

LumiNova AG Switzerland
Speicherstrasse
Postfach / P.O. Box 147
CH-9053 Teufen

LumiNova®

Tel 071 335 73 73
Fax 071 335 73 74

Information Super-LumiNova®

Nur für den privaten Gebrauch. Ausdruck nicht möglich!

Stand : 11.06.98 08,03

LumiNova AG
Switzerland
Speicherstrasse
Postfach / P.O. Box 147
CH-9053 Teufen
Tel 071 335 73 73
Fax 071 335 73 74
sales@rcritec.com
www.rcritec.com



Information Super-LumiNova

Themenübersicht

- 1. Einleitung**
- 2. Patentsituation**
- 3. Funktionsweise**
- 4. Toxizität**
- 5. Stabilität**
- 6. Nachleuchtintensität**
- 7. Anregung**
- 8. Farben / Emission**
- 9. Verarbeitung**
- 10. Lagerhinweise**

1. Einleitung

Super-LumiNova Nachleuchtpigmente stellen die neueste, patentierte Entwicklung auf dem Gebiet der nicht radioaktiven Nachleuchtpigmente für die Uhrenindustrie dar.

Auf Grund der ausserordentlich verbesserten Lichtspeicherkapazität können diese neuen Pigmente nun auch befriedigend als Leuchtmarkierungen auf Zifferblättern und Zeigern angewendet werden. Grundsätzlich funktionieren diese langnachleuchtenden Pigmente wie eine Lichtbatterie. Nach ausreichender Ladung mit Sonnen- oder Kunstlicht wird die gespeicherte Lichtenergie im Dunkeln wieder über längere Zeit (Stunden) abgegeben. Ausreichend grosse Markierungen bleiben somit während der ganzen Nacht sichtbar. Dieser Ladungs- und Entladungsprozess ist beliebig oft wiederholbar und unterliegt keiner Abnutzung/Alterung.

2. Patentsituation

Die Firma Nemoto & Co Ltd Japan hat für diese neue Generation von Nachleuchtpigmenten in den meisten Ländern (gem. Tabelle) Patente angemeldet und bestätigt erhalten. Super-LumiNova Pigmente sind nach den Patenten von Nemoto & Co Ltd Japan hergestellt und geniessen somit weltweiten Patentschutz. Nur die Verwendung von Super-LumiNova Pigmenten garantiert dem Anwender, dass er mit seinen Produkten weltweit keine Patentrechte verletzt. Wir empfehlen deshalb, in Ihren Qualitätsvorschriften ausdrücklich Super-LumiNova® zu spezifizieren um Unklarheiten und unerwünschte Auseinandersetzungen zu vermeiden.

3. Funktionsweise

SuperLumiova Leuchtkristalle gehören zur Klasse der phosphoreszierenden (langnachleuchtenden) anorganischen Pigmente. In den Kristall eingebaute Fremdatome dienen als Anregungs-, Speicher- und Leuchtzentren. Durch ausreichende Anregung mit Kunst- oder Sonnenlicht werden Elektronen in den Anregungszentren auf höhere Energieniveaus angehoben. Je intensiver und länger die Anregung respektive Aufladung, desto mehr Elektronen werden angehoben. Nach einer Speicherphase fallen diese Elektronen wieder in den Grundzustand und geben den Energieunterschied in Form von sichtbarem Licht ab. Nach Einstellung der Anregung fallen anfänglich sehr viele Elektronen zurück in den Grundzustand und geben entsprechend viel Licht ab, dann immer weniger und die Nachleuchtintensität nimmt demzufolge ständig ab. Die Gesamtleuchtstärke hängt deshalb von der Anzahl (Masse) der Leuchtkristalle, sowie von der Anregungssättigung ab.

Um ein maximales Nachleuchten zu erreichen, soll die aufgetragene Anzahl Leuchtkristalle (=Masse) möglichst gross sein und eine Sättigungsanregung (=maximale Ladung oder Aktivierung) angestrebt werden.

4. Toxizität

Super-LumiNova Pigmente sind **absolut frei von radioaktiven Zusatzstoffen** und sind reine Phosphoreszenzleuchtstoffe auf Erdalkali-Aluminat-Basis. Als solche zeigen sie alkalisches Verhalten im Kontakt mit Wasser. Ansonsten kann deren Umgang bei Beachtung der üblichen Sicherheits- und Hygienevorschriften als unbedenklich eingestuft werden.

5. Stabilität

Super-LumiNova Nachleuchtpigmente behalten grundsätzlich ihre Eigenschaften einer Lichtbatterie über unbegrenzte Zeit bei, da nach einem Anregungs-Nachleucht-Zyklus keine chemische Veränderung stattgefunden hat. Das heisst: sie können beliebig oft geladen werden und geben im Dunkeln das gespeicherte Licht wieder ab.

Als anorganische Aluminiumoxidkristalle, die sehr hart sind und zum Teil in der Verarbeitung auch abrasive Eigenschaften aufweisen können, sind sie gegen mechanische Beanspruchung weitgehend unempfindlich und können während längerer Zeit auch hohen Temperaturen bis zu mehreren hundert Grad Celsius ausgesetzt werden.

Einen ganz wesentlichen Vorteil zeigen Super-LumiNova Pigmente in Bezug auf Lichtechtheit oder Vergrauungsstabilität gegenüber herkömmlichen Zinksulfid-Pigmenten. Auch intensivste Langzeit-Sonnenlichtbestrahlung (UV-Bestrahlung) bewirkt keine Vergrauung oder Schwärzung der Pigmente. Stärker eingefärbte Pigmente (z.B. rot dunkel, grün hell usw.) können jedoch mit der Zeit eine leichte Verblassung/Ausbleichung erleiden. Die ISO-Farbtöne C1-C9 sind dagegen wesentlich farbstabiler.

Im längeren direkten Kontakt mit Wasser oder extrem hoher Luftfeuchtigkeit findet eine Zersetzung mit Bildung einer weisslichen Schicht (Hydroxidschicht) an der Oberfläche statt. Damit reduziert sich auch die Leuchtintensität der Kristalle. Ausreichende Ummantelung mit Bindemittel oder Abdeckung mit Schutzlacksystemen gewähren jedoch einen ausreichenden Schutz gegen Feuchtigkeitseinfluss. Auf jeden Fall empfehlen wir entsprechende Testversuche oder Homologationen durchzuführen.

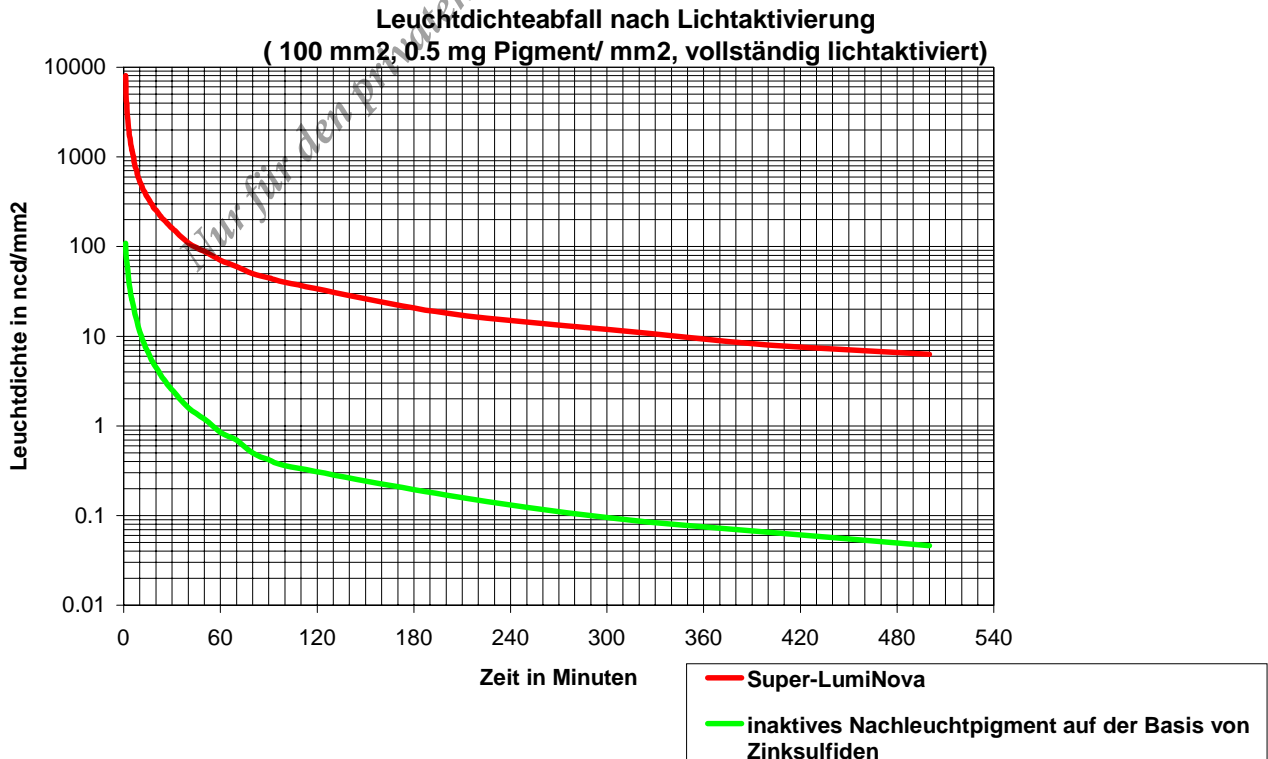
6. Nachleuchtintensität

Gegenüber den bisherigen inaktiven Nachleuchtpigmenten auf der Basis von Zinksulfiden zeichnen sich die Super-LumiNova Pigmente durch ein ca. 100 fach grössere Leuchtdichte aus. Diese Leuchtdichte gibt man in Candelas/Flächeneinheit an; in der Uhrenindustrie sinnvollerweise in nCd/mm² (nanocandelas pro Quadratmillimeter). Sie hängt somit grundsätzlich von der Leistungsfähigkeit des Nachleuchtpigments und der aufgetragenen Menge pro mm², sowie der Anregungsintensität ab..

Um Nachleuchtpimente vergleichen zu können, wird auf einer Fläche von 100 mm² eine Menge von 50 mg (0.5 mg/mm²) des Nachleuchtpigments mittels eines geeigneten Lacksystems aufgetragen. Dieser Anstrich wird nun vollständig lichtaktiviert und anschliessend wird die Leuchtstärke (ncd) in Abhängigkeit der Zeit gemessen. Als Kenngrössen werden die Werte nach 10 Minuten, 60 Minuten und 500 Minuten (entspricht einer Nacht) herangezogen.

Vorsicht: Sehr oft werden Leuchtdichten nach der DIN-Norm 67510 T4 angegeben, welche sich auf eine Vermessung des Pigment-Pulvers in Küvetten beziehen. Diese Werte lassen sich jedoch nicht mit den hier aufgeführten Werten vergleichen, da wir einen definierten, praxisbezogenen Pigmentanstrich ausmessen.

Die untenstehende Grafik zeigt den Vergleich der Leuchtdichten von Super-LumiNova und herkömmlichen inaktiven Nachleuchtpigmenten auf der Basis von Zinksulfiden.



Anhand von Modellrechnungen kann schon in der Designphase und vor dem Auftragen von Super-LumiNova auf Zifferblätter und Zeiger die zu erwartende Leuchtstärke abgeschätzt werden. Eine Anleitung dazu befindet sich im Anhang.

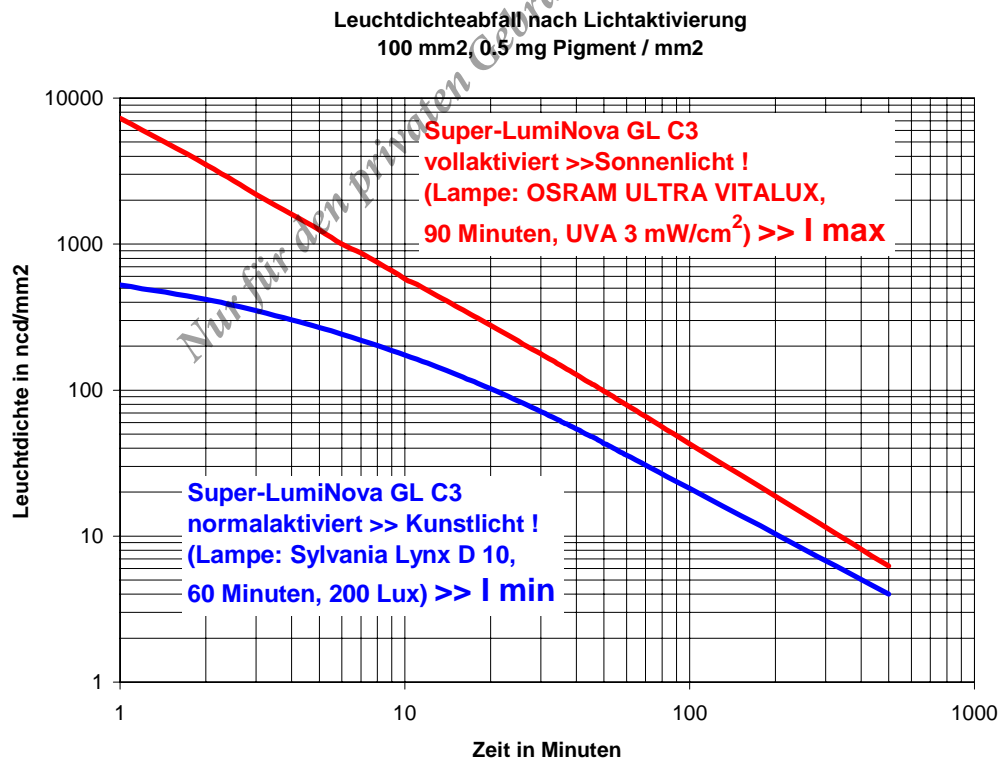
7. Anregung

Super-LumiNova Pigmente können ihre maximalen Nachleuchteigenschaften nur dann zum Tragen bringen, wenn sie vollständig aktiviert worden sind. Die besten Anregungsergebnisse erzielt man mit Tageslicht(Sonnenlicht) oder blauweissem Kunstlicht. Die darin enthaltenen Blaulicht- und UV-Lichtanteile sind vor allem für die Anregung von Super-LumiNova Pigmenten verantwortlich, wobei Beleuchtungsstärke und Dauer von primärer Bedeutung sind. Unter normalen Gebrauchsbedingungen einer Armbanduhr wird man aber nie eine vollständige Aktivierung der Pigmente erreichen, obwohl die Pigmente auf hohe Anregungsempfindlichkeit getrimmt sind.

Extremes Beispiel:

Eine Armbanduhr wird unter dem Hemdenärmel getragen und ist somit abgeschattet. Wenig Anregungslicht → geringes Nachleuchten!

Aus der nachfolgenden Grafik ist das Nachleuchtverhalten von Super-LumiNova Pigmenten nach verschiedenen Anregungsbedingungen ersichtlich. →



8. Farben

Unsere Standardfarbpalette können Sie aus der beiliegenden Farbkarte ersehen. Wie schon erwähnt, entsprechen die Farben C1-C9 der ISO Norm 3157 und sind wesentlich lichter als die Fluoreszenzfarben (wie zB "gelb hell", „rot dunkel“ usw.). Natürlich sind wir gerne bereit, spezielle Farbwünsche unserer Kunden zu erfüllen. Grundsätzlich muss aber gesagt werden, dass jede Einfärbung des Grundmaterials zu Verlusten in den Nachleuchteigenschaften führt. Eine Tabelle der relativen Leuchtstärken für unserer Standardfarben finden Sie im Anhang.

Bezeichnung der Super-LumiNova Pigmente (anhand eines Beispiels):

SLN GL gelb hell

SLN = Super-LumiNova

GL = Greenline (green emission), Grundmaterial leuchtet im Dunkeln grünlich

gelb hell = Farbe des Anstriches am Tageslicht

Wir weisen darauf hin, dass der Farbeindruck am Tageslicht stark von der Schichtdicke des Super-LumiNova-Auftrags und vom Auftragsuntergrund abhängt. Bei sehr dünnen Schichten kann der Unter- bzw. Hintergrund bei einem Zeiger durchscheinen und den optischen Aspekt stark beeinflussen. Wie Sie diese negativen Auswirkungen verhindern können, erfahren Sie gleich im nächsten Kapitel.

9. Bindemittel - Verarbeitungshinweise

Wie schon erwähnt, benötigen die Super-LumiNova Pigmente eine Schutzbarriere gegen Feuchtigkeit. Die Lackliste in der Beilage zeigt Ihnen das Sortiment der für Super-LumiNova geeigneten Lacke der Firma RC TRITEC AG. Diese zeichnen sich durch hohe Transparenz, Vergilbungsbeständigkeit und ein weites Anwendungsspektrum aus. Mischungsverhältnisse und Verarbeitungshinweise finden sich jeweils im technischen Datenblatt des entsprechenden Bindemittelsystems. Da Super-LumiNova-Anstriche eine gewisse Transparenz aufzeigen, kann bei dünnen Schichten der Untergrund durchschimmern. Ein weisser Vordruck auf Zifferblättern und eine weisse Abdeckung der Zeigerrückseiten beheben diesen optischen Mangel und führen zudem zu einem Leuchtstärkegewinn (bis zu 50% durch Reflexionswirkung). Geeignete weisse Voranstrichfarben sind die folgenden Produkte der Firma BERLAC AG:

- Berlaprint 090.010.100

- Berlaprint 093.010.100

10. Lagerhinweise

Aufgrund der Feuchtigkeitsempfindlichkeit der Super-LumiNova Pigmente werden sie in speziell dichten Kunststoffbehältern geliefert. Das Pigment soll immer im gut verschlossenen Originalgebinde an einem möglichst trockenen Ort gelagert werden. Die Lagertemperatur spielt keine grosse Rolle, da die Pigmente weitgehend gegen Temperatureinflüsse unempfindlich sind.

LumiNova AG Switzerland
Speicherstrasse
Postfach / P.O. Box 147
CH-9053 Teufen

LumiNova[®]

Tel 071 335 73 73
Fax 071 335 73 74

Technische Daten Super-LumiNova
(Information Super-LumiNova, Anhang 1)

Tabelle 1

Leuchtdichte SLN GL C3 Vollaktivierung (0.5 mg Pigment/mm², Lack A 206)
Vollaktivierung = OSRAM ULTRA VITALUX , 3 mW/cm² UVA, 90 Minuten

Leuchtdichte in ncd/mm ²		
Nach 10 Minuten	Nach 60 Minuten	Nach 500 Minuten
579	79	6.2

Tabelle 2

Leuchtdichte SLN GL C3 Normalaktivierung (0.5 mg Pigment/mm², Lack A 206)
Normalaktivierung = SYLVANIA LYNX D10, 200 LUX (<0.03 mW/cm² UVA),
60 Minuten

Leuchtdichte in ncd/mm ²		
Nach 10 Minuten	Nach 60 Minuten	Nach 500 Minuten
174	36	4.0

Tabelle 3

Relative Nachleuchtintensitäten von Super-LumiNova-Pigmenten

Farbe	Couleur	Colour	<ul style="list-style-type: none"> • Relative Nachleuchtintensität • Intensité lumineuse relative • Relative light intensity 	E
			[%]	
C1	C1	C1	27	0.27
natur	nature	natural	100	1.0
C3	C3	C3	100	1.0
C5	C5	C5	81	0.81
C7	C7	C7	67	0.67
C9	C9	C9	57	0.57
gelb hell	jaune clair	light yellow	80	0.80
gelb dunkel	jaune foncé	dark yellow	61	0.61
orange hell	orange clair	light orange	56	0.56
orange dunkel	orange foncé	dark orange	27	0.27
rot hell	rouge clair	light red	30	0.30
rot dunkel	rouge foncé	dark red	15	0.15
blau hell	bleu clair	light blue	60	0.60
blau dunkel	bleu foncé	dark blue	41	0.41
grün hell	vert clair	light green	73	0.73
grün dunkel	vert foncé	dark green	40	0.40

Tabelle 4

**Relative Nachleuchtintensitäten von Super-LumiNova-Pigmenten
(verschiedene Anregungen mit Lampe Sylvania LYNX D 10, 200 LUX)**

	Relative Leuchtdichte in % der Vollanregung (Tabelle 1)		
	Nach 10 min (100% = 579 ncd/mm2)	Nach 60 min (100%= 79 ncd/mm2)	Nach 500 min (100%= 6.2 ncd/mm2)
10 min angeregt	15 %	19%	24%
60 min angeregt (Normalaktivierung)	28%	45%	64%
120 min angeregt	28%	49%	85%
500 min angeregt	28%	50%	88%

LumiNova AG Switzerland
Speicherstrasse
Postfach / P.O. Box 147
CH-9053 Teufen

LumiNova[®]

Tel 071 335 73 73
Fax 071 335 73 74

Sicherheitsdaten

(Information Super-LumiNova , Anhang 2)

1. STOFF-/ZUBEREITUNGS- UND FIRMENBEZEICHNUNG

LumiNova AG Switzerland
Speicherstrasse
CH-9053 Teufen

Notruftelefon: 071 335 73 73

PRODUKTNAME

Super-LumiNova

2. ZUSAMMENSETZUNG/ANGABEN ZU DEN BESTANDTEILEN

Bestandteil:	Super-LumiNova
Cas Nr.:	
EC Nr.:	
Volumen %:	100
Symbole:	N
R-Sätze:	R51/53

3. MOEGLICHE GEFAHREN

- kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben (R53)
- Giftig für Wasserorganismen (R51)

4. ERSTE-HILFE-MASSNAHMEN

Kontakt mit der Haut

- Hände nach den Arbeitsverrichtungen waschen und cremen

Kontakt mit den Augen

- falls Substanz in die Augen gelangt, mit reichlich Wasser auswaschen.
- Wenn nötig, ärztlichen Rat einholen (bei Augenreizungen).

Verschlucken

- reichlich Wasser trinken
- Wenn nötig, ärztlichen Rat einholen (bei grossen Mengen).

Sicherheitsdaten

(Information Super-LumiNova , Anhang 2)

5. MASSNAHMEN ZUR BRANDBEKAEMPfung

- nicht brennbarer Feststoff

6. MASSNAHMEN BEI UNBEABSICHTIGTER FREISETZUNG

- verschüttetes Material mechanisch oder mit Staubsauger aufnehmen

7. HANDHABUNG UND LAGERUNG

Handhabung

Die allgemeinen Vorsichtsmassnahmen beim Umgang mit Chemikalien sind zu beachten.

Lagerung

Gut verschlossen im Originalgebinde an einem trockenen Ort aufbewahren.

8. EXPOSITIONSBEGRENZUNG UND PERSOENLICHE SCHUTZAUSRUESTUNG

Expositionsbegrenzung

Nicht anwendbar

Persönliche Schutzausrüstung

Bei Einhaltung der allgemeinen Vorsichtsmassnahmen beim Umgang mit Chemikalien und bei Einhaltung der üblichen Hygienemassnahmen ist keine besondere Schutzausrüstung erforderlich.

9. PHYSIKALISCHE –CHEMISCHE EIGENSCHAFTEN

Erscheinung:	Feststoff, gelbliches Pulver
Siedepunkt:	nicht anwendbar
Flammpunkt:	nicht anwendbar
Schmelzpunkt:	nicht anwendbar
Selbstentzündungspunkt:	nicht anwendbar
Dampfdruck:	nicht anwendbar
Wasserlöslichkeit:	300 mg / l

10. STABILITAET UND REAKTIVITAET

-stabil bis mindestens 1000 °C

11. ANGABEN ZUR TOXIKOLOGIE

- LD50 (oral, Ratte): > 2000 mg / kg
- LD50 (Haut, Ratte): > 2000 mg / kg
- Reizung der Augen (Kaninchen): keine Reizung
- Reizung der Haut (Kaninchen): keine Reizung
- Sensibilisierung (Meerschwein): keine Sensibilisierung feststellbar
- Mutagenität (Ames Test): keine Auswirkungen feststellbar

- BAG T Nr: 619 000
- Giftklasse: frei
- Kein Publikumsprodukt, Nicht einnehmen

Sicherheitsdaten

(Information Super-LumiNova , Anhang 2)

12. ANGABEN ZUR OEKOLOGIE

- giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben (R 51/53)
- Biologisch nicht abbaubar
- Diese Substanz wird schlecht in Boden oder Sedimenten absorbiert
- TK 50 (Regenbogenforelle) 6.8 mg/l (96 h)
- EK 50 (Daphnia magna) 13 mg/l (48h)
- IK 50 (Algen) 19 mg/l (72 h)

13. HINWEISE ZUR ENTSORGUNG

- Freisetzung in die Umwelt vermeiden (R 51/53, S61)
- Entsorgung gemäss den örtlichen Vorschriften für Sonderabfälle (Chemikalien)

14. TRANSPORTBESTIMMUNGEN

Bezeichnung
SuperLumiNova

Angaben zum Transport
Für den Transport als nicht gefährlich klassifiziert.

15. VORSCHRIFTEN

R-Sätze
-Giftig für Wasserorganismen, kann in Gewässern längerfristig schädliche Wirkungen haben (R 51/53)

S-Sätze
-Freisetzung in die Umwelt vermeiden. Besondere Weisungen einholen/Sicherheitsdatenblatt zu Rate ziehen (S61).

16. SONSTIGE ANGABEN

IUPAC Name
Dialuminium x dysprosium y europium (1-x-y) strontium tetraoxide

Die Angaben stützen sich auf den heutigen Stand unserer Kenntnisse.
Sie sollen unsere Produkte im Hinblick auf Sicherheitserfordernisse beschreiben und haben somit nicht die Bedeutung, bestimmte Eigenschaften zuzusichern.

Lackliste RC TRITEC AG

(Information Super-LumiNova, Anhang 3)

Lack	Verdüner	Geeignet für:	Auftragsmittels:	Viskosität DIN 53211 (20°C) +/- 20% - 4mm * - 8mm **	Trocknungszeit	Optischer Aspekt	Trocknungsmethode
A 02	A 03	Zeiger mit grossen Oeffnungen	Stylograph	150 *	Sehr kurz	Matt	Lufttrocknung. Ofentrocknung
A 04	A 05	Zeiger mit grossen Oeffnungen	Stylograph	90 *	Sehr kurz	Matt	Lufttrocknung. Ofentrocknung
A 12	A 13	Zeiger mit grossen Oeffnungen	Stylograph	90*	Kurz	Matt	Lufttrocknung. Ofentrocknung
A 32	A 33	Zeiger, Punkte auf Zifferblättern	Stylograph	30*	Mittel	Matt	Lufttrocknung. Ofentrocknung
A 48	A 49	Zeiger	Stylograph	200 *	Mittel	Matt	Lufttrocknung. Ofentrocknung
A 72	A 73	Zeiger, Punkte auf Zifferblättern, Füllen von Indexen	Stylograph	90 *	Kurz	Matt	Lufttrocknung. Ofentrocknung
A 100	A 101	Zeiger, Punkte auf Zifferblättern, Füllen von Indexen	Stylograph	90 *	Mittel	Matt	Lufttrocknung. Ofentrocknung
A 200	A 201	Druck auf Zifferblättern	Siebdruck	280**	Sehr lange	Matt	Ofentrocknung
A 206	A 207	Druck auf Zifferblättern	Siebdruck	200**	Lange	Matt	Ofentrocknung
A 602	A 603A - A603H	Universell	Stylograph, Siebdruck	Nicht anwendbar	Hängt vom verwendeten Verdüner ab	Matt	Lufttrocknung. Ofentrocknung, abhängig vom verwendeten Verdüner

LumiNova AG Switzerland
Speicherstrasse
Postfach / P.O. Box 147
CH-9053 Teufen

LumiNova

Tel 071 335 73 73
Fax 071 335 73 74

Helligkeitsabschätzungen

(Information Super-LumiNova, Anhang 4)

Bevor die Massenproduktion eines neuen Uhrenmodells in Angriff genommen wird, sollte eine Abschätzung der Leuchtstärken erfolgen. Als Grundlage dazu dienen folgende Grössen:

- **Leuchtdichte SuperLumiNova SLN GL C3 bei vollständiger Aktivierung**
(Leuchtdichte in ncd/mm² nach 10, 60 und 500 min bei einem Standardanstrich von 0.5 mg/mm²) →Anhang 1, Tabelle 1
- **Leuchtdichte SuperLumiNova SLN GL C3 bei normaler Aktivierung**
(Leuchtdichte in ncd/mm² nach 10, 60 und 500 min bei einem Standardanstrich von 0.5 mg/mm²) →Anhang 1, Tabelle 2
- **Fläche des Anstriches F** (in mm²) →Anhang 4, Tabellen 2
- **Belegungsdichte D** (Pigmentauftrag in mg/mm²) →Anhang 4, Tabelle 1
- **Faktor Relative Nachleuchtintensität E der Einfärbungen** (verglichen mit SLN GL C3)
→Anhang 1, Tabelle 3

$$\text{Helligkeit [ncd]} = \frac{\text{Leuchtdichte [ncd/mm}^2\text{]} \times \text{F[mm}^2\text{]} \times \text{D[mg/mm}^2\text{]} \times \text{E}}{0.5 \text{ [mg/mm}^2\text{]}}$$

Ein neues Uhrenzifferblatt mit SLN GL gelb hell soll hergestellt werden. Flächen
 - 3 Kreisflächen (Durchmesser 2.0 mm) und 1 Dreieck (Grundlinie 2 mm), Siebdruck.

Berechnen Sie die Lichtstärken des Zifferblattes bei Vollaktivierung nach 10, 60 und 500 min.

Zifferblatt

Oberfläche :

3 Kreisflächen (Durchmesser 2.0 mm) = 3 x 3.1 mm² = 9.1 mm² (Anhang 4, Tabellen 2)

1 Dreieck (Grundlinie 2 mm) = 2.0 mm (Anhang 4, Tabellen 2)

-Total Fläche F 11.1 mm²

-Spezifische Belegung D: Siebdruck 0.15 mg/mm² (Anhang 4, Tabelle 1)

-Faktor relative Nachleuchtintensität E (Farbe gelb hell) 0.8 (Anhang 1, Tabelle 3)

-Leuchtdichten (Anhang 1, Tabellen 1 und 2)

$$\begin{aligned}
 \text{Helligkeit [ncd]} &= \frac{\text{Leuchtdichte [ncd/mm}^2] \times F[\text{mm}^2] \times D[\text{mg/mm}^2] \times E}{0.5 [\text{mg/mm}^2]} \\
 \text{(10 min, vollaktiviert)} & \\
 = & \frac{579 [\text{ncd/mm}^2] \times 11.1 [\text{mm}^2] \times 0.15 [\text{mg/mm}^2] \times 0.8}{0.5[\text{mg/mm}^2]} \\
 = & \mathbf{1542 \text{ ncd}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Helligkeit [ncd]} &= \frac{\text{Leuchtdichte [ncd/mm}^2] \times F[\text{mm}^2] \times D[\text{mg/mm}^2] \times E}{0.5 [\text{mg/mm}^2]} \\
 \text{(60 min, vollaktiviert)} & \\
 = & \frac{79 [\text{ncd/mm}^2] \times 11.1 [\text{mm}^2] \times 0.15 [\text{mg/mm}^2] \times 0.8}{0.5[\text{mg/mm}^2]} \\
 = & \mathbf{210 \text{ ncd}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Helligkeit [ncd]} &= \frac{\text{Leuchtdichte [ncd/mm}^2\text{]} \times F[\text{mm}^2] \times D[\text{mg/mm}^2] \times E}{0.5 [\text{mg/mm}^2]} \\
 \text{(nach 500 min, vollaktiviert)} & \\
 &= \frac{6.2 [\text{ncd/mm}^2] \times 11.1 [\text{mm}^2] \times 0.15 [\text{mg/mm}^2] \times 0.8}{0.5[\text{mg/mm}^2]} \\
 &= \mathbf{17 \text{ ncd}}
 \end{aligned}$$

Zusammenfassung :

Helligkeit (vollaktiviert) in ncd nach

10 Minuten	1542 ncd
60 Minuten	210 ncd
500 Minuten	17 ncd

Vergleichen wir nun diese Werte mit den Werten in Anhang 4, Tabelle 3 (Zifferblatt mit 4 Zeichen):

Mindesthelligkeit nach ISO 3157	15 ncd
Wünschenswerte Helligkeit	45 ncd

Folgerungen:

Bei Vollaktivierung wird die Norm ISO 3157 nach 500 Minuten gerade noch so erfüllt, die wünschenswerte Helligkeit wird aber in jedem Fall unterschritten. Wie schon erwähnt, sind aber die Bedingungen für eine Vollaktivierung nur in den seltensten Fällen gegeben. Bei normalen Anregungsbedingungen zeigt sich ein ganz anderes Bild. Wir werden nun nachfolgend die Helligkeiten des Zifferblattes nochmals für die Normalaktivierung bestimmen.

$$\begin{aligned}
 \text{Helligkeit [ncd]} &= \frac{\text{Leuchtdichte [ncd/mm}^2] \times F[\text{mm}^2] \times D[\text{mg/mm}^2] \times E}{0.5 [\text{mg/mm}^2]} \\
 \text{(10 min, normalaktiviert)} & \\
 &= \frac{174 [\text{ncd/mm}^2] \times 11.1 [\text{mm}^2] \times 0.15 [\text{mg/mm}^2] \times 0.8}{0.5[\text{mg/mm}^2]} \\
 &= \mathbf{464 \text{ ncd}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Helligkeit [ncd]} &= \frac{\text{Leuchtdichte [ncd/mm}^2] \times F[\text{mm}^2] \times D[\text{mg/mm}^2] \times E}{0.5 [\text{mg/mm}^2]} \\
 \text{(60 min, normalaktiviert)} & \\
 &= \frac{36 [\text{ncd/mm}^2] \times 11.1 [\text{mm}^2] \times 0.15 [\text{mg/mm}^2] \times 0.8}{0.5[\text{mg/mm}^2]} \\
 &= \mathbf{96 \text{ ncd}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Helligkeit [ncd]} &= \frac{\text{Leuchtdichte [ncd/mm}^2] \times F[\text{mm}^2] \times D[\text{mg/mm}^2] \times E}{0.5 [\text{mg/mm}^2]} \\
 \text{(nach 500 min, normalaktiviert)} & \\
 &= \frac{4.0 [\text{ncd/mm}^2] \times 11.1 [\text{mm}^2] \times 0.15 [\text{mg/mm}^2] \times 0.8}{0.5[\text{mg/mm}^2]} \\
 &= \mathbf{11 \text{ ncd}}
 \end{aligned}$$

Tabelle 1

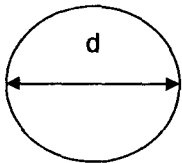
Mittlere Belegungsdichten D

Zeiger:	0.05 mg/mm ²
Zifferblätter (Punkte):	0.25 mg/mm ²
Zifferblätter (gefüllte Indexe):	0.25 mg/mm ²
Zifferblätter (Siebdruck):	0.15 mg/mm ²

Tabellen 2

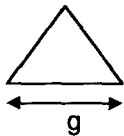
Flächenabschätzungen

Kreisflächen



Durchmesser (d) in mm	Oberfläche in mm ²
0.3	0.1
0.5	0.2
0.8	0.5
1.0	0.8
1.2	1.1
1.5	1.8
2.0	3.1
3.0	7.1

Dreiecke



Grundlinie (g) in mm	Oberfläche in mm ²
1.0	0.5
2.0	2.0
3.0	4.5
4.0	8.0

Ziffern

Bestimmen Sie die Oberfläche der Stundenziffer **1** . Die Berechnung der Oberfläche aller anderen Ziffern kann nun durch Multiplikation mit den untenstehenden Faktoren erfolgen.

Stundenziffer	Faktor
1	1.0
2	2.2
3	2.1
4	2.0
5	2.3
6	2.4
7	1.5
8	2.3
9	2.4
10	3.4
11	2.0
12	3.2

Tabelle 3

Mindesthelligkeiten nach der Uhrennorm ISO 3157(NIHS 97-10, SN 289710) und Helligkeiten, die eine gute Ablesung zulassen

Die Mindestlichtstärken nach ISO 3157 sind für das dunkeladaptierte Auge (nach mind. 1 h in absoluter Dunkelheit) definiert. Normalerweise aber ist immer etwas Streulicht vorhanden und somit ist das Auge in seiner Empfindlichkeit eingeschränkt. Aus diesem Grund geben wir in der folgenden Tabelle auch Lichtstärken an, die eine gute Ablesbarkeit auch bei widrigen Lichtverhältnissen (Halbdunkel) garantieren.

	Mindesthelligkeit nach ISO 3157 in ncd	Wünschenswerte Helligkeit in ncd
Zeigerpaar	10	50
Zifferblatt mit 3 Zeichen	12	36
Zifferblatt mit 4 Zeichen	15	45
Zifferblatt mit 5 Zeichen	18	54
Zifferblatt mit 6 Zeichen	21	63
Zifferblatt mit 7 Zeichen	24	72
Zifferblatt mit 8 Zeichen	27	81
Zifferblatt mit 9 Zeichen	30	90
Zifferblatt mit 10 Zeichen	33	99
Zifferblatt mit 11 Zeichen	36	108
Zifferblatt mit 12 Zeichen	39	117

LumiNova AG Switzerland
 Speicherstrasse
 Postfach / P.O. Box 147
 CH-9053 Teufen



Tel 071 335 73 73
 Fax 071 335 73 74

Tabelle der angemeldeten und erteilten Patente

(Information Super-LumiNova, Anhang 5)

Land	Status	Patent-Nummer	Datum
USA	Erteilt	5.424.006	13.6.1995
Canada	In Prüfung	Offengelegt	2.11.1994
Australien	Erteilt	661.941	9.1.1996
Taiwan	Erteilt	076.319	11.1.1996
Hong Kong	Erteilt	1521/1996	8.8.1996
Europa (Frankreich, Dänemark, Deutschland, Italien, Liechtenstein, Niederlande, Portugal, Spanien, Schweiz, Grossbritannien)	Erteilt	EP 0 622 440B1	24.4.1996
China	In Prüfung	Offengelegt CN1095748A	30.11.1994
Korea	Erteilt	94-24033 (Publikations- nummer)	20.2.1998
Japan	Erteilt	2.543.825	25.7.1996

Nur für den privaten Gebrauch - Ausdruck nicht möglich