

Sensor Instruments Basın Bülteni

Ocak 2021

Metalik yüzeylerdeki yağ tabakalarının tespit edilmesi: Ölçüm yöntemlerinin kıyaslanması.

21.01.2021. Sensor Instruments GmbH: Metallerin şekillendirme prosesinde işlenmesi esnasında yağların kullanılması vazgeçilmezdir. Örneğin metal bantların üzerine uygulanan kesme yağları zımbalama takımlarında aşınmanın daha olmasını sağlar. Ancak talaşlı imalat esnasında da delme yağları, delme ve frezeleme takımlarının korunmasında önemli katkılar sağlar. Yağlar buna ilave olarak sac veya metal folyo gibi yarı mamullerde korozyondan koruma işlevi görür. Buna karşılık işlemlerin devamında yağ kalıntılarının mamul ürünlerden olabildiğince kalıntı bırakmadan uzaklaştırılması gerekir. Bunun için metal parçalarının yıkandığı ve hava üflendiği özel yıkama tesisleri kullanılır.



Yağın uygulanması esnasında çevre sağlığı direktiflerinin yerine getirilmesi ve ayrıca ekonomik unsurların da dikkate alınması için, uygulanan yağ miktarının tespit edilmesi önerilir. Artık ilgili yağ miktarının belirlenmesi INLINE olarak da gerçekleştirilebilir. Bunun için kullanılacak birden fazla ölçüm yöntemi mevcuttur ve aşağıdaki bölümlerde buna daha ayrıntılı olarak değinilecektir. Temizlik prosesinin denetlenmesi aynı sensörler yardımıyla gerçekleştirilebilir. Ancak buradaki zorluk, olabildiğince küçük yağ kalıntılarını mümkün olduğu durumda INLINE olarak güvenle tespit etmektir. Özellikle elektriksel iletkenliği olan bileşenlerde, örneğin bakır kızaklarda veya yüksek akım kablolarında, olabildiğince düşük bir geçiş direncinin olması istenir, ancak kalan bir yağ tabakası buna ilişkin bir sorun teşkil edecektir, çünkü bundan dolayı güç verimliliği önemsiz olmayan bir oranda düşecektir.

Şu ana kadar uygulamada nasıl kontrol ediliyor?

Yağ tabakasından bahsediliyorsa, öncelikle belirli bir tabaka kalınlığı akla gelir, bu da örneğin μm cinsinden ölçülür. Bunun için geçerli bir yöntem, önce yağ filminin alan ağırlığının belirlenmesi olacaktır. Bunu belirlemek için ise yapı parçasının bütünün ağırlığının belirlenmesi gerekir. Bunun için gerekli şart, hassas bir tartıya ve ayrıca ağırlık farkının belirlenmesi için tam olarak aynı olan yağlanmamış durumdaki bir yapı parçasının mevcut olmasıdır. Bunun devamında tabaka kalınlığından alan ağırlığına ulaşabilmek için ilgili yağın yoğunluğu ile ilgili yapı parçasının yüzeyine ilişkin bilgiler gerekir. Bu kapsamda esas yağ tabakası ile yapı parçasının arasında büyük ağırlık farkı, yağ tabakası kalınlığının hassas bir şekilde belirlenmesi için pek de yardımcı olmamaktadır. İlave bir hata kaynağı olarak, her biri yağlanmamış durumdaki iki yapı parçasının ağırlık farkı da (yapı parçalarının arasındaki fark) buna eklenir.

Tabaka kalınlığının doğrudan tespit edilmesine ilişkin basit alternatiflerin olmaması, incelenecek yapı parçasının yüzey geriliminin belirlenmesi yönteminin uygulamada gittikçe daha çok beğenilmesinin nedenidir. Bu yöntemde, metalik bir yüzeyde yüzey geriliminin yağ olmaması halinde 50 mN/m'nin üzerinde olan değerinin ince bir yağ tabakasının mevcut olması durumunda (tabakanın kalınlığına ve yağın türüne bağlı olarak) 40 mN/m'in altına düştüğü gözlenmektedir. İlgili yüzey geriliminin kanıtlanması için test mürekkepleri adı verilen maddeler kullanılır ve bunlar, 30 mN/m ile 50 mN/m aralığını ikili adımlarla (30 mN/m, 32 mN/m, 34 mN/m, ...) kapsar. Test mürekkebi bu işlem için incelenecek yüzeye şişeye birlikte gönderilen fırçayla çizgi şeklinde uygulanır. Test mürekkebi yüzeyde damlacık haline gelirse bir sonraki düşük değer test mürekkebi uygulanır ve bu işlem mürekkep uzunca bir süre yüzeyde kalıp damlacık oluşturmayana kadar sürdürülür. Bu durumda yüzey gerilimi, en son uygulanan iki test mürekkebinin kapsadığı değerlerin arasındadır. Gözlemlenen diğer bir husus, yağ tabakası kalınlığı arttıkça yüzey geriliminin azaldığıdır.



Test mürekkebi yağ ile kaplı yüzeyde damlacık oluşturur, bu da yüzey geriliminin test mürekkebinin ifade ettiği yüzey geriliminden daha düşük olduğunu gösterir.



Bu görüntüde test mürekkebi yağ ile kaplı olan, ancak yağdan arındırılan metal yüzeyde tutunur. Bu durumda metal yüzeyin yüzey gerilimi test mürekkebinin ifade ettiği değerden daha yüksektir.

Üç farklı ölçüm yöntemi

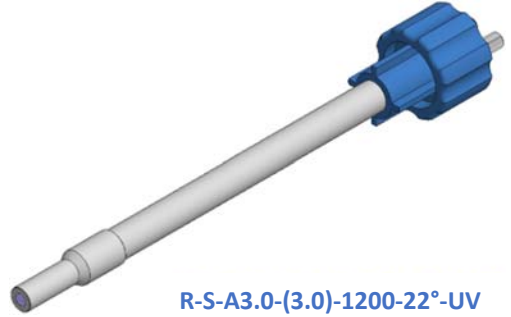
Ölçüm yöntemi 1:

UVC ışınlarının yağ tabakası tarafından absorpsiyonu (merkezi dalga boyu 265 nm)

Burada sensör ünitesi olarak yansıyan ışın işletimli bir fiber optik sensör (**SPECTRO-1-FIO-UVC/UVC**) kullanılır. Işın kaynağı olarak merkezi dalga boyu 265 nm olan bir UV-LED kullanılır. UVC ışını kuvars fiber optik iletken (**R-S-A3.0-(3.0)-1200-22°-UV**) metal yüzeyin ölçülecek kısmına yönlendirilir ve bunun tarafından kısmen yayımlı ve kısmen doğrudan yansıtılır. Yansıyan ışının bir kısmı yansıyan ışık iletkeni demeti tarafından sensöre entegre olan detektöre yönlendirilir. Bu işlemde yağ ile kaplı olmayan bir metal yüzey (burada ölçümü yapılacak olan yüzeye aynı malzemeye ve aynı yüzey yapısına sahip bir malzeme söz konusu olmalıdır) referans olarak kullanılır. Eğer fiber optik alın yüzeyi ile metal yüzey arasında bir yağ tabakası varsa, UVC ışınının bir kısmı hem gönderim hem de yansıma esnasında bu yüzey tarafından absorbe edilir. Böylece detektör tarafında bir sinyal geri dönüşü kaydedilebilir. Sensör INLINE ölçüm için kullanılıyorsa, fiber optik alın yüzeyi ile metal yüzey arasında yakl. 5 mm mesafe olması önerilir. Burada ışın diverjansı 22° ve ışın hüzmesinin incelenecek metal yüzeydeki çapı yaklaşık 5 mm'dir. OFFLINE ölçümlerde ilave olarak fiber optik kafanın üzerine sabitlenebilen bir mesafe tutucu (**A3.0-OFL**) kullanılır.



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

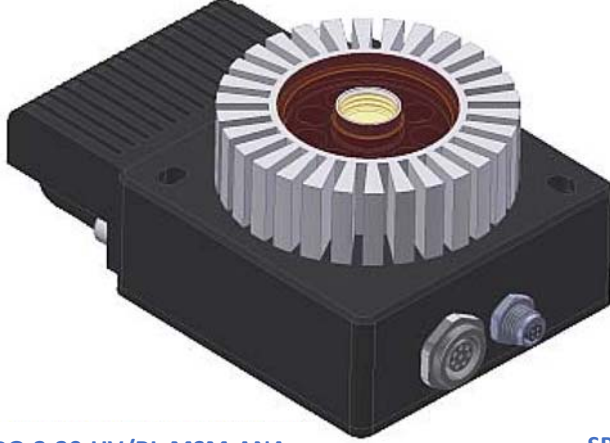


A3.0-OFL

Ölçüm yöntemi 2:

Yağ tabakasının UVA ışını kullanılarak görünür dalga boyu aralığında floresans ışını yaymasını tetiklemek (merkezi dalga boyu 365 nm)

Bunun için, gönderim ünitesi UV-LED'lerinden (merkezi dalga boyu 365 nm) oluşan bir renk sensörü (**SPECTRO-3-30-UV/BL-MSM-ANA**) kullanılır. INLINE ölçümlerde 15 mm'lik bir çalışma mesafesi önerilir, ancak mesafe tutucuyla (**SPECTRO-3-15-d65-OFL**) OFFLINE olarak da çalışılabilir (burada da nesne ile sensörün mesafesi 15 mm'dir). Deteksiyon alanı bu mesafede yaklaşık 12 mm'lik bir çapa sahiptir.



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

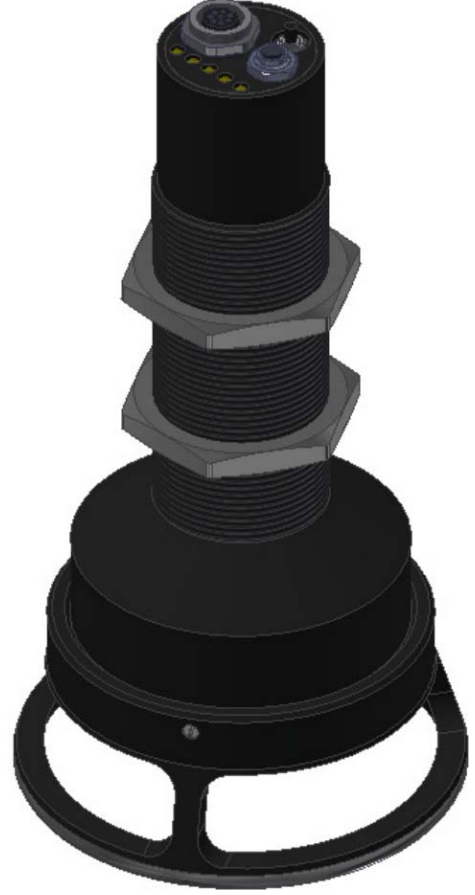
SPECTRO-3-15-d65-OFL

UV-LED'ler burada halka şeklinde yerleştirilmiştir, sensörün ortasında öncesine yerleştirilmiş optik filtreler sayesinde UV ışınları engellenirken görünür dalga boyu aralığında deteksiyon yapabilen alıcı kısım yer alır. Bu ölçüm yönteminde de, ölçülen floresansın yoğunluğunun diğerlerinin yanı sıra metalik yüzeye de bağlı olduğu, çünkü reflektör olarak bu yüzeyin kullanıldığı dikkate alınmalıdır. Bu nedenle ilgili yüzey ve ilgili yüzey şekli için kalibre etmek zorunludur.

Ölçüm yöntemi 3:

MIR ışığının yağ tabakası tarafından absorpsiyonu (merkezi dalga boyu 3 µm)

Burada ışık kaynağı olarak yaklaşık 2 µm ila 6 µm dalga boyu aralığını kapsayan geniş bantlı bir MIR ışık kaynağı kullanılır. Farklı optik filtrelere sahip iki adet alıcı yardımıyla standartlaştırılmış bir sinyal değerlendirmesi gerçekleştirilir. Burada 1. alıcı, merkezi dalga boyu yakl. 3 µm olan dar bir dalga boyu aralığını algılarken, aynı şekilde dar aralıkta çalışan 2. alıcı, merkezi dalga boyu yakl. 4 µm olacak şekilde donatılmıştır. Burada 2. alıcı referans olarak işlev görür, çünkü bunun dalga boyu aralığı 1. alıcının dalga boyu aralığına kıyasla yağ tabakasından ancak algılanamaz ölçüde etkilenir. Metal yüzeyden ise her iki dalga boyu aralığında eşit yansıma gerçekleşir. İki ölçüm sinyalinin standartlaştırılmış bir değerlendirmesi, yağ tabakasının absorpsiyonu hakkında bilgi verir; sonuç ise mevcut olan ilgili metal yüzeyden büyük ölçüde bağımsızdır. Sensörlerin metal yüzeye olan ölçüm mesafesi (**SPECTRO-M-10-MIR/(MIR1+MIR2)**) **INLINE** ölçümde 10 mm, deteksiyon alanı ise burada 10 mm çapa sahiptir. Ölçümün ortam ışığından dolayı etkilenmesi (beyaz ışık-LED iç aydınlatma) tespit edilememiştir, dolayısıyla yüksek bir ölçüm frekansıyla (> 1 kHz) çalışmak mümkündür. **OFFLINE** ölçüm için bir mesafe tutucu (**SPECTRO-M-30-OFL**) kullanılabilir ve bu da metal yüzey ile 10 mm'lik bir ölçüm mesafesi oluşmasını sağlar.



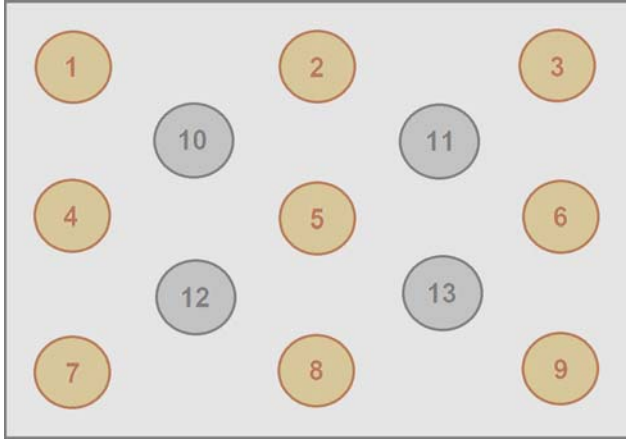
SPECTRO-M-10-MIR/(MIR1+MIR2)



SPECTRO-M-30-OFL

Ölçüm kurulumu

Ölçüm nesnesi olarak, yüzeyinde her biri aynı yağdan oluşan farklı kalınlıkta yağ tabakaları oluşturulmuş olan bir paslanmaz çelik levha kullanılmıştır (yağ tabakalarının kalınlığı $< 1 \mu\text{m}$ ile yakl. $20 \mu\text{m}$ aralığında değişmektedir). Burada farklı yağ miktarlarıyla (1, 2 ve 3 sektörlerinde orta yağ miktarı, 4, 5 ve 6 sektörlerinde düşük yağ miktarı ve 7, 8 ve 9 sektörlerinde bol yağ miktarı) test yapılmıştır. Ardından yağ lekesi yaklaşık 60 mm'lik çapta tek kullanımlık bez ile (hav bırakmayan bez) sıyrılarak homojen şekilde dağıtılmıştır. Bu işlem belirtilen tüm sektörlerde gerçekleştirilmiştir. Buna ilave olarak 2, 3, 5, 6, 8 ve 9 sektörlerinde sıyırma işlemi tek kullanımlık bez ile tekrarlanmış, ancak bu işlemde ilgili sektörün çapı değiştirilmemiştir. Bu işlem 3, 6 ve 9 sektörlerinde tekrarlanmıştır.

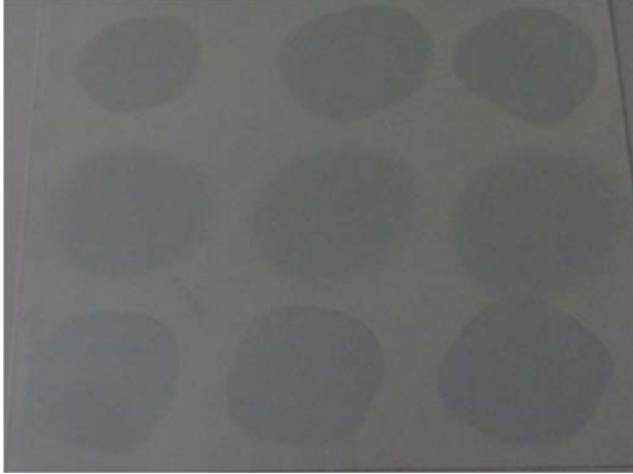


1, 2 ve 3: orta yağ tabakası (1'den 3'e azalan şekilde)

4, 5 ve 6: düşük yağ tabakası (4'ten 6'ya azalan şekilde)

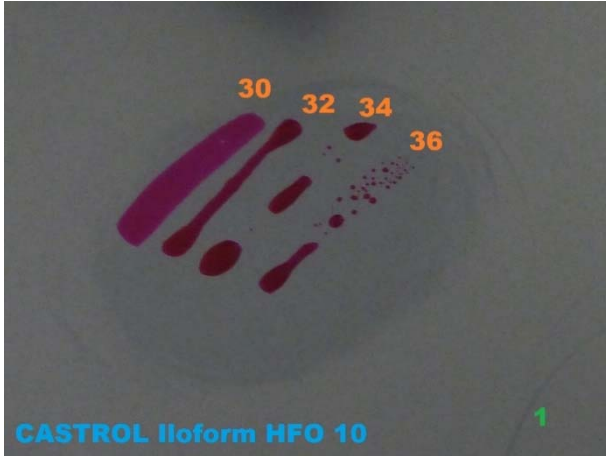
7, 8 ve 9: büyük yağ tabakası (7'den 9'a azalan şekilde)

10, 11, 12 ve 13: referans ölçümlerde kullanılacak olan sektörler (yağ uygulaması yapılmamıştır)



9 farklı sektörlü paslanmaz çelik levha. Belirli bir yağ türü ile yapılan ilgili testlerden sonra metal levha neredeyse kalıntı bırakmaksızın yağdan temizlenmiştir (yağdan arındırma). Önceki testlerde kullanılan yağın meyal yüzeyden temizlenip temizlenmediğini test etmek için, münferit yağ uygulaması işlemleri arasında da (sektörler 1 - 9) ölçüm yapılmıştır. Bu alanlar 10 ila 13. sektörleri olarak tanımlanır

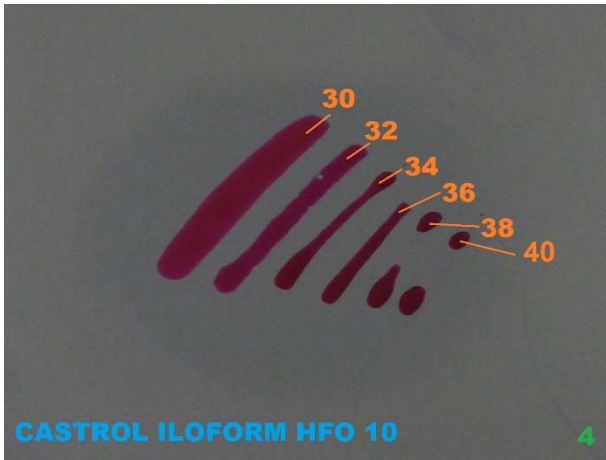
Başta da belirtildiği gibi, ilgili ölçümler için referans olarak ilgili sektörlerdeki yüzey gerilimi kullanılır. Bu değer, kullanıma sunulan test mürekkepleri (30 mN/m ila 50 mN/m) yardımıyla her bir yağ türü için 3 farklı sensörle ölçüm sonucu belirlenmiştir. (Test mürekkebi bu kapsamda ilgili sektörlere uygulanmıştır, burada ölçüm sonucu test mürekkebinin kendi floresansından, ilave absorpsiyon veya refleksiyondan etkilenmiştir.)



Yağ numunesi: CASTROL Iloform HFO 10

Test mürekkepleri: 30 mN/m, 32 mN/m, 34 mN/m ve 36 mN/m

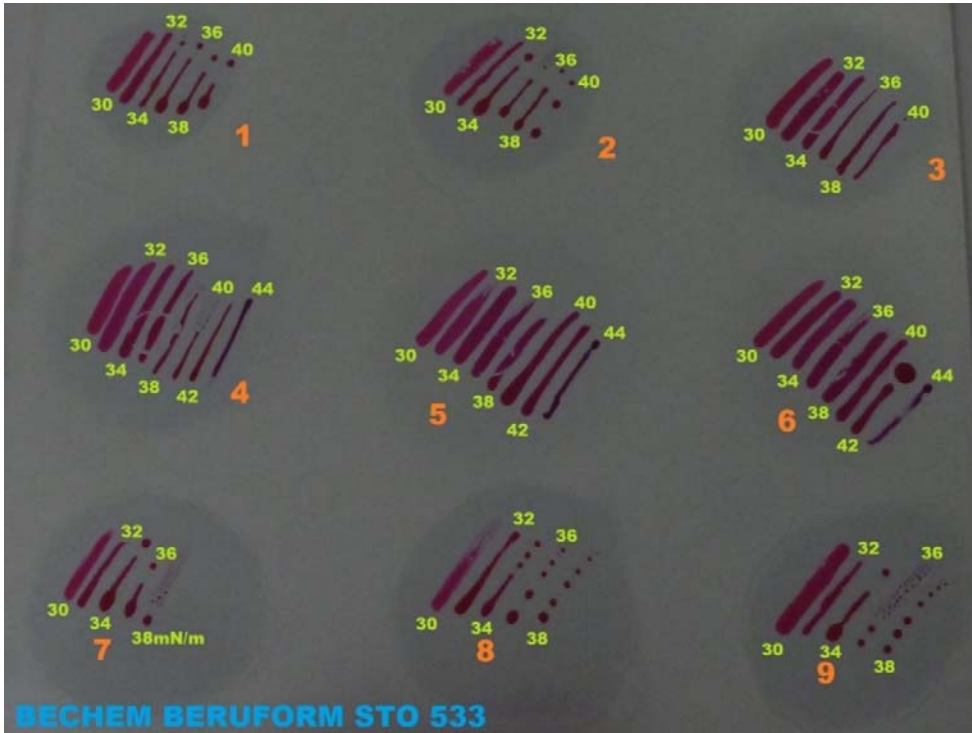
Sektör: 1



Yağ numunesi: CASTROL Iloform HFO 10

Test mürekkepleri: 30 mN/m, 32 mN/m, 34 mN/m, 36 mN/m, 38 mN/m ve 40 mN/m

Sektör: 4



Yağ numunesi: BECHEM BERUFORM STO 533

Kullanılan test mürekkepleri: 9 farklı sektörde 30 mN/m ila 44 mN/m

Yağ numuneleri

Test için aşağıdaki yağlar kullanıma sunulmuştur:

- 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 NÖTR
- OW 30 0.01% YEŞİL
- OW 30 0.01% UV-BOYA

Farklı yağların yaklaşık aynı yağ tabakası kalınlığında yüzey gerilimlerinin kıyaslaması

Farklı yağların incelenmesi, yüzey geriliminin yaklaşık eşit yağ tabakası kalınlıklarında ilgili yağa bağlı olarak farklı değerlere sahip olduğunu göstermiştir:



Bu kapsamda yüzey gerilimi değerleri her biri için 6. sektörde, yani uygulanan en düşük yağ miktarında (tabaka kalınlığı < 1 µm) karşılaştırılmıştır. Yani hangi yağın söz konusu olduğu bilinmeden yüzey gerilimine ilişkin bir yorumda bulunmak mümkün değildir.

Ölçüm sonuçları

Ölçüm yöntemi 1:

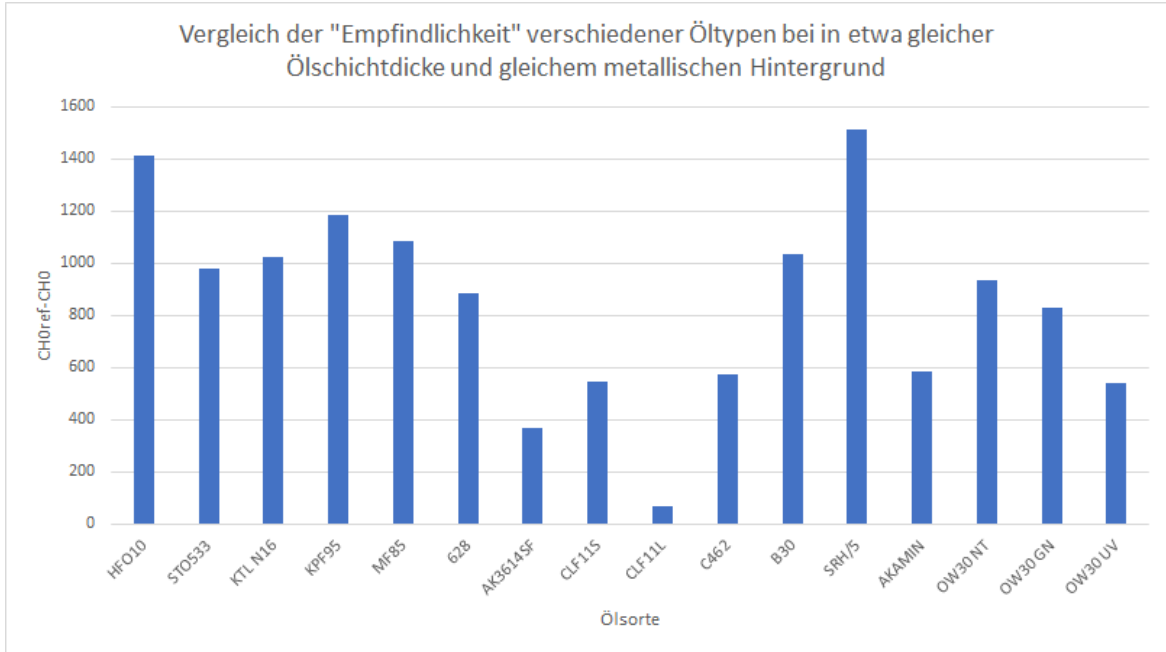
UVC ışınlarının yağ tabakası tarafından absorpsiyonu (merkezi dalga boyu 265 nm)

Yansıyan ışık iletkeni **R-S-A3.0-(3.0)-1200-22°-UV** ile ışık iletkeni offline başlığı **A3.0-OFL** dahil fiber optik sensör **SPECTRO-1-FIO-(UVC/UVC)** ile önce 10 ila 13. sektörlerde her bir yağ türü için ölçüm yapılır (yağdan arındırılmış metal yüzeyin ölçüm değerlerinin ve yüzey geriliminin belirlenmesi, bu değer referans olarak kullanılacaktır) ve ardından 1 ila 9. sektörlerde ölçüm yapılır. Offline başlık dahil fiber optik kafası burada her seferinde ilgili sektörün ortasına yerleştirilir.



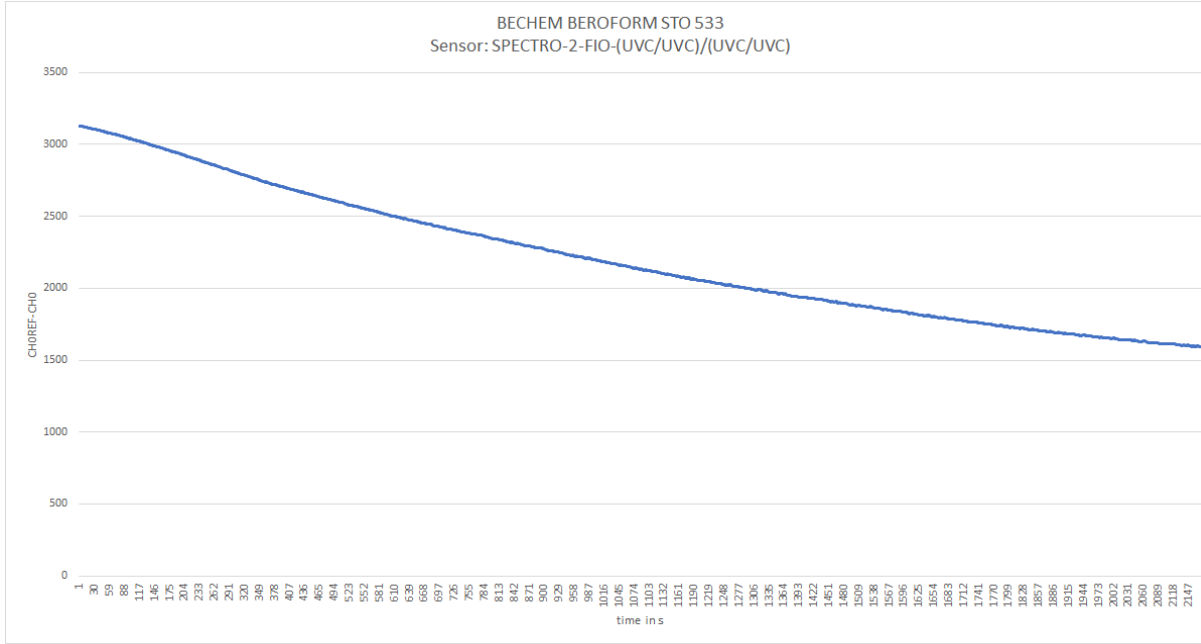
Farklı yağların aynı yağ tabakası kalınlığında hassasiyetlerinin kıyaslanması

Mevcut yağ türlerinin 1. ölçüm yöntemi ile incelenmesi, aşağıdaki diyagramdan da görülebileceği üzere gerçekten de çok farklı ölçüm sonuçları verdi:



Burada her seferinde metal yüzeyden yansıtılan ve fiber optik tarafından yakalanan CHO_{ref} UVC ışınından metal yüzeyden yansıyan ve hem gidiş hem de dönüş yolunda (absorpsiyon ile) indirgenen CHO UVC ışını farkının sinyal kırılımı ölçülür. En güçlü absorbe eden yağ numunesi ile neredeyse nötr davranış gösteren yağ numunesinin $CHO_{ref}-CHO$ farkının birbirine oranı yaklaşık 22 faktör kadardır.

Bir yağ tabakasının UVC absorpsiyonunun zamana bağlı olarak incelenmesi

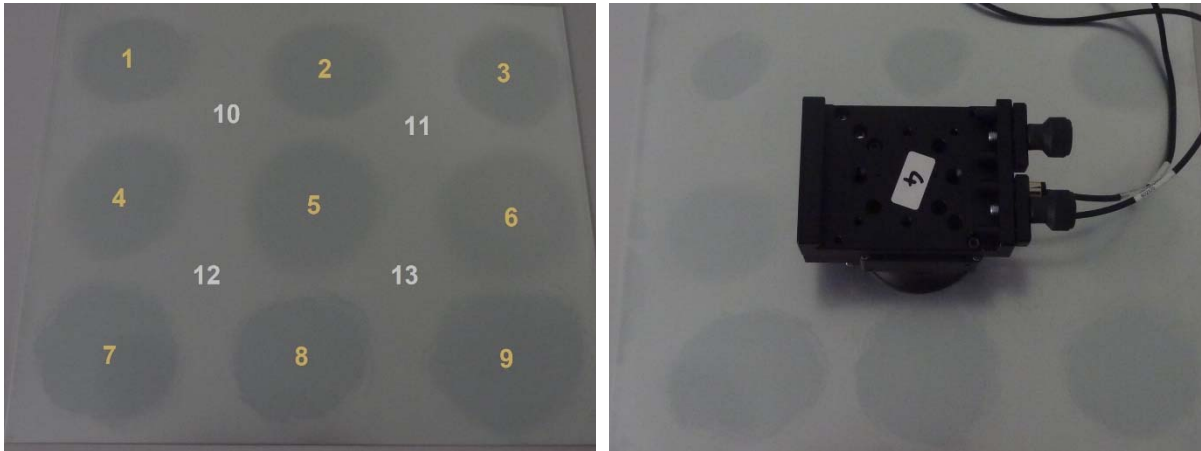


Bu ölçüm yönteminde fiber optik ön uç A3.0-OFL, yağ filminin belirli bir noktasına uzunca bir süre boyunca yerleştirilmiştir ve bu süre boyunca CHO sinyali kayıtları altına alınmıştır.

Burada 36 dakikalık bir süre boyunca UVC ışınlarının absorpsiyonunda belirgin bir azalma ($\Delta = 1600$) gözlemlenebilmiştir ($CH_{0ref} = 3975$), bu da absorpsiyon etkisinde 2 faktöründe nispi bir azalma anlamına gelir. Böylece ölçüm değerinin belirlenmesinde ölçüm kafası ilgili yağ numunesine yerleştirildikten sonra ölçümün yapıldığı zaman belirleyicidir.

Ölçüm yöntemi 2:

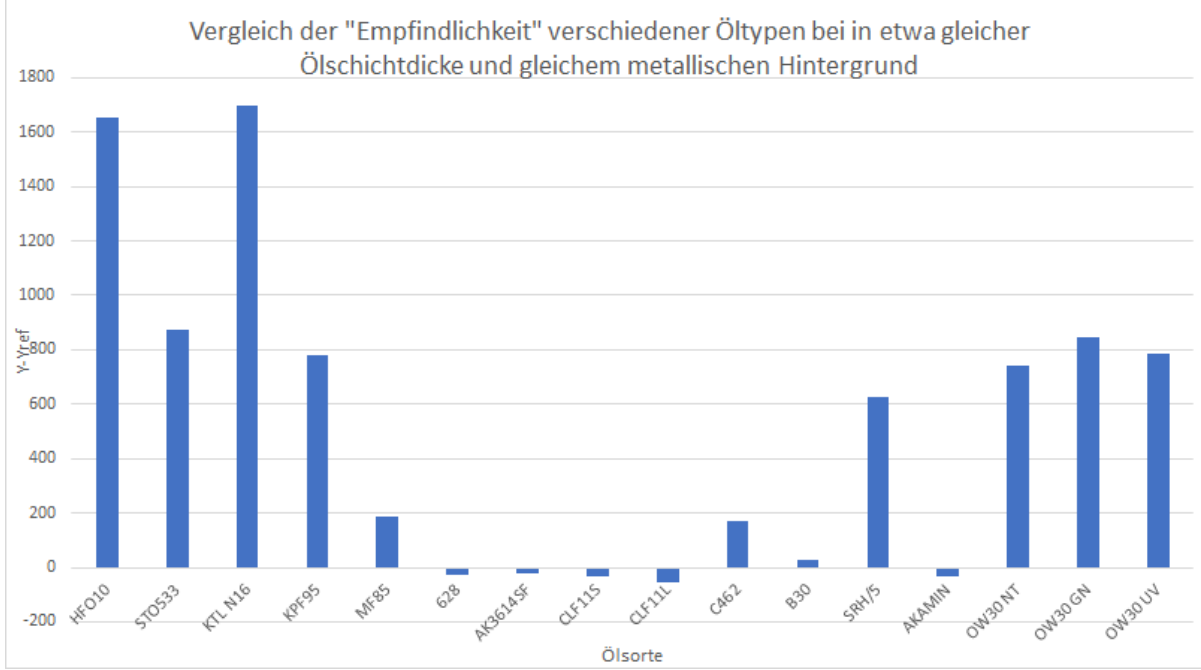
Görünür dalga boyu alanında (floresans) UVA aralığındaki uyarımda (365 nm) sekonder emisyon



Sensör olarak burada UVA halka aydınlatmaya (365 nm) ve alıcı tarafından 450 nm ila 700 nm deteksiyon alanına sahip bir **SPECTRO-3-30-UV/BL-MSM-ANA** kullanılmıştır. Burada da dayamalı

şekilde ölçüm yapılabilmesi için INLINE sistemi uç tarafında bir mesafe tutucu **SPECTRO-3-15-d65-OFL** ile donatılmıştır. Önce yine referans noktalarında ortalama bir referans değeri belirlenmiştir (10 - 13) ve ardından sırasıyla her bir yağ numunesi için 1 - 9 noktalarında ölçüm yapılmıştır.

Farklı yağların aynı yağ tabakası kalınlığında hassasiyetlerinin kıyaslanması



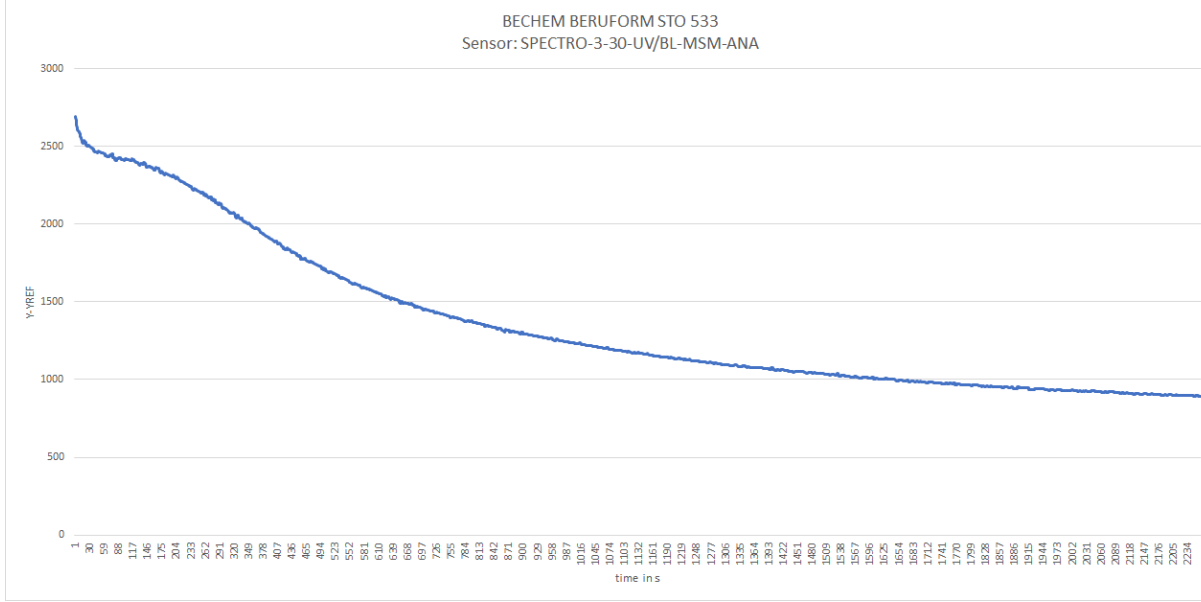
Bu ölçüm yönteminde de münferit yağ türlerinin aynı yağ tabaka kalınlıklarında $Y-Y_{ref}$ değerinde büyük farklar ortaya çıkmıştır. Floresansa eğilimli olmayan yağ türleri kapsam dışı bırakıldığında, hassasiyeti en yüksek yağ numunesi (Z+G KTL N16) ile hassasiyeti en düşük olanı (TRUMPF B30) arasında oluşan fark yakl. 61'dir.

Aşağıdaki yağ türlerinde UVA aralığındaki uyarımda herhangi bir floresans tespit edilmemiştir:

- WILKE 628
- WISURA AK 3614SF
- RAZIOL CLF 115
- RAZIOL CLF 11L
- TRUMPF AKAMIN

Bir yağ tabakasının UVA uyarımında görünür dalga boyu aralığında floresansının zamana bağlı olarak incelenmesi

Burada sensör belirli bir ölçüm yerine uzunca bir süre boyunca (birkaç dakika) yerleştirilmiş ve bu süre boyunca sinyal gücü Y kaydedilmiştir.

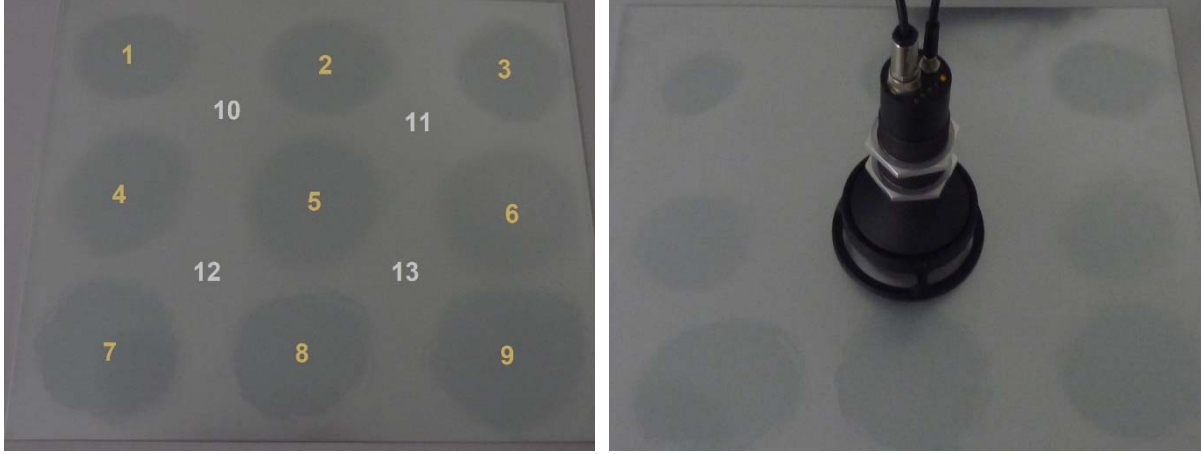


Örneğin BECHEM BERUFORM STO533 yağ türünde yakl. 38 dakikalık bir zaman aralığında Y-Yref floresans sinyalinin 3 faktörü kadar azaldığı tespit edilmiştir. Böylece yüzey geriliminin ölçülmesinde kullanılan bu ölçüm yönteminde de, sensör ilgili ölçüm yerine yerleştirildikten sonra ölçüm değerinin tam olarak ne zaman kaydedildiği belirleyicidir. Ancak sensörlerin INLINE kullanımında bu durum pek bir önem arz etmeyecektir, çünkü bu durumda her bir ölçüm numunesi nispeten yoğun UVA ışınlarına ancak kısa bir süre maruz kalmaktadır ve böylece ölçüm değerinin belirlenmesi konumlandırmadan sonra aynı süre içerisinde gerçekleşebilmektedir. Zaman senkronlu akış ise bu durumda Programlanabilir Mantıksal Denetleyici (PLC) ile ilgili aktüatörler arasında gerçekleşir.

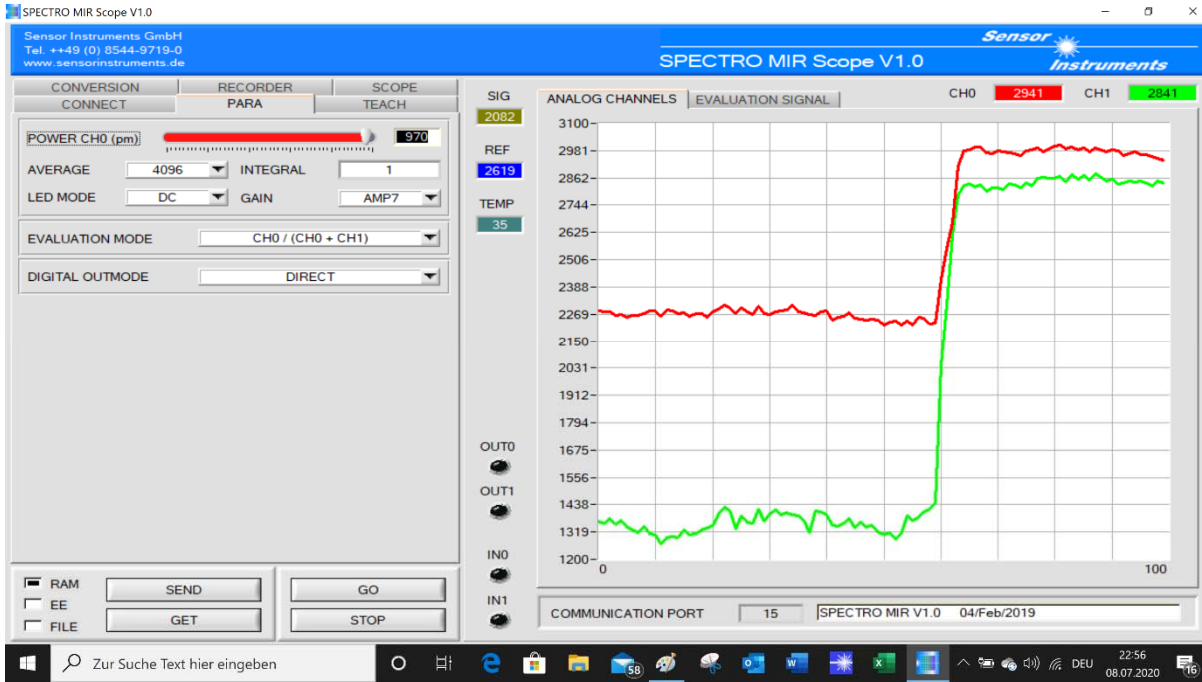
Ölçüm yöntemi 3:

Orta kızılötesi aralığında (MIR) iki dalga boyu aralığının standartlaştırılmış kıyaslaması

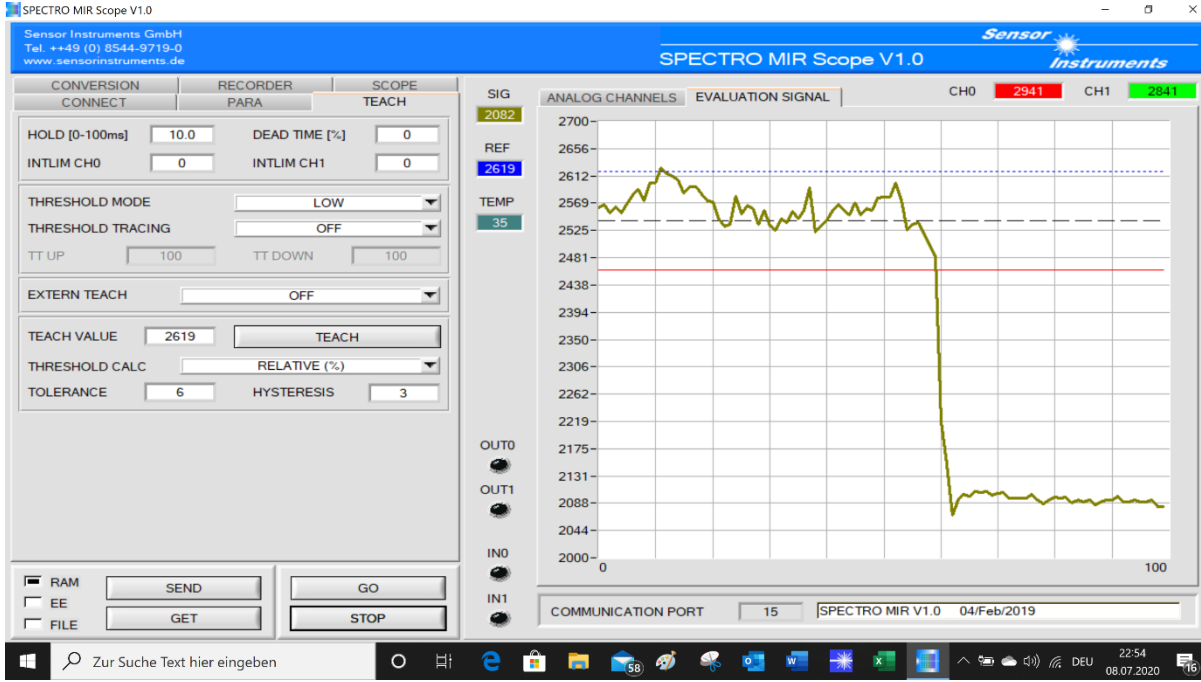
Burada sensör olarak bir **SPECTRO-M-10-MIR/(MIR1+MIR2)** kullanılmıştır ve burada da ölçüm noktaları 1 - 9 dikkate alınmış, 10 - 13 pozisyonları ise referans olarak kullanılmıştır. Mesafe tutucu **SPECTRO-M-30-OFL** vasıtasıyla INLINE sistemi hızla el ölçüm cihazına dönüştürülmüştür. Burada ölçüm yüzeyine olan mesafe 10 mm'dir. Standartlaştırılmış ölçüm değeri, MIR aralığında merkezi dalga boyu 3 µm ve 4 µm olan iki ölçüm penceresinde belirlenen iki ölçüm değerinden elde edilir, burada 4 µm olan referans penceresi işlevi görür, çünkü bunun öncesinde yapılan spektrometrik incelemeler, bu dalga boyu aralığında belirgin bir MIR ışını absorpsiyonunun gerçekleşmediğini göstermektedir.



Ölçümler esnasında seri bağlantı noktası vasıtasıyla bilgisayar bağlantısı kurulmuştur. Sensörlerin parametrelemesi, ayrıca ölçüm verilerinin nümerik ve grafiksel gösterimi burada Windows® yazılımı **SPECTRO MIR Scope V1.0** ile gerçekleştirilmiştir.



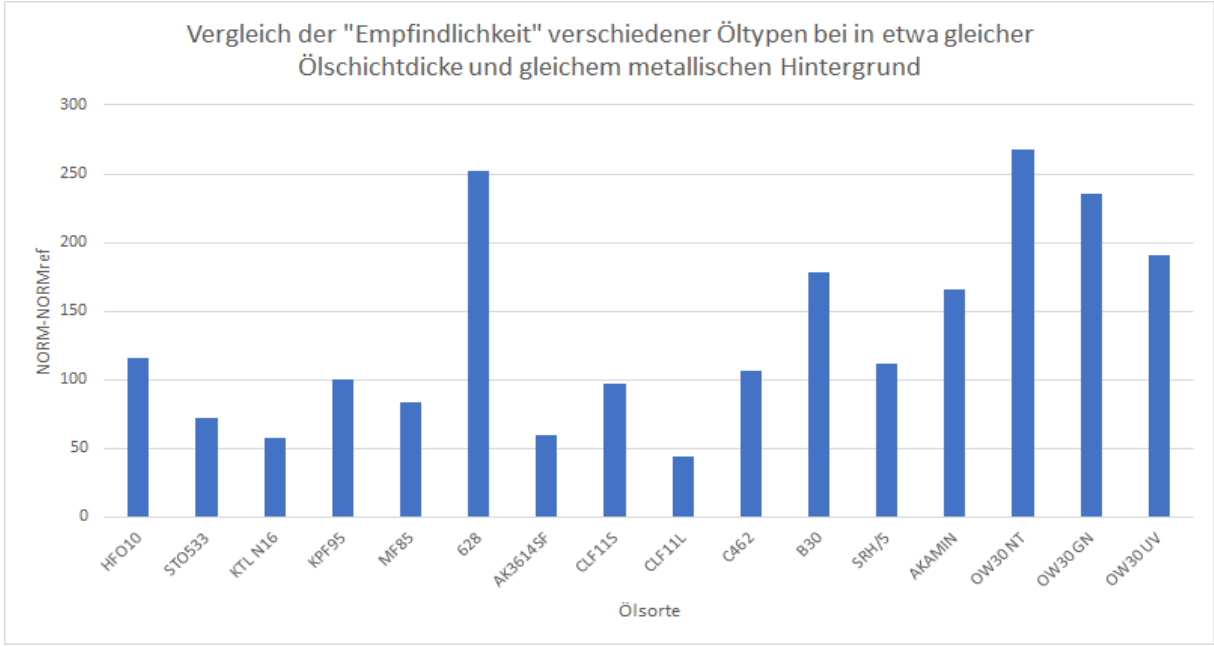
İki ölçüm değerinin CH0 (4 µm referans değeri) ve CH1 (3 µm ölçüm değeri) gösteriminin yanı sıra standartlaştırılmış değer $SIG = 4095 \times CH0 / (CH0 + CH1)$ de gösterilir.



INLINE ölçümler esnasında **MIR MONITORING** yazılımı da kullanılabilir. Burada sütun grafiğin oluşturulması esnasında sistem kullanıcılarına güncel kalite durumu ve ayrıca eğilim de ekran üzerinde gösterilir. Buna ilave olarak ölçüm değerleri uygun bir formatta kaydedilir, böylece bu işlemin ardından bunların Word® ve Excel® ile de kullanılması sağlanır.

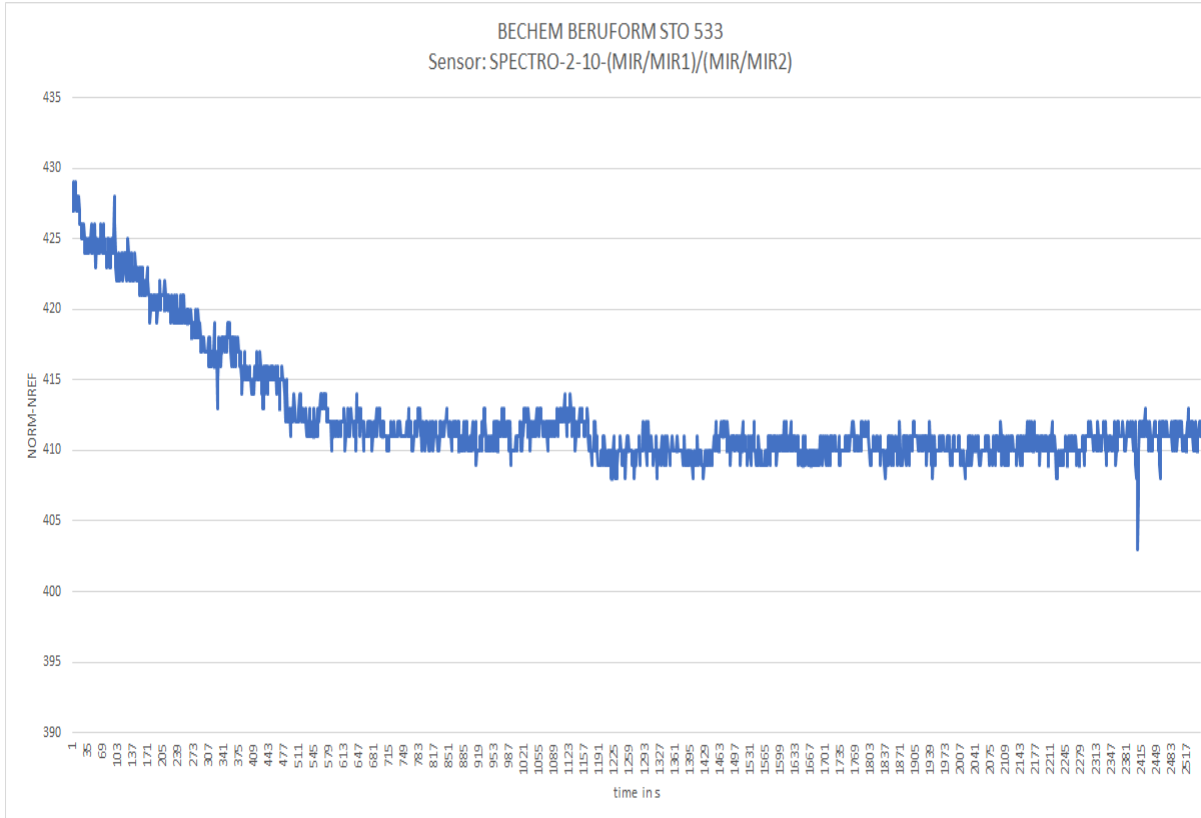
Farklı yağların aynı yağ tabakası kalınlığında hassasiyetlerinin kıyaslanması

Bu ölçüm yönteminde de farklı yağ türleri arasında (benzer tabaka kalınlıklarında) hassasiyet farklılıkları tespit edilebilmiştir. Ancak diğer ölçüm yöntemlerine kıyasla burada tüm yağ türleri algılanabilmiştir ve en yüksek hassasiyetli ve en düşük hassasiyetli numune arasında ancak 7 faktöründe bir fark söz konusudur.



MIR ışığının bir yağ tabakası içinde standartlaştırılmış absorpsiyonunun 3 µm ve 4 µm civarındaki dalga boyu aralıklarında zamana bağlı olarak incelenmesi

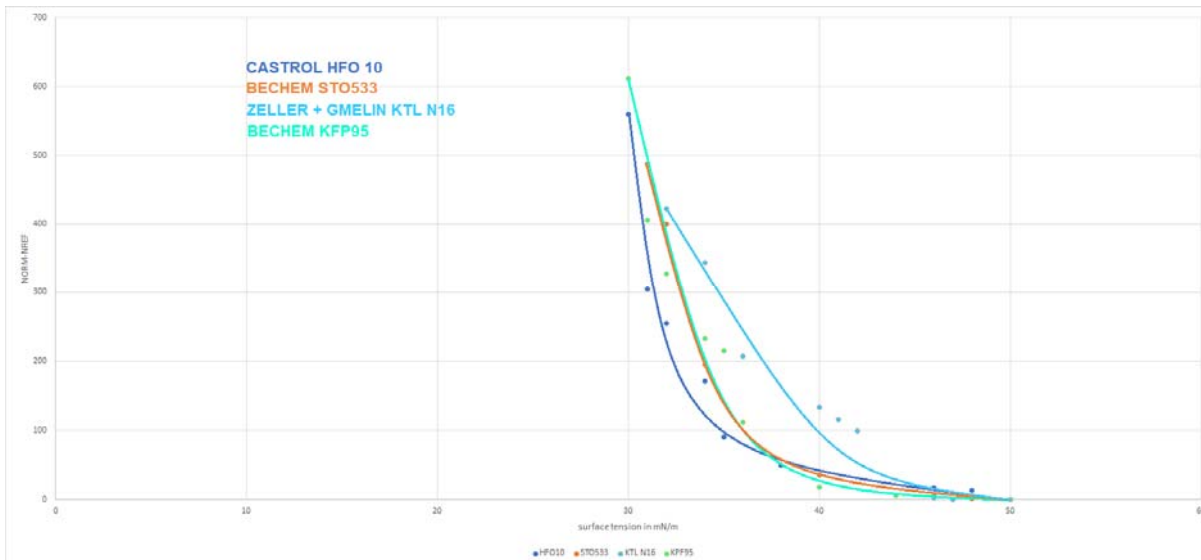
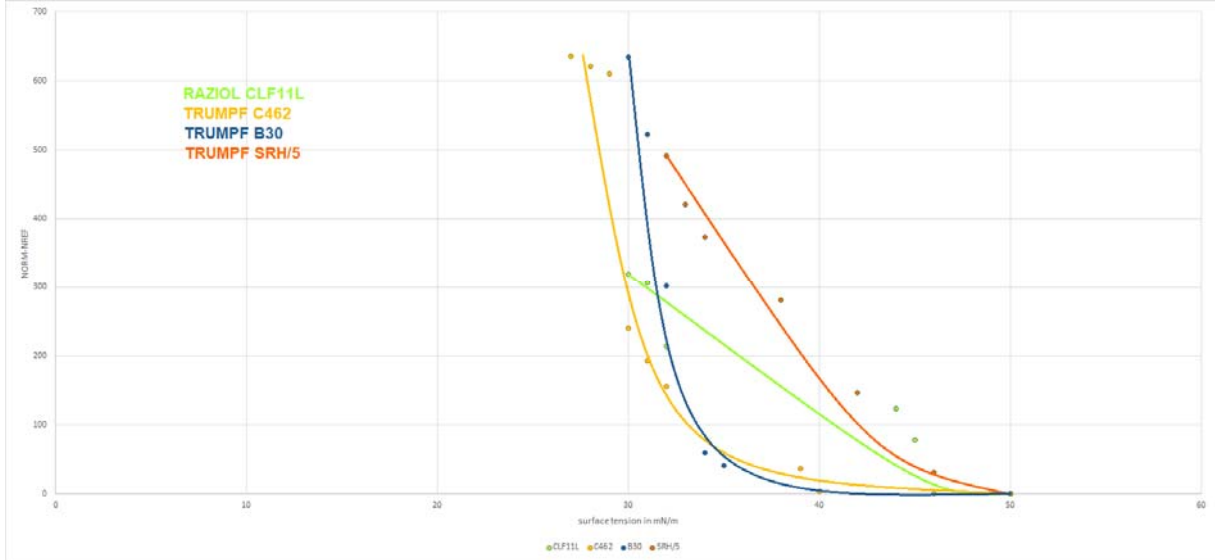
Sensör bu işlemde belirli bir yağ türünden bir yağ filminin uygulandığı bir ölçüm noktasına yerleştirilmiş ve ardından uzunca bir süre boyunca (yakl. 43 dakika) ölçüm verilerinin kaydı gerçekleştirilmiştir.

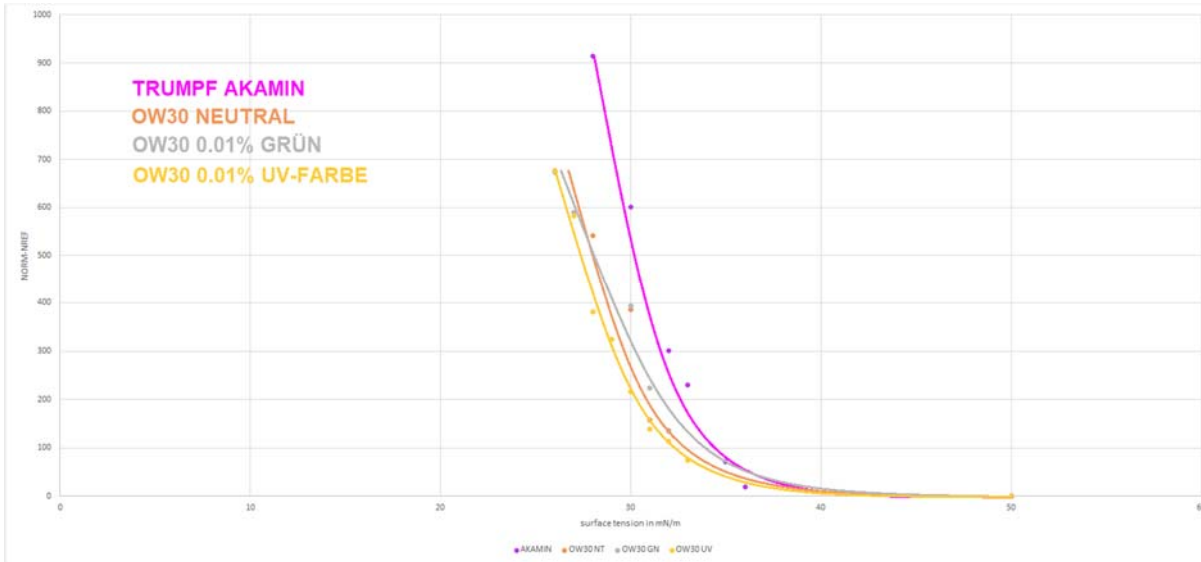
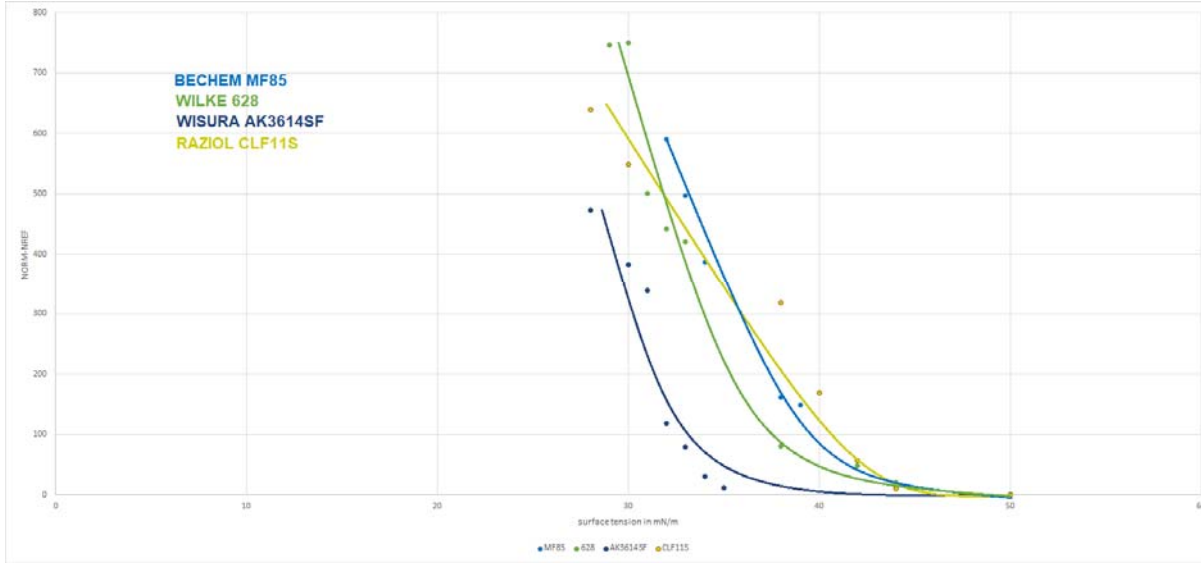


BU esnada standartlaştırılmış aralıkta ancak %5'lik bir geri gidiş tespit edilmiştir (bu da yaklaşık 1,05 faktörüne karşılık gelir). Önceki iki ölçüm yöntemine kıyasla sinyal kırılımı belirgin derecede küçüktür, bunun bir nedeni standartlaştırılmış değerlendirmeden kaynaklanmaktaysa da, görünen o ki, diğer önemli bir etken, MIR ışınlarının yağların absorpsiyon davranışının zaman içerisinde değişmesi üzerinde çok daha düşük bir etkiye sahiptir.

MIR aralığında standartlaştırılmış absorpsiyon davranışının ilgili yağ türünün yüzey gerilimine bağlı olarak incelenmesi

Burada 1 - 9 noktalarında ölçüm yapılmış (NORM) ve buna ilave olarak 4 referans pozisyonundan ortalama bir referans değeri oluşturulmuştur (NORMref). Bu iki değer arasındaki fark ($NORM - NORM_{ref}$) ise yüzey gerilimi için bir ölçü olarak işlev görmektedir. Burada yüzey geriliminin değeri, test mürekkepleri yöntemiyle belirlenmiştir.





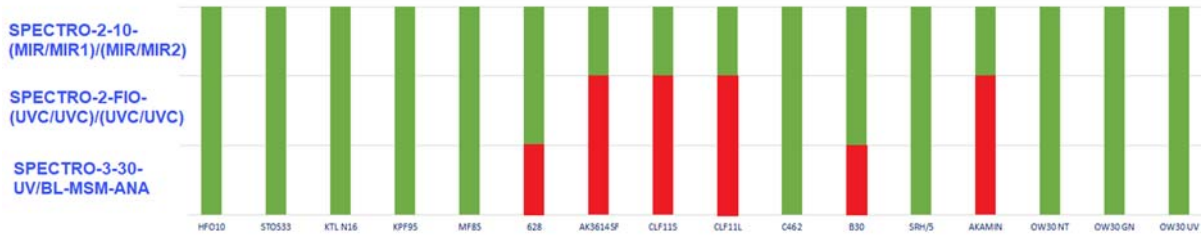
Bu ölçüm yönteminde de kullanılan ilgili yağ türüne bağlı olarak ilgili metal yüzeye göre bir kalibrasyonun yapılması gerektiği ölçüm eğrilerinden anlaşılmaktadır. Kalibrasyon işlemi, Windows® yazılımı **SPECTRO MIR Scope V1.0** ile kullanıcı tarafından yapılabilir. BU durumda ilgili NORM değerine ilave olarak yüzey gerilimi değeri de beraberinde gösterilir.

Özet

Metal yüzeylerde yağ filmlerinin varlığı uygulamada şu ana kadar çoğu zaman test mürekkepleriyle gerçekleştirilmektedir. Ancak bu temaslı bir yöntemdir, çünkü mürekkebin ilgili yüzeye uygulanması gerekir. Ayrıca yüzey geriliminin belirlenmesinde kullanılan bu yöntem gözlemcinin görsel bakış açısına da bağlıdır (damlacık oluşumu evet/hayır ve hangi süre içinde) ve test mürekkeplerinin yüzey gerilimi açısından ancak kabaca bir sınıflandırmaya izin vermesi (2 mN/m'lik adımlar), hassas bir analiz için çok destekleyici

değildir. Buna ilave olarak bu yöntemde test edilecek yüzeyin belirli bir boyutta olması gerekir (fırça uygulama kalınlığı x yakl. 15 mm uzunluk). Yukarıda açıklanan 1 ve 2 numaralı ölçüm yöntemleri çok küçük ölçüm yüzeylerine izin vermekle beraber, tüm yağların ilgili fiziksel etkiye tepki vermemeleri, yani bir bakıma nötr davranış sergilemeleri dezavantajına sahiptir. Ölçüm yöntemi 3 için ise biraz daha büyük bir test yüzeyine ihtiyaç vardır, üstelik bunun düz olması gerekir. Tüm diğer kriterlerde ise bu yöntem, 1 ve 2 numaralı ölçüm yöntemine göre daha iyi sonuç verir. 3 numaralı ölçüm yönteminin önemli bir avantajı olarak standartlaştırılmış değerlendirme öne çıkar. Bu her ne kadar yağ türüne ve metal yüzeye göre münferit kalibrasyonun yerine geçemese de, yine de metal yüzeyi varyasyonları ile kullanılan ışık kaynağının olası yoğunluk sapmalarını kompanse edebilir. Ayrıca oda aydınlatması (ortam aydınlatması) için suni ışık (LED beyaz ışık lambaları) kullanılması durumunda, bunun ölçüm sonucu üzerinde bir etkisinin olmadığı gözlemlenmektedir.

Her bir ölçüm yöntemi için hangi yağlar uygundur? (yeşil: uygun, kırmızı: uygun değil)



İlgili ölçüm yönteminin kıyaslamalı olarak diğer önemli özellikleri:

Ölçüm yöntemi	UVC	UVA	MIR
Farklı yağ türlerinin hassasiyet farkı faktörü	22	61	7
Uzun süreli ışın verme durumunda sinyal zayıflama faktörü	2	3	1,05
Suni ışığa (LED beyaz ışık) karşı yabancı ışık hassasiyeti	orta	güçlü	düşük
Ölçüm mesafesi mm	5	15 (11)*	10
Deteksiyon alanı mm	5	12 (1)*	10

* UVA ölçüm yöntemi için bir fiber optik versiyon da mevcuttur, buna göre daha küçük deteksiyon alanları sağlanabilir.



İletişim:

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