

# VIA VISION

VOLKSWAGEN GROUP • NACHRICHTEN AUS DER MOBILEN ZUKUNFT

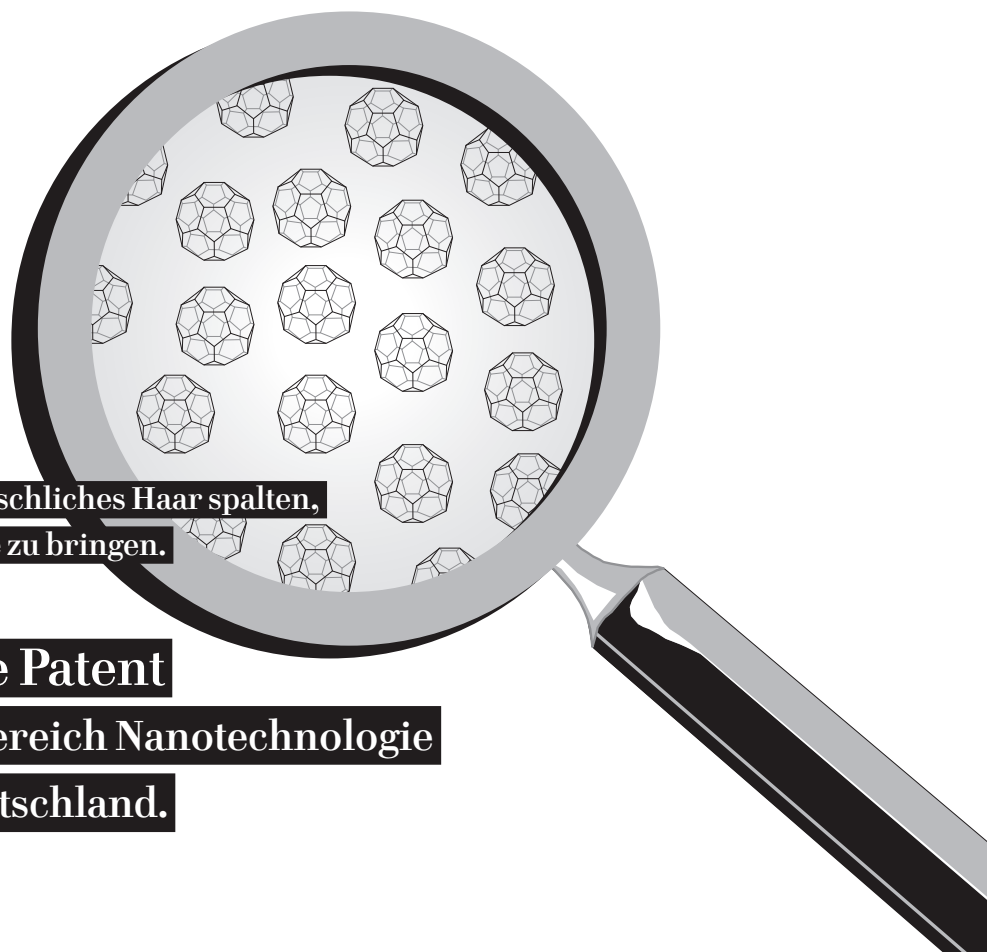
**NR 08**  
Oktober 2012

Editorial – Dr. Ulrich Hackenberg  
Nanowelten – Im Reich der Moleküle  
Unsichtbare Zutat – Wie Nanopartikel das Auto verbessern  
Innovationstreiber – Vorsprung durch Nano  
Impressum

2  
2  
4  
8  
8

# Nanotechnologie

## Kleine Teilchen – große Wirkung



**80.000-mal**

**müsste man ein menschliches Haar spalten,  
um es auf Nanogröße zu bringen.**

**Jedes neunte Patent**

**in Europa im Bereich Nanotechnologie**

**kommt aus Deutschland.**

**Editorial**



*Dr. Ulrich Hackenberg, Mitglied des Markenvorstands Volkswagen, Geschäftsbereich Forschung und Entwicklung.*

Nanotechnologie kommt schon heute in den unterschiedlichsten Industriebereichen zur Anwendung – auch in der Automobilbranche spielt sie eine wichtige Rolle. VIAVISION erklärt in dieser Ausgabe, was die Nanoteilchen so nützlich macht, auf welchen Gebieten der Fahrzeugtechnik sie zum Einsatz kommen und welchen Platz die deutsche Nanoforschung international einnimmt.

Ich wünsche allen Lesern viel Spaß bei der Lektüre.

**Größenverhältnisse:**

*Die Nanowelt ist fast unvorstellbar klein: Ein Nanometer verhält sich zu einem Meter wie der Radius einer Haselnuss zu dem der Erde.*

Quelle: Baylab Plastics (Stand 2012)



**Haselnuss**

Radius: 0,000006 Kilometer (sechs Millimeter)

**Erde**

Radius: 6.380 Kilometer

# Nanowelten

## Im Reich der Moleküle

Unterteilt man einen Millimeter in eine Million Teile, ist man bei der Größenordnung Nanometer angelangt. Um beispielsweise ein menschliches Haar auf Nanogröße zu bringen, müsste man es 80.000-mal spalten. Aufgrund ihrer geringen Größe haben Nanoteilchen spezifische Merkmale. Jedes Material, das auf die Größe von Nanopartikeln reduziert wird, verändert seine mechanischen, geometrischen, optischen, magnetischen, elektronischen oder chemischen Eigenschaften. Das liegt unter anderem daran, dass sich durch die Verkleinerung das Verhältnis zwischen Volumen und Oberfläche verschiebt. Teilt man zum Beispiel einen großen Würfel in viele kleine, dann besitzen die vielen kleinen Würfel zusammengenommen mehr Oberfläche, als der eine große – obwohl das Volumen gleich bleibt. Aufgrund dieses Effekts kann ein Gramm Nanokristallpulver eine Oberfläche aufweisen, die so groß ist wie ein Fußballfeld.

**Neue Eigenschaften:**

**Mechanisch**

Nanowerkstoffe sind besonders hart und bruchfest, da die Teilchen so klein sind, dass in ihrem Inneren keine Verformung stattfinden kann. Das Material kann also nicht nachgeben, sondern bleibt stabil.



**Chemisch**

Die im Verhältnis zum Volumen besonders große Oberfläche von Nanoteilchen erhöht ihre Fähigkeit, chemische Reaktionen einzugehen. Darum können sie wie Katalysatoren wirken und chemische Prozesse beschleunigen.



**Geometrisch**

Nicht nur die Partikel im Nanobereich sind winzig klein, sondern auch die Abstände zwischen ihnen, wenn sie in eine Struktur gebracht werden. So lässt sich die Durchlässigkeit eines Materials genau festlegen, um es etwa wasserabweisender oder korrosions-sicherer zu machen.



**Optisch**

Nanopartikel sind so klein, dass sie kaum oder gar kein Licht reflektieren. Glatte Oberflächen können darum mit einer Nanobeschichtung entspiegelt werden.



**Elektronisch/magnetisch**

Die geringe Größe der Nanopartikel schränkt die Bewegungsfreiheit der Ladungsteilchen ein. Damit können gewünschte elektronische Ladungen oder magnetische Polungen stabil gehalten werden.

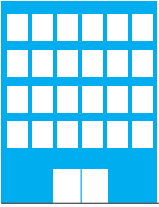


Quelle: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Nanotechnologien im Automobil (Stand 2008)

## Nano in Industrie und Forschung: (Anzahl der Institutionen\*)

\* Insgesamt gibt es in Deutschland 1.996 Einrichtungen im Bereich der Nanotechnologie, viele davon sind in mehreren Anwendungsfeldern aktiv. Die hier genannten Produkte sind Beispiele.

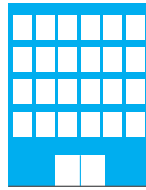
641



### Chemie/Werkstoffe

- selbstheilende Lacke
- rückstandsfreie Klebeverbindungen
- elektrisch leitfähige Kunststoffe

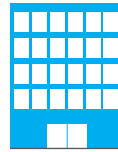
558



### Maschinenbau

- Diamantbeschichtungen für ultraharte Klingen
- Industrierollen mit Antihafteigenschaften
- folien- und faserförmige Sensoren

337



### Gesundheit

- Kontrastmittel für die Magnetresonanztherapie
- magnetische Sonden zur Tumorerkennung
- Wirkstofftransport in Medikamenten

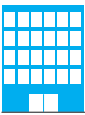
226



### Energie

- effiziente Solarzellen
- Legierungen für Dauermagnete in Windkraftwerken
- leitfähige Membranen für Brennstoffzellen

186



### Optik

- organische Leuchtdioden in druckbaren Materialien
- Glasfasernetze
- ultrapräzise Teleskopspiegel

180



### Informations- und Kommunikationstechnik

- Flashspeicher mit hoher Speicherdichte
- energieeffiziente Elektronik
- Festplattenspeicher mit besonders kleinen Zellen

143



### Umweltechnik

- Nanopartikel zur Trinkwasseraufbereitung
- keramische Filterteile zur Säuberung von Industrieabwässern
- nanoverkapselte Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln

124



### Konsumgüter

- Brillengläser mit lichtabhängiger Tönung
- wärmeregulierende Kleidung
- Sonnencreme

111



### Bau

- ultrahochfester Beton
- schmutzabweisende und selbstreinigende Wandfarben
- brandgeschützte Baustoffe

109



### Mobilität

- Treibstoffzusätze
- Gummimischungen für besonders haltbare Reifen
- kratzfeste Lacke

60



### Textil

- antibakterielle Kleidung
- textilintegrierte MP3-Player oder organische Leuchtdioden
- beheizte Textilien

40



### Sicherheitstechnik

- absorbierende Gele zur Neutralisation von gefährlichen Stoffen
- schussfeste Kleidung
- Sensoren zur Erkennung von biochemischen Kampfstoffen

In welchen Bereichen die Nanotechnologie besonders intensiv erforscht oder genutzt wird, lässt sich an der Anzahl der Netzwerke, Forschungsinstitute, Hochschulen und Unternehmen ablesen, die in Deutschland mit den kleinen Teilchen arbeiten. Die Vielfalt der Anwendungsbeispiele zeigt, dass es sich um eine sogenannte Querschnittstechnologie handelt, die praktisch überall in der Industrie zum Einsatz kommt.

Quellen: Bundesministerium für Bildung und Forschung (zweimal), Kompetenzatlas Nanotechnologie in Deutschland (Stand 11. September 2012); nano.DE-Report 2011

**Bionik**

Der Gedanke, in der Natur Vorbilder für technische Innovationen zu suchen, ist nicht neu: Schon Leonardo da Vinci konstruierte seine Flugapparate nach dem Prinzip des Vogelzugs. Heute versteht man unter dem Kunstwort Bionik, zusammengesetzt aus den Begriffen Biologie und Technik, die Übertragung von biologischen Erkenntnissen auf technologische Anwendungen. Bei der Herstellung von Autolacken beispielsweise orientiert man sich an Schmetterlingen. Deren Flügel schillern je nach Betrachtungswinkel in verschiedenen Tönen, weil das einfallende Licht von unterschiedlichen Ebenen innerhalb der Oberflächen reflektiert wird.



Foto: Sunny07-Fotolia.com

# Unsichtbare Zutat

## Wie Nanopartikel das Auto verbessern

Mit bloßem Auge kann man sie nicht erkennen, dazu braucht man schon ein Elektronenmikroskop. Man könnte also leicht übersehen, dass Nanoteilchen längst einen festen Platz in unserer Umgebung eingenommen haben. Auch in der Automobilindustrie, wo viele unterschiedliche Materialien zu einem Produkt zusammengefügt werden, finden sie Verwendung. Die Forscher und Entwickler haben dabei drei Ziele: Sie wollen die Autos für Fahrer und Passagiere immer sicherer machen, den Fahrkomfort erhöhen und die Umweltbelastungen senken. Wie sich das Äußere des Autos durch die kleinen Teilchen weiterentwickelt hat und welche Nanotechnologien in den Innenraum des Fahrzeugs Einzug gehalten haben, zeigt *VIAVISION* auf den folgenden vier Seiten.



Mechanisch



Chemisch



Elektronisch/  
magnetisch



Geometrisch



Optisch



Foto: Volkswagen



### Warmumformung von Stahl (Karosserie)

Die Karosserie eines Autos muss besonders stabil und beständig sein, um die Menschen im Innenraum bei einem Unfall zu schützen. Deswegen kommen hier Stähle zum Einsatz, die durch Warmumformung eine extrem hohe Festigkeit aufweisen.

**Nano:** Der hochfeste Stahl wird warm umgeformt. Dazu wird er mit einem Schutzlack aus Glas- und Kunststoffteilchen in Nanometergröße überzogen und dann auf 950 Grad Celsius erhitzt. Ohne Schutzlack würde es während der Umformung zu größerer Reibung, Verschmutzung und Korrosion kommen.

**Vorteil:** Der Nanoschutzlack erleichtert die Nutzung von hochfestem Stahl für Fahrzeugkarosserien.

Quellen: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Nanotechnologien im Automobil (Stand 2008); Volkswagen; ThyssenKrupp (beide Stand 2012)

*Nanotechnologie kommt serienmäßig in immer mehr Automobilen zum Einsatz, unter anderem im neuen Golf.*



### Klarlack (Karosserie)

Klarlack schützt den Basislack eines Autos vor äußeren Einflüssen. Er wird am Ende des Lackierungsprozesses aufgetragen und sorgt für Farbbrillanz und Kratzfestigkeit.

**Nano:** In die Klarlackschicht werden Keramik-Nanoteilchen eingebettet, die sich beim Trocknen des Lacks miteinander verbinden. An der Oberfläche entsteht dabei ein dichtes Netz aus Keramikpartikeln.

**Vorteil:** Der Klarlack wird stabiler und weniger anfällig für Beschädigungen. Außerdem verstärken die Nanopartikel aus Keramik den Glanz des farbigen Basislacks.

Quelle: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Nanotechnologien im Automobil (Stand 2008)

### Ultradünne Aluminiumschichten (Scheinwerfer und Spiegel)

Spiegel und Scheinwerferreflektoren bestehen aus aluminiumbeschichtetem Glas oder Kunststoff.

**Nano:** Die Aluminiumschicht wird aufgedampft. Bei diesem Verfahren entsteht ein reflektierender Überzug, der weniger als 100 Nanometer dick ist.

**Vorteil:** Weil beim Bedampfen der Glas- und Kunststoffteile weniger Aluminium benötigt wird als bei herkömmlichen Beschichtungsverfahren, werden Material und Kosten gespart.

Quelle: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Nanotechnologien im Automobil (Stand 2008)

### Lauffläche (Reifen)

Die Lauffläche eines Reifens, die durch den direkten Kontakt zur Straße am stärksten beansprucht wird, besteht zu rund 30 Prozent aus Ruß, Silika und Kohlenstoff. Diese Füllstoffe senken in Verbindung mit Kautschuk Abrieb und Rollwiderstand und verlängern die Lebensdauer des Reifens.

**Nano:** Ruß und Silika werden in Nanometergröße verarbeitet. Dadurch verstärken sich die Wechselwirkungen zwischen den Nanopartikeln und den Kautschukmolekülen.

**Vorteil:** Das Material der Lauffläche verformt sich bei Belastung weniger stark, wodurch Rollwiderstand und Kraftstoffverbrauch sinken.

Quelle: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Nanotechnologien im Automobil (Stand 2008)

### Rußpartikelfilter (Katalysator)

Partikelfilter binden die bei der Verbrennung entstehenden Rußteilchen und verhindern, dass diese mit der Abgasluft nach außen gelangen.

**Nano:** Moderne Katalysatoren filtern die Abgase durch ein metallisches Vlies, in dessen Poren Edelmetalle in Nanogröße aufgebracht sind. Dort lagern sich die Rußpartikel ab und werden ab 200 Grad Celsius verbrannt.

**Vorteil:** Dank der Nanostrukturen vergrößert sich die Oberfläche für den katalytischen Prozess. So können deutlich mehr Schadstoffe gebunden werden.

Quelle: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Nanotechnologien im Automobil (Stand 2008)

### Cockpit (Instrumententafel)

Die Verglasung von Instrumententafeln schützt die Anzeigen vor Staub und Schmutz.

**Nano:** Glas, das an der Oberfläche mikroskopisch kleine Lufteinschlüsse aufweist, oder Antireflexbeschichtungen im Nanometerbereich brechen das einfallende Licht weniger stark.

**Vorteil:** Streueffekte und Spiegelungen treten seltener auf.

Quelle: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Nanotechnologien im Automobil (Stand 2008)

### Magnetsensoren (Assistenzsysteme)

Im Auto sorgen Magnetsensoren dafür, das Fahrverhalten bestimmten Situationen anzupassen. Sie erkennen zum Beispiel die Drehzahl des Motors oder den Reifendruck, indem sie Veränderungen im magnetischen Feld wahrnehmen und diese Daten in ein elektrisches Signal umwandeln. Diese Informationen nutzen die Assistenzsysteme, um die Fahrdynamik im Bedarfsfall zu korrigieren.

**Nano:** Magnetsensoren, die den Riesenmagnetowiderstandseffekt (GMR) nutzen, bestehen aus mehreren nanometerdünnen Schichten, die abwechselnd magnetisch und nicht magnetisch sind. Verändert sich die Polung einer dieser Schichten, entsteht ein elektrischer Widerstand, der um ein Vielfaches höher ist als bei herkömmlichen Magnetsensoren.

**Vorteil:** GMR-Sensoren sind deutlich kleiner und liefern selbst bei großen Temperaturschwankungen relativ eindeutige und konstante Messergebnisse.

Quellen: ITWissen.info (Stand 2012); Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Nanotechnologien im Automobil (Stand 2008)



Foto: Volkswagen

### Lithium-Ionen-Batterie (Motor)

In Hybrid- und Elektroautos bieten sich Lithium-Ionen-Batterien als Alternative zu Blei- oder Nickel-Metallhydrid-Batterien an. Sie sind leichter, kleiner und leistungsfähiger. In den Akkus befindet sich der sogenannte Separator. Diese Membran trennt Plus- und Minuspol voneinander, um Kurzschlüsse zu vermeiden. Sie ist durchlässig für bestimmte Ionen, die die elektrochemische Reaktion, bei der elektrische Energie freigesetzt wird, in Gang setzen.

**Nano:** Separatoren, die mit Keramik beschichtet sind. Diese Schicht besteht aus kleinsten Metalloxidteilchen, die miteinander verschmolzen werden.

**Vorteil:** Der keramische Separator behält im Gegensatz zu den bisher verwendeten Separatoren aus Kunststoff auch bei hohen Temperaturen seine Form und ist nicht brennbar.

Quelle: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Nanotechnologien im Automobil (Stand 2008)

### Textilien (Sitzpolster)

Sprays, die auf die Polster aufgesprüht werden, tragen Gerüche – zum Beispiel den nach Neuwagen.

**Nano:** Die in den Sprays enthaltenen Mikrokapseln sind so klein, dass sie in das Gewebe – egal ob Leder oder Stoff – eindringen und zwischen den Fasern haften bleiben. Der Duftstoff in diesen Kapseln wird immer dann freigesetzt, wenn sich eine Person auf den Sitz setzt.

**Vorteil:** Der gewünschte Duft muss nicht immer wieder aufs Neue aufgetragen werden.

Quelle: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Nanotechnologien im Automobil (Stand 2008)



### Luftfilter (Klimaanlage)

Kabinenluftfilter befreien die Luft auf ihrem Weg ins Autoinnere von Pollen, Staub und Gerüchen.

**Nano:** Durch die Verwendung von Nanofasern wird die Oberfläche, die zum Filter eingesetzt werden kann, vergrößert. Gleichzeitig erzeugen die mikroskopisch kleinen Fasern durch ihre geringe Größe kaum Strömungswiderstand. So gelangt die Luft ohne großen Druckverlust ins Autoinnere.

**Vorteil:** Durch die größere Oberfläche arbeiten die Filter effizienter und lassen durch den geringen Luftwiderstand mehr Luft ins Fahrzeuginnere – das spart Energie.

Quelle: Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr und Landesentwicklung, Nanotechnologien im Automobil (Stand 2008)

# Innovationstreiber

## Vorsprung durch Nano

### Führende Nanotechnologienationen:

-  1. USA
-  2. Japan
-  3. Deutschland

Anhand von Faktoren wie Forschungsausgaben oder Anzahl der naturwissenschaftlichen Studenten hat Lux Research ein internationales Nanotechnologie-Ranking erstellt.

Quelle: Lux Research (Stand 2012)

### Patent-Wettlauf: (Anteil an allen in Europa angemeldeten Patenten in Prozent)

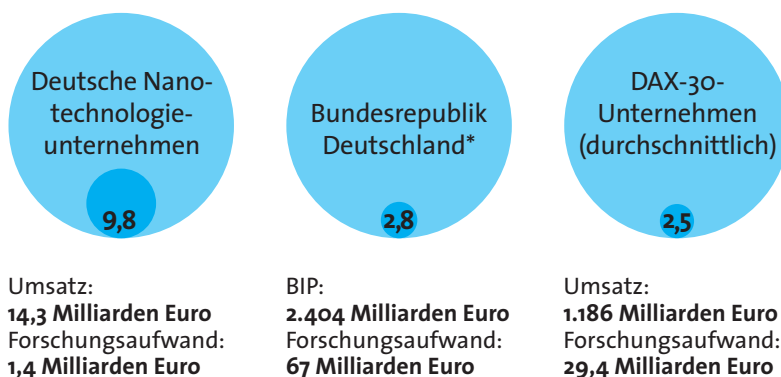


Zwischen 1989 und 2009 wurden beim europäischen Patentamt mehr als 160.000 Patente im Bereich Nanotechnologie angemeldet. Jedes neunte davon kam aus Deutschland.

Quelle: Bundesministerium für Bildung und Forschung, nano.DE-Report 2011

Die Nanotechnologie gilt als Schlüsseltechnologie, weil sie sich nicht auf einen speziellen Industriezweig konzentriert, sondern nahezu überall Anwendung findet. Der Einfluss, den sie damit auf Wirtschaft und Wettbewerbsfähigkeit eines Landes hat, ist hoch. Die neuen Produkte sorgen nicht nur für mehr Arbeitsplätze, sondern auch für eine Stärkung des jeweiligen Wirtschaftsstandorts.

### Ausgaben für Forschung und Entwicklung: (Anteil am Gesamtumsatz in Prozent)



Die Ausgaben für Forschung und Entwicklung können als Maßstab für die Innovationsfähigkeit eines Sektors, Staates oder Unternehmens gesehen werden. Je mehr hier investiert wird, umso stärker werden Innovationen angetrieben, die dann für mehr Arbeitsplätze sorgen und die Wettbewerbsfähigkeit steigern.

Quellen: Bundesministerium für Bildung und Forschung, nano.DE-Report 2011; Ernst & Young (Stand 2012); Bundesbericht Forschung und Innovation 2012

\* Für Staaten wird die Forschungsquote aus dem Anteil des Forschungsaufwands am Bruttoinlandsprodukt dargestellt, die Angabe bezieht sich auf das Jahr 2009.

## Impressum

[www.viavision.org](http://www.viavision.org)

### Herausgeber

Volkswagen Aktiengesellschaft  
Konzern Kommunikation  
Brieffach 1972, 38436 Wolfsburg  
Telefon: 05361/9-77604, Fax: 05361/9-74629

### Verantwortlich (V.i.S.d.P.)

Stephan Grühsem, Leiter Konzern Kommunikation;  
Peter Thul, Leiter Kommunikation Marke & Produkt

### Redaktion

Susanne van den Bergh,  
Stefanie Huland, Kathi Preppner,  
Carina Reez, Lena Wilde  
Kontakt: [redaktion@viavision.org](mailto:redaktion@viavision.org)

### Verlag

Verlag Rommerskirchen GmbH & Co. KG  
Mainzer Straße 16-18, Rolandshof,  
53424 Remagen, Telefon: 02228/931-0  
[www.rommerskirchen.com](http://www.rommerskirchen.com)

### Druckerei

L.N. Schaffrath GmbH  
Marktweg 42-50, 47608 Geldern