

# Stark in der Medizin und bei Hygieneanwendungen

## *Polyethylen (PE): Wachsende Bedeutung auch für Infrastrukturprojekte*

In den vergangenen Jahren hat sich die gesellschaftliche Sichtweise auf Kunststoffe verschoben. Die eigentlichen werkstofflichen Vorzüge wurden von der Kunststoffabfalldebatte überschattet. Ungewöhnliche Zeiten wie die gegenwärtige Covid-19-Pandemie führen allerdings den positiven Beitrag, den Kunststoffe leisten, wieder stärker vor Augen. Vor allem bei medizinischen und Hygieneanwendungen spielt dabei Polyethylen seine Stärken aus.



Polyethylen sorgt in der Medizintechnik für Kosten- und Gewichtseinsparungen. Bei Behältern erleichtert das Material außerdem die Sterilisation

© Adobe Stock; Sudok1

**D**ie Eigenschaften von Polyethylen (PE) haben dazu geführt, dass der Kunststoffwerkstoffe wie Glas in vielen Medizinanwendungen ersetzt, vor allem bei der Verpackung von sterilen Flüssigkeiten. Dieser Substitutionstrend hält nach

wie vor an. Gewichts- und Kosteneinsparung sind offensichtliche Gründe dafür. Andere Materialvorteile sind weniger offensichtlich und kaum außerhalb der Medizintechnik bekannt. Glasbehälter müssen z.B. vor dem Befüllen sterilisiert wer-

den. PE ist das bevorzugte Material, wenn es darum geht, vorgefüllte Behälter mittels einer voll integrierten Verfahrenstechnik herzustellen, dem sogenannten Blow-Fill-Seal-Prozess (BFS). Bei diesem wird in einem Verfahrensschritt der Behäl-

ter formgeblasen, aseptisch befüllt und verschlossen, um direkt anschließend bei 115 °C und entsprechender Verweildauer dampfsterilisiert zu werden.

Für diese Anwendung kommt typischerweise ein PE-LD (PE Low Density; PE mit niedriger Dichte), etwa der Marke Purcell von LyondellBasell, Rotterdam, zum Einsatz. Diese Produktfamilie wird in Übereinstimmung mit den Richtlinien der guten Herstellungspraxis (Good Manufacturing Practices, GMP) hergestellt und folgt den Anforderungen der Norm ISO 15378. Sehr gut geeignet für die Herstellung von Behältern im BFS-Verfahren ist das Material wegen seiner Kontakttransparenz, weichen Haptik und dem ausreichend hohen Schmelzpunkt, um den hohen Sterilisationstemperaturen standzuhalten.

Im Vorfeld von Behandlungen unterstützen Diagnosemethoden Ärzte dabei, das richtige Behandlungsprogramm einzuleiten. Besonders in der gegenwärtigen Pandemiesituation sind Schnelltests sehr wichtig, um nicht nur einzelne Diagnosen zu erstellen, sondern auch um Infektions-



**Bild 1.** Wie wichtig die Haltbarkeit von Lebensmittel ist, rückte in der Coronakrise wieder stärker in den Vordergrund. Kunststoffe wie Polyethylen leisten als Verpackungsmaterial dafür einen großen Beitrag und verhindern Lebensmittelverschwendung © Adobe Stock; Goffkein

ketten festzustellen und zurückzuerfolgen. Moderne Diagnosegeräte sind für solche Schnelltestverfahren ausgelegt. Diese Methoden können allerdings nur dann erfolgreich ausgeführt werden, wenn ei-

ne gute und vor allem verunreinigungs-freie Probenvorbereitung gewährleistet ist. Reagenzien und Spülflüssigkeiten werden häufig in im Blasformverfahren hergestellten PE-Behältern bereitgestellt. »

## WE DRIVE THE CIRCULAR ECONOMY.



Ob Inhouse-, Postconsumer oder Bottle-Recycling: Nur wenn Maschinen perfekt auf die jeweilige Anforderung abgestimmt sind, gelingt es Kreisläufe präzise und profitabel zu schließen. Vertrauen Sie dabei auf die Nummer 1-Technologie von EREMA: Über 6000 unserer Maschinen und Systeme produzieren so jährlich rund 14,5 Mio. Tonnen hochwertiges Granulat – hocheffizient und energiesparend.

**EREMA®**  
PLASTIC RECYCLING SYSTEMS

CHOOSE THE NUMBER ONE.

**Bild 2.** Bei Hygieneartikeln wie Tampons und Binden sind angenehme und gleichzeitig unauffällige Verpackungen gefragt. Durch die steigende Mobilität vieler Menschen steigt auch die Nachfrage nach einzeln verpackten Produkten

© Adobe Stock; Studio KIVI



Sie zeichnen sich besonders durch ihre Formfestigkeit und Chemikalienbeständigkeit aus, vor allem aber durch die Vermeidung des Einflusses von migrierenden Additiven. Durch aus dem Polymer austretende Additive kann es zu Wechselwirkungen mit dem Füllmedium kommen und dadurch je nach Analysenverfahren zu einer Verfälschung der Testergebnisse.

Außer in der Medizintechnik spielt PE auch bei der Verpackung von Lebensmit-

teln eine wichtige Rolle. In Deutschland landen laut dem Deutschen Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) jedes Jahr ca. 12 Mio. t an Lebensmitteln in der Mülltonne. Ein Teil wird entlang der Lieferkette, sprich vom Erzeuger zum Einzelhandel, entsorgt. Daneben wirft jeder deutsche Endverbraucher dem BMEL zufolge im Schnitt ca. 75 kg Lebensmittel pro Jahr weg. Kunststoffverpackungen wie Behälter helfen nicht nur dabei, druckempfindliche Nahrungsmittel wie Erdbeeren und Weintrauben während des Transports zu schützen, sie gewährleisten auch deren Hygiene im Supermarktregal. Im Haushalt sind außerdem Frischhaltefolien ein beliebtes Verpackungsmaterial, um angebrochene Nahrungsmittel länger frisch zu halten (**Bild 1**). Je länger diese Nahrungsmittel aufbewahrt werden können, desto höher die Wahrscheinlichkeit, dass sie nicht in der Mülltonne landen. Somit helfen diese Verpackungen unmittelbar dabei, die Lebensmittelverschwendung zu verringern.

### Verpackung aus erneuerbarem Rohstoff

Ein positiver Beitrag für die CO<sub>2</sub>-Bilanz solcher Verpackungsmaterialien lässt sich durch die Herstellung aus erneuerbaren Rohstoffen erreichen. 2019 hat LyondellBasell einen Großversuch mit Kunststoffen durchgeführt, die auf nachwachsenden Rohstoffen basieren. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass alle physikalischen Eigenschaften der daraus hergestellten PE-Produkte unverändert bleiben. Mittlerweile sind erste Produkte wie Frischhaltefolien daraus erhältlich.

Ein wichtiges Einsatzgebiet für PE sind außerdem Hygieneartikel (**Bild 2**). Gerade an Artikel für Frauen bestehen hohe An-

sprüche. Sie müssen nicht nur hygienisch sein und einen hohen Tragekomfort aufweisen, sondern auch sicher und unauffällig transportierbar sein. Obwohl es das Ziel ist, dass diese Verpackungen leicht sind und sich möglichst unauffällig und geräuschlos öffnen lassen, muss ein unbeabsichtigtes oder selbstständiges Öffnen ausgeschlossen werden. Weitere wichtige Ansprüche an solche Produkte sind eine angenehme Optik und Haptik, die Materialeigenschaften wie eine gute Bedruckbarkeit und eine matte und weiche Oberfläche voraussetzen.

### Widersprüchliche Ziele und Vorlieben

Die meisten dieser Hygieneprodukte werden ohne individuellen Schutz in größeren Packungen angeboten. Aufgrund des immer mobileren Lebensstils vieler Verbraucherinnen steigt allerdings der Wunsch, dass diese Produkte einzeln verpackt werden. Gleichzeitig streben viele Hersteller an, Kunststoffabfälle zu reduzieren. Dieser Widerspruch zwischen den Vorlieben der Verbraucherinnen und den Zielen der Hersteller ist eine große Herausforderung für die Eigenschaften eines Materials.

Dünne Verpackungsfolien, die Material einsparen, bereiten z.B. in der Produktion Schwierigkeiten. Je dünner eine Verpackungsfolie ist, desto anspruchsvoller wird es, diese auf modernen, hochproduktiven Maschinen herzustellen, da bei hohen Abzugsgeschwindigkeiten die Folie leicht abreißt. Dünnfolien, vor allem bedruckte, müssen daher auf langsam laufenden Maschinen hergestellt werden, was sich wiederum in den Kosten widerspiegelt, auch wenn weniger Material verbraucht wird. Hochleistungsprodukte wie bi-modales Metalloccen-PE sind eine mögliche Lösung für dieses Problem. Die Materialkombination aus hoch- und niedermolekularem PE verbessert das Zusammenspiel zwischen Verarbeitbarkeit und den mechanischen Eigenschaften der Folie. Wichtig ist dabei eine gute Balance zwischen Steifigkeit, Durchstoßfestigkeit und Weiterreißfestigkeit. Moderne Folienverpackungsmaterialien erreichen diese Balance auf hohem Niveau und verbinden somit die Notwendigkeit einer effizienten und kostengünstigen Verarbeitung mit dem steigenden Verbraucheranspruch an solche Verpackungsfolien.

PE hat mittlerweile außerdem einen festen Platz als Rohrmaterial für die Was-

## Die Autoren

**Michael Berger** arbeitet als Associate Director für Polybuten-1 & Specialty PE bei LyondellBasell.

**Peter Bisson** ist im Application Development und als Technical Service Manager für PE Blow und Injection Molding bei LyondellBasell tätig.

**Dr. Volker Lackner** arbeitet als Associate Director Application Development and Technical Service für PE bei LyondellBasell.

**Dr. Bernd Marczinke** ist Associate Director Product and Application Development für PE bei LyondellBasell.

**Dr. Patrik Schneider** arbeitet als Head of Application Development & Technical Service für PE Specialties bei LyondellBasell.

## Service

### Digitalversion

➤ Ein PDF des Artikels finden Sie unter [www.kunststoffe.de/2020-10](http://www.kunststoffe.de/2020-10)

### English Version

➤ Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)



**Bild 3.** Polyethylen wird verstärkt für Rohre zur Trinkwasserversorgung eingesetzt. Der Kunststoff ist gerade in Ländern mit einem hohen Anteil an Chemikalien zur Keimabtötung im Trinkwasser gefragt © Shutterstock; T.W. van Urk

serversorgung (Bild 3). Der Werkstoff hilft dabei die Trinkwasserqualität sicherzustellen. Diese kann durch den Befall mit Keimen beeinträchtigt werden. Allgemein fördern höhere Temperaturen das Keimwachstum. Aus diesem Grund ver-

wendet man in wärmeren Regionen wie in südeuropäischen Ländern eine höhere Konzentration an Desinfektionsmitteln in den Wasserversorgungsnetzen, und zwar entweder Chlordioxid oder Hypochlorit. Diese sehr aggressiven Medien verursa-

chen oxidative Schäden an herkömmlichen Stahl-Versorgungsrohren, was wiederum eine verkürzte Lebenszeit der Versorgungsnetze zur Folge hat.

Deshalb ist bei diesen Wasserversorgungsnetzen insbesondere die neue Werkstoffklasse der Resist-RD-Materialien gefragt. Bei diesen handelt es sich um multimodale PE-HD-Typen, die neben einer hohen Spannungsrissbeständigkeit und Schlagzähigkeit auch eine besondere Beständigkeit gegen oxidierende Medien wie Chlor oder Chlordioxid aufweisen. Die Materialien eignen sich daher besonders für die sogenannte „unkonventionelle“ Verlegung, d.h. das grabenlose Verlegen der Rohre ohne Sandbett. Durch diese Materialien werden somit sowohl Installationskosten, als auch Erneuerungs- und Instandhaltungskosten aufgrund der verlängerten Lebenszeit der Rohre eingespart. Auch außerhalb Europas setzen sich diese Rohre immer mehr durch. In Australien kommen z.B. Rohre aus PE-Materialien mit erhöhter Chlorbeständigkeit zum Einsatz, da dort das Keimwachs- ➤



## Innovationen

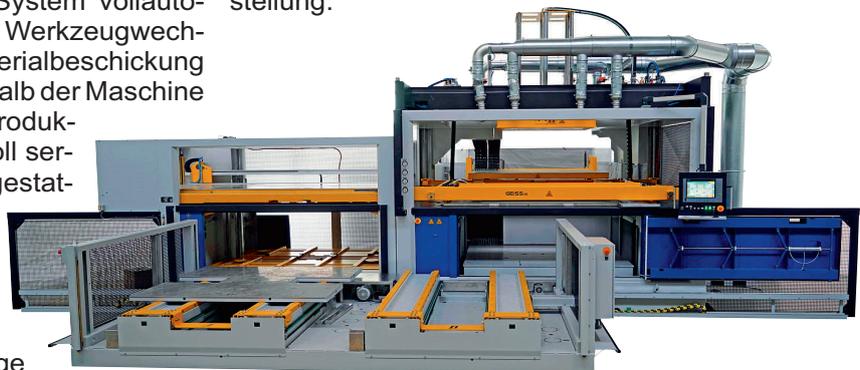
### Vollautomatische Thermoformanlage zur Herstellung von Autodachboxen



T10 der Geiss AG können u.a. Autodachboxen noch effizienter und nach bewährtem System vollautomatisch hergestellt werden. Mit der Werkzeugwechselmaschine können sowohl Materialbeschickung als auch Werkzeugwechsel außerhalb der Maschine vorbereitet und somit wertvolle Produktionszeit eingespart werden. Als vollservomotorische Maschine und ausgestattet mit dem effizientesten Halogenstrahler Typ Speedium und dem neuentwickelten Zentralgebläse kann so nicht nur wertvolle Zykluszeit sondern auch Energie gespart werden. Mit dieser Anlage

Mit der neu entwickelten Thermoformanlage

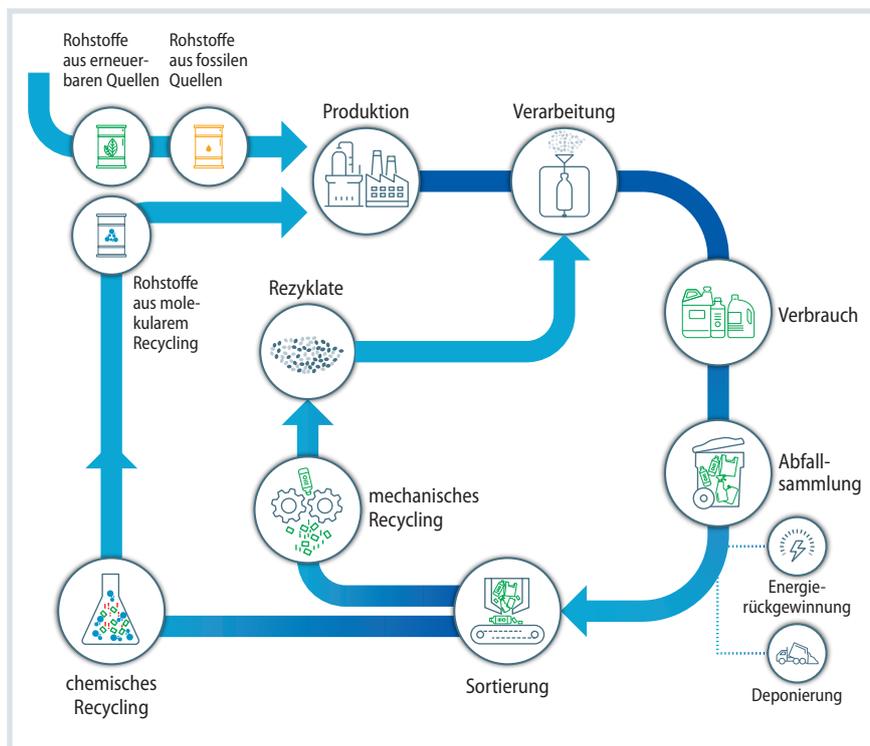
lassen sich ABS-PMMA-Platten in den relevanten Abmaßen bei 4,5 mm Dicke in 150 s verarbeiten. Da immer Ober- und Unterschale gleichzeitig verformt werden, ist es die effizienteste Form der Herstellung.



D-96145-Seßlach • Tel.: (+49) 9569 9221 0 • Fax: (+49) 9569 9221 20 • [www.geiss-ttt.com](http://www.geiss-ttt.com)

**Bild 4.** Aufgrund der steigenden Ansprüche an Datenraten und -volumen verbreiten sich Glasfasernetze immer weiter. Zum Schutz der sensiblen Fasern eignen sich Ummantelungen aus PE-HD

© Adobe Stock; Gabort



**Bild 5.** Je nach dem ursprünglichen Einsatzgebiet kommt für PE-Abfälle sowohl mechanisches als auch chemisches Recycling in Frage Quelle: LyondellBasell; Grafik: © Hanser

tum aufgrund der hohen Boden- und somit Wassertemperaturen besonders aggressiv ist.

In anderen Infrastrukturbereichen wird PE ebenfalls vermehrt verwendet, etwa in der Kommunikationsinfrastruktur. Moderne Kommunikation und Unterhaltung finden zunehmend über das Internet statt. Die Ansprüche an Übertragungsraten und Datenvolumen steigen kontinuierlich und es bedarf nicht nur einer ständigen Technologieanpassung, sondern auch des Einsatzes von bestmöglichen Kabelarten, nämlich optischen Glasfaserkabeln. Glasfasernetze ermöglichen Verbindungen im Gigabit/s-Bereich. Die dabei verwendeten Glasfasern sind allerdings sehr empfindlich und bruchanfällig und benötigen daher einen besonderen

Schutz. Genutzt werden dafür Mikro-Kabelschutz-Ummantelungen (**Bild 4**). Diese mittelflexiblen Röhrchen haben typischerweise einen Durchmesser von 3–16 mm und werden zu mehreren innerhalb eines größeren Außenrohres gebündelt. Sie zeichnen sich durch eine hohe Gleitfähigkeit aus, damit die Glasfaserbündel mit stetiger und geringer Abzugskraft eingezogen werden können.

Für diese Mikroröhrchen wird hauptsächlich PE-HD (PE High Density, PE mit hoher Dichte) eingesetzt. PE-HD verfügt über alle gewünschten Eigenschaften für diese Anwendung: hohe Biegsamkeit, geringer Reibungskoeffizient und eine Druckbeständigkeit von bis zu 10 bar. PE-HD-Röhrchen sind geeignet für alle gängigen Verlegungstechniken, sogar für die

grabenlose Verlegung bis hin zu den Haushalten. Die Basis-Typen dieser Röhrchen sind entweder glattwandig, gerippt oder gerillt. Welche dieser Typen zum Einsatz kommen, hängt von verschiedenen Faktoren ab, wie z. B. der benötigten Abzugskraft, dem Gleitkoeffizienten oder der gewünschten Biegsamkeit.

PE-HD spielt außerdem eine wichtige Rolle beim Transport von flüssigen Chemikalien und anderen Gefahrgütern. Sie werden bereits seit Jahrzehnten in großen Behältern befördert. Diese zugelassenen „Intermediate Bulk Container“ (IBC), Fässer und Kanister werden in der Regel aus hochmolekularem PE-HD hergestellt und ermöglichen den sicheren und vorschriftskonformen Transport von Füllgütern. Die Mehrzahl dieser Behälter ist bislang noch einschichtig, Mehrschichtbehälter befinden sich allerdings auf dem Vormarsch.

### Verpackung für gefährliche Güter

Im Unterschied zu herkömmlichen Verpackungen für Verbrauchsgüter haben diese Container zwei Aufgaben: Zum einen, das Füllgut von externen Verunreinigungen und zum anderen die Umwelt vor diesen, mitunter gefährlichen Füllgütern zu schützen. Der starke Nachfrageanstieg von Reinigungs- und Desinfektionsmitteln im Zuge der Covid-19-Pandemie hat die wichtige Aufgabe, die diese Behälter übernehmen, noch einmal deutlich gemacht. IBCs kommen nämlich beim Transport der Vorprodukte dieser Desinfektionsmittel zum Einsatz. Kanister und extrusionsgeblasene Flaschen werden wiederum zum Transport des fertigen Desinfektionsmittels zum Einzelhandel oder zu den Krankenhäusern eingesetzt.

Die genannten Produkt- und Anwendungstrends zeigen den Beitrag, den PE für die Verbesserung in vielen Bereichen leistet. Irgendwann läuft allerdings bei allen Produkten die Nutzungszeit ab. Wie lang diese Nutzungsdauer ist, wird sehr stark von der Anwendung bestimmt. Investitionsgüter werden mitunter für sehr lange Einsatzzeiten ausgelegt. Im Falle von Rohranwendungen kann die Einsatzzeit sogar mehr als 50 Jahre erreichen. Im Gegensatz dazu haben Verbrauchsgüter in der Regel sehr kurze Lebenszyklen vom Zeitpunkt ihrer Herstellung bis zur Entsorgung. Kunststoffabfall sollte nicht als Abfall gesehen werden, sondern als Rohstoff

und Ausgangspunkt für die Kreislaufwirtschaft. Sobald Abfallartikel gesammelt und zurückgeführt werden, gibt es zwei Möglichkeiten für ihre weitere Verwendung (Bild 5).

### *Mechanisch oder chemisch recyceln?*

Mechanisches Recycling macht sich die thermoplastischen Eigenschaften der meisten Kunststoffmaterialien zunutze und stellt den kürzesten Kreislauf dar: Aus Kunststoffabfall wird direkt wieder Kunststoffwertstoff. PE-Abfall, der nach Einsatz und Gebrauch entstanden ist, wird wieder in einen PE-Ausgangsstoff umgewandelt. Das hört sich leichter an, als es ist, und unterliegt zudem gewissen Einschränkungen.

Der Kunststoffabfall muss strenge Sortierungs- und Reinigungsprozesse durchlaufen, bevor der eigentliche Recyclingprozess beginnt. Vermischte Polymerfamilien müssen sortenrein getrennt werden, sonst ist kein mechanisches Recy-

ling möglich. Vergangene Designtrends, aber auch noch gegenwärtige Konzepte, versuchen spezifische Werkstoffeigenschaften verschiedener Kunststoffe synergetisch miteinander zu verbinden. Das Ergebnis sind Multimaterialkombinationen, oft in mehreren Schichten, die sich nach der Nutzung häufig nicht mehr sinnvoll trennen lassen. In Zukunft muss umgedacht werden. Anstelle von Mehrschicht-Konzepten sind Einschichtlösungen notwendig, um Kunststoffabfälle besser rezyklierbar zu machen. Zusätzlich zu dieser Schwierigkeit ist die Vielfalt an möglichen Neuanwendungen aufgrund von verbleibenden Verunreinigungen stark eingeschränkt. Medizinanwendungen oder andere Anwendungen, die sehr hohe Hygienestandards erfüllen müssen, lassen sich mit Rezyklaten dieser Art nicht herstellen.

Die zweite Recycling-Möglichkeit überspringt diese Einschränkungen regelrecht. Chemisches oder molekulares Recycling ist ein Verfahren, das im beson-

deren Fokus der chemischen Industrie steht. In Zusammenarbeit mit dem Karlsruher Institut für Technologie (KIT), dem Verband der chemischen Industrie (VCI), dem Verband der Kunststoffhersteller (Kunststoffherstellerverband) und der BKV GmbH, alle drei Frankfurt am Main, forscht die chemische Industrie in einem Projekt an Verfahren, die Kunststoffabfälle chemisch aufbereiten.

Eine Variante dieser Technologien wird zurzeit von LyondellBasell entwickelt. Diese Molekular-Recycling-Technologie (MoReTec) bedient sich speziell entwickelter Katalysatoren, um nicht-sortenreine Kunststoffmischabfälle in Kohlenwasserstoffe zu verwandeln. Diese Kohlenwasserstoffe sind Naphtha-ähnliche Produkte, wie sie üblicherweise in großindustriellen Crackern zur Herstellung von Ethylen- oder Propylen-Monomeren benutzt werden. Derartig hergestellte Kohlenwasserstoffe können als Naphtha-Ersatz zur Herstellung von PE oder Polypropylen (PP) verwendet werden. ■

>extruder >dosierer >komponenten >pneumatische förderung >komplette anlagen

# COPERION COMPOUNDIER-TECHNOLOGIE. EFFIZIENT. ZUVERLÄSSIG. NACHHALTIG.

Entdecken Sie unsere erstklassigen Technologie-Lösungen:

- + für das Compoundieren, Extrudieren, Dosieren, Fördern und Handling von Schüttgütern
- + mit höchsten Qualitätsstandards und maximaler Zuverlässigkeit

