



Fraunhofer Institut
Fertigungstechnik
Materialforschung

Untersuchungsbericht:

***Vergleich der optischen Eigenschaften zwischen
zwei verschiedenen Lacksystemen und Bewertung der
Polierfähigkeit der Decklackoberfläche mit verschiedenen
Polierverfahren***

Auftragnehmer:

Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und
Angewandte Materialforschung
Bereich Klebtechnik und Oberflächen
Lacktechnik
Wiener Straße 12
28359 Bremen
Bearbeiter: Frau Silke Wübben

Auftraggeber:

Lürssen Werft GmbH & Co. KG
Abteilung Konstruktion/ Yachtausrüstung
Industriestr. 9
27809 Lemwerder
Ansprechpartner: Herr Sven Exner

Angebots-Nr.: 406644 / 408188
Projekt-Nr.: 311570
Auftragsnummer: 51024/0823/65

Bremen, den 13.10.2008

Dipl. -Ing. S. Buchbach

Silke Wübben

Inhaltsverzeichnis	Seite
1 Aufgabenstellung	3
2 Auswahl der Prüfung, Lacksysteme und Substrate.....	3
3 Versuchsdurchführung.....	3
3.1 Applikation der Lacksysteme.....	3
3.1.1 Aufbau des Beschichtungssystems.....	3
3.1.2 Polierverfahren Fa. Nobelclean.....	4
3.1.3 Herkömmliches Polierverfahren bei Lürssen	5
3.2 Auswertung der Versuchsergebnisse	5
3.2.1 Glanzgradbestimmung	5
3.2.2 Bestimmung der Farbtonveränderung	7
3.2.2 Bestimmung von Orangenhaut und DOI durch Wavescan.....	10
3.2.3 Polieren / Versiegeln der Oberflächen vor QUV - Bewitterung.....	12
4 Diskussion der Messergebnisse.....	13
5 Zusammenfassung.....	13

1 Aufgabenstellung

Ziel dieses Projektes war es, den optischen Vergleich zwischen zwei vom Auftraggeber ausgewählten Lacksystemen vor und nach einer künstlichen Bewitterung zu prüfen und deren Polierfähigkeit mit unterschiedlichen Verfahren zu bewerten. Die bisher eingesetzten Decklacksysteme bieten einen unzureichenden optischen Eindruck nach einer natürlichen Bewitterung. Daher erfolgt in der Regel eine Aufpolierung der Oberfläche mit handelsüblichen Produkten. In den Untersuchungen wurde ein neuartiges Polierverfahren der Firma Nobelclean mit dem herkömmlichen Verfahren verglichen. Die Lacksysteme wurden vor und nach einer Q.U.V.-Bewitterung auf Farbton, Glanz und Welligkeit geprüft. Nach den entsprechenden Polierverfahren wurde die Oberfläche nochmals vermessen und wiederum in den Q.U.V.-Test ausgelagert und wieder die optischen Eigenschaften geprüft.

2 Auswahl der Prüfung, Lacksysteme und Substrate

a.) Prüfungen der lackierten Oberfläche nach Vorgabe des Auftraggebers:

- Glanzgrad bei 20° Geometrie mit Tri-Gloss der Firma BykGardner nach DIN EN ISO 2813
- Farbtonbestimmung bei 45°/D65 Geometrie mit MA 68 II der Firma X-Rite nach DIN 6174
- Wavescan und Struktur mit Wavescan DOI der Firma BykGardner

b.) Verwendetes Substrat

- Aluminium

c.) Ausgewählte Lacksysteme

- International Grundierung Epoxy GP Coating, Thinner No. 7
- AWL Grip Epoxy Primer 545 weiß / grau, Spray Reducer T0006
- AWL Grip TopCoat Carinthia Blue und Darkgreen , Spray Reducer T0003
- Mankiewicz Alexseal Primer 101, Reducer 442 / 101
- Mankiewicz Finish Primer 442, Reducer 442 / 101
- Mankiewicz Alexseal TopCoat 501 Carinta Blue und Darkgreen, TopCoat Reducer

Die Substrate und die Lacksysteme wurden vom Auftraggeber gestellt.

3 Versuchsdurchführung

3.1 Applikation der Lacksysteme

Die Applikation der Lacksysteme erfolgte am IFAM in einer klimatisierten Lackierkabine der Fa. SLF. In dieser Lackierkabine kann die Temperatur und die rel. Luftfeuchtigkeit individuell reguliert werden. Während der Applikation wurde eine Temperatur von 22 °C und eine rel. Luftfeuchtigkeit von 55 % eingestellt. Die verwendeten Lacksysteme wurden nach Absprache mit dem Auftraggeber und nach den Vorgaben des Lackherstellers lackiert.

3.1.1 Aufbau des Beschichtungssystems

Die nachfolgende Graphik (Abbildung 1) gibt den Beschichtungsaufbau wieder.

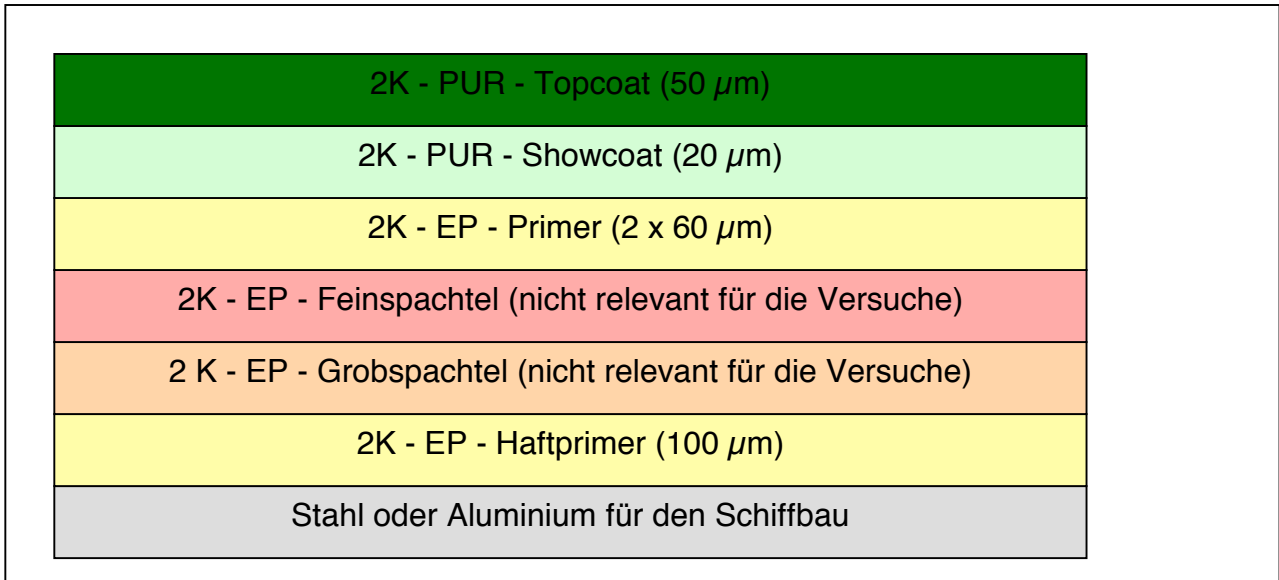


Abbildung 2: Gesamtaufbau der Beschichtung und Schichtdicke

3.1.2 Polierverfahren Fa. Nobelclean

Nachfolgend wird der Polierprozess der Fa. Nobelclean (Abbildung 2) erläutert.

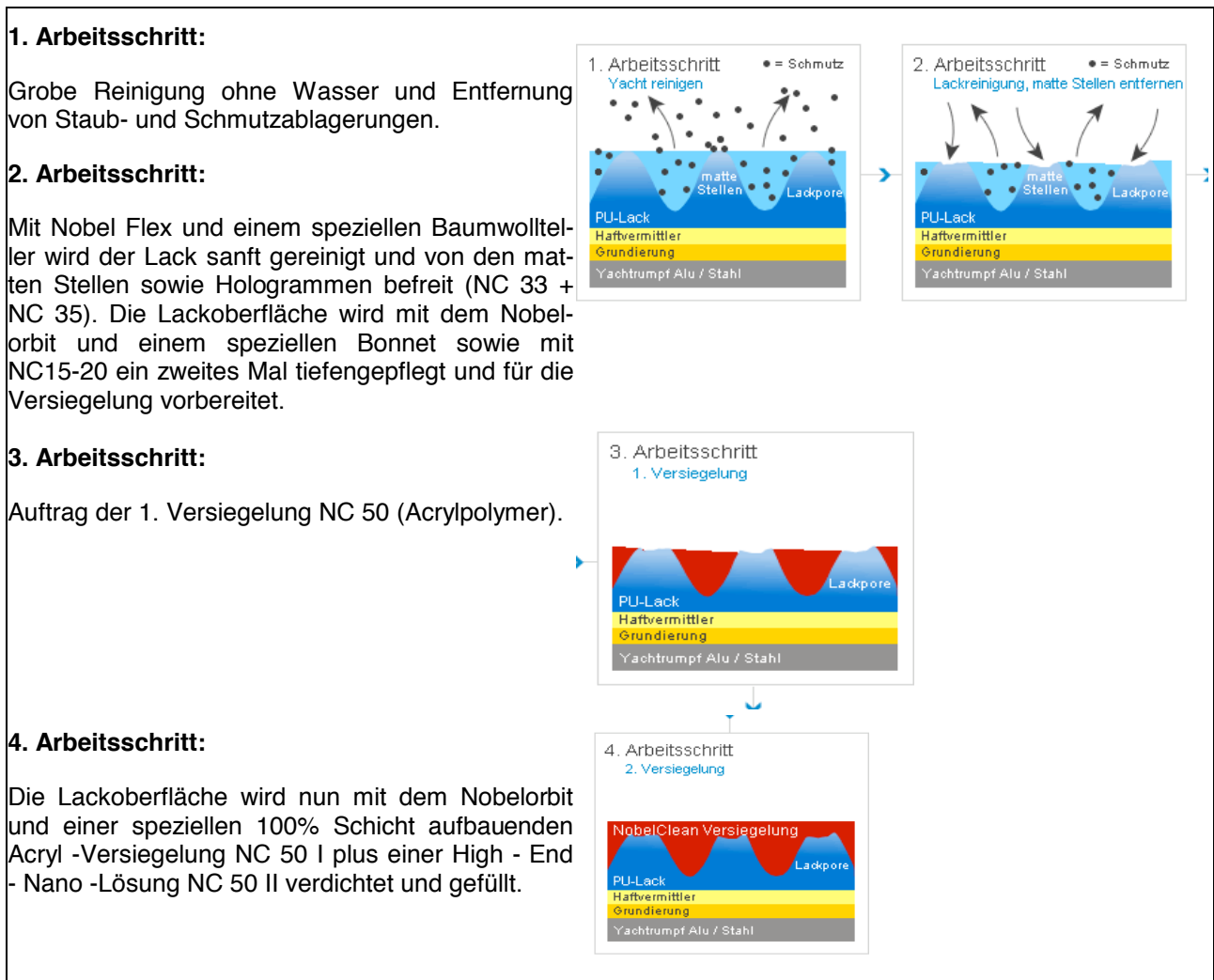


Abbildung 2: Beschreibung des Polierprozesses der Firma Nobelclean

Weitere Einzelheiten zu dem Polierverfahren der Firma Nobelclean können direkt vom Anbieter eingeholt werden.

3.1.3 Herkömmliches Polierverfahren bei Lürssen

Der bisherige Polierprozess bei der Firma Lürssen reicht oft nicht aus, um matte Oberflächen gründlich aufzupolieren, bzw. nach bei längerer Bewitterung des Schiffes treten störende Hologramme auf.

Bei der herkömmlichen Politur (3M Finesse It TM, Part 09639, Batch: CCD1877, Haltbarkeitsdatum 07 / 2009) geschieht das Abtragen und Glätten der Oberfläche mit äußerst feinen Poliermitteln, die meist in einer Paste oder Flüssigkeit, manchmal Politur genannt, gebunden sind. Die Mittel sind in einer Tuch-, Filz-, Gummi, Pech- oder Lederscheibe gebunden und werden oberflächlich aufgebracht.

Die Bearbeitung erfolgt beim herkömmlichen Polierverfahren maschinell mit rotierenden Polierscheiben aus Stoff, Filz oder Leder. Auf die Scheibe, dem sog. Poliermittelträger wird das eigentliche Poliermittel entweder als Emulsion oder einer sog. Festpaste aufgetragen.

3.2 Auswertung der Versuchsergebnisse

3.2.1 Glanzgradbestimmung

Der Glanzgrad wurde geprüft:

- vor QUV Belastung
- nach QUV Belastung 1000 h
- nach QUV Belastung + unterschiedliche Polierverfahren
- nach QUV Belastung + unterschiedliche Polierverfahren + erneute QUV Belastung 500 h und 1000 h

Die Versuchsergebnisse sind graphisch in den Abbildungen 3 bis 7 dargestellt.

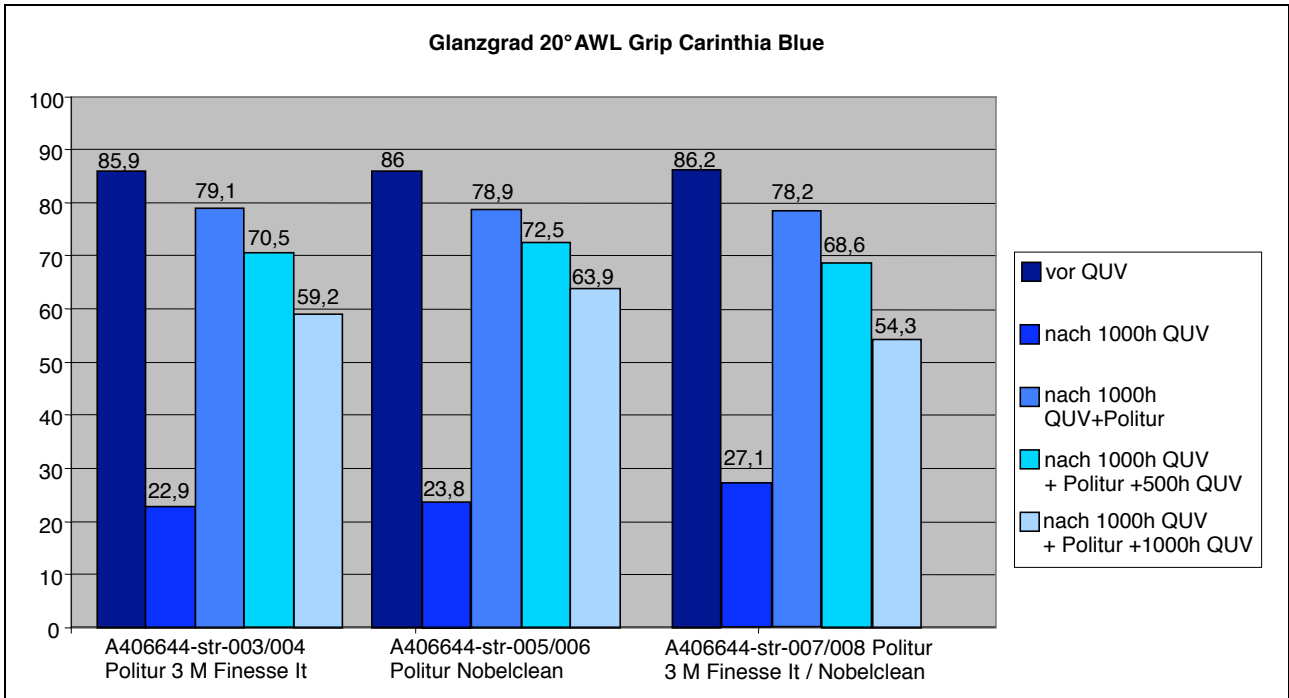


Abbildung 3: Bestimmung Glanzgrad AWL Grip Carinthia Blue

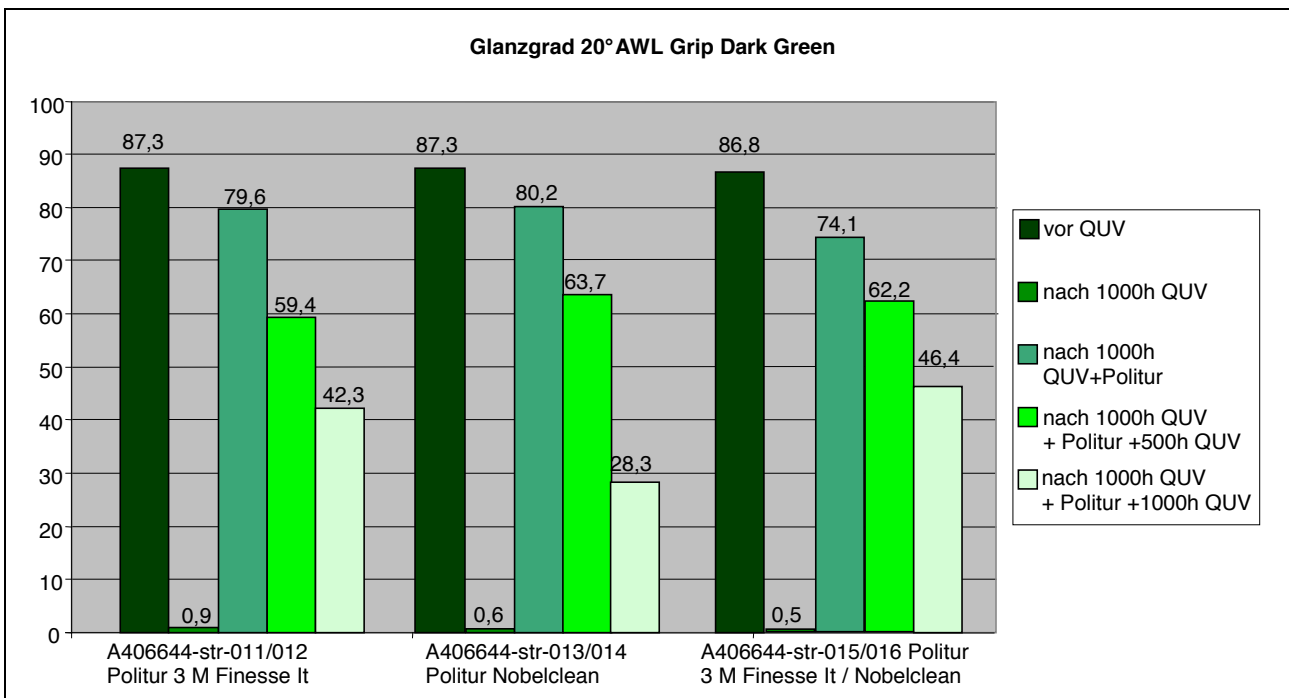


Abbildung 4: Bestimmung Glanzgrad AWL Grip Dark Green

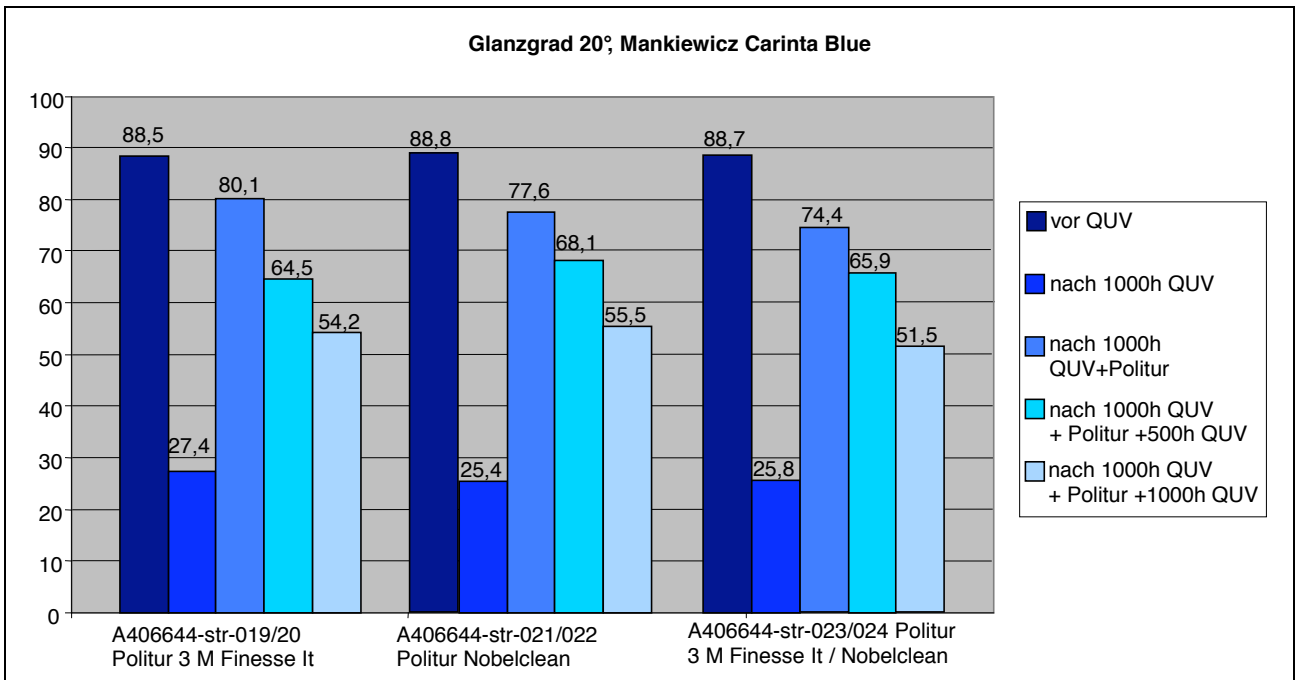


Abbildung 5: Bestimmung Glanzgrad Mankiewicz Carinta Blue

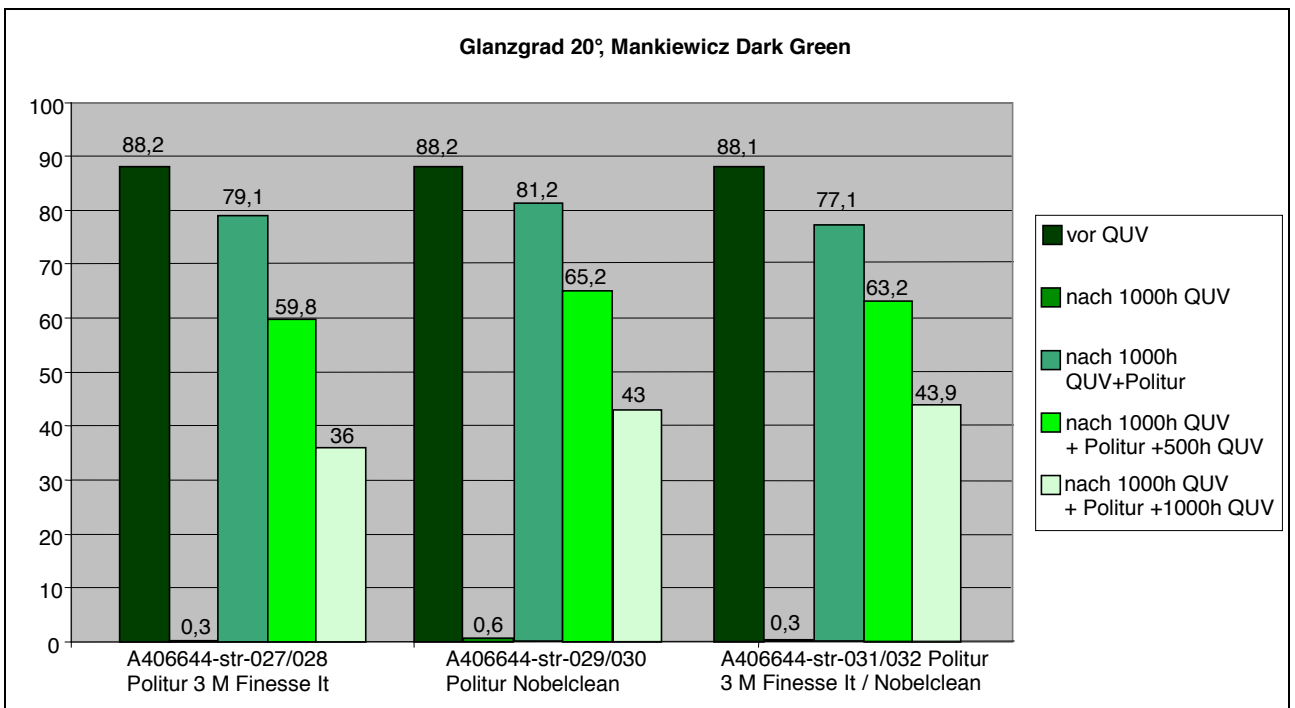


Abbildung 6: Bestimmung Glanzgrad Mankiewicz Dark Green

Alle Einzelauswertung sind im Anhang 1: Glanzgradbestimmung aufgelistet.

3.2.2 Bestimmung der Farbtonveränderung

Der Farbton wurde geprüft:

- vor QUV Belastung
- nach QUV Belastung 1000 h
- nach QUV Belastung + unterschiedliche Polierverfahren

- nach QUV Belastung + unterschiedliche Polierverfahren
+ erneute QUV Belastung 500 h und 1000 h

In den Abbildungen 7 bis 10 sind die Farbtonveränderungen graphisch dargestellt.

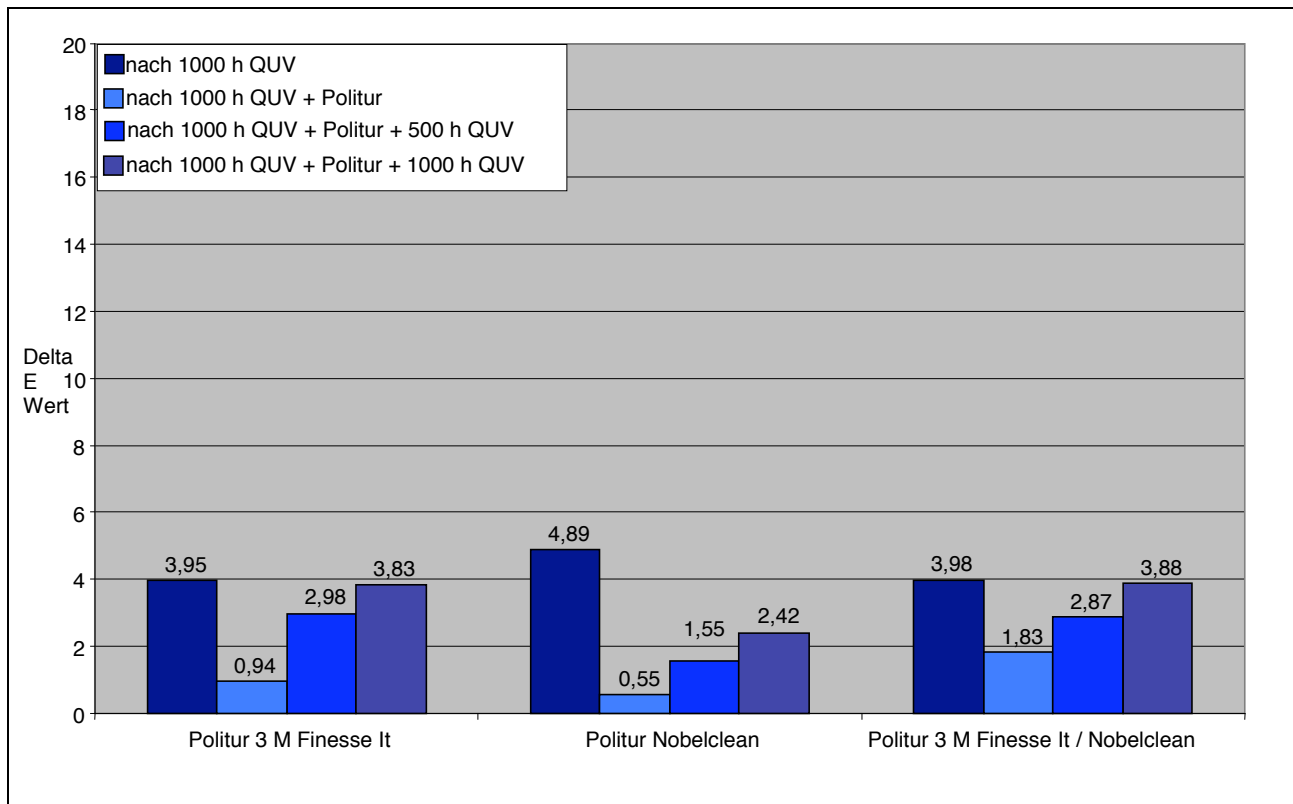


Abbildung 7: Farbtonveränderung des AWL Grip Carinthia Blue

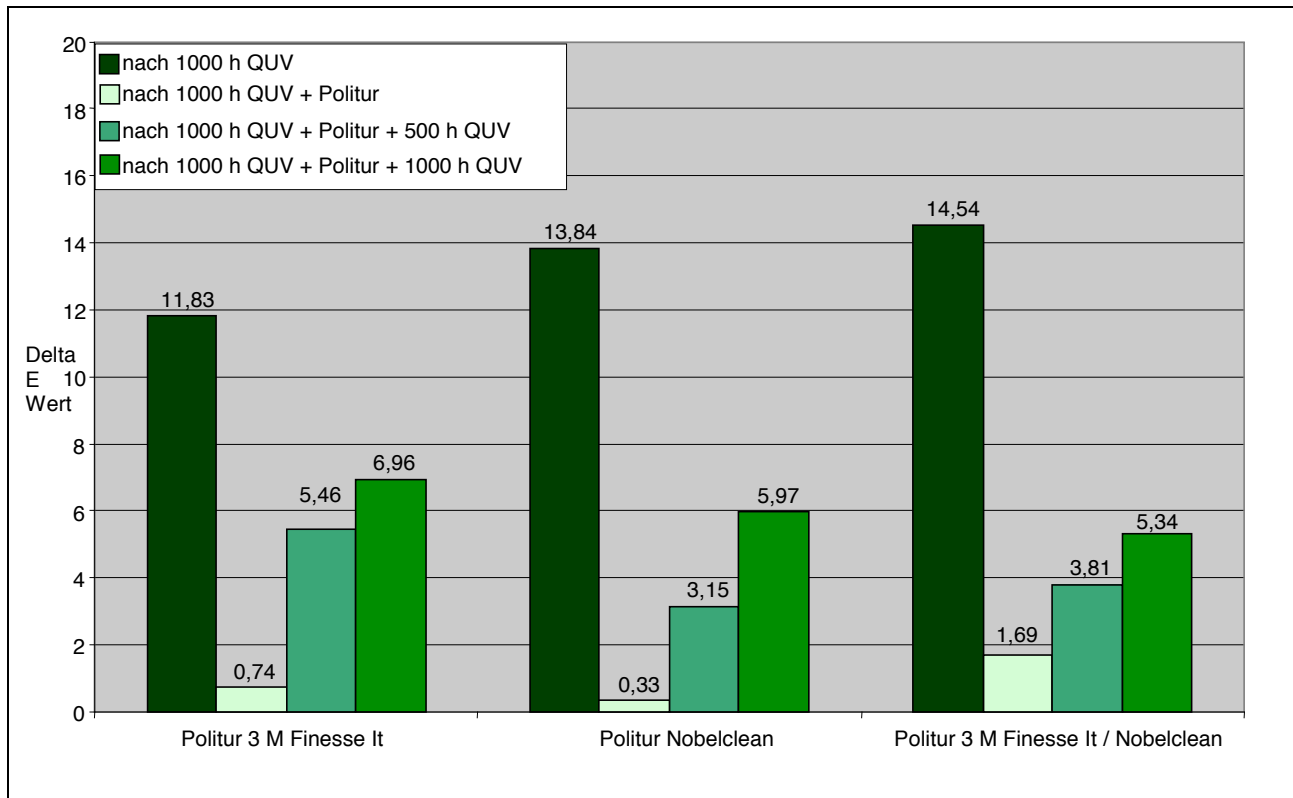


Abbildung 8: Farbtonveränderung des AWL Grip Dark Green

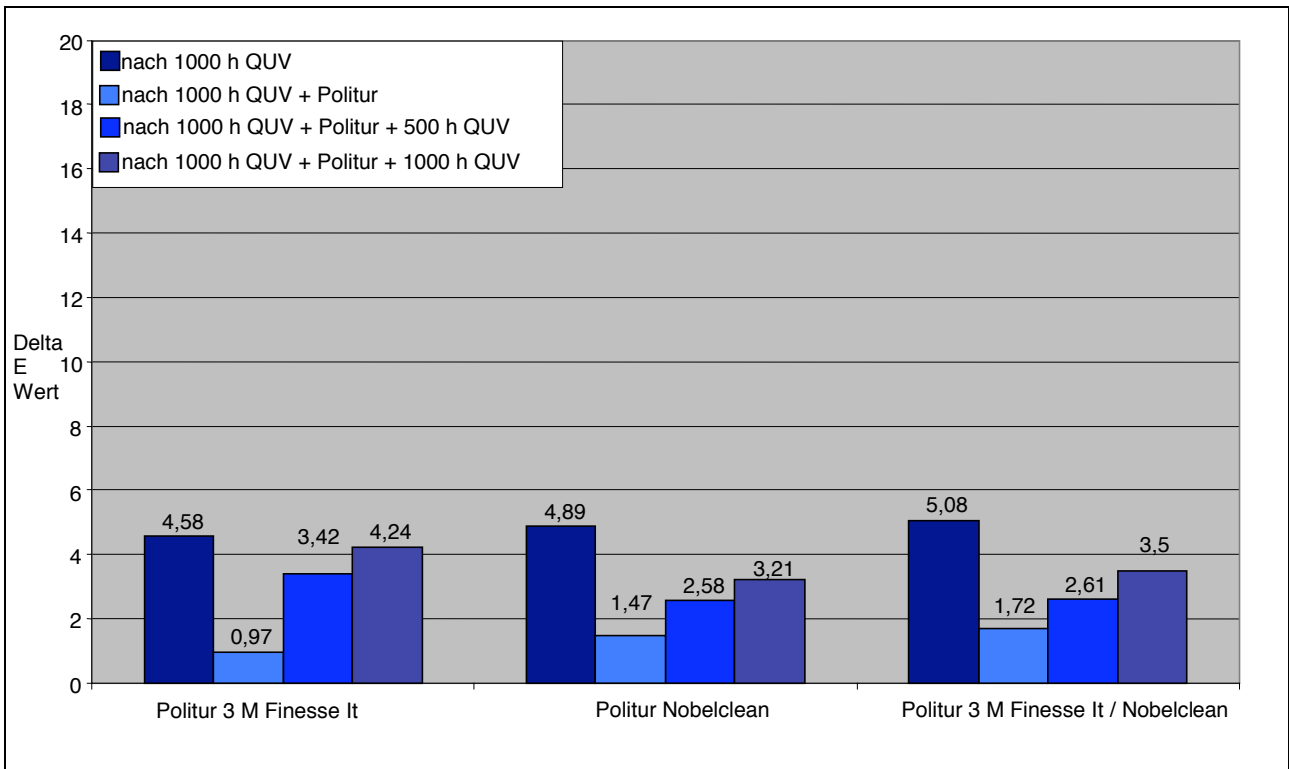


Abbildung 9: Farbtonveränderung des Mankiewicz Carinta Blue

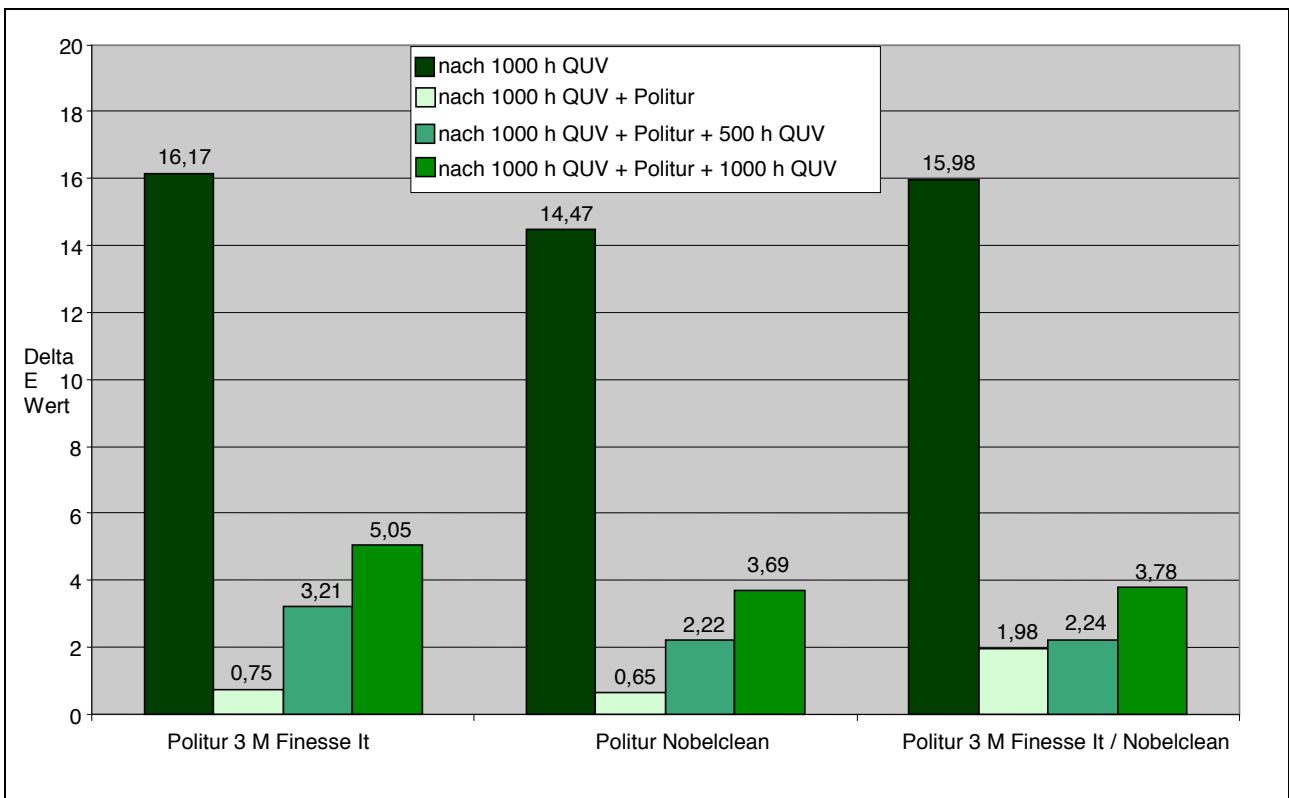


Abbildung 10: Farbtonveränderung des Mankiewicz Dark Green

Die Einzelwerte bzw. Veränderungen der Helligkeiten sind im Anhang 2: Farbtonbestimmung dargestellt.

3.2.2 Bestimmung von Orangenhaut und DOI durch Wavescan

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 1 und Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 1: Bestimmung der optischen Werte vor der Auslagerung

Proben-Nr.	System	Farbton	Schicht- dicke	DOI	du	Wa	Wb	Wc	Wd	Glanz 20°
A406644-str-001	AWL Grip	Carinthia Blue	250µm	90,8	3,6	11,3	30,4	13,7	12,2	86,2
A406644-str-002	AWL Grip	Carinthia Blue	250µm	88,3	4,1	16,7	38,9	16,8	14,2	86,3
A406644-str-003	AWL Grip	Carinthia Blue	255µm	91,4	2,8	11,6	29,3	13,8	10,4	86,1
A406644-str-004	AWL Grip	Carinthia Blue	250µm	91,1	2,6	12,9	30,7	14,1	9,3	85,7
A406644-str-005	AWL Grip	Carinthia Blue	260µm	87,8	5,7	18,8	38,9	15,1	9,8	86,1
A406644-str-006	AWL Grip	Carinthia Blue	270µm	89,3	4,4	14,7	35,2	16,6	12,3	85,9
A406644-str-007	AWL Grip	Carinthia Blue	255µm	91,3	2,0	13,0	30,6	12,7	10,7	86,2
A406644-str-008	AWL Grip	Carinthia Blue	260µm	90,5	4,0	13,8	31,0	12,7	8,7	86,1
A406644-str-009	AWL Grip	Dark Green	270µm	86,6	7,9	18,0	40,2	18,8	14,3	86,7
A406644-str-010	AWL Grip	Dark Green	250µm	86,6	8,0	20,3	40,3	20,1	17,2	87,4
A406644-str-011	AWL Grip	Dark Green	270µm	87,3	6,2	17,8	39,9	20,2	15,6	87,5
A406644-str-012	AWL Grip	Dark Green	265µm	87,9	4,6	16,8	39,6	20,5	18,0	87,1
A406644-str-013	AWL Grip	Dark Green	265µm	89,3	5,0	13,0	34,2	17,8	14,6	87,2
A406644-str-014	AWL Grip	Dark Green	265µm	87,1	7,1	16,6	39,2	19,9	17,3	87,4
A406644-str-015	AWL Grip	Dark Green	275µm	90,9	3,6	11,8	29,9	16,8	13,9	87,1
A406644-str-016	AWL Grip	Dark Green	265µm	86	7,9	20,5	42,3	19,5	15,1	86,6
A406644-str-017	Mankiewicz	Carinta Blue	250µm	96,6	1,0	3,0	4,6	3,7	4,0	88,6
A406644-str-018	Mankiewicz	Carinta Blue	250µm	96,7	1,0	2,2	3,8	2,5	2,3	89,2
A406644-str-019	Mankiewicz	Carinta Blue	260µm	96,6	1,0	2,8	4,9	2,4	2,1	88,2
A406644-str-020	Mankiewicz	Carinta Blue	260µm	96,6	1,0	2,6	5,0	3,1	4,0	88,8
A406644-str-021	Mankiewicz	Carinta Blue	265µm	96,6	1,0	2,8	5,1	3,8	4,2	88,9
A406644-str-022	Mankiewicz	Carinta Blue	250µm	96,7	1,0	2,4	4,4	2,9	4,0	88,7
A406644-str-023	Mankiewicz	Carinta Blue	265µm	96,6	1,0	2,7	4,5	2,7	2,3	88,6
A406644-str-024	Mankiewicz	Carinta Blue	250µm	96,6	1,0	2,7	5,6	3,0	3,3	88,8
A406644-str-025	Mankiewicz	Dark Green	285µm	89,5	5,1	17	33,6	23,6	29,7	88,4
A406644-str-026	Mankiewicz	Dark Green	290µm	91,4	2,8	14,2	29,2	20,2	22,5	87,4
A406644-str-027	Mankiewicz	Dark Green	270µm	89,1	5,7	18,3	34,3	23,2	26,7	88,1
A406644-str-028	Mankiewicz	Dark Green	285µm	90,2	4,0	14,9	32,5	20,2	27,0	88,2
A406644-str-029	Mankiewicz	Dark Green	275µm	88,5	6,0	15	35,8	28,8	33,3	88,0
A406644-str-030	Mankiewicz	Dark Green	290µm	90,3	2,7	14	33,5	21,2	26,2	88,3
A406644-str-031	Mankiewicz	Dark Green	280µm	87,1	6,2	17,7	40,4	28	33,0	87,6
A406644-str-032	Mankiewicz	Dark Green	280µm	88,7	5,2	15,5	36,1	25,1	31,1	88,7

Tabelle 2: Bestimmung der Wavescan Werte nach den Polierverfahren

Proben-Nr.	System	Farbton	Schicht- dicke	DOI	du	Wa	Wb	Wc	Wd	Glanz nach 1000 h QUV	ΔE nach 1000h QUV	Politurverfahren
A406644-str-001	AWL Grip	Carinthia Blue	250μm	x	x	x	x	x	x	26,5	3,61	Unpoliert
A406644-str-002	AWL Grip	Carinthia Blue	250μm	x	x	x	x	x	x	21,2	4,69	Unpoliert
A406644-str-003	AWL Grip	Carinthia Blue	255μm	89,7	4,6	9,9	33,2	14,3	10,7	19,3	4,44	3 M Finesse It
A406644-str-004	AWL Grip	Carinthia Blue	250μm	91,2	2,3	9,3	30,8	14,7	11,3	26,5	3,45	3 M Finesse It
A406644-str-005	AWL Grip	Carinthia Blue	260μm	88,5	9,2	11,4	30,7	14,9	9,4	21,6	5,22	Nobelclean
A406644-str-006	AWL Grip	Carinthia Blue	270μm	92,2	3,7	6,1	24,9	11,6	9,2	26,1	4,17	Nobelclean
A406644-str-007	AWL Grip	Carinthia Blue	255μm	91,5	2,3	8,1	29,6	14,8	13,3	27,1	3,92	3M Finesse It + Nobelclean
A406644-str-008	AWL Grip	Carinthia Blue	260μm	91,2	3,8	7,2	28,6	13,4	11,4	27,0	4,03	3M Finesse It + Nobelclean
A406644-str-009	AWL Grip	Dark Green	270μm	x	x	x	x	x	x	0,7	12,12	Unpoliert
A406644-str-010	AWL Grip	Dark Green	250μm	x	x	x	x	x	x	0,8	12,05	Unpoliert
A406644-str-011	AWL Grip	Dark Green	270μm	91,0	4,0	8,7	29,2	14,8	11,9	0,7	12,76	3 M Finesse It
A406644-str-012	AWL Grip	Dark Green	265μm	91,0	3,3	8,7	30,3	13,9	11,1	1,0	10,9	3 M Finesse It
A406644-str-013	AWL Grip	Dark Green	265μm	93,1	4,7	6,8	18,1	9,5	9,0	0,4	14,57	Nobelclean
A406644-str-014	AWL Grip	Dark Green	265μm	92,3	5,7	7,7	20,2	9,8	10,7	0,7	13,11	Nobelclean
A406644-str-015	AWL Grip	Dark Green	275μm	89,0	5,7	11,9	34,4	15,3	11,5	0,3	16,10	3M Finesse It + Nobelclean
A406644-str-016	AWL Grip	Dark Green	265μm	85,5	12,1	13,4	36,6	18,5	16,8	0,7	12,99	3M Finesse It + Nobelclean
A406644-str-017	Mankiewicz	Carinta Blue	250μm	x	x	x	x	x	x	16,6	5,71	Unpoliert
A406644-str-018	Mankiewicz	Carinta Blue	250μm	x	x	x	x	x	x	23,7	5,11	Unpoliert
A406644-str-019	Mankiewicz	Carinta Blue	260μm	95,3	2,3	4,0	9,5	3,8	2,7	27,6	4,46	3 M Finesse It
A406644-str-020	Mankiewicz	Carinta Blue	260μm	94,7	3,2	5,0	10,6	6,2	7,8	27,3	4,71	3 M Finesse It
A406644-str-021	Mankiewicz	Carinta Blue	265μm	94,6	3,5	5,1	10,8	5,0	3,8	21,3	5,41	Nobelclean
A406644-str-022	Mankiewicz	Carinta Blue	250μm	93,6	5,4	5,9	12,5	5,6	5,2	29,5	4,37	Nobelclean
A406644-str-023	Mankiewicz	Carinta Blue	265μm	95,5	1,9	3,0	9,0	3,9	3,9	27,7	5,00	3M Finesse It + Nobelclean
A406644-str-024	Mankiewicz	Carinta Blue	250μm	94,4	4,3	3,9	10,0	4,3	2,7	23,9	5,16	3M Finesse It + Nobelclean
A406644-str-025	Mankiewicz	Dark Green	285μm	x	x	x	x	x	x	1,0	13,63	Unpoliert
A406644-str-026	Mankiewicz	Dark Green	290μm	x	x	x	x	x	x	0,3	14,94	Unpoliert
A406644-str-027	Mankiewicz	Dark Green	270μm	94,3	2,4	4,8	16,8	12,2	19,1	0,3	16,39	3 M Finesse It
A406644-str-028	Mankiewicz	Dark Green	285μm	92,8	4,4	7,0	20,1	13,1	17,0	0,3	15,95	3 M Finesse It
A406644-str-029	Mankiewicz	Dark Green	275μm	92,8	6,7	7,9	13,7	16,2	24,6	0,2	15,43	Nobelclean
A406644-str-030	Mankiewicz	Dark Green	290μm	92,2	6,8	6,9	17,8	9,8	17,4	0,9	13,51	Nobelclean
A406644-str-031	Mankiewicz	Dark Green	280μm	93,4	3,3	6,3	19,3	16,5	25,4	0,4	15,64	3M Finesse It + Nobelclean
A406644-str-032	Mankiewicz	Dark Green	280μm	94,7	2,1	3,9	15,5	16,5	18,1	0,3	16,33	3M Finesse It + Nobelclean

3.2.3 Polieren / Versiegeln der Oberflächen vor QUV - Bewitterung

Die folgenden Abbildungen 12 und 13 zeigen den Unterschied zwischen unbehandelt ausgelagerten Proben und vorher versiegelten Proben. Hierbei wurden die Proben vor Auslagerung mit dem Nobelclean Verfahren versiegelt.

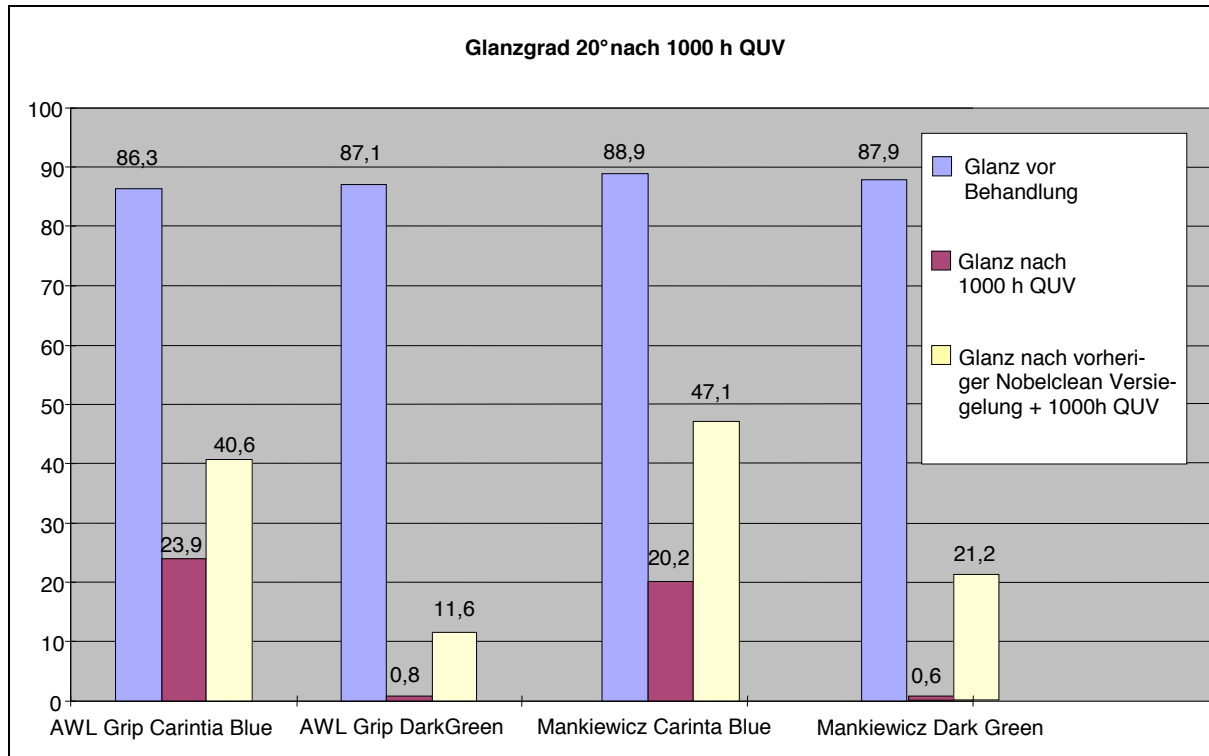


Abbildung 11: Bestimmung des Glanzgrades mit zusätzlicher Politurversiegelung

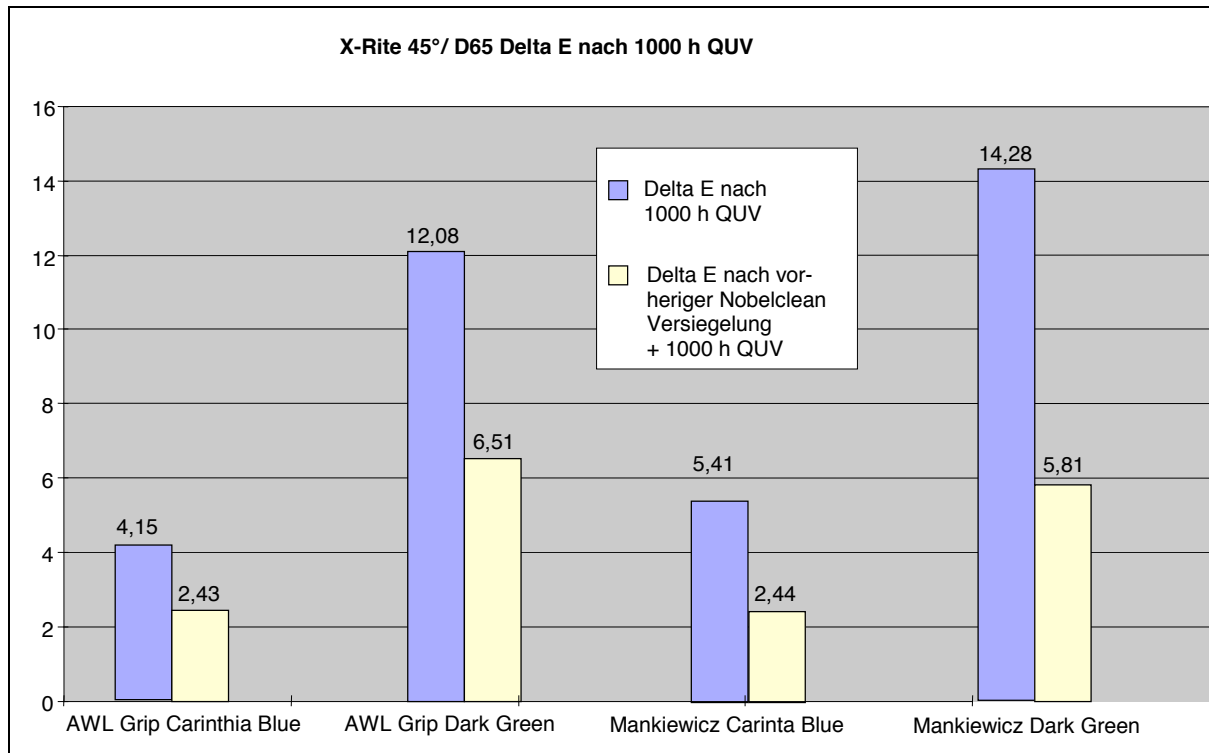


Abbildung 12: Bestimmung der Farbtonveränderung mit zusätzlicher Politurversiegelung

4 Diskussion der Messergebnisse

Glanzgradbestimmung:

Nach einer 1000 Stunden Q.U.V. - Auslagerung nimmt der Glanzgrad bei beiden Farbtönen (Carint(hi)a Blue und Dark Green) sehr stark ab. Ein Unterschied zwischen den Lacksystemen war hingegen nicht zu beobachten. Durch eine zusätzliche Aufpolierung der bewitterten Lackoberfläche wird der Glanzgrad des ursprünglichen Anfangswertes ungefähr erreicht. Sowohl das herkömmliche Polierverfahren als auch die Poliertechnik der Firma Nobelclean erzielen gleich gute Werte. Eine Kombination der beiden Polierverfahren erreicht keine Verbesserung des Glanzgrades. Nach einer weiteren 1000 Stunden Q.U.V. - Auslagerung der aufpolierten Lackproben werden jedoch deutlich höhere Glanzgrade als nach der ersten Q.U.V. - Auslagerung erreicht. Hier schneidet das Polierverfahren der Firma Nobelclean etwas besser ab und die Glanzwerte sind etwas höher.

Farbtonbestimmung:

Nach der Q.U.V.-Auslagerung nimmt der Farbton bei beiden Lacksystemen sehr stark ab und die ΔE - Werte (bis zu einem Wert von >14) liegen beim grünen Farbton außerhalb des Grenzwertes der Norm DIN 6174. Zu beobachten ist ebenso, dass sich nur die L - Werte deutlich verändern. Farbtonverschiebungen in den Farbachsen a (Rot – Grün) bzw. b (Gelb – Blau) sind bei beiden Lacksystemen nicht erkennbar. Unterschiede zwischen den Lacksystemen waren nicht zu beobachten. Durch eine Aufpolierung der Lackoberfläche fällt der Farbtonunterschied bzw. der ΔE - Wert unter 1. Die Aufpolierung mit den Produkten der Firma Nobelclean ist deutlich besser als die herkömmliche Polierung. Eine Kombination der beiden Polierverfahren bringt auch hier keinen Vorteil. Nach einer weiteren künstlichen Bewitterung der aufpolierten Proben ist ebenfalls eine Änderung des Farbtones bzw. ΔE - Wertes zu beobachten, aber die ΔE - Werte sind bei den Nobelcleanproben deutlich besser und die Grenzwerte (ΔE - Wert < 10) können eingehalten werden.

Wavescan:

Leider waren Wavescan Messungen nur vor Auslagerung und nach der Polierung möglich. Nach der Q.U.V. - Auslagerung waren die Proben zu matt. Ein nennenswerter Unterschied zwischen gleichen Farbtönen beider Lacksysteme konnte nicht festgestellt werden, es bestehen jedoch deutliche Unterschiede zwischen den beiden Farbtönen innerhalb desselben Lacksystems. Bei beiden Systemen schneidet das „Carint(hi)a Blue“ deutlich besser ab als „Dark Green“. Nach der Aufpolierung der bewitterten Lackprobe konnten die gleichen Versuchswerte wie vor der Auslagerung erreicht werden.

Polieren und Versiegeln des Decklacks:

Eine vorherige Versiegelung der Decklackoberfläche mit den Produkten der Firma Nobelclean zeigt eine deutliche Verbesserung der Prüfergebnisse nach einer Q.U.V. - Auslagerung. Die Glanzgradwerte und die ΔE - Werte der versiegelten Oberfläche sind nach der Q.U.V.-Auslagerung deutlich besser als ohne Versiegelung. Auch hier ist kein wesentlicher Unterschied zwischen gleichen Farbtönen beider Lacksysteme festgestellt worden. Ebenso weist der Farbton „Carint(hi)a Blue“ eine bessere Performance als der Farbton „Dark Green“ auf.

5 Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war es, zwei Decklackssysteme mit Variation des Farbtons in ihren optischen Eigenschaften nach einer künstlichen Bewitterung (Q.U.V.) zu vergleichen und eine Bewertung der Farbstabilität abzugeben. Aufgrund der durchgeführten Tests ist deutlich geworden, dass der Farbton Dark Green bei beiden Lacksystemen immer schlechtere Versuchsergebnisse im Glanzgrad und in der Farbtonänderung als der Farbton Carint(hi)a Blue aufweist. Nach einer Q.U.V.-Auslagerung nahm der Glanzgrad deutlich ab und die Farbtonveränderung zu. Weitere Unterschiede zwischen den Lacksystemen von AWL Grip und Maniewicz konnten nicht festgestellt werden.

Durch eine Aufpolierung konnten ursprünglicher Glanzwert und Farbton einer bewitterten Lackprobe erreicht werden. Die Polierversuche haben zugleich gezeigt, dass das Polierverfahren der Firma Nobelclean bessere Testresultate als das herkömmliche Polierverfahren liefert. Eine Kombination der Polierverfahren ist hingegen nicht sinnvoll und eine verbesserte Lackoberfläche wird nicht erzielt.

Eine vorherige Versiegelung einer Decklackoberfläche mit den Produkten der Firma Nobelclean bringt eine deutlich verbesserte Witterungsstabilität im Q.U.V. - Test als die konventionelle Polierung. Diese zusätzliche Versiegelung ist für eine Schiffsaußenbeschichtung bei Lürssen sinnvoll.