

# Bierkleur berekeningen in veel brouwsoftware niet betrouwbaar.



Wanneer we bier brouwen, geeft ons brouwprogramma (Brouwvisie, Brouwhulp, etc) ons altijd een paar betrouwbaar aandoende waarden voor het voltooide bier: kleur (EBC), bitterheid (IBU), alcoholpercentage (%vol.) en zo nog het een en ander. Eén van de moeilijkste hierbij is de kleur. De gouden standaard is hierbij de fotospectrometer, maar wij moeten het doen met wat het programma voor ons uitrekenet. Mij was al opgevallen, dat de EBC waarden (in Angelsaksische landen graden Lovibond of SRM) volgens de verschillende rekenmethodieken (Mosher, Daniëls, Moray bijvoorbeeld) soms mijlenver uiteen lopen.

In Zymurgy stond een gedetailleerd artikel door Thomas Kraus-Weyermann en Horst Dornbusch, wat eerder verscheen in BRAUWELT International, waarbij een groot aantal bieren door hun werd doorgerekend met 5 verschillende kleurvoorspellende formules en de resultaten werden gelegd naast de fotospectrometrische waarde.

Het verhaal begint met een illustratieve foto van twee bieren, waarbij een berekening voor beide bieren de zelfde kleur oplevert: 22-23 EBC. Met het blote oog kun je zien dat dit niet klopt. Bij analyse in het lab bleek de kleurwaarde van het linker bier 2X zo hoog als dat van het rechter bier.

## Basisgegevens voor bier kleur berekeningen.

In de praktijk gebruiken veel brouwers tegenwoordig web-based brouwsoftware. Na dit artikel een korte opsomming van toepasselijke software (noot 1)

De invoer in dit soort software bestaat o.a. uit eigenschappen van de brouwinstallatie, de moutsamenstelling, met de EBC waarde van de diverse mouten. De uitkomsten van de genoemde



software blijken verbazingwekkend sterk van elkaar te verschillen.

### **Moutkleur als uitgangspunt**

Het startpunt voor het berekenen van de bierkleur is de kleur van de mout. De mouter hanteert hierbij een gestandaardiseerde meetmethode, waarbij gebruikt wordt gemaakt van een congreswort van de te onderzoeken moutsoort. (Een door de European Brewing Congress, dan wel American Society of Brewing Chemists voorgeschreven standaard hoeveelheid wort, getrokken van een standaard hoeveelheid mout). Dit levert een waarde in EBC op, dan wel in SRM eenheden.

Deze eenheden hangen op de volgende wijze samen:

- 1 EBC = 0.377°L;
- 1 °L = 2.65 EBC;
- 1 SRM = 1.2992°L;
- 1 °L = 0.77 SRM;
- 1 EBC = 1.97 SRM;
- 1 SRM = 0.51 EBC.

### **De kleurwaarde van het wort.**

De samengestelde kleur van het wort is een optelsom van de onderscheiden kleurwaardes van de verschillende mouten (in EBC dan wel SRM). Deze wortkleur (in dit artikel: “malt color unit” = MCU) is een functie van de kleurwaardes van de verschillende mouten en het volume van de vloeistof.

Voor de geïnteresseerden plaats ik de formules uit het Zymurgy-artikel die dit berekenen, achter dit artikeltje. (Noot 2)

Aan deze formule kleeft echter één bezwaar: het is een lineaire vergelijking.

Praktisch gesproken is het wel zo, dat 1 MCU gelijk is aan 1 SRM (of, preciezer nog: 1,97 EBC) maar dit geldt alleen maar in het smalle kleurbereik van bleke bieren, tot ongeveer 12 EBC. Boven deze waarde worden de berekende MCU waardes steeds minder indicatief voor de uiteindelijke bierkleur. Deels door de duur van het koken, deels door de moeilijk voorspelbare Maillard reactie, pH veranderingen, “haze” en nog andere chemische factoren. Puur lineaire MCU formules worden toenemend minder betrouwbaar bij waarden boven de 20 EBC, tenzij er corrigerende factoren in de berekening worden meegenomen

### **Formules om de bierkleur te voorspellen.**

Sinds de dagen van brouwmeester Joseph Lovibond (rond 1880) zijn er diverse formules ontwikkeld die de bierkleur proberen te voorspellen. Ze gaan allemaal uit van de MCU waarde (zie aldaar) en voegen dan mathematische correcties toe voor de bovengenoemde factoren. Een vrij recente ontwikkeling is een formule die is uiteengezet in 2019 in Braumagasin door Jörg Krüger. We noemen dit de “Krüger formule”. Hij begint met de MCU waarde van een bepaalde maisch en voegt dan “donkermakers” toe, zoals de duur van het koken, de OG (begin SG), en het aandeel van de bleke mouten in de maisch. Een iets versimpelde versie van deze formule wordt gebruikt door mouterij Weyermann. Daarin worden de verschillende toevoegingen in de Krüger formule samengevoegd tot één correctiefactor. We noemen dit hier de “Weyermann formule”. Vanaf de 90-er jaren in de vorige eeuw zijn er in de VS diverse pogingen geweest om eenvoudig te gebruiken formules samen te stellen voor gebruik door de brouwers. De meest bekende en tevens de meest gebruikte zijn de formules van Randy Mosher, Ray Daniels en Daniel Morey. Vooral de laatste wordt in veel software toegepast.

### **De klassieke Krüger formule**

De Krüger formule is de meest complexe formule die we hier bespreken. Hij gaat uit van de metrische waardes (EBC, kilo's, etc). Met een berekende MCU als uitgangspunt neemt hij de meeste variabelen mee. De uitkomst is dan  $C(ebc)$ , zie formule 3. Dit is de betekenis van de diverse parameters:

- MC 1–n = de kleurwaarde (in EBC) van de verschillende moutsoorten in de storting;
- W 1–n = de massa (in kg droog gewicht) van de verschillende moutsoorten in de storting;
- W total = de totale massa (in kg droog gewicht) van de complete moutstorting;
- G = het begin SG (in °P) van het wort zoals in het recept berekend;
- BT = de kootijd (in uren);
- D = het donkerder kleuren van het wort per uur in EBC (meestal 1.5 EBC of 0.76 SRM per uur );
- CC = een kleur correctie factor van 2 tot 4 EBC voor erg bleke bieren om het in verhouding sterker donkerkleurend effect van het koken op deze bieren te ondervangen.

### **De Mosher formule**

Dit was de eerste formule die breed geaccepteerd werd door hobby- en craftbrouwers in de VS. Simpel en lineair ( $SRM = 0,3 \times MCU + 4,7$ ). Hij gebruikt Amerikaans georiënteerde gegevens (SRM, etc) met een vaste

vermenigvuldigingsfactor voor de MCU waarde. Mosher publiceerde dit in 1994.

### De Daniels formule

Daniels ontwikkelde deze (ook lineaire) formule in 1995/1996, met name omdat de Mosher formule het heel slecht deed boven de 20 EBC (10 SRM). Zijn oplossing was:

$$SRM = 0,2 \times MCU + 8,4.$$

### De Morey formule

Een logaritmische formule, voor het eerst gepubliceerde op een homebrew blog in 2000. (Wie de meest recente, aangepaste, versie van zijn formule na wil lezen: zie zijn blog (noot 3). Omdat het menselijk oog verschillen boven de 40 OSRH (80 EBC) niet meer kan zien, heeft hij zijn formule beperkt tot gebruik tot 50 SRM (100 EBC). Alhoewel de formule in eerste instantie bestemd was voor thuisbrouwers, werd en wordt hij ook veelal gebruikt door craftbrewers. Eens te meer omdat John Palmer het in zijn succesvolle boek "How to brew" aanpreekt als

**TABLE 1: COLORS OF 20 BEERS CALCULATED BY 5 BEER COLOR FORMULAE**

Beer name	Mosher formula			Daniels formula			Morey formula			Weyermann <sup>®</sup> formula			Krüger formula			Spectrophotometer value	
	EBC	SRM	% Deviation from spectrophotometer value	EBC	SRM	% Deviation from spectrophotometer value	EBC	SRM	% Deviation from spectrophotometer value	EBC	SRM	% Deviation from spectrophotometer value	EBC	SRM	% Deviation from spectrophotometer value	EBC	SRM
Hofbräu Export	23.6	12.0	143.3	26.0	13.2	168.0	25.9	13.2	167.0	11.7	6.0	20.6	14.2	7.2	46.4	9.7	4.9
Hofbräu Exquisitor	31.0	15.8	-56.7	30.9	15.7	-56.8	34.7	17.6	-51.5	74.0	37.6	3.4	82.5	41.9	15.2	71.6	36.3
Hofbräu Lager	11.4	5.8	21.3	12.9	9.1	90.4	6.7	3.4	-28.7	11.2	5.7	19.1	12.7	6.4	35.1	9.4	4.8
Hofbräu Pils	10.9	5.5	49.3	17.5	8.9	139.7	5.4	2.7	-26.0	9.3	4.7	27.4	9.8	5.0	34.2	7.3	3.7
Hofbräu Rauchbier	17.0	8.8	-52.0	21.6	10.9	-39.0	16.8	8.6	-52.5	31.7	16.1	-10.5	32.4	16.4	-8.5	35.4	18.0
Hofbräu Rotbier	18.5	9.4	-55.7	22.6	11.5	-45.9	19.1	9.7	-54.3	37.4	19.0	-10.5	36.4	18.5	-12.9	41.8	21.2
Hofbräu Schwarzbier	25.5	12.9	-60.6	27.2	13.8	-58.0	28.3	14.4	-56.3	61.9	31.4	-4.3	54.6	27.7	-15.6	64.7	32.8
Schlottbergerla <sup>®</sup>	30.9	15.7	-60.3	30.8	15.6	-60.5	34.5	17.5	-55.7	82.8	42.0	6.3	91.3	46.3	17.2	77.9	39.5
No. 2 Black IPA	26.4	13.4	-68.2	27.8	14.1	-66.5	29.4	14.9	-64.6	62.7	31.8	-24.5	71.2	36.1	-14.2	83	42.1
No. 3 Bohemian Pilsener	11.2	5.7	12.0	17.7	9.0	77.0	6.2	3.1	-38.0	10.5	5.3	5.0	11.0	5.6	10.0	10	5.1
No. 4 Crazy Coriander	10.3	5.2	71.7	12.1	8.7	185.0	3.9	2.0	-35.0	7.2	3.7	20.0	7.7	3.9	28.3	6	3.0
No. 5 Süßholz-porter	66.1	33.6	-60.1	54.3	27.6	-67.2	67.2	34.1	-59.4	206.1	104.6	24.5	214.6	108.9	29.6	165.6	84.1
No. 6 Bamberg Rogg't	18.9	9.6	-55.9	22.8	11.6	-46.9	19.6	10.0	-54.3	37.6	19.1	-12.4	46.1	23.4	7.5	42.9	21.8
No. 7 Rye IPA	25.3	12.8	-59.1	27.1	13.8	-56.2	28.0	14.2	-54.8	59.0	30.0	-4.7	67.5	34.3	9.0	61.9	31.4
No. 8 Oktober-weizen	13.2	6.7	-35.6	19.1	9.7	-6.8	10.5	5.3	-48.8	17.8	9.0	-13.2	22.3	11.3	8.8	20.5	10.4
No. 9 Willy Wanka Bock	20.6	10.5	-61.0	24.0	12.2	-54.5	22.0	11.2	-58.3	42.2	21.4	-20.1	50.7	25.8	-4.0	52.8	26.8
No. 11 Pumper-nickel Porter	43.2	21.9	-66.3	39.1	19.8	-69.5	47.2	23.9	-63.1	121.6	61.7	-5.0	130.1	66.0	1.6	128	65.0
No. 12 Wheat Wine	14.5	7.3	-72.6	19.9	10.1	-62.5	12.7	6.5	-76.0	21.0	10.7	-60.4	28.5	14.5	-46.2	53	26.9
No. 13 Oatmeal Stout	52.7	26.7	-56.1	45.4	23.0	-62.2	55.8	28.3	-53.5	174.0	88.3	45.0	169.0	86.0	40.8	120	60.9
No. 14 IPA	13.0	6.6	-40.4	18.9	9.6	-13.3	10.1	5.1	-53.7	16.3	8.3	-25.2	28.8	10.6	-4.6	21.8	11.1
Accuracy ranking [%]	-28.2			-5.3			-40.9			-1.0			-8.9			Laboratory measurements	
Accuracy ranking without Hofbräu Export [%]	-67.2			-14.4			-51.8			-2.1			-6.9				
Positive value = darker than laboratory spectrophotometer measurement; negative value = lighter than measurement																	



betrouwbaar.

Volgens de voorstanders van deze rekenmethode geldt, dat de formule kan worden toegepast van strogeel bier tot de zwartste stout.

Voor de liefhebbers de formule van Morey:  $SRM = 1,4922 \times MCU^{0,6859}$ .

De Weyermann formule

Vergeleken met de Krüger formule neemt de Weyermann formule (formule 4) de verschillende correctiefactoren mee in één enkele kleurcorrectie factor (in EBC eenheden), die afhangt van het begin SG (in graden Plato).

0 EBC bij een begin SG tot 7 graden Plato

3 EBC bij 7,1 – 10 graden Plato

5 EBC bij 10,1 – 15 graden Plato

7 EBC bij 15,1 – 20 graden Plato

10 EBC bij waardes boven de 20 graden Plato.

Voor formule 4 worden de volgende waarden ingevuld:

- MC 1–n = de kleurwaarde (in EBC) van de verschillende moutsoorten in de storting;
- W 1–n = de massa (in kg droog gewicht) van de verschillende moutsoorten in de storting;
- W total = de totale massa (in kg droog gewicht) van de complete moutstorting;
- G = het begin SG (in °P) van het wort zoals in het recept berekend;
- CC = een kleur correctie factor (in plaats van de duur van het koken zoals in de Krüger formule).

### Evaluatie

Tabel 1 (zie vorige bladzijde) bevat 20 bieren die allemaal in de 2,5 hectolliter proefbrouwerij van Weyermann in Bamberg werden gebrouwen. In de tabel staan alle op basis van de diverse rekenmethodes voorspelde kleurwaardes en tevens de spectrofotometrische waardes, alles in EBC en SRM met daarbij de afwijking in percentages van de gemeten waarde.

Hier kun je de volgende conclusies uit trekken:

1e Geen enkele formule geeft een 100% betrouwbare voorspelling

2e De formules voorspellen soms een donkerder, maar soms ook een lichter bier

3e Sommige formules zijn betere voorspellers van de kleur dan andere.

Tabel 2.

**TABLE 2: AVERAGE PERCENT DEVIATION BY FORMULA FROM SPECTROPHOTOMETER VALUES.**

Ranking (for all 20 beers)	Formula	Average % deviation (for all 20 beers)	Ranking (excluding Hofbräu Export)	Average % deviation (excluding Hofbräu Export)
#1	Weyermann	-1	#1	-21
#2	Daniels	-5.3	#3	-14.4
#3	Krüger	-8.9	#2	-8.9
#4	Mosher	-28.2	#5	-57.2
#5	Morey	-40.9	#4	-51.8

Tabel 2 toont de voorspellende waarde van de vijf gebruikte formules:

Om te beginnen waren de Mosher, Daniels en Morey formules ongewoon accuraat in het voorspellen van de kleur van de 9,7 EBC Hofbräu Export (te donker), terwijl de Krüger en de Weyermann hier minder afweken. Om deze reden is in tabel 2 de Hofbräu Export buiten beschouwing gelaten.

Dan komt de Weyermann formule het meest in de buurt van de gemeten waardes, waarbij hij vaak maar een paar procent te licht uitkomt qua kleur. De Krüger formule week maar een gering percentage af naar de donkere kant. Opmerkelijk is dat de Daniels formule, die de grootste spreiding van de afwijkende waardes laat zien (van +143,3%

tot -72,6%) toch nog maar een geringe afwijking van -5,3% overhoudt na middelen van alle waarden. Ook de Morey formule, die toch veel wordt gebruikt, doet het niet goed en eindigt onderaan in deze competitie, met afwijkingen van -40,9%, resp. -51,8%.

## Conclusie

Veel brouwprogramma's gebruiken één enkele formule om de bierkleur te voorspellen, terwijl andere programma's (Brouwhulp b.v.) of websites de keuze geven tussen een aantal formules. Hoe dan ook blijft het een dilemma: de toepassing van de verschillende rekenmethodes laat zulke grote afwijkingen zien ten opzichte van de gemeten kleurwaardes, dat je je kunt afvragen of deze formules eigenlijk wel praktisch toepasbaar zijn.

Zover het artikel in de "Zymurgy" van mei/juni 2022.

Bron: Zymurgy, vol45, No 3. (mei/juni 2022)

Vertaald en bewerkt door Jan Sikkens

## Naschrift: thuis de EBC waarde van je bier bepalen

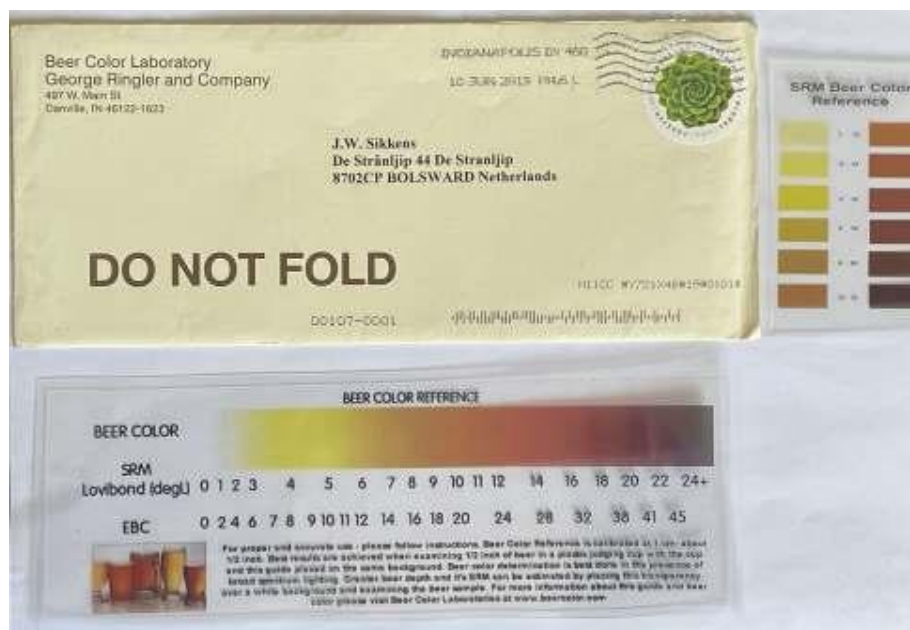
Het ging hiervoor over de voorspelbaarheid van de kleur van een te brouwen bier.

Iets anders is het meten van de kleur van een reeds gebrouwen bier. Daarvoor heb je erg dure spectrometrie apparatuur nodig. Hier kom je dus als hobbybrouwer niet aan toe.

En waarom zou je ook? Wat maakt het uit, of je stout 70 of 170 EBC scoort. Niemand ziet het, en niemand proeft het verschil (hoewel...?).

Maar toch is er wel een methode om achteraf de kleur van je brouwsel te bepalen, die niet zo kostbaar is. Toch een leuke test achteraf, om te zien of een beetje uit is gekomen wat je van plan was.

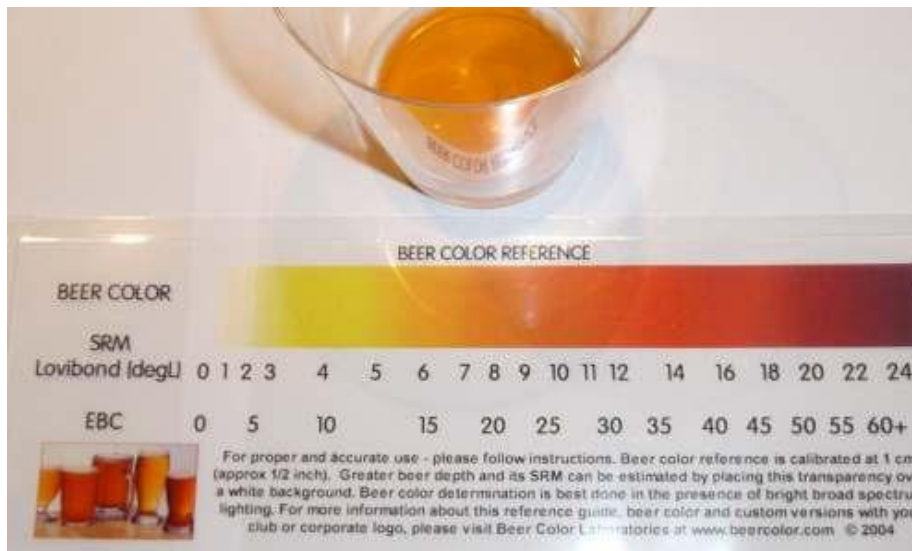
Na een tip van Jacques Bertens (ik denk via zijn website: <https://www.hobbybrouwen.nl/forum/index.php?topic=21448.25>) heb ik in 2019 bij de Beer Color Laboratory George Ringler and Company een bierkleur referentie hulpmiddeltje aangeschaft. Voor iets van €10, of zoiets. Via hun website: <http://www.beercolor.com/products.htm>



Maar goed, dit was al weer een paar jaar geleden; de website is uit de lucht en de "BCLBCR" kleuren meetlat is ook nergens meer te vinden.

Maar het werkt toch wel aardig en ik wil je dit dan ook niet onthouden. De grap is, dat je een glas met platte bodem vult met één cm (ongeveer een halve inch) bier en dit op een helder witte ondergrond plaatst. En dan de transparante kleurschaal er naast legt. (De foto met het glas komt overigens van hobbybrouwen.nl) Vergelijking tussen deze twee levert een heel aardige benadering van de werkelijke (fotospectrometrische) kleur op. En als het een heel erg donker bier is, kun je het bier twee- of viermaal verdunnen en vervolgens de gevonden waarde op de tabel met 2 of vier vermenigvuldigen.

Nu is dit misschien wel leuk voor mij, maar jullie hebben hier exact helemaal niets aan. Het ding is niet meer te koop.



Mijn eigen conclusie: leuk, en interessant, maar ook niet meer dan dat. De kleur achteraf willen bepalen is eigenlijk niet nodig, want het bier is immers al klaar, je kunt er niets meer aan veranderen, en de voorspellingen van te voren (op basis van de diverse formules) slaan de plank heel vaak mis.

Jan S.

Noten:

- 1.) <https://www.thebrewlist.com/converter/beer-colour>  
[http://brew-engine.com/engines/beer\\_color\\_calculator.html](http://brew-engine.com/engines/beer_color_calculator.html)  
<https://www.brewersfriend.com/homebrew/recipe/calculator>  
<http://beersmith.com/download-beersmith>

2.)

$$MCU \text{ (wort color in SRM units)} = \frac{(MC_1 \times W_1) + (MC_2 \times W_2) + (MC_3 \times W_3) + \dots + (MC_n \times W_n)}{V} \quad \text{Formula 1}$$

$$MCU \text{ (wort color in EBC units)} = \frac{(MC_1 \times W_1) + (MC_2 \times W_2) + (MC_3 \times W_3) + \dots + (MC_n \times W_n)}{MW} \times \frac{OG}{10} \quad \text{Formula 2}$$

$$C_{EBC} = \frac{(MC_1 \times W_1) + (MC_2 \times W_2) + (MC_3 \times W_3) + \dots + (MC_n \times W_n)}{W_{total}} \times \frac{G}{10} + BT \times D + CC \quad \text{Formula 3}$$

$$C_w = \frac{(MC_1 \times W_1) + (MC_2 \times W_2) + (MC_3 \times W_3) + \dots + (MC_n \times W_n)}{W_{total}} \times \frac{G}{10} + CC \quad \text{Formula 4}$$

- 3.) Morey, D.: "Approximating SRM Beer Color of Homebrew Based on Recipe Formulation", <https://babbblehomebrewers.files.wordpress.com/2015/06/estimating-beer-color.pdf>