

Presseinformation Sensor Instruments

Januar 2021

Detektion von Ölschichten auf metallischen Oberflächen: ein Vergleich der Messverfahren.

21.01.2021. Sensor Instruments GmbH: Bei der Bearbeitung von Metallen während des Umformprozesses ist der Einsatz von Ölen unerlässlich. Beispielsweise sorgen Schneidöle, aufgebracht auf Metallbänder, für einen geringen Verschleiß an den Stanzwerkzeugen. Aber auch während der zerspanenden Bearbeitung leisten Bohröle einen unverzichtbaren Beitrag zum Schutz der Bohr- und Fräswerkzeuge. Des Weiteren dienen Öle als Korrosionsschutz von Halbprodukten wie Blechen aber auch Metallfolien. Nach der Weiterverarbeitung hingegen ist es erforderlich, Ölrückstände von den Fertigprodukten möglichst rückstandsfrei zu entfernen. Hierzu dienen spezielle Reinigungsanlagen, in denen die Metallteile gewaschen und abgeblasen werden.



Damit nun während des Aufbringens von Öl umweltschutztechnische Richtlinien eingehalten werden können und zudem auch wirtschaftliche Aspekte Beachtung finden, ist es ratsam, die Menge des Ölauftrages zu ermitteln. Mittlerweile kann eine Ermittlung der jeweiligen Ölmenge auch INLINE erfolgen. Gleich mehrere Messverfahren stehen hierfür zur Verfügung, auf die in den folgenden Abschnitten noch genauer eingegangen werden soll. Ein Überwachen des Reinigungsprozesses kann mittels der gleichen Sensorik erfolgen. Die Herausforderung ist allerdings hierbei, möglichst geringe Mengen an Ölrückständen, vorzugsweise INLINE, sicher zu erfassen. Gerade bei elektrisch leitenden Komponenten, wie beispielsweise Kupferschienen oder Starkstromleitungen, wird ein möglichst geringer Übergangswiderstand gefordert, eine Restölschicht würde aber diesbezüglich ein Problem

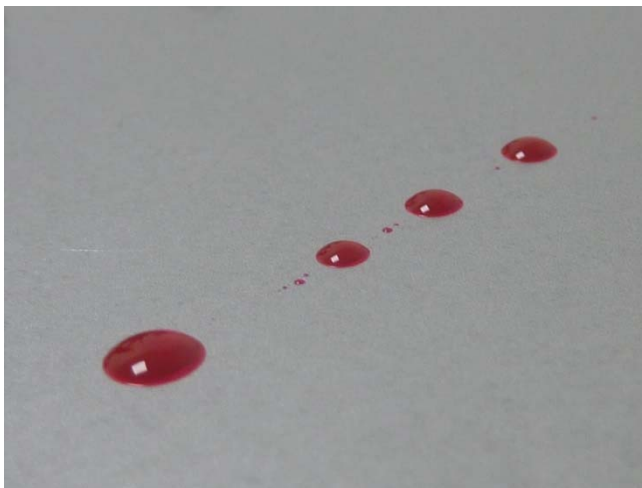
darstellen, wird doch dadurch die Leistungseffizienz in nicht unerheblichem Maße beeinträchtigt.

Wie wird bislang in der Praxis kontrolliert?

Spricht man von Ölschichten, so denkt man in erster Linie an eine bestimmte Schichtdicke, gemessen beispielsweise in μm . Eine gängige Methode hierzu wäre zunächst die Ermittlung des Flächengewichtes des Ölfilms. Um das zu ermitteln, muss jedoch das Gewicht des gesamten Bauteils ermittelt werden. Voraussetzung dafür sind eine präzise Waage sowie ein exakt identisches Bauteil in nicht beöltem Zustand zur Ermittlung der Gewichts Differenz. Um nun vom Flächengewicht auf die Schichtdicke schließen zu können ist des Weiteren die Information über die Dichte des jeweiligen Öles sowie die Fläche des jeweiligen Bauteils erforderlich. Hierbei ist der doch erhebliche Gewichtsunterschied zwischen der eigentlichen Ölschicht und dem Gewicht des Bauteils einer exakten Ermittlung der Ölschichtdicke nicht gerade förderlich. Zudem gesellt sich als weitere

Fehlerquelle die Gewichts­differenz der Bauteile (von Bauteil zu Bauteil), jeweils im nicht beölten Zustand, hinzu.

Der Mangel an einfachen Alternativen zur direkten Schicht­dickenermittlung dürfte der Grund dafür sein, dass sich in der Praxis die Methode zur Ermittlung der Oberflächenspannung des zu untersuchenden Bauteils steigender Beliebtheit erfreut. Hierbei ist bei Vorhandensein einer dünnen Ölschicht auf einer metallischen Oberfläche eine Reduzierung der Oberflächenspannung von mehr als 50mN/m im nicht benetzten Zustand auf unter 40mN/m im beölten Zustand (je nach Schicht­dicke und Art des Öles) zu beobachten. Zum Nachweis der jeweiligen Oberflächenspannung dienen sog. Testtinten, die insgesamt einen Bereich von 30mN/m bis 50mN/m in Zwischenschritten abdecken (30mN/m, 32mN/m, 34mN/m, ...). Die Testtinte wird dabei an die zu untersuchende Stelle mit dem im Fläschchen mitgelieferten Pinsel strichförmig aufgetragen. Perlt die Testtinte von der Oberfläche ab, wird die nächstniedrigere Testtinte in gleicher Weise verwendet, bis die Testtinte über einen längeren Zeitraum auf der Oberfläche haften bleibt und somit nicht abperlt. Die Oberflächenspannung liegt dann zwischen den beiden zuletzt verwendeten Testtinten. Zu beobachten ist ferner, dass eine Abnahme der Oberflächenspannung mit der Zunahme der Ölschicht­dicke einhergeht.



Die Testtinte perlt von der mit Öl benetzten Metalloberfläche ab, was auf eine Oberflächenspannung hindeutet, die kleiner ist als der auf der Testtinte ausgewiesene Wert.



Bei dieser Abbildung bleibt die Testtinte an der mit Öl benetzten oder aber entfetteten Metalloberfläche haften. Die Oberflächenspannung der Metalloberfläche ist demnach höher als der angegebene Wert der Testtinte.

Die drei verschiedenen Messverfahren

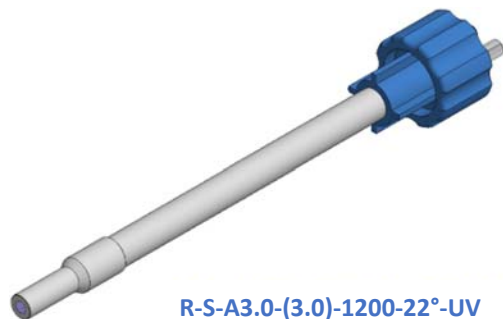
Messverfahren 1:

Absorption von UVC-Strahlung (265nm Zentralwellenlänge) durch die Ölschicht

Als Sensoreinheit wird hierbei ein Lichtleitersensor (**SPECTRO-1-FIO-UVC/UVC**) im Reflexlichtbetrieb eingesetzt. Als Lichtquelle dient eine UV-LED mit einer Zentralwellenlänge von 265nm. Mittels Quarzfaserlichtleiter (**R-S-A3.0-(3.0)-1200-22°-UV**) wird das UVC-Licht auf den zu vermessenden Abschnitt der Metalloberfläche gerichtet und von dieser teils diffus, teils direkt reflektiert. Ein Teil der reflektierten Strahlung wird mit Hilfe des Reflexlichtleiterbündels auf den im Sensor integrierten Detektor gerichtet. Eine entfettete, nicht mit Öl benetzte Metalloberfläche (es sollte sich hierbei um das gleiche Material sowie um die gleiche Oberflächenstruktur handeln wie bei den anschließenden Messungen) dient dabei als Referenz. Befindet sich nun eine Ölschicht zwischen der Lichtleiterstirnfläche und der Metalloberfläche, so wird ein Teil des UVC-Lichtes sowohl auf dem Hinweg als auch auf dem Rückweg von dieser absorbiert. Detektorseitig kann somit ein Signalrückgang beobachtet werden. Wird die Sensorik zur INLINE-Messung benutzt, empfiehlt sich ein Arbeitsabstand der Lichtleiterstirnfläche von der Metalloberfläche von ca. 5mm. Die Strahldivergenz liegt dabei bei 22° und der Lichtspot nimmt hierbei auf der zu untersuchenden Metalloberfläche einen Durchmesser von in etwa 5mm ein. Bei OFFLINE-Messungen wird zusätzlich ein Abstandshalter (**A3.0-OFL**) verwendet, der am Lichtleiterkopf befestigt werden kann.



SPECTRO-1-FIO-(UVC/UVC)



R-S-A3.0-(3.0)-1200-22°-UV



R-S-A3.0-(3.0)-1200-22°-UV + A3.0-OFL

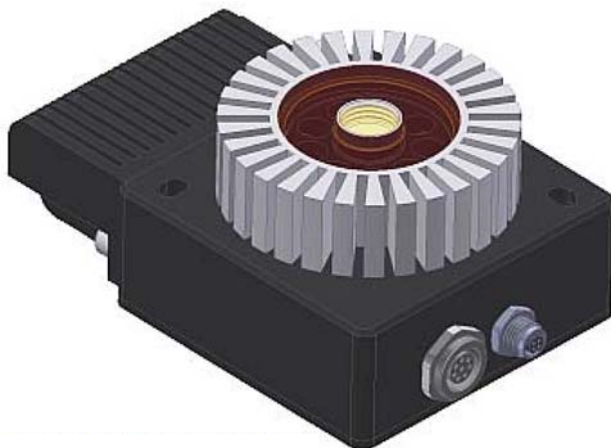


A3.0-OFL

Messverfahren 2:

Anregung einer Ölschicht zur Fluoreszenz im sichtbaren Wellenlängenbereich unter Verwendung von UVA-Licht (365nm Zentralwellenlänge)

Dazu wird ein Farbsensor (**SPECTRO-3-30-UV/BL-MSM-ANA**) verwendet, dessen Sendeeinheit aus UV-LEDs (365nm Zentralwellenlänge) besteht. Bei INLINE-Messungen empfiehlt sich ein Arbeitsabstand von 15mm, mit dem Abstandshalter (**SPECTRO-3-15-d65-OFL**) kann aber auch OFFLINE gearbeitet werden (auch hierbei beträgt der Sensorabstand zum Objekt 15mm). Der Detektionsbereich nimmt bei diesem Abstand einen Durchmesser von in etwa 12mm ein.



SPECTRO-3-30-UV/BL-MSM-ANA

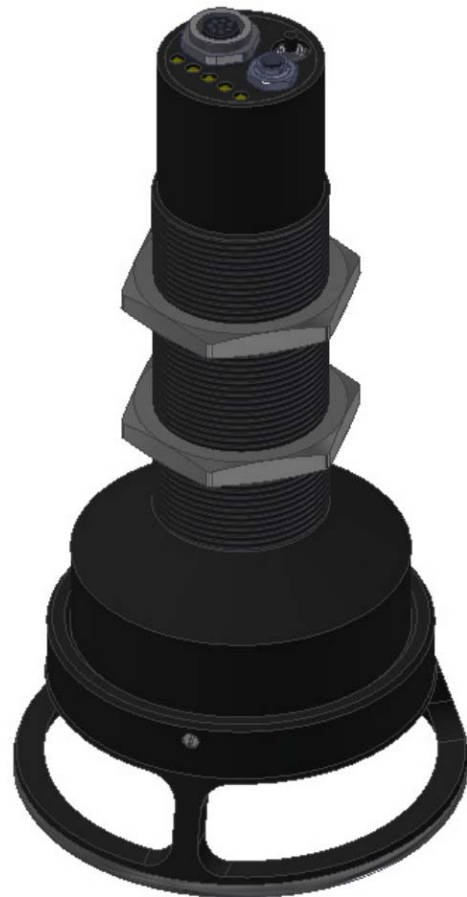
SPECTRO-3-15-d65-OFL

Die UV-LEDs sind hierbei ringförmig angeordnet, in der Mitte der Sensorik befindet sich der Empfängerteil, der mittels vorgeschalteter optischer Filter im sichtbaren Wellenlängenbereich detektieren kann, während UV-Licht abgeblockt wird. Auch bei dieser Messmethode sollte beachtet werden, dass die Intensität der gemessenen Fluoreszenz u.a. auch von der metallischen Oberfläche, da diese ja als Reflektor dient, abhängt. Eine Kalibrierung auf die jeweilige Oberfläche respektive auf die jeweilige Objektform ist daher zwingend erforderlich.

Messverfahren 3:

Absorption von MIR-Licht ($3\mu\text{m}$ Zentralwellenlänge) durch eine Ölschicht

Als Beleuchtungseinheit dient hierbei eine breitbandige MIR-Lichtquelle, die einen Wellenlängenbereich von in etwa $2\mu\text{m}$ bis $6\mu\text{m}$ abdeckt. Mit Hilfe zweier Empfänger, die über unterschiedliche optische Filter verfügen, erfolgt eine normierte Signalauswertung. Empfänger 1 detektiert dabei in einem schmalen Wellenlängenbereich mit einer Zentralwellenlänge von ca. $3\mu\text{m}$, während Empfänger 2, ebenfalls schmalbandig arbeitend, mit einer Zentralwellenlänge von in etwa $4\mu\text{m}$ ausgestattet ist. Dabei wirkt Empfänger 2 als Referenz, da dessen Wellenlängenbereich im Vergleich zum Wellenlängenbereich von Empfänger 1 unmerklich von der Ölschicht beeinflusst wird. Von der Metalloberfläche hingegen erfolgt gleichermaßen eine Reflexion in beiden Wellenlängenbereichen. Eine normierte Auswertung der beiden Messsignale informiert über die Absorption der Ölschicht; das Ergebnis ist dabei weitestgehend unabhängig von der jeweils vorhandenen Metalloberfläche. Der Messabstand von der Sensorik (**SPECTRO-M-10-MIR/(MIR1+MIR2)**) zur Metalloberfläche beträgt während der INLINE-Messung 10mm, der Detektionsbereich liegt dabei bei 10mm im Durchmesser. Eine Beeinträchtigung der Messung infolge von Umgebungslicht (Weißlicht-LED Innenbeleuchtung) konnte nicht festgestellt werden, infolgedessen kann mit hoher Messfrequenz ($> 1\text{ kHz}$) gearbeitet werden. Für die OFFLINE-Messung steht ein Abstandshalter (**SPECTRO-M-30-OFL**) zur Verfügung, der ebenfalls für einen Messabstand zur Metalloberfläche von 10mm sorgt.



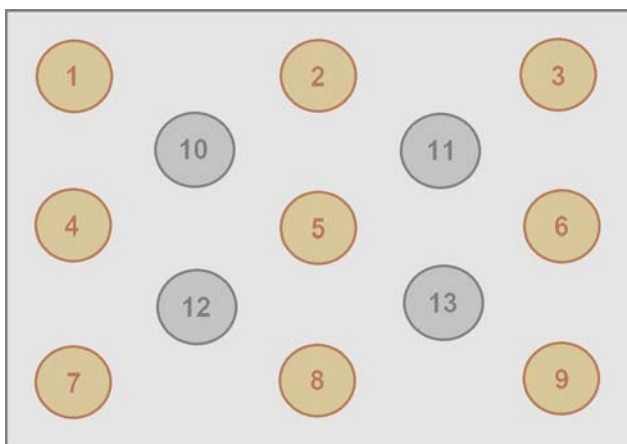
SPECTRO-M-10-MIR/(MIR1+MIR2)



SPECTRO-M-30-OFL

Der Messaufbau

Als Messobjekt wurde eine Edelstahlplatte verwendet, auf deren Oberfläche verschieden dicke Ölschichten des jeweils gleichen Öls aufgetragen wurden (die Ölschichten dürften sich dabei im Bereich zwischen $<1\mu\text{m}$ und ca. $20\mu\text{m}$ bewegen). Hierbei wurde mittels verschieden großer Ölmengen (in den Sektoren 1,2,3: mittlere Ölmenge, in den Sektoren 4,5,6: geringe Ölmenge und in den Sektoren 7,8,9: üppige Ölmenge) getestet. Anschließend wurde der Ölfleck jeweils über einen Durchmesser in etwa von 60mm mittels Einwegtuch (fuselfrei) homogen verstrichen. Dieser Vorgang erfolgte in allen der genannten Sektoren. Ferner wurde die bereits verstrichene Ölmenge die Sektoren 2,3,5,6,8 und 9 ein weiteres Mal mittels Einwegtuch verstrichen, ohne dabei den Durchmesser des jeweiligen Sektors zu verändern. Dieser Vorgang wurde in den Sektoren 3,6 und 9 ein weiteres Mal wiederholt.

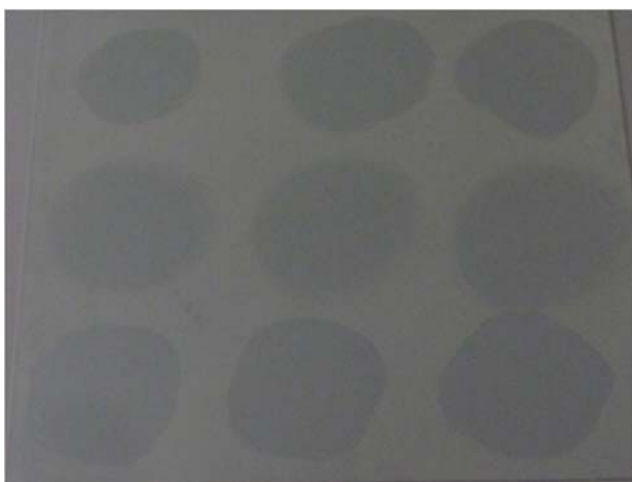


1,2 und 3: mittlere Schichtdicken (von 1 nach 3 abnehmend)

4,5 und 6: geringe Schichtdicken (von 4 nach 6 abnehmend)

7,8 und 9: große Schichtdicken (von 7 nach 9 abnehmend)

10,11,12 und 13: Sektoren, die zur Referenzmessung dienen (Sektoren ohne Ölauftrag)



Edelstahlplatte mit den 9 verschiedenen Sektoren. Nach den jeweiligen Tests mit einer bestimmten Ölsorte wurde die Metallplatte nahezu rückstandslos vom Öl gereinigt (entfettet). Damit geprüft werden kann, ob das Öl von vorhergehenden Tests von der Metalloberfläche entfernt worden ist, wurde auch zwischen den einzelnen Ölaufträgen (Sektoren 1-9) gemessen. Diese Bereiche wurden als Sektoren 10-13 bezeichnet

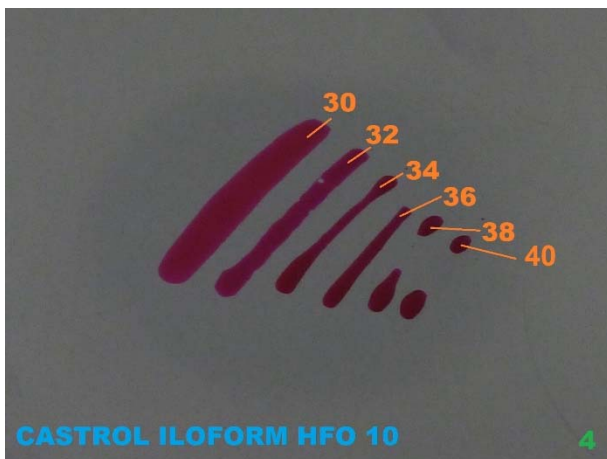
Wie eingangs schon erwähnt, dient als Bezug zu den jeweiligen Messungen die Oberflächenspannung in den jeweiligen Sektoren. Diese wurde mit Hilfe der zur Verfügung stehenden Testtinten (von 30mN/m bis 50mN/m) jeweils nach den Messungen mit den 3 verschiedenen Sensoren je Ölsorte ermittelt. (Die Testtinte wurde dabei auf die jeweiligen Sektoren aufgetragen, wobei das Messergebnis durch Eigenfluoreszenz der Testtinte, zusätzliche Absorption bzw. Reflexion beeinträchtigt werden wird.)



Ölprobe: CASTROL Iloform HFO 10

Testtinten: 30mN/m, 32mN/m, 34mN/m
sowie 36mN/m

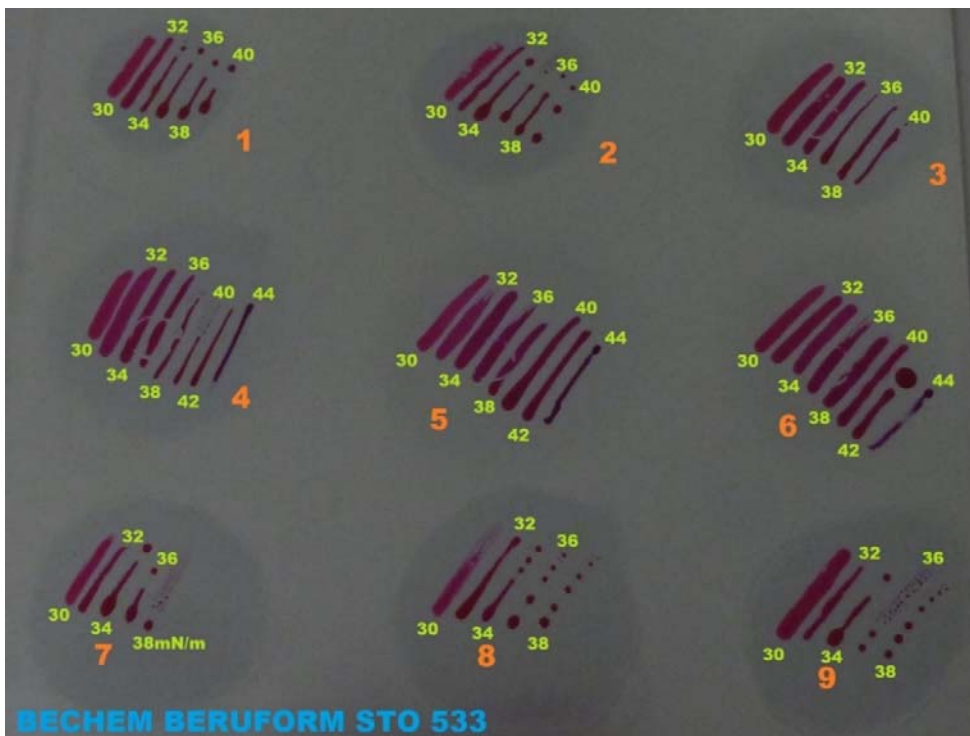
Sektor: 1



Ölprobe: CASTROL Iloform HFO 10

Testtinten: 30mN/m, 32mN/m, 34mN/m,
36mN/m, 38mN/m und 40mN/m

Sektor: 4



Ölprobe: BECHEM BERUFORM STO 533

Verwendete Testtinten: 30mN/m bis 44mN/m in den 9 verschiedenen Sektoren

Die Ölproben

Folgende Öle standen für die Tests zur Verfügung:

- CASTROL HFO10
- BECHEM STO533
- Z+G KTL N16
- BECHEM KFP95
- BECHEM MF85
- WILKE 628
- WISURA AK3614SF
- RAZIOL CLF11S
- RAZIOL CLF11L
- TRUMPF C462
- TRUMPF B30
- TRUMPF SRH/5
- TRUMPF AKAMIN
- OW 30 NEUTRAL
- OW 30 0.01% GRÜN
- OW 30 0.01% UV-FARBE

Vergleich der Oberflächenspannung der verschiedenen Öle bei in etwa gleicher Ölschichtdicke

Bei der Untersuchung der verschiedenen Öle hat sich gezeigt, dass die Oberflächenspannung bei in etwa gleicher Ölschichtdicke in Abhängigkeit vom jeweiligen Öl unterschiedliche Werte einnimmt:



Verglichen wurden dabei die Oberflächenspannungswerte jeweils im Sektor 6, also der geringsten aufgetragenen Ölmenge (<1µm Schichtdicke). Ein Rückschluss von der Oberflächenspannung auf die Ölschichtdicke ist also ohne Kenntnis des Öles nicht möglich.

Die Messergebnisse

Messverfahren 1:

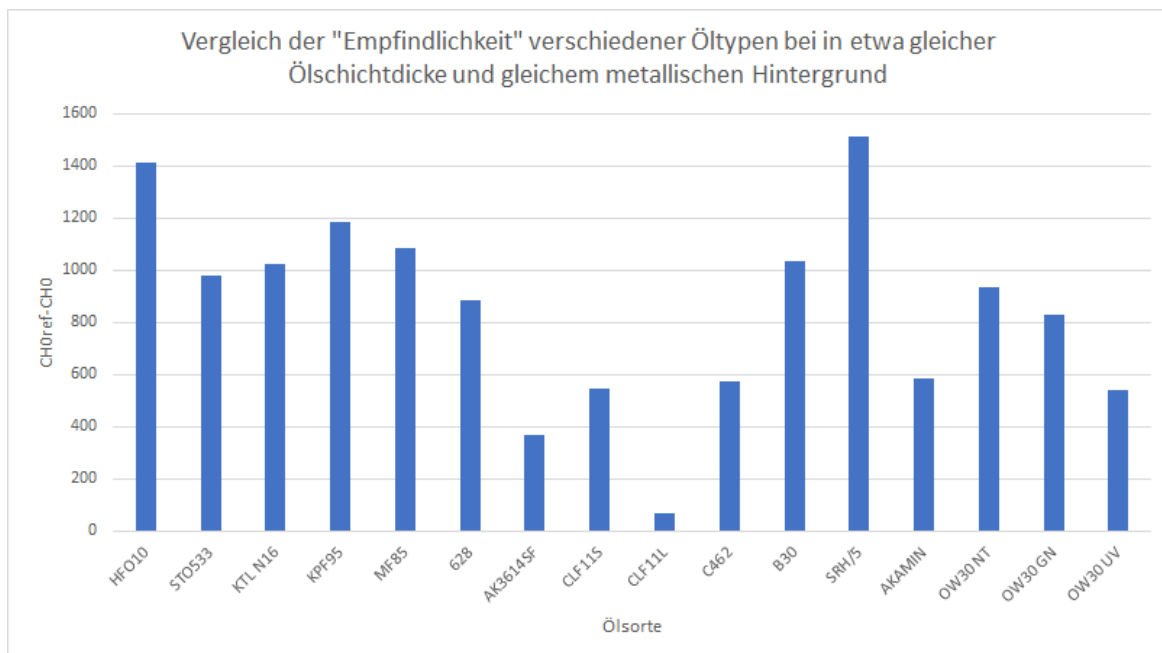
Absorption von UVC-Strahlung (265nm Zentralwellenlänge) durch die Ölschicht

Gemessen wurde mittels Lichtleitersensor **SPECTRO-1-FIO-(UVC/UVC)** inkl. Reflexlichtleiter **R-S-A3.0-(3.0)-1200-22°-UV** sowie Lichtleiter-Offline-Aufsatz **A3.0-OFL** zunächst je Ölsorte in den Sektoren 10 bis 13 (Ermittlung der Messwerte sowie der Oberflächenspannung der entfetteten Metalloberfläche, diese dient dabei als Referenz) und anschließend in den Sektoren 1 bis 9. Der Lichtleiterkopf inkl. Offline-Aufsatz wurde dabei jeweils in der Mitte des jeweiligen Sektors aufgelegt.



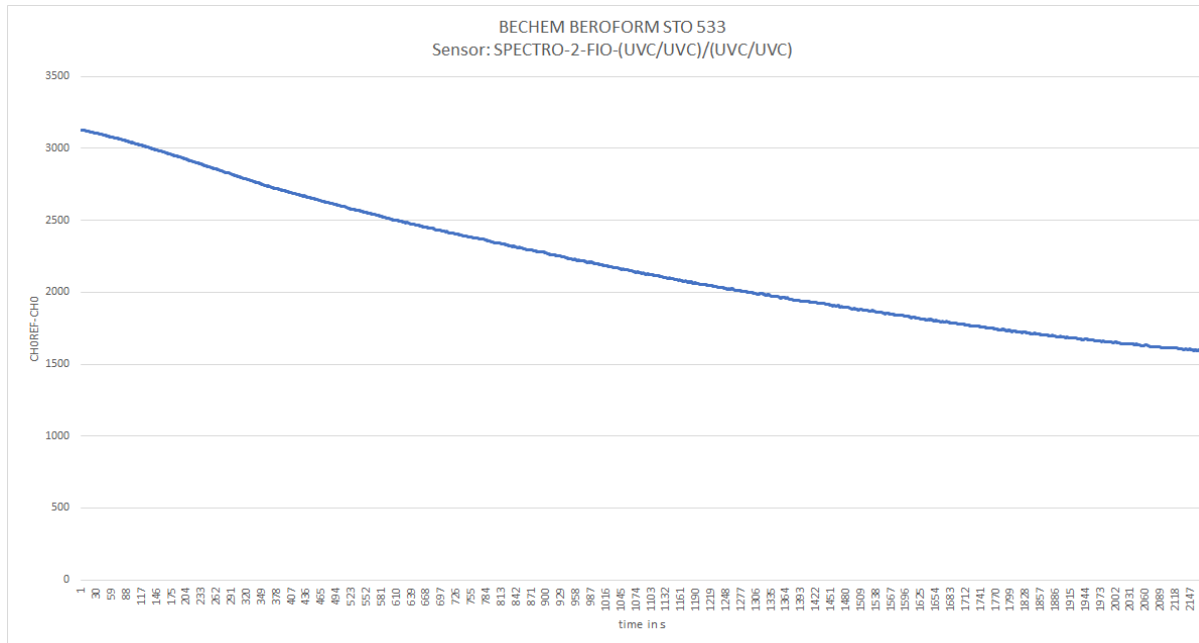
Vergleich der Empfindlichkeiten der verschiedenen Öle bei gleicher Ölschichtdicke

Die Untersuchungen der vorliegenden Ölsorten mittels Messverfahren 1 führten doch zu deutlich unterschiedlichen Messergebnissen, wie aus dem folgenden Diagramm entnommen werden kann:



Gemessen wurde hierbei jeweils der Signaleinbruch der von der Metalloberfläche reflektierten und vom Lichtleiter erfassten UVC-Strahlung $CH0_{ref}$ abzüglich der von der Metalloberfläche reflektierten und sowohl auf dem hin- als auch auf dem rückwärtigen Weg reduzierten (durch Absorption) UVC-Strahlung $CH0$. Das Verhältnis der Differenz $CH0_{ref}-CH0$ aus der am stärksten absorbierenden Ölprobe zu der Ölprobe, die sich nahezu neutral verhält, beträgt in etwa Faktor 22.

Untersuchung der UVC-Absorption einer Ölschicht in Abhängigkeit von der Zeit

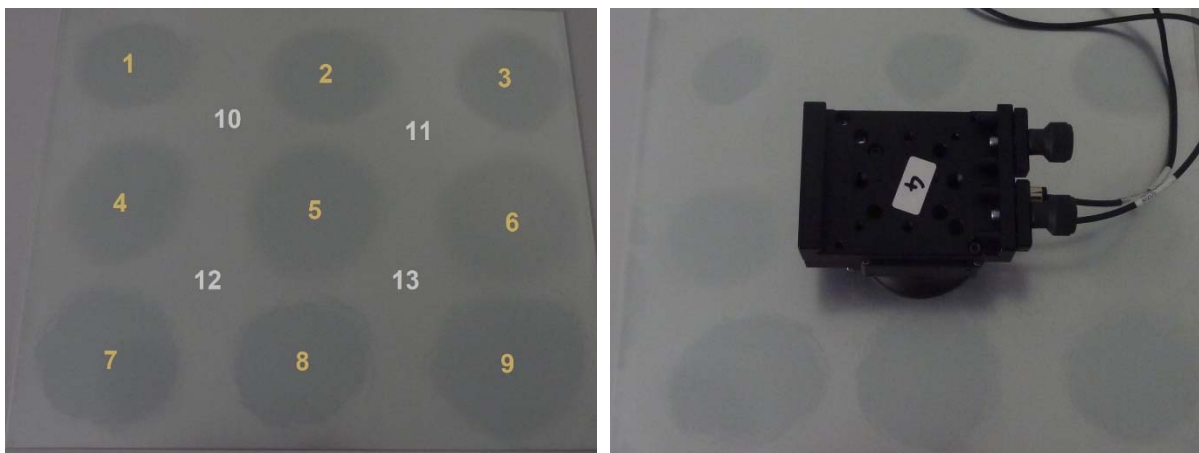


Bei dieser Messmethode wurde das Lichtleiter-Frontend A3.0-OFL an einer bestimmten Stelle des Ölfilms über einen längeren Zeitraum platziert und während dieser Zeit wurde der Signalverlauf CHO aufgezeichnet.

Hierbei konnte eine deutliche Abnahme der Absorption ($\Delta = 1600$) der UVC-Strahlung über einen Zeitraum von 36 min beobachtet werden ($CH_{ref} = 3975$), was einer relativen Abnahme des Absorptionseffektes um den Faktor 2 entspricht. Bei der Ermittlung des Messwertes ist somit der Zeitpunkt nach dem Aufsetzen des Messkopfes auf die jeweilige Ölprobe entscheidend.

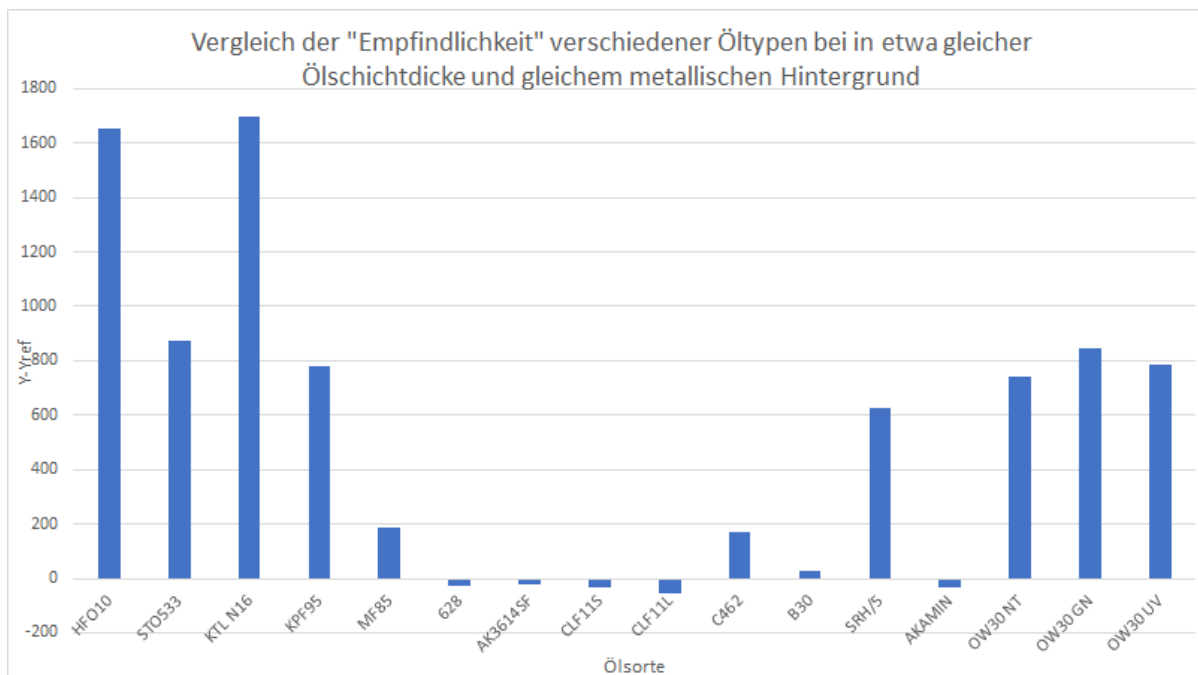
Messverfahren 2:

Sekundäremission im sichtbaren Wellenlängenbereich (Fluoreszenz) bei Anregung im UVA-Bereich (365nm)



Als Sensor wurde hierbei ein **SPECTRO-3-30-UV/BL-MSM-ANA** mit einer UVA-Ringlichtbeleuchtung (365nm) und einem empfängerseitigen Detektionsbereich von typ. 450nm bis 700nm verwendet. Damit auch hier aufliegend gemessen werden konnte, wurde das **INLINE-System** frontseitig mit einem Abstandshalter **SPECTRO-3-15-d65-OFL** versehen. Zunächst wurde wiederum an den Referenzpunkten ein mittlerer Referenzwert ermittelt (10-13) und anschließend der Reihe nach an den Punkten 1-9 je Ölprobe gemessen.

Vergleich der Empfindlichkeiten der verschiedenen Öle bei gleicher Ölschichtdicke



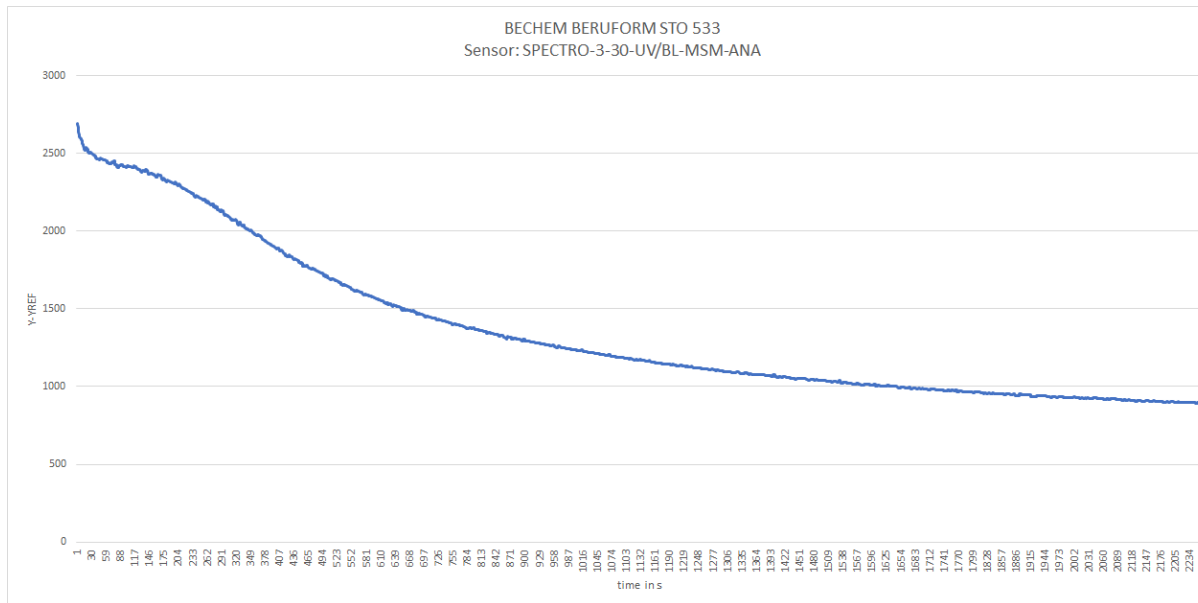
Auch bei diesem Messverfahren gab es große Unterschiede beim Wert $Y-Y_{ref}$ bei gleicher Ölschichtdicke der einzelnen Ölsorten. Bleiben die nicht zur Fluoreszenz neigenden Ölsorten unberücksichtigt, ergibt sich zwischen der empfindlichsten (Z+G KTL N16) und der unempfindlichsten Probe (TRUMPF B30) ein Unterschied von ca. 61.

Bei den folgenden Ölsorten konnte keine Fluoreszenz bei einer Anregung im UVA-Bereich festgestellt werden:

- WILKE 628
- WISURA AK 3614SF
- RAZIOL CLF 11S
- RAZIOL CLF 11L
- TRUMPF AKAMIN

Untersuchung der Fluoreszenz im sichtbaren Wellenlängenbereich bei UVA-Anregung einer Ölschicht in Abhängigkeit von der Zeit

Dabei wurde über einen längeren Zeitraum (einige Minuten) die Sensorik auf einer bestimmten Messstelle platziert und die Signalstärke Y während dieses Zeitraums aufgezeichnet.

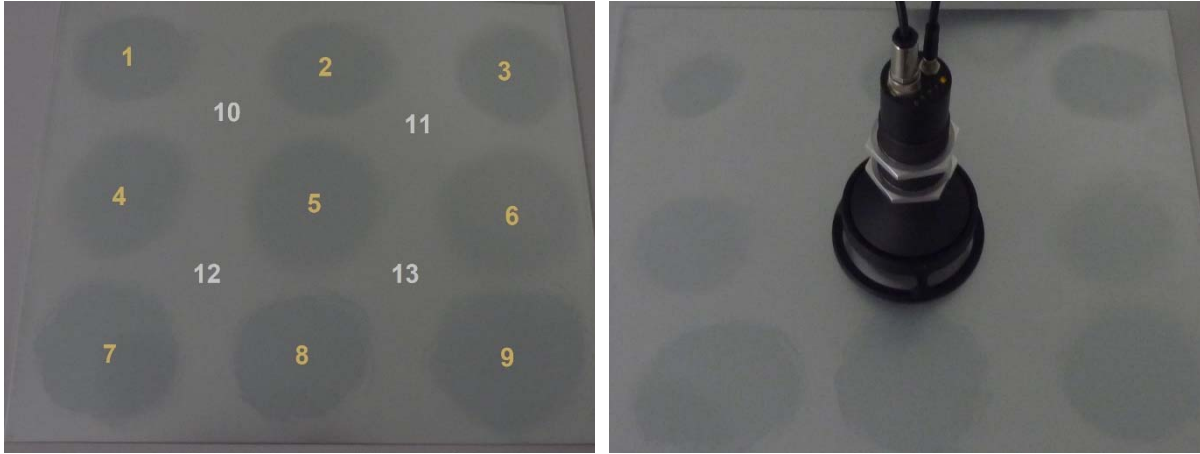


Über einen Zeitraum von ca. 38 Minuten konnte beispielsweise bei der Ölsorte BECHEM BERUFORM STO533 eine Abnahme des Fluoreszenzsignales Y - Y_{ref} um den Faktor 3 festgestellt werden. Es ist somit auch bei diesem Messverfahren zur Ermittlung der Oberflächenspannung am jeweiligen Messort entscheidend, wann genau der Messwert nach Aufsetzen der Sensorik aufgezeichnet worden ist. Beim INLINE-Einsatz der Sensorik dürfte das aber weniger eine Rolle spielen, da in diesem Fall jede Messprobe nur für kurze Zeit der relativ intensiven UVA-Strahlung ausgesetzt ist und somit die Messwertermittlung zum gleichen Zeitpunkt nach dem Positionieren erfolgen kann. Der zeitsynchrone Ablauf erfolgt dabei zwischen der speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) und der jeweiligen Aktuatorik.

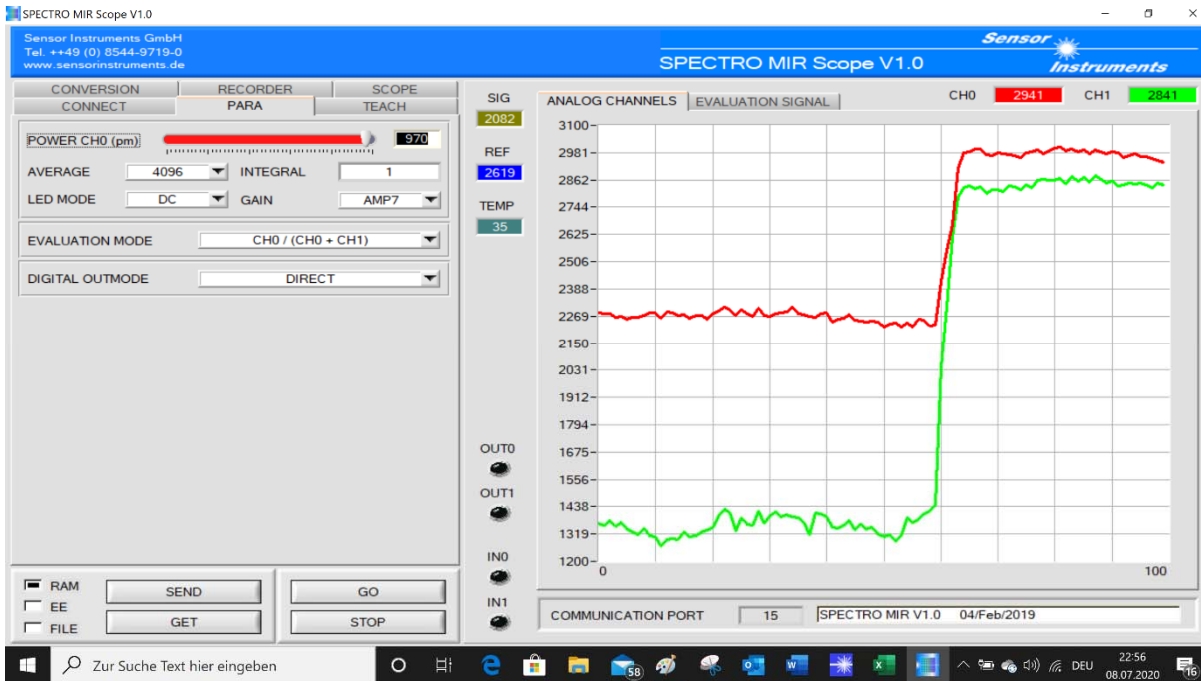
Messverfahren 3:

Normierter Vergleich zweier Wellenlängenbereiche im mittleren Infrarotbereich (MIR)

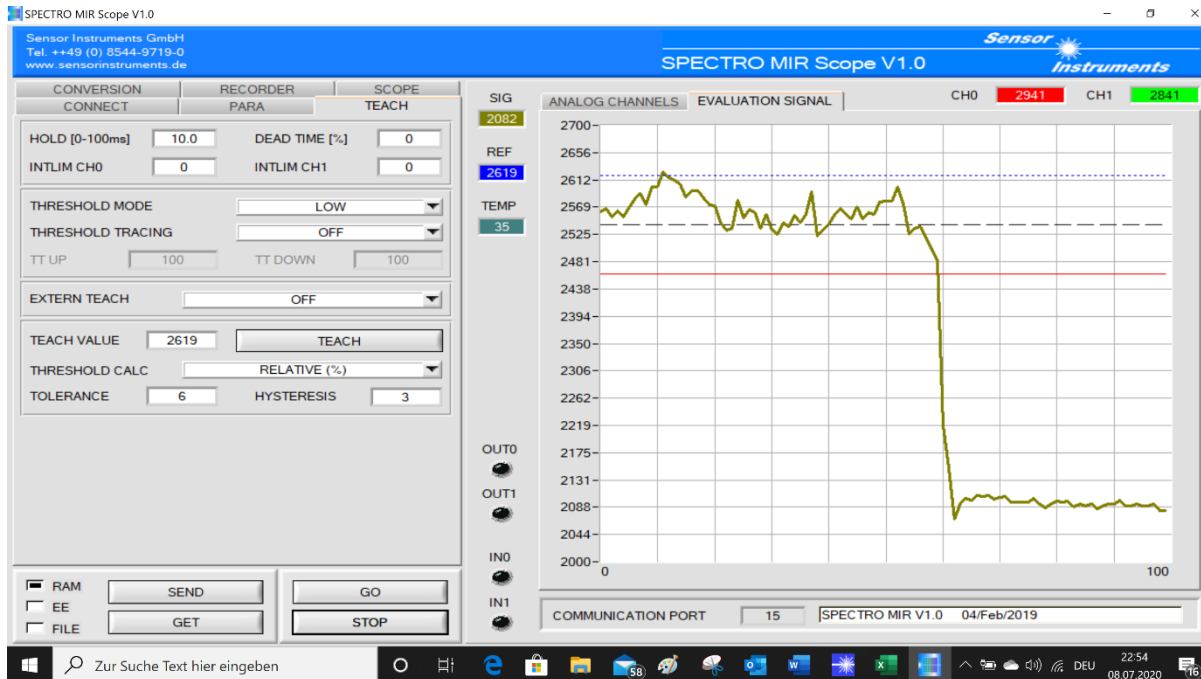
Als Sensor diente hierbei ein **SPECTRO-M-10-MIR/(MIR1+MIR2)**, betrachtet wurden auch hier die Messstellen 1-9, während die Positionen 10-13 als Referenzorte dienten. Mittels Abstandshalter **SPECTRO-M-30-OFL** wurde das INLINE-Messsystem kurzerhand zum Handmessgerät umfunktioniert. Der Abstand zur Messoberfläche betrug dabei 10mm. Der normierte Messwert ergibt sich aus den beiden ermittelten Messwerten der beiden Messfenster im MIR-Bereich mit den Zentralwellenlängen von $3\mu\text{m}$ bzw. $4\mu\text{m}$, wobei letzteres als Referenzfenster dient, da vorausgehende spektrometrische Untersuchungen ergeben haben, dass in diesem Wellenlängenbereich keine merkliche Absorption der MIR-Strahlung vorliegt.



Während der Messungen wurde mittels serieller Schnittstelle eine Verbindung zum PC hergestellt. Die Parametrisierung der Sensorik sowie die numerische sowie graphische Anzeige der Messdaten erfolgte dabei über die Windows®-Software **SPECTRO MIR Scope V1.0**.



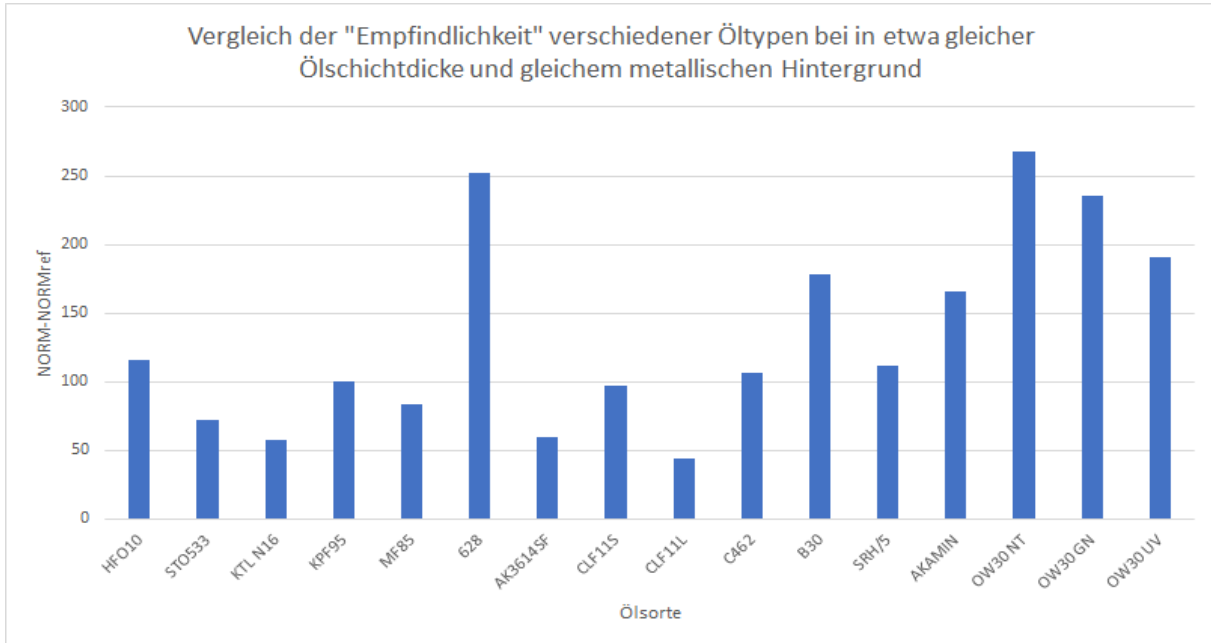
Neben der Anzeige der beiden Messwerte CH0 (Referenzwert bei 4µm) und CH1 (Messwert bei 3µm) wird auch der normierte Wert $SIG = 4095 \times CH0 / (CH0 + CH1)$ dargestellt.



Während der INLINE-Messung kann auch auf die Software **MIR MONITORING** zurückgegriffen werden. Dem Anlagenbediener wird dabei während der Produktion via Säulendiagramm die aktuelle Qualitätssituation sowie der Trend auf dem Monitor angezeigt. Des Weiteren werden die Messdaten in einem geeigneten Format abgespeichert, sodass diese anschließend mittels Word® bzw. Excel® genutzt werden können.

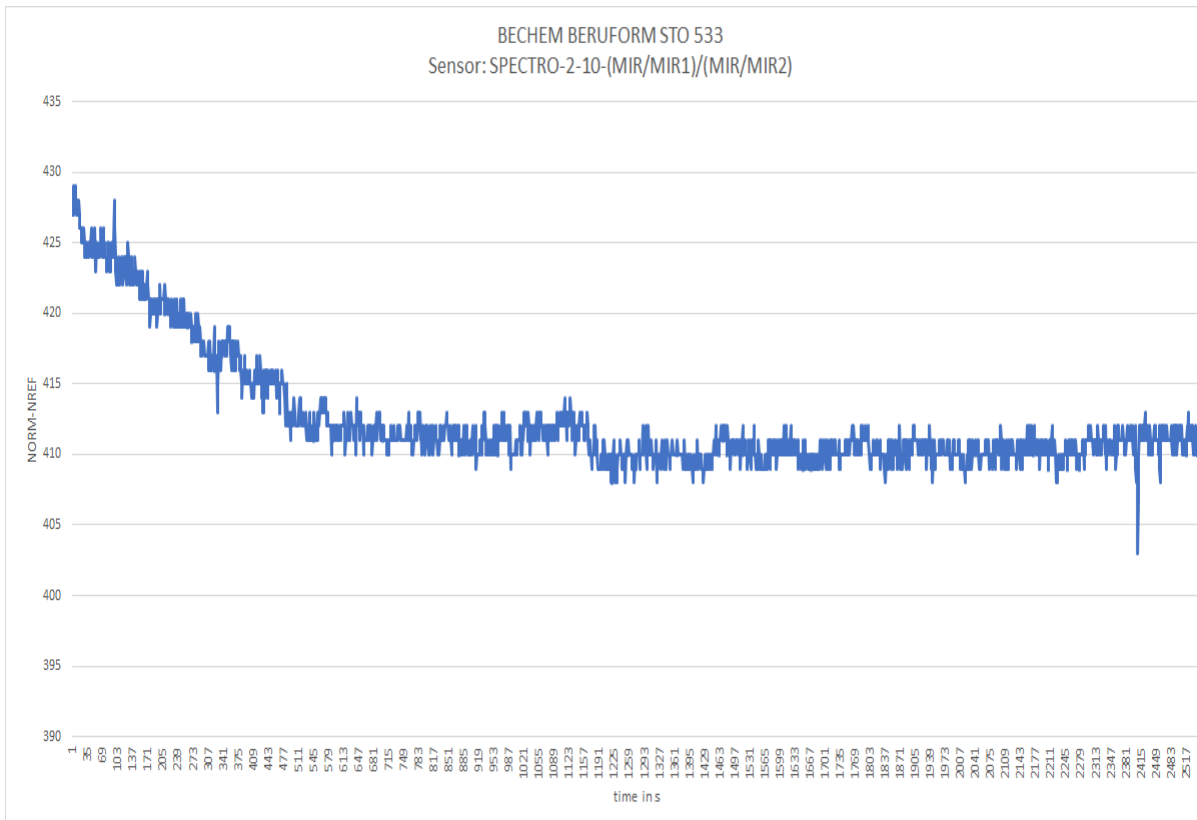
Vergleich der Empfindlichkeiten der verschiedenen Öle bei gleicher Ölschichtdicke

Auch bei dieser Messmethode konnten zwischen den verschiedenen Ölsorten (bei vergleichbarer Schichtdicke) Empfindlichkeitsunterschiede festgestellt werden. Im Vergleich zu den beiden anderen Messmethoden konnten hierbei allerdings alle Ölsorten detektiert werden und der Unterschied zwischen der empfindlichsten und der unempfindlichsten Probe betrug gerade einmal Faktor 7.



Untersuchung der normierten Absorption von MIR-Licht in den Wellenlängenbereichen um die 3µm bzw. 4µm einer Ölschicht in Abhängigkeit von der Zeit

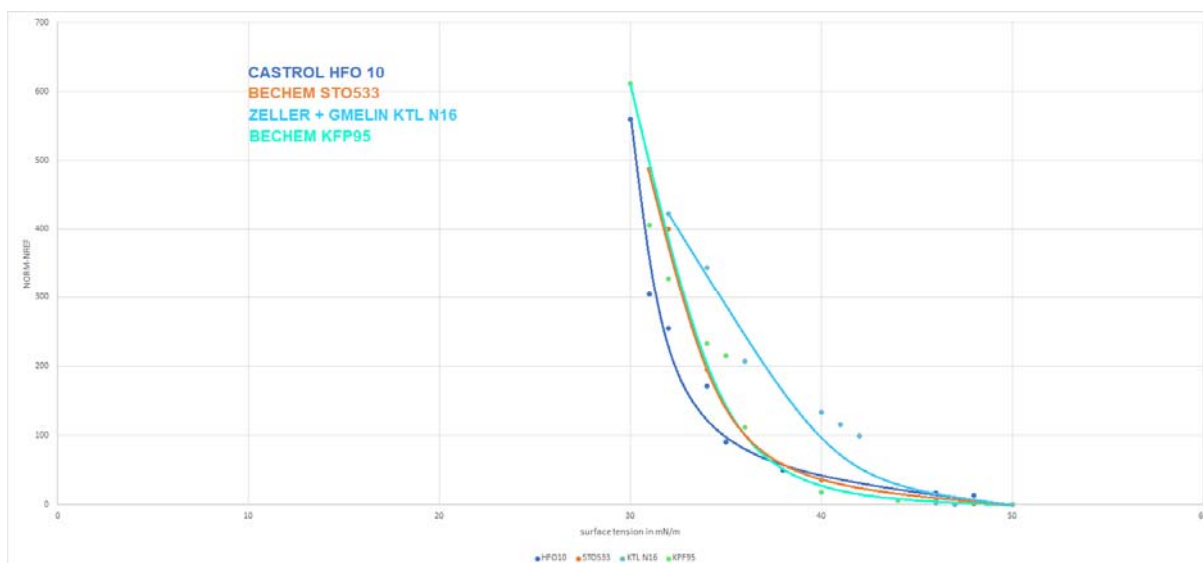
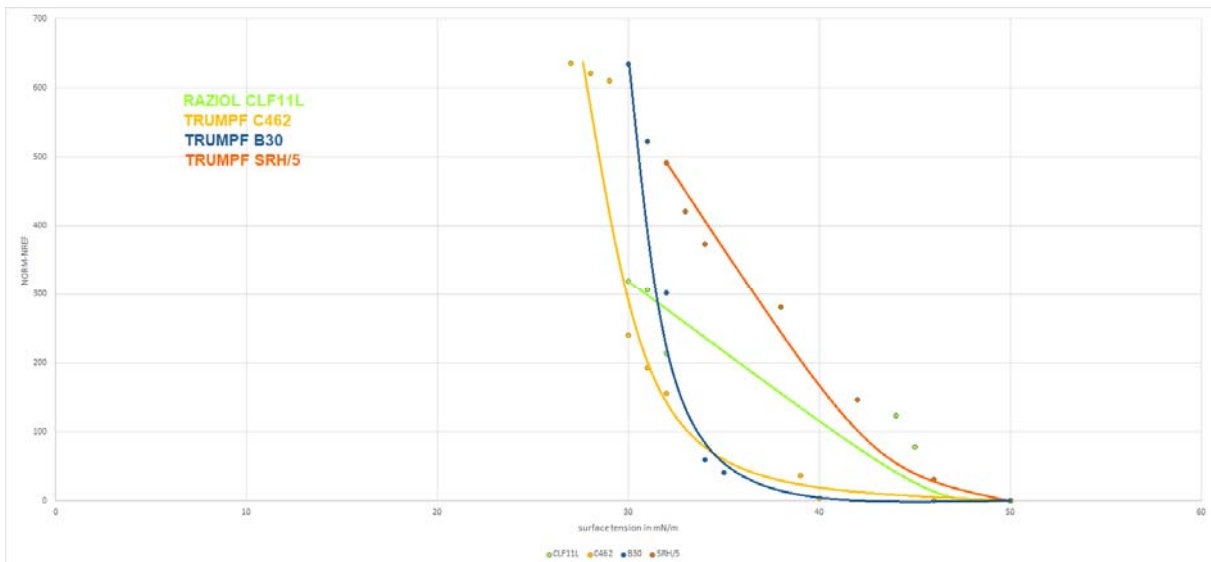
Hierbei wurde die Sensorik auf eine Messstelle, die mit einem Ölfilm einer bestimmten Ölsorte versehen wurde, platziert und anschließend erfolgte eine Messdatenaufzeichnung über einen längeren Zeitraum (ca. 43 min.)

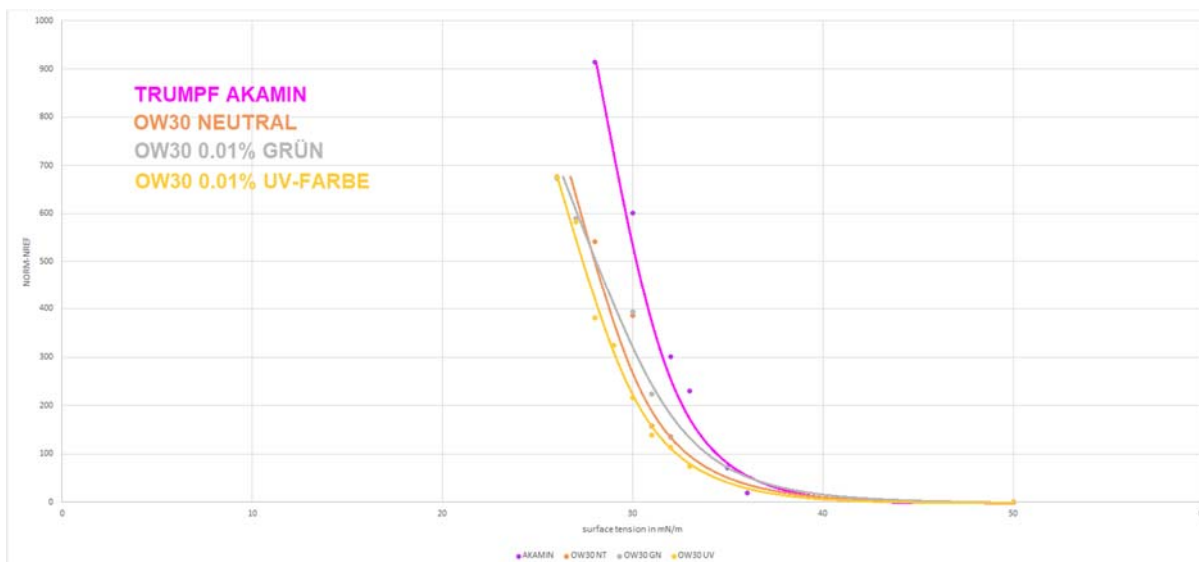
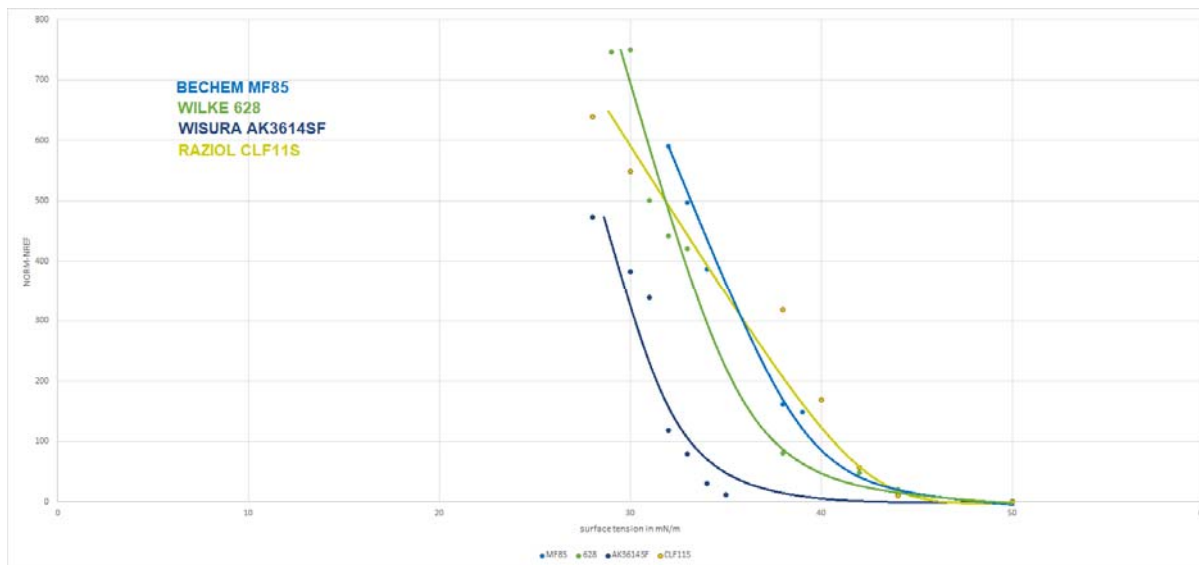


Dabei konnte ein Rückgang des normierten Bereichs von lediglich 5% festgestellt werden (was einem Faktor in etwa von 1.05 entspricht). Im Vergleich zu den beiden vorhergehenden Messverfahren ist der Signaleinbruch signifikant kleiner, was nicht zuletzt an der normierten Auswertung liegen dürfte, sondern auch an der Tatsache, dass MIR-Strahlung über die Zeit anscheinend einen weitaus geringeren Einfluss auf eine Veränderung des Absorptionsverhaltens von Ölen hat.

Untersuchung des normierten Absorptionsverhaltens im MIR - Bereich in Anhängigkeit von der Oberflächenspannung der jeweiligen Ölsorte

Hierbei wurde an den Stellen 1-9 gemessen (NORM) und des Weiteren aus den 4 Referenzpositionen ein mittlerer Referenzwert gebildet (NORMref). Die Differenz aus den beiden Werten (NORM-NORMref) dient dabei als Maß für die Oberflächenspannung. Der Wert der Oberflächenspannung wurde hierbei mittels Testtintenmethode ermittelt.





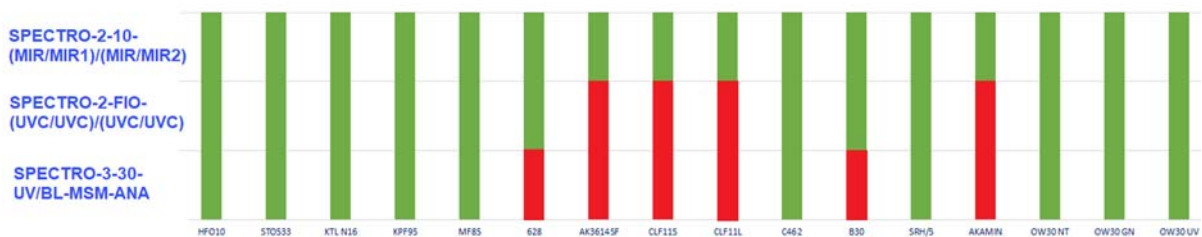
Aus den Messkurven ist ersichtlich, dass auch bei dieser Messmethode eine Kalibrierung auf das jeweils eingesetzte Öl in Verbindung mit der jeweiligen Metalloberfläche erfolgen muss. Die Kalibrierung kann dabei mittels Windows®-Software **SPECTRO MIR Scope V1.0** anwenderseitig durchgeführt werden. Zusätzlich zum jeweiligen NORM-Wert wird dann auch der Wert der Oberflächenspannung mitangezeigt.

Zusammenfassung

Die Anwesenheit von Ölfilmen auf Metalloberflächen wird in der Praxis bislang vielfach mit Testtinten überprüft. Dabei handelt es sich aber um eine berührende Methode, da ja die Testtinte auf die jeweilige Oberfläche aufgetragen werden muss. Zudem ist diese Methode der Ermittlung der Oberflächenspannung auch von der visuellen Betrachtungsweise des Beobachters abhängig (Tröpfchenbildung ja/nein und in welcher Zeit?) und die Tatsache,

dass es nur eine relativ grobe Abstufung von Testtinten in Bezug auf die Oberflächenspannung (in 2mN/m-Schritten) gibt, ist einer genauen Analyse nicht unbedingt förderlich. Des Weiteren ist eine gewisse Größe der zu testenden Fläche bei dieser Methode erforderlich (Pinselstrichbreite x ca. 15mm in der Länge). Die bereits erläuterten Messverfahren 1 und 2 ermöglichen sehr kleine Messflächen, haben aber den Nachteil, dass nicht alle Öle auf den jeweiligen physikalischen Effekt reagieren, sich also quasi neutral verhalten. Bei Messverfahren 3 bedarf es einer etwas größeren Testfläche, die zudem plan sein sollte. Bei allen anderen Kriterien schneidet dieses Verfahren im Vergleich zu Messverfahren 1 und 2 allerdings besser ab. Als einer der wesentlichen Vorteile des Messverfahrens 3 dürfte die normierte Auswertung gelten. Diese kann zwar nicht die individuelle Kalibrierung je Ölart und Metalloberfläche ersetzen, dennoch können Variationen der Metalloberfläche sowie eventuelle Intensitätsdrifts der eingesetzten Lichtquelle weitestgehend kompensiert werden. Bei Verwendung von Kunstlicht (LED-Weißlichtlampen) zur Raumausleuchtung (Umgebungslicht) ist zudem keine Beeinflussung des Messergebnisses zu beobachten.

Welche Öle eignen sich für das jeweilige Messverfahren? (grün: geeignet, rot: nicht geeignet)



Weitere wichtige Merkmale des jeweiligen Messverfahrens im Vergleich:

Messverfahren	UVC	UVA	MIR
Empfindlichkeitsunterschiedsfaktor der verschiedenen Ölarten	22	61	7
Signalabschwächungsfaktor bei Langzeitbelichtung	2	3	1.05
Fremdlichtempfindlichkeit gegenüber Kunstlicht (LED-Weißlicht)	mittel	stark	gering
Messabstand in mm	5	15 (11)*	10
Detektionsbereich in mm	5	12 (1)*	10

* für das UVA-Messverfahren gibt es auch eine Lichtleiterversion, womit entsprechend kleine Detektionsbereiche erreicht werden können.

Kontakt:

Sensor Instruments
Entwicklungs- und Vertriebs GmbH
Schlinding 11
D-94169 Thurmansbang
Telefon +49 8544 9719-0
Telefax +49 8544 9719-13
info@sensorinstruments.de