

Verfahren zur Herstellung von 1-Buten und einem 1,3-Butadienderivat

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung von 1-Buten und einem 1,3-Butadienderivaten aus n-Butan oder einem Gemisch linearer C₄-Kohlenwasserstoffe, das n-Butan enthält.

1-Buten und Derivate des 1,3-Butadiens sind wichtige Zwischenprodukte für die Herstellung einer Vielzahl von Produkten. Beispielsweise kann 1-Buten zur Modifizierung von Ethylen- oder Propylenpolymeren verwendet werden. Das Butadienfolgeprodukt 1-Methoxy-2,7-octadien ist beispielsweise ein Zwischenprodukt für die Synthese von 1-Octen.

Ungesättigte C₄-Kohlenwasserstoffe können aus den C₄-Fraktionen von Crackern, wie beispielsweise Steamcrackern oder FC-Crackern, die zur Herstellung von Propylen und Ethylen betrieben werden, gewonnen werden. Beispielsweise kann aus der C₄-Fraktion eines Steamcrackers 1-Buten und 1,3-Butadien und aus dem C₄-Schnitt eines FC-Crackers 1-Buten abgetrennt werden. Die Mengen an C₄-Schnitten sind an der Produktion von Ethylen und Propylen gekoppelt und stehen nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung.

Alternativ dazu können lineare ungesättigte C₄-Kohlenwasserstoffe durch Dehydrierung von n-Butan hergestellt werden. Dabei entsteht ein Reaktionsgemische, die nicht umgesetztes n-Butan, 1-Buten, die beiden 2-Butene und 1,3-Butadien enthalten.

In DE 103 50 045 wird ein Verfahren zur Gewinnung von 1-Buten aus n-Butan beschrieben. Dabei wird n-Butan dehydriert und nach Abtrennung von Nebenprodukten aus dem Dehydrierprodukt, die keine C₄-Kohlenwasserstoffe sind, wird das Butadien selektiv zu linearen Butenen hydriert. Aus dem Hydriergemisch wird 1-Buten destillativ abgetrennt und das verbleibende Gemisch, das vorwiegend aus 2-Butenen und n-Butan besteht wird in die Dehydrierstufe zurückgeführt.

DE 102 31 633 offenbart ein Verfahren zur Herstellung von 4-Vinylcyclohexen aus n-Butan. Dabei wird n-Butan dehydriert und nach Abtrennung von Nebenprodukten aus dem Dehydrierprodukt, die keine C₄-Kohlenwasserstoffe sind, wird das Butadien katalytisch zu 4-Vinylcyclohexen umgesetzt. Nach Abtrennung des 4-Vinylcyclohexens wird das restliche Kohlen-

wasserstoffgemisch, das die linearen Butene, n-Butan und gegebenenfalls Butadien enthält, in den Dehydrierreaktor zurückgeführt.

Beiden Verfahren ist gemeinsam, dass jeweils nur eine Komponente aus dem Dehydrierungs-
5 gemisch gewonnen wird.

Das bei der Dehydrierung von n-Butan anfallende Reaktionsgemisch enthält neben den linearen Butenen, n-Butan und 1,3-Butadien. Die Gewinnung von reinem 1-Buten und reinem 1,3-Butadien, das in weiteren Schritt zu Folgeprodukte umgesetzt werden kann, aus solchen
10 Mischungen durch Destillation ist wegen deren geringen Siedepunktsdifferenz nicht wirtschaftlich. Ebenfalls ist die Abtrennung des 1,3-Butadiens durch Extraktions(destillation) aufwändig und teuer.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren bereitzustellen, das es
15 ermöglicht, 1-Buten und ein Butadienderivat wirtschaftlich aus n-Butan herzustellen.

Diese Aufgabe wird durch das im Folgenden beschriebene Verfahren gelöst.

Verfahren zur Herstellung von 1-Buten und einem 1,3-Butadienderivat umfassend die
20 Verfahrensschritte:

- a) nicht-oxidative katalytische Dehydrierung eines Einsatzgasstroms, welcher n-Butan, Wasserstoff, andere leichtsiedende Nebenbestandteile, Hochsieder und optional Wasser umfasst, so dass ein Produktgemisch entsteht, das nicht umgesetztes n-Butan, 1-Buten, die beiden 2-Butene, 1,3-Butadien, Wasserstoff, andere leichtsiedende Nebenbestandteile,
25 Hochsieder und optional Wasser umfasst, wobei der Einsatzgasstrom keine C₄-Isoverbindungen aufweist;
- b) Abtrennung von Wasserstoff, anderen Leichtsiedern, Hochsiedern und falls vorhanden von Wasser, so dass ein Produktgemisch erhalten wird, das n-Butan, 1-Buten, die beiden Butene und 1,3-Butadien umfasst;
- 30 c) Umsetzung eines Teils des in Verfahrensschritt b) erhaltenen 1,3-Butadiens zu einem Derivat;
- d) Abtrennung des im Verfahrensschritt c) erhaltenen 1,3-Butadienderivats;
- e) Selektivhydrierung des in Verfahrensschritt c) nicht derivatisierten 1,3-Butadiens zu 1-Buten;

f) destillative Abtrennung von 1-Buten aus dem im Schritt e) erhaltenen Kohlenwasserstoffstrom, so dass ein Reststrom verbleibt.

In einer Ausführungsform des Verfahrens wird der im Verfahrensschritt f) anfallende Reststrom ganz oder teilweise dem Einsatzgasstrom zugeführt, also zurück in die Dehydriereinheit, in der der Verfahrensschritt a) abläuft.

Die vorliegende Erfindung hat den Vorteil, dass aus n-Butan kostengünstig 1-Buten und ein Butadienderivat hergestellt werden kann. Dabei kann das Mengenverhältnis der beiden Zielprodukte durch Einstellen der Dehydrierbedingungen und des Butadienumsatzes variiert werden. Die spezielle Ausführung der Erfindung zeichnet sich darüber hinaus dadurch aus, dass ein sehr hoher Anteil der bei der Dehydrierung entstandenen Olefine in Wertprodukte umgewandelt wird, sodass nur eine geringe Menge an Butenen mit dem Rückführstrom in den Dehydrierungsreaktor eingebracht wird.

In einer Ausführungsform der Erfindung werden die im Reststrom vorhandenen linearen Butene vor der Zuführung zumindest teilweise umgesetzt, und die Umsatzprodukte vor der Zuführung aus dem Reststrom entfernt.

In einer Ausführungsform der Erfindung handelt es sich bei dieser Umsetzung um eine Oligomerisierung.

Einsatzstoffe

Als Einsatzstoffe für das erfindungsgemäße Verfahren können die n-Butanfraktion von Felddbutanen, Gemische linearer C₄-Kohlenwasserstoffe, die bei der Aufarbeitung von C₄-Schnitten von Steamcrackern oder FC-Crackern anfallen oder andere Gemische linearer C₄-Kohlenwasserstoffe, die bei anderen technischen Prozessen entstehen, verwendet werden.

Als Felddbutane bezeichnet man die C₄-Fraktion der „feuchten“ Anteile des Erdgases sowie der Erdöl-Begleitgase, die durch Abkühlung auf etwa -30 °C in flüssiger Form aus den Gasen abgetrennt werden. Durch Tieftemperaturdestillation gewinnt man daraus die Felddbutane, deren Zusammensetzung je nach Lagerstätte schwankt, die jedoch im Allgemeinen etwa 30 Massen-% Isobutan und 65 Massen-% n-Butan enthalten. Weitere Bestandteile sind in der Regel etwa 2 Massen-% Kohlenwasserstoffe mit weniger als 4 C-Atomen und etwa 3 Massen-% Kohlenwas-

serstoffe mit mehr als 4 C-Atomen. Dieses Gemisch kann nach destillativer Abtrennung des Isobutans im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzt werden. Optional werden vor dem Dehydrierungsschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens auch die Kohlenwasserstoffe, die keine 4 C-Atome aufweisen, ganz oder teilweise abgetrennt.

5

In einer Ausführungsform des Verfahrens ist der Einsatzgasstrom aus dem Verfahrensschritt a) die n-Butanfraktion von Feldbutanen.

10 In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens ist der Einsatzgasstrom aus dem Verfahrensschritt a) ein Gemisch linearer C₄-Kohlenwasserstoffe aus der Aufarbeitung von C₄-Schnitten von Steamcrackern oder FC-Crackern.

Derivatisierung des 1,3-Butadiens

15 Das nach Abtrennung der Nebenprodukte erhaltene Kohlenwasserstoffgemisch umfasst im Wesentlichen n-Butan, 1-Buten, die beiden 2-Butene und 1,3-Butadien.

Dieses Gemisch wird einer Reaktion unterworfen, bei der das 1,3-Butadien, jedoch nicht die linearen Butenen umgesetzt werden.

20 In einer Ausführungsform des Verfahrens wird 1,3-Butadien im Verfahrensschritt c) zu einem Derivat umgesetzt ausgewählt aus: 4-Vinylcyclohexen, 1,4-Cyclooctadien, 1,5,9-Cyclododecatrien, 4-Cyclohexen-1,2-dicarbonsäurederivaten, 1,7-Octadien, unverzweigten acyclischen Octatrienen, 2,7-Octadienylderivaten.

25 Die Umsetzung von 1,3-Butadien zu 4-Vinylcyclohexen kann beispielsweise an Cu(I)-Trägerkatalysatoren, wie in US 5,196,621 oder nach EP 0 397 266 erfolgen.

1,3-Butadien kann in Gegenwart von gelösten Nickel-Alumo-organischen Katalysatoren zu 1,4-Cyclooctadien und/oder 1,5,9-Cyclododecatrien umgesetzt werden.

30

Die reduktive Dimerisierung von 1,3-Butadien zu 1,7-Octadien kann nach DE 101 49 347 bzw. DE 10 2006 031413.1 durchgeführt werden.

Die Dimerisierung von 1,3-Butadien zu Octatrien, insbesondere zu 1,3,7-Octatrien, kann an einem Palladiumcarbenkomplex durchgeführt werden, wie in DE 10 2004 060520 beschrieben.

In einer Ausführungsform des Verfahrens wird das 1,3-Butadien im Verfahrensschritt c) mit
5 Dienophilen, die eine elektronenarme C-C-Mehrfachbindung aufweisen, zu Diels-Alder-Produkten umgesetzt. Die Mehrfachbindung kann eine C-C-Doppelbindung oder eine C-C-Dreifachbindung sein.

Dienophile mit Dreifachbindungen sind beispielsweise:

- 10 Propinsäure; Propinsäureester, wobei der am Sauerstoffatom des Esters gebundene Rest 1 bis 20 C-Atome aufweisen kann; Propinal; Propinol; Acetylendicarbonsäure; Acetylendicarbonsäuremonoester und Acetylendicarbonsäurediester, wobei der/die an einem Sauerstoffatom des Esters gebundene Rest 1 bis 20 C-Atome aufweisen kann/können; 3-Formylpropinsäure und ihre Ester; Butindial; Butindiol.

- 15 Dienophile mit Doppelbindungen weisen mindestens eine Doppelbindung auf, die mit einer oder mehreren elektronenziehenden Gruppe(n) substituiert und konjugiert ist. Entsprechende elektronenziehende Gruppen (-M-Effekt) sind: Nitrogruppe, Cyanogruppe, Formylrest, Ketorest (-C(O)R). Säurerest (-C(O)OH), Esterrest (-C(O)OR) oder Anhydridrest (-C(O)OC(O)R).

- 20 Es ist auch möglich, dass zwei vinylicale Substituenten zusammen eine funktionale Gruppe bilden, beispielsweise eine Anhydridgruppe.

Bevorzugt eingesetzte Dienophile sind:

- 25 Maleinsäureanhydrid; Maleinsäure und ihre Alkylester, bei denen die Alkylreste gleich oder verschieden sein können und jeweils 1 bis 10 C-Atome, insbesondere 1 bis 4 C-Atome aufweisen; Fumarsäure und ihre Alkylester, bei denen die Alkylreste gleich oder verschieden sein können und jeweils 1 bis 10 C-Atome, insbesondere 1 bis 4 C-Atome aufweisen; Maleinsäureimid (Maleinimid) und seine N-substituierten Derivate, bei denen der Substituent am
30 Stickstoff 1 bis 10, insbesondere 1 bis 4 C-Atome aufweist.

Dabei entstehen Derivate der 4-Cyclohexen-1,2-dicarbonsäure. Diese können beispielsweise durch Hydrierung der Doppelbindung und anschließender Alkoholyse (Veresterung, Umesterung) in Ester der 1,2-Cyclohexandicarbonsäure übergeführt werden. Diese Ester mit

Esteralkylgruppen, die 7 bis 12 C-Atome aufweisen werden als Weichmacher verwendet, wie beispielsweise 1,2-Cyclohexandicarbonsäurediisononylester.

In einer Ausführungsform des Verfahrens wird 1,3-Butadien mit einem protischen Nucleophil
5 (Wasser, Alkohole, Amine) zu dem entsprechenden 2,7-Octadienylderivat umgesetzt, wobei der Nucleophilrest am C1 gebunden ist. Diese Umsetzung (Telomerisation) wird durch Palladiumkomplexe katalysiert. Vorzugsweise werden Palladiumcarbenkomplexe verwendet, wie beispielsweise in DE 101 28 144 und DE 103 12 829 beschrieben.

- 10 Die Durchführung der Telomerisation kann, ähnlich wie in DE 10 2005 036039 beschrieben, erfolgen, mit dem Unterschied, dass auf eine hydrierende Vorreinigung des Einsatzstroms verzichtet werden kann.

In einer Ausführungsform des Verfahrens wird als 2,7-Octadienylderivat 1-Methoxyocta-2,7-dien
15 gebildet.

1-Methoxyocta-2,7-dien ist ein begehrtes Telomerisationsprodukt. Daraus kann durch Hydrierung der beiden olefinischen Doppelbindungen und anschließende Methanolabspaltung 1-Octen gewonnen werden, das zur Modifizierung von Polyethylen oder Polypropylen technisch
20 eingesetzt wird. Die ausgehend von 1,3-Butadien dreistufige Synthese für 1-Octen ist beispielsweise in DE 101 49 348 veröffentlicht. Für die Methanolabspaltung aus 1-Methoxyoctan kann der in DE 102 57 499 beanspruchte Katalysator verwendet werden.

Selektivhydrierung

- 25 Das nach der Abtrennung des Butadienderivats verbleibende C₄-Kohlenwasserstoffgemisch enthält neben nicht umgesetzten 1,3-Butadien 1-Buten und, wenn nicht bereits vorher abgetrennt, n-Butan und die beiden 2-Butene. Die Restmengen an 1,3-Butadien und gegebenenfalls vorhandenen mehrfach ungesättigte Kohlenwasserstoffe, wie beispielsweise 1,2-Butadien werden durch Selektivhydrierung entfernt, die zudem die Anteile an n-Butenen
30 erhöht. Ein geeignetes Verfahren ist z. B. von F. Nierlich et al. In Erdöl & Kohle, Erdgas, Petrochemie, 1986, Seite 73 ff beschrieben. Es arbeitet in flüssiger Phase mit vollständig gelöstem Wasserstoff in stöchiometrischen Mengen. Als selektive Hydrierkatalysatoren eignen sich z. B. Nickel und insbesondere Palladium auf einem Träger, z. B. 0,3 Massen-% Palladium auf Aktivkohle oder Aluminiumoxid. Eine geringe Menge Kohlenmonoxid im ppm-Bereich fördert

die Selektivität der Hydrierung des 1,3-Butadiens zu den linearen Butenen und wirkt der Bildung von Polymeren, dem sogenannten „green oil“ entgegen, die den Katalysator inaktivieren.

Abtrennung des 1-Butens

- 5 Der Hydrieraustrag wird destillativ in 1-Buten und in ein Gemisch aus n-Butan und linearen Butenen, hauptsächlich 2-Butenen, getrennt.

Verwendung der Destillatfraktionen

- Das gewonnene 1-Buten enthält keine Isoverbindungen. Es kann insbesondere für die
10 Herstellung von Cooligomeren mit Ethylen oder Propylen oder als Comonomer in Polyolefinen (LLDPE) verwendet werden.

- In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird das im Verfahrensschritt f) gewonnene 1-Buten in einem anschließenden Verfahrensschritt g) zu Cooligomeren mit Ethylen oder
15 Propylen umgesetzt.

Die n-Butan/2-Buten-Fraktion kann ganz oder teilweise in den Dehydrierreaktor zurückgefahren werden.

- 20 Optional kann vor der Rückführung ein Teil der linearen Butene durch Umsetzung und Abtrennung der Umsetzungsprodukte entfernt werden.

Geeignete Umsetzungen, die begehrte Zwischenprodukte liefern, sind beispielsweise die Oligomerisierung oder Hydroformylierung.

- 25 Die Oligomerisierung kann unter Verwendung von sauren oder Nickel enthaltenden Katalysatoren homogen oder heterogen durchgeführt werden. Bevorzugt erfolgt die Oligomerisierung an Nickel-Festbettkatalysatoren. Ein solches Verfahren ist beispielsweise das Octol-Verfahren der Evonik Oxeno GmbH. Die dabei hauptsächlich entstehenden Olefine mit 8
30 und 12 C-Atomen sind Zwischenprodukte für die Herstellung von Weichmachern oder Detergenzien.

Bei der Hydroformylierung entsteht ein Gemisch aus n-Pentanal und 2-Methylbutanal. Durch Wahl des verwendeten Katalysators kann das Massenverhältnis der beiden Aldehyde variiert

werden. Unter isomerisierenden Bedingungen ist es möglich, n-Pentanal in über 95 %-iger Selektivität herzustellen. Dazu kann ein Katalysatorsystem eingesetzt werden, wie beispielsweise in EP 0 213 639 beschrieben. Solche Gemische sind insbesondere für die Herstellung von Decanolgemischen mit hohem Anteil von 2-Propylheptanol geeignet.

5

Ausführungsbeispiel

Zwei Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden durch die Blockschemata in den Figuren 1 und 2 erläutert.

- 10 Bei dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel wird der n-Butan enthaltende Einsatzstrom (1) zusammen mit dem Rückführstrom (25/26) in die Dehydriereinheit (2) eingeleitet (gegebenenfalls kann Wasserdampf oder Sauerstoff eingeleitet werden; dies ist in der Figur 1 nicht dargestellt). Das Dehydrierungsgemisch (3) wird in einer Destillationseinheit (4) in Leichtsieder (5), Hochsieder einschließlich Wasser (6) und eine C₄-Fraktion (7) getrennt. Aus
- 15 Strom (7) wird ein Teil des n-Butans und der beiden 2-Butene abgetrennt Strom (9), das in den Dehydrierungsreaktor zurückgeführt wird. Ein Teil des 1,3-Butadiens im Kopfstrom (10) wird im Reaktor (11), gegebenenfalls unter Zusatz eines Agens (12), derivatisiert. Aus dem Reaktionsgemisch (13) werden in der Aufarbeitungsapparatur (14) das Butadienderivat (15), ein Zielprodukt, und die C₄-Fraktion (16) abgetrennt. Die Abtrennung von gegebenenfalls
- 20 vorhandenen Agens, Katalysator und deren Zurückführung ist nicht dargestellt. Der C₄-Strom (16), der noch geringe Mengen an 1,3-Butadien enthält, wird im Reaktor (17) mit Wasserstoff (18) selektiv hydriert. Der Hydrieraustrag (19) wird in der Hydriereinheit (20) in 1-Buten (21), zweites Zielprodukt (22), in ein Gemisch (23) aus n-Butan und linearen Butenen und gegebenenfalls eine Fraktion mit Hochsiedern getrennt. Der Strom (23) wird gegebenenfalls
- 25 nach Entnahme eines Teilstroms (24) in den Dehydrierungsreaktor zurückgeführt.

Bei dieser Ausführungsform ist die Kolonne (8) optional. Deren Verwendung bietet den Vorteil, dass die Konzentration an 1,3-Butadien im Strom (10) erhöht wird. Dadurch kann im Reaktor (11) eine höhere Umsatzgeschwindigkeit für 1,3-Butadien erreicht werden. Nachteilig ist jedoch

30 der Kapitaleinsatz für die Kolonne und deren Betriebskosten.

Eine zweite Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird in Figur 2 dargelegt. Sie unterscheidet sich von der Ausführungsform 1 dadurch, dass aus dem Rückstrom (26) ein Teil der linearen Butene im Reaktor (27), gegebenenfalls unter Zusatz eines Agens (28), zum Strom

(29), bestehend aus n-Butan, nicht umgesetzten Butenen und dem Produkt der Reaktion, umgesetzt wird. Nach Abtrennung der Reaktionsprodukte (31) und gegebenenfalls anderer Stoffe in der Trennapparatur (30) wird Strom (32), der n-Butan und lineare Butene enthält, in den Dehydrierungsreaktor eingespeist.

5

Bei dieser Ausführungsform ist es optional, nur Strom (9) oder nur Strom (23) oder Teile dieser beiden Ströme im beliebigen Verhältnis in den Reaktor einzuspeisen.

10

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von 1-Buten und einem 1,3-Butadienderivat, umfassend die Verfahrensschritte:
 - 5 a) nicht-oxidative katalytische Dehydrierung eines Einsatzgasstroms, welcher n-Butan, Wasserstoff, andere leichtsiedende Nebenbestandteile und Hochsieder umfasst, so dass ein Produktgemisch entsteht, das nicht umgesetztes n-Butan, 1-Buten, die beiden 2-Butene, 1,3-Butadien, Wasserstoff, andere leichtsiedende Nebenbestandteile und Hochsieder umfasst;
 - 10 b) Abtrennung von Wasserstoff, anderen Leichtsiidern und Hochsiidern, so dass ein Produktgemisch erhalten wird, das n-Butan, 1-Buten, die beiden Butenen und 1,3-Butadien umfasst;
 - c) Umsetzung eines Teils des in Verfahrensschritt b) erhaltenen 1,3-Butadiens zu einem Derivat;
 - 15 d) Abtrennung des im Verfahrensschritt c) erhaltenen 1,3-Butadienderivats;
 - e) Selektivhydrierung des in Verfahrensschritt c) nicht derivatisierten 1,3-Butadiens zu 1-Buten;
 - f) destillative Abtrennung von 1-Buten aus dem im Schritt e) erhaltenen Kohlenwasserstoffstrom, so dass ein Reststrom verbleibt.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der im Verfahrensschritt f) anfallende Reststrom ganz oder teilweise dem Einsatzgasstrom zugeführt wird.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die im Reststrom vorhandenen linearen Butene vor der Zuführung zumindest teilweise umgesetzt werden, und die Umsatzprodukte vor der Zuführung aus dem Reststrom entfernt werden.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei es sich bei der Umsetzung um eine Oligomerisierung handelt.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

wobei der Einsatzgasstrom aus dem Verfahrensschritt a) die n-Butanfraktion von Feldbutanen ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
5 wobei der Einsatzgasstrom aus dem Verfahrensschritt a) ein Gemisch linearer C₄-Kohlenwasserstoffe aus der Aufarbeitung von C₄-Schnitten von Steamcrackern oder FC-Crackern ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
10 wobei 1,3-Butadien im Verfahrensschritt c) zu einem Derivat umgesetzt wird ausgewählt aus: 4-Vinylcyclohexen, 1,4-Cyclooctadien, 1,5,9-Cyclododecatrien, 4-Cyclohexen-1,2-dicarbonsäurederivaten, 1,7-Octadien, unverzweigten acyclischen Octatrienen, 2,7-Octadienylverbindungen.
- 15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
wobei das 1,3-Butadien im Verfahrensschritt c) mit Dienophilen, die eine elektronenarme C-C-Mehrfachbindung aufweisen, zu Diels-Alder-Produkten umgesetzt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 8,
20 wobei das Dienophil ausgewählt ist aus:
 - Maleinsäureanhydrid,
 - Maleinsäure und ihre Alkylester, bei denen die Alkylreste gleich oder verschieden sein können und jeweils 1 bis 10 C-Atome aufweisen,
 - Fumarsäure und ihre Alkylester, bei denen die Alkylreste gleich oder verschieden sein
 - 25 können und jeweils 1 bis 10 C-Atome aufweisen,
 - Maleinsäureimid und seine N-substituierten Derivate, bei denen der Substituent am Stickstoff 1 bis 10 C-Atome aufweist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
30 wobei das 1,3-Butadien im Verfahrensschritt c) mit einem protischen Nucleophil zu dem entsprechenden 2,7-Octadienylderivat umgesetzt wird, und wobei der Nucleophilrest am C1 gebunden ist.
11. Verfahren nach Anspruch 10,

wobei als 2,7-Octadienylverbindung 1-Methoxyocta-2,7-dien gebildet wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11,
wobei die Selektivhydrierung im Verfahrensschritt e) unter Einsatz eines Palladium-
Katalysators erfolgt.

13. Verfahren nach Anspruch 12,
wobei der Palladium-Katalysators auf einem Träger aufgebracht ist ausgewählt aus:
Aktivkohle, Aluminiumoxid.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
wobei das im Verfahrensschritt f) gewonnene 1-Buten in einem anschließenden
Verfahrensschritt g) zu Cooligomeren mit Ethylen oder Propylen umgesetzt wird.