

LEUCHTFARBEN

IN DER UHRENTECHNIK

Einige Zeitschriftenartikel und Firmenpublikationen von 1959...2001

Michael Stern, BERLIN 2012



INHALT

Seite

0 Vorbemerkung

- I **TRITIUM – Begriffe, Bezeichnungen und Normzusammenfassung, Berechnungen**
nach: Radium-Chemie, 1995
- VIII **TRITEC Superlite – Die strahlungsfreie Alternative?**
N.N., Radium-Chemie, 1995
- X Super-LumiNova, Stand 1998
- 1 Strahlenschutz, **Ist die Uhr mit radioaktiver Leuchtfarbe gefährlich?**
Dipl. Pys. ETH O. W. Thüler (Fa. Merz-Benteli AG, Bern), Schweizer Mechaniker Zeitschrift,
25.11.1959, Nr. 22
- 4 **Dosis radioaktiver Strahlungen**
THE SWISS WATCH (N. N. o. J.) ca. 1960
- 5 **Beurteilung und Wahl von Leuchtstoffen**
The Swiss Watch, N. N., o. J. ca 1960
- 6 **RADIOISOTOPENTECHNIK, Lechtzifferblätter mit Promethium oder Tritium statt mit Radium**
N.N., Technika Nr. 4, 17.02.1961
- 9 **Radioaktivität der Lechtzifferblätter?**
The Swiss Watch D (N.N. o. J.) ca. 1962
- 10 **Radioaktive Lechtzahlen in der Uhrenindustrie**
Oskar W. Thüler, dipl. phys. ETH, The Swiss Watch o. J. ca. 1964
- 13 **Tritium**
The Swiss Watch D (N.N. o. J.) ca. 1963
- 13 **Der Leuchtstoff Trilumin und seine Verwendung**, Beilage zur deutschen Uhrmacher-
Zeitschrift Nr. 9/1965
- 14 **Die Uhren mit Leuchtausstattung**
N. N. o. J. ca 1965
- 14 **Tritium-Leuchtfarben Herstellung und Verwendung**
Kamil Krejci, Radium Chemie A. Zeller & Co., Taufen, o. J. ca. 1968
- 17 **Die Entgasung von Tritium durch Leuchtmassen**
L. Chollet ca. 1970
- 20 **Neue Erkenntnisse bei der Herstellung und Verarbeitung der Tritium-Leuchtfarben**
Kamil Krejci, Radium-Chemie, Teufen, 1972
- 27 **TRITIUM Leuchtfarben**
N. N., Radium - Chemie, ca. 1994
- 29 **Strahlende Uhr**
J. Gehl, Uhren Magazin, Leserbrief, 2/1991, S. 6 f.
- 29 **„Bombe“ am Handgelenk**
Uhren Magazin, N.N., 6/1991, S.122
- 30 **Der leise Tod**
Alte Russenuhren strahlen lebensgefährlich, Uhren Magazin, N.N., 10/1993, S.130
- 30 **Russenuhren im Strahlentest**
Uhren Magazin, N.N., 3/1994, S. 78 f.
- 31 **Tritium strahlt durch Plastik**
Uhren Magazin, N.N., 3/1994, S.79
- 31 **Der Stoff aus dem die Ziffern sind**
Uhren Magazin, N. N., 11/1995, S. 146
- 32 **Leuchtmittel: Welche Stoffe verwendet werden**
Uhren Magazin 5/00, S. 78 ff.

VORBEMERKUNGEN

Der Traum eines jeden Uhrenträgers, seine Uhr auch bei völliger Dunkelheit ablesen zu können, führte zu der Verwendung von Leuchtfarben bei der Herstellung von Zifferblättern und Zeigern.

Zur Verwendung kamen sehr schnell radioaktive Substanzen. Die vorliegende Zusammenstellung soll helfen, deren Gefährlichkeit abzuschätzen. Vorweg sei schon darauf hingewiesen, dass die nach gültiger Norm hergestellten Zifferblätter und Belegungen bei bestimmungsgemäßen Gebrauch als ungefährlich eingestuft werden.

Zifferblätter müssen heute entsprechend gekennzeichnet sein (T, Ra, Pm)

Anders sieht das mit älteren Uhren, bzw. mit Uhren unbekannter Herkunft aus. Ältere Uhren (bis ca. 1965) und hierbei besonders Militäruhren und Instrumente sind oft mit nicht unerheblichen Mengen von Radium (Halbwertszeit 1622 Jahre), teilweise sogar mit Strontium belegt. Diese Uhren und Instrumente haben zwar heute keinen Nachleuchteffekt mehr, trotzdem geht von ihnen eine **nicht zu unterschätzende radioaktive Strahlung** aus.

Für den Uhrmacher und den Sammler bedeutet dieser Umstand ein Risiko. Die Fa. Sinn z.B. hat daraus die Konsequenz gezogen: Sie repariert keine unbekannteren Uhren mit Leuchtzifferblättern.

Der Sammler sollte Uhren mit radioaktiven Zeigern und Zifferblättern nicht öffnen und sie zusätzlich an einem gut belüfteten Ort stellen.

Uhrmacher müssen außerdem überprüfen, ob sich noch alte Reste von Leuchtfarbe bzw. von Leuchtzifferblättern/-zeigern in ihrer Werkstatt befinden. Diese sollten ordnungsgemäß entsorgt werden.

Seit einigen Jahren gibt es nun Leuchtfarben, die ohne radioaktive Substanzen auskommen – diese sind heute in Deutschland für Gebrauchsuhren vorgeschrieben. Ein entsprechendes Produkt – Super-LumiNova – wird in dieser Zusammenstellung kurz angesprochen.

Leider ist die Bereitschaft der Firmen Unterlagen zu veröffentlichen mit der Globalisierung gesunken. Deshalb kann hier nur der Stand von 2001 wiedergegeben werden.

In einem zweiten Teil dieser Darstellung geht es eher um die Vergangenheit. Eine Zusammenstellung von Publikationen von 1959–2000 zeigt die unterschiedliche Einschätzung und den unterschiedlichen Umgang mit „Leuchtfarben“.

Berlin, 2002

Michael Stern

LUMINESZENZ, FLUORESZENZ, PHOSPHORESZENZ

Gewisse Substanzen (Phosphore) haben die Eigenschaft, Energie in verschiedener Form (elektrische Energie, Ultraviolettlicht, Wärme, radioaktive Strahlung, chemische Energie usw.) aufzunehmen und in sichtbares Licht umzuwandeln \Rightarrow Phosphore.

Diese Erscheinung nennt man *Lumineszens*.

Sendet die Substanz gleichzeitig mit der Anregung durch Energie sichtbares Licht aus, so nennt man dies *Floureszenz* (Sofortumwandlung, Simulatenumwandlung) \Rightarrow Tagesleuchtfarben, Floureszenzfarben

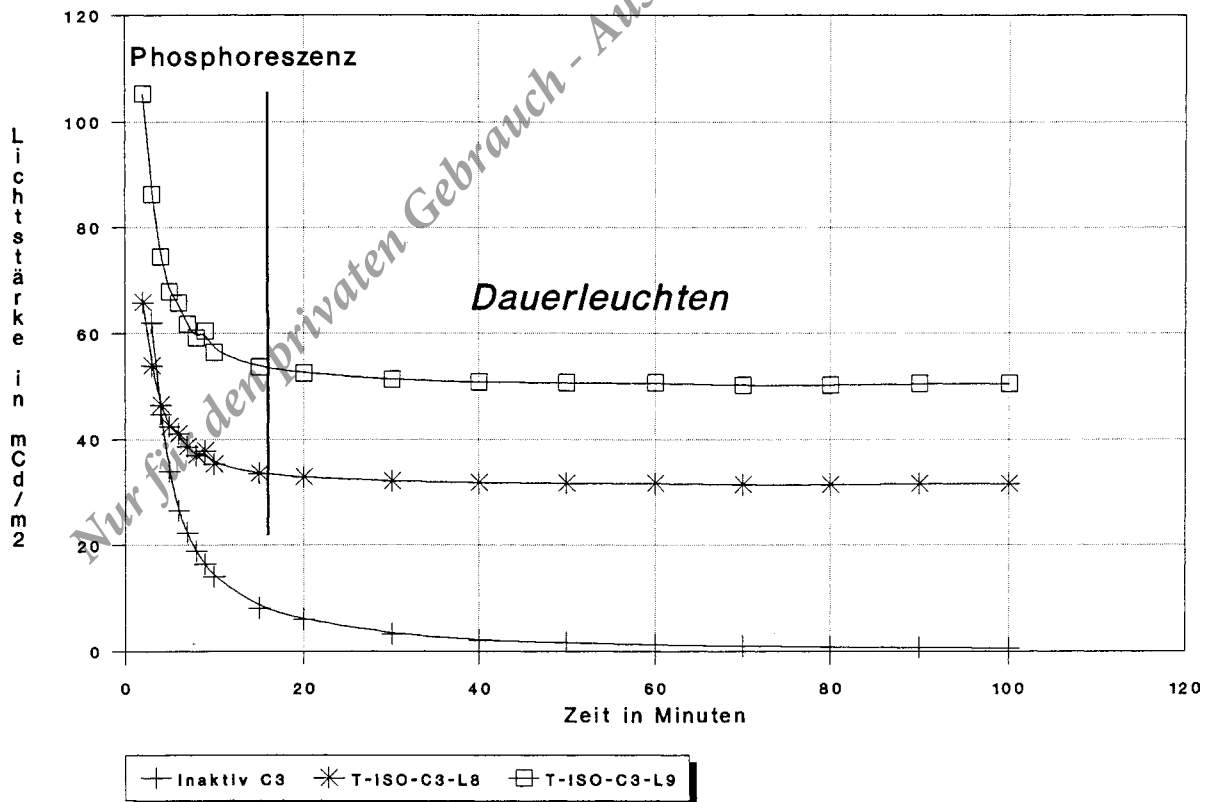
Sendet die Substanz nach Anregung durch Energie sichtbares Licht erst mit Verzögerung (über längere Zeit) aus, so nennt man dies *Phosphoreszenz* (Speichereffekt, Batterieeffekt). \Rightarrow Nach(t)leuchtfarben, Sicherheitsfarben

ARTEN VON LUMINESZENZ

Anregung durch	Name
chemische Reaktion \Rightarrow	Chemolumineszenz
UV-, Tageslicht \Rightarrow	Photolumineszenz
elektrische Energie \Rightarrow	Elektrolumineszenz
Strahlung radioaktiver Stoffe \Rightarrow	Radiolumineszenz

PHOSPHORE

Helligkeitsabfall in Funktion der Zeit nach 10 min Lichtaktivierung



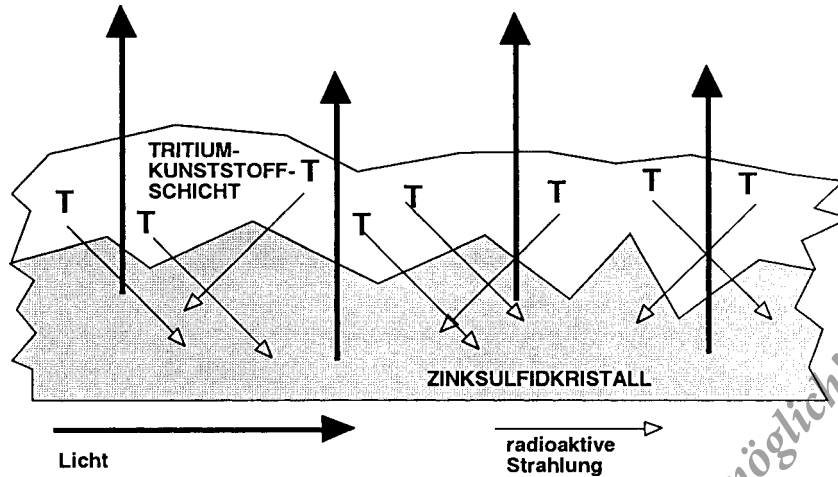
Die für Uhrenleuchtfarben verwendeten Phosphore (Leuchtpigmente) sind vor allem die gelb-grünen Zinksulfide (gelb = C3) und die weißen Zinksilikate (weiß = C1).

Die Zinksulfide lassen sich sowohl durch Kunst- und Tageslicht, als auch durch Strahlung aus radioaktiven Stoffen anregen. Die Zinksulfide zeigen eine gewisse Phosphoreszenz (Nachleuchten). Fällt die Anregung weg, so fällt die Lichtdichte innert ca. 20 min auf 10% des ursprünglichen Werts und weiter.

Die Zinksilikate lassen sich durch Kunst- und Tageslicht nicht zum Leuchten anregen; sie zeigen keine Phosphoreszenz (Lichtspeichereffekt).

DAUERLEUCHTFARBEN

Um eine Daueranregung zu gewährleisten, werden die Zinksulfid- bzw. Zinksilikatkristalle mit einer hauchdünnen Energieträgerschicht eines Tritiumkunststoffs umhüllt. Die zerfallenden Tritiumatome der Tritiumkunststoffschicht bombardieren den Zinksulfidkristall mit Elektronen (Betastrahlen) und regen ihn dadurch dauernd zum Leuchten an ⇒ Dauer- bzw. Selbstleuchten.



LICHTSTÄRKE

Eine Lampe (bzw. jeder leuchtende Körper) sendet Licht einer ganz bestimmten Stärke aus. Die Einheit dafür ist das *Candela* (*Cd*) oder auch *Nanocandela* (*nCd*). Ein gutes Zifferblatt hat etwa 150 nCd.

LICHTDICHTE

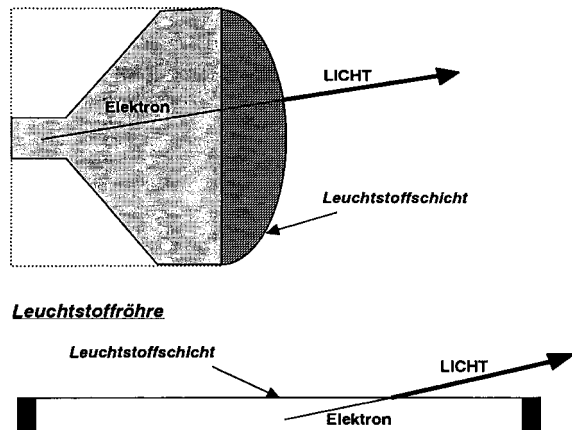
Gibt man die Lichtstärke pro m^2 , cm^2 , oder mm^2 der leuchtenden Oberfläche des Körpers an, so spricht man von der Lichtdichte. Die Einheiten dafür heißen:

Mikrocandela pro Quadratmeter (mCd/m^2) oder *Nanocandela pro Quadratmillimeter* (nCd/mm^2).

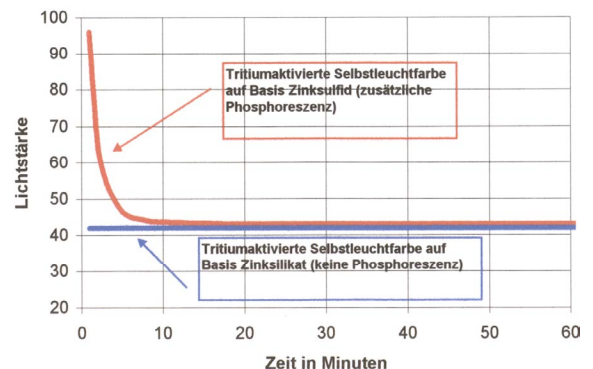
Bei Tritiumleuchtfarben gibt man die Lichtdichte auch noch in *Candela pro g Substanz* (Cd/g) oder auch *nanocandela pro mg Substanz* (nCd/mg) an. Die Lichtdichte einer Zeigeroberfläche beträgt $10 nCd/mm^2$, die eines tritiumaktivierten Selbstleuchtpulvers $50 nCd/mg$.

LEUCHTSTOFFFRÖHRE

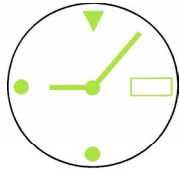
Tritiumleuchtfarben auf Basis Zinksulfid (C-3) laden sich (im Gegensatz zu den Tritiumleuchtfarben auf Basis Zinksilikat) zusätzlich durch Kunst- oder Tageslicht auf, so dass sie bei der Betrachtung im Dunkeln in den ersten Minuten bedeutend heller erscheinen als Tritiumleuchtfarben auf Basis Zinksilikat (C-1). Nach einigen Minuten klingt bei C-3 aber die Aufladung durch Tageslicht ab; nur die durch Tritium-Betastrahlung erzeugte Lichtdichte bleibt.



Abfall der Lichtstärke nach Lichtaktivierung



ISO-NORM 3157 (NIHS 97-10) AUF EINEN BLICK



Maximalaktivität pro Uhr 5 mCi
(Spezialuhren bis 25 mCi müssen die Bezeichnung T 25 tragen).

Die 12 Uhr-Marke muss von den anderen Marken deutlich zu unterscheiden sein.

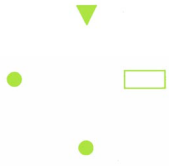
Bei vorhandenem Datumsfenster sind mindestens 3 Marken, ohne Datumsfenster sind mindestens 4 Marken gefordert.

Die Mindestlichtstärke für 3 Marken beträgt 12 nCd. Pro weitere Marke erhöht sich die geforderte Mindestlichtstärke um 3 nCd.

Somit beträgt zum Beispiel die Mindestlichtstärke:

für 11 Marken: 36 nCd

für 12 Marken: 39 nCd



Die geforderte Mindestlichtstärke für das Zeigerpaar beträgt 10 nCd.

LICHTDICHTE VON TRITIUMLEUCHTFARBEN

Die Lichtdichte von Tritiumleuchtfarbedepots (z. B. Punkte auf einem Zifferblatt) ist abhängig von:

- Helligkeitsstufe der Tritiumleuchtfarbe (ISO-Qualitätsklassen)
- der Fläche des Tritiumleuchtfarbedepots
- Schichtdicke des Depots auf dem Zifferblatt oder dem Zeiger
- Lichtdurchlässigkeit des verwendeten Lackes

Regel:

Je höher die ISO-Qualitätsklasse, je größer die Fläche und Schichtdicke des Depots, desto höher die Lichtdichte.

BEZEICHNUNG, BENENNUNG VON TRITIUMLEUCHTFARBEN

Gemäß ISO-Norm 3157 setzt sich die Bezeichnung von Tritiumleuchtfarben aus 2 Teilen zusammen:

- Angabe der Helligkeit (L = Luminosity, Luminosité)
- Angabe der Farbe (C = Colour, Couleur)

Die ISO-Helligkeitsstufen sind ganzzahlig von 1–8, dann 8,5; 9; 9,5 und 10 eingeteilt.

Jeder Helligkeitsstufe ist eine definierte Lichtdichte in nCd/mg zugewiesen.

ISO - QUALITAETSKLASSEN MIT ZUGEHÖRIGER LICHTDICHTE

RCT-QUALITAETS-KLASSE	ISO-QUALITAETS-KLASSE	LICHTDICHTE IN nCd/mg
1	1	2.5
	2	4.0
2	3	6.3
	4	10
3	5	16
4	6	25
5	7	40
6	8	63
7	8.5	82
8	9	100
9	9.5	130
10	10	160

Farben gemäß ISO - Norm sind:

- 1 weiß
- 3 gelb (nature)
- 5 gelbgrün
- 7 grün
- 9 blaugrün



Die korrekte Bezeichnung für eine Tritiumleuchtfarbe lautet dann zum Beispiel:

T-ISO-C3-L9 (tritiumaktivierte Selbstleuchtfarbe–Norm–Farbe 3 bzw. nature–ISO–Qualitätsklasse 9).

MAXIMAL ZUGELASSENE AKTIVITÄT (nicht mehr aktuell)

	Maximal zugelassener Wert der mittleren Aktivität eines Loses(pro Instrument)	Maximal zugelassener Wert der Aktivität eines einzelnen Instruments
Getragene Uhren	185 MBq (5 mCi)	277 MBq (7,5 mCi)
Nicht getragene Uhren	277 MBq (7,5 mCi)	370 MBq (10 mCi)
Spezialuhren	-----	925 MBq (25 mCi)

LICHTSTÄRKEN

Bei Verwendung von 5 mCi der Farbe C3 (gelb), resultiert daraus eine Lichtstärke von 740 nCd (Faustregel).

Bei Verwendung von 5 mCi der Farbe C1 (weiß), resultiert daraus eine Lichtstärke von 500 nCd (Faustregel).

Als **Mindestlichtstärke pro Uhr** (11 Marken) fordert die ISO-Norm **46 nCd** (davon **10 nCd für das Zeigerpaar**).

MINDESTLICHTSTÄRKE ↔ LICHTSTÄRKEVERLUST

Ein Tritiumleuchtfarbenepot verliert innert ca. 4–5 Jahren jeweils 1/2 der Lichtstärke. Das heißt: nach 8–10 Jahren beträgt die Lichtstärke nur noch 1/4 des Anfangswertes, nach 12–15 Jahren 1/8, nach 16–20 Jahren 1/16 usw.

Welche Anfangslichtstärke muss ich belegen (11 Marken), damit ich auch noch nach 12–15 Jahren die Norm erfülle?

Sie muss ein 8 Mal soviel wie von der Norm verlangt betragen.

$8 \times \text{Mindestlichtstärke } 46 \text{ nCD} = 368 \text{ nCD}$, davon $8 \times 10 \text{ nCD} = 80 \text{ nCD}$ für das Zeigerpaar

STABILITÄT VON LACKEN

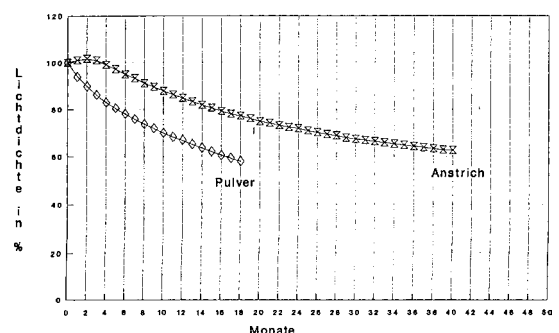
Im Tritiumleuchtfarbenepot wird der verwendete Lack dauernd mit Elektronenstrahlen, die von der Tritiumleuchtfarbensicht ausgesendet werden, beschossen. Diese Strahlung kann ungeeignete Lacksysteme mit der Zeit verändern oder gar zerstören (Lack wird braun).

Da der gebräunte Lack nun einen großen Teil des von der Tritiumleuchtfarbe ausgesandten Lichts absorbiert, sinkt die Lichtstärke stetig ab. Die Acryl-Lacksysteme weisen diese Mängel in der Regel nicht auf. Sie zeichnen sich durch hohe Elektronenstabilität und hohe Lichtdurchlässigkeit aus.

STABILITÄT VON TRITIUMLEUCHTFARBEN

Wir haben den Lichtdichteverlust von Tritiumleuchtfarbenepots kennen gelernt. In Form von Pulver (Lagerung der Tritiumleuchtfarbenpulver) ist der Lichtdichteverlust stärker. Es ist daher wichtig, nur soviel Pulver an Lager zu halten oder zu bestellen, wie in Kürze benötigt wird.

LICHTDICHTEVERLUST IN FUNKTION DER ZEIT



BERECHNUNGEN VON LICHTSTÄRKEN

Annahme : Sie wollen eine Uhr mit Tritiumleuchtfarbe C3 belegen, so dass Sie eine Lichtstärke von insgesamt 368 nCd erzielen

Auf Ihrer Uhr wollen Sie 11 Marken anbringen (10 runde Punkte $d = 1.5 \text{ mm}$, 1 Dreieck $g = 2.0 \text{ mm}$), die totale Zeigerfläche beträgt 7 mm^2 .

Als Grundlage dienen uns die Tabellen 1 und 3. Zuerst berechnen wir alle Flächen :

$$10 \text{ runde Punkte } (d = 1.5 \text{ mm}) = 10 \times 1.8 \text{ mm}^2 = 18 \text{ mm}^2$$

$$1 \text{ Dreieck } (g = 2.0 \text{ mm}) = 1 \times 1.7 \text{ mm}^2 = 1.7 \text{ mm}^2$$

Totalfläche auf Zeigerblatt
Totalfläche Zeiger

19.7 mm²
7 mm²

Frage : Welche ISO - Helligkeitsstufe muss ich applizieren, damit ich eine Totallichtstärke von 368 nCd erziele ?

Als erstes errechne ich die Menge Tritiumleuchtpulver die appliziert werden muss:

$$\text{Menge in mg} = \frac{\text{Belegungsichte in mg / mm}^2}{\text{Fläche in mm}^2}$$

$$\frac{\text{Belegungsichte für Zeiger : } 0.1 \text{ mg / mm}^2}{\text{Belegungsichte für Zifferblatt: } 0.25 \text{ mg / mm}^2}$$

$$\text{Somit : Zeiger} \rightarrow \frac{0.1 \text{ mg / mm}^2 \times 7 \text{ mm}^2}{\text{Zifferblatt} \rightarrow \frac{0.25 \text{ mg / mm}^2 \times 19.7 \text{ mm}^2} = 0.7 \text{ mg} = 4.9 \text{ mg}}$$

Totalmenge Tritiumleuchtfarbe

5.6 mg

BERECHNUNGEN VON LICHTSTÄRKEN

Nun berechne ich aus den vorhandenen Zahlen die Lichtdichte (Mass für die Qualitätsklasse) :

$$\text{Lichtdichte in nCd / mg} = \frac{\text{Lichtstärke in nCd}}{\text{Menge Tritiumleuchtfarbe in mg}}$$

Somit :

$$\text{Zeigerpaar: } \frac{80 \text{ nCd}}{0.7 \text{ mg}} = 114 \text{ nCd / mg}$$

$$\text{Zifferblatt: } \frac{(368 - 80) \text{ nCd}}{4.9 \text{ mg}} = \frac{288 \text{ nCd}}{4.9 \text{ mg}} = 59 \text{ nCd / mg}$$

Nun vergleichen wir diese Werte mit den Helligkeitsstufen in Tabelle 1 :

L7	-->	40 nCd / mg	
L8	-->	63 nCd / mg	--> Zifferblatt (59 nCd / mg)
L8.5	-->	82 nCd / mg	
L9	-->	100 nCd / mg	
L9.5	-->	130 nCd/mg	--> Zeigerpaar (114 nCd / mg)

Um also die Norm auch noch nach 12 - 15 Jahren zu erfüllen, müssen wir für das Zifferblatt T-ISO-C3-L8 verwenden.

Für das Zeigerpaar wählen wir : T-ISO-C3-L9.5

BERECHNUNG DER AUFGETRAGENEN AKTIVITÄT

Die ISO - Norm 3157 legt als Limite eine mittlere Aktivität von 5 mCi pro Uhrenlot (Spezialuhren 25 mCi pro Uhr) fest.

Nun müssen wir bestimmen, ob wir mit den vorhin errechneten Tritiumleuchtfarben-Quantitätsklassen (T-ISO-C3-L8 und T-ISO-C3-L9.5) auch unterhalb dieser Limite liegen

Als Hilfsmittel dient uns Tabelle 2 aus dem Anhang.

$$\text{Aktivität in mCi} = \frac{\text{Menge (mg) x spez. Aktivität (uCi/mg)}}{1000}$$

Die Menge Tritiumleuchtfarbe übernehmen wir von unserem Beispiel Seite 8 : -> 4.9 mg (Zifferblatt), 0.7 mg (Zeigerpaar)

Die spez. Aktivität übernehmen wir aus der Tabelle 2 .

Achtung : da C3 und C1 bei gleicher ISO -Qualitätsklasse verschiedene spez. Aktivitäten zugeordnet haben, muss aus der entsprechenden Kolonne abgelesen werden.

Für unser Beispiel : --> 400 uCi / mg (Zifferblatt)
--> 820 uCi / mg (Zeigerpaar)

$$\begin{aligned} \text{Somit : } & 4.9 \text{ mg x } 400 \text{ uCi / mg} & = 2.0 \text{ mCi (Zifferblatt)} \\ & \text{-----} & \text{-----} \\ & 1000 & \\ & 0.7 \text{ mg x } 820 \text{ uCi / mg} & = 0.6 \text{ mCi (Zeigerpaar)} \\ & \text{-----} & \text{-----} \\ & 1000 & \\ \text{TOTAL} & & 2.6 \text{ mCi} \end{aligned}$$

Also liegt der Tritiumleuchtfarbenauftrag unserer Uhr mit 2.6 mCi unter dem von ISO-3157 tolerierten Wert.

BERECHNUNG DER AUFGETRAGENEN AKTIVITÄT

Für Schnellabschätzungen gibt es auch eine Faustformel :

Für C3 entspricht eine Lichtstärke von 740 nCd einer Aktivität von 5 mCi.

Für C1 entspricht eine Lichtstärke von 500 nCd einer Aktivität von 5 mCi.

$$\begin{aligned} \text{Somit für C3 : } & \frac{\text{Lichtstärke (nCd) x 5 mCi}}{740 \text{ nCd}} = \text{Aktivität (mCi)} \\ \text{Somit für C1 : } & \frac{\text{Lichtstärke (nCd) x 5 mCi}}{500 \text{ nCd}} = \text{Aktivität (mCi)} \end{aligned}$$

Unser Beispiel (siehe Seiten 8 und 9) :

Lichtstärke Zifferblatt = 4.9 mg x 63 nCd/mg (L8) = 309 nCd
Lichtstärke Zeigerpaar = 0.7 mg x 130 nCd/mg (L9.5) = 91 nCd

TOTAL

$$\text{Aktivität (mCi)} = \frac{400 \text{ nCd x 5 mCi}}{740 \text{ nCd}} = 2.7 \text{ mCi}$$

Man kann daraus ersehen, dass Faustregel und genaue Berechnung recht gut übereinstimmen.

ISO - QUALITAETSKLASSEN MIT ZUGEHÖRIGER LICHTDICHTHE
RCT-QUALITAETS- KLASSE **ISO-QUALITAETS- KLASSE** **LICHTDICHTHE IN nCi/mg**

1	1	2.5
2	2	4.0
3	3	6.3
4	4	10
5	5	16
6	6	25
7	7	40
8	8	63
9	8.5	82
10	9	100
	9.5	130
	10	160

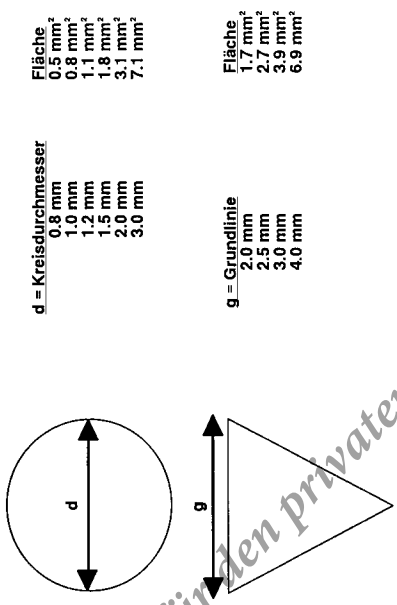
Tabelle 1

ISO - HELLIGKEITSTUFEN MIT ZUGEHÖRIGER
SPEZIFISCHER AKTIVITAET

RCT-QUALITAETS- KLASSE	ISO-QUALITAETS- KLASSE	SPEZ. AKTIVITAET in mikrocurie pro mg (uCi / mg)
1	L1	16
2	L2	26
3	L3	40
4	L4	65
5	L5	100
6	L6	160
7	L7	260
8	L8	400
9	L8.5	520
10	L9	620
	L9.5	820
	L10	1050

Tabelle 2

FLAECHEN VON DEPOTS.



Lichtdichte in Abhängigkeit der Schichtdicke des Depots

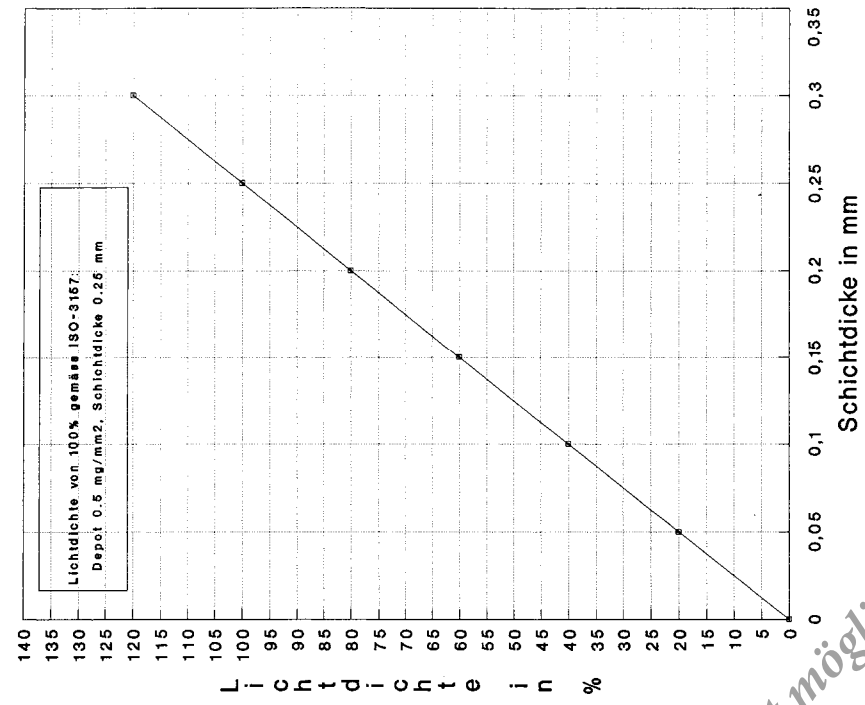


Tabelle 5

MINIMALE ANFANGSHELLIGKEIT ZUR ERFÜLLUNG DER ISO - NORM NACH BESTIMMTER ZEIT

ZEIT IN JAHREN	L I C H T S T A R K E I N 3 Marken	L I C H T S T A R K E I N 4 Marken	L I C H T S T A R K E I N 11 Marken	L I C H T S T A R K E I N 12 Marken
0	22	25	46	49
1	27	30	55	59
2	32	36	67	71
3	38	44	80	86
4	46	53	97	103
5	56	63	117	124
6	67	76	141	150
7	81	92	170	181
8	98	111	204	218
9	118	134	246	262
10	142	161	296	316
11	171	194	357	380
12	206	234	430	458
16	433	493	906*	965*
20	914*	1038*	1910*	2035*

* Diese Leuchtstärken bewirken bereits eine Ueberschreitung der mittleren Aktivität von 5 mCi pro Uhrenlot und können nur auf Spezialuhren aufgebracht werden. (Maximalaktivität 25 mCi pro Uhr, Bezeichnung T 25)

Tabelle 4

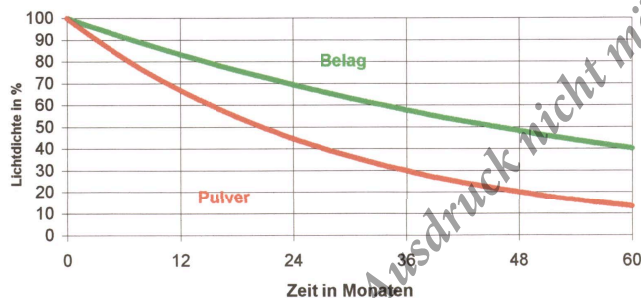
Lichtdichteklassen

Klasse (L)	Lichtdichte [ncd/mg]	Spezifische Aktivität [MBq/mg]	
		C3, C5, C7, C9	C1
1	2.5	0.59	0.85
2	4.0	0.96	1.41
3	6.3	1.48	2.22
4	10	2.41	3.52
5	16	3.70	5.37
6	25	5.92	8.51
7	40	9.62	14.06
8	63	14.80	21.46
8.5	82	19.24	27.75
9	100	22.94	33.30
9.5	130	30.34	44.03
10	160	38.85	not available

Verlust der Lichtdichte im Verlauf der Jahre

Veränderungen des Tritiumpolymers, der verwendeten Phosphore und der Lacke führen im Laufe der Jahre zu einem Lichtdichteverlust. Dies bedeutet:

Um die Mindestlichtstärken gemäss ISO Norm 3157 auch noch nach Jahren erfüllen zu können, muss die Anfangslichtstärke einige Male höher angesetzt werden.



TRITEC Superlite – Die strahlungsfreie Alternative?

RC TRITEC AG, Speicherstrasse, CH-9053 Teufen, 1995

Wir freuen uns, Ihnen TRITEC Superlite, eine Neuentwicklung von Nachleuchtpigmenten, frei von radioaktiven Stoffen, vorzustellen.

Dank wesentlich größerem Lichtspeichervermögen zeigen TRITEC Superlite-Pigmente, gegenüber herkömmlichen Zinksulfid-Pigmenten, eine bis zu 100 Mal stärkere Nachleuchtintensität. Mit TRITEC Superlite belegte Markierungen auf Zifferblättern und Zeigern und Instrumenten bleiben, bei ausreichender Größe und intensiver Anregung mit Sonnen oder Fluoreszenzlicht, während der ganzen Nacht gut sichtbar.

Die Tatsache, dass Fläche und Schichtdicke (Menge des Farbauftrages) die Leuchtintensität und Dauer der Sichtbarkeit bestimmen, bleibt weiter bestehen. Zur Verarbeitung werden TRITEC Superlite Pigmente und die geeigneten TRITEC-Lacke in bekannter Weise gemischt und auf weißen Untergrund aufgetragen.

TRITEC Superlite kann aber niemals Tritium-Leuchtfarben ersetzen, da nur Tritium-Leuchtfarben ohne vorgängige Anregung dauernd leuchten.

Tritium im Vergleich mit Superlite

Mit der Einführung von unserem TRITEC Superlite Pigment scheint bei manchen Kunden die Vorstellung aufzukommen, daß Superlite ein Ersatzprodukt für Tritium-Leuchtfarben sei. Die folgende Gegenüberstellung soll die Unterschiede, die Stärken und Anwendungsbereiche der beiden Leuchtpigmente klar aufzeigen.

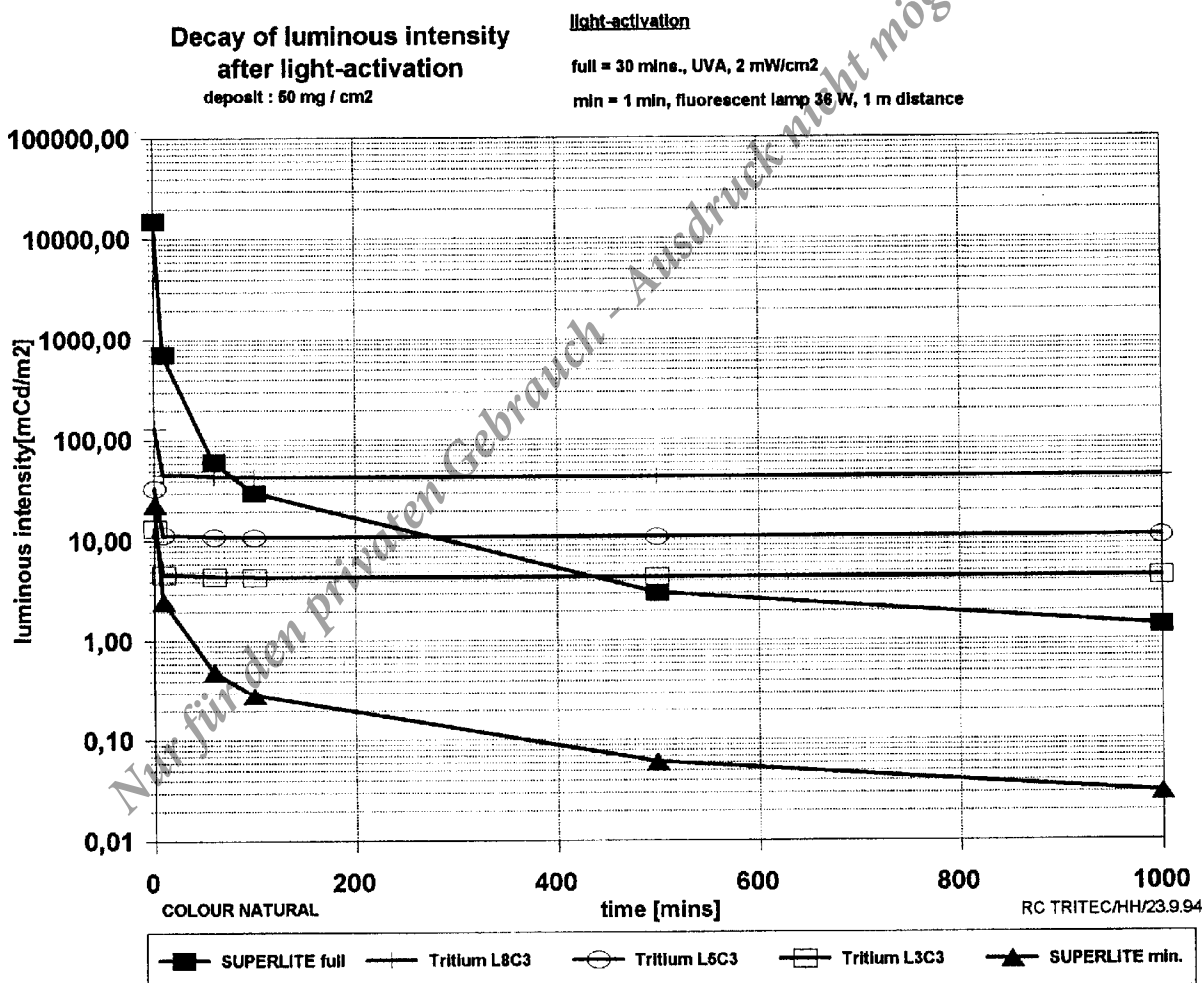
TRITEC Superlite gehört zur Gruppe der phosphoreszierenden oder nachleuchtenden Leuchtstoffe und ihr Funktionsprinzip ist mit einem Licht-Speicher oder einer Lichtbatterie zu vergleichen. Nur wenn diese Pigmente ausreichend mit Sonnen- oder Kunstlicht aktiviert werden, können sie im Dunkeln ihre Lichtenergie über eine bestimmte Zeit wieder abgeben. Dieses Licht wird nicht gleichmäßig über lange Zeit,

sondern, nach erfolgter Anregung, zuerst sehr intensiv und mit ablaufender Zeit immer schwächer abgegeben (e-Funktion, vgl. Abfallkurven). Die Nachleuchtenergie und -dauer ist klar begrenzt und nur bei ausreichend großen Auftragsmengen (vollflächige Zifferblätter, große Indexe von Taucheruhren sehr große Zeigerfenster, bei dickem Auftrag) können befriedigende Ablesbarkeiten für Stunden erreicht werden, die aber nicht den ISO-Normen 31571 NIHS 97-10 entsprechen. Im praktischen Alltagsgebrauch wird die Anregung jedoch kaum den Laborprüfbedingungen entsprechen und somit ist auch eine reduzierte Nachleuchtintensität zu erwarten.

Tritium-Leuchtfarben dagegen gehören zur Gruppe der selbstleuchtenden Dauerleuchtfarben, die vollumfänglich die Normen ISO-3157 / NIHS 97-10 erfüllen. Spuren von Tritium erbringen dauernd die Anregungsenergie für die Leuchtkristalle, so daß diese ohne Fremdanregung immer gleichbleibend intensiv leuchten. Nur mit Tritium Leuchtfarben sind Zeiger und Zifferblätter mit kleinen und mittleren Fenstern oder Punkten klar während der ganzen Nacht erkennbar. Aufgrund der feineren Pigmentstruktur von Tritium-Leuchtfarben sind ästhetischere Leuchtfarbenepots herstellbar.

Zusammenfassend kann festgestellt werden,

- daß nur mit Tritium-Leuchtfarben, die Lesbarkeit nach ISO-/NIHS
- Norm für alle Uhren garantiert werden kann.
- daß Superlite eine klare Verbesserung gegenüber herkömmlichen
- inaktiven Nachleuchtpigmenten darstellt und nur für diese eine Alternative sein kann,
- daß Tritium-Leuchtfarben nicht annähernd durch Superlite ersetzt werden können.



Super-LumiNova, Stand 1998

Diese Nachleuchtpigmente stellen die letzte mir bekannte Entwicklung nichtradioaktiver Nachleuchtpigmente für die Uhrenindustrie dar. Ihre Lichtspeicherkapazität ermöglicht befriedigende Ergebnisse bei den Leuchtmarkierungen. Grundsätzlich funktionieren diese Pigmente wie ein Lichtakku. Nach ausreichender Ladung durch Sonnen- oder Kunstlicht wird die gespeicherte Lichtenergie über Stunden im Dunklen abgegeben. Ausreichend große Markierungen bleiben während der ganzen Nacht sichtbar. Der Ladungs- und Entladungsprozess ist beliebig oft wiederholbar und unterliegt keinen Abnutzungen.

Prinzipiell gelten alle bisher vorgestellten Berechnungen für die Leuchtflächen nicht für dieses Produkt. Hier müssen neue Herstellerunterlagen angefordert werden, zumal von einer technischen Weiterentwicklung ausgegangen werden kann!

Aber so viel kann gesagt werden: Es müssen wesentlich größere Leuchtfarbenmengen auf des Zifferblatt gebracht werden, um den Leuchteffekt der radioaktiven Substanzen zu erreichen.

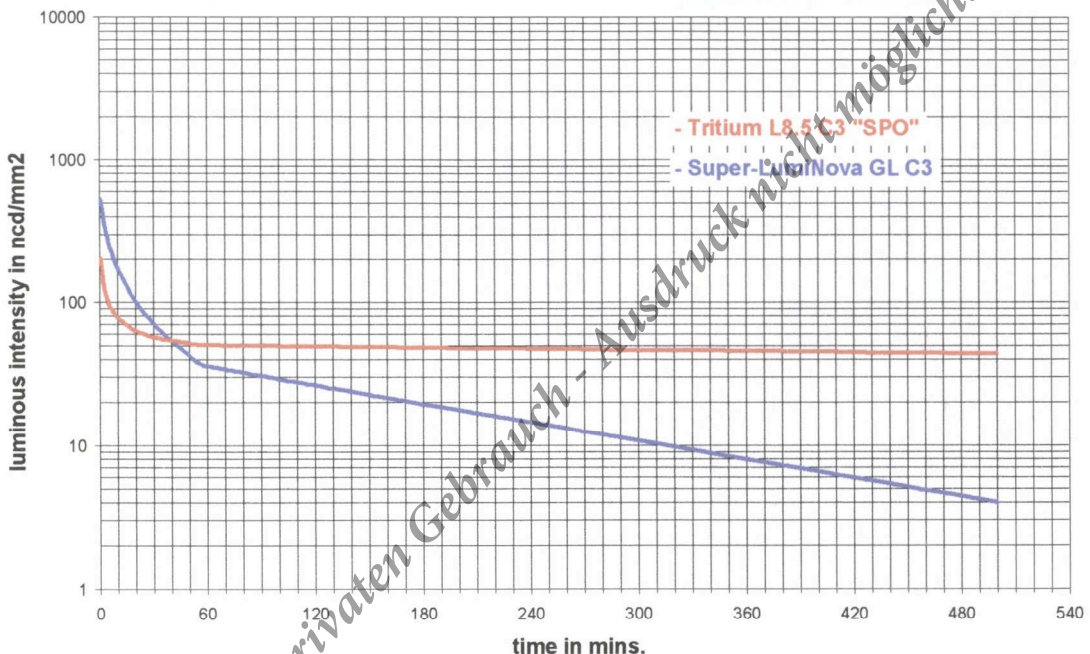
Vergleich Tritium SPO mit Super-LumiNova

Decay of luminous intensity after light activation

-deposit 0.5 mg/mm²

03.06.98

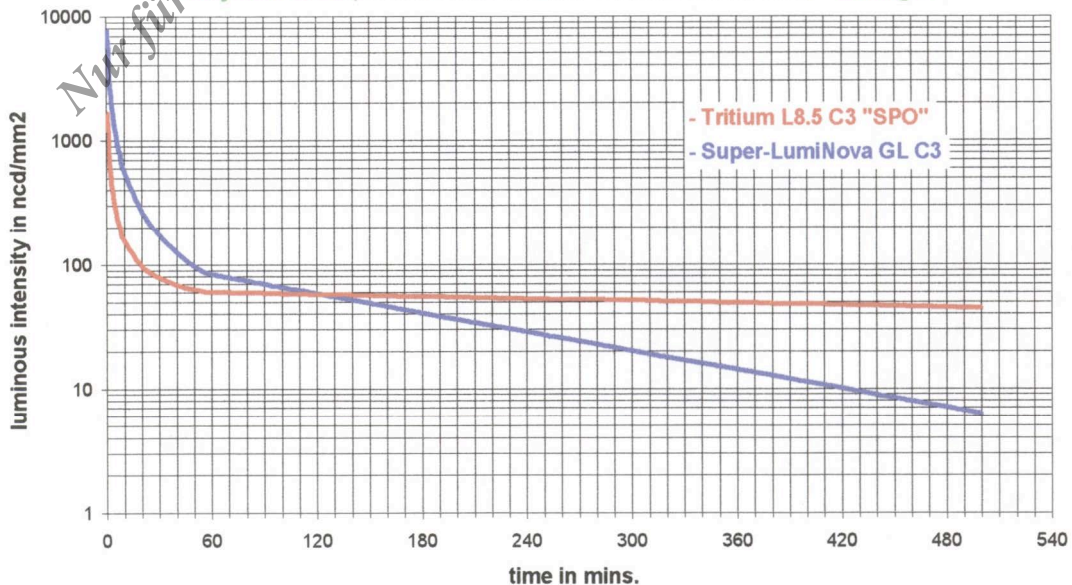
-normal activated (Sylvania Lynx D 10, 60 mins, 200 Lux) = Conditions of normal use



Decay of luminous intensity after light activation

-deposit 0.5 mg/mm²

-fully activated (OSRAM ULTRA VITALUX, 90 mins, UVA 3 mW/cm²) = Sunlight



















Super-LumiNova® Pigmente / pigments

Dank wesentlich grösserem Lichtspeichervermögen zeigen **Super-LumiNova®**-Pigmente, gegenüber herkömmlichen Zinksulfid-Pigmenten, eine bis zu 100 mal stärkere Nachleuchtintensität. Mit **Super-LumiNova®** belegte Markierungen bleiben, bei intensiver Anregung (min. 5-10 Min.) mit Sonnen- oder Fluoreszenzlicht, während der ganzen Nacht gut sichtbar. Spezialfarben werden auf Anfrage geliefert.

Grâce à la propriété de pouvoir conserver un volume de lumière beaucoup plus important par rapport aux pigments traditionnels à base de sulfure de zinc, les pigments **Super-LumiNova®** offrent une intensité lumineuse jusqu'à 100 fois plus forte. Des signes garnies de **Super-LumiNova®** peuvent rester visibles pendant toute la nuit à condition que l'exposition (min. 5-10 min.) à la lumière du soleil ou une source fluorescente soit assez importante en durée et en intensité. Couleurs spéciales seront livrées sur demande.

Because of a much greater light storage capacity compared to traditional materials based on zinc sulfide, **Super-LumiNova®** pigments provide an up to 100 times stronger light intensity. Markings covered with **Super-LumiNova®** will remain clearly visible for the whole night provided that sufficient activation (min. 5-10 min.) by sunlight or by fluorescent light has occurred. Special colours will be supplied on request.

C1			natur nature natural
C3			C5
C7			C9
gelb hell jaune clair light yellow			gelb dunkel jaune foncé dark yellow
orange hell orange clair light orange			orange dunkel orange foncé dark orange
rot hell rouge clair light red			rot dunkel rouge foncé dark red
blau hell bleu clair light blue			blau dunkel bleu foncé dark blue
grün hell vert clair light green			grün dunkel vert foncé dark green

Die nun folgenden Artikel aus Publikationen geben einen Eindruck von der Entwicklung der Leuchtfarben ab 1959.

Nur für den privaten Gebrauch - Ausdruck nicht möglich!

Nur für den privaten Gebrauch - Ausdruck nicht möglich!