

Klimabewusste Verordnung von Inhalativa

S2k-Leitlinie

AWMF-Register-Nr. 053-059

<https://register.awmf.org/de/leitlinien/detail/053-059>

Zusatzmaterial zu Entscheidungshilfe 4

Stand: April 2024

Pulverinhalatoren im Vergleich

DPI sind eine sehr heterogene Device-Gruppe. Relevante Unterschiede betreffen die Bedienerfreundlichkeit, Anforderungen an den inspiratorischen Atemfluss, an Fingerkraft und Koordination, die Feuchtigkeitsempfindlichkeit der Primärverpackung (Kapsel, Blister, Reservoir) sowie mögliche Fehlerquellen.

[Erläuterungen zur Tabelle 4 \(s. Langversion S. 18\)](#)

Device verfügbar für welche Wirkstoffgruppen?

1 = SABA; 2 = SAMA; 3 = SABA/SAMA; 4 = LABA; 5 = LAMA; 6: LABA/LAMA; 7: ICS; 8: ICS/LABA; 9: ICS/LABA/LAMA

Einzeldosiert?

Kapsel- und Blister-Systeme sind einzeldosiert (Einzeldosen werden in Form von Inhalationskapseln in den Inhalator eingesetzt bzw. durch Öffnen im Device enthaltener Blisterkapseln freigesetzt).

Reservoir-Systeme sind nicht einzeldosiert = enthalten ein Vorratsmagazin (Kartusche nur bei Novolizer® austauschbar), aus dem heraus Einzeldosen vorrangig unter Schwerkrafteinfluss (= fehlerhafte Haltung als Fehlerquelle) durch Schüttvolumen in eine Kavität abgemessen werden.

Wiederbefüllbar?

Wiederverwendbar / wiederbefüllbar sind alle Kapsel-Systeme und der Novolizer® als einziges Reservoir-System (der nahezu baugleiche Genuair® ist ein Einwegsystem). Bei den Kapsel-Systemen wird die Nutzungsdauer zum Teil nicht klar begrenzt (der Handihaler® soll nach spätestens einem Jahr ausgetauscht werden: es werden aber Nachfüllpackungen mit 60 oder 90 Kapseln ohne Inhalator vertrieben und aus Kostengründen präferenziell verordnet = Fehlerquelle)

Dosiszählwerk?

Anders als bei Dosieraerosolen, bei denen Zählwerke die Ausnahme darstellen, ist die Füllgrad- bzw. Reichdauerabschätzung bei Pulverinhalatoren deutlich einfacher:

Blisterysteme weisen i.d.R. ein Einzeldosiszählwerk auf (Ausnahme: Elpenhaler = im Vorratsbehälter verbleibende Einzelbliser müssen gezählt werden). *Kapselbasierte Systeme* erlauben ein Abzählen der verbleibenden Inhalationskapseln im Blister (leicht, übersichtlich) bzw. in der Vorratsbox (schwer, unübersichtlich). *Reservoirsysteme* sind i.d.R. mit Füllgradanzeigen in 10er bzw. 20er-Schritten ausgestattet (Ausnahme Turbohaler 1: nur roter Warnbalken bei Unterschreiten einer Restfüllmenge von 20 Dosen = ab hier keine klare Kontrolle der verbliebenen Restmenge und auch keine sensorische Erfolgskontrolle mehr möglich! Cave: Verwechslung des in Turbohaler I / II enthaltenen Trockenmittels mit der Restmenge an Inhalationspulver = ausschlaggebend ist die Restmengenanzeige).

Atemzuggetriggert?

Atemzuggetriggerte Systeme wie Novolizer® / Genuair® bzw. der Nexthaler® setzen die aus einem Reservoir durch Schwerkraft abgemessenen Einzeldosen erst bei Überschreiten eines inspiratorischen Mindestflusses (Schwellenwert) frei. Die erfolgreiche

Freisetzung wird durch ein Klickgeräusch und im Falle von Novolizer®/Genuair® zusätzlich auch noch durch einen Farbumschlag im Sichtfenster des Gehäuses (von grün nach rot) angezeigt und kann auf diese Weise überprüft werden.

Allgemeine Fehlerquellen

Hygroskopizität von Inhalationspulvern

Pulver allgemein und speziell mikronisierte Wirkstoffpulver sind in hohem Maße feuchtigkeitsempfindlich. Bezogen auf die Primärverpackungen gilt dies besonders für kapselbasierte DPI nach Entnahme aus dem Blister bzw. der Vorratsbox (Aerolizer®, Handihaler®, Cyclohaler®, Breezhaler® u.a.) sowie für Reservoirsysteme (Turbohaler®, Nexthaler®, Novolizer®, Easyhaler®, Twisthaler®, Spiromax® u.a.), deutlich weniger für Blister als Primärverpackung (Diskus®, Diskhaler®, Ellipta®, Forspiro®, Elpenhaler® u.a.), bei denen die Versiegelung der Blisterkapseln erst unmittelbar vor der Inhalation geöffnet wird. Um eine Minderung des Wirkungsgrades zu vermeiden, sind daher besondere, bei der Geräteinstruktion anzusprechende Kautelen zu beachten

- **Spezifische Fehlerquellen von kapselbasierten DPI:** In Nassräumen aufbewahrte, nicht ausreichend verschlossene Vorratsbehälter bzw. vorab in den Inhalator eingesetzte Inhalationskapseln können aufweichen, die enthaltenen Pulver verklumpen = Kapseln werden beim Öffnen nur eingedrückt, nicht angestochen, Inhalt ist nicht mehr dispergierbar: **Schulungsinhalte:** DPI generell nicht in Nassräumen aufbewahren, Kapseln erst unmittelbar vor Gebrauch einsetzen, Vorratsbox für Inhalationskapseln unmittelbar nach Entnahme mit trockenen Händen wieder fest verschließen.
- **Spezifische Fehlerquellen von Reservoirsystemen:** Nicht in den Inhalator ausatmen. **Schulungsinhalte:** Device am Ende der kräftigen tiefen Inhalation (= noch vor dem Ende der postinspiratorischen Atempause) absetzen, über die Nase ausatmen.

Reizwirkung von Inhalationspulvern

Mikronisierte Wirkstoffpulver sind eine notwendige Voraussetzung für die Lungengängigkeit. Wegen der ausgeprägten Hygroskopizität und der starken interpartikulären Kräfte (kleben aneinander und an der Devicewand) lassen sich mikronisierte Pulver nicht direkt, sondern nur in Form von interaktiven Pulvermischungen oder Agglomeraten konfektionieren.

- Bei den sehr viel verbreiteteren *interaktiven Pulvermischungen* adhären die mikronisierten Wirkstoffpartikel oberflächlich an großen, nicht-lungengängigen Trägerteilchen (Lactose oder seltener Glucose). Durch die Scherkräfte einer forcierten Einatmung werden die respirablen Wirkstoffpartikel von den Trägerteilchen abgelöst.
Fehlerquellen: Da die nicht-lungengängigen Trägerteilchen vollständig im Mund-Rachen-Raum impaktieren, resultiert *bei den interaktiven Pulvermischungen ein ausgeprägter, störender Pulverreiz* (cave: bronchiale Hyperreagibilität: ein möglicher Husten kann das koordinierte Atemmanöver stören).

- *Bei Agglomeraten* werden aus mikronisierten Wirkstoffpartikeln allein (Budesonid in Turbohaler I) bzw. mikronisierten Wirkstoff- und Hilfsstoffpartikeln (Terbutalin, Formoterol in Turbohaler I, Budesonid/Formoterol in Turbohaler II) lockere, sphärische Aggregate aufgebaut, die hinreichend formstabil sind, um durch Schüttvolumen dosiert werden zu können, unter der Einwirkung der Scherkräfte einer forcierten Einatmung aber desaggregieren.
Fehlerquellen: Da *bei Agglomeraten* nur mikronisierte Partikel freigesetzt werden, **führt deren Anwendung nicht zu einem Pulverreiz, aber auch nicht zu einer sensorischen Erfolgskontrolle bei der Inhalation** (subjektiver Eindruck „da kommt nichts raus!“).

Interner Gerätewiderstand und erforderliche Atemstromstärke

Die Energie für die unmittelbar bei forciertem Inhalation erfolgende, aktive Überführung der im Device enthaltenen Pulvervorstufen in ein lungengängiges Staubaerosol wird durch eine Kombination aus (i) Druckabfall im Device und (ii) den Scherkräften des forcierten Atemflusses beigesteuert. Diese beiden Parameter sind invers korreliert (Abbildung 1, Tabelle 1):

- Umso größer der Druckabfall im Device (= umso größer der interne Gerätewiderstand), umso geringere Atemflüsse reichen für die Gewährleistung einer ausreichenden Aerosolqualität mit einem hohen Anteil lungengängiger Partikelgrößen
und umgekehrt
- Umso geringer der Gerätewiderstand, umso höher die erforderlichen, vom Patienten aufzubringenden Flussraten.

Es ist sorgfältig darauf zu achten, dass von Anfang an mit einer ausreichend hohen Atemstromstärke inhaliert wird (d.h. der inspiratorische Atemfluss darf nicht erst allmählich auf den Zielwert gesteigert werden).

Begründung: Der inspiratorische Atemfluss hat eine zweifache Wirkung, er dispergiert im Zusammenwirken mit dem Gerätewiderstand die nicht-respirablen Pulvervorstufen und mobilisiert die Inhalationspulver. Für eine gute Aerosolqualität muss von Anfang an mit angemessen hoher Atemstromstärke eingeatmet werden, damit die Dispergierung noch im Inhalator erfolgen kann. Wird der Atemfluss erst allmählich auf den Zielwert gesteigert, verlässt ein erheblicher Teil der nicht-respirablen Pulvervorstufen undispergiert den Inhalator. Da in der Mundhöhle der unterstützende Gerätewiderstand fehlt, behält dieser Teil des Inhalationspulvers seine nicht-lungengängige Ausgangsgröße und impaktiert im Mund-Rachen-Bereich (Wirkungsgrad↓ / örtliche bzw. nach Verschlucken systemische UAW↑)

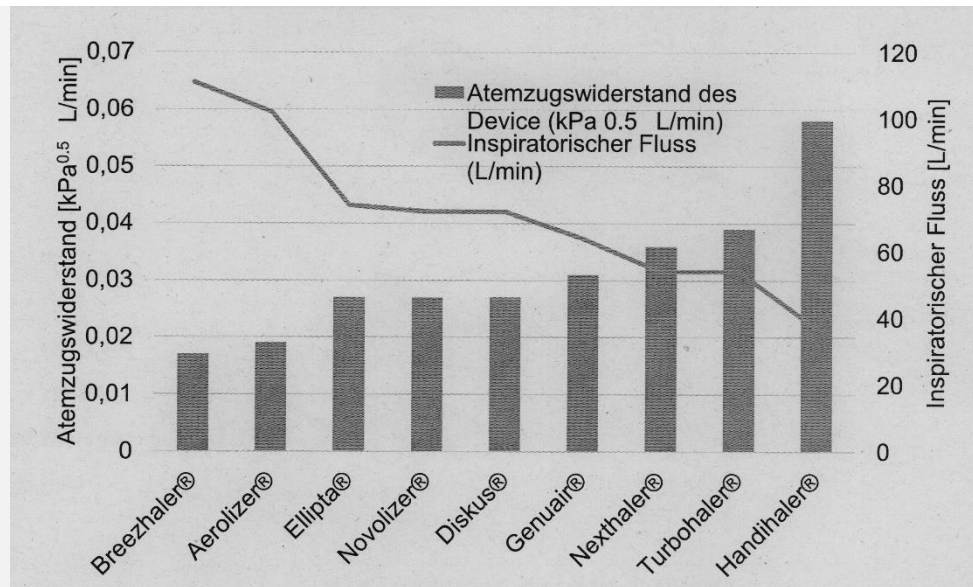


Abbildung 1: [Dal Negro, RW (2015) *Multidisciplinary Respiratory Medicine* 10: 13]

Reproduziert aus: Daniels R (2023): Der geriatrische Patient und seine Arzneimittel. Sächsischer Apothekertag Leipzig.

Die individuelle Auswahl eines Inhalationsgerätes soll laut NVL orientiert an kognitiven und motorischen Fähigkeiten erfolgen.

Bei Pulverinhalatoren ist dabei die subjektive Wahrnehmung des Patienten keine valide Grundlage für die Entscheidung:

O Geräte mit geringem Inspirationswiderstand sind aus subjektiver Sicht des Patienten gerade bei bestehender Flusslimitation „angenehm leicht in der Anwendung“. Speziell diese Patientengruppe wird aber in sehr vielen Fällen die hier erforderlichen, sehr hohen Atemflüsse nicht erreichen (und sich wegen des geringen Widerstandes auch nicht sonderlich anstrengen). Die Folge ist eine suboptimale Dispergierung mit großen medianen Partikelgrößen und damit schlechter / eingeschränkter Lungendeposition. Zu grobe Partikel führen darüber hinaus zu einer umfangreichen Prallabscheidung. Ist der Patient in der Lage, die hier erforderlichen, hohen Atemflüsse zu generieren, verlassen die in eine prinzipiell lungengängige Größe dispergierten Aerosolpartikel, das Device stark beschleunigt = mit sehr hoher kinetischer Energie, was ebenfalls zu relevanten oropharyngealen Impaktionsverlusten führt.

O Geräte mit hohem Inspirationswiderstand sind subjektiv anstrengend im Gebrauch. Es reichen hierbei aber ungleich geringere Atemflüsse, weil die Dispergierung präferenziell durch den Druckabfall im Device gewährleistet wird. Der Devicewiderstand bremst die dispergierten Aerosolpartikel zudem in einer erwünschten Weise ab und reduziert so das Risiko einer ektopen Prallabscheidung.

Erwünscht ist auch, dass sich der Patient bei der forcierten Inspiration anstrengen muss. Zudem dauert das Einatmen länger und steht damit fast vollständig für den Transport an den Wirkort zur Verfügung.

Aus diesen theoretischen Erwägungen sind folglich Systeme mit einem mittleren bis hohen Inspirationswiderstand vorzuziehen.

Für eine valide Entscheidung, ob ein DPI für einen individuellen Patienten als klimaneutrale Alternative in Betracht kommt oder nicht und welches konkrete Device vorzuziehen ist, können Tabellen helfen, die die Flussanforderung der verschiedenen Geräte ausweisen. Solche Tabellen können aber nie die sorgfältige Prüfung der individuellen Eignung ersetzen.

Für eine Bewertung ist **weder ein bloßes Ausprobieren mit einem Demogerät** (damit lässt sich lediglich ermitteln, ob ein atemzuggetriggertes System wie z.B. der Novolizer® / Genuair® ausgelöst werden kann) **noch die spirometrische Ermittlung der maximalen inspiratorischen Flussrate ausreichend**, weil der tatsächlich für einen Patienten in der Praxis erreichbare Wert geräteabhängig ist und stark von dem zusätzlichen Gerätewiderstand modifiziert wird.

Für eine derartige Prüfung stehen aber einfache Messgeräte wie der In-Check-Dial® zur Verfügung, mit denen der jeweilige Gerätewiderstand eingestellt und die unter diesen Bedingungen individuell erzielbaren Atemflüsse ermittelt werden können. Gerade für Patienten mit Flusslimitation ist es unabdingbar, eine derartige Überprüfung vorzunehmen.

In einer nicht-randomisierten, nicht-verblindeten Studie [CHEN S-Y et al. (2020): Peak-Inpiratory-Flow-Rate guided Inhalation Therapy reduce severe Exacerbation of COPD. *Frontiers in Pharmacology* 12: 704316. doi: 10.3389/phar.2021.704316] konnte gezeigt werden, dass die Rate schwerer Exazerbationen signifikant reduziert werden kann (11.9 vs. 21.1%, RR 0.56 $p < 0.05$), wenn die inspiratorischen Flussraten gemessen und bei der Geräteauswahl / Behandlung berücksichtigt werden. Auch die Einjahres-Mortalität war in der Verumgruppe reduziert.

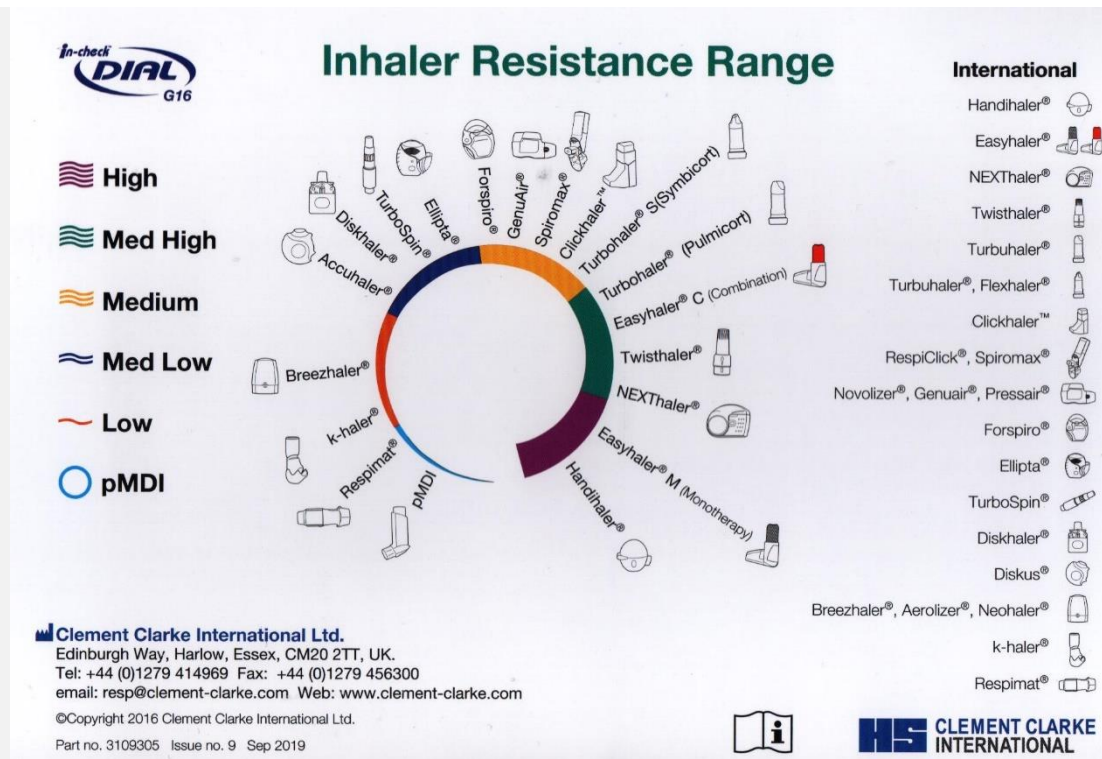


Tabelle 1: In-Check-Dial G16 (Tabelle reproduziert aus den Unterlagen des Herstellers)

In der Tabelle werden keine absoluten internen Gerätewiderstände und auch keine absoluten Zahlen zu den dazu reziproken, mit dem Device erreichbaren maximalen Atemflüsse angegeben. Diese Zahlen schwanken je nach Publikation geringfügig. Vielmehr wurde die Kategorien zugrunde gelegt, die beim In-Check-Dial® für den Gerätewiderstand eingestellt werden können (gering, gering bis mittel, mittel, mittel bis hoch, hoch). Diese Angaben beruhen auf Selbstauskünften der jeweiligen Hersteller. Die Eingruppierung nicht in der Tabelle gelisteter Geräte (Elpenhaler, Zondahaler) wurde beim Messgerätehersteller erfragt.

Vorsicht: Kein Rückschluss vom Gerätetyp (z.B. Kapsel) auf den internen Widerstand möglich (cf. Breezhaler vs. Handihaler)

Und natürlich kann auf diese Weise nur die prinzipielle Eignung bewertet werden, nicht die bei akuter Exazerbation.

Spezifische Fehlerquellen Kapselbasierte Systeme (Aerolizer®, Breezhaler®, Handihaler®)

1. **Manuelles Anstechen mit einem (Handihaler®) bzw. zwei Druckknöpfen erfordert hinreichende Fingerkraft:** Patienten mit schmerzhafter Einschränkung der Hände / Finger (Arthritis, Rheuma, Gicht) bzw. Koordinationsstörungen (Z.n.Apoplex, Morbus Parkinson) nicht in der Lage, die Kapseln anzustechen. **Abhilfe (kontinuierliches Monitoring!):** Ergonomisch umsetzbare Alternative suchen (= Druckknopf/-knöpfe) gegen die Handfläche bzw. die Tischfläche drücken. Wenn nicht geeignet Ausweichen auf anderen Devicetyp.
2. **Dornen zum Anstechen der Kapseln werden bei längerer Benutzung stumpf (nur Handihaler®):** Kapseln werden nicht mehr angestochen, sondern ggf. nur eingedrückt, mögliches Splintern. **Abhilfe (bei Erstinstruktion / jeder Abgabe aktiv ansprechen; in Patientenakte protokollieren; bei Monitoring erfragen):** Patient aktiv ansprechen = Arzt muss mindestens einmal jährlich Starterset mit neuem Inhalator verordnen (zeitgleich altes Gerät entsorgen)
3. **Inhalationskapseln können versehentlich verschluckt werden (alle):** Fehlende Einbindung und Aufklärung des Patienten, mangelhaftes Präparateverständnis, missverständliche oder zu wenig präzise Dosierungsanweisung. **Abhilfe (bei Verordnung / Erstinstruktion / Abgabe in der Apotheke aktiv ansprechen):** Inhalativa / Inhalationskapseln nicht zusammen mit den übrigen Medikamenten lagern. Eindeutige Dosierungsanweisungen geben und im Medikationsplan vermerken (Arzt / Apotheke) und auf die Packung übertragen (Apotheke) = „1 x tgl. 1 Kapsel inhalieren“.

Spezifische Fehlerquellen Reservoir-Systeme (Nexthaler®, Novolizer®/Genuair®, Turbohaler®/Twisthaler®, Easyhaler®, Handihaler®, Spiromax®)

1. **Nur bei korrekter Haltung wird präzise dosiert:** Da ausschließlich (Turbohaler I/II, Novolizer, Twisthaler, Easyhaler) bzw. vorrangig (Spiromax) durch Befüllen einer Dosiereinheit unter Schwerkrafteinfluss dosiert wird (Abmessen eines vorgegebenen Schüttvolumens von oben), ist die korrekte Haltung des Inhalators beim Dosieren essentiell: Senkrecht beim Turbohaler I/II, Twisthaler, Easyhaler; waagrecht beim Novolizer. Beim Spiromax wird das Senkrecht halten lediglich empfohlen, ist aber nicht obligat (die korrekte Befüllung wird zusätzlich durch einen Druckluftstoß gewährleistet). Besonders beim Turbohaler und beim Twisthaler erfordert dies besondere Aufmerksamkeit, weil eine annähernd waagrechte Haltung des Inhalators zum Betätigen des Dosierads ergonomisch einfacher umzusetzen ist und ohne Verständnis der Funktionsweise auch praktiziert wird. **Abhilfe (bei Verordnung / Erstinstruktion aktiv ansprechen: Schnittbilder des Inhalators helfen bei der adhärennten Umsetzung / beim Monitoring gezielt überprüfen).**
2. **Verwechslung enthaltener Trockenmittel mit der Restfüllmenge an Inhalationspulver** (Turbohaler I/II, Twisthaler) **Abhilfe (bei Verordnung / Erstinstruktion aktiv ansprechen. Restdosisanzeige erläutern und regelmäßig kontrollieren.**
3. **Fehlendes Schütteln beim Easyhaler** = Fehl- oder Unterdosierung, weil sich die Dosiereinheit nicht konsistent mit der stark kohäsiven Pulvermischung füllt.

Aufwand Kraft und Koordination

+ sehr leicht ++ leicht +++ schwieriger/umständlich ++++ sehr schwierig/umständlich

Für die Einstufung gibt es keine eindeutig quantifizierbaren, objektiven Kriterien. Berücksichtigt werden die Anzahl Bedienschritte, in hohem Maße Kraft- oder Koordination erfordernde Aufgaben sowie komplizierte, nicht-selbsterklärende Gerätekonstruktionen.

Anzahl Bedienschritte für die Applikation einer Einzeldosis

Für die Ermittlung wird das eigentliche Inhalationsmanöver jeweils als 1 Schritt gezählt (Ausatmen, bei gutem Lippenschluss **gleichmäßig kräftig und tief einatmen**, nach Absetzen des Inhalators postinspiratorische Atempause mitzählen, ausatmen). Das Absetzen des Inhalators bei Beginn der Atempause wird bei allen Systemen als separater Bedienschritt gezählt. Hierdurch soll die Wichtigkeit betont, dass der Patient das Device nicht bis zum Ende der Atempause im Mund behält und versehentlich in den Inhalator exhaliert (bei Kapsel- und Blistersystemen wäre das primär ein Hygieneproblem, bei den Reservoirs droht ein Verklumpen des Pulvervorrats).

Hinsichtlich des Inhalationsmanövers ist die forcierte Inspiration bei DPI der einzige, von den passiven Systemen zur Aerosolerzeugung abweichende Teilschritt (langsam bei treibgasbetriebenen Dosieraerosolen, Verneblern). Die deutlichen Unterschiede in der Anzahl der Bedienschritte kommen durch die Entnahme der Einzelkapseln aus dem Blister / der Vorratsbox, deren Öffnung und Entsorgung zustande. Beim Easyhaler muss zusätzlich geschüttelt werden. Bei den Reservoirsystemen erfolgt das Abmessen automatisch bei korrekter Haltung (Easyhaler, Nexthaler, Novolizer/Genuair, beim Turbohaler und Twisthaler erst nach Drehen eines Dosierrades unter das Pulvermagazin), bei Reservoirsystemen muss die abgemessene Einzeldosis manuell in den Luftkanal transferiert werden (durch Zurückdrehen des Dosierrades beim Turbohaler, durch Drücken eines Dosierknopfs beim Novolizer/Genuair, durch Zusammendrücken des Inhalators beim Easyhaler). Tendenziell am einfachsten in der Handhabung sind der Nexthaler sowie einige Blistersysteme, aber auch hier bestehen relevante Unterschiede: Beim Ellipta wird gleichzeitig die Schutzkappe und der Blister geöffnet bzw. bei senkrechter Haltung dosiert, beim Diskus und Forspiro nacheinander. Besonders umständlich in dieser Gruppe ist der Elpenhaler, bei dem die Einzelblister manuell aus einer Vorratsbox entnommen, in die Dosiereinheit eingesetzt, geöffnet und nach Inhalation entsorgt werden müssen.

Eine in der Tabelle in Klammer gesetzte, abweichende Anzahl Bedienschritte berücksichtigt den Gebrauch von Hilfsmitteln (z.B. die Schutzbox beim Easyhaler®) bzw. das von Zeit zu Zeit erforderliche Entfernen entleerter Blister (Forspiro®).

Handhabung

Aerolizer für LABA (11 Bedienerschritte)

1 Schutzkappe nach oben abziehen **2** Mundstück mit kaminartigem Aufsatz in Pfeilrichtung öffnen (seitliche Drehbewegung: **Koordination, Kraft**). **3** Eine Kapsel aus dem Blister entnehmen (unmittelbar vor der Inhalation = nicht auf Vorrat) und manuell in das geöffnete Kapselfach einlegen. **4** Mundstück in der Gegenrichtung wieder verschließen. **5** Kapsel durch Zusammendrücken der beiden seitlichen Druckknöpfe an beiden Enden anstecken und die Druckknöpfe danach wieder loslassen (hierzu den Inhalator mit der nicht-dominanten Hand im Bereich des Kaminartigen Aufsatzes halten und mit Daumen und Zeigefinger der dominanten Hand drücken = **Kraft / Koordination [Monitoring!]**. **Bei schmerzhafter Einschränkung von Kraft oder Beweglichkeit ergonomisch mögliche Alternative üben:** z.B. mit einem Druckknopf auf die Tischplatte aufstützen und den anderen Druckknopf mit der Handfläche herunterdrücken). Knirschendes Geräusch als akustische Erfolgskontrolle. **6** Mundstück mit den Lippen fest umschließen und kräftig und tief inhalieren (surrendes Geräusch als akustische Erfolgskontrolle = lose im Kapselfach sitzende Kapsel rotiert um die eigene Achse). **7** Inhalator schon zu Beginn der Atempause absetzen. **8** Nach Ausatmen Mundstück erneut in Pfeilrichtung öffnen und die transparente Kapsel entnehmen. **9** Prüfen, ob der Kapselinhalt vollständig entleert wurde. Wenn nein, (4-6) noch einmal wiederholen. **10** Mundstück wieder verschließen und **11** Schutzkappe wieder aufsetzen.

Jede O.P. zu 60 Kapseln enthält einen neuen Inhalator. Den alten Inhalator nach Aufbrauchen der Kapseln entsorgen.

Breezhaler für LAMA, LABA, LAMA/LABA, ICS (11 Bedienerschritte)

1 Schutzkappe nach oben abziehen **2** Mundstück mit kaminartigem Aufsatz nach hinten = vom Benutzer weg aufklappen (**Koordination**). **3** Eine Kapsel aus dem Blister entnehmen (unmittelbar vor der Inhalation = nicht auf Vorrat) und manuell in das geöffnete Kapselfach einlegen. **4** Mundstück wieder zuklappen. **5** Kapsel durch Zusammendrücken der beiden seitlichen Druckknöpfe an beiden Enden anstecken und die Druckknöpfe danach wieder loslassen (hierzu den Inhalator mit der nicht-dominanten Hand im Bereich der unteren Hälfte des Inhalatorgehäuses halten und mit Daumen und Zeigefinger der dominanten Hand drücken = **Kraft / Koordination [Monitoring!]**. **Bei schmerzhafter Einschränkung von Kraft oder Beweglichkeit ergonomisch mögliche Alternative üben:** z.B. mit einem Druckknopf auf die Tischplatte aufstützen und den anderen Druckknopf mit der Handfläche herunterdrücken). Knirschendes Geräusch als akustische Erfolgskontrolle. **6** Mundstück mit den Lippen fest umschließen und kräftig und tief inhalieren (surrendes Geräusch als akustische Erfolgskontrolle = lose im Kapselfach sitzende Kapsel rotiert um die eigene Achse). **7** Inhalator schon zu Beginn der Atempause absetzen. **8** Nach Ausatmen Mundstück erneut in Pfeilrichtung öffnen und die Kapsel entnehmen. **9** Prüfen, ob der Kapselinhalt vollständig entleert wurde. Wenn nein, (4-6) noch einmal wiederholen. **10** Mundstück wieder verschließen und **11** Schutzkappe wieder aufsetzen.

Jede O.P. zu 30 Kapseln enthält einen neuen Inhalator. Den alten Inhalator nach Aufbrauchen der Kapseln entsorgen.

Diskus für ICS, ICS/SABA (5 Bedienschritte)

1 mit nicht dominanter Hand **waagrecht** an transparentem Deckel halten, mit dem Daumen der dominanten Hand in die Griffleiste fassen und Inhalator durch Drehen vom Körper weg öffnen (Spannhebel und Mundstück freigelegt), **2** Spannhebel bis zum Anschlag nach hinten drücken (Blister gegenüber Luftkanal manuell geöffnet = ab dem Zeitpunkt nicht mehr kippen, Kraft, Koordination), **3** Inhalieren (auf guten Lippenschluss achten, breites Mundstück), **4** Schon zu Beginn der Atempause absetzen und **5** Gerät verschließen (Spannhebel geht automatisch in die Ausgangsposition zurück)

Easyhaler für LABA, ICS, ICS/LABA (7 /9 Bedienschritte)

1 Schutzkappe abziehen (Dorn an der Oberseite der Kappe verhindert bis zur Entfernung unbeabsichtigte Betätigung des Dosiermechanismus). **2** Inhalator kräftig schütteln (einziger Pulverinhalator, der vor Gebrauch geschüttelt werden muss = Pulver sehr kohäsiv). **3** Pulverinhalator senkrecht mit dem Mundstück nach unten halten (die napfförmige Öffnung der trommelförmigen Dosiereinheit unter dem Reservoir füllt sich durch Schwerkraft von oben mit der interaktiven Pulvermischung = Fehldosierung bei von der Senkrechten abweichenden Haltung). **4** Bei weiter senkrechter Haltung Gehäuseoberteil mit dem Zeige- oder Mittelfingerzwischen nach unten drücken und danach wieder loslassen (die gefüllte Dosiereinheit wird mit zusammen mit der Trommel um eine Viertel Umdrehung Richtung Luftkanal weitertransportiert und gleichzeitig das Zählwerk betätigt = Inhalator bereit zu Inhalation / ab diesem Zeitpunkt nicht mehr nach vorne kippen). **5** Mundstück mit den Lippen festumschließen und kräftig und tief inhalieren. **6** Gerät schon zu Beginn der Atempause absetzen. **7** Zuletzt Mundstück wieder mit der Schutzkappe verschließen.

Für das System steht eine kostenlose Schutzbox zur Verfügung, die –zugeklappt bei der Lagerung – für einen optimalen Schutz vor Feuchtigkeitseinflüssen sorgt. Der Inhalator kann auch bei der Inhalation in der Schutzbox verbleiben. Bei Verwendung erhöht sich die Zahl der Bedienschritte: **0** Schutzbox aufklappen (...) **8** Schutzbox zuklappen.

Ellipta für LAMA, LABA/LAMA, LABA/ICS, LABA/LAMA/ICS (4 Bedienschritte)

1 Gerät mit der nicht-dominanten Hand in der Gerätemitte halten, Daumen der dominanten Hand auf die Griffrielen des Schutzdeckels auflegen und den Deckel bis zum Anschlag nach außen/unten ziehen (Klickgeräusch. Bedienschritt mit Mehrfachfunktion: (1) Aktiviert Zählwert [= nicht unnötig betätigen] und zieht gleichzeitig von der dem Luftkanal gegenüberliegenden Blisterkapsel die Deckfolie ab = Inhalator betriebsbereit). **2** Mundstück mit gutem Lippenschluss umschließen und kräftig und tief einatmen. **3** Gerät schön zu Beginn der Atempause absetzen und **4** Schutzkappe wieder verschließen.

Elpenhaler für ICS/LABA (13 Bedienschritte)

1 Öffnen Unterteil **2** Blister entnehmen (**Koordination, Geschicklichkeit**) **3** Unterteil verschließen, **4** Mundstück Schutzkappe auf (**keine Griffleiste = Visus, Geschicklichkeit**), **5** Mundstück aufklappen, **6** Blister **richtig herum und einsetzen und an Dorn fixieren** (**Koordination, Verständnis, Visus**), **7** Mundstück verschließen, **8** Blister durch **kräftiges** Ziehen öffnen (**Kraft, Koordination**), **9** Inhalieren, **10** Mundstück aufklappen, **11** entleerten Blister entnehmen, **12** Mundstück zu, **13** Schutzkappe zu [[definitiv kein konstruktiver Geniestreich: billiges Plastikteil mit fragwürdiger Stabilität und vielen, störanfälligen Einzelschritten, fraglich seniorentauglich]]

Forspiro für ICS/LABA (6 bzw. 9 Bedienschritte)

1 Inhalator senkrecht halten und mit der dominanten Hand die farbige Schutzkappe über dem Mundstück nach vorne aufklappen = Mundstück und darüber das Zählwerk sind sichtbar (Linkshänder klappen nach hinten auf = Zählwerk steht auf dem Kopf). **2** Farbige Gehäuse mit der nicht-dominanten Hand halten und das weiße Gehäuseteil mit dem Mundstück mit dem Daumen der dominanten Hand bis zum Anschlag nach rechts aufklappen (Linkshänder, die das Gerät andersherum halten klappen ebenfalls nach rechts): **Funktionsweise nicht selbsterklärend = Gegenstand der Erstinstruktion, Koordination**). Bedienschritt mit Mehrfachfunktion: es wird gleichzeitig der Blisterstreifen um eine Position weitertransportiert = eine geschlossene Blisterkapsel auf Höhe des Mundstücks sichtbar. **3** Weißes Oberteil wieder bis zum Anschlag zurückklappen (das letzte Stück gegen einen spürbaren Widerstand (hierbei wird die zuvor noch geschlossene Blisterkapsel durch vier Dornen an der Unterseite des weißen Oberteils aufgestochen = geöffnet; **Kraft, Koordination**): Pulver bereit zur Inhalation. **4** Mundstück mit den Lippen fest umschließen und kräftig und tief einatmen. **5** Gerät schon zu Beginn der Atempause absetzen und **6** Schutzkappe wieder verschließen.

Entleerte Blister sammeln sich unter einem transparenten Sichtfenster und müssen gelegentlich entfernt werden: **7** Sichtfenster an Griffleiste fassen und nach hinten aufklappen, **8** Leere Blister nach oben / hinten abreißen (**Kraft, Koordination**) und **9** Sichtfenster wieder verschließen.

Genuair s. Novolizer

Handihaler für SAMA (10 Bedienschritte)

1 Schutzkappe aufklappen. **2** Inhalatorunterteil mit der dominanten Hand halten und Mundstück mit dem Daumen der nicht-dominanten

Hand seitlich wegklappen (Griffleiste erleichtert; **Kraft, Koordination**). **3** Kapsel unmittelbar vor dem Gebrauch aus dem Blister entnehmen (die Blisterstreifen des stark hygroskopischen Inhaltsstoffs lassen sich Kapsel für Kapsel öffnen = hierzu seitlich an dem seitlichen freien Ende der Deckfolie ziehen / nicht durchdrücken; bei Importpräparaten wird die Entnahme z.T. durch

aufgeklebte deutschsprachige Etiketten behindert) und senkrecht in das Kapselfach einsetzen. **4** Mundstück wieder zuklappen. **5** Kapsel durch Drücken des seitlichen, grünen Druckknopfs anstechen und im Anschluss wieder loslassen (**Kraft, Koordination**: hierzu Inhalatorunterteil zwischen Daumen und Zeigefinger der nicht-dominanten Hand fixieren und den Druckknopf mit dem Daumen der dominanten Hand betätigen. Bei schmerzhafter Bewegungseinschränkung den Dosierknopf gegen die Handfläche der dominanten Hand drücken). **6** Mundstück mit den Lippen umschließen und kräftig und tief einatmen. (surrendes Geräusch als akustische Erfolgskontrolle = lose im Kapselfach sitzende Kapsel rotiert um die eigene Achse). **7** Inhalator schon zu Beginn der Atempause absetzen. **8** Nach der Inhalation Mundstück öffnen und benutzte Kapsel entnehmen. **9** Mundstück wieder verschließen. **10** Schutzkappe verschließen.

Nexthaler für LABA / ICS (4 Bedienschritte)

1 Gerät mit der nicht-dominanten Hand in der Gerätemitte halten (senkrecht mit dem farbigen Deckel nach oben) und farbigen Schutzdeckel mit dem Daumen der dominanten Hand bis zum Anschlag nach außen/unten ziehen = Mundstück wird freigelegt (Klickgeräusch. Bedienschritt mit Mehrfachfunktion: gleichzeitig wird eine Dosis durch Schüttvolumen dosiert aus dem Reservoir = Inhalator betriebsbereit). **2** Mundstück mit gutem Lippenschluss umschließen und kräftig und tief einatmen (**atemzuggetriggert**: Gerät gibt das Pulver erst ab einem **Mindestflow von 30-40 l/min** frei = Klickgeräusch zeigt an, dass die Dosis erfolgreich freigegeben wurde). **3** Absetzen (bei Beginn der Atempause) **4** Schutzkappe wieder zuklappen (Bedienschritt mit Mehrfachfunktion: Betätigt gleichzeitig das Einzeldosiszählwerk).

Novolizer für SABA, LABA, ICS, ICS/LABA (5 Bedienschritte, für Patronenwechsel Reinigung plus jeweils 5 Schritte)

Genuair (Einwegvariante des Novolizer) für LAMA/LABA (5 Bedienschritte)

1 Schutzkappe abziehen, **2** Gehäuse **waagrecht** halten (mit Daumen auf Griffleiste am Boden stützen, oben mit Zeigefinger fixieren) = die Dosiereinheit unter dem Reservoir misst bei dieser Position automatisch von oben das Inhalationspulver in eine darunter befindliche Kavität (**Dosierungsfehler bei von der Waagrechten abweichender Haltung!**) und Druckknopf am hinteren Ende des Gerätes mit dem Mittelfinger herunterdrücken und wieder loslassen (Klickgeräusch) = zuvor abgemessene Pulverdosis wird in den Luftkanal transferiert, Farbumschlag von rot nach grün signalisiert die Inhalationsbereitschaft). **3** Mundstück mit den Lippen umschließen und kräftig am Mundstück saugen (**atemzuggetriggert**: Gerät gibt das Pulver erst ab einem **Mindestflow von 30-40 l/min** frei = Klickgeräusch / Farbumschlag von grün nach rot; das zweite surrende Geräusch rührt von der Verwirbelung des Pulvers in der Zyklondüse im Mundstück. **4** Absetzen (bei Beginn der Atempause) **5** Schutzkappe wieder aufsetzen

Patronenwechsel (nur beim Novolizer): **1** Gehäuse mit nicht dominanter Hand fixieren und Gehäusedeckel in der Mitte mit der dominanten Hand an den zwei Griffleisten fassen und nach vorn / Richtung Mundstück ziehen und nach oben abheben. **2** alte Kartusche nach oben aus dem Gehäuse ziehen. **3** Aludeckel der Primärverpackung der Austausch-Kartusche abziehen. **4** Neue Kartusche entnehmen und von oben in das leere Inhalatorgehäuse einsetzen, dabei das Zählwerk nach vorne positionieren). **5**

Gehäusedeckel wieder aufsetzen (an den Griffleisten fassen, etwa 0.5 cm nach vorn versetzt auf das Gehäuse aufsetzen und nach hinten Richtung Druckknopf schieben / arretieren: Koordination, Schulungswissen = Teil der Erstinstruktion).

Reinigung (nur beim Novolizer möglich): **1** Schutzkappe nach vorne abziehen. **2** Mundstück mit Daumen und Zeigefinger der dominanten Hand fassen und weniger als ¼-Umdrehung gegen den Uhrzeigersinn drehen, danach nach vorne abziehen. **3** Die jetzt sichtbare Zyklondüse ausblasen, ausklopfen (keine feuchte Reinigung!). **4** Mundstück wieder leicht verkantet aufsetzen und durch eine Drehung im Uhrzeigersinn fixieren. **5** Schutzkappe aufsetzen.

Spiromax für ICS / LABA (4 Bedienschritte)

1 Inhalator mit der nicht-dominanten Hand halten und Schutzkappe mit der dominanten Hand durch Herunterklappen öffnen = Klickgeräusch als akustische Erfolgskontrolle (Dosierschritt funktioniert nahezu haltungsunabhängig: dosiert wird über einen Fülltrichter. Beim Aufklappen wird mit Klickgeräusch eine Spiralfeder freigegeben, die einen luftgefüllten Gummibalg komprimiert und durch die Druckluft für eine gleichmäßige / vollständige Befüllung der Dosiereinheit sorgt). **2** Mundstück mit den Lippen fest umschließen und kräftig und tief einatmen. **3** Inhalator schon zu Beginn der Atempause absetzen. **4** Zuletzt Schutzkappe wieder zuklappen (Klickgeräusch = Spiralfeder wieder komprimiert, Gummibalg füllt sich spontan wieder mit Luft).

Turbohaler I für SABA, LABA, ICS mono / **Turbohaler II** für ICS/LABA (6 Bedienschritte)

1 Aufschrauben und Deckel abziehen, **2** Gehäuseoberteil mit der nicht dominanten Hand **senkrecht (!) halten** und gegen den Uhrzeigersinn einmal hin (Bohrungen unter Pulvermagazin + durch Schwerkraft von oben befüllt = Haltung!) und **3** zurück drehen = **am Ende Klickgeräusch** (gefüllte Bohrungen unter dem Luftkanal), **4** Inhalieren, **5** Gerät schon zu Beginn der Atempause absetzen und **6** Schutzkappe verschließen

Zonda-Haler für ICS/LABA (10 Bedienschritte)

1 Schutzkappe öffnen (Kraft), **2** Mundstück aufklappen (Griffleiste vorhanden), **3** Eine Kapsel aus Dose entnehmen und Dose sofort wieder verschließen (**sehr hygroskopisch!** kein kindersicherer Verschluss = **mäßiger Kraftaufwand, Koordination**, inhalieren, nicht schlucken), **4** Kapsel in den Inhalator einsetzen, **5** Mundstück verschließen, **6** Kapsel mit seitlichem Druckknopf anstechen und wieder loslassen (**breiter Druckknopf, Kraft, Koordination**. **Bei schmerzhafter Einschränkung der Beweglichkeit** der Finger Knopf alternativ gegen den Daumenballen drücken), **7** Inhalieren, **8** Mundstück auf und Kapsel entnehmen, **9** Mundstück zu, **10** Schutzkappe zu.

Welche Devices präferieren geriatrische Patienten?

Untersucht man die Präferenzen älterer Patienten, einer im Hinblick mögliche Bedienungsfehler besonders vulnerablen Patientengruppe (oft eingeschränktes manuelles Geschick und / oder bestehende schmerzhafte Einschränkungen von Beweglichkeit und Koordination; nicht selten Flusslimitationen) zeigt sich, dass weder ein besonders geringer Inspirationswiderstand, das Vorliegen eines Dosiszählwerks, eine diskrete Anwendung, die Dauer der Inhalation und schon gar nicht gestalterische Aspekte (Form, Farbe, Aussehen), sondern insbesondere eine möglichst einfache Bedienung und wenige, leicht umsetzbare Bedienschritte den Ausschlag geben

[RUESSEL K, LUECKE E, SCHREIBER J (2020): Inhaler devices in a geriatric patient population. A prospective cross-sectional study on Patient Preference. *Patient Preference and Adherence* 14: 1811-1822]

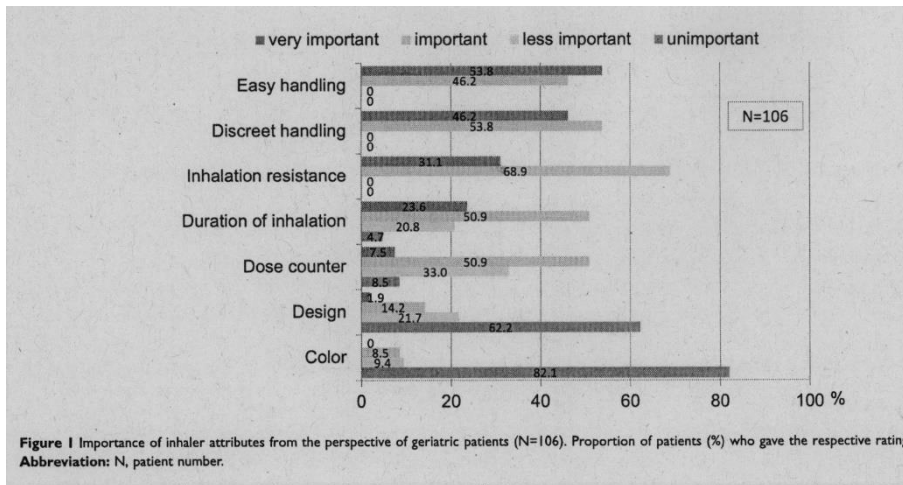


Abbildung 2 [RUESSEL et al. (2020), hier Abb. 1]

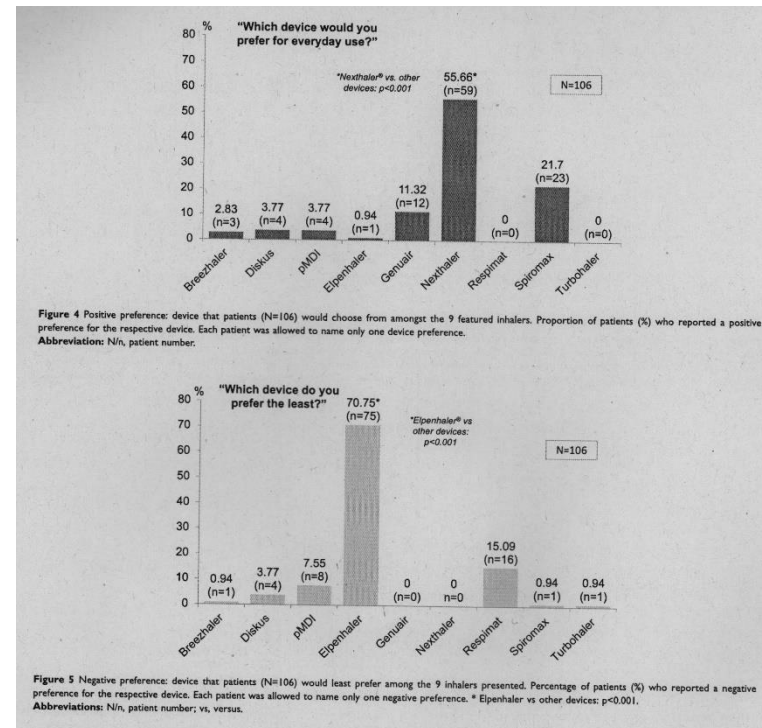


Abbildung 3,4 [RUESSEL et al. (2020), hier Abb. 4 bzw. 5]

Anschrift des Verfassers: Dr. Eric Martin, Luitpoldstraße 31, 97828 Marktheidenfeld (E_Martin@t-online.de)

Mitglied der Arzneimittelkommission der Deutschen Apotheker AMK.

Text kritisch revidiert und kommentiert von: Prof. Dr. Rolf Daniels, Lehrstuhl für Pharmazeutische Technologie, Eberhard-Karls-Universität Tübingen, An der Morgenstelle 8, 72076 Tübingen