

Einschätzungen zu „Nano“-Textilien und Entwicklungstrends

- Umfrage

Dezember 2008

Claudia Som

Marcel Halbeisen

Um einen besseren Überblick über die Entwicklungen der Nanotechnologie in Textilanwendungen zu erhalten, haben wir eine Umfrage unter den TeilnehmerInnen von drei Veranstaltungen¹ durchgeführt. Wir haben im Oktober und November 2007 dreissig Antworten aus Firmen erhalten (a). Die meisten dieser Firmen verarbeiten Materialien zu textilen Zwischen- oder Endprodukten. Unter den Firmen sind auch solche, welche Nanopartikel/-materialien und Formulierungen für die textile Weiterverarbeitung oder Textilmaschinen herstellen. Neun Firmen gaben an, schon heute mit Nanopartikel/-materialien zu arbeiten, zehn möchten in Zukunft Nanopartikel/-materialien einsetzen, und zwei setzen keine Nanopartikel/-materialien ein. Die restlichen Firmen haben keine Angaben gemacht. Zur gleichen Zeit haben wir auch elf Antworten von Schweizer Forschungsinstitutionen erhalten, die Nanopartikel/-materialien erforschen (b). Die folgende Auswertung widerspiegelt die persönliche Einschätzung der 41 TeilnehmerInnen der Umfrage.

Nano-Funktionen

Als erstes haben wir nach dem Entwicklungsstand der Funktionen gefragt, die mit der Integration von Nanopartikeln/-materialien in den Textilien erreicht werden sollen. Die Tabellen 1a und 1b stellen dar, wann die TeilnehmerInnen mit der Einführung der einzelnen Funktionen in den Markt rechnen. Dabei haben wir die Funktionen unter dem Gesichtspunkt, ob sie nach Meinung der TeilnehmerInnen bereits auf dem Markt sind, vier Kategorien zugeordnet.

Nano- Funktionen	auf dem Markt	1 - 2 Jahre	2 - 5 J.	5 - 10 J.	nie	weiss nicht
antibakterielle Textilien	25	2	2	1		
selbstreinigende Textilien	19	3	4	2		2
leitende, antistatische Textilien	17	8	3	2		
Textilien mit UV-Schutz	14	9	2	2	1	2
feuchtigkeitsabsorbierende Textilien	12	5	1	2	2	8
optische Effekte	12	11	4	1		2
flammhemmende Textilien	11	5	7	2	2	3
verstärkte Fasern	10	3	4	3	2	8
thermisch isolierende Textilien	10	6	7	1	2	4
verbesserte Färbbarkeit	8	5	4	3		10
thermisch leitende Textilien	8	7	7	2	1	5
kontrollierte Freisetzung von aktiven Substanzen aus Textilien	6	5	7	5		7
intelligente Textilien („smart textiles“: Sensoren, Aktoren) z.B. aktive Wärmeregulierung Körperfunktions- Überwachung Aktive Bewegungsunterstützung	6	4	6	9	2	3
magnetische Textilien	5	3	5	4	1	12
stromerzeugende Fasern	1		2	11	1	14
schaltbare Oberflächen (z.B. schaltbare Durchlässigkeit)		2	11	5	2	10
Weitere: bügelfrei (von einer Firma gesucht)						1

Tabelle 1a: Einschätzung von dreissig Fachleuten aus Firmen.

¹ Plasmatechnologie und Textilien - Empa, 17. Aug. 07, Innovation Day – SwissTexnet, 27. Aug.07, nanoeurope Textiles – NanoCluster Bodensee, 11. Sept. 07

Leseweise der Tabelle 1a: z.B. 25 der 30 Fachleute aus Firmen meinen, dass antibakterielle Textilien basierend auf Nanopartikel/-materialien schon auf dem Markt sind.

Erste Kategorie: Eine Mehrheit (> 50%)...
 Zweite Kategorie: Eine beträchtliche Anzahl (≥ 30%)...
 Dritte Kategorie: Ein Minderheit (> 10%)...
 Vierte Kategorie: Einzelne oder niemand ...

...der Fachleute aus den Firmen oder der ForscherInnen aus Forschungsinstitutionen meint, dass Textilien mit einer Funktion basierend auf Nanomaterialien bereits auf dem Markt sind (s. Tabellen 1a und 1b)

Die Fachleute sind sich interessanterweise bei fast allen Funktionen uneinig, welche Funktion, wann auf dem Markt sein wird. Erstaunlich ist, dass bei der zweiten Kategorie der Funktionen, die über 30% der Fachleute als „auf dem Markt“ einschätzen, manche der Meinung sind, diese Funktionen werden nie umsetzbar sein. Diese sechzehn Gegenstimmen stammen von acht Fachleuten. (s. Tabelle 1a)

Die ForscherInnen kommen im Grossen und Ganzen zu einer ähnlichen Einschätzung wie die Fachleute, wobei sie den Entwicklungsstand vieler Funktionen eher „optimistischer“ einschätzen. (s. Tabelle 1b)

Nano- Funktionen	auf dem Markt	1 - 2 Jahre	2 - 5 J.	5 - 10 J.	nie	weiss nicht
antibakterielle Textilien	9		1			1
selbstreinigende Textilien	9		1	1		
leitende, antistatische Textilien	9		1			1
Textilien mit UV-Schutz	8		2			1
feuchtigkeitsabsorbierende Textilien	7					4
flammhemmende Textilien	5		3		1	2
verstärkte Fasern	5		1	1		4
thermisch isolierende Textilien	5	1			2	3
kontrollierte Freisetzung von aktiven Substanzen aus Textilien	4	2	2	1		2
verbesserte Färbbarkeit	3	2	2		1	3
optische Effekte	3	2	3			3
thermisch leitende Textilien	2	1	2	1	1	4
intelligente Textilien („smart textiles“: Sensoren, Aktoren) z.B. a) aktive Wärmeregulierung b) Körperfunktions- Überwachung c) Aktive Bewegungsunterstützung	1	1	6	1		2
magnetische Textilien		1	1	3	1	5
schaltbare Oberflächen (z.B. schaltbare Durchlässigkeit)		1	3	5		2
stromerzeugende Fasern			3	5		3
Weitere:...Verbundwerkstoffe			1			

Tabelle 1b: Einschätzung von elf ForscherInnen

VDI Einschätzung der Nano-Funktionen

Der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) schätzt den Reifegrad nanotechnologischer Entwicklungen ähnlich ein wie die Mehrheit der Schweizer Fachleute und ForscherInnen. Einzelne Funktionen wie die „isolierende Thermobekleidung“ und die „duftimprägnierte Wäsche“ hingegen stuft der VDI als schon auf dem Markt erhältlich ein, während die Schweizer Fachleute wie ForscherInnen diese eher später erwarten. Diese sind andererseits etwas „optimistischer“ bezüglich des Entwicklungsstandes der Textilien mit UV-Schutz. (s. Tabelle 2)

Nano- Funktionen	Reifegrad
schmutzabweisende Textilien	auf dem Markt
antibakterielle Wäsche	Auf dem Markt -5 Jahre
super isolierende Thermobekleidung	Auf dem Markt -5 Jahre
duftimprägnierte Wäsche	~ 0-5 Jahre
Kleidung mit integrierter Unterhaltungselektronik	~2-5 Jahre
UV geschützte Fasern	~ 2-5 Jahre
aktive Wärmeregulierung	~ 3-5 Jahre
ultraleichte Schutzwesten	~ 5-10 Jahre
aktive Bewegungsunterstützung	~7 -12 Jahre
Überwachung von Körperfunktionen	~ 8-15 Jahre

Tabelle 2: Beispiele für Anwendungsoptionen und Reifegrad nanotechnologischer Entwicklungen (VDI TZ GmbH modifiziert aus Nano-Initiative Aktionsplan 2010, S 16, 2006)

Nanopartikel/-materialien für die textile Anwendung

Die Mehrheit der Fachleute aus Firmen wie auch die (der) ForscherInnen meinen, dass schon heute viele Nanopartikel/-materialien von der Textilindustrie verarbeitet werden. Im Vordergrund stehen Silberbeschichtungen, TiO₂, gefolgt von ZnO, SiO₂ und CNT. Abweichende Einschätzungen gehen davon aus, dass diese Nanopartikel/-materialien erst in Zukunft in der Textilindustrie verarbeitet werden (s. Tabelle 3). Einig waren sich Fachleute und ForscherInnen darin, dass in Zukunft noch mehr verschiedene Nanopartikel/-materialien zum Einsatz kommen. Jemand hat es folgendermassen ausgedrückt: „das Feld [ist] offen für jegliche Art von an textile Substanz bindbare Nanomaterialien“.

Heute verwendete Np/-materialien		In Zukunft verwendete NP/-materialien	
Fachleute der Firmen	ForscherInnen	Fachleute der Firmen	ForscherInnen
Ag: 14 TiO ₂ : 13 SiO ₂ /Si-Verbindungen: 6 CNT: 3 Dispersionen: 2 F/Fluorcarbone: 2 ZnO : 2 Al ₂ O ₃ : 1 Au: 1 Russ (Carbon Black): 1 Keramik: 1 Metalloxide : 1	Ag: 10 TiO ₂ : 10 ZnO: 4 CNT: 2 SiO ₂ : 1 MgO: 1 F: 1 Wachs: 1 Pigmente: 1 grosse Farbmoleküle:1	Ag: 1 TiO ₂ : 3 SiO ₂ : 1 CNT: 3 ZnO: 2 Al ₂ O ₃ : 1 Au: 1 Alkylverbindungen:1 Wolfram: 1	Ca ₃ (PO ₄) ₂ : 1 Au: 1 Pt:1 Fe-Oxide: 1 Fe ₂ O ₃ : 1 CdS: 1 grossmolekulare Materialien: 1

Tabelle 3: Einschätzung der Fachleute und ForscherInnen.

Mengen der verwendeten Nanopartikel/-materialien

Die folgende Tabelle zeigt die Einschätzung der Fachleute und ForscherInnen bezüglich der verwendeten Mengen an Nanopartikel/-materialien in „nano“textilen Fasern (s. Fig 4). Die Mehrheit hat die Menge als eher gering eingeschätzt. Die dennoch unterschiedlichen Einschätzungen innerhalb der Fachleute wie ForscherInnen könnten daher rühren, dass einige wenige Funktionen bisher nur mit einer grösseren Menge von Nanopartikel/-materialien erfüllt werden können.

Fachleute	ForscherInnen
< 5 Gw%: 22	< 5 Gw%: 7
< 15 Gw%: 4	< 15 Gw%: 2
< 30 Gw%: 1	< 30 Gw%: 1
weiss nicht: 3	weiss nicht: 1

Tabelle 4: Geschätzte Mengen von Nanopartikel/-materialien in nanotextilen Fasern in Gewichtsprozenten (Gw %).

Prozesse, bei denen Nanopartikel/-materialien verarbeitet werden

Die Verarbeitungsprozesse in der Textilindustrie sind ziemlich komplex, da sich viele Prozesse miteinander kombinieren oder abwandeln lassen. Wir haben versucht, die wichtigsten Prozesse, bei denen Nanopartikel/-materialien verarbeitet werden könnten, aufzuzählen.

Gemäss der Einschätzung der Fachleute können Prozesse, bei denen Fasern oder textile Flächen mit Nanopartikel/-materialien beschichtet werden (s. Tabelle 5a), eher industriell umgesetzt werden als Prozesse, bei denen die Nanopartikel/-materialien in die textile Faser integriert werden (s. Tabelle 5a). Letztere konnten von einer Mehrheit der Fachleute nicht eingeschätzt werden. Dies könnte darin begründet sein, dass eine Mehrheit der Fachleute dieser Umfrage bei Firmen arbeiten, die vor allem „Beschichtungsprozesse“ anwenden.

Viele Fachleute sind sich einig, dass die „Beschichtungsprozesse“ wie Sol-Gel Beschichtung, die Tauchbeschichtung, das „Spray coating“ und das Foulard-Verfahren, schon heute industriell umgesetzt werden (s. Tabelle 5a).

„Nano“ - Verarbeitungsprozesse	auf dem Markt	1 - 2 Jahre	2 - 5 J.	5 - 10 J.	nie	weiss nicht
„Integrationsprozesse“						
Compoundieren	6	2	4			18
Schmelzspinnen	10	3	2			15
Lösungsspinnen (solution spinning)	6	6	1			17
„Electrospinning“	5	3	3	1		18
„Vapor/solution polymerisation“	3	3		1		23
„Beschichtungsprozesse“						
Sol-Gel Beschichtung (sol-gel coating)	20	4	1			5
Tauchbeschichtung (dip coating)	18	2				10
„Spray coating“	15	4				11
Plasmabeschichtung	18	2	4			6
Foulard	16	2	1			11

Tabelle 5a: Einschätzung der Fachleute bezüglich der industriellen Umsetzung der Prozesse, um Nanopartikel/-materialien zu verarbeiten.

Die ForscherInnen schätzen im Gegensatz zu den Fachleuten die Integration von Nanopartikel/-materialien in die Faser als gleich weit entwickelt ein wie die verschiedenen „Beschichtungsprozesse“ (s. Tabelle 5b).

„Nano“ - Verarbeitungsprozesse	auf dem Markt	1 - 2 Jahre	2 - 5 J.	5 - 10 J.	nie	weiss nicht
„Integrationsprozesse“						
Compoundieren	8					3
Schmelzspinnen	7		2			2
Lösungsspinnen (solution spinning)	4	1	2		1	2
„Elektrospinning“	4	1	3	1		2
„Vapor/solution polymerisation“		1	4	1		5
„Beschichtungsprozesse“						
Sol-Gel Beschichtung (sol-gel coating)	6	2	2			1
Tauchbeschichtung (dip coating)	6	2	1			2
„Spray coating“	4	1			1	5
Plasmabeschichtung	3	6	1			1
Foulard	5					6

Tabelle 5b: Einschätzung der Fachleute bezüglich der industriellen Umsetzung der Prozesse um Nanopartikel/-materialien zu verarbeiten.

Potential der NanoTextilien

Die meisten Fachleute und ForscherInnen sehen das grösste Potential der NanoTextilien in den Bereichen Medizin, Bekleidung und Sport, gefolgt von Heimtextilien und Geotextilien. Daneben wurden auch Wohlfühltextilien, Textilien für die Baubranche, technische Textilien, Arbeitskleidung (workwear) und Filtration genannt. Da sich diese Kategorien zum Teil stark überschneiden, sind hier klare Aussagen schwierig.

Kommentar

Aufgrund unserer eigenen textilen Forschung und unseren Recherchen meinen wir Autoren dieses Berichtes, dass heute noch wenige textile Nanoprodukte auf dem Markt sind und erst wenige Nanopartikel/-materialien in der Textilindustrie verarbeitet werden. Die Resultate dieser vorliegenden Einschätzung scheinen uns eher zu „optimistisch“. Das könnte daran liegen, dass bei Marketing-Ankündigungen oft nicht klar ist, ob wirklich Nanopartikel/-materialien verarbeitet und in den Textilien enthalten sind und ob diese auch für die angegebenen Funktionen verantwortlich sind. Denn die meisten Funktionen sind auch durch herkömmliche oder alternative Technologien bereits umsetzbar.

Anhand der veröffentlichten textilen Forschung und der nicht textilspezifischen Materialgrundlagenforschung haben wir den Eindruck gewonnen, dass in Zukunft tatsächlich eine grosse Vielfalt von Nanopartikel/-materialien zum Einsatz kommen könnte. Wir vermuten anhand aktueller Forschung, dass für viele Funktionen Nanopartikel- und Nanomaterial -Mengen weit unter 1 oder sogar unter 0.1 Gewichtsprozente in Textilien ausreichen, um optimale Funktionen zu ermöglichen, gemäss dem Motto: „weniger ist mehr“.

Für die oben genannten Prozesse, Nanopartikel/-materialien in Fasern einzuarbeiten oder damit Fasern oder textile Flächen zu beschichten, müssen nach unserer Einschätzung noch technische Probleme überwunden werden, um für die Funktionen die erforderliche Qualität und Stabilität zu erreichen.

Zusammenfassend sind wir der Meinung, dass diese Entwicklungen wahrscheinlich mehr Zeit in Anspruch nehmen werden, als das Ergebnis dieser Umfrage aussagt.