



Rathgen-Forschungslabor · Staatliche Museen zu Berlin
Schlossstrasse 1A · 14059 Berlin

Staatsbibliothek zu Berlin
Zeitungsabteilung
Joachim Zeller
Carola Pohlmann
Westhafenspeicher
D-13353 Berlin

PROF. DR. STEFAN SIMON
DIREKTOR

Schlossstrasse 1 A
14059 Berlin
Telefon: +49 30 326749 10
Telefax: +49 30 326749 12
s.simon@smb.spk-berlin.de
www.smb.museum/rf
GeschZ: RF

30.04.2012
b_86_051110.doc

Email: Joachim.Zeller@sbb.spk-berlin.de
Carola.Pohlmann@sbb.spk-berlin.de
carola.ulrike.pohlmann@t-online.de

Untersuchungsbericht **86_051110**

Auftraggeber: Staatsbibliothek zu Berlin
Zeitungsabteilung
Joachim Zeller
Westhafenspeicher
D-13353 Berlin

Betrifft: Alterung/Materialbeständigkeit von 19 Zeitungsseiten aus der
SBB

Keywords: Alterung, Papier, Laminierung, Langzeitstabilität

Datum des Berichts: 30.04.2012

Bearbeiter: Elena Gomez Sanchez, Stefan Simon

Seitenzahl: 20

Anhang: 11

1 Einleitung

Das KUR-Projekt ‚Stabilisierung zerfallsgefährdeter Zeitungsseiten‘^{1,2} hat die Entwicklung einer Technologie zur Stabilisierung geschädigter Zeitungsseiten, die ihre mechanische Festigkeit verloren haben, aus dem Bestand der Staatsbibliothek Berlin zum Ziel. Damit soll deren Digitalisierung zur Erhaltung der Informationen ermöglicht werden.

Das Projekt wurde von der Staatsbibliothek zu Berlin, Stiftung Preußischer Kulturbesitz mit den Kooperationspartnern Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung, Potsdam sowie Staatliche Akademie der Bildenden Künste Stuttgart zwischen 2008 und 2011 durchgeführt.

Im Rathgen-Forschungslabor wurden in diesem Rahmen ab 2010 Versuche der künstlichen Alterung an originalen und nach dem im Projekt entwickelten Verfahren (³) laminierte Zeitungsseiten durchgeführt. Eine Beschreibung findet sich im Projektbericht des IAP Potsdam vom 18.01.2010 der im Anhang wiedergegeben ist. Ziel war die Beurteilung der Kompatibilität und Dauerhaftigkeit des Konservierungsverfahrens. Für die Versuche hat die Staatsbibliothek Berlin folgende Seiten zur Verfügung gestellt (Tabelle 1).

Seiten	Laminiert	Beschnitten	Größe*	Notizen zur Identifizierung
1-2	ja	nein	k	28.09.1865
3-4	ja	nein	g	30.03.1896, Kölnische Zeitung
7-8	ja	ja	g	01.02.1917, Preußische Zeitung
9-10	ja	nein	g	01.02.1917
11-12	ja	ja	k	01.05.1921, Berliner Börsen-Courier
13-14	ja	nein	g	01.05.1921, Berliner Börsen-Courier
15-16	ja	nein	k	08.01.1935, Berliner Tageblatt
17-18	ja	nein	k	08.01.1935, Berliner Tageblatt
21-22	ja	ja	k	08.01.1935, Handelszeitung
23-24	ja	nein	k	18.09.1938, Berliner Morgenpost
25-26	ja	nein	k	Januar
27-28	ja	nein	g	31.08.1974, L'Humanité
31-32	ja	nein	g	13.07.2007, Berliner Zeitung
33-34	nein	nein	k	13.07.2007, Berliner Zeitung

¹ <http://zefys.staatsbibliothek-berlin.de/index.php?id=bestandserhaltung>

² http://www.kulturstiftung-des-bundes.de/cms/de/programme/restaurierung/stabilisierung_zerfallsgefaehrdeter_zeitungsseiten_3561_14.html

³ Bericht *Stabilisierung zerfallsgeschädigter Zeitungsseiten*; KUR Projekt-Nr.: PSR.0030; Dr. Andreas Holländer; Potsdam, 18. Januar 2010. s. Anhang

Seiten	Laminiert	Beschnitten	Größe*	Notizen zur Identifizierung
35-36	nein	nein	g	31.03.1896, Kölnische Zeitung
37-38	nein	nein	k	04.05.1921, Berliner Börsen-Courier
39-40	nein	nein	g, gefaltet	31.08.1974, L'Humanité
41-42	nein	nein	g	13.07.2007, Berliner Zeitung

Tabelle 1: Zeitungsseiten der Staatsbibliothek Berlin (erhalten am 26.08.10 [*g: groß, k: klein]).

Untersuchungsgegenstand der Alterungsversuche waren die in Tabelle 2 aufgeführten Seiten. Es handelt sich um laminierte und nicht laminierte Seiten von einem jeweils gleichen Zeitungsexemplar. Die Laminierung der Seite wurde symmetrisch mit Siegelfolie (PP/EVA) ohne Haftkleber aufgebaut. Die Folie besteht aus einem Verbund von Polypropylen (PP) und einem siegelfähigem Polymer (Ethylene-Vinylacetat, EVA).

Pr.-Nr.	Seiten	Laminiert	Beschnitten	Größe*	Notizen zur Identifizierung
BBC-NL	37-38	nein	nein	k	04.05.1921, Berliner Börsen-Courier
BZ-NL	41-42	nein	nein	g	13.07.2007, Berliner Zeitung
BBC-L-1	11-12	ja	ja	k	01.05.1921, Berliner Börsen-Courier
BBC-L-2	13-14	ja	nein	g	01.05.1921, Berliner Börsen-Courier
BZ-L	31-32	ja	nein	g	13.07.2007, Berliner Zeitung

Tabelle 2. Für die Alterung ausgewählte Zeitungsseiten [*g: groß, k: klein].

2 Materialien und Methoden

2.1 Mikroskopische Aufnahme (Digitales Mikroskop Keyence)

Das digitale Mikroskop der Firma Keyence (VHX-500FD) besitzt zwei Objektive mit unterschiedlichen Vergrößerungsbereichen: VH-Z20 von 20fach bis 200fach und VH-Z100 von 100fach bis 1000fach. Bilder werden mit einer Auflösung von 1600 x 1200 Pixel im JPG-Format gespeichert. Man kann kleinere Objekte direkt auf dem Probenstisch anschauen oder mit Hilfe eines beweglichen Stativs direkt die Oberfläche von größeren Objekten betrachten. Außerdem ist eine 3D-Abbildung der Oberfläche möglich.

2.2 Künstliche Alterung

Die künstliche Alterung wurde in einer Klimakammer der Firma Heraeus Vötsch HC 7020 (Balingen-Frommern, Deutschland) nach DIN-Norm 5630-3 (80 °C, 65 % rF) mit den folgenden Abweichungen durchgeführt:

- Beschichtete und unbeschichtete Seiten wurden gemeinsam gealtert (laut DIN-Norm sollten verschiedene Materialien getrennt gealtert werden, um eine mögliche Kreuzkontaminationen der Proben zu vermeiden).

- Die Schwankungsbreite der thermohygrischen Parameter in der Klimakammer liegt bei $\pm 3\%$ rF und ± 0.1 °C (nach DIN-Norm sind Abweichungen innerhalb $\pm 2\%$ rF und ± 0.5 °C zulässig).

- Um eine mechanische Belastung der Seiten durch die Luftströmung in der Klimakammer zu verringern, wurden die Proben liegend gelagert. Dafür wurden Einlegegitter benutzt; Abstandshalter aus Glas (Objektträger) verhinderten den direkten Kontakt zwischen Gitter und unbeschichteten Seiten (DIN-Norm 5630-3 sieht eine Aufhängung vor).

Im Abb. 1 sind die Zeitungsseiten in der Bewitterungskammer dargestellt. Die Anordnung der Proben in der Kammer war wie folgt (Beschreibung von oben nach unten):

Seiten 42/41 (unlaminierter): allein in dem engeren Zwischenraum zwischen zwei Gittern.

Seiten 32/31 (laminierter): allein in dem breiteren Zwischenraum zwischen zwei Gittern. Die Ränder der Beschichtung wurden aus Passgründen oben und unten zugeschnitten.

Seiten 14/13 und 12/11 (laminierter): zusammen in dem breiteren Zwischenraum zwischen zwei Gittern.

Seiten 38/37 (unlaminierter): allein in der engern Zwischenraum zwischen zwei Gittern.

Die künstliche Alterung lief über 16 Tage.



Abb. 1: Anordnung der Proben in der Klimakammer für Alterung.

2.3 Abgeschwächte Totalreflexion – Fourier Transformation-Infrarot-Spektroskopie (ATR - FTIR)

Die Spektren wurden mit einem FTIR-Spektrometer, Typ Spectrum One, mit einem ‚Universal ATR Sampling Accessory‘ der Firma Perkin Elmer in Transmission im Bereich von $4000 - 500 \text{ cm}^{-1}$ aufgenommen. Die Auflösung lag bei 4 cm^{-1} . Die erhaltenen IR - Spektren der Proben wurden mit Referenzspektren aus eigenen Datenbanken, der IRUG - Datenbank und Sadtler - Datenbanken verglichen und die Herkunft der einzelnen Spektrenpeaks interpretiert.

Die erhaltenen IR - Spektren der Proben wurden mit Referenzspektren aus eigenen Datenbanken und der IRUG - Datenbank verglichen.

2.4 Farbmessungen

Die farbtechnischen Untersuchungen wurden mit dem portablen **Spektralphotometer** CM 2600d der Firma Konica Minolta durchgeführt, mit Einordnung der Farben nach dem CIE $L^*a^*b^*$ - System. Hierfür wird das Gerät auf die zu messende Oberfläche gehalten und Blitzlicht aus Xenon Impulslampen⁴ beleuchten die Probenfläche. Das davon reflektierte Licht, auch das durch Glanz⁵ total reflektierte Licht, wird in sein Lichtspektrum aufgeteilt und gemessen.⁶

Der Messbereich kann 3 oder 8 mm im Durchmesser betragen.⁷ In dieser Arbeit wurde mit einer 3 mm Maske gemessen.

Verschiedene, international genormte Farbmaßzahlen können eingestellt werden; es wird hier mit dem Farbsystem CIE- $L^*a^*b^*$ gemessen.

Im dreidimensionalen Farbraum sind folgende Achsen definiert:

L^* = Helligkeit (0 = schwarz; 100 = weiß)

a^* = rot – grün (-128 = grün; + 128 = rot)

b^* = gelb – blau (-128 = blau, +128 = gelb)

Zusätzlich macht man noch folgende Angaben:

C^* = Buntheit (*chroma*= relative Sättigung der Farbe)

h° = Angabe des Farbtones in der Richtung (Farbwinkel)

Für glänzende Objekte wie laminierte Zeitungsseiten sollte die spekulare Komponente herausgerechnet werden.. Diese Komponente ist in Objekten mit geringerem Glanz z.B. in den originalen, unlaminierten Zeitungsseiten gering, sodass ein Vergleich der Farbwerte von laminierte und unlaminierte Seiten nur sinnvoll ist, wenn die spekulare Komponente eliminiert wird. Daher wurden die Farbwerte mit der sog. SCE-Methode bestimmt.

Es können auch Farbdifferenzmessungen gemacht werden, um Veränderungen über einen langen Zeitraum festzustellen..

⁴ KONICA MINOLTA 2005, S. 125.

⁵ KONICA MINOLTA 2005, S. 122.

⁶ KONICA MINOLTA 2005, S. 120.

⁷ KONICA MINOLTA 2005, S. 125

Das *Total colour difference* (ΔE^*) wird durch die folgende Formel definiert:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Für ΔE^* gleich oder größer als 3 ist kann der Farbunterschied mit bloßem Auge bemerkt werden.

In diesem Bericht werden Farbmessungen im Farbsystem CIELAB $L^*a^*b^*$ gegeben. Illuminant D65 und Observer 2° wurden ausgewählt. Das Spektrometer hat für jede Messung den Durchschnitt drei interner Messungen angegeben. Jedes Feld würde zusätzlich zweimal gemessen, indem das Spektrometer jedes Mal mithilfe der Maske neu platziert wurde.

2.5 Scans

Die Scans vor der Alterung wurden in einem Einzugsscanner "WideTek 36 Ds" aufgenommen, die Scans nach der Alterung in einem "Zeuschel Os 10 000". Beide Scans erfolgten an der SBB, die Aufzeichnungsbedingungen sind nicht bekannt.

3 Ergebnisse

Der Zustand von laminierten und nicht laminierten Seiten wurde vor und nach der Alterung durch Vergleich der Makro- bzw. der mikroskopischen Aufnahmen, der Infrarotspektren des Kunststoffes sowie durch L^*, a^*, b^* -Farbmessungen untersucht.

Ziel war es daraus Schlussfolgerungen auf das Verhalten der Laminierung in der künstlichen Alterung und ihre **Dauerhaftigkeit** zu ziehen.

Die für jedes Verfahren untersuchten Seiten sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Pr.-Nr.	Seiten	Lam.	Photo	Farbmessungen	IR	Notizen zur Identifizierung
BBC-NL	37-38	nein	S. 37	S. 38	S. 38	04.05.1921, Berliner Börsen-Courier
BBC-L-1	11-12	ja	S. 11	S. 11	S. 11	01.05.1921, Berliner Börsen-Courier
BBC-L-2	13-14	ja	S. 13	S. 14	S. 14	01.05.1921, Berliner Börsen-Courier
BZ-NL	41-42	nein	S. 41	S. 41	S. 42	13.07.2007, Berliner Zeitung
BZ-L	31-32	ja	S. 31	S. 31	S. 31	13.07.2007, Berliner Zeitung

Tabelle 3. Untersuchungsobjekte sowie durchgeführte Analysen vor und nach der Alterung. Grau: unlaminierte Seite, Weiß: laminiert.

In Abb. 2 bis Abb. 6 sind die Scans und mikroskopischen Aufnahmen der untersuchten Seiten vor und nach Alterung wiedergegeben.

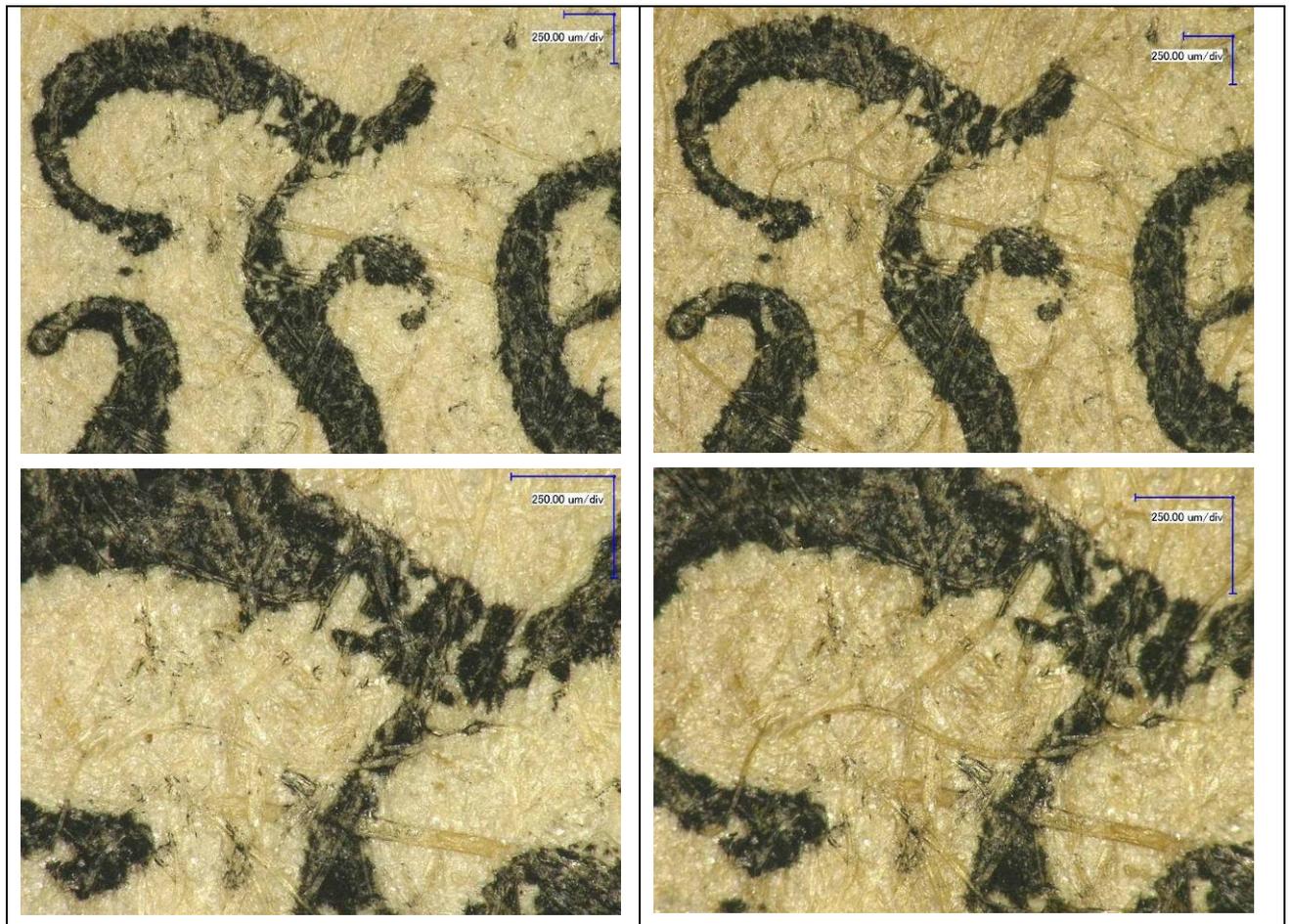
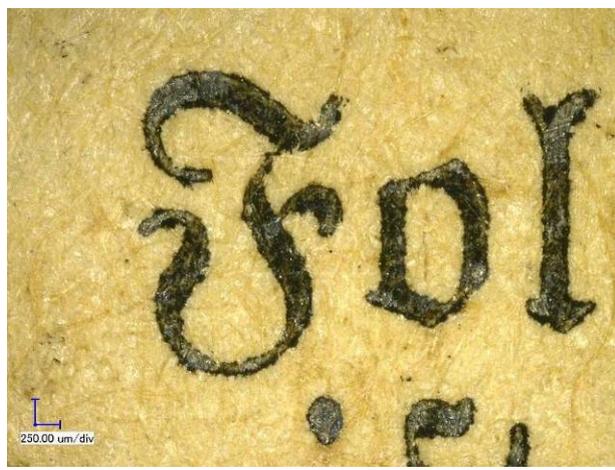
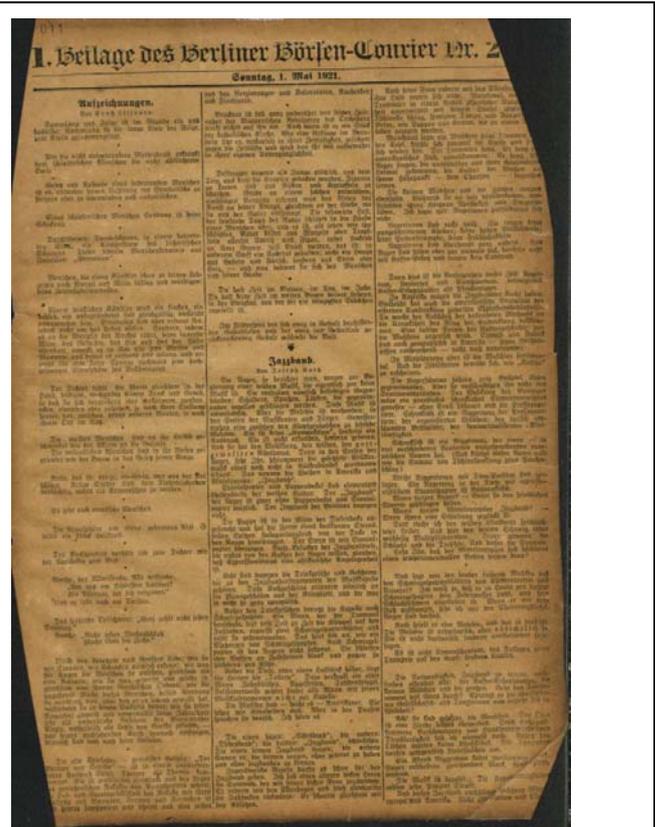
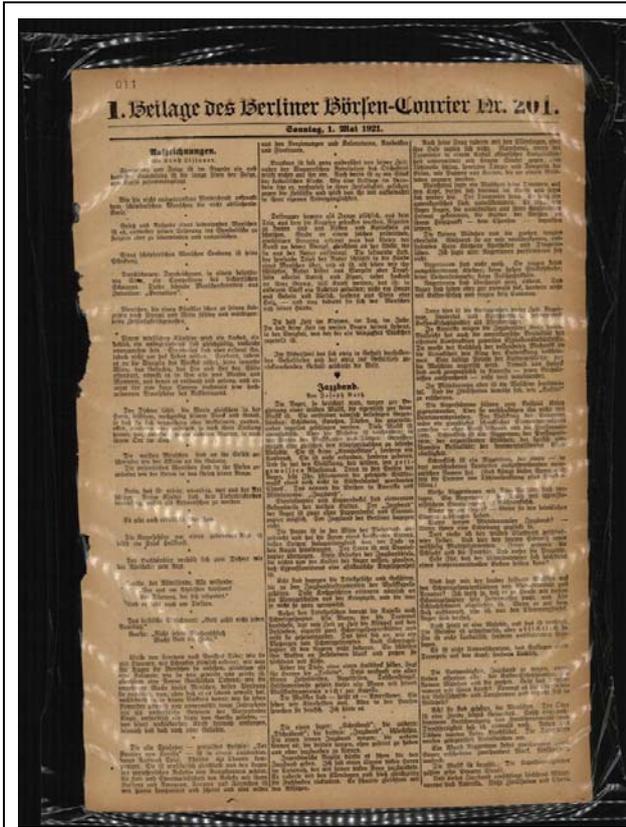


Abb. 2: Oben: Scans vor (links,) und nach Alterung (rechts,) der unlaminierten Seite 37 (BBC-NL). Unten: Mikroskop-Bilder der Seite 37, um 50x, 100x, und 200x Vergrößerung, vor (links) und nach der Alterung (rechts).



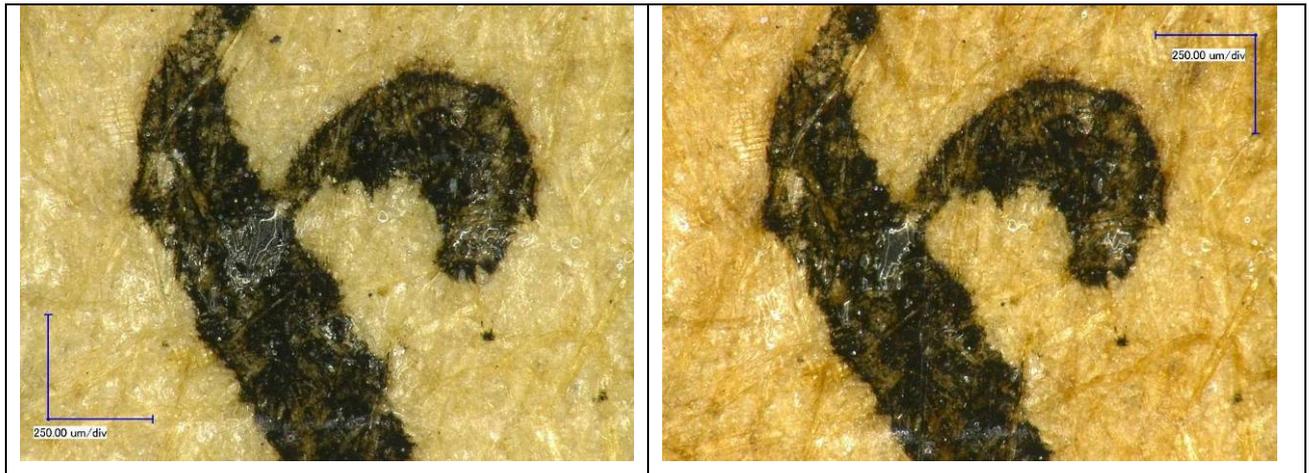
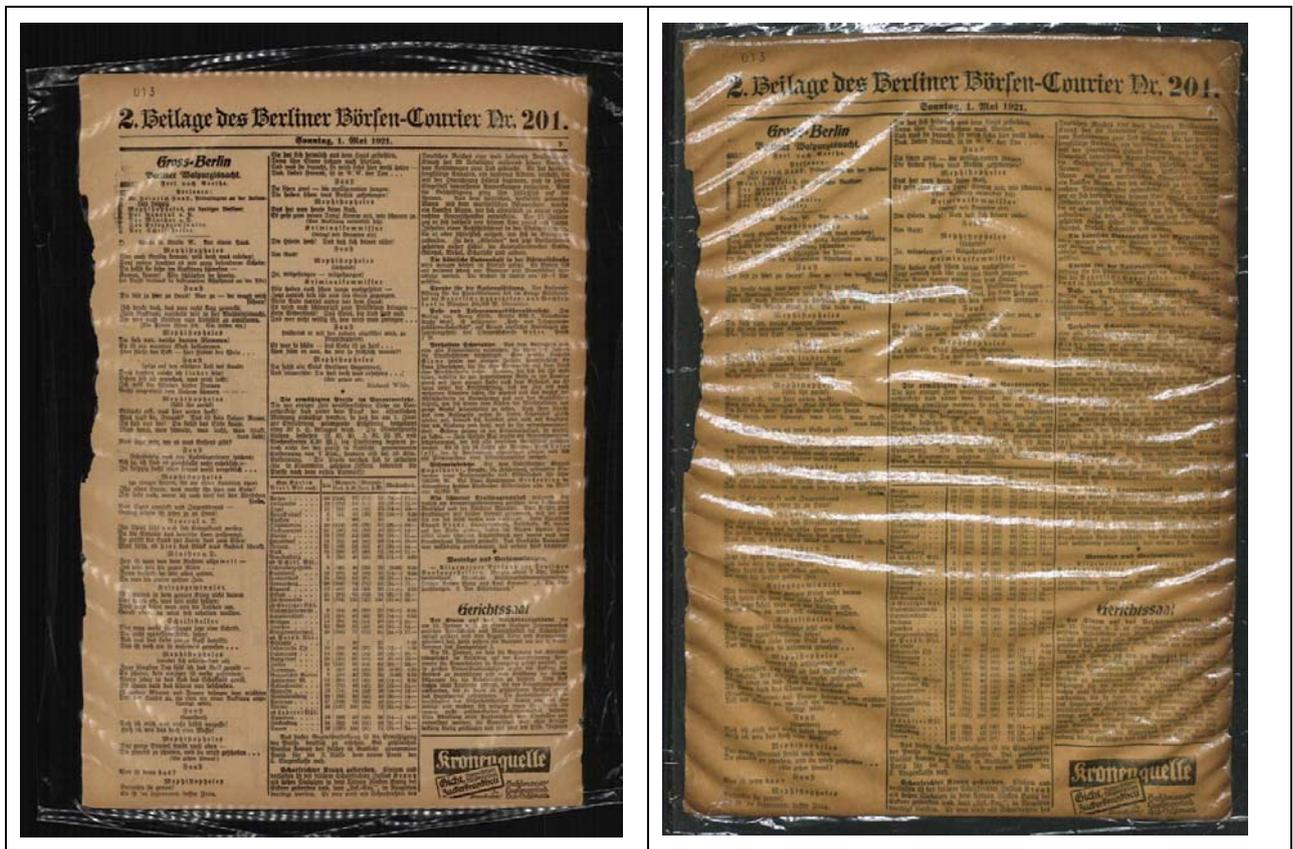


Abb. 3: Oben Scans vor (links) und nach Alterung (rechts) der unlaminieren Seite 11 (BBC-L-1). Unten Mikroskop-Bilder der Seite 37, um 50x, 100x, und 200x Vergrößerung, vor (links) und nach der Alterung (rechts).



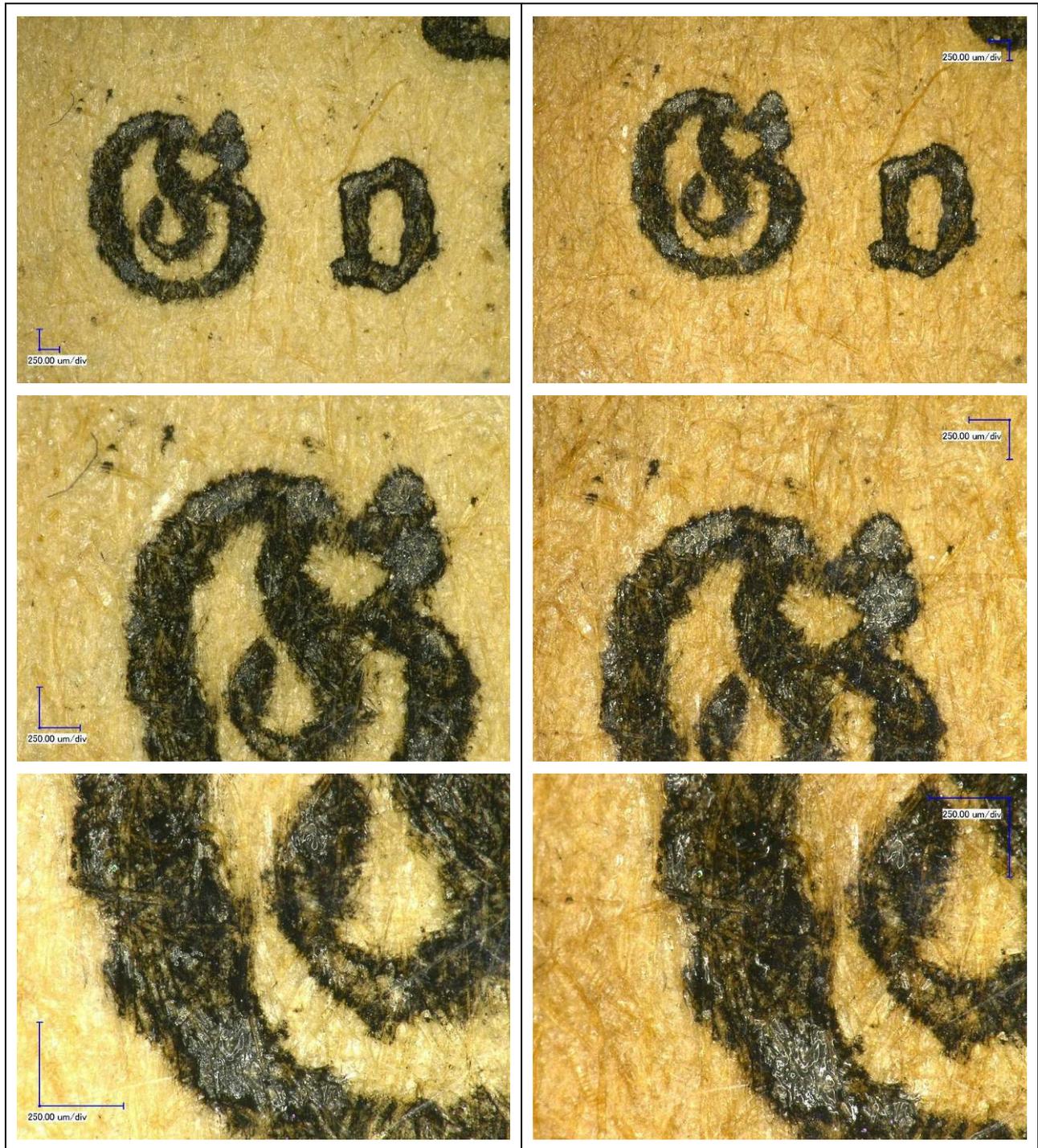


Abb. 4: Scans vor (links) und nach Alterung (rechts) der unlaminierten Seite 13 (BBC-L-2). Unten Mikroskop-Bilder der Seite 13, um 50x, 100x, und 200x Vergrößerung, vor (links) und nach der Alterung (rechts).

Berliner Zeitung, Nummer 143, Freitag, 19. Juli 2007

Politik

Vattenfall knickt ein
Atomkraft darf Krümel-Mitarbeiter doch befragen - Minister Gabriel droht mit Verbot für ein erneutes Anfahren

Sachsen-Affäre
Kritik Dresdner Brau in Not
SPD und CDU streiten über Entlassungsmassnahmen

Wiederanfahren und Betriebsberechtigung

Frauen auf die Cheffessel
SPD setzt Gleichstellungsprozess auf die Tagesordnung

Mit Beifahrer erfolgreich
Wagner injiziert bei Modellprüfungen Fahrerlebnis mit 17-

Rechtserläuterer verteidigt sich bei Bombenabschwer

Paoli will kandidieren

NACHRICHTEN

Zahl der Arbeits-Empfänger

Rechtserläuterer verteidigt sich bei Bombenabschwer

Paoli will kandidieren

Berliner Zeitung, Nummer 143, Freitag, 19. Juli 2007

Politik

Vattenfall knickt ein
Atomkraft darf Krümel-Mitarbeiter doch befragen - Minister Gabriel droht mit Verbot für ein erneutes Anfahren

Sachsen-Affäre
Kritik Dresdner Brau in Not
SPD und CDU streiten über Entlassungsmassnahmen

Wiederanfahren und Betriebsberechtigung

Frauen auf die Cheffessel
SPD setzt Gleichstellungsprozess auf die Tagesordnung

Mit Beifahrer erfolgreich
Wagner injiziert bei Modellprüfungen Fahrerlebnis mit 17-

Rechtserläuterer verteidigt sich bei Bombenabschwer

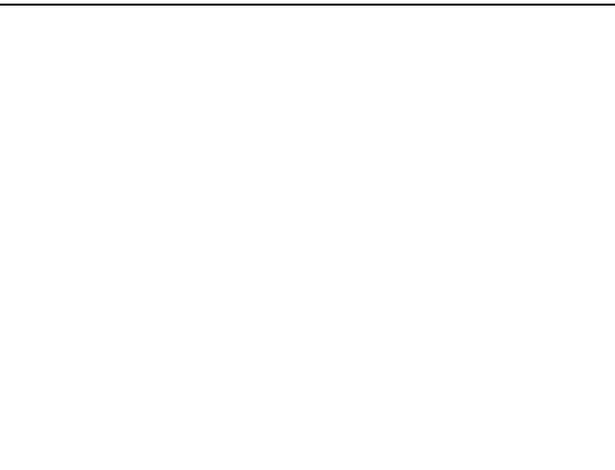
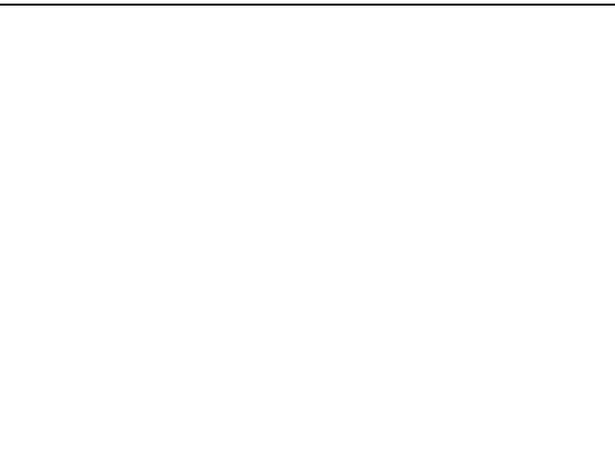
Paoli will kandidieren

NACHRICHTEN

Zahl der Arbeits-Empfänger

Rechtserläuterer verteidigt sich bei Bombenabschwer

Paoli will kandidieren



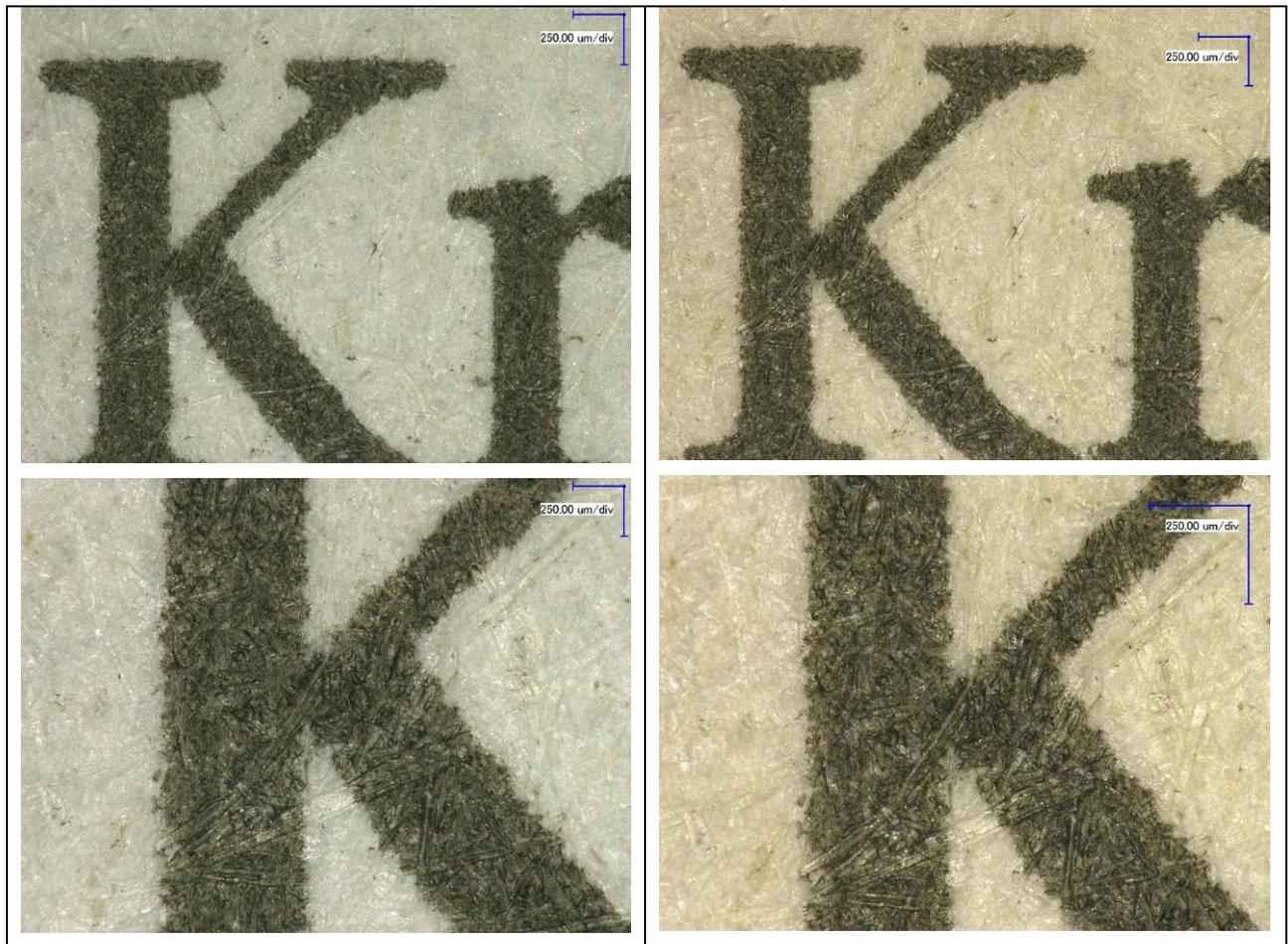
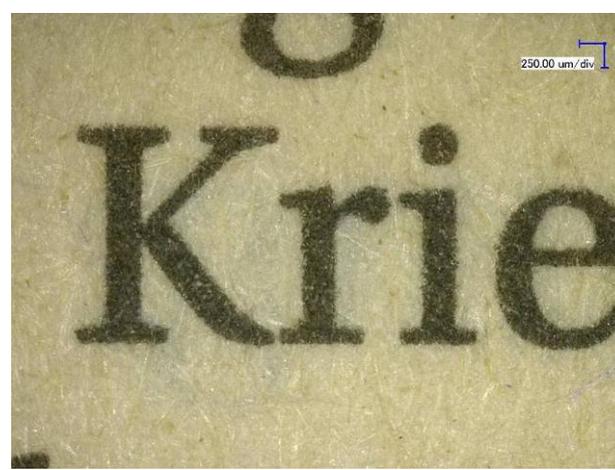
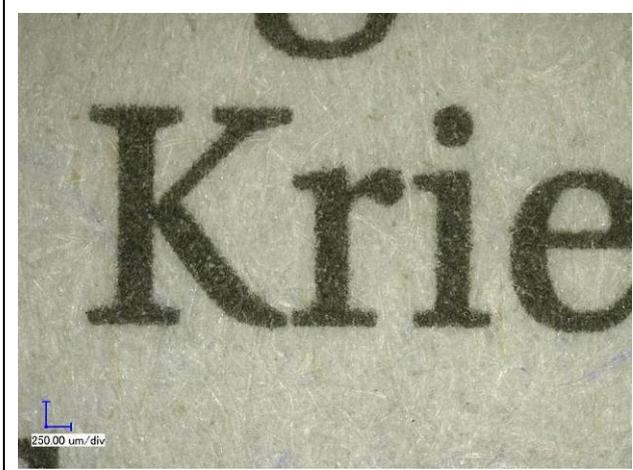
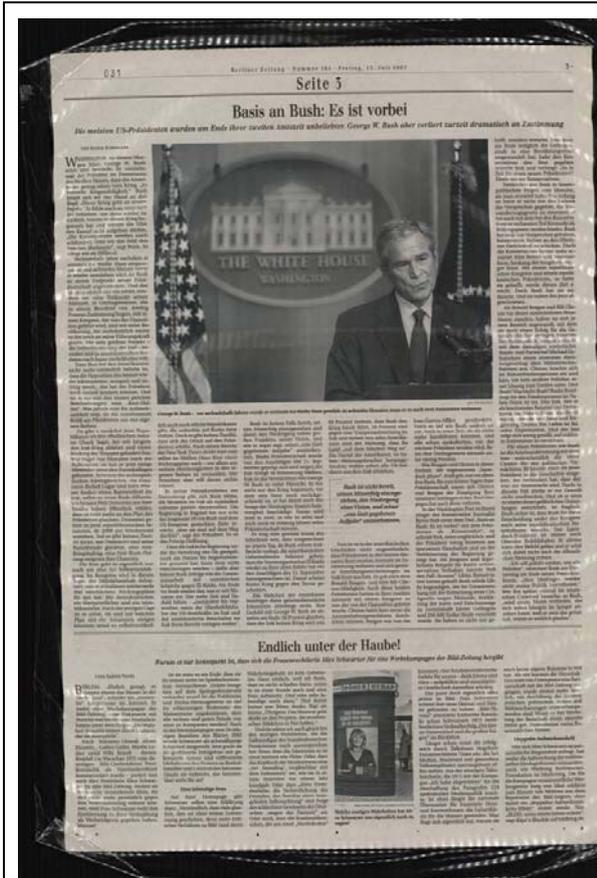


Abb. 5: Scans vor (links) und nach der Alterung (rechts) der unlaminierten Seite 41 (BBC-NL). Unten Mikroskop-Bilder der Seite 41, um 50x, 100x, und 200x Vergrößerung, vor (links) und nach der Alterung (rechts).



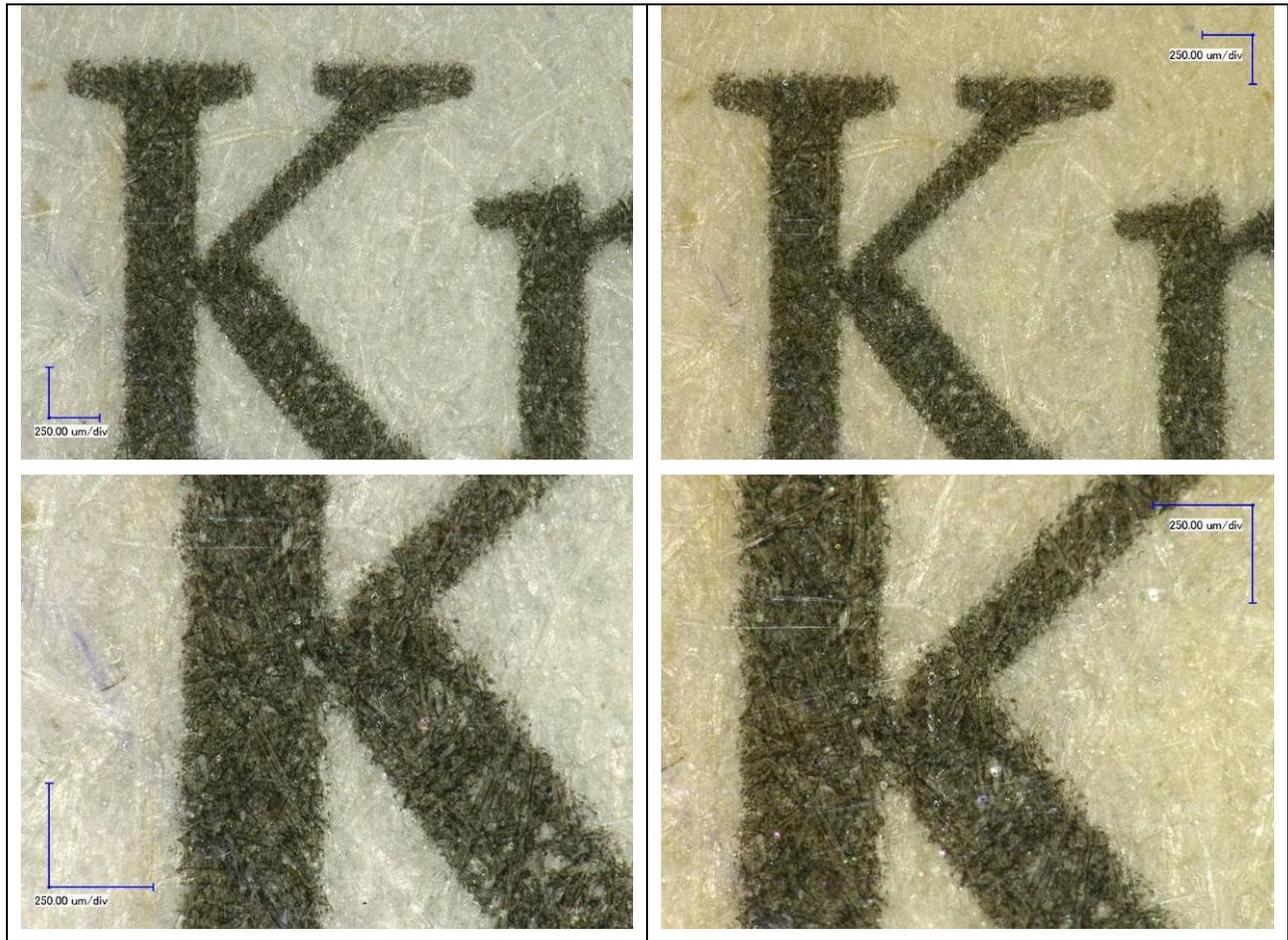


Abb. 6: Scans vor (links) und nach der Alterung (rechts) der unlaminierten Seite 31 (BZ-L). Unten Mikroskop-Bilder der Seite 31, um 50x, 100x, und 200x Vergrößerung, vor (links) und nach Alterung (rechts).

Pr.-Nr.	Scan	Änderungen der Farbe	Farbmessung	Sonstiges
BBC-NL	S. 37	Leichte Verdunkelung evt. leichte Vergilbung	S. 38	-
BBC-L-1	S. 11	Verdunkelung, Vergilbung	S. 11	Schrumpfwölbung weniger zu erkennen
BBC-L-2	S. 13	Verdunkelung, Vergilbung	S. 14	Schrumpfwölbung deutlicher zu erkennen
BZ-NL	S. 41	Aufhellung , Vergilbung	S. 41	-
BZ-L	S. 31	Aufhellung ,Vergilbung	S. 31	Schrumpfwölbung deutlicher zu erkennen

Tabelle 4. Änderungen der laminierten und unlaminierten Seiten nach Alterung

Die makroskopisch und mikroskopisch erfassbaren Änderungen der laminierten und unlaminierten Seiten nach der künstlichen Alterung sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Sowohl die Scans auch die digitalmikroskopischen Aufnahmen wurden unkalibriert

aufgenommen Verlässliche Aussage über Farbänderungen können daher auf dieser Grundlage nicht getroffen werden. Sie sind allerdings für die Diskussion von Bedeutung, da sie teilweise im Widerspruch zu den Ergebnissen der spektralen Farbmessungen stehen (s.u.)

In zwei der fünf Fälle wird die Schrumpfwölbung nach der künstlichen Alterung deutlicher sichtbar. Dies kann aber auch von den jeweils unterschiedlichen Scan-Bedingungen abhängen.

In den älteren Seiten (BBC, 1921) scheint generell, sowohl bei laminierten als auch bei unlaminierten Seiten eine Verdunkelung des Papiers im Zuge der Alterung stattzufinden. Farblich verändern sich die laminierten älteren Seiten in Richtung rötlicher und gelber Töne. In der unlaminierten Seite BBC-NL ist dies nicht so deutlich zu erkennen.

Bei den Scans der neueren Seiten (BZ, 2007) ist eher eine leichte Aufhellung der beide Seiten, besonders in den Abbildungen erkennbar. Auch die neueren Seiten zeigen beide, laminiert und unlaminiert eine deutliche Vergilbung.

In den Mikroskop-Bilder fallen einzelne Papierfasern nach der Alterung durch deutliche Farbvertiefung (Vergilbung) auf. Dies geschieht genauso für laminierte wie auch für unlaminierte Seiten.

In Tabelle 5 werden die Mittelwerte der gemessenen Farbveränderungen in den Parametern E^* , L^* , a^* und b^* für die acht Bereiche jeder Seite vorgestellt.

		BBC-NL (S. 38)	BBC-L-1 (S. 11)	BBC-L-2 (S. 14)	BZ-NL (S. 41)	BZ-L (S. 31)
Laminiert?		<i>Nein</i>	<i>Ja</i>	<i>Ja</i>	<i>Nein</i>	<i>Ja</i>
SCE- Mittelwerte	ΔE^*	13.2 ± 0.4	13 ± 1	17.0 ± 0.4	7.8 ± 0.2	11.6 ± 0.4
	ΔL^*	-12.3 ± 0.3	-13 ± 1	-16.8 ± 0.5	-2.9 ± 0.2	-4.6 ± 0.4
	Δa^*	-0.8 ± 0.1	3.2 ± 0.3	2.4 ± 0.4	1.98 ± 0.09	2.1 ± 0.1
	Δb^*	-4.8 ± 0.3	-0.4 ± 0.9	-1 ± 1	6.9 ± 0.2	10.5 ± 0.3

Tabelle 5. Mittelwerte und Standardabweichung der Farbunterschiede (SCE) zwischen den gleichen 8 Bereichen jeder Zeitung vor/nach Alterung.

Bei allen Seiten wird eine generelle Verdunkelung (ΔL^* negativ) konstatiert, für die neueren in geringerem Umfang als für die älteren Seiten. Dies steht für die neuen Seiten im Widerspruch zu den Scans, die etwas heller nach der Alterung wirken.

Die a^* -Werte sind mit einer Ausnahme (BBC-NL) positiv und bestätigen damit den Eindruck aus den Makro- und Mikroaufnahmen.

Widersprüchlich sind besonders die gemessenen Δb^* -Werte. Hier weisen die älteren Seiten einen leichten Blau-Shift auf, der im Widerspruch zu dem bekannten Alterungsverhalten holzwerkstoffbasierter Materialien steht. Es ist bekannt dass sich der Farbton fast aller Papiere (besonders holzbasierter wie Zeitungspapier) durch Lichtexposition in Richtung höherer b^* -Werte auf der Blau-Gelb-Achse verschiebt. Dies geschieht v.a. unter dem Einfluss von Licht

und Wärme⁸. Die neueren Seiten zeigen auch in den Farbmessungen eine deutliche Vergilbung.

Die Ursachen für diesen Widerspruch sind unklar und bedürfen einer weiteren Prüfung mit komplementären Methoden. Neben spektralphotometrischen sollten hierfür auch Verfahren der digitalen Bildbearbeitung zum Einsatz kommen.

Generell sind die gemessenen ΔE^* -Werte für laminierte Seiten höher als für nicht laminierte, das entspricht auch dem Bild aus den Scans und der Digitalmikroskopie.

Die Infrarot-Spektren an ausgewählten Bereichen der laminierten Seiten wurden vor und nach Alterung verglichen. Ziel dieses Verfahrens war es, mögliche chemische Veränderungen der Laminierung in Folge der Alterungsbelastung zu identifizieren.

Polypropylen (Abb. 7) lässt sich anhand der Peaks im Infrarot-Spektra der laminierten Seiten bei Wellenzahl **2949, 2916, 2867, 2838** (CH st Bereich), **2722** (CH bending und CH₃ st⁹), **1453, 1375, 1167** (CH₃ wagging¹⁰), **997** und **972** cm⁻¹ (*regularity bands*¹¹) identifizieren.

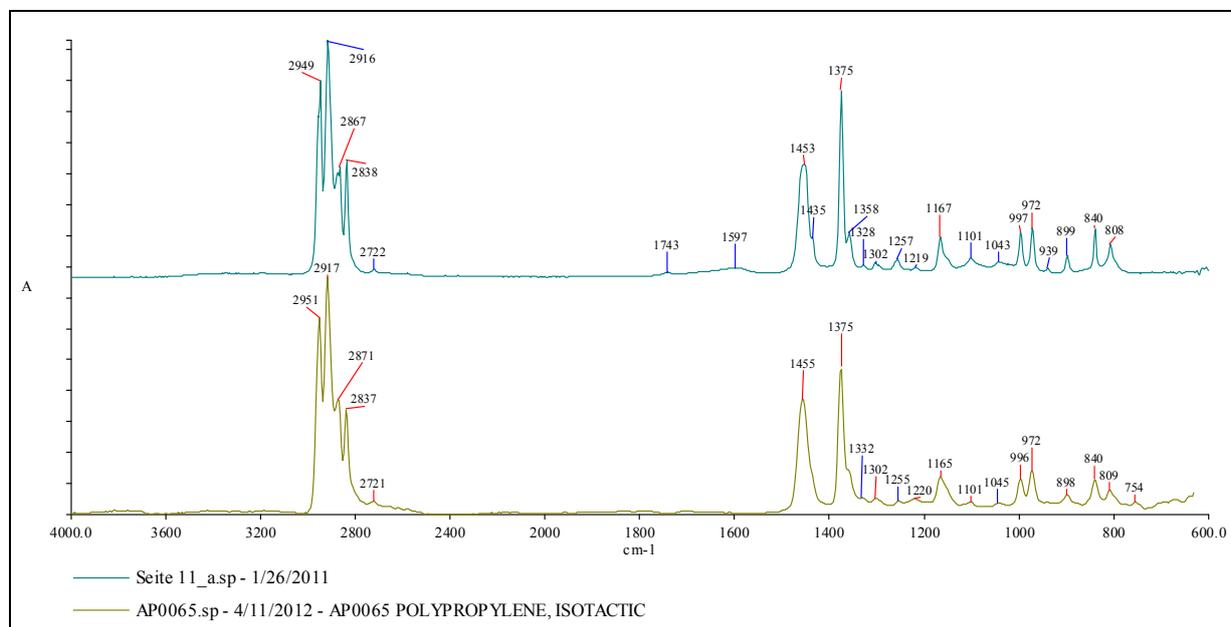


Abb. 7: FTIR-Spektrum der Zeitungsseite BBC-L-1 vor Alterung (Seite 11), mit einem Referenzspektrum für Polypropylen der Perkin-Elmer Datenbank.

Nach der Literatur als Folge thermischer Alterung zu erwartende Änderungen wie z.B. die Entstehung und Zunahme der Carbonyl- und Hydroperoxid-Funktionen, die im

⁸ Das Papier, Karl Keim, 2. Auflage, Otto Biersch Verlag Stuttgart 1956, S. 363 u. 457.

⁹ The role of physical structure and morphology in the photodegradation behaviour of polypropylene. M.S. Rabello, J.R. White, *Pol. Degrad. Stab.* **1997** 56, 55-73.

¹⁰ FTIR study on the nature of water sorbed in polypropylene (PP)/ethylene alcohol vinyl (EVOH) films. A. Lasagabaster, M.J. Abad, L. Barral, A. Ares, *Eur. Pol. J.* **2006** 42, 3121-3132.

¹¹ These bands are due to the same vibration in conformationally different environments; 998 is characteristic of ordered structures of the type GTGTGT (G: gauche, T: trans) while 973 is characteristic of disordered structures. The autoacceleration of polypropylene thermo-oxidation in reduced coordinates: effect of the oxidation temperature and of polyolefin structure. P- Tiemblo, J.M. Gómez-Elvira, O. Navarro, L. Matisová-Rychlá, J. Rychlý, *Pol. Degrad. Stab.* **2001** 72, 23-30.

Infrarotspektrum im Bereich 1700-1730 bzw. 3300-3500 cm^{-1} zu sehen wären¹², konnten nicht detektiert werden. Als Beispiel wird im Abb. 8-Abb. 10 ein Vergleich der Spektren vor und nach Alterung für die Zeitungsseite BZ-L gezeigt. Allenfalls ist ein leichter Verlust adsorptiv gebundener OH-Gruppen im Bereich um 3400 cm^{-1} zu sehen, der aber nicht auf chemische Änderungen der Polymere zurückzuführen ist.

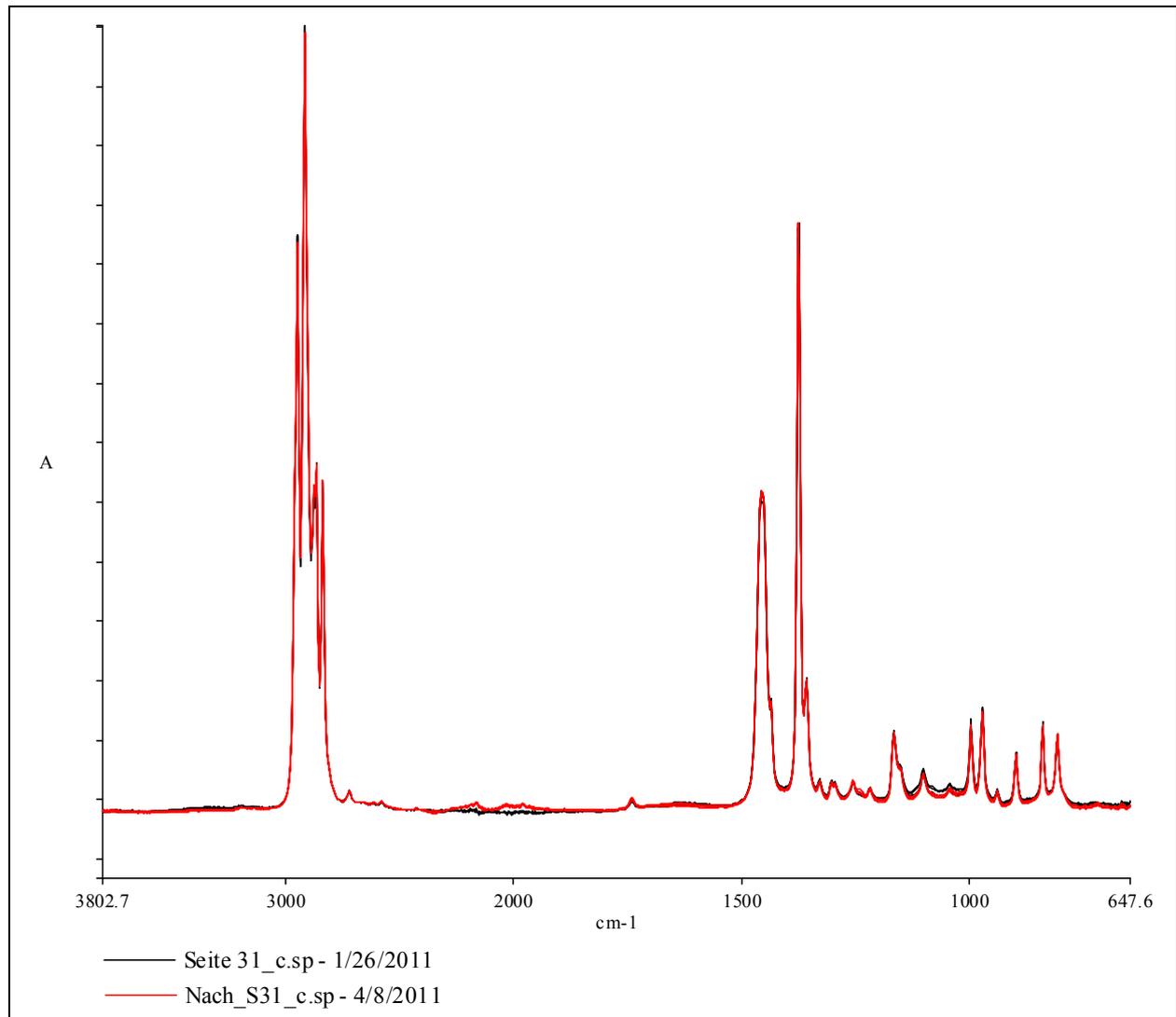


Abb. 8: FTIR-Spektrum der Zeitungsseite BZ-L (Seite 31) vor (schwarze) und nach (rote Spektren) der Alterung.

¹² Photo-oxidation of thick isotactic polypropylene films I. Characterisation of the heterogeneous degradation kinetics. M.L. Castejón, P. Tiemblo, J.M. Gómez-Elvira, *Pol. Degrad. Stab.* **2000** 70, 357-364.

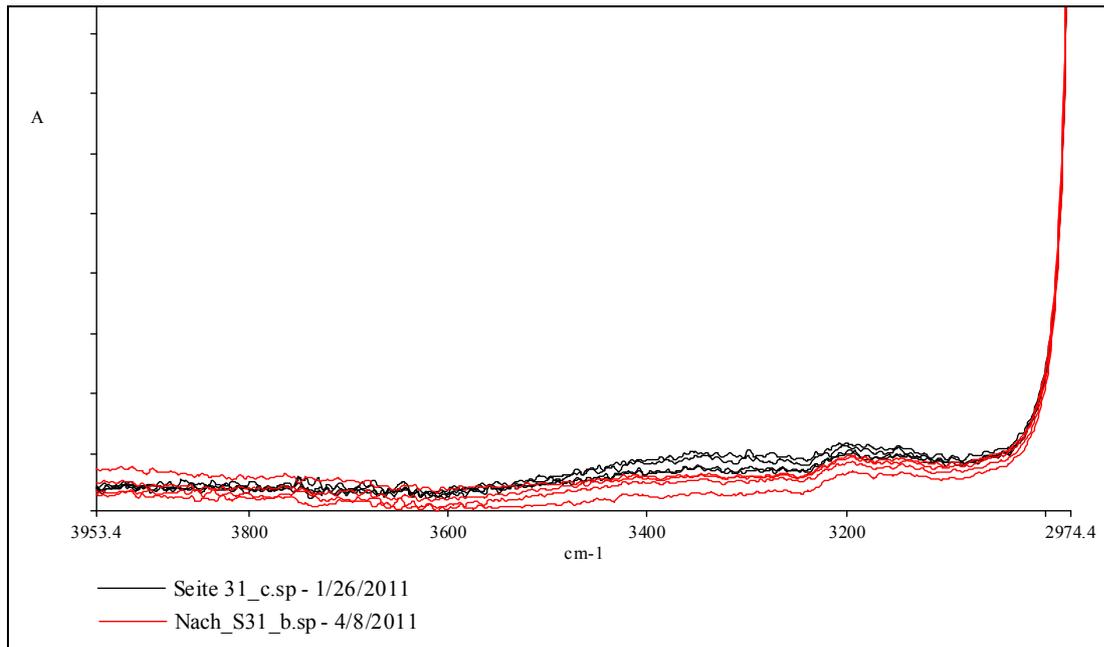


Abb. 9: FTIR-Spektrum (Bereich 4000-2970 cm^{-1}) der Zeitungsseite BZ-L (Seite 31) vor (schwarze) und nach (rote Spektren) Alterung.

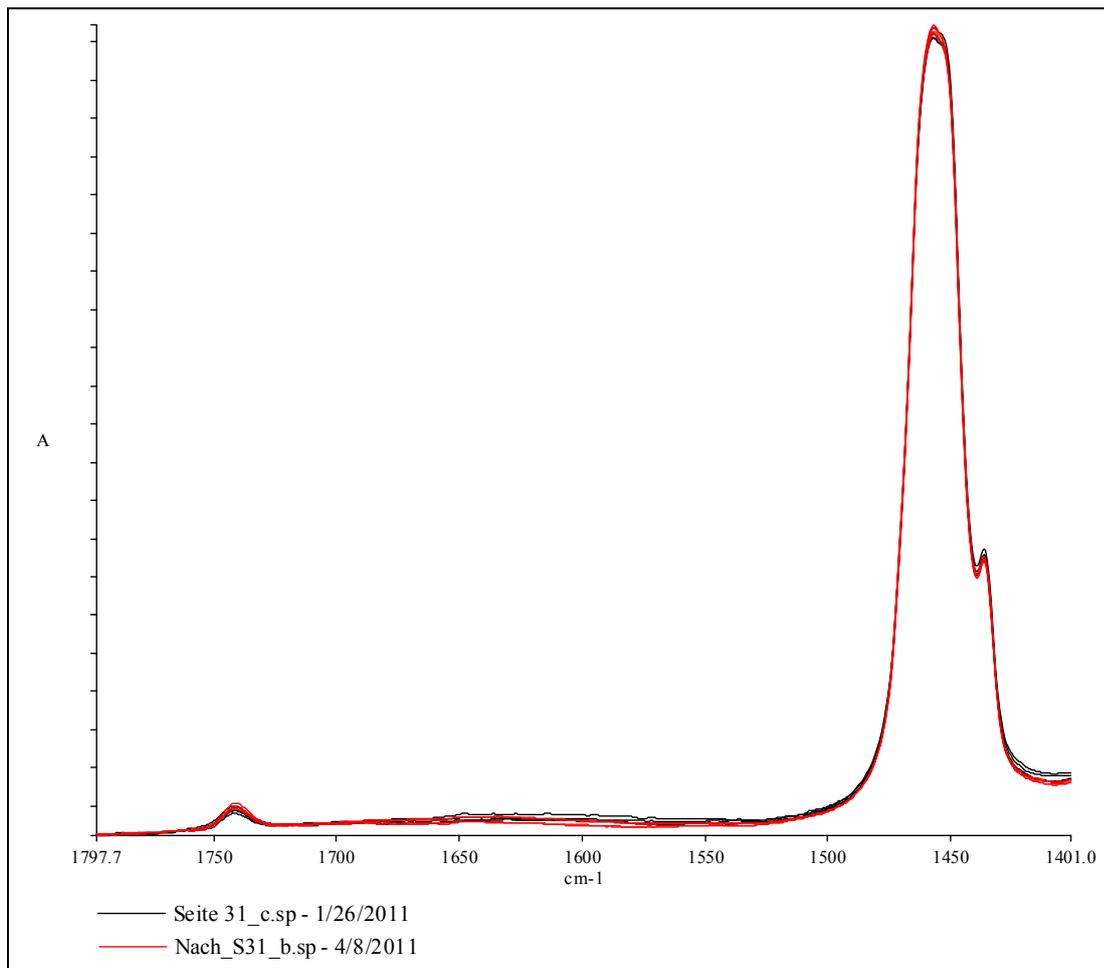


Abb. 10: FTIR-Spektrum (Bereich 1800-1400 cm^{-1}) der Zeitungsseite BZ-L (Seite 31) vor (schwarze) und nach (rote Spektren) Alterung.

4 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Das Laminierungssystem übersteht die Versuche der künstlichen Alterung nach DIN 5630-3 chemisch unverändert. Dies spricht für die erwartete Dauerhaftigkeit des im KUR-Projekt entwickelten Konservierungsverfahrens für Zeitungsbestände und seine Kompatibilität mit Archivmaterialien.

Der Verlauf der erfassten farblichen Veränderungen ist hingegen nicht konsistent. Verdunklung und Vergilbung erfassen laminierte und unlaminierte Seite in unterschiedlichem Ausmaß. Die Verdunkelung scheint größer für laminierte als für unlaminierte Seiten zu sein, für ältere bedeutender als für neuere. Die neueren Seiten scheinen sich im Scan nach der Alterung gar aufzuhellen.

In der optischen Wahrnehmung tritt eine Vergilbung auf, die in den spektralen Farbwerten jedoch nicht in allen Fällen ablesbar ist. Eine stärkere Vergilbung (positives Δb^*) zeigen die laminierten Seiten, was auf die quasi autoklavierten Reaktionsbedingungen für eventuelle endogene Alterungsprodukte zurückzuführen sein könnte. Dies bedarf weiterer Untersuchungen mit komplementären Verfahren.