

Dokumentvorlage, Version vom 18.04.2013

**Dossier zur Nutzenbewertung  
gemäß § 35a SGB V**

*Glycerolphenylbutyrat (RAVICTI)*

Swedish Orphan Biovitrum GmbH

**Modul 2**

Allgemeine Angaben zum Arzneimittel,  
zugelassene Anwendungsgebiete

Stand: 01.03.2018

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>2</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>3</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Modul 2 – allgemeine Informationen</b> .....	<b>5</b>
2.1 Allgemeine Angaben zum Arzneimittel .....	5
2.1.1 Administrative Angaben zum Arzneimittel .....	5
2.1.2 Angaben zum Wirkmechanismus des Arzneimittels.....	6
2.2 Zugelassene Anwendungsgebiete .....	14
2.2.1 Anwendungsgebiete, auf die sich das Dossier bezieht.....	14
2.2.2 Weitere in Deutschland zugelassene Anwendungsgebiete .....	15
2.3 Beschreibung der Informationsbeschaffung für Modul 2 .....	15
2.4 Referenzliste für Modul 2 .....	16

**Tabellenverzeichnis**

	<b>Seite</b>
Tabelle 2-1: Allgemeine Angaben zum zu bewertenden Arzneimittel .....	5
Tabelle 2-2: Pharmazentralnummern und Zulassungsnummern für das zu bewertende Arzneimittel.....	6
Tabelle 2-3: Übersicht über die zur Behandlung des Harnstoffzyklusdefektes eingesetzten Wirkstoffe und deren Wirkprinzipien .....	10
Tabelle 2-4: Zugelassene Anwendungsgebiete, auf die sich das Dossier bezieht .....	14
Tabelle 2-5: Weitere in Deutschland zugelassene Anwendungsgebiete des zu bewertenden Arzneimittels .....	15

## Abbildungsverzeichnis

	<b>Seite</b>
Abbildung 1: Defekte des Harnstoffzyklus; entnommen aus [Gick 2011] .....	7
Abbildung 2: Wirkmechanismus von Glycerolphenylbutyrat .....	8
Abbildung 3: Alternative Möglichkeit der Stickstoffausscheidung. [Oishi 2014].....	9

**Abkürzungsverzeichnis**

<b>Abkürzung</b>	<b>Bedeutung</b>
ARG	Arginase
ASL	Argininosuccinat-Lyase
ASS	Argininosuccinat-Synthetase
ATC-Code	Anatomisch-Therapeutisch-Chemischer Code
CPS	Carbamoylphosphat-Synthetase
FAM	Fertigarzneimittel
HHH	Hyperammonämie-Hyperornithinämie-Homocitrullinurie-Syndrom
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ammonium-Ion
ORNT	Mitochondrieller Ornithin/Citrullin-Transporter
OTC	Ornithin-Transcarbamylase
PAA	Phenyllessigsäure
PAGN	Phenylacetylglutamin
PBA	4-Phenylbutyrsäure
PZN	Pharmazentralnummer
UCD	<i>Urea Cycle Disorder</i>

## 2 Modul 2 – allgemeine Informationen

Modul 2 enthält folgende Informationen:

- Allgemeine Angaben über das zu bewertende Arzneimittel (Abschnitt 2.1)
- Beschreibung der Anwendungsgebiete, für die das zu bewertende Arzneimittel zugelassen wurde (Abschnitt 2.2); dabei wird zwischen den Anwendungsgebieten, auf die sich das Dossier bezieht, und weiteren in Deutschland zugelassenen Anwendungsgebieten unterschieden.

Alle in den Abschnitten 2.1 und 2.2 getroffenen Aussagen sind zu begründen. Die Quellen (z. B. Publikationen), die für die Aussagen herangezogen werden, sind in Abschnitt 2.4 (Referenzliste) eindeutig zu benennen. Das Vorgehen zur Identifikation der Quellen ist im Abschnitt 2.3 (Beschreibung der Informationsbeschaffung) darzustellen.

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

### 2.1 Allgemeine Angaben zum Arzneimittel

#### 2.1.1 Administrative Angaben zum Arzneimittel

*Geben Sie in Tabelle 2-1 den Namen des Wirkstoffs, den Handelsnamen und den ATC-Code für das zu bewertende Arzneimittel an.*

Tabelle 2-1: Allgemeine Angaben zum zu bewertenden Arzneimittel

<b>Wirkstoff:</b>	Glycerolphenylbutyrat
<b>Handelsname:</b>	RAVICTI
<b>ATC-Code:</b>	A16AX09

*Geben Sie in der nachfolgenden Tabelle 2-2 an, welche Pharmazentralnummern (PZN) und welche Zulassungsnummern dem zu bewertenden Arzneimittel zuzuordnen sind, und benennen Sie dabei die zugehörige Wirkstärke und Packungsgröße. Fügen Sie für jede Pharmazentralnummer eine neue Zeile ein.*

Tabelle 2-2: Pharmazentralnummern und Zulassungsnummern für das zu bewertende Arzneimittel

Pharmazentralnummer (PZN)	Zulassungsnummer	Wirkstärke	Packungsgröße
11583832	EU/1/15/1062/001	1,1 g/ml	25 ml Flasche + Schnappdeckel-Adapter
11583849	EU/1/15/1062/002	1,1 g/ml	25 ml Flasche + Schnappdeckel-Adapter + 7x1 ml Applikationsspritzen
11583855	EU/1/15/1062/003	1,1 g/ml	25 ml Flasche + Schnappdeckel-Adapter + 7x3 ml Applikationsspritzen
11583861	EU/1/15/1062/004	1,1 g/ml	25 ml Flasche + Schnappdeckel-Adapter + 7x5 ml Applikationsspritzen

### 2.1.2 Angaben zum Wirkmechanismus des Arzneimittels

*Beschreiben Sie den Wirkmechanismus des zu bewertenden Arzneimittels. Begründen Sie Ihre Angaben unter Nennung der verwendeten Quellen.*

Ein Defekt des Harnstoffzyklus ist eine sehr seltene, schwerwiegende und lebensbedrohliche Erkrankung, die eine Gruppe von Mangelzuständen an einem der Enzyme oder Transporter umfasst, welche im Harnstoffzyklus Ammoniak in Harnstoff umwandeln. Das Fehlen oder auch eine schwere Dysfunktion der Enzyme oder Transporter führt zur Akkumulation einer toxischen Ammoniakmenge im Blut oder Gehirn der betroffenen Patienten. [Brusilow 1996, Häberle 2014]

Ammoniak wird im Rahmen des Harnstoffzyklus in der Leber in Harnstoff umgewandelt und in der Folge mit dem Urin aus dem Körper ausgeschieden. Im Harnstoffzyklus ist eine Reihe von Enzymen an der Umwandlung der Aminosäuren beteiligt, um eine Anhäufung von Ammoniak zu verhindern. Insgesamt sind sechs verschiedene Störungen des Harnstoffzyklus bekannt, denen jeweils ein Defekt des jeweiligen Enzyms vorangeht (Abbildung 1). Zu den betroffenen Enzymen zählt die Carbamoylphosphat-Synthetase 1 (CPS), die Ornithin-Transcarbamylase (OTC), die Argininosuccinat-Synthetase (ASS), die Argininosuccinat-Lyase (ASL) und die Arginase 1 (ARG). Ein weiterer Harnstoffzyklusdefekt betrifft die N-Acetylglutamat-Synthase, auch N-Acetylglutamat-Synthetase (NAGS) genannt, welche aus Glutamat und Acetyl-CoA das N-Acetylglutamat synthetisiert. N-Acetylglutamat ist ein essentieller Aktivator der Carbamoylphosphat-Synthetase 1. Neben den sechs Enzymdefekten werden auch zwei Transporterstörungen zu den Störungen des Harnstoffzyklus gerechnet. Ein Defekt im mitochondrialen Ornithin/Citrullin-Transporter (ORNT1) ist die Ursache für das Hyperammonämie-Hyperornithinämie-Homocitrullinurie-Syndrom (HHH). [Häberle 2012] Trotz der genetischen

Unterschiede teilen alle Harnstoffzyklusdefekte wichtige Eigenschaften und werden daher typischerweise als Gruppe betrachtet. [European Medicines Agency (EMA) 2015]

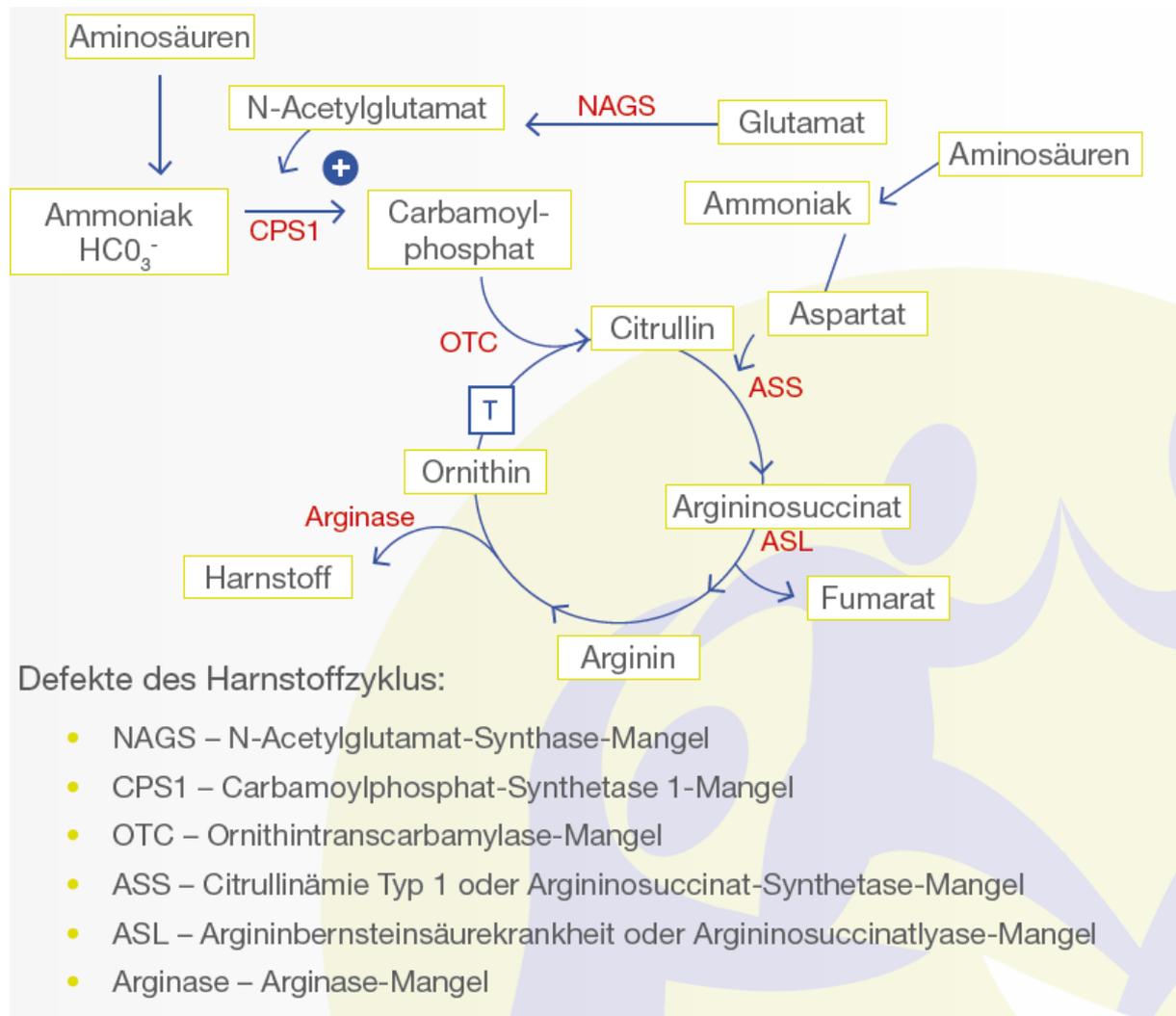


Abbildung 1: Defekte des Harnstoffzyklus; entnommen aus [Gick 2011]

Glycerolphenylbutyrat (RAVICTI) ist ein stickstoffbindendes Arzneimittel, welches eine Stickstoffausscheidung über einen alternativen Stoffwechselweg zum Harnstoffzyklus ermöglicht. Es handelt sich strukturell um ein Triglycerid, das drei Moleküle 4-Phenylbutyrsäure an einem Glycerolgerüst enthält. Durch Hydrolisierung mittels Pankreaslipasen entsteht aus dem Pre-Prodrug Glycerolphenylbutyrat die 4-Phenylbutyrsäure, welche durch beta-Oxidation zu Phenylacetat umgewandelt wird. Dieses stellt den aktiven Bestandteil von Glycerolphenylbutyrat dar. Phenyllessigsäure wird durch Acetylierung in der Leber und den Nieren mit Glutamin (welches 2 Stickstoffmoleküle enthält) konjugiert. Es bildet sich dabei Phenylacetylglutamin, welches über die Nieren ausgeschieden wird (Abbildung 2). Auf molekularer Ebene enthält Phenylacetylglutamin, vergleichbar mit Harnstoff, 2 Mol Stickstoff und liefert ein alternatives Vehikel für die Ausscheidung von Stickstoff. [Horizon Pharma Ireland Limited 2017, McGuire 2010]

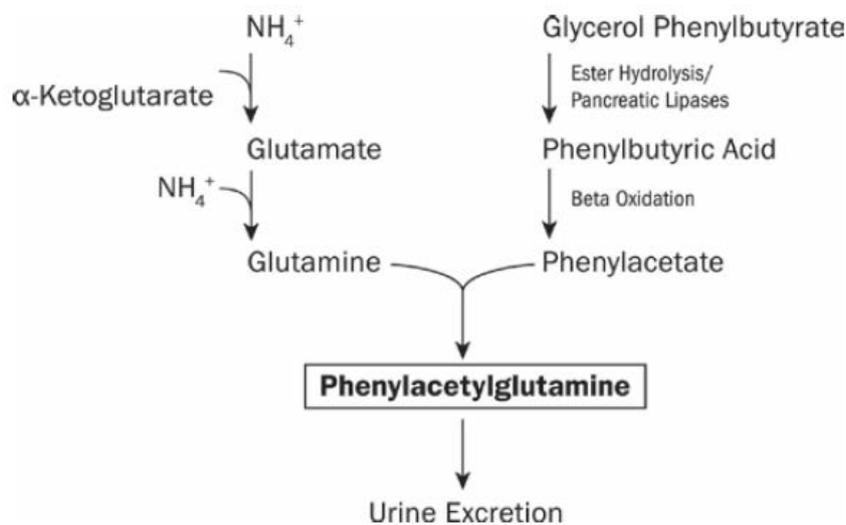


Abbildung 2: Wirkmechanismus von Glycerolphenylbutyrat

*Beschreiben Sie, ob und inwieweit sich der Wirkmechanismus des zu bewertenden Arzneimittels vom Wirkmechanismus anderer bereits in Deutschland zugelassener Arzneimittel unterscheidet. Differenzieren Sie dabei zwischen verschiedenen Anwendungsgebieten, für die das zu bewertende Arzneimittel zugelassen ist. Begründen Sie Ihre Angaben unter Nennung der verwendeten Quellen.*

Für die Behandlung eines Harnstoffzyklusdefektes stehen, wenn eine alleinige diätetische Eiweißrestriktion nicht mehr ausreichend ist, einige wenige medikamentöse Behandlungsoptionen zur Verfügung. Als Fertigarzneimittel zugelassen sind Natriumphenylbutyrat (Ammonaps® [Originalpräparat], Pheburane® [Hybridarzneimittel]) und Carglumsäure (Carbaglu®). [Lucane Pharma 2017, Orphan Europe SARL 2017, Swedish Orphan Biovitrum International AB (Sobi) 2016a, Swedish Orphan Biovitrum International AB (Sobi) 2016b] Darüber hinaus steht mit Natriumbenzoat auch noch eine Chemikalie zur Verfügung, aus der entweder Kapseln oder eine sterile 2,4 %ige wässrige Lösung zur intravenösen Gabe hergestellt werden können. [Albers 1996]

Carglumsäure besitzt ausschließlich eine Zulassung für den sehr seltenen N-Acetylglutamatsynthase-Mangel (Inzidenz < 1:2.000.000; vergleiche Abschnitt 3.2.3). [Orphan Europe SARL 2017]

Natriumphenylbutyrat ist wie Glycerolphenylbutyrat ein stickstoffbindendes Arzneimittel und besitzt einen vergleichbaren Wirkmechanismus. Das Prodrug Natriumphenylbutyrat wird im Körper aber sehr schnell zu Phenylacetat verstoffwechselt. Dieses wird durch Acetylierung mit Glutamin zu Phenylacetylglutamin konjugiert und über die Nieren aus dem Körper ausgeschieden. [Swedish Orphan Biovitrum International AB (Sobi) 2016a]

*„Carglumsäure ist ein strukturelles Analogon von N-Acetylglutamat, welches der natürlich vorkommende Aktivator der Carbamoylphosphatsynthetase dem ersten Enzym des*

*Harnstoffzyklusses, ist. Carglumsäure hat in vitro eine Aktivierung der Leber-Carbamoylphosphatsynthetase gezeigt. Trotz einer geringeren Affinität der Carbamoylphosphatsynthetase zu Carglumsäure als zu N-Acetylglutamat, wurde für Carglumsäure in vivo gezeigt, dass sie die Carbamoylphosphatsynthetase stimuliert und bei Versuchen mit Ratten viel wirkungsvoller als N-Acetylglutamat gegen Ammoniakintoxikation schützt. Dies könnte durch die folgenden Beobachtungen erklärt werden: i) Die Mitochondrienmembran ist für Carglumsäure leichter permeabel als für N-Acetylglutamat ii) Carglumsäure ist gegenüber Hydrolyse durch Aminoacylase, die im Cytosol vorhanden ist, widerstandsfähiger als N-Acetylglutamat.“ [Orphan Europe SARL 2017]*

Die Chemikalie Natriumbenzoat wirkt ebenfalls als stickstoffbindende Substanz. Durch Konjugation von Natriumbenzoat und L-Glycin entsteht die nierengängige Hippursäure. Diese wird mit dem Urin ausgeschieden, wodurch die Ammoniakkonzentration im Blut sinkt. Pro Mol Natriumbenzoat wird ein Mol Stickstoffäquivalent ausgeschieden. [Häberle 2012, Häberle 2014]

Der Wirkmechanismus von Natriumbenzoat sowie von Phenylbutyrat ist in Abbildung 3 zusammenfassend dargestellt. Tabelle 2-3 fasst die verschiedenen Wirkprinzipien und Charakteristika der beschriebenen Therapeutika zusammen.

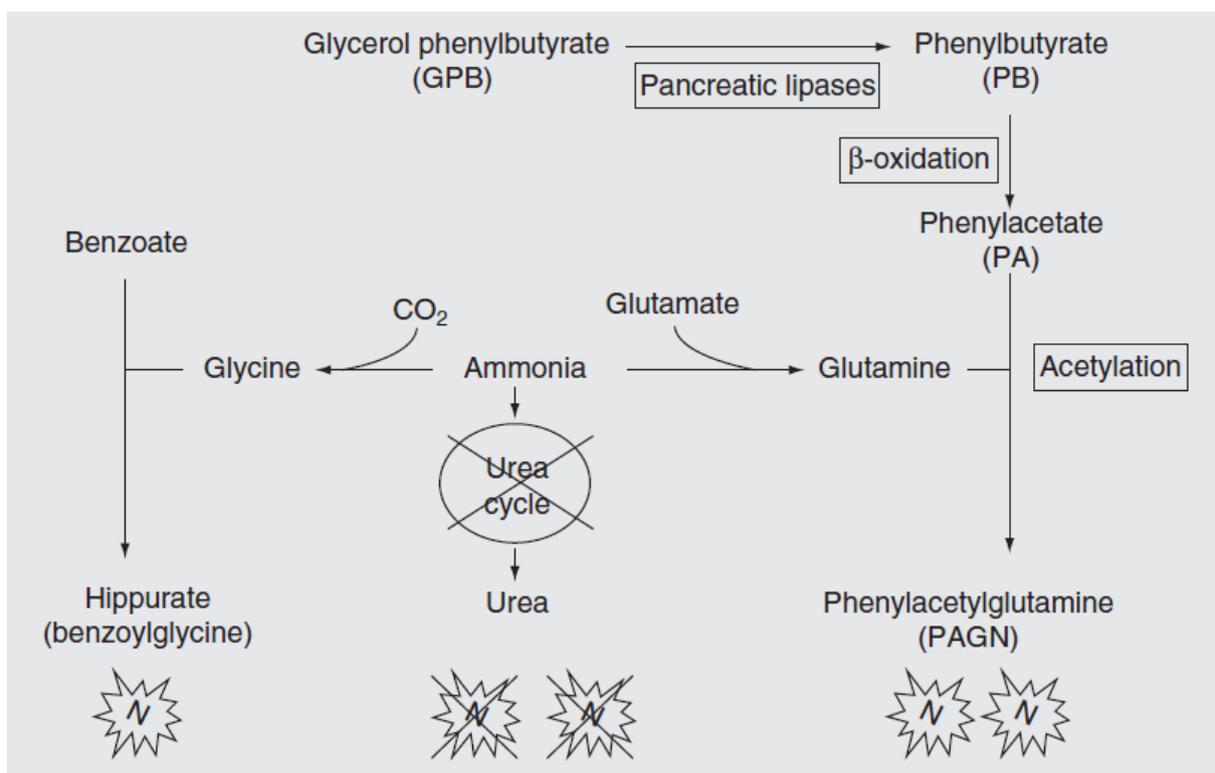


Abbildung 3: Alternative Möglichkeit der Stickstoffausscheidung. [Oishi 2014]

Allgemeine Angaben zum Arzneimittel, zugelassene Anwendungsgebiete

Tabelle 2-3: Übersicht über die zur Behandlung des Harnstoffzyklusdefektes eingesetzten Wirkstoffe und deren Wirkprinzipien

	<b>Glycerolphenylbutyrat (RAVICTI) [Horizon Pharma Ireland Limited 2017]</b>	<b>Natriumphenylbutyrat (Ammonaps®) [Swedish Orphan Biovitrum International AB (Sobi) 2016a]</b>	<b>Carglumsäure (Carbaglu®) [Orphan Europe SARL 2017]</b>	<b>Natriumbenzoat (kein Fertigarzneimittel [FAM] verfügbar; Chemikalie)</b>
Anwendungsgebiet(e)	<p>RAVICTI wird angewendet als Zusatztherapie bei erwachsenen und pädiatrischen Patienten im Alter von <math>\geq 2</math> Monaten mit Harnstoffzyklusstörungen (urea cycle disorders, UCDs) einschließlich Mangel an Carbamoylphosphat-Synthetase 1 (CPS), Ornithin-Transcarbamylase (OTC), Argininosuccinat-Synthetase (ASS), Argininosuccinat-Lyase (ASL), Arginase 1 (ARG) und Ornithin-Translokase (Hyperammonämie-Hyperornithinämie-Homocitrullinurie-Syndrom, HHH), die durch diätetische Eiweißrestriktion und/oder Aminosäuresubstitution allein nicht behandelt werden können. RAVICTI muss mit diätetischer Eiweißrestriktion und in manchen Fällen mit Nahrungsergänzungsmitteln (z. B. essenzielle Aminosäuren, Arginin, Citrullin, eiweißfreie Kalorienergänzungsmittel) zusammen angewendet werden.</p>	<p>AMMONAPS ist als Zusatztherapie bei der Langzeitbehandlung von Stoffwechselstörungen des Harnstoffzyklus indiziert. Zu derartigen Erkrankungen gehören Carbamoylphosphat-Synthetase-Mangel, Ornithin-Transcarbamylase-Mangel sowie Argininosuccinat-Synthetase-Mangel.</p> <p>Der Einsatz ist bei allen Patienten indiziert, bei denen sich ein kompletter Enzymmangel bereits im Neugeborenenalter (innerhalb der ersten 28 Lebenstage) manifestiert hat. Bei Patienten mit einer spätmanifesten Form (inkompletter Enzymdefekt, der sich nach dem ersten Lebensmonat manifestiert) besteht dann eine Indikation für den Einsatz, wenn in der Anamnese eine hyperammonämische Enzephalopathie besteht.</p>	<p>Carbaglu ist indiziert zur Behandlung einer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hyperammonämie aufgrund eines primären N-Acetylglutamatsynthase-Mangels.</li> <li>• Hyperammonämie aufgrund einer Isovalerialanazidämie.</li> <li>• Hyperammonämie aufgrund einer Methylmalonazidämie.</li> <li>• Hyperammonämie aufgrund einer Propionazidämie.</li> </ul>	kein Zulassungstext eines FAM verfügbar

Allgemeine Angaben zum Arzneimittel, zugelassene Anwendungsgebiete

	<b>Glycerolphenylbutyrat (RAVICTI) [Horizon Pharma Ireland Limited 2017]</b>	<b>Natriumphenylbutyrat (Ammonaps®) [Swedish Orphan Biovitrum International AB (Sobi) 2016a]</b>	<b>Carglumsäure (Carbaglu®) [Orphan Europe SARL 2017]</b>	<b>Natriumbenzoat (kein Fertigarzneimittel [FAM] verfügbar; Chemikalie)</b>
Wirkmechanismus	<p>Glycerolphenylbutyrat ist ein stickstoffbindendes Arzneimittel. Es handelt sich um ein Triglycerid, das 3 4-Phenylbutyrsäure (PBA)-Moleküle an einem Glycerolgerüst enthält.</p> <p>UCDs sind ererbte Mangel-erkrankungen von Enzymen oder Transportern, die für die Synthese von Harnstoff aus Ammoniak (NH<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) erforderlich sind. Das Fehlen dieser Enzyme oder Transporter führt zur Akkumulation von toxischen Ammoniakspiegeln im Blut und Gehirn der betroffenen Patienten. Glycerolphenylbutyrat wird von Pankreaslipasen hydrolysiert und liefert PBA, welches durch beta-Oxidation zu Phenyllessigsäure (PAA) umgewandelt wird, dem aktiven Bestandteil von Glycerolphenylbutyrat. PAA wird durch Acetylierung in der Leber und den Nieren mit Glutamin (welches 2 Stickstoffmoleküle enthält) konjugiert; dabei bildet sich Phenylacetylglutamin (PAGN), das über die Nieren ausgeschieden wird. Auf molekularer Basis enthält PAGN, vergleichbar mit Harnstoff, 2 Mol Stickstoff und liefert ein</p>	<p>Natriumphenylbutyrat ist ein Prodrug und wird im Körper schnell zu Phenylacetat verstoffwechselt. Phenylacetat ist eine metabolisch aktive Verbindung, die durch Acetylierung mit Glutamin zu Phenylacetylglutamin konjugiert, das über die Nieren ausgeschieden wird. Stöchiometrisch gesehen ist Phenylacetylglutamin mit Harnstoff vergleichbar (beide Verbindungen enthalten 2 Stickstoffatome); Phenylacetylglutamin eignet sich daher als alternativer Träger zur Ausscheidung von überschüssigem Stickstoff. Auf der Basis von Untersuchungen über die Ausscheidung von Phenylacetylglutamin bei Patienten mit Störungen des Harnstoffzyklus kann angenommen werden, dass für jedes Gramm eingenommenes Natriumphenylbutyrat zwischen 0,12 und 0,15 g Phenylacetylglutamin-Stickstoff produziert werden. Auf diese Weise ist Natriumphenylbutyrat in der Lage, eine erhöhte Konzentration von Ammoniak und Glutamin im Blut von Patienten mit Störungen des Harnstoffzyklus zu senken.</p>	<p>Carglumsäure ist ein strukturelles Analogon von N-Acetylglutamat, welches der natürlich vorkommende Aktivator der Carbamoylphosphatsynthetase dem ersten Enzym des Harnstoffzyklus, ist. Carglumsäure hat in vitro eine Aktivierung der Leber-Carbamoylphosphatsynthetase gezeigt. Trotz einer geringeren Affinität der Carbamoylphosphatsynthetase zu Carglumsäure als zu N-Acetylglutamat, wurde für Carglumsäure in vivo gezeigt, dass sie die Carbamoylphosphatsynthetase stimuliert und bei Versuchen mit Ratten viel wirkungsvoller als N-Acetylglutamat gegen Ammoniakintoxikation schützt. Dies könnte durch die folgenden Beobachtungen erklärt werden: i) Die Mitochondrienmembran ist für Carglumsäure leichter permeabel als für N-Acetylglutamat ii) Carglumsäure ist gegenüber Hydrolyse durch Aminoacylase, die im Cytosol vorhanden ist, widerstandsfähiger als N-Acetylglutamat.</p>	<p>Natriumbenzoat wirkt als stickstoffbindende Chemikalie. Durch Konjugation von Natriumbenzoat und L-Glycin entsteht die nierengängige Hippursäure. Diese wird mit dem Urin ausgeschieden, wodurch die Ammoniakkonzentration im Blut gesenkt wird. Pro Mol Natriumbenzoat wird ein Mol Stickstoffäquivalent ausgeschieden. [Häberle 2012, Häberle 2014]</p>

## Allgemeine Angaben zum Arzneimittel, zugelassene Anwendungsgebiete

	<b>Glycerolphenylbutyrat (RAVICTI) [Horizon Pharma Ireland Limited 2017]</b>	<b>Natriumphenylbutyrat (Ammonaps®) [Swedish Orphan Biovitrum International AB (Sobi) 2016a]</b>	<b>Carglumsäure (Carbaglu®) [Orphan Europe SARL 2017]</b>	<b>Natriumbenzoat (kein Fertigarzneimittel [FAM] verfügbar; Chemikalie)</b>
	alternatives Vehikel für die Ausscheidung von Stickstoff-Abfall.			
Einnahme Darreichungs- form	per oral Lösung zum einnehmen	per oral Tabletten, Granulat	per oral Tabletten	per oral/intravenös kristallines oder granuliertes Pulver
Ausscheidung Stickstoff- äquivalente	2 Mol	2 Mol	-	1 Mol
Farbe Geruch/ Geschmack	farblos bis blass gelb fast geruchs- und geschmackslos	weiß starker salziger Geschmack und Geruch [Guffon 2012]	weiß Geschmack leicht sauer	weiß bis fast weiß -
Natriumgehalt	nicht vorhanden	hoch	nicht vorhanden	hoch
Zeit bis zur maximalen 4- Phenylbutyr- säure Konzentration	2 Stunden	1,35 Stunden	-	-
ARG = Arginase; ASL = Argininosuccinat-Lyase; ASS = Argininosuccinat-Synthetase; CPS = Carbamoylphosphat-Synthetase; HHH = Hyperammonämie-Hyperornithinämie-Homocitrullinurie-Syndrom; NH <sub>3</sub> = Ammoniak; NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> = Ammonium-Ion; OTC = Ornithin-Transcarbamylase; PAA = Phenyllessigsäure; PAGN = Phenylacetylglutamin; PBA = 4-Phenylbutyrsäure; UCD = <i>Urea Cycle Disorder</i> .				

Die Gruppe der Phenylbutyrate (Natriumphenylbutyrat und Glycerolphänylbutyrat) kann aufgrund des divergenten chemischen Grundgerüsts doppelt so viel Ammoniak binden (2 Mol im Vergleich zu 1 Mol) wie Natriumbenzoat (Abbildung 3). Dies steht im Zusammenhang mit der Konjugation der jeweiligen Aminosäure. Während Glutamin zwei Aminogruppen besitzt, enthält L-Glycin lediglich eine Aminogruppe.

Obwohl Glycerolphänylbutyrat und Natriumphänylbutyrat einen vergleichbaren Wirkmechanismus besitzen, weist Glycerolphänylbutyrat durch die Variation der chemischen Struktur (drei 4-Phenylbutyrsäure Moleküle an einem Glycerolgerüst anstatt des Natriumsalzes eines 4-Phenylbutyrsäure Moleküls) relevante Unterschiede auf. Während beim Natriumphänylbutyrat nach der Einnahme eine sehr rasche Freisetzung der 4-Phenylbutyrsäure (PBA) im Magen erfolgt, wird sie beim Glycerolphänylbutyrat erst im Dünndarm durch Pankreaslipasen freigesetzt und in den aktiven Metaboliten Phenylacetat umgewandelt. Dies führt zu einer langsameren und kontinuierlicheren Absorption von PBA im Körper. [Häberle 2014, Horizon Pharma Ireland Limited 2017] Im Vergleich zu Natriumphänylbutyrat kommt es dabei nicht zu einer Bildung eines unangenehmen Körpergeruches, auch werden einige gastrointestinale Nebenwirkungen verhindert, da die Säure (4-Phenylbutyrsäure) langsamer und erst im Dünndarm anstatt bereits im Magen freigesetzt wird. [Guha 2013, Häberle 2014, Oishi 2014] Die hohe Natriumzufuhr bei Natriumphänylbutyrat bereitet weitere Probleme und bringt eine eingeschränkte Anwendung mit sich. Die hohe Natriumbelastung kann einen nachteiligen Einfluss auf den Flüssigkeitshaushalt haben, das Risiko für kardiovaskuläre Nebenwirkungen erhöhen oder Komplikationen für Patienten mit weiteren Komorbiditäten mit sich bringen, wie zum Beispiel eines Aszites durch Leberzirrhose, Bluthochdruck oder Nierenerkrankung. [Häberle 2014, Oishi 2014] *„Jede Tablette AMMONAPS enthält 62 mg (2,7 mmol) Natrium, entsprechend 2,5 g (108 mmol) Natrium pro 20 g Natriumphänylbutyrat, was der maximalen Tagesdosis entspricht. AMMONAPS sollte daher bei Patienten mit kongestiver Herzinsuffizienz oder schwerer Niereninsuffizienz sowie bei mit Natriumretention und Ödembildung einhergehenden klinischen Zuständen nur mit Vorsicht angewendet werden.“* [Swedish Orphan Biovitrum International AB (Sobi) 2016a] Das Glycerolgerüst des Glycerolphänylbutyrat weist im Vergleich zum Natriumsalz weitere Vorteile auf. Durch die Glycerolstruktur ist Glycerolphänylbutyrat eine Lösung und damit wesentlich einfacher einzunehmen, die Tablettenlast für die Patienten wird reduziert und die Substanz hat einen wesentlich angenehmeren Geschmack. [Guha 2013, Häberle 2014, Oishi 2014] Dies ist insbesondere deshalb von großer Bedeutung, da die Erkrankung überwiegend im Kindes- und Neugeborenenalter auftritt. [Oishi 2014]

## 2.2 Zugelassene Anwendungsgebiete

### 2.2.1 Anwendungsgebiete, auf die sich das Dossier bezieht

Benennen Sie in der nachfolgenden Tabelle 2-4 die Anwendungsgebiete, auf die sich das vorliegende Dossier bezieht. Geben Sie hierzu den Wortlaut der Fachinformation an. Sofern im Abschnitt „Anwendungsgebiete“ der Fachinformation Verweise enthalten sind, führen Sie auch den Wortlaut an, auf den verwiesen wird. Fügen Sie für jedes Anwendungsgebiet eine neue Zeile ein, und vergeben Sie eine Kodierung (fortlaufende Bezeichnung von „A“ bis „Z“) [Anmerkung: Diese Kodierung ist für die übrigen Module des Dossiers entsprechend zu verwenden].

Tabelle 2-4: Zugelassene Anwendungsgebiete, auf die sich das Dossier bezieht

Anwendungsgebiet (Wortlaut der Fachinformation inkl. Wortlaut bei Verweisen)	orphan (ja / nein)	Datum der Zulassungserteilung	Kodierung im Dossier <sup>a</sup>
<p>RAVICTI wird angewendet als Zusatztherapie bei erwachsenen und pädiatrischen Patienten im Alter von <math>\geq 2</math> Monaten mit Harnstoffzyklusstörungen (<i>urea cycle disorders</i>, UCDs) einschließlich Mangel an Carbamoylphosphat-Synthetase 1 (CPS), Ornithin-Transcarbamylase (OTC), Argininosuccinat-Synthetase (ASS), Argininosuccinat-Lyase (ASL), Arginase 1 (ARG) und Ornithin-Translokase (Hyperammonämie-Hyperornithinämie-Homocitrullinurie-Syndrom, HHH), die durch diätetische Eiweißrestriktion und/oder Aminosäuresubstitution allein nicht behandelt werden können.</p> <p>RAVICTI muss mit diätetischer Eiweißrestriktion und in manchen Fällen mit Nahrungsergänzungsmitteln (z. B. essenzielle Aminosäuren, Arginin, Citrullin, eiweißfreie Kalorienergänzungsmittel) zusammen angewendet werden.</p>	ja	27.11.2015	A
a: Fortlaufende Angabe „A“ bis „Z“.			

*Benennen Sie die den Angaben in Tabelle 2-4 zugrunde gelegten Quellen.*

Die Angaben wurden der Produktinformation von RAVICTI entnommen. [Horizon Pharma Ireland Limited 2017]

### 2.2.2 Weitere in Deutschland zugelassene Anwendungsgebiete

*Falls es sich um ein Dossier zu einem neuen Anwendungsgebiet eines bereits zugelassenen Arzneimittels handelt, benennen Sie in der nachfolgenden Tabelle 2-5 die weiteren in Deutschland zugelassenen Anwendungsgebiete des zu bewertenden Arzneimittels. Geben Sie hierzu den Wortlaut der Fachinformation an; sofern im Abschnitt „Anwendungsgebiete“ der Fachinformation Verweise enthalten sind, führen Sie auch den Wortlaut an, auf den verwiesen wird. Fügen Sie dabei für jedes Anwendungsgebiet eine neue Zeile ein. Falls es kein weiteres zugelassenes Anwendungsgebiet gibt oder es sich nicht um ein Dossier zu einem neuen Anwendungsgebiet eines bereits zugelassenen Arzneimittels handelt, fügen Sie in der ersten Zeile unter „Anwendungsgebiet“ „kein weiteres Anwendungsgebiet“ ein.*

Tabelle 2-5: Weitere in Deutschland zugelassene Anwendungsgebiete des zu bewertenden Arzneimittels

<b>Anwendungsgebiet (Wortlaut der Fachinformation inkl. Wortlaut bei Verweisen)</b>	<b>Datum der Zulassungserteilung</b>
Kein weiteres Anwendungsgebiet	

*Benennen Sie die den Angaben in Tabelle 2-5 zugrunde gelegten Quellen. Falls es kein weiteres zugelassenes Anwendungsgebiet gibt oder es sich nicht um ein Dossier zu einem neuen Anwendungsgebiet eines bereits zugelassenen Arzneimittels handelt, geben Sie „nicht zutreffend“ an.*

Nicht zutreffend.

### 2.3 Beschreibung der Informationsbeschaffung für Modul 2

*Erläutern Sie an dieser Stelle das Vorgehen zur Identifikation der im Abschnitt 2.1 und im Abschnitt 2.2 genannten Quellen (Informationsbeschaffung). Sofern erforderlich, können Sie zur Beschreibung der Informationsbeschaffung weitere Quellen benennen.*

Die Informationen stammen aus firmeninternen Quellen, den Fachinformationen der jeweiligen Arzneimittel und aus zusätzlichen Quellen, die mittels zielgerichteter Freihandsuche im Internet identifiziert wurden.

## 2.4 Referenzliste für Modul 2

Listen Sie nachfolgend alle Quellen (z. B. Publikationen), die Sie in den vorhergehenden Abschnitten 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. Albers, N., Schweitzer, S., Byrd, D. J., Offner, G., Brodehl, J. Diagnostik und Therapie von Harnstoffzyklusdefekten. *Monatsschr. Kinderheilkd.* 1996; 144: 1078-1086.
2. Brusilow, S. W., Maestri, N. E. Urea cycle disorders: diagnosis, pathophysiology, and therapy. *Adv. Pediatr.* 1996; 43: 127-170.
3. European Medicines Agency (EMA). Assessment report Ravicti. EMA/676925/2015 [online]. Stand: 24.09.2015. URL: [http://www.ema.europa.eu/docs/en\\_GB/document\\_library/EPAR\\_-\\_Public\\_assessment\\_report/human/003822/WC500199159.pdf](http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/EPAR_-_Public_assessment_report/human/003822/WC500199159.pdf) [Zugriff: 29.12.2015]. 2015.
4. Gick, J. Harnstoffzyklusstörungen - Ein Leitfaden für Patienten, Eltern und Familien. European registry and network for Intoxication type Metabolic Diseases (EIMD) [online]. Stand: 2011. URL: [http://www.e-imd.org/rc/e-imd/htm/Article/2011/e-imd-20110729-235456-354/src/htm\\_fullText/de/ParentsPatients\\_ALL.pdf](http://www.e-imd.org/rc/e-imd/htm/Article/2011/e-imd-20110729-235456-354/src/htm_fullText/de/ParentsPatients_ALL.pdf) [Zugriff: 29.12.2015]. 2011.
5. Guffon, N., Kibleur, Y., Copalu, W., Tissen, C., Breikreutz, J. Developing a new formulation of sodium phenylbutyrate. *Arch. Dis. Child.* 2012; 97(12): 1081-1085.
6. Guha, M. Urea cycle disorder drug approved. *Nat. Biotechnol.* 2013; 31(4): 274.
7. Häberle, J., Boddaert, N., Burlina, A., Chakrapani, A., Dixon, M. et al. Suggested guidelines for the diagnosis and management of urea cycle disorders. *Orphanet J. Rare Dis.* 2012; 7: 32.
8. Häberle, J., McCandless, S. E. Orphan drugs in development for urea cycle disorders: current perspectives. *Orphan Drugs: Research and Reviews* 2014; 4: 63-70.
9. Horizon Pharma Ireland Limited. RAVICTI: Fachinformation. Stand: 06.2017. 2017.

10. Lucane Pharma ANHANG I - ZUSAMMENFASSUNG DER MERKMALE DES ARZNEIMITTELS: PHEBURANE [online]. Stand: 29.09.2017. URL: [http://www.ema.europa.eu/docs/de\\_DE/document\\_library/EPAR\\_-\\_Product\\_Information/human/002500/WC500147373.pdf](http://www.ema.europa.eu/docs/de_DE/document_library/EPAR_-_Product_Information/human/002500/WC500147373.pdf) [Zugriff: 14.02.2018]. 2017.
11. McGuire, B. M., Zupanets, I. A., Lowe, M. E., Xiao, X., Sypliy, V. A. et al. Pharmacology and safety of glycerol phenylbutyrate in healthy adults and adults with cirrhosis. *Hepatology* 2010; 51(6): 2077-2085.
12. Oishi, K., Diaz, G. A. Glycerol phenylbutyrate for the chronic management of urea cycle disorders. *Expert Rev. Endocrinol. Metab.* 2014; 9(5): 427-434.
13. Orphan Europe SARL. Carbaglu 200 mg Tabletten zur Herstellung einer Suspension zum Einnehmen: Fachinformation [online]. Stand: 09.2017. URL: [www.fachinfo.de](http://www.fachinfo.de) [Zugriff: 13.02.2018]. 2017.
14. Swedish Orphan Biovitrum International AB (Sobi). Ammonaps® 500 mg Tabletten: Fachinformation [online]. Stand: 11.2016. URL: <http://www.fachinfo.de> [Zugriff: 14.02.2018]. 2016a.
15. Swedish Orphan Biovitrum International AB (Sobi). Ammonaps® 940 mg/g Granulat: Fachinformation [online]. Stand: 03.2016. URL: <http://www.fachinfo.de> [Zugriff: 14.02.2018]. 2016b.