

Aus der Klinik für Pneumologie
der Medizinischen Fakultät
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

„Inhalationsdevices bei Kindern mit Asthma – eine Studie zur Patientenpräferenz“

D i s s e r t a t i o n

zur Erlangung des Doktorgrades

Dr. med.

(doctor medicinae)

an der Medizinischen Fakultät
der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

vorgelegt von

Franziska Elisa Tietz
aus Ludwigsburg

Magdeburg

2021

Tietz, Franziska Elisa:

Inhalationsdevices bei Kindern mit Asthma – eine Studie zur Patientenpräferenz. – 2021.- 65 Bl., 29 Abb., 17 Tab., 4 Anl.

Kurzreferat

Die Inhalationstherapie stellt bei der Behandlung von Asthma bronchiale die wichtigste Applikationsform dar. Vor allem im Kindesalter ist eine patientenindividuelle Auswahl notwendig, denn die korrekte Durchführung erfordert besondere kognitive und motorische Fähigkeiten. Ziel der vorliegenden Studie war es, die Wahrnehmung und Präferenz pädiatrischer Patienten für in Deutschland gebräuchliche Inhalatortypen industrieunabhängig zu untersuchen. Insgesamt 80 Kinder wurden in diese prospektive Querschnittsstudie eingeschlossen (Alter: $\bar{X}=10.87$; $\sigma= 2,62$). Die Analyse basiert auf einem selbstentwickelten Fragebogen und validierten Checklisten zur objektiven Beurteilung der Inhalationstechnik und der Fehler bei der Inhalationsdurchführung. Alle 80 Teilnehmer testeten den Gebrauch von 9 Placebo- Inhalatoren in randomisierter Reihenfolge. Die untersuchten Inhalatoren waren: *Breezhaler*, *Diskus*, *Respimat*, *Spiromax*, *Turbohaler*, *Autohaler*, *Dosieraerosol*, *Easyhaler* und *Novolizer*. Für jedes Gerät wurden die Patienten gebeten, die Handhabung zu testen, die Geräteeigenschaften zu bewerten und das Gerät zu nennen, das sie am meisten oder am wenigsten bevorzugen würden. Aus den Ergebnissen wird deutlich, dass der *Novolizer* und *Spiromax* bei pädiatrischen Patienten eine bessere Anwendbarkeit und höhere Bevorzugung zeigten. Demnach scheint es einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Präferenz im Vergleich der verschiedenen Inhalatoren zu geben. Die Patientenpräferenz und Wichtigkeit verschiedener Inhalatoreigenschaften hingen darüber hinaus nicht signifikant mit dem Alter, Geschlecht oder Schultyp der Kinder zusammen.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	III
Abbildungsverzeichnis.....	V
Tabellenverzeichnis.....	VII
Liste der Abkürzungen	IX
1 Einleitung.....	1
1.1 Asthma bronchiale im Kindesalter.....	2
1.2 Epidemiologie und ökonomische Bedeutung	3
1.3 Ätiologie und Diagnosestellung	3
1.4 Behandlungsstrategien.....	4
1.5 Grundprinzipien der Inhalation	6
1.5.1 Die unterschiedlichen Inhalatoren.....	9
1.5.2 Hilfsmittel.....	10
1.5.3 Besonderheiten der Inhalation im Kindesalter	11
1.6 Häufige Fehlerquellen bei der Inhalation	12
1.7 Mögliche Gründe einer schlechten Inhalationstechnik.....	14
1.8 Adhärenz der Inhalationstherapie	16
1.9 Zielsetzung der vorliegenden Arbeit.....	17
2 Stichprobe und Methodik	19
2.1 Studiendesign.....	19
2.2 Stichprobe	19
2.3 Ethische Aspekte.....	20
2.4 Durchführung.....	21
2.5 Material.....	22
2.6 Statistische Auswertung	26
3 Ergebnisse.....	27
3.1 Versorgungssituation.....	27
3.2 Selbstständigkeit der Anwendung	30
3.3 Fehlerfreiheit bei der Anwendung und Personeneigenschaften	32
3.3.1 Aktuelles Gerät.....	32
3.3.2 Alter	33
3.3.3 Geschlecht	33
3.4 Wichtigkeit verschiedener Inhalatoreigenschaften.....	34
3.5 Bewertung der Placebo-Inhalatoren.....	35
3.6 Positiv- bzw. Negativpräferenz.....	40
3.7 Präferenz der Inhalatortypen nach Personeneigenschaften.....	43
3.7.1 Präferenz des Inhalatortyps nach Alter.....	43
3.7.2 Präferenz des Inhalatortyps nach Geschlecht	44
3.7.3 Präferenz des Inhalatortyps nach besuchtem Schultyp.....	45

3.8	Bewertung der Inhalatoreigenschaften nach Personeneigenschaften	47
3.8.1	Bewertung Inhalatoreigenschaften nach Alter	47
3.8.2	Bewertung der Inhalatoreigenschaften nach Geschlecht	48
3.8.3	Bewertung der Inhalatoreigenschaften nach Schultyp	50
3.9	Individuelle Anmerkungen der Probanden und Beobachtungen des Versuchsleiters	54
4	Diskussion.....	56
4.1	Versorgungssituation.....	57
4.2	Wichtigkeit verschiedener Inhalatoreigenschaften.....	59
4.3	Bewertung der Placebo-Inhalatoren hinsichtlich der Eigenschaften und Positiv- bzw. Negativpräferenz	61
4.4	Statistische Prüfung der Forschungsfragen	62
4.5	Stärken und Grenzen dieser Studie	63
5	Zusammenfassung und Ausblick	65
	Literaturverzeichnis.....	XIV
	Danksagung	XXV
	Ehrenerklärung	XXVI
	Darstellung des Bildungsweges	XXVII
	Anhänge	XXVIII

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Medikamentöses Stufenschema. Patienten mit diagnostiziertem Asthma sollen gemäß Stufenschema behandelt werden. (Bundesärztekammer 2020: 35).....	8
Abbildung 2. Versuchsaufbau. Tisch A zur Erprobung der 9 Placebo-Inhalatoren, Tisch B zum Ausfüllen des Fragebogens der Eltern.	22
Abbildung 3. Verwendete Inhalatoren. Übersicht der unterschiedlichen Inhalatoren, die im Rahmen der Doktorarbeit untersucht wurden.	24
Abbildung 4. Aktueller Inhalator. In der Gesamtstichprobe (N= 78) häufigste daheim verwendete Asthma-Inhalatortypen unter Angabe des Standardfehlers.....	27
Abbildung 5. In der Gesamtstichprobe (N = 78) zuvor verwendete Asthma-Inhalatortypen unter Angabe des Standardfehlers.	29
Abbildung 7. Selbstständigkeit der Anwendung von Asthma-Inhalator je nach Bewertung der Inhalatoreigenschaft Farbe (N = 80). Es lagen keine Bewertungen in der Kategorie egal vor.	31
Abbildung 8. Selbstständigkeit der Inhalatoranwendung je nach Anwendungshäufigkeit von Asthma-Inhalatoren (N = 80).	32
Abbildung 9. Bewertung der Wichtigkeit verschiedener Eigenschaften von Asthma-Inhalatoren in der Gesamtstichprobe unter Angabe des Standardfehlers (N = 80). ..	35
Abbildung 10. Bewertung hinsichtlich der Dimension Vorbereitung (N = 75). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.	36
Abbildung 11. Bewertung der Geräte hinsichtlich der Dimension Benutzung (N = 67). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.	37
Abbildung 12. Bewertung der Geräte hinsichtlich der Dimension Handhaltung (N = 67). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.	37
Abbildung 13. Bewertung unterschiedlicher Geräte hinsichtlich der Dimension Mundstück (N= 70). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.	38
Abbildung 14. Bewertung der Geräte hinsichtlich der Dimension korr. Benutzung (N = 72). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.	38

Abbildung 15. Bewertung der Geräte hinsichtlich der Dimension Notfall (N = 68). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.....	39
Abbildung 16. Bewertung der Geräte hinsichtlich der Dimension Gestaltung (N = 68). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.	39
Abbildung 17. Bewertung der Geräte hinsichtlich der Dimension Gesamtzufriedenheit (N = 68). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.....	40
Abbildung 18. Verteilung positiver Bewertungen verschiedener Inhalatortypen in der Gesamtstichprobe unter Angabe des Standardfehlers (N = 78).....	42
Abbildung 19. Verteilung positiver Bewertungen verschiedener Inhalatortypen in der Gesamtstichprobe unter Angabe des Standardfehlers (N= 78).....	42
Abbildung 21. Altersverteilung der Befragten bei der Bewertung der Inhalatoreigenschaft Farbe als unwichtig und wichtig (N=80).	48
Abbildung 22. Geschlechtsverteilung der Befragten bei der Bewertung der Inhalatoreigenschaft einfache Handhabung als unwichtig und wichtig (N = 80).	49
Abbildung 23. Geschlechtsverteilung der Befragten bei der Anwendungshäufigkeit von Asthma-Inhalatoren (N = 80).	50
Abbildung 24. Besuchte Schulformen der Befragten je nach Bewertung der Inhalatoreigenschaft Dauer der Durchführung der Inhalation (N = 80).....	51
Abbildung 25. Besuchte Schulformen der Befragten je nach Bewertung der Inhalatoreigenschaft Einatemwiderstand (N = 80).	52
Abbildung 26. Besuchte Schulformen der Befragten je nach Bewertung der Inhalatoreigenschaft Farbe (n = 80). In der Kategorie egal lagen keine Bewertungen vor.	53
Abbildung 27. Besuchte Schulformen der Befragten je nach Anwendungshäufigkeit von Asthma-Inhalatoren (N = 80).	54
Abbildung I. Test auf Gleichverteilung der positiven Bewertungen verschiedener Inhalator-Typen in der Gesamtstichprobe (N = 78).....	XXXVII
Abbildung II. Test auf Gleichverteilung der positiven Bewertungen verschiedener Inhalator-Typen in der Gesamtstichprobe (N = 79).....	XXXVIII

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1. Prinzipiell geeignete Inhalationssysteme im Kindesalter (bis 6 Jahre) (Bundesärztekammer 2020:70)	12
Tabelle 2. Positive und negative Einflüsse auf das Festhalten eines Patienten an seinem Therapieplan (Hausen 2018: 144)	17
Tabelle 3. Angaben zur Selbstständigkeit der Benutzung von Asthma-Inhalatoren in der Gesamtstichprobe (N = 78)	28
Tabelle 4. Angaben zur Schulung zu der Benutzung von Asthma-Inhalatoren in der Gesamtstichprobe (N = 78)	28
Tabelle 5. Angaben zur Person bei der Schulung zur Benutzung von Asthma-Inhalatoren in der Gesamtstichprobe (N = 78)	29
Tabelle 6. Aktuell verwendetes Gerät und Fehlerfreiheit bei der Anwendung von Asthma- Inhalatoren (N = 69).	33
Tabelle 7. Geschlecht der Befragten und Fehlerfreiheit bei der Anwendung von Asthma- Inhalatoren (N= 73).	34
Tabelle 8. Bewertung verschiedener Eigenschaften von Asthma-Inhalatoren in der Gesamtstichprobe (N = 80).	34
Tabelle 9. Bewertung verschiedener Asthma-Inhalatoren in der Gesamtstichprobe (N = 78).	41
Tabelle 10. Verteilung der Präferenzen verschiedener Asthma-Inhalatoren nach Geschlecht der Befragten (N = 78).....	44
Tabelle 11. Verteilung der Präferenzen verschiedener Asthma-Inhalatoren über Schultyp der Befragten (N = 78).....	46
Tabelle I: Selbstständigkeit der Inhalatoranwendung in absoluten Häufigkeiten bei unterschiedlicher Bewertung der Wichtigkeit von Inhalatoreigenschaften (N = 80)XXIX	
Tabelle II: Paarweise Vergleiche mit Bonferroni-Korrektur der Bewertung verschiedener Inhalator-Eigenschaften in den beiden Kategorien wichtig und unwichtig in der Gesamtstichprobe (N = 80)	XXX
Tabelle III: Absolute und relative Häufigkeiten bei der Bewertung verschiedener Geräte in der Gesamtstichprobe (N = 80)	XXXII
Tabelle IV: Altersverteilung bei unterschiedlicher Bewertung der Wichtigkeit von Inhalatoreigenschaften (N = 80)	XXXIV

Tabelle V: Geschlechtsverteilung in absoluten Häufigkeiten bei unterschiedlicher Bewertung der Wichtigkeit von Inhalatoreigenschaften (N = 80).....	XXXV
Tabelle VI: Verteilung auf Schulformen in absoluten Häufigkeiten bei unterschiedlicher Bewertung der Wichtigkeit von Inhalatoreigenschaften (n = 80)	XXXVI

Liste der Abkürzungen

CF	Cystische Fibrose
DPI	Pulverinhalator
FCKW	Fluorchlorkohlenwasserstoffe
ICS	Inhalative Glucocorticoide
LAMA	Langwirksamer Muskarinantagonist
LABA	Langwirksames β 2-Sympathikomimetikum
LTRA	Leukotrienrezeptorantagonist
MDI	Dosieraerosol
PCD	Primäre Ziliäre Dysfunktion
SABA	Schnellwirksames β 2-Sympathikomimetikum
SAMA	Kurzwirksamer Muskarinantagonist

1 Einleitung

Asthma ist eine heterogene, chronisch-entzündliche Erkrankung der Atemwege, die zu Atemwegsobstruktion und bronchialer Hyperreagibilität führt. Die Symptome variieren an Intensität und zeitlichem Auftreten und reichen von Kurzatmigkeit, Giemen und Husten bis hin zu Atemnot (GINA 2020: 16). Weltweit sind über 339 Millionen Menschen von der Krankheit betroffen. Im Kindesalter ist Asthma sogar die häufigste chronische Erkrankung (WHO 2020). Auch wenn in den letzten Jahrzehnten die Gesamtprävalenz in den westlichen Ländern zu stagnieren scheint, hat sie vor allem in Entwicklungs- und Schwellenländern stetig zugenommen und insbesondere im Kindes- und Jugendalter kann eine steigende Prävalenz beobachtet werden (Buhl et al. 2017:6).

Aufgrund der hohen Krankheitszahlen und der dadurch entstehenden enormen Kosten im Gesundheitssektor handelt sich um eine Erkrankung mit hoher volkswirtschaftlicher Bedeutung (Statistisches Bundesamt 2015). Eine effektive Therapie ist zwingend notwendig. Im Bereich der medikamentösen Therapie stellen Inhalatoren die wichtigste Applikationsform dar, denn sie wirken direkt und schnell im Bronchialsystem und lösen somit eine hohe lokale Wirkstoffkonzentration bei gleichzeitig geringer Gesamtkörperdosis aus. Daraus ergibt sich ein gutes Wirkungs-/Nebenwirkungsverhältnis der Inhalationstherapie, welches vor allem im Fall der inhalativen Therapie mit Glucocorticoiden wichtig ist (GINA 2020: 79; Hausen 2018: 102 f.; Bundesärztekammer 2020: 33; Berdel 2002: 94). Ein Nachteil dieser Applikationsform ist allerdings, dass die Anwendung erklärungsbedürftig ist und sich die verschiedenen Gerätetypen in ihren Bedienungsschritten deutlich voneinander unterscheiden. Die Folge sind Anwendungsfehler, die zu einer eingeschränkten Medikamentenwirksamkeit und geringeren Verträglichkeit führen (Bundesärztekammer 2020: 68, 71). Studienergebnisse zeigen in diesem Zusammenhang, dass über 70 % der Patienten ihren Inhalator nicht richtig verwenden (Duarte-de-Araújo et al. 2019; Sanchis et al. 2016; Crompton et al. 2006). Zur Lösung dieses Problems könnten unter anderem die patientenindividuelle Auswahl eines Inhalators und bessere Geräteschulungen beitragen (Gillette et al. 2016; Gibson et al. 2003). In der Praxis findet das jedoch häufig nicht statt (Price et al. 2014; Stelmach et al. 2007). Dies kann unter anderem damit begründet werden, dass nur 30 % der befragten Ärzte in der Lage sind, die korrekte Inhalatorbenutzung zu demonstrieren (Plaza et al. 2018; Stelmach et al. 2007).

In aktuellen Studien wird der Präferenz des Patienten für einen Inhalator ein hoher Stellenwert eingeräumt (Ding et al. 2018; Loh et al. 2007; Usmani et al. 2018). Diese trägt maßgeblich dazu bei, dass ein Patient seinen Inhalator gerne und regelmäßig benutzt bzw. richtig anwenden kann. Zu den sich unterscheidenden Eigenschaften gehören bspw. die Handhabbarkeit,

der Einatmungswiderstand, die Eignung im Notfall sowie das Design und die Farbe (Usmani et al. 2018).

Die genannten Probleme sind zwar bereits Gegenstand aktueller Forschung, die wenigen bisher veröffentlichten Studien zur Präferenz von Inhalatoren beziehen sich jedoch größtenteils nur auf Erwachsene. Außerdem geben sie keine umfassende Übersicht über den Umgang mit Inhalatoren, da nur wenige Inhalatoren untersucht wurden (Hodder et al. 2009), die Anzahl der Studienteilnehmer klein war (Giner et al. 2004) oder demographische Daten in der Auswertung vernachlässigt wurden (Chorão et al. 2014). Das wohl größte Manko bisheriger Untersuchungen zur Inhalatorpräferenz besteht jedoch darin, dass diese von den produzierenden Unternehmen selbst initiiert wurden und dabei regelmäßig die eigenen Devices am besten abgeschnitten haben (siehe z.B. Hantulik et al. 2015). Aus diesen Gründen liegt bisher keine umfangreiche, industrieunabhängige Studie zu dieser Problematik vor.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, einen umfassenden Überblick zur Präferenz und zu den wichtigen Eigenschaften von Inhalatoren im Kindesalter zu geben. Ferner sollte untersucht werden, welche Auswirkungen das Alter, das Geschlecht und der besuchte Schultyp auf die Präferenz und Wichtigkeit haben.

1.1 Asthma bronchiale im Kindesalter

Die Definition von Asthma bronchiale im Kindesalter unterscheidet sich nicht von der im Erwachsenenalter. Auch für Kinder gilt, dass es sich um eine chronische Entzündung mit passager erhöhtem Atemwegswiderstand und Hyperreagibilität handelt. Klassischerweise haben Kinder in der Anamnese wiederholte Episoden von Atemnot, Kurzatmigkeit und trockenem Reizhusten, insbesondere während oder nach körperlicher Aktivität wie Rennen, Lachen oder Spielen. Die Diagnosestellung ist nicht einfach, denn asthmatypische Symptome treten auch im Rahmen viraler Infekte der oberen Atemwege im Kindesalter häufig auf (GINA 2020: 140–143). Zusätzlich kann bei Kindern eine Hyperreagibilität unabhängig von Asthma beobachtet werden. Dies lässt sich unter anderem durch die erhöhte Infektanfälligkeit aufgrund der noch unvollständigen Reifung des Immunsystems erklären. Bei Säuglingen und Kleinkindern ist es dementsprechend schwierig zu entscheiden, inwieweit eine Atemwegsobstruktion tatsächlich einem Asthma entspricht bzw. in ein Asthma übergehen kann. Je jünger das Kind zum Zeitpunkt der Atemwegsobstruktion ist, desto weniger wahrscheinlich ist die Diagnose Asthma bronchiale. Mit zunehmendem Alter wird die Wahrscheinlichkeit größer. Indikatoren, die anamnestisch einen Verdacht erhärten können, sind die Häufigkeit der rezidivierenden Obstruktionen und Hinweise auf eine Atopie bei dem Betroffenen oder in dessen Familie (Reinhardt 1996: 2). In 70 % der Fälle manifestieren sich erste Symptome vor dem fünften Lebensjahr (Berdel et al. 2007: 1).

1.2 Epidemiologie und ökonomische Bedeutung

Im Kindesalter ist Asthma weltweit die häufigste chronische Erkrankung (WHO 2020). In Deutschland liegt die Prävalenz im Alter von 0–17 Jahren bei 6.0 % (Thamm 2018: 7), die 12-Monatsprävalenz liegt bei 4.0 % (RKI 2012:3). Jungen sind mit 7.5 % häufiger betroffen als Mädchen mit 4.5 % (Thamm et al. 2018: 6). Dieses Verhältnis kehrt sich mit zunehmendem Lebensalter um, sodass Mädchen in der Pubertät bzw. im Erwachsenenalter öfter Asthma haben. Ursächlich für diese Umkehr ist das häufigere Nachlassen der Symptomatik bei Jungen, während die Hyperreagibilität bei Mädchen öfter bestehen bleibt (Helmholtz Zentrum München 2018).

Deutschland befindet sich laut der größten internationalen Studie über Asthma und Allergien im Kindesalter „ISAAC“ („International Study of Asthma and Allergies in Childhood“) bezüglich der Prävalenz im internationalen Vergleich im Mittelfeld (Beasley et al. 2003: 542).

Da es sich um eine Erkrankung handelt, die nicht heilbar ist, und da es bislang keine Medikamente gibt, um die Entzündung dauerhaft abklingen zu lassen, ist die Asthma-Prävalenz auch bei Erwachsenen entsprechend hoch. Weltweit variiert sie zwischen 1 und 18 % (GINA 2020: 20). Auch bei Erwachsenen liegt Deutschland mit einer Gesamtprävalenz von 9.9 % und einer 12-Monatsprävalenz von 6.2 % weltweit betrachtet im Mittelfeld.

Diese hohen Krankheitszahlen führen entsprechend zu hohen Kosten im Gesundheitssektor. In einer gesamtwirtschaftlich ausgerichteten Krankheitskostenanalyse aus dem Jahr 2015 wurde ein Gesamtbetrag für die Behandlung von Asthma von 1.9 Milliarden Euro pro Jahr in Deutschland ermittelt (Statistisches Bundesamt 2015). Davon wurden Krankheitskosten für Kinder und Erwachsene mit mittelschwerem allergischem Asthma mit 2.200 bzw. 2.700 Euro pro Patient pro Jahr berechnet, bei schwerem allergischem Asthma waren es 7.900 bzw. 9.300 Euro pro Patient und Jahr (Schramm et al. 2003). Diese Zahlen verdeutlichen, dass eine effektive Therapie unabdingbar ist.

1.3 Ätiologie und Diagnosestellung

Die Entstehung der Krankheit ist multifaktoriell, so spielen neben einer genetischen Disposition exogene und psychosoziale Faktoren eine Rolle. Nach Ätiopathogenese unterscheidet man das *allergische* und das *nichtallergische* Asthma sowie *Misch- und Sonderformen* (Bundesärztekammer 2020: 12; Herold 2019: 359). Im Folgenden werden die verschiedenen Typen erläutert.

Das häufig in der Kindheit beginnende *allergische* Asthma wird auch als exogenes Asthma bezeichnet. Häufige Inhalationsallergene sind die Hausstaubmilben, Tierepithelien, Pollen und Schimmelpilzsporen (Lindemann/Riedel 1999: 1, 8; GINA 2020: 20 f.; Bundesärztekammer 2020: 80 ff.).

Im Erwachsenenalter ist Asthma in 30–50 % der Fälle *nichtallergisch* bedingt (Buhl et al. 2017: 12). In diesen Fällen handelt sich um das sogenannte intrinsische (endogene) Asthma. Bei dieser Form spielen eine genetische Prädisposition, das Körpergewicht oder auch das Geschlecht eine Rolle. Getriggert wird diese Form durch nichtallergene Noxen oder Infekte (Buhl et al. 2017: 12; Lüpke 2002: 14).

Neben diesen beiden Formen gibt es zusätzlich Mischformen sowie zahlreiche *Sonderformen*, darunter bspw. das Analgetika-Asthma oder das Anstrengungsasthma (Hausen 2018: 85; Lüpke 2002: 14 f.).

Die Diagnose wird anhand einer ausführlichen Anamnese, auslösender Faktoren und Risikofaktoren sowie körperlicher Befunde und Lungenfunktionsdiagnostik gestellt. Ein Röntgenbild, Blutuntersuchungen und eine Allergiediagnostik können ebenfalls hilfreich sein (Hausen 2018: 65–77, 86; Bundesärztekammer et al. 2018: 16–32).

Im Kindesalter ergeben sich aufgrund der fehlenden Mitarbeitsfähigkeit besondere Schwierigkeiten in der Diagnosestellung. Neben einer schwierigen Anamneseerhebung ist auch die Durchführung einer Lungenfunktionsprüfung häufig erschwert. Mit Sicherheit kann die Diagnose deshalb erst bei Kindern im Alter von 5–6 Jahren gestellt werden (Bundesärztekammer 2020: 15). Wichtige Differenzialdiagnosen im Kindesalter sind z.B. cystische Fibrose (CF), chronische Lungenerkrankungen nach Frühgeburtlichkeit, primäre ziliäre Dysfunktion (PCD), neuromuskuläre Erkrankungen, Immundefekte oder auch gastro-ösophagealer Reflux. Anhand der Anamnese sowie der Symptome und der radiologischen Untersuchung können diese Differenzialdiagnosen weitestgehend ausgeschlossen werden.

1.4 Behandlungsstrategien

Asthma zählt zu den chronischen Erkrankungen. Als chronische Krankheit bezeichnet man körperliche, geistige und kognitive Erkrankungen, die länger als drei Monate anhalten und zu einer kontinuierlichen oder wiederkehrenden Inanspruchnahme von Gesundheitsleistungen führen (Van der Lee 2007). Laut einer Studie aus dem Jahr 2014 des Robert-Koch-Institutes sind 16.2 % der 0- bis 17-jährigen Kinder und Jugendlichen in Deutschland von einem lang andauernden chronischen Gesundheitsproblem betroffen (Neuhauser 2014).

Die Behandlung chronischer Erkrankungen erfordert besondere Therapiekonzepte, welche dauerhaft und individuell auf den Patienten abgestimmt werden müssen (Bundesärztekammer 2020: 68). Die Behandlungskonzepte in der Asthma-Therapie setzen sich aus medikamentösen und nichtmedikamentösen Maßnahmen zusammen. Die medikamentöse Therapie unterteilt sich in Bedarfs- bzw. Notfallmedikamente und Dauermedikamente zur Langzeitkontrolle (Bundesärztekammer 2020: 43–47). Beim allergischen Asthma kann zusätzlich eine Allergen-karenz und Hyposensibilisierungstherapie angewendet werden (Bundesärztekammer 2020: 80). Entsprechend der GINA-Kriterien besteht das Ziel der Asthmabehandlung darin, ein gut

eingestelltes („kontrolliertes“) Asthma mit einem beschwerde- und symptomfreien Zustand zu erreichen und das Risiko von Exazerbationen, Verschlechterung der Lungenfunktion, Langzeitfolgen und Nebenwirkungen der Therapie zu minimieren (GINA 2020; Buhl 2017; Schwarz 2014: 66).

Eine erfolgreiche Therapie in diesem Zusammenhang ist sehr wichtig, denn epidemiologische Studien zeigen, dass das Risiko für psychische Krankheiten, insbesondere Depression und Angst, bei Kindern und Jugendlichen mit langfristigen körperlichen Erkrankungen erhöht ist (Cobham 2020; Hermanns 2005). Auch schlechte schulische Leistungen und Funktionsstörungen im persönlichen und sozialen Bereich sind Folge langfristiger körperlicher Erkrankungen (Bousquet et al. 1994). Aus diesem Grund sollten in der Asthma-Therapie gefährliche Reize wie bedrohliche Krankheitssymptome, beunruhigende Eingriffe oder unvorhersehbare Ereignisse und Todesangst bei lebensbedrohlichen Krankheitszuständen unbedingt vermieden werden. Auch ein vermindertes Gefühl der Kontrolle über die eigenen Lebensumstände, das Erleben von Ablehnung durch Gleichaltrige oder elterliche Überprotektion gilt es unbedingt zu verhindern (Wolf-Kühn 2015).

Um dies zu gewährleisten, ist eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Patienten, seinen Eltern und dem Gesundheitsteam erforderlich. Eine frühe Diagnostik und effektive Therapie verbessern die Chance auf eine normale körperliche und geistige Entwicklung und ermöglichen zudem eine normale Lungenentwicklung. Bei richtiger Therapie können Symptome sogar in der Hälfte aller Fälle bis zum siebten Lebensjahr bzw. im Laufe der Pubertät dauerhaft verschwinden (Helmholtz Zentrum München 2018).

Im Wesentlichen konzentriert sich ein gutes Asthma-Management auf die nachfolgend genannten Ziele: eine korrekte Diagnose als Grundlage einer effektiven und differenzierten Therapie, Symptombeherrschung, regelmäßiges Anpassen der Therapie an die aktuelle Situation, Anwendung präventiver Maßnahmen, z.B. durch das Ausschalten von Risikofaktoren und Aufrechterhalten eines normalen Aktivitätsniveaus. Darüber hinaus sollten Asthma-Schübe vermieden werden. Die Therapie sollte darüber hinaus medikamentöse Nebenwirkungen verhindern und eine gute Adhärenz erzielen. Im Kindesalter ist es zusätzlich wichtig, eine normale Lungenentwicklung zu gewährleisten (GINA 2020: 42 ff.; Hausen 2018: 143).

Beim Erreichen dieser Ziele spielt die pharmakologische Therapie eine entscheidende Rolle, es sind aber auch nichtpharmakologische Therapieansätze notwendig. Jede Behandlung sollte die individuelle Krankheitsgeschichte, das Stadium der Krankheit sowie individuelle Risikofaktoren wie Rauchen, Übergewicht, Allergien und Noxen berücksichtigen (Buhl et al. 2017: 75 ff.). Darüber hinaus sollte in Risikopopulationen (beide Eltern Atopiker) die Haltung von Katzen, Kleintieren und Nagern vermieden werden (Buhl et al. 2017: 76).

Im Rahmen von Schulungs- und Behandlungsprogrammen kann Wissen über Prävention, Sport, Medikamente und Selbstmanagementstrategien vermittelt werden (Chung 2019).

Deutschlandweit können Asthma-Patienten, darunter auch Kinder ab 1 Jahr, am Disease-Management-Programm (DMP) teilnehmen. Das Programm wurde von den gesetzlichen Krankenkassen entwickelt und soll chronisch Erkrankten dabei helfen, ihre Symptome zu kontrollieren. Außerdem soll die Lebensqualität verbessert bzw. erhalten werden und krankheitsbedingte Beeinträchtigungen wie physische, psychische sowie geistige Komorbiditäten verhindert werden. Um dies zu ermöglichen, nehmen die Patienten im Rahmen des Programms an regelmäßigen Arztterminen mit Beratungsgesprächen und körperlichen Untersuchungen teil (Bundesgesundheitsministerium 2020).

Es wird deutlich, dass die Therapie von Asthma vielschichtig ist und den individuellen Bedürfnissen und Symptomen des Patienten dauerhaft angepasst werden muss. Im Folgenden soll genauer auf die medikamentöse Asthma-Therapie eingegangen werden.

1.5 Grundprinzipien der Inhalation

Die medikamentöse Therapie von Asthma erfolgt hauptsächlich mit Inhalatoren. Dabei handelt es sich um medizinische Geräte, die der Erzeugung von Aerosolen und Dämpfen dienen, die dann vom Patienten inhaliert werden. Man unterscheidet verschiedene Typen von Inhalationssystemen: Druckgas-Dosierinhalatoren (pMDI), Pulverinhalatoren (DPI) und elektrische Vernebler zur Feuchtinhalation (Bundesärztekammer 2020: 68, 69). In Kapitel 1.5.1 werden die unterschiedlichen Inhalationssysteme dargestellt.

Die akute Asthmasymptomatik wird mit schnellwirksamen β 2-Sympathikomimetika (insbesondere Salbutamol) und gegebenenfalls mit systemischen Glucocorticoiden behandelt. β 2-Sympathomimetika entspannen die verkrampften Bronchialmuskeln und erweitern die kleinen und mittelgroßen Bronchien, wodurch akute Beschwerden reduziert werden. β 2-Sympathomimetika haben allerdings keinen Einfluss auf die asthmatische Entzündung, weshalb sie die Häufigkeit und Stärke der Beschwerden nicht beeinflussen und das Fortschreiten der Erkrankung nicht aufhalten können (von Mutius et al. 2013: 553 ff.; Bundesärztekammer 2020: 42). Um die asthmatische Ursache zu behandeln, werden in der Dauertherapie Medikamente verwendet, die die chronische Entzündungsbereitschaft der Atemwege unterdrücken. Zu den Wirkstoffen der Dauertherapie gehören inhalative Glucocorticoide und langwirksame β 2-Sympathomimetika. Glucocorticoide bewirken einen Rückgang der chronischen Entzündung und eine Reduktion der Schwellung und Schleimbildung. Die Wirkung tritt erst nach einer gewissen Zeit ein (Mutius et al. 2013: 553 ff.; Bundesärztekammer 2020: 43 ff.).

In der Langzeittherapie erfolgt die Medikamentengabe anhand eines Stufenschemas. Welche Therapiestufe notwendig ist, hängt vom Grad der Asthma-Kontrolle und dem Schweregrad der Erkrankung ab. Die Einschätzung der Asthma-Kontrolle erfolgt anhand der Beschwerden, während sich der Schweregrad der Erkrankung nach dem Therapieansprechen richtet. Das

Prinzip dieses Schemas besteht darin, die Therapie zu intensivieren, wenn mit dem gegenwärtigen Asthma-Management keine ausreichende Kontrolle erreicht werden kann. Die Intensivierung geschieht entweder durch eine Erhöhung der Dosierung oder durch die Gabe eines zusätzlichen Medikaments. Voraussetzung für die Therapie anhand des Stufenschemas ist eine adäquate Therapieeinhaltung (GINA 2020: 48 f.; Bundesärztekammer 2020: 39 ff.).

In Abbildung 1 ist das Stufenschema für Kinder und Jugendliche dargestellt. Es gibt einen Überblick über die unterschiedlichen, zum Einsatz kommenden Medikamente. Insgesamt gibt es im Kindes- und Jugendalter sechs Therapiestufen. In Stufe I ist ein Bedarfsmedikament ausreichend. Dafür eignet sich die Gabe eines schnellwirksamen β 2-Sympathomimetikums (SABA). Ab dem Alter von 12 Jahren kann alternativ ein inhalatives Glucocorticoid (ICS) in Kombination mit *Formoterol* (einem langwirksamen β 2-Sympathomimetikum) verwendet werden. Der Muskarinrezeptor-Antagonist (SAMA) *Ipratropiumbromid* sollte in dieser Therapiestufe Kindern und Jugendlichen nur dann verschrieben werden, wenn Kontraindikationen für schnellwirksame β 2-Sympathomimetika bestehen oder wenn relevante unerwünschte Wirkungen während der Therapie auftreten. Ab Stufe II ist eine dauerhafte medikamentöse Therapie notwendig. Hier werden inhalative Glucocorticoide mit antientzündlicher Funktion als Dauermedikation verwendet. Zusätzlich kommen Bedarfsmedikamente bei akuten Beschwerden zum Einsatz. Laut der aktuellen AWMF-Leitlinie der Bundesärztekammer ist ein regelmäßiger Gebrauch eines Bedarfsmedikaments zweimal wöchentlich, der bei Erwachsenen noch akzeptiert wird, bei Kindern und Jugendlichen inakzeptabel. Die Empfehlung der Leitlinie lautet hier stattdessen, die Langzeittherapie früher einzuleiten, nämlich dann, wenn Kinder und Jugendliche Medikamente zur Bewältigung von Alltagsaktivitäten ohne Asthma-Symptome benötigen. In der dritten Therapiestufe wird die Dosis des inhalativen Glucocorticoids erhöht. In Stufe IV wird dann ein mitteldosiertes inhalatives Glucocorticoid mit mindestens einem weiteren Wirkstoff kombiniert, dazu zählen: langwirksame β 2-Sympathomimetika (LABA), Leukotrienantagonisten (LTRA) oder ein LABA und LTRA. Alternativ gibt es bei unzureichender Kontrolle auch die Vierfachkombination: ICS mit LABA, LTRA und einem langwirksamen Anticholinergikum (LAMA). Kann trotz dreimonatiger Therapie mit ICS in höchster Dosis in Kombination mit LABA und LAMA keine ausreichende Symptomkontrolle erreicht werden, werden zusätzlich Biologicals eingesetzt. Hierzu gehören Anti-IL-4-R-Antikörper, Anti-IL-5-Antikörper oder auch die Anti-IgE-Behandlung als zusätzliche Option bei Kindern ab 6 Jahren mit schwerem persistierendem IgE-vermitteltem allergischem Asthma (Bundesärztekammer 2020: 35 ff.).

Langzeittherapie					Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
		Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3	Stufe 4	Stufe 5	Stufe 6
		ICS niedrigdosiert (bevorzugt) oder LTRA	ICS niedrigdosiert (bevorzugt) oder LTRA	ICS mitteldosiert	ICS mitteldosiert + LABA oder ICS mitteldosiert + LTRA oder ICS mitteldosiert + LABA + LTRA	ICS hochdosiert + LABA oder ICS hochdosiert + LTRA oder ICS hochdosiert + LABA + LTRA oder ICS hochdosiert + LABA + LTRA + LAMA	Zusätzlich zur Stufe 5 Anti-IgE-Antikörper oder Anti-IL-4-R-Antikörper oder Anti-IL-5-Antikörper
		Alternative in begründeten Fällen: ab 12 Jahren: bedarfsorientierte Anwendung der Fixkombination aus ICS niedrigdosiert + Formoterol	Alternative in begründeten Fällen: ab 12 Jahren: bedarfsorientierte Anwendung der Fixkombination aus ICS niedrigdosiert + Formoterol		Bei unzureichender Kontrolle: ICS mitteldosiert + LABA + LTRA + LAMA	Bei unzureichender Kontrolle: ICS hochdosiert + LABA + LTRA + LAMA	Alternative in begründeten Fällen: OCS (zusätzlich oder alternativ)
	Bedarfstherapie	SABA oder ab 12 Jahren: Fixkombination aus ICS niedrigdosiert + Formoterol	SABA (wenn Fixkombination aus ICS niedrigdosiert + Formoterol bedarfsorientiert als Langzeittherapie: keine weitere Bedarfstherapie mit SABA notwendig)	SABA	SABA oder ab 12 Jahren: Fixkombination aus ICS + Formoterol, wenn diese auch die Langzeittherapie darstellt		
		Alternativen in Begründeten Fällen: Zusätzlich oder alternativ Ipratropiumbromid					
Asthmaschulung, Allergie-/Umweltkontrolle, Beachtung von Komorbiditäten							
Spezifische Immuntherapie (bei gegebener Indikation)							

Abbildung 1. Medikamentöses Stufenschema. Patienten mit diagnostiziertem Asthma sollen gemäß Stufenschema behandelt werden. (Bundesärztekammer 2020: 35)

Üblicherweise erfolgt die Langzeittherapie anhand eines strukturierten, individuellen Asthma-Aktionsplans bzw. Selbstmanagementplans. Jeder Patient sollte von seinem behandelnden Arzt einen solchen Plan in schriftlicher Form erhalten. Dieser Plan enthält konkrete Angaben zu Art, Anzahl und Dosierung (einschließlich Häufigkeit der Anwendung) der Medikamente

sowie Anweisungen zur Intensivierung der Therapie bei Verschlechterung der Asthma-Kontrolle oder zur Reaktion bei Exazerbationen (Notfallplan) (Bundesärztekammer 2020: 74 ff.). Mehrere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Verwendung von Aktionsplänen maßgeblich zur Verbesserung der Therapie-Compliance beiträgt (Farag et al. 2018; Bush et al. 2017). Wichtig ist, dass der Plan auf die individuellen Bedürfnisse jedes Patienten eingeht. Vor allem im Kindes- und Jugendalter ist dies besonders wichtig, denn hier können die Bedürfnisse je nach Alter stark variieren. So ist es bspw. bei Jugendlichen wichtig, das Gefühl von Autonomie zu ermöglichen und trotz Therapie einen sicheren und komfortablen Lebensstil zu gewährleisten. Außerdem sollte das Gefühl von Zugehörigkeit zu Gleichaltrigen, zur Familie, zur Schule und zum Arbeitsumfeld ermöglicht werden (Randolph/Fraser 1999). Ein moderner Ansatz könnte in diesem Zusammenhang auch der Gebrauch von Apps zur Therapieplanung und Symptomkontrolle sein. Neben praktischen Funktionen für die Asthma-Behandlung könnte die Verwendung solcher Apps auch die Zufriedenheit der Patienten mit ihrer Therapie verbessern (Peters et al. 2017).

1.5.1 Die unterschiedlichen Inhalatoren

Prinzipiell stehen verschiedene Inhalationsvorrichtungen zur Verfügung. Diese unterscheiden sich bspw. in ihrer Handhabung und Vorbereitung (Berdel 2002: 94 ff.). Da sich nicht jedes Inhalationssystem für jeden Patienten eignet, muss der Inhalator immer individuell ausgewählt werden. Die Entscheidungsfindung sollte die kognitiven und motorischen Fähigkeiten berücksichtigen und sich nach der Präferenz des Patienten richten (Pohl 2007: 25; Bundesärztekammer 2020: 68). Die Präferenz des Patienten nimmt hier eine besondere Rolle ein, denn die Zufriedenheit mit dem Inhalator wirkt sich positiv auf die Adhärenz und Asthma-Kontrolle der Patienten aus (Ding et al. 2018; Loh et al. 2007; Usmani et al. 2018; Plaza et al. 2018).

Im Folgenden sollen die unterschiedlichen Inhalator-Typen vorgestellt werden. Hierbei handelt es sich um Druckgas-Dosieraerosolen (pMDI), Pulverinhalatoren (DPI) und die Feuchtinhalation.

Bei Druckgas-Dosierinhalatoren (treibgasbetriebenen Dosieraerosolen, pMDI) wird der flüssige Wirkstoff mit Hilfe von Treibgas zu kleinsten Tröpfchen vernebelt und als Aerosol freigesetzt. Der Wirkstoff und das Treibgas befinden sich in einem Aluminiumbehälter, der von einer Plastikhülle umgeben ist. Heutzutage werden ausschließlich FCKW-freie Treibgase verwendet, da FCKW die stratosphärische Ozonschicht zerstören (Berdel 2002: 96). Je nach Präparat muss das Gerät vor seiner Anwendung geschüttelt werden. Durch tiefes, langsames Einatmen des Aerosols kann der Wirkstoff bis in die kleinsten Verzweigungen der Lunge gelangen (Schwarz 2014: 77 f.). Wichtig ist bei Dosieraerosolen, dass der Sprühstoß und die Einatmung koordiniert werden müssen. Beides muss zur gleichen Zeit geschehen. Zur Lösung des Koordinationsproblems können Inhalationshilfen (Spacer) verwendet werden (Lüpke 2002: 36 f.).

Wie sie funktionieren, und welche Vorteile sie haben, wird in Kapitel 1.5.2 erläutert. Der Vorteil von Dosieraerosolen ist, dass sie auch ohne großes Atemvolumen funktionieren. So eignen sie sich bei einem Asthma-Anfall, schwerem Asthma und kleinen Kindern mit niedrigem inspiratorischen Spitzenfluss von unter 30 l/min (Lüpke 2002: 36). Neben den klassischen Dosieraerosolen gibt es auch atemzuggetriggerte Dosieraerosole, die auch ohne Inhalierhilfe die Koordination erleichtern. Diese Inhalatoren lösen den Sprühstoß durch den Atemzug beim Einatmen automatisch aus. Ein Beispiel ist der Autohaler. Bei diesen Geräten wird ein inspiratorischer Spitzenfluss von 20 bis 30 l/min vorausgesetzt (Schwarz 2014: 78 f.).

Im Gegensatz zu den oben beschriebenen Dosieraerosolen liegt bei Pulverinhalatoren der Wirkstoff treibgasfrei vor und wird mit der Einatmung inhaliert. Da hier kein Treibgas bei der Inhalation helfen kann, wird ein großer inspiratorischer Spitzenfluss von in der Regel 30 l/min benötigt. Folglich sind Pulverinhalatoren bei kleinen Kindern, älteren Personen, schwerem Asthma sowie während eines Asthma-Anfalls nicht geeignet. Vorteilhaft ist aber, dass zur Anwendung keine Koordinationsfähigkeiten notwendig sind (Lüpke 2002: 36).

Neben Dosieraerosolen und Pulverinhalatoren gibt es außerdem elektrische Vernebler zur Feuchtinhalation. Sie werden vorrangig im Säuglings- und Kleinkindalter verschrieben, obwohl die Lungendeposition bei einem Dosieraerosol mit Spacer mindestens gleich gut oder sogar besser ist (Berdel 2002: 95). Bei Düsenverneblern wird aus einer flüssigen Wirkstofflösung ein inhalierbarer Wirkstoffaerosol hergestellt. Der Feuchtigkeitsnebel wird über ein Mundstück oder eine Maske eingeatmet. In der Regel dauert die Inhalation mehrere Minuten, weshalb Compliance-Probleme auftreten können (Berdel 2002: 95; Lüpke 2002: 37; Deutsche Atemwegsliga 2018).

Eine Sonderstellung nimmt der *Res pimat* ein. Es handelt sich hierbei um ein Gerät, das die Vorteile eines Verneblers mit denen eines Dosieraerosols kombiniert. Im Gegensatz zu Dosieraerosolen ist beim *Respimat* die Ablagerung von Teilchen in Mund und Rachen verringert, da die vernebelten Tröpfchen eine relativ langsame Austrittsgeschwindigkeit haben. Außerdem wird kein Treibgas verwendet. Im Vergleich zu Verneblern hat der *Respimat* den Vorteil, dass das Zeiterfordernis verringert und die Tragbarkeit aufgrund der kleinen Größe erleichtert werden. (Deutsche Atemwegsliga 2019).

1.5.2 Hilfsmittel

Inhalierhilfen, auch Spacer genannt, kommen bei der Anwendung von Dosieraerosolen zum Einsatz. Sie helfen dabei, das Auslösen des Sprühstoßes und die Einatmung zu koordinieren. Besonders bei Kindern, aber auch bei älteren Personen, sind Inhalierhilfen empfehlenswert. Dabei handelt es sich um eine Kammer, die dem Dosieraerosol vorgeschaltet wird. Der Sprühstoß wird in diese Kammer abgegeben und kann anschließend von dort aus in mehreren Atem-

zügen inhaliert werden. Ein weiterer Vorteil dieser Inhalierhilfen neben der Koordinationserleichterung besteht darin, dass sie die Wirkstoffkonzentration in der Lunge erhöhen. Dies gelingt zum einen durch Reduktion der oropharyngealen Teilchenablagerung um das 7–20-Fache. Zum anderen wird durch die Inhalationshilfe der Druck des Treibgases vermindert, wodurch die größeren Wirkstoffteilchen als weißer Belag an der Plastikwand des Spacers haften bleiben und die kleineren Teilchen tief in die Atemwege aufgenommen werden können. Vor allem bei kortisonhaltigen Dosieraerosolen sind Inhalationshilfen hilfreich, um die Nebenwirkungen wie Heiserkeit, Kältereiz und Pilzbefall in Mund und Rachen zu verhindern (Berdel 2002: 97 f.; Schwarz 2014: 76 f.; Lüpke 2002: 36; Deutsche Atemwegsliga 2013). Bei Kindern unter 3 Jahren wird dem Spacer zusätzlich eine Gesichtsmaske aufgesteckt (Pedersen et al. 2010).

1.5.3 Besonderheiten der Inhalation im Kindesalter

Bei der Therapie von Asthma im Kindesalter ist sowohl bei der Wahl der Applikationsmethode als auch bei der Wahl des Medikaments auf einige Besonderheiten zu achten. Inhalationsgeräte, von denen viele für Erwachsene entwickelt wurden, können für Kleinkinder schwierig anzuwenden sein. Deshalb ist es wichtig, bei der Auswahl zu berücksichtigen, dass Kinder und ihre Familien sich hinsichtlich der körperlichen und kognitiven Fähigkeiten sowie in ihrer Compliance von Erwachsenen unterscheiden (Lentze et al. 2003: 984). Eine schlechte Inhalationstechnik kann zu einer verminderten Wirkstoffabgabe und dementsprechend verminderten Wirksamkeit führen (Price et al. 2017). Leider sind unsachgemäße Inhalationstechniken weit verbreitet (Samady et al. 2019; Sanchis et al. 2016). Besonders wichtig ist es deshalb, je nach Alter des Kindes die richtige Applikationsform zu wählen. Einen Überblick darüber, welche Applikationsformen in den unterschiedlichen Altersgruppen geeignet sind, zeigt Tabelle 1. Für Säuglinge und Kleinkinder wird der Einsatz eines Spacers mit Maske empfohlen. Die Maske sollte möglichst schnell auf ein Mundstück umgestellt werden, da die Nasenatmung bei Gesichtsmasken zu einer Minderung der Lungendeposition führt (Kircher W. 2016). Ab dem sechsten Lebensjahr eignen sich Pulverinhalatoren. In Einzelfällen können diese auch ab dem vierten Lebensjahr angewendet werden. Sobald Kinder alt genug sind und keine Koordinationsprobleme mehr haben, können Dosieraerosole auch ohne Spacer eingesetzt werden (Bundesärztekammer 2020: 70 f.; Schwarz 2014: 73 ff.). Normalerweise ist das ab dem achten Lebensjahr der Fall (Lentze et al. 2003: 985).

Tabelle 1. Prinzipiell geeignete Inhalationssysteme im Kindesalter (bis 6 Jahre) (Bundesärztekammer 2020:70)

Alter	Dosieraerosol + Spacer ¹	Autohaler	Pulver- inhalatoren	in Ausnahme- fällen Vernebler
< 2 Jahre	++ (Maske)	--	--	++ (Maske)
2 bis 4 Jahre	++ (Mundstück)	--	--	++ (Mundstück)
4 bis 6 Jahre	++ (Mundstück)	(+)	(+) ²	++ (Mundstück)

Nicht alle Systeme sind für die jeweiligen Altersgruppen zugelassen (siehe Fachinformationen)

¹ In Notfallsituationen oder z.B. vor dem Sport kann ein Dosieraerosol auch ohne Spacer eingesetzt werden, wenn eine gute Koordination vorausgesetzt werden kann

² einzelne Systeme ab 4 Jahren zugelassen: individuelle Eignung prüfen

++: geeignet; (+): bedingt geeignet; --: nicht geeignet

Die Einteilung aus Tabelle 1 kann Klinikern bei der Therapieentscheidung helfen, sollte aber unabhängig vom Alter die Entwicklung und Reife des Kindes berücksichtigen. Die Anpassung sollte unter Berücksichtigung der individuellen Bedürfnisse, Umstände und Fähigkeiten des Kindes erfolgen (Berger et al. 2005).

1.6 Häufige Fehlerquellen bei der Inhalation

Die Wirksamkeit inhalativer Arzneimittel hängt stark von deren korrekter Anwendung ab. Falsche Benutzung führt zu mangelnder Wirksamkeit, verstärktem Auftreten von Nebenwirkungen, beeinträchtigter Lebensqualität und hohen Kosten durch die ineffektive Pharmakotherapie (Usmani et al. 2018; Hämmerlein et al. 2011; Crompton et al. 2006). Die Mehrheit der Asthma-Patienten ist mit diesen Problemen konfrontiert, denn 45 Prozent der Patienten haben ein unkontrolliertes Asthma und zusätzliche 35 Prozent ebenfalls ein teilweise kontrolliertes Asthma (Price et al. 2014). Eine mögliche Ursache für die schlechte Kontrolle der Beschwerden ist die fehlerhafte Inhalationstechnik, welche von mehreren nationalen und internationalen Studien beschrieben wird (Cho-Reyes et al. 2019; Biswas et al. 2016; Crompton et al. 2006; Rabe et al. 2004; Fink/Rubin 2005). Obwohl dieses Problem seit Jahren bekannt ist, verläuft die Asthma-Kontrolle in Europa noch immer unbefriedigend und die Inhalationstechnik von Patienten konnte in den letzten 40 Jahren nicht signifikant verbessert werden (Sanchis et al. 2016).

Eine schlechte Inhalationstechnik führt aber nicht nur zu unzureichender Medikamentenwirksamkeit und Nebenwirkungen, sondern hat zusätzlich erhebliche Auswirkungen auf die Therapietreue (Takemura et al. 2010; Plaza et al. 2018).

In der Arbeit von Sanchis et al. aus dem Jahr 2016 wurden die häufigsten Fehlerquellen bei der Verwendung von Dosieraerosole (MDIs) und Pulverinhalatoren (DPIs) ermittelt. Die gesamte Fehlerhäufigkeit lag bei über 70 %. Die häufigsten Dosieraerosol-Fehler (MDI-Fehler) betrafen die Koordination (45 %), die Geschwindigkeit und Tiefe der Inspiration (44 %) und fehlendes Atemanhalten nach der Inhalation (46 %). Häufige Anwendungsfehler bei der Verwendung von Pulverinhalatoren (DPI-Inhalatoren) waren fehlendes vollständiges Ausatmen vor der Inhalation in 46 % der Fälle, fehlendes Atemanhalten nach der Einatmung in 37 % der Fälle und mangelnde Vorbereitung des Inhalators in 29 % der Fälle. Ähnliche Ergebnisse konnten auch im Rahmen vorheriger Studien ermittelt werden (Lavorini et al. 2008; Duerden et al. 2001).

Diese Ergebnisse bezüglich der häufigsten Fehler beziehen sich zwar auf Erwachsene, jedoch ist eine schlechte Inhalationstechnik auch bei Kindern häufig anzutreffen. Eine aktuelle Studie aus dem Jahr 2019 konnte zeigen, dass ähnlich wie bei Erwachsenen insgesamt 55 % der Kinder ein unkontrolliertes Asthma haben (Samady et al. 2019). Die Fehlerraten bei der Inhalation liegen zwischen 45 % und über 90 % (Gillette et al. 2016; Pappalardo et al. 2017; Pedersen et al. 1986). Bei Kindern sind die häufigsten Fehler: Koordinationsprobleme, eine zu schnelle Einatmung, plötzliches Aufhören der Inspiration, wenn das Aerosol ausgelöst wurde, und Inhalation durch die Nase (Pedersen et al. 1986). Auch eine verminderte Kraft und Geschicklichkeit der Finger führt bei Kindern häufig zu Problemen (Berdel 2002: 97 f.; Schwarz 2014: 76 f.; Pedersen et al. 2010).

Für Patienten mit Schwierigkeiten bei der Koordination sind Dosieraerosole schlecht geeignet. Vor allem Kinder haben Probleme bei der Koordination von Einatmung und Auslösen des Sprühstoßes (Samady et al. 2019). Deshalb sollten sie Dosieraerosole (MDIs) normalerweise erst ab dem achten Lebensjahr verwenden (Lentze et al. 2003: 985). Atemzuggetriggerte Inhalatoren wie bspw. der *Autohaler* helfen ebenfalls dabei, das Koordinationsproblem zu verringern. Sie sind ab dem sechsten Lebensjahr geeignet (Pedersen et al. 2010). In diesem Zusammenhang konnte festgestellt werden, dass die Variation der Koordination die Lungen-deposition stärker beeinflusst als die Flussrate oder die Dauer der Inspiration (Biswas et al. 2017).

Ein weiterer häufiger Fehler ist wie bereits erwähnt das nicht ausreichend große Inhalationsvolumen. Die Konsequenz ist, dass der Wirkstoff nicht tief genug in die unteren Abschnitte des Bronchialsystems gelangt. Deshalb ist es wichtig, dass vor der Inhalation zunächst tief ausgeatmet wird. Bei Dosieraerosolen ist anschließend eine tiefe und langsame Einatmung notwendig. Bei Pulverinhalatoren hingegen ist eine tiefe und schnelle Einatmung erforderlich. Anschließend muss sowohl bei Pulverinhalatoren als auch bei Dosieraerosolen für einige Sekunden die Luft angehalten werden, damit der Wirkstoff im Bronchialsystem sedimentieren kann (Schwarz 2014: 77 f.; Lüpke 2002: 36).

Eine weitere häufige Fehlerquelle ergibt sich aus dem fehlerhaften Laden des Inhalators. Vor jeder Inhalation soll deshalb überprüft werden, ob das Kunststoffgehäuse in die korrekte Richtung gedreht und dass der Inhalator einsatzbereit ist (Sanchis et al. 2016).

Bei Geräten wie dem *Autohaler* oder Pulverinhalatoren wird häufig auch nach dem Klicken die Einatmung unterbrochen. Dadurch wird das nötige Atemzugvolumen unterbrochen und die Inhalation wird unvollständig (Schwarz 2014: 85).

Neben diesen beschriebenen Anwendungsfehlern spielt die Einhaltung von Hygieneregeln ebenfalls eine wichtige Rolle. So ist es notwendig, den Inhalatoren mehrmals wöchentlich mit warmem Wasser abzuspuhlen, um Bakterien aus der Mundflora und infektiöse Keime abzuwaschen. Auch der Mund sollte nach jeder Anwendung ausgespült werden, falls mit Glukokortikoiden wie bspw. Budesonid, Beclometason oder Fluticason inhaliert wird. Anderenfalls lagern sich Partikel auf der Mundschleimhaut ab, verbleiben dort und beeinträchtigen die Immunabwehr. Die Folge sind Pilzinfektionen, ein sogenannter Mundsoor (Schwarz 2014: 79, 84).

1.7 Mögliche Gründe einer schlechten Inhalationstechnik

Obwohl seit Jahren bekannt ist, dass Patienten eine schlechte Inhalationstechnik haben können, konnte in den letzten 40 Jahren keine Verbesserung der Inhalationstechnik festgestellt werden (Sanchis et al. 2016). Im folgenden Abschnitt soll untersucht werden, weshalb die Asthma-Kontrolle noch immer unzureichend ist.

Große Studien wie REALISE (2014), AIRE (2000) oder GAPS (2017) haben sich mit dieser Problematik beschäftigt und liefern Hinweise darauf, weshalb Asthma-Patienten noch immer eine schlechte Symptomkontrolle aufweisen (Price et al. 2014; Rabe et al. 2000; Chapman et al. 2017). In den genannten Studien wurde ermittelt, dass im Gegensatz zu den bekannten Zahlen über die schlechte Inhalationstechnik ein Großteil der Asthma-Patienten der Meinung ist, die Erkrankung „unter Kontrolle“ zu haben und „nicht krank“ zu sein. Symptome wie Husten, Kurzatmigkeit oder nächtliches Aufwachen werden oft nicht als Zeichen einer schlechten Asthma-Kontrolle angesehen. Außerdem ignorieren einige Patienten ihr Asthma, um sich „normal zu fühlen und sich anzupassen“ (Price et al. 2014; Rabe et al. 2000; Chapman et al. 2017). Im Widerspruch zu diesem Empfinden zeigen Resultate aus Forschungsarbeiten aber zugleich, dass Inhalatoren falsch angewendet werden (Samady et al. 2019; Gillette et al. 2016; Carpenter 2017).

Aus diesen Ergebnissen wird deutlich, wie wichtig Schulungen durch medizinisches Personal und Angestellte aus dem Gesundheitssektor sind, um den Patienten ihre mangelhaften Inhalationstechniken darzulegen und zu verbessern (Price et al. 2014; Erickson et al. 1998; Gillette et al. 2016; Gibson et al. 2003). Mehrere Studien lassen vor diesem Hintergrund darauf schließen, dass Kinder durch pädagogische Interventionen ihre Fähigkeiten, ihr Selbstmanagement

und ihre Kenntnisse in Bezug auf die richtige Anwendung von Inhalatoren deutlich verbessern können (Horner et al. 2008; Sleath et al. 2011). In der Praxis findet eine adäquate Schulung jedoch häufig nicht statt. Dies liegt unter anderem daran, dass nur 30 % der befragten Ärzte in der Lage sind, die korrekte Inhalatorbenutzung richtig zu demonstrieren (Stelmach et al. 2007).

Ein weiterer möglicher Grund für eine schlechte Inhalationstechnik ist, dass Patienten häufig nicht patientenindividuell einen Inhalator verschrieben bekommen. Bei Kindern sollte bspw. darauf geachtet werden, dass sie das nötige Geschick für die Inhalatorbenutzung besitzen. Hier spielen im Kindesalter vor allem kognitive und motorische Fähigkeiten eine wichtige Rolle (Gillette et al. 2016; Sanchis et al. 2016). In der Studie von Plaza et al. von 2018 konnte darüber hinaus festgestellt werden, dass Patienten in mehr als der Hälfte der Fälle mit ihrem aktuellen Inhalator unzufrieden sind. Dies kann ebenfalls als Ursache für eine fehlerhafte Inhalation verstanden werden, denn es wurde auch festgehalten, dass Patienten, die mit ihrem Inhalator zufrieden sind, signifikant weniger Symptome, Aktivitätseinschränkungen, Notfallmedikamente und Exazerbationen haben (Plaza et al. 2018). Daran wird erkennbar, dass die Zufriedenheit des Patienten eine wichtige Rolle für die Therapieeffizienz spielt. Hier ist es neben der Geschicklichkeit auch wichtig, dass der Patient sich mit seinem Inhalator identifizieren kann. In der Studie von Price et al. gaben 25 % der Befragten diesbezüglich an, sich für ihren Inhalator zu schämen (Price et al. 2014). Weitere Gründe für eine schlechte Inhalationstechnik können eine geringe Therapietreue, Angst vor systemischen Nebenwirkungen im Zusammenhang mit der Langzeitbehandlung mit inhalativen Kortikosteroiden und unzureichendes Wissen über die Krankheit sein (Guenter et al. 2018). 18 % der Patienten gaben darüber hinaus an, dass sie ihren Inhalator teilweise auch einfach vergessen würden (Price et al. 2014).

Um Fortschritte in der Asthma-Kontrolle zu erreichen, ist neben der Patientenperspektive auch die Sicht der Ärzte entscheidend. Die Studie von Chapman et al. aus dem Jahr 2017 zeigt, dass über 80 % der Ärzte der Meinung sind, dass sich die langfristigen Gesundheitsaussichten für Asthma-Patienten in den letzten 10 Jahren verbessert haben. Als Hauptgrund dafür nennen sie in 90 % der Fälle „die erweiterten Möglichkeiten bzw. Verbesserungen der Asthma-Medikamente und -Inhalatoren“. Gründe wie ein besseres „Wissen über die Krankheit von Ärzten“ oder ein „besseres Wissen von Patienten“ wurden deutlich seltener als Ursache für die Verbesserung der Gesundheit genannt (Chapman et al. 2017).

Eine fehlende Einsicht der Ärzte bezüglich der Rolle des Wissens über die Krankheit könnte erklären, warum noch immer viele Fehler bei der Inhalation passieren, Inhalatoren nicht patientenindividuell verschrieben werden und Asthma-Aktionspläne und moderne Technologie wie mobile, online- oder digitale Hilfsmittel nur selten zum Einsatz kommen (Chapman et al. 2017).

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Inhalationstechnik sowohl bei Kindern als auch bei Erwachsenen häufig schlecht ausgebildet ist. Ärzte und andere Mitglieder des Gesundheitsteams sollten die Patienten regelmäßig über den richtigen Gebrauch der Inhalationsgeräte instruieren und Fehler korrigieren, um eine wirksame Medikamentenabgabe zu gewährleisten. Außerdem sollte der Präferenz des Patienten für seinen Inhalator eine wichtigere Rolle beigemessen werden (Plaza et al. 2018, Gillette et al. 2016).

1.8 Adhärenz der Inhalationstherapie

Eine schlechte Therapietreue ist ein wichtiges Thema bei der Behandlung von Asthma-Patienten (Morton et al. 2014; Chen et al. 2002). Obwohl sie häufig vorkommt, ist es noch immer unklar, wie sie verbessert werden kann. Die Identifizierung potenziell modifizierbarer Faktoren, die mit der Behandlungsadhärenz assoziiert sind, ist daher von hohem klinischem Interesse (Bundesärztekammer 2020:31).

Das Wort „Adherence“, auf Deutsch „Adhärenz“, bedeutet „Befolgen, Festhalten“. Der Begriff ersetzt zunehmend den früher geläufigen Begriff „Compliance“, der sich mit „Einhalten, Fügsamkeit“ ins Deutsche übersetzten lässt. Während das Konzept der Compliance für die Heilung des Patienten ein bedingungslos kooperatives Verhalten des Patienten gegenüber seinem Arzt voraussetzt, bedeutet „Adherence“ ein gemeinsames, gleichwertiges Arbeiten an der Einhaltung von Therapiezielen. Dieser Ansatz beinhaltet also im Gegensatz zum Compliance-Modell ein nichtautoritäres Therapiekonzept, das die Entscheidungsfindung nicht nur dem Arzt, sondern auch dem Patienten überlässt. Für den Patienten bedeutet „Adherence“ konkret: ein aktives Einbringen und Mitgestalten des Therapiekonzepts, eine gewissenhafte Medikamenteneinnahme sowie ggf. eine Lebensstiländerung. Für den Arzt bedeutet „Adherence“ die Aufklärung und Bereitstellung von Informationen und das Eingehen auf individuelle Bedürfnisse (Sabaté 2003).

Obwohl dieses Konzept in letzter Zeit immer mehr zur Anwendung kommt und in den neuen Asthma-Leitlinien auch eine wichtige Stellung einnimmt, zeigt sich in der klinischen Praxis noch immer eine niedrige Therapieadhärenz der Patienten (Santer et al. 2014; Bundesärztekammer 2020: 31). So nehmen im Kindesalter nur 17–50 % ihre Medikamente wie verordnet ein (Morton et al. 2014; Chen et al. 2002). Die geringe Adhärenz hat zur Folge, dass die Krankheitskontrolle gering ist, die Lebensqualität reduziert ist und höhere Dosen von Medikamenten verschrieben werden. Zusätzlich kommt es häufiger zu Krankenhausaufenthalten und die klinische und wirtschaftliche Belastung ist erhöht (Williams et al. 2011; Hämmerlein et al. 2011; Mäkelä et al. 2013). Besonders deutlich wird Auswirkung, wenn man die Asthma-Todesfälle betrachtet. Hier zeigt sich, dass 67 % der Asthma-Todesfälle vermeidbar gewesen wären, wenn Patienten ihre Medikamente wie verordnet eingenommen hätten (Levy 2014).

Mit Faktoren, welche die Adhärenz positiv beeinflussen können beschäftigt sich die Adhärenzforschung. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die positiven und negativen Einflussfaktoren auf die Therapietreue. Hier zeigt sich, dass ein enger Kontakt zwischen Arzt und Patient positiv auf die Therapiebereitschaft wirkt und verdeutlicht, wie wichtig diese Zusammenarbeit ist. Eine gute Vertrauensbasis kann durch Aufklärungsgespräche, regelmäßige Termine und Wissensvermittlung gefördert werden. Die Vermittlung von Wissen über die Erkrankung kann bspw. im Rahmen von Kurz- oder Langzeitschulungen erfolgen (Hausen 2018: 145, 149). Um eine dauerhafte Adhärenz zu erzielen, ist es wichtig, dass der Patient mit seiner Therapie einverstanden ist. Durch regelmäßige Konsultationen können Veränderung der Therapiebereitschaft oder Medikamentenängste rechtzeitig erkannt und verändert werden (Hausen 2018: 148).

Tabelle 2. Positive und negative Einflüsse auf das Festhalten eines Patienten an seinem Therapieplan (Hausen 2018: 144)

Positiv	Negativ
<ul style="list-style-type: none"> • Positive Haltung des Arztes • Lange Arzt-Patienten-Beziehung • Hoher ärztlicher Zeitaufwand • Patient hält Therapie für wirksam • Feedback vom Patienten • Schwerwiegende Krankheit 	<ul style="list-style-type: none"> • Länge der Therapie • Zahl der verordneten Medikamente • Zahl der täglichen Einnahmen • Nebenwirkungen der Therapie • Unzufriedenheit mit dem Arzt

Es wird deutlich, dass die Einstellung des Patienten zu seiner Medikation wichtig für die Therapieeinhaltung ist. Im Rahmen des Konzeptes von „Adherence“ sollen Patienten die Wahl für ihren Inhalator mitbestimmen können. Eine entscheidende Rolle spielen hier Schulungen, die nicht nur positiv auf die Arzt-Patienten-Beziehung einwirken, sondern auch das Wissen über die Krankheit verbessern und ggf. dabei helfen, „Non-Adherence“ frühzeitig zu erkennen.

1.9 Zielsetzung der vorliegenden Arbeit

Aus dem vorangegangenen Theorieteil wird deutlich, dass die Therapie mit Inhalatoren bei Asthma bronchiale häufig fehlerhaft durchgeführt wird und die Kooperation der Patienten unzureichend ist (Samady et al. 2019; Gillette et al. 2016; Pappalardo et al. 2017; Pedersen et al. 1986). Obwohl dieses Wissen seit Jahrzehnten bekannt ist, konnte in den letzten Jahren keine bedeutsame Verbesserung erreicht werden (Sanchis et al. 2016). Eine effektive Inhalation ist aber gerade im Kindesalter besonders wichtig, denn die Lunge ist noch nicht vollständig entwickelt und mit Hilfe einer fehlerfreien und regelmäßigen Inhalation sollen sowohl Langzeit-

schäden an der Lunge als auch Störungen in der allgemeinen Entwicklung der Kinder verhindert werden (von Mutius et al. 2013: 9 ff.; Bush et al. 2016).

Um die Fehlerrate bei der Inhalation zu verringern und die Adhärenz zu steigern, ist es daher sinnvoll die speziellen Bedürfnisse und Fähigkeiten im Kindesalter bei der Verschreibung des Inhalators zu berücksichtigen. Die Präferenz des Patienten spielt dabei nachweislich eine entscheidende Rolle hinsichtlich der Therapietreue und Zufriedenheit (Ding et al. 2018; Loh et al. 2007; Usmani et al. 2018). In der aktuellen Literatur finden sich wenig Informationen darüber, welche Inhalatoren aus Sicht von Kindern geeignet sind und welche Modelle bevorzugt präferiert werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, industrieunabhängig einen umfassenden Überblick über die Präferenz von Kindern für die unterschiedlichen, auf dem deutschen Markt erhältliche, Inhalatoren zu geben. Dieses Wissen soll Ärzten bei der Auswahl helfen.

In der vorliegenden Studie sollen dazu 9 Placebo-Inhalatoren von Kindern im Schulalter erprobt und bewertet. Die erhobenen Daten sollen zeigen, was aus Sicht von Kindern wichtig ist und welche allgemeinen Eigenschaften sie an Inhalatoren als relevant erachten. In diesem Zusammenhang soll ermittelt werden, ob das Alter, der besuchte Schultyp oder das Geschlecht Einfluss auf die Präferenz nehmen. Es wurden die folgenden Hypothesen aufgestellt und untersucht:

H1: Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Alter und der Präferenz für einen Inhalator.

H2: Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Präferenz für einen Inhalator.

H3: Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem besuchten Schultyp der Kinder und der Präferenz für einen Inhalator.

H4: Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Wichtigkeit verschiedener Inhalatoreigenschaften.

H5: Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem besuchten Schultyp und der Wichtigkeit verschiedener Inhalatoreigenschaften.

H6: Es gibt einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem besuchten Schultyp und der Wichtigkeit verschiedener Inhalatoreigenschaften.

2 Stichprobe und Methodik

2.1 Studiendesign

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine prospektive klinische Querschnittsstudie, die industrieunabhängig mit 80 freiwilligen Probanden der Universitätskinderklinik Magdeburg durchgeführt wurde. Der Untersuchungszeitraum lag zwischen April 2017 und Dezember 2018.

Um die Daten zu erheben, wurde die Umfrage anhand studieneigener Fragebögen durchgeführt. Die Fragebögen wurden den Kindern und ihren Eltern in der Asthma-Ambulanzsprechstunde der Universitätskinderklinik Magdeburg vorgelegt. Ein geringer Teil der befragten Patienten kam darüber hinaus aus der stationären Behandlung der pneumologischen Abteilung der Universitätskinderklinik ($n = 5$, 6.25 %). Die pädiatrischen Probanden wurden in einer mündlichen Gesprächssituation befragt, währenddessen füllten die Eltern einen schriftlichen Fragebogen aus. Jedem Kind wurden die folgenden 9 Inhalatoren wirkstofffrei (Placebo-Inhalatoren) in zufälliger Reihenfolge vorgestellt, bevor sie erprobt und bewertet wurden. Alle ausgewählten Geräte waren in Deutschland zugelassene Produkte mit einem hohen Marktanteil.

- Trockenpulver-Inhalatoren (DPIs): *Breezhaler, Diskus, Novolizer, Easyhaler, Spirromax, Turbohaler*
- Druck-Dosierinhalator (pMDI): Es wurde ein handelsüblicher pMDI (*Flutiform* pMDI) verwendet
- Atemzuggetriggerte Inhalator: *Autohaler*
- Soft-Inhaler (SMI): *Respimat*

2.2 Stichprobe

Ziel der Studie war es, Kinder in die Studie einzuschließen, die bereits mit einem Asthma-Inhalator behandelt wurden und so bereits Vorkenntnisse im Umgang mit Inhalatoren hatten. Insgesamt wurden 87 Kinder gefragt, ob sie an der Studie teilnehmen würden, $n = 80$ (92 %) nahmen letztendlich teil, $n = 7$ (8 %) wollten aus verschiedenen Gründen nicht teilnehmen. Befragt wurden Kinder im Alter von 7 bis 15 Jahren. Im Schnitt lag das Alter zum Zeitpunkt der Befragung bei $\bar{X}=10.87$; $\sigma= 2,62$ Jahren. Die Altersverteilung war annähernd normalverteilt. Auch hinsichtlich der Geschlechterverteilung war die Stichprobe annähernd gleichverteilt mit $n = 43$ Jungen (53.75 %) und $n = 37$ Mädchen (46.25 %). Es handelte sich beim größten Teil der Befragten um Grundschüler ($n = 36$, 45.0 %), gefolgt von Gymnasiasten ($n = 25$, 31.25 %), während der kleinere Teil der Kinder zum Zeitpunkt der Befragung die Realschule ($n = 10$,

12.5 %), die Hauptschule ($n = 1$; 1.25 %) oder eine andere Form von Schule ($n = 8$, 10 %) besuchte.

Bei der Auswertung der einzelnen Fragen wurden teilweise nicht alle Kinder berücksichtigt, denn sie wollten vereinzelt keine Antwort geben, waren unaufmerksam oder konnten die Frage trotz mehrfacher Erklärungen nicht verstehen. Daraus resultieren bei einzelnen Fragen kleinere Stichprobengrößen. Anhand der Patientenakte und mit Hilfe eines Patientengesprächs wurden die potenziellen Teilnehmer auf das Vorliegen von Ein- und Ausschlusskriterien überprüft. Voraussetzungen für den Einschluss in die Studie waren ein ärztlich diagnostiziertes Asthma bronchiale und ein Alter zwischen 7 und 15 Jahren.

2.3 Ethische Aspekte

Entsprechend den ethischen Grundsätzen für die medizinische Forschung am Menschen wurden Probanden nur nach genauer Aufklärung über Ziele und Umfang der Studie in die Untersuchung aufgenommen. Die Aufklärung erfolgte mündlich und mit Hilfe eines explizit für die Studie verfassten Aufklärungsbogens. Die Zustimmung wurde in Form einer schriftlichen Einverständniserklärung des gesetzlichen Vertreters dokumentiert. Die geplante Studie wurde in Übereinstimmung mit folgenden Richtlinien durchgeführt:

WMA-Deklaration von Helsinki – Ethische Grundsätze für die medizinische Forschung am Menschen, verabschiedet: 1964, zuletzt revidiert: 2013 (Bundesärztekammer 2020)

Berufsordnung für die in Deutschland tätigen Ärztinnen und Ärzte (Bundesärztekammer 2018)

Da es sich um ein nichtinterventionelles Studiendesign handelte, waren die Patienten keinem erhöhten Risiko ausgesetzt. Alle verwendeten Inhalatoren waren Placebo-Geräte und enthielten keinen Wirkstoff. Die Probanden profitierten aber von der Teilnahme, indem sie einen umfassenden Überblick über die auf dem Markt verfügbaren Inhalatoren erhielten. Eine materielle Vergütung erhielten die Studienteilnehmer nicht.

Der Schutz der teilnehmenden Patienten basierte auf den im Nachfolgenden genannten Punkten:

1. Ethikkommission: Das Untersuchungsprotokoll zur Durchführung der Studie wurde der Ethikkommission der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, Deutschland, vorgelegt und am 09.05.2017 positiv votiert (Referenznummer 75/17).
2. Aufklärung: Alle Patienten und ihre Eltern wurden vor Beginn der Studie über die Zielsetzung, Durchführung sowie Risiko und Nutzen der Studie informiert. Auf sich ergebende Fragen wurde ausführlich eingegangen.
3. Einverständniserklärung: Nur nach schriftlicher Einwilligung eines Elternteils erfolgte die Teilnahme an der Studie. Bestandteil des Informationsblattes war die Aufklärung über das Recht des Patienten, jederzeit und ohne Angaben von Gründen von der Teilnahme zurückzutreten.

4. Versicherung: Die Patienten waren während des Ablaufs der Studie über die Gruppenhaftpflicht der medizinischen Einrichtungen der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg versichert.

2.4 Durchführung

Um die notwendigen Daten zu ermitteln, wurden zwei Fragebögen verwendet. Mit deren Hilfe wurden zum einen demographische Daten erhoben, zum anderen die Präferenz und Zufriedenheit für verschiedene Inhalatoren dokumentiert.

Die potenziellen Studienteilnehmer wurden nach ihrem Termin in der Asthma-Sprechstunde vom zuständigen Arzt bzw. dem Versuchsleiter nach ihrem grundsätzlichen Interesse an der Studie gefragt. Wenn ein solches Interesse bestand, wurden die Probanden und ihre Eltern detailliert über Ziele und Durchführung der Studie aufgeklärt. Dies erfolgte mündlich durch den anwesenden Arzt bzw. Versuchsleiter sowie mit Hilfe eines für die Studie angefertigten Aufklärungsbogens. Die Einverständniserklärung wurde schriftlich festgehalten.

Es gab zwei separate Fragebögen. Im Folgenden Fragebogen A (Elternfragebogen) und Fragebogen B (Kinderfragebogen) genannt. Fragebogen A wurde von den Eltern ausgefüllt und enthielt hauptsächlich Fragen zu demographischem Daten sowie zur Versorgungsstruktur (bspw. zu vorherigen Schulungen, Inhalatorumstellungen etc.). Fragebogen B wurde in einer mündlichen Gesprächssituation durch die Kinder und den Versuchsleiter ausgefüllt. Für Fragebogen B wurden zunächst durch die Kinder die oben genannten neun Placebo-Inhalatoren erprobt und anschließend bewertet. Außerdem wurden allgemeine Fragen zur Wichtigkeit über verschiedene Inhalator Eigenschaften erfragt.

Das Ausfüllen der Fragebögen fand in einem separaten Raum statt. Die Teilnehmer und ihre Eltern durften während der Versuchsdurchführung gemeinsam im Untersuchungsraum sein, jedoch erfolgte das Ausfüllen der Fragebögen an separaten Tischen. Die Stellung der Tische zueinander wurde so gewählt, dass die Kinder keinen Blickkontakt zu ihren Eltern aufnehmen konnten. Auf diese Weise sollten selbstständige und von den Eltern unabhängige Antworten garantiert werden. Die nachfolgende Abbildung 2 zeigt den Versuchsaufbau. An Tisch A wurde der Kinderfragebogen mit Hilfe des Versuchsleiters ausgefüllt. Tisch B war für die Eltern vorgesehen. Der genaue Inhalt und Aufbau der Fragebögen wird in Kapitel 2.5 erläutert. Im Durchschnitt betrug die Dauer der Befragung ohne Vor- und Nachbearbeitungszeit zwischen 20 und 25 Minuten.

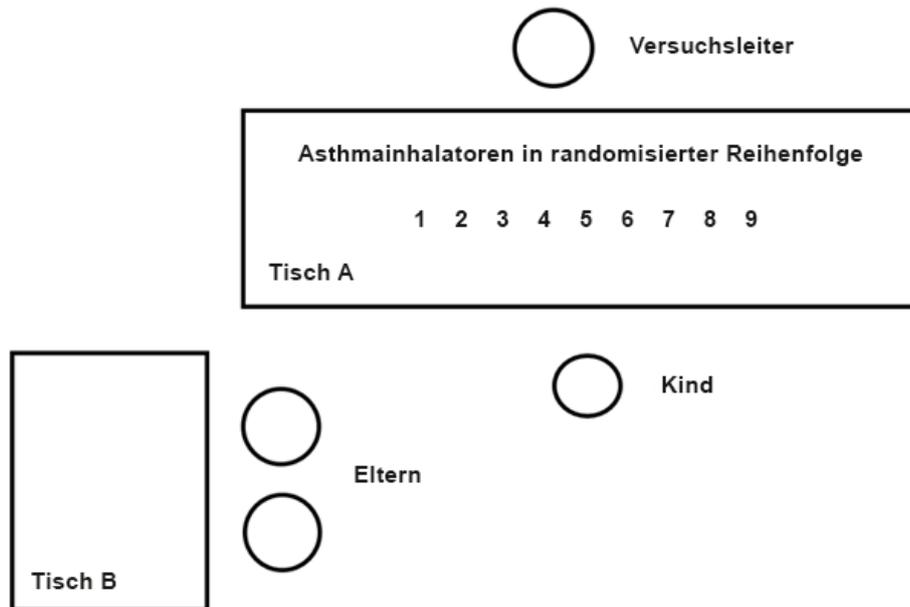


Abbildung 2. Versuchsaufbau. Tisch A zur Erprobung der 9 Placebo-Inhalatoren, Tisch B zum Ausfüllen des Fragebogens der Eltern.

2.5 Material

Als Instrument der Datenerhebung wurde ein selbst konzipierter Fragebogen mit eigenem Design gewählt. Der Ort der Untersuchung war die Universitätskinderklinik Magdeburg, wo im Rahmen der Asthma-Sprechstunde die Rekrutierung der Patienten vorgenommen wurde. Die Kinder und ihre Eltern wurden einmalig für die Studie befragt. Es wurden zwei Fragebögen verwendet. Fragebogen A (Elternfragebogen) erfragte Basisinformationen, Fragebogen B (Kinderfragebogen) erfragte die Patientenzufriedenheit und -präferenz für die untersuchten Inhalatoren. Der Fragebogen B enthielt den praktischen Teil der Studie, in dem die Kinder nach Instruktion der Placebo-Inhalatoren diese durchtesteten und anschließend bewerten.

Fragebogen A wurde in der Regel durch Eltern ausgefüllt (siehe Anhang 3 Fragebogen A). Teilweise wurde der Bogen auch durch die Kinder ausgefüllt, falls diese bspw. bei der Versuchsdurchführung nicht anwesend waren. In $n = 69$, 86.25 % der Fälle wurde der Fragebogen von den Eltern ausgefüllt. Der Fragebogen erfasste soziodemographische Daten, die Dauer der Erkrankung und den Namen des aktuell verwendeten Gerätes. Falls früher bereits andere Geräte verwendet wurden, erfasst der Fragebogen dies ebenfalls. In diesem Fall wurde auch der Grund der Umstellung dokumentiert. Außerdem wurde mit Hilfe des Fragebogens ermittelt, ob nach der Verordnung des Inhalators eine Schulung erfolgt war.

Der zweite Fragebogen (siehe Anhang 3 Fragebogen B) war von den Kindern zu beantworten. Die Fragen wurden ihnen mündlich in einer Gesprächssituation vorgetragen und die jeweiligen

Antworten anschließend durch den Versuchsleiter in den Fragebogen eingetragen. Dabei wurden die Fragen der Gesprächssituation genau festgelegt und allen Befragten mit dem gleichen Wortlaut und in der gleichen Reihenfolge gestellt. Auch die Antwortmöglichkeiten wurden genau geregelt. Auf diese Weise sollte die Gesprächssituation möglichst einem standardisierten Interview angeglichen werden. Die standardisierte Interviewform konnte jedoch nicht gänzlich angewendet werden, da das junge Alter der Kinder teilweise dazu führte, dass Fragen nicht richtig verstanden wurden. In diesem Fall wurden die Fragen mit anderen Worten noch einmal erklärt. Auch Zwischenfragen waren erlaubt. Fragebogen B gliederte sich in vier Teile. Im ersten Teil wurden ebenfalls soziodemographische Daten wie Alter und Geschlecht erfragt. Der zweite Teil konzentrierte sich auf Fragen zur täglichen Inhalation daheim. In diesem Teil wurde bspw. festgehalten, ob die Kinder selbstständig oder mit Hilfe ihrer Eltern inhalieren und ob sie einen Spacer benutzen. Im dritten Teil des Fragebogens wurden den Kindern dann allgemein gehaltene Fragen zur Präferenz von Eigenschaften eines Inhalators gestellt. Es wurde unter anderem abgefragt, ob ihnen die Größe, Farbe oder Einfachheit der Durchführung wichtig ist. Einen großen und bedeutenden Teil stellte abschließend der letzte Teil des Fragebogens dar. Dort wurden 9 Placebo-Inhalatoren unterschiedlichen Designs in randomisierter Reihenfolge durch den Untersucher demonstriert und von den Kindern erprobt. Anschließend wurden die Eigenschaften der Geräte, bspw. Einfachheit der Vorbereitung, Tauglichkeit in einer Notfallsituation oder Gestaltung des Gerätes bewertet.

Die im Rahmen der Doktorarbeit untersuchten Inhalatoren sind in Abbildung 3 dargestellt. Diese sind wie folgend abgebildet (von oben nach unten und von links nach rechts): Dosieraerosol (*Flutiform*), *Autohaler*, *Novolizer*, *Breezhaler*, *Turbohaler*, *Easyhaler*, *Diskus*, *Spiromax* und *Respimat*).



Abbildung 3. Verwendete Inhalatoren. Übersicht der unterschiedlichen Inhalatoren, die im Rahmen der Doktorarbeit untersucht wurden.

Für die Dosieraerosole wurde stellvertretend der Inhalator mit dem Handelsnamen *Flutiform* untersucht. Das Dosieraerosol *Flutiform* wird für die Dauertherapie verwendet. Es handelt sich um ein Kombinationspräparat aus einem inhalativem Corticoid (ICS) und einem langwirksamen β 2-Agonisten (LABA). Das *Flutiform* hat ein Dosiszählwerk, welches numerisch die Anzahl der noch verbleibenden Sprühstöße anzeigt. Zusätzlich sind die Zahlen farblich hinterlegt (rot, gelb, grün). Befinden sich noch mehr als 40 Sprühstöße im Dosieraerosol, ist die Farbhinterlegung grün, danach wechselt sie zu gelb und ab 15 verbleibenden Sprühstößen ist die Farbhinterlegung rot (Deutsche Atemwegsliga 2016). Ebenfalls zu den Dosieraerosolen gehört der *Autohaler*. Es handelt sich hierbei um ein atemzuggetriggerten Inhalator. Beim *Autohaler* muss vor dem Gebrauch eine Feder gespannt werden. Dafür ist eine gewisse Fingerkraft notwendig. Vorteilhaft ist, dass anschließend keine weitere Koordination zur Inhalation erforderlich wird (Deutsche Atemwegsliga 2013).

Von den Pulverinhalatoren wurden folgende Devices untersucht: *Novolizer*, *Breezhaler*, *Turbohaler*, *Easyhaler*, *Diskus* und *Spiromax*.

Der *Novolizer* benötigt drei Schritte zur Vorbereitung. Zunächst muss die Schutzkappe entfernt werden und anschließend die Dosiertaste gedrückt werden. Danach folgt die Inhalation, deren korrekte Ausführung durch ein Klickgeräusch sowie einen Farbumschlag bestätigt wird. Der *Novolizer* verfügt ebenfalls über ein Zählwerk (Deutsche Atemwegsliga 2018).

Beim *Breezhaler* ist jede einzelne Dosis in eine Kapsel verpackt, die vor der Inhalation eingelegt und anschließend durch Drücken der Tasten angestochen werden muss. Die korrekte Durchführung wird angezeigt, indem die Kapsel nach der Inhalation leer ist (Deutsche Atemwegsliga 2013).

Der *Diskus* wird durch Wegschieben des Daumengriffes vorbereitet. Dadurch wird das Mundstück und der Hebel zum Laden sichtbar. Durch Betätigen des kleinen Hebels wird der *Diskus* gespannt, was durch einen klickenden Ton angezeigt wird. Da der Wirkstoff mit einem Pulver aus Milchzucker verbunden ist, kann nach der Inhalation ein süßer Geschmack im Mund spürbar sein. Der *Diskus* verfügt über ein Zählwerk (Deutsche Atemwegsliga 2013).

Der *Easyhaler* wird in einer Schutzbox geliefert. Zunächst muss die Schutzbox geöffnet werden, anschließend wird die Schutzkappe vor der Inhalation entfernt. Der *Easyhaler* muss zur Freigabe der Dosis vor der Inhalation kräftig zwischen Daumen und Zeigefinger gedrückt werden. Auch der *Easyhaler* hat ein Zählwerk, das die Anzahl der verbleibenden Dosen anzeigt (Deutsche Atemwegsliga 2020).

Beim *Spiromax* wird durch Öffnen der Mundstückkappe direkt eine Dosis des Wirkstoffs geladen. Ein Klicken zeigt an, dass das Arzneimittel bereitgestellt ist. Auch hier gibt es ein Zählwerk (Deutsche Atemwegsliga 2014).

Beim *Turbohaler* muss zunächst die Schutzkappe abgedreht werden. Anschließend gelangt das Pulver durch einen Drehmechanismus auf ein Sieb, um dann inhaliert zu werden. Durch ein Klicken wird die korrekte Befüllung angezeigt. Der *Turbohaler* hat ebenfalls eine Dosieranzeige (Deutsche Atemwegsliga 2013).

Eine Sonderstellung nimmt der *Respimat* ein. Vor Gebrauch muss der *Respimat* gedreht werden, anschließend wird er zur Inhalation waagrecht gehalten. Während der Inhalation muss gleichzeitig der Auslöser betätigt werden. Zur Kontrolle der im Inhalator verbleibenden Sprühstöße hat der *Respimat* ein Zählwerk (Deutsche Atemwegsliga 2019).

2.6 Statistische Auswertung

Die Auswertung der Daten erfolgte mit *Microsoft Excel 2019 MSO (16.0.10369.20032)* sowie *IBM SPSS Version 25*. Zur Überprüfung der Hypothesen wurden Zusammenhänge zwischen kategorialen Variablen anhand von Chi-Quadrat-Tests untersucht. Als Maß der Effektstärke wurde bei diesen Tests Cramers V berechnet. Zusätzlich wurden einzelne Spalten anhand von z-Tests unter Bonferroni-Korrektur auf ihre Gleichheit untersucht. Bei der Auswertung von Zusammenhängen mit der metrischen Variable *Alter* wurden die nonparametrischen Verfahren des Kruskal-Wallis-Tests für unabhängige Stichproben sowie des Mann-Whitney-U-Tests bei unabhängigen Stichproben auf Unterschiede in der mittleren Tendenz angewendet. Um Unterschiede in der Bewertung der Wichtigkeit verschiedener Inhalatoreigenschaften auf ihre Signifikanz zu prüfen, wurde der nonparametrische Cochran-Q-Test bei verbundenen Stichproben eingesetzt. Für die Auswertung der Bewertung der 9 Placebo-Inhalatoren wurde eine zweifaktorielle Varianzanalyse nach Friedman für verbundene Stichproben herangezogen, um zu prüfen, ob die Bewertung der Geräte signifikant unterschiedlich war. Die Verteilung der Positiv- und Negativpräferenzen bezüglich der Geräte wurde anhand des Chi-Quadrat-Tests auf Abweichungen von der Gleichverteilung geprüft, da nur von einer signifikanten Präferenz gesprochen werden kann, wenn die Verteilung der Bewertungen überzufällig ist. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = .05$ festgelegt.

3 Ergebnisse

3.1 Versorgungssituation

Die vorliegende Befragung ergab, dass die meisten Kinder als aktuellen Inhalator ein *Dosieraerosol* ($n = 35$, 41.67 %) nutzen. Häufig werden außerdem der *Diskus* ($n = 19$, 22.62 %) sowie der *Easyhaler* ($n = 17$, 20.24 %) verwendet. Abbildung 4 zeigt die von den Teilnehmern zum Untersuchungszeitpunkt daheim verwendeten Inhalatoren inklusive Mehrfachnennungen.

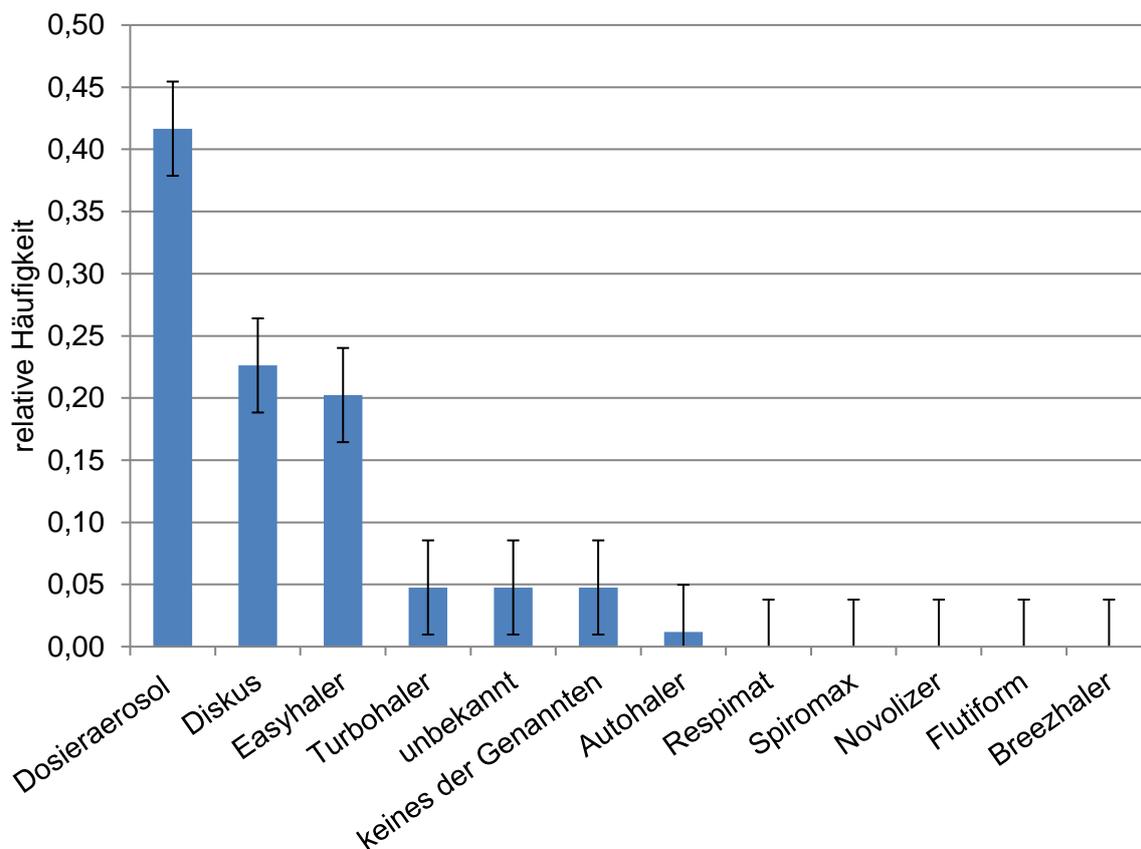


Abbildung 4. Aktueller Inhalator. In der Gesamtstichprobe ($N = 78$) häufigste daheim verwendete Asthma-Inhalatortypen unter Angabe des Standardfehlers.

Es wurde in diesem Zusammenhang ermittelt, wie die Fehlerrate der Kinder bei der Anwendung ihres aktuellen Inhalators ist. Hier zeigte sich, dass 76.25% ($n=61$) Kinder fehlerfrei die Anwendung ihres aktuellen Inhalators demonstrierten. Die Studie ermittelte außerdem, ob die Kinder alleine oder mit Hilfe ihrer Eltern inhalieren. Wie in Tabelle 3 ersichtlich, gaben die meisten Kinder (71.25 %) an, ohne Hilfe ihrer Eltern zu inhalieren. Dies wurde auch von den Eltern so bestätigt (68.35 %). Eine Diskrepanz der Aussagen zwischen Kindern und Eltern zeigt sich lediglich in Bezug auf die Antwort, dass die Inhalation daheim „mit elterlicher Hilfe“

durchgeführt werde. Kinder gaben häufiger an, dass sie Hilfe von ihren Eltern bekommen, was wiederum von den Eltern nicht so wahrgenommen wurde.

Tabelle 3. Angaben zur Selbstständigkeit der Benutzung von Asthma-Inhalatoren in der Gesamtstichprobe (N = 78)

Selbstständigkeit der Benutzung	Angabe der Kinder <i>n</i> (%)	Angabe der Eltern <i>n</i> (%)
Selbstständig	<i>n</i> = 57 (71.25 %)	<i>n</i> = 54 (68.35 %)
Mit elterlicher Hilfe	<i>n</i> = 14 (17.50 %)	<i>n</i> = 9 (11.39 %)
Teilweise Hilfe der Eltern/ teilweise selbstständig	<i>n</i> = 6 (7.50 %)	<i>n</i> = 15 (18.99 %)
Sonstiges	<i>n</i> = 3 (3.75 %)	<i>n</i> = 1 (1.27 %)

Des Weiteren wurde untersucht, ob die Kinder bzw. ihre Eltern nach Verschreibung des Inhalators eine Einweisung für die korrekte Benutzung erhalten haben. Wie in Tabelle 4 deutlich wird, gaben insgesamt 94.26 % der Studienteilnehmer an, für ihren aktuellen Inhalator eine Schulung erhalten zu haben. Hierbei wurde die richtige Anwendung meistens (68.97 %) durch den behandelnden Arzt erklärt. In 19.54 % der Fälle erfolgte die Erklärung durch den Arzthelfer und in 3.45 % der Fälle durch den Apotheker. Außerdem wurde untersucht, wer der Adressat der Schulung war, wie in Tabelle 5 dargestellt. In 72.8 % der Fälle wurde die korrekte Inhalatoranwendung den Eltern und Kindern gemeinsam erklärt.

Tabelle 4. Angaben zur Schulung zu der Benutzung von Asthma-Inhalatoren in der Gesamtstichprobe (N = 78)

Haben Sie für Ihren Inhalator eine Schulung erhalten?	Aktuelles Gerät <i>n</i> (%)	Früheres Gerät <i>n</i> (%)
Ja, durch den Arzt	<i>n</i> = 60 (68.97 %)	<i>n</i> = 23 (69.7 %)
Ja, durch den Arzthelfer	<i>n</i> = 17 (19.54 %)	<i>n</i> = 6 (18.18 %)
Ja, durch den Apotheker	<i>n</i> = 3 (3.45 %)	<i>n</i> = 0 (0 %)
Ja, durch Reha/Sonstiges	<i>n</i> = 2 (2.30 %)	<i>n</i> = 0 (0 %)
Nein	<i>n</i> = 5 (5.75 %)	<i>n</i> = 4 (12 %)

Die folgende Tabelle 5 zeigt, wem bei der Schulung die Anwendung erklärt wurde. Zur Auswahl standen die Antwortmöglichkeiten *den Eltern, dem Kind, beiden* und *keine Angabe*.

Tabelle 5. Angaben zur Person bei der Schulung zur Benutzung von Asthma-Inhalatoren in der Gesamtstichprobe (N = 78)

Wem wurde die Schulung erklärt?	Aktuelles Gerät <i>n</i> (%)	Früheres Gerät <i>n</i> (%)
Eltern	<i>n</i> = 9 (11.11 %)	<i>n</i> = 1 (3.45 %)
Kind	<i>n</i> = 11 (13.58 %)	<i>n</i> = 2 (6.9 %)
Beiden	<i>n</i> = 59 (72.84 %)	<i>n</i> = 25 (86.21 %)
Keine Angabe	<i>n</i> = 2 (2.47 %)	<i>n</i> = 1 (3.45 %)

Außerdem untersuchte die Studie, welches Gerät früher benutzt wurde und was der Grund für die Umstellung war. Insgesamt $n = 32$ (40.0 %) Kinder haben früher einen anderen Inhalator verwendet, am häufigsten war dies der *Diskus* ($n = 8$, 28.57 %). Am zweithäufigsten nutzten die Kinder früher den *Turbohaler* ($n = 3$, 10.71 %). Außerdem gaben $n = 7$ Kinder (25 %) an, einen ganz anderen Inhalator als die im Fragebogen aufgeführten verwendet zu haben. Die Häufigkeiten der zuvor durch die Kinder verwendeten Asthma-Inhalatoren sind in Abbildung 5 abgebildet.

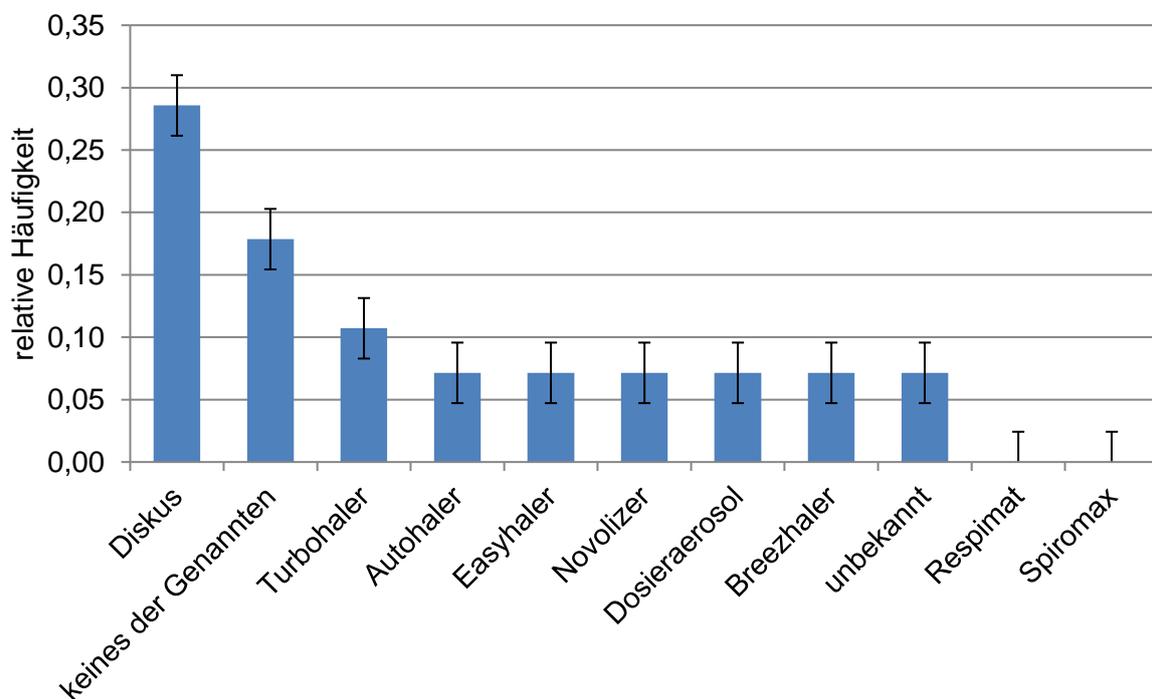


Abbildung 5. In der Gesamtstichprobe (N = 78) zuvor verwendete Asthma-Inhalatortypen unter Angabe des Standardfehlers.

In der Regel erfolgte die Umstellung auf ein anderes Gerät auf Wunsch des Arztes, $n = 23$ (76.67 %), in $n = 7$ (23.33 %) hingegen auf Wunsch des Patienten und in keinem Fall durch

die Apotheke. Bezüglich der Bewertung des Spacers gab die Hälfte ($n = 40$, 50.0 %) der befragten Kinder an, keinen zu besitzen. Nur 10.0 % der Befragten ($n = 8$) berichteten, dass sie der Spacer störe. Der größere Anteil der Kinder mit Spacer (40.0 %, $n = 32$) äußerte indessen, dass der Spacer bei der Nutzung nicht störe.

3.2 Selbstständigkeit der Anwendung

Zur Untersuchung eines Zusammenhangs zwischen Selbstständigkeit der Anwendung von Inhalatoren sowie der Bewertung von Inhalatoreigenschaften wurden Häufigkeiten mit Chi-Quadrat-Tests verglichen. Die absoluten Häufigkeiten sind im Anhang 1 Tabelle I abgebildet. Signifikante Unterschiede zeigten sich zum einen bei der Bewertung der Eigenschaft *einfache Handhabung*, da $\chi^2(6, N = 80) 18.73, p = .007$ (Cramers $V = .34, p = .005$). Abbildung 6 stellt diesen Zusammenhang graphisch dar.

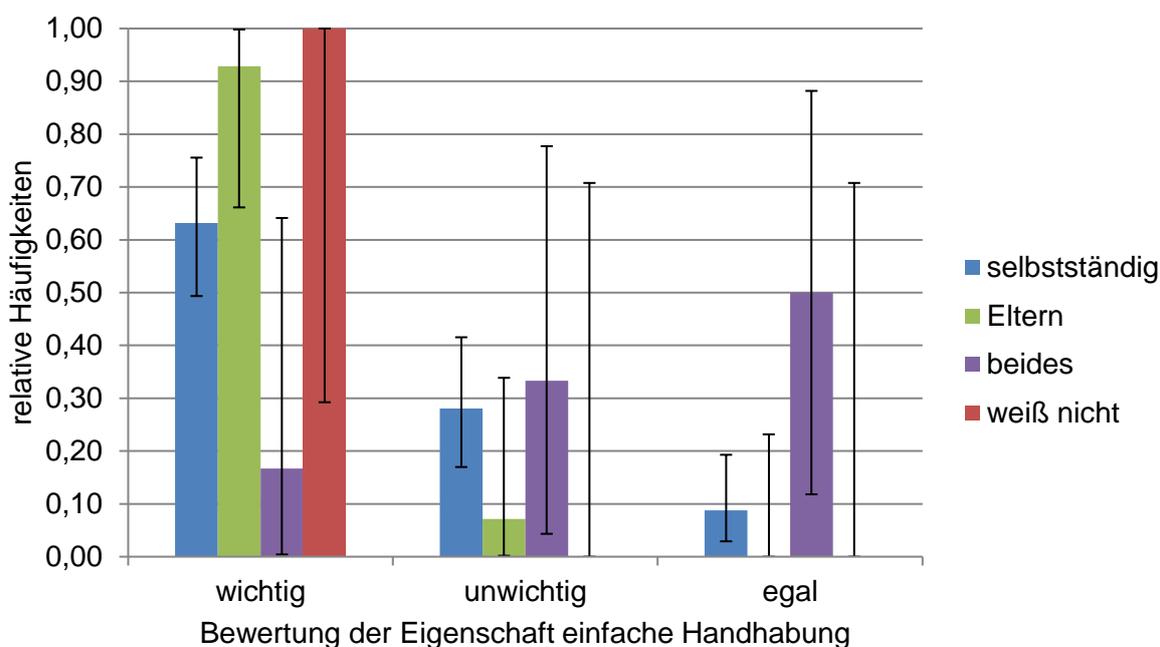


Abbildung 6. Selbstständigkeit der Anwendung von Asthma-Inhalatoren je nach Bewertung der Inhalatoreigenschaft einfache Handhabung (N = 80).

Beim Vergleich der Spaltenanteile (Anhang 1, Tabelle I) anhand von z-Tests erwies sich lediglich der Anteil für *beides* an der Kategorie *egal* mit 50.0 % ($n = 3$) als signifikant unterschiedlich. Bei der Anwendung des Inhalators mit Eltern wurde zu 93.0 % ($n = 13$) die *einfache Handhabung* als *wichtig* eingestuft (Abbildung 6). Wenn der Inhalator *selbstständig* angewendet wurde, wurde diese Inhalatoreigenschaft ebenfalls überwiegend zu 63.0 % ($n = 36$) als *wichtig* bewertet.

Auch bei der Bewertung der Inhalatoreigenschaft *Farbe* zeigte sich ein signifikanter Zusammenhang zur Selbstständigkeit der Inhalatoranwendung, da $\chi^2(3, N = 80) 9.51, p = .028$ (Cramers $V = .35, p = .023$). Der Vergleich der Spaltenanteile (Anhang 1, Tabelle I) ergab einen signifikanten Unterschied bei der *selbstständigen* Anwendung in der Kategorie *unwichtig* mit 77.0 % ($n = 44$) sowie bei der Anwendung mit *Eltern* ebenfalls in der Kategorie *unwichtig* mit 43.0 % ($n = 6$). In Abbildung 7 sind die relativen Häufigkeiten der Selbstständigkeit der Anwendung bei der Bewertung der Inhalatoreigenschaft *Farbe* graphisch zu sehen.

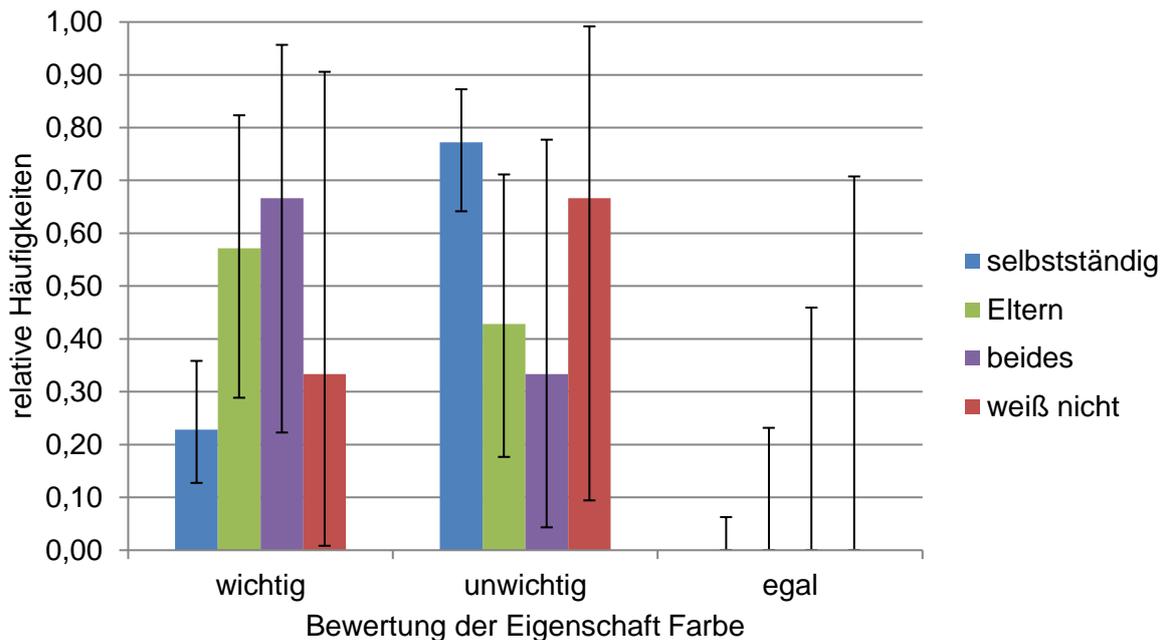


Abbildung 7. Selbstständigkeit der Anwendung von Asthma-Inhalator je nach Bewertung der Inhalatoreigenschaft *Farbe* ($N = 80$). Es lagen keine Bewertungen in der Kategorie *egal* vor.

Bei der Bewertung der übrigen Inhalatoreigenschaften zeigten sich keine signifikanten Zusammenhänge: *Dauer der Durchführung der Inhalation* mit $\chi^2(6, N = 80) 11.18, p = .078$; *Einatemwiderstand* mit $\chi^2(6, N = 80) 5.65, p = .470$; *Handhabbarkeit* mit $\chi^2(6, N = 80) 6.60, p = .353$; *Zählwerk* mit $\chi^2(3, N = 80) 6.10, p = .098$; *Design* mit $\chi^2(6, N = 80) 5.41, p = .425$. Wie in Tabelle II erkennbar ist, waren nur wenige Spaltenanteile bei den Eigenschaften *Dauer der Durchführung* sowie *Zählwerk* signifikant im z-Test unterschiedlich. Jedoch fallen diese Spaltenanteile so klein und der Effekt insgesamt so gering aus, dass sich daraus kein Haupteffekt schlussfolgern lassen konnte. Bezüglich der Anwendungshäufigkeit im Zusammenhang mit der Selbstständigkeit der Anwendung war ebenso kein signifikanter Effekt festzustellen, da $\chi^2(12, N = 80) 6.72, p = .883$. Die relativen Häufigkeiten der Selbstständigkeit der Anwendung bei unterschiedlicher Anwendungshäufigkeit sind in Abbildung 8 erkennbar. Bei der selbstständigen Anwendung wurde von einem Großteil von 54.0 % ($n = 31$) eine Anwendungshäufigkeit von *einmal pro Tag* angegeben.

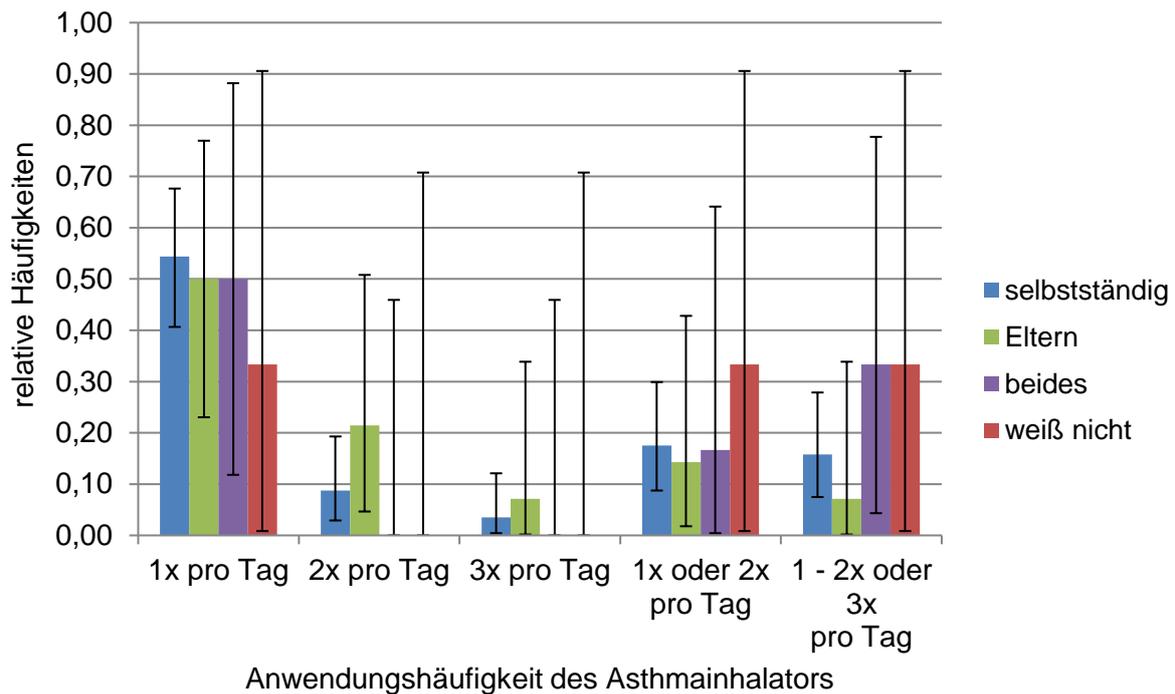


Abbildung 8. Selbstständigkeit der Inhalatoranwendung je nach Anwendungshäufigkeit von Asthma-Inhalatoren (N = 80).

Auch bei der Anwendung mit *Eltern* lag die Anwendungshäufigkeit bei der Hälfte der Befragten (50.0 % mit $n = 7$) ebenso wie bei der *gemeinsamen* Anwendung (50.0 %, $n = 3$) zu einem überwiegenden Anteil bei *einmal pro Tag*. Insgesamt wurden zum Teil signifikante Zusammenhänge zwischen der Selbstständigkeit der Anwendung und der Bewertung von Inhalatoreigenschaften gefunden, nämlich in Bezug auf die Eigenschaften *einfache Handhabung* und *Farbe*.

3.3 Fehlerfreiheit bei der Anwendung und Personeneigenschaften

3.3.1 Aktuelles Gerät

Zur Überprüfung eines möglichen Zusammenhangs zwischen fehlerfreier Anwendung und aktuell verwendeten Geräten sind in Tabelle 6 die absoluten und relativen Häufigkeiten dargestellt. In 43.5 % ($n = 27$) der Fälle, für die eine fehlerfreie Anwendung für den aktuellen Inhalator demonstriert wurde, verwendeten die Kinder ein *Dosieraerosol*. Am zweithäufigsten kam das Gerät *Diskus* in 22.0 % ($n = 13$) zum Einsatz, wenn eine fehlerfreie Anwendung demonstriert wurde, am dritthäufigsten der *Easyhaler* mit 16.9 % ($n = 10$). Wenn die Inhalation hingegen fehlerhaft demonstriert wurde, wurden aktuell zu je einem Drittel (30.0 %, $n = 3$) der *Diskus*, der *Easyhaler* und *Dosieraerosol* verwendet. Insgesamt lag kein signifikanter Zusammenhang zwischen Gerätetyp und fehlerfreier Anwendung vor, da $\chi^2(6, N = 69) = 3.54, p = .682$.

Tabelle 6. Aktuell verwendetes Gerät und Fehlerfreiheit bei der Anwendung von Asthma-Inhalatoren (N = 69).

Aktuelles Gerät	Fehlerfreiheit bei der Anwendung					
	ja		nein		Gesamt	
	<i>n</i>	% ^a	<i>n</i>	% ^a	<i>n</i>	% ^b
Diskus	13	22.0	3	30.0	16	23.2
Turbohaler	2	3.84	1	10.0	3	4.3
Autohaler	1	1.7	0	0.0	1	1.4
Easyhaler	10	16.9	3	30.0	13	18.8
Dosieraerosol	27	43.5	3	30.0	30	43.5
Unbekannt	3	4.3	0	0.0	3	4.3
Keines d. genannt.	3	4.3	0	0.0	3	4.3
Gesamt	59	100.0	10	100.0	69	100.0

Anmerkung: *n* = absolute Anzahl. ^a = relative Häufigkeit bezogen auf den Inhalatortyp. ^b = relative Häufigkeit bezogen auf Gesamtheit der Bewertungen.

3.3.2 Alter

Zur Überprüfung eines möglichen Zusammenhangs zwischen fehlerfreier Anwendung und Alter der Befragten wurde ein Mann-Whitney-U-Test durchgeführt. Hierbei ergab sich kein signifikanter Unterschied im Alter, da $U = 345.00$, $p = .753$ bei $N = 73$. Der Altersmedian lag bei $Med = 11.50$ ($IQR = 5$), wenn die Anwendung nicht fehlerfrei demonstriert wurde ($n = 12$). Bei einer fehlerfreien Anwendung ($n = 61$), lag der Altersmedian bei $Med = 10.00$ ($IQR = 5$). Da dieser deskriptive Unterschied sich nicht als signifikant erwies, gab es in der vorliegenden Stichprobe auch keinen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen dem Alter der Befragten und der Fehlerfreiheit bei der Anwendung.

3.3.3 Geschlecht

Hinsichtlich des Geschlechts und der fehlerfreien Anwendung stellt Tabelle 7 die absoluten und relativen Häufigkeiten dar. 84.6 % der Jungen sowie 82.4 % der Mädchen demonstrierten die Inhalation fehlerfrei. Insgesamt zeigte sich hier kein signifikanter Zusammenhang zum Geschlecht, da $\chi^2(1, N = 73) 0.07$, $p = 1.00$. Die fehlerfreie Anwendung der Inhalatoren hing also nicht mit dem Geschlecht der Kinder zusammen.

Tabelle 7. Geschlecht der Befragten und Fehlerfreiheit bei der Anwendung von Asthma-Inhalatoren (N= 73).

	Geschlecht der Befragten					
	m		w		Gesamt	
Fehlerfreiheit	N	% ^a	N	% ^a	N	% ^b
<i>ja</i>	33	84.6	28	82.4	61	83.6
<i>nein</i>	6	15.4	6	17.6	12	16.4
	12	100.0	61	100.0	73	100.0

Anmerkung: N = absolute Anzahl. ^a = relative Häufigkeit bezogen auf Geschlecht. ^b = relative Häufigkeit bezogen auf Gesamtheit der Bewertungen.

3.4 Wichtigkeit verschiedener Inhalatoreigenschaften

Die Einordnung der Wichtigkeit verschiedener Eigenschaften Inhalatoren ist in Tabelle 8 aufgeführt. Jede Eigenschaft konnte von den befragten Kindern als *wichtig*, *unwichtig* oder *egal* (bzw. *keine Angabe*) eingestuft werden. Das *Zählwerk* wurde zu 81.3 % als *wichtig* betrachtet, zu 18.8 % als *unwichtig* und in keinem Fall als *egal*. Dies war somit deskriptiv die am wichtigsten eingeschätzte Eigenschaft. Auch die *einfache Handhabung* mit 66.3 % sowie die *Dauer der Durchführung der Inhalation* mit 61.3 % wurden überwiegend als *wichtig* eingeordnet. Hingegen bewerteten die Befragten die *Farbe* des Inhalators überwiegend als *unwichtig* (67.5 %), zu 32.5 % als *wichtig* und in keinem Fall als *egal*. Diese Eigenschaft war somit deskriptiv für die Befragten am wenigsten relevant. Auch das *Design* wurde zu einem überwiegenden Anteil (66.3 %) als *unwichtig* eingeordnet, ebenso wie die *diskrete Handhabbarkeit* (60.0 %).

Tabelle 8. Bewertung verschiedener Eigenschaften von Asthma-Inhalatoren in der Gesamtstichprobe (N = 80).

Inhalatoreigenschaft	wichtig <i>n (%)</i>	unwichtig <i>n (%)</i>	egal/ k.A. <i>n (%)</i>
<i>Einfache Handhabung</i>	53 (66.3)	19 (23.8)	8 (10.0)
<i>Dauer Durchführung der Inhalation</i>	49 (61.3)	26 (32.5)	5 (6.3)
<i>Niedriger Einatemwiderstand</i>	40 (49.4)	34 (42.0)	7 (8.6)
<i>Diskrete Handhabbarkeit</i>	27 (33.8)	48 (60.0)	5 (6.3)
<i>Zählwerk</i>	65 (81.3)	15 (18.8)	0 (0.0)
<i>Design/Aussehen</i>	25 (31.3)	53 (66.3)	2 (2.5)
<i>Farbe</i>	26 (32.5)	54 (67.5)	0 (0.0)

Anmerkung: k.A. = keine Angabe.

Wenn nur die Verteilung der Kategorien *wichtig* und *unwichtig* bei den Inhalatortypen betrachtet wurde, zeigte sich die Verteilung im Cochran-Q-Test für verbundene Stichproben als signifikant verschieden von der Gleichverteilung χ^2 (6, $N = 80$) 72.21, $p < .001$. Post hoc wurde unter Verwendung der Bonferroni-Korrektur paarweise verglichen, für welche Paare von Eigenschaften die Verteilung auf beide Kategorien signifikant verschieden war. Hierbei erwiesen sich lediglich wenige Paare von Eigenschaften als nicht signifikant verschieden voneinander: *Design* im Vergleich mit *Farbe* ($p = .875$), *Design* und *Handhabbarkeit* ($p = .753$), *Farbe* und *Handhabbarkeit* ($p = .875$), *Einatemwiderstand* und *Dauer* ($p = .157$), *Dauer* und *einfache Handhabung* ($p = .530$) sowie *Zählwerk* und *einfache Handhabung* ($p = .059$). Bei allen anderen paarweisen Vergleichen (siehe Anhang 1, Tabelle II) wurden die Kategorien *wichtig* und *unwichtig* signifikant unterschiedlich bewertet. Bei der Eigenschaft *Zählwerk* überwiegt die *Wichtigkeit*. Lediglich bei den Eigenschaften *Design* und *Farbe* überwiegt die *Unwichtigkeit*. Abbildung 9 stellt die verschiedenen Inhalatoreigenschaften absteigend geordnet nach der insgesamt bewerteten Wichtigkeit dar. Für das Zählwerk wurde die insgesamt höchste (81.3 %) und für das Design die insgesamt niedrigste (31.3 %) Wichtigkeit angegeben.

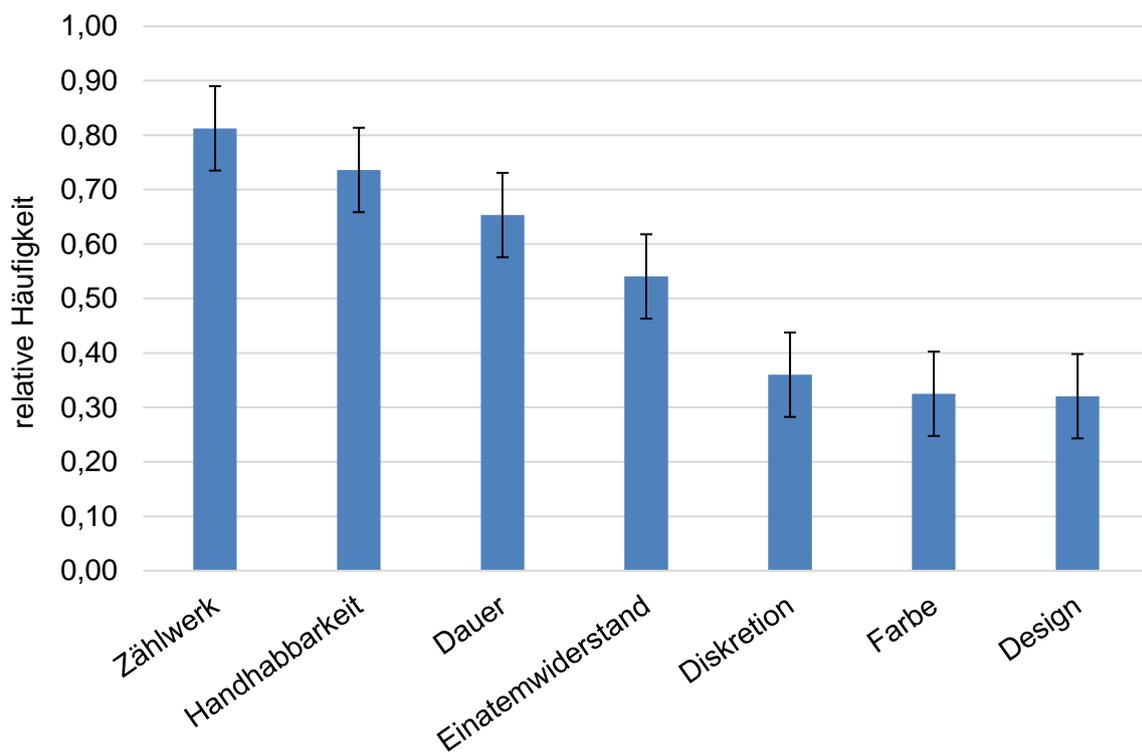


Abbildung 9. Bewertung der Wichtigkeit verschiedener Eigenschaften von Asthma-Inhalatoren in der Gesamtstichprobe unter Angabe des Standardfehlers ($N = 80$).

3.5 Bewertung der Placebo-Inhalatoren

Die Geräte wurden hinsichtlich der acht Kategorien *Vorbereitung*, *Benutzung*, *Handhaltung*, *Mundstück*, *korrekte Benutzung*, *Notfall*, *Gestaltung* und *Gesamtzufriedenheit* bewertet, wobei

die Kinder hinsichtlich der Eignung in diesen Kategorien zustimmen, teilweise zustimmen oder nicht zustimmen konnten. Die resultierenden Häufigkeiten sind in im Anhang 1 Tabelle III dargestellt. Pro Bewertungsdimension wurde außerdem anhand einer zweifaktoriellen Varianzanalyse nach Friedman für verbundene Stichproben geprüft, ob die Verteilung auf die Bewertungskategorien je nach Gerät variiert. In jeder Dimension lagen jeweils signifikante Effekte vor: *Vorbereitung* mit $\chi^2_F(8) 147.04$, $p < .001$ bei $N = 75$; *Benutzung* mit $\chi^2_F(8) 97.14$, $p < .001$ bei $N = 67$; *Handhaltung* mit $\chi^2_F(8) 46.93.14$, $p < .001$ bei $N = 67$; *Mundstück* mit $\chi^2_F(8) 25.38$, $p = .001$ bei $N = 70$; *korrekte Benutzung* mit $\chi^2_F(8) 131.73$, $p < .001$ bei $N = 72$; *Notfall* mit $\chi^2_F(8) 153.75$, $p < .001$ bei $N = 68$; *Gestaltung* mit $\chi^2_F(8) 53.52$, $p < .001$ bei $N = 68$; *Gesamtzufriedenheit* mit $\chi^2_F(8) 119.75$, $p < .001$ bei $N = 68$. Die relativen Häufigkeiten hinsichtlich der Dimension *Vorbereitung* sind in Abbildung 10 zu sehen. Für das Gerät *Spiromax* ließ sich der höchste relative Zustimmungswert mit 94.9 % und für das Gerät *Breezhaler* der niedrigste mit 29.1 % festhalten (siehe auch Anhang 1, Tabelle III).

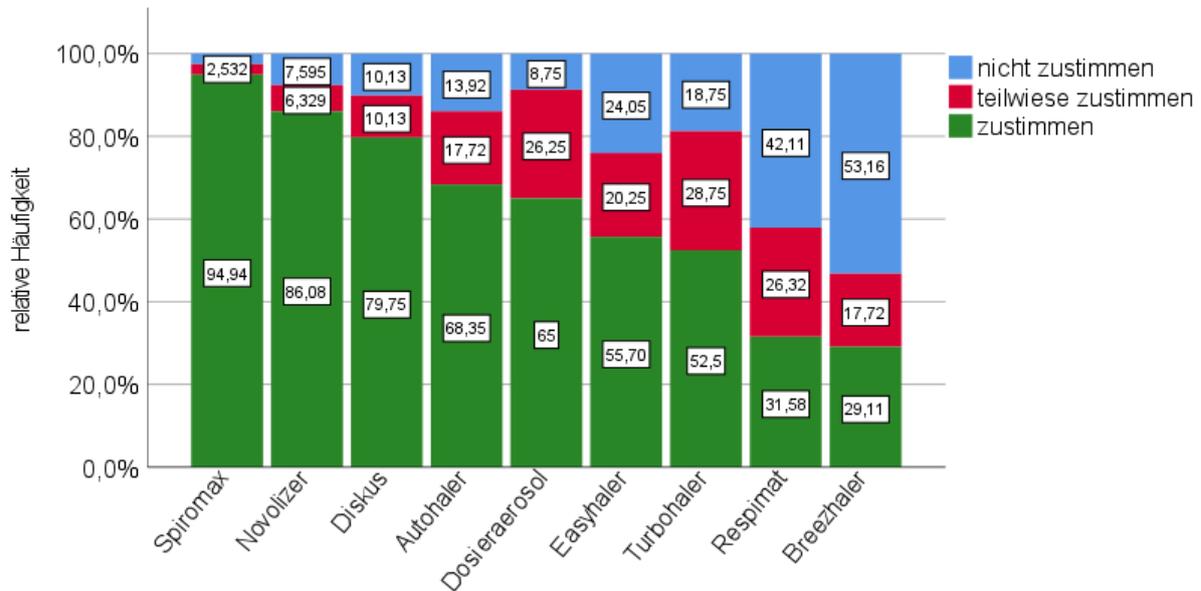


Abbildung 10. Bewertung hinsichtlich der Dimension Vorbereitung (N = 75). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.

Hinsichtlich der *Benutzung* zeigte sich der höchste relative Zustimmungswert für das Gerät *Spiromax* mit 93.51 %, der niedrigste Wert aber für das Gerät *Respimat*. Die Werte sind in Abbildung 11 graphisch gegenübergestellt.

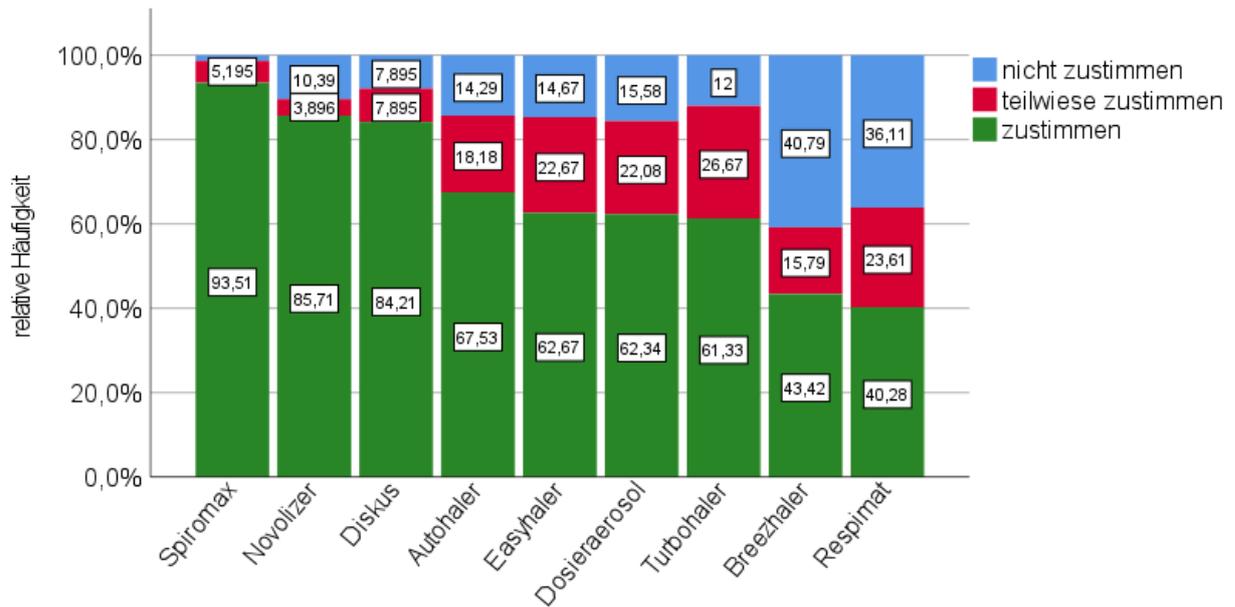


Abbildung 11. Bewertung der Geräte hinsichtlich der Dimension Benutzung (N = 67). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.

Im Hinblick auf die *Handhaltung* (Abbildung 12) wurde der höchste relative Zustimmungswert für das Gerät *Spiromax* mit 87.0 % abgegeben, der niedrigste hingegen für das Gerät *Breezhaler* mit 57.1 %.

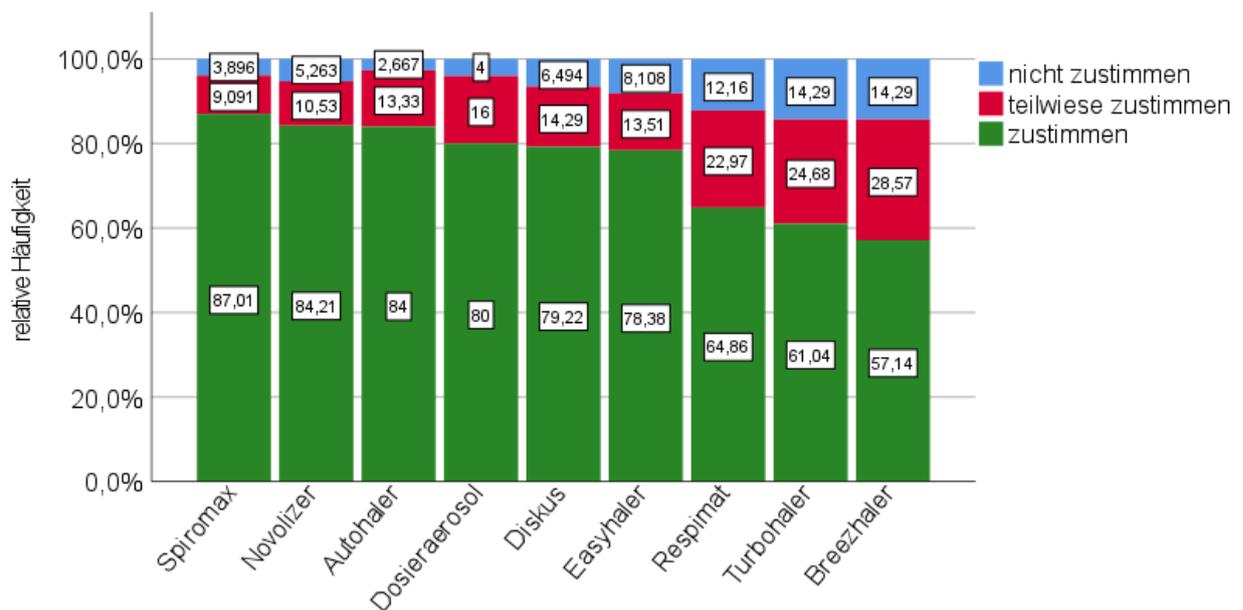


Abbildung 12. Bewertung der Geräte hinsichtlich der Dimension Handhaltung (N = 67). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.

Bei der Bewertung des *Mundstücks* (Abbildung 13) zeigte sich als Favorit der *Novolizer* mit einer relativen höchsten Zustimmung von 84.4 %. Der *Diskus* schnitt bezüglich des *Mundstücks* im Vergleich mit einem relativen Zustimmungswert von 63.6 % am schlechtesten ab.

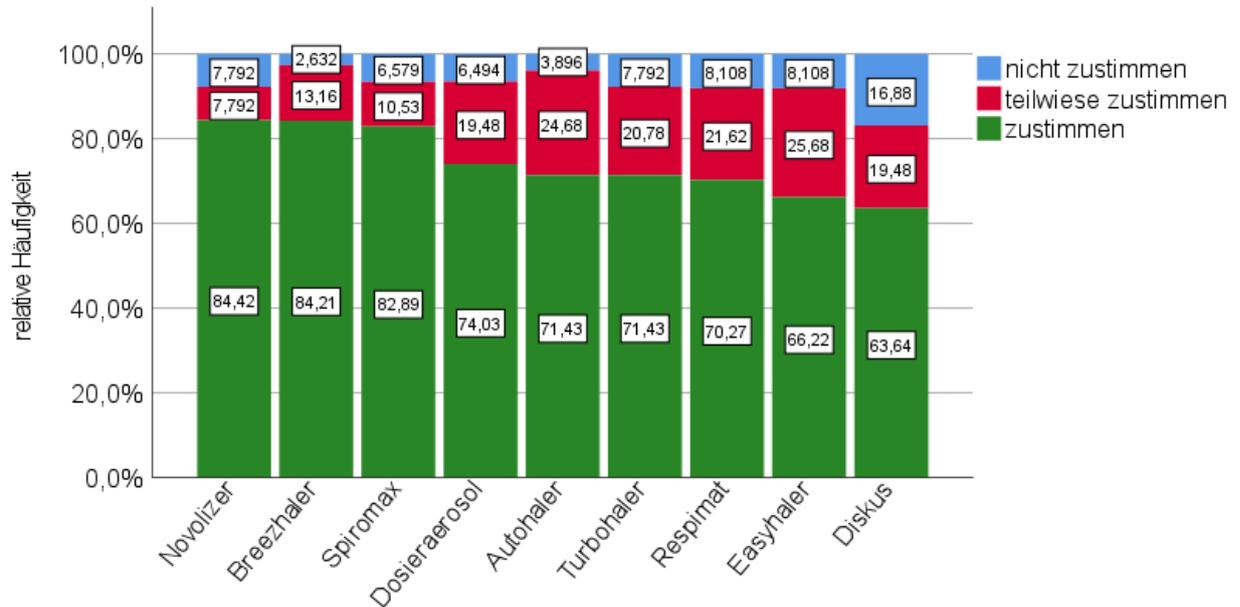


Abbildung 13. Bewertung unterschiedlicher Geräte hinsichtlich der Dimension Mundstück (N= 70). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.

Bei der Bewertung hinsichtlich der Dimension *korrekte Benutzung* (Abbildung 14) wurde der *Novolizer* mit einer relativen Zustimmung zu 87.2 % am besten bewertet. Bei dieser Dimension schnitt der *Respimat* mit nur 22.1 % relativer Zustimmung deutlich am schlechtesten ab.

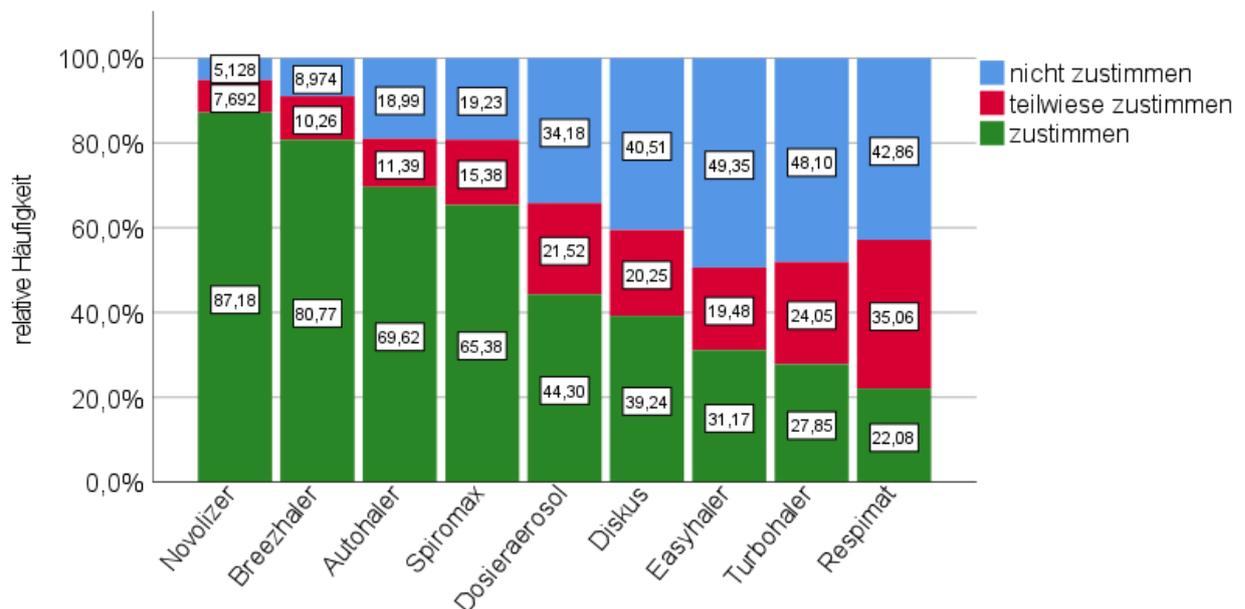


Abbildung 14. Bewertung der Geräte hinsichtlich der Dimension korr. Benutzung (N = 72). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.

Bei der Dimension *Notfall* (Abbildung 15) wurde der *Spiromax* mit einer relativen Zustimmung zu 89.9 % deutlich favorisiert. Der *Breezhaler* wurde diesbezüglich mit einer Zustimmung von nur 18.4 % am schlechtesten eingestuft.

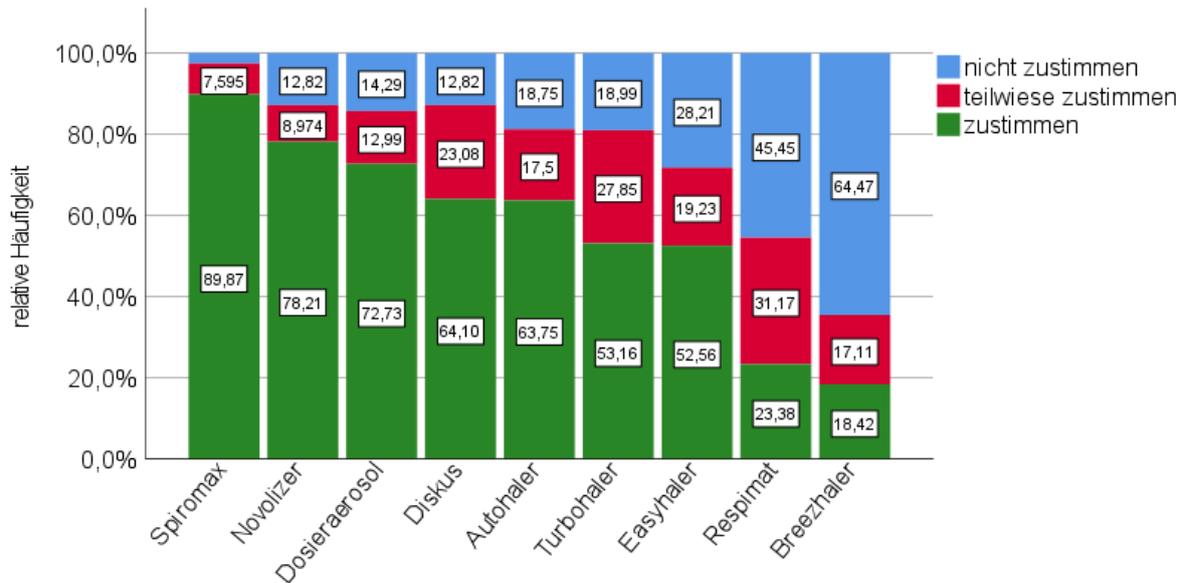


Abbildung 15. Bewertung der Geräte hinsichtlich der Dimension Notfall (N = 68). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.

Bei der Dimension *Gestaltung* (Abbildung 16) zeigte sich das Dosieraerosol mit 74.7% das einzige Mal als Favorit. Der *Respimat* wurde mit 36.8 % Zustimmung am schlechtesten bewertet.

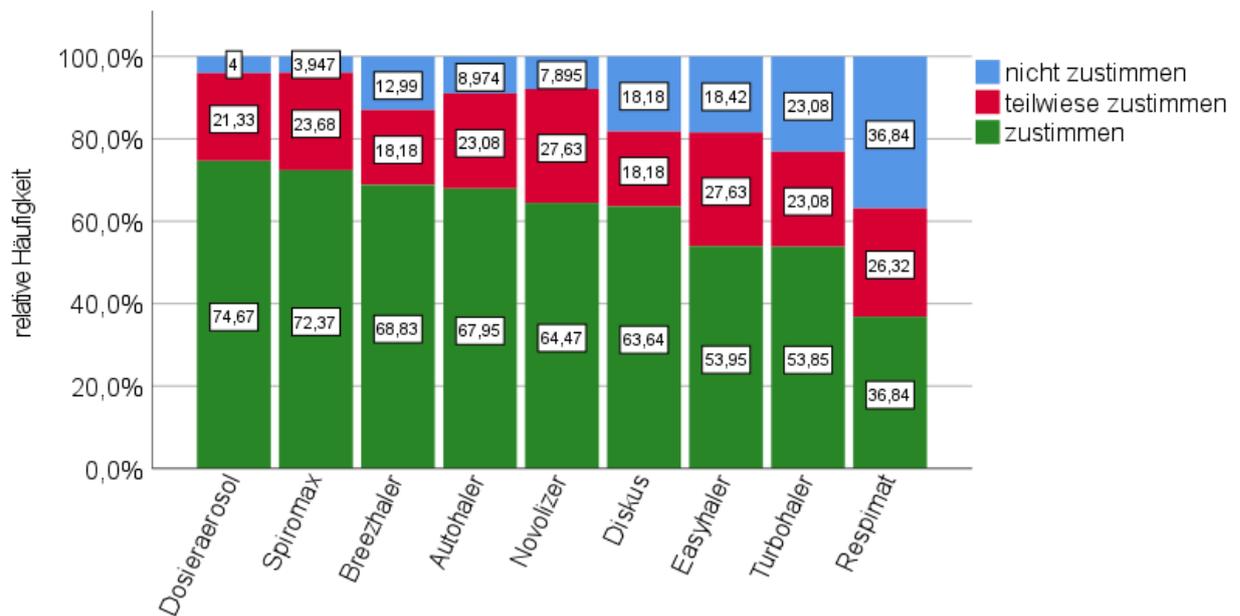


Abbildung 16. Bewertung der Geräte hinsichtlich der Dimension Gestaltung (N = 68). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.

Bei der *Gesamtzufriedenheit* (Abbildung 17) lag der Spiromax mit einer relativen Zustimmung zu 74.0 % erneut vorn. Der *Respimat* wurde mit einer sehr geringen Zustimmung von 13.5 % Zustimmung insgesamt am schlechtesten bewertet.

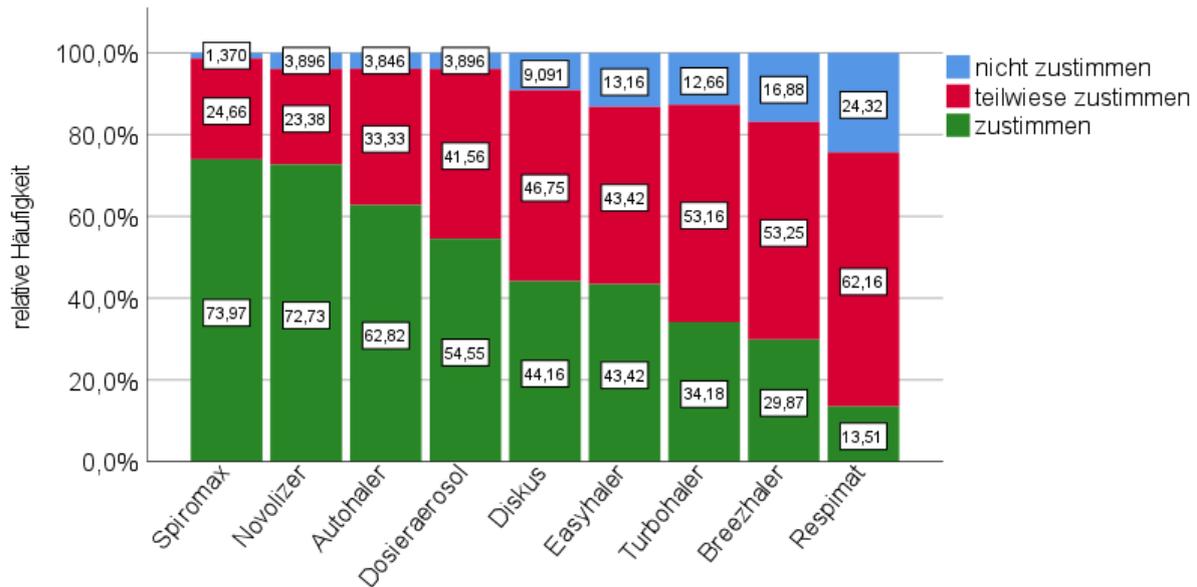


Abbildung 17. Bewertung der Geräte hinsichtlich der Dimension Gesamtzufriedenheit (N = 68). Dargestellt sind die relativen Häufigkeiten in der Bewertung unterschiedlicher Inhalatoren.

Zusammenfassend erwies sich der *Spiromax* über mehrere Kategorien und in der *Gesamtzufriedenheit* als Gesamtfavorit, während der *Novolizer* beim *Mundstück* und der *korrekten Benutzung* am besten bewertet wurde. Das *Dosieraerosol* wurde lediglich mit Bezug zur *Gestaltung* favorisiert. Hingegen wurden der *Breezhaler* sowie der *Respimat* am schlechtesten bewertet, außerdem schnitt der *Diskus* beim *Mundstück* am schlechtesten ab.

3.6 Positiv- bzw. Negativpräferenz

Die generelle Bewertung bestimmter Gerätetypen in der Gesamtstichprobe ist in Tabelle 9 dargestellt. Die meisten positiven Bewertungen (siehe auch Abbildung 18) mit 33.3 % wurden für den *Novolizer* ($n = 26$) abgegeben, gefolgt vom *Spiromax* mit 20.5 % ($n = 16$) und vom *Breezhaler* mit 15.4 % ($n = 12$). Diese Verteilung der positiven Bewertungen war signifikant von der Gleichverteilung verschieden mit $\chi^2 (7, N = 78) 45.49, p < .001$. Somit bestand eine signifikante Präferenz für die drei genannten Inhalatortypen, da in diesen Fällen die beobachteten Häufigkeiten die hypothetische Gleichverteilung übertrafen (siehe Anhang 2, Abbildung I). Hinsichtlich der negativen Bewertungen (siehe auch Abbildung 19) gaben die Befragten die meisten für den Inhalatortyp *Respimat* mit 27.8 % ($n = 22$), gefolgt vom *Breezhaler* mit 25.3 % ($n = 20$) und *Diskus* mit 11.4 % ($n = 9$) ab. Die Verteilung der negativen Bewertungen war signifikant von der Gleichverteilung verschieden ($\chi^2 (7, N = 79) 50.76, p < .001$), womit auch von einer signifikanten negativen Bewertung dieser drei Inhalatortypen gesprochen werden kann. Für die genannten drei Inhalatoren unterschieden sich die beobachteten Häufigkeiten negativer Bewertungen von den hypothetisch erwarteten (siehe Anhang 2, Abbildung II). Für den *Novolizer* wurden keine negativen Bewertungen, sondern die meisten positiven Bewertungen

abgegeben. Dieser Inhalatortyp kann somit insgesamt als Favorit in der vorliegenden Gesamtstichprobe bezeichnet werden. Hingegen wurde der *Respimat* mit den meisten negativen Bewertungen versehen und erhielt überhaupt keine positive Bewertung, sodass er als schlechtester in der Gesamtbewertung angesehen werden kann.

Tabelle 9. Bewertung verschiedener Asthma-Inhalatoren in der Gesamtstichprobe (N = 78).

Inhalatortyp:	positive Bewertung		negative Bewertung	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
<i>Diskus</i>	7	9.0	9	11.4
<i>Turbohaler</i>	3	3.8	8	10.1
<i>Autohaler</i>	5	6.4	5	6.3
<i>Respimat</i>	0	0.0	22	27.8
<i>Spiromax</i>	16	20.5	2	2.5
<i>Easyhaler</i>	3	3.8	4	5.1
<i>Novolizer</i>	26	33.3	0	0.0
<i>Dosieraerosol</i>	6	7.7	1	1.3
<i>Breezhaler</i>	12	15.4	20	25.3
<i>Unbekannt</i>	0	0.0	8	10.1
Gesamt	78	100.0	79	100.0

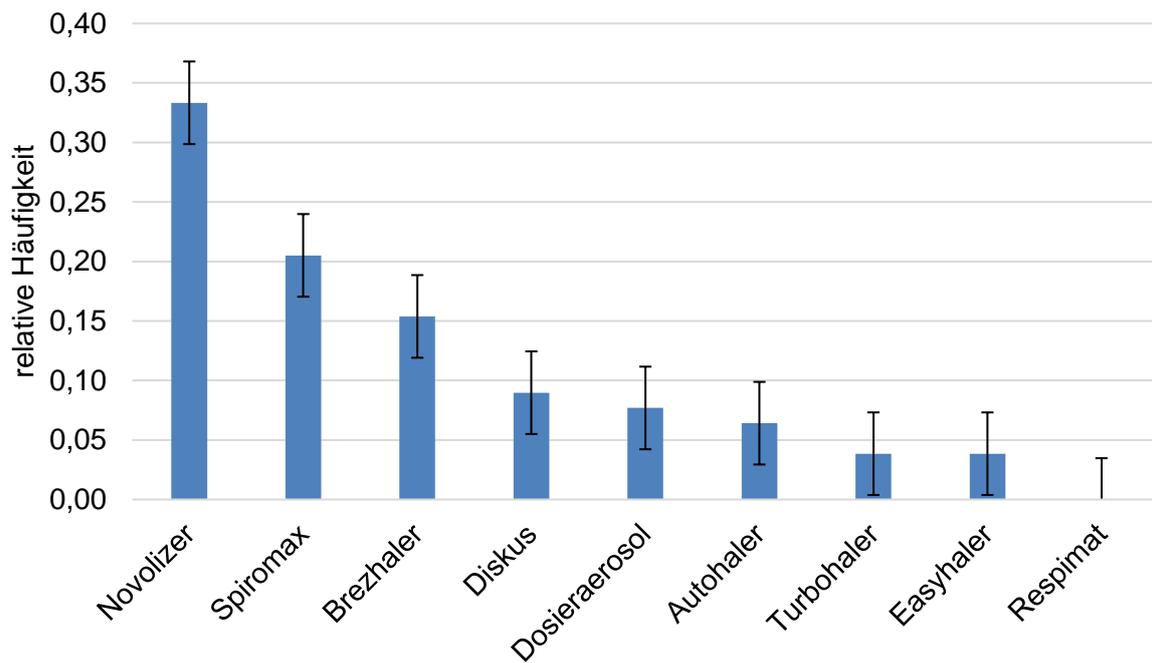


Abbildung 18. Verteilung positiver Bewertungen verschiedener Inhalortypen in der Gesamtstichprobe unter Angabe des Standardfehlers (N = 78).

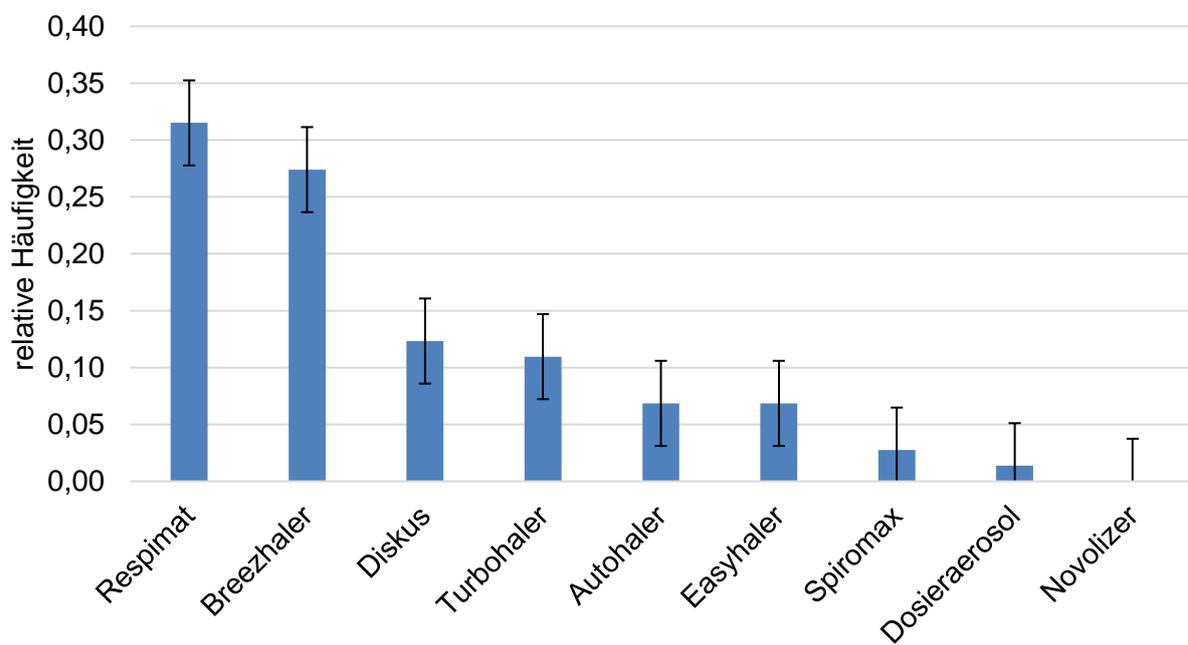


Abbildung 19. Verteilung negativen Bewertungen verschiedener Inhalortypen in der Gesamtstichprobe unter Angabe des Standardfehlers (N= 78).

3.7 Präferenz der Inhalatortypen nach Personeneigenschaften

3.7.1 Präferenz des Inhalatortyps nach Alter

Um die Präferenz für einen bestimmten Gerätetyp über verschiedene Altersgruppen hinweg zu prüfen, wurde ein Kruskal-Wallis-Test durchgeführt. Die Altersmediane über die Präferenzen der Inhalatortypen waren jedoch nicht signifikant unterschiedlich, da $H(7) = 10.67$, $p = .154$. Die Verteilung des Alters bei den Präferenzen unterschiedlicher Inhalatoren ist in Abbildung 20 dargestellt. Wie daraus ersichtlich ist, variiert der Median zwischen $Med = 9.00$ bei der positiven Bewertung des Inhalatortyps *Diskus* bis hin zu $Med = 14.00$ bei der positiven Bewertung des Inhalatortyps *Dosieraerosol*. Dieser deskriptive Unterschied zeigte sich im Kruskal-Wallis-Test jedoch nicht signifikant. Auch die Streuung der Altersverteilung variiert zwischen den Inhalatortypen, wobei die Boxplots einen breiteren Bereich abdecken bei den Typen *Diskus*, *Spiromax* sowie *Novolizer*. Der von den Zäunen abgedeckte Bereich ist jedoch über alle Inhalatortypen hinweg eher ähnlich. Lediglich für den Inhalatortyp *Dosieraerosol* zeigt sich eine sehr enge Verteilung des Alters zwischen 12 und 15. Insgesamt ließen sich somit keine Unterschiede im Alter der Befragten im Zusammenhang mit der Präferenz verschiedener Inhalatortypen feststellen.

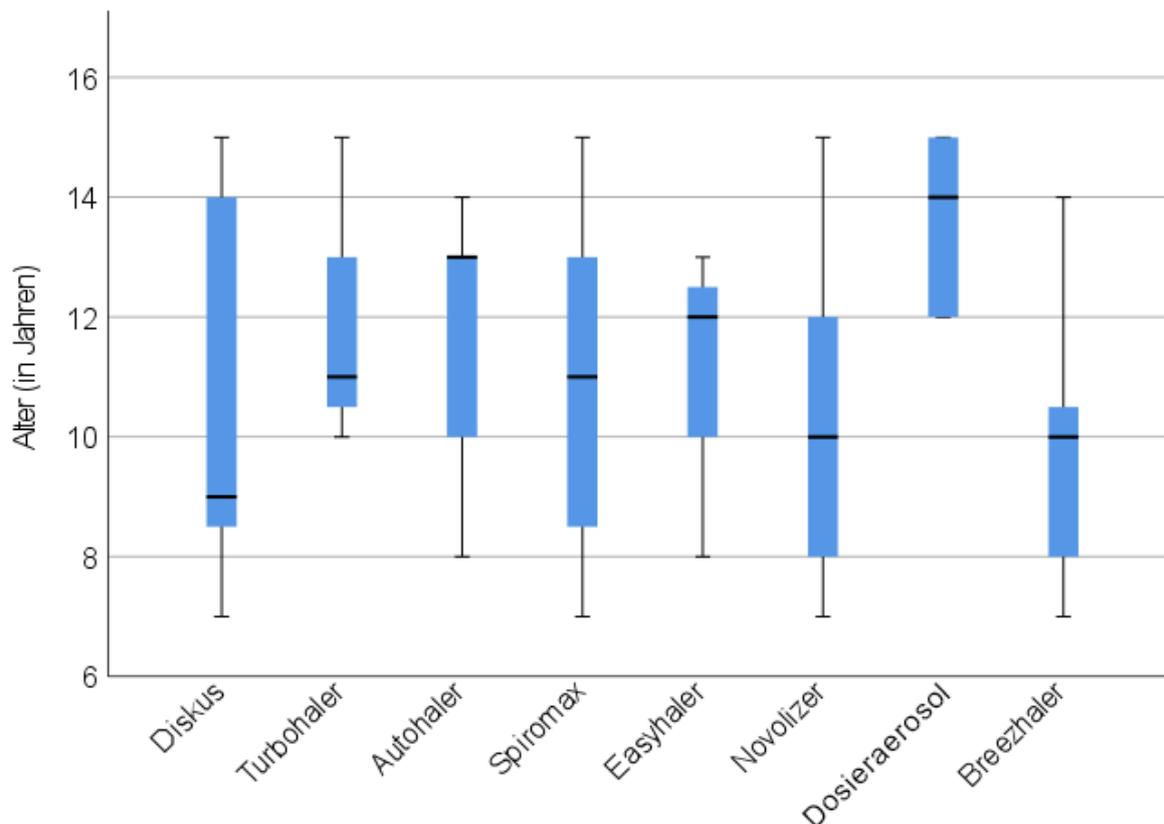


Abbildung 20 Verteilung des Alters bei angegebener Präferenz verschiedener Typen von Asthma-Inhalatortyp (N = 78).

3.7.2 Präferenz des Inhalatortyps nach Geschlecht

Die Verteilung der Präferenz verschiedener Inhalatortypen über das Geschlecht der Befragten hinweg ist in Tabelle 10 dargestellt. In der Gesamtstichprobe lagen die meisten positiven Bewertungen beim Inhalator *Novolizer* ($n = 26$, 33.3 %), gefolgt vom *Spiromax* ($n = 16$, 20.5 %) sowie *Breezhaler* ($n = 12$, 15.4 %). Dabei gaben 42.9 % aller Jungen eine Präferenz für den *Novolizer* an. Unter den Mädchen waren die Präferenzen mit je 22.2 % auf die drei genannten Inhalatortypen gleich verteilt. Den *Novolizer* haben mit $n = 18$ zu einem größeren Teil Jungen bevorzugt im Vergleich zu $n = 8$ Mädchen. Den Inhalatortyp *Spiromax* haben jeweils $n = 8$ Mädchen und Jungen präferiert. Für den *Breezhaler* gaben indessen $n = 8$ Mädchen und $n = 4$ Jungen ihre Präferenz an. Insgesamt war die Verteilung der Präferenzen auf die Geschlechtskategorien jedoch nicht signifikant, da $\chi^2(7, N = 78) = 11.87$, $p = .105$. Auch der exakte Test nach Fisher aufgrund von 10 Zellen mit einer erwarteten Häufigkeit kleiner als 5 war nicht signifikant mit $p = .095$. Ebenso ergab der Vergleich der einzelnen Spaltenanteile mit dem z-Test in keinem Fall signifikante Unterschiede. Insgesamt zeigten sich somit keine signifikanten Unterschiede in den Präferenzen eines bestimmten Inhalatortyps abhängig vom Geschlecht der Befragten.

Tabelle 10. Verteilung der Präferenzen verschiedener Asthma-Inhalatoren nach Geschlecht der Befragten ($N = 78$).

Präferenz für Inhalatortyp:	Geschlecht der Befragten:				Gesamt	
	m		w			
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
<i>Diskus</i>	2	4.8	5	13.9	7	9.0
<i>Turbohaler</i>	2	4.8	1	2.8	3	3.8
<i>Autohaler</i>	4	9.5	1	2.8	5	6.4
<i>Spiromax</i>	8	19.0	8	22.2	16	20.5
<i>Easyhaler</i>	0	0.0	3	8.3	3	3.8
<i>Novolizer</i>	18	42.9	8	22.2	26	33.3
<i>Dosieraerosol</i>	4	9.5	2	5.6	6	7.7
<i>Breezhaler</i>	4	9.5	8	22.2	12	15.4
	42	100.0	36	100.0	78	100.0

3.7.3 Präferenz des Inhalatorotyps nach besuchtem Schultyp

Die Präferenzen verschiedener Inhalatorotypen in Abhängigkeit von den Schultypen der Befragten sind in Tabelle 11 dargestellt. Für den insgesamt am häufigsten präferierten Inhalatorotyp *Novolizer* wurden 50.0 % ($n = 13$) der insgesamt 26 positiven Bewertungen von Grundschulern abgegeben sowie jeweils 19.2 % ($n = 5$) von Realschülern und Gymnasiasten. Für den zweitbeliebtesten *Spiromax* wurden 43.8 % der 16 positiven Bewertungen von Grundschulern abgegeben, gefolgt von 37.5 % ($n = 6$) von Gymnasiasten und 12.5 % ($n = 2$) von Realschülern. Auch beim Breezhaler stammte der überwiegende Anteil von 66.7 % aller 12 positiven Bewertungen von Grundschulern, gefolgt von den Gymnasiasten mit 16.7 %. Lediglich beim Inhalatorotyp Easyhaler zeigte sich ein abweichendes Muster, da hier 66.7 % der 3 positiven Bewertungen von den Gymnasiasten abgegeben wurden und 33.3 % von Hauptschülern. So erwies sich ebendieser Spaltenanteil der Hauptschule als einziger im z-Test als signifikant unterschiedlich. Insgesamt ergab sich entsprechend ein signifikanter Chi-Quadrat-Test mit $\chi^2(28, N = 78) = 45.74, p = .019$. Bei der Monte-Carlo-Simulation dieses Signifikanzwertes zeigte sich ein $p = .046$ mit dem 99%-Konfidenzintervall $[.041, .051]$. Der exakte Test nach Fisher bei 35 Zellen mit einer erwarteten Häufigkeit unter 5 war in der Monte-Carlo-Signifikanz nicht signifikant, da $p = .205$ mit $[.195, .216]$. Da der exakte Test nach Fisher insgesamt nicht signifikant ausfiel und der einzelne signifikant unterschiedliche Spaltenanteil aufgrund der minimalen Fallgröße in der betreffenden Zeile nicht praktisch relevant war, ist auch von keinen signifikanten Unterschieden der Präferenz eines Asthma-Inhalators je nach Schultyp auszugehen.

Tabelle 11. Verteilung der Präferenzen verschiedener Asthma-Inhalatoren über Schultyp der Befragten (N = 78).

	Besucher Schultyp:										Gesamt	
	Grundschule		Hauptschule		Realschule		Gymnasium		Sonstige			
Präferenz für Inhalatortyp:	<i>n</i>	% ¹	<i>n</i>	% ¹	<i>n</i>	% ¹	<i>n</i>	% ¹	<i>n</i>	% ¹	<i>n</i>	% ²
<i>Diskus</i>	4	57.1	0	0.0	1	14.3	2	28.6	0	0.0	7	9.0
<i>Turbohaler</i>	1	33.3	0	0.0	1	33.3	1	33.3	0	0.0	3	3.8
<i>Autohaler</i>	2	40.0	0	0.0	0	0.0	2	40.0	1	20.0	5	6.4
<i>Spirromax</i>	7	43.8	0	0.0	2	12.5	6	37.5	1	6.3	16	20.5
<i>Easyhaler</i>	0	0.0	1*	33.3	0	0.0	2	66.7	0	0.0	3	3.8
<i>Novolizer</i>	13	50.0	0	0.0	5	19.2	5	19.2	3	11.5	26	33.3
<i>Dosiererosol</i>	0	0.0	0	0.0	0	0.0	5	83.3	1	16.7	6	7.7
<i>Breezhaler</i>	8	66.7	0	0.0	1	8.3	2	16.7	1	8.3	12	15.4
Gesamt:	35		1		10		25		7		78	100.0

Anmerkung: ¹ = Prozentanteil an den gesamten positiven Bewertungen des jeweiligen Inhalatortyps für den jeweiligen Schultyp. ² = Prozentanteil aller positiven Bewertungen über alle Inhalatortypen. *signifikant unterschiedlicher Spaltenanteil im z-Test.

3.8 Bewertung der Inhalatoreigenschaften nach Personeneigenschaften

3.8.1 Bewertung Inhalatoreigenschaften nach Alter

Für jede Eigenschaft wurde anhand eines Kruskal-Wallis-Tests geprüft, ob die Altersverteilung signifikant unterschiedlich je nach Bewertung der Eigenschaft als *wichtig*, *unwichtig* oder *egal* ausfiel. Die Verteilung des Alters in der Bewertung der Wichtigkeit verschiedener Inhalatoreigenschaften ist in Anhang 1 Tabelle IV zu sehen. Für die Eigenschaft *einfache Handhabung* zeigte sich kein signifikanter Unterschied der Altersverteilung in den Wichtigkeitskategorien ($H(2) = 3.80, p = .149$). Deskriptiv ergab sich für die Bewertung dieser Eigenschaften als *egal* mit $Med = 8.5$ ein geringerer Median als in den anderen beiden Bewertungskategorien ($Med = 11$), allerdings lagen lediglich $n = 8$ Bewertungen dieser Eigenschaft als *egal* vor. Für die Eigenschaft *Dauer der Durchführung der Inhalation* zeigte sich ebenso wenig ein signifikanter Unterschied der Altersverteilung in den Bewertungskategorien der Eigenschaft ($H(2) = 5.75, p = .056$), obwohl hier die Signifikanz nur knapp verfehlt wurde. In deskriptiver Hinsicht ist ersichtlich, dass bei dieser Eigenschaft der Median des Alters kleiner war, wenn die Eigenschaft als *unwichtig* ($Med = 10$) oder als *egal* ($Med = 8$) eingestuft wurde, als wenn die Bewertung *wichtig* ($Med = 12$) abgegeben wurde. Auch für die Bewertung der Eigenschaften Einatemwiderstand ($H(2) = 1.92, p = .384$), Handhabbarkeit ($H(2) = 2.91, p = .233$), Zählwerk ($U = 395.50, p = .254$ bei nur 2 Kategorien der Bewertung) und Design ($H(2) = 0.81, p = .666$) zeigten sich keine Unterschiede im Alter in den Bewertungskategorien der Wichtigkeit. Lediglich für die Farbe konnte im Mann-Whitney-U-Test ein signifikanter Unterschied ($U = 1012.00, p = .001$) ermittelt werden. In Anhang 1, Tabelle IV ist auch erkennbar, dass die Kinder, die die Eigenschaft Farbe als *unwichtig* bewertet haben, deutlich älter waren ($Med = 11.5$) als diejenigen, denen die Farbe *wichtig* war ($Med = 8$). Dieser signifikante Unterschied ist in Abbildung 22 zusätzlich graphisch dargestellt. Es wird auch hier sichtbar, dass die Bewertung der Eigenschaft Farbe als *wichtig* überproportional von jüngeren Kindern vorgenommen wurde. Als Effektstärke wurde die bivariate Korrelation nach Spearman herangezogen und resultierte mit $p = .36, p = .001$ in einem mittleren Effekt. Somit zeigte sich ein praktisch relevanter Zusammenhang zwischen dem Alter der Befragten und der Bewertung der Wichtigkeit der *Farbe*. Da dies jedoch der einzige signifikante Zusammenhang zwischen dem Alter und der Bewertung von Inhalatoreigenschaften war, kann die Annahme signifikanter Altersunterschiede nur teilweise bestätigt werden.

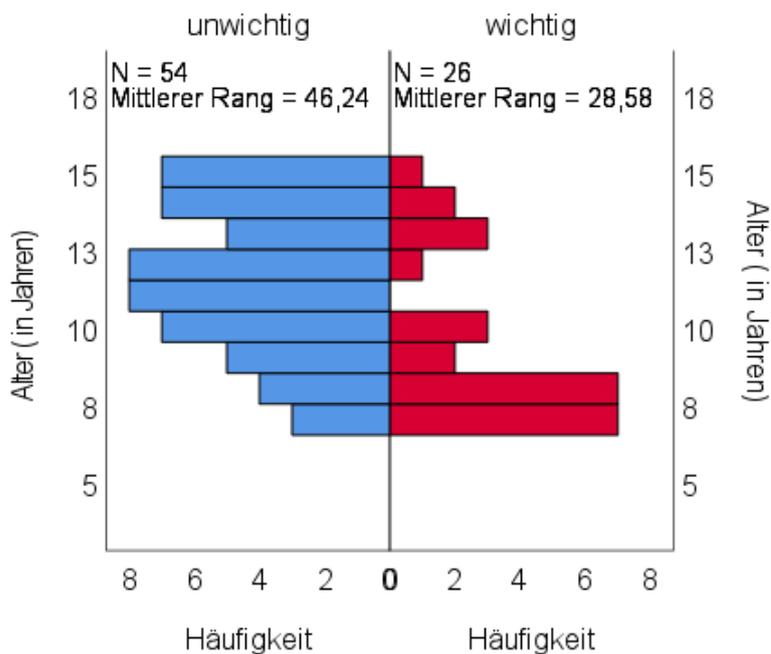


Abbildung 21. Altersverteilung der Befragten bei der Bewertung der Inhalatoreigenschaft Farbe als unwichtig und wichtig (N=80).

Darüber hinaus wurde geprüft, ob das Alter mit der Anwendungshäufigkeit von Inhalatoren zusammenhing. Hierbei zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($H(2) = 5.12$, $p = .276$). Deskriptiv lag der kleinste Altersmedian bei der Anwendung *dreimal pro Tag* ($Med = 8.00$), gefolgt von *zweimal pro Tag* ($Med = 9.00$). Der höchste Altersmedian wurde bei der Anwendungshäufigkeit *einmal pro Tag* vor ($Med = 12.00$) ermittelt. Diese deskriptiven Schwankungen entsprechen jedoch keinen signifikanten Unterschieden zwischen den Befragten.

3.8.2 Bewertung der Inhalatoreigenschaften nach Geschlecht

Zur Untersuchung möglicher Geschlechtsunterschiede bei der Bewertung der Wichtigkeit verschiedener Inhalatoreigenschaften wurden die Chi-Quadrat-Tests für die Verteilung der absoluten Häufigkeiten (Anhang 1, Tabelle V) für jede Inhalatoreigenschaft durchgeführt. Im Ergebnis unterschied sich die Geschlechtsverteilung bei der Bewertung der Wichtigkeit aber für keine der Inhalatoreigenschaften in signifikanter Weise: *Einfache Handhabung* mit $\chi^2(2, N = 80) 0.58$, $p = .737$; *Dauer der Durchführung der Inhalation* mit $\chi^2(2, N = 80) 0.75$, $p = .710$; *Einatemwiderstand* mit $\chi^2(2, N = 80) 2.26$, $p = .352$; *Handhabbarkeit* mit $\chi^2(2, N = 80) 1.57$, $p = .510$; *Zählwerk* mit $\chi^2(1, N = 80) 0.37$, $p = .577$; *Design* mit $\chi^2(2, N = 80) 0.06$, $p = 1.00$; *Farbe* mit $\chi^2(1, N = 80) 0.89$, $p = .437$.

Bei den Eigenschaften *Zählwerk* sowie *Farbe* lagen keine Bewertungen in der Kategorie *egal* vor. Folgende Eigenschaften wurden bewertet: *einfache Handhabung (Einfachheit)*, *Dauer der Durchführung der Inhalation*, *niedriger Einatemwiderstand (Einatemwid.)*, *diskrete Handhabung (Handhabb.)*, *Zählwerk*, *Design/Aussehen*, *Farbe*.

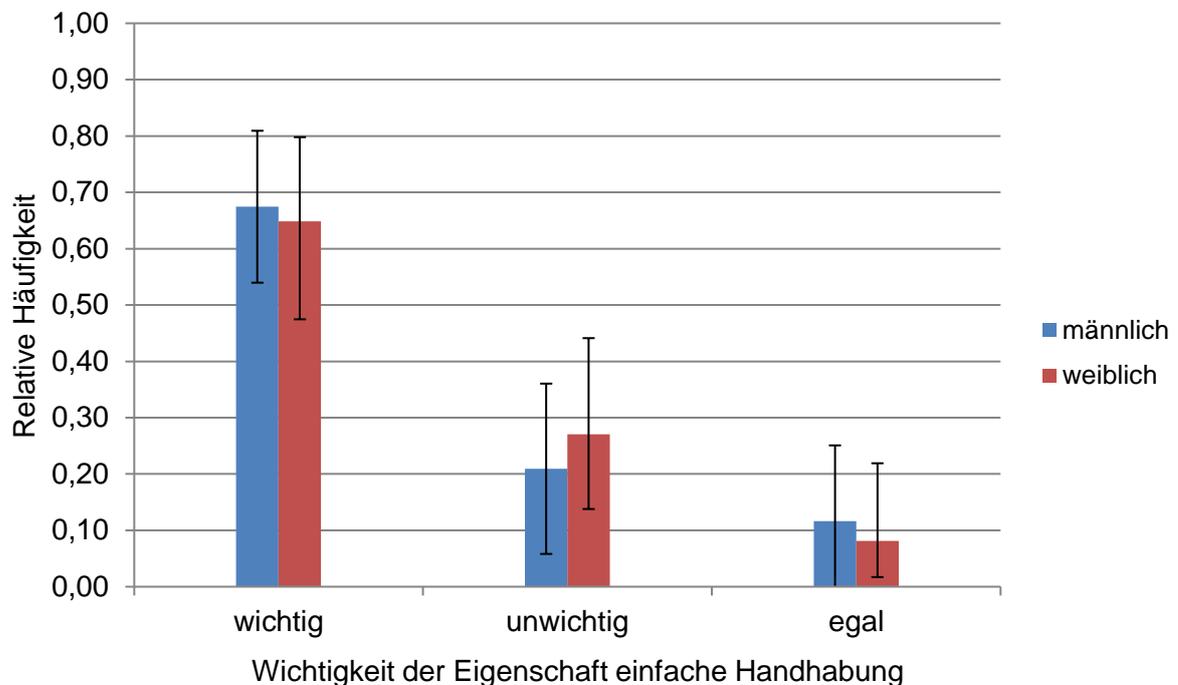


Abbildung 22. Geschlechtsverteilung der Befragten bei der Bewertung der Inhalatoreigenschaft einfache Handhabung als unwichtig und wichtig (N = 80).

Exemplarisch ist die Geschlechtsverteilung bei der Bewertung der Wichtigkeit der *einfachen Handhabung* in Abbildung 22 graphisch dargestellt. Hier wird erkennbar, dass die Geschlechtsverteilung in Bezug auf die Wichtigkeit *einfacher Handhabung* ähnelt. Jungen haben diese Eigenschaft zu 67.0 % ($n = 29$) als *wichtig*, zu 21.0 % ($n = 9$) als *unwichtig* und zu 12.0 % ($n = 5$) als *egal* bewertet. Bei den Mädchen war die Verteilung sehr ähnlich, da 65.0 % ($n = 24$) angaben, ihnen sei *einfache Handhabung wichtig*, 27.05 ($n = 10$) aber *unwichtig* und 8.0 % ($n = 3$) *egal*. Wie in Tabelle 14 zu sehen ist, gleichen sich die Bewertungen von Jungen und Mädchen hinsichtlich der Wichtigkeit auch bei den restlichen Inhalatoreigenschaften durchweg. Zusätzlich wurde auch die Anwendungshäufigkeit (Abbildung 23) von Inhalatoren zwischen Jungen und Mädchen verglichen. Auch hier zeigten sich keine signifikanten Geschlechtsunterschiede, da $\chi^2(4, N = 80) 5.86, p = .209$. In den Kategorien der Anwendungshäufigkeit waren Jungen und Mädchen also ähnlich verteilt.

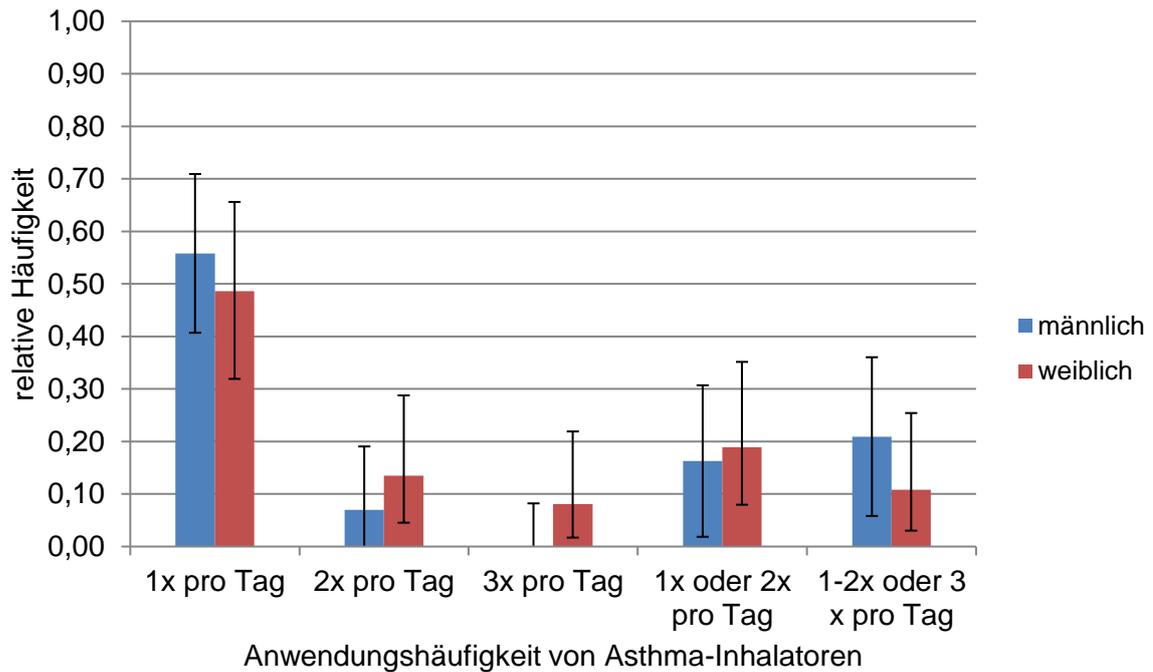


Abbildung 23. Geschlechtsverteilung der Befragten bei der Anwendungshäufigkeit von Asthma-Inhalatoren (N = 80).

So wurde der Häufigkeit der Anwendung mit *einmal pro Tag* von 56,0 % ($n = 24$) Jungen im Vergleich zu 49,0 % ($n = 18$) Mädchen von je der Hälfte der Befragten und damit am häufigsten gewählt. Am zweithäufigsten wurde die Kategorie *einmal oder zweimal pro Tag* von 16,0 % ($n = 7$) und 19,0 % ($n = 7$) der Mädchen genannt, gefolgt von der Kategorie *ein- bis zweimal oder dreimal pro Tag* mit 21,0 % ($n = 9$) der Jungen und 11,0 % ($n = 4$) der Mädchen.

Insgesamt war keiner der deskriptiven Unterschiede bei der Bewertung der Wichtigkeit von Inhalatoreigenschaften in Abhängigkeit vom Geschlecht der Befragten signifikant. Somit gab es insgesamt keinen Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Bewertung von Inhalatoreigenschaften in der Stichprobe.

3.8.3 Bewertung der Inhalatoreigenschaften nach Schultyp

Zur Untersuchung des Zusammenhangs zwischen besuchter Schulform und Wichtigkeit der verschiedenen Inhalatoreigenschaften wurden die in Anhang 1, Tabelle VI dargestellten Häufigkeiten in Chi-Quadrat-Tests verglichen. Signifikante Unterschiede zeigten sich bei der Bewertung der Wichtigkeit der *Dauer der Durchführung der Inhalation*, da $\chi^2(8, N = 80) = 22,37$, $p = .018$ (Cramers $V = .37$, $p = .004$). Beim Vergleich der Spaltenanteile im z-Test unter Bonferroni-Korrektur wurde deutlich, dass dieser signifikante Unterschied jedoch nur auf den Spaltenanteil der Hauptschülern in der Kategorie *egal* zurückgeht. Dies wird auch in der graphischen Darstellung des signifikanten Effekts in Abbildung 24 deutlich, in welcher der relative Anteil (100 %) der Hauptschülern in der Kategorie *egal* hervortritt.

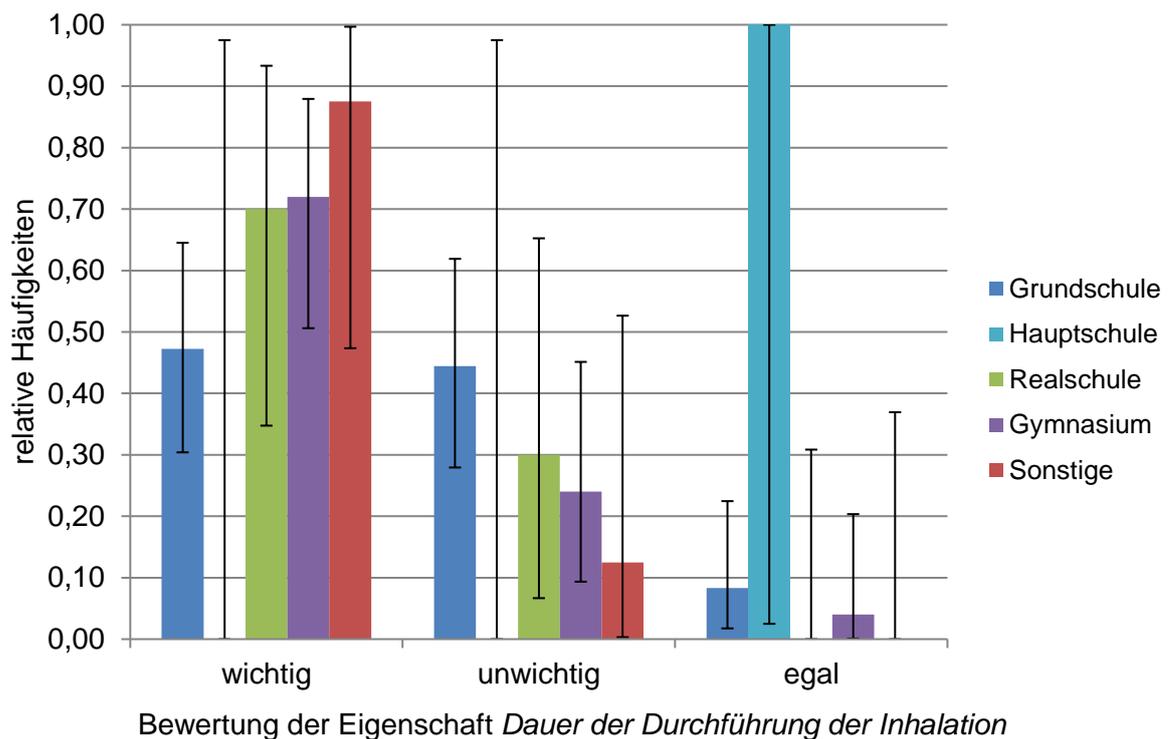


Abbildung 24. Besuchte Schulformen der Befragten je nach Bewertung der Inhalatoreigenschaft Dauer der Durchführung der Inhalation (N = 80).

Ein weiterer signifikanter Unterschied lag bei der Bewertung der Wichtigkeit des *Einatemwiderstandes* vor, da $\chi^2(8, N = 80) = 20.49, p = .013$ (Cramers $V = .36, p = .009$). Beim Vergleich der Spaltenanteile im z-Test unter Bonferroni-Korrektur erwiesen sich sowohl der Anteil der Hauptschülern in der Kategorie *egal* als auch der Anteil der Realschülern in der Kategorie *unwichtig* als signifikant unterschiedlich. Dieser Unterschied wird auch in Abbildung 25 erkennbar, da sowohl der relative Anteil der Realschülern an der Kategorie *wichtig* mit 80.0 % als auch jener der Hauptschülern an der Kategorie *egal* mit 100.0 % hervortreten.

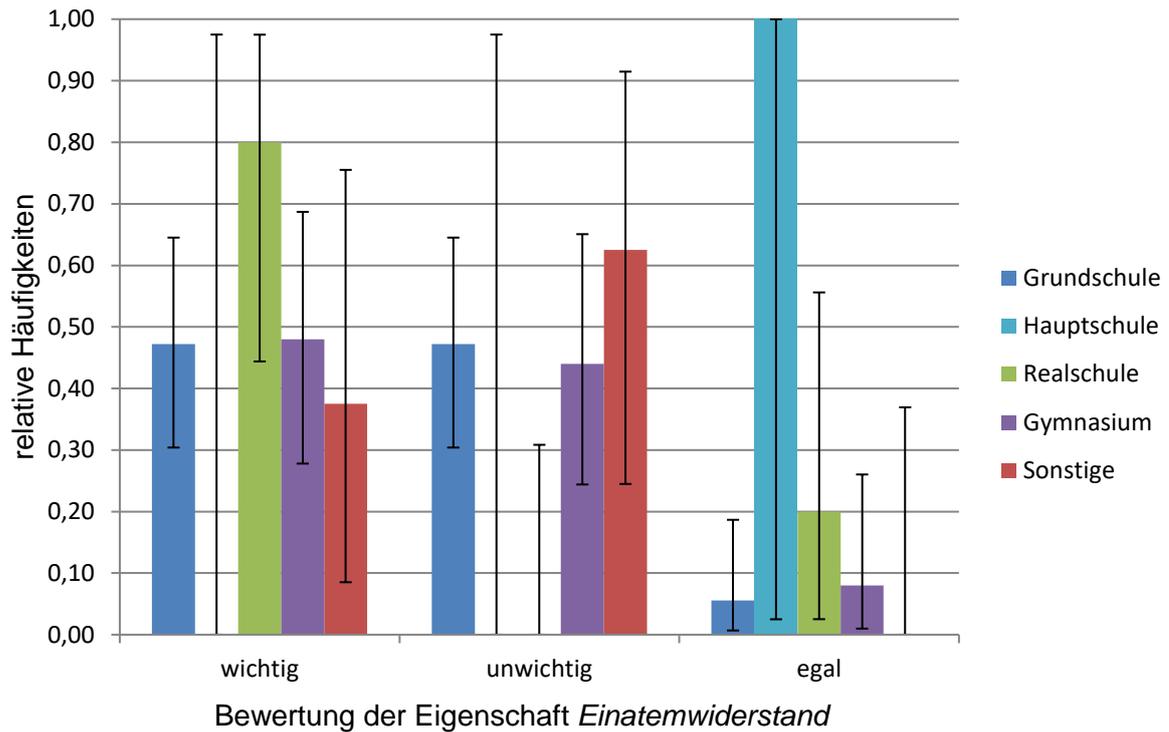


Abbildung 25. Besuchte Schulformen der Befragten je nach Bewertung der Inhalatoreigenschaft Einatemwiderstand (N = 80).

Bei der Bewertung der Wichtigkeit der *Handhabbarkeit* je nach Schulform wurde die Signifikanz knapp verfehlt, da die exakte Signifikanz bei χ^2 (8, N = 80) 17.93, $p = .063$ (Cramers $V = .34$, $p = .022$) lag. Aus dem Vergleich der Spaltenanteile (siehe Anhang 1, Tabelle VI) ging hervor, dass lediglich der Anteil der Hauptschülern in der Kategorie *unwichtig* signifikant unterschiedlich war, da er bei 0.0 % lag.

Hingegen ergab sich bei der Bewertung der Wichtigkeit der *Farbe* des Inhalators durchaus ein signifikanter Unterschied je nach besuchter Schulform, da χ^2 (8, N = 80) 14.18, $p = .004$. Mit Cramers $V = .42$, $p = .007$ entspricht dies einem mittleren bis großen Effekt, der in Abbildung 26 graphisch dargestellt ist. Keiner der Befragten hat diese Eigenschaft als *egal* eingestuft. Im Vergleich der Spaltenanteile (siehe Anhang 1, Tabelle VI) zeigte sich der Anteil der GymnasiastInnen in der Kategorie *unwichtig* von 92.0 % ($n = 23$) als signifikant unterschiedlich. Somit haben nahezu alle GymnasiastInnen die *Farbe* als *unwichtig* eingestuft. Diese Tendenz war in den anderen Schulformen zwar weniger stark ausgeprägt, wies jedoch in die gleiche Richtung (siehe Tabelle 15).

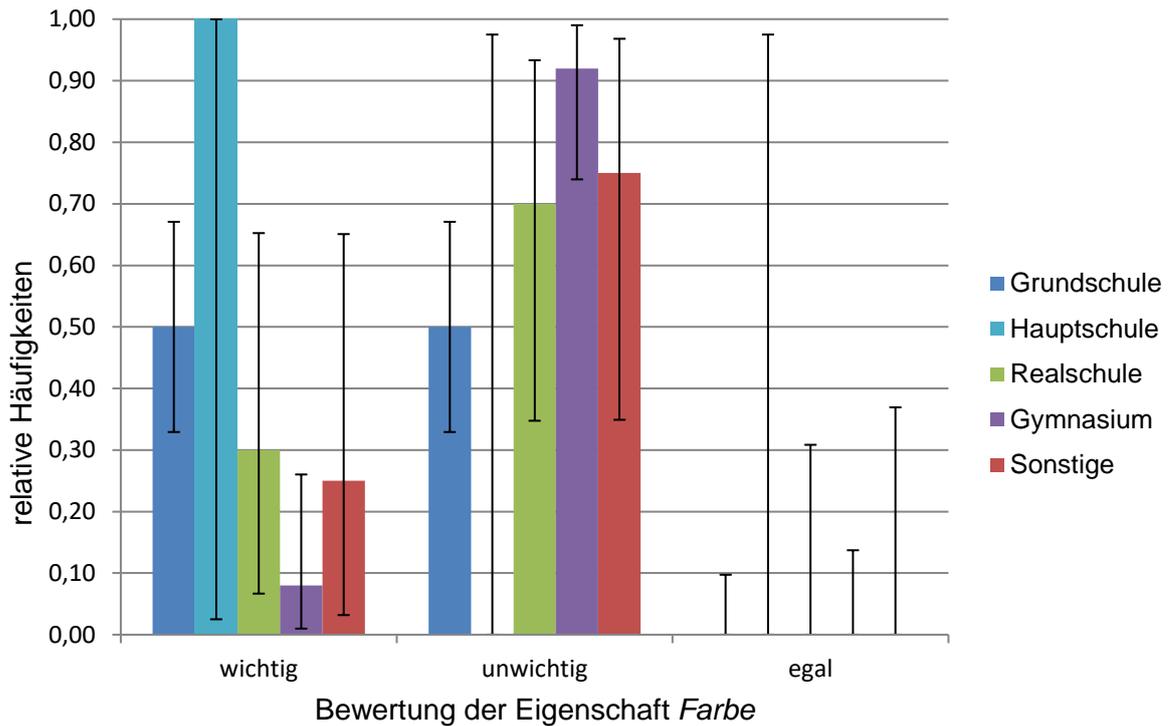


Abbildung 26. Besuchte Schulformen der Befragten je nach Bewertung der Inhalatoreigenschaft Farbe ($n = 80$). In der Kategorie egal lagen keine Bewertungen vor.

Die Bewertung der Wichtigkeit der übrigen Inhalatoreigenschaften zeigte sich indes nicht nach Schulform unterschiedlich: *einfache Handhabung* mit $\chi^2 (8, N = 80) 5.12, p = .740$; *Zählwerk* mit $\chi^2 (4, N = 80) 1.99, p = .731$; *Design* mit $\chi^2 (8, N = 80) 9.13, p = .239$.

Zusätzlich wurde die Verteilung der Schulformen hinsichtlich der Anwendungshäufigkeit getestet. Hier konnte tatsächlich ein signifikanter Effekt mit $\chi^2 (16, N = 80) 34.24, p = .033$ in der Monte-Carlo-Signifikanz (Cramers $V = .33, p = .005$) ermittelt werden. Die Unterschiede sind in Abbildung 27 dargestellt. Ebenso ist dort im Vergleich der Spaltenanteile im z-Test mit Bonferroni-Korrektur der Anteil der Hauptschülern mit 100 % ($n = 1$) bei der Anwendungshäufigkeit *dreimal pro Tag* zu sehen.

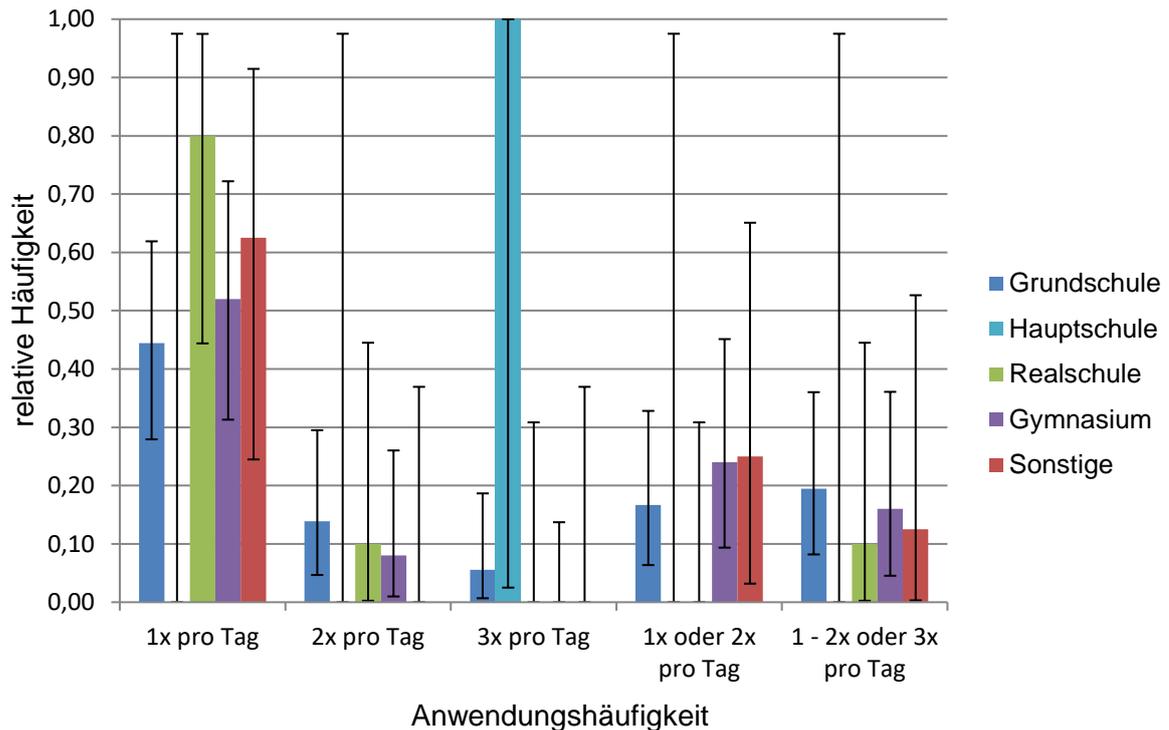


Abbildung 27. Besuchte Schulformen der Befragten je nach Anwendungshäufigkeit von Asthma-Inhalatoren (N = 80).

Insgesamt gab es also durchaus signifikante Unterschiede bezüglich der Schulform und der Bewertung der Inhalatoreigenschaften. Dies betraf die Eigenschaften *Dauer der Durchführung*, *Einatemwiderstand*, *Farbe* und *Anwendungshäufigkeit*. Entsprechend ist von einem signifikanten Zusammenhang zwischen Schulform und der Bewertung von Inhalatoreigenschaften, auszugehen, zumindest für einige von ihnen.

3.9 Individuelle Anmerkungen der Probanden und Beobachtungen des Versuchsleiters

Bei einigen Inhalatoren kam es zu Verwirrung in Bezug auf die Vorbereitung des Inhalators. Nahezu alle Probanden waren irritiert darüber, dass beim Drücken kein Kontrollmechanismus ausgelöst wurde, der Feedback über die richtige Ladung der Dosis gab. Betroffen waren hier der *Breezhaler*, der *Spiromax*, der *Turbohaler*, den *Diskus*, der *Easyhaler* und der *Respimat*. Beim *Novolizer*, *Dosieraerosol* und *Autohaler* wurde dieses Problem nicht beobachtet. Diese drei Inhalatoren verfügen alle über einen Mechanismus der durch Farbumschlag (*Novolizer*), Klickgeräusch (*Autohaler*) verfügt. Beim *Dosieraerosol* wurde die Verwirrung nicht beobachtet, obwohl dieser Inhalator über keinen Mechanismus die richtige Vorbereitung anzeigt. Allgemeine Verständnisprobleme bei der Vorbereitung wurden außerdem auffällig oft beim *Respimat* und beim *Turbohaler* beobachtet. Hier konnten die Kinder nicht verstehen, in welche

Richtung die Inhalatoren zum Laden gedreht werden müssen. Das Drehen in die falsche Richtung führt beim *Respimat* fälschlicherweise zu Sprühstößen in die Raumluft. Bei 2 Kindern löste dies eine so große Angst aus, dass sie den Inhalator nicht mehr in den Mund nehmen wollten. Ferner wurde bei runden und kleinen Tastenformen ein als unangenehm empfundenes Abrutschen der Finger beobachtet (*Breezhaler, Turbohaler, Diskus, Autohaler*). Beim *Autohaler* wurde außerdem mehrmals festgehalten, dass es aufgrund fehlender Kraft in den Fingern nicht möglich war, den zum Laden notwendigen Hebel hochzuziehen. Hierzu wäre zukünftig eine Studie interessant, die untersucht, ob die Fingerkraft vor allem bei jungen Kindern ausreichend groß ist. Im Rahmen der durchgeführten Literaturrecherche konnte nur eine Arbeit identifiziert werden, die sich mit der notwendigen Fingerkraft für andere Inhalatoren beschäftigt (Pharmazeutische Aerosole für pädiatrische und geriatrische Patienten 2017).

4 Diskussion

Die vorliegende Studie gibt Einblicke in die Sichtweise und Präferenz von Kindern über verschiedene gebräuchliche und auf dem deutschen Markt erhältliche Asthma-Inhalatoren. Wir konnten dabei feststellen, dass es relevante Unterschiede hinsichtlich der Präferenz und Eignung gibt und dass einige Inhalatoren signifikant häufiger bevorzugt werden als andere. So wurde in der vorliegenden Studie der *Novolizer* am häufigsten durch die Kinder favorisiert, gefolgt vom *Spiromax*. In Bezug auf die einzelnen Inhalatoreigenschaften wurden am häufigsten das Vorhandensein eines *Zählwerkes*, die *einfache Handhabung* und eine *kurze Dauer der Inhalation* als wichtig erachtet. Es konnten jedoch entgegen der aufgestellten Hypothesen keine Unterschiede hinsichtlich des Alters, der Schulbildung oder des Geschlechts in Bezug auf die ermittelten Präferenzen festgestellt werden.

Die Ergebnisse dieser Studie sollen dabei helfen, die Aufmerksamkeit der Ärzte auf die Bedeutung der patientenindividuellen Auswahl bei der Verschreibung von Inhalatoren zu lenken. Tatsächlich betonen sowohl die aktuelle Nationale Versorgungsleitlinie (NVL) als auch die GINA die Rolle der patientenindividuellen Präferenz (Bundesärztekammer 2020: 68; GINA 2020: 11). Dabei wird allerdings nicht konkret aufgeführt, welche Inhalatortypen für Kinder geeignet sind. Es ist daher dringend notwendig, dass die Literatur zukünftig klare Handlungsempfehlungen gibt, welche Inhalatoren im Kindesalter bevorzugt zu vorordnen sind. Die vorliegende Studie soll einen Beitrag zur Erarbeitung solcher Handlungsempfehlungen leisten. Nach unserem Kenntnisstand ist diese Arbeit die erste Studie, die eine so große Anzahl verschiedener Inhalationsgeräte in einer pädiatrischen Population vergleicht. Die wenigen bisher veröffentlichten Arbeiten beziehen sich größtenteils nur auf Erwachsene und geben auch hier keinen umfassenden Überblick (Rönmark et al. 2018; O'Hagan et al. 2018; Hodder et al. 2009).

In diesem Zusammenhang sollte darauf geachtet werden, dass vor allem bei bestimmten Patientengruppen wie Kindern eine sorgfältige Auswahl des Inhalators getroffen wird, da sie spezielle Bedürfnisse haben und sich ihre körperlichen sowie kognitiven Fähigkeiten relevant von den Fähigkeiten und Bedürfnissen Erwachsener unterscheiden (Bundesärztekammer 2020: 68 ff.; Ciciliani et al. 2019; Schwarz 2014: 100). So ist es besonders wichtig, dass die Anwendungsschritte einfach zu verstehen und keine oder nur wenige koordinative Schritte erforderlich sind (Ciciliani et al. 2019; Schwarz 2014: 100). In unserer Studie konnte außerdem konkret gezeigt werden, dass eine *einfache Handhabung* positiv mit der Präferenz der Kinder korreliert, worauf bereits in anderen Studien hingewiesen wird (Schreiber et al. 2020; Rüssel et al.

2020). Aus diesem Grund sollte bei der Wahl des Inhalators immer auf kindgerechte Inhalatoren geachtet werden. Was genau dies bedeutet und wie die Ergebnisse unserer Studie eingeordnet und bewertet werden können, sei im Folgenden näher auseinandergesetzt.

4.1 Versorgungssituation

Die vorliegende Befragung ergab, dass die meisten Kinder als aktuellen Inhalator ein *Dosieraerosol* nutzen, gefolgt vom *Diskus* und vom *Easyhaler*.

Dieses Ergebnis ist nicht überraschend, denn das *Dosieraerosol* deckt im Kindesalter ein breites Altersspektrum ab und wird sowohl von jungen Kindern, in diesem Fall zusammen mit einem *Spacer*, als auch von älteren Kindern ohne Koordinationsschwierigkeiten ab circa dem achten Lebensjahr angewendet (Lentze et al. 2003: 985). Zusätzlich besitzen viele Kinder ein *Dosieraerosol* für den akuten Notfall, denn zur Benutzung ist im Gegensatz zu Pulverinhalatoren ein niedriges Lungenvolumen ausreichend (Lüpke 2002: 36). Demgegenüber ist es schwieriger nachzuvollziehen, weshalb der *Diskus* und der *Easyhaler* aktuell so häufig als Inhalator verwendet werden. In der Literatur finden sich keine Angaben dazu, dass diese Inhalatoren im Kindesalter besonders geeignet wären. Zu berücksichtigen ist an dieser Stelle, dass nicht jeder Wirkstoff bzw. jede Wirkstoffklasse auch in jedem Device zur Verfügung steht. Unser Ergebnis könnte dadurch beeinflusst worden sein, dass alle Studienteilnehmer zum Zeitpunkt der Befragung in die Ambulanzsprechstunde der Universitätskinderklinik Magdeburg angebunden waren und ihren Inhalator dementsprechend von denselben Ärzten erhielten. Eine Abweichung von diesem Ergebnis wäre deshalb bei einer anderen Studienpopulation oder anderen Ärzten durchaus denkbar.

Das Ergebnis lässt aber vermuten, dass die Auswahl des Inhalators möglicherweise mehr vom behandelnden Arzt, weniger aber von der allgemeinen Eignung oder Präferenz des Patienten abhängt. Auch in früheren Studien wurde festgestellt, dass die Wahl des Inhalators häufig von der Meinung des Arztes bzw. von Angehörigen der Gesundheitsberufe abhängt und weniger von der Präferenz des Patienten (Upton et al. 2011; Gravel et al. 2006). Diese Beobachtung wird in unserer Studie besonders deutlich, wenn man die drei am häufigsten verwendeten Inhalatoren (*Dosieraerosol*, *Diskus* und *Easyhaler*) mit den im Rahmen dieser Studie favorisierten Inhalatoren vergleicht. Hier wurden der *Novolizer*, gefolgt vom *Spiromax* und *Breezhaler* von den Kindern als die am besten geeigneten Inhalatoren genannt. Entgegen dieser Präferenz wird aber keiner dieser drei Favoriten von den Kindern daheim angewendet. Der *Novolizer* ist ab dem sechsten Lebensjahr zugelassen und wäre demnach nicht nur der Favorit, sondern auch zusätzlich geeignet. Dahingegen muss beim *Spiromax* und *Breezhaler* berücksichtigt werden, dass diese Inhalatoren im Kindesalter nicht zugelassen sind (Apothekenumschau 2015). Infolgedessen können diese Ergebnisse nur den Anreiz geben, zukünftig bei der Entwicklung von Inhalatoren auf ähnliche Eigenschaften zu achten.

Wir konnten in unserer Studie ermitteln, dass die teilnehmenden Kinder in 76.25 % der Fälle die Anwendung ihres aktuellen Inhalators fehlerfrei demonstrieren konnten. Dieses Ergebnis ist im Vergleich zu anderen Studien, bei denen die Fehlerraten bei der Inhalation zwischen 45 % und über 90 % lagen, sehr gut (Gillette et al. 2016; Pappalardo et al. 2017; Pedersen et al. 1986). Das hiervon abweichende gute Ergebnis in der vorliegenden Studie ist möglicherweise dadurch zu erklären, dass die teilnehmenden Kinder im Rahmen der Asthma-Sprechstunde wiederholte Instruktionen erhalten und in der Regel einen engen Kontakt zu den behandelnden Ärzten und zum Pflegepersonal haben. Insgesamt 94 % der Teilnehmer gaben an, eine Schulung für ihren aktuellen Inhalator erhalten zu haben. Sowohl der enge Kontakt zum behandelnden Arzt als auch die Schulungen scheinen sich demnach positiv auf die Therapieeffizienz auszuwirken. Auch andere Studien erbrachten den Nachweis, dass wiederholte Instruktionen mit einer verbesserten Inhalationstechnik einhergehen (Gillette et al. 2016). Daraus lässt sich schließen, dass die Inhalationstechnik des Patienten durch den Grad der Unterweisung durch das medizinische Personal beeinflusst werden kann. Es ist daher wichtig, dass Patienten regelmäßige Schulungen erhalten und wiederholt in die Anwendung ihres Inhalators eingewiesen werden. Das Ausbleiben solcher Schulungen ist leider in der klinischen Praxis weit verbreitet (Stelmach et al. 2007), obwohl ihr Nutzen gut bekannt ist und eine aktuelle Studie von Sanchis darüber aufklärt, dass die Raten häufiger Inhalationsfehler über einen Zeitraum von mehreren Jahrzehnten gleich bleiben (Sanchis et al. 2016) und die Asthma-Kontrolle schwere Defizite aufweist (Lewis et al. 2016; Demoly et al. 2012).

In unserer Studie konnten wir ermitteln, dass 40.0 % der Kinder seit Therapiebeginn eine Umstellung auf einen anderen Inhalator erhielten. Die aktuelle Nationale Versorgungsleitlinie empfiehlt einen Wechsel des Inhalators bei wiederholten Handhabungsfehlern, sofern diese trotz mehrmaliger Instruktion fortbestehen (Bundesärztekammer 2020: 70 ff.). Wir ermittelten im Rahmen unserer Studie, dass der Wechsel meistens auf Wunsch des Arztes und nur selten auf Wunsch des Patienten erfolgte. Bei einem solchen Wechsel ist es aber wichtig, dass der Patient in den Ablauf mit eingebunden wird. Ansonsten führt der Wechsel, vor allem bei fehlenden Instruktionen, zu einer noch geringeren Wirksamkeit und zu höheren Fehlerraten (Doyle et al. 2010; Thomas et al. 2009). Auch auf diesem Feld sollte daher zukünftig ein Umdenken stattfinden.

Die Studie förderte darüber hinaus die Erkenntnis zutage, dass die meisten Kinder selbstständig ohne elterliche Hilfe inhalieren. Im Zusammenhang mit der Selbstständigkeit war bemerkenswert, dass Kinder sich häufiger durch ihre Eltern „kontrolliert“ fühlten und aussagten, „gemeinsam mit ihren Eltern zu inhalieren“, während Eltern häufiger berichteten, dass die Kinder „ohne elterliche Hilfe“ inhalieren. Diese Diskrepanz kommt möglicherweise dadurch zustande, dass Eltern von asthmakranken Kindern ihre Kinder als problembelasteter wahrnehmen und deshalb überprotektiv agieren (Lohaus/ Heinrichs 2013: 48).

Ungefähr die Hälfte der befragten Kinder in unserer Studie verwendete einen Spacer. Davon waren 90 % zufrieden mit der Benutzung des Spacers. Die Studie von Cotterell et al. von 2002 untersuchte ebenfalls die Zufriedenheit von Kindern bei der Verwendung eines Spacers. In dieser Untersuchung gaben ähnlich zu unseren Ergebnissen 84 % der Kinder an, dass die Inhalation mit einem Spacer „einfach“ oder „sehr einfach“ sei und dass sie beabsichtigten (85 %), den Spacer zu Hause zu benutzen. 82 % der Kinder gaben sogar an, dass sie die Verwendung eines Spacers bevorzugen würden, weil die Inhalation „schneller“ (29 %) oder „einfacher“ sei (53 %). Das Wissen darum, dass der Spacer oft nicht als störend, sondern von Kindern sogar als Hilfe empfunden wird, kann Ärzten in der Einzelfallentscheidung helfen, sich für ein Dosieraerosol mit Spacer zu entscheiden. Dieser Sachverhalt gewinnt an Bedeutung vor dem Hintergrund der Tatsache, dass Studien zur Medikamentenverabreichung die Steigerung der Bioverfügbarkeit von Medikamenten mittels Dosieraerosol (MDI) von 34 % auf 83 % aufgrund des Zusatzes von Spacern in Aussicht stellen. Der Unterschied ist weitgehend auf den Rückgang der oropharyngealen Ablagerung zurückzuführen (Nikander et al. 2014).

4.2 Wichtigkeit verschiedener Inhalatoreigenschaften

Wir haben in unserer Studie mehrere Eigenschaften festgestellt, die Kindern an einem Inhalator wichtig sind, darunter in erster Linie das Vorhandensein eines *Zählwerkes*, aber auch eine *einfache Handhabung* sowie eine *kurze Dauer der Durchführung der Inhalation*.

Das Zählwerk wurde offenbar deshalb so häufig als *wichtig* bewertet, da es für die Patienten eine Art Kontrollfunktion darstellt und dementsprechend Sicherheit vermittelt – eine Schlussfolgerung, welche auch die beiden Quellen stützen (LaForce et al. 2011; Hesso et al. 2019). Anhand eines Zählwerkes werden die noch verbleibenden Sprühstöße angezeigt und der Patient behält einen Überblick darüber, wie oft er bereits inhaliert hat (Deutsche Atemwegsliga 2020). Das vermittelte Sicherheitsgefühl ist allerdings nicht unproblematisch, denn das Zählwerk dient eigentlich nicht zur Kontrolle der Inhalationstechnik, sondern um zu sehen, wie viele Sprühstöße noch verfügbar sind (Deutsche Atemwegsliga 2020). Dementsprechend werden auch Falschinhalationen so gezählt, als seien sie korrekt erfolgt. Besser geeignet ist die Kontrollfunktion in Form eines Farbumschlages oder Klickgeräusches, wie es bspw. beim *Novolizer* oder *Autohaler* der Fall ist. Allerdings decken auch diese Kontrollfunktionen nicht alle Fehler, bspw. fehlendes Schütteln, ab. Eine bessere Lösung zur Kontrolle der richtigen Inhalation bietet der regelmäßige Gebrauch eines Peak-Flow-Meters (GINA 2020: 6) oder der Einsatz von neueren digitalen Möglichkeiten wie Apps (Virella Pérez et al. 2019). Darüber hinaus wurden in den letzten Jahren Sensoren entwickelt, die dem Inhalator aufgesteckt werden und die Inhalationstechnik sowie auch die Adhärenz messen. Diese elektronischen Sensoren, abgekürzt EMDs (electronic monitoring devices) könnten in Zukunft sehr hilfreich sein, um die Inhalationstechnik von Patienten zu überprüfen und ihnen Feedback zu geben. Derzeit sind

diese Sensoren aber noch nicht standardmäßig in Inhalationssysteme integriert. Die Studie von Hesso et al. aus dem Jahr 2019 beschäftigte sich mit einem Inhalator, der mit einem elektronischen Sensor ausgestattet wurde. Der Inhalator wurde von den Patienten gut angenommen und detektierte neben der Inhalationstechnik auch die Adhärenz. Der Wunsch nach Feedback ist gut nachvollziehbar, denn anders als bspw. bei der oralen Einnahme von Medikamenten ist die Inhalation für Patienten nur schwer als „richtig“ einzuschätzen. Gerade bei der Asthma-Therapie könnten Inhalatoren mit integrierter Kontrollfunktion vorteilhaft sein, denn die Compliance steigt nachweislich, wenn der Patient einen Therapieeffekt sieht (Sidani et al. 2018; Mäkelä et al. 2013).

Auch eine *einfache Handhabung* sowie eine *kurze Dauer der Durchführung der Inhalation* wurden von den Kindern überwiegend als *wichtig* eingeordnet. Beide Eigenschaften sind nicht nur Kindern wichtig, sondern werden auch von Erwachsenen bzw. geriatrischen Patienten als besonders bedeutend eingestuft (Schreiber et al. 2020; Rüssel et al. 2020; Rönmark et al. 2018; Dal Negro/Povero et al. 2016). Die genannten Studien zeigen darüber hinaus, dass eine *einfache Handhabung* und *kurze Dauer der Inhalation* mit einer korrekten Inhalationstechnik, guter Symptomkontrolle und Adhärenz verknüpft sind. Aus diesen Gründen sollte bei der Auswahl des Inhalators unbedingt darauf geachtet werden, dass der Patient die Inhalation als einfach empfindet. Vor allem im Kindesalter ist das wichtig, denn die Inhalation stellt in koordinativer und kognitiver Hinsicht ohnehin eine Herausforderung dar (Bundesärztekammer 2020: 68 ff.; Ciciliani et al. 2019; Schwarz 2014: 100).

Um zu verstehen, was Kindern wichtig ist, ist es ebenfalls notwendig, zu betrachten, welche Inhalatoreigenschaften als weniger wichtig eingestuft werden. Hierbei erwiesen sich die *Farbe* und das *Design* für die Befragten als am wenigsten relevant. Außerdem wurde eine *diskrete Handhabbarkeit* vom überwiegenden Teil der Befragten als *unwichtig* eingestuft. Im Hinblick auf das *Design* und die *Farbe* konnte trotz dieser im Gesamtbild niedrigen Wichtigkeit gezeigt werden, dass diese Eigenschaften für jüngere Kinder relevanter zu sein scheinen als für ältere Kinder. Mit zunehmendem Alter wurden diese Eigenschaften dann immer häufiger als *unwichtig* bewertet. Diese Beobachtung deckt sich mit bisherigen Studien, die ebenfalls eine Bedeutung bei jungen Kindern bezüglich Farbe und Design feststellen konnten (Pradel et al. 2001). Hingegen sind diese Eigenschaften für Erwachsene oder geriatrische Patienten nicht relevant (Schreiber et al. 2020; Rüssel et al. 2020). Demnach sollte bei der Entwicklung von Inhalatoren für jüngere Kinder mehr Gewicht auf Farbe und Design gelegt werden. Möglicherweise erklärt sich die in unserer Studie dennoch insgesamt niedrige Wichtigkeit dieser Eigenschaft auch daraus, dass die Kinder sich ein „schöneres, kinderfreundlicheres Gerät“ nicht wirklich vorstellen konnten. Hätte man den Kindern bspw. einen Inhalator mit Stickern oder in

Form eines Tieres zur Auswahl gestellt, so wäre dieser vor allem von jüngeren Kindern möglicherweise häufiger bevorzugt worden. Während Asthma-Inhalatoren in kindgerechtem Design bisher nicht standardmäßig zur Anwendung kommen, sind im Bereich der Feuchtinhalation bereits zahlreiche Produkte auf dem Markt, die diesen Designaspekt, z.B. in Form eines Inhalationsgerätes in Tierform, umgesetzt haben. In der aktuellen Literatur existieren aktuell jedoch doch noch keine Studien, die die Auswirkung eines kinderspezifischen Designs auf die Therapie-Compliance untersuchen. Ein kindgerechtes Design könnte aber tatsächlich dabei helfen, die Angst vor der Inhalation zu verringern und die Inhalation auf spielerische Art und Weise durchzuführen.

Ferner wurde eine *diskrete Nutzung* vom überwiegenden Teil der Kinder als *unwichtig* eingestuft. Diese Beobachtung konnte auch bei der Befragung von Erwachsenen gemacht werden, die ebenfalls zum überwiegenden Teil eine *diskrete Nutzung* als *unwichtig* bewerteten (Schreiber et al. 2020). Wir untersuchten in unserer Studie nicht, weshalb Kinder diese Eigenschaft als *unwichtig* erachten. Eine Erklärung könnte aber sein, dass bei der Frage Faktoren wie Ausgrenzung, Krankheitsgefühl oder das Gefühl, „anders zu sein“, nicht in Zusammenhang mit einem „*nicht-diskreten*“ Inhalator gebracht wurden. So könnte bspw. ein besonders großer und unschöner Inhalator durchaus als „peinlich“ oder „unangenehm“ empfunden werden. Das könnte vor allem im Kindesalter zu Hänseleien führen und einen negativen Einfluss auf die kindliche Entwicklung und das Selbstwertgefühl haben. Wir erachten demnach diese Eigenschaft trotz der Bewertung der Kinder für wichtig. An dieser Stelle sei aber darauf hingewiesen, dass bereits die meisten auf dem deutschen Markt erhältlichen Inhalatoren relativ klein und unauffällig sind.

4.3 Bewertung der Placebo-Inhalatoren hinsichtlich der Eigenschaften und Positiv- bzw. Negativpräferenz

Wir haben die Placebo-Inhalatoren hinsichtlich 8 verschiedener Eigenschaften untersucht. Zusammenfassend war der *Spiromax* der Gesamtfavorit in den einzelnen Kategorien und schnitt hinsichtlich der *Vorbereitung*, der *Benutzung*, der *Handhaltung*, der *Eignung im Notfall* und der *Gesamtzufriedenheit* am besten ab. Auch in vorherigen Studien schnitt der *Spiromax* im Vergleich zu seinen konkurrierenden Inhalatoren am besten ab (Rönmark et al. 2018).

In Bezug auf die *Kontrollfunktion der korrekten Inhalation* und das *Mundstück* schnitt der *Novalizer* am besten ab. Hinsichtlich des Designs wurde der *Dosieraerosol* als Favorit genannt. Unsere Ergebnisse zeigen deutlich, dass Kinder eine Präferenz bei der Wahl eines Inhalators haben und dass es relevante Unterschiede zwischen den einzelnen Inhalatortypen gibt. Anders als in der Studie von Chorão et al. von 2014, die keine eindeutigen Unterschiede hinsichtlich bevorzugter Inhalatoren feststellte, konnten wir hier eindeutige Unterschiede ermitteln.

Es fällt auf, dass der *Spiromax* in den meisten Kategorien am besten abschnitt und dennoch bei der Positivpräferenz („Welchen Inhalator würdest du als Favorit benennen?“) nicht an erster Stelle genannt wurde. Hier wurde der *Novolizer* am häufigsten angegeben. Eine mögliche Erklärung könnte sein, dass der *Novolizer* durch seine Kontrollfunktion derart überzeugte, dass die anderen Eigenschaften als „weniger relevant“ erschienen. Diese Annahme kann auch dadurch bestärkt werden, dass das *Zählwerk* als wichtigste Eigenschaft gewertet wurde und häufig mit „Kontrollfunktion“ gleichgestellt wird (LaForce et al. 2011; Hesso et al. 2019). Vor diesem Hintergrund wäre es interessant gewesen, wenn bei den Inhalatoreigenschaften gefragt worden wäre, ob den Kindern eine Kontrollfunktion wichtig ist. Diese Frage bildete allerdings nicht den Gegenstand unserer Untersuchung. Für kommende Studien wäre es also unbedingt empfehlenswert, zu untersuchen, wie wichtig Kindern eine Kontrollfunktion ist. Die von uns vorgestellte Erklärung für die zustande gekommene Diskrepanz bleibt hier eine lediglich Annahme.

Beim Vergleich der Inhalatoren, die am häufigsten in den genannten Kategorien als schlecht eingestuft wurden, zeigte sich, dass sowohl der *Breezhaler* als auch der *Respimat* am häufigsten als schlecht bewertet wurden. So schnitt der *Breezhaler* in den Kategorien *Vorbereitung*, *Handhaltung* und *Eignung im Notfall* am schlechtesten ab. Der *Respimat* schnitt in den Kategorien *Benutzung*, *Kontrolle der korrekten Benutzung*, *Gestaltung* und *Gesamtzufriedenheit* am schlechtesten ab. In Bezug auf das *Mundstück* wurde der *Diskus* als schlechtestes Inhalator genannt.

4.4 Statistische Prüfung der Forschungsfragen

Entgegen der aufgestellten Hypothesen konnten wir keinen Zusammenhang zwischen der Präferenz für einen Inhalator und dem Alter der Kinder feststellen. Auch für das Geschlecht konnte kein signifikanter Unterschied hinsichtlich der Präferenz beobachtet werden. Abschließend haben wir geprüft, ob der besuchte Schultyp einen Einfluss auf die Präferenz zeigt, wir konnten diese Hypothese jedoch ebenfalls nicht bestätigen.

Insgesamt schien wieder Alter, Geschlecht noch Schultyp Einfluss auf die Präferenz für einen bestimmten Inhalatortyp zu haben, sodass die Hypothesen *H1–H3* verworfen werden mussten. In den Ergebnissen fiel lediglich für den Inhalatortyp *Dosieraerosol* eine sehr enge Verteilung des Alters zwischen dem zwölften und fünfzehnten Jahr auf.

Die Annahme signifikanter Unterschiede bezüglich des Alters und der Bewertung bestimmter Inhalatoreigenschaften konnte nur teilweise bestätigt werden. Es zeigte sich nur für die *Farbe*, dass jüngere Kinder diese Eigenschaft häufiger als *wichtig* bewerteten. Dies konnte auch im Hinblick auf den Schultyp beobachtet werden. Nahezu alle GymnasiastInnen haben die *Farbe*

als *unwichtig* betrachtet, während diese Tendenz in den anderen Schulformen weniger stark ausgeprägt war. Auch zeigten sich signifikante Unterschiede bezüglich der Schulform und der Bewertung der folgenden Eigenschaften: *kurze Dauer der Durchführung* und *Einatemwiderstand*. Die Hypothesen *H4* und *H6* konnten deshalb teilweise bestätigt werden. Jedoch unterschied sich die Geschlechtsverteilung bei der Bewertung der Wichtigkeit für keine der Inhalatoreigenschaften in signifikanter Weise. Eine mögliche Ursache für die nicht signifikanten Ergebnisse könnte die geringe Fallzahl der vorliegenden Studie sein. Unsere Studie könnte hier den Ausgang für eine größere, multizentrische Studie bilden um die aufgestellten Hypothesen aussagekräftiger zu untersuchen.

4.5 Stärken und Grenzen dieser Studie

Die durchgeführte Studie ist eine der bisher ersten Untersuchungen, die sich industrieunabhängig mit der Präferenz von Kindern für Inhalatoren beschäftigt. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass es relevante Unterschiede hinsichtlich der einzelnen Inhalatoren gibt und dass aus Sicht der Kinder nicht alle Inhalatoren gleich gut geeignet sind. Für Angehörige der Gesundheitsberufe ist dieses Wissen für die klinische Praxis von großer Bedeutung, denn die Verschreibung eines passenden Inhalators ist ein komplexes Thema. Von großem Vorteil in unserer Studie ist außerdem die große Anzahl an Probanden und deren breites Altersspektrum. Auch die große Anzahl der untersuchten Placebo-Inhalatoren unterscheidet unsere Studie von bisherigen Arbeiten (bspw. Rönmark et al. 2018). Entgegen vieler bisheriger Studien wie jener von Chorão et al. aus dem Jahr 2014 haben wir zusätzlich demographische Daten untersucht. Das Einbeziehen der Eltern in die Studie liefert darüber hinaus interessante Informationen über die Versorgungssituation.

Bei der Erstellung der Fragebögen sowie der anschließenden Auswertung wurde dafür Sorge getragen, Fehlerquellen möglichst gering zu halten. Dennoch sind Fehler möglich, wie sie auch im Folgenden erläutert werden.

In dieser Umfrage wurden Patienten untersucht, die alle an die Kinderasthma-Sprechstunde der Universitätskinderklinik Magdeburg angebunden sind. Diese Stichprobe ist möglicherweise nicht vollständig repräsentativ für die breite Patientenpopulation. All diese Patienten haben durch die gute und in der Regel langjährige Betreuung im Rahmen der Asthma-Sprechstunde bereits gute Kenntnisse über ihre Erkrankung sowie den Verlauf und werden regelmäßig geschult. Es ist davon auszugehen, dass dies auf einige Antworten (auf Fragen wie „Von wem haben Sie Ihre Schulung erhalten?“, oder „Was war der Grund der Umstellung Ihres Inhalators?“) Einfluss genommen hat. Ein Selektionsbias kann deshalb nicht ganz ausgeschlossen werden. Es bleibt aber zu erwähnen, dass die Kinder zusätzlich zur Asthma-Sprechstunde von ihren niedergelassenen Kinderärzten und/oder Kinderpneumologen betreut werden.

Die Ergebnisse basieren nicht auf einer konstanten Stichprobengröße von $N = 80$ Patienten. Das liegt daran, dass bei vereinzelt Fragen die Kinder entweder aus Unverständnis, Längeweile oder fehlender Kooperationsbereitschaft keine Antwort gaben. In diesen Fällen verzichteten wir darauf, die Patienten ganz aus der Studie auszuschließen, da es in der Regel nur um wenige Fragen ging und nicht davon auszugehen war, dass dies Einfluss auf das Ergebnis hat. Ein vollständiges Ausschließen aus der Stichprobe hätte hingegen zu einem Informationsverlust geführt.

Schließlich ist zu beachten, dass es sich bei unserer Studie um eine subjektive Bewertung der Inhalatoren aus Sicht der Kinder handelt. Zukünftige Studien könnten auf die ermittelten Ergebnisse anknüpfen und untersuchen, welche Inhalatoren im Hinblick auf das Inhalationsmanöver und die Fehlerquote am besten geeignet sind. Auch könnten spezifische Eigenschaften der Inhalatoren, wie z.B. die notwendige Fingerstärke, untersucht werden, um festzustellen, ob alle Inhalatoren diesbezüglich in der pädiatrischen Population geeignet sind.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Die Auswahl eines geeigneten Inhalators für pädiatrische Asthma-Patienten sollte mit besonderer Sorgfalt erfolgen und die spezifischen Bedürfnisse, körperlichen und kognitiven Fähigkeiten und Präferenzen im Kindesalter berücksichtigen. Das Ziel unserer industrieunabhängigen Studie war es, relevante Unterschiede verschiedener Inhalatormodelle festzustellen und zu ermitteln, welche Inhalatoreigenschaften Kindern wichtig sind. Dafür untersuchten wir 9 in Deutschland gebräuchliche Inhalatoren. Diese waren: *Breezhaler*, *Diskus*, *Autohaler*, *Novolizer*, *Spiromax*, ein handelsübliches pMDI, *Respimat*, *Easyhaler* und *Turbohaler*. Wir wollten darüber hinaus feststellen, welche Auswirkungen das Alter, das Geschlecht und der Schultyp auf die Präferenz haben.

Die Analyse der Studie basiert auf einem selbstentwickelten Fragebogen und validierten Checklisten zur objektiven Beurteilung der Patientenpräferenz, Versorgungssituation und Inhalationstechnik. Die Ergebnisse zeigen, dass der *Novolizer* sowie der *Spiromax* von den Kindern am meisten favorisiert wurden. In Bezug auf die einzelnen Inhalatoreigenschaften wurden am häufigsten das Vorhandensein eines *Zählwerkes*, *die einfache Handhabung* und eine *kurze Dauer der Inhalation* als wichtig genannt. Sowohl der *Spiromax* als auch der *Novolizer* erwiesen sich hinsichtlich dieser Eigenschaften als Favoriten gegenüber den anderen Inhalatormodellen. Darüber hinaus schnitt der *Spiromax* in der Kategorie *Eignung im Notfall* am besten ab. Der *Novolizer* wurde zusätzlich als Gesamtfavorit in der Kategorie *Kontrolle der korrekten Inhalation* genannt. Weder das Alter noch das Geschlecht oder der besuchte Schultyp schienen auf die ermittelten Präferenzen Einfluss zu nehmen.

Die Ergebnisse unserer Studie machen deutlich, dass es relevante Unterschiede hinsichtlich der verschiedenen Inhalatoren gibt. Die Identifizierung der Patientenpräferenzen für einen Inhalator kann die Therapietreue erhöhen, die Fehlerrate reduzieren und damit den Krankheitsverlauf verbessern. Diese Zusammenhänge sind bereits bekannt, dennoch existiert in der klinischen Praxis Unsicherheit darüber, welche Inhalatormodelle von Kindern präferiert werden. Die Ergebnisse unserer Studie sollen Ärzten bei zukünftigen Therapieentscheidungen helfen. Darüber hinaus soll die Studie einen Ausgangspunkt für weitere Studien bieten, die den Einfluss der Verwendung des favorisierten Inhalators auf die langfristige Therapietreue und die Fehlerrate untersuchen.

Literaturverzeichnis

1. Beasley, Richard, Ellwood, Philippa, Asher, Innes: International patterns of the prevalence of pediatric asthma, The ISAAC program. *The Pediatric Clinics of North America* 2003, 50(3), 539–553.
2. Berdel, Dietrich: *Asthmatherapie bei Kindern und Jugendlichen*. UNI-MED Verlag, 2002, Bremen.
3. Berdel, Dietrich, Forster, Johannes, Gappa, Monika et al.: *Asthma bronchiale im Kindes- und Jugendalter, Leitlinien der Gesellschaft für pädiatrische Allergologie und Umweltmedizin*, 2007. Online unter: https://www.gpau.de/fileadmin/user_upload/GPA/dateien_indiziert/Leitlinien/gem._Leitlinie_Asthma.pdf (Stand: 12.05.2019).
4. Berger, W. E.: Paediatric pulmonary drug delivery: considerations in asthma treatment. *Expert Opinion on Drug Delivery* 2005, 2(6), 965–980.
5. Bisgaard, Hans, Bønnelykk, Karin: Long-term studies of the natural history of asthma in childhood. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2010, 126(2), 187–197.
6. Biswas, R., Patel, G., Mohsin, A., Hanania, N. & Sabharwal, A.: Measuring Competence in Metered Dose Inhaler Use Using Capmedic Electronic Inhaler Monitoring Tool. *Chest* 2016, 150(4), 14A.
7. Biswas, R., Hanania, N. A. & Sabharwal, A.: Factors Determining In Vitro Lung Deposition of Albuterol Aerosol Delivered by Ventolin Metered-Dose Inhaler. *Journal of Aerosol Medicine and Pulmonary Drug Delivery* 2017, 30(4), 256–266.
8. Bousquet, J., Knani, J., Dhivert, H., Richard, A., Chicoye, A., Ware, J. E. & Michel, F. B.: Quality of life in asthma. I. Internal consistency and validity of the SF-36 questionnaire. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 1994, 149(2), 371–375.
9. Buhl, Roland, Robert Bals, Xaver Baur et al.: *S2k-Leitlinie zur Diagnostik und Therapie von Patienten mit Asthma*, Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften e.V., 2017. Online unter: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/020-009l_S2k_Asthma_Diagnostik_Therapie_2017-11_1.pdf (Stand: 10.11.2020).
10. Bundesärztekammer (BÄK): (Muster-)Berufsordnung-Ärzte, zuletzt aktualisiert 14.12.2018. Online unter: <https://www.bundesaerztekammer.de> (Stand: 17.12.2020).
11. Bundesärztekammer (BÄK): *WMA Deklaration von Helsinki – Ethische Grundsätze für die medizinische Forschung am Menschen*, zuletzt aktualisiert: 23.09.2019. Online unter: <https://www.bundesaerztekammer.de> (Stand: 30.11.2020).

-
12. Bundesärztekammer (BÄK), Kassenärztliche Bundesvereinigung (KBV), Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF): Nationale Versorgungsleitlinie Asthma – Langfassung, 4. Auflage. Version 1. 2020. Online unter: www.asthma.versorgungsleitlinien.de (Stand 09.10.2020).
 13. Bundesgesundheitsministerium: Chronisch kranke Menschen 2020, zuletzt aktualisiert: 23. Oktober 2020. Online unter: <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/service/begriffe-von-a-z/c/chronisch-krank-menschen.html> (Stand: 30.11.2020).
 14. Bush, A.: Lung Development and Aging. *Annals of the American Thoracic Society* 2016, 13(5), S438–S446.
 15. Bush, A., Fleming, L. & Saglani, S.: Severe asthma in children. *Respirology* 2017, 22(5), 886–897.
 16. Carpenter, D. M., Roberts, C. A., Sage, A. J., George, J. & Horne, R.: A Review of Electronic Devices to Assess Inhaler Technique. *Current Allergy and Asthma Reports* 2017, 17(3), 17.
 17. Chapman, K. R., Hinds, D., Piazza, P., Gibbs, M., Raheison, C., Gaalswyk, K., Greulich, T., Lin, J., Adachi, M. & Davis, K.: Physician Perspectives on the Burden and Management of Asthma in Six Countries: The Global Asthma Physician Survey (GAPS). *Pneumologie* 2017, 71(S 01), 1–125.
 18. Chen, S.-H., Yin, T. J. C. & Huang, J.-L.: An exploration of the skills needed for inhalation therapy in schoolchildren with asthma in Taiwan. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology* 2002, 89(3), 311–315.
 19. Chorão P., Pereira A. & Fonseca J.: Inhaler devices in asthma and COPD – An assessment of inhaler technique and patient preferences. *Respiratory Medicine* 2014, 108(7), 968–975.
 20. Cho-Reyes, S., Celli, B. R., Dembek, C., Yeh, K. & Navaie, M.: Inhalation Technique Errors with Metered-Dose Inhalers Among Patients with Obstructive Lung Diseases: A Systematic Review and Meta-Analysis of U.S. Studies. *Chronic Obstructive Pulmonary Diseases: Journal of the COPD Foundation* 2019, 6(3), 267–280.
 21. Chung, Li Ping & Paton, James Y.: Two Sides of the Same Coin? - Treatment of Chronic Asthma in Children and Adults. *Frontiers in Pediatrics* 2019, Vol. 7 Article 62.
 22. Ciciliani, A.-M., Langguth, P. & Wachtel, H.: Handling forces for the use of different inhaler devices. *International Journal of Pharmaceutics* 2019, 560, 315–321.
 23. Cobham, V. E., Hickling, A., Kimball, H., Thomas, H. J., Scott, J. G. & Middeldorp, C. M.: Systematic Review: Anxiety in Children and Adolescents With Chronic Medical Conditions. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry* 2020, 59(5), 595–618.

-
24. Cotterell, E. M., Gazarian, M., Henry, R. L., O'Meara, M. W. & Wales, S. R.: Child and parent satisfaction with the use of spacer devices in acute asthma. *Journal of Paediatrics and Child Health* 2002, 38(6), 604–607.
 25. Crompton, Graham K., Peter J. Barnes & Corrigan, Chris et al.: The need to improve inhalation technique in Europe: a report from the Aerosol Drug Management Improvement Team. *Respiratory Medicine* 2006, 100(9), 1479–1494.
 26. Demoly P, Annunziata K, Gubba E, Adamek L.: Repeated cross-sectional survey of patient-reported asthma control in Europe in the past 5 years. *Eur Respir Rev.* 2012, 21, 66–74.
 27. Doyle S, Lloyd A, Williams A et al.: What happens to patients who have their asthma device switched without their consent? *Prim Care Respir J* 2010, 19(2), 131–9.
 28. Deutsche Atemwegsliga: Autohaler, zuletzt aktualisiert: 15.08.2013. Online unter: <https://www.atemwegsliga.de/autohaler.html> (Stand: 15.11.2020).
 29. Deutsche Atemwegsliga: Breezhaler, zuletzt aktualisiert: 15.08.2013. Online unter: <https://www.atemwegsliga.de/breezhaler.html> (Stand: 15.11.2020).
 30. Deutsche Atemwegsliga: Diskus, zuletzt aktualisiert: 15.08.2013. Online unter: <https://www.atemwegsliga.de/diskus.html> (Stand: 15.11.2020).
 31. Deutsche Atemwegsliga: Dosieraerosol, zuletzt aktualisiert: 04.02.2016. Online unter: <https://www.atemwegsliga.de/dosieraerosol.html> (Stand: 15.11.2020).
 32. Deutsche Atemwegsliga: Easyhaler, zuletzt aktualisiert: 20.05.2020. Online unter: <https://www.atemwegsliga.de/easyhaler.html> (Stand: 15.11.2020).
 33. Deutsche Atemwegsliga: Feuchtinhalation, zuletzt aktualisiert: 28.03.2018. Online unter: <https://www.atemwegsliga.de/vernebler.html> (Stand: 12.05.2019).
 34. Deutsche Atemwegsliga: Inhalation von Medikamenten bei Asthma und COPD. Online unter: www.atemwegsliga.de/tl_files/eigene-dateien/informationmaterial/Deviceschulung-Vortrag.pdf (Stand: 13.10.2020).
 35. Deutsche Atemwegsliga: Inhalierhilfen/Spacer, zuletzt aktualisiert: 15.08.2013. Online unter: <https://www.atemwegsliga.de/dosieraerosol-spacer.html> (Stand: 12.05.2019).
 36. Deutsche Atemwegsliga: Novolizer, zuletzt aktualisiert: 04.07.2018. Online unter: <https://www.atemwegsliga.de/novolizer.html> (Stand: 15.11.2020).
 37. Deutsche Atemwegsliga: Respimat, zuletzt aktualisiert: 03.04.2019. Online unter: <https://www.atemwegsliga.de/respimat.html> (Stand: 14.05.2019).

-
38. Deutsche Atemwegsliga: Spiromax, zuletzt aktualisiert: 03.06.2014. Online unter: <https://www.atemwegsliga.de/spiromax.html> (Stand: 15.11.2020).
39. Deutsche Atemwegsliga: Turbohaler, zuletzt aktualisiert: 15.08.2013. Online unter: <https://www.atemwegsliga.de/turbohaler.html> (Stand: 15.11.2020).
40. Ding, B., Small, M., Scheffel, G. & Holmgren, U.: Maintenance inhaler preference, attribute importance, and satisfaction in prescribing physicians and patients with asthma, COPD, or asthma–COPD overlap syndrome consulting for routine care. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 2018, 13, 927–936.
41. Duarte-de-Araújo, A., Teixeira, P., Hespanhol, V. & Correia-de-Sousa, J.: COPD: misuse of inhaler devices in clinical practice. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 2019, 14, 1209–1217.
42. Duerden, M. & Price, D.: Training Issues in the Use of Inhalers. *Disease Management and Health Outcomes* 2001, 9(2), 75–87.
43. Erickson, Steven R., Amy Horton & Kirking, Duane M.: Assessing metered-dose inhaler technique: comparison of observation vs. patient self-report. *Journal of Asthma* 1998, 35(7), 575–583.
44. Farag, H., Abd El-Wahab, E. W., El-Nimr, N. A. & Saad El-Din, H. A.: Asthma action plan for proactive bronchial asthma self-management in adults: a randomized controlled trial. *International Health* 2018, 10(6), 502–516.
45. Fink, James B. & Rubin, Bruce K.: Problems with inhaler use: a call for improved clinician and patient education. *Respiratory Care* 2005, 50(10), 1360–1374.
46. Gibson, P. G., Powell, H., Coughlan, J. et al.: Self-management education and regular practitioner review for adults with asthma. *Cochrane Database Syst Rev* 2003(1), CD001117. Online unter: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12535399> (Stand: 09.10.2020)
47. Gilliland, Frank D., Li Yu-fen & Peters, John M.: Effects of maternal smoking during pregnancy and environmental tobacco smoke on asthma and wheezing in children. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine* 2001, 163(2), 429–436.
48. Giner J., Torrejón M., Ramos. et al.: Patient preference in the choice of dry powder inhalers. *Archivos Bronconeumología* 2004, 40(3), 106–109.
49. Gillette, C., Rockich-Winston, N., Kuhn, J. B. A., Flesher, S. & Shepherd, M.: Inhaler Technique in Children With Asthma: A Systematic Review. *Academic Pediatrics* 2016, 16(7), 605–615.
50. Girodet, Pierre-Olivier, Raherison, Chantal, Abouelfath, Abdelilah et al.: Utilisation des systèmes d'inhalation dans la bronchopneumopathie chronique obstructive: Real-life

-
- use of inhaler devices for chronic obstructive pulmonary disease in primary care. *Thérapie* 2003, 58(6), 499–504.
51. Global Initiative for Asthma (GINA): Global Strategy for Asthma Management and Prevention, 2020. Online unter: <https://ginasthma.org/gina-reports/> (Stand: 13.10.2020).
52. Gravel, K., Légaré, F. & Graham, I. D.: Barriers and facilitators to implementing shared decision-making in clinical practice: a systematic review of health professionals' perceptions. *Implementation Science* 2006, 73(3), 526–535.
53. Guenter, K., Boeselt, T., Kroenig, J., Hildebrandt, O., Koehler, N., Viniol, C. & Koehler, U.: Die Asthmakontrolle bei Erwachsenen und Kindern muss optimiert werden! *Pneumologie* 2018, 72(10), 681–686.
54. Hämmerlein A, Müller U, Schulz M.: Pharmacist-led intervention study to improve inhalation technique in asthma and COPD patients. *J Eval Clin Pract* 2011, 17(1), 61–70.
55. Hantulik P., Wittig K., Henschel Y. et al.: Usage and usability of one dry powder inhaler compared to other inhalers at therapy start: an open, non-interventional observational study in Poland and Germany. *Pneumonol Alergol Pol.* 2015, 83, 365–377.
56. Hausen, Thomas: *Pneumologie für die Praxis: Akute und chronische Atemwegserkrankungen mit Besonderheiten im fortschreitenden Alter.* Urban & Fischer/Elsevier, 2018, München.
57. Helmholtz Zentrum München, Lungeninformationsdienst: Wie häufig ist Asthma? Letzte Aktualisierung: 30.04.2018. Online unter: <https://www.lungeninformationsdienst.de/krankheiten/asthma/verbreitung/index.html> (Stand: 12.05.2019).
58. Hermanns, N., Kulzer, B., Krichbaum, M., Kubiak, T. & Haak, T.: Affective and anxiety disorders in a German sample of diabetic patients: prevalence, comorbidity and risk factors. *Diabetic Medicine* 2005, 22(3), 293–300.
59. Herold, Gerd: *Innere Medizin.* Eigenverlag, 2019, Köln.
60. Hesso, I., Nabhani Gebara, S., Greene, G., Co stello, R. W., Kayyali, R.: A quantitative evaluation of adherence and inhalation technique among respiratory patients: An observational study using an electronic inhaler assessment device. *International Journal of Clinical Practice* 2019, 74(2), e13437.
61. Hodder R., Reese P., Slaton T.: Asthma patients prefer Respimat Soft Mist Inhaler to Turbuhaler. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease* 2009, 4, 225–232.
62. Horner, S. D. & Fouladi, R. T.: Improvement of Rural Children's Asthma Self-Management by Lay Health Educators. *Journal of School Health* 2008, 78(9), 506–513.

-
- 63.Kozma C., Slaton T., Monz B., Hodder R., Reese P.: Development and validation of a patient satisfaction and preference questionnaire for inhalation devices. *Treat Respir. Med.*, 2005, 4(1), 41–52.
- 64.LaForce, C., Weinstein, C., Nathan, R. A., Weinstein, S. F., Staudinger, H. & Meltzer, E. O.: Patient Satisfaction with a Pressurized Metered-Dose Inhaler with an Integrated Dose Counter Containing a Fixed-Dose Mometasone Furoate/Formoterol Combination. *Journal of Asthma* 2011, 48(6), 625–631.
- 65.Larsen, Julie S., Mary Hahn, Mary, P. Ekholm, Bruce et al.: Evaluation of conventional press-and-breathe metered-dose inhaler technique in 501 patients. *Journal of Asthma* 1994, 31(3), 193–199.
- 66.Lavorini, F., Magnan, A., Christophe Dubus, J., Voshaar, T., Corbetta, L., Broeders, M., Dekhuijzen, R., Sanchis, J., Viejo, J. L., Barnes, P., Corrigan, C., Levy, M. & Crompton, G. K.: Effect of incorrect use of dry powder inhalers on management of patients with asthma and COPD. *Respiratory Medicine* 2008, 102(4), 593–604.
- 67.Lentze, M. J., Schaub, J., Schulte, F. & Spranger, J.: *Pädiatrie: Grundlagen und Praxis* (German Edition). Springer Verlag 2003 (2., überarb. u. erw. Aufl.)
- 68.Levy, M. L.: National Review of Asthma Deaths (NRAD). *British Journal of General Practice* 2014, 64(628), 564.2–564.
- 69.Lewis A, Torvinen S, Dekhuijzen PN, Chrystyn H, Watson AT, Blackney M, Plich A.: The economic burden of asthma and chronic obstructive pulmonary disease and the impact of poor inhalation technique with commonly prescribed dry powder inhalers in three European countries. *BMC Health Serv Res.* 2016, 16, 251.
- 70.Lexmond, A. J., Kruizinga, T. J., Hagedoorn, P., Rottier, B. L., Frijlink, H. W. & de Boer, A. H.: Effect of Inhaler Design Variables on Paediatric Use of Dry Powder Inhalers. *PLoS ONE* 2014, 9(6), e99304.
- 71.Lindemann, Hermann, Riedel, Frank: *Asthma bronchiale im Kindes- und Jugendalter*. Thieme Verlag, 1999, Stuttgart.
- 72.Loh A, Simon D, Kriston L et al. Patientenbeteiligung bei medizinischen Entscheidungen – Effekte der Partizipativen Entscheidungsfindung aus systematischen Reviews. *Dtsch Arztebl* 2007, 104(21), A-1483-8.
- 73.Lohaus, Arnold, Heinrichs, Nina: *Chronische Erkrankungen im Kindes- und Jugendalter: Psychologische und medizinische Grundlagen*. BELTZ Verlag, 2013, Weinheim, Basel.
- 74.Lüpke, Niels-Peter (Hrsg.): *Moderne rationale Asthmatherapie*. UNI-MED Science, UNI-MED Verlag, 2002, Bremen.

-
75. Martin, C. L. & Halverson, C. F.: A schematic processing model of sex typing and stereotyping in children. *Child Development* 1981, 52(4), 1119–1134.
76. Molimard, Mathieu, Raheison, Chantal, Lignot, Séverine et al.: Assessment of handling of inhaler devices in real life: an observational study in 3811 patients in primary care. *Journal of Aerosol Medicine* 2003, 16(3), 249–254.
77. Morton RW, Everard ML, Elphick HE. Adherence in childhood asthma: the elephant in the room. *Archives of Disease in Childhood* 2014, 99(10), 949–53.
78. Mutius, E., Gappa, M., Eber, E. & Frey, U.: *Pädiatrische Pneumologie (German Edition)*. 3., vollst. überarb. Aufl. 2013, Springer. Ort?
79. Neuhauser, Hannelore, Poethko-Müller, Christina: Chronische Erkrankungen und impfpräventable Infektionserkrankungen bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland, Ergebnisse der KiGGS-Studie – Erste Folgebefragung (KiGGS Welle 1). *Bundesgesundheitsblatt* 2014, 57, 779–788.
80. Nikander, K., Nicholls, C., Denyer, J. & Pritchard, J.: The Evolution of Spacers and Valved Holding Chambers. *Journal of Aerosol Medicine and Pulmonary Drug Delivery* 2014, 27(S1), S-4.
81. NOVOPULMON - Anwendung, Nebenwirkungen, Wechselwirkungen. Apotheken-Umschau 2018. Online unter: <https://www.apotheken-umschau.de/medikamente/beipackzettel/novopulmon-200-g-novolizer-inhalpatr1x200-ed-1424564.html> (Stand: 12.02.2018)
82. O'Hagan, P., Dederichs, J., Viswanad, B., Gasser, M. & Walda, S.: Patient preference for a maintenance inhaler in chronic obstructive pulmonary disease: a comparison of Breezhaler and Respimat. *Journal of Thoracic Disease* 2018, 10(10), 5727–5735.
83. Pappalardo AA, Karavolos K, Martin MA: What really happens in the home: the medication environment of urban, minority youth. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2017, 5(3), 764–770.
84. Pedersen, S., Dubus, J. C. & Crompton, G.: The ADMIT series — Issues in Inhalation Therapy. 5) Inhaler selection in children with asthma. *Primary Care Respiratory Journal* 2010, 19(3), 209–216.
85. Pekkanen, Juha & Pearce, Neil: Defining asthma in epidemiological studies. *European Respiratory Journal* 1999, 14(4), 951–957.
86. Pedersen, S., Frost, L. & Arnfred, T.: Errors in Inhalation Technique and Efficiency in Inhaler Use in Asthmatic Children. *Allergy* 1986, 41(2), 118–124.

-
87. Peters, D., Davis, S., Calvo, R. A., Sawyer, S. M., Smith, L. & Foster, J. M.: Young People's Preferences for an Asthma Self-Management App Highlight Psychological Needs: A Participatory Study. *Journal of Medical Internet Research* 2017, 19(4), e113.
88. Pharmazeutische Aerosole für pädiatrische und geriatrische Patienten, 2017. Online unter: <https://openscience.ub.uni-mainz.de/bitstream/20.500.12030/2524/1/100001442.pdf> (Stand: 13.10.2020).
89. Plaza, V., Giner, J., Rodrigo, G. J., Dolovich, M. B. & Sanchis, J.: Errors in the Use of Inhalers by Health Care Professionals: A Systematic Review. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice* 2018, 6(3), 987–995.
90. Plaza, V., Giner, J., Calle, M., Ryttilä, P., Campo, C., Ribó, P. & Valero, A.: Impact of patient satisfaction with his or her inhaler on adherence and asthma control. *Allergy and Asthma Proceedings* 2018, 39(6), 437–444.
91. Pohl, Wolfgang, Manfred Götz & Andreas R. Koczulla: *Moderne Asthmatherapie*. UNI-MED Verlag, 2007, Bremen.
92. Perpiño Tordera M., Viejo J., Sanchis J. et al.: Assessment of patient satisfaction and preferences with inhalers in asthma with the FSI-10 Questionnaire. *Archivos Bronconeumología* 2008, 44(7), 346–352.
93. Petro, Wolfgang, Greiner, Wolfgang, Metzdorf, Normbert et al.: *Effizienz eines Disease Management Programmes bei Asthma*. Pneumologie 2005, 59(2), 101–107, Thieme Verlag, 2005, Stuttgart/New York.
94. Pradel, F. G., Hartzema, A. G. & Bush, P. J.: Asthma self-management: the perspective of children. *Patient Education and Counseling* 2001, 45(3), 199–209.
95. Price, D., Fletcher, M. & van der Molen, T.: Asthma control and management in 8,000 European patients: the Recognise Asthma and Link to Symptoms and Experience (REALISE) survey. *npj Primary Care Respiratory Medicine* 2014, 24(1), 681–686.
96. Price, D. B., Román-Rodríguez, M., McQueen, R. B., Bosnic-Anticevich, S., Carter, V., Gruffydd-Jones, K., Haughney, J., Henrichsen, S., Hutton, C., Infantino, A., Lavorini, F., Law, L. M., Lisspers, K., Papi, A., Ryan, D., Ställberg, B., van der Molen, T. & Chrystyn, H.: Inhaler Errors in the CRITIKAL Study: Type, Frequency, and Association with Asthma Outcomes. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology, In Practice* 2017, 5(4), 1071–1081.e9.
97. Rabe, Klaus F., Mitsuru Adachi, Lai. Christopher K. W. et al.: Worldwide severity and control of asthma in children and adults: the global asthma insights and reality surveys. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 2004, 114(1), 40–47.
98. Rabe, K. F., Vermeire, P. A., Soriano, J. B. & Maier, W. C.: Clinical management of asthma in 1999: the Asthma Insights and Reality in Europe (AIRE) study. *European Respiratory Journal* 2000, 16(5), 802–807.

-
- 99.Randolph, C., Fraser, B.: Stressors and concerns in teen asthma. *Curr Probl Pediatr* 1999, 29(3), 82–93.
- 100.Reinhardt, Dietrich: *Asthma bronchiale im Kindesalter*. Springer, 1996, Heidelberg.
- 101.Robert Koch-Institut: Faktenblatt zu GEDA 2012, Ergebnisse der Studie »Gesundheit in Deutschland aktuell 2012«, *Asthma bronchiale*, 2014. Online unter: http://www.rki.de/DE/Content/Gesundheitsmonitoring/Gesundheitsberichterstattung/GBEDownloadsF/Geda2012/Asthma_bronchiale.pdf?__blob=publicationFile de (Stand: 12.05.2019).
- 102.Rönmark, P., Jagorstrand, B., Safiotti, G., Menon, S. & Bjermer, L.: Comparison of correct technique and preference for Spiromax®, Easyhaler® and Turbuhaler®: a single-site, single-visit, crossover study in inhaler-naïve adult volunteers. *European Clinical Respiratory Journal* 2018, 5(1), 1529536.
- 103.Ruble, D. N., Taylor, L. J., Cyphers, L., Greulich, F. K., Lurye, L. E. & Shrout, P. E.: The Role of Gender Constancy in Early Gender Development. *Child Development* 2008, 78(4), 1121–1136.
- 104.Ruessel, K., Luecke, E. & Schreiber, J.: Inhaler Devices in a Geriatric Patient Population: A Prospective Cross-Sectional Study on Patient Preferences. *Patient Preference and Adherence* 2020, 14, 1811–1822.
- 105.Samady W, Rodriguez VA, Gupta R, Palac H, Karamanis M, Press VG.: Critical Errors in Inhaler Technique among Children Hospitalized with Asthma. *J Hosp Med* 2019, 14(6), 361–365.
- 106.Sanchis, J., Gich, I. & Pedersen, S.: Systematic Review of Errors in Inhaler Use: Has Patient Technique Improved Over Time? *Chest* 2016, 150(2), 394–406.
- 107.Santer, M., Ring, N., Yardley, L., Geraghty, A. W. A. & Wyke, S.: Treatment non-adherence in pediatric long-term medical conditions: systematic review and synthesis of qualitative studies of caregivers' views. *BMC Pediatrics* 2014, 14(1), 63.
- 108.Schreiber, J., Sonnenburg, T. & Luecke, E.: Inhaler devices in asthma and COPD patients- a prospective cross-sectional study on inhaler preferences and error rates. *BMC Pulmonary Medicine* 2020, 20(1), 222.
- 109.Schwarz, S.: *Die Asthmaschule für mein Kind: Informationen für den Alltag von Kindern und Jugendlichen mit Asthma, Asthmaverhaltenstraining*. Schlütersche Verlag, 2014, Hannover.
- 110.Shrestha, M., Haroon P. & Beth A. et al.: Metered-dose inhaler technique of patients in an urban ED: Prevalence of incorrect technique and attempt at education. *American Journal of Emergency Medicine* 1996, 14(4), 380–384.

-
111. Sidani, S., Epstein, D. R., Fox, M. & Collins, L.: The contribution of participant, treatment, and outcome factors to treatment satisfaction. *Research in Nursing & Health* 2018, 41(6), 572–582.
112. Sleath, B., Ayala, G. X., Gillette, C., Williams, D., Davis, S., Tudor, G., Yeatts, K. & Washington, D.: Provider Demonstration and Assessment of Child Device Technique During Pediatric Asthma Visits. *PEDIATRICS* 2011, 127(4), 642–648.
113. Statistisches Bundesamt: Krankheitskosten: Deutschland, Jahre, Krankheitsdiagnosen, 2015 (ICD-10). Online unter: https://www.destatis.de/DE/Themen/Querschnitt/Jahrbuch/jb-gesundheit.pdf?__blob=publicationFile (Stand: 21.08.2019), S. 153.
114. Stelmach R., Robles-Ribeiro P., Ribe Stelmacher R., Robles-Ribeiro P. et al.: Incorrect application technique of metered dose inhalers by internal medicine residents: impact of exposure to a practical situation. *Journal of Asthma* 2007, 44(9), 765–768.
115. Steppuhn H, Kuhnert R, Scheidt-Nave C. 12-Monats-Prävalenz von Asthma bronchiale bei Erwachsenen in Deutschland. *Journal of health monitoring* 2017, 2(3), 36–45.
116. Takemura, M., Kobayashi, M., Kimura, K., Mitsui, K., Masui, H., Koyama, M., Itotani, R., Ishitoko, M., Suzuki, S., Aihara, K., Matsumoto, M., Oguma, T., Ueda, T., Kagioka, H. & Fukui, M.: Repeated Instruction on Inhalation Technique Improves Adherence to the Therapeutic Regimen in Asthma. *Journal of Asthma* 2010, 47(2), 202–208.
117. Thamm, Roma, Christina Poethko-Müller & Antje Hüther: Allergische Erkrankungen bei Kindern und Jugendlichen in Deutschland – Querschnittergebnisse aus KiGGS Welle 2 und Trends. *Journal of Health Monitoring* 2018, 3 (3), 3–18.
118. Thomas, M., Price, D., Chrystyn, H. et al.: Inhaled corticosteroids for asthma: Impact of practice level device switching on asthma control. *BMC Pulm Med* 2009, 9, 1.
119. Upton, J., Fletcher, M., Madoc-Sutton, H., Sheikh, A., Caress, A.-L. & Walker, S.: Shared decision making or paternalism in nursing consultations? A qualitative study of primary care asthma nurses' views on sharing decisions with patients regarding inhaler device selection. *Health Expectations* 2011, 14(4), 374–382.
120. Usmani, O. S., Lavorini, F., Marshall, J., Dunlop, W. C. N., Heron, L., Farrington, E. & Dekhuijzen, R.: Critical inhaler errors in asthma and COPD: a systematic review of impact on health outcomes. *Respiratory Research* 2018, 19(1), 10.
121. van der Lee JH, Mokkink LB, Grootenhuys MA, Heymans HS, Offringa M: Definitions and measurement of chronic health conditions in childhood: a systematic review. *JAMA* 2007, 297(24), 2741–51.

-
- 122.van Wonderen, Karina E., Lonneke van der Mark & Jacob Mohrs et al.: Different definitions in childhood asthma: how dependable is the dependent variable? *European Respiratory Journal* 2010, 36(1), 48–56.
- 123.Virella Pérez, Y. I., Medlow, S., Ho, J., Steinbeck, K.: Mobile and Web-Based Apps That Support Self-Management and Transition in Young People With Chronic Illness: Systematic Review. *Journal of Medical Internet Research* 2019, 21(11), e13579.
- 124.Weiland, Stephan, von Mutius, Erika, Keil, Ulrich et al.: Die internationale Studie zu Asthma und Allergien im Kindesalter (ISAAC). *Allergologie* 1999, 22 (5), 275–282.
- 125.Williams LK, Peterson EL, Wells K et al.: Quantifying the proportion of severe asthma exacerbations attributable to inhaled corticosteroid nonadherence. *J Allergy Clin Immunol.* 2011, 128(6), 1185–91 e2.
- 126.Wolf-Kühn, N. & Morfeld, M.: *Rehabilitationspsychologie*. Springer Publishing, 2015, Wiesbaden.
- 127.World Health Organisation (WHO): Asthma: Key facts, 2020. Online unter: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/asthma> (Stand: 21.10.2020).

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen danken, die mir mein Studium und die Vollendung meiner Promotion ermöglichten:

Herrn Prof. Dr. Jens Schreiber danke ich für die Möglichkeit, in seiner Klinik meine Promotionsarbeit anfertigen zu dürfen und für die interessante Promotions-Thematik, sowie seine stete Hilfsbereitschaft.

Frau Dr. Ines Adams danke ich sehr für die Einweisung und Hilfe in die Abläufe der Ambulanzsprechstunde der Universitätskinderklinik Magdeburg, sowie für ihr Engagement bei der Patientenrekrutierung. An dieser Stelle möchte ich außerdem die Gelegenheit nutzen und dem Team der Ambulanzsprechstunde für Ihre Aufnahme ins Team und die hilfsbereite Arbeitsatmosphäre zu danken.

Außerdem danke ich Herrn Dipl.-Phys., M.Sc. Dirk Schomburg für viele ergiebige Gespräche und Anregungen, sowie seine großen Bemühungen bei der Umsetzung vieler Ideen und Vorstellungen bezüglich der Ergebnisse dieser Promotionsarbeit.

Ganz besonders danke ich meinen Eltern, die mir das Studium erst ermöglichten und Florian Albers, der meiner Arbeit viel Verständnis und Geduld entgegenbrachte.

Ehrenerklärung

Ich erkläre, dass ich die der Medizinischen Fakultät der Otto-von-Guericke-Universität zur Promotion eingereichte Dissertation mit dem Titel „Inhalationsdevices bei Kindern mit Asthma – eine Studie zur Patientenpräferenz“ an der Universitätsklinik Magdeburg mit Unterstützung durch Herrn Professor Schreiber, Frau Doktor Adams, das Team der Ambulanzsprechstunde der Kinderklinik und Dirk Schomburg vom Institut für Biometrie und Medizinische Informatik der Otto-von-Guericke-Universität ohne sonstige Hilfe durchgeführt und bei der Abfassung der Dissertation keine anderen als die dort aufgeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Bei der Abfassung der Dissertation sind Rechte Dritter nicht verletzt worden.

Ich habe diese Dissertation bisher an keiner in- oder ausländischen Hochschule zur Promotion eingereicht.

Ich übertrage der Medizinischen Fakultät das Recht, weitere Kopien meiner Dissertation herzustellen und zu vertreiben.

Magdeburg, den 02.06.2021

Franziska Elisa Tietz

Darstellung des Bildungsweges

seit 08/2020	Assistenzärztin in der Pädiatrie der Immanuel Albertinen Diakonie Bernau
12015- 2020	Klinischer Abschnitt Humanmedizin an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
2019-2020	Vorsitz beim Jungen Nachwuchs der Deutschen Gesellschaft für Kinder- und Jugendpsychiatrie, Psychosomatik und Psychotherapie e.V.
2013 – 2015	Vorklinik Humanmedizin an der Semmelweis Universität Budapest
2012-2013	Vorbereitungsjahr am Mc Daniel College Budapest
2004- 2012	Abitur am Robert-Bosch-Gymnasium Gerlingen und Schüleraustausch an die Henley High-School Australien

Magdeburg, den 02.06.2021

Franziska Elisa Tietz

Anhänge

Anhang 1	Tabellen.....	XXIX
Anhang 2	Abbildungen.....	XXXVII
Anhang 3	Fragebögen	XXXIX
Anhang 4	CD Anhang	XLIV

Anhang 1 Tabellen

Tabelle I: Selbstständigkeit der Inhalatoranwendung in absoluten Häufigkeiten bei unterschiedlicher Bewertung der Wichtigkeit von Inhalatoreigenschaften (N = 80)

Bewertung	Einfachheit			Dauer			Einatemwid.			Handhabb.			Zählwerk		Design			Farbe	
	w	u	e	w	u	e	w	u	e	w	u	e	w	u	w	u	e	w	u
Selbstständig	36	16	5	36	20	1*	28	23	6	18	36	3	46	11	16	40	1	13	44*
Eltern	13	1	0	9	2*	3	5	8	1	7	5	2	12	2	6	7	1	8	6*
Beides	1	2	3*	2	3	1	4	2	0	2	4	0	6	0	3	3	0	4	2
Weiß nicht	3	0	0	2	1	0	3	0	0	0	3	0	1	2*	0	3	0	1	2
Anzahl Bewertungen	53	19	8	49	26	5	40	33	7	27	48	5	65	15	25	53	2	26	54

Anmerkung: w = wichtig, u = unwichtig, e = egal. Selbstständigkeit der Befragten je nach Beurteilung verschiedener Inhalatoreigenschaften in den Kategorien *wichtig*, *unwichtig* oder *egal*. Bei den Eigenschaften *Zählwerk* sowie *Farbe* lagen keine Bewertungen in der Kategorie *egal* vor. Folgende Eigenschaften wurden bewertet: *einfache Handhabung (Einfachheit)*, *Dauer der Durchführung der Inhalation*, *niedriger Einatemwiderstand (Einatemwid.)*, *diskrete Handhabung (Handhabb.)*, *Zählwerk*, *Design/Aussehen*, *Farbe*. *signifikant unterschiedlicher Spaltenanteil im z-Test.

Tabelle II: Paarweise Vergleiche mit Bonferroni-Korrektur der Bewertung verschiedener Inhalator-Eigenschaften in den beiden Kategorien wichtig und unwichtig in der Gesamtstichprobe (N = 80)

Paarvergleich	Teststatistik	Standardfehler	Korrigierte Signifikanz
Design-Farbe	-,012	,080	1,000
Design-Handhabbarkeit	,025	,080	1,000
Design-Einatemwiderstand	,188	,080	,386
Design-Dauer	,300	,080	,003
Design-Einfach	,350	,080	,000
Design-Zaehlwerk	,500	,080	,000
Farbe-Handhabbarkeit	,013	,080	1,000
Farbe-Einatemwiderstand	,175	,080	,583
Farbe-Dauer	,288	,080	,006
Farbe-Einfach	,338	,080	,000
Farbe-Zaehlwerk	,488	,080	,000
Handhabbarkeit-Einatemwiderstand	,163	,080	,861
Handhabbarkeit-Dauer	,275	,080	,011
Handhabbarkeit-Einfach	,325	,080	,001
Handhabbarkeit-Zaehlwerk	-,475	,080	,000

Einatemwiderstand-Dauer	,113	,080	1,000
Einatemwiderstand-Einfach	,163	,080	,861
Einatemwiderstand-Zaehlwerk	-,312	,080	,002
Dauer-Einfach	,050	,080	1,000
Dauer-Zaehlwerk	-,200	,080	,250
Einfach-Zaehlwerk	-,150	,080	1,000

Tabelle III: Absolute und relative Häufigkeiten bei der Bewertung verschiedener Geräte in der Gesamtstichprobe (N = 80)

		Spiromax	Autohaler	Turbohaler	Diskus	Novolizer	Breezhaler	Dosieraer.	Easyhaler	RespiMAT
Zustimmen	<i>Vorbereitung</i>	75 (94.9)	54 (68.4)	42 (52.5)	63 (79.7)	68 (86.1)	23 (29.1)	52 (65.0)	44 (55.7)	24 (31.6)
	<i>Benutzung</i>	72 (93.5)	52 (67.5)	46 (60.5)	64 (84.2)	66 (85.7)	33 (43.4)	48 (62.3)	47 (62.7)	29 (40.3)
	<i>Handhaltung</i>	67 (87.0)	64 (83.1)	47 (61.0)	61 (79.2)	64 (84.2)	44 (57.1)	60 (80.0)	58 (78.4)	48 (64.9)
	<i>Mundstück</i>	63 (82.9)	55 (71.4)	55 (71.4)	49 (63.6)	65 (84.4)	64 (84.2)	57 (74.0)	49 (66.2)	52 (70.3)
	<i>Korr. Benutzung</i>	51 (65.4)	55 (69.9)	22 (27.8)	31 (39.2)	68 (87.2)	63 (80.8)	35 (44.3)	24 (31.2)	17 (22.1)
	<i>Notfall</i>	71 (89.9)	51 (63.8)	42 (53.8)	50 (64.1)	61 (78.0)	15 (19.0)	56 (72.7)	41 (54.6)	18 (23.1)
	<i>Gestaltung</i>	55 (72.4)	53 (67.9)	42 (53.8)	49 (63.6)	49 (64.5)	53 (68.8)	56 (74.7)	41 (53.9)	28 (36.8)
	<i>Insg. Zufrieden</i>	54 (74.0)	49 (62.8)	27 (34.2)	34 (44.2)	56 (72.7)	23 (29.9)	42 (54.5)	33 (43.3)	10 (13.3)
Teilweise zustimmen	<i>Vorbereitung</i>	2 (2.5)	14 (17.7)	23 (28.8)	8 (10.1)	5 (6.3)	14 (17.7)	21 (26.3)	16 (20.3)	20 (26.3)
	<i>Benutzung</i>	4 (5.2)	14 (17.7)	21 (27.6)	6 (7.9)	3 (3.9)	12 (15.8)	17 (22.1)	17 (22.7)	17 (23.6)
	<i>Handhaltung</i>	7 (9.1)	10 (13.0)	19 (24.1)	11 (14.3)	8 (10.5)	22 (23.6)	12 (16.0)	10 (13.5)	17 (23.0)
	<i>Mundstück</i>	8 (10.5)	19 (24.7)	16 (20.8)	15 (19.5)	6 (7.8)	10 (13.2)	15 (19.5)	19 (25.7)	16 (21.6)

	<i>Korr. Benutzung</i>	12 (15.4)	9 (11.4)	19 (24.1)	16 (20.3)	6 (7.7)	8 (10.3)	17 (21.5)	15 (19.5)	33 (35.1)
	<i>Notfall</i>	6 (7.6)	14 (17.5)	22 (27.8)	18 (23.1)	7 (9.0)	14 (17.7)	10 (13)	15 (19.2)	24 (30.8)
	<i>Gestaltung</i>	18 (23.7)	18 (23.1)	18 (23.1)	14 (18.2)	21 (27.6)	14 (18.2)	16 (21.3)	21 (27.6)	20 (26.3)
	<i>Insg. Zufrieden</i>	18 (24.7)	26 (33.3)	42 (53.2)	36 (46.8)	18 (23.4)	41 (53.2)	32 (41.6)	33 (43.4)	47 (62.7)
Nicht zu- stimmen	<i>Vorbereitung</i>	2 (2.5)	11 (13.9)	15 (18.8)	8 (10.1)	6 (7.6)	42 (53.2)	7 (8.8)	19 (24.1)	32 (42.1)
	<i>Benutzung</i>	1 (1.3)	11 (14.3)	9 (11.3)	6 (7.9)	8 (10.4)	31 (40.8)	12 (15.6)	11 (14.7)	26 (26.1)
	<i>Handhaltung</i>	3 (3.9)	3 (3.9)	11 (14.3)	5 (6.5)	4 (5.3)	11 (14.3)	3 (4.09)	6 (8.1)	9 (12.2)
	<i>Mundstück</i>	5 (6.6)	3 (3.9)	6 (7.8)	13 (16.9)	6 (7.8)	2 (2.6)	5 (6.5)	6 (8.1)	6 (8.1)

Anmerkung. Korr. Benutzung = Korrekte Benutzung. Es ist die absolute Häufigkeit sowie in Klammern die relative Häufigkeit jeweils in Bezug auf die Gesamtbewertung des Geräts angegeben.

Tabelle IV: Altersverteilung bei unterschiedlicher Bewertung der Wichtigkeit von Inhalatoreigenschaften (N = 80)

Bewertung Inhalatoreigenschaft:	Einfachheit			Dauer			Einatemwid.			Handhabb.			Zählwerk		Design			Farbe	
	w	u	e	w	u	e	w	u	e	w	u	e	w	u	w	u	e	w	u
Alter:																			
Median	11	11	8.5	12	10	8	11	10	12	10	11	9	11	10	10	11	11.5	8	11.5
IQR	5	5	4	5	4	3	4	5	5	5	5	3	4	5	6	4	-	5	4
Min	7	7	7	7	7	8	7	7	8	7	7	8	7	7	7	7	10	7	7
Max	15	15	13	15	15	12	15	15	15	15	15	12	15	15	15	15	13	15	15
Anzahl Bewertungen:	53	19	8	49	26	5	40	33	7	27	48	5	65	15	25	53	2	26	54

Anmerkung: w = wichtig, u = unwichtig, e = egal. Alter der Befragten je nach Beurteilung verschiedener Inhalatoreigenschaften in den Kategorien *wichtig*, *unwichtig* oder *egal*. Bei den Eigenschaften *Zählwerk* sowie *Farbe* lagen keine Bewertungen in der Kategorie *egal* vor. IQR = Interquartilsabstand, Min = Minimum, Max = Maximum. Folgende Eigenschaften wurden bewertet: *einfache Handhabung (Einfachheit)*, *Dauer der Durchführung der Inhalation, niedriger Einatemwiderstand (Einatemwid.)*, *diskrete Handhabung (Handhabb.)*, *Zählwerk, Design/Aussehen, Farbe*.

Tabelle V: Geschlechtsverteilung in absoluten Häufigkeiten bei unterschiedlicher Bewertung der Wichtigkeit von Inhalatoreigenschaften (N = 80)

Bewertung Inhalatorei- genschaft:	Einfachheit			Dauer			Einatemwid.			Handhabb.			Zählwerk		Design			Farbe	
	w	u	e	w	u	e	w	u	e	w	u	e	w	u	w	u	e	w	u
Ge- schlecht:																			
männlich	29	9	5	28	13	2	19	21	3	17	24	2	36	7	13	29	1	12	31
weiblich	24	10	3	21	13	3	21	12	4	10	24	3	29	8	12	24	1	14	23
Anzahl Be- wertungen:	53	19	8	49	26	5	40	33	7	27	48	5	65	15	25	53	2	26	54

Anmerkung: w = wichtig, u = unwichtig, e = egal. Geschlecht der Befragten je nach Beurteilung verschiedener Inhalatoreigenschaften in den Kategorien *wichtig*, *unwichtig* oder *egal*.

Tabelle VI: Verteilung auf Schulformen in absoluten Häufigkeiten bei unterschiedlicher Bewertung der Wichtigkeit von Inhalatoreigenschaften (n = 80)

Bewertung der Inhalatoreigenschaft:	Einfachheit			Dauer			Einatemwid.			Handhabb.			Zählwerk		Design			Farbe	
	w	u	e	w	u	e	w	u	e	w	u	e	w	u	w	u	e	w	u
Schultyp:																			
Grundschule	23	7	6	17	16	3	17	17	2	14	19	3	27	9	13	22	1	18	18*
Hauptschule	1	0	0	0	0	1*	0	0	1*	0	0*	1	1	0	1	0	0	1	0
Realschule	6	3	1	7	3	0	8	0*	2	3	7	0	9	1	1	9	0	3	7
Gymnasium	18	6	1	18	6	1	12	11	2	7	17	1	21	4	8	17	0	2	23*
Sonstige	5	3	0	7	1	0	3	5	0	3	5	0	7	1	2	5	1	2	6
Anzahl Bewertungen:	53	19	8	49	26	5	40	33	7	27	48	5	65	15	25	53	2	26	54

Anmerkung: w = wichtig, u = unwichtig, e = egal. Schulform der Befragten je nach Beurteilung verschiedener Inhalatoreigenschaften in den Kategorien *wichtig*, *unwichtig* oder *egal*. Bei den Eigenschaften *Zählwerk* sowie *Farbe* lagen keine Bewertungen in der Kategorie *egal* vor. Folgende Eigenschaften wurden bewertet: *einfache Handhabung (Einfachheit)*, *Dauer der Durchführung der Inhalation*, *niedriger Einatemwiderstand (Einatemwid.)*, *diskrete Handhabung (Handhabb.)*, *Zählwerk*, *Design/Aussehen*, *Farbe*. *signifikant unterschiedlicher Spaltenanteil im z-Test

Anhang 2 Abbildungen

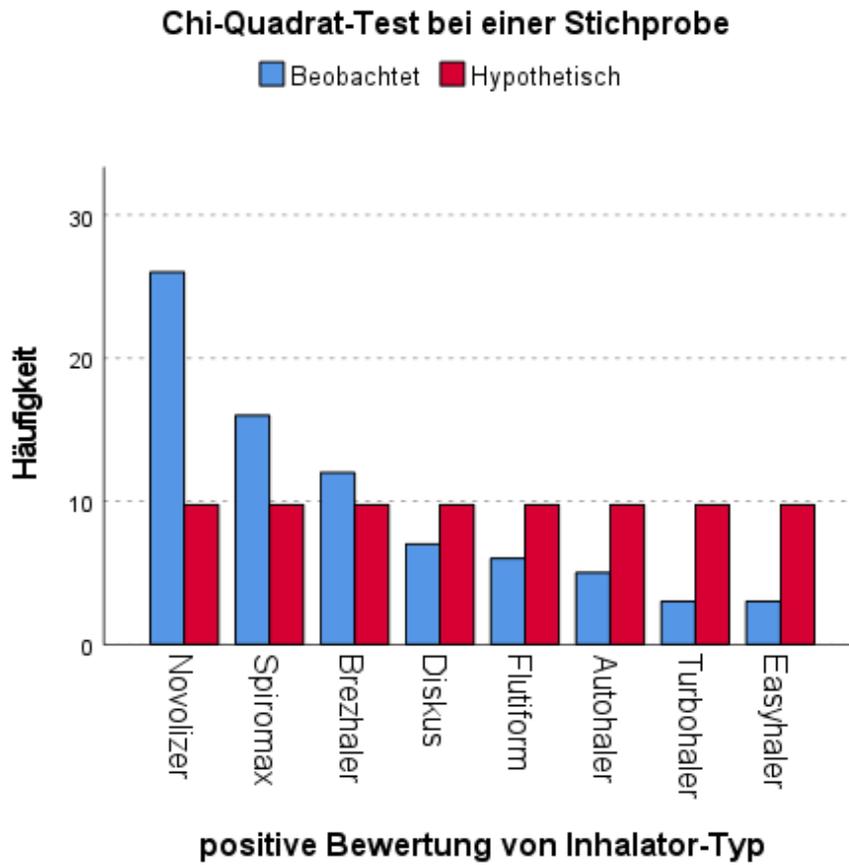


Abbildung I. Test auf Gleichverteilung der positiven Bewertungen verschiedener Inhalator-Typen in der Gesamtstichprobe (N = 78).

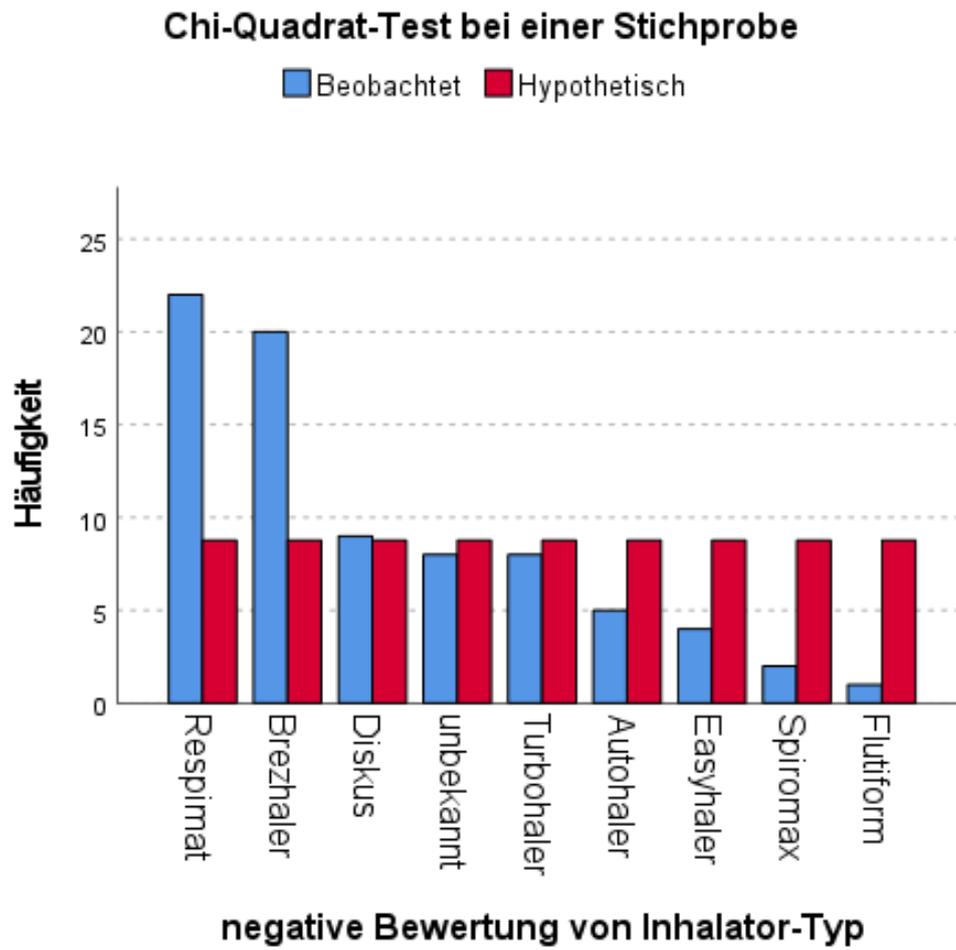


Abbildung II. Test auf Gleichverteilung der positiven Bewertungen verschiedener Inhalator-Typen in der Gesamtstichprobe (N = 79).

Anhang 3 Fragebögen

Fragebogen A: Eltern

1.) Seit wann hat ihr Kind Asthma?

_____ (Alter in Jahren)

2.) Welche Schule besucht ihr Kind zurzeit?

- Grundschule
- Haupt- oder Volksschule
- Realschule
- Gymnasium
- Sonstiges: _____

3.) Führt ihr Kind die Inhalation selbstständig oder mit elterlicher Hilfe durch?

- selbstständig
- mit Hilfe
- beides trifft zu
- sonstiges _____

4.) Welches Gerät nutzt ihr Kind aktuell?

- | | | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--|
| <input type="radio"/> Diskus | <input type="radio"/> Turbohaler | <input type="radio"/> Autohaler | <input type="radio"/> Respimat |
| <input type="radio"/> Spiromax | <input type="radio"/> Easyhaler | <input type="radio"/> Novolizer | <input type="radio"/> Flutiform |
| <input type="radio"/> Dosieraerosol | <input type="radio"/> Breezhaler | <input type="radio"/> unbekannt | <input type="radio"/> keines der genannten |

Haben Sie für ihr aktuelles Gerät eine Schulung erhalten?

- ja, durch Arzt nein
- Arzthelfer
- Apotheker

5.) Wem wurde bei der Schulung die Anwendung erklärt?

- Eltern
- Kind
- beiden
- weiß ich nicht

6.) Welche(s) Gerät(e) hat ihr Kind früher einmal genutzt?

- Diskus
- Turbohaler
- Autohaler
- Respimat
- Spiromax
- Easyhaler
- Novolizer
- Flutiform
- Breezhaler
- unbekannt
- keines der genannten

Bitte die folgenden Fragen nur ausfüllen, falls vor dem aktuellen Gerät bereits ein anderes Gerät angewendet wurde. Ansonsten weiter ausfüllen bei Frage

7.) Was war der Grund für die Umstellung?

- Umstellung durch Arzt
- Umstellung durch die Apotheke
- Eigener Wunsch - _____

8.) Ist bei den früheren Geräten eine Schulung erfolgt?

- ja, durch Arzt nein
- Arzthelfer
 - Apotheker

9.) Wem wurde bei der Schulung die Anwendung erklärt?

- Eltern
- Kind
- beiden
- weiß ich nicht

Fragebogen B: Kinder

Dein Geschlecht

- Weiblich
- Männlich

Wie alt bist du?

_____ (Alter in Jahren)

Benutzt du deinen Inhalator selbstständig oder helfen dir deine Eltern?

- ich mache das selbstständig
- mir helfen meine Eltern
- beides
- das weiß ich nicht

Welche Eigenschaften eines Inhalators sind für dich wichtig?

	wichtig	unwichtig	Das ist mit egal
Einfache Handhabbarkeit „Ist es dir wichtig, dass dein Inhalator einfach zu bedienen ist?“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dauer der Durchführung der Inhalation „Ist es dir wichtig, dass die Inhalation nicht lange dauert?“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Niedriger Einatemwiderstand „Wie wichtig ist es dir, dass du das Spray einfach einatmen kannst?“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Diskrete Handhabbarkeit „Ist es dir wichtig, dass du unterwegs den Inhalator unauffällig anwenden kannst?“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Zählwerk „Wie wichtig ist es dir, dass es eine Anzeige gibt, die dich darüber informiert, wie oft du das Gerät noch benutzen kannst?“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Design / Aussehen „Wäre es dir wichtig deinen Inhalator mit einem Motiv deiner Wahl zu gestalten?“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Farbe „Wie wichtig wäre es dir die Farbe frei auswählen zu können?“	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Stört dich der Spacer

- Ja
- nein

Wenn ja, was stört dich

Würden Sie bei gleicher Wirksamkeit ein Inhalationssystem bevorzugen, das eine Anwendungshäufigkeit erfordert, von

- 1 x pro Tag
- 2 x pro Tag (morgens und abends)
- 3 x pro Tag
- egal ob 1 oder 2 x pro Tag
- unabhängig ob 1 – 2 oder 3 mal pro Tag

Anwendung des aktuellen Geräts: fehlerfrei
 fehlerhaft

..... Gerät	Trifft zu	Trifft teilweise zu	Trifft nicht zu	Mir ist das egal
Es war einfach die Benutzung des Gerätes vorzubereiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Es war einfach das Gerät zu benutzen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich konnte das Gerät gut in der Hand halten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Das Mundstück war angenehm benutzbar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich hatte das Gefühl das Gerät korrekt benutzt zu haben.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich halte es für möglich das Gerät einfach und korrekt in Notfall-situationen benutzen zu können	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Gestaltung des Gerätes gefällt mir gut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich bin mit dem Gerät zufrieden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	1	2	3	4	5
Gesamturteil	<input type="checkbox"/>				

Anzahl der Versuche bis zur fehlerfreien Anwendung:

Welches Gerät würden Sie für den täglichen Gebrauch bevorzugen?

- Diskus Turbohaler Autohaler Respimat
- Spiromax Easyhaler Novolizer Flutiform
- Brezhaler unbekannt keines der genannten

Welches Gerät bevorzugen Sie am wenigsten?

- Diskus Turbohaler Autohaler Respimat
- Spiromax Easyhaler Novolizer Flutiform
- Brezhaler unbekannt keines der genannten

Anhang 4 CD Anhang

- Ordner: Dissertation Tietz
 - Microsoft Word Version dieser Arbeit
 - Adobe PDF-Version dieser Arbeit
- Order: Versuchsauswertung Excel
 - Auswertung des Elternfragebogens als Excel Datei
 - Auswertung des Kinderfragebogens als Excel Datei
- Order: Versuchsauswertung SPSS
- Ordner: Fragebögen
 - Elternfragebogen
 - Kinderfragebogen