

# Polymerdispersionen und wässrige Anstrichmittel

Text und Bilder dipl. Ing. Heribert Kossmann

**Die wässrigen Bindemittel, besonders die Polymerdispersionen und wässrigen Anstrichmittel, schrieben innerhalb der vergangenen achtzig Jahre eine stürmische Geschichte. Stufenweise wurden sie von Generation zu Generation weiterentwickelt. Auch wurden sie effizienter und umweltfreundlicher. In den folgenden Ausführungen soll die Geschichte der Polymerdispersionen mit den wichtigsten Veränderungen bei der Formulierung und Anwendung der wässrigen Anstrich- und Beschichtungssysteme aufgezeigt werden.**



Bild 1: Abgewitteter Kalkanstrich auf einer Windmühle in Portugal

In der Zeit vor der Anwendung von Dispersionsfarben wurden Aussen- und Innenwände zum Beispiel mit Kalkfarbe «geweißelt», die aus gelöschtem Kalk hergestellt war. Bei Reisen durch südliche europäische Länder trifft man immer noch auf strahlend weisse oder auch verwitterte Fassadenflächen, die mit den begrenzt wetterbeständigen Kalkfarben gestrichen wurden (Bild 1). Modifizierte Kalkfarben findet man heute wieder im Lieferprogramm einiger Anstrichmittelhersteller.

Aber auch Silikatfarben gibt es schon lange. 1878 verwendete Adolf-Wilhelm Keim erstmalig ein Silikat als Bindemittel für Bautenfarben. Der wichtigste Vorteil dieser Silikatfarben war die hohe Beständigkeit gegen Wettereinflüsse. Indessen wurden sie in zwei Komponenten geliefert, dem als Fixativ bezeichneten Wasserglas und einem Pigment- und Füllstoffpulver. Diese Komponenten mussten vor den Anstricharbeiten zunächst gemischt werden. Da eine streifen- und fleckenfreie Oberfläche nur mit viel handwerklichem Geschick zu erzielen war, ist es kaum verwunderlich, dass damals Silikatfarben das wetterbeständige und aufwändige Anstrichmittel für anspruchsvolle Objekte waren, während Kalkfarben als der leicht verarbeitbare «Billiganstrich» galt. In verschiedenen, meist küstennahen Regionen wurden auch glänzend auftrocknende Öl- und Alkydharz-Lack-

farben für den Fassaden- und Wandanstrich eingesetzt. Der klassische Ölanstrich enthielt als Bindemittel Leinölstandöl plus Holzölstandöl und als Pigment Bleiweiss und/oder Zinkweiss – eine Formulierung, die wir uns heute aus Gründen des Umweltschutzes kaum noch vorstellen können. Kreidungsbeständiges Rutil-Titandioxid kam ja erst in den 50er Jahren auf den Markt.

## Weitere Vorläufer von Dispersionsfarben

Für den Innenanstrich gab es neben den vorher genannten Kalk- und Silikatfarben noch Wandfarben auf der Basis von Leimen und Kasein. Selbst hergestellte Leimfarben auf der Grundlage von Methylzellulose waren für den Maler über lange Zeit die wichtigste Innenwandfarbe. Neben der aufwändigen Herstellung (Einsumpfen der Kreide und Lösen der Methylcellulose am Vortag, dann Mischen der beiden Komponenten vor der Verarbeitung) kam hinzu, dass bei einem Neuanstrich zunächst die alte wasserlösliche Leimfarbe wieder von Wand und Decke abgewaschen werden musste, da mehrere übereinander aufgetragene Leimfarben zum Abplatzen neigten.

Zu den Vorläufern der heutigen Dispersionsfarben muss man auch wässrige Binder wie «Caparol» zählen, der zunächst aus Casein, Paraffin und Holz-

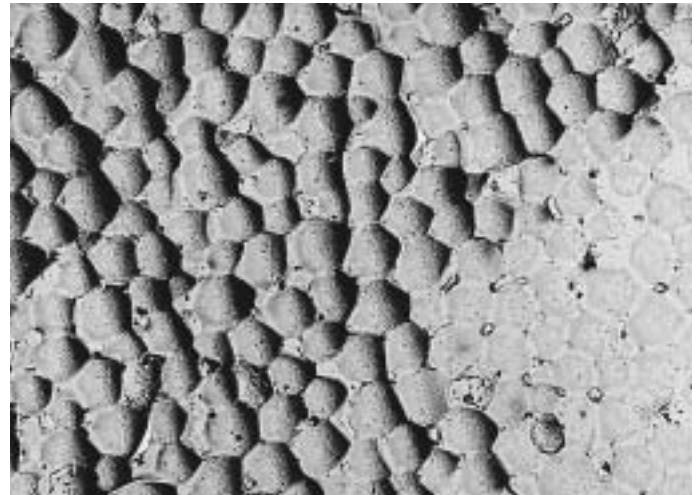
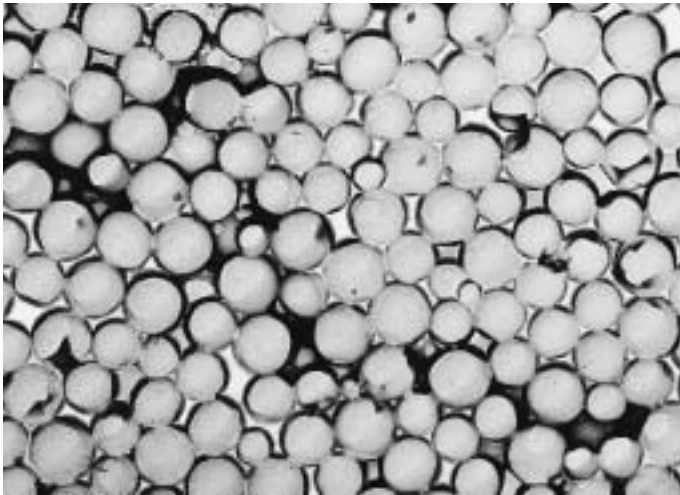


Bild 2: Polymerteilchen in einer wässrigen Dispersion – Elektronenmikroskop-Aufnahme

Bild 3: Polymerteilchen während der Trocknung

öl zusammengesetzt war. Als 1934 in Deutschland importierte Rohstoffe, wie Holzöl, nur noch für Rüstungszwecke verwendet werden durften, folgte «Caparol ölfrei» auf der Basis einer Acryl-Dispersion, denn in den 30er Jahren gab es auch die ersten wässrigen Bindemittel von der Rohstoffindustrie.

**Was sind Polymerdispersionen?**

Als Dispersion bezeichnet man Mischungen von festen oder flüssigen Substanzen in einer Flüssigkeit, wobei die verteilten Substanzen in der Flüssigkeit nicht oder nur sehr wenig löslich sind. Dispersion ist ein Oberbegriff für Suspension und Emulsion. Beide sind für die Formulierung von Anstrichmitteln von Bedeutung.

Polymerdispersionen müsste man streng genommen als Suspension bezeichnen. Im deutschsprachigen Raum haben sich jedoch Begriffe wie Polymerdispersion, Kunststoffdispersion oder kurz Dispersion eingebürgert. Anzutreffen ist auch die Bezeichnung Latex, abgeleitet von Kautschuklatex, also dem Naturprodukt Gummimilch (Bild 2 und 3).

**Von Generation zu Generation**

Betrachtet man die Entwicklung der wässrigen Anstrichmittel über acht Jahrzehnte, dann wird deutlich, dass sich diese in mehreren Stufen oder Generationen vollzogen hat [1]. Dabei wurde die Zusammensetzung der Polymeren immer wieder verändert, was zu neuen Eigenschaften der Dispersionen und zu verbesserten Fertigprodukten, aber auch zu neuen Anwendungsgebieten führte. Heute kann man von einer Entwicklung über fünf Generationen sprechen.

Der Entwicklungsprozess ist keineswegs kontinuierlich verlaufen. Im Gegenteil. Der Ablauf war stürmisch, ging auf die Forderungen des Marktes ein und war vom zunehmenden Umweltbewusstsein geprägt. Dies wird deutlich, wenn man die einzelnen Generationen näher betrachtet.

**1. Generation – «Wasser statt Lösemittel»**

Die erste Generation zeichnete sich durch die Faszination aus, brennbare Lösemittel durch Wasser zu ersetzen. 1934 kamen die ersten Polyvinylacetat-

und Polyacrylat-Dispersionen auf den Markt, die für Anstrichmittel, Klebstoffe, Lederzurichtungen und im textilen Bereich eingesetzt werden konnten [2].

Gebrauchsfertige Dispersionsfarben wurden allerdings zunächst nicht angeboten. Der Maler kaufte nur die als «Binder» bezeichneten, modifizierten Polymerdispersionen, wie Caparol-Binder, Binder AC 2 oder ähnliche Produkte, aus denen in der Malerwerkstatt matte Innen- oder auch wetterbeständige Fassadenfarben nach der Vorschrift des Lieferanten hergestellt werden konnten. Da Polyvinylacetat ein hartes Polymerisat ist, benötigt dieses Bindemittel den Zusatz eines Weichmachers, der allerdings im Laufe der Alterung durch Verdunstung oder Wanderung in den Untergrund entweicht. Ein anderer Nachteil von PVAc ist die begrenzte Verseifungsbeständigkeit, die auf alkalischen Untergründen, wie Beton und mineralischen Verputzen, zu Anstrichschäden führen konnte (Bild 4).

Ein besonderes Problem war die Frage der optimalen Grundierung. Anfangs glaubte man, das Problem durch einen Vorstrich mittels verdünnter Dispersionsfarbe lösen zu können. Aber das Eindringvermögen war, bedingt durch die relativ groben Teilchen der PVAc-Dispersion, nur gering. Ein Abblättern des Anstriches nach relativ kurzer Zeit war unausbleiblich, besonders wenn der Untergrund ein alter, leicht sandender Putz war. Damals erinnerte man sich einer bewährten Malertechnik

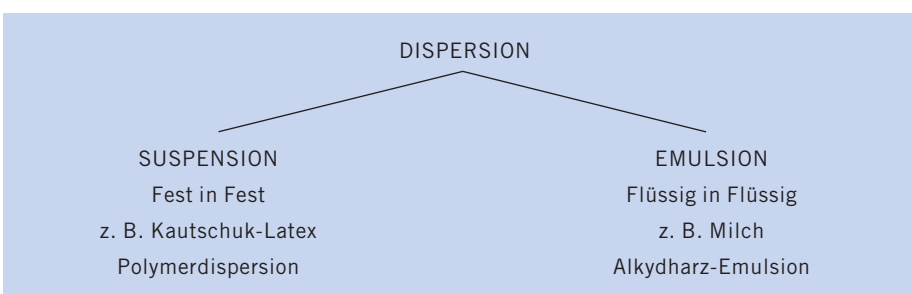




Bild 4: Anstrichschaden durch Verseifung des Bindemittels

nik, nämlich des Grundierens saugender Untergründe mittels «Halböl», einer Mischung von Leinölfirnis und Testbenzin. Doch diese Vorbehandlung des alkalischen Untergrundes war mehr als fragwürdig, da neben der mehrtägigen Trockenzeit auch die Gefahr der Verseifung auf dem alkalischen Untergrund zu beachten war. Eine bessere Lösung des Grundierproblems waren dann neue Tiefgrundierungen auf der Basis feinteiliger Polymerdispersionen oder lösemitelgelöster Polymerisate.

## 2. Generation – «weichmacherfrei»

Die bei der ersten Generation vorhandenen Schwächen führten schon bald zu Neuentwicklungen. Zwei Wege boten sich an: Erstens die Entwicklung eines Homopolymeren mit einer Mindestfilmbildetemperatur (MFT) nahe 0 °C, was 1955 in Ludwigshafen mit einer Schutzkolloid-Dispersion auf der Basis von Vinylpropionat gelang. Zweitens die Copolymerisation des «harten» Vinylacetat mit einem «weichen» Comonomer, wozu sich damals Acrylate, Dibutylmaleat und Vinylaurat anboten. Mit diesen neuen «innerlich weichgemachten» Dispersionen gelang eine deutliche Verbesserung der Fertigprodukte. Fortan sprach man von «äusserlich weichgemachten» Dispersionen (damit waren die Weichmacher enthaltenden Produkte gemeint) und von den «innerlich weichgemachten» Homo- oder Copolymer-Dispersionen.

In die Zeit der 2. Generation fallen aber auch neue Anwendungsgebiete. Da sind besonders die «kunstharzgebundenen Putze» zu nennen, die 1955 auf den Markt kamen und auch als Kunststoffputze angeboten wurden. Sie waren nicht nur im Aussehen den mineralischen Edelputzen täuschend ähnlich, sie wurden auch mit den gleichen Werkzeugen aufgetragen und strukturiert. Welche Vorteile konnten aber die kunstharzgebundenen Putze gegen mineralische Edelputze bieten? Anreize waren die verarbeitungsfertige Anlieferung auf der Baustelle, aber auch eine grössere Farbtourenauswahl. Auch war der Wunsch nach Fassadenflächen und Innenräumen mit kräftigen Farbtönen zunehmend vorhanden.

Ein völlig neues Arbeitsgebiet entstand Ende der 50er Jahre: der «Vollwärmeschutz» oder, korrekter, das «Wärmedämm-Verbundsystem». Am Anfang stand die Aussendämmung von Zuckersilos, doch schon bald entdeckte man die energiesparende Dämmung von Wohn- und Geschäftshäusern. Was daraus geworden ist, kann heute auf vielen Baustellen beobachtet werden.

## 3. Generation – «Alkalibeständiger»

Den grössten Fortschritt erlebten Polymerdispersionen in der 3. Generation. Durch Verwendung neuer Monomere in Vinylactat- und in Acrylat-Dispersionen konnten Wünsche, wie hohe Verseifungsbeständigkeit, niedrigere Wasseraufnahme und geringere Verschmutzung der Anstriche, erfüllt werden. Diese neue Generation war von verschiedenen Entwicklungsrichtungen geprägt. Herausragend war zweifellos die Entwicklung der feinteiligen Acrylat-Styrol-Copolymerdispersionen, die 1965

für den Fassadenanstrich auf den Markt gebracht wurden. Neben Styrol wurden als «weichmachende» Monomere Acrylsäureester verwendet.

Doch die Formulierer der Dispersionsfarben hatten bald entdeckt, dass die neuen Acrylat-Styrol-Dispersionen auch ein hohes Pigmentbindevermögen aufweisen, so dass der Bindemittelanteil in matten Innenfarben erheblich gesenkt werden konnte. Bei den damals populär werdenden Qualitätsmerkmalen «scheuerfest», «waschfest», «wischfest» konnte man die gewünschten TAKD- oder spätere DIN-Kriterien mit weniger Bindemittel erfüllen. Nach dem Erfolg bei den Innenfarben folgte später die breitere Anwendung in Fassadenfarben und kunstharzgebundenen Putzen, wo die besonderen Vorteile, wie hohe Verseifungsbeständigkeit und geringe Verschmutzung, zur Geltung kamen (Bild 5 und 6).

Aber auch bei Vinylacetat-Copolymeren gab es wichtige Neuentwicklungen. Man denke nur an die durch Druckpolymerisation erzeugten Dispersionen. Im Juni 1977 wurde in Frankfurt-Hoechst ein Betrieb zur Herstellung von Vinylacetat-Ethylen-Copolymerdispersionen eingeweiht. Mit Hilfe eines neuen Verfahrens war es nun möglich, gasförmige Monomere, wie Ethylen und Vinylchlorid, in VAc-Copolymere einzubauen. Im deutschsprachigen Raum war zunächst von Terpolymer-Dispersionen die Rede; später hat sich die deutlichere Bezeichnung «Druckpolymer» durchgesetzt. Was waren nun die wesentlichen Vorteile der VAc-E-VC-Druckpolymeren? Durch die unverseifbaren Monomere Ethylen und Vinylchlorid wird die Alkalibeständigkeit des VAc-Copolymeren deutlich verbessert und das Pigmentbindevermögen erhöht. (Weiter S. 9)



Bild 5: Verschmutzter Fassadenanstrich 1969; Bildaufnahme 1982 – mit Dispersion der 2. Generation

Bild 6: In der gleichen Strasse: Sauberer Fassadenanstrich 1969; Bildaufnahme 1982 – mit Dispersion der 3. Generation

Eine andere, neue VAc-Copolymerdispersion enthält neben VAc das weichmachende Monomer Vinylversat, auch unter der Bezeichnung «Veova», sprich Vinylester of Versatic acid bekannt, wodurch die Verseifungsbeständigkeit verbessert wird. Vinylversat ist kein billiger Monomerbaustein, was sich schliesslich auch im Preis für die entsprechenden Polymerdispersion niederschlägt. So ist es nicht verwunderlich, dass diesen Copolymerdispersionen in Mitteleuropa nur ein begrenzter Erfolg beschieden war.

Letztlich sind dann noch die weiterentwickelten Acrylat-Copolymerdispersionen oder, besser gesagt, die «Reinacrylate» zu nennen, die als «Hartmonomer» Methylmethacrylat anstelle von Styrol enthalten. Sie wurden in Europa besonders gegen Acrylat-Styrol-Copolymerdispersionen angeboten, da es sich ja ebenfalls um feinteilige Emulgator-Dispersionen handelt. In beiden Fällen handelt es sich um Acrylat-Copolymerdispersionen. Deshalb sollte die Unterscheidung nach Reinacrylat- und Acrylat-Styrol-Dispersion erfolgen. Bei der Definition der styrolfreien Acrylat-Copolymerdispersion machte die Werbung allerdings manche Verrenkung. Eingeführt hat sich die Bezeichnung «Reinacrylat» entsprechend dem «all acrylic» oder «100% acrylic emulsion» in den USA. Was allerdings ein «100%-Reinacrylat» ist, bleibt wohl weiterhin ein Geheimnis der Werbung.

Ein Blick auf die folgende Tabelle soll aufzeigen, dass es keine Universal-Dispersion gibt. Jede Polymerdispersion hat Anwendungsschwerpunkte, die aufgrund ihrer Eigenschaften vorgegeben sind oder preisbedingten Zwängen folgen:

schichtung wichtige «Hydrophobierte Porosität» erzielt wurde [3] (Bild 7).

**4. Generation – «Vernetzung» und «Nasshaftung»**

Die Polymerdispersionen der ersten drei Generationen trocknen physika-

PVK	0	10	20	30	40	50	60	70	80 %
Reinacrylat									
Acrylat-Styrol									
Glanzgrad	Hochglanz		Seidenmatt			Matt			
Anwendung	Lasuren		Holzfarben			Innenfarben matt			
	Glanzfarben		Fassadenfarben			Füllfarben			
	Seidenglanzfarben								
PVK	0	10	20	30	40	50	60	70	80



Durch die neue Dispersions-Generation kamen auch neue Anstrichmittel auf den Markt, wie zum Beispiel Eintopf-Silikatfarben. Kannte man bislang nur 2-Komponenten-Silikatfarben, so war es nun mit der Hilfe der neuen Acrylat-Dispersionen möglich, lagerstabile Eintopf-Silikatfarben zu formulieren. Doch die Entwicklung geht ja bekanntlich weiter. So kamen dann wässrige Silikon-Fassadenfarben auf den Markt, die hohe Wasserdampfdurchlässigkeit mit ausgezeichneter Hydrophobie verbanden, womit eine für die Fassadenbe-

lisch. Das heisst, nach dem Verdunsten des Wassers ist ein Polymerfilm vorhanden, der keine Änderung erfährt. Mit der 4. Generation rückten aber «Vernetzung» und «Nasshaftung» mehr in den Vordergrund. Was führte zu dieser Entwicklung?

In den vorhergehenden Jahren wurden Polymerdispersionen vornehmlich für die Formulierung von matt bis seidenglänzend auftrocknende Dispersionsfarben und Putzen eingesetzt. Bei Wandanstrichen waren Dispersions-Glanzfarben eher die Ausnahme, und an

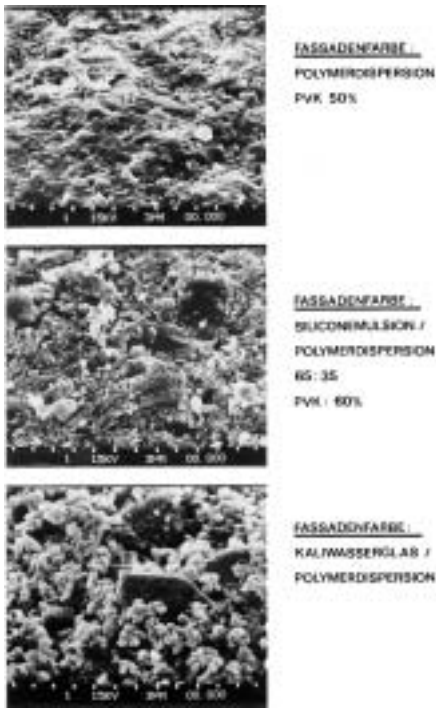


Bild 7: Elektronenmikroskop-Aufnahmen von Fassadenanstrichen mit unterschiedlicher Mikroporosität. Bindemittel: Polymerdispersion, Silikonemulsion plus Polymerdispersion, Kaliwasserglas plus Polymerdispersion

einen Austausch der Alkydharz-Lackfarben war aus mehreren Gründen nicht zu denken, da die bislang bekannten Formulierungen doch noch verschiedene Schwächen aufwiesen. So war der Streichwiderstand zu gering, wodurch die Schichtdicke zu niedrig ausfiel; es fehlte ein lackähnlicher Verlauf, die Blockfestigkeit war zu niedrig für den Tür- und Fensteranstrich, und es fehlte eine gute «Nasshaftung» auf alten Öl- und Alkydlackierungen. Damals, das heisst in den 80er Jahren, war jedoch ein immer deutlicher werdendes Umweltbewusstsein zu beobachten, was auch zu der Forderung führte, lösemittelhaltige Anstrichstoffe durch wässrige zu ersetzen. Die Schwächen der bislang bekannten Polymerdispersionen beziehungsweise der Dispersionsfarben wurden auf vier Wegen beseitigt:

«Vernetzung», «Kern-Schale-Technologie» und «Nasshaftungsverbesserer» sind Bestandteile neuer Polymerdispersionen, während der Verlauf vornehmlich über das neue Additiv «Diurethan-Verdicker» beeinflusst wird. Wenn wir hier von Vernetzung sprechen, dann muss es korrekt «Selbstvernetzung» heissen. Die Vernetzung erfolgt während der Trocknung, wenn das Wasser verdunstet und die Teilchen enger zusammerrücken. Durch die Vernetzung zwischen den Partikeln der Dispersion kann die Blockfestigkeit und zum Teil auch die Nasshaftung verbessert werden.

Beim «Kern-Schale-Prinzip» – weicher Kern und harte Schale – kann die Elastizität über den Kern des Polymerpartikels erreicht werden, während die harte Schale die Blockfestigkeit gewährleistet. Mittels dieser Technologie wurde es möglich, eine hohe Elastizität und eine klebfreie Oberfläche zu erzielen. Die Nasshaftung wurde durch die Zugabe spezieller Nasshaftungs-Verbesserer oder den Einbau dieser Stoffe in das Polymer verbessert.

Zum Begriff der «Nasshaftung» noch eine Anmerkung: Hier ist die Haftfestigkeit des getrockneten Dispersions-Lack-Anstriches auf alten durchgehärteten Öl- und Alkydharz-Anstrichen unter dem Einfluss von Feuchtigkeit gemeint [4] (Bild 8).



Bild 8: Dispersions-Lackfarben. Anstrich über gealterten Alkydharz-Anstrich nach 5-jähriger Bewitterung. D 315 = mit guter Nasshaftung, D 317 = mit mangelhafter Nasshaftung

**5. Generation – «Umweltfreundlicher»**

Auf den ersten Blick scheint die Bezeichnung der 5. Generation wie ein Werbeslogan, denn Dispersionsfarben gehörten ja immer schon zu den Anstrichstoffen mit dem niedrigsten Anteil an flüchtigen organischen Stoffen.

Anstrichmittel	Flüchtige organische Stoffe (%)
Alkydharzlacke und Lasuren	30–70
Dispersionslacke	5–10
Dispersionsfarben	1–4
Dispersionsfarben ohne Filmbildehilfsmittel	unter 0,5

Wer schätzt nicht ein Anstrichmittel, das in der Wohnung nur wenig, oder besser gesagt keine Geruchspuren hinterlässt. Früher konnte man noch nach Monaten die Ausführung von Anstricharbeiten riechen, besonders wenn mit lösemittelbasierten Öl- oder Alkyd-

	Vernetzung	Kern-Schale-Technologie	Nasshaftungs-Verbesserer	Diurethan-Verdicker
Streichzähigkeit				+
Verlauf				+
Blockfestigkeit	+	+		
Nasshaftung	(+)		+	

harz-Lackfarben gearbeitet wurde. Aber auch Filmbildehilfsmittel können, besonders wenn es sich um hochsiedende Produkte handelte, über längere Zeit einen deutlichen Geruch hinterlassen. Zudem kamen auch gesundheitliche Bedenken gegenüber verschiedenen Bestandteilen der Polymerdispersionen und der wässerigen Anstrichmittel in Diskussion. So setzte eine Entwicklung ein, die zum Ziel hatte, die bedenklichen Stoffe zu reduzieren oder durch weniger belastende zu ersetzen und schliesslich die Zugabe von Filmbildehilfsmitteln überflüssig zu machen. Während für bindemittelreiche, blockfeste Dispersions-Lackfarben auf der Basis von Reinacrylat-Dispersionen immer noch Filmbildehilfsmittel erforderlich sind, stehen heute für matt auf-trocknende Fassaden- und Innenfarben neue gerucharme Acrylat-Styrol- beziehungsweise Vinylacetat-Ethylen-Copolymerdispersionen zur Verfügung. Diese trocknen ohne Filmbildehilfsmittel einwandfrei auf, sodass Innenanstriche mit ELF-Dispersionsfarben (mit emissions- und lösemittelfreien Beschichtungsstoffen) eine nahezu geruchlose Angelegenheit sein können [5].

Die Bemühungen waren also in den letzten Jahren von Erfolg gekrönt. Polymerdispersionen sowie Dispersionsfarben und kunstharzgebundene Putze sind umweltfreundlicher und für den Menschen unbedenklicher geworden. Bei Dispersions-Lackfarben steht da noch einige Entwicklungsarbeit an, wenngleich nicht übersehen werden sollte, dass schon der Austausch lösemittelbasierter Alkydharz-Lackfarben durch Dispersions-Lackfarben eine erhebliche Reduzierung der Lösemittel-emission bedeutet.

### **Zusammenfassung – Zukunftsvisionen**

Rückblickend erkennt man bei der Entwicklung der Polymerdispersionen deutliche Zeitabschnitte, die man auch als Generationen bezeichnen kann. Mit Eintritt in eine neue Generation waren auch immer erhebliche Verbesserungen der wässerigen Anstrichmittel verbunden, oder neue Anwendungsgebiete taten sich auf, wie Wärmedämmung, Eintopf-Silikatfarben oder Dispersionslackfarben. Besonders deutlich wird dies in der 3. Generation. War am Anfang Wasser als unbrennbarer Rohstoffbestandteil besonders geschätzt, so stehen heute die Bemühungen zum Thema «Umweltschutz» im Vordergrund. Natürlich mussten über die Jahre Rohstoffhersteller, Formulierer und Anwender eine Menge dazulernen, zumal ja auch interessante Applikationsgeräte und neue Anwendungsgebiete hinzukamen.

Doch ohne Zweifel, die Zukunft hat bereits begonnen. Denken wir an Polyurethandispersionen mit der grossen Vielfalt bei den Ausgangsrohstoffen oder auch an Polymerdispersionen, wo «Vernetzung» und «Kern-Schale-Polymer» gewiss noch nicht ausgereizt sind. Immer noch gilt es, lösemittelbasierte Lacke und Beschichtungen durch umweltfreundlichere zu ersetzen, wobei neben Pulverlacken und strahlungshärtenden Systemen die wässerigen Anstriche und Beschichtungen eine wichtige Rolle spielen werden. Acrylat- und Vinylacetat-Copolymere werden die wichtigsten Bindemittelgruppen sein, wobei die Acrylate vornehmlich bei Dispersionslackfarben und Fassadensystemen dominieren, während Vinylacetat-Copolymere bei Innenfarben ihren Schwerpunkt haben werden. Die Zu-

kunft wird spannend bleiben, zumal neue Generationen mit neuen Eigenschaften und Anwendungsgebieten überraschen werden.

### **Literatur**

- [ 1 ] H. Kossmann, Kunstharzgebundene Putze – heute. Eigenschaften und Anwendungen, Die Mappe 8 (1974), S. 527–533.
- [ 2 ] H. Lehmann, Die Bedeutung der Kunstharzdispersionen in der heutigen Anstrichtechnik, Farbe + Lack 11 (1963), S. 845–846.
- [ 3 ] H. Kossmann, Fassadenbeschichtungen auf der Basis von Acryl-Copolymerdispersionen und Silikonemulsionen, Farbe + Lack 5 (1991), S. 412–415.
- [ 4 ] H. Kossmann, G. Florus, Zur Frage der Haftfestigkeit von Dispersions-Glanzfarben auf oxidativ getrockneten Anstrichen, FATIPEC 1978, Budapest, Kongressbuch S. 337–343.
- [ 5 ] H. Rinno, Bindemittel für emissionsarme Beschichtungstoffe, Farbe + Lack 8 (1993), S. 697–704.