schulen von den Studienmitgliedern besucht und das Studienvorhaben erläutert. Es wurden elterliche Anschreiben zur Erklärung des Studienablaufs, mit einer Einverständniserklärung und mit einem Fragebogen, überreicht. In den anderen 7 Schulen erfolgte die Verteilung der Informationsbriefe durch die Lehrer. In 17 Klassen (6 Schulen) wurden den Kindern kleine Geschenke am Ende der Studienteilnahme versprochen, wodurch sich die Studienteilnehmergebiet jedoch nicht signifikant erhöhte. Zusätzlich wurde eine Hotline eingerichtet. Alle Einverständniserklärungen und Fragebögen wurden in den Schulen nach etwa 1-2 Wochen von den Lehrern oder Studienmitgliedern wieder eingesammelt. Außerdem wurde den Kindern am gleichen Tag ein Kinderfragebogen überreicht, den sie danach gleich wieder abgaben. Teilnehmen konnten nur die Kinder mit vollständig abgegebenen Unterlagen. Es wurden ein Heimpulsoximeter und ein weiterer kurzer Fragebogen für die Eltern an die Kinder verteilt, die beides am nächsten Tag in der

### 1.4.2. Fragebögen

Die Kinder wurden zunächst nach möglichen Symptomen oder anderen Anzeichen einer schlafbezogenen Atemstörung (SDB) mit Hilfe eines Kinderfragebogens bzw. Elternfragebogens, deren Aufbau im Folgenden erläutert wird, gescreent (Siehe Anhang). Insgesamt wurden den Eltern 25 und 8 Fragen (2 Fragebögen) und den Kindern 5 Fragen gestellt.

### **1.4.2.1. Elternfragebogen**

Der Aufbau des Fragebogens wird in Kapitel 2.2.1. detailliert erläutert.

Zwischen Februar und Juli 2001 (n=671) ermittelte man die 95. Perzentile für den „adapted SDB score“ mit 24 (73).

#### **Die Kinder wurden also positiv gescreent, wenn:**

1. Habituelles Schnarchen berichtet wurde (SDB-Q-Kriterium 1)
2. der OSA-Score  $\geq 0$  (SDB-Q-Kriterium 2) (16)
3. der Adapted SDB-Score  $\geq 24$  (SDB-Q-Kriterium 3)

### **1.4.2.2. Fragebogen zur Heimpulsoximetrie für die Eltern**

Der Eltern-Fragebogen zur Heimpulsoximetrie (HPO) bestand aus 8 offenen Fragen, die es frei zu beantworten galt. Hierbei sollten Faktoren identifiziert werden, die die Übernacht-Heimpulsoximetrie der Kinder beeinflussen könnten. Beispielsweise wurde nach bestehenden chronischen Lungenerkrankungen oder bereits bekannten Allergien gefragt (36). Bei 4,8% der teilnehmenden Kinder bestand die Diagnose Asthma (73).

### **1.4.2.3. Kinderfragebogen**

Aus einer finnischen Studie von Paavonen et al. (60) (hier wurden die ersten 3 Fragen übernommen) und von Owens et al. (59) (hier wurden die letzten 2 Fragen übernommen) wurden Fragen zu den 5 häufigsten nicht-atmungsbezogenen Schlafstörungen gestellt: Einschlafzeit, Schlafwandeln, Alpträume, Aufwachen und Enuresis. Hierbei standen 3 Skalen zur Beantwortung:

- Nie/selten (0-1 mal/Woche)
- Manchmal (2-4 mal/Woche)
- Oft (5-7 mal/Woche)

### **1.4.3. Weitere Auswahlkriterien der Studienpopulation**

Von den 1760 ausgewählten Kindern haben 1144, das heißt 65% der rekrutierten Studienpopulation, die Fragebögen und die Einverständniserklärung der Eltern vollständig abgegeben. 29 Kinder, die zwar die ausgefüllten Fragebögen, jedoch keine schriftliche Einverständniserklärung der Eltern abgeben konnten, wurden von der Studie ausgeschlossen, so dass 1115 Kinder ein Heimpulsoximetriegerät erhielten, aber nur 1085 Aufzeichnungen in der Nacht stattfanden. Davon waren

996 Heimpulsoximetrieaufzeichnungen (56,6% aller rekrutierten Drittklässler und 87,1% aller (1144) an der Studie zugelassenen Kinder) für die Studie geeignet (73).

#### 1.4.4. Charakteristik der ausgewählten Studienpopulation 2001

Die so ausgewählte Studienpopulation setzt sich aus 996 Kindern zusammen. Es ergab sich eine gleichmäßige Verteilung der Geschlechter mit 51% Jungen und 49% Mädchen. Das Durchschnittsalter lag bei 9,6 Jahren. Die Bildung der Eltern -für das höchste Level 3- der eingeschlossenen 996 Studienkinder war diskret höher als bei der Gesamtpopulation mit 1144 Drittklässlern: bei den Müttern bei 35,8% versus 33,8%, bei den Vätern 43,1% versus 39,1%. (73).

#### 1.4.5. Prävalenz des Habituellen Schnarchens

Von 1129 (98,7%) Kindern konnte der Eltern-Fragebogen hinsichtlich des Schnarchens bewertet werden. 7,8%/ 2,2% schnarchten „oft“/„immer“, so dass sich eine Prävalenz für Habituelles Schnarchen mit 10,1% (114 Kinder) ergab. 34 dieser Kinder (3,0%) hatten einen OSA-Score  $\geq 0$  und 35 Kinder (3,1%) hatten einen SDB-Score  $\geq 24$ . Schließlich wurden 125 Kinder (10,9%) mittels der Fragebögen inklusive der 114 identifizierten habituellen Schnarcher zur weiteren Heimoximetrie-polygraphie-Studie ausgewählt.

#### 1.4.6. Heimpulsoximetrie (HPO)- Screening

Von 1115 Kindern, die ein Heimpulsoximeter bekommen hatten, konnten 996 verwertbare Aufzeichnungen in die Studie eingeschlossen werden. Aus den vorangegangenen Fragebogenanamnesen ergab sich, dass 37 dieser Kinder einen erhöhten OSA-Score und 45 einen erhöhten SDB-Score aufwiesen.



**Abbildung 1: Frontalansicht Vita-Guard VG 300**

Den Kindern wurde der Umgang mit dem leichten, tragbaren Heimpulsoximeter „Vita-Guard VG 300, getemed AG, Teltow, Germany“ und dem Sensor in der Schule kurz erläutert. Sie sollten die Geräte zur Bettgehzeit einschalten und am darauffolgenden Morgen wieder abschalten. Ihnen wurde zusätzlich ein Handbuch und der HPO-Elternfragebogen (Siehe Kapitel 1.4.2.21.4.2.1) überreicht (73). Die

artefaktfreie Zeit wurde mittels eines softwarebasierten SpO<sub>2</sub>-Signal-Qualitätsindikators (85) automatisch ermittelt und alle Aufzeichnungen mit einer verwertbaren Aufzeichnung  $\leq 5$  Stunden wurden von der Studie ausgeschlossen. Die Aufzeichnungen wurden außerdem hinsichtlich der Entsättigungen SpO<sub>2</sub>  $\geq 4\%$  (D<sub>4</sub>), Entsättigungen bis SpO<sub>2</sub>  $\leq 90\%$  (D<sub>90</sub>) und Clustern (D<sub>C</sub>) von Entsättigungen, das heißt mit  $\geq 5$  D<sub>4</sub>-Ereignissen innerhalb einer 30-minütigen Periode, analysiert. Aus 100 Datensätzen, die zwischen Februar und Juli 2001 aufgezeichnet wurden, hat man die ersten Berechnungen durchgeführt. So erhielt man die 95. Percentile für DI<sub>4</sub> und DI<sub>C</sub> (Siehe Kriterien unten). Das 95%-Konfidenzintervall (95%- CI) zur Prävalenzabschätzung wurde mit einer Methode von Ahlbom berechnet (1).

### **Positiv gescreent wurden die Kinder nach folgenden HPO-Kriterien:**

1. HPO-Kriterium 1:  $\geq 3$  Entsättigungen  $\leq 90\%$  und  $\geq 3$  Cluster (D<sub>C</sub>) von Entsättigungen (17)
2. HPO-Kriterium 2: DI<sub>90</sub>  $> 0,6$  (DI<sub>90</sub> = Anzahl der SpO<sub>2</sub>  $\leq 90\%$ -Ereignisse pro Stunde der artefaktfrei aufgezeichneten Zeit) (64)
3. HPO-Kriterium 3: DI<sub>4</sub>  $> 3,9$  (DI<sub>4</sub> = Anzahl der SpO<sub>2</sub>  $\geq 4\%$ - Ereignisse pro Stunde der artefaktfrei aufgezeichneten Zeit) DI<sub>C</sub>  $> 0,4$  (DI<sub>C</sub> = Cluster (D<sub>C</sub>) von Entsättigungen pro Stunde der artefaktfreien Zeit) (82)

Insgesamt hatten 43 Kinder (3,8%, 95% CI 2,7, 4,9%) schließlich ein positives HPO-Testergebnis. Von den 114 habituellen Schnarchern zeigten 7 Kinder (6,1% der habituellen Schnarcher bzw. 0,6% der 1144 Kinder der Gesamtpopulation) Auffälligkeiten in der HPO-Aufzeichnung.

Am Ende wurden 161 Kinder (14,1%, 95% CI, 12,1, 16,1%), die mindestens eines der 6 Testkriterien (3 SDB-Kriterien, 3 HPO-Kriterien) und 7 Kinder (0,6%), die mindestens ein Fragebogenkriterium und ein HPO-Kriterium erfüllten, ausgewählt. Kein Kind erfüllte alle 6 Kriterien. Insgesamt wurden so 168 Kinder positiv gescreent.

Aus den 976 negativ gescreenten Kindern (Gesamtpopulation 1144 gesamt abzüglich 168 positiv gescreente Kinder) wurde ein Teil als Kontrollgruppe selektioniert. Alle 976 HPO-screening-negativen Kinder wurden gelistet und zu jedem 20. Kind Kontakt aufgenommen, so dass 50 Kinder an der Heimpolygraphie teilnahmen.

So wurden insgesamt 168 positiv gescreente und 50 negativ gescreente Kinder der Heimpolygraphie-Studie zugeführt (73).

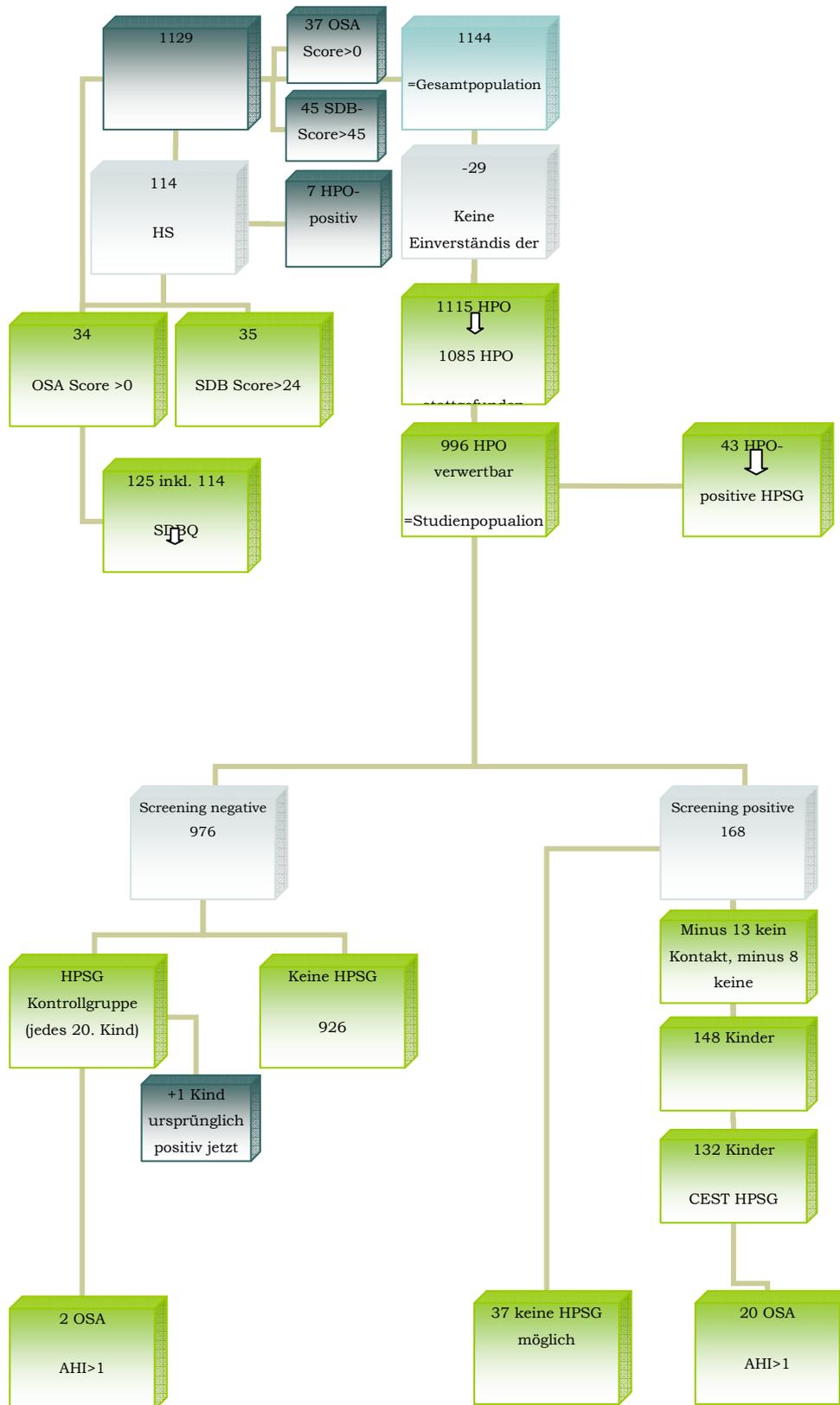
### 1.4.7. Heimpolygraphie

In Kapitel 2.2. werden der Aufbau und die Anwendung der Geräte detailliert beschrieben. Die Aufzeichnungen mit einer korrekten Datenerfassung aller Kanäle von mindestens 4 Stunden wurden in die weitere Studie eingeschlossen. Es wurden manuell Hypopnoen, gemischte und obstruktive Apnoen anhand der Standardguidelines (7) analysiert. Daraus wurde ein sogenannter AHI (Apnoe-Hypopnoe-Index) berechnet: alle gemischten und obstruktiven Apnoen bzw. Hypopnoen pro Stunde der korrekt aufgezeichneten Beobachtungszeit (81). Bei einem AHI  $\geq 1$ /h wurde eine OSA diagnostiziert (5).

Es wurden insgesamt 182 HPSG-Daten von 132 positiv gescreenten Kindern und 50 negativ gescreenten Kindern verwendet.

Bei 22 dieser Kinder wurde so ein OSA diagnostiziert und sollten weiter klinisch kontrolliert werden, allerdings verweigerten 6 Eltern ihre Zustimmung zu weiteren Maßnahmen, zu 4 Kindern konnte kein Kontakt hergestellt werden und 5 Kinder hatten in der folgenden Untersuchung ein AHI < 1 (81).

1.4.8. Bildliche Veranschaulichung des Screeningprozesses der OSA-Prävalenzstudie



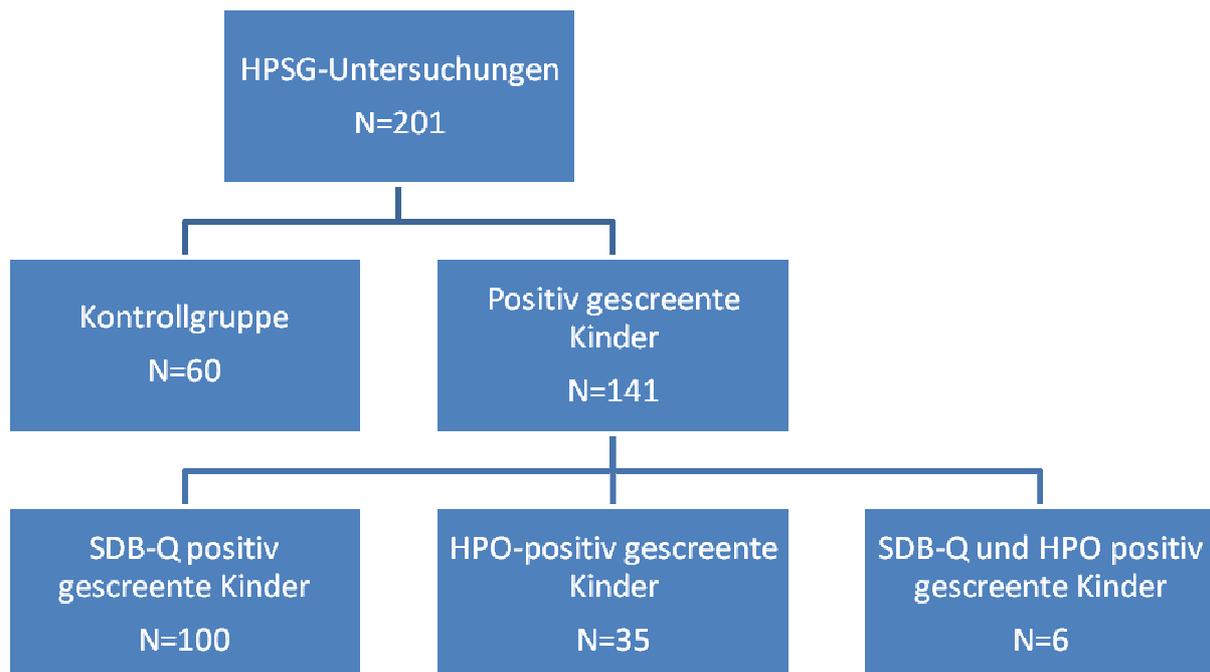
**Abbildung 2: Flussdiagramm zur Veranschaulichung des Screeningsablaufs aus dem Jahre 2001 (Absolutzahlen entsprechen Anzahl der Probanden, AHI= Apnoe-Hypopnoe-Index, CEST= korrekt aufgezeichnete Beobachtungszeit, HPO= Heimpulsoximetrie, HPSG= Heimpolygraphie, OSA= obstruktive Schlafapnoe, SDB= sleep disordered breathing, SDBQ= sleep disordered breathing**

## 2. Material und Methoden

### 2.1. Probanden

Die Kinder wurden mit Hilfe der 6 festgelegten SDB- und HPO-Kriterien für die Heimpolygraphiestudie ausgewählt (Siehe vorhergehendes Kapitel 1.4.2.1 und 1.4.6). Zusätzlich wurden Kontrollgruppenkinder ausgewählt, um ein SDB, das durch diese Kriterien nicht erfasst wurde, auszuschließen (73).

Insgesamt wurden in dieser Studie nächtliche Polygraphien von 201 Kindern ausgewertet. Sie setzen sich aus 141 positiv gescreenten Kindern und 60 Kontrollgruppenkindern zusammen.



**Abbildung 3: Anzahl und Zusammensetzung der studierten HPSG-Probanden**

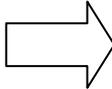
## 2.2. Datenerfassung

Die Datenerfassung erfolgte zum einen durch die Fragebögen und zum anderen durch die nächtliche Datenaufzeichnung der HPSG (Siehe auch Kapitel 1.4.).

### 2.2.1. Elternfragebogen

Es wurden validierte, ins Deutsche übersetzte, in anderen Studien zum Schlafverhalten der Kinder -in ähnlicher Form- (16),(19),(21),(34),(33),(32)) verwendete Fragebögen, die als Originalabbild im Anhang angefügt sind, eingesetzt.

Der Elternfragebogen setzt sich aus folgenden Punkten zusammen:

1. Demographische Daten des Kindes wie Geschlecht, Alter, Gewicht, Rauchen im Haushalt,
  - Bildung der Eltern für jedes Elternteil getrennt: 4-Punkte-Skala
    - Level 1: keine Bildung/Grundschule
    - Level 2: Sekundarschule
    - Level 3: Gymnasium
    - Level 4: College/ Universität Level 3+4= Level 3
2. Tagesverhalten ( hyperaktives-unaufmerksames Verhalten, Müdigkeit)
3. Häufige Schlafprobleme ( Einschlafproblem, Enuresis, nächtliches Erwachen, Schlafwandeln)
4. Aktueller Gesundheitsstatus (Anamnese von Adenoidektomie/Tonsillektomie, Häufigkeit von aufgetretenen oberen Atemwegsinfektionen) (73).

Mit den sogenannten „OSA-Score“-Fragen (im Fragebogen Frage 1-3) in Anlehnung an Brouillette et al. (16) war für die Auswertung nur Frage 3 relevant. Die 3. Frage „Schnarcht Ihr Kind?“ wurde mit einer 4-Punkt-Skala bewertet:

- Nie
- Gelegentlich
- Oft
- immer

Bei den Angaben „Oft/immer“ wurde bei den Kindern Habituelles Schnarchen (HS) identifiziert.

Die Fragen 4-25 sind in Anlehnung an Gozal et al. (34) (SDB score) und Paditz et al. (61) (adapted SDB score) verwendet worden. Es galt wiederum 5 Skalen (Likert-Skala) zu beantworten:

- 0 (nie)
- 1 (selten)
- 2 (gelegentlich)
- 3 (oft)
- 4 (immer)

Für die vorliegende Studie wurde ausschließlich die Frage 3 in der Auswertung verwendet.

### 2.2.2. Heimpolygraphie (HPSG)

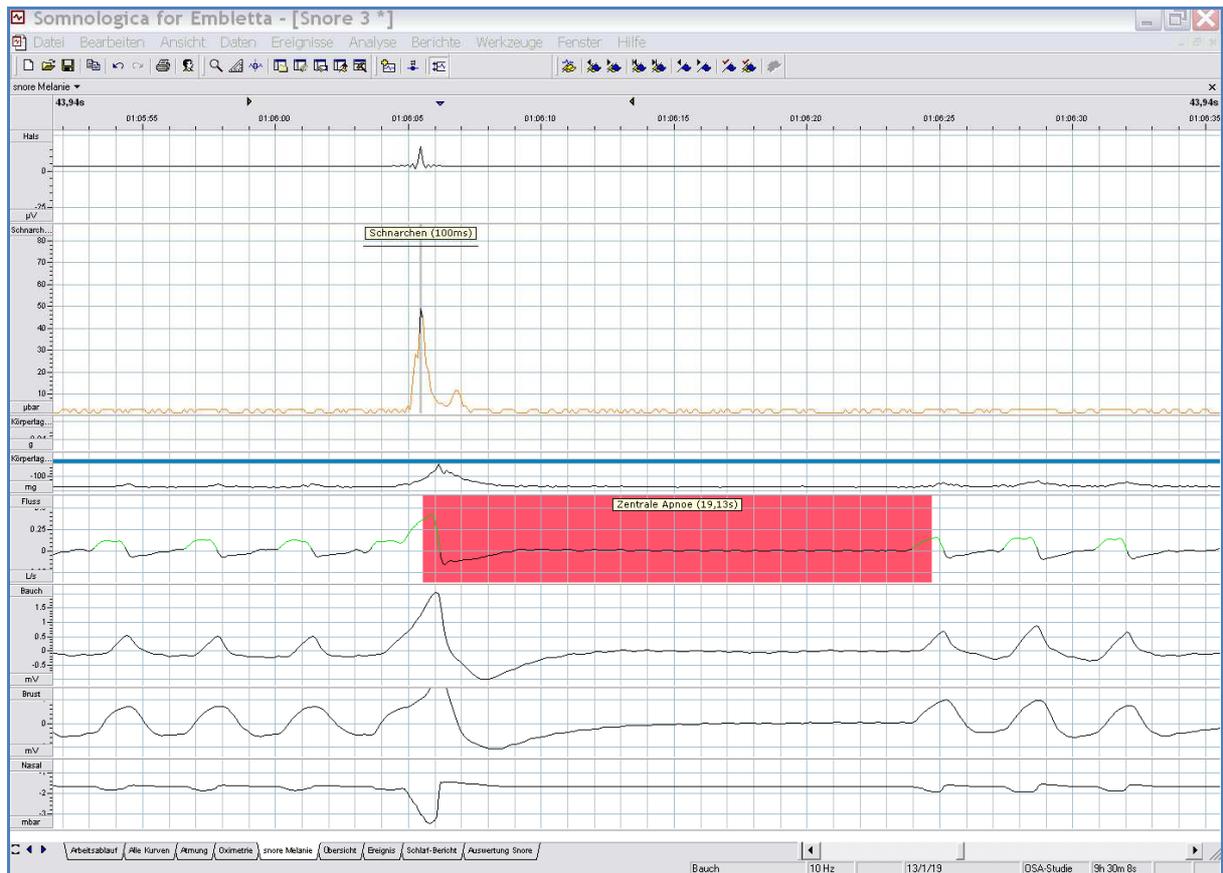
Das handliche und transportable 150 g schwere HPSG-Gerät „Embletta PDS“ (Med-Care, Reykjavik, Island) konnte sehr einfach mit elastischen Bändern am Körper angebracht werden. Folgende Kanäle wurden am Kind angebracht und aufgezeichnet: Brustwandbewegungen, Abdominalbewegungen, Nasaler Druck, linearisierter nasaler Luftfluss, oraler Luftfluss, Schnarchen, SpO<sub>2</sub>, Pulsrate, Pulswellenform, Actigraphie und Körperposition, Ereignisse (73).

**Abbildung 4: Polygraphiegerät, Sensoren und Befestigungen. Folgende Sensoren sind von oben an zu sehen: Nasal Cannula, Oral Flow sensor, snoring sensor, chest effort sensor, Polygraphiegerät (Actimeter, Bodyposition sensor, Event button, pressure transducer), abdominal effort sensor, Pulsoximetersensor (rechter Finger).**

(57)



Die Kinder wurden instruiert die Geräte eine Stunde vor dem Zubettgehen anzubringen und um 6 Uhr am darauffolgenden Morgen abzunehmen. Die Geräte wurden am nächsten Tag von Studienbetreuern zu Hause wieder abgeholt und die Daten in den PC eingelesen (57). Eine spezielle Software „Somnologica for Embletta“, version 3.3. Med Care Flaga wurde zur Auswertung der Daten verwendet.



**Abbildung 5: Ausschnitt aus der Software Somnologica for Embletta mit verschiedenen Kanälen, einem markierten Schnarchereignis (Piezo-Schnarchsignal) und einem Apnoeereignis (farbig unterlegt)**

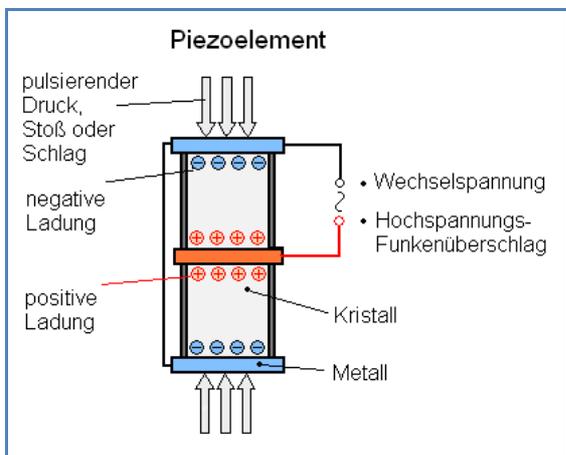
Die Heimpolygraphie umfasste folgende 17 Kanäle:

- |                       |                    |                                     |
|-----------------------|--------------------|-------------------------------------|
| 1. Lagesignal x       | 7. Nasaler Fluß    | 13. Piezo-Schnarchsignal            |
| 2. Lagesignal y       | 8. Oraler Fluß     | 14. SpO <sub>2</sub> -Sensor        |
| 3. Puls               | 9. Abdomenbewegung | 15. SpO <sub>2</sub> -Qualität      |
| 4. Pulsplethysmograph | 10. Thoraxbewegung | 16. SpO <sub>2</sub> -Beat -to-beat |
| 5. Pulsqualität       | 11. Nasaler Druck  | 17. Batterie                        |
| 6. Atemkanüle         | 12. Schnarchsignal |                                     |

### 2.2.2.1. Piezo-Schnarchsignal

In einer Arbeit von Schaleika et. al. (72) unserer Arbeitsgruppe wurde im Jahre 2009 die Sensitivität und Spezifität eines neueren Piezo-Vibrationssensors zur Messung von Schnarchen im Vergleich zur herkömmlichen nasalen Staudruckmessung evaluiert.

Sie untersuchte innerhalb eines Jahres 4 Mädchen und 6 Jungen in einem Alter zwischen 6 und 11 Jahren polysomnographisch, wovon ein Junge und ein Mädchen die Einschlusskriterien nicht erfüllten und von der Studie ausgeschlossen wurden. An den Kindern wurden zusätzlich zu den polysomnographischen Sensoren ein nasaler Sensor und ein Piezo-Vibrationssensor angebracht und mit Hilfe des akustischen Schnarchsignals („menschliches Ohr“= Goldstandard) der Schnarchzeitanteil innerhalb von 4 Stunden aufgezeichnet.



**Abbildung 6: Vibrationssensor (oben links), (<http://www.embla.com>), wird am Hals neben dem Larynx installiert (oben rechts), (<http://www.opus-bayern.de/uni->**

**wuerzburg/volltexte/2008/2988/pdf/heinDissertation.pdf), Schematische Abbildung (unten rechts) einer Vibrationssonde mit dem Piezoprinzip (<http://de.wikipedia.org/wiki/Piezoelektrizit%C3%A4t>)**

Der Piezo-Vibrationssensor wurde außen am Hals in Höhe des Kehlkopfes aufgeklebt (Siehe Abbildung 6), um Schnarchsignale zu erfassen. Vibrationen sind in der Mechanik periodische, meist mittel- bis höherfrequente und niederamplitudige Schwingungen. Im Gegensatz zum Begriff "Schwingung" suggeriert "Vibration" die unmittelbare Hörbarkeit oder Fühlbarkeit des Vorgangs. Der Übergang vom "Fühlen" zum "Hören" ist dabei eher graduell. Basierend auf der piezoelektrischen Messtechnik können zahlreiche physikalische Größen wie Druck und Beschleunigung gemessen werden

(<http://de.wikipedia.org/wiki/Piezoelektrizit%C3%A4t>). Wirkt auf einen piezoelektrischen Körper eine Kraft, so entstehen durch die dielektrische Verschiebung Oberflächenladungen und ein elektrisches Feld baut sich auf. An angebrachten Elektroden kann dieses Feld als elektrische Spannung abgegriffen werden. Werden die Elektroden kurzgeschlossen, gleichen sich die Oberflächenladungen in Form eines Stromes wieder aus ([http://www.uni-saarland.de/fak7/hartmann/cfn/Dokumente/Manuals/Piezoelektrischer\\_Effekt.pdf](http://www.uni-saarland.de/fak7/hartmann/cfn/Dokumente/Manuals/Piezoelektrischer_Effekt.pdf)).

Der Vibrationssensor erwies sich dabei als eine valide Messmethode mit einer Sensitivität von 78,6% und einer Spezifität von 80,0% und lieferte bei einem Grenzwertoptimum von 75 $\mu$ V ein besseres Ergebnis als das Schnarchsignal der Nasenbrille. Die Sensitivität und Spezifität des nasalen Sensors konnte mangels optimalen Grenzwertes nicht ermittelt werden (72).

Die Auswertung der Daten war aufgrund einer zeitaufwändigen manuellen Vorvalidierung des Sensorsignals erschwert. Die Sensitivität des Schnarchsensors von 54,6% bei einer Spezifität von 80% und einem dazugehörigen kritischen Grenzwert von 140  $\mu$ V konnte nach Validierung der Daten deutlich verbessert werden. Deshalb formulierte sie folgende Empfehlung: „Mithilfe einer softwarebasierten automatischen Vorvalidierung der Verwertbarkeit des Sensorsignals wäre jedoch eine zuverlässige und zeitsparende ambulante polysomnographische Schnarchdiagnostik mit dem Vibrationssensor möglich.“ (72)

Bei der vorliegenden Studie wurde dieses vorbeschriebene Grenzwertoptimum des Piezo-Schnarchsignals von 75 $\mu$ V zur Auswertung der Polygraphieaufzeichnungen

herangezogen und in einzelnen Schritten ebenfalls manuell vorvalidiert (Siehe Auswertungsstrategien snore1-snore3 in Kapitel 3.2.).

### 2.3. Datenauswertung und Auswertkriterien

Die aufgezeichneten Daten der Heimpolygraphien wurden mit Hilfe der Software „Somnologica for Embletta“, version 3.3. Med Care Flaga ausgewertet. Es erfolgte sowohl die automatische Analyse anhand von eingegebenen Grenzwerten für die einzelnen Kanäle als auch die manuelle Nach- und Weiterverarbeitung der Datensätze.

Die Grenzwerte, die für die automatische Analyse festgelegt wurden:

- Allgemein: automatische Kurvenanwahl: keine
- Automatische Analyse durchführen: ja
- Analyse: Mindestanzahl Schnarchlaute pro Periode: 1s
- Minstdauer zwischen Perioden: 60s
- Maximale Schnarchdauer: 3s
- Kürzeste Dauer zwischen Schnarchereignissen: 1s
- Piezo-Schnarchsensor: Grenzwert benutzen: ja
- Grenzwert: 75 $\mu$ V
- Artefakt-Grenzwert: 3501  $\mu$ V
- Nasenkanüle: keine Umstellungen

Nach Festlegung der Grenzwerte wurde die Datenanalyse in 3 Einzelschritten snore1- snore3 vollzogen:

1. Snore1: nach Festlegung des Einschlaf- und Aufwachzeitpunktes ( $\geq 4$  Stunden) wurde mit der automatischen Analysefunktion (Analysedefinition manuell vorgenommen) von Somnologica die Aufzeichnung bewertet
2. Snore2: manuell wurden nun im 60- Sekunden-Fenster alle als „Schnarchen“ markierten Minuten, in denen die Baseline des Schnarchsignals einmalig oder mehrmals  $>70\mu$ V (siehe unten „Piezo-Schnarchsignal“) lag, als „Artefakt“ markiert

3. **Snore3**: erneute manuelle Nachbefundung der als „Schnarchen“ markierten Ereignisse im 60-Sekunden-Fenster, nur bei einer Länge von mindestens 3 Atemzügen und dem Auftreten während der Expiration oder Inspiration wurde es als „Schnarchen“ bewertet, sonst mit „Artefakt“ markiert

Zur Auswertung wurden lediglich die Kanäle 1, 2 und 13 betrachtet und im dritten Schritt auch 11, 7, 9 und 10 zugeschaltet.

Anschließend wurden die so gewonnen Daten in weitere Berechnungen eingeschlossen. Um die Schnarchanzahl und den Schnarchzeitanteil der Kinder zu evaluieren, wurde die Anzahl aller beobachteten Schnarcher pro Stunde der beobachteten Schlafenszeit jeweils für die 3 Arbeitsschritte *snore1- snore3* und der Zeitanteil an geschnarchten Minuten während der gesamten beobachteten Schlafenszeit in Prozent, sprich *snore1\_pro- snore3\_pro*, ermittelt.

Die kurzen Bezeichnungen *snore1- snore3* und *snore1\_pro- snore3\_pro* für die verschiedenen Auswertungsphasen werden im Folgenden aus Übersichtsgründen beibehalten.

### 2.3.1. Einschlusskriterien

Die Aufzeichnung wurde in die Analyse eingeschlossen, wenn das Lagesignal und Piezo-Schnarchsignal vorlagen und die auswertbare Aufzeichnungszeit  $\geq 4$  Stunden betrug.

## 2.4. Statistische Analyse

Die statistische Auswertung erfolgte mithilfe des Statistikprogramms SPSS (Statistical Package for the Social Science, Version 18.0 Windows; SPSS; Chicago, IL).

Mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov- Tests mit Lilliefors-Korrektur wurden Variablen auf das Vorliegen von Normalverteilung geprüft. Zur grafischen Darstellung der Verteilung wurden zusätzlich Boxplots, Percentilen und Histogramme erzeugt. In allen Auswertungsphasen ergibt sich eine linkssteile Verteilung. Mittels der Receiver-Operating-Characteristic-Kurve (ROC) wurde die Validität des Schnarchsensors erfasst. Sie werden verwendet, um kritische Grenzwerte darzustellen. Es können sowohl ein einzelner diagnostischer Test untersucht als auch mehrere Tests miteinander verglichen werden. In dieser Arbeit wurde die ROC-Kurve zur Berechnung der Sensitivität und Spezifität bei einem kritischen Grenzwert verwendet. Eine hohe Trennschärfe besteht, wenn die Kurve an der Y-

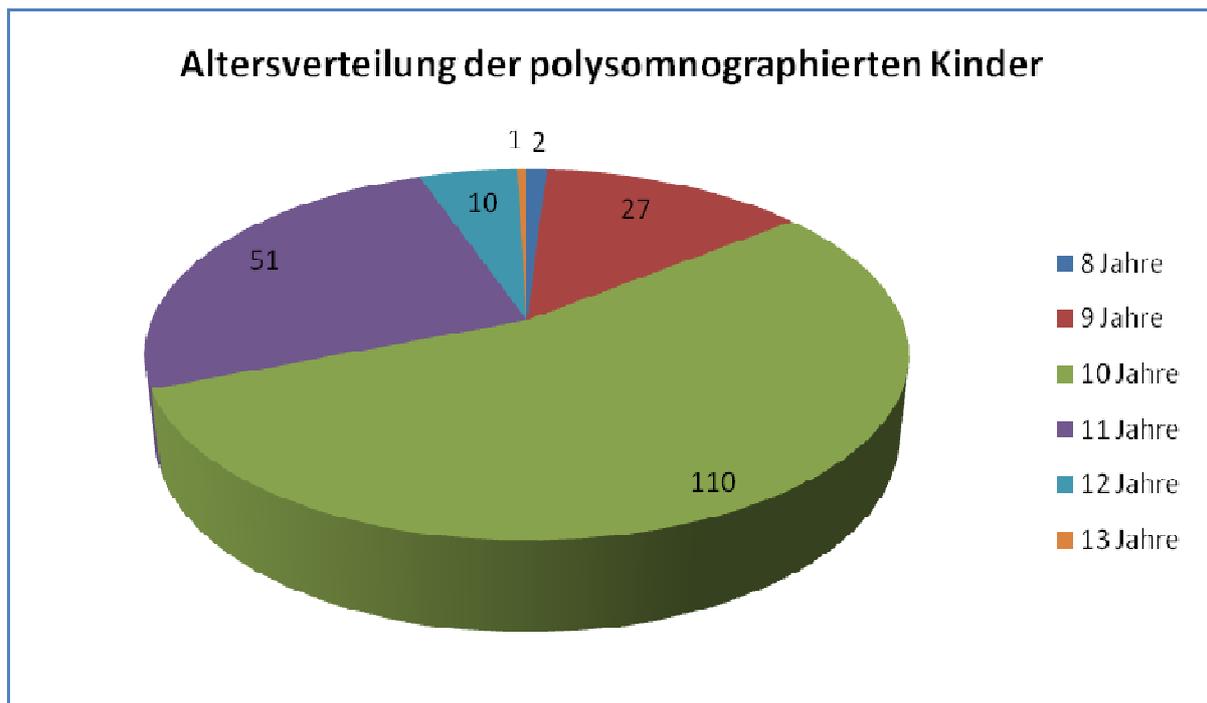
Achse aufwärts, an der oberen X-Achse quer (0% Spezifität, 100% Sensitivität) verläuft. Typischerweise entsteht eine gekrümmte, aufsteigende Kurve (Siehe Abbildung 22), (<http://www.acomed-statistik.de>, <http://www.medi-lern.de>, [http://de.wikipedia.org/wiki/Receiver\\_Operating\\_Characteristic](http://de.wikipedia.org/wiki/Receiver_Operating_Characteristic)). In allen Auswertungsphasen ergeben sich keine Grenzwertoptima, da die Kurven nahe der Diagonale liegen. Zusätzlich wurde die „area under the curve“ (AUC) berechnet. Idealerweise liegen die Werte über 0,5, können jedoch zwischen 0 und 1 rangieren.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Charakteristik des Patientenkollektivs

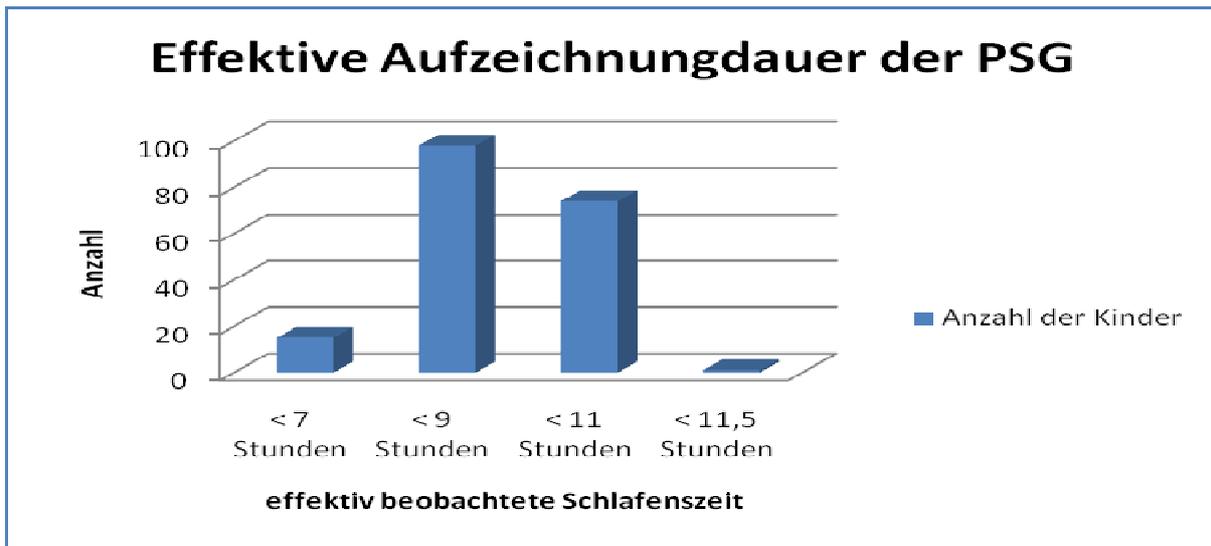
Die ausgewählten Studienprobanden setzen sich aus 201 Kindern zusammen. 10 Kinder wurden von der Studie ausgeschlossen, da sie die Einschlusskriterien nicht erfüllten. So wurden schließlich insgesamt 191 (95%) Probanden in die Studie eingeschlossen.

Es nahmen 106 Jungen (52,7% aller Studienprobanden) und 95 Mädchen (47,3% aller Studienprobanden) an der HPSG teil. Die Kinder waren zum Zeitpunkt der Messung zwischen 8 und 13 Jahre alt ( $10,2 \pm 0,71$ ), wobei die 2 (1% aller Studienteilnehmer) jüngsten Kinder 8 Jahre alt, 27 (13,4%) Kinder 9 Jahre alt, 110 (54,8%) Kinder 10 Jahre alt, 51 (25,3%) 11 Jahre alt, 10 (5,0%) Kinder 12 Jahre alt und das älteste Kind (0,5%) 13 Jahre alt waren.



**Abbildung 7: Graphische Darstellung der Altersverteilung, Anzahl der Probanden der zugehörigen Altersgruppe**

### 3.1.1. Aufzeichnungsdauer



**Abbildung 8: Verteilung der effektiven beobachteten Aufzeichnungszeit aller eingeschlossenen Probanden**

Die Kinder hatten eine durchschnittliche effektive Beobachtungszeit von 8,69 Stunden.

### 3.1.2. Bildung der Eltern

182 Mütter (95,3% aller Probanden) und 170 Väter (89%) konnten hinsichtlich ihrer Bildung befragt werden.

Die Verteilung der Bildungsabschlüsse der Mütter ist in allen 3 Levels (Siehe Kapitel 2.2.1) beinahe gleich:

Level 1: 56 Mütter (29,3% aller Probanden-Mütter)

Level 2: 68 Mütter (35,6%)

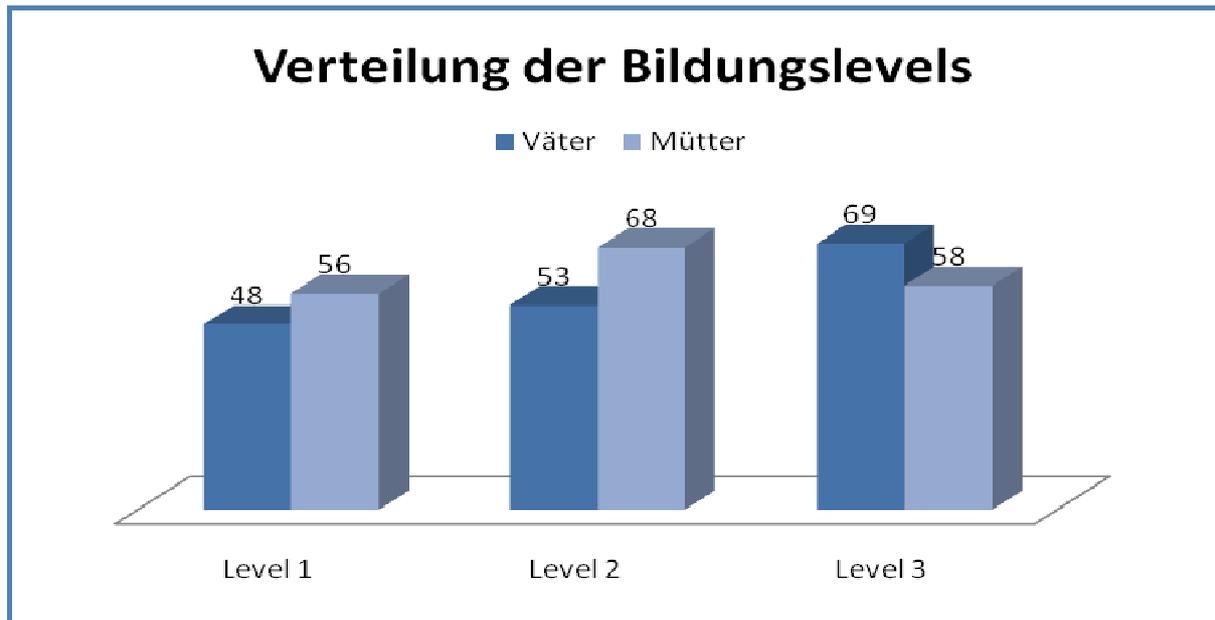
Level 3: 58 Mütter (30,4%)

Die Verteilung der Schulabschlüsse der Väter variiert in den verschiedenen Levels:

Level 1: 48 Väter (25,1% aller Probanden-Väter)

Level 2: 53 Väter (27,7%)

Level 3: 69 Väter (36,1%)



**Abbildung 9: Graphische Ansicht zur Verteilung der Bildungslevels der jeweiligen Elternteile (Absolutzahlen =Anzahl des jeweiligen Elternteils)**

Die Mehrzahl der Väter hat Abitur/Fachabitur/Studium, die Mehrzahl der Mütter hat eine mittlere Reife/Realschulabschluss. Verglichen mit den Müttern der Probanden der Prävalenzstudie aus dem Jahre 2001 waren sie mit 30,4% versus 35,8% in Level 3 weniger stark und in Level 2 mit 35,6% versus 37,6% nahezu gleich häufig vertreten.

## 3.2. Ergebnisse der Heimpolygraphieaufzeichnungen

### 3.2.1. Auswertungsstrategie 1 (Snore1, Snore1\_pro)

#### *Schnarchhäufigkeit (Snore1)*

Die Kinder schnarchten zwischen 0-5,5 Mal pro Stunde (snore1), im Durchschnitt 0,96 ( $\pm 1,24$ ) Mal pro Stunde, (95%-KI 0,78-1,13). 5 (2,6%) der Kinder schnarchten am meisten mit 5-5,5 Mal pro Stunde.

Der Median liegt bei 0,51 „Schnarcher“ pro Stunde und 25 % aller Kinder schnarchten weniger als 0,12 Mal pro Stunde, 5% schnarchten mehr als 3,9 Mal pro Stunde. Es ergibt sich eine rechtsschiefe Verteilung mit Ausreißern, die mehr als 3,03 Mal pro Stunde schnarchten. 9 (4,7% aller Probanden) milde und 6 (3,1% aller Probanden) extreme Ausreißer sind zu verzeichnen.

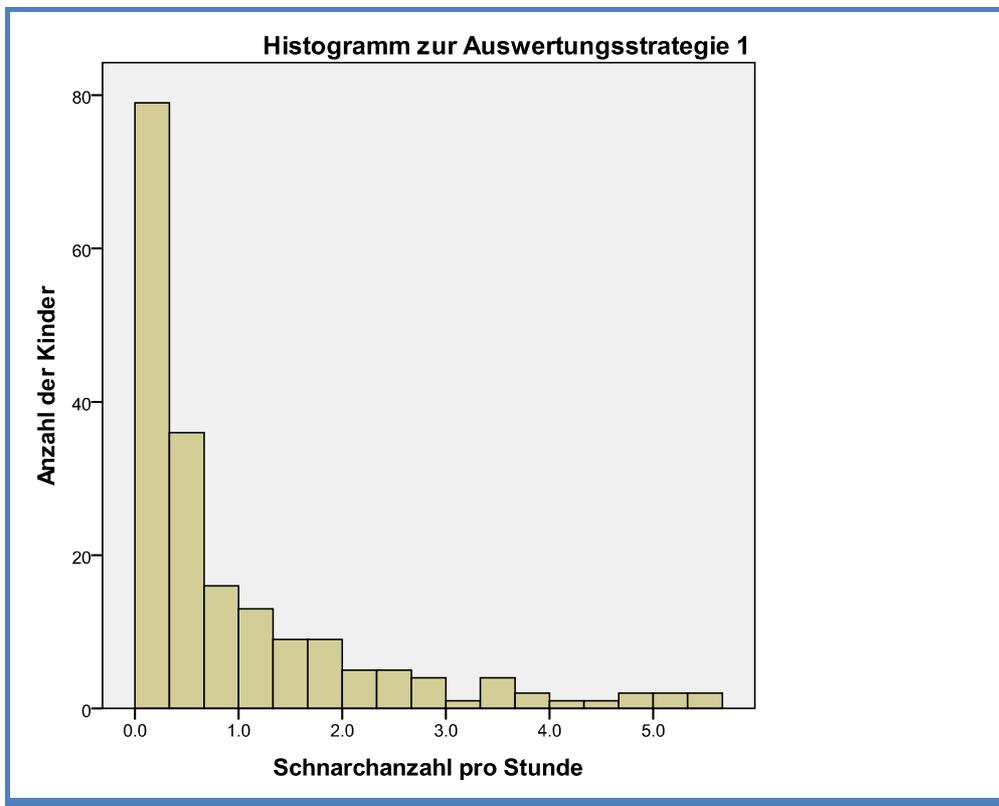
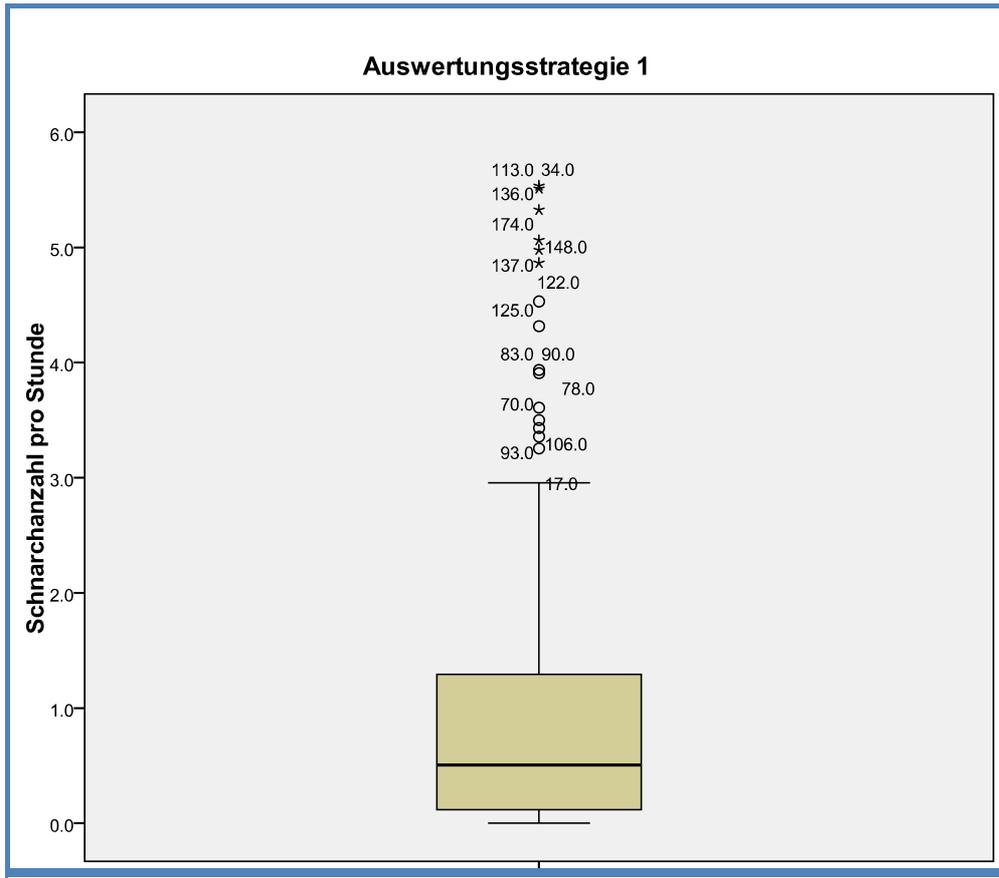
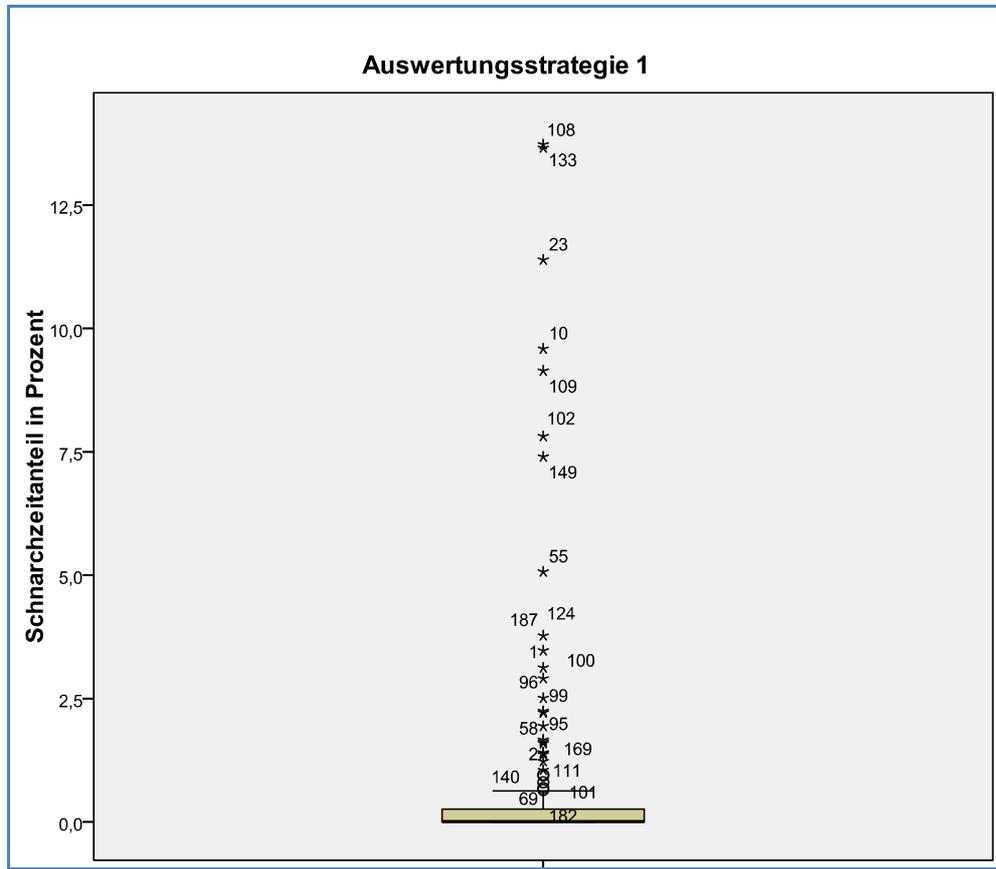


Abbildung 10: Boxplot (*oben*) und Histogramm (*unten*) zur Auswertungsstrategie Snore

**Schnarchdauer (Snore1\_pro)**

Durchschnittlich schnarchten die Kinder 0.67% ( $\pm 2,1$ ), (95%-KI 0,37-0,97) der korrekt aufgezeichneten Beobachtungszeit, das heißt die „Schnarchzeit“ rangierte zwischen 0-13,7%. Der Median liegt bei 0,01%. Den längsten Schnarchzeitanteil hatten 5 Kinder mit 9,1-13,7%.



**Abbildung 11: Boxplot zur Auswertungsstrategie Snore1\_pro**

**3.2.2. Auswertungsstrategie 2 (Snore2, Snore2\_pro)**

**Schnarchhäufigkeit (Snore2)**

Die Kinder schnarchten zwischen 0-3,3 Mal pro Stunde (snore2), im Durchschnitt 0,2 ( $\pm 0,49$ ) „Schnarcher“ pro Stunde, (95%-Konfidenzintervall: 0,13-0,27). 5 Kinder, das heißt 2,6% aller 191 Probanden schnarchten am meisten mit 1,5-3,3 Mal pro Stunde.

Der Median liegt bei 0 „Schnarcher“ pro Stunde, 75 % aller Kinder schnarchten weniger als 0,15 Mal pro Stunde und 5% schnarchten mehr als 1,1 Mal pro Stunde. Es ergibt sich eine linkssteile Verteilung mit Ausreißern, die mehr als 0,17 Mal pro Stunde schnarchten. 6 (3,1% aller Probanden) milde und 16 (8,4% aller Probanden) extreme Ausreißer sind zu verzeichnen.

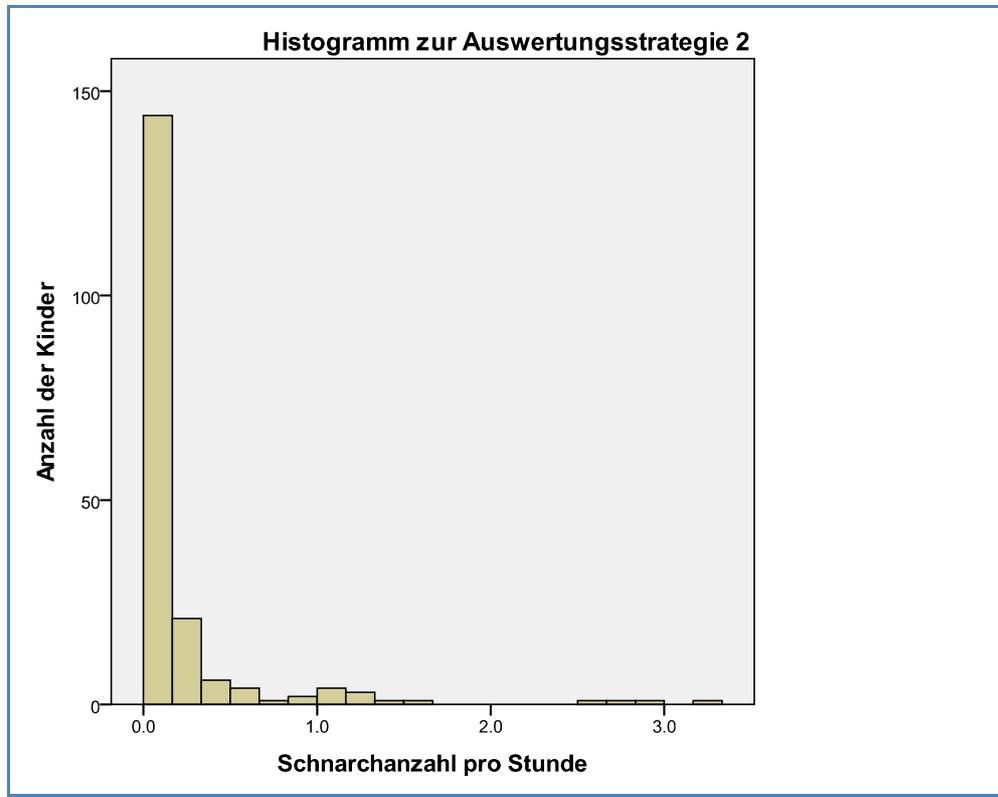
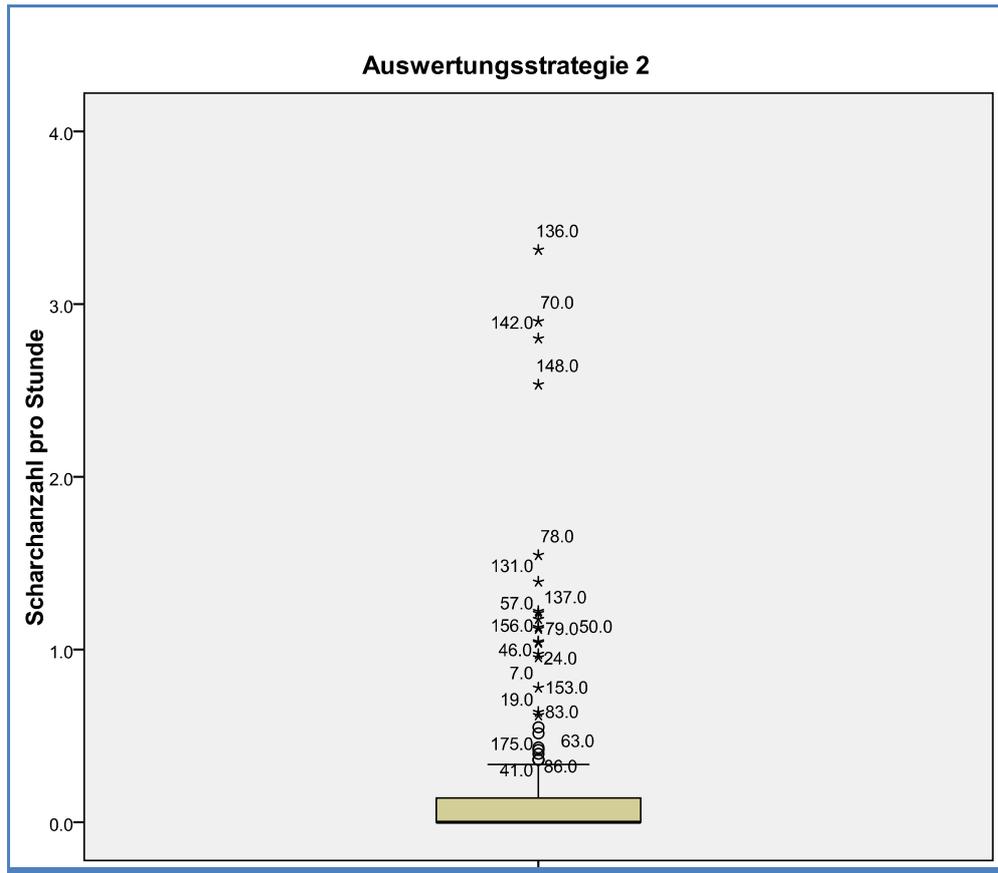
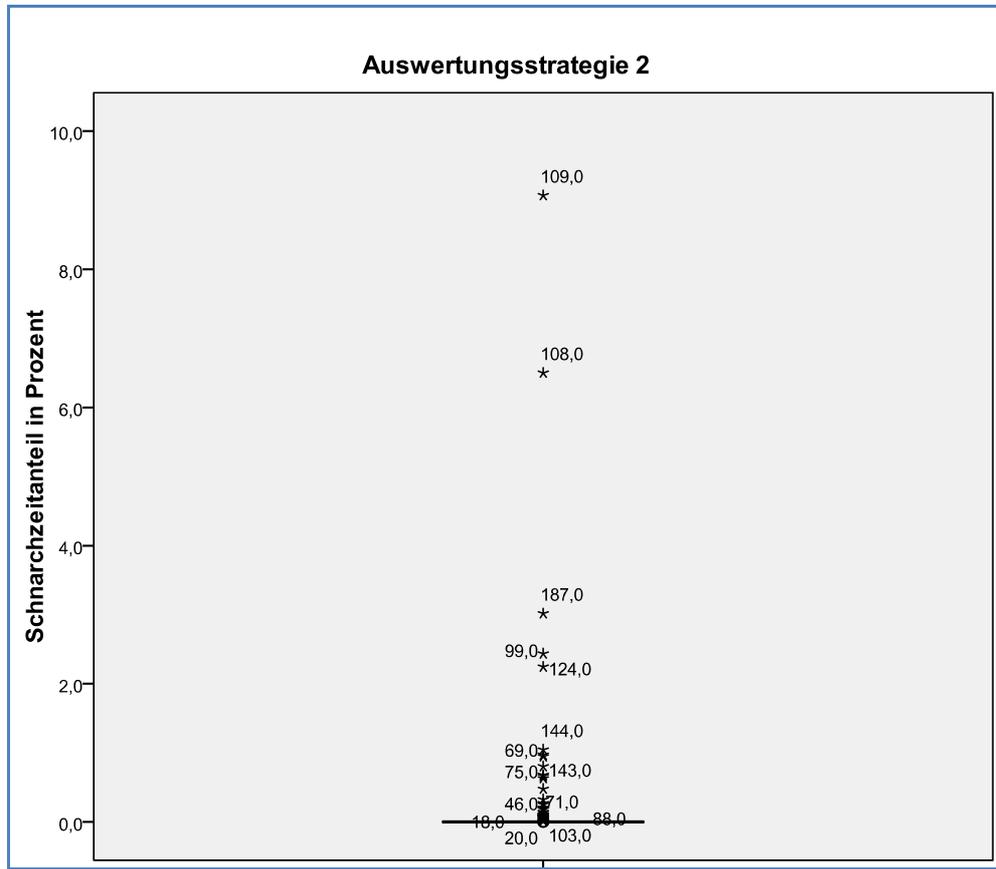


Abbildung 12: Boxplot (*oben*) und Histogramm (*unten*) zur Auswertungsstrategie Snore2

**Schnarchdauer (Snore2\_pro)**

Durchschnittlich schnarchten die Kinder 0,17% ( $\pm 0,87$ ), (95%-KI 0,05-0,29) der korrekt aufgezeichneten Beobachtungszeit, das heißt die „Schnarchzeit“ rangierte zwischen 0-9%. Der Median liegt bei 0%. Den längsten Schnarchzeitanteil hatten 5 Kinder mit 2-9%.



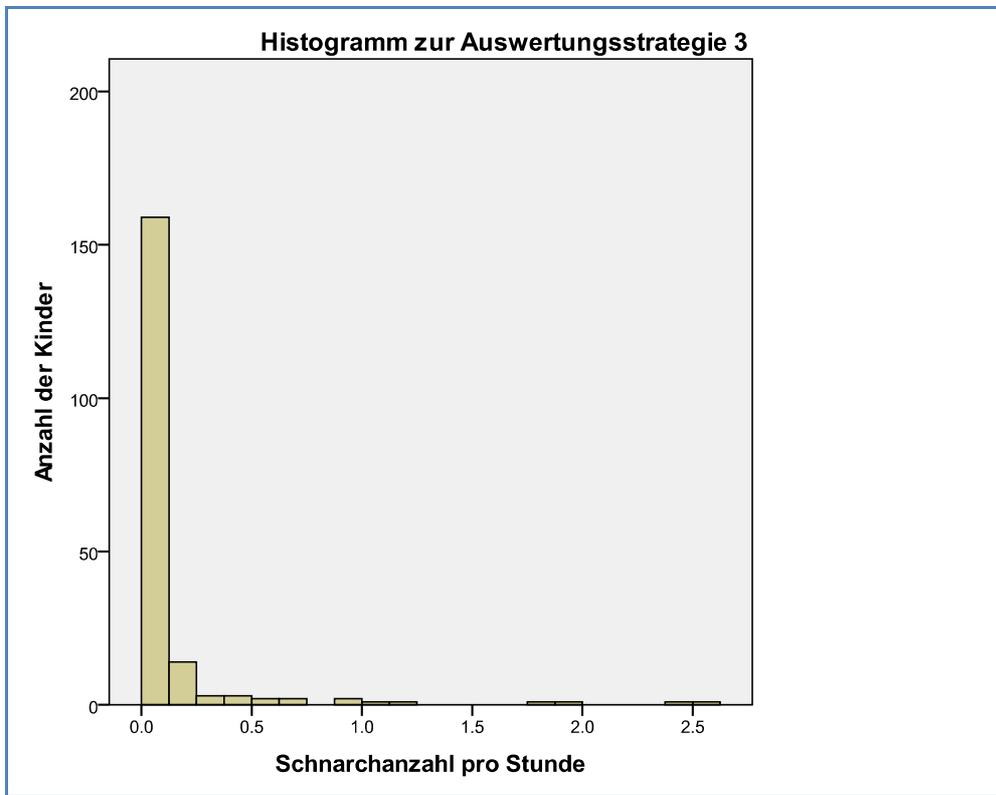
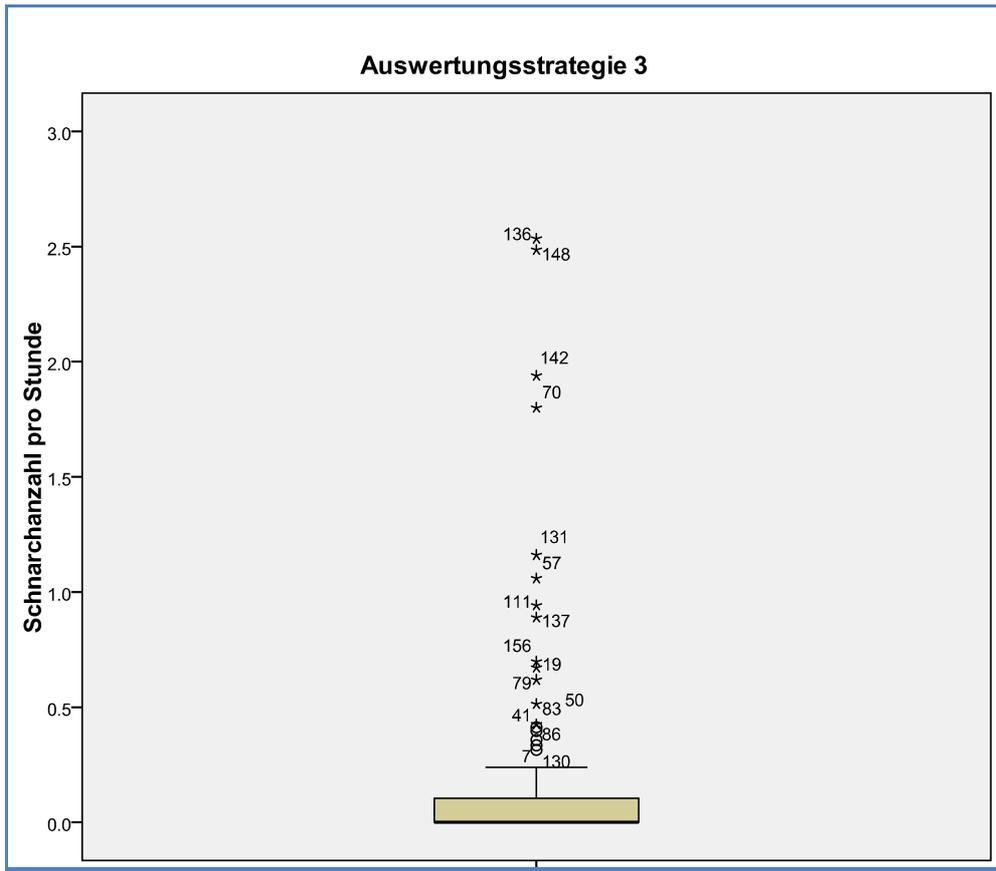
**Abbildung 13: Boxplot zur Auswertungsstrategie Snore2\_pro**

**3.2.3 Auswertungsstrategie 3 (Snore3, Snore3\_pro)**

**Schnarchhäufigkeit (Snore3)**

Die Kinder schnarchten zwischen 0-2,5 Mal pro Stunde (snore3), im Durchschnitt 0,12 ( $\pm 0,36$ ) Mal pro Stunde, (95%-KI 0,07-0,17). 5 (2,6%) der Kinder schnarchten am meisten mit 1,2-2,5 Mal pro Stunde.

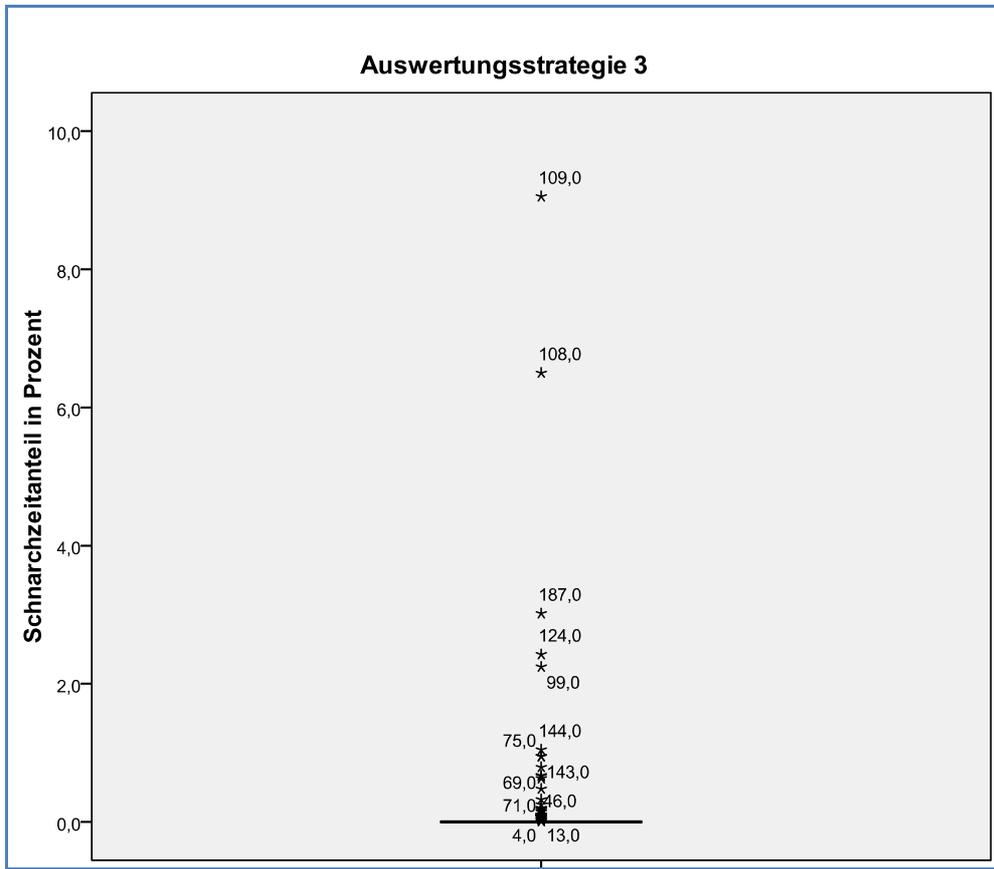
Der Median liegt bei 0 „Schnarcher“ pro Stunde, 75% aller Kinder schnarchten weniger als 0,11 Mal pro Stunde und 5% schnarchten mehr als 0,68 Mal pro Stunde. Es ergibt sich eine linkssteile Verteilung mit Ausreißern, die mehr als 0,26 Mal pro Stunde schnarchten. 1 milder (0,52%) und 16 (8,4%) extreme Ausreißer sind zu verzeichnen.



**Abbildung 14: Boxplot (oben) und Histogramm (unten) zur Auswertungsstrategie Snore3**

**Schnarchdauer (Snore3\_pro)**

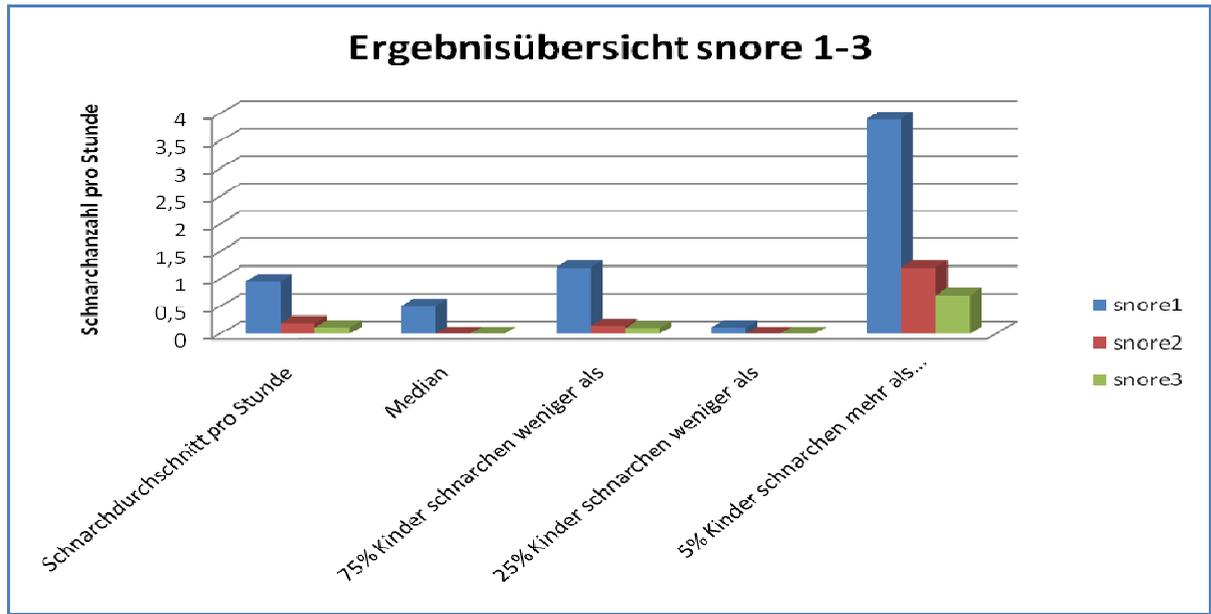
Durchschnittlich schnarchten die Kinder 0,17% ( $\pm 0,86$ ), (95%-KI 0,05-0,29) der korrekt aufgezeichneten Beobachtungszeit, das heißt die „Schnarchzeit“ rangierte zwischen 0-9%. Der Median liegt bei 0%. Den längsten Schnarchzeitanteil hatten 5 Kinder mit 2-9%.



**Abbildung 15: Boxplot zur Auswertungsstrategie Snore3\_pro**

**3.2.4. Zusammenfassung der Einzelergebnisse Snore 1-3**

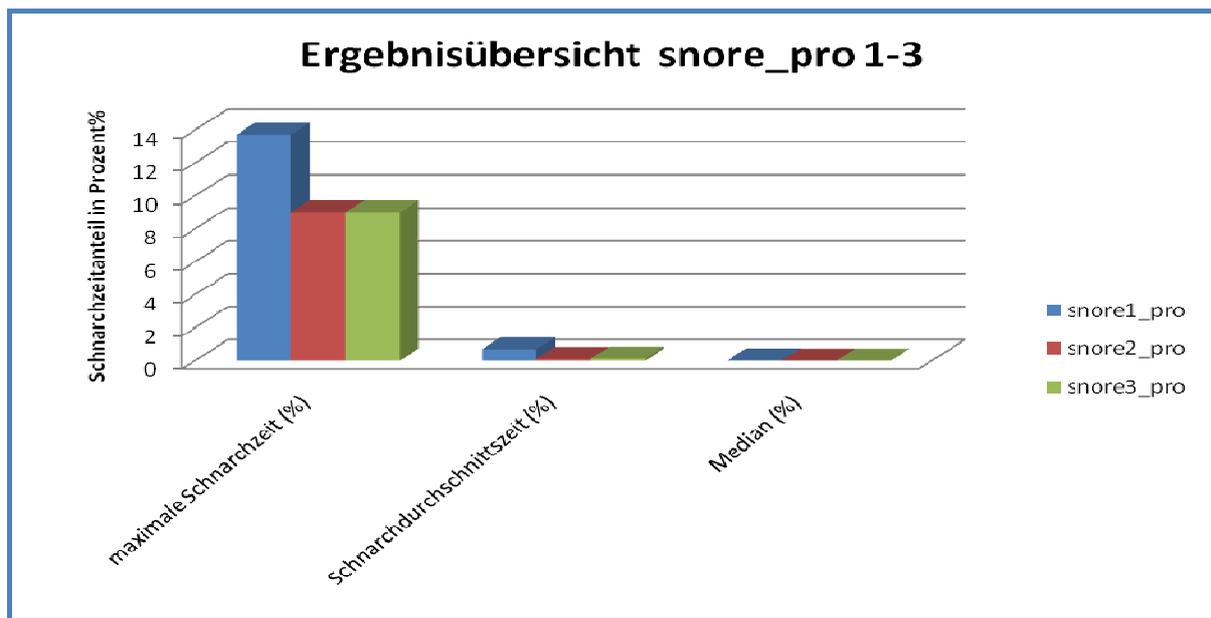
Von Snore1 bis Snore3 betrachtet, ist eine Abnahme der Schnarchanzahl und eine Tendenz der Mediane Richtung Null zu verzeichnen (Siehe Abbildung 16). Die Abnahmetendenz ist besonders steil von Snore1 auf Snore2 und im letzten Schritt zu Snore3 nur noch sehr mild oder teils gleich bleibend. In Snore2 und 3 schnarchen 25% aller Kinder gar nicht und 75% aller Kinder nicht mehr als 0,15 und 0,11 Mal/Stunde.



**Abbildung 16: Grafische Gegenüberstellung der Einzelergebnisse für die Auswertungen Snore1-Snore3**

**3.2.5. Zusammenfassung der Einzelergebnisse Snore\_pro1-3**

Betrachtet man Snore\_pro1 in Richtung Snore\_pro3, so ist vor allem eine deutliche Abnahme des Schnarchzeitanteils von Snore\_pro1 zu Snore\_pro2 ersichtlich. Zwischen Snore\_pro2 und Snore\_pro3 ergeben sich wiederum keine Unterschiede hinsichtlich der prozentualen Schnarchzeitanteile. Im Median schnarchen die Kinder in Snore\_pro2 und 3 gar nicht (Siehe Abbildung 17).



**Abbildung 17: Grafische Gegenüberstellung der Einzelergebnisse für die Auswertungen Snore\_pro 1-3**

### 3.2.6. Zusammenfassung der Ausreißeranteile für Snore1-3

Vergleicht man die Ausreißeranteile zwischen snore1-3, so sind mehr milde und weniger extreme Ausreißer in Snore1 als in den anderen Snore-Auswertungen zu verzeichnen. Jedoch ist die Anzahl der Schnarcher pro Stunde, die die Ausreißer in snore1 „übersteigen“ um mehr als ein Hundertfaches höher als in Snore3. Während in Snore2 und 3 wesentlich weniger milde Ausreißer zu verzeichnen sind als in snore1, sind es in snore2 und 3 jedoch mehr als doppelt so viele extreme Ausreißer. Diese extremen Ausreißer sind in Snore2 und 3 gleich häufig.

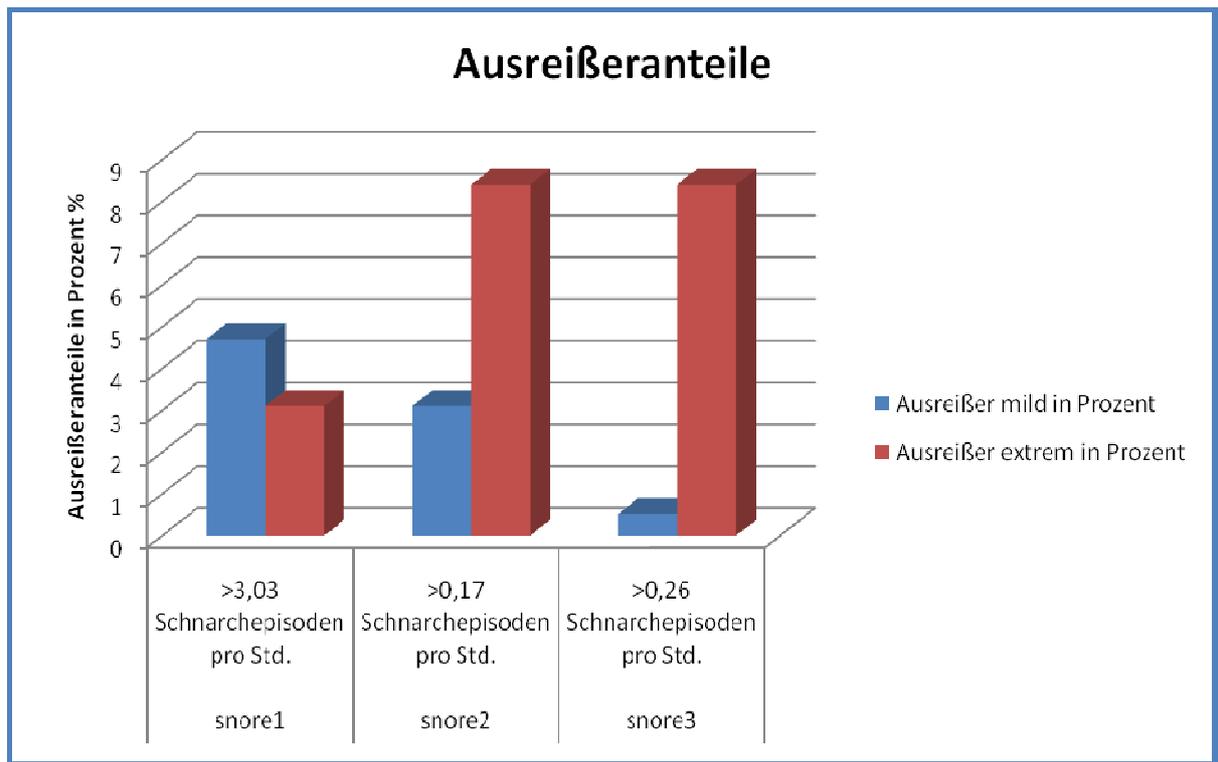


Abbildung 18: Prozentuale Schnarch-Ausreißeranteile für die Auswertungen Snore 1-3

### 3.3. Ergebnisse der Eltern-Fragebögen

Die Frage „Schnarcht Ihr Kind?“ wurde folgendermaßen beantwortet: 98 (93,3% von 105) Eltern gaben „nie/gelegentlich“, 93 (96,9%) gaben „oft/immer“ in den Fragebögen an. Somit wurden 93 Habituelle Schnarcher identifiziert.

Im Einzelnen beantworteten die Eltern die Fragen mit:

- „nie“: 32 (16,7% aller Probandeneltern)
- „manchmal“: 66 (34,6%)
- „häufig“: 72 (37,7%)

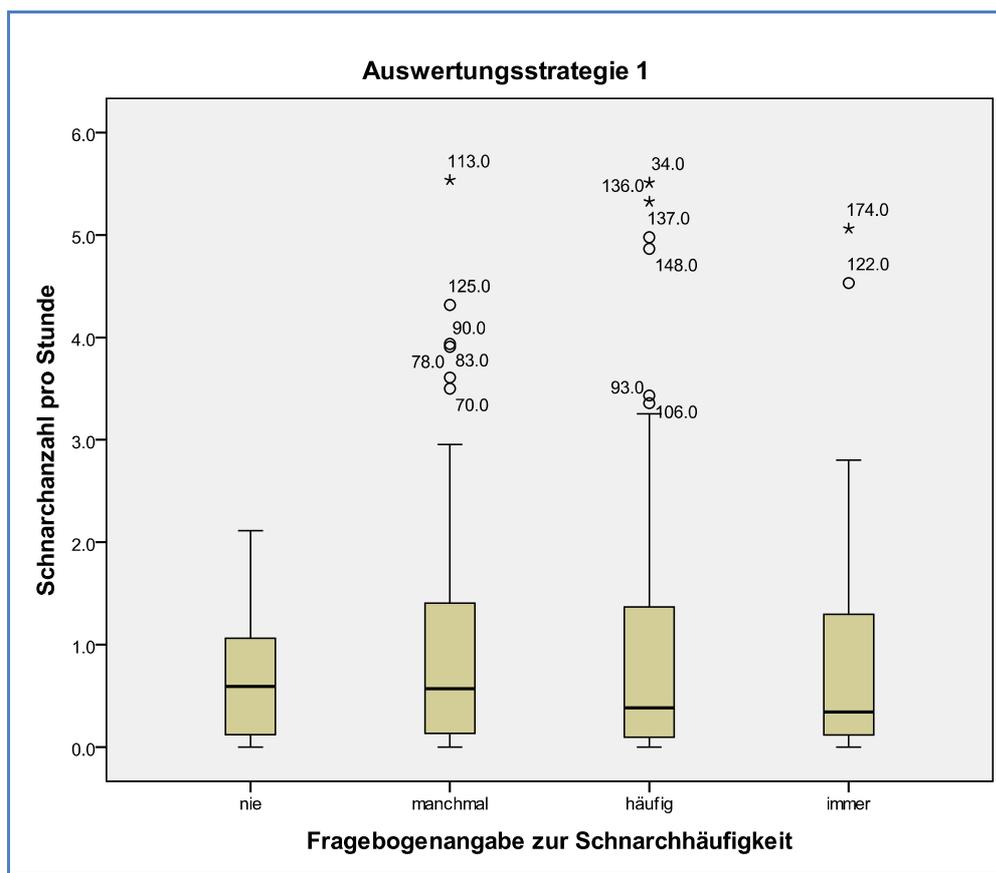
- „immer“: 21 (11%)

Am häufigsten wurde die Antwort „häufig“ angekreuzt. Zusammengefasst wurde bei 51% aller Probandeneltern „nie/manchmal“ angegeben.

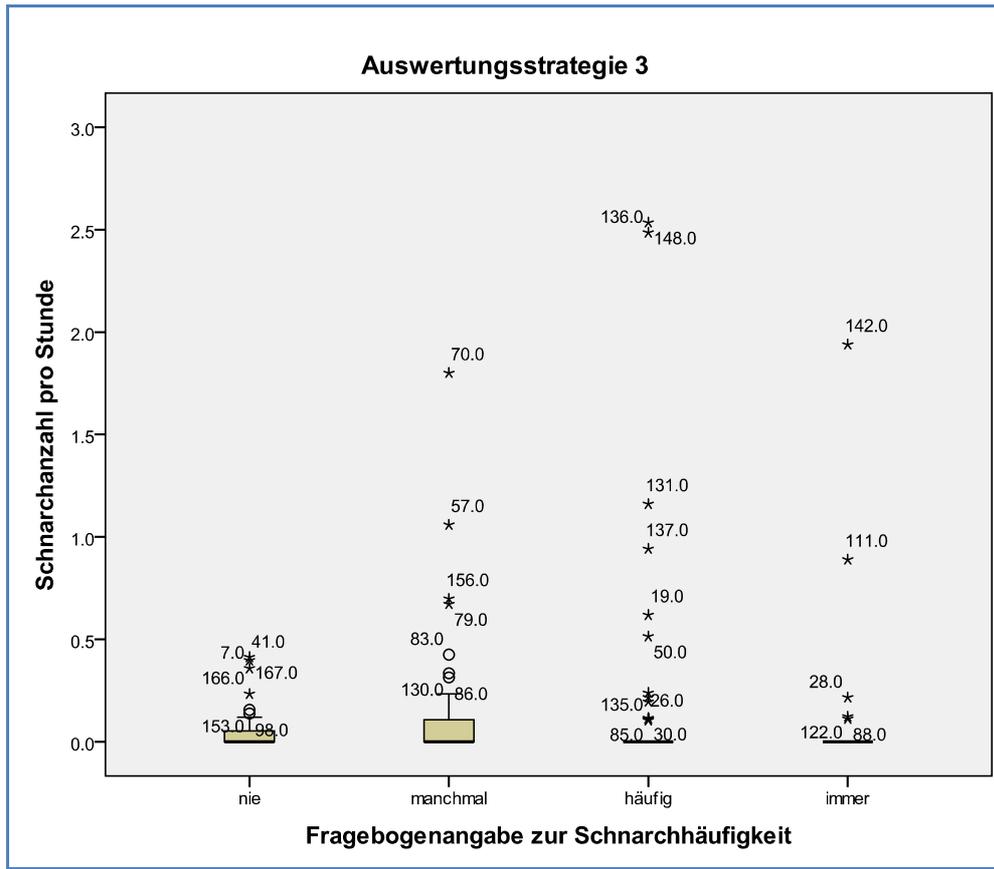
### 3.4. Korrelationen zwischen den klinischen Aufzeichnungsergebnisse und den Fragebogenergebnissen

#### 3.4.1. Ergebnisse für die Auswertungsstrategien snore1 bis snore3

In Abbildung 20 sind die Fragebogenergebnisse der Eltern in allen 4 Kategorien von „nie“ bis „immer“ den polygraphischen Auswertungen hinsichtlich der Schnarchanzahl pro Stunde gegenüber gestellt. Idealerweise sollte sich eine aufsteigende Kaskade der 4 Säulen „nie“ bis „immer“ ergeben, aus der hervorgeht, dass bei „nie“ die Masse an Kindern nicht schnarcht und bei „immer“ die Kinder zumindest mehr als null Mal in der Stunde schnarchen.



**Abbildung 19: Boxplot-Gegenüberstellung der Fragebogenergebnisse und der PSG-Daten für die Auswertungsschritte snore1**



**Abbildung 20: Boxplot-Gegenüberstellung der Fragebogenergebnisse und der PSG-Daten für die Auswertungsschritte snore3**

In allen Kategorien von snore1 ergeben sich Mediane, die über Null liegen. Der Median der „nie“-Gruppe liegt sogar höher als der der „immer“-Gruppe. Die Ausreißer bewegen sich in snore1 in den letzten 3 Kategorien auf ähnlichem Niveau.

Nach Validierung der Schnarchsensorausschläge ergibt sich das Bild von snore3. Die Mediane aller 4 Kategorien sind Null. In allen 4 Kategorien gibt es besonders viele Ausreißer. Die Masse der „nie“-Kinder schnarcht im Schnitt häufiger als die „immer“-Schnarcher.

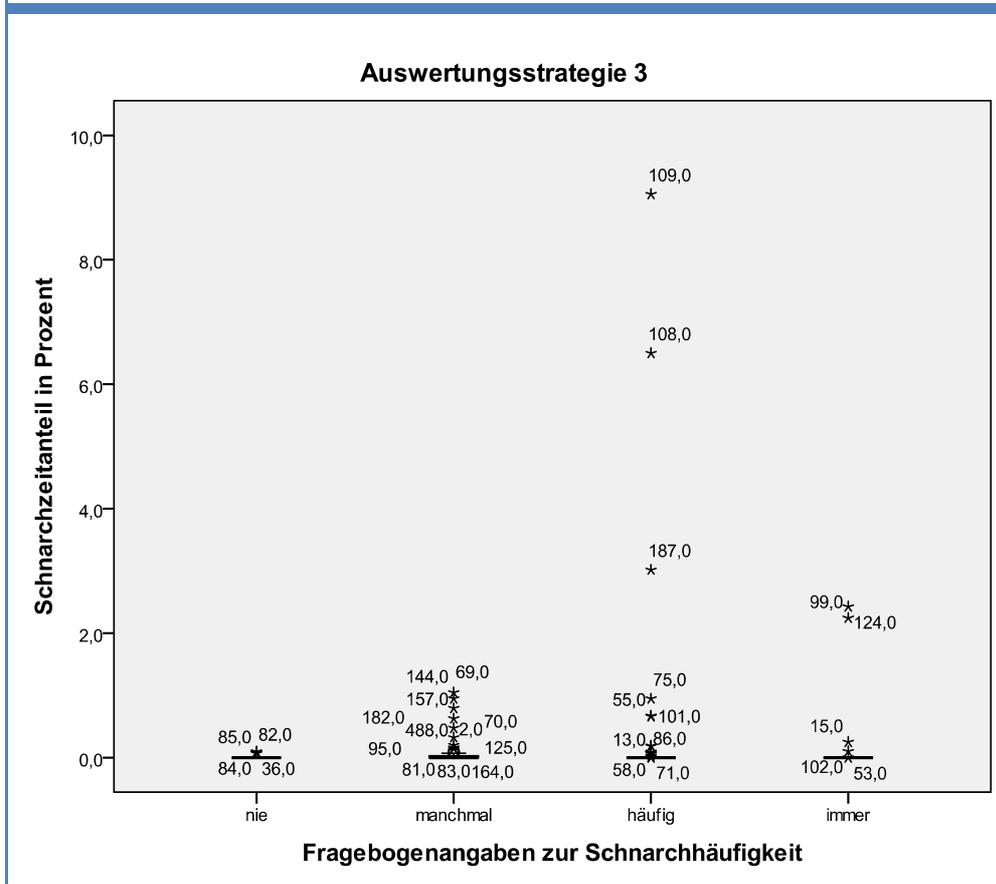
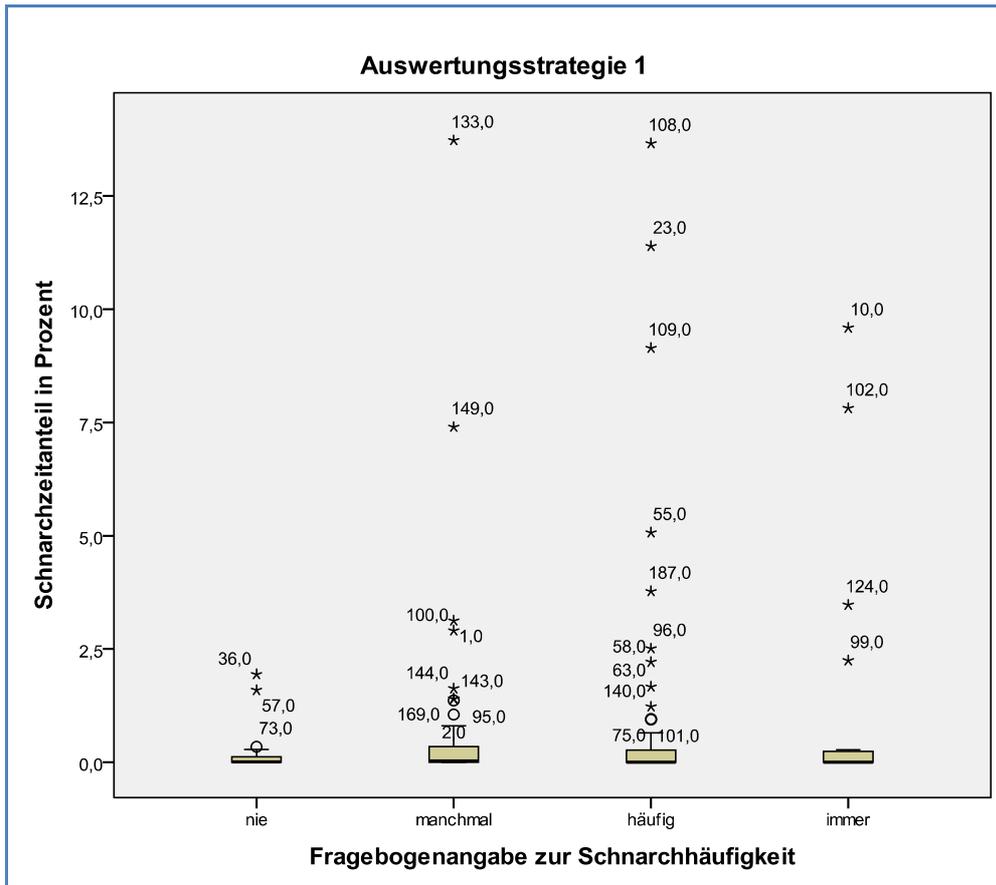
Kreuzen die Eltern in snore3 „nie“ an, so schnarchen 50% der Kinder gar nicht und maximal weniger als 0,5 Mal pro Stunde, während in snore1 50% aller Kinder weniger als 0,5 Mal pro Stunde schnarchen und keines mehr als maximal 2 bis 3 Mal pro Stunde.

### 3.4.2. Ergebnisse für die Auswertungsstrategien snore1\_pro bis snore3\_pro

In Abbildung 21 sind die Fragebogenergebnisse der Eltern in allen 4 Kategorien von „nie“ bis „immer“ den polygraphischen Auswertungen hinsichtlich des prozentualen

Schnarchzeitanteils pro Stunde gegenüber gestellt. Idealerweise sollte der prozentuale Schnarchzeitanteil eines Kindes, das „nie“ schnarcht niedriger sein als eines, das „immer“ schnarcht. Dies ließ sich in dieser Studie nicht darstellen.

# Ergebnisse



### **Abbildung 21: Boxplot-Gegenüberstellung der Fragebogenergebnisse und der PSG-Daten für die Auswertungsstrategien snore\_pro1 und snore\_pro3**

Alle Mediane aller 4 Kategorien von snore1\_pro sind Null. Das heißt 50% der Kinder der jeweiligen Kategorie schnarchten gar nicht. Es gibt Ausreißer in allen 4 Gruppen. In der Kategorie „manchmal“ schnarchen die meisten Kinder länger als in der Kategorie „immer“.

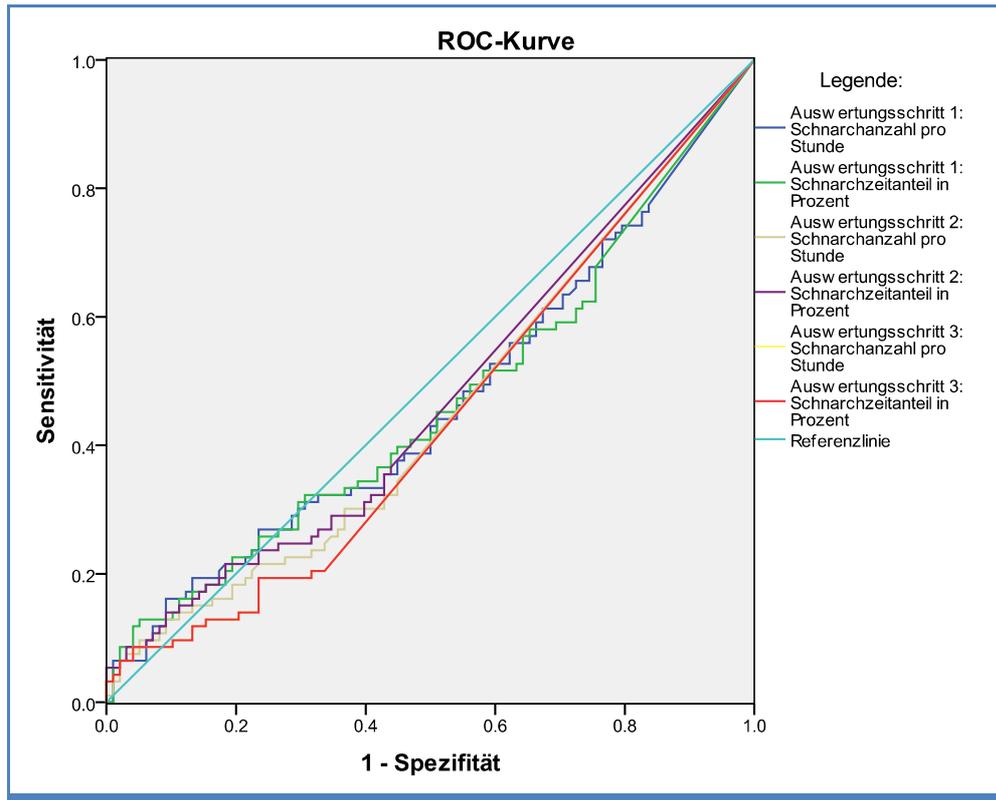
In snore3\_pro schnarchen 75% aller Kinder in allen Kategorien gar nicht. Die Kinder, die schnarchen, stellen sich meist als Ausreißer dar. Dies ist bei der „nie“-Gruppe bei 4 Kindern, die zwischen 0-1% pro Stunde ihrer Beobachtungszeit schnarchen, der Fall. Bei den extremen Ausreißern der „manchmal“-Schnarcher sind längere Schnarchzeiten als bei den „immer“-Schnarchern zu verzeichnen.

Zusätzlich ergibt sich kein Unterschied zwischen dem Auswertungsschritt snore2\_pro und snore3\_pro hinsichtlich der Ausreißer in „häufig“ (nicht in der Abbildung dargestellt). Die Kategorie „immer“ ist bis auf einen milden Ausreißer identisch.

Geben die Eltern in den Fragebögen „nie“ an, so schnarchen die Kinder nicht länger als 0,1% pro Stunde ihrer beobachteten Schlafenszeit (im letzten Auswertungsschritt snore3).

#### **3.4.3. ROC-Kurven**

Da sich die ROC-Kurven (Siehe Abbildung 22) in allen Snore-Auswertungen nahe der Diagonalen befinden, deutet dies eher auf einen Zufallsprozess hin.



**Abbildung 22: Gesamtübersicht aller ROC-Kurven für snore und snore\_pro1-3**

Sensitivität und Spezifität, das heißt Trefferquote und Falschpositivquote sind gleich bzw. ähnlich. Die ROC-Kurven bleiben unterhalb der Diagonalen. Dies deutet darauf hin, dass die Werte falsch interpretiert wurden. Statt ein Signal zu erkennen, wird Rauschen erfasst und das Signal ausgefiltert. Somit ergibt sich kein Grenzwertoptimum

([http://de.wikipedia.org/wiki/Receiver\\_Operating\\_Characteristic](http://de.wikipedia.org/wiki/Receiver_Operating_Characteristic)).

Idealerweise sollten sich Grenzwertoptima mit hoher Spezifität und Sensitivität darstellen lassen, um zwischen schnarchenden und nicht schnarchenden Kindern zu unterscheiden. Dazu wurde in den jeweiligen Auswertungsphasen entweder Bezug auf die Schnarchhäufigkeit oder den prozentualen Schnarchzeitanteil genommen und zu jedem möglichen Grenzwert die Spezifität und Sensitivität berechnet.

#### 3.4.3.1. ROC-Kurven für Auswertungsstrategie 1 und 3

In Abbildung 23 und Abbildung 24 sind die ROC-Kurven für den Auswertungsschritt 1 und 3 im Detail dargestellt.

Die AUC für snore1 liegt bei 0,461 und für snore\_pro1 bei 0,462. Die AUC für snore3 beträgt 0,442 und für snore\_pro3 0,459.

Alle AUC-Werte liegen unter 0,5. Dieser ist der schlechteste Wert, den eine AUC betragen sollte (<http://de.wikipedia.org>).

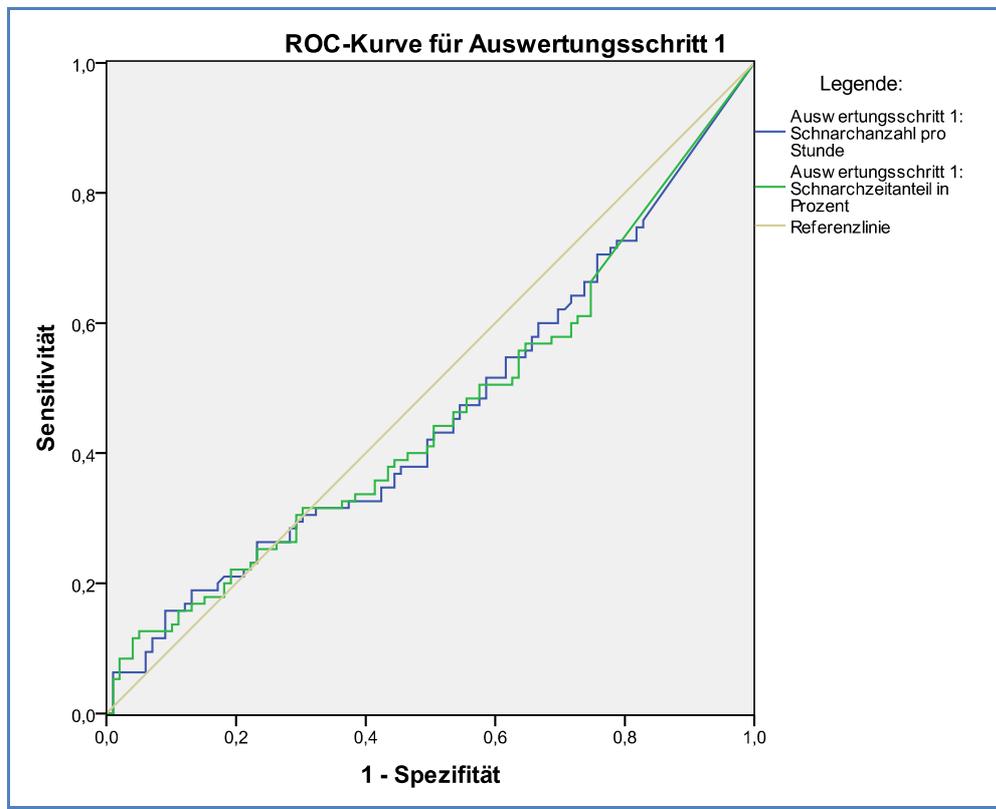


Abbildung 23: Gegenüberstellung der ROC-Kurven für snore1/snore\_pro1

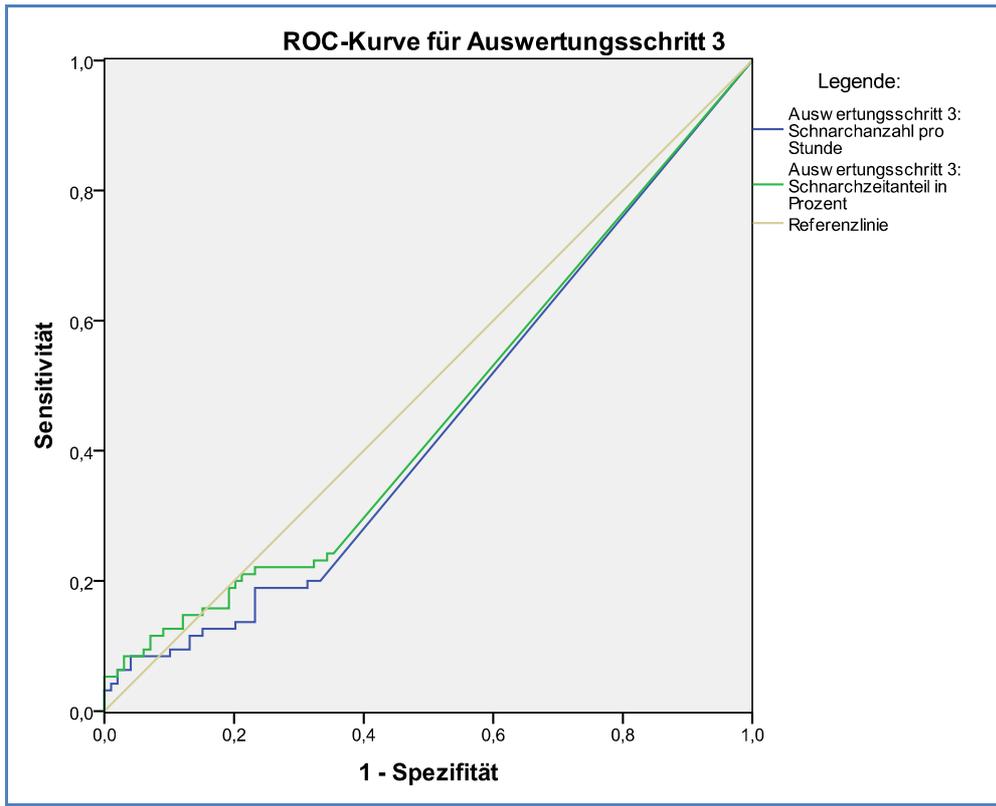


Abbildung 24: Gegenüberstellung der ROC-Kurven für snore3/snore\_pro3

### 4. Diskussion

Ziel der Studie war es Übereinstimmungen zwischen den Fragebogenergebnissen der Eltern zum Schnarchen und dem tatsächlichen Schnarchverhalten ihrer Kinder, das mit einem Piezo-Schnarchsensor erfasst wurde, aufzuzeigen. Es wurden insgesamt 191 gesunde und positiv gescreente Patienten, die eine auswertbare Beobachtungszeit von mindestens 4 Stunden hatten, untersucht. In 3 Auswertungsphasen wurde das Piezo-Schnarchsignal evaluiert und jeweils den Fragebogenangaben hinsichtlich der Häufigkeit des Schnarchens zu Hause gegenüber gestellt.

Die wichtigsten Ergebnisse werden noch einmal kurz zusammengefasst dargestellt:

#### Charakteristik der Probandenkollektivs

Es nahmen 106 Jungen (52,7% aller Studienprobanden) und 95 Mädchen (47,3% aller Studienprobanden) an der HPSG teil. Die Kinder waren zum Zeitpunkt der Messung zwischen 8 und 13 Jahre alt ( $10,2 \pm 0,71$ ). Die Kinder hatten eine durchschnittliche effektive Beobachtungszeit von 8,69 Stunden. Die Mehrzahl der Väter hat Abitur/Fachabitur/Studium, die Mehrzahl der Mütter hat eine mittlere Reife/Realschulabschluss.

#### Schnarchhäufigkeit

In Snore2 und 3 schnarchen 25% aller Kinder gar nicht und 75% aller Kinder nicht mehr als 0,15 und 0,11 Mal/Stunde.

In allen Kategorien zur Schnarchquantität („nie“ bis „immer“) von snore1 ergeben sich Mediane, die über Null liegen. Der Median der „nie“-Gruppe liegt sogar höher als der der „immer“-Gruppe. Die Ausreißer bewegen sich in snore1 in den letzten 3 Kategorien („häufig“ bis „nie“) auf ähnlichem Niveau.

Die Mediane von snore3 aller 4 Kategorien sind Null. In allen 4 Kategorien gibt es besonders viele Ausreißer. Die Masse der „nie“-Kinder schnarcht im Schnitt häufiger als die „immer“-Schnarcher.

Kreuzen die Eltern in snore3 „nie“ an, so schnarchen 50% der Kinder gar nicht und maximal weniger als 0,5 Mal pro Stunde, während in snore1 50% aller

Kinder weniger als 0,5 Mal pro Stunde schnarchen und keines mehr als maximal 2 bis 3 Mal pro Stunde.

### Schnarchzeitanteile

Zwischen Snore\_pro2 und Snore\_pro3 ergeben sich keine Unterschiede hinsichtlich der Länge der prozentualen Schnarchzeitanteile. Im Median schnarchen die Kinder in Snore\_pro2 und 3 gar nicht.

Alle Mediane von snore1\_pro sind in Bezug auf die 4 Schnarchquantitäten der Fragebögen Null. Das heißt 50% der Kinder der jeweiligen Kategorie schnarchten gar nicht. Es gibt Ausreißer in allen 4 Gruppen. In der Kategorie „manchmal“ schnarchen die meisten Kinder länger als in der Kategorie „immer“.

Geben die Eltern in den Fragebögen „nie“ an, so schnarchen die Kinder nicht länger als 0,1% pro Stunde ihrer beobachteten Schlafenszeit (im letzten Auswertungsschritt snore3).

In snore3\_pro schnarchen 75% aller Kinder in allen Kategorien gar nicht. Die Kinder, die schnarchen, stellen sich meist als Ausreißer dar. Bei den extremen Ausreißern der „manchmal“-Schnarcher sind längere Schnarchzeiten als bei den „immer“-Schnarchern zu verzeichnen. Zusätzlich ergibt sich kein Unterschied zwischen dem Auswertungsschritt snore2\_pro und snore3\_pro hinsichtlich der Ausreißer in „häufig“. Die Kategorie „immer“ ist bis auf einen milden Ausreißer identisch.

### ROC-Kurve

Sensitivität und Spezifität, das heißt Trefferquote und Falschpositivquote sind gleich bzw. ähnlich. Die ROC-Kurven bleiben unterhalb der Diagonalen. Die AUC für snore1 liegt bei 0,461 und für snore\_pro1 bei 0,462. Die AUC für snore3 beträgt 0,442 und für snore\_pro3 0,459.

Im Folgenden sollen nun die ermittelten Ergebnisse diskutiert werden.

### 4.1. Interpretation der Ergebnisse

#### 4.1.1. Studiendesign und Charakteristik der Studienpopulation

Die vorliegende Studie ist eine retrospektive Datenauswertung einer Screeningstudie zur Prävalenz und Diagnostik von OSA bei Grundschulkindern der 3. Klasse. Sie repräsentiert den Querschnitt dieser Grundschulpopulation. Aufgrund eines mehrstufigen klinischen Screeningprozesses wurden die Kinder mithilfe mehrerer validierter Kriterien rekrutiert. So wurde eine verbesserte Sensitivität erreicht (81). Alle habituellen Schnarcher wurden für die HPSG ausgewählt. Zusätzlich wurde eine Kontrollgruppe, bestehend aus potentiell gesunden Kindern, die zuvor negativ gescreent wurden, mit der HPSG untersucht. Die zur Rekrutierung von Studienprobanden verwendete HPSG wurde in vorhergehenden Studien zur Prävalenz von Schnarchen bei Kindern (31), (23), (45), (52), (61), (68), (79), (80) bisher vernachlässigt.

Die Zusammensetzung der untersuchten Probanden weicht kaum von der Charakteristik der Gesamtstudienpopulation ab. Die Kinder waren im Durchschnitt 10,2 vs. 9,6 Jahre alt und die Geschlechterverteilung war diskret zum männlichen Geschlecht hin verschoben, mit 52,7% vs. 51% Jungen und 47,3% vs. 49% Mädchen. Die höchste Bildungsstufe Level 3 erreichten 30,4% vs. 35,8% der Probandenmütter und 36,1% vs. 43,1% der Väter. Für die niedrigste Bildungsstufe Level 1 ergab sich eine Aufteilung bei den Müttern mit 29,3% vs. 25,5% und bei den Vätern 25,1% vs. 25,6%. Die Diagnose Asthma war in der Gesamtpopulation mit 996 Kindern mit 4,8% vertreten. Somit repräsentiert die untersuchte Probandengruppe ebenfalls die gesunde Population der Grundschul Kinder in Hannover (Deutschland).

Das Durchschnittsalter von 10,2 Jahren für die untersuchten Kinder liegt zwischen denen der 3 bekannten Häufigkeitsgipfeln für Schnarchen. Im 4./5. Lebensjahr tritt vermehrtes Schnarchen während dem Wachstum der Adenoide und Tonsillen auf, im 8./9. Lebensjahr tritt es in Zusammenhang mit auftretenden Atemwegsallergien auf und ab dem 15. Lebensjahr tritt es bei Jungen mit Wirkung des Testosterons auf (23). Während das Asthma ab dem 10. Lebensjahr eine zunehmend untergeordnete Rolle spielt, zeigen sich andere Atopien wie Ekzeme und chronische Rhinitis bis zu einem Maximum

im frühen Erwachsenenalter

(<http://aerobiology.ch/files/pdf/AtemwegsallergienbeiKindern2.pdf>). Eine Untersuchung zum Schnarchverhalten der Kinder durch Evaluierung der Fragebögen und HPSG wäre in einer jüngeren Altersgruppe vermutlich mit einer höheren Schnarchprävalenz verbunden gewesen. Der Zusammenhang zwischen Atemwegsallergien und Schnarchen bzw. OSA sollte aufgrund der weitreichenden Konsequenzen für die Gesundheit der Kinder in den kinderärztlichen Sprechstunden aufmerksamer verfolgt werden.

In einer Studie von Corbo et al. (23) wurde in einer Schnarchprävalenzstudie bei 9-15-jährigen Kindern nach Allergien gefragt. 9,1% der habituell schnarchenden Kinder (5,6% von 2209 Kindern) hatten eine Rhinitis und 7,5% Asthma, wobei hier nicht unterschieden wurde, ob es sich um eine akute oder chronische Rhinitis handelt.

Es wurden sowohl positiv gescreente, also kranke Kinder, als auch gesunde Kinder untersucht. 42,5% der Kinder waren Kontrollgruppenkinder, wobei bei 2 Kindern ein OSA diagnostiziert wurde. Dies suggeriert, dass bei 3,3% der gesunden Kinder, die durch vorhergehende Screenigmethoden (6 Kriterien) nicht erfasst werden konnten, ein OSA prognostiziert werden muss. Die Prävalenz von OSA liegt insgesamt bei 1-3%. Lumeng et al. (45) stellte ebenfalls fest, dass Kinder durch das „Screeningraster“ rutschen, wenn sie nicht schnarchen. Mithilfe einer statistischen Datenanalyse wurde ein Prognose-Modell für OSA berechnet. So wurde eine OSA-Prävalenz von 17,3% für die Kinder berechnet, die mit den evaluierten Kriterien nicht für eine HPSG rekrutiert wurden (81).

#### **4.1.1.1. Bildung der Eltern**

Die meisten Eltern, die bei der Frage „Schnarcht ihr Kind?“ „nie/manchmal“ wählten, hatten ein Abitur/Fachabitur/Studium absolviert. Die meisten Mütter, die mit „häufig/immer“ antworteten, hatten mittlere Reife und die meisten Väter Level 3. Damit ergibt sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Häufigkeit des Schnarchens und dem Schulabschluss der Eltern. In früheren Studien (59), (89) wurde vereinzelt über einen Zusammenhang von SBAS und niedrigem sozioökonomischen Status der Eltern berichtet, jedoch konnte dies in den meisten anderen Studien (23), (4),

(14), (79) nicht gezeigt werden. Es ließen sich lediglich Tendenzen zu häufigerem Schnarchen bei niedrigem SES verfolgen, die nicht signifikant waren. In der Studie von Corbo et al. (23) konnte eine nicht signifikante Tendenz zu weniger HS bei höherem Schulabschluss des Vaters beobachtet werden.

Bemerkenswert ist, dass vorwiegend Eltern mit einem meist mittleren bis hohen Bildungsgrad unsere Studie unterstützten.

### **4.1.2. Ergebnisse der Heimpolygraphieaufzeichnungen**

Die meisten Kinder schnarchten während einer durchschnittlichen Beobachtungszeit von 8,69 Stunden sehr wenig oder nie. Diese Beobachtung wird während der 3 Auswertungsphasen snore1 bis snore3 deutlich. Aufgrund der manuellen Nachvalidierung der Daten wurden alle Schnarchereignisse in snore2, die den festgelegten Grenzwert von 70  $\mu$ V überschritten, entfernt. In snore3 wurden zusätzlich alle Schnarchereignisse, die nicht mit einer Ableitung über wenigstens 3 Atemzüge während der Inspirationen oder Expirationen vereinbar waren, aus der Bewertung genommen. Somit ist eine steile Abnahme der Schnarchanzahl pro Stunde von snore1 bis snore3 in Richtung Null erklärbar. In snore2 und snore3 schnarchen 50% aller Kinder gar nicht und weitere 25% der Kinder nicht mehr als 0,15 und 0,11 Mal/Stunde. Berechnet man die durchschnittliche Schnarchanzahl während der durchschnittlichen Beobachtungszeit, so ergibt sich dass die Kinder nicht mehr als 1,3 Mal in snore2 und 0,96 Mal in snore3 pro Nacht, also während der gesamten beobachteten Schlafenszeit schnarchten. Die Abnahmetendenz ist von snore1 auf snore2 besonders steil, da viele Schnarchereignisse den Grenzwert von 70  $\mu$ V bei Weitem überschritten. In der Studie von Schaleika et al. (72) wurde der optimale Grenzwert von 75  $\mu$ V mit einer hohen Sensitivität von 78,6% und einer 80% -igen Spezifität zur Schnarchererfassung bei Kindern ermittelt. Basierend auf diesen Daten werden also 78,6% aller schnarchenden Kinder und 80% der nicht schnarchenden Kinder richtig erfasst. Ein Teil der Kinder kann also nicht korrekt diagnostiziert werden. Der hier verwendete Grenzwert von 70  $\mu$ V erlaubt eine etwas höhere Spezifität bei niedrigerer Sensitivität. Es gibt derzeit keine weiteren Studien, die ähnlich wie Schaleika et al. Staudruck- oder Vibrationssensoren in Untersuchungen zum Schnarchverhalten verwendet haben.

In ähnlicher Weise verhält es sich mit den Schnarchzeitanteilen (Siehe Abbildung 11, Abbildung 13, Abbildung 15, Abbildung 17). Auch hier ist äquivalent zur Schnarchanzahl eine steile Abnahme der Schnarchzeitanteile zwischen snore\_pro1 und snore\_pro2 zu verzeichnen. Zwischen snore\_pro2 und snore\_pro3 ergeben sich wiederum keine Unterschiede. Die Kinder schnarchten in snore2 im Durchschnitt mit 0,2 Mal/Stunde zwar etwas häufiger als in snore3 mit 0,12 Mal/Stunde, jedoch ist der Anteil der geschnarchten Minuten in etwa gleich hoch. Rangierten die Piezo-Sensorausschläge der Schnarchereignisse in snore2 zwischen Null und 70µV, so war dies auch in snore3 der Fall, während im umgekehrten Fall alle Schnarchereignisse von snore2 folglich auch in snore3 entfernt wurden. In einigen Fällen erfüllten die markierten Schnarchereignisse von snore2 nicht die Auswertkriterien von snore3. So wurden die Schnarchereignisse in snore3 oft entfernt, da das Kriterium der 3 Atemzüge meist nicht erfüllt wurde. Besonders bei Kindern, die häufig schnarchten, stellten die Schnarchereignisse sich zu kurz oder zu inkongruent mit anderen Ableitungen dar und wurden als Artefakte markiert. Trotzdem sind die Schnarchzeitanteile von snore\_pro2 und 3 sind gleich lang. Aufgrund von Rundungen während der Berechnungen der prozentualen Schnarchdurchschnittszeit auf 2 Stellen nach dem Komma ist der tatsächlich vorhandene diskrete Zeitunterschied zwischen snore\_pro2 und snore\_pro3 nicht mehr erkennbar.

In snore2 und 3 treten extreme Ausreißer mit 8,4% gleich häufig auf. Viele in snore1 markierte Schnarchereignisse haben während der Auswertungsphase snore2 den geforderten Grenzwert von 70µV überschritten, und wurden nun als Artefakte dargestellt. Somit ergeben sich weniger Schnarchepisoden in den folgenden Auswertungsphasen im Vergleich zu snore1. Die Mediane in snore2 und 3 tendieren gegen Null. Die verbleibenden Schnarchereignisse stellen sich überwiegend als Ausreißer dar. Milde und extreme „Ausreißer“ schnarchen in snore2 und 3 mehr als 0,17 Mal/Stunde und 0,26 Mal/Stunde. Im Vergleich schnarchten die Kinder in snore2 und 3 durchschnittlich 0,2 Mal/Stunde und 0,12 Mal/Stunde. Eine deutliche Abnahme der milden Ausreißer ist zwischen snore2 und 3 erkennbar. Die extremen Ausreißer bleiben gleich.

### 4.1.3. Eltern-Fragebögen

Auf die Frage „Schnarcht Ihr Kind?“ wurde „häufig“ am meisten angekreuzt. Gefolgt von „manchmal“, „nie“ und am seltensten wurde „immer“ angegeben. Es wurden abgewandelte Fragebögen nach Brouillette et al. (16) und Gozal et al. (34) verwendet und daraus der OSA-Score und 2 weitere bisher nicht validierte Scores (habituelles Schnarchen, adapted SDB-Score) ermittelt. Deshalb ist es schwierig die Fragebogenergebnisse der verschiedenen Studien zum Schnarchen bei Kindern miteinander zu vergleichen. Lumeng et al. (45) verglich 2008 epidemiologische Studien zu OSA bei Kindern. Die Bedeutungen der Likert-Skalen sind sehr verschieden definiert, dies reicht beispielsweise bei der Antwort „immer“ von mehr als 3x/Woche bis 6-7x/Woche bis sehr oft und jede Nacht. Die Angaben der Eltern sind somit nicht klar genug. Die Bandbreite von „manchmal“ und „häufig“ sind von den jeweiligen individuellen Auffassungen der Eltern geprägt. Auch der zu beurteilende Zeitraum zum Schnarchen des Kindes bleibt unberücksichtigt. Widerspiegeln die Eltern die letzte Woche, den letzten Monat oder Jahr? Die Beurteilung des Schnarchgeräusches an sich, wird individuell unterschiedlich sein, je nach den gegebenen persönlichen, sozialen und kulturellen Umständen. Das Durchschnittsalter der Kinder lag bei 10 Jahren, somit ist auch eine räumliche und gewisse sozial-emotionale Distanz während des Schlafes zwischen Eltern und Kind vorhanden, was eine Schlafverhaltenswahrnehmung oder -beobachtung zusätzlich erschwert. Dadurch kommt es vermutlich zu Fehleinschätzungen. Wünschenswert wäre eine genaue Auskunft zum Schnarchen der Kinder, indem die Eltern über einen bestimmten Zeitraum mit genauen Kriterien das Schlafverhalten des Kindes beobachten. Beispielsweise wäre eine Schlafbeobachtung über 3-7 Tage oder auch die genaue Protokollierung des Schnarchereignisses durch die Eltern wünschenswert. Die Wiedergabe der respiratorischen Ereignisse pro Nacht ermöglicht so eine exaktere Zuordnung der Häufigkeitsangaben zum Schnarchen, denn gerade bei Kindern bestehen hohe Nacht-zu-Nacht-Variabilitäten (28) und SBAS haben eine hohe Fluktuation über ein Jahr gesehen. „HS nimmt im Laufe eines Jahres um 50% ab, die Mehrzahl der Kinder schnarcht dann nur noch „manchmal“.“, ([www.dasschlafmagazin.de](http://www.dasschlafmagazin.de), Interview M. Urschitz). In der vorausgegangenen Screeningstudie hatten ca. 25% (5 von 22 Kindern) der Kinder in der Kontroll-HPSG einen  $AHI < 1$  und keine nachweisbare OSA mehr.

Der zeitliche Abstand zwischen der Erhebung der Elternfragebögen und der Durchführung der HPSG bewegte sich in der vorliegenden Studie zwischen 10 bis 87, im Durchschnitt 39 Wochen. Eine direkte Beobachtung der Kinder in Zusammenhang mit der Erhebung der Fragebögen wie bei Schaleika et al., die ausschließlich kranke Kinder untersuchte, erbrachte auch eine bessere Übereinstimmung der Daten. Idealerweise hätten die Ergebnisse einer gesunden Vergleichsgruppe ihre Studie bekräftigt. Die genaue Beobachtung der Kinder über eine oder sogar mehrere Nächte verlangen jedoch eine hohe Motivation und besonderes Engagement der Eltern (evtl. Motivationssteigerung durch Geschenke). Eine weitere zu vermutende Ursache, die zur Datenunschärfe führt, soll im Folgenden betrachtet werden. Aufgrund der gesellschaftsbedingten und gelebten Vorstellungen von Salutogenese nach Aaron Antonovsky (8) und einer damit einhergehenden Stigmatisierung eines Handicaps, werden Wahrnehmungen von Schlafproblemen tabuisiert und nicht unbedingt artikuliert. Verhaltensmedizinisch ist dies mit den unterschiedlichen Copingstrategien zur Krankheitsbewältigung erklärbar. „Männer verarbeiten eher handlungs- und problembezogen und Frauen eher emotionsbezogen und sozial orientiert.“ ([www.psychologie.tu-dresden.de/i2/.../Verhaltensmedizin.ppt](http://www.psychologie.tu-dresden.de/i2/.../Verhaltensmedizin.ppt)) Dies wird durch eine fehlende Sensibilisierung der Fachexperten, aber auch durch fehlende Gesundheitskampagnen, die auf die bisher unterschätzten Probleme aufmerksam machen sollten, verstärkt.

#### **4.1.4. Korrelationen zwischen den Elternfragebögen und den HPSG**

Knapp 30% (60 Kinder von 201 Probanden) der untersuchten Kinder sind negativ-gescreente Kontrollgruppenkinder, die nach den Angaben der Eltern nicht schnarchen und auch keine anderen erfragten Erkrankungen aufweisen. Bei rund 3% unter ihnen wird ein OSA prognostiziert, was nicht unbedingt heißt, dass die Kinder schnarchen, aber als gesunde Probanden ausscheiden. Anzunehmen ist demnach, dass 27% aller Kinder voraussichtlich gar nicht schnarchen. Jedoch haben 16,7% (32 Probandeneltern) und 34,6% (66 Probandeneltern) der Probandeneltern angegeben, dass ihre Kinder „nie“ und „manchmal“ schnarchen. Somit muss angenommen werden, dass rund 50% der Eltern der gesunden Kinder aus der Kontrollgruppe angegeben haben, dass ihr Kind zumindest „manchmal“ schnarcht. „Manchmal“ wurde aber

durch die 6 „Positivscreening“-Kriterien nicht erfasst. Dies suggeriert, dass auch negativ gescreente Kinder schnarchen, jedoch auch in der heimpulsoximetrischen Untersuchung unauffällig gewesen sein müssen.

Kreuzen die Eltern in snore3 „nie“ an, so schnarchen 50% der Kinder gar nicht und die anderen weniger als 0,5 Mal pro Stunde, während in snore1 bei „nie“ 50% aller Kinder mehr als 0,5 Mal pro Stunde schnarchen und maximal zwischen 2 und 3 Mal pro Stunde. Geben die Eltern in den Fragebögen „nie“ an, so schnarchen 75% der Kinder gar nicht und die anderen (insgesamt 8 Kinder) nicht länger als 0,1% pro Stunde ihrer beobachteten Schlafenszeit (im letzten Auswertungsschritt snore3). Dies ergibt bei einer durchschnittlichen Gesamtbeobachtungszeit von 8,69 Stunden, eine Schnarchzeit von nicht länger als einer halben Minute. Im Vergleich zu einem unserer untersuchten Kinder mit einer Schnarchzeit von 9% pro Stunde beträgt die durchschnittliche Schnarchzeit 47 Minuten. Verallgemeinernd kann man sagen, dass die Kinder, bei denen die Eltern bei der Frage „Schnarcht Ihr Kind?“ „nie“ ankreuzten, bis zu 75% der Fälle gar nicht und ein Viertel der Kinder wenige Sekunden schnarchten. Es bleibt offen, zu sagen, ob wenige Sekunden Schnarchen zu schwerwiegenderen Gesundheitsproblemen führen oder als primäres Schnarchen eingeordnet werden kann. Zumindest zeigt der überwiegende Großteil dieser untersuchten Gruppe zum Zeitpunkt der Untersuchung ein gesundes Schlafverhalten.

### 4.1.5. ROC-Kurve

Da sich die ROC-Kurven (Siehe Abbildung 22) in allen Snore-Auswertungen nahe der Diagonalen befinden, deutet dies eher auf einen Zufallsprozess hin. Sensitivität und Spezifität, das heißt Trefferquote und Falschpositivquote sind gleich bzw. ähnlich. Die AUC, die idealerweise Werte zwischen 0,5 und 1 annehmen sollte, kann in allen Auswertungsschritten nicht angegeben werden. Die AUC ist ein Maß für die Güte des Tests, je höher die AUC, desto höher die Güte des Tests (<http://www.acomed-statistik.de/roc-kurve.html>). Alle ROC-Kurven liegen teils auf der, überwiegend jedoch unterhalb der Referenzlinie. Somit können keine idealen Grenzwerte mit möglichst hohen Sensitivitäten und Spezifitäten zugeordnet werden. Somit weist unsere Untersuchung keine Trennschärfe auf.

Zum Vergleich sollen die Ergebnisse vorhergehender Studien zu Übereinstimmungen subjektiver und objektiver Angaben in Bezug auf das Schnarchverhalten von Kindern gegenüber gestellt werden. In einer Studie von Bannik et al. (11), die im Jahr 2001 78 Kinder mit syndromalen oder komplexen Kraniosynostosen untersuchte, erbrachte der Brouillette-Score eine gute Sensitivität bei hoher Spezifität (Siehe Kapitel 1.2.4.). Wird die Frage nach Atemschwierigkeiten von den Eltern verneint, so konnte ein OSA bei den vorerkrankten Kindern ausgeschlossen und zukünftig auf eine PSG verzichtet werden. Eine ebenfalls aktuelle Studie dieses Jahres von Constantin et al. (22) erzielt mit dem OSA-18 Quality-of-Life-Fragebogen in Bezug auf den McGill oximetry score (MOS) der nächtlichen Pulsoximetrie bei 334 Kindern mit suspektem OSA eine Sensitivität von 40% und eine Spezifität von 73%. Abnormale Scores zeigten ein moderates bis schweres OSA an. Der Fragebogen konnte die Kinder mit erhöhten MOS jedoch nicht exakt prognostizieren, so dass er nicht als Screeningmethode für ein OSA verwendet werden kann. Auch Chervin et al. (21) untersuchte 105 Kinder vor und nach der Adenotonsillektomie auf Übereinstimmungen zwischen PSG und Elternfragebögen und kam auch zu dem Schluss, dass die Ergebnisse der PSG nur in begrenztem Umfang prognostiziert werden können. Lediglich die Vergleiche der Fragebögen vor und nach Adenotonsillektomie widerspiegelten die OSA-bezogenen Verhaltensänderungen besser als die PSG an sich. Pagel et al. (62) untersuchte 2004 vierundsiebzig psychiatrisch erkrankte Kinder, die in den Fragebögen über Tagesmüdigkeit klagten und fand in den dazugehörigen PSG häufig ein OSA. Bei Kindern mit tonsillärer Hyperplasie und einem OSA in der PSG bestanden zusätzlich Aufmerksamkeitsdefizite und Hyperaktivität. Im gleichen Jahr entwickelte Montgomery-Downs et al. (54) eine ähnlich designte Studie wie diese. Eine prognostizierte Risikogruppe von 122 Vorschulkindern wurde 172 Schulkindern, die die Gesamtpopulation repräsentierte, gegenüber gestellt. Objektive Daten der PSG wurden mit den Elternfragebögen verglichen. Berichteten die Eltern über häufiges Schnarchen, so ergaben sich hohe Sensitivitäten und Spezifitäten in beiden Gruppen. Ebenfalls bereits an OSA erkrankte Kinder untersuchte Preuththipan et al. (67) 2000, bei denen die Eltern die Schwere des OSA anhand verschiedener Fragen prognostizierten. Jedoch konnten keine exakten Übereinstimmungen zu den PSG-Aufzeichnungen gefunden werden. Dahingegen versuchte Carroll

et al. (19) 1995 anhand der Elternfragebögen versus PSG die Kinder der OSA- oder PS- Gruppe zuzuordnen. Es konnte jedoch keine exakte Unterscheidung zwischen den Ausprägungen erzielt werden.

Zusammenfassend kann man sagen, dass viele zuvor durchgeführte Studien keine hohen Sensitivitäten und Spezifitäten zur Erhebung von Schnarchen oder OSA, mittels verschiedener Elternfragebögen, erreichten. In kleineren, vor allem bereits bekannt vorerkrankten Subgruppen konnten Zuordnungen mit mäßig guten Sensitivitäten und hohen Spezifitäten erarbeitet werden. Eine klare Unterscheidung zwischen kranken und gesunden Kindern kann jedoch nicht vorgenommen werden. Auffälligkeiten hinsichtlich einer SDB bei Kindern mittels Fragebögen vorherzusagen, ist nach heutiger Studienlage noch Utopie und verlangt weitere detailliertere Studien in verschiedenen Richtungen.

### **4.2. Ausblick und weiterführende Studiendesigns**

Weiterführende Studien müssen die Effektivität zur Diagnostik bei Kindern mit SBAS zeigen. Wünschenswert wäre eine vielversprechende, komfortable und ökonomischere Methode, gerade für die Kleinsten, zu etablieren.

Eine nicht uninteressante Methode, das Schnarchverhalten durch Veränderung der Körperposition während des Schlafes zu beeinflussen, wurde 2009 von Hofsoy et al. mit Hilfe eines Accelerometer-Sensor-Kopfbandes an Erwachsenen gezeigt. Es sind sowohl Vibrationen beim Schnarchen als auch Atem- und Pulsschlagbewegungen mit einem am Kopf befestigten Beschleunigungssensors messbar. Auch in einem geschlossenen System, wie einer Zahnschiene, ist dies möglich. Über ein Biofeedback-System wird eine Änderung der Schlafposition initiiert und kann so auf Dauer verändert werden. Mit diesem winzigen Messsystem können SBAS drahtlos und komfortabel im normalen Lebensumfeld des Patienten, auch über einen längeren (Therapie-) Zeitraum überwacht werden (38). Die Nutzung des Accelerometers zur Diagnosestellung eines OSA wurde ebenfalls in einer Studie von Morillo et al. 2007, der ein Accelerometer-Sensorsystem zwischen Hals und Thorax angebracht hatte, gezeigt (56).

Um ein besseres Verständnis für die Variabilitäten im Schnarchverhalten der Vorschulkinder zu entwickeln, wäre eine Longitudinalstudie, die eine genauere Erhebung der Elternfragebögen einschließt, ideal.

### 5. Zusammenfassung

Ziel der Studie war es Übereinstimmungen zwischen den Fragebogenergebnissen der Eltern zum Schnarchen und dem tatsächlichen Schnarchverhalten ihrer Kinder, das während einer Heimpolygraphie mit einem Piezo-Schnarchsensoren erfasst wurde, aufzuzeigen. Es wurden insgesamt 191 gesunde und positiv gescreente Patienten, die eine auswertbare Beobachtungszeit von mindestens 4 Stunden hatten, untersucht. In 3 Auswertungsphasen wurde insbesondere das Piezo-Schnarchsignal evaluiert und jeweils den Fragebogenangaben hinsichtlich der Häufigkeit des Schnarchens zu Hause gegenüber gestellt. Vergleicht man die Schnarchereignisse der Polygraphien der Kinder mit den Fragebogenergebnissen der Eltern so ergeben sich hinsichtlich der Frage „Schnarcht Ihr Kind?“ in allen Kategorien („nie“, „manchmal“, „häufig“ und „immer“) sehr niedrige Sensitivitäten und Spezifitäten. Die ROC-Kurven zeigen für die vorliegende Untersuchung keine Trennschärfe an. Verallgemeinernd kann man sagen, dass die Kinder, bei denen die Eltern bei der Frage „Schnarcht Ihr Kind?“ „nie“ ankreuzten, bis zu 75% der Fälle gar nicht und ein Viertel der Kinder wenige Sekunden schnarchten. Es bleibt offen, zu sagen, ob wenige Sekunden Schnarchen zu schwerwiegenden Gesundheitsproblemen führen oder als primäres Schnarchen eingeordnet werden können. Zumindest zeigt der überwiegende Großteil dieser untersuchten Gruppe zum Zeitpunkt der Untersuchung ein gesundes Schlafverhalten.

## 6. Literatur

1. Ahlbom A, Norell S. Introduction to Modern Epidemiology. Chestnut Hill: MA: Epidemiology Resources; 1990.
2. Ahlqvist-Rastad J, Hultcrantz E, Svanholm H. Children with tonsillar obstruction: indications for and efficacy of tonsillectomy. *Acta Paediatr* 1988; 77:831–5.
3. Ali N, Pitson D, Stradling J. Snoring, sleep disturbance, and behaviour in 4-5 year olds. *Archives of Disease in childhood* 1993; 68(3):360–6.
4. Ali N, Pitson D, Stradling J. Sleep disordered breathing : effects of adenotonsillectomy on behaviour and psychological functioning. *Eur J Pediatr* 1996; 155:56–62.
5. American Academy of Sleep Medicine. International Classification of sleep disorders 2nd ed. Westchester, Illinois: American Academy of Sleep Medicine; 2006.
6. American Thoracic Society. Cardiorespiratory sleep studies in children: Establishment of normative data and polysomnographic predictors of morbidity. *Am J Respir Crit Care Med* 1999; 160:1381–7.
7. American Thoracic Society. Standards and indications for cardiopulmonary sleep studies in children. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153(866-878).
8. Antonovsky A. Gesundheitsforschung versus Krankheitsforschung. Tübingen: DGVT; 1993. (Psychosomatische Gesundheit. Versuch einer Abkehr vom Pathogenesekonzept).
9. Apostolidou M, Alexopoulos E, Chaidas K. Obesity and persisting sleep apnea after adenotonsillectomy in Greek children. *Chest* 2008; 134:1149–55.
10. Archbold K, Pituch K, Panahi P, Chervin RD MD, MS. Symptoms of sleep disturbances among children at two general pediatric clinics. *J Pediatr* 2002; 140(1):97–102.
11. Bannink N, Mathijssen I, Joosten K. Can parents predict obstructive sleep apnea in children with syndromic or complex craniosynostosis? *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 2010; 39(5):421–3.
12. Berry-Kravis EM, Zhou L, Rand CM, Weese-Mayer DE. Congenital Central Hypoventilation Syndrome PHOX2B Mutations and Phenotype. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2006; 174(10):1139–44.
13. Biavati MJ, Manning SC, Phillips DL. Predictive factors for respiratory complications after tonsillectomy and adenotonsillectomy in children. *Arch Dis Child* 1997; 123:517–21.
14. Blunden S, Lushington K, Kennedy D, Martin J, Dawson D. Behavior and Neurocognitive Performance in Children Aged 5-10 Years Who Snore Compared to Controls. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology* 2000; 22(5):554–68.
15. Brodsky L, Adler E, Stanievich JF. Naso- and oropharyngeal dimensions in children with obstructive sleep apnea. *Int. J. Pediatr. Otorhinolaryngol.* 1989; 17:1–11.
16. Brouillette RT, Hanson D, B.S.N., David R, M.D., Klemka L et al. A diagnostic approach to suspected obstructive sleep apnea in children. *J Pediatr* 1984; 105(1):10–4.

17. Brouillette RT, Morielli A, Leimanis A, Waters KA, Luciano R, Ducharme FM. Nocturnal pulse oximetry as an abbreviated testing modality for pediatric obstructive sleep apnea. *Pediatrics* 2000; 105(2):405–12.
18. Carroll JL, Loughlin GM. Diagnostic Criteria for Obstructive Sleep Apnea Syndrome in Children. *Pediatr Pulmonol* 1992; 14:71–4.
19. Carroll JL, McColley SA, Marcus CL, Curtis S, GerladLoughlin MM. Inability of Clinical History to Distinguish Primary Snoring From Obstructive Sleep Apnea Syndrome in Children. *Chest* 1995; 108:610–8.
20. Chau KW, Ng DK, Kwok KL, Chow PY, Ho J. Clinical risk factors for obstructive sleep apnea in children. *Singapore Med J* 2003; 44:570.
21. Chervin RD MD, MS, Weatherly RA MD, Garetz SL MD, Ruzicka RN PhD, Giordani BJ PhD, Hodges EK PhD et al. Pediatric Sleep Questionnaire Prediction of Sleep Apnea and Outcomes. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007; 133:216–22.
22. Constantin E, Tewfik TL, Brouillette RT. Can OSA18 Quality-of-Life Questionnaire Detect Obstructive Sleep Apnea in Children? *Pediatrics* 2010; 125(1):162–8.
23. Corbo GM, Forastiere F, Agabiti N, Pistelli R, Dell'Orco C, Valente P et al. Snoring in 9- to 15-Year-Old Children: Risk Factors and Clinical Relevance. *Pediatrics* 2001 Oct 9; 2001108, No. 5.
24. Dayyat E, Kheirandish-Gozal L, Gozal D. Childhood Obstructive Sleep Apnea: One or Two Distinct Disease Entities? *Journal of Clinical Sleep Medicine* 2007; 2(3):433–44.
25. Delpont S, Mulder A. Obstructive sleep apnea persisting after tonsillectomy. *S Afr Med J* 1987; 71:194–5.
26. Demain JG, Goetz DW. Pediatric Adenoidal Hypertrophy and Nasal Airway Obstruction: Reduction With Aqueous Nasal Beclomethasone. *Pediatrics* 1995; 95(3):355–64.
27. Diagnostic Classification Steering Committee TMJ, Chairman. International Classification of Sleep Disorders: Diagnostic and Coding Manual. Rochester: MN: American Sleep Disorders Association; 1990.
28. Fischer Y, Neagos A, Pirsig W. Schlafbezogene Atmungsstörungen. *Laryngo-Rhino-Otol* 2005; 84:1–15.
29. Frank Y, Kravath R, Pollak C, Weitzmann E. Obstructive sleep apnea and its therapy: Clinical polysomnographic manifestations. *Pediatrics* 1983; 71:737–42.
30. Gaultier C. Respiratory adaptation during sleep from neonatal period to adolescence [ed. Sleep and Its Disorders in Children]. New York: Raven Press; 1987.
31. Gislason T, Benediktsdottir B. Snoring, Apneic Episodes, and Nocturnal Hypoxemia Among Children 6 Months to 6 Years old: An Epidemiologic Study of Lower Limit of Prevalence. *Chest* 1995; 107(4):963–6.
32. Goodman R, Ford T, Simmons H, Ward RG, Meltzer H. Using the Strength and Difficulties Questionnaire (SDQ) to screen for child psychiatric disorders in a community sample. *The British Journal of Psychiatry* 2000; 177:534–9.
33. Gozal D MD, FAAP, Wang M PhD, Pope DW Jr, REPSGT. Objective Sleepiness Measures in Pediatric Obstructive Sleep Apnea. *Pediatrics* 2001; 108(3):693–7.
34. Gozal D. Sleep-Disordered Breathing and School Performance in Children. *Pediatrics* 1998; 102(3):616–20.

35. Guilleminault C, Eldrige F, Simmons F, Dement WC. Sleep apnea in eight children. *Pediatrics* 1976; 58:23–30.
36. Günther A. Habituelles Schnarchen- Assoziierte Symptome und Risikofaktoren bei Grundschulkindern. Tübingen; 2006.
37. Hirth K, Maurer J, Hörmann K. Schlafbezogene Atmungsstörungen im Kindesalter. *HNO, Springer-Verlag* 2001; 49:270–5.
38. Hofsoy, Dan Anker; Wolf, Bernhard. An intelligent implant system for monitoring and biofeedback therapy of snoring [SpringerLink - Buchkapitel].
39. Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson AL. The AASM Manual for the Scoring of Sleep and Associated Events: American Academy of Sleep Medicine 2007. Westchester, Illinois.
40. Kahn A, Mozin M, Rebuffat E. Sleep pattern alterations and brief airway obstructions in overweight infants. *Sleep* 1989; 12(5):430–8.
41. Katz E, Marcus CL. Diagnosis of obstructive sleep apnea syndrome in infants and children: Principles and Practice of Pediatric Sleep Medicine. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005. (p 207).
42. Laing U, Fichter J. [Screening measurements for sleep apnea: is a single measurement enough?]. *Pneumologie* 2002; 56(11):673–8.
43. Levy P, Pepin J. Autoadjusting continuous positive airway pressure: what can we expect? *Am J Respir Crit Care Med* 2001; 163(6):1295–6.
44. Loredó J, Ancoli-Israel S, Dimsdale J. Effect of continuous positive airway pressure vs placebo continuous positive airway pressure on sleep quality in obstructive sleep apnea. *Chest* 1999; 116(6):1545–9.
45. Lumeng JC, Chervin RD MD, MS. Epidemiology of Pediatric Obstructive Sleep Apnea. *Proc Am Thorac Soc* 2008; 5:242–52.
46. Marcus CL, Omlin KJ, Basinki DJ, Rachal AB, Von Pechmann WS, Keens TG et al. Normal polysomnographic values for children and adolescents. *American Review of Respiratory Disease*; 1992(146(5 Pt 1)):1235–9.
47. Marcus CL. Sleep-disordered breathing in children. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 2001; 164:16.
48. Marcus CL. Management of obstructive sleep apnea in childhood. *Curr Opin Pulm Med* 1997; 3:464–9.
49. Marcus CL, Curtis S, Koerner CB. Evaluation of pulmonary function and polysomnography in obese children and adolescents. *Pediatr Pulmonol* 1996; 21:176–83.
50. Marcus CL, Davidson Ward SL, Mallory GB, Rosen C, Beckerman RC, Weese-Mayer DE et al. Use of nasal continuous positive airway pressure as treatment of childhood obstructive sleep apnea. *J Pediatr* 1995; 27:88–94.
51. McColley SA, April MM, Carroll JL, Naclerio RM, Loughlin GM. Respiratory compromise after adenotonsillectomy in children with obstructive sleep apnea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1992; 118:940–3.
52. Mitchell EA, Thompson JM. Snoring in the first year of life. *Acta Paediatrica* 2003; 92(4):425–9.
53. Mitchell RB, Kelly J. Outcome of adenotonsillectomy for obstructive sleep apnea in obese and normal-weight children. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007; 137:878–82.

54. Montgomery-Downs HE, O'Brien LM, Holbrook CR, Gozal D. Snoring and Sleep-Disordered Breathing in Young Children: Subjective and Objective Correlates. *Sleep* 2004; 27(1):87–94.
55. Morielli A, Ladan S, Ducharme FM, Brouillette RT. Can sleep and wakefulness be distinguished in children by cardiorespiratory and videotape recordings? *Chest* 1996; 109:680–7.
56. Morillo DS, Ojedaa JLR, Fiox LFC, Rendon DB, Leon A. Monitoring and Analysis of Cardio Respiratory and Snoring Signals by using an Accelerometer. Lyon, France; 2007. (Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS Cite Internationale).
57. Moss D, Urschitz MS, Bodman A von, Eitner S, Noehren A, Urschitz-Duprat PM et al. Reference values for nocturnal home polysomnography in primary schoolchildren. *Pediatr Res* 2005; 58(5):958–65.
58. Noehren A, Brockmann PE, Urschitz MS, Sokollik C, Schlaud M, Poets CF. Detection of respiratory events using pulse rate in children with and without obstructive sleep apnea. *Pediatr. Pulmonol.* 2010; 45(5):459–68.
59. Owens JA, Spirito A, McGuinn M, Nobile C. Sleep habits and sleep disturbance in elementary school-aged children. *J Dev Behav Pediatr* 2000; 21(1):27–36.
60. Paavonen EJ, Aronen ET, Piha J, Räsänen E, Tamminen T, Almqvist F. Sleep problems of school-aged children: a complementary view. *Acta Paediatrica* 2000; 89(2):223–8.
61. Paditz E, Gräther M, Koch R, Erler T, Hoch B, Schäfer T et al. Häufigkeit von OSAS-Symptomen im Kleinkindesalter - Vorstudie, Multizenterstudie der AG Pädiatrie DSGM- Frequency of OSAS Symptoms in Early Childhood - Pilot Study, Multicenter Study of the Pediatric Task Force of DSGM -. *Somnologie* 1999; 3(6):313–8.
62. Pagel J, Snyder S, Dawson D. Obstructive Sleep Apnea in Sleepy Pediatric Psychiatry Clinic Patients: Polysomnographic and Clinical Correlates. *Sleep Breath* 2004; 08(03):125–31.
63. Peppard P, Young T, Palta M. Longitudinal study of moderate weight change and sleep- disordered breathing. *Jama* 2000; 284:3015–21.
64. Poets CF MD, Stebbens VA BSc, Samuels MP MD, Southall DP MD, FRCP. Oxygen Saturation and Breathing Patterns in Children. *Pediatrics* 1993; 92(5):686–90.
65. Potsic W, Pasquariello P, Baranak C, Marsh R, Miller L. Relief of upper airway obstruction by adenotonsillectomy. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1986; 94:476–80.
66. Praud J MD, PhD. Snoring in Children: Still Many Questions, Only a Few Answers. *Pediatric Pulmology* 2004; 37(S26):169–71.
67. Preutthipan A, Chantarojanasin T, Suwanjutha S, Udomsubpayakul U. Can parents predict the severity of childhoods obstructive sleep apnoea? *Acta Paediatrica* 89; 2000(6):708–12.
68. Redline S, Tishler P, Schluchter M. Risk factors for sleep- disordered breathing in children: associations with obesity, race, and respiratory problems. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 1999; 159:1527–32.
69. Rosen C, D'Andrea L, Haddad G. Adult criteria for obstructive sleep apnea do not identify children with serious obstruction. *American Review of Respiratory Disease*; 1992; 146 (5 Pt 1).

70. Rosen GM, Muckle RP, Mahowald MW, Goding GS, Ullevig C. Postoperative respiratory compromise in children with obstructive sleep apnea syndrome: can it be anticipated? *Pediatrics* 1994; 93:784–8.
71. Ruboyianes JM, Cruz RM. Pediatric adenotonsillectomy for obstructive sleep apnea. *Ear Nose Throat J* 1996; 75:430–3.
72. Schaleika S. Ermittlung der Sensitivität und Spezifität verschiedener Messmethoden bei der Aufzeichnung von Schnarchen [Inaugural-Dissertation]. Tübingen; 2009.
73. Schlaud M, Urschitz MS, Urschitz-Duprat PM, Poets CF. The German study on sleep-disordered breathing in primary school children: epidemiological approach, representativeness of study sample, and preliminary screening results. *Paediatr Perinat Epidemiol* 2004; 18(6):431–40.
74. Sheldon SH, Kryger MH, Gozal D, Ferber R. Principles and Practice of Pediatric Sleep Medicine [Katz ES, Marcus CL Diagnosis of obstructive sleep apnea syndrome in infants and children pp 197-210]; Elsevier Health Sciences; 2005.
75. Sin D, Mayers I, Man G, Ghahary A, Pawluk L. Can continuous positive airway pressure therapy improve the general health status of patients with obstructive sleep apnea?: a clinical effectiveness study. *Chest* 2001; 122(5):1679–85.
76. Staedt J, Riemann D. Diagnostik und Therapie von Schlafstörungen. 1. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer; 2007.
77. Stradling J, Thomas G, Warley AR, Williams P, Freeland A. Effect of adenotonsillectomy in nocturnal hypoxaemia, sleep disturbance, and symptoms in snoring children. *Lancet* 1990; 335:249–53.
78. Taumann R, Gulliver TE, Krishna J. Persistence of obstructive sleep apnea syndrome in children after adenotonsillectomy. *J Pediatr* 2006; 149:803–8.
79. Teculescu DB, Caillier I, Perrin P, Rebstock E, Rauch A. Snoring in French preschool children. *Pediatr Pulmonol* 1992; 13(4):239–44.
80. Török K, Fatemi A, Werner I, Kerbl R, Schwarz B, Ipsiroglu OS. Schnarchen als Leithinweis für Schlafstörungen bei Schulkindern zwischen 11 und 15 Jahren – Die ersten Ergebnisse der Wiener epidemiologischen Studie. *Wien Klin Wochenschr* 2003; 115(24):860–6.
81. Urschitz MS, Brockmann PE, Schlaud M, Poets CF. Population prevalence of obstructive sleep apnoea in a community of German third graders. *ERJ* 2010; 36(3):556–68.
82. Urschitz MS, Wolff J, Von Einem V, Urschitz-Duprat PM, Schlaud M, Poets CF. Reference values for nocturnal home pulse oximetry during sleep in primary school children. *Chest* 2003; 123(1):96–101.
83. Urschitz M, von Bodman A, Poets C. Schlafbezogene Atmungsstörungen im Kindesalter. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 2007; (7):608–15.
84. Urschitz MS, Eitner S, Guenther A, Eggebrecht E, Wolff J, Urschitz-Duprat PM et al. Habitual snoring, intermittent hypoxia, and impaired behavior in primary school children. *Pediatrics* 2004; 114(4):1041–8.
85. Urschitz M, Von Einem V, Poets C. Use of pulse oximetry in automated oxygen delivery to ventilated infants. *Anesthesia and Analgesia* 2002; 91(1 Suppl.):37–40.
86. Vella S, Hasselmann O. Schlafstörungen bei Kindern. Teil 2. *Schweiz Med Forum* 2010; 10(12):222–9.

87. Verhulst SL, Schrauwen N, Haentjens D, van Gaal L, Backer WA de, Desager KN. Reference values for sleep-related respiratory variables in asymptomatic European children and adolescents. *Pediatr Pulmonol* 2007; 42(2):159–67.
88. Waters KA, Everett FM, Bruderer JW, Sullivan CE. Obstructive sleep apnea: the use of nasal CPAP in 80 children. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 152:780–5.
89. Weissbluth M, Davis A, Poncher J, Reiff J. Signs of airway obstruction during sleep and behavioral, developmental, and academic problems. *J Dev Behav Pediatr* 1983; 4:119–21.

## 7. Anhang

### 7.1. Abkürzungsverzeichnis

95%- CI	95%-Konfidenzintervall (KI)
AHI	Apnoe-Hypopnoe-Index
ATE	Adenotonsillektomie
AUC	area under the curve, Fläche unter der Kurve
CI	Konfidenzintervall
D <sub>4</sub>	Entsättigungen SpO <sub>2</sub> ≥4%
D <sub>90</sub>	Entsättigungen bis SpO <sub>2</sub> ≤90%
D <sub>C</sub>	Cluster von Entsättigungen, das heißt ≥5 D <sub>4</sub> -Ereignisse innerhalb einer 30-minütigen Periode
DI <sub>4</sub>	Anzahl der SpO <sub>2</sub> ≥4%- Ereignisse pro Stunde der artefaktfrei aufgezeichneten Zeit
DI <sub>90</sub>	Anzahl der SpO <sub>2</sub> ≤90%- Ereignisse pro Stunde der artefaktfrei aufgezeichneten Zeit
DI <sub>C</sub>	Cluster (D <sub>C</sub> ) von Entsättigungen pro Stunde der artefaktfreien Zeit
ETCO <sub>2</sub>	endexpiratorisches CO <sub>2</sub>
HPO	Heimpulsoximetrie
HPSG	Heimpolysomnographie
IQ	Intelligenzquotient
LIF	„Niedrig-Einkommen-Familien“- low-income families
nCPAP	nasal continious positive airway pressure
OSA	obstructive sleep apnoe= obstruktive Schlafapnoe
OSAHS	obstruktives Schlaf-Apnoe-Hypopnoe-Syndrom

PS	primäres (benignes) Schnarchen
PSG	Polysomnographie bzw. Polygraphie (ohne Schlafstadienerfassung)
SBAS	Schlafbezogene Atemstörungen
SDB	sleep disordered breathing
SpO <sub>2</sub>	Sauerstoffsättigung im Blut
UARS	upper airway resistance syndrome

## 7.2. **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Frontalansicht Vita-Guard VG 300.....	17
Abbildung 2: Flussdiagramm zur Veranschaulichung des Screeningsablaufs aus dem Jahre 2001 (Absolutzahlen entsprechen Anzahl der Probanden, AHI= Apnoe-Hypopnoe-Index, CEST= korrekt aufgezeichnete Beobachtungszeit, HPO= Heimpulsoximetrie, HPSG= Heimpolygraphie, OSA= obstruktive Schlafapnoe, SDB= sleep disordered breathing, SDBQ= sleep disordered breathing questionnaire ).....	20
Abbildung 3: Anzahl und Zusammensetzung der studierten HPSG-Probanden .....	21
Abbildung 4: Polygraphiegerät, Sensoren und Befestigungen. Folgende Sensoren sind von oben an zu sehen: Nasal Cannula, Oral Flow sensor, snoring sensor, chest effort sensor, Polygraphiegerät (Actimeter, Bodyposition sensor, Event button, pressure transducer), abdominal effort sensor, Pulsoximetersensor (rechter Finger). .....	23
Abbildung 5: Ausschnitt aus der Software Somnologica for Embletta mit verschiedenen Kanälen, einem markierten Schnarchereignis (Piezo-Schnarchsignal) und einem Apnoeereignis (farbig unterlegt) .....	24
Abbildung 6: Vibrationssensor ( <i>oben links</i> ), ( <a href="http://www.embla.com">http://www.embla.com</a> ), wird am Hals neben dem Larynx installiert ( <i>oben rechts</i> ), ( <a href="http://www.opus-bayern.de/universitaet-wuerzburg/volltexte/2008/2988/pdf/heinDissertation.pdf">http://www.opus-bayern.de/universitaet-wuerzburg/volltexte/2008/2988/pdf/heinDissertation.pdf</a> ), Schematische Abbildung ( <i>unten rechts</i> ) einer Vibrationssonde mit dem Piezoprinzip ( <a href="http://de.wikipedia.org/wiki/Piezoelektrizit%C3%A4t">http://de.wikipedia.org/wiki/Piezoelektrizit%C3%A4t</a> ) .....	26
Abbildung 7: Graphische Darstellung der Altersverteilung, Anzahl der Probanden der zugehörigen Altersgruppe.....	31

Abbildung 8: Verteilung der effektiven beobachteten Aufzeichnungszeit aller eingeschlossenen Probanden.....	32
Abbildung 9: Graphische Ansicht zur Verteilung der Bildungslevels der jeweiligen Elternteile (Absolutzahlen =Anzahl des jeweiligen Elternteils).....	33
Abbildung 10: Boxplot ( <i>oben</i> ) und Histogramm ( <i>unten</i> ) zur Auswertungsstrategie Snore 1 .....	34
Abbildung 11: Boxplot zur Auswertungsstrategie Snore1_pro .....	35
Abbildung 12: Boxplot ( <i>oben</i> ) und Histogramm ( <i>unten</i> ) zur Auswertungsstrategie Snore2 .....	36
Abbildung 13: Boxplot zur Auswertungsstrategie Snore2_pro .....	37
Abbildung 14: Boxplot ( <i>oben</i> ) und Histogramm ( <i>unten</i> ) zur Auswertungsstrategie Snore3 .....	38
Abbildung 15: Boxplot zur Auswertungsstrategie Snore3_pro .....	39
Abbildung 16: Grafische Gegenüberstellung der Einzelergebnisse für die Auswertungen Snore1-Snore3.....	40
Abbildung 17: Grafische Gegenüberstellung der Einzelergebnisse für die Auswertungen Snore_pro 1-3.....	40
Abbildung 18: Prozentuale Schnarch-Ausreißeranteile für die Auswertungen Snore 1-3.....	41
Abbildung 19: Boxplot-Gegenüberstellung der Fragebogenergebnisse und der PSG-Daten für die Auswertungsschritte snore1 .....	42
Abbildung 20: Boxplot-Gegenüberstellung der Fragebogenergebnisse und der PSG-Daten für die Auswertungsschritte snore3 .....	43
Abbildung 21: Boxplot-Gegenüberstellung der Fragebogenergebnisse und der PSG-Daten für die Auswertungsstrategien snore_pro1 und snore_pro3.....	46
Abbildung 22: Gesamtübersicht aller ROC-Kurven für snore und snore_pro1-3....	47
Abbildung 23: Gegenüberstellung der ROC-Kurven für snore1/snore_pro1 .....	48
Abbildung 24: Gegenüberstellung der ROC-Kurven für snore3/snore_pro3 .....	49

### 7.3. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ursachen der verschiedenen Schlafstörungen (37) .....	4
Tabelle 2: Konsequenzen des obstruktiven Schlaf-Apnoe-Syndroms im Kindes- und Jugendalter (86) .....	7
Tabelle 3: Definitionen polysomnographischer Parameter bei Kindern nach den AASM-Kriterien 2006 (37), (39), (47), (51), (41) .....	9
Tabelle 4: Spektrum der obstruktiven SBAS (86) .....	10

## 7.4. Fragebögen

### Fragebogen zum Schlafverhalten Ihres Kindes

Liebe Eltern !

heutiges Datum: \_\_\_\_\_

Dieser Fragebogen soll dabei helfen festzustellen, ob bei Ihrem Kind eine Atemstörung im Schlaf oder eine andere Schlafstörung vorliegt. Bitte nehmen Sie sich einen Moment Zeit und kreuzen Sie jeweils die Antwort an, die am ehesten auf Ihr Kind zutrifft. Zunächst benötigen wir einige Angaben über Ihr Kind:

Nachname: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Adresse: \_\_\_\_\_ PLZ, Ort: \_\_\_\_\_

Telefonnummer(n): \_\_\_\_\_

Geschlecht: Junge  Mädchen  Geburtsdatum: Tag: \_\_\_ Monat: \_\_\_ Jahr: \_\_\_

Körpergewicht: \_\_\_\_\_ kg Körpergröße: \_\_\_\_\_ cm

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Atmung Ihres Kindes im Schlaf.  
Die ersten 3 Fragen sind besonders wichtig:

- |  |                                 |                                      |                                    |                                   |
|--|---------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. <i>Hat Ihr Kind im Schlaf eine angestrenzte Atmung?</i> | nie... <input type="checkbox"/> | manchmal... <input type="checkbox"/> | häufig... <input type="checkbox"/> | immer... <input type="checkbox"/> |
| 2. <i>Hört Ihr Kind während des Schlafs zu atmen auf?</i>  |                                 |                                      | nein... <input type="checkbox"/>   | ja... <input type="checkbox"/>    |
| 3. <i>Schnarcht Ihr Kind?</i>                              | nie... <input type="checkbox"/> | manchmal... <input type="checkbox"/> | häufig... <input type="checkbox"/> | immer... <input type="checkbox"/> |

- |   |                                   |  |  |                                       |   |
|---|-----------------------------------|--|--|---------------------------------------|---|
| 4. <i>Waren Sie jemals über die Atmung Ihres Kindes während des Schlafs besorgt?</i>          | nie... <input type="checkbox"/>   | selten... <input type="checkbox"/>     | gelegentlich... <input type="checkbox"/> | häufig... <input type="checkbox"/>    | fast immer... <input type="checkbox"/>  |
| 5. <i>Haben Sie jemals Ihr Kind geschüttelt, um es wieder zum Atmen zu bringen?</i>           | nie... <input type="checkbox"/>   | selten... <input type="checkbox"/>     | gelegentlich... <input type="checkbox"/> | häufig... <input type="checkbox"/>    | fast immer... <input type="checkbox"/>  |
| 6. <i>Haben sich die Lippen Ihres Kindes im Schlaf jemals bläulich oder violett verfärbt?</i> | nie... <input type="checkbox"/>   | selten... <input type="checkbox"/>     | gelegentlich... <input type="checkbox"/> | häufig... <input type="checkbox"/>    | fast immer... <input type="checkbox"/>  |
| 7. <i>Falls ihr Kind schnarcht, wie laut ist das Schnarchen?</i>                              | leise... <input type="checkbox"/> | mittellaut... <input type="checkbox"/> | laut... <input type="checkbox"/>         | sehr laut... <input type="checkbox"/> | extrem laut... <input type="checkbox"/> |

Diese Fragen beziehen sich auf Symptome von Atemstörungen:

- |  |   |  |  |                                    |  |
|--|---|--|--|------------------------------------|--|
| 8. <i>Klagt Ihr Kind über morgendliche Kopfschmerzen?</i>                        | nie... <input type="checkbox"/>                 | selten... <input type="checkbox"/>                 | gelegentlich... <input type="checkbox"/>   | häufig... <input type="checkbox"/> | fast immer... <input type="checkbox"/> |
| 9. <i>Atmet Ihr Kind tagsüber durch den Mund?</i>                                | nie... <input type="checkbox"/>                 | selten... <input type="checkbox"/>                 | gelegentlich... <input type="checkbox"/>   | häufig... <input type="checkbox"/> | fast immer... <input type="checkbox"/> |
| 10. <i>Ist Ihr Kind tagsüber sehr unruhig und zappelig, „immer in Bewegung“?</i> | nie... <input type="checkbox"/>                 | manchmal... <input type="checkbox"/>               | oft... <input type="checkbox"/>            |                                    |  |
| 11. <i>Kann Ihr Kind sich tagsüber nur schwer konzentrieren?</i>                 | Das trifft nicht zu... <input type="checkbox"/> | Das trifft manchmal zu... <input type="checkbox"/> | Das ist oft so... <input type="checkbox"/> |                                    |  |

## Anhang

12. Ist Ihr Kind tagsüber müde?	nie... <input type="checkbox"/>	manchmal... <input type="checkbox"/>	oft... <input type="checkbox"/>		
13. Schläft Ihr Kind während des Fernsehens ein?	nie... <input type="checkbox"/>	selten... <input type="checkbox"/>	gelegentlich... <input type="checkbox"/>	häufig... <input type="checkbox"/>	fast immer... <input type="checkbox"/>
14. Schläft Ihr Kind in der Schule ein?	nie... <input type="checkbox"/>	selten... <input type="checkbox"/>	gelegentlich... <input type="checkbox"/>	häufig... <input type="checkbox"/>	fast immer... <input type="checkbox"/>

**Die folgenden Fragen beziehen sich auf weitere Schlafstörungen. Denken Sie an eine typische Woche im letzten Monat und kreuzen Sie dann**

- **nie/selten** für 0-1x pro Woche,
- **manchmal** für 2-4x pro Woche oder
- **oft** für 5-7x pro Woche an.

15. Braucht Ihr Kind länger als 20 Minuten zum Einschlafen?	nie/selten... <input type="checkbox"/>	manchmal... <input type="checkbox"/>	oft... <input type="checkbox"/>
16. Wacht Ihr Kind in der Nacht auf?	nie/selten... <input type="checkbox"/>	manchmal... <input type="checkbox"/>	oft... <input type="checkbox"/>
17. Bettnässt Ihr Kind?	nie/selten... <input type="checkbox"/>	manchmal... <input type="checkbox"/>	oft... <input type="checkbox"/>
18. Hat Ihr Kind Alpträume?	nie/selten... <input type="checkbox"/>	manchmal... <input type="checkbox"/>	oft... <input type="checkbox"/>
19. Schlafwandelt Ihr Kind?	nie/selten... <input type="checkbox"/>	manchmal... <input type="checkbox"/>	oft... <input type="checkbox"/>

**Nun noch einige Fragen zur Gesundheit Ihres Kindes:**

20. Wie oft traten Infekte (z.B. Mittelohrentzündung, Schnupfen oder Bronchitis) bei Ihrem Kind innerhalb der letzten 12 Monate auf?	etwa 1-7mal... <input type="checkbox"/>	8mal oder öfter... <input type="checkbox"/>			
21. Wie oft hat Ihr Kind Halsschmerzen?	nie... <input type="checkbox"/>	selten... <input type="checkbox"/>	gelegentlich... <input type="checkbox"/>	häufig... <input type="checkbox"/>	fast immer... <input type="checkbox"/>
22. Wurden Ihrem Kind bereits die Polypen entfernt?	nein... <input type="checkbox"/> ja... <input type="checkbox"/> und zwar _____ mal in den Jahren _____				
23. Wurden Ihrem Kind bereits die Mandeln entfernt?	nein... <input type="checkbox"/> ja... <input type="checkbox"/> und zwar im Jahr _____				

**Für die wissenschaftliche Auswertung benötigen wir noch einige Angaben zu Ihnen, den Eltern:**

24. Wie viele Zigaretten pro Tag werden in Ihrer Familie geraucht?	0 Zigaretten... <input type="checkbox"/>	1-10 Zigaretten... <input type="checkbox"/>	mehr als 10 Zigaretten... <input type="checkbox"/>
25. Welchen höchsten Schulabschluss haben Sie?	<i>Mutter</i>	<i>Vater</i>	
kein Abschluss, Volks- oder Hauptschulabschluss .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
mittlere Reife, Realschulabschluss .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Abitur oder Fachabitur .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
abgeschlossenes Hochschul- oder Fachhochschulstudium.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**Wir danken Ihnen sehr herzlich für Ihre Mitarbeit! Bitte geben Sie den ausgefüllten Fragebogen und das unterschriebene Einverständnis im Umschlag wieder Ihrem Kind in die Schule mit.**



**MEDIZINISCHE HOCHSCHULE HANNOVER**  
**Zentrum Kinderheilkunde und Humangenetik**

Abteilung Kinderheilkunde I  
Pädiatrische Pneumologie & Neonatologie  
Prof. Dr. med. H. von der Hardt  
Komm. Leiter: Prof. Dr. med. J. Freihorst  
Arbeitsbereich Atemregulation (Prof. Dr. med. C. Poets)  
Carl-Neuberg Strasse 1  
30623 Hannover  
Tel. (0511) 532 9122  
Fax (0511) 532 3895

Hallo!

Diese Fragen betreffen Deinen Schlaf. Wir wollen wissen, ob Du gut oder schlecht schläfst. Bitte beantworte die Fragen sorgfältig. Kreuze Deine Antwort zu jeder Frage im entsprechenden Kästchen an. Es gibt keine richtigen oder falschen Antworten. Bitte frage uns, wenn Du irgend etwas nicht verstehst. Danke!

Name: \_\_\_\_\_

Denke an die letzten vier Wochen und beantworte die folgenden Fragen mit  
**nie oder selten** wenn das Problem weniger als 2 mal in der Woche  
**manchmal** wenn das Problem 2 bis 4 mal in der Woche oder  
**oft** wenn das Problem mehr als 4 mal in der Woche  
aufgetreten ist.

Brauchst Du länger als 20 Minuten zum Einschlafen?

nie oder selten  manchmal  oft

Wachst Du in der Nacht auf, wenn Deine Eltern glauben, Du schläfst?

nie oder selten  manchmal  oft

Fällt es Dir schwer, wieder einzuschlafen, wenn Du nachts aufwachst?

nie oder selten  manchmal  oft

Hast Du Alpträume?

nie oder selten  manchmal  oft

Schlafwandelst Du?

nie oder selten  manchmal  oft

Bitte gib den fertig ausgefüllten Bogen wieder an uns ab.

Wir danken Dir für Deine Mitarbeit!



**MEDIZINISCHE HOCHSCHULE HANNOVER**  
**Zentrum Kinderheilkunde und Humangenetik**

Abteilung Kinderheilkunde I  
Pädiatrische Pneumologie & Neonatologie  
Prof. Dr. med. H. von der Hardt  
Komm. Leiter: Prof. Dr. med. J. Freihorst  
Arbeitsbereich Atemregulation (Prof. Dr. med. C. Poets)  
Carl-Neuberg Strasse 1  
30623 Hannover  
Tel. (0511) 532 9122  
Fax (0511) 532 3895

**Fragebogen zur Blutsauerstoffmessung**

Liebe Eltern!

Um die Messung besser auswerten zu können, bitten wir Sie noch um Beantwortung nachstehender Fragen. Auch hier verpflichten wir uns selbstverständlich zur Wahrung der ärztlichen Schweigepflicht und zur anonymen Auswertung.

1. Hat Ihr Kind eine chronische Herzerkrankung (z.B. Herzschwäche)? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> welche? .....
2. Hat Ihr Kind eine chronische Lungenerkrankung (z.B. Asthma)? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> welche? .....
3. Besteht bei Ihrem Kind eine diagnostizierte Allergie oder ein chronischer Schnupfen? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> welche Allergie? .....
4. Hat Ihr Kind eine Blutarmut (Anämie) und muss dafür Eisen nehmen? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/>
5. Welches ist die Lieblingsschlafposition Ihres Kindes? Es gibt keine <input type="checkbox"/> Rechtsseitenlage <input type="checkbox"/> Linksseitenlage <input type="checkbox"/> Rückenlage <input type="checkbox"/> Bauchlage <input type="checkbox"/>
6. Hat Ihr Kind zum Zeitpunkt der Messung einen akuten Infekt (z.B. Schnupfen, Husten oder Grippe)? nein <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> welchen? .....
7. Wann ist Ihr Kind am Abend der Messung zu Bett gegangen und wann am nächsten Morgen aufgestanden? zu Bett gegangen um ..... h aufgestanden um ..... h
8. Der Sensor war am <input type="checkbox"/> Mittel-, <input type="checkbox"/> Zeige-, <input type="checkbox"/> Ringfinger der <input type="checkbox"/> rechten, <input type="checkbox"/> linken Hand angebracht.

Wir danken Ihnen sehr herzlich für Ihre Mitarbeit! Bitte geben Sie den ausgefüllten Fragebogen im verschlossenen Umschlag und das Gerät am nächsten Morgen Ihrem Kind wieder in die Schule mit. Dankel

## 8. Danksagung

Vielen Dank an....

### **Professor Dr. C. F. Poets**

für das interessante Thema und die Unterstützung während der Promotion.

### **Professor Dr.**

für die Erstellung des Zweitgutachtens.

### **Dr. med. Katrin Heine und Dr. Michael S. Urschitz**

für die spannenden Diskussionen, für die mir gewährte Freiheit und die kompetente und motivierende Betreuung. Herrn Urschitz auch besonderen Dank für seine Hilfsbereitschaft in Computerfragen, die Bereitstellung der Literaturbibliotheken und die intensiven Korrekturen der Manuskripte.

### **meine Familie**

für ihre Hilfsbereitschaft und das Vertrauen in mich, dass ich es schaffen werde.

### **meinen Rainer**

ohne seine Liebe und „Peitschenhiebe“ ich sonst nie voran gekommen wäre. Viele neugierige und auch kritische Fragen haben mich inspiriert und kreativ unterstützt.

## Melanie Julia Tannert

Geburtsdatum: 30.05.1979

melaniejulia.tannert@web.de

ledig

deutsch

### ZIELSETZUNGEN

Bei den besten Ärzten sehr gute Lernerfolge erzielen und während meiner Weiterbildungszeit wertvolle Erfahrungen sammeln.

### STUDIUM

**Technische Universität München**

02/2009-heute

25.11.2011 Staatsexamen

**Eberhard-Karls-Universität Tübingen**

10/2003-01/2009

Studium der Humanmedizin

mit Famulaturen in der Anästhesie, Neurochirurgie, Innere Medizin (interdisziplinäre Notaufnahme), Pädiatrie und Neonatologie

### DISSERTATIONSARBEIT

**Abteilung für Neonatologie der Universität Tübingen  
bei Prof. Dr. med. Christian Poets**

03/2008-12/2011

Thema: Übereinstimmung objektiver Messungen und subjektiver Angaben beim Schnarchen von Kindern

### **BERUFSERFAHRUNG**

Kinderkrankenschwester | **Universitätsklinik Tübingen**

10/2002-heute

Neonatologie und Neuropädiatrie

Kinderkrankenschwester | **Kreiskrankenhaus Böblingen**

09/2000-09/2002

Neonatologie

### **AUSBILDUNG**

**Kinderkrankenpflegeschule der Martin-Luther-Universität Halle**

09/1997-08/2000

01.09.2000 Staatsexamen

### **SCHULBILDUNG**

**Grundschule, Gesamtschule und Gymnasium in Halle**

1985-1997

Allgemeine Hochschulreife

### **FERTIGKEITEN**

- Infant Handling (Kinästhetik)
- Routinierte Anwendung von Softwareoberflächen wie SAP, MagicWeb, Somnologica und Umgang mit PubMed, Endnote