

Dossier zur Nutzenbewertung gemäß § 35a SGB V

Ivacaftor (Kalydeco®)

Vertex Pharmaceuticals Limited

Modul 3 B

Behandlung der zystischen Fibrose bei Patienten ab 12 Jahren, die heterozygot bezüglich der F508del-Mutation sind und die eine der folgenden Mutationen im CFTR-Gen haben: P67L, R117C, L206W, R352Q, A455E, D579G, 711+3A→G, S945L, S977F, R1070W, D1152H, 2789+5G→A, 3272-26A→G, 3849+10kbC→T

**Zweckmäßige Vergleichstherapie,
Anzahl der Patienten mit therapeutisch
bedeutsamem Zusatznutzen,
Kosten der Therapie für die GKV,
Anforderungen an eine qualitätsgesicherte
Anwendung**

Stand: 02.11.2018

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Tabellenverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis.....	6
3 Modul 3 – allgemeine Informationen	8
3.1 Bestimmung der zweckmäßigen Vergleichstherapie	9
3.1.1 Benennung der zweckmäßigen Vergleichstherapie	10
3.1.2 Begründung für die Wahl der zweckmäßigen Vergleichstherapie.....	10
3.1.3 Beschreibung der Informationsbeschaffung für Abschnitt 3.1	11
3.1.4 Referenzliste für Abschnitt 3.1.....	12
3.2 Anzahl der Patienten mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen	13
3.2.1 Beschreibung der Erkrankung und Charakterisierung der Zielpopulation.....	13
3.2.2 Therapeutischer Bedarf innerhalb der Erkrankung	23
3.2.3 Prävalenz und Inzidenz der Erkrankung in Deutschland	25
3.2.4 Anzahl der Patienten in der Zielpopulation.....	28
3.2.5 Angabe der Anzahl der Patienten mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen.....	38
3.2.6 Beschreibung der Informationsbeschaffung für Abschnitt 3.2	38
3.2.7 Referenzliste für Abschnitt 3.2.....	40
3.3 Kosten der Therapie für die gesetzliche Krankenversicherung	46
3.3.1 Angaben zur Behandlungsdauer.....	46
3.3.2 Angaben zum Verbrauch für das zu bewertende Arzneimittel und die zweckmäßige Vergleichstherapie.....	52
3.3.3 Angaben zu Kosten des zu bewertenden Arzneimittels und der zweckmäßigen Vergleichstherapie.....	55
3.3.4 Angaben zu Kosten für zusätzlich notwendige GKV-Leistungen	58
3.3.5 Angaben zu Jahrestherapiekosten	62
3.3.6 Angaben zu Versorgungsanteilen.....	65
3.3.7 Beschreibung der Informationsbeschaffung für Abschnitt 3.3	66
3.3.8 Referenzliste für Abschnitt 3.3.....	67
3.4 Anforderungen an eine qualitätsgesicherte Anwendung	69
3.4.1 Anforderungen aus der Fach- und Gebrauchsinformation	69
3.4.2 Bedingungen für das Inverkehrbringen	79
3.4.3 Bedingungen oder Einschränkungen für den sicheren und wirksamen Einsatz des Arzneimittels.....	79
3.4.4 Informationen zum Risk-Management-Plan	80
3.4.5 Weitere Anforderungen an eine qualitätsgesicherte Anwendung	82
3.4.6 Beschreibung der Informationsbeschaffung für Abschnitt 3.4	82
3.4.7 Referenzliste für Abschnitt 3.4.....	83

Tabellenverzeichnis

	Seite
Tabelle 3-1: Klassifikation der CFTR-Genmutationen	16
Tabelle 3-2: CFTR-Mutationen mit einer Restfunktion (RF) – Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	17
Tabelle 3-3: Extrapulmonale klinische Manifestationen der CF	20
Tabelle 3-4: Derzeit verfügbare medikamentöse Therapien der CF im Anwendungsgebiet B	24
Tabelle 3-5: Anzahl der registrierten CF-Patienten von 2014 bis 2016 (berichtete Werte) und von 2017 bis 2023 (Extrapolation)	28
Tabelle 3-6: Anzahl der GKV-Patienten in der Zielpopulation	29
Tabelle 3-7: Berechnung der Anzahl der GKV-Patienten in der „Zielpopulation – Anwendungsgebiet B“:	30
Tabelle 3-8: Anteil von „RF-Patienten“ aus Registerberichten aus Frankreich, UK, den Niederlanden, USA	35
Tabelle 3-9: Anzahl der Patienten, für die ein therapeutisch bedeutsamer Zusatznutzen besteht, mit Angabe des Ausmaßes des Zusatznutzens (zu bewertendes Arzneimittel)	38
Tabelle 3-10: Angaben zum Behandlungsmodus (zu bewertendes Arzneimittel und zweckmäßige Vergleichstherapie)	47
Tabelle 3-11: Beispiele für Medikamente zur symptomatischen Therapie von CF-Patienten (BSC)	48
Tabelle 3-12: Behandlungsmodi der repräsentativen, bei CF verwendeten Medikamente	49
Tabelle 3-13: Behandlungstage pro Patient pro Jahr (zu bewertendes Arzneimittel und zweckmäßige Vergleichstherapie)	50
Tabelle 3-14: Behandlungstage pro Patient pro Jahr bei den repräsentativen Medikamenten der zweckmäßigen Vergleichstherapie (BSC)	51
Tabelle 3-15: Jahresdurchschnittsverbrauch pro Patient (zu bewertendes Arzneimittel und zweckmäßige Vergleichstherapie)	53
Tabelle 3-16: Jahresdurchschnittsverbrauch pro Patient bei den repräsentativen, bei CF verwendeten Medikamenten	54
Tabelle 3-17: Kosten des zu bewertenden Arzneimittels und der zweckmäßigen Vergleichstherapie	56
Tabelle 3-18: Kosten der repräsentativen, bei CF verwendeten Medikamente	57
Tabelle 3-19: Zusätzlich notwendige GKV-Leistungen bei Anwendung der Arzneimittel gemäß Fach- oder Gebrauchsinformation (zu bewertendes Arzneimittel und zweckmäßige Vergleichstherapie)	59
Tabelle 3-20: Zusätzlich notwendige GKV-Leistungen – Kosten pro Einheit	60

Tabelle 3-21: Zusätzlich notwendige GKV-Leistungen – Zusatzkosten für das zu bewertende Arzneimittel und die zweckmäßige Vergleichstherapie pro Jahr (pro Patient und für die jeweilige Population / Patientengruppe insgesamt)	61
Tabelle 3-22: Jahrestherapiekosten für die GKV für das zu bewertende Arzneimittel und die zweckmäßige Vergleichstherapie (pro Patient und insgesamt).....	62
Tabelle 3-23: Berechnung der Jahrestherapiekosten mit Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) für die GKV	63
Tabelle 3-24: Jahrestherapiekosten für die repräsentativen, bei CF verwendeten Medikamente (pro Patient und insgesamt).....	64
Tabelle 3-25: Zusammenfassung der Maßnahmen zur Risikominimierung für Kalydeco®	80

Abbildungsverzeichnis

	Seite
Abbildung 1: Pathophysiologie der zystischen Fibrose in den Atemwegen	15
Abbildung 2: Klinische Organmanifestationen der CF	18

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
ABC	<i>ATP Binding Cassette</i>
ALT	Alanin-Aminotransferase
AOK	Allgemeine Ortskrankenkassen
AST	Aspartat-Aminotransferase
ATP	Adenosintriphosphat
BSC	<i>Best Supportive Care</i>
cAMP	zyklisches Adenosinmonophosphat
CBAVD	kongenitale bilaterale Aplasie des Vas deferens (<i>congenital bilateral aplasia of vas deferens</i>)
CDC	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
CF	Zystische Fibrose (<i>Cystic Fibrosis</i>)
CFLD	<i>Cystic Fibrosis-associated Liver Disease</i>
CFRD	<i>Cystic Fibrosis-Related Diabetes mellitus</i>
CFTR	<i>Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator</i>
CI	Konfidenzintervall (<i>confidence interval</i>)
CT	Computertomographie
DDD	<i>Defined Daily Dose</i>
DIOS	Distales Darmverschluss-Syndrom
E	Einheiten
EBM	Einheitlicher Bewertungsmaßstab
EMA	<i>European Medicines Agency</i>
EPAR	<i>European Public Assessment Report</i>
EU	Europäische Union
F508del	Mutation im CFTR Gen mit einer Deletion des Phenylalanin-Codons, welche der Position 508 des Wildtyp-Proteins entspricht
FEV ₁	Forciertes Einsekundenvolumen (<i>Forced Expiratory Volume in 1 second</i>)
FEV ₁ %	Anteil des forcierten Einsekundenvolumens am standardisierten Normalwert in Prozent
FVC	Forcierte Vitalkapazität
G	Gramm

Abkürzung	Bedeutung
G-BA	Gemeinsamer Bundesausschuss
gGmbH	Gemeinnützige Gesellschaft mit begrenzter Haftung
GKV	Gesetzliche Krankenversicherung
hF508del	Homozygote Mutation im CFTR Gen mit einer Deletion des Phenylalanin-Codons, welche der Position 508 des Wildtyp-Proteins entspricht
IE	Internationale Einheiten
IU	<i>International Unit</i>
IVA	Ivacaftor
LCI	<i>lung clearance index</i>
mg	Milligramm
msr. Hartkps	Magensaftresistente Hartkapseln
NA	Nicht verfügbar (<i>not applicable</i>)
NaCl	Natriumchlorid
PE _x	Pulmonale Exazerbationen
Ph. Eur.-Einheiten	Europäisches Arzneibuch Einheiten
PK	Pharmakokinetik
RF	<i>residual function</i> – „Restfunktion“; hier: konkret die 14 RF-Mutationen, die von der Indikation im Anwendungsgebiet B umfasst sind: P67L, R117C, L206W, R352Q, A455E, D579G, 711+3A→G, S945L, S977F, R1070W, D1152H, 2789+5G→A, 3272-26A→G, and 3849+10kbC→T
RMP	Risk Management Plan
RR	Relatives Risiko
SGB	Sozialgesetzbuch
UK CFR	<i>United Kingdom Cystic Fibrosis Registry</i>
US CFFPR	<i>United States Cystic Fibrosis Foundation Patient Registry</i>
WiDO	Wissenschaftliches Institut der Allgemeinen Ortskrankenkassen

3 Modul 3 – allgemeine Informationen

Modul 3 enthält folgende Angaben:

- Bestimmung der zweckmäßigen Vergleichstherapie (Abschnitt 3.1)
- Bestimmung der Anzahl der Patienten mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen (Abschnitt 3.2)
- Bestimmung der Kosten für die gesetzliche Krankenversicherung (Abschnitt 3.3)
- Beschreibung der Anforderungen an eine qualitätsgesicherte Anwendung (Abschnitt 3.4)

Alle in diesen Abschnitten getroffenen Aussagen und Kalkulationsschritte sind zu begründen. In die Kalkulation eingehende Annahmen sind darzustellen. Die Berechnungen müssen auf Basis der Angaben nachvollziehbar sein und sollen auch Angaben zur Unsicherheit enthalten.

Die Abschnitte enthalten jeweils einen separaten Abschnitt zur Beschreibung der Informationsbeschaffung sowie eine separate Referenzliste.

Für jedes zu bewertende Anwendungsgebiet ist eine separate Version des vorliegenden Dokuments zu erstellen. Die Kodierung der Anwendungsgebiete ist in Modul 2 hinterlegt. Sie ist je Anwendungsgebiet einheitlich für die übrigen Module des Dossiers zu verwenden.

Im Dokument verwendete Abkürzungen sind in das Abkürzungsverzeichnis aufzunehmen. Sofern Sie für Ihre Ausführungen Abbildungen oder Tabellen verwenden, sind diese im Abbildungs- bzw. Tabellenverzeichnis aufzuführen.

3.1 Bestimmung der zweckmäßigen Vergleichstherapie

Zweckmäßige Vergleichstherapie ist diejenige Therapie, deren Nutzen mit dem Nutzen des zu bewertenden Arzneimittels verglichen wird. Näheres hierzu findet sich in der Verfahrensordnung des Gemeinsamen Bundesausschusses.

Die zweckmäßige Vergleichstherapie ist regelhaft zu bestimmen nach Maßstäben, die sich aus den internationalen Standards der evidenzbasierten Medizin ergeben. Bei mehreren Alternativen ist die wirtschaftlichere Therapie zu wählen, vorzugsweise eine Therapie, für die ein Festbetrag gilt. Die zweckmäßige Vergleichstherapie muss eine nach dem allgemein anerkannten Stand der medizinischen Erkenntnisse zweckmäßige Therapie im Anwendungsgebiet sein, vorzugsweise eine Therapie, für die Endpunktstudien vorliegen und die sich in der praktischen Anwendung bewährt hat, soweit nicht Richtlinien oder das Wirtschaftlichkeitsgebot dagegen sprechen.

Bei der Bestimmung der Vergleichstherapie sind insbesondere folgende Kriterien zu berücksichtigen:

1. Sofern als Vergleichstherapie eine Arzneimittelanwendung in Betracht kommt, muss das Arzneimittel grundsätzlich eine Zulassung für das Anwendungsgebiet haben.
2. Sofern als Vergleichstherapie eine nichtmedikamentöse Behandlung in Betracht kommt, muss diese im Rahmen der GKV erbringbar sein.
3. Als Vergleichstherapie sollen bevorzugt Arzneimittelanwendungen oder nichtmedikamentöse Behandlungen herangezogen werden, deren patientenrelevanter Nutzen durch den G-BA bereits festgestellt ist.
4. Die Vergleichstherapie soll nach dem allgemein anerkannten Stand der medizinischen Erkenntnisse zur zweckmäßigen Therapie im Anwendungsgebiet gehören.
5. Bei mehreren Alternativen ist die wirtschaftlichere Therapie zu wählen, vorzugsweise eine Therapie, für die ein Festbetrag gilt.

Für Arzneimittel einer Wirkstoffklasse ist unter Berücksichtigung der oben genannten Kriterien die gleiche zweckmäßige Vergleichstherapie heranzuziehen, um eine einheitliche Bewertung zu gewährleisten. Die zweckmäßige Vergleichstherapie muss auch geeignet sein für Bewertungen von Arzneimitteln auf Veranlassung des Gemeinsamen Bundesausschusses nach § 35a Absatz 6 SGB V, die vor dem 1. Januar 2011 in den Verkehr gebracht worden sind.

Zur zweckmäßigen Vergleichstherapie kann ein Beratungsgespräch mit dem Gemeinsamen Bundesausschuss stattfinden. Näheres dazu findet sich in der Verfahrensordnung des Gemeinsamen Bundesausschusses.

3.1.1 Benennung der zweckmäßigen Vergleichstherapie

Benennen Sie die zweckmäßige Vergleichstherapie für das Anwendungsgebiet, auf das sich das vorliegende Dokument bezieht.

Die vorliegende Nutzenbewertung von Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) bezieht sich auf die Behandlung der zystischen Fibrose (*cystic fibrosis*, CF) bei Patienten im Alter von 12 Jahren oder älter, die heterozygot bezüglich der F508del-Mutation sind und eine der folgenden Mutationen im CFTR-Gen aufweisen: P67L, R117C, L206W, R352Q, A455E, D579G, 711+3A→G, S945L, S977F, R1070W, D1152H, 2789+5G→A, 3272-26A→G und 3849+10kbC→T (1). Die Patientengruppe entsprechend dieser Indikation wird im gesamten vorliegenden Modul 3B als „Zielpopulation - Anwendungsgebiet B“ bezeichnet

Die Bedingungen zur Zulassung als Arzneimittel zur Behandlung eines seltenen Leidens gemäß der Verordnung (EG) Nr. 141/2000 des Europäischen Parlaments und des Rates der EU werden erfüllt. Hierdurch ist Tezacaftor/Ivacaftor (plus Ivacaftor) als Medikament zur Behandlung eines seltenen Leidens zugelassen (2). Auch Ivacaftor ist als Medikament zur Behandlung eines seltenen Leidens zugelassen (3). Gemäß der gesetzlichen Vorgaben (§35a Absatz 1 Satz 11 SGB V) gilt für diese Medikamente der medizinische Zusatznutzen bereits durch die Zulassung als belegt; Nachweise zum medizinischen Nutzen und zum medizinischen Zusatznutzen im Verhältnis zur zweckmäßigen Vergleichstherapie müssen nicht vorgelegt werden.

Zur Darstellung der Evidenz von Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) bei Patienten ab 12 Jahren, die heterozygot bezüglich der F508del-Mutation sind und eine der folgenden Mutationen im CFTR-Gen aufweisen: P67L, R117C, L206W, R352Q, A455E, D579G, 711+3A→G, S945L, S977F, R1070W, D1152H, 2789+5G→A, 3272-26A→G und 3849+10kbC→T, wird im Modul 4 B dieses Nutzendossiers (Anwendungsgebiet B) dennoch die zweckmäßige Vergleichstherapie (zVT) „bestmöglichen symptomatische Therapie (*best supportive care*, BSC)“ herangezogen. Das zu bewertende Kombinationsarzneimittel Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) wird zusätzlich zu einer individualisierten, bestmöglichen symptomatischen Therapie (BSC) angewandt und für die Darstellung des Zusatznutzens dementsprechend dargestellt.

3.1.2 Begründung für die Wahl der zweckmäßigen Vergleichstherapie

Geben Sie an, ob ein Beratungsgespräch mit dem Gemeinsamen Bundesausschuss zum Thema „zweckmäßige Vergleichstherapie“ stattgefunden hat. Falls ja, geben Sie das Datum des Beratungsgesprächs und die vom Gemeinsamen Bundesausschuss übermittelte Vorgangsnummer an und beschreiben Sie das Ergebnis dieser Beratung hinsichtlich der Festlegung der zweckmäßigen Vergleichstherapie. Sofern ein Beratungsprotokoll erstellt wurde, benennen Sie dieses als Quelle (auch in Abschnitt 3.1.4).

Ein Beratungsgespräch mit dem Gemeinsamen Bundesausschuss (G-BA) hat am 09. August 2017 stattgefunden (Vorgangsnummer 2017-B-086) (4) Darin wurde u.a. das Thema

„zweckmäßige Vergleichstherapie“ für die Nutzenbewertung von Tezacaftor/Ivacaftor (plus Ivacaftor) erörtert. Der G-BA hat für das vorliegende Anwendungsgebiet B folgende zweckmäßige Vergleichstherapie bestimmt: „Für Tezacaftor/Ivacaftor (plus Ivacaftor) zur Behandlung der zystischen Fibrose bei Patienten im Alter von 12 Jahren oder älter, die heterozygot bezüglich der F508del-Mutation sind und eine der folgenden RF-Mutationen im CFTR-Gen aufweisen: P67L, R117C, L206W, R352Q, A455E, D579G, 711+3A→G, S945L, S977F, R1070W, D1152H, 2789+5G→A, 3272-26A→G und 3849+10kbC→T, ist die zweckmäßige Vergleichstherapie *best supportive care* (BSC) (4).

Da die Zulassung von Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) als Arzneimittel zur Behandlung eines seltenen Leidens erfolgte, sind die Bestandteile des Beratungsgesprächs zur zweckmäßigen Vergleichstherapie für die Nutzenbewertung von Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) nicht bindend. Wie bereits in Abschnitt 3.1.1 ausgeführt, wird in der Darstellung des Zusatznutzens in Modul 4 B der Festlegung der zVT durch den G-BA trotz des Bestehens des Status von Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) als Arzneimittel zur Behandlung eines seltenen Leidens (*orphan drug designation*) (2, 3) gefolgt.

Falls ein Beratungsgespräch mit dem Gemeinsamen Bundesausschuss zum Thema „zweckmäßige Vergleichstherapie“ nicht stattgefunden hat oder in diesem Gespräch keine Festlegung der zweckmäßigen Vergleichstherapie erfolgte oder Sie trotz Festlegung der zweckmäßigen Vergleichstherapie in dem Beratungsgespräch eine andere zweckmäßige Vergleichstherapie für die vorliegende Bewertung ausgewählt haben, begründen Sie die Wahl der Ihrer Ansicht nach zweckmäßigen Vergleichstherapie. Benennen Sie die vorhandenen Therapieoptionen im Anwendungsgebiet, auf das sich das vorliegende Dossier bezieht. Äußern Sie sich bei der Auswahl der zweckmäßigen Vergleichstherapie aus diesen Therapieoptionen explizit zu den oben genannten Kriterien 1 bis 5. Benennen Sie die zugrunde gelegten Quellen.

Nicht zutreffend.

3.1.3 Beschreibung der Informationsbeschaffung für Abschnitt 3.1

Erläutern Sie das Vorgehen zur Identifikation der in Abschnitt 3.1.2 genannten Quellen (Informationsbeschaffung). Sofern erforderlich, können Sie zur Beschreibung der Informationsbeschaffung weitere Quellen benennen.

Informationen zum Anwendungsgebiet von Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) wurden der Fachinformation entnommen (1). Die Angaben zum Status des zu bewertenden Arzneimittels Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) als Arzneimittel zur Behandlung eines seltenen Leidens wurden der EMA-Homepage entnommen (2, 3)

Alle Angaben zur zweckmäßigen Vergleichstherapie wurden aus der Niederschrift zum Beratungsgespräch vom GB A zitiert (4).

3.1.4 Referenzliste für Abschnitt 3.1

Listen Sie nachfolgend alle Quellen (z. B. Publikationen), die Sie in den Abschnitten 3.1.2 und 3.1.3 angegeben haben (als fortlaufend nummerierte Liste). Verwenden Sie hierzu einen allgemein gebräuchlichen Zitierstil (z. B. Vancouver oder Harvard). Geben Sie bei Fachinformationen immer den Stand des Dokuments an.

1. European Medicines Agency. EPAR Kalydeco® Anhang I - Zusammenfassung der Merkmale des Arzneimittels. 2018.
2. European Medicines Agency. Public summary of opinion on orphan designation. 2017.
3. European Medicines Agency. Public summary of opinion on orphan designation - N-(2,4-Di-tert-butyl-5-hydroxyphenyl)-1,4-dihydro-4-oxoquinoline-3-carboxamide for the treatment of cystic fibrosis. 2008.
4. Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA). Niederschrift des Beratungsgesprächs zur Wirkstoffkombination Tezacaftor/Ivacaftor (2017-B-086). 2017.

3.2 Anzahl der Patienten mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen

3.2.1 Beschreibung der Erkrankung und Charakterisierung der Zielpopulation

Geben Sie einen kurzen Überblick über die Erkrankung (Ursachen, natürlicher Verlauf), zu deren Behandlung das zu bewertende Arzneimittel eingesetzt werden soll und auf die sich das vorliegende Dokument bezieht. Insbesondere sollen die wissenschaftlich anerkannten Klassifikationsschemata und Einteilungen nach Stadien herangezogen werden. Berücksichtigen Sie dabei, sofern relevant, geschlechts- und altersspezifische Besonderheiten. Charakterisieren Sie die Patientengruppen, für die die Behandlung mit dem Arzneimittel gemäß Zulassung infrage kommt (im Weiteren „Zielpopulation“ genannt). Die Darstellung der Erkrankung in diesem Abschnitt soll sich auf die Zielpopulation konzentrieren. Begründen Sie Ihre Aussagen durch Angabe von Quellen.

Zystische Fibrose (engl. *cystic fibrosis*, CF) ist eine seltene autosomal-rezessive progressive Stoffwechselerkrankung, von der weltweit ca. 80.000 Menschen betroffen sind (1). In Deutschland wird die Zahl der Erkrankten aktuell mit 5.720 angegeben (2). Bei ca. 40% der Patienten liegt eine heterozygote F508-Mutation vor. Nur eine kleine Anzahl von Patienten mit einer heterozygoten F508del-Mutation trägt auf dem zweiten Allel eine sog. *Residual Function* (RF)-Mutation, also eine Genvariante, bei der ein Protein mit einer Restfunktion synthetisiert wird. Am häufigsten kommen im deutschen Mukoviszidose-Register die RF-Mutationsvarianten 3849+10kbC→T und 2789+5G→A vor (jeweils 1,1 % bzw. 0,7 % aller analysierten Allele) (2). Die beiden genannten RF-Mutationen sind auch Bestandteil der Indikation für TEZ/IVA im Anwendungsgebiet B. Weitere Allel-Häufigkeiten der RF-Mutationen im Anwendungsgebiet B können aus dem deutschen Mukoviszidose-Berichtsband nicht abgelesen werden. Dies ergibt sich daraus, dass im aktuellen Berichtsband nur solche Mutationen dargestellt sind, die mindestens mit einer absoluten Häufigkeit von 50 Allelen vorkommen (2).

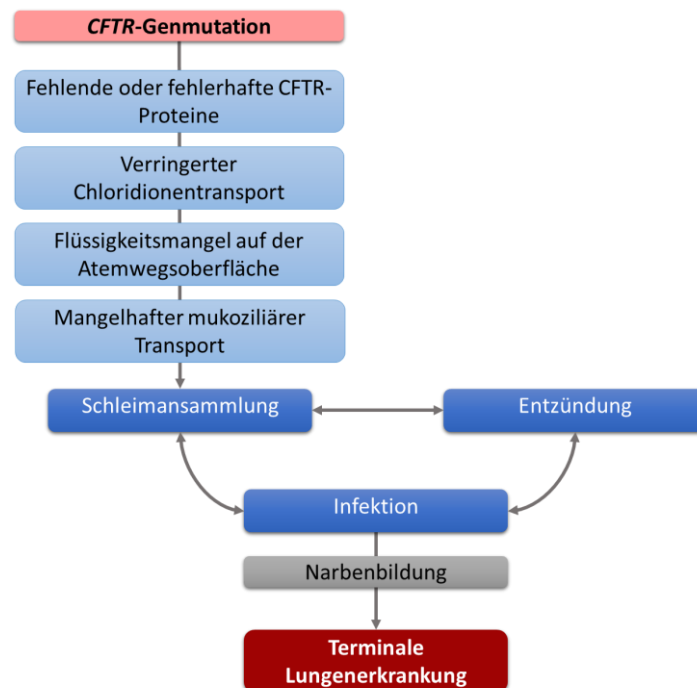
Pathophysiologie der CF

Die CF wird durch Defekte im *Cystic Fibrosis Transmembrane Conductance Regulator* (CFTR) Protein verursacht, die durch Mutationen im CFTR-Gen entstehen. Das CFTR-Gen codiert ein Protein aus 1.480 Aminosäuren und stellt einen durch zyklisches Adenosinmonophosphat (cAMP) regulierten Chlorid-Kanal aus der Klasse der ABC-Transporter dar (3). Das CFTR-Protein ist für den Ionenaustausch in der Zellmembran mitverantwortlich. Bei CF ist das CFTR-Protein entweder nicht oder in zu geringer Dichte auf der epithelialen Zelloberfläche vorhanden und/oder in der Funktion eingeschränkt, wodurch es zu einer Beeinträchtigung der CFTR-Aktivität kommt (4, 5). Das CFTR-Protein selbst ist ein Ionenkanal in der apikalen Oberfläche aller Epithelzellen, der an der Regulation des Wasser- und Salz-Austauschs beteiligt ist (6, 7). Eine verringerte Aktivität des CFTR-Ionenkanals führt zu einem unzureichenden Transport von Chloridionen und es kommt zu pathologischen Veränderungen und zum Funktionsverlust exokriner Drüsen und Organe wie Lunge, Pankreas, Gastrointestinaltrakt, Leber, Gallenwege und Reproduktionsorgane (7, 8).

Normalerweise wird der größte Anteil von Chlorid über den CFTR-Kanal aus den Epithelzellen sezerniert. Im Extrazellulärraum sind Chloridionen für das Bilden eines dünnen, salzigen Flüssigkeitsfilm notwendig. Bei CF kann kein oder nur wenig Chlorid aus der Zelle sezerniert werden. Dadurch ist außerhalb der Zelle weniger Salz vorhanden und durch den entstehenden osmotischen Druck wird dem Extrazellulärraum Wasser entzogen. Der Flüssigkeitsfilm außerhalb der Zelle wird dadurch trockener, verfestigt sich und wird zu zähem Schleim, der die physiologische Funktion der betroffenen Organe beeinträchtigt und einen Nährboden für die Besiedlung mit Bakterien bildet, wodurch es zu Entzündungen kommt. Die wiederkehrenden bzw. chronischen Entzündungen und Infektionen führen zu einer Vernarbung und Fibrosierung der Lunge. Die dadurch zunehmende respiratorische Insuffizienz ist die häufigste Todesursache der Mukoviszidose (9).

In Abbildung 1 ist schematisch die Kaskade der pathologischen Prozesse der zystischen Fibrose am Beispiel der Lunge dargestellt.

Abbildung 1: Pathophysiologie der zystischen Fibrose in den Atemwegen



Quelle: (9)

Klassifikation der CFTR-Mutationen

Insgesamt sind bis heute etwas mehr als 2.000 verschiedene Mutationen im CFTR-Gen bekannt (10, 11), von denen aktuell 312 als krankheitsverursachend eingeschätzt (12) und die auf Basis ihrer Wirkung auf das CFTR-Protein in 6 verschiedenen Mutationsklassen zusammengefasst werden (11, 13). Allen Mutationsklassen gemein ist eine Beeinträchtigung des Transports an Chloridionen in den Epithelzellen. Klasse I stellt schwerwiegende Mutationen dar (Nonsense, Frameshift, größere Deletionen/Insertionen, Splicing), durch die kein vollständiges Protein gebildet werden kann. Bei Klasse II (dazu gehört u. a. die Mutation F508del) wird das entstehende CFTR-Protein nicht korrekt gebildet und es gelangt kein oder nur sehr wenig CFTR-Protein an die Zelloberfläche. Mutationen der Klasse III werden auch Gating-Mutationen genannt, hier ist die Öffnungswahrscheinlichkeit des CFTR-Proteinkanals gestört. Die Leitfähigkeit des Ionenkanals ist bei Mutationen der Klasse IV beeinträchtigt. Die Klassen V und VI fassen Mutationen zusammen, die die Menge des CFTR-Proteins reduzieren – entweder durch Verringerung der Synthese (Klasse V) oder durch Verringerung der Stabilität (Klasse VI). Für Klassifikationssysteme, die 5 Klassen beschreiben sind die Klasse V und VI zusammengefasst, andere Abweichungen zwischen beiden Systemen bestehen nicht. Die Klassen I-III sind generell mit schwereren, die Klassen IV-VI mit mildereren Verläufen assoziiert (14). In Tabelle 3-1 sind die Mutationsklassen und deren primäre funktionspathologische Effekte im Überblick zusammengefasst.

Tabelle 3-1: Klassifikation der CFTR-Genmutationen

Art des Mangels	Mutations-Klasse (Mutations-beispiele)	Molekularer Defekt	Klinischer Effekt
Veränderung der Menge der CFTR-Kanäle auf der Zelloberfläche	I (R553X, G542X, 1717-1G→A)	fehlerhafte Proteinsynthese des CFTR-Proteins	kein CFTR-Protein erreicht die Zelloberfläche, ein Chloridtransport findet nicht statt
	II (F508del, N1303K, I507del)	CFTR-Protein wird nicht korrekt verarbeitet und transportiert	wenig oder kein CFTR-Protein gelangt an die Zelloberfläche, der Chloridtransport ist gestört
	V (3849+10kBC→T, 2789+5G3→A, A455E)	verringerte Proteinsynthese des CFTR-Proteins	eine deutlich reduzierte Menge an intaktem CFTR-Protein befindet sich an der Zelloberfläche, ein geringer Chloridtransport findet statt
	VI (4326delTC, 4279insA)	verringerte Stabilität des CFTR-Proteins	das gebildete CFTR-Protein ist instabil und wird an der Zelloberfläche zu schnell abgebaut
Veränderung der Funktion der CFTR-Kanäle auf der Zelloberfläche	III (G551D, G551S)	gestörte Regulation und Aktivierung des CFTR-Ionenkanals	die Öffnungswahrscheinlichkeit des Ionenkanals ist verringert, das Chlorid kann nicht korrekt transportiert werden
	IV (R347H, R117H, R334W)	gestörte Ionenleitfähigkeit des CFTR-Ionenkanals	der Chloridtransport ist beeinträchtigt

Quellen: (11, 15)

Der **F508del-Mutation** fehlt aufgrund einer Deletion an Position 508 im CFTR-Protein die Aminosäure Phenylalanin; es wird in der Proteinbiosynthese ein fehlerhaftes Protein gebildet. Dieses Protein wird bei der Faltung im Endoplasmatischen Retikulum nicht weiter verarbeitet, sondern an Ubiquitin gebunden und anschließend durch Proteasen abgebaut. Entsprechend wird die F508del-Mutation in die Klasse II der CFTR-Mutationen eingeordnet.

Wenn das entstehende Kanalprotein die Zellmembran dennoch erreicht, ist es nur eingeschränkt funktionsfähig. Das mutationsbedingt fehlerhafte Protein ist instabil und weist gleichzeitig einen Gating-Defekt auf. Dies führt zu einer verringerten Öffnungswahrscheinlichkeit, der in deutlich verringerter Anzahl vorhandenen Chloridkanäle (11). Letztendlich wird das CFTR-Protein in zu geringer Menge, mit Instabilität und reduzierter Öffnungswahrscheinlichkeit auf der Zelloberfläche exprimiert, so dass der Chloridtransport nur sehr unzureichend stattfindet.

In der Folge kommt es zu Obstruktionen der Drüsengänge mit Zerstörung und Funktionsausfall der Organe bzw. zu chronischen, rezidivierenden und auch infektiösen

Entzündungen, die ihrerseits wiederum zur Mangelfunktion und zum Funktionsausfall der entsprechenden Organe führen können (7).

Bei **RF-Mutationen** bleibt trotz mutationsbedingter Veränderungen im CFTR-Protein eine Restfunktion erhalten, sodass ein reduzierter Chloridtransport stattfinden kann. Ursachen dafür sind:

- a) eine verringerte Proteinsynthese, d.h. dass voll funktionsfähige CFTR-Proteine vorhanden sind, aber in nicht ausreichender Anzahl in der Zellmembran vorliegen (Klasse V, VI) oder
- b) eine gestörte Proteinfunktion, d.h. dass ein verringerter Chloridtransport durch die in ausreichender Anzahl vorliegenden CFTR-Proteine stattfindet (Klasse IV).

Grund für die verringerte Proteinsynthese ist ein fehlerhaftes mRNA-Splicing (2789+5G→A, 3849+10kbC→T und 3272-26A→G) oder eine gestörte Proteinreifung (A455E). Eine gestörte Proteinfunktion wird durch den Austausch eines Basenpaares auf der DNA verursacht, in dessen Folge es zum Austausch einer Aminosäure im CFTR-Protein kommt, wodurch Struktur und Funktion beeinträchtigt werden.

Auf Basis von phänotypischen Kriterien auf Populationsebene wurden Genvarianten identifiziert, die eine Restfunktion des CFTR-Proteins vermuten lassen, also eine – im Vergleich zu Patienten mit einer homozygoten F508del-Mutation – weniger stark erhöhte Chloridkonzentration im Schweiß (< 86 mmol/L) und eine geringere Prävalenz für eine Pankreasinsuffizienz (≤ 50 %) aufweisen. Wenn diese Varianten zudem *in vitro* ein Ansprechen auf Ivacaftor zeigten, wurden sie als Zielmutationsvarianten für die klinische Evaluierung von Tezacaftor/Ivacaftor (plus Ivacaftor) definiert (16). Davon wurden insgesamt 25 verschiedene Mutationen identifiziert, deren Träger (wenn die Mutation heterozygot mit der F508del Mutation vorlag) in die Studie VX14-661-108 eingeschlossen werden konnten. Da diese Mutationen insgesamt selten sind, konnten nicht alle der 25 möglichen Mutationen in die Studie eingeschlossen werden. Insgesamt bilden 14 der 25 möglichen Mutationen das Anwendungsgebiet B (Tabelle 3-2).

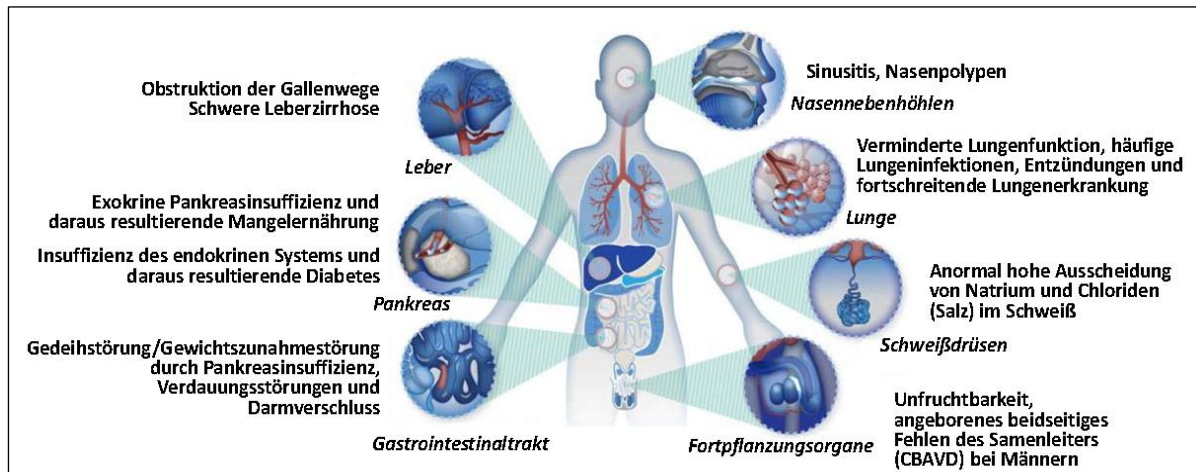
Tabelle 3-2: CFTR-Mutationen mit einer Restfunktion (RF) – Zielpopulation – Anwendungsgebiet B

P67L	D579G	D1152H
R117C	711+3A→G	2789+5G→A
L206W	S945L	3272-26A→G
R352Q	S977F	3849+10kbC→T
A455E	R1070W	

Klinisches Bild der zystischen Fibrose

CFTR wird im ganzen Körper exprimiert, sodass bei einem genetischen Defekt alle Organe betroffen sind. Die typischen klinischen Organmanifestationen und Symptome von CF sind in Abbildung 2 dargestellt.

Abbildung 2: Klinische Organmanifestationen der CF



Quelle: Eigene Darstellung nach (4)

Die **Erkrankung der Lunge** ist die Hauptursache für die Morbidität und Mortalität der CF. Der zähflüssige Schleim bewirkt eine Obstruktion der Atemwege und er kann vom Flimmerepithel der Trachea und der Bronchien nicht mehr effizient aus der Lunge abtransportiert werden. Außerdem ist der zähflüssige Schleim ein guter Nährboden für verschiedene Krankheitserreger. In den Bronchien führt er zu chronischem Husten, Bronchiektasen, häufig wiederkehrenden Lungeninfekten und schweren Lungenentzündungen. Durch die häufigen und langwierigen Lungeninfekte kommt es zu einer Vernarbung der Gewebe des Respirationstraktes und der Lunge und letztendlich zu einer Lungeninsuffizienz mit chronischem Sauerstoffmangel und Atemnot (7).

Das Krankheitsbild von CF wird schon bei Kindern und Jugendlichen durch Entzündungen und Infektionen der Lunge und eine Verdickung der Bronchialwand (Obstruktion) dominiert (17, 18). Bereits im ersten Lebensjahr sind bei der Mehrzahl von CF-Patienten strukturelle Lungenschäden feststellbar; es kommt bereits zu Bronchiektasen und dies wird häufig von weiteren Lungenschädigungen begleitet, wie z. B. Lungenüberblähung (*Air trapping*) und Verdickung der Bronchialwand (Obstruktion) (19-21). Trotz dieser strukturellen Veränderungen ist die spirometrisch bestimmte Lungenfunktion im Kindesalter häufig noch unauffällig (17), die Lungenerkrankung ist also bereits manifestiert, bevor die spirometrisch bestimmte Lungenfunktion abnimmt.

Bei vielen CF-Patienten besteht eine Infektion der Atemwege mit *Pseudomonas aeruginosa*, wobei die Häufigkeit der Infektionen mit dem Alter zunimmt. Bei den über 12-jährigen Patienten liegt die Besiedlungsrate bereits bei reichlich 30 % und steigt dann mit dem Alter bis auf ca. 65 % an; im Durchschnitt liegt die Infektionshäufigkeit mit *Pseudomonas aeruginosa* bei Erwachsenen CF-Patienten bei ca. 60 % (22). Nach der Erstbesiedelung mit

Bakterien kommt es allmählich zu chronischen, bakteriellen Atemwegsinfekten. Diese, häufig im Rahmen von Infekt-Exazerbationen aggravierten Atemwegsentzündungen führen zu einem progressiven Verlust der Lungenfunktion und zunehmender Atemnot. Akute Verschlechterungen der klinischen Symptome werden als pulmonale Exazerbationen bezeichnet (7). Dabei steigert jede Exazerbation das Risiko einer weiteren Exazerbation. Die hervorgerufenen Schäden am Lungengewebe sind in vielen Fällen nicht mehr vollständig reversibel (23) und mit einer permanenten Verschlechterung der Lungenfunktion (24) und einer frühen Mortalität assoziiert (25, 26).

Ausmaß und Progredienz der pulmonalen Erkrankung bestimmen dabei wesentlich die Lebensqualität und -erwartung von CF-Patienten (27). Ungefähr 90 % aller CF-Patienten in Deutschland weisen eine pulmonal betonte Verlaufsform auf. Pulmonale Komplikationen sind auch die häufigste Todesursache bei CF (28).

Neben der fortschreitenden Erkrankung der Atemwege kommt es zu **extrapulmonalen Manifestationen**, die aus dem eingeschränkten oder fehlenden Transport von Chloridionen durch das CFTR-Protein resultieren. Dazu gehören erhöhte Chloridwerte im Schweiß, die abnehmende Sekretion von Verdauungsenzymen durch das Pankreas (Pankreasinsuffizienz) sowie unphysiologische Hydratisierungsvorgänge im Gastrointestinaltrakt (29, 30), CF-assoziierte Lebererkrankung (CFLD) (31) und CF-assoziiierter Diabetes (CFRD). Die Zusammenhänge zwischen der CFTR-Proteindysfunktion und anderen klinischen Manifestationen der CF, wie der Infertilität bei Männern, sind teilweise unklar (31, 32). Tabelle 3-3 stellt die Prävalenzen extrapulmonaler klinischer Manifestationen der CF zusammenfassend dar.

Tabelle 3-3: Extrapulmonale klinische Manifestationen der CF

Klinisches Bild	Prävalenz	Beginn
Pankreasinsuffizienz	bis zu 85 % (33); bei F508del homozygoten Patienten >90 % (34, 35)	Säuglingsalter, Kindheit
Darmverschluss und Mekoniumileus	Mekoniumileus: 11-20 % (36, 37) Distales Darmverschluss-Syndrom (DIOS): 15 % (36)	Säuglingsalter, Kindheit
Männliche Infertilität	CBAVD: bei ca. 97 % (32)	Säuglingsalter
Lebererkrankung	27-35 % (38, 39)	Kindheit
Abnahme der Knochendichte	Osteoporose: 23,5 %, Osteopenie: 38 % (40)	Jugend/Erwachsenenalter
Zystische Fibrose bezogener Diabetes Mellitus (CFRD)	bis zu 50 % im Alter von 30 Jahren (41)	Jugend
Bösartige Tumoren	Bösartige Tumoren des Gastrointestinaltraktes (Dickdarm, Dünndarm, Pankreas, Leber/Galle, Ösophagus); Odds-Ratio von 6,5 für das Auftreten dieser Tumore im Vergleich zu Personen ohne CF (7)	Beginn ca. ab dem 30. Lebensjahr

Im **Pankreas** bewirkt der zähflüssige Schleim eine Verstopfung der ausführenden Gänge, es kommt zu einer exokrinen Pankreasinsuffizienz. Dadurch können die für die Verdauung notwendigen Enzyme nicht oder in nur geringen Mengen bereitgestellt werden. Fehlen diese im Darm, werden Nahrungsbestandteile, wie zum Beispiel Fette, nicht mehr richtig aufgenommen. Die Folge sind Nährstoffmangel sowie Durchfall. Auf Dauer können sich Untergewicht und bei Kindern Wachstums- und Gedeihstörungen entwickeln. Durch die Veränderungen im Pankreas werden auch die endokrinen Drüsen geschädigt, so dass sich zusätzlich ein Diabetes mellitus entwickeln kann (7). Neuere Evidenz deutet darauf hin, dass CFTR auch in pankreatischen β -Zellen exprimiert wird und eine direktere Rolle in der Insulinausschüttung und der Entstehung von CFRD spielt (42).

Die pathophysiologischen Veränderungen im Pankreas zeigen sich bereits zum Zeitpunkt der Geburt oder in der frühen Kindheit und setzen sich im Verlauf der Kindheit fort. Bereits intrauterin kann die pankreatogene Maldigestion zu einem Mekoniumileus führen, welcher bei etwa 15 % der Neugeborenen mit CF auftritt und häufig mit einer Pankreasinsuffizienz assoziiert ist (7, 37). Bei über 80 % der CF-Patienten in Deutschland liegt eine exokrine **Pankreasinsuffizienz** vor, ungefähr 30 % aller CF-Patienten weisen leiden an CFLD (2). Paradoxe Weise haben pankreasinsuffiziente Patienten, zu denen vermehrt die Patienten mit Restfunktion zählen, ein erhöhtes Risiko, unter Pankreatitis zu leiden (43).

Im **Magen-Darm-Trakt** kommt es – neben Verdauungsstörungen durch die Pankreasinsuffizienz – durch die Störungen der Wasser- und Salz-Regulation und dem fehlenden epithelialen Schleim in Dün- und Dickdarm zu einer Verdickung des

Darminhaltes, zur Verlängerung der Passagezeit und zur Störung der Darmmotorik. Das kann letztendlich zum distalen intestinalen Obstruktionssyndrom (DIOS) führen (7). Schon Kinder mit CF im Alter von 2 Jahren sind von Veränderungen der Darmflora und Entzündungen des Darmes betroffen (44), bereits bei Neugeborenen kommt es häufig zum Mekoniumileus (37, 45).

In der **Galle** sind durch den Defekt im CFTR-Protein die Fließfähigkeit und der Elektrolyt-Gehalt der Gallenflüssigkeit verändert, so dass es zur Obstruktion und Verstopfung der Gallengänge und zu einer Gallenstauung kommt und sich im weiteren Verlauf einer CF eine Zirrhose der Leber entwickeln kann (46). Das betrifft ungefähr 7-8 % aller CF-Patienten in Deutschland (2).

Des Weiteren sind bei einer Mutation im CFTR-Gen die **Fortpflanzungsorgane** von Frauen und Männern betroffen. Bei Frauen kann es zu einer Einschränkung der Fortpflanzungsfähigkeit kommen, da der Spermientransport im weiblichen Genitaltrakt durch den zähen Schleim nur unzureichend erfolgt (47). Männer mit CF sind im Gegensatz zu Frauen wesentlich häufiger von Infertilität betroffen. 97% aller männlichen CF-Patienten fehlt von Geburt an beidseitig der Samenleiter (kongenitale bilaterale Aplasie des Vas deferens (CBAVD)) (32). Dadurch bedingt tritt bei Männern mit Mutationen im CFTR-Gen häufiger eine Azoospermie (das vollständige Fehlen von Spermien im Ejakulat) auf (48).

Die CF geht oft mit einem schlechteren **körperlichen Wachstum** und einer mangelhaften **Ernährungssituation** einher: Möglicherweise führt die Lungenerkrankung zu einem erhöhten Energieaufwand und zu einer Unterdrückung des Appetits, in der Regel zusammen mit einer Insuffizienz des exokrinen Pankreas und einer daraus resultierenden Malabsorption (49). 18 % der Kinder mit CF sind leichter als die von den US *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) festgelegte fünfte Perzentile des Körpergewichts, und 16 % der Kinder sind kleiner als die von den CDC definierte fünfte Perzentile der Körpergröße (50). Eine **Gedeihstörung** mit verringertem BMI als Folge mangelhafter Ernährung ist bei Kindern mit CF mit einer Verschlechterung der Lungenfunktion assoziiert und stellt zudem einen unabhängigen Prädiktor für die Mortalität bei Erwachsenen und Kindern mit CF dar (51). Der G-BA hat den BMI in früheren Nutzenbewertungen von Ivacaftor bei Gating-Mutationen im CFTR-Gen und Lumacaftor/Ivacaftor bereits als wichtigen Parameter in Wirksamkeitsstudien eingestuft (52-54).

Klinisches Bild bei Patienten mit einer heterozygoten F508del/RF-Mutation

Die klinischen Symptome von CF sind individuell sehr unterschiedlich und können sich erheblich in Schwere, zeitlichem Verlauf und Mortalität zwischen einzelnen CF-Patienten unterscheiden. Dabei sind die Symptome der Erkrankung abhängig vom Mutationstyp (35, 55). Hat ein CF-Patient verschiedene Mutationen der CFTR-Gene beider Chromosomen, ist also heterozygot, dann kommt es vorwiegend nur zur Ausprägung der Symptome des geringeren Defekts. Bei Patienten mit einer heterozygoten F508del/RF-Mutation wird das klinische Bild und der Krankheitsverlauf maßgeblich durch die vorliegende RF-Mutationsvariante auf dem zweiten Allel determiniert und korreliert vor allem mit dem Grad

der mutationsbedingten Verringerung des Chloridtransports (56, 57). Neben den Mutationen im CFTR-Gen spielen jedoch auch weitere genetische Einflüsse eine Rolle, die sich auf den Schweregrad der Krankheit auswirken (13).

Entsprechend können sich Verlauf und Manifestation der Erkrankung bei Patienten mit einer heterozygoten F508del/RF-Mutation sehr unterschiedlich ausprägen (35, 58-60). Da bei diesen Patienten neben der F508del Mutation auf dem zweiten Allel eine Mutation vorliegt, bei welcher Proteine mit einer Restfunktion transkribiert werden, kann die fehlende Funktion der F508del-Mutation – zumindest teilweise – kompensiert werden. Abhängig vom Ausmaß der Restfunktion weisen diese Patienten im Allgemeinen einen langsameren Krankheitsverlauf mit späterer Manifestation schwerwiegender Symptome auf, als Patienten mit einer homozygoten F508del-Mutation (35).

Vor allem die Mutationsvarianten A455E (61), 3849+10kbC→T (62) und 2789+5G→A (63) sind durch einen weniger schwerwiegenden Krankheitsverlauf gekennzeichnet als beispielsweise Patienten mit homozygoter F508del Mutation. Beispielsweise zeigen Patienten mit einer F508del/3849+10kbC→T oder einer F508del/2789+5G→A Mutation eine signifikant geringere Inzidenz für eine Pankreasinsuffizienz als Patienten mit einer homozygoten F508del-Mutation (35). Patienten mit einer F508del/3849+10kbC→T Mutation haben außerdem geringere Chloridwerte im Schweiß und einen besseren Ernährungszustand; während Patienten mit einer A455E oder einer 2789+5G→A Mutation auf dem zweiten Allel eine signifikant bessere Lungenfunktion und geringere Raten der Besiedlung mit *P. aeruginosa* aufweisen (35).

Auch wenn verschiedene Verlaufsformen von CF beobachtet werden, stehen pulmonale und gastrointestinale Komplikationen generell im Vordergrund des Krankheitsbildes. Die progrediente Insuffizienz dieser Organe hat eine geringere Lebenserwartung zur Folge (41). In den meisten Fällen ist die fortschreitende bzw. terminale Lungeninsuffizienz die Ursache für einen frühzeitigen Tod bei Patienten mit zystischer Fibrose (4). In Deutschland lag gemäß einer aktuellen Auswertung des deutschen Mukoviszidose-Registers von 2016 bei allen CF-Patienten das mediane Alter im Todesfall bei 33 Jahren (2).

Zwar haben Patienten mit einer F508del/3849+10kbC→T oder einer F508/2789+5G→A Mutation eine signifikant geringere Mortalitätsrate als Patienten, mit einer homozygoten F508del-Mutation, dennoch liegt die standardisierte Mortalitätsrate für diese Patienten bei 11,9 (95% KI [5,0; 18,9]) bzw. 4,4 (95% KI [0,0; 8,9]) per 1000 Personenjahren (35). In einer Auswertung der *Cystic Fibrosis Foundation patient registry* von 2006 hatten Patienten, bei denen auf einem Allel eine Mutation vorlag, die den Klassen IV oder V zuzuordnen sind, ein medianes Überleben von 50 Jahren (95% KI [47,1; 55,9 Jahre]). Das mediane Alter zum Todeszeitpunkt lag bei 37,6 Jahren (IQR 28,8 bis 47,9 Jahre) (55). Als Vergleich sei die Lebenserwartung heute geborener Personen in Deutschland herangezogen, die bei Jungen 78,31 Jahre und bei Mädchen 83,20 Jahre beträgt (64). Damit haben die CF-Patienten im Indikationsgebiet eine im Durchschnitt um 30 Jahre verringerte Lebenserwartung im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung in Deutschland.

Charakterisierung der Zielpopulation

Gemäß Zulassung ist die Kombination der Wirkstoffe Ivacaftor (Kalydeco®) in Kombination mit Tezacaftor/Ivacaftor (Symkevi®) im hier relevanten Anwendungsgebiet B angezeigt zur Behandlung von Patienten im Alter von 12 Jahren oder älter, die heterozygot bezüglich der F508del-Mutation sind und eine der folgenden Mutationen im CFTR-Gen aufweisen: P67L, R117C, L206W, R352Q, A455E, D579G, 711+3A→G, S945L, S977F, R1070W, D1152H, 2789+5G→A, 3272-26A→G, and 3849+10kbC→T (65). Innerhalb des Anwendungsgebietes B bestehen keine weiteren Beschränkungen hinsichtlich bestimmter Patientengruppen.

3.2.2 Therapeutischer Bedarf innerhalb der Erkrankung

Beschreiben Sie zusammenfassend, welcher therapeutische Bedarf über alle bereits vorhandenen medikamentösen und nicht medikamentösen Behandlungsmöglichkeiten hinaus innerhalb der Erkrankung besteht. Beschreiben Sie dabei im Überblick, ob und wie dieser Bedarf durch das zu bewertende Arzneimittel gedeckt werden soll. An dieser Stelle ist keine datengestützte Darstellung des Nutzens oder des Zusatznutzens des Arzneimittels vorgesehen, sondern eine allgemeine Beschreibung des therapeutischen Ansatzes. Begründen Sie Ihre Aussagen durch Angabe von Quellen.

Die CF-Symptome sind individuell sehr verschieden und unterscheiden sich erheblich in Schwere und zeitlichem Verlauf zwischen einzelnen CF-Patienten (35, 58-60). Sie leiden an einer multisystemischen, schweren und progredienten Organdysfunktion, die sich insbesondere in den Lungen und im Gastrointestinaltrakt manifestiert ist, über die gesamte Lebensdauer besteht und die Lebenserwartung und Lebensqualität der Betroffenen stark vermindert (4, 66). Daher besteht ein hoher, bisher nicht gedeckter medizinischer Bedarf für CF-Patienten.

Derzeitige Therapieoptionen

Das primäre Ziel der derzeit verfügbaren Therapieoptionen bei CF-Patienten ist, die mit CF assoziierten Symptome zu behandeln (*Best Supportive Care*). Dazu gehören insbesondere die Kontrolle der Atemwegsinfekte und pulmonalen Entzündungsreaktionen, die Mobilisierung des zähflüssigen Schleims zur Verminderung der Atemwegsobstruktion und die Korrektur von Nährstoffdefiziten bei Pankreasinsuffizienz (67-69).

Tabelle 3-4 zeigt eine Übersicht der derzeit verfügbaren medikamentösen Therapien gemäß der Leitlinien der *European Cystic Fibrosis Society* und der deutschen S3 Leitlinie „Lungenerkrankung bei Mukoviszidose“ (69, 70). Eine vergleichsweise geringe Zahl an empfohlenen medikamentösen Therapieoptionen verfügt über eine spezifische Zulassung bei CF: Lediglich Dornase alfa, inhaliertes Tobramycin und inhaliertes Aztreonam sind bisher für die Anwendung bei CF zugelassene Wirkstoffe.

Für CF Patienten mit bestimmten Genotypen sind in Deutschland bereits kausale Therapien (Kalydeco®, Orkambi®) verfügbar. Für die in Anwendungsgebiet B beschriebene

Patientenpopulation stehen derzeit ausschließlich symptomatische Therapien zur Verfügung, weshalb auch nur diese in der folgenden Tabelle dargestellt werden.

Tabelle 3-4: Derzeit verfügbare medikamentöse Therapien der CF im Anwendungsgebiet B

Therapie	Beispiele	Wirkprinzip
Mit Indikation bei zystischer Fibrose		
Antibiotika, akut oder dauerhaft inhaliert	Tobramycin, Aztreonam, Colistin	Antibiotika zur Behandlung von Infektionen mit <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
DNase, inhaliert	Dornase alfa	Rekombinante humane Desoxyribonuklease I zur Reduktion der Schleimviskosität
Pankreasenzyme	Pankreatin, Pankreaslipase	Pankreasenzymersatztherapie (Lipase, Protease und Amylase) zur Unterstützung der Hydrolyse von Fetten, Stärke und Proteinen
Ohne Indikation bei zystischer Fibrose		
Bronchodilatoren (70, 71)	Salbutamolsulfat	β_2 -adrenerge Rezeptoragonisten zur Relaxation glatter Muskulatur in den Atemwegen
Hypertone Salzlösung, inhaliert (72)	3-7 %-iges NaCl	Inhalierter hypertones NaCl für eine verbesserte Befeuchtung der Oberflächen der Atemwege, rheologische Eigenschaften und Transportfähigkeit des Sputums
Nicht-steroidale Antiphlogistika (73)	Ibuprofen	Entzündungshemmer
Makrolidantibiotika (74)	Azithromycin	Antibiotika / Entzündungshemmer
Corticosteroide, inhaliert	Beclomethason, Fluticason	Entzündungshemmer (kontroverse Diskussion zum Einsatz)
Sekretolytika	Ambroxol, Bromhexin, Acetylcystein	Schleimlösung

Trotz der verfügbaren Therapien haben CF-Patienten eine hohe Krankheitslast. Es besteht zwar eine beträchtliche Zahl an Therapieoptionen für CF, welche die Symptome der CF-Patienten behandeln – diese gehen aber gleichzeitig mit einer höheren körperlichen und psychischen Belastung einher (75, 76). Die medikamentöse Kontrolle der Symptome muss dauerhaft und lebenslang erfolgen und nimmt täglich mehrere Stunden in Anspruch. Insbesondere bei Kindern und Jugendlichen stellt das einen erheblichen Eingriff in den

Tagesablauf dar und wird so zu einer enormen physischen und psychischen Belastung. Die negativen Auswirkungen im körperlichen als auch psychosozialen Bereich der CF-Patienten wurden anhand der standardisierten und validierten *Short-Form* (SF)-Gesundheitsfragebögen SF-36 und SF-50 zur Erhebung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität (*health related quality of life*) nachgewiesen (77, 78). Eine aktuelle Studie identifizierte mithilfe des *Cystic Fibrosis Questionnaire-Revised* (CFQ-R) (79), einem weit verbreiteten Erhebungsparameter in interventionellen klinischen Studien zur CF, zahlreiche die Lebensqualität von CF-Patienten reduzierende Faktoren (80). Zu diesen gehörten respiratorische Beschwerden und Symptome, Gewichtsverlust und eine Zunahme der Behandlungskomplexität (81). Infolgedessen treten Depressionen bei CF-Patienten (81) und deren Pflegepersonen (82) konsistent häufiger auf als in der Allgemeinbevölkerung.

Aufgrund der hohen körperlichen und psychischen Belastung, die aus der Erkrankung selbst und deren Behandlung resultieren, zusammen mit der kurzen Lebenserwartung der CF-Patienten, besteht ein hoher therapeutischer Bedarf für neue Therapieoptionen.

Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) adressiert den therapeutischen Bedarf

Mit der Kombination Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) steht für CF-Patienten in der „Zielpopulation – Anwendungsgebiet B“ erstmals eine kausale Therapie zur Verfügung, die sich direkt gegen die Ursache der Erkrankung richtet.

Mit dem CFTR-Korrektor Tezacaftor wird die Anzahl der CFTR-Kanalproteine auf der Zelloberfläche erhöht, der CFTR-Potentiator Ivacaftor ist in der Lage, die Funktion der CFTR-Proteinkanäle in der Zellmembran zu verbessern. Auf molekularer Ebene führt dies zu einem Anstieg des Chloridtransports, wodurch der Patient von einer verringerten Morbiditätslast und einer erwarteten deutlichen Verlängerung der Lebenszeit im Vergleich zur Behandlung mit BSC profitiert. Da die Funktionalität von RF-Mutationen *in vitro* von Ivacaftor erhöht wird und diese Mutationen bereits zu einer größeren Anzahl an CFTR-Kanälen in der Zellmembran führen, kann von einer besonders guten Wirksamkeit bei diesen Patienten ausgegangen werden.

Somit adressiert die Kombination Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) als erste kausale, krankheitsmodifizierende Therapie den therapeutischen Bedarf bei Patienten mit dieser lebenslangen, nicht heilbaren, schwerwiegenden Erkrankung.

3.2.3 Prävalenz und Inzidenz der Erkrankung in Deutschland

Geben Sie eine Schätzung für die Prävalenz und Inzidenz der Erkrankung bzw. der Stadien der Erkrankung in Deutschland an, für die das Arzneimittel laut Fach- und Gebrauchsinformation zugelassen ist. Geben Sie dabei jeweils einen üblichen Populationsbezug und zeitlichen Bezug (z. B. Inzidenz pro Jahr, Perioden- oder Punktprävalenz jeweils mit Bezugsjahr) an. Bei Vorliegen alters- oder geschlechtsspezifischer Unterschiede oder von Unterschieden in anderen Gruppen sollen die Angaben auch für

Altersgruppen, Geschlecht bzw. andere Gruppen getrennt gemacht werden. Weiterhin sind Angaben zur Unsicherheit der Schätzung erforderlich. Verwenden Sie hierzu eine tabellarische Darstellung. Begründen Sie Ihre Aussagen durch Angabe von Quellen.

Eine detaillierte Angabe zur Prävalenz der CF in Deutschland lässt sich dem aktuellen Berichtsband der Qualitätssicherung Mukoviszidose entnehmen (2). Das deutsche Mukoviszidose-Register wurde jeweils als valide Quelle in den Nutzenbewertungen zu Lumacaftor/Ivacaftor (83) und zu Ivacaftor (53) vom G-BA anerkannt und in die Nutzenbewertung einbezogen. Ebenso wurde der analoge Bericht aus dem Jahre 2011 für die Nutzenbewertung von Ivacaftor vom G-BA als valide Quelle anerkannt (52). Diese Quelle (2) wurde daher für das vorliegende Dossier herangezogen.

Die Prävalenz-Angaben aus den Berichtsbänden des deutschen Mukoviszidose-Registers ab dem Berichtsjahr 2013 (erschieden 2016) unterscheiden sich deutlich von denen aus den früheren Berichtsbänden bis inklusive dem Berichtsjahr 2012 (erschieden 2013, (22)). In den früheren Auswertungen war eine erhebliche Zahl von registrierten, aber hinsichtlich ihres Überlebens ungeklärter, Patienten enthalten. Dies wurde mittlerweile bereinigt. Damit existiert mit der Zahl von 5.720 registrierten Patienten (letzte verfügbare Angabe aus dem Berichtsband 2016, der 2017 erschienen ist (2)) nunmehr eine verlässliche, hinreichend stabile und plausible Prävalenzangabe. Es handelt sich dabei um die Punktprävalenz für das Jahr 2016. Diese deckt sich auch hinreichend mit der früheren Angabe der Zahl der Patienten, die mindestens einmal im Berichtsjahr 2012 in einem der CF-Zentren vorstellig wurden (22). Diese Zahl wurde für das Jahr 2012 mit 5.111 angegeben (22) und korrespondiert damit äußerst plausibel mit der Zahl aus den neuen Berichtsbänden ab 2013, d.h. nach der Datenbereinigung (2013 = 5.101 CF-Patienten, (2)).

Die Inzidenz der CF ist regional durchaus deutlichen Schwankungen unterworfen, da eine Abhängigkeit der Häufigkeit von der ethnischen Zugehörigkeit besteht. Generell ist die Inzidenz in Asien und Afrika deutlich niedriger als in Amerika und Europa, da Kaukasier häufiger betroffen sind (84). Auch innerhalb Europas gibt es zum Teil sehr deutliche Abweichungen, wobei die Inzidenzen der zentraleuropäischen Länder relativ nah beieinander liegen und demgegenüber beispielsweise für Finnland und Russland deutlich geringere Inzidenzen, für Irland mit 1:1.353 (0,74‰) die höchste Inzidenz ausgewiesen wird (85, 86). Für Deutschland wird eine Inzidenz von 1:3.300 (ca. 0,3‰) angegeben. Bei dieser Angabe handelt es sich jedoch um eine regressionsanalytische Rückrechnung aus den Prävalenzen (85, 86). Daher ist der Angabe der Prävalenz, die für Deutschland direkt aus dem langjährig bestehenden Mukoviszidose-Register stammt, höhere Verlässlichkeit beizumessen.

Generell sind keine relevanten Unterschiede hinsichtlich der Inzidenz bezüglich des Geschlechts bekannt. Auch die Prävalenz zeigt diesbezüglich keine relevanten Unterschiede, da die hohe Sterblichkeit nicht relevant unterschiedlich zwischen den Geschlechtern ist. Wegen der niedrigen Lebenserwartung von Patienten mit CF, ist die Prävalenz bei älteren Patienten deutlich abfallend.

Geben Sie nachfolgend an, ob und, wenn ja, welche wesentlichen Änderungen hinsichtlich Prävalenz und Inzidenz der Erkrankung in Deutschland innerhalb der nächsten 5 Jahre zu erwarten sind. Verwenden Sie hierzu eine tabellarische Darstellung. Begründen Sie Ihre Aussagen durch Angabe von Quellen.

Bei der CF handelt es sich um eine Erbkrankheit, sodass bei gleichbleibender Inzidenz in Anbetracht der bisher deutlich unterdurchschnittlichen, aber zuletzt langsam zunehmenden Lebenserwartung der Patienten in den nächsten Jahren von einer leicht ansteigenden Prävalenz auszugehen wäre. Jedoch wirkte in den letzten Jahren diesem Effekt die allgemein niedrigere Geburtenrate entgegen. Im Ergebnis der Analyse der Angaben für die Berichtsjahre 2014 bis 2016 aus dem Berichtsband zur Qualitätssicherung Mukoviszidose 2017 („Berichtsjahr 2016“, (2)), siehe Tabelle 3-5, bleibt jedoch ein leichter Trend für eine geringfügig steigende Prävalenz bestehen. Dieser resultierende Trend dürfte jedoch zum Großteil aus Datenbereinigungen des deutschen Mukoviszidose-Registers und geänderter Auswertungsmethodik (im Vergleich zum Berichtsjahr 2015) resultieren sowie zu einem gewissen Anteil aus der Nachregistrierung von Patienten, die bisher nicht erfasst worden waren. Es wird davon ausgegangen, dass sich dieser Trend für maximal fünf weitere Berichtsjahre so fortsetzen könnte (d.h. bis zum Berichtsjahr 2021). Für die auf 2021 folgenden zwei Jahre, über die hier eine Aussage getroffen werden soll (die Änderungen für die nächsten 5 Jahre sollen angegeben werden, d.h. für 2019 bis 2023), wird von einer gleichbleibenden Prävalenz ausgegangen.

Es wird daher konkret davon ausgegangen, dass die Prävalenz in der Zielpopulation für die kommenden 3 Berichtsjahre (d.h. 2017 bis 2019 mit ca. 4,7% pro Jahr leicht ansteigt (267 Patienten pro Jahr ermittelt aus dem (aufgerundeten) Anstieg der Regressionsgeraden durch die Patientenzahlen der Jahre 2014 bis 2016). Danach sollten Datenbereinigungen des Mukoviszidose-Registers und eventuelle Nachregistrierungen abgeschlossen sein (diese werden sich mit dem Berichtsband für die Daten des Jahres 2019 über insgesamt 5 Jahre erstreckt haben), so dass ein weiterer Anstieg der Patientenzahlen danach nicht angenommen wird. Die Prävalenz wird ab dem Jahr 2020 bis zum Jahr 2023 (Ende des hier geforderten fünfjährigen Vorhersageintervalls) daher als konstant angenommen (siehe Tabelle 3-5).

Auch die flächendeckende Einführung des Neugeborenen-Screenings auf Mukoviszidose per 01.09.2016 (87) sollte nicht zu einem generellen Anstieg der Patientenzahl führen, da Patienten dadurch zwar teilweise noch früher im Leben diagnostiziert werden, jedoch nicht generell mehr Patienten auftreten sollten.

Es ist zu beachten, dass es sich bei den Angaben in Tabelle 3-5 um die Prävalenz aller CF-Patienten handelt. Im nachfolgenden Abschnitt wird bei der Herleitung der Patientenzahl für die Indikation von Tezacaftor/Ivacaftor (plus Ivacaftor) für die hier relevante „Zielpopulation - Anwendungsgebiet B“ ersichtlich, dass der Anteil der Patienten im Anwendungsgebiet B an der Gesamtzahl der CF-Patienten in Deutschland sehr gering ist.

Tabelle 3-5: Anzahl der registrierten CF-Patienten von 2014 bis 2016 (berichtete Werte) und von 2017 bis 2023 (Extrapolation)

Patienten zum Berichtsjahr im deutschen Mukoviszidose-Register	2014¹	2015¹	2016¹	2017²	2018²
Gesamtanzahl der CF-Patienten im Register	5.187	5.331	5.720	5.987	6.254
Patienten zum Berichtsjahr im deutschen Mukoviszidose-Register	2019²	2020³	2021³	2022³	2023³
Gesamtanzahl der CF-Patienten im Register	6.521	6.521	6.521	6.521	6.521

¹ Datenstand zum 03.11.2017; ² Extrapolation aus dem Anstieg der linearen Regressionsgleichung der Angaben der Jahre 2014 bis 2016: Anstieg = 267 Patienten/Jahr (aufgerundet auf ganze Patientenzahl); ³ Fortschreibung der extrapolierten Patientenzahl des Jahres 2019, als konstant angenommen (siehe Text)

Quelle: (2)

3.2.4 Anzahl der Patienten in der Zielpopulation

Geben Sie in der nachfolgenden Tabelle 3-6 die Anzahl der Patienten in der GKV an, für die eine Behandlung mit dem zu bewertenden Arzneimittel in dem Anwendungsgebiet, auf das sich das vorliegende Dokument bezieht, gemäß Zulassung infrage kommt (Zielpopulation). Die Angaben sollen sich auf einen Jahreszeitraum beziehen. Berücksichtigen Sie auch, dass das zu bewertende Arzneimittel ggf. an bisher nicht therapierten Personen zur Anwendung kommen kann; eine lediglich auf die bisherige Behandlung begrenzte Beschreibung der Zielpopulation kann zu einer Unterschätzung der Zielpopulation führen.

Generell soll für die Bestimmung des Anteils der Versicherten in der GKV folgende Quelle verwendet werden: Gesetzliche Krankenversicherung – Kennzahlen und Faustformeln – (http://www.bmg.bund.de/fileadmin/dateien/Downloads/Statistiken/GKV/Kennzahlen_Daten/Kennzahlen_und_Faustformeln_GKV_2001-2012_120903.pdf). Gibt es Hinweise, dass sich dies in einem Krankheitsbild anders verhält, kann unter Angabe der Gründe und entsprechender Nachweise davon abgewichen werden.

Tabelle 3-6: Anzahl der GKV-Patienten in der Zielpopulation

Bezeichnung der Therapie (zu bewertendes Arzneimittel)	Anzahl der Patienten in der Zielpopulation (inklusive Angabe der Unsicherheit)	Anzahl der GKV- Patienten in der Zielpopulation (inklusive Angabe der Unsicherheit)
Kalydeco® (plus Symkevi®) - Anwendungsgebiet B Behandlung der zystischen Fibrose (<i>cystic fibrosis</i> , CF) bei Patienten im Alter von 12 Jahren oder älter, die heterozygot bezüglich der F508del-Mutation im CFTR-Gen sind und eine der folgenden Mutationen aufweisen: P67L, R117C, L206W, R352Q, A455E, D579G, 711+3A→G, S945L, S977F, R1070W, D1152H, 2789+5G→A, 3272- 26A→G, and 3849+10kbC→T.	Minimal: 144 Patienten Maximal: 215 Patienten	Minimal: 126 Patienten Maximal: 188 Patienten

Begründen Sie die Angaben in Tabelle 3-6 unter Nennung der verwendeten Quellen. Ziehen Sie dabei auch die Angaben zu Prävalenz und Inzidenz (wie oben angegeben) heran. Alle Annahmen und Kalkulationsschritte sind darzustellen und zu begründen. Die Berechnungen müssen auf Basis dieser Angaben nachvollzogen werden können. Machen Sie auch Angaben zur Unsicherheit, z. B. Angabe einer Spanne.

Wie in Abschnitt 3.2.1 bereits dargestellt, gehören insgesamt 14 Einzelmutationen auf dem zweiten Allel zur Indikation von Tezacaftor/Ivacaftor (plus Ivacaftor) im Anwendungsgebiet B (siehe Tabelle 3-2); auf dem anderen Allel muss die F508del-Mutation vorliegen. Die Herleitung der Patientenzahl ist dadurch komplizierter als in anderen Teilindikationen der CF: Es müssen die Bedingungen für beide Allele gleichzeitig erfüllt sein, damit ein Patient zur Zielpopulation im Anwendungsgebiet B gehört und zusätzlich ist die Prävalenz der RF-Allele insgesamt sehr selten und auch zwischen den 14 Mutationen sehr stark unterschiedlich.

Der naheliegendste Weg zur Ermittlung einer für Deutschland repräsentativen und belastbaren Angabe wäre daher die konkrete Ermittlung der Anzahl von Patienten in der Zielpopulation für Anwendungsgebiet B nach den tatsächlich vorliegenden Mutations-Kombinationen im deutschen Mukoviszidose-Register. Dieser Weg wurde auch in der Vergangenheit schon erfolgreich beschritten (88, 89). Daher wurde bereits am 12.09.2017 eine Anfrage zur Datenanalyse des deutschen Mukoviszidose-Registers an das Mukoviszidose Institut gGmbH (gemeinnützige Gesellschaft mit begrenzter Haftung) gestellt. Im November 2017 gab es eine Rückfrage dazu und danach wurde am 20.11.2017 eine reduzierte und modifizierte Anfrage erneut eingereicht, die ausschließlich auf Gruppenniveau aggregierte Daten anfragte

(Häufigkeit der Patienten, die F508del/RF sind). Am 08.02.2018 teilte das Mukoviszidose Institut mit, dass es die Anfrage nicht bearbeiten kann, da eine Weitergabe der angeforderten Informationen nicht mit der Patienteneinverständniserklärung vereinbar sei. Diese Entscheidung ist bedauerlich, obliegt jedoch der Entscheidung des Mukoviszidose Instituts.

Es wird daher im Folgenden dargestellt, wie die Herleitung der Patientenzahl über die aus dem letzten verfügbaren Berichtsband des Mukoviszidose Registers (Berichtsband vom 03.11.2017 über die Daten des Berichtsjahres 2016) verfügbaren Angaben über einzelne verfügbare Allel-Häufigkeiten im Sinne eine Spannweite einer realistisch zu erwartenden Patientenzahl für die Zielpopulation im Anwendungsgebiet B vorgenommen werden konnte. Dies gelang u.a. durch Hinzuziehung von verfügbaren CF-Registerberichten anderer europäischer Länder sowie des US-amerikanischen CF-Registers. Die Details der Herleitung sind in einer schrittweisen Ableitung in Tabelle 3-7 dargestellt. Im Anschluss an diese Tabelle werden zusätzliche Erläuterungen zu den einzelnen Herleitungsschritten gegeben.

Zur Vereinfachung und Abkürzung werden im Folgenden die von der Indikation im Anwendungsgebiet B umfassten 14 CFTR-Mutationen auf dem zweiten Allel der Patienten (P67L, R117C, L206W, R352Q, A455E, D579G, 711+3A→G, S945L, S977F, R1070W, D1152H, 2789+5G→A, 3272-26A→G, and 3849+10kbC→T) auch als *residual function-Allele* (RF-Allele) oder RF-Mutationen bezeichnet.

Tabelle 3-7: Berechnung der Anzahl der GKV-Patienten in der „Zielpopulation – Anwendungsgebiet B“:

Rechenschritt	Berechnung	Ergebnis
1	Anzahl lebender Patienten ((2), Kollektivbeschreibung, S.4)	5.720
2	Anzahl lebender Patienten mit Genotypisierung ((2), Tabelle 6): Anteil der genotypisierten Patienten = $5.668/5.720 = 99,09\%$	5.668
3	Anzahl der Allele der genotypisierten Patienten ($2 * 5.668 = 11.336$) Anmerkung: In ((2), Tabelle 7) sind stattdessen 11.333 Allele ausgewiesen.	11.336
4	Anzahl unbekannter oder nicht identifizierter Allele: 481 (diese Zahl ergibt sich aus: $(2*67) + 71 + 276$. ((2), Tabelle 6) Anmerkung: In ((2), Tabelle 7) sind stattdessen 478 Allele ausgewiesen.	481
5	Resultierende Basis bekannter Allele zur Ermittlung der Anzahl der RF-Allele: 10.855 ($11.336 - 481 = 10.855$) Anmerkung: Das Ergebnis 10.855 Allele ergibt sich auch ebenso aus den beiden Angaben in ((2), Tabelle 7) ohne die o.g. Korrekturen (d.h. $11.333 - 478 = 10.855$).	10.855
6	Anzahl F508del-Allele ((2)), Tabelle 6)	7.569

7	Anzahl der Allele entsprechend der RF-Mutationen der vorliegenden Indikation für Tezacaftor/Ivacaftor (plus Ivacaftor), deren Häufigkeit dem Registerbericht zu entnehmen ist (122 Allele, 3849+10kbC->T' und 79 Allele ,2789+5->A' = 201 Allele). Anmerkung: Da im Registerbericht Allel-Häufigkeiten nur beim Auftreten von ≥ 50 Allelen aufgeführt sind, bleibt bis zu Schritt 7 also noch unklar, wieviel weitere RF-Allele von den zur Indikation gehörigen RF-Allelen noch vertreten sein könnten (2)). Diese benötigte Gesamtzahl der Allele für alle in der Indikation relevanten RF-Mutationen, wird im Folgenden (Schritt 11 ff.) jedoch unter Bezug auf internationale CF-Register abgeschätzt.	201						
8	Resultierende Anzahl „sonstiger Allele“, d.h. solcher, die weder F508del noch ,3849+10kbC->T' oder ,2789+5->A' sind: 10.855 – 7.569 - 201 = 3.085. Anmerkung: Unter diesen „sonstigen Allele“ befinden sich auch die unter Schritt 7 erwähnten weiteren RF-Allele der Indikation für Tezacaftor/Ivacaftor (plus Ivacaftor), die nicht explizit in (2) berichtet wurden.	3.085						
9	Relative Allel-Häufigkeit der im Register identifizierten Allele: <table><tr><td>F508del</td><td>69,73 %</td></tr><tr><td>berichtete RF</td><td>1,85 %</td></tr><tr><td>sonstige</td><td>28,42 %</td></tr></table> Herleitung: F508del: $7.569 / 10.855 = 0,6973$ Berichtet RF: $201 / 10.855 = 0,0185$ Sonstige: $3.085 / 10.855 = 0,2842$	F508del	69,73 %	berichtete RF	1,85 %	sonstige	28,42 %	
F508del	69,73 %							
berichtete RF	1,85 %							
sonstige	28,42 %							
10	Relative Häufigkeit der Patienten mit F508del/RF, die aus dem Register bekannt sind ($2 * 0,6973 * 0,0185 = 0,0258$)	2,58 %						
11	Abschätzung der zu erwartenden Anzahl aller RF-Allele in Deutschland in der Indikation für Tezacaftor/Ivacaftor (plus Ivacaftor) durch vergleichende Abschätzung auf der Grundlage dreier weiterer europäischer CF-Registerdaten (UK, Frankreich, Niederlande) sowie des US-CF-Registers (Details des Vergleichs siehe Text nach der Tabelle). Annahmen dafür: Die im Register ausgewiesene 201 Allele in der Indikation (das sind ,3849+10kbC->T' und ,2789+5->A') umfassen 75 % bzw. 50 % aller tatsächlich vorhandener Allele der Indikation, die jedoch aus den Auswertungen des Registerberichts nicht ersichtlich sind (nur Allel-Häufigkeiten ab 50 werden separat dargestellt (2)). Bei der Annahme von 50 % führt das auf die Abschätzung einer maximale Allel- bzw. Patientenzahl; bei der Annahme 75 % zu einer minimalen Allel- bzw. Patientenzahl (Minimum ($201 / 0,75 = 268$); Maximum	Minimum: 268 Allele Maximum: 402 Allele						

	(201 / 0,50 = 402)).	
12	Unter diesen Annahmen aus Schritt 11, ergeben sich somit eine minimale relative Häufigkeit von RF-Allelen von $268 / 10855 = 2,469\%$ (Annahme von 75 %), unter der Annahme von 50% ergeben sich $402 / 10855 = 3,703\%$.	
13	Anzahl der Patienten mit F508del/RF im deutschen Register auf der Grundlage der aus dem internationalen Vergleich abgeschätzten Allelhäufigkeiten aller RF-Mutationen in der Indikation für Tezacaftor/Ivacaftor (plus Ivacaftor) (2): Minimum: $5.668 * (2 * 0,6973 * 0,02469) = 5.668 * 0,0344 = 195,16$ Maximum: $5.668 * (2 * 0,6973 * 0,03703) = 5.668 * 0,0516 = 292,71$	Minimum 196[#] Maximum 293[#]
14	Hochgerechnete Anzahl der Patienten, die F508del/RF sind, bei idealer 100% Genotypisierungsrate (2): $\text{Patientenanzahl} / 0,9909$ (siehe Schritt 2 dieser Herleitung)	Minimum 198[#] Maximum 296[#]
15	Zwischenschritt: Ermittlung des generellen Anteils der CF-Patienten, die ≥ 12 Jahre alt sind (2): Summe Anteil Patienten ≤ 11 Jahre = $3,1\% + 9\% + 15,3\% = 27,4\%$ - damit sind $72,6\% \geq 12$ Jahre alt	72,6%
16	Anzahl der Patienten ≥ 12 Jahre, die F508del/RF sind: Minimum: $197,80 * 0,726 = 143,7$ Maximum: $295,7 * 0,726 = 214,9$ Annahme: Die Altersverteilung aller Patienten im Register wird als Altersverteilung auch der Teilmenge der Patienten in der „Zielpopulation – Anwendungsgebiet B“ angenommen.	Minimum 144[#] Maximum 215[#]
17	Anteil der gesetzlich krankenversicherten Personen (inkl. mitversicherter Angehöriger) (90) an der Gesamtbevölkerung ^{&} (91): $72.229.000 / 82.740.900 = 0,87295$	87,29 %
18	Anzahl GKV-versicherter Patienten „Zielpopulation – Anwendungsgebiet B“ ($87,29\%$ GKV-Versicherte ≥ 12 Jahre) ^{&}	Minimum 126[#] Maximum 188[#]

[#] aufgerundet auf die nächst größere Patientenzahl

[&] Unter der Annahme, dass der Anteil der Personen ≥ 12 Jahre an der Gesamtbevölkerung (91) identisch ist mit dem Anteil der gesetzlich Krankenversicherten ≥ 12 Jahre an allen gesetzlich krankenversicherten Personen (inkl. mitversicherter Angehöriger) (90).

Die für die Herleitung primär verwendeten Daten finden sich in den Tabellen 6 und 7 des Berichtsbandes 2017 (2). In den Herleitungsschritten 1 und 2 sind zunächst die Anzahl der

lebenden Registerpatienten sowie die Anzahl der genotypisierten Patienten des Berichtsjahres genannt. Diese Angaben verdeutlichen zunächst die Basis der Patientenzahl für diese Herleitung und sie werden im Herleitungsschritt 14 wieder aufgegriffen (Erläuterungen dazu weiter unten).

In den Herleitungsschritten 3 bis 8 werden zunächst aus der Angabe der Gesamtzahl genotypisierter Allele die Häufigkeit der bekannten Allele in drei Allel-Gruppen ermittelt: Anzahl der F508del-Allele, Anzahl der RF-Allele, Anzahl „sonstiger“ Allele. In letzterer Gruppe sind die Allele gezählt, die weder F508del- oder RF-Allele sind, die aber als „bekannt“ im Registerbericht genannt werden. Diese mitzuzählen, ist daher wichtig, da in der Tabelle 7 nur Allel-Häufigkeiten explizit aufgeführt werden, die mindestens mit einer Häufigkeit von 50 bei den Registerpatienten identifiziert wurden. Die Allele, die nicht identifiziert wurden oder unbekannt sind, wurden bereits im Schritt 4 der Herleitung subtrahiert. Für die Gruppe der „RF-Allele“ können daher nur die explizit genannten RF-Mutationen aus dieser Tabelle 7 des Registerberichts herangezogen werden: Dies sind insgesamt 201 Allele, die, wie in Schritt 7 gezeigt, auf die beiden RF-Mutationen „3849+10kbC->T“ und „2789+5->A“ der Indikation entfallen. Es ist damit schon klar, dass es im deutschen CF-Register noch weitere Patienten mit RF-Allelen im Rahmen der Indikation geben wird, nur können diese bisher nicht exakt angegeben werden, da deren Häufigkeit in jedem Falle jeweils unter 50 beträgt und die genaue Angabe bedauerlicher Weise nicht verfügbar ist.

Deshalb wird für die Herleitung weiterhin zunächst mit den „bekannten RF-Allelen“ gearbeitet und die Anzahl der sich daraus ergebenden Patienten mit der Kombination F508del/RF hergeleitet. In einem folgenden Herleitungsschritt wird über den Vergleich der verfügbaren Detail-Angaben zu RF-Allelhäufigkeiten (bzw. Patienten mit RF-Mutationen) der CF-Registerberichte aus Frankreich, UK, den Niederlanden und den USA mit den Angaben des deutschen Registers eine Abschätzung im Sinne eines plausiblen Minimums und Maximums der in Deutschland zu erwartenden Patientenzahl der Patienten mit F508del/RF vorgenommen.

Im Herleitungsschritt 9 ist aus den Angaben der vorhergegangenen Herleitungsschritte der relative Anteil von Allelen (von allen bekannten Allelen im Register) dargestellt. Es ergibt sich die folgende Verteilung: 69,73 % sind F508del-Allele, 1,85 % sind RF-Allele und 28,42 % sind „sonstige“ Allele. Aus diesen Anteilen ließ sich im Schritt 10 unter Anwendung der Vererbungsgesetze (unter der sicher berechtigten Annahme, dass das Auftreten einzelner Allele als unabhängig voneinander angesehen werden kann) der Anteil von Patienten im Indikationsgebiet ermitteln, d.h. der Patienten, die F508del/RF sind. Dies sind 2,58 % der CF-Patienten.

Aus den vorherigen Ausführungen wurde jedoch bereits klar, dass dieser Anteil von 2,58 % F508del/RF-Patienten eine Unterschätzung darstellt, da sie sich eben nur auf die Zahl der beiden explizit berichteten RF-Mutationen der Indikation bezieht. Um abzuschätzen, wieviel weitere RF-Allele der Indikation noch im deutschen CF-Register auftreten, die wegen der Tatsache, dass nur Allel-Häufigkeiten ab 50 berichtet wurden, nicht bekannt sind – was zu

einem „under reporting“ für seltene Mutationen führt -, wurden die Registerberichte aus Frankreich, UK, den Niederlanden und den USA auf relevante Angaben untersucht.

Für diese Länder lagen einerseits hinreichend aussagekräftige und aktuelle Registerberichte vor und sie wurden auch aus epidemiologischer Sicht als generell gut mit Deutschland vergleichbar eingeschätzt. Dies gilt auch trotz der bekannten geographischen Heterogenität der generellen CF-Prävalenz (erkennbar hier beispielsweise an der bekannten deutlich höheren CF-Prävalenz in UK im Vergleich zu Deutschland und zu den restlichen herangezogenen europäischen Ländern (86)), da trotzdem von einer vergleichbaren Verteilung der relativen Mutations-Häufigkeiten in den Ländern ausgegangen werden kann. Die herangezogenen Register zeichnen sich weiterhin dadurch aus, dass sie die größten Patientenpopulationen umfassen, eine sehr hohe Genotypisierungsrate aufweisen und dafür sehr aktuelle Auswertungen vorliegen. Darüber hinaus werden in diesen Registerberichten auch Mutationen mit geringeren relativen Prävalenzen als in Deutschland aufgeführt, was ein „under reporting“ für seltenen Mutationen reduziert. Von den Registern mit den größten Patientenpopulationen (und daher den besten Chancen auf eine Auswertbarkeit hinsichtlich Häufigkeiten der generell seltenen RF-Mutationen in der Indikation im Anwendungsgebiet B) wurden lediglich das italienische, das spanische und das russische Register nicht herangezogen. Das spanische CF-Register wurde wegen seiner deutlich geringeren Repräsentativität für alle CF-Patienten des Landes nicht herangezogen (Abdeckung nur mit 62 % bis 66 % angegeben), das italienische CF-Register wegen eines sehr niedrigen Anteils an Patienten die hF508del sind (nur etwas mehr als 20 % im Vergleich zu ca. 47 % in Deutschland und damit einer generell abweichenden Verteilung) nicht herangezogen, außerdem liegt der letzte Registerbericht nur für das Jahr 2010 vor. Das CF-Register der Russischen Föderation wurde wegen der geringen Genotypisierungsrate (< 70 %) nicht berücksichtigt. (92)

Aus den herangezogenen Registerberichten ergaben sich die in Tabelle 3-8 im Überblick dargestellten Anteile an „RF-Patienten“. „RF-Patienten“ bezeichnet dabei alle Patienten, die zumindest ein RF-Allel laut Indikation im Anwendungsgebiet B tragen, d.h. Patienten, die RF/RF oder F508del/RF oder RF/other sind.

Tabelle 3-8: Anteil von „RF-Patienten“ aus Registerberichten aus Frankreich, UK, den Niederlanden, USA

Land	Jahr (Datenstand)	Anzahl genotypisierter Patienten im Register	Anzahl „RF- Patienten“ [§]	Anteil „RF- Patienten“ [§] [%]	RF- Mutationen aus Indikation berichtet
Frankreich (93)	2015	6.547	548	8,37	2789+5->A 3849+10kbC->T 3272-26A->G L206W D1152H A455E S945L
UK (94)	2016	9.544	545	5,71	P67L D1152H 3272-26A->G 3849+10kbC->T 2789+5->A A455E L206W 711+3A->G R352Q S945L R117C
USA (95)	2016	28.804	1.354	4,70	3849+10kbC->T 2789+5->A D1152H A455E L206W
Niederlande (96)	2015	1.475	-	6,3	A455E 3272-26A->G 2789+5->A 3849+10kbC->T
Deutschland (2)	2016	5.720	unbekannt	3,55 ^{&}	3849+10kbC->T 2789+5->A

[§] „RF-Patienten“ bezeichnet in dieser Tabelle alle Patienten, die zumindest ein RF-Allel lt. Indikation für das Anwendungsgebiet B tragen, d.h. Patienten die RF/RF oder F508del/RF oder RF/other sind.

[&] Maximalwert des Anteils an RF-Patienten im deutschen Register, eigene Berechnung aus der RF-Allelhäufigkeit (aus Zeile 7 der Tabelle 3-7) geteilt durch die Anzahl genotypisierter Patienten im Register (Zeile 2 der Tabelle 3-7) unter der Annahme, dass maximal so viele RF-Patienten vorkommen können, wie RF-Allele ausgewiesen wurden (was den Anteil von RF/RF-Patienten vernachlässigt, deren Häufigkeit mit < 0,1% jedoch als hinreichend gering eingeschätzt werden kann).

Diese Angabe in Tabelle 3-8 umfasst damit auch Patienten, die nicht zur Zielpopulation im Anwendungsgebiet B gehören (RF/RF und RF/other gehören nicht dazu). Jedoch wird diese Angabe lediglich zum Vergleich herangezogen, um einen realistischen Faktor zu ermitteln, mit dem die in Deutschland feststellbare RF-Allelhäufigkeit zu multiplizieren ist, um wegen des „under reportings“ im deutschen Register die Patientenzahl in der Indikation entsprechend extrapolieren zu können.

Es ist im Ergebnis dieser Zusammenstellung zu beobachten, dass in allen aufgeführten Ländern höhere Anteile an „RF-Patienten“ zu beobachten sind, als in Deutschland. Dies war aus den bekannten Gründen des „under reportings“ für diese spezifischen und seltenen RF-Mutationen im Anwendungsgebiet B zu erwarten.

Es zeigt sich jedoch darüber hinaus, dass trotz der generellen Vergleichbarkeit der CF-Epidemiologie in den ausgewählten Ländern, die Vergleichbarkeit hinsichtlich der Häufigkeitsverteilung der einzelnen RF-Mutationen in der Indikation im Anwendungsgebiet B sich teilweise sehr deutlich unterscheidet. Jedoch gibt es für die häufigeren RF-Mutationen, wie die Mutationen „3849+10kbC->T“ und „2789+5->A“, die aufgrund ihrer Häufigkeit als einzige im deutschen Registerbericht erwähnt sind (2), auch gute Übereinstimmungen zum französischen Register und zum US-Register, in deren Berichtsbänden diese beiden ebenfalls die häufigsten RF-Mutationen sind (93, 95). Andererseits gibt es deutliche Unterschiede zwischen der Häufigkeitsverteilung der RF-Patienten bzw. - Mutationen, wie sie in Deutschland zu erwarten wäre und den entsprechenden Häufigkeitsverteilungen in Frankreich und UK. In beiden Registerberichten sind nämlich jeweils RF-Mutationen der Indikation im Anwendungsgebiet B aufgeführt, die, bei analogen Prävalenzen in Deutschland, die Zahl von 50 Allelen deutlich überschritten haben müssten und somit auch im deutschen Registerbericht einzeln ablesbar gewesen sein müssten (was aber nicht der Fall ist). In Frankreich betrifft das die Mutationen „3272-26A->G“, „L206W“ und „D1152H“ (93), in UK die Mutationen „P67L“ und „D1152H“ (94).

In der Zusammenfassung lässt sich ableiten, dass die für das deutsche Mukoviszidose-Register berichteten beiden RF-Mutationen aus der Indikation bei Übertragung der Verteilungen der anderen Registerberichte vermutlich für zwischen 42% und 76% aller „RF-Patienten“ in Deutschland stehen (siehe Tabelle 3-8). Dabei ist der niedrigste Wert (42% = 0,0355/0,0837 für Frankreich) sicherlich zu niedrig geschätzt, da im französischen Registerbericht die drei Mutationen „3272-26A->G“, „L206W“ und „D1152H“ (mit einer Patientenzahl von 220 Patienten), die im deutschen Registerbericht gar nicht beziffert sind, die Häufigkeit der für Deutschland berichteten maximal 201 „RF-Patienten“ (siehe Fußnote zur Tabelle 3-8) bereits übersteigt, womit der Anteil der beiden in Deutschland berichteten Mutationen („3849+10kbC->T“ und „2789+5->A“) an allen RF-Mutationen in Deutschland sicherlich höher liegt, als der Anteil dieser beiden Mutationen in Frankreich (dies sind für Frankreich $245/548 = 45\%$ (93)). Es wird daher im Folgenden mit einem - nur geringfügig - korrigierten Wert von 50 % als plausibler Untergrenze gerechnet. Der höchste Werte mit 76 % (0,0355/0,047 für das US-Registry) kann als Obergrenze einbezogen werden (es wird mit der gerundeten Angabe von 75 % weiter gerechnet).

Daher wird für die abschließende Abschätzung der Patientenzahl der Patienten mit F508del/RF für Deutschland davon ausgegangen, dass die aus dem Registerband des deutschen Mukoviszidoseregisters ermittelbare Anzahl von Patienten, die F508del/RF sind minimal 50 % der tatsächlich zu erwartenden Patienten in der Zielpopulation darstellt und maximal 75 % der tatsächlich zu erwartenden Patienten in der Zielpopulation. Daraus ergibt sich entsprechend eine minimale Patientenzahl (bei Anwendung des maximalen Anteils von 75 %) und eine maximale Patientenzahl (bei Anwendung des minimalen Anteils von 50%). Diese sind nach der Ableitung in Zeile 13 der Tabelle 3-7 dargestellt. Diese Spannweite der Patientenzahl in der Indikation im Anwendungsgebiet B wird anschließend noch auf die maximal mögliche Patientenanzahl extrapoliert, wenn tatsächlich alle Patienten im Register genotypisiert worden wären (Zeile 14), sowie weiter auf den der Indikation entsprechenden Anteil der Patienten, die mindestens 12 Jahre alt sind, eingeschränkt (Zeile 16). Abschließend wird die in den Bereich der GKV entfallende Patientenzahl - ebenfalls unter Beibehaltung der Spannweite - berechnet (Zeile 18), siehe jeweils Tabelle 3-7.

Insgesamt konnte mit dieser Herleitung eine minimale Anzahl von Patienten in der Zielpopulation im Anwendungsgebiet B für den Bereich der GKV von 126 Patienten und eine maximale Patientenzahl von 188 ermittelt werden. Die Spannweite ist damit recht gut eingegrenzt worden, und insgesamt konnte bestätigt werden, dass es sich bei den Patienten mit F508del/RF (Anwendungsgebiet B) um eine sehr kleine Teilpopulation der CF-Patienten handelt.

3.2.5 Angabe der Anzahl der Patienten mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen

Geben Sie in der nachfolgenden Tabelle 3-9 die Anzahl der Patienten an, für die ein therapeutisch bedeutsamer Zusatznutzen besteht, und zwar innerhalb des Anwendungsgebiets, auf das sich das vorliegende Dokument bezieht. Die hier dargestellten Patientengruppen sollen sich unmittelbar aus der Nutzenbewertung in Modul 4 ergeben. Ziehen Sie hierzu die Angaben aus Modul 4, Abschnitt 4.4.3 heran und differenzieren Sie ggf. zwischen Patientengruppen mit unterschiedlichem Ausmaß des Zusatznutzens. Fügen Sie für jede Patientengruppe eine neue Zeile ein.

Tabelle 3-9: Anzahl der Patienten, für die ein therapeutisch bedeutsamer Zusatznutzen besteht, mit Angabe des Ausmaßes des Zusatznutzens (zu bewertendes Arzneimittel)

Bezeichnung der Therapie (zu bewertendes Arzneimittel)	Bezeichnung der Patientengruppe mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen	Ausmaß des Zusatznutzens	Anzahl der Patienten in der GKV
Kalydeco® (plus Symkevi®) - Anwendungsgebiet B Behandlung der zystischen Fibrose (<i>cystic fibrosis</i> , CF) bei Patienten im Alter von 12 Jahren oder älter, die heterozygot bezüglich der F508del-Mutation im CFTR- Gen sind und eine der folgenden Mutationen aufweisen: P67L, R117C, L206W, R352Q, A455E, D579G, 711+3A→G, S945L, S977F, R1070W, D1152H, 2789+5G→A, 3272-26A→G und 3849+10kbC→T.	CF-Patienten im Alter von 12 Jahren oder älter, die heterozygot bezüglich der F508del-Mutation im CFTR-Gen sind und eine der folgenden Mutationen aufweisen: P67L, R117C, L206W, R352Q, A455E, D579G, 711+3A→G, S945L, S977F, R1070W, D1152H, 2789+5G→A, 3272-26A→G und 3849+10kbC→T.	Hinweis auf beträchtlichen Zusatznutzen	Minimal: 126 Patienten Maximal: 188 Patienten

Begründen Sie die Angaben in Tabelle 3-9 unter Nennung der verwendeten Quellen. Ziehen Sie dabei auch die Angaben zu Prävalenz und Inzidenz (wie im Abschnitt 3.2.3 angegeben) heran.

Es ist damit zu rechnen, dass alle Patienten der Zielpopulation für Anwendungsgebiet B, also Patienten ab 12 Jahren, die heterozygot bezüglich der F508del-Mutation im CFTR-Gen sind und auf dem zweiten Allel eine der 14 ausgewiesenen RF-Mutation tragen (F508del/RF), von einer Behandlung mit Kalydeco® zuzüglich Symkevi® profitieren werden. Daher wird von zwischen 126 und 188 Patienten im Bereich der GKV ausgegangen, für die ein therapeutisch bedeutsamer Zusatznutzen besteht.

3.2.6 Beschreibung der Informationsbeschaffung für Abschnitt 3.2

Erläutern Sie das Vorgehen zur Identifikation der in den Abschnitten 3.2.1 bis 3.2.5 genannten Quellen (Informationsbeschaffung). Im Allgemeinen sollen deutsche Quellen bzw.

Quellen, die über die epidemiologische Situation in Deutschland Aussagen erlauben, herangezogen werden. Weiterhin sind bevorzugt offizielle Quellen zu nutzen. Aktualität und Repräsentativität sind bei der Auswahl zu berücksichtigen und ggf. zu diskutieren. Sofern erforderlich können Sie zur Beschreibung der Informationsbeschaffung weitere Quellen nennen.

Wenn eine Recherche in offiziellen Quellen oder in bibliografischen Datenbanken durchgeführt wurde, sollen Angaben zu den Suchbegriffen, den Datenbanken/ Suchoberflächen, dem Datum der Recherche nach den üblichen Vorgaben gemacht werden. Die Ergebnisse der Recherche sollen dargestellt werden, damit nachvollziehbar ist, welche Daten bzw. Publikationen berücksichtigt bzw. aus- und eingeschlossen wurden. Sofern erforderlich, können Sie zur Beschreibung der Informationsbeschaffung weitere Quellen benennen.

Wenn eine (hier optionale) systematische bibliografische Literaturrecherche durchgeführt wurde, soll eine vollständige Dokumentation erfolgen. Die entsprechenden Anforderungen an die Informationsbeschaffung sollen nachfolgend analog den Vorgaben in Modul 4 (siehe Abschnitte 4.2.3.2 Bibliografische Literaturrecherche, 4.3.1.1.2 Studien aus der bibliografischen Literaturrecherche, Anhang 4-A, 4-C) umgesetzt werden.

Die Quellen für die Beschreibung der Erkrankung wurden mittels unsystematischer Handrecherche zu CF ermittelt. Die Auswahl erfolgte nach den Kriterien der bestverfügbaren Evidenz und Sicherheit, auf die sich die Aussagen in diesem Abschnitt stützen. Bei unsicherer Datenlage wurden, soweit verfügbar, weitere Quellen zur Validierung herangezogen.

Der therapeutische Bedarf wurde anhand von Texten über die Standardtherapie in Form der BSC ermittelt.

Angaben zu Prävalenz und Inzidenz der Erkrankung basieren auf aktuellen Daten des Mukoviszidose Registers des Mukoviszidose e.V. bzw. den weiteren in diesem Abschnitt zitierten, öffentlich zugänglichen Quellen. Die Zielpopulation entspricht der Population der CF-Patienten in Deutschland entsprechend der zugelassenen Indikation (Anwendungsgebiet B).

3.2.7 Referenzliste für Abschnitt 3.2

Listen Sie nachfolgend alle Quellen (z. B. Publikationen), die Sie in den Abschnitten 3.2.1 bis 3.2.6 angegeben haben (als fortlaufend nummerierte Liste). Verwenden Sie hierzu einen allgemein gebräuchlichen Zitierstil (z. B. Vancouver oder Harvard). Geben Sie bei Fachinformationen immer den Stand des Dokuments an.

1. Merk, D, Schubert-Zsilavecz, M. Repairing mutated proteins--development of small molecules targeting defects in the cystic fibrosis transmembrane conductance regulator. *Expert Opin Drug Discov.* 2013;8(6):691-708.
2. Nährlich, L, Burkhart, M, Wiese, B. Deutsches Mukoviszidose-Register, Berichtsband 2016. 2017.
3. Riordan, JR, Rommens, JM, Kerem, B, Alon, N, Rozmahel, R, Grzelczak, Z, et al. Identification of the cystic fibrosis gene: cloning and characterization of complementary DNA. *Science.* 1989;245(4922):1066-73.
4. O'Sullivan, BP, Freedman, SD. Cystic fibrosis. *Lancet.* 2009;373(9678):1891-904.
5. Van Goor, F, Hadida, S, Grootenhuys, PD. Pharmacological Rescue of Mutant CFTR Function for the Treatment of Cystic Fibrosis. *Top Med Chem.* 2008(3):91-120.
6. Boucher, RC. Airway surface dehydration in cystic fibrosis: pathogenesis and therapy. *Annu Rev Med.* 2007;58:157-70.
7. Ratjen, F, Tullis, E. Cystic Fibrosis. In: Albert RK, Spiro SG, Jett JR, editors. *Clinical Respiratory Medicine (Third Edition)*. Philadelphia: Mosby; p. 593-604. 2008.
8. Sheppard, DN, Rich, DP, Ostedgaard, LS, Gregory, RJ, Smith, AE, Welsh, MJ. Mutations in CFTR associated with mild-disease-form Cl⁻ channels with altered pore properties. *Nature.* 1993;362(6416):160-4.
9. Ratjen, FA. Cystic fibrosis: pathogenesis and future treatment strategies. *Respir Care.* 2009;54(5):595-605.
10. Cystic Fibrosis Mutation Database. 2018. CFMDB Statistics; Abrufbar unter: <http://www.genet.sickkids.on.ca/StatisticsPage.html> [Zugriff am: 25.08.2018].
11. Wang, Y, Wrennall, JA, Cai, Z, Li, H, Sheppard, DN. Understanding how cystic fibrosis mutations disrupt CFTR function: from single molecules to animal models. *Int J Biochem Cell Biol.* 2014;52:47-57.
12. The Clinical and Functional Translation of CFTR (CFTR2). 2017. List of current CFTR2 variants; Abrufbar unter: <https://cftr2.org>. [Zugriff am: 28.08.2018].
13. Zielenski, J. Genotype and phenotype in cystic fibrosis. *Respiration.* 2000;67(2):117-33.
14. Elborn, JS. Cystic fibrosis. *Lancet.* 2016;388(10059):2519-31.
15. Boyle, MP, De Boeck, K. A new era in the treatment of cystic fibrosis: correction of the underlying CFTR defect. *Lancet Respir Med.* 2013;1(2):158-63.
16. Vertex Pharmaceuticals Inc. Clinical Study Protocol, Vertex Study Number VX14-661-108, Version 3.0. 2016.
17. Grasemann, H, Ratjen, F. Early lung disease in cystic fibrosis. *Lancet Respir Med.* 2013;1(2):148-57.
18. Stick, SM, Brennan, S, Murray, C, Douglas, T, von Ungern-Sternberg, BS, Garratt, LW, et al. Bronchiectasis in infants and preschool children diagnosed with cystic fibrosis after newborn screening. *J Pediatr.* 2009;155(5):623-8 e1.
19. Sly P. D. et al. Lung Disease at Diagnosis in Infants with Cystic Fibrosis Detected by Newborn Screening. *American Thoracic Society.* 2009;180(2):146 - 52.

20. Sly P. D. et al. Risk Factors for Bronchiectasis in Children with Cystic Fibrosis. *N Engl J Med.* 2013;368(21):1963 - 70.
21. VanDevanter D. R. Kahle J. S. O'Sullivan A. K. Skirica S. Hodgkins P. S. Cystic fibrosis in young children: A review of disease manifestation, progression, and response to early treatment. *Journal of Cystic Fibrosis.* 2016;15(2):147 - 57.
22. Sens, B, Stern, M. Berichtsband Qualitätssicherung Mukoviszidose 2012. 2013.
23. Stenbit, AE, Flume, PA. Pulmonary exacerbations in cystic fibrosis. *Curr Opin Pulm Med.* 2011;17(6):442-7.
24. Waters, V, Stanojevic, S, Atenafu, EG, Lu, A, Yau, Y, Tullis, E, et al. Effect of pulmonary exacerbations on long-term lung function decline in cystic fibrosis. *Eur Respir J.* 2012;40(1):61-6.
25. Ellaffi, M, Vinsonneau, C, Coste, J, Hubert, D, Burgel, PR, Dhainaut, JF, et al. One-year outcome after severe pulmonary exacerbation in adults with cystic fibrosis. *Am J Respir Crit Care Med.* 2005;171(2):158-64.
26. Newton, TJ. Respiratory care of the hospitalized patient with cystic fibrosis. *Respir Care.* 2009;54(6):769-75; discussion 75-6.
27. Koch, C, Hoiby, N. Pathogenesis of cystic fibrosis. *Lancet.* 1993;341(8852):1065-9.
28. Davies, JC, Cunningham, S, Alton, EW, Innes, JA. Lung clearance index in CF: a sensitive marker of lung disease severity. *Thorax.* 2008;63(2):96-7.
29. Quinton, PM. Physiological basis of cystic fibrosis: a historical perspective. *Physiol Rev.* 1999;79(1 Suppl):S3-S22.
30. Rowe, SM, Miller, S, Sorscher, EJ. Cystic fibrosis. *N Engl J Med.* 2005;352(19):1992-2001.
31. Staufer, K, Halilbasic, E, Trauner, M, Kazemi-Shirazi, L. Cystic fibrosis related liver disease--another black box in hepatology. *Int J Mol Sci.* 2014;15(8):13529-49.
32. Chen, H, Ruan, YC, Xu, WM, Chen, J, Chan, HC. Regulation of male fertility by CFTR and implications in male infertility. *Hum Reprod Update.* 2012;18(6):703-13.
33. Nousia-Arvanitakis, S. Cystic fibrosis and the pancreas: recent scientific advances. *J Clin Gastroenterol.* 1999;29(2):138-42.
34. Comer, DM, Ennis, M, McDowell, C, Beattie, D, Rendall, J, Hall, V, et al. Clinical phenotype of cystic fibrosis patients with the G551D mutation. *Qjm.* 2009;102(11):793-8.
35. McKone, EF, Emerson, SS, Edwards, KL, Aitken, ML. Effect of genotype on phenotype and mortality in cystic fibrosis: a retrospective cohort study. *Lancet.* 2003;361(9370):1671-6.
36. Strausbaugh, SD, Davis, PB. Cystic fibrosis: a review of epidemiology and pathobiology. *Clin Chest Med.* 2007;28(2):279-88.
37. van der Doef, HP, Kokke, FT, van der Ent, CK, Houwen, RH. Intestinal obstruction syndromes in cystic fibrosis: meconium ileus, distal intestinal obstruction syndrome, and constipation. *Curr Gastroenterol Rep.* 2011;13(3):265-70.
38. Colombo, C, Battezzati, PM, Crosignani, A, Morabito, A, Costantini, D, Padoan, R, et al. Liver disease in cystic fibrosis: A prospective study on incidence, risk factors, and outcome. *Hepatology.* 2002;36(6):1374-82.
39. Lindblad, A, Glaumann, H, Strandvik, B. Natural history of liver disease in cystic fibrosis. *Hepatology.* 1999;30(5):1151-8.
40. Paccou, J, Zeboulon, N, Combescure, C, Gossec, L, Cortet, B. The prevalence of osteoporosis, osteopenia, and fractures among adults with cystic fibrosis: a systematic literature review with meta-analysis. *Calcif Tissue Int.* 2010;86(1):1-7.

41. Liou, TG, Adler, FR, Fitzsimmons, SC, Cahill, BC, Hibbs, JR, Marshall, BC. Predictive 5-year survivorship model of cystic fibrosis. *Am J Epidemiol.* 2001;153(4):345-52.
42. Koivula F, McClenaghan N, H. Harper A, G. S. Kelly C. Islet-intrinsic effects of CFTR mutation. *Diabetologia.* 2016;59(7):1350 - 5.
43. Ooi Y. C. Peter R.D. Cystic fibrosis transmembrane conductance regulator (CFTR) gene mutations in pancreatitis. *Journal of Cystic Fibrosis.* 2012;11(5):355 - 62.
44. Bruzzese, E, Callegari, ML, Raia, V, Viscovo, S, Scotto, R, Ferrari, S, et al. Disrupted intestinal microbiota and intestinal inflammation in children with cystic fibrosis and its restoration with *Lactobacillus GG*: a randomised clinical trial. *PLoS One.* 2014;9(2):e87796.
45. Davis, PB, Byard, PJ, Konstan, MW. Identifying treatments that halt progression of pulmonary disease in cystic fibrosis. *Pediatr Res.* 1997;41(2):161-5.
46. Colombo, C. Liver disease in cystic fibrosis. *Curr Opin Pulm Med.* 2007;13(6):529-36.
47. Hodges, CA, Palmert, MR, Drumm, ML. Infertility in females with cystic fibrosis is multifactorial: evidence from mouse models. *Endocrinology.* 2008;149(6):2790-7.
48. Stuppia, L, Antonucci, I, Binni, F, Brandi, A, Grifone, N, Colosimo, A, et al. Screening of mutations in the CFTR gene in 1195 couples entering assisted reproduction technique programs. *Eur J Hum Genet.* 2005;13(8):959-64.
49. Pencharz, PB, Durie, PR. Pathogenesis of malnutrition in cystic fibrosis, and its treatment. *Clin Nutr.* 2000;19(6):387-94.
50. Peterson, ML, Jacobs, DR, Jr., Milla, CE. Longitudinal changes in growth parameters are correlated with changes in pulmonary function in children with cystic fibrosis. *Pediatrics.* 2003;112(3 Pt 1):588-92.
51. Sharma, R, Florea, VG, Bolger, AP, Doehner, W, Florea, ND, Coats, AJ, et al. Wasting as an independent predictor of mortality in patients with cystic fibrosis. *Thorax.* 2001;56(10):746-50.
52. Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA). Bewertung von Arzneimitteln für seltene Leiden nach § 35a Absatz 1 Satz 10 i.V.m. 5. Kapitel § 12 Nr. 1 Satz 2 VerfO - Wirkstoff: Ivacaftor. 2012.
53. Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA). Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Änderung der Arzneimittel-Richtlinie (AM-RL): Anlage XII - Beschlüsse über die Nutzenbewertung von Arzneimitteln mit neuen Wirkstoffen nach § 35a SGB V – Ivacaftor neues Anwendungsgebiet. 2015.
54. Gemeinsamer Bundesausschuss. 2016. Nutzenbewertung von Arzneimitteln mit neuen Wirkstoffen nach § 35a SGB V. Bewertung von Arzneimitteln für seltene Leiden nach § 35a Absatz 1 Satz 10 i.V.m. 5. Kapitel § 12 Nr. 1 Satz 2 VerfO. Wirkstoff: Lumacaftor/Ivacaftor; Abrufbar unter: https://www.g-ba.de/downloads/92-975-1266/Nutzenbewertung_Lumacaftor_Ivacaftor-G-BA.pdf [Zugriff am: 26.04.2018].
55. McKone, EF, Goss, CH, Aitken, ML. CFTR genotype as a predictor of prognosis in cystic fibrosis. *Chest.* 2006;130(5):1441-7.
56. Moran, O, Zegarra-Moran, O. On the measurement of the functional properties of the CFTR. *J Cyst Fibros.* 2008;7(6):483-94.
57. Accurso, FJ, Van Goor, F, Zha, J, Stone, AJ, Dong, Q, Ordonez, CL, et al. Sweat chloride as a biomarker of CFTR activity: proof of concept and ivacaftor clinical trial data. *J Cyst Fibros.* 2014;13(2):139-47.
58. Johansen, HK, Nir, M, Hoiby, N, Koch, C, Schwartz, M. Severity of cystic fibrosis in patients homozygous and heterozygous for delta F508 mutation. *Lancet.* 1991;337(8742):631-4.

59. Kerem, E, Kerem, B. Genotype-phenotype correlations in cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol.* 1996;22(6):387-95.
60. Kerem, E, Reisman, J, Corey, M, Canny, GJ, Levison, H. Prediction of mortality in patients with cystic fibrosis. *N Engl J Med.* 1992;326(18):1187-91.
61. Gan, KH, Veeze, HJ, van den Ouweland, AM, Halley, DJ, Scheffer, H, van der Hout, A, et al. A cystic fibrosis mutation associated with mild lung disease. *N Engl J Med.* 1995;333(2):95-9.
62. Stern, RC, Doershuk, CF, Drumm, ML. 3849+10 kb C-->T mutation and disease severity in cystic fibrosis. *Lancet.* 1995;346(8970):274-6.
63. Highsmith, WE, Jr., Burch, LH, Zhou, Z, Olsen, JC, Strong, TV, Smith, T, et al. Identification of a splice site mutation (2789 +5 G > A) associated with small amounts of normal CFTR mRNA and mild cystic fibrosis. *Hum Mutat.* 1997;9(4):332-8.
64. Destatis. 2018. Lebenserwartung bei geburt für Deutschland nach der Sterbetafel 2014/2016.; Abrufbar unter: https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2018/03/PD18_108_126_21.html [Zugriff am: 02.07.2018].
65. European Medicines Agency. EPAR Kalydeco® Anhang I - Zusammenfassung der Merkmale des Arzneimittels. 2018.
66. Davies, JC, Alton, EW, Bush, A. Cystic fibrosis. *BMJ.* 2007;335(7632):1255-9.
67. Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften, G. AWMF-Leitlinie: Mukoviszidose (cystische Fibrose): Ernährung und exokrine Pankreasinsuffizienz. 2011.
68. Cystic Fibrosis Trust. 2011. Standards for the Clinical Care of Children and Adults with Cystic Fibrosis in the UK. Second edition.; Abrufbar unter: <http://www.cysticfibrosis.org.uk/media/448939/cd-standards-of-care-dec-2011.pdf> [Zugriff am: 14.09.2015].
69. Smyth, AR, Bell, SC, Bojcin, S, Bryon, M, Duff, A, Flume, P, et al. European Cystic Fibrosis Society Standards of Care: Best Practice guidelines. *J Cyst Fibros.* 2014;13 Suppl 1:S23-42.
70. Müller, FM, Bend, J, Rietschel, E. S3 - Leitlinie "Lungenerkrankung bei Mukoviszidose", Modul 1: Diagnostik und Therapie nach dem ersten Nachweis von *Pseudomonas aeruginosa*. 2013.
71. Schwarz, C. Arzneimitteltherapie der zystischen Fibrose (Mukoviszidose). *Arzneimitteltherapie.* 2013;31(4):80-8.
72. Donaldson, SH, Bennett, WD, Zeman, KL, Knowles, MR, Tarran, R, Boucher, RC. Mucus clearance and lung function in cystic fibrosis with hypertonic saline. *N Engl J Med.* 2006;354(3):241-50.
73. Konstan, MW. Ibuprofen therapy for cystic fibrosis lung disease: revisited. *Curr Opin Pulm Med.* 2008;14(6):567-73.
74. Saiman, L, Anstead, M, Mayer-Hamblett, N, Lands, LC, Kloster, M, Hocevar-Trnka, J, et al. Effect of azithromycin on pulmonary function in patients with cystic fibrosis uninfected with *Pseudomonas aeruginosa*: a randomized controlled trial. *Jama.* 2010;303(17):1707-15.
75. Konstan, MW, VanDevanter, DR, Rasouliyan, L, Pasta, DJ, Yegin, A, Morgan, WJ, et al. Trends in the use of routine therapies in cystic fibrosis: 1995-2005. *Pediatr Pulmonol.* 2010;45(12):1167-72.
76. Sawicki, GS, Sellers, DE, Robinson, WM. High treatment burden in adults with cystic fibrosis: challenges to disease self-management. *J Cyst Fibros.* 2009;8(2):91-6.

77. Britto, MT, Kotagal, UR, Hornung, RW, Atherton, HD, Tsevat, J, Wilmott, RW. Impact of recent pulmonary exacerbations on quality of life in patients with cystic fibrosis. *Chest*. 2002;121(1):64-72.
78. Yi, MS, Tsevat, J, Wilmott, RW, Kotagal, UR, Britto, MT. The impact of treatment of pulmonary exacerbations on the health-related quality of life of patients with cystic fibrosis: does hospitalization make a difference? *J Pediatr*. 2004;144(6):711-8.
79. Quittner, AL, Buu, A, Messer, MA, Modi, AC, Watrous, M. Development and validation of The Cystic Fibrosis Questionnaire in the United States: a health-related quality-of-life measure for cystic fibrosis. *Chest*. 2005;128(4):2347-54.
80. Sawicki, GS, Rasouliyan, L, McMullen, AH, Wagener, JS, McColley, SA, Pasta, DJ, et al. Longitudinal assessment of health-related quality of life in an observational cohort of patients with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol*. 2011;46(1):36-44.
81. Quittner, AL, Barker, DH, Snell, C, Grimley, ME, Marciel, K, Cruz, I. Prevalence and impact of depression in cystic fibrosis. *Curr Opin Pulm Med*. 2008;14(6):582-8.
82. Driscoll, KA, Montag-Leifling, K, Acton, JD, Modi, AC. Relations between depressive and anxious symptoms and quality of life in caregivers of children with cystic fibrosis. *Pediatr Pulmonol*. 2009;44(8):784-92.
83. Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA). Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Änderung der Arzneimittel-Richtlinie (AM-RL): Anlage XII - Beschlüsse über die Nutzenbewertung von Arzneimitteln mit neuen Wirkstoffen nach § 35a SGB V – Lumacaftor/Ivacaftor. 2016.
84. European Medicines Agency. EPAR Orkambi Anhang I - Zusammenfassung der Merkmale des Arzneimittels. 2015.
85. Colombo, C, Littlewood, J. The implementation of standards of care in Europe: state of the art. *J Cyst Fibros*. 2011;10 Suppl 2:S7-15.
86. Farrell, PM. The prevalence of cystic fibrosis in the European Union. *J Cyst Fibros*. 2008;7(5):450-3.
87. Gemeinsamer Bundesausschuss. Neufassung der Richtlinie über die Früherkennung von Krankheiten bei Kindern bis zur Vollendung des 6. Lebensjahres (Kinder-Richtlinie): Formale und inhaltliche Überarbeitung (Neustrukturierung). 2016.
88. Vertex Pharmaceuticals (Europe) Ltd. 2015. Dossier zur Nutzenbewertung gemäß § 35a SGB V. Modul 3C; Abrufbar unter: https://www.g-ba.de/downloads/92-975-1278/2015-12-08_Modul3C_Ivacaftor_2J.pdf [Zugriff am: 06.02.2018].
89. Vertex Pharmaceuticals (Europe) Ltd. 2015. Dossier zur Nutzenbewertung gemäß § 35a SGB V. Modul 3D; Abrufbar unter: https://www.g-ba.de/downloads/92-975-1282/2015-12-08_Modul3D_Ivacaftor_R117H.pdf [Zugriff am: 06.02.2018].
90. BMG. 2018. Gesetzliche Krankenversicherung - Kennzahlen und Faustformeln_KF15Bund_Juni 2018; Abrufbar unter: https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/Statistiken/GKV/Kennzahlen_Daten/KF2018Bund_Juni-2018.pdf [Zugriff am: 12.09.2018].
91. Destatis. 2018. Bevölkerung auf Grundlage des Zensus 2011_Bevölkerungsstand zum 30.09.2017; Abrufbar unter: https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/Zensus_Geschlecht_Staatsangehoerigkeit.html [Zugriff am: 12.09.2018].
92. European Cystic Fibrosis Society (ECFS) Patient Registry. Annual Data Report 2015 data. 2017.
93. French CF Registry. Annual Data Report 2015. 2017.

94. UK Cystic Fibrosis Registry. Cystic Fibrosis - strength in numbers, Annual data Report 2016. 2017.
95. Cystic Fibrosis Foundation Patient Registry. 2016 Annual Data Report. 2017.
96. Nederlandse Cystic Fibrosis Stichting. Dutch Cystic Fibrosis Registry Report 2015. 2016.

3.3 Kosten der Therapie für die gesetzliche Krankenversicherung

Im Abschnitt 3.3 wird an mehreren Stellen gefordert, Spannen anzugeben, wenn dies an den entsprechenden Stellen zutrifft. Mit diesen Spannen ist in den nachfolgenden Tabellen konsequent weiterzurechnen, sodass daraus in Tabelle 3-10 Angaben für Jahrestherapiekosten pro Patient und für die GKV insgesamt mit einer Unter- und Obergrenze resultieren.

Therapieabbrüche sind in den Tabellen 3-1 bis 3-10 nicht zu veranschlagen; sie sind im Abschnitt 3.3.6 darzustellen.

3.3.1 Angaben zur Behandlungsdauer

Geben Sie in der nachfolgenden Tabelle 3-10 an, nach welchem Behandlungsmodus (z. B. kontinuierlich, in Zyklen, je Episode, bei Bedarf) das zu bewertende Arzneimittel und die zweckmäßige Vergleichstherapie eingesetzt werden. Machen Sie diese Angaben getrennt für die Zielpopulation sowie für die Patientengruppen mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen (siehe Abschnitt 3.1). Geben Sie die Anzahl der Behandlungen pro Patient **pro Jahr**, die Behandlungsdauer je Behandlung in Tagen sowie die daraus resultierenden Behandlungstage **pro Jahr** an. Falls eine Therapie länger als ein Jahr dauert, jedoch zeitlich begrenzt ist, soll zusätzlich die Gesamttherapiedauer angegeben werden. Fügen Sie für jede Therapie, Behandlungssituation und jede Population bzw. Patientengruppe eine neue Zeile ein.

Zur Ermittlung der Kosten der Therapie müssen Angaben zur Behandlungsdauer auf Grundlage der Fachinformation gemacht werden. Zunächst ist auf Grundlage der Fachinformation zu prüfen, ob es unterschiedliche Behandlungssituationen oder Behandlungsdauern gibt. Mit einer Behandlungssituation ist gemeint, dass für Patienten aufgrund unterschiedlicher Eigenschaften unterschiedliche Behandlungsdauern veranschlagt werden, z. B. 12 Wochen vs. 24 Wochen. Mit Behandlungsdauer ist hier gemeint, dass unabhängig von diesen in der Fachinformation vorgegebenen Patienteneigenschaften eine Spanne der Behandlungsdauer gewählt werden kann, z. B. 12 bis 15 Wochen. Die Angaben sind für jede Behandlungssituation einzeln zu machen. Ist für eine Behandlungssituation keine eindeutige Behandlungsdauer angegeben, sondern eine Zeitspanne, dann ist die jeweilige Unter- und Obergrenze anzugeben und bei den weiteren Berechnungen zu verwenden. Wenn aus der Fachinformation keine maximale Behandlungsdauer hervorgeht, ist die Behandlung grundsätzlich für ein Jahr anzusetzen, ansonsten die zulässige Anzahl an Gaben, z. B. maximal mögliche Anzahl der Zyklen pro Jahr.

Tabelle 3-10: Angaben zum Behandlungsmodus (zu bewertendes Arzneimittel und zweckmäßige Vergleichstherapie)

Bezeichnung der Therapie (zu bewertendes Arzneimittel, zweckmäßige Vergleichstherapie)	Bezeichnung der Population bzw. Patientengruppe	Behandlungsmodus	Anzahl Behandlungen pro Patient pro Jahr (ggf. Spanne)	Behandlungs- dauer je Behandlung in Tagen (ggf. Spanne)
Zu bewertendes Arzneimittel				
Ivacaftor (+Tezacaftor/Ivacaftor)	Zielpopulation – Anwendungs- gebiet B	Oral: 1-mal täglich, eine Tablette Tezacaftor/Ivacaftor 100 mg/150 mg morgens und 1-mal täglich eine Tablette Ivacaftor 150 mg abends	Kontinuierlich	365
Zweckmäßige Vergleichstherapie				
BSC	Zielpopulation – Anwendungs- gebiet B	Patientenindividuell	Patienten- individuell	Patienten- individuell
Wenn eine Behandlung nicht dauerhaft, aber länger als ein Jahr, z. B. bei einer Infektionskrankheit, durchgeführt werden muss, ist dies anzumerken. In den folgenden Tabellen müssen die Kosten dann sowohl für ein Jahr als auch für die gesamte Behandlungsdauer pro Patient und die entsprechende Patientengruppe angegeben werden.				

Begründen Sie die Angaben in Tabelle 3-10 unter Nennung der verwendeten Quellen.

Behandlungsmodus für das zu bewertende Arzneimittel:

Laut Fachinformation von Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) bestehen folgende Anwendungshinweise:

Die empfohlene Dosis für Erwachsene, Jugendliche und Kinder ab 12 Jahren beträgt täglich eine Tablette mit 100 mg Tezacaftor / 150 mg Ivacaftor morgens und eine Tablette Ivacaftor mit 150 mg abends (Tagesgesamtdosis: 100 mg Tezacaftor und 300 mg Ivacaftor). Die Behandlung erfolgt oral und kontinuierlich (1). Da es sich bei dem zu bewerteten Arzneimittel um ein Arzneimittel-Regime handelt, werden für die korrekte Darstellung des Verbrauchs und der Kosten von Ivacaftor in Abschnitt 3.3 in den folgenden Tabellen stets „Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor)“ als zu bewertendes Arzneimittel ausgewiesen.

Behandlungsmodus für die zweckmäßige Vergleichstherapie (Best Supportive Care):

Für die zweckmäßige Vergleichstherapie von Kalydeco® plus Symkevi® wird die jeweilige BSC herangezogen, daher ist kein einzelner Behandlungsmodus zu beschreiben. Die Therapie richtet sich nach dem Schweregrad der CF sowie den bestehenden Komorbiditäten und stellt eine auf die individuellen Bedürfnisse der Patienten zugeschnittene Behandlung dar. Mukolytische Medikamente verringern die Viskosität (Zähigkeit) des Bronchialsekrets. Bronchodilatoren erweitern die Atemwege und entzündungshemmende Präparate helfen bei der Therapie von CF-Patienten mit Asthma. Die Inhalation von hypertoner Kochsalzlösung

(3-7% NaCl) löst den Schleim in den unteren Atemwegen. Keimbesiedelung und Infektionen werden, oft in chronischen Therapieschemata, mit Antibiotika behandelt. Bei vielen CF-Patienten besteht zudem eine Insuffizienz des exokrinen Pankreas, die eine Substitution von Verdauungsenzymen erfordert. Neben den medikamentösen Therapien werden auch physiotherapeutische Maßnahmen zur Unterstützung der Atemfunktion angewendet. Darüber hinaus wird Untergewicht zudem oft mit hochkalorischer Ernährung bekämpft. Diese symptomatischen Behandlungsstrategien werden dauerhaft über das ganze Jahr hinweg angewendet.

In Tabelle 3-11 sind die in diesem Zusammenhang ausgewählten, repräsentativen Beispiele für die verschiedenen Medikamente aufgeführt, die bei CF-Patienten zur symptomatischen Therapie eingesetzt werden.

Tabelle 3-11: Beispiele für Medikamente zur symptomatischen Therapie von CF-Patienten (BSC)

Art der Medikation	Wirkstoff
Antibiotika	Aztreonam
	Colistin
	Tobramycin
Mukolytikum	Dornase alfa
Hypertone Kochsalzlösung	Natriumchlorid
Verdauungsenzym	Pankreatin

Tabelle 3-12 zeigt die verschiedenen unterschiedlichen, dauerhaft, täglich und bis zu 365 Tage im Jahr angewendeten Medikamente, die bei Patienten mit CF eingesetzt werden, zusammen mit ihren Behandlungsmodi.

Tabelle 3-12: Behandlungsmodi der repräsentativen, bei CF verwendeten Medikamente

Bezeichnung des im Rahmen der <i>Best Supportive Care</i> verwendeten Präparats	Wirkstoff	Bezeichnung der Population bzw. Patientengruppe	Behandlungsmodus*
CAYSTON®	Aztreonam	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Oral (Vernebler), täglich 3-mal über 28 Tage, zwischen den Zyklen 28 Tage Pause
COLISTIN CF	Colistin	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Oral (Vernebler), kontinuierlich, täglich 2 – 3 mal
PULMOZYME®	Dornase alfa	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Oral (Inhalation), kontinuierlich, täglich 2-mal
MUCOCLEAR®	Natriumchlorid hyperten	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Oral (Inhalation), kontinuierlich, täglich 2 – 4 mal
PANKREATIN 20.000®	Pankreatin	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Oral, kontinuierlich, 1 – 2 Kapseln pro Mahlzeit
GERNEBCIN	Tobramycin	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Oral (Inhalation), kontinuierlich, täglich 2-mal

Die Angaben und Informationen zu den Medikamenten die zur Behandlung der CF herangezogen werden, wurden den entsprechenden Fachinformationen bzw. Gebrauchsanweisungen entnommen (2-7).

Geben Sie in der nachfolgenden Tabelle 3-13 die Behandlungstage pro Patient pro Jahr für das zu bewertende Arzneimittel und die zweckmäßige Vergleichstherapie an. Machen Sie diese Angaben getrennt für die Zielpopulation und die Patientengruppen mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen. Die Behandlungstage pro Patient pro Jahr ergeben sich aus der Anzahl der Behandlungen pro Patient pro Jahr und der Behandlungsdauer je Behandlung (siehe Tabelle 3-10). Fügen Sie für jede Therapie, Behandlungssituation und jede Population bzw. Patientengruppe eine neue Zeile ein.

Tabelle 3-13: Behandlungstage pro Patient pro Jahr (zu bewertendes Arzneimittel und zweckmäßige Vergleichstherapie)

Bezeichnung der Therapie (zu bewertendes Arzneimittel, zweckmäßige Vergleichstherapie)	Bezeichnung der Population bzw. Patientengruppe	Behandlungsmodus	Behandlungstage pro Patient pro Jahr (ggf. Spanne)
Zu bewertendes Arzneimittel			
Ivacaftor (+Tezacaftor/Ivacaftor)	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Oral: 1-mal täglich, eine Tablette Tezacaftor/Ivacaftor 100 mg/150 mg morgens und 1-mal täglich eine Tablette Ivacaftor 150 mg abends	365
Zweckmäßige Vergleichstherapie			
BSC	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Patientenindividuell	Patientenindividuell
<i>Wenn eine Behandlung nicht dauerhaft, aber länger als ein Jahr, z. B. bei einer Infektionskrankheit, durchgeführt werden muss, ist dies anzumerken. In den folgenden Tabellen müssen die Kosten dann sowohl für ein Jahr als auch für die gesamte Behandlungsdauer pro Patient und die entsprechende Patientengruppe angegeben werden.</i>			

Tabelle 3-14 stellt die Behandlungsmodi, sowie Behandlungstage pro Patient pro Jahr der für BSC repräsentativen Medikamente dar.

Tabelle 3-14: Behandlungstage pro Patient pro Jahr bei den repräsentativen Medikamenten der zweckmäßigen Vergleichstherapie (BSC)

Bezeichnung der Therapie (zweckmäßige Vergleichstherapie)	Bezeichnung der Population bzw. Patientengruppe	Behandlungsmodus	Behandlungstage pro Patient pro Jahr (ggf. Spanne)
Aztreonam	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Oral (Vernebler), täglich 3-mal über 28 Tage, zwischen den Zyklen 28 Tage Pause	182,5
Colistin	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Oral (Vernebler), kontinuierlich, täglich 2 – 3 mal	365
Dornase alfa	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Oral (Inhalator), kontinuierlich, täglich 2-mal	365
Natriumchlorid hyperton	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Oral (Inhalation), kontinuierlich, täglich 2 – 4 mal	365
Pankreatin	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Oral, kontinuierlich, 1 – 2 Kapseln pro Mahlzeit	365
Tobramycin	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Oral (Inhalation), kontinuierlich, täglich 2-mal	365

Die Informationen zu den Behandlungsmodi der für die zweckmäßige Vergleichstherapie beispielhaften Therapien wurden den entsprechenden Fachinformationen und Gebrauchsanweisungen entnommen. Bis auf Aztreonam und Tobramycin handelt es sich dabei um Medikamente zur kontinuierlichen Einnahme. Die Fachinformation zu Aztreonam als auch zu Tobramycin gibt einen 28-tägigen Behandlungszyklus vor, wobei zwischen den Behandlungszyklen eine 28-tägige Pause vorgegeben ist. Demzufolge ergeben sich über das Jahr hinweg 7 Behandlungszyklen mit insgesamt 182,5 Behandlungstagen.

Die Behandlungsstrategie mit Ivacaftor (zuzüglich Tezacaftor/Ivacaftor) ist nicht symptomorientiert, sondern moduliert und verbessert primär die Funktionsfähigkeit des CFTR-Kanals. Dennoch stellt die Behandlung mit Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) keine Heilung der CF dar und bedarf demnach der lebenslangen, dauerhaften Gabe des Präparats im beschriebenen Behandlungsregime.

Für die zweckmäßige Vergleichstherapie von Ivacaftor (zuzüglich Tezacaftor/Ivacaftor) wird die jeweilige BST herangezogen, die sich in ihrer Gesamtheit nicht als ein spezifisches jährliches Behandlungsintervall beschreiben lässt, sondern individuell unterschiedlich nach den jeweiligen Bedürfnissen angepasst verordnet wird.

Tabelle 3-14 zeigt die verschiedenen angewendeten Medikamente, die bei Patienten mit CF im Alter ab 12 Jahren eingesetzt werden, zusammen mit der empfohlenen Behandlungsdauer.

Die tatsächliche Behandlungsdauer kann je nach individueller Patientensituation von den Empfehlungen aus der jeweiligen Fachinformation stark abweichen. Es bleibt zu beachten, dass es keine einheitliche Definition von BST gibt. In vorhergehenden Verfahren führte der G-BA wiederholt aus, dass „*sich die therapeutischen Maßnahmen der begleitend zu der Therapie mit dem zu bewertenden Arzneimittel [...] durchzuführenden Best-Supportive-Care nicht regelhaft von der im Rahmen der ZVT anzuwendenden Best-Supportive Care unterscheiden*“, so dass „*die Darstellung der Therapiekosten für Best-Supportive-Care*“ entfallen könne (8).

3.3.2 Angaben zum Verbrauch für das zu bewertende Arzneimittel und die zweckmäßige Vergleichstherapie

Geben Sie in der nachfolgenden Tabelle 3-15 den Jahresdurchschnittsverbrauch pro Patient für das zu bewertende Arzneimittel sowie für die zweckmäßige Vergleichstherapie in DDD (Defined Daily Dose) an, d. h. Anzahl DDDs pro Jahr. Zusätzlich ist die festgelegte bzw. den Berechnungen zugrunde liegende Maßeinheit der jeweiligen DDD (z. B. 10 mg) anzugeben. Falls die zweckmäßige Vergleichstherapie eine nichtmedikamentöse Behandlung ist, geben Sie ein anderes im jeweiligen Anwendungsgebiet international gebräuchliches Maß für den Jahresdurchschnittsverbrauch der zweckmäßigen Vergleichstherapie an. Fügen Sie für jede Therapie eine neue Zeile ein.

Tabelle 3-15: Jahresdurchschnittsverbrauch pro Patient (zu bewertendes Arzneimittel und zweckmäßige Vergleichstherapie)

Bezeichnung der Therapie (zu bewertendes Arzneimittel, zweckmäßige Vergleichstherapie)	Bezeichnung der Population bzw. Patientengruppe	Behandlung s-tage pro Patient pro Jahr (ggf. Spanne)	Verbrauch pro Gabe (ggf. Spanne)	Jahresdurchschnittsverbrauch pro Patient (ggf. Spanne) (DDD; im Falle einer nicht-medikamentösen Behandlung Angabe eines anderen im jeweiligen Anwendungsgebiet international gebräuchlichen Maßes)
Zu bewertendes Arzneimittel				
Ivacaftor (+Tezacaftor/Ivacaftor)	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	365	Tezacaftor: 100 mg/ Ivacaftor: 300 mg [2-mal täglich 1 Filmtablette à 100mg Tezacaftor/150 mg Ivacaftor morgens und 1 Filmtablette Ivacaftor 150 mg abends = 0,1g/0,3g DDD (DDD für Tezacaftor liegt nicht vor)].	Ivacaftor: $0,15g * 365 \text{ Tage} = 54,75g \text{ pro Jahr}$ Tezacaftor/Ivacaftor: $0,1g/0,15g * 365 \text{ Tage} = 36,5g \text{ pro Jahr}/54,75g \text{ pro Jahr}$
Zweckmäßige Vergleichstherapie				
BSC	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Patientenindividuell; Siehe nachstehender Text	Patientenindividuell; Siehe nachstehender Text	Patientenindividuell; Siehe nachstehender Text

Begründen Sie die Angaben in Tabelle 3-15 unter Nennung der verwendeten Quellen. Nehmen Sie ggf. Bezug auf andere Verbrauchsmaße, die im Anwendungsgebiet gebräuchlich sind (z. B. IU [International Unit], Dosierung je Quadratmeter Körperoberfläche, Dosierung je Kilogramm Körpergewicht).

Die Angaben zu den Dosierungen der Wirkstoffe wurden den entsprechenden Fachinformationen entnommen. Die Angaben zu den DDD stammen aus der amtlichen Auflistung der DDD des WiDO (Wissenschaftliches Institut der AOK) (9). Für Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) ist keine amtliche DDD gelistet. Demzufolge wird für Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) lediglich der Jahresdurchschnittsverbrauch von 36,5g angegeben

(Anzahl der Anwendungen pro Jahr 365 * empfohlene Dosierung aus der Fachinformation 100 mg = 36,5 mg).

Tabelle 3-16 stellt den Verbrauch pro Gabe, sowie Jahresdurchschnittsverbrauch pro Patient dezidiert für die repräsentativen Therapieoptionen dar.

Tabelle 3-16: Jahresdurchschnittsverbrauch pro Patient bei den repräsentativen, bei CF verwendeten Medikamenten

Bezeichnung der Therapie (zweckmäßige Vergleichstherapie)	Bezeichnung der Population bzw. Patientengruppe	Behandlungstage pro Patient pro Jahr (ggf. Spanne)	Verbrauch pro Gabe (ggf. Spanne)	Jahresdurchschnittsverbrauch pro Patient (ggf. Spanne) (DDD; im Falle einer nicht-medikamentösen Behandlung Angabe eines anderen im jeweiligen Anwendungsgebiet international gebräuchlichen Maßes)
Aztreonam	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	182,5 (7 Zyklen à 28 Tage pro Jahr)	3 x 75 mg	182,5 * 225 mg DDD = 41,06 pro Jahr
Colistin	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	365	2 – 3 x 1-2 Millionen I.E. (2 – 6 Mio. I.E.)	365 * 4 Mio. I.E. = 1,460 Mrd. I.E. pro Jahr
Dornase alfa	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	365	1 x 2,5 mg	365 * 2,5mg DDD = 0,9125g pro Jahr
Natriumchlorid hyperton	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	365	2 – 4 x 4 ml	365 * 12 ml = 4,38l pro Jahr
Tobramycin	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	365	2 x 80 mg	365 * 160 mg = 58,4 g pro Jahr
Pankreatin	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	365	3 x 195,2 mg – 390,4 mg	365 * (3 x 292,8 mg) = 320,61g pro Jahr

Die Angaben zu den Dosierungen der Wirkstoffe wurden den entsprechenden Fachinformationen entnommen. Die Angaben zu den DDD stammen aus der amtlichen Auflistung der DDD des WiDO (Wissenschaftliches Institut der AOK). Für Natriumchlorid hyperton und Pankreatin ist keine amtliche DDD gelistet (9). Der ermittelte Jahresdurchschnittsverbrauch soll beispielhaft für Natriumchlorid hyperton und Pankreatin dargestellt werden.

Natriumchlorid hyperton: Anzahl der Anwendungen pro Jahr 365 * empfohlene Dosierung aus der Fachinformation 2 – 4 x 4 ml (durchschnittlich 12 ml am Tag) = 4,38 l.

Pankreatin: Anzahl der Anwendungen pro Jahr 365 * empfohlene Dosierung aus der Fachinformation 3 x 195,2 mg bis 390,4 mg – in Abhängigkeit des Fettgehalts der Mahlzeit. Es wird von 3 Mahlzeiten pro Tag ausgegangen mit jeweils durchschnittlichen 292,8 mg Pankreatin. Insgesamt ergibt sich dadurch ein Jahresdurchschnittsverbrauch von 320,61 g.

3.3.3 Angaben zu Kosten des zu bewertenden Arzneimittels und der zweckmäßigen Vergleichstherapie

Geben Sie in Tabelle 3-17 an, wie hoch die Apothekenabgabepreise für das zu bewertende Arzneimittel sowie für die zweckmäßige Vergleichstherapie sind. Generell soll(en) die für die Behandlungsdauer zweckmäßigste(n) und wirtschaftlichste(n) verordnungsfähige(n) Packungsgröße(n) gewählt werden. Sofern Festbeträge vorhanden sind, müssen diese angegeben werden. Sofern keine Festbeträge bestehen, soll das günstigste Arzneimittel gewählt werden. Importarzneimittel sollen nicht berücksichtigt werden. Geben Sie zusätzlich die den Krankenkassen tatsächlich entstehenden Kosten an. Dazu ist der Apothekenabgabepreis nach Abzug der gesetzlich vorgeschriebenen Rabatte (siehe § 130 und § 130a SGB V mit Ausnahme der in § 130a Absatz 8 SGB V genannten Rabatte) anzugeben. Im Falle einer nichtmedikamentösen zweckmäßigen Vergleichstherapie sind entsprechende Angaben zu deren Vergütung aus GKV-Perspektive zu machen. Fügen Sie für jede Therapie eine neue Zeile ein.

Tabelle 3-17: Kosten des zu bewertenden Arzneimittels und der zweckmäßigen Vergleichstherapie

Bezeichnung der Therapie (zu bewertendes Arzneimittel, zweckmäßige Vergleichstherapie)	Kosten pro Packung (Apothekenabgabepreis in Euro nach Wirkstärke, Darreichungsform und Packungsgröße, für nichtmedikamentöse Behandlungen Angaben zu deren Vergütung aus GKV-Perspektive)	Kosten nach Abzug gesetzlich vorgeschriebener Rabatte in Euro
Zu bewertendes Arzneimittel		
Ivacaftor (+Tezacaftor/Ivacaftor)	<u>Ivacaftor:</u> 10.673,72 (28 Filmtabletten à 150 mg Ivacaftor) + <u>Tezacaftor/Ivacaftor:</u> 6.741,40 (28 Filmtabletten à 100 mg Tezacaftor / 150 mg Ivacaftor)	<u>Ivacaftor:</u> 10.062,95 (1,77 ¹ ; 609 ²) + <u>Tezacaftor/Ivacaftor:</u> 6.355,21 (1,77 ¹ ; 384,42 ²)
Zweckmäßige Vergleichstherapie		
BSC	Patientenindividuell; Siehe nachstehender Text	Patientenindividuell; Siehe nachstehender Text
¹ : Pflichtrabatt der Apotheke ² : Rabatt für nicht festbetragsgebundene Arzneimittel gemäß § 130a SGB V Absatz 1		

Begründen Sie die Angaben in Tabelle 3-17 unter Nennung der verwendeten Quellen.

Ivacaftor:

Der Apothekenabgabepreis für Ivacaftor (Kalydeco®) beträgt 10.673,72 €. Der Pflichtrabatt der Apotheke beträgt 1,77 € pro Packung und der Pflichtrabatt des pharmazeutischen Herstellerst (7% des Herstellerabgabepreises) beläuft sich auf 609 € pro Packung. Somit ergeben sich Kosten für die GKV für eine Packung Kalydeco® in Höhe von 10.062,95 €.

Tezacaftor/Ivacaftor:

Der Apothekenabgabepreis für Tezacaftor/Ivacaftor (Symkevi®) beträgt 6.741,40 €. Der Pflichtrabatt der Apotheke beträgt 1,77 € pro Packung und der Pflichtrabatt des pharmazeutischen Herstellerst (7% des Herstellerabgabepreises) beläuft sich auf 384,42 € pro Packung. Somit ergeben sich Kosten für die GKV für eine Packung Symkevi® in Höhe von 6.355,21 €.

Best Supportive Care

Tabelle 3-18 zeigt eine repräsentative Auswahl der Medikamente, die bei Patienten mit CF eingesetzt werden, zusammen mit den entsprechenden Kosten. Diese wurden der Lauer-Taxe entnommen. Die Kosten nach Abzug der gesetzlich vorgeschriebenen Rabatte wurden berechnet als die Apothekenabgabepreise abzüglich der Pflichtrabatte der Apotheken sowie

der pharmazeutischen Unternehmer. Es wurde die jeweils wirtschaftlichste Packung herangezogen.

Tabelle 3-18: Kosten der repräsentativen, bei CF verwendeten Medikamente

Bezeichnung der Therapie (zweckmäßige Vergleichstherapie)	Kosten pro Packung (Apothekenabgabepreis in Euro nach Wirkstärke, Darreichungsform und Packungsgröße, für nichtmedikamentöse Behandlungen Angaben zu deren Vergütung aus GKV-Perspektive)	Kosten nach Abzug gesetzlich vorgeschriebener Rabatte in Euro
Aztreonam (CAYSTON, CC Pharma))	3.655,88 (84 Fl. Pulv. à 75mg)	3.448,59 (1,77 ¹ ; 205,52 ²)
Tobramycin (GERNEBCIN, Infectopharm)	269,94 (20 Ampullen à 80mg)	237,17 (1,77 ¹ ; 14,34 ² ; 16,66 ⁴)
Colistin (COLISTIN CF, Teva)	881,85 (56 Fl. Pulv. à 80mg [2.000.000 IE])	838,75 (1,77 ¹ ; 41,33 ²)
Dornase alfa (Pulmozyme®, Roche)	1.145,23 (30 Ampullen 2,5 ml à 2,5mg [2.500 E.])	1.071,74 (1,77 ¹ ; 62,80 ² ; 8,92 ⁴)
Hypertone Natriumchlorid-Lösung (MucoClear® 6%, Pari)	49,98 (60 Ampullen 4 ml à 240mg)	49,98
Pankreatin (Pangrol® Berlin-Chemie)	43,27 ⁵ (200 msr. Tabletten. à 160mg – 222,22mg = 20.000 Ph. Eur.-E.)	41,11 (2,16 ¹)
¹ Pflichtrabatt der Apotheke ² Rabatt für nicht festbetragsgebundene Arzneimittel gemäß § 130a SGB V Absatz 1 ³ Rabatt für nicht festbetragsgebundene Arzneimittel gemäß § 130a SGB V Absatz 3b ⁴ Rabatt für nicht festbetragsgebundene Arzneimittel gemäß § 130a SGB V Absatz 3a ⁵ Festbetrag (Stufe I) für Pangrol: 43,27 €		

Stand Lauer-Taxe: 15.08.2018, Packungspreise aktualisiert: 15.09.2018

BSC richtet sich nach dem Schweregrad der CF sowie den bestehenden Komorbiditäten und stellt eine auf die individuellen Bedürfnisse der Patienten zugeschnittene Behandlung dar, die in Intensität und Dauer und damit auch Kosten erheblich variieren kann. Dies bestätigen auch die vorliegenden G-BA Beschlüsse im Anwendungsgebiet der CF, in der die Kosten als patientenindividuell ausgewiesen werden (10, 11). In Abschnitt 3.3.3 werden zwar die Kosten für einzelne Medikamente ausgewiesen, für die Darstellung der Jahrestherapiekosten der BSC in Abschnitt 3.3.5 wird jedoch auf Durchschnittskosten bzw. Spannen von Durchschnittskosten aus der Literatur zurückgegriffen, allgemein der Darstellung des G-BA als patientenindividuell jedoch gefolgt.

3.3.4 Angaben zu Kosten für zusätzlich notwendige GKV-Leistungen

Bestehen bei Anwendung des zu bewertenden Arzneimittels und der zweckmäßigen Vergleichstherapie entsprechend der Fach- oder Gebrauchsinformation regelhaft Unterschiede bei der notwendigen Inanspruchnahme ärztlicher Behandlung oder bei der Verordnung sonstiger Leistungen zwischen dem zu bewertenden Arzneimittel und der zweckmäßigen Vergleichstherapie, sind diese bei den Krankenkassen tatsächlich entstehenden Kosten zu berücksichtigen. Im nachfolgenden Abschnitt werden die Kosten dieser zusätzlich notwendigen GKV-Leistungen dargestellt.

Geben Sie in der nachfolgenden Tabelle 3-19 an, welche zusätzlich notwendigen GKV-Leistungen (notwendige regelhafte Inanspruchnahme ärztlicher Behandlung oder Verordnung sonstiger Leistungen zulasten der GKV) bei Anwendung des zu bewertenden Arzneimittels und der zweckmäßigen Vergleichstherapie entsprechend der Fach- oder Gebrauchsinformation entstehen. Geben Sie dabei auch an, wie häufig die Verordnung zusätzlich notwendiger GKV-Leistungen pro Patient erforderlich ist: Wenn die Verordnung abhängig vom Behandlungsmodus (Episode, Zyklus, kontinuierlich) ist, soll dies vermerkt werden. Die Angaben müssen sich aber insgesamt auf einen Jahreszeitraum beziehen. Machen Sie diese Angaben sowohl für das zu bewertende Arzneimittel als auch für die zweckmäßige Vergleichstherapie sowie getrennt für die Zielpopulation und die Patientengruppen mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen (siehe Abschnitt 3.1). Fügen Sie für jede Therapie, jede Population bzw. Patientengruppe und jede zusätzlich notwendige GKV-Leistung eine neue Zeile ein. Begründen Sie ihre Angaben zu Frequenz und Dauer.

Tabelle 3-19: Zusätzlich notwendige GKV-Leistungen bei Anwendung der Arzneimittel gemäß Fach- oder Gebrauchsinformation (zu bewertendes Arzneimittel und zweckmäßige Vergleichstherapie)

Bezeichnung der Therapie (zu bewertendes Arzneimittel, zweckmäßige Vergleichstherapie)	Bezeichnung der Population bzw. Patientengruppe	Bezeichnung der zusätzlichen GKV-Leistung	Anzahl der zusätzlich notwendigen GKV-Leistungen je Episode, Zyklus etc.	Anzahl der zusätzlich notwendigen GKV-Leistungen pro Patient pro Jahr
Zu bewertendes Arzneimittel				
Ivacaftor (+Tezacaftor/Ivacaftor)	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Leberfunktionstests (Bestimmung der Alanin- und Aspartat-Aminotransferasen)	1x vor Therapiebeginn, 4x im ersten Behandlungsjahr, sodann 1x jährlich	1 bis 5
	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Ophthalmologische Untersuchung	1x vor Therapiebeginn, sowie 1x jährlich zur Kontrolle	1 bis 2
Zweckmäßige Vergleichstherapie				
BSC	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Patientenindividuell	Patientenindividuell	Patienten-individuell

Begründen Sie die Angaben in Tabelle 3-19 unter Nennung der verwendeten Quellen. Ziehen Sie dabei auch die Angaben zur Behandlungsdauer (wie im Abschnitt 3.3.1 angegeben) heran.

In der Fachinformation zu Ivacaftor (zuzüglich Tezacaftor/Ivacaftor) wird wegen berichteter erhöhter Transaminasen bei Patienten mit CF empfohlen, Leberfunktionstests durchführen zu lassen. Diese sollten vor Therapiebeginn sowie im ersten Behandlungsjahr vierteljährlich erfolgen und sodann jährlich (1).

Laut Fachinformation wurden bei pädiatrischen Patienten, die Ivacaftor als Monotherapie erhielten, Fälle von nicht erblichen Linseneintrübungen ohne Auswirkungen auf das Sehvermögen berichtet. Auch wenn in einigen Fällen andere Risikofaktoren (wie Corticosteroide, Strahlenbelastung) vorhanden waren, kann ein mögliches Risiko durch Ivacaftor nicht ausgeschlossen werden. Bei Kindern und Jugendlichen, die eine Therapie mit Ivacaftor (zuzüglich Tezacaftor/Ivacaftor) beginnen, werden laut Fachinformation ophthalmologische Untersuchungen vor Therapiebeginn sowie zur Kontrolle im Behandlungsverlauf empfohlen (1).

Geben Sie in der nachfolgenden Tabelle 3-20 an, wie hoch die Kosten der in Tabelle 3-19 benannten zusätzlich notwendigen GKV-Leistungen pro Einheit jeweils sind. Geben Sie, so zutreffend, EBM-Ziffern oder OPS Codes an. Fügen Sie für jede zusätzlich notwendige GKV-Leistung eine neue Zeile ein.

Tabelle 3-20: Zusätzlich notwendige GKV-Leistungen – Kosten pro Einheit

Bezeichnung der zusätzlich notwendigen GKV-Leistung	Kosten pro Leistung in Euro
Bestimmung der Aspartat-Aminotransferase (AST) (EBM 32069)	0,25
Bestimmung der Alanin-Aminotransferase (ALT) (EBM 32070)	0,25
Augenärztliche Grundpauschale (EBM 06211)	13,53

Stand EBM: 2. Quartal 2018

Begründen Sie die Angaben in Tabelle 3-20 unter Nennung der verwendeten Quellen.

Die Bestimmung der AST erfolgt nach EBM-Ziffer 32069 und wird mit je 0,25 € vergütet, die Bestimmung der ALT nach EBM-Ziffer 32070 und wird ebenfalls mit je 0,25 € vergütet (12). Die Bestimmung von AST und ALT soll vor Therapiebeginn, danach im ersten Jahr alle drei Monate und sodann jährlich erfolgen. Somit ergeben sich Kosten in Höhe von je 0,25 € vor Beginn der Therapie sowie von je 1,00 € im ersten Behandlungsjahr und von je 0,25 € in den Folgejahren.

Die ophthalmologische Untersuchung erfolgt nach EBM-Ziffer 06211 und wird mit 13,53 € vergütet (12). Die Untersuchung soll bei Patienten bis einschließlich 17 Jahren vor Therapiebeginn und sodann zur Verlaufskontrolle erfolgen. Es wird davon ausgegangen, dass eine Untersuchung pro Jahr zur Verlaufskontrolle ausreichend ist. Somit ergeben sich Kosten in Höhe von 27,06 € im ersten Jahr und 13,53 € ab dem zweiten Jahr pro Patient. Für die Behandlung mit Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) ist somit die ophthalmologische Untersuchung für CF-Patienten im Alter von 12 – 17 Jahren, die F508del/RF sind, zu berücksichtigen (37 – 55 Patienten, siehe Tabelle 3-21).

Geben Sie in Tabelle 3-21 an, wie hoch die zusätzlichen Kosten bei Anwendung der Arzneimittel gemäß Fach- oder Gebrauchsinformation pro Jahr sind, und zwar pro Patient sowie für die jeweilige Population / Patientengruppe insgesamt. Führen Sie hierzu die Angaben aus Tabelle 3-19 (Anzahl zusätzlich notwendiger GKV-Leistungen), Tabelle 3-20 (Kosten für zusätzlich notwendige GKV-Leistungen je Einheit), Tabelle 3-6 (Anzahl der Patienten in der Zielpopulation) und Tabelle 3-9 (Anzahl Patienten mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen) zusammen. Fügen Sie für jede Therapie und Population bzw. Patientengruppe sowie jede zusätzlich notwendige GKV-Leistung eine neue Zeile ein.

Tabelle 3-21: Zusätzlich notwendige GKV-Leistungen – Zusatzkosten für das zu bewertende Arzneimittel und die zweckmäßige Vergleichstherapie pro Jahr (pro Patient und für die jeweilige Population / Patientengruppe insgesamt)

Bezeichnung der Therapie (zu bewertendes Arzneimittel, zweckmäßige Vergleichstherapie)	Bezeichnung der Population bzw. Patientengruppe	Bezeichnung der zusätzlich notwendigen GKV-Leistung	Zusatzkosten pro Patient pro Jahr in Euro	Zusatzkosten für die Population bzw. Patientengruppe insgesamt in Euro
Zu bewertendes Arzneimittel				
Ivacaftor (+Tezacaftor/Ivacaftor)	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Bestimmung der Aspartat-Aminotransferase (AST)	1-5 x 0,25 = 0,25 - 1,25	31,5 - 235
		Bestimmung der Alanin-Aminotransferase (ALT)	1-5 x 0,25 = 0,25 - 1,25	31,5 - 235
	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Augenärztliche Grundpauschale	1-2 x 13,53 = 13,53 - 27,06	500,61 - 1488,3 ^a
Zweckmäßige Vergleichstherapie				
BSC	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Patientenindividuell	Patienten-individuell	Patienten-individuell
^a Anzahl der Patienten in der GKV im Alter von 12 – 17 Jahren, die F508del/RF sind: 21,3% der Patienten in der GKV lt. folgender Herleitung: Abgelesene relative Häufigkeit der Patienten zwischen 12 und 17 Jahren 15,5 % (aus (13)). Daraus ergibt sich ein Anteil von 21,3 % der Patienten der bereits hergeleiteten Patientenzahl ab 12 Jahren (0,155/0,726). Daraus ergibt sich eine Spannweite von 37 bis 55 Patienten; Herleitung in Anlehnung an Rechenschritte 16 – 18 aus Tabelle 3-7: Minimum 197,80 * 0,213 * 0,87295 = 37 und Maximum 295,97 * 0,213 * 0,87295 = 55 (jeweils aufgerundet auf nächstgrößere Patientenzahl).				

Stand EBM: 2. Quartal 2018

Die Zusatzkosten für die Population im Anwendungsgebiet ergeben sich durch Anwendung der ermittelten Spannweite der Patientenzahl für Anwendungsgebiet B im Bereich der GKV (126 bis 188 Patienten).

3.3.5 Angaben zu Jahrestherapiekosten

Geben Sie in Tabelle 3-22 die Jahrestherapiekosten für die GKV durch Zusammenführung der in den Abschnitten 3.3.1 bis 3.3.4 entwickelten Daten an, und zwar getrennt für das zu bewertende Arzneimittel und die zweckmäßige Vergleichstherapie sowie getrennt für die Zielpopulation und die Patientengruppen mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen. Weisen Sie die Jahrestherapiekosten sowohl bezogen auf einen einzelnen Patienten als auch für die GKV insgesamt (d. h. für die gesamte jeweilige Population bzw. Patientengruppen nach Abschnitt 3.2.3, Tabelle 3-6, sowie Abschnitt 3.2.5, Tabelle 3-9) aus. Fügen Sie für jede Therapie, Behandlungssituation und jede Population bzw. Patientengruppe eine neue Zeile ein. Unsicherheit sowie variierende Behandlungsdauern sollen in Form von Spannen ausgewiesen werden.

Tabelle 3-22: Jahrestherapiekosten für die GKV für das zu bewertende Arzneimittel und die zweckmäßige Vergleichstherapie (pro Patient und insgesamt)

Bezeichnung der Therapie (zu bewertendes Arzneimittel, zweckmäßige Vergleichstherapie)	Bezeichnung der Population bzw. Patientengruppe	Jahrestherapiekosten pro Patient in Euro	Jahrestherapiekosten GKV insgesamt in Euro ^a
Zu bewertendes Arzneimittel			
Ivacaftor (+Tezacaftor/Ivacaftor)	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B (Patienten im Alter von 12 – 17 Jahren)	214.036,47 – 214.052	7.919.349,39 – 11.772.860
	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B (Patienten im Alter von 18 Jahren und älter)	214.022,94 – 214.024,94	19.048.041,66 – 28.465.317,02
Zweckmäßige Vergleichstherapie			
BSC	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	Patienten-individuell: siehe nachfolgender Text	Patienten-individuell: siehe nachfolgender Text
^a : Als Jahrestherapiekosten GKV insgesamt sollen die Kosten ausgewiesen werden, die der GKV entstehen, wenn die in Abschnitt 3.2.3, Tabelle 3-6, sowie Abschnitt 3.2.5, Tabelle 3-9 dargestellte Zielpopulation bzw. Patientengruppen vollständig mit dem zu bewertenden Arzneimittel behandelt werden.			

Die Berechnung der Jahrestherapiekosten mit Ivacaftor (zuzüglich Tezacaftor/Ivacaftor) für die GKV insgesamt folgt den in Tabelle 3-23 dargestellten Kalkulationen. Eine Übersicht über die Jahrestherapiekosten für repräsentativ bei Patienten mit CF eingesetzten Medikamenten gibt Tabelle 3-24.

Tabelle 3-23: Berechnung der Jahrestherapiekosten mit Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) für die GKV

Rechenschritt zur Berechnung der Jahrestherapiekosten von Ivacaftor (plus Tezacaftor/Ivacaftor) Ergebnis in Euro	
Kosten pro Packung nach Abzug gesetzlich vorgeschriebener Rabatte	Tezacaftor/Ivacaftor (6.355,21) + Ivacaftor (10.062,95)
Jahrestherapiekosten für 1 Patient	214.022,44
Zusätzlich notwendige GKV-Leistungen bei CF Patienten zwischen 12 und 17 Jahren	
Jahrestherapiekosten bei pro Patient, minimal: (0,25€ + 0,25€ + 13,53€)	14,03
Jahrestherapiekosten bei pro Patient, maximal: (1,25€ + 1,25€ + 27,06€)	29,56
Spanne bei 1 Patient	14,03 bis 29,56
Jahrestherapiekosten bei 37 Patienten, minimal: 37 x (0,25€ + 0,25€ + 13,53€)	519,11
Jahrestherapiekosten bei 55 Patienten, maximal: 55 x (1,25 € + 1,25 € + 27,06 €)	1625,8
Spanne bei 37 - 55 Patienten	519,11 – 1.625,8
Zusätzlich notwendige GKV-Leistungen bei CF Patienten im Alter von 18 Jahren oder älter	
Jahrestherapiekosten bei 1 Patient, minimal: (0,25€ + 0,25€)	0,50
Jahrestherapiekosten bei 1 Patient, maximal: (1,25€ + 1,25€)	2,50
Spanne bei 1 Patient	0,50 – 2,50
Jahrestherapiekosten bei 89 Patienten, minimal: 89 x (0,25€ + 0,25€)	44,5
Jahrestherapiekosten bei 133 Patienten, maximal: 133 x (1,25 € + 1,25 €)	332,5
Spanne bei 89 - 133 Patienten	44,5 - 332,5
Summe bei CF Patienten zwischen 12 und 17 Jahren	
Gesamte Jahrestherapiekosten bei 1 Patient inkl. zusätzlich notwendiger GKV-Leistungen	214.036,47 – 214.052
Gesamte Jahrestherapiekosten bei 37 – 55 Patienten inkl. zusätzlich notwendiger GKV-Leistungen	7.919.349,39 – 11.772.860
Summe bei CF Patienten im Alter von 18 Jahren oder älter	
Gesamte Jahrestherapiekosten bei 1 Patient inkl. zusätzlich notwendiger GKV-Leistungen	214.022,94 – 214.024,94
Gesamte Jahrestherapiekosten bei 89 – 133 Patienten inkl. zusätzlich notwendiger GKV-Leistungen	19.048.041,66 – 28.465.317,02

Tabelle 3-24: Jahrestherapiekosten für die repräsentativen, bei CF verwendeten Medikamente (pro Patient und insgesamt)

Bezeichnung der Therapie (zweckmäßige Vergleichstherapie)	Bezeichnung der Population bzw. Patientengruppe	Jahrestherapiekosten pro Patient in Euro	Jahrestherapiekosten GKV insgesamt in Euro ^a
CAYSTON (Aztreonam)	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	22.477,42	2.832.154,92 – 4.225.754,96
COLISTIN CF (Colistin)	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	16.400,56	2.066.470,56 – 3.083.305,28
PULMOZYME® (Dornase alfa)	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	13.039,5	1.642.977,42 – 2.451.426,63
MUCOCLEAR® (Natriumchlorid hyperton)	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	608,09 – 1.216,18	76.619,34 – 228.641,84
GERNEBCIN (Tobramycin)	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	8.371,52	1.054.811,52 – 1.573.845,76
PANGROL 20.000® (Pankreatin)	Zielpopulation – Anwendungsgebiet B	225,1 – 450,15	28.359,73 – 84.629,05
a: Als Jahrestherapiekosten GKV insgesamt sollen die Kosten ausgewiesen werden, die der GKV entstehen, wenn die in Abschnitt 3.2.3, Tabelle 3-6, sowie Abschnitt 3.2.5, Tabelle 3-9 dargestellte Zielpopulation bzw. Patientengruppen vollständig mit dem zu bewertenden Arzneimittel behandelt werden.			

Stand Lauer-Taxe: 15.08.2018

BSC richtet sich nach dem Schweregrad der CF sowie den bestehenden Komorbiditäten und stellt eine auf die individuellen Bedürfnisse der Patienten zugeschnittene Behandlung dar, die in Intensität und Dauer erheblich variieren kann. Für die Kosten der BSC werden daher nicht die in Tabelle 3-18 genannten Kosten einzelner Medikamente herangezogen, sondern es wird auf Angaben aus der Literatur zurückgegriffen, allgemein jedoch den Ausführungen des G-BA gefolgt, der die Kosten als patientenindividuell ausweist.

In einer Studie von Eidt-Koch et al. (2010) wurden für sieben ambulante Praxen in Deutschland im Jahr 2006 Jahresgesamtkosten der medikamentösen Behandlung der CF in Höhe von 23.815 € ermittelt (14). Einer Studie von Baltin et al. (2010) zufolge ergeben sich jährliche Gesamtkosten der medikamentösen CF-Behandlung inklusive der Therapie mit Antibiotika von 21.782 €, erhoben anhand von 124 CF-Patienten am Universitätsklinikum Frankfurt aus dem Jahr 2007 (15). Die höchsten Jahrestherapiekosten in Höhe von durchschnittlich 31.667 € wurden von Heimeshoff et al. (2012) für 158 Patienten aus dem Jahr 2004 an der Charité in Berlin identifiziert (16). Die starken Abweichungen der Kosten zwischen den genannten Studien sind damit zu erklären, dass sehr unterschiedliche Patientenpopulationen herangezogen und deren Behandlungskosten auch für verschiedene Zeitfenster erfasst wurden. Zudem bestehen keine einheitlichen Behandlungsdauern, sondern

diese lassen sich lediglich als Mittelwert anhand des Jahresdurchschnittsverbrauchs darstellen. Daher sollten die Jahrestherapiekosten für BSC nur als Spannweiten ermittelt und dargestellt werden.

Neben den Kosten für Medikamente entstehen bei CF Patienten auch höhere Ausgaben für Krankenhausaufenthalte (häufigere und längere Krankenhausaufenthalte). Laut einer retrospektiven Kohorten-Studie von Versicherten mit CF in den USA haben Kinder zwischen 6 und 11 Jahren signifikant größere Gesundheitsausgaben als gesunde Kinder in dem Alter. Konkret wurde gezeigt, dass Kinder mit CF eine 40-fach höhere jährliche Hospitalisierungsrate aufweisen und längere Krankenhausaufenthalte haben. Darüber hinaus wurde für Kinder mit CF eine signifikant höhere jährliche Rate an ambulanten Arztbesuchen ausgewiesen (17, 18). Insgesamt ergeben sich aus den Angaben in der Literatur Jahrestherapiekosten in Höhe von 2.744.532 € – 5.953.396 € (bei 126 - 188 Patienten und Jahrestherapiekosten in Höhe von 21.782 € - 31.667 € pro Patient).

3.3.6 Angaben zu Versorgungsanteilen

Beschreiben Sie unter Bezugnahme auf die in Abschnitt 3.2.3 dargestellten Daten zur aktuellen Prävalenz und Inzidenz, welche Versorgungsanteile für das zu bewertende Arzneimittel innerhalb des Anwendungsgebiets, auf das sich das vorliegende Dokument bezieht, zu erwarten sind. Nehmen Sie bei Ihrer Begründung auch Bezug auf die derzeit gegebene Versorgungssituation mit der zweckmäßigen Vergleichstherapie. Beschreiben Sie insbesondere auch, welche Patientengruppen wegen Kontraindikationen nicht mit dem zu bewertenden Arzneimittel behandelt werden sollten. Weiterhin ist zu erläutern, welche Raten an Therapieabbrüchen in den Patientengruppen zu erwarten sind. Im Weiteren sollen bei dieser Abschätzung auch der Versorgungskontext und Patientenpräferenzen berücksichtigt werden. Differenzieren Sie nach ambulantem und stationärem Versorgungsbereich. Benennen Sie die zugrunde gelegten Quellen.

Derzeit steht für Patienten in der Zielpopulation – Anwendungsgebiet B kein mit Kalydeco® plus Symkevi® vergleichbares Arzneimittel-Regime zur Verfügung. Es ist daher davon auszugehen, dass sukzessive alle in Frage kommenden Patienten behandelt werden könnten.

Kontraindikationen bestehen bei der Behandlung mit Kalydeco® plus Symkevi® nur bei Überempfindlichkeit gegen die aktiven Substanzen oder deren Trägerstoffe. Eine Quantifizierung dieser Patientengruppe ist nicht möglich.

Therapieabbrüche traten in der Phase-3-Zulassungsstudie VX14-661-108 nur bei 1,2% der Patienten unter Behandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor (plus Ivacaftor) auf.

Beschreiben Sie auf Basis der von Ihnen erwarteten Versorgungsanteile, ob und, wenn ja, welche Änderungen sich für die in Abschnitt 3.3.5 beschriebenen Jahrestherapiekosten ergeben. Benennen Sie die zugrunde gelegten Quellen.

In den ersten Jahren nach der Indikationserweiterung kann nicht realistisch davon ausgegangen werden, dass alle für eine Behandlung mit Kalydeco® (in Kombination mit Symkevi®) in Frage kommenden Patienten auch tatsächlich eingestellt werden. Durch einige zu erwartende Therapieabbrüche und wegen einer generell nicht zu erwartenden 100%-igen Therapietreue-Rate, wird der Versorgungsanteil zudem reduziert werden. Wegen der weiteren Einflüsse des individuellen Zeitpunkts einer Therapieinitiierung und der insgesamt aus diesen Faktoren resultierenden Variabilität der tatsächlichen Arzneimittelkosten wird hier auf die Angabe eines konkreten Betrags für die Änderung der Jahrestherapiekosten verzichtet.

3.3.7 Beschreibung der Informationsbeschaffung für Abschnitt 3.3

Erläutern Sie das Vorgehen zur Identifikation der in den Abschnitten 3.2.1 bis 3.2.5 genannten Quellen (Informationsbeschaffung). Im Allgemeinen sollen deutsche Quellen bzw. Quellen, die über die epidemiologische Situation in Deutschland Aussagen erlauben, herangezogen werden. Weiterhin sind bevorzugt offizielle Quellen zu nutzen. Aktualität und Repräsentativität sind bei der Auswahl zu berücksichtigen und ggf. zu diskutieren. Sofern erforderlich können Sie zur Beschreibung der Informationsbeschaffung weitere Quellen nennen.

Wenn eine Recherche in offiziellen Quellen oder in bibliografischen Datenbanken durchgeführt wurde, sollen Angaben zu den Suchbegriffen, den Datenbanken/ Suchoberflächen, dem Datum der Recherche nach den üblichen Vorgaben gemacht werden. Die Ergebnisse der Recherche sollen dargestellt werden, damit nachvollziehbar ist, welche Daten bzw. Publikationen berücksichtigt bzw. aus- und eingeschlossen wurden. Sofern erforderlich, können Sie zur Beschreibung der Informationsbeschaffung weitere Quellen benennen.

Wenn eine (hier optionale) systematische bibliografische Literaturrecherche durchgeführt wurde, soll eine vollständige Dokumentation erfolgen. Die entsprechenden Anforderungen an die Informationsbeschaffung sollen nachfolgend analog den Vorgaben in Modul 4 (siehe Abschnitte 4.2.3.2 Bibliografische Literaturrecherche, 4.3.1.1.2 Studien aus der bibliografischen Literaturrecherche, Anhang 4-A, 4-C) umgesetzt werden.

Die Arzneimittelkosten wurden der Lauer Taxe (Stand: 15. September 2018) entnommen. Angaben zur Dosierung wurden den jeweiligen Fachinformationen entnommen. Die Angaben zu den Kosten für zusätzlich notwendige GKV-Leistungen wurden dem Einheitlichen Bewertungsmaßstab (EBM) entnommen (Stand: 2. Quartal 2018). Die angegebenen Kosten für die GKV basieren auf eigenen Berechnungen gemäß der gesetzlich vorgeschriebenen Rabatte.

3.3.8 Referenzliste für Abschnitt 3.3

Listen Sie nachfolgend alle Quellen (z. B. Publikationen), die Sie in den Abschnitten 3.3.1 bis 3.3.7 angegeben haben (als fortlaufend nummerierte Liste). Verwenden Sie hierzu einen allgemein gebräuchlichen Zitierstil (z. B. Vancouver oder Harvard). Geben Sie bei Fachinformationen immer den Stand des Dokuments an.

1. European Medicines Agency. EPAR Kalydeco® Anhang I - Zusammenfassung der Merkmale des Arzneimittels. 2018.
2. INFECTOPHARM Arzneimittel und Consilium GmbH. 2017. Fachinformation zu GERNEBCIN; Abrufbar unter: <https://www.fachinfo.de/suche/fi/012932> [Zugriff am: 05.10.2018].
3. Gilead Sciences Limited International. 2018. Fachinformation zu Cayston®; Abrufbar unter: <https://www.fachinfo.de/suche/fi/011965> [Zugriff am: 05.10.2018].
4. BERLIN-CHEMIE AG. 2015. Fachinformation zu Pangrol 25.000; Abrufbar unter: <https://www.fachinfo.de/suche/fi/009300> [Zugriff am: 05.10.2018].
5. Pari Pharma GmbH. 2016. Gebrauchsinformation zu MucoClear® 6%; Abrufbar unter: https://www.pari.com/fileadmin/user_upload/PARI.com_DE/Doc/de/IFU/077D0009-G-10spr-IFU-PARI-MucoClear6.pdf [Zugriff am: 05.10.2018].
6. Teva GmbH. 2017. Fachinformation zu Colistin CF; Abrufbar unter: <https://www.fachinfo.de/suche/fi/009347> [Zugriff am: 05.10.2018].
7. Roche Pharma AG. 2017. Fachinformation zu Pulmozyme®; Abrufbar unter: <https://www.fachinfo.de/suche/fi/006640> [Zugriff am: 05.10.2018].
8. Gemeinsamer Bundesausschuss (G-BA). Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Änderung der Arzneimittel-Richtlinie (AM-RL): Anlage XII - Beschlüsse über die Nutzenbewertung von Arzneimitteln mit neuen Wirkstoffen nach § 35a SGB V – Regorafenib. 2014. 2014.
9. Wissenschaftliches Institut der der AOK, Deutsches Institut für Medizinische Dokumentation und Information. Anatomisch-therapeutisch-chemische Klassifikation mit Tagesdosen - Amtliche Fassung des ATC-Index mit DDD-Angaben für Deutschland im Jahre 2018. 2018.
10. Gemeinsamer Bundesausschuss. Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Änderung der Arzneimittel-Richtlinie (AM-RL): Anlage XII – Beschlüsse über die Nutzenbewertung von Arzneimitteln mit neuen Wirkstoffen nach § 35a SGB V – Lumacaftor/Ivacaftor (neues Anwendungsgebiet: Behandlung der zystischen Fibrose (CF, Mukoviszidose) bei Patienten ab 6 Jahren, die homozygot für die F508del-Mutation im CFTR-Gen sind). 2018.
11. Gemeinsamer Bundesausschuss. Beschluss des Gemeinsamen Bundesausschusses über eine Änderung der Arzneimittel-Richtlinie (AM-RL): Anlage XII - Beschlüsse über die Nutzenbewertung von Arzneimitteln mit neuen Wirkstoffen nach § 35a SGB V – Lumacaftor/Ivacaftor. 2016.
12. Kassenärztliche Bundesvereinigung. Einheitlicher Bewertungsmaßstab (EBM). Stand: 2. Quartal 2018.
13. Nährlich, L, Burkhart, M, Wiese, B. Deutsches Mukoviszidose-Register, Berichtsband 2016. 2017.
14. Eidt-Koch, D, Wagner, TO, Mittendorf, T, Graf von der Schulenburg, JM. Outpatient medication costs of patients with cystic fibrosis in Germany. Appl Health Econ Health Policy. 2010;8(2):111-8.

15. Baltin, CT, Smaczny, C, Wagner, TO. Medikamentöse Behandlung von Mukoviszidose - Kostenstruktur und Einsparpotenzial der ambulanten Behandlung. Med Klin. 2010;105(12):887-900.
16. Heimeshoff, M, Hollmeyer, H, Schreyogg, J, Tiemann, O, Staab, D. Cost of illness of cystic fibrosis in Germany: results from a large cystic fibrosis centre. Pharmacoeconomics. 2012;30(9):763-77.
17. Rubin, J, Bonafede, M, Sikirica, S, Limone, B, Adolph, N, Konstan, M. Burden of illness in school-aged patients with cystic fibrosis (CF) in the United States (abstract). Presented at British Thoracic Society Winter Meeting. 2016.
18. Rubin, J, Bonafede, M, Sikirica, S, Limone, B, Adolph, N, Konstan, M. Burden of illness in school-aged patients with cystic fibrosis in the United States (poster). Presented at British Thoracic Society Winter Meeting. 2016.

3.4 Anforderungen an eine qualitätsgesicherte Anwendung

3.4.1 Anforderungen aus der Fach- und Gebrauchsinformation

Benennen Sie Anforderungen, die sich aus der Fach- und Gebrauchsinformation des zu bewertenden Arzneimittels für eine qualitätsgesicherte Anwendung ergeben. Beschreiben Sie insbesondere Anforderungen an die Diagnostik, die Qualifikation der Ärzte und Ärztinnen und des weiteren medizinischen Personals, die Infrastruktur und die Behandlungsdauer. Geben Sie auch an, ob kurz- oder langfristige Überwachungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen, ob die behandelnden Personen oder Einrichtungen für die Durchführung spezieller Notfallmaßnahmen ausgerüstet sein müssen und ob Interaktionen mit anderen Arzneimitteln oder Lebensmitteln zu beachten sind. Benennen Sie die zugrunde gelegten Quellen.

Die folgenden Angaben entstammen der Fachinformation (SmPC deutsch (1)) zu Ivacaftor.

Anwendungsgebiete

Kalydeco-Tabletten werden angewendet zur Behandlung von Patienten mit zystischer Fibrose (CF, Mukoviszidose) ab 6 Jahren mit einem Körpergewicht von mindestens 25 kg, die eine der folgenden Gating-Mutationen (Klasse III) im *CFTR*-Gen aufweisen: *G551D*, *G1244E*, *G1349D*, *G178R*, *G551S*, *S1251N*, *S1255P*, *S549N* oder *S549R* (siehe Abschnitte 4.4 und 5.1 der Fachinformation).

Kalydeco-Tabletten werden außerdem angewendet zur Behandlung von Patienten mit zystischer Fibrose (CF) ab 18 Jahren, bei denen eine *R117H*-Mutation im *CFTR*-Gen vorliegt (siehe Abschnitte 4.4 und 5.1 der Fachinformation).

Kalydeco-Tabletten werden ferner angewendet im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor 100 mg/Ivacaftor 150 mg-Tabletten zur Behandlung von Patienten mit zystischer Fibrose ab 12 Jahren, die homozygot für die *F508del*-Mutation sind oder heterozygot für die *F508del*-Mutation und eine der folgenden Mutationen im *CFTR*-Gen aufweisen: *P67L*, *R117C*, *L206W*, *R352Q*, *A455E*, *D579G*, *711+3A→G*, *S945L*, *S977F*, *R1070W*, *D1152H*, *2789+5G→A*, *3272-26A→G* und *3849+10kbC→T*.

4.2 Dosierung und Art der Anwendung

Kalydeco sollte nur von Ärzten mit Erfahrung in der Behandlung der zystischen Fibrose verordnet werden. Wenn der Genotyp des Patienten nicht bekannt ist, ist das Vorliegen einer indizierten Mutation des *CFTR*-Gens mithilfe einer genauen und validierten Genotypisierungsmethode zu bestätigen, bevor mit der Behandlung begonnen wird (siehe Abschnitt 4.1). Die Phase der mit der *R117H*-Mutation identifizierten Poly-T-Variante sollte entsprechend den vor Ort geltenden klinischen Empfehlungen bestimmt werden.

Dosierung

Kalydeco-Monotherapie

Die empfohlene Dosis für Erwachsene, Jugendliche und Kinder ab 6 Jahren mit einem Körpergewicht von mindestens 25 kg beträgt eine Tablette Kalydeco 150 mg oral alle 12 Stunden (300 mg Tagesgesamtdosis), zusammen mit einer fetthaltigen Mahlzeit (siehe Art der Anwendung).

Kalydeco als Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor

Die empfohlene Dosis für Erwachsene und Jugendliche ab 12 Jahren ist eine Tablette Tezacaftor 100 mg/Ivacaftor 150 mg morgens und eine Tablette Kalydeco 150 mg abends, die im Abstand von etwa 12 Stunden zusammen mit einer fetthaltigen Mahlzeit eingenommen werden (siehe Art der Anwendung).

Versäumte Dosis

Wenn eine Dosis ausgelassen wurde und weniger als 6 Stunden seit dem Zeitpunkt, an dem sie üblicherweise eingenommen wird, vergangen sind, ist der Patient aufzufordern, diese Dosis so bald wie möglich nachzuholen und die nächste Dosis dann wieder zum regulär vorgesehenen Zeitpunkt einzunehmen. Wenn mehr als 6 Stunden seit dem üblichen Einnahmezeitpunkt der Dosis vergangen sind, ist der Patient anzuweisen, bis zur nächsten vorgesehenen Dosis zu warten.

Patienten, die Kalydeco in Kombination mit Tezacaftor/Ivacaftor erhalten, sind anzuweisen, von beiden Tabletten nicht mehr als jeweils eine Dosis gleichzeitig einzunehmen.

Gleichzeitige Anwendung mit CYP3A-Inhibitoren

Kalydeco-Monotherapie

Bei gleichzeitiger Anwendung mit starken CYP3A-Inhibitoren (z. B. Ketoconazol, Itraconazol, Posaconazol, Voriconazol, Telithromycin und Clarithromycin) ist die Kalydeco-Dosis auf 150 mg zweimal wöchentlich zu reduzieren (siehe Abschnitte 4.4 und 4.5 der Fachinformation).

Bei gleichzeitiger Anwendung mit mäßigen CYP3A-Inhibitoren (z. B. Fluconazol, Erythromycin) ist die Kalydeco-Dosis auf 150 mg einmal täglich zu reduzieren (siehe Abschnitte 4.4 und 4.5 der Fachinformation).

Kalydeco im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor

Bei gleichzeitiger Anwendung mit starken CYP3A-Inhibitoren ist die Abenddosis von Kalydeco nicht anzuwenden (siehe Abschnitte 4.4 und 4.5). Eine Tablette Tezacaftor 100 mg/Ivacaftor 150 mg ist zweimal wöchentlich im Abstand von etwa 3 bis 4 Tagen einzunehmen.

Bei gleichzeitiger Anwendung mit mäßigen CYP3A-Inhibitoren ist die Dosis von Kalydeco und von Tezacaftor/Ivacaftor gemäß den Empfehlungen in der nachstehenden Tabelle 1 anzupassen (siehe Abschnitte 4.4 und 4.5 der Fachinformation).

Tabelle 1: Dosierungsempfehlungen für die gleichzeitige Anwendung mit mäßigen CYP3A-Inhibitoren				
	Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4*
Morgendosis				
Tezacaftor 100 mg/Ivacaftor 150 mg Tablette	✓	-	✓	-
Ivacaftor 150 mg-Tablette	-	✓	-	✓
Abenddos				
Ivacaftor 150 mg-Tablette	-	-	-	-
*Die Einnahme von Tezacaftor 100 mg/Ivacaftor 150 mg oder Ivacaftor 150 mg-Tabletten ist an alternierenden Tagen fortzusetzen.				

Besondere Patientengruppen

Ältere Patienten

Über die Behandlung von älteren Patienten mit Ivacaftor (als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor) sind nur sehr wenige Daten verfügbar. Eine Dosisanpassung wird nicht als notwendig erachtet, solange keine mäßige Einschränkung der Leberfunktion vorliegt. Bei Patienten mit stark eingeschränkter Nierenfunktion oder terminaler Niereninsuffizienz wird zur Vorsicht geraten (siehe Abschnitt 5.2 der Fachinformation).

Eingeschränkte Nierenfunktion

Bei Patienten mit leicht bis mäßig eingeschränkter Nierenfunktion ist keine Dosisanpassung erforderlich. Bei Patienten mit stark eingeschränkter Nierenfunktion (Kreatinin-Clearance ≤ 30 ml/min) oder terminaler Niereninsuffizienz wird zur Vorsicht geraten (siehe Abschnitte 4.4 und 5.2 der Fachinformation).

Eingeschränkte Leberfunktion

Bei Patienten mit leicht eingeschränkter Leberfunktion (Child-Pugh-Klasse A) ist keine Dosisanpassung erforderlich. Für Patienten mit mäßig eingeschränkter Leberfunktion (Child-Pugh-Klasse B) ist die Dosis zu reduzieren (siehe Tabelle 2). Zur Anwendung von Kalydeco als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombination mit Tezacaftor/Ivacaftor bei Patienten mit stark eingeschränkter Leberfunktion liegen keine Erfahrungen vor. Daher wird die Anwendung von Kalydeco bei diesen Patienten nur empfohlen, wenn der Nutzen der Behandlung die Risiken eindeutig übersteigt (siehe Tabelle 2 und Abschnitte 4.4 und 5.2 der Fachinformation).

Tabelle 2: Dosierungsempfehlungen für die Kalydeco-Monotherapie und die Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor bei Patienten mit eingeschränkter Leberfunktion		
	Kalydeco-Monotherapie	Kalydeco im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor
Leichte Einschränkung (Child-Pugh-Klasse A)	Keine Dosisanpassung	Keine Dosisanpassung
Mäßige Einschränkung (Child-Pugh-Klasse B)	Eine Tablette Ivacaftor 150 mg einmal täglich.	Eine Tablette Tezacaftor 100 mg/Ivacaftor 150 mg einmal täglich.
Schwere Einschränkung (Child-Pugh-Klasse C)	Anfangsdosis: Eine Tablette Ivacaftor 150 mg jeden zweiten Tag. Die Dosierungsintervalle sind nach dem klinischen Ansprechen und der Verträglichkeit anzupassen.	Anfangsdosis: Eine Tablette Tezacaftor 100 mg/Ivacaftor 150 mg einmal täglich. Die Dosierungsintervalle sind nach dem klinischen Ansprechen und der Verträglichkeit anzupassen.

Kinder und Jugendliche

Die Sicherheit und Wirksamkeit einer Kalydeco-Monotherapie bei Kindern unter 2 Jahren mit einer Gating-Mutation (Klasse III) ist nicht erwiesen. Es liegen keine Daten vor.

Eine geeignete Dosis für Kinder unter 6 Jahren mit einem Körpergewicht von weniger als 25 kg kann mit Kalydeco-Tabletten nicht erreicht werden.

Die Wirksamkeit einer Kalydeco-Monotherapie bei Patienten unter 18 Jahren mit einer *R117H*-Mutation im *CFTR*-Gen ist nicht erwiesen. Die derzeit vorliegenden Daten werden in Abschnitt 4.4, 4.8 und 5.1 der Fachinformation beschrieben, eine Dosierungsempfehlung kann jedoch nicht gegeben werden.

Die Sicherheit und Wirksamkeit von Kalydeco im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor bei Kindern unter 12 Jahren ist noch nicht erwiesen. Es liegen keine Daten vor.

Art der Anwendung

Zum Einnehmen. Die Patienten sind anzuweisen, die Tabletten im Ganzen zu schlucken. Die Tabletten dürfen vor dem Schlucken nicht zerkaut, zerkleinert oder zerbrochen werden.

Kalydeco-Tabletten sind zusammen mit einer fetthaltigen Mahlzeit einzunehmen.

Auf Speisen oder Getränke, die Grapefruit oder Pomeranzen enthalten, ist während der Behandlung zu verzichten (siehe Abschnitt 4.5 der Fachinformation).

4.3 Gegenanzeigen

Überempfindlichkeit gegen den Wirkstoff oder einen der in Abschnitt 6.1 der Fachinformation genannten sonstigen Bestandteile.

4.4 Besondere Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen für die Anwendung

In die Studien 1, 2, 5 und 6 wurden nur Patienten mit CF aufgenommen, welche eine *G551D*-, *G1244E*-, *G1349D*-, *G178R*-, *G551S*-, *G970R*-, *S1251N*-, *S1255P*-, *S549N*-, *S549R*-Gating-Mutation (Klasse III) oder eine *R117H*-Mutation in mindestens einem Allel des *CFTR*-Gens aufwiesen (siehe Abschnitt 5.1 der Fachinformation).

Studie 5 schloss vier Patienten mit der *G970R*-Mutation ein. Bei drei von vier Patienten wurde eine Änderung im Schweißchloridtest von <5 mmol/l festgestellt, wobei diese Gruppe nach 8 Wochen Behandlung keine klinisch relevante Besserung des FEV₁ zeigte. Die klinische Wirksamkeit bei Patienten mit der *G970R*-Mutation des *CFTR*-Gens konnte nicht nachgewiesen werden (siehe Abschnitt 5.1 der Fachinformation).

Die Ergebnisse zur Wirksamkeit aus einer Phase-2-Studie bei CF-Patienten, die homozygot für die *F508del*-Mutation im *CFTR*-Gen sind, zeigten über eine 16-wöchige Behandlung mit Ivacaftor gegenüber Placebo keinen statistisch signifikanten Unterschied beim FEV₁ (siehe Abschnitt 5.1 der Fachinformation). Daher wird die Anwendung einer Kalydeco-Monotherapie bei diesen Patienten nicht empfohlen.

Bei CF-Patienten zwischen 6 und 11 Jahren, die eine *R117H*-Mutation aufweisen, wurde eine Wirksamkeit nicht nachgewiesen, wobei in Studie 6 nur zwei jugendliche Patienten eingeschlossen waren (siehe Abschnitt 5.1 der Fachinformation).

Bei Patienten, die eine mit einer schwächer ausgeprägten Erkrankung einhergehende *R117H*-*7T*-Mutation aufweisen, sind weniger Belege für eine positive Wirkung von Ivacaftor verfügbar (siehe Abschnitt 5.1). Die Phase der mit der *R117H*-Mutation identifizierten Poly-T-Variante sollte möglichst immer bestimmt werden, da dies bei der Indikationsstellung bei Patienten mit einer *R117H*-Mutation hilfreich sein kann (siehe Abschnitt 4.2 der Fachinformation).

Kalydeco in Kombination mit Tezacaftor/Ivacaftor sollte Patienten mit CF, die heterozygot für die *F508del*-Mutation sind und eine zweite *CFTR*-Mutation aufweisen, die nicht in Abschnitt 4.1 der Fachinformation genannt ist, nicht gegeben werden.

Auswirkungen auf Leberfunktionstests

Mäßige Transaminasenanstiege (Alanin-Aminotransferase [ALT] oder Aspartat-Aminotransferase [AST]) sind bei CF-Patienten häufig. Transaminasenanstiege wurden bei manchen Patienten beobachtet, die eine Ivacaftor-Monotherapie und eine Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor erhielten. Daher werden bei allen Patienten Leberfunktionstests vor Beginn der Behandlung mit Ivacaftor, alle 3 Monate im ersten Jahr der Behandlung und danach jährlich empfohlen. Bei allen Patienten mit anamnestisch bekannten Transaminasenanstiegen sind häufigere Kontrollen der Leberfunktionstests in Erwägung zu ziehen. Bei signifikanten Transaminasenanstiegen (z. B. bei Patienten mit ALT oder AST > 5-fach über dem oberen Normwert (ULN) oder ALT oder AST > 3-fach über dem oberen Normwert mit Bilirubin > 2-fach über dem ULN) ist die Behandlung abzusetzen und es sind engmaschige Laborwertkontrollen durchzuführen, bis sich die abnormalen Werte zurückgebildet haben. Nach Rückbildung der Transaminasenanstiege sind der Nutzen und die Risiken einer Wiederaufnahme der Behandlung gegeneinander abzuwägen (siehe Abschnitt 4.8 der Fachinformation).

Eingeschränkte Leberfunktion

Die Anwendung von Ivacaftor als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor bei Patienten mit stark eingeschränkter Leberfunktion wird nur dann empfohlen, wenn zu erwarten ist, dass der Nutzen der Behandlung eindeutig die Risiken überwiegt (siehe Abschnitte 4.2 und 5.2 der Fachinformation).

Eingeschränkte Nierenfunktion

Bei Patienten mit stark eingeschränkter Nierenfunktion oder terminaler Niereninsuffizienz sollte Ivacaftor als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor mit Vorsicht angewendet werden (siehe Abschnitte 4.2 und 5.2 der Fachinformation).

Patienten nach Organtransplantation

Bei CF-Patienten nach Organtransplantation wurde Ivacaftor als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor nicht untersucht. Die Anwendung bei Patienten mit Organtransplantaten wird daher nicht empfohlen. Hinweise zu Wechselwirkungen mit Ciclosporin oder Tacrolimus siehe Abschnitt 4.5 der Fachinformation.

Wechselwirkungen mit anderen Arzneimitteln

CYP3A-Induktoren

Die Bioverfügbarkeit von Ivacaftor wird durch die gleichzeitige Anwendung von CYP3A-Induktoren möglicherweise reduziert, was u. U. zu einem Wirksamkeitsverlust bei Ivacaftor führen kann. Daher wird die gleichzeitige Anwendung von Kalydeco (Monotherapie oder in

Kombination mit Tezacaftor/Ivacaftor) mit starken CYP3A-Induktoren nicht empfohlen (siehe Abschnitt 4.5 der Fachinformation).

CYP3A-Inhibitoren

Eine Anpassung der Kalydeco-Dosis (Monotherapie oder in Kombination mit Tezacaftor/Ivacaftor) ist erforderlich, wenn es gleichzeitig mit starken oder mäßigen CYP3A-Inhibitoren angewendet wird (siehe Abschnitte 4.2 und 4.5 der Fachinformation).

Katarakte

Bei Kindern wurde unter der Behandlung mit Ivacaftor als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor über Fälle von nicht kongenitaler Linsentrübung ohne Auswirkungen auf das Sehvermögen berichtet. Obgleich in manchen Fällen andere Risikofaktoren (z. B. die Anwendung von Kortikosteroiden und eine Strahlenexposition) vorhanden waren, kann ein mögliches, auf die Behandlung zurückzuführendes Risiko nicht ausgeschlossen werden. Bei Kindern und Jugendlichen, die eine Therapie mit Ivacaftor als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor beginnen, werden vor Therapiebeginn sowie zur Verlaufskontrolle Augenuntersuchungen empfohlen (siehe Abschnitt 5.3 der Fachinformation).

Lactose

Kalydeco enthält Lactose. Patienten mit der seltenen hereditären Galactose-Intoleranz, völligem Lactase-Mangel oder Glucose-Galactose-Malabsorption sollten dieses Arzneimittel nicht anwenden.

Natrium

Dieses Arzneimittel enthält weniger als 1 mmol Natrium (23 mg) pro Dosis, d.h. es ist nahezu „natriumfrei“.

4.5 Wechselwirkungen mit anderen Arzneimitteln und sonstige Wechselwirkungen

Ivacaftor ist ein Substrat von CYP3A4 und CYP3A5. Es ist ein schwacher Inhibitor von CYP3A und P-gp und ein potentieller Inhibitor von CYP2C9. *In-vitro*-Studien zeigten, dass Ivacaftor kein Substrat für OATP1B1, OATP1B3 oder P-gp ist. Es ist nicht bekannt, ob Ivacaftor und/oder seine Metaboliten Substrate von BCRP sind.

Arzneimittel mit Einfluss auf die Pharmakokinetik von Ivacaftor:

CYP3A-Induktoren

Bei gleichzeitiger Anwendung von Ivacaftor und Rifampicin, einem starken CYP3A-Induktor, kam es zu einer Abnahme der Bioverfügbarkeit von Ivacaftor (AUC) um 89 %, und die Abnahme von Hydroxymethylivacaftor (M1) war geringer als die von Ivacaftor. Die gleichzeitige Anwendung von Kalydeco (als Monotherapie oder im Rahmen einer

Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor) mit starken CYP3A-Induktoren wie Rifampicin, Rifabutin, Phenobarbital, Carbamazepin, Phenytoin und Johanniskraut (*Hypericum perforatum*) wird nicht empfohlen (siehe Abschnitt 4.4 der Fachinformation).

Eine Dosisanpassung von Kalydeco (als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor) bei gleichzeitiger Anwendung mit mäßigen oder schwachen CYP3A-Induktoren wird nicht empfohlen.

CYP3A-Inhibitoren

Ivacaftor ist ein sensitives CYP3A-Substrat. Bei gleichzeitiger Anwendung von Ketoconazol, einem starken CYP3A-Inhibitor, erhöhte sich die Bioverfügbarkeit von Ivacaftor (gemessen als Fläche unter der Kurve [AUC]) um das 8,5-Fache und der M1-Anstieg war geringer als der von Ivacaftor. Bei gleichzeitiger Anwendung von starken CYP3A-Inhibitoren wie Ketoconazol, Itraconazol, Posaconazol, Voriconazol, Telithromycin und Clarithromycin wird eine Reduktion der Kalydeco-Dosis (als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor) empfohlen (siehe Abschnitte 4.2 und 4.4 der Fachinformation).

Bei gleichzeitiger Anwendung von Fluconazol, einem mäßigen CYP3A-Inhibitor, erhöhte sich die Ivacaftor-Exposition um das 3-Fache und der M1-Anstieg war geringer als der von Ivacaftor. Bei Patienten, die gleichzeitig mäßige CYP3A-Inhibitoren wie Fluconazol und Erythromycin einnehmen, wird eine Reduktion der Kalydeco-Dosis (als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor) empfohlen (siehe Abschnitte 4.2 und 4.4 der Fachinformation).

Bei gleichzeitiger Anwendung von Ivacaftor mit Grapefruitsaft, der einen oder mehrere Bestandteile mit mäßiger Hemmwirkung auf CYP3A enthält, kann es zu einem Anstieg der Bioverfügbarkeit von Ivacaftor kommen. Während der Behandlung mit Kalydeco (als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor) ist auf Speisen oder Getränke, die Grapefruit oder Pomeranzen enthalten, zu verzichten (siehe Abschnitt 4.2 der Fachinformation).

Ciprofloxacin

Die gleichzeitige Anwendung von Ciprofloxacin mit Ivacaftor hatte keinen Einfluss auf die Bioverfügbarkeit von Ivacaftor. Eine Dosisanpassung von Kalydeco (als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor) bei gleichzeitiger Anwendung mit Ciprofloxacin ist daher nicht erforderlich.

Arzneimittel, die von Ivacaftor beeinflusst werden:

Die Gabe von Ivacaftor kann die systemische Bioverfügbarkeit von Arzneimitteln, die sensitive Substrate von CYP3A und/oder P-gp und/oder CYP2C9 sind, erhöhen, wodurch

deren therapeutische Wirkung und Nebenwirkungen sich verstärken oder länger andauern können.

CYP2C9-Substrate

Ivacaftor kann CYP2C9 hemmen. Daher wird eine Überwachung des International Normalised Ratio (INR) während der gleichzeitigen Anwendung von Warfarin mit Kalydeco (als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor) empfohlen. Andere Arzneimittel, bei denen es zu einer höheren Bioverfügbarkeit kommen kann, sind Glimepirid und Glipizid; diese Arzneimittel sind mit Vorsicht anzuwenden.

Digoxin und andere P-gp-Substrate

Die gleichzeitige Anwendung mit Digoxin, einem sensiblen P-gp-Substrat, erhöhte die Bioverfügbarkeit von Digoxin um das 1,3-Fache, was mit einer schwachen Hemmung von P-gp durch Ivacaftor übereinstimmt. Die Anwendung von Kalydeco (als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor) kann die systemische Bioverfügbarkeit von Arzneimitteln, die sensitive Substrate von P-gp sind, erhöhen, wodurch ihre therapeutische Wirkung sowie ihre Nebenwirkungen verstärkt oder länger anhaltend auftreten können. Bei Anwendung zusammen mit Digoxin oder anderen P-gp-Substraten mit einem geringen therapeutischen Index wie Ciclosporin, Everolimus, Sirolimus oder Tacrolimus ist Vorsicht geboten und eine entsprechende Überwachung angezeigt.

CYP3A-Substrate

Bei gleichzeitiger Anwendung von (oral verabreichtem) Midazolam, einem sensitiven CYP3A-Substrat, erhöhte sich die Bioverfügbarkeit von Midazolam um das 1,5-Fache, entsprechend einer schwachen CYP3A-Hemmung durch Ivacaftor. Bei CYP3A-Substraten wie Midazolam, Alprazolam, Diazepam oder Triazolam ist keine Dosisanpassung erforderlich, wenn diese gleichzeitig mit Ivacaftor (als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor) angewendet werden.

Hormonelle Kontrazeptiva

Ivacaftor (als Monotherapie oder im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Tezacaftor/Ivacaftor) wurde zusammen mit einem oralen Östrogen-Progesteron-Kontrazeptivum untersucht und hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Bioverfügbarkeit des oralen Kontrazeptivums. Daher ist bei oralen Kontrazeptiva keine Dosisanpassung erforderlich.

Kinder und Jugendliche

Studien zur Erfassung von Wechselwirkungen wurden nur bei Erwachsenen durchgeführt.

4.6 Fertilität, Schwangerschaft und Stillzeit

Schwangerschaft

Bisher liegen keine oder nur sehr begrenzte Erfahrungen (weniger als 300 Schwangerschaftsausgänge) mit der Anwendung von Kalydeco bei Schwangeren vor. Tierexperimentelle Studien ergaben keine Hinweise auf direkte oder indirekte gesundheitsschädliche Wirkungen in Bezug auf eine Reproduktionstoxizität (siehe Abschnitt 5.3 der Fachinformation). Aus Vorsichtsgründen soll eine Anwendung von Kalydeco während der Schwangerschaft vermieden werden.

Stillzeit

Es ist nicht bekannt, ob Ivacaftor und/oder seine Metaboliten beim Menschen in die Muttermilch übergehen. Die zur Verfügung stehenden pharmakokinetischen Daten vom Tier zeigten, dass Ivacaftor in die Milch von laktierenden weiblichen Ratten ausgeschieden wird. Daher kann ein Risiko für Neugeborene/Kinder nicht ausgeschlossen werden. Es muss eine Entscheidung darüber getroffen werden, ob das Stillen zu unterbrechen ist oder ob auf die Behandlung mit Kalydeco verzichtet werden soll / die Behandlung mit Kalydeco zu unterbrechen ist. Dabei ist sowohl der Nutzen des Stillens für das Kind als auch der Nutzen der Therapie für die Frau zu berücksichtigen.

Fertilität

Über die Wirkung von Ivacaftor auf die Fertilität beim Menschen liegen keine Daten vor. Ivacaftor hatte eine Wirkung auf die Fertilität von Ratten (siehe Abschnitt 5.3 der Fachinformation).

4.7 Auswirkungen auf die Verkehrstüchtigkeit und die Fähigkeit zum Bedienen von Maschinen

Kalydeco hat einen geringen Einfluss auf die Verkehrstüchtigkeit und die Fähigkeit zum Bedienen von Maschinen. Ivacaftor kann Schwindel auslösen (siehe Abschnitt 4.8 der Fachinformation) und daher sind Patienten, bei denen es zu Schwindel kommt, anzuweisen, so lange nicht aktiv am Straßenverkehr teilzunehmen bzw. keine Maschinen zu bedienen, bis die Symptome abklingen.

Beschreiben Sie, ob für Patientengruppen mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen abweichende Anforderungen als die zuvor genannten bestehen und, wenn ja, welche dies sind.

Es bestehen keine abweichenden Anforderungen.

3.4.2 Bedingungen für das Inverkehrbringen

Benennen Sie Anforderungen, die sich aus Annex IIB (Bedingungen der Genehmigung für das Inverkehrbringen) des European Assessment Reports (EPAR) des zu bewertenden Arzneimittels für eine qualitätsgesicherte Anwendung ergeben. Benennen Sie die zugrunde gelegten Quellen.

Annex IIB des EPAR verweist auf Abschnitt 4.2 der Fachinformation (Dosierung und Art der Anwendung) (1), siehe Abschnitt 3.4.1 des vorliegenden Dokuments.

Beschreiben Sie, ob für Patientengruppen mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen abweichende Anforderungen als die zuvor genannten bestehen und, wenn ja, welche dies sind.

Es bestehen keine abweichenden Anforderungen.

3.4.3 Bedingungen oder Einschränkungen für den sicheren und wirksamen Einsatz des Arzneimittels

Sofern im zentralen Zulassungsverfahren für das zu bewertende Arzneimittel ein Annex IV (Bedingungen oder Einschränkungen für den sicheren und wirksamen Einsatz des Arzneimittels, die von den Mitgliedsstaaten umzusetzen sind) des EPAR erstellt wurde, benennen Sie die dort genannten Anforderungen. Benennen Sie die zugrunde gelegten Quellen.

Anmerkung: Ein Annex IV des EPAR liegt nicht vor. Die im Template oben angegebene Überschrift entspricht dem Annex IID des EPAR (1). Dort ist folgendes dazu ausgeführt:

Der Inhaber der Genehmigung für das Inverkehrbringen führt die notwendigen, im vereinbarten RMP beschriebenen und in Modul 1.8.2. der Zulassung dargelegten Pharmakovigilanzaktivitäten und Maßnahmen sowie alle künftigen vereinbarten Aktualisierungen des RMP durch.

Ein aktualisierter RMP ist einzureichen:

- nach Aufforderung durch die Europäische Arzneimittel-Agentur;
- jedes Mal wenn das Risikomanagement-System geändert wird, insbesondere infolge neuer eingegangener Informationen, die zu einer wesentlichen Änderung des Nutzen-Risiko-Verhältnisses führen können oder infolge des Erreichens eines wichtigen Meilensteins (in Bezug auf Pharmakovigilanz oder Risikominimierung).

Es besteht folgende Verpflichtung zur Durchführung von Maßnahmen nach der Zulassung:

Der Inhaber der Genehmigung für das Inverkehrbringen schließt innerhalb des festgelegten Zeitrahmens folgende Maßnahmen ab:

Beschreibung	Fällig am
Langzeit-Wirksamkeitsstudie zum Vergleich der Krankheitsprogression bei Kindern mit zystischer Fibrose (Mukoviszidose), die eine definierte CFTR-Gating-Mutation aufweisen und bei Beginn der Kalydeco-Behandlung 2 bis 5 Jahre alt sind, mit der Krankheitsprogression bei einer altersparallelisierten Kohorte von Kindern mit zystischer Fibrose, die nie mit Kalydeco behandelt wurden.	Interimsanalyse 1: Dezember 2017
	Interimsanalyse 2: Dezember 2019
	Interimsanalyse 3: Dezember 2021
	Abschließender Bericht: Dezember 2023

Beschreiben Sie, ob für Patientengruppen mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen abweichende Anforderungen als die zuvor genannten bestehen und, wenn ja, welche dies sind.

Es bestehen keine abweichenden Anforderungen.

3.4.4 Informationen zum Risk-Management-Plan

Benennen Sie die vorgeschlagenen Maßnahmen zur Risikominimierung („proposed risk minimization activities“), die in der Zusammenfassung des EU-Risk-Management-Plans beschrieben und im European Public Assessment Report (EPAR) veröffentlicht sind. Machen Sie auch Angaben zur Umsetzung dieser Maßnahmen. Benennen Sie die zugrunde gelegten Quellen.

Eine Zusammenfassung der Maßnahmen zur Risikominimierung findet sich in der folgenden Tabelle 3-25. Die Informationen zu den identifizierten Sicherheitsbedenken und den routinemäßigen Maßnahmen zur Risikominimierung wurde dem EU-Risk-Management-Plan für Kalydeco® entnommen (2).

Tabelle 3-25: Zusammenfassung der Maßnahmen zur Risikominimierung für Kalydeco®

Sicherheitsbedenken	Routinemäßige Maßnahmen zur Risikominimierung	Zusätzliche Maßnahmen zur Risikominimierung
Wichtige identifizierte Risiken		
keine		

Sicherheitsbedenken	Routinemäßige Maßnahmen zur Risikominimierung	Zusätzliche Maßnahmen zur Risikominimierung
Wichtige potentielle Risiken		
Lebertoxizität	Hinweise zur Anwendung und routinemäßigen Maßnahmen zur Risikominimierung sind im Abschnitt 4.4 (Besondere Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen für die Anwendung) der Fachinformation bereitgestellt. weitere Maßnahmen zur Risikominimierung Bei Kalydeco® handelt sich um ein verschreibungspflichtiges Medikament.	keine
Gleichzeitige Einnahme mit starken CYP3A-Inhibitoren	Hinweise zur Anwendung und routinemäßigen Maßnahmen zur Risikominimierung sind in den Abschnitten 4.2 (Dosierung und Art der Anwendung), 4.4 (Besondere Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen für die Anwendung) und 4.5 (Wechselwirkung mit anderen Arzneimitteln und sonstige Wechselwirkungen) der Fachinformation bereitgestellt. weitere Maßnahmen zur Risikominimierung Bei Kalydeco® handelt sich um ein verschreibungspflichtiges Medikament.	keine
Katarakt	Hinweise zur Anwendung und routinemäßigen Maßnahmen zur Risikominimierung sind in den Abschnitten 4.4 (Besondere Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen für die Anwendung) und 5.3 (Präklinische Daten zur Sicherheit) der Fachinformation bereitgestellt. weitere Maßnahmen zur Risikominimierung Bei Kalydeco® handelt sich um ein verschreibungspflichtiges Medikament.	keine
Fehlende Information		
Einnahme durch Schwangere oder Stillende	Hinweise zur Anwendung und routinemäßigen Maßnahmen zur Risikominimierung sind in den Abschnitten 4.6 (Fertilität, Schwangerschaft und Stillzeit) und 5.3 (Präklinische Daten zur Sicherheit) der Fachinformation bereitgestellt. weitere Maßnahmen zur Risikominimierung Bei Kalydeco® handelt sich um ein verschreibungspflichtiges Medikament.	keine
Langzeit-Verträglichkeit	Hinweise zur Anwendung und routinemäßigen Maßnahmen zur Risikominimierung sind in den Abschnitten 4.8 (Nebenwirkungen) und 5.1 (Pharmakodynamische Eigenschaften) der Fachinformation bereitgestellt. weitere Maßnahmen zur Risikominimierung Bei Kalydeco® handelt sich um ein verschreibungspflichtiges Medikament.	keine
Mäßige bis schwere Lebererkrankung	Hinweise zur Anwendung und routinemäßigen Maßnahmen zur Risikominimierung sind in den	keine

Sicherheitsbedenken	Routinemäßige Maßnahmen zur Risikominimierung	Zusätzliche Maßnahmen zur Risikominimierung
	Abschnitten 4.2 (Dosierung und Art der Anwendung), 4.4 (Besondere Warnhinweise und Vorsichtsmaßnahmen für die Anwendung) und 5.2 (Pharmakokinetische Eigenschaften) der Fachinformation bereitgestellt. weitere Maßnahmen zur Risikominimierung Bei Kalydeco® handelt sich um ein verschreibungspflichtiges Medikament.	
Patienten mit einem FEV₁ (% des Normwertes) von < 40 %	Hinweise zur Anwendung und routinemäßigen Maßnahmen zur Risikominimierung sind im Abschnitt 5.1 (Pharmakodynamische Eigenschaften) der Fachinformation bereitgestellt. weitere Maßnahmen zur Risikominimierung Bei Kalydeco® handelt sich um ein verschreibungspflichtiges Medikament.	keine

Beschreiben Sie, ob für Patientengruppen mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen abweichende Anforderungen als die zuvor genannten bestehen und, wenn ja, welche dies sind.

Es bestehen keine abweichenden Anforderungen für Patientengruppen mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen.

3.4.5 Weitere Anforderungen an eine qualitätsgesicherte Anwendung

Benennen Sie weitere Anforderungen, die sich aus Ihrer Sicht hinsichtlich einer qualitätsgesicherten Anwendung des zu bewertenden Arzneimittels ergeben, insbesondere bezüglich der Dauer eines Therapieversuchs, des Absetzens der Therapie und ggf. notwendiger Verlaufskontrollen. Benennen Sie die zugrunde gelegten Quellen.

Es bestehen keine weiteren Anforderungen an eine qualitätsgesicherte Anwendung.

Beschreiben Sie, ob für Patientengruppen mit therapeutisch bedeutsamem Zusatznutzen abweichende Anforderungen als die zuvor genannten bestehen und, wenn ja, welche dies sind.

Nicht zutreffend

3.4.6 Beschreibung der Informationsbeschaffung für Abschnitt 3.4

Erläutern Sie das Vorgehen zur Identifikation der in den Abschnitten 3.4.1 bis 3.4.5 genannten Quellen (Informationsbeschaffung). Sofern erforderlich, können Sie zur Beschreibung der Informationsbeschaffung weitere Quellen benennen.

Die Informationen für Abschnitt 0 basieren auf

- der SmPC zu Kalydeco® (deutsch) (1),
- dem EU-Risk Management-Plan zu Kalydeco® (2).

3.4.7 Referenzliste für Abschnitt 3.4

Listen Sie nachfolgend alle Quellen (z. B. Publikationen), die Sie in den Abschnitten 3.4.1 bis 3.4.6 angegeben haben (als fortlaufend nummerierte Liste). Verwenden Sie hierzu einen allgemein gebräuchlichen Zitierstil (z. B. Vancouver oder Harvard). Geben Sie bei Fachinformationen immer den Stand des Dokuments an.

1. European Medicines Agency. EPAR Kalydeco® Anhang I - Zusammenfassung der Merkmale des Arzneimittels. 2018.
2. Vertex Pharmaceuticals (Europe) Ltd. Risk Management Plan zu KALYDECO (Ivacaftor) Version 7.1. 2018.