

Optimalisatie van de temperatuurconstantheid van een espressomachine

Timothy Teoh
Bachelor Eindopdracht



Optimalisatie van de temperatuurconstantheid van een espressomachine

Een onderzoek naar de beste manier om het water wat een espressomachine verlaat een zo constant mogelijke temperatuur te geven.

Eindverslag

Eindverslag van de bachelor eindopdracht van Timothy Teoh (s1103261),
student Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente te Enschede,
uitgevoerd bij Kees van der Westen Espressonistic Works BV te Waalre in 2014.

© 2014, Timothy Teoh, Enschede.

VOORWOORD

Als gecertificeerd barista bij Doppio Espresso in Enschede werk ik al ongeveer twee jaar met de Kees van der Westen Mirage. Ik ben al sinds het begin fan van de functionaliteit en het design van de machine. Toen ik voor Industrieel Ontwerpen een Bachelor Eindopdracht moest zoeken heb ik de stoute schoenen aangedaan en heb ik Kees van der Westen een email gestuurd. Tot mijn grote vreugde werd hierop positief geantwoord en na een gesprek in Waalre hadden we besloten om de uitdaging aan te gaan.

Nu ruim een half jaar later ligt dit verslag er. Helaas staat er lang niet alles in wat ik geleerd, ontdekt en uitgevonden heb tijdens mijn vijf maanden in Waalre, maar ik hoop dat ik de essentie van alles toch heb kunnen samenvatten in dit verslag.

Ik wil bij deze de mogelijkheid pakken om een aantal mensen te bedanken. Allereerst natuurlijk Kees van der Westen zelf. Hij heeft mij de mogelijkheid gegeven om in zijn bedrijf rond te lopen, mij zijn kennis en de kennis van zijn personeel laten absorberen en mij binnen gelaten in de wereld van de espressomachines. Op de tweede plaats wil ik graag het personeel van Kees van der Westen Espressonistic Works BV bedanken. Zonder hen had dit verslag er zeker niet gelegen. Heren en dames, bedankt voor de kennis, de tips en de humor tijdens de lunch- en koffie-pauzes.

Vanuit de Universiteit Twente wil ik dr. Ir. Tom Vaneker bedanken voor de begeleiding tijdens de opdracht en de feedback rondes na de opdracht.

Ik heb deze opdracht met veel plezier en enthousiast me gedaan, en heb ongelooflijk veel geleerd. Ik hoop dat ik daar ook meer dan genoeg van heb laten doorlichten in mijn verslag. Ik wens u veel plezier met lezen!

Timothy Teoh

NEDERLANDSE SAMENVATTING

De opdracht was om de temperatuurconstantheid van de Kees van der Westen Mirage te optimaliseren. Hiervoor is eerst de machine gebouwd. Nadat deze is gebouwd is de werking van alle onderdelen grondig onderzocht. Hierna is er een nulmeting gedaan waaruit naar voren kwam dat de messing 3-weg-klep en het crossflow-systeem wat verbetering konden gebruiken.

Eerst is onderzocht hoe de 3-weg-klep het beste verbeterd kon worden. Hiervoor zijn drie concepten getest, een geïsoleerde 3-weg-klep, een 3-weg-klep die verbonden was met het groepshoofd en een RVS 3-weg-klep. Uiteindelijk bleken zowel de verbonden 3-weg-klep als de RVS 3-weg-klep het probleem op te lossen. Echter was de verbonden 3-weg-klep een iets grotere verbetering en ook financieel aantrekkelijk.

Toen het crossflow-systeem onderzocht moest worden was besloten om sowieso een aantal schakels uit het systeem weg te nemen en vlak voor het groepshoofd een mixblok te plaatsen. Het voordeel van schakels wegnemen uit het systeem is dat er minder onderdelen zijn die invloed op de temperatuur van het water kunnen uitoefenen. Het mixblok mengt constant warm water boven uit de boiler (altijd 110 °C) met het koude water uit de kraan. Het bleek nog een behoorlijke klus om het koude water uit de kraan ook echt constant te krijgen. Dit is uiteindelijk bereikt door een externe boiler aan de machine aan te sluiten die een intern reservoir simuleerde. Dit reservoir zou het water opwarmen tot de omgevingstemperatuur van de machine, dit is 55 °C. Na onderzoek bleek dat dit systeem uitstekend werkte en super constante shots uitgaf. Sommige shots hadden maar een temperatuur fluctuatie van 0,5 °C. Het was echter een hele klus om het water ook op de gewenste temperatuur te krijgen. Daarom was besloten om de externe boiler wel te verwarmen en te kijken wat dit opleverde. Deze meetresultaten kwamen nog beter overeen met de gewenste waarden.

Omdat de gevonden oplossing een behoorlijke ingreep op de huidige machine opleverde was besloten om een geheel nieuwe machine te ontwikkelen. Helaas was dit tegen het eind van de opdracht, dus is alleen een ontwerpadvies gegeven. Hier wordt geadviseerd om een dubbel boiler-systeem in te bouwen, waarbij de eerste boiler voor het theewater en het voorverwarmen van het koffiewater dient en de tweede boiler voor de juiste temperatuur van het koffiewater zorgt. Toen bekend was dat er een nieuwe machine zou komen zijn er een aantal eisen aan de machine gesteld. Zo was het erg belangrijk dat de machine goedkoper zou worden dan de andere modellen van Kees van der Westen. Wel moesten de gebruikers vrij staan om opties toe te voegen. Hieruit is een modulair systeem gekomen die in hoofdstuk 7 verder uitgelegd wordt.

ENGLISH SUMMARY

The assignment was to optimize the temperature consistency of the Kees van der Westen Mirage. This meant that the machine first had to be built. After it has been built, the operation of all components has been thoroughly investigated. After this there has been a baseline measurement from which it emerged that the brass 3-way-valve and the cross-flow system could use some extra attention.

First there has been examined how the 3-way-valve could be improved. Three concepts have been tested; an isolated 3-way-valve, a 3-way-valve that was attached to the group head and a stainless steel 3-way-valve. Both the attached and the stainless steel 3-way-valve proved to be an improvement on the original situation. However, the attached valve was a slightly greater improvement and also financially more attractive.

When the cross-flow system had to be examined there had been decided to remove some links in the system and to add a mixing block just before the group head. The advantage of remove some links is that the system has fewer parts that can influence the water temperature. The mixing block mixes constant hot water out of the top of the boiler (always 110 °C) with cold water from the tap. It turned out to be quite a job to actually get a consistent cold-water temperature. This was finally achieved by connection an external boiler that simulates an internal water reservoir. The water in the reservoir would warm to the ambient temperature of the machine, which is 55 °C. Research showed that this system worked very well and dispensed super steady shots. Some shots only had a temperature fluctuation of 0,5 °C. However, it was quite a task to get the water at the desired temperature. Therefore it was decided to heat the external boiler to see if this was an easier way to get the desired result. The measured results were an even better improvement.

Because the found solution resulted in a lot of adjustments on the original machine, it was decided to develop a completely new machine. Unfortunately, this was at the end of the assignment, so only a draft could be given. Here is advised to build a double boiler-system, where the first boiler will be used for tea water, steam and preheating the water for the second boiler. The second boiler will be the coffee boiler and warm up the water to the desired temperature. When it was known that there would be a new machine, Kees van der Westen had some requirements for this machine. It was very important that the machine would be cheaper than the other models from Kees van der Westen. However, the client should be able to be free in adding options. A modular system has been drafted out of this, this can be found in chapter 7.



INLEIDING

Dit is het eindverslag voor de Bachelor Eindopdracht die ik bij Kees van der Westen Espressonistic Works BV heb afgerond. Het verslag bestaat uit drie delen; het eindverslag, een onderzoeksrapport en de bijlage. In het eindverslag staan alle belangrijkste meetresultaten en conclusies. In het onderzoeksrapport worden de metingen verder toegelicht. In de bijlage wordt aanvullende informatie voor zowel het eindverslag als het onderzoeksrapport geleverd. Bij dit verslag wordt ook een CD geleverd waar alle ruwe meetdata opstaat.

In dit eindverslag wordt eerst het bedrijf wat verder toegelicht, waarna de opdracht die daar uitgevoerd is uitgelegd wordt. Hierna wordt de machine waaraan gewerkt is, de Kees van der Westen Mirage, verder toegelicht. Hierbij worden de verschillende uitvoeringen en de werking besproken.

Hierna wordt het meetgedeelte behandeld. Hierin wordt eerst de nulmeting besproken, waarbij gekeken wordt naar de machine in de oorspronkelijke toestand. Vervolgens wordt de afkoelende messing 3-weg-klep behandeld, hiervoor zijn drie verschillende oplossingen onderzocht. Hierna wordt het mixblok behandeld, dit mixblok mengt warm en koud water om een constante uitgaande watertemperatuur te krijgen.

Als laatste wordt het ontwerpvoorstel voor een nieuwe machine gepresenteerd. Hierin zullen de hiervoor besproken verbeteringen meegenomen worden. Verder zullen hier de nieuwe eisen van de opdrachtgever aangedragen worden.

INHOUDSOPGAVE

Voorwoord	2
Nederlandse Samenvatting	3
English Summary	4
Inleiding	5
Inhoudsopgave	6
1 Het bedrijf	8
1.1 Het bedrijf: Kees van der Westen	8
1.2 De machines van Kees van der Westen	9
2 De opdracht	11
3 De Mirage	12
3.1 De werking	12
3.2 De verschillende uitvoeringen	16
4 De nulmeting	19
4.1 Herhaalbaarheid	19
4.2 Temperatuursimulatie	20
4.3 De 3-weg-klep	21
4.4 Crossflow bij de onderste bajonet	22
4.5 Constantheid van de shots	23
4.6 Conclusie	24
5 De 3-weg-klep	25
5.1 Temperatuurverlies	25
5.2 De drie mogelijke oplossingen	25
5.3 De afkoelsnelheid	27
5.4 Invloed op de shots	28
5.5 Conclusie	31
6 Het mixblok	32
6.1 Doel	32
6.2 Het Ontwerp	32
6.3 Inbouw in de machine	33
6.4 Verstelbaar stuwte	33
6.5 Wisselende boiler temperatuur	34
6.6 Vergelijking met de originele situatie	34
6.7 Conclusie	36
7 De nieuwe machine	37
7.1 Conclusies uit het onderzoek	37
7.2 Programma van eisen	37
7.3 Ontwerpvoorstel	38
Conclusie en aanbevelingen	42
Begrippenlijst	43
Bronnenlijst	48



HET BEDRIJF



KEES VAN DER WESTEN

Kees van der Westen Espressonistic Works BV is een bedrijf dat gespecialiseerd is in het ontwerpen en bouwen van unieke commerciële espressomachines. Het in Waalre gevestigde bedrijf, onder leiding van Kees van der Westen, levert machines aan bijna alle grote espressobars in de wereld. De bijna ongeëvenaarde kwaliteit en uitstraling van de machines maken ze geliefd onder de koffieliefhebbers.

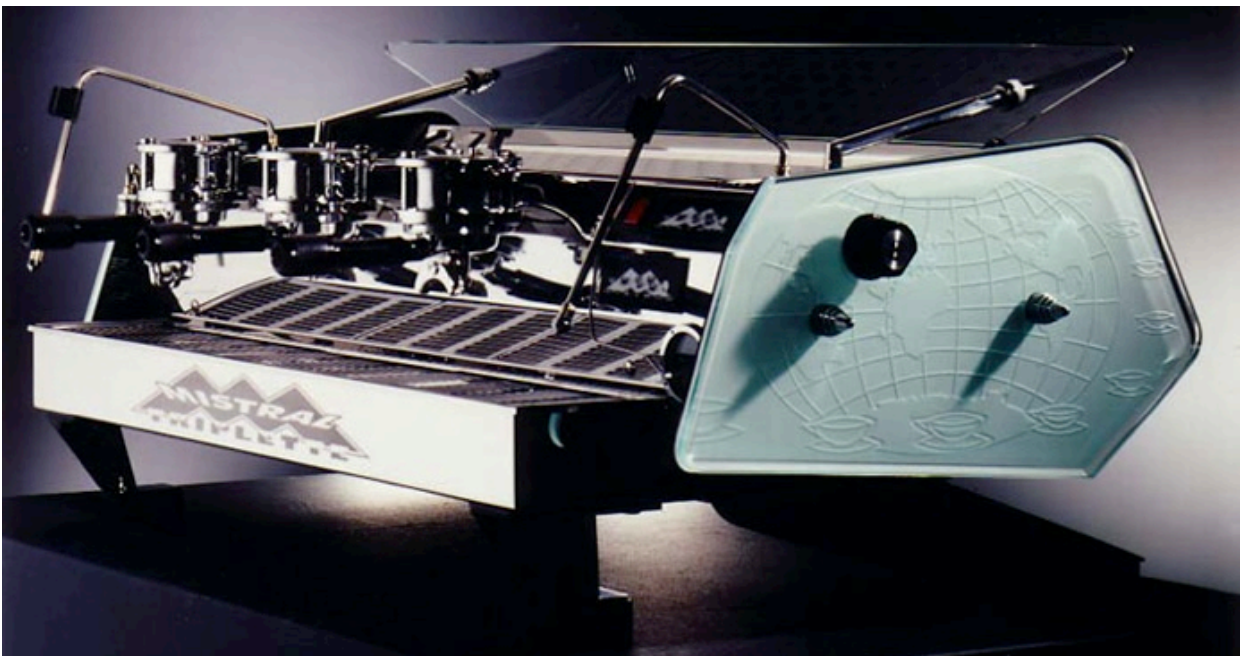


HET BEDRIJF

1.1 HET BEDRIJF: KEES VAN DER WESTEN

Kees van der Westen volgde in de jaren tachtig een opleiding aan ene design-academie in België. Hier raakte hij in aanraking met de stijlontwikkeling van de espressomachines, en dan vooral de door Amerika geïnspireerde Italiaanse ontwerpen van de jaren 50. Doordat alles goedkoper en sneller moest in Italië kwam er een einde aan de wilde ontwerpen. Kees nam als afstudeeropdracht de taak op zich om een espressomachine met een spraakmakend ontwerp te ontwerpen.

In de jaren 90 bouwde dhr. Van der Westen vooral unieke machines voor opdrachtgevers. Hier werd er dan maar een van gebouwd. Het wereldbekende espressomachine-merk La Marzocco vroeg Kees om samen met hun een machine te ontwikkelen. Hij bouwde de Mistral.



Afbeelding 1.1: De Kees van der Westen Mistral¹

In 2001 besloot hij voor zichzelf te beginnen. In dit jaar ontwierp en bouwde hij de Mirage. Ook bracht hij in een kleine oplage, 6 machines, een één groeps-machine uit, de Spirit. In 2008 introduceerde hij de nieuwe Speedster, hiervoor had hij al een aantal eerdere varianten geproduceerd. In 2012 werd de nieuwste telg van de familie verwelkomt, de Spirit.

Inmiddels werken er ongeveer 12 mensen in de kleine werkplaats in Waalre. Op dit moment worden er ongeveer vijf machines per week opgeleverd. De markt zit op dit moment in een lift en ook bij Kees van der Westen neemt de vraag toe. Daarom wordt er een uitbreiding overwogen.

Door de jarenlange ervaring die het bedrijf heeft in het maken van hoogwaardige espresso-machines bezit het bedrijf veel kennis in het bouwen en ontwikkelen van deze machines. Daarnaast heeft het bedrijf veel inzicht in de vraag vanuit de markt en de nieuwe technieken zich in de wereld van de koffie ontwikkelen. Het bedrijf streeft er continue naar de hoogst haalbare prestaties uit hun machines te halen.

¹ zie bronnenlijst, bron 1.2

1.2 DE MACHINES VAN KEES VAN DER WESTEN

In deze paragraaf zullen de drie machines van Kees van der Westen die nu in productie zijn kort wat verder belicht worden. Het bedrijf maakt de Mirage en Spirit in twee maten, een machine met twee zetgroepen, dit wordt een Duette genoemd, en een machine met drie zetgroepen, dit wordt een Triplette genoemd.

1.2.1 DE MIRAGE

De oudst nog in productie zijnde machine van Kees van der Westen is de in 2001 geïntroduceerde Mirage. Deze machine maakt gebruik van het alom geprezen E61-systeem (zie bijlage hoofdstuk 1.2). Dit houdt in dat de machine één grote stoomboiler heeft. De zetgroepen¹ worden gevoed door een warmtegeleider die door deze boiler loopt. De stoomboiler wordt op 1,35 bar (125 °C) gehouden om een krachtige stoomdruk te hebben. Het voordeel van dit systeem is dat hij relatief goedkoop is om te bouwen, omdat er maar één boiler en goedkopere materialen (messing) gebruikt worden. Een nadeel van dit systeem is dat het voor de gebruiker moeilijker is om de temperatuur van het uitkomende water in te reguleren. Een Mirage kost ongeveer €8.000,-.



Afbeelding 1.2: De Kees van der Westen Mirage²

1.2.2 DE SPEEDSTER

De kleinste machine van Kees van der Westen is de in 2008 geïntroduceerde Speedster. Deze machine was oorspronkelijk ontworpen voor kleine koffiezaakjes of hippe kappers, maar wordt meestal voor enthousiaste thuisbaristi besteld. De machine maakt gebruik van een dubbel boilersysteem, dit houdt in dat er een stoom- en een koffie-boiler is. Dit heeft als voordeel dat het water voor de koffie pas vlak voor het groepshoofd op temperatuur wordt gehouden, wat het systeem veel flexibeler en constanter maakt. Het nadeel is dat in deze kleine machine dus twee boilers met alle bijbehorende onderdelen geïnstalleerd moet worden, wat het een stuk duurder maakt. Het groepshoofd is van RVS en gevuld met water, dit water heeft als doel om

HET BEDRIJF

het water wat naar de koffie gaat te stabiliseren. De machine bevat geen automatische pre-infusie (zie bijlage , maar de gebruiker kan bepalen of het water op leidingdruk (4 bar) of op pompdruk (9 bar) door de machine gaat. Bij 4 bar vult de infusiekamer zich, waardoor het koffiebed kan voorweten. Wanneer de gebruiker de machine een stand verder zet, dus de pompdruk aangaat, begint de extractie en komt het water door het koffiebed. Een Speedster kost ongeveer €6500,-.



Afbeelding 1.3: De Kees van der Westen Speedster¹

1.2.3 DE SPIRIT

De in 2012 geïntroduceerde Kees van der Westen Spirit is de grootste en meest moderne machine van Kees van der Westen. Deze machine maakt gebruik van het zogeheten multiple-boiler systeem. Dit houdt in dat elke zetgroep zijn eigen koffieboiler heeft. Deze boilers worden gevoed met voorverwarmt water uit de stoomboiler. Een van de grote voordelen van dit systeem is dat elke groep zijn eigen temperatuur kan hebben, waardoor de barista op verschillende zetgroepen andere bonen kan gebruiken. Dit maakt de machine dus erg flexibel en gebruiksvriendelijk. Het nadeel hiervan is dat er nu drie (bij een Duette) of vier (bij een Triplette) boilers in de machine zitten, wat het een erg dure machine maakt. Verder maakt de Spirit gebruik van hetzelfde RVS-groepshoofd als de Speedster. Hierbij wordt de watermassa in de hals gebruikt om de temperatuur van het water wat naar de koffie gaat te stabiliseren. Een Spirit kost ongeveer €12.000,-.



Afbeelding 1.4: De Kees van der Westen Spirit²

¹ zie bronnenlijst, bron 1.4

² zie bronnenlijst, bron 1.5

2

DE OPDRACHT



KEES VAN DER WESTEN

De Kees van der Westen Mirage is al sinds 2001 in productie. De Mirage is inmiddels verouderd ten opzichte van de vorig jaar uitgebrachte Spirit. Doordat hij wat verouderd is blijft hij onder andere achter in de stabiliteit van de watertemperatuur uit de E6I-zetgroep. Dit komt omdat het hele systeem gevoelig is voor afkoeling en omgevingstemperatuur. De opdracht is om de Mirage grondig te onderzoeken en te bekijken welke onderdelen van het product geoptimaliseerd of vervangen kunnen worden om de temperatuur van het uitkomende water constanter te maken. Om een duidelijk beeld te kunnen vormen over de werking van de machine moet er eerst zelf één gebouwd worden, en de werking vervolgens geanalyseerd worden. Bij de opdracht moet er zowel technisch als ontwerpgericht naar de machine gekeken worden. Het ontwerpgerichte vertaald zich in het feit dat de machine, nadat alle onderdelen bekend zijn, vormgegeven moet worden. Dit moet wel gebeuren in de herkenbare en vertrouwde “Kees van der Westen”-stijl. Het technische vertaald zich in het feit dat er een grote kennis over de functionaliteit en eventuele verbeterpunten van alle onderdelen van de machine nodig is. Wanneer eventueel aandachtspunten zijn gevonden moeten verschillende mogelijke verbeterpunten getest worden. Deze verbeterpunten moeten allemaal in het teken staan van het zo stabiel mogelijk maken van de temperatuur van het uitkomende water; hierbij moet het niet uitmaken hoe lang de machine niet gebruikt is of hoe intensief hij juist wel gebruikt wordt.



DE OPDRACHT

De essentie van de opdracht is dus het behouden van de kenmerken van de Mirage, onder andere enkel boiler met warmtewisselaar-systeem, maar toch de temperatuur van het uitkomende water constanter maken. Het zou eventueel een bonus zijn als de barista uiteindelijk ook beter de temperatuur van het uitkomende water zelf kan bepalen. Hierbij moet de Mirage dus wel anders blijven werken dan het multiple-boiler systeem van de Spirit.

Kort samengevat zullen de volgende onderdelen in aflopende volgorde behandeld worden:

- De machine bouwen en analyseren
- Metingen uitvoeren om onderdelen te vinden die extra aandacht vereisen
- Verbeteringen voor de gevonden onderdelen onderzoeken
- Vernieuwde machine ontwerpen met verbeterde

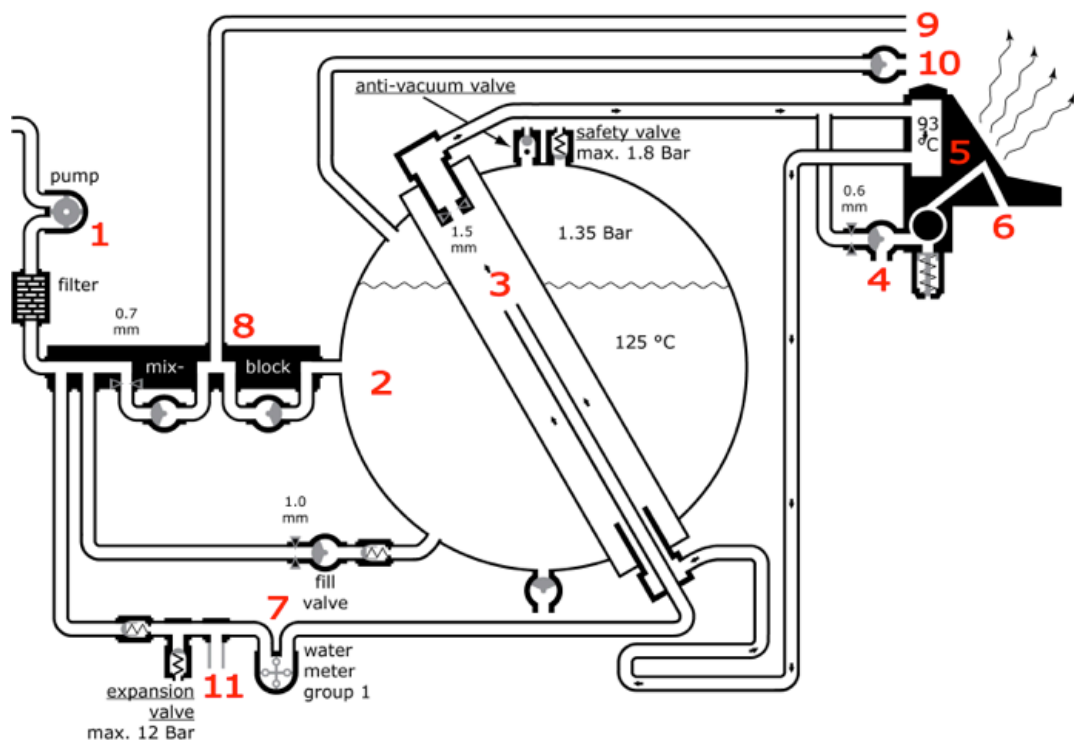
3

DE MIRAGE



KEES VAN DER WESTEN

In dit hoofdstuk zal de machine waaraan gewerkt is, de Mirage, wat verder belicht worden. Eerst zal de werking van het systeem uitgelegd worden, waarna de verschillende versies die te verkrijgen zijn wat verder toegelicht zullen worden.



Afbeelding 3.1: De belangrijkste onderdelen van de Mirage



DE MIRAGE

3.1 DE WERKING

In deze paragraaf wordt de werking van de belangrijkste onderdelen kort uitgelegd. Een aantal onderdelen zullen in de daarbij vernoemde bijlage nog verder gespecificeerd worden.

3.1.1 ALGEMENE WERKING

De Mirage maakt gebruik van een enkel boiler-systeem. Deze boiler wordt gebruikt voor het theewater en de stoom om het melk op te schuimen. Deze boiler wordt op 1,35 bar (125 °C) (zie bijlage hoofdstuk 8.1) gehouden (zie bijlage hoofdstuk 1.3). Vroeger werd dit door een pressostaat geregeld, tegenwoordig wordt de temperatuur gereguleerd door middel van een PID (zie begrippenlijst). Alle uitvoeringen van de Mirage, behalve de Idrocompressor, maken gebruik van een externe pomp. Deze pomp drukt het water op de gewenste druk, meestal rond de 9 bar, door de machine. Doordat het verder een gesloten systeem is, komt deze druk uiteindelijk ook bij het koffiebed terecht. De Idrocompressor maakt gebruik van de leidingdruk, dit is meestal rond de 4 bar. De Idrocompressor werkt behoorlijk anders en aangezien deze niet in de opdracht behandeld wordt dit ook niet verder toegelicht.

De pomp (1) wordt ingeschakeld als een groepsklep (4) opengezet wordt. Dit gebeurt bij de Touchpad-versie door middel van het indrukken van één van de vijf knoppen en bij de Bastone door het omzetten van de hendel. In afbeelding 3.1 zijn de belangrijkste onderdelen uit het systeem benoemt. Het water in de boiler (2) wordt gebruikt voor het theewater, de stoom en om het water in de warmtewisselaar op te warmen. Het water in de warmtewisselaar (3) wordt gebruikt om de shots mee te zetten. Het water wat voor de koffie bedoeld is verlaat het groepshoofd en komt op de koffie, dit zit in een filterdrager die hangt op punt 6. Bij punt 7 wordt bijgehouden hoeveel water er al doorheen gegaan is, hierdoor weet de machine in bij de touchpad-versie wanneer hij automatisch de groepsklep moet sluiten. Het theewater wordt voor voordat het de machine uit komt (9) eerst nog vermengt met koud water uit de kraan om de temperatuur wat omlaag te halen, de ideale temperatuur voor theewater is ongeveer 90 °C. Dit gebeurt in het mixblok (8). Het stoom verlaat de machine via een stoombuis (10) die met een klep geopend kan worden. Voor de watermeter splits het systeem zich, hier wordt dezelfde lus nog één of twee keer herhaald, afhankelijk van het feit of het een Duette of Triplette is.

Hierbij zijn de volgende onderdelen benoemd:

- 01 – De externe pomp
- 02 – De 14 liter (bij de Duette) of 20 liter (bij de Triplette) boiler.
- 03 – De warmtewisselaar
- 04 – De 3-weg-klep (ook wel groepsklep)
- 05 – Het 4 kilo messing groepshoofd
- 06 – Uitgang waar het water op de koffie komt
- 07 – Watermeter
- 08 – Mixblok voor het theewater
- 09 – Uitgang voor het theewater
- 10 – Uitgang voor de stoom
- 11 – Hier word het water afgesplitst om naar de 2e en eventueel 3e groep (bij de Triplette) te gaan.

3.1.2 WATEROMLOOP

Het belangrijkste voor dit onderzoek is de temperatuur van het water op het koffiebed. Om dit te onderzoeken moet het koffiesysteem (zie begrippenlijst) nog wat nader onderzocht worden. Om goed te kunnen uitleggen wat er met het water gebeurt wordt er een onderscheid gemaakt worden tussen de machine in stilstand en de machine tijdens het bereiden van de koffie. In dit hoofdstuk word telkens maar gekeken naar één zetgroep.

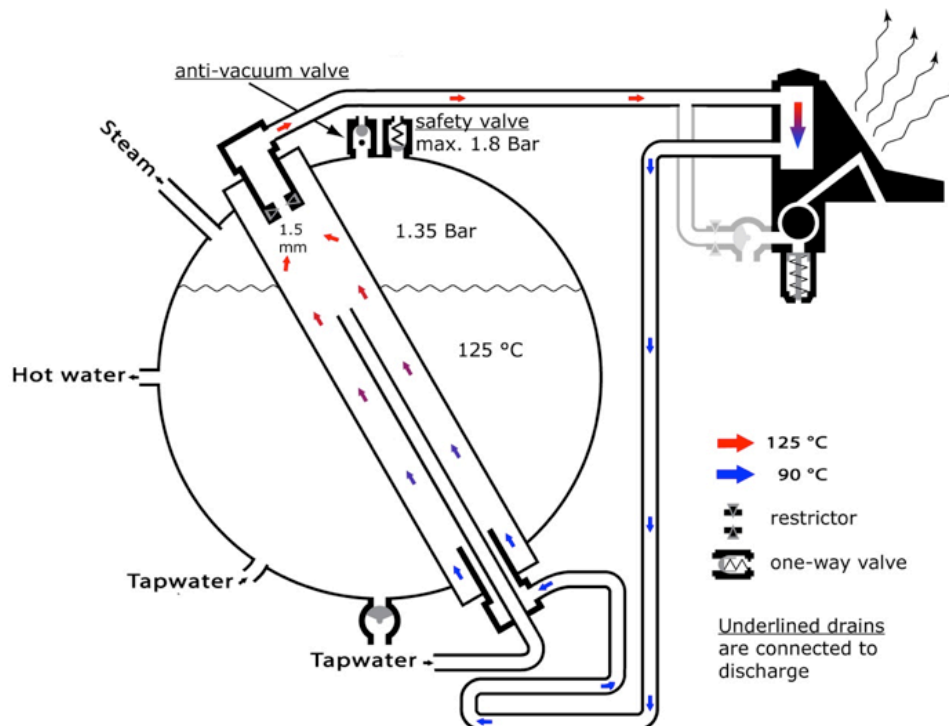
IN RUST

Tijdens de rust toestand van de machine is de 3-weg-klep (4) gesloten, waardoor er geen water in de onderkant van het groepshoofd (5) kan komen. Omdat er geen water gebruikt word hoeft er ook geen water bijgevoerd te worden, dus loopt er geen water van de kraan aan de onderkant de warmtewisselaar (3) binnen. De buis (loopt vanuit 7 naar de boiler) die het water aanvoert loopt omlaag langs de boiler (2), hierdoor warmt het water doormiddel van conductie al een beetje op.

Het water in de warmtewisselaar warmt op naar een temperatuur van 125 °C (dezelfde temperatuur als de boiler heeft). Doordat warm water stijgt verlaat het warme water de warmtewisselaar aan de bovenkant van de boiler. Hier word de hoeveelheid warm water wat de warmtewisselaar kan verlaten geregeld door een stuwte van 1.5 mm. Dit stuwte belemmert de doorstroom van het water, waardoor er maar een beperkte hoeveelheid water de warmtewisselaar kan verlaten. Met dit stuwte kan dus de temperatuur van het groepshoofd (5) gereguleerd worden. Dit water stroomt naar het groepshoofd (5) waar het tijdelijk in een holte van 35 cc zit. Tijdens deze tijd verliest het een deel van zijn warmte aan de vier kilo messing, wat een hele goede warmtegeleider is. Hierdoor wordt het groepshoofd ongeveer 90 °C. Doordat het water kouder wordt zakt het naar beneden, waar het via een koperen leiding weer aan de onderkant van de warmtewisselaar komt. Hier begint het water opnieuw zijn omloop. Het water wordt dus niet rondgepompt maar circuleert uit zichzelf door het systeem, dit natuurkundige effect heet thermosifon. Afbeelding 3.2 is een schematische tekening waarin word weergegeven hoe het water door de systeem circuleert.



DE MIRAGE

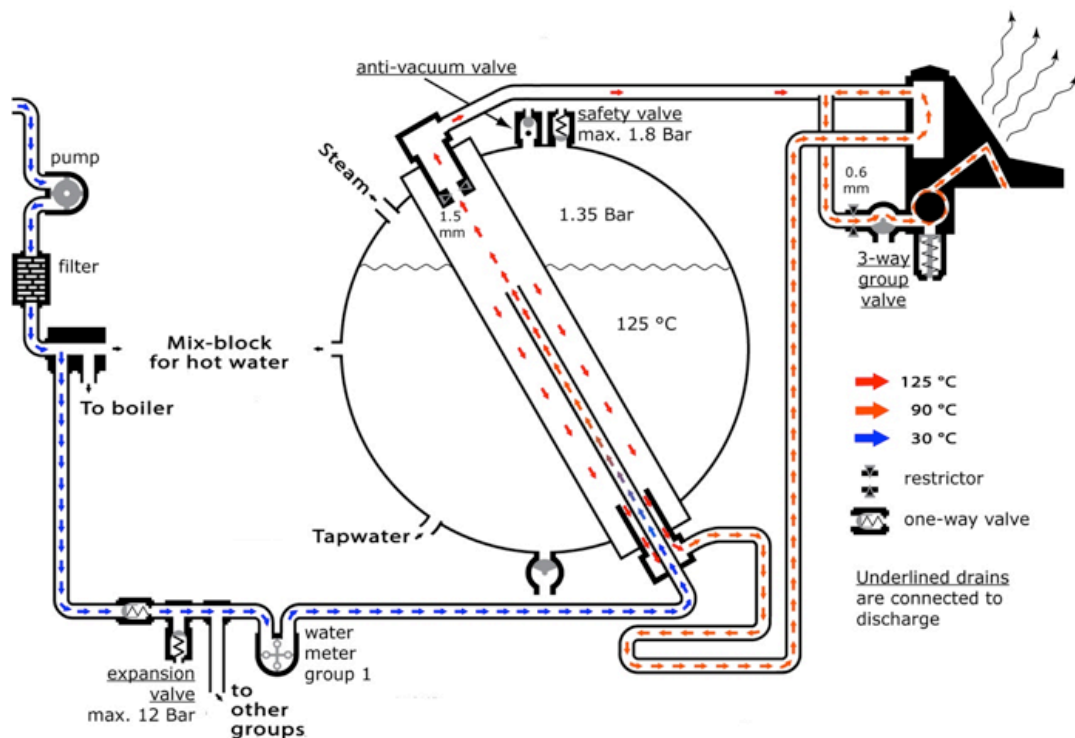


Afbeelding 3.2: Het koffiesysteem tijdens stilstand

TIJDENS HET BEREIDEN VAN EEN ESPRESSO-SHOT

Wanneer de barista een zetgroep aanzet gaat de 3-weg-klep (4) achter het groepshoofd open. Hierdoor kan er water naar de filterdrager (6) lopen. Omdat de druk overal in het systeem gelijk is zal het water van zowel boven uit de warmtewisselaar (3) (125 °C) als van onder uit de warmtewisselaar (de temperatuur van dit water hangt van verschillende dingen af) door het groepshoofd (5) geperst worden.

De hoeveelheid water die van boven de warmtewisselaar (3) (125 °C) aangetrokken wordt is minder omdat stroming in deze buis door een stuwte van 1,5 mm belemmert wordt en het koudere water wordt (relatief) onbelemmerd door een koperen buis van 8 mm gevoerd. Door het verschil in doorlating is het aandeel van de bovenste buis bijna nihil. De reden waarom het stuwte hier zit is voornamelijk om de temperatuur van het groepshoofd te kunnen reguleren, maar heeft als bijkomend voordeel dat het te warme water een kleiner aandeel heeft in het water wat naar de koffie gaat. De temperatuur van het water dat van onder de warmtewisselaar komt wordt thermisch gestabiliseerd door het groepshoofd van vier kilo messing (zie bijlage hoofdstuk 6.3). Messing is een zeer goede warmtegeleider (122 W/(m * K) bij 293 K (zie bijlage hoofdstuk 8)) waardoor het zijn warmte afstaat aan het koudere water. Het warme en koude water wordt vlak voor de 3-weg-klep met elkaar gemengd. Hierna komt het water in contact met de filterdrager. Het water dat gebruikt wordt wordt aangevuld door koud water dat vanuit de kraan door de pomp (1) loopt, dan langs de watermeter (7) en van daaruit in de warmtewisselaar (3). Afbeelding 3.3 is een schematische tekening waarin weergegeven is hoe het water door het systeem gaat als de groep open staat. De aangegeven temperatuur op de verschillende plekken is een schatting en zijn meer voor het idee dan dat ze accuraat zijn.



Afbeelding 3.3: Het koffiesysteem tijdens bereiding

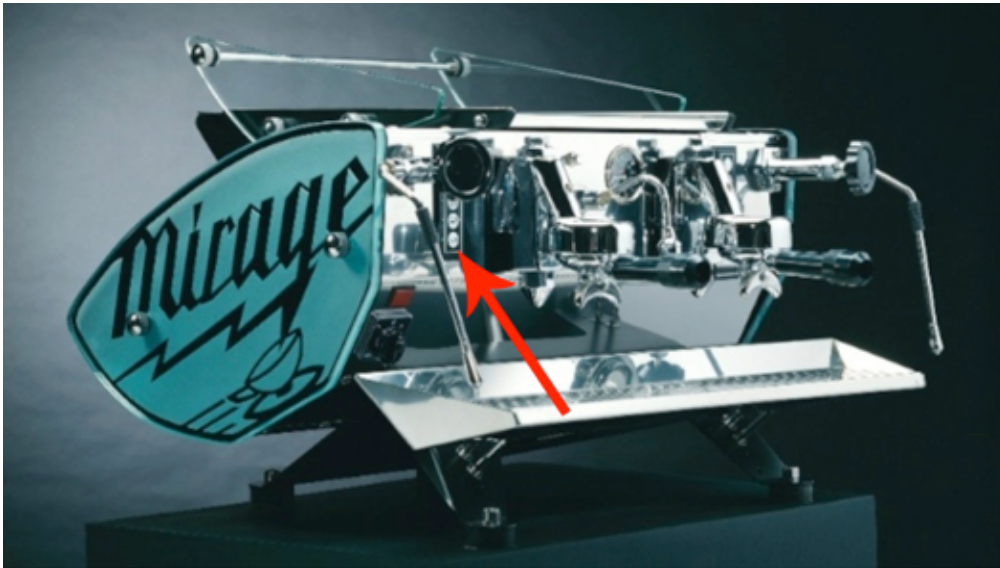
3.2 DE VERSCHILLENDE UITVOERINGEN

Zoals al eerder genoemd worden de machines van Kees van der Westen in twee groottes geleverd. Een tweegroepsmachine, de Duette, en een driegroepsmachine, de Triplette. Soms wordt onder hoge uitzondering en op speciale bestelling bijvoorbeeld een vijfgroepsmachine gebouwd.

3.2.1 CLASSIC

De Classic wordt geleverd met glazen zijpanelen en hoogglans afdekplaten. Op de zijpanelen kan de klant zelf een plaatje laten zetten. Verder wordt hij geleverd met een touchpad. Dit betekent dat de barista 4 waterhoeveelheden kan instellen. De machine slaat dit op in een brein een meet de waterhoeveelheid door een watermeter. Bij de 5e stand is een aan/uit-stand, waarbij na maximaal 2 minuten de machine uit zichzelf afslaat. Afbeelding 3.4 geeft een Kees van der Westen Mirage Classic Duette weer, de rode pijl geeft aan waar het touchpad zit. Op afbeelding 3.5 is een touchpad te zien.

DE MIRAGE



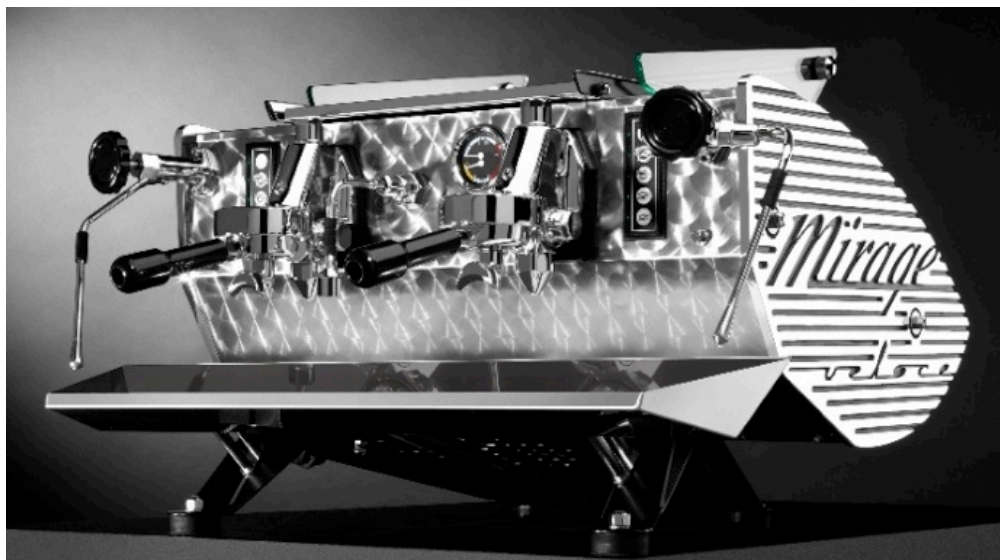
Afbeelding 3.4: De Kees van der Westen Mirage Classic¹



Afbeelding 3.5: Een touchpad

3.2.2 VELOCE

De Veloce is technisch hetzelfde als de Classic, maar ziet er uiterlijk anders uit. De glazen zijpanelen zijn vervangen door cnc gefreesde aluminium panelen. Ook zijn de hooggls afdekplaten vervangen door machineturned panelen. Hierop zijn maanvormige cirkels geslepen, dit geeft een erg industriële look aan de machine. Op afbeelding 3.6 is een Mirage Veloce Duette te zien.



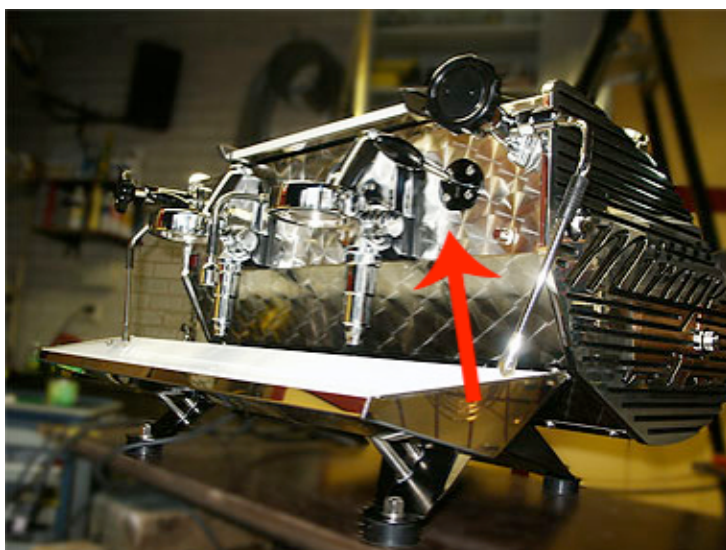
Afbeelding 3.6: De Kees van der Westen Mirage Veloce²

¹ zie bronnenlijst, bron 1.6

² zie bronnenlijst, bron 1.7

3.2.3 BASTONE

Bij de Bastone zet de barista de groep aan of uit door middel van een hendel. Dit systeem werkt veel eenvoudiger dan de touchpad-versie. Er hoeft hier namelijk geen watermeter en brein voor gebruikt te worden. De barista moet hierdoor wel meer werk zelf doen, want hij moet in de gaten houden wanneer welke groep klaar is en deze op tijd uitzetten. Dit zorgt er natuurlijk wel voor dat hij meer controle over de extractie heeft. Bastone is Italiaans voor stok. Afbeelding 3.7 laat de Mirage Bastone Triplette zien, hier zijn de hendels met de rode pijl aangegeven. Afbeelding 3.8 is een close-up van zo'n hendel te zien.



Afbeelding 3.7: De Kees van der Westen Mirage Veloce Bastone¹

Afbeelding 3.8: Close-up van de hendel

3.2.4 IDROCOMPRESSOR

De Idrocompressor is de meest traditioneel bedienwijze van de Mirage. Hierbij moet de barista de hendel naar beneden trekken, zodat de zuiger die in het groepshoofd zit omhoog gaat. Hierdoor kan de ruimte tussen de zuiger en het koffiebed zich vullen met warm water. Wanneer de barista de hendel weer ontgrendeld gaat de veer boven de zuiger de zuiger naar beneden drukken. Deze veer zorgt voor de druk die nodig is om het water door het koffiebed te drukken. Mede door deze veer kan met een Idrocompressor-systeem een mooie drukprofieling bereikt worden. Zo verslapt een veer naarmate hij uitrekt, dit komt goed uit, omdat koffie tijdens een extractie ook steeds minder opneembare stoffen overhoud, waardoor het water langer in aanraking moet zijn met de gemalen koffie om de suikers op te nemen. Tegenwoordig is de Idrocompressor weer populair, omdat de baristi graag hun vakmanschap willen tonen. Afbeelding 3.8 laat een Kees van der Westen Idrocompressor Duette weer.

DE MIRAGE



Afbeelding 3.8: De Kees van der Westen Mirage Idrocompressor¹

¹ zie bronnenlijst, bron 1.9

4

DE NULMETING



KEES VAN DER WESTEN

De nulmeting is gedaan om inzicht te krijgen in hoe de watertemperatuur door de machine heen fluctueert. Hierbij is vooral de overgang van rust naar gebruik het belangrijkste, omdat de machine hier van toestand veranderd. In deze nulmeting gaat onderzocht worden wat er gebeurt tijdens verschillende lengtes rust. Ook is het belangrijk om te bekijken wat de temperatuur van het uitkomende water tijdens het shot is en hoeveel dit fluctueert. Hier zullen alleen de belangrijkste conclusies gepresenteerd worden. Een meer volledige uitleg en meer meetresultaten kunnen in het onderzoeksrapport (hoofdstuk 4 – De nulmeting) opgezocht worden. Voor de metingen is telkens een vast protocol gevolgd, deze staat in hoofdstuk 3 van het onderzoeksrapport. Voor de metingen is gebruik gemaakt van vaste meetpunten, in hoofdstuk 2 van het onderzoeksrapport is uitgelegd waar deze geplaatst en hoe deze bevestigd zijn.

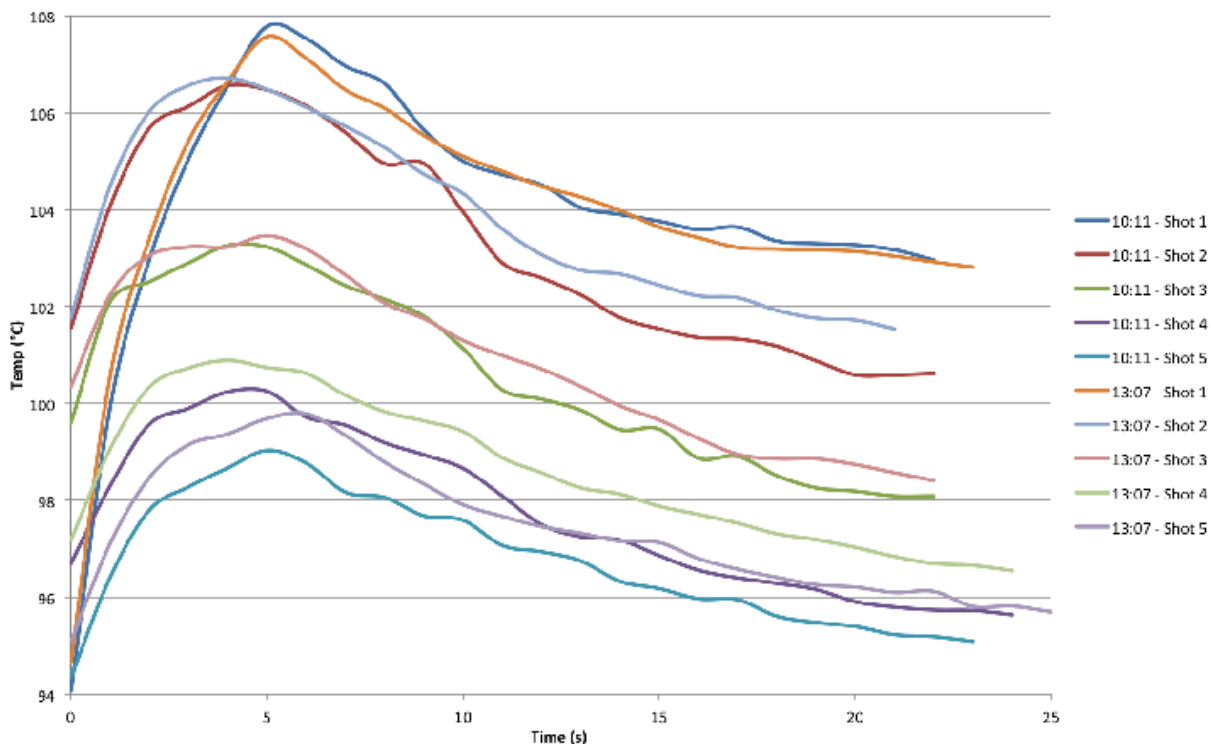
Eerst is onderzocht of de metingen herhaalbaar zijn, dit wordt gedaan door te kijken of verschillende metingen onder dezelfde omstandigheden dezelfde uitkomsten geven. Hieruit kan geconcludeerd worden hoe precies de meetresultaten zijn. Hierbij worden de metingen door dezelfde persoon, met dezelfde methode, met dezelfde meetapparatuur op dezelfde dag uitgevoerd. Normaal wordt ook op reproduceerbaarheid getest, maar omdat dit een individuele opdracht is, is dit niet verder onderzocht. Belangrijk is om bij elke meting af te vragen of dat resultaat ook verwacht was, hiermee kan getest worden of de meetpunten geen rare meetgegevens doorgeven. Hierna wordt de temperatuur door de machine heen gesimuleerd, waardoor snel en overzichtelijk de aandachtspunten van de machine te zien zijn. De twee onderdelen van de Mirage die meer aandacht vereisen zijn de messing 3-wegklep (of groepsklep) en het crossflow-systeem bij de onderste bajonet. Vervolgens zal ook de constantheid van de shots onderzocht worden.



DE NULMETING

4.1 HERHAALBAARHEID

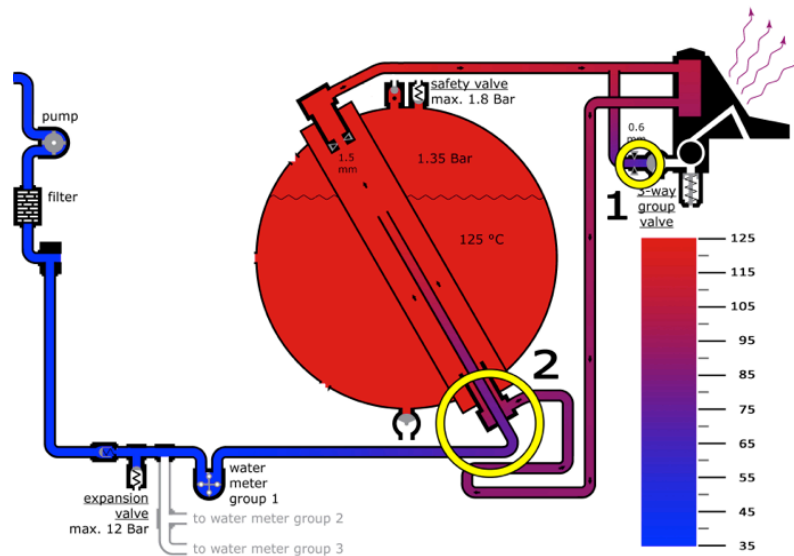
Om aan te kunnen tonen hoe nauwkeurig de meetresultaten zijn moet bewezen worden dat de resultaten herhaalbaar zijn. Alleen als dit het geval is mogen er conclusies uit de meetresultaten getrokken worden. Om dit te bewijzen moeten shots van verschillende momenten vergeleken worden en daaruit aangetoond worden dat deze vrijwel dezelfde meetresultaten geven.



Grafiek 4.1: Watertemperatuur bij de onderste bajonet uitgezet tegen de tijd

4.2 TEMPERATUURSIMULATIE

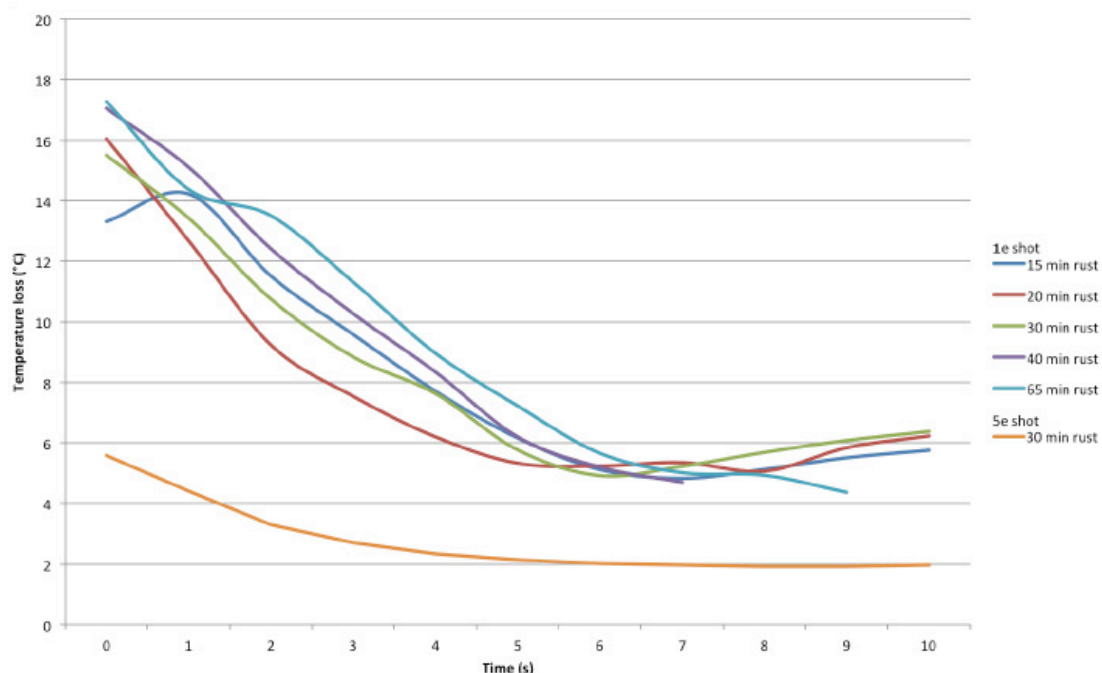
Afbeelding 4.1 laat de temperatuur in de machine na 59 minuten rust zien. Deze simulatie is opgesteld aan de hand de waarden van 8 meetpunten verdeeld over de machine. In hoofdstuk 3.2 van de bijlage zijn de waarden van al deze punten gegeven. Uit de simulatie komen twee aandachtspunten naar voren. De messing 3-weg-klep (1) en het crossflow-systeem in de onderste bajonet (2). Deze twee punten zullen in de volgende twee paragrafen verder onderzocht worden. Verder is te zien dat het thermosifon-systeem zijn werk goed doet.



Afbeelding 4.1: Simulatie van de temperatuur in de machine tijdens stilstand

4.3 DE 3-WEG-KLEP

Uit de temperatuursimulatie bleek dat de messing 3-weg-klep, wat een goede warmtegeleidbaarheid is, tijdens stilstand tot wel 25 °C (zie onderzoeksrapport – hoofdstuk 7.3.1) afkoelt. Dit heeft tot gevolg dat het water de eerste 10 seconde van het eerste shot gemiddeld 12 °C (zie onderzoeksrapport – hoofdstuk 7.3.2) verliest aan de klep. Deze temperatuurverlies is bij het 5e shot al gedaald tot gemiddeld 2,5 °C over diezelfde eerste 10 seconde. Grafiek 4.2 laat dit ook zien, hierbij is de oranje lijn het 5e shot om 13:07. Tijdstip 0 is in dit geval het begin van het shot.

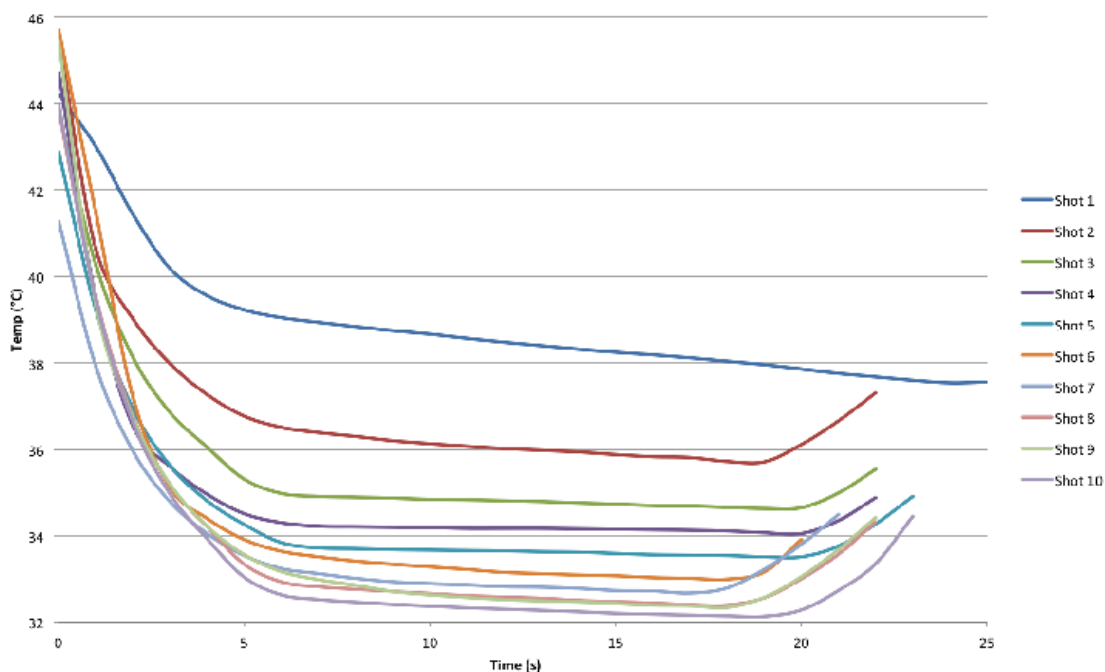


Grafiek 4.2: Temperatuurverlies van het water tijdens de 1e 10 seconde van het shot na de aangegeven tijd rust

DE NULMETING

4.4 CROSSFLOW BIJ DE ONDERSTE BAJONET

Bij de temperatuursimulatie kwam naar voren dat naar dit punt wat extra aandacht nodig had. Bij dit punt in de machine kruisen het koude water, wat uit de kraan komt en de warmtewisselaar vult, het warme water, wat tijdens het gebruik van de machine de warmtewisselaar verlaat en richting het groepshoofd gaat. Het doel hiervan is dat het koude water het warme water wat afkoelt en stabiliseert (zie hoofdstuk 6.3 van de bijlage). Uit de simulatie is al te zien dat het koude water tijdens stilstand snel opwarmt. In bijlage hoofdstuk 3.3.1 is te zien dat na 100 seconde rust het water al met 45 °C is opgewarmd. Dit heeft invloed op het koelende effect van het water, verder is de temperatuur van het koelende water nu heel onvoorspelbaar, omdat dit gedurende de tijd erg varieert. Tijdstip 0 is in dit geval het begin van het shot.

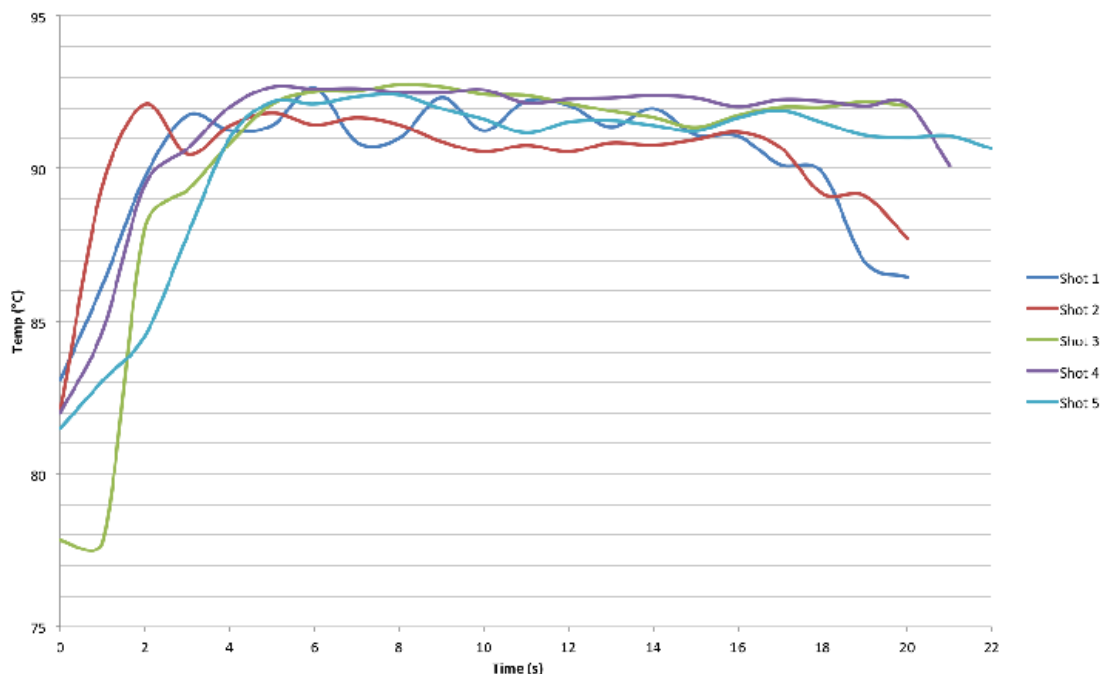


Grafiek 4.3: Temperatuur van het koude water tijdens elk shot

Grafiek 4.3 laat zien wat de temperatuur van het water bij meetpunt B, vlak voordat het de warmtewisselaar ingaat, is. Hierbij is duidelijk te zien dat dit gedurende 10 shots achter elkaar steeds meer afneemt. Hierbij wordt tussen de shots telkens 15 seconde rust genomen. Het temperatuurverschil tussen de shots wordt wel kleiner, de 2 °C verschil tussen het 4e en 10e shot wordt door de rest van de machine welk redelijk opgevangen, maar dit voorkomen zal de shots nog meer ten goede komen.

4.5 CONSTANTHEID VAN DE SHOTS

Deze paragraaf behandelt uiteindelijk het belangrijkste onderdeel van de machine. Hierbij wordt de constantheid van de temperatuur van het water wat op het koffiebed komt behandeld. Dit is uiteindelijk het water waar de koffie van bereid wordt en waar de eindgebruiker ook het meeste waarde aan hecht. Hoe constanter deze temperatuur is, ongeacht de rust ervoor en het hoeveelste shot in de reeks, hoe constanter de kwaliteit van de koffie gedurende een dag is. Je zal de constantste shots mogen verwachten van de situatie waarin er een 60 cc flush is geweest voordat de shotreeks begint, omdat de machine hier heeft kunnen opwarmen voordat het shot begint. Zoals grafiek 4.4 laat zien is dit niet het geval. De temperatuurfluctuatie tijdens het shot biedt ruimte voor verbetering.



Grafiek 4.4: Temperatuur van het water wat uit de machine komt met een 60 cc flush

4.6 CONCLUSIE

De nulmeting geeft aan dat er twee plekken in de machine zijn die wat extra aandacht nodig hebben, dit zijn de 3-weg-klep en het crossflow-systeem. Eerst zal geprobeerd worden om de groepsklep minder te laten afkoelen, waardoor hij minder energie uit het water absorbeert, waardoor het water minder in temperatuur daalt. Als hier een oplossing voor is gevonden waarbij het water zo min mogelijk en zo constant mogelijk warmte verliest, zal worden onderzocht hoe het water verder zo constant mogelijk de machine kan verlaten. Hierbij moet geprobeerd worden het onvoorspelbare crossflow-systeem minder belangrijk voor het shot gemaakt worden. Deze onvoorspelbaarheid komt ook van andere afkoelende onderdelen in de machine, daarom wordt een totaal nieuwe techniek onderzocht, waarbij het water pas vlak voor het groepshoofd gemengd wordt door constant warm en koud water. Het warme water wordt boven uit de warmtewisselaar gehaald. Het koude water komt direct uit de kraan.

5

DE 3-WEG-KLEP



KEES VAN DER WESTEN

Uit de nulmeting blijkt dat via de 3-weg-klep veel warmte verloren gaat. Hierdoor zijn de eerste shots uit de machine nadat deze een tijd niet gebruikt is onvoorspelbaar. In dit hoofdstuk zullen hiervoor drie verschillende oplossingen opgedragen worden. Eerst worden de oplossingen uitgelegd, waarna kort de meetresultaten behandeld worden. Verdere meetresultaten kunnen in het onderzoeksrapport (hoofdstuk 5 – De 3-weg-klep) opgezocht worden. In het vorige hoofdstuk is gemeld dat ook het opgewarmde water wat de warmtewisselaar ingaat invloed op de onvoorspelbaarheid van de shots had, maar dat wordt in dit hoofdstuk niet behandeld.



DE 3-WEG-KLEP

5.1 TEMPERATUURVERLIES

In de nulmeting is al aangetoond dat de 3-weg-klep afkoelt. Belangrijk is om te weten waaraan hij zijn warmte verliest. De 3-weg-klep van messing wat bij 90 °C een thermische geleidbaarheid heeft 160,19 W/(m * K) (zie hoofdstuk 8.3.2 van de bijlage). Deze messing 3-weg-klep is met de rest van de machine verbonden doormiddel van koperen buizen. Koper heeft bij 90 °C een bijna 2,5 keer hogere thermische geleidbaarheid, namelijk 392,80 W/(m * K) (zie hoofdstuk 8.3.4 van de bijlage). Wat betekend dat er twee dingen gebeuren. Allereerst loopt er geen warm water meer door de klep, waardoor het messing, verder dan het aanhechtpunt met de koperen buizen, niet meer opgewarmd wordt. Wel heeft het messing nog warmte, na een shot ongeveer 85 °C (zie hoofdstuk 3.2.2 van de bijlage), de lucht om de 3-weg-klep is een stuk kouder, namelijk 55 °C (zie hoofdstuk 6.2 van de bijlage). De 3-weg-klep gaat dus door convectie zijn warmte afstaan aan de lucht eromheen. Wat er ten tweede gebeurd is dat de koperen buizen die niet meer warm gehouden worden, omdat er ook geen warm water meer doorheen stroomt, via conductie warmte van de 3-weg-klep overnemen.



Afbeelding 5.1: Schematische tekening van de 3-weg-klep

5.2 DE DRIE MOGELIJKE OPLOSSINGEN

In deze paragraaf worden de drie onderzochte oplossingen behandeld. De eerste onderzochte oplossing is de messing groepsklep die verbonden is met het groepshoofd. Vervolgens is een geïsoleerde messingklep onderzocht en als laatste is er een RVS-klep bekeken. Verdere informatie over de kleppen kan in bijlage hoofdstuk 4 gevonden worden.

5.2.1 VERBONDEN MESSING GROEPSKLEP

Om te voorkomen dat de messing 3-weg-klep afkoelt kan hij actief warm gehouden worden. Een onderdeel in de bestaande machine dat actief op temperatuur gehouden wordt is het groepshoofd, want die wordt door het thermosifon-systeem rond de 88 °C gehouden (die temperatuur is, onder andere, afhankelijk van de doorlaat van het stuwte in de bovenste bajonet). Door de vorm van de machine kan de groepsklep niet meteen achter de groep geplaatst worden, dus daarom is er een messing verbindstuk tussen de groepsklep en het groepshoofd aangebracht. Op afbeelding 5.2 is te zien hoe de constructie eruitzag.

DE 3-WEG-KLEP



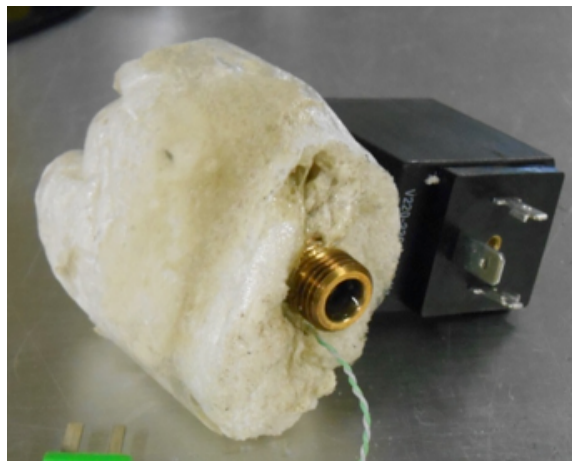
Afbeelding 5.2: Het groepshoofd met het messing verbindstuk en de messing groepsklep

5.2.2 GEÏSOLEERD MESSING GROEPSKLEP

Om de messing 3-weg-klep minder af te laten koelen is de groepsklep geïsoleerd. Dit is gedaan door een dikke laag polyurethaanschuim (PUR-schuim). Het PUR-schuim zorgt ervoor dat er stilstaande lucht (thermische geleidbaarheid van $0,0306 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$) (zie hoofdstuk 8.2 van de bijlage)) rond de groepsklep zit. Het nadeel is dat de groepsklep natuurlijk nog wel warmte afstaat aan de onderdelen die met hem verbonden zijn. Afbeeldingen 5.2 en 5.3 geven weer hoe deze isolatie eruit zag.



Afbeelding 5.3: Zij aanzicht van de PUR-geïsoleerde messing 3-weg-klep



Afbeelding 5.4: De met PUR-geïsoleerde messing 3-weg-klep

DE 3-WEG-KLEP

5.2.3 RVS GROEPSKLEP

Er is ook getest met een groepsklep waarvan het materiaal een lagere thermische geleidbaarheid heeft. De thermische geleidbaarheid van messing is $160,19 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$ (bij 363 K) en die van RVS is $16,30 \text{ W/(m}^{\circ}\text{K)}$ (bij 353 K) (zie hoofdstuk 8.2.1 en 8.2.2 van de bijlage). De geleidbaarheid van RVS is dus ongeveer tien keer kleiner, de verwachting is daarom dat de groepsklep allereerst minder snel afkoelt en vervolgens minder warmte van het water wat erdoorheen loopt absorbeert.

De leverancier, Parker, levert wel AiSi304 RVS 3-weg-kleppen, maar bij Kees van der Westen gebruiken ze voor andere machines al RVS flenskleppen die samen met een RVS-flens (zie afbeelding 5.5) tot een 3-weg-klep uitgebreid kan worden. Op afbeelding 5.6 is te zien hoe deze 3-weg-klep eruit ziet.



Afbeelding 5.5: Het RVS uitbreidstuk



Afbeelding 5.6: De gebruikte RVS 3-weg-klep

Om uit te vinden of deze RVS-klep voor verbeteringen zorgt is er net als bij de messing-groepsklep een hele dag gemeten. Het logboek hiervan is in bijlage hoofdstuk 9 te vinden.

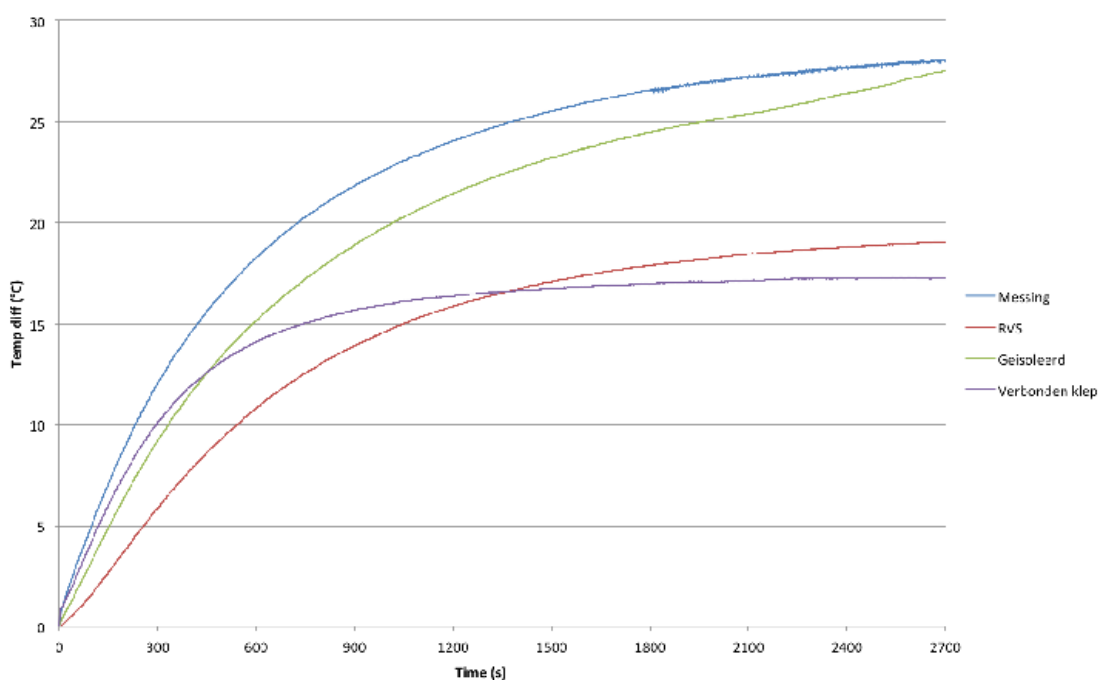
5.3 DE AFKOELSNELHEID

Allereerst is het belangrijk om te kijken hoeveel temperatuur elke set-up verliest als de machine voor langere tijd niet gebruikt wordt. In grafiek 5.1 is te zien dat de oude situatie, waarbij de messing groepsklep gewoon los hing inderdaad de meeste warmte verliest. In dit figuur is de temperatuurafname ten opzichte van de temperatuur van de groepsklep bij het begin van de rust uitgezet. Dit houdt in dat de machine 45 minuten niet gebruikt wordt. Voor de 45 minuten rust zijn bij alle metingen eerst 5 shots gezet.

De geïsoleerde messing groepsklep verliest iets minder snel zijn warmte en blijft lang gemiddeld 2°C warmer dan de originele groepsklep. Uiteindelijk verliest hij toch bijna evenveel warmte als de originele groepsklep. Dit is hoogst waarschijnlijk te verklaren aan het feit dat het PUR-schuim de messing groepsklep wel iets isoleert, maar dat hij uiteindelijk toch zijn warmte aan de koperen buizen afgeeft. De RVS groepsklep verliest beduidend minder snel zijn warmte als de messing kleppen, maar verliest uiteindelijk toch meer warmte dan de verbonden groepsklep. Wel moet in het achterhoofd gehouden worden dat de maximale temperatuur van de RVS groepsklep lager ligt, namelijk ongeveer 80°C ten opzichte van de 92°C van de messing kleppen. Dit is terug te lezen in hoofdstuk 6.5 van de bijlage. Ook is te zien dat de curve van de verbonden groepsklep vlakker is, dit houdt in dat hij nog steeds even snel afkoelt, maar daarna sneller een stabiele temperatuur heeft gevonden. Deze temperatuur is ook warmer dan die van de andere situaties.

DE 3-WEG-KLEP

Het feit dat de groepsklep afkoelt betekend de messing verbinding tussen hem en het groepshoofd toch afkoelt. Door een beter verbinding zal dit voorkomen kunnen worden. In een idealere situatie zal de verbonden groepsklep niet afkoelen. Aangezien dit niet het geval is, maar hij wel minder afkoelt dan in de andere situaties kunnen de conclusies die uit het vervolg van het onderzoek getrokken worden wel gebruikt worden. Opmerkelijk is om te zien dat vlak voor het eind van de 45 minuten de lijn van de geïsoleerde groepsklep ineens omhoog gaat, wat dus inhoud dat hij ineens sneller afkoelt. Omdat wel duidelijk is dat dit geen oplossing voor het probleem geeft is dit niet verder onderzocht. Voor verdere en preciezere data, zie onderzoeksrapport hoofdstuk 5.1. In grafiek 5.1 is de messing klep de originele situatie.



Grafiek 5.1: Verloren aantal graden ten opzichte van de begin temperatuur over 45 minuten

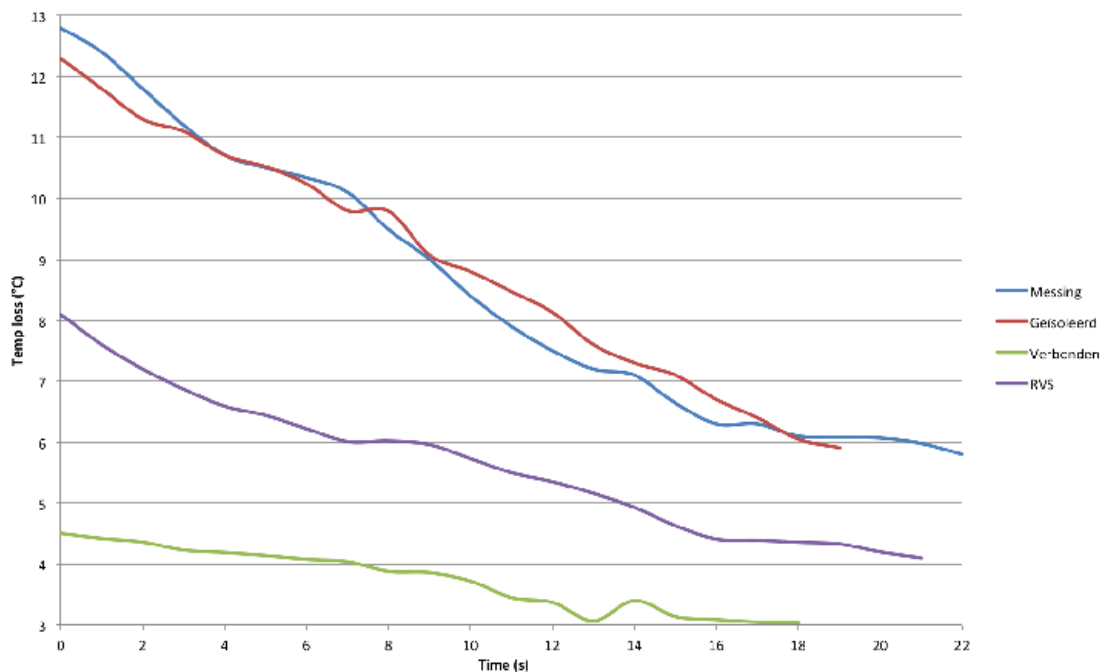
5.4 INVLOED OP DE SHOTS

In deze paragraaf wordt eerst gekeken naar de hoeveelheid warmte die de verschillende kleppen absorberen en vervolgens wat de temperatuur van de shots dan is als ze uit de machine komen. Hierbij worden elke keer de 1ste 2 shots bekeken voor elke groepsklep na de verschillende flush-groottes en elke keer na 30 min rust.

DE 3-WEG-KLEP

5.4.1 TEMPERATUUR ABSORPTIE KLEPPEN

In deze paragraaf wordt bekeken hoeveel energie elke afgekoelde groepsklep na 30 minuten afkoelen uit het water wat er doorheen loopt tijdens het 1ste shot absorbeert. Hierbij worden de verschillende hoeveelheden flush onderzocht. Een flush zorgt er voor dat de groepsklep al wat kan opwarmen, waardoor hij minder energie uit het water haalt wat bedoeld is voor de shots. In bijlage hoofdstuk 4.4.2 is de temperatuur van de groepsklep te zien aan het begin van elk onderzocht shot. In grafiek 5.2 is te zien wat het temperatuur in het extreemste geval is. Dit is een shot zonder een flush voorafgaand. Hierbij wordt het temperatuurverschil tussen het meetpunt voor en na de 3-weg-klep weergegeven, dit is dus de temperatuur die het water aan de klep verloren is.

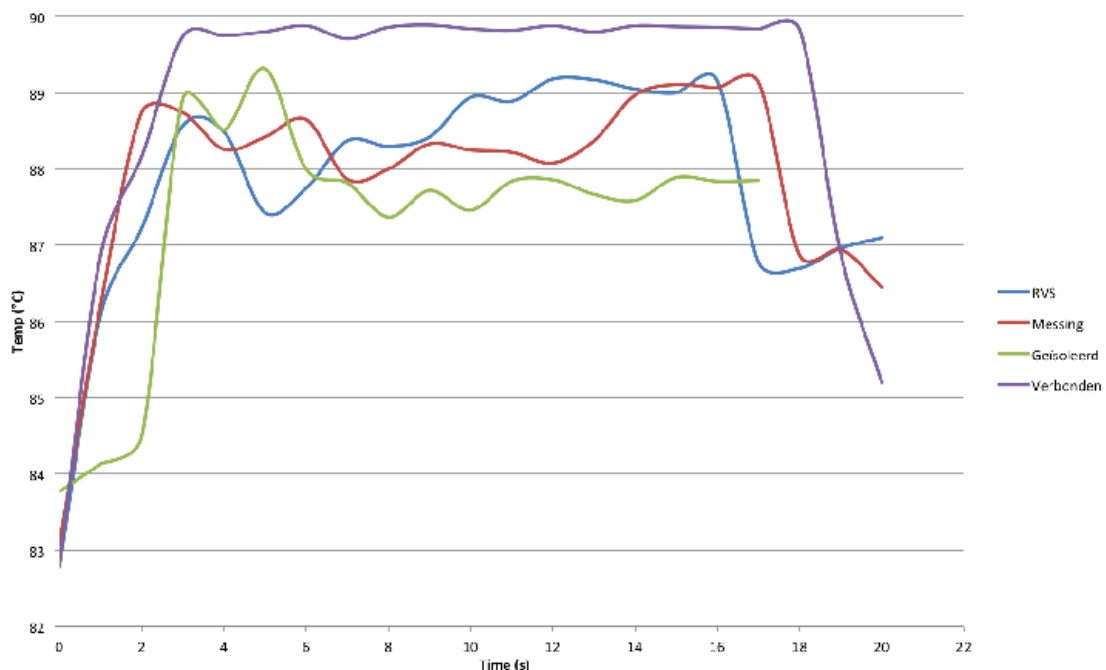


Grafiek 5.2: Temperatuurverlies van het water bij geen flush uitgezet tegen de tijd

Hierin is goed te zien dat de verbonden groepsklep het minste energie absorbeert en ook door een constantere absorptie voor een constanter shot zorgt. In hoofdstuk 5.2 van het onderzoeksrapport wordt dit uitgebreider uitgelegd.

5.4.2 TEMPERATUUR IN DE FILTERDRAGER

In deze paragraaf wordt gekeken naar de temperatuur van het water wat het groepshoofd verlaat, dus waarvan uiteindelijk het espresso-shot gemaakt zal worden. Hierbij is de temperatuur gemeten door middel van de aangepaste filterdrager, omdat het teveel geld zal kosten om telkens met echte koffie te meten. Verder neem je hier ook een variabele mee weg. De weerstand die de koffie levert is namelijk afhankelijk van de fijnheid van de maling en van de druk waarmee getampt (zie begrippenlijst) is. Deze filterdrager imiteert de weerstand van koffie, in bijlage hoofdstuk 2.3 wordt uitgelegd hoe dit werkt.



Grafiek 5.3: Temperatuur van alle 1ste shots met de 60 cc flush uitgezet tegen de doorlooptijd

In grafiek 5.3 zijn de eerste shots na een 60 cc flush weergegeven. Deze situatie gaf de duidelijkste uitkomst over wat de invloed van de kleppen op de watertemperatuur is. Zo is te zien dat het water wat door de verbonden groepsklep heeft gelopen het minste warmte heeft verloren en ook het meest temperatuurconstante shot oplevert. In hoofdstuk 5 van het onderzoeksrapport zijn de verschillende kleppen met verschillende flushes verder geanalyseerd.

DE 3-WEG-KLEP

5.5 CONCLUSIE

Uit de nulmeting was al gebleken dat de originele plaatsing van de messing groepsklep niet ideaal was. Hij koelt op deze plek in 45 minuten ongeveer 28 °C af. De met PUR geïsoleerde groepsklep biedt op dit probleem geen oplossing, omdat deze ook bijna 28 °C afkoelt. Zowel de RVS groepsklep als de verbonden groepsklep bieden wel een verbetering op de originele situatie. De RVS groepsklep koelt ongeveer 19 °C af en de verbonden groepsklep koelt maar 17 °C af, wat nog verminderd kan worden bij een beter verbinding tussen hem en het groepshoofd.

Uiteindelijk heeft dit warmteverlies rond de groepsklep tot gevolg dat de temperatuur van het water bij de douche in het geval van de geïsoleerde en originele groepsklep altijd te koud is. De gemiddelde temperatuur van de shots die door de RVS groepsklep lopen zijn niet afhankelijk van de flush en zijn telkens ongeveer 88 °C. De verbonden klep heeft na een 60 cc flush de hoogste gemiddelde temperatuur, namelijk 89 °C. Deze temperatuur kan bij de mindere flushes ook bereikt worden als de klep beter met het groepshoofd verbonden zal zijn, omdat de klep dan minder zal afkoelen.

Hieruit kan geconcludeerd worden dat in het huidige onderzoek de RVS groepsklep de beste oplossing is, omdat dit gedurende de verschillende flushes gemiddeld voor de hoogste temperatuur zorgt (zie hoofdstuk 4 van de bijlage). Hij heeft echter wel een groot nadeel, door de lagere warmtegeleidbaarheid warmt de hij minder snel op, waardoor de temperatuurafname tijdens de shots even groot blijft. Hierdoor zal het bij intensief gebruik van de machine langer duren voordat de shots niet meer afkoelen in de groepsklep. De verbonden groepsklep is van messing en heeft een hoge warmtegeleidbaarheid. Hierdoor is hij sneller op temperatuur, waardoor de temperatuurafname van de shots tijdens intensief gebruik kleiner wordt. Als de groepsklep beter actief warm gehouden wordt, door hem bijvoorbeeld dichter bij het groepshoofd te plaatsten, zal hij ook tijdens stilstand minder afkoelen, waardoor bij het eerste shot ook minder temperatuurverlies ondervindt. Verder is een messing 3-weg-klep financieel ook aantrekkelijker omdat deze bijna tien keer zo goedkoop is als zijn RVS tegenhanger. Daarom is ervoor gekozen om met de verbonden messing 3-weg-klep verder te gaan.

6

HET MIXBLOK



KEES VAN DER WESTEN

In dit hoofdstuk wordt het mixblok wat het koude en warme water mengt voor het koffiewater besproken. Hierbij komt het warme water boven uit de boiler en heeft een constante temperatuur van 110°C . Het koude water komt direct uit de kraan. Hierbij wordt uitgelegd waarom het zo gedaan is, hoe het mixblok tot stand is gekomen en wat de prestaties van het mixblok zijn.

Het doel van deze opdracht is om een constante watertemperatuur uit de machine te krijgen, want als de temperatuur van het uitkomende water constant is, kan je dit voorspellen en dus ook goed reguleren. Het mixblok wordt vlak achter het groepshoofd geplaatst, waardoor het water bijna geen onderdelen meer tegenkomt tussen het mixblok en het groepshoofd. Hierdoor heeft de machine minder effect op de temperatuur van de machine, dus worden de shots constanter.



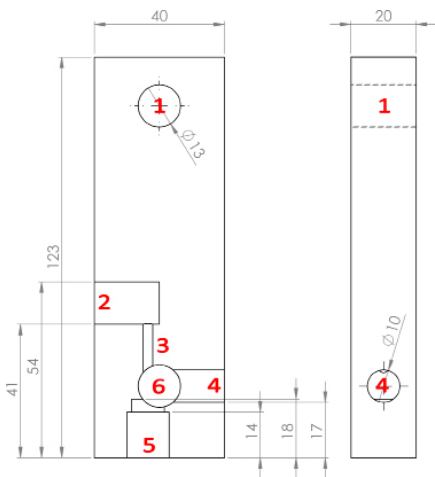
HET MIXBLOK

6.1 HET ONTWERP

Om dit voor elkaar te krijgen is er een mixblok in de machine geplaatst die koud en warm water met elkaar mengt. Het warme water komt boven uit de warmtewisselaar. In de warmtewisselaar zit 450 cc water wat door de boiler op 125 °C wordt gehouden. Dit houdt in dat het water wat de warmtewisselaar verlaat een constante temperatuur heeft. Het koude water komt uit een direct uit de kraan, wat als het goed is ook constant is. Wel verschilt de watertemperatuur per locatie en weersomstandigheden, hier moet dus in het ontwerp rekening mee gehouden worden.

Ook het mixblok en de groepsklep moeten een constante temperatuur hebben ongeacht de intensiteit waarin de machine gebruikt wordt. Dit wordt gedaan door het mixblok in het thermosifon-systeem op te nemen. Vervolgens wordt de groepsklep aan het mixblok bevestigd, zodat deze ook op temperatuur blijft.

Afbeelding 6.1 laat het ontwerp zien. Hierin is punt 1 de doorgang voor het thermosifon-systeem. Dit gat loopt door het hele blok heen. Vlak voor het blok wordt een 1,5 mm stuwteje geïnstalleerd om de temperatuur van zowel het blok als het groepshoofd rond de 90 °C te houden. De ingang voor het koude water is punt 2. Vervolgens moet het koude water door punt 3, wat een 3 mm brede gang is. De doorgang van dit water wordt belemmerd door het verstelbare stuwteje wat op punt 5 geïnstalleerd wordt. Hierbij steekt de punt van het stuwteje precies in het gat van punt 3. Het warme water komt binnen door punt 4, de doorgang van dit water wordt belemmerd door een vast stuwteje, de maat van dit stuwteje wordt in paragraaf 6.4 onderzocht. Het gemengde water verlaat uiteindelijk het mixblok in punt 3. Afbeelding 6.2 laat zien hoe het mixblok er in het echt uitzag.



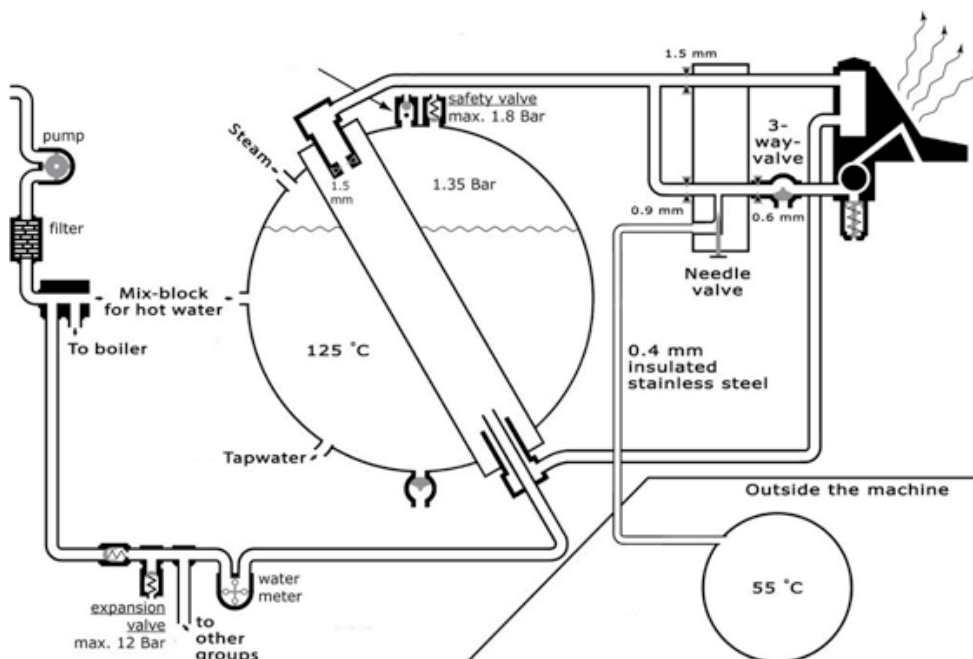
Afbeelding 6.1: Ontwerp van het mixblok



Afbeelding 6.2: Het mixblok

6.2 INBOUW IN DE MACHINE

In dit deel van het verslag wordt alleen de definitieve opstelling van het mixblok besproken. De voorgaande versies kunnen terug gevonden worden in bijlage hoofdstuk 5. Uit de eerdere versies van het mixblok bleek dat het inkomende koude water teveel fluctueerde. Om dit toch zo constant mogelijk te krijgen wordt gebruik gemaakt van een groot waterreservoir. Hoe groter dit reservoir hoe constanter het water. Het doel is om dit reservoir niet actief te verwarmen, wat betekend dat het water de omgevingstemperatuur binnen in de machine overneemt. Na metingen¹ bleek dit 55 °C te zijn. Omdat er in de huidige machine geen plek is om een groot reservoir vlak bij het mixblok te plaatsen is dit geïmiteerd door een 1 liter boiler buiten de machine actief op temperatuur te houden. Het water uit de boiler wordt door een geïsoleerde 4 mm RVS-buis naar het mixblok geleid. Dit is gedaan om zo min mogelijk water in contact te brengen met het actief warm gehouden mixblok. Afbeelding 6.3 geeft een schematische weergave van hoe het mixblok in de machine is gebouwd, in hoofdstuk 7.2 – Aanpassingen machine van de bijlage is te zien hoe dit er in het echt uitzag.



Afbeelding 6.3: Schematische weergave van het systeem met mixblok

6.3 VERSTELBAAR STUWTJE

Het doel van het mixblok was om de temperatuur van het uitkomende water te reguleren door met een verstelbaar stuwkje meer of minder koud water bij de mix te laten komen. Het warme water gaat door een vast stuwkje. Het doel was een temperatuurdomein tussen de 85 °C en 95 °C te krijgen. Hiervoor moest onderzocht worden welk vaste stuwkje het warme water moest hebben. Er zijn in totaal drie maten onderzocht; 0,9 mm, 1,0 mm en 1,5 mm. Bij het 0,9 mm stuwkje kwam een domein van 82 °C tot 86 °C². Het 1,0 mm stuwkje zorgde voor een iets hoger domein, namelijk tussen de 84,5 °C en 87,5 °C³. Het hoogste domein kwam van

¹ zie bijlage, hoofdstuk 6.2

² zie onderzoeksrapport, hoofdstuk 6.1.1

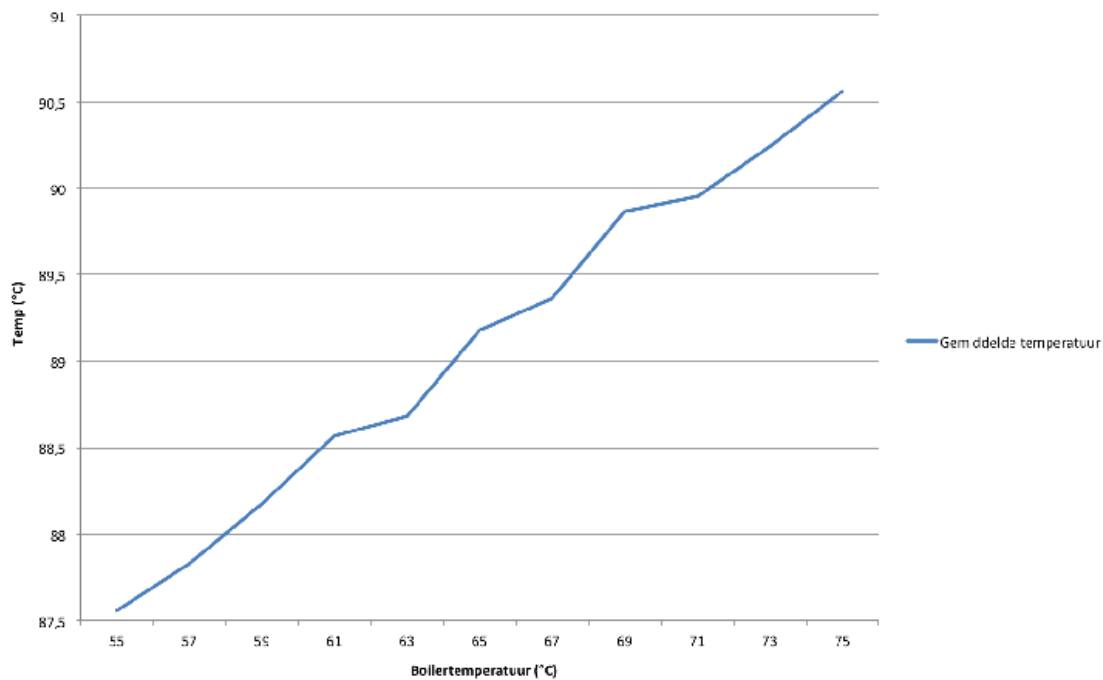
³ zie onderzoeksrapport, hoofdstuk 6.1.2

HET MIXBLOK

het 1,5 mm stuwkje, deze had een domein tussen de 86,5 °C en 88,1 °C¹. Zoals te zien is komt geen van deze stuwktes in de buurt van het beoogde domein. Er had verder onderzoek gedaan kunnen worden naar een stuwkje wat welk geschikt is, maar de grootte van het domein viel ook tegen. Verder is ontdekt dat het instellen van de temperatuur door middel van dat verstelbare stuwkje nagenoeg onmogelijk is, omdat niet bekend is hoeveel je hem gedraaid hebt. Daarom is er besloten om in plaats van het verstelbare stuwkje de temperatuur van het uitkomende water te reguleren door de temperatuur van de, nu nog, externe boiler te verhogen. Dit wordt in de volgende paragraaf behandeld.

6.4 WISSELENDE BOILERTEMPERATUUR

Tijdens het onderzoek naar de gewenste boilertemperatuur is het stuwkje op een vaste positie van 5,5 slag open gezet, dit gaf het koude water een doorgang van 0,20 mm². Voor het warme water wordt nog steeds het 1,5 mm stuwkje gebruikt, omdat dit in combinatie met de 55°C boilertemperatuur een begin temperatuur van 87,5 °C gaf. Hiermee werd de verhouding warm/koud water 1:0,1720. Grafiek 6.1 geeft de gemiddelde temperatuur van de vijf shots per boilertemperatuur weer. Aan de bijna lineaire lijn is te zien dat door middel van het instellen van de boiler de temperatuur van het uitkomende water goed te bepalen is. Ook waren de shots aanzienlijk constanter, de temperatuur van het water tijdens een shot fluctueerde gemiddeld nog maar 2,5 °C⁽²⁾.



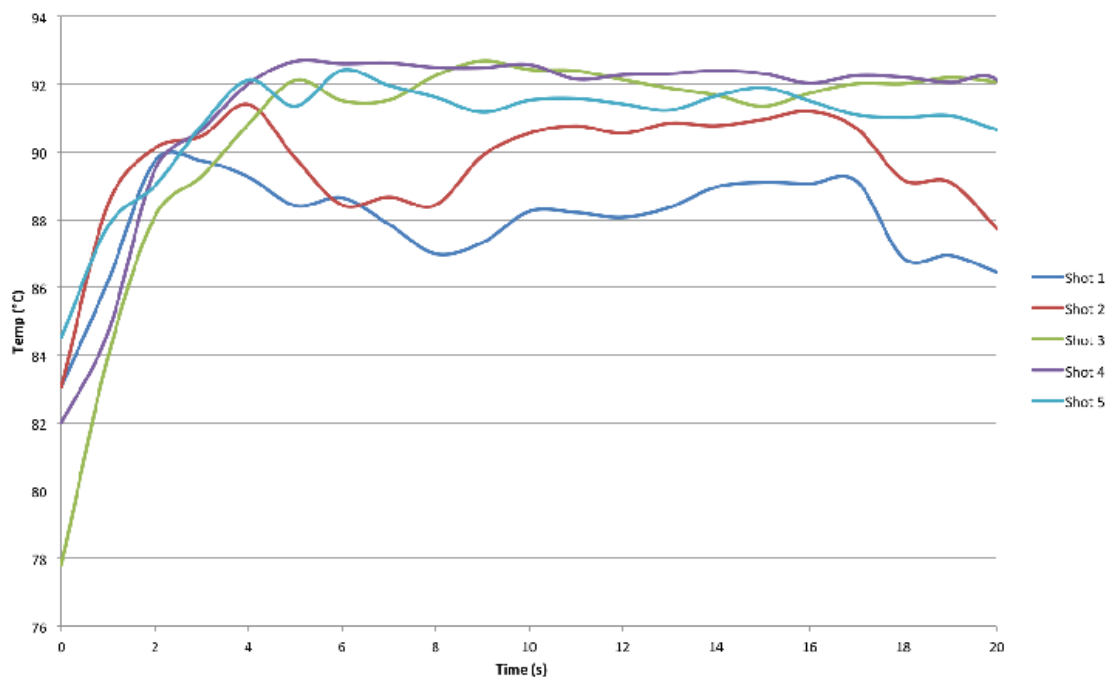
Grafiek 6.1: Gemiddelde temperatuur van de 5 shots

¹ zie onderzoeksrapport, hoofdstuk 6.1.3

⁽²⁾ zie bijlage, hoofdstuk 5.2.2

6.5 VERGELIJING MET DE ORIGINELE SITUATIE

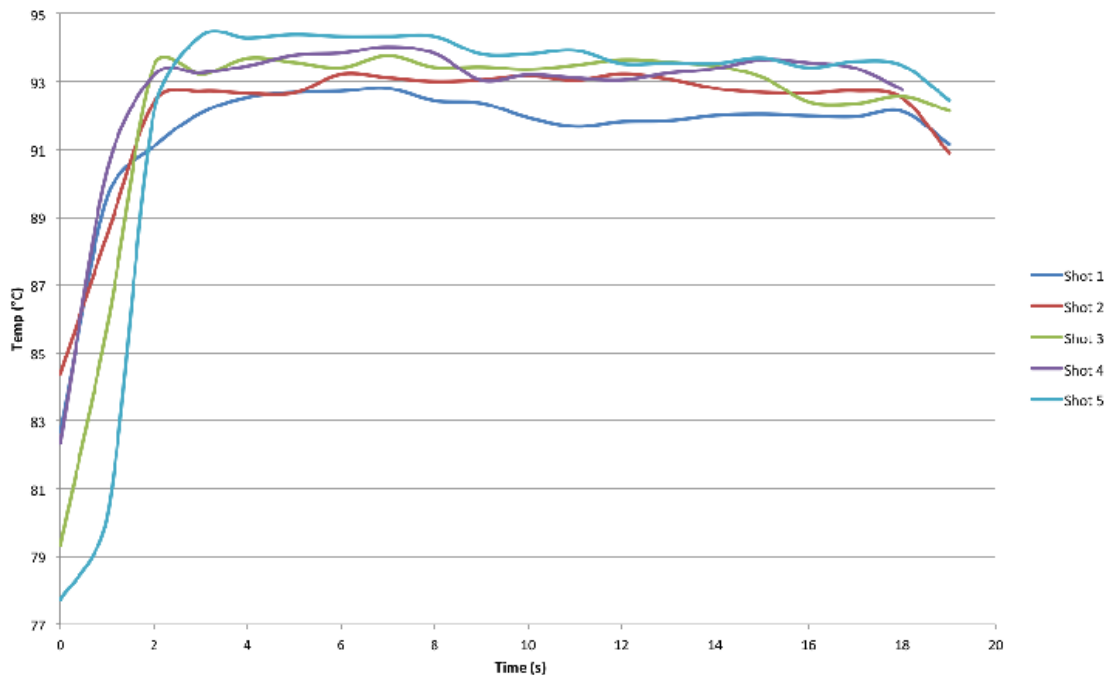
Om te zien of het mixblok ook daadwerkelijk voor een verbetering in de stabiliteit van de watertemperatuur zorgt, moet dit vergeleken worden met de metingen die aan de originele machine zijn uitgevoerd. Hierbij is het belangrijk om naar twee dingen te kijken. De stabiliteit van de temperatuur tussen de shots, dit geeft aan dat er onderdelen in de machine zitten die moeten opwarmen. Ook moet er gekeken naar de fluctuatie van de temperatuur tijdens het shot, dit geeft aan hoe stabiel de temperatuur tijdens het shot is. Voor de resultaten van de originele machine is de shotreeks van 11:52 gebruikt. Hier had de machine 30 minuten stilgestaan en is er een 60 cc flush geweest. Voor de resultaten van het mixblok is de shotreeks van 15:09 gebruikt. Hier had de machine 18 minuten stilgestaan en is er een 60 cc flush geweest. Zie hoofdstuk 6.3 van het onderzoeksrapport voor meer informatie. Grafiek 6.2 geeft de temperatuur van het water in de filterdrager bij de originele meting weer. Hierin is te zien dat de gemiddelde temperatuur van de shots onderling 3,27 °C fluctueert. Tijdens het shot fluctueert de temperatuur minimaal 3,19 °C.



Grafiek 6.2: Temperatuur van het water bij de nulmeting in de filterdrager

Grafiek 6.3 geeft de temperatuur van het water in de filterdrager met het mixblok weer. Er valt al gelijk op dat de shots veel dichterbij elkaar liggen en dat de temperatuur van het water tijdens de shots veel constanter is. De gemiddelde temperatuur van het water verschilt onderling 1,18 °C. Tijdens het shot fluctueert de temperatuur maximaal 2,26 °C.

HET MIXBLOK



Grafiek 6.3: Temperatuur van het water bij het mixblok in de filterdrager

Als beide grafieken naast elkaar bekeken worden en de shots onderling en zelfstandig bekeken worden is goed te zien dat het mixblok voor veel stabielere shots zorgt. Zowel bij de hele reeks als het shot zelf is de temperatuur van het water bij het mixblok stabiel.

6.6 CONCLUSIE

Uiteindelijk is gebleken dat het mixblok een constantere watertemperatuur geeft dan de originele toestand, waardoor dit dus een verbetering is. Toch moest de boiler voor het “koude” water hiervoor wel dusdanig aangepast worden dat het in twijfel getrokken kan worden of dit de effectiefste manier is. Vooral omdat er nu toch al een boiler met warmte-element aan te pas komt. Daarom is ervoor gekozen om het mixblok weg te nemen en de temperatuur van de boiler op te schroeven tot rond de 90 °C. Hiermee veranderd de machine wel in een dubbel boiler systeem. Dit zou in het volgende hoofdstuk verder behandeld worden.

7

DE NIEUWE MACHINE



KEES VAN DER WESTEN

Het oorspronkelijke doel van de opdracht was om de Kees van der Westen Mirage te vernieuwen. Na onderzoek bleek dat er geen grote verbeteringen te behalen zijn met kleine ingrepen, op het verbinden van de messing groepsklep met het groepshoofd na. Toch zijn er na grote ingrepen, het plaatsen van een tweede (koffie-)boiler, interessante resultaten te behalen. Hierdoor is besloten om een geheel nieuwe machine te gaan ontwikkelen, dit houdt in dat de machine weer vanaf de basis opgebouwd gaat worden.

Omdat er tijdens de opdracht nog een aantal extra eisen van de opdrachtgever naar boven kwamen ten behoeve van deze machine is hieronder een nieuw eisen pakket voor deze machine opgezet. Dit hoofdstuk is alleen een ontwerpvoorstel, er is verder geen onderzoek gedaan naar verschillende concepten. Dit is meer een opzet voor een vervolgoopdracht waarin deze nieuwe machine ontwikkeld gaat worden.

DE NIEUWE MACHINE

7.1 CONCLUSIES UIT HET ONDERZOEK

Uit het onderzoek wat hiervoor besproken is kond een duidelijk advies getrokken worden die de constantheid van de watertemperatuur ten goede kwam. Dit advies was dat het water met zo min mogelijk tussenkomende onderdelen bij de koffie moest komen, want elk onderdeel kon ervoor zorgen dat de watertemperatuur veranderde. Een onderdeel wat sowieso tussen de boiler en het groepshoofd geplaatst moet worden is de 3-weg-klep, die het water doorlaat naar het groepshoofd. Deze moet aan het groepshoofd verbonden worden om hem op een constante temperatuur te houden. Verder wordt het water direct uit de boiler gebruikt in plaats van via een warmtewisselaar, omdat de watermassa van de boiler ervoor zorgt dat de watertemperatuur constant gehouden wordt.

7.2 PROGRAMMA VAN EISEN

Nadat het voorstel voor een geheel nieuwe machine gepresenteerd was aan de opdrachtgever gaf deze aan dat er dan ook een aantal nieuwe eisen aan verbonden zouden worden. De hebben vooral met zijn positie in de markt te maken. Zo wordt deze nieuwe machine als het instapmodel gezien, waardoor hij de goedkoopste machine uit de lijn moet zijn. Wel moet door middel van een modulair optiesysteem de machine uitgebouwd worden tot een machine die que kostprijs richting de duurste machine, de Spirit, gaat. Dit heeft dus tot gevolg dat de machine in essentie erg kaal is. Om de kostprijs van de nieuwe machine nog verder te drukken moet hij makkelijker en sneller te assembleren zijn dan de overige machines van Kees van der Westen, wat inhoudt dat er zo min mogelijk losse onderdelen moeten zijn. De gebruiker moet ook vrij eenvoudig de temperatuur van het water wat de machine verlaat in kunnen stellen, bij voorkeur digitaal.

De eisen nog een keer opgesomd:

- Machine moet goedkoper beginnen dan de Mirage.
- Machine moet na alle opties bijna even duur als de Spirit kunnen worden.
- De goedkope machine moet erg basisch zijn.
- De machine moet makkelijk en snel te assembleren zijn.
- De machine moet gebruik maken van goedkope materialen, maar nog steeds van hoge kwaliteit zijn.
- De machine moet geen gevaar vormen voor de Mirage of Spirit.
- De temperatuur van het water wat uit de machine komt moet binnen 1 °C constant zijn, ongeacht de intensiteit van het gebruik en andere omgevingsfactoren.

7.3 ONTWERPVOORSTEL

Uit dit eisenpakket is een ontwerpvoorstel voortgekomen. Dit ontwerp zou in een vervolgoopdracht tot een concreet product gebracht worden.

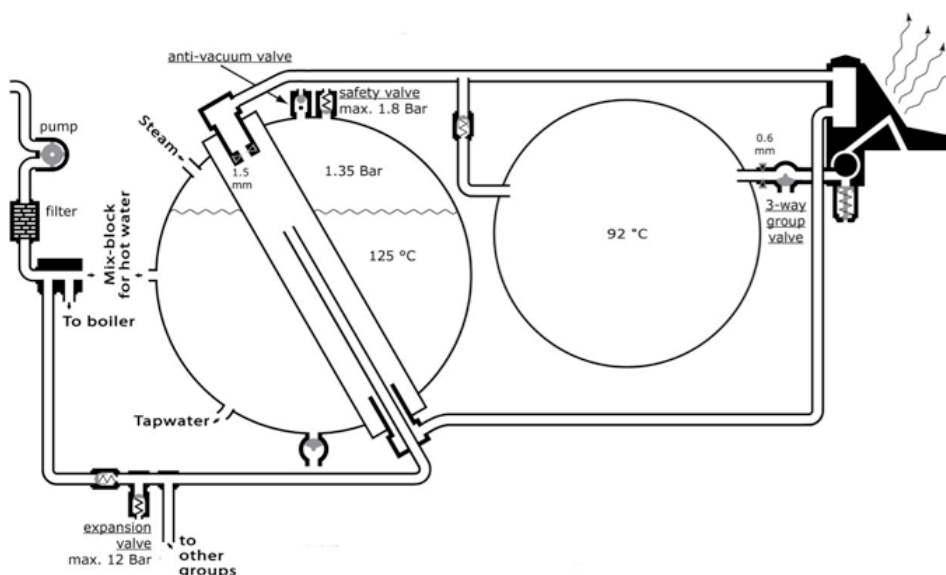
DE NIEUWE MACHINE

7.3.1 BASISMACHINE

De basismachine moet erg simpel en kaal zijn, waardoor de kosten gedrukt kunnen worden en er een lage verkoopprijs behaald kan worden. Hierom is ervoor gekozen om de machine een Bastone-bediening te geven. Hierbij wordt de groep door middel van een hendel handmatig aan of uit gezet, dit heeft als voordeel dat de machine geen brein nodig heeft om bij te houden wanneer hij de groep zelf uit moet zetten. Er is besloten om nog steeds gebruik te maken van het messing groepshoofd voor de stabilisatie van het water, omdat dit systeem het minst arbeidsintensief is. Het groepshoofd wordt in de basismachine warm gehouden door een thermosifon-systeem, omdat hier verder geen aansturing voor nodig is. Eventueel kan hierbij een verstelbaar stuwte in de bovenste bajonet geplaatst worden waarmee de gebruiker de temperatuur per groep zelf globaal in kan stellen. De behuizing bestaat uit een stuk die gemakkelijk aan de machine bevestigd kan worden. De zijplaten van de machine zijn van het goedkoopste materiaal en eenvoudig vorm gegeven. Toch moeten deze zijplaten wel de bekende Kees van der Westen-uitstraling hebben. De nieuwe machine wordt zoals bij de Spirit en Mirage ook als Duette (twee groepen) of Triplette (drie groepen) geleverd.

DUBBEL BOILERSYSTEEM

Heb belangrijkste aspect aan de machine is de constantheid van de watertemperatuur. Dit gaat bereikt worden doormiddel van twee boilers. De eerste boiler is de grootste boiler, dit is de stoomboiler. Deze boiler wordt op 1,35 bar (125 °C) gehouden voor krachtige stoom. Verder lopen door deze boiler warmtewisselaars die het water voor het thermosifon-systeem opwarmt. Dit voorverwarmde water wordt ook gebruikt om de tweede boiler mee te voeden. Deze boiler is de koffieboiler. De temperatuur van deze boiler kan door de gebruiker zelf bepaald worden, aan de hand van de watertemperatuur die hij op zijn koffie wenst. Deze boiler wordt zo dicht mogelijk achter de groepshoofden geplaatst, waardoor het water alleen nog maar door een actief warm gehouden 3-weg-klep hoeft voordat het bij het koffiebed komt. Dit verzekerd een constante watertemperatuur ongeacht de situatie waar de machine zich in bevind. Afbeelding 7.1 geeft een schematische weergave van het dubbele boilersysteem weer.



Afbeelding 7.1: Schematische weergave van het dubbele boilersysteem

DE NIEUWE MACHINE

7.3.2 MODULAIR SYSTEEM

Om de machine nog beter te laten presteren en luxer te maken is de machine uit te breiden met verschillende modulaire systemen. Dit kan het best vergeleken worden met de auto-industrie, hierbij koop je ook een basis auto waar je vervolgens voor een meerprijs opties aan toe kan voegen, zoals lichtmetalen velgen of een navigatiesysteem. Ook zullen er net zoals bij de auto-industrie bepaalde modellen tegen een iets lagere verkoopprijs een vast optiepakket hebben. Het modulaire betekent dat een gebruiker niet alle opties hoeft te nemen, maar kan kiezen welke hij wil. Sommige zijn wel afhankelijk van elkaar, omdat ze bijvoorbeeld een brein nodig hebben. Hieronder zullen de verschillende opties kort besproken worden.

TOUCHPAD MET BREIN EN WATERMETERS

Met de touchpad kan de gebruiker vier verschillende waterhoeveelheden instellen. De 5e knop is een continue stand. De machine moet bij de vier ingestelde waterhoeveelheden de groepsklep zelf uitzetten. Hiervoor moet hij weten hoeveel water er al door de groep is gegaan, dus moet er tussen de klep en de boiler een watermeter geplaatst worden. Verder moet er ook een brein in de machine zitten die dit alles bij kan houden.

PROGRESSIEVE PRE-INFUSIE

Om een mooiere extractie te krijgen kan de gebruiker ervoor kiezen om een PPI op zijn apparaat te laten installeren. In hoofdstuk 1.4 van de bijlage wordt de werking van een PPI uitgelegd.

SHOTTIMERS

Shottimers geven de doorlooptijd van de shots weer. De timer begint te lopen wanneer de groepsklep open gaat en stopt wanneer deze groepsklep weer gesloten wordt. Aan de hand van deze doorlooptijd kan de barista bepalen of het een goede extractie is geweest.

WARMTE ELEMENTEN IN DE GROEPSHOOFDEN

Het vier kilo zware messing groepshoofd is zeer afhankelijk van de omgevingstemperatuur rondom de machine. Als deze buiten of op de tocht gebruikt wordt koelt het groepshoofd teveel af, waardoor hij de temperatuur van het water wat naar het koffie gaat niet stabiliseren. Het kan zelfs zo zijn dat deze juist teveel warmte absorbeert. Normaal wordt hiervoor het thermosifon-systeem gebruikt, maar omdat dit een natuurkundig proces is, is dit erg sloom. Het groepshoofd kan daarom ook verwarmt worden met warmte-elementen in die ruimte. Dit element verwarmt het groepshoofd wanneer gewenst. Hiervoor zijn warme-elementen en een PID nodig.

DE NIEUWE MACHINE

ALLE GROEPEN DEZELFDE TEMPERATUUR

De eerste keuze die de klant binnen deze optie kan kiezen is om alle groepshoofden dezelfde temperatuur te geven. Het makkelijkste hiervan is dat er maar één PID nodig is. Deze schakelt de elementen dan aan als een van de groepshoofden onder de gewenste temperatuur zakt. Het grootste nadeel hiervan is dat dan ook de andere groepshoofden, die wel de juiste temperatuur hebben, verwarmt gaan worden, waardoor deze te warm worden.

ALLE GROEPEN EEN EIGEN TEMPERATUUR

Deze keuze is iets duurder omdat hier voor elke groep een eigen PID nodig is. Het voordeel hiervan is dat de klant elke groep z'n eigen temperatuur kan geven. Verder gaat wordt de groep alleen opgewarmd wanneer hijzelf een te lage temperatuur bereikt.

WEEGSCHALEN

Een grote hype in de koffie-industrie is het bepalen van de TDS (Total Dissolved Solids)¹. Dit is de hoeveelheid koffie wat je uiteindelijk in je extractie hebt opgenomen. Dit heeft invloed op de textuur en intensiteit van je koffie. Dit kan bepaald worden aan de hand van de toename van het gewicht van de koffie ten opzichte van water. Een hoge TDS zorgt voor een sterke koffie en een lagere TDS voor een mildere. Doormiddel van een weegschaal kan deze verhouding berekend worden.

DUURDERE AFWERKING

Zoals al beschreven is de afwerking bij de basismachine erg simplistisch en worden de goedkoopste zijpanelen gebruikt. De klant kan vervolgens zelf beslissen of hij een duurdere afwerking wil.

GLAZEN OF ALUMINIUM ZIJPANELEN

De klant kan er ook voor kiezen om in plaats van de standaard zijpanelen een cnc gefreesde aluminium of glazen zijpaneel te nemen. Op deze zijpanelen kan vervolgens gekozen worden om het logo van de machine neer te zetten of het logo van het bedrijf.

LICHTBAK

Om zijn machine nog opvallender te maken kan de klant er ook voor kiezen om aan de achterkant van de machine een lichtbak te plaatsen. Hierbij wordt een plaat vanachter belicht door een TI-buis. Op deze plaat kan vervolgens het logo van het bedrijf geprint worden. Deze optie wordt ook op de Spirit geleverd.

DE NIEUWE MACHINE

GEKLEURDE BOILER

Wanneer er geen plaat achter de plexiglas-achterplaat geplaatst wordt kan er de machine ingekeken worden. De klant kan er vervolgens voor kiezen om de boiler in een bepaalde kleur te laten spuiten en hier zijn bedrijfslogo op te laten drukken.

GLAS AFWERKING ROND KOPPENTRAY

Er moet een rand zijn rond de koppentray om te voorkomen dat de kopjes er vanaf vallen. Bij de basismachine is deze rand gemaakt met staaldraad, wat een chique maar eenvoudige uitstraling geeft. De klant kan ervoor kiezen om dit te vervangen door een glazen rand.

VERBREEDDE KOPPENTRAY

Als de klant meer kopjes op de machine wil voorverwarmen kan hij ervoor kiezen om een verbreed koppentray te laten plaatsen.

CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

Tijdens het onderzoek naar de temperatuur van het water wat de machine verlaat vielen twee onderdelen op. De messing 3-weg-klep koelde tijdens de rustperiode af, waardoor het water voor het eerste shot wat na deze rustperiode kwam veel warmte verloor aan de 3-weg-klep. Een rustperiode is de tijd waarin de machine niet gebruikt wordt. Het tweede aandachtspunt was het crossflow-systeem bij de onderste bajonet. Hier loopt het koude kraanwater wat de warmtewisselaar binnen gaat langs het warme water wat tijdens de bereiding de warmtewisselaar verlaat. Het doel hiervan is dat het koude water het warme water wat afkoelt, omdat dit wanneer het anders wanneer het de machine verlaat te warm is. Het koude water warmde echter tijdens stilstand van de machine op, waardoor dit water het warme water niet meer kon koelen. Dit gebeurde zo snel dat zelfs tijdens intensief gebruik van de machine de temperatuur van het water onvoorspelbaar werd.

Voor het eerste aandachtspunt, de 3-weg-klep, zijn drie verschillende oplossingen onderzocht. Een geïsoleerde messing 3-weg-klep, een 3-weg-klep die aan het groepshoofd verbonden is en een 3-weg-klep van RVS. Na onderzoek bleek de verbonden klep het beste te functioneren, omdat deze klep actief door het groepshoofd wordt warm gehouden. Het groepshoofd wordt tijdens rust door het thermosifon systeem op temperatuur gehouden. Tijdens het onderzoek was de 3-weg-klep met een messing blok aan het groepshoofd verbonden, vooral bij de 3-weg-klep zat het blok niet strak tegen de 3-weg-klep. Dit kwam omdat het mixblok plaatsingsgevoelig is, daarom moest er een krimpring tussen geplaatst worden. Wanneer deze oplossing in daadwerkelijk doorgevoerd wordt moet de 3-weg-klep beter verbonden worden. Dit zou de temperatuur van het uitkomende water nog stabiel maken.

Het tweede aandachtspunt zorgde voor een onstabiele temperatuur van het uitkomende water. Om dit tegen te gaan is het hele systeem veranderd door pas vlak voor het groepshoofd warm en koud water te mengen. Het warme water wordt van boven uit de warmtewisselaar gehaald, waar het altijd 110 °C is. Het koude water komt uit de kraan. Om dit koude water op een constante temperatuur bij het mixblok te krijgen was nog een redelijke uitdaging. Uiteindelijk is dit gerealiseerd door een externe boiler die een intern reservoir imiteert. Dit reservoir zou in de uiteindelijk machine net achter het groepshoofd geplaatst worden waar het water de inwendige temperatuur van de machine overneemt. De hoeveelheid koud water wat mee gemengd werd kan bepaald worden door middel van een verstelbaar stuwte. Dit systeem bleek voldoende te werken, maar omdat er toch al gebruik gemaakt werd van een warmte-element in de externe boiler is ook onderzocht wat het effect zou zijn bij een hogere boiler temperatuur. Dit bleek een nog beter resultaat op te leveren.

Om de tweede boiler in het systeem in te kunnen bouwen moet de machine inwendig behoorlijk veranderd worden. Na overleg was besloten om hier een geheel nieuwe machine van te maken die gebruik maakt van een dubbel boiler-systeem. In dit verslag is een ontwerpvoorstel gegeven. Voordat hier een werkelijke machine uit voort kan komen moet dit nog verder onderzocht en ontworpen worden.



BEGRIPPENLIJST

In dit hoofdstuk zullen de nieuwe begrippen wat verder toegelicht worden. De begrippen staan op alfabetische volgorde.

CC

Cc staat voor cubic centimere (kubieke centimeter) ofwel cm^3 . Dit geeft de hoeveelheid water weer in de inhoud die het inneemt. 1 cc is gelijk aan 1 milliliter.

DOUCHE

De douche zit in het groepshoofd helemaal onderaan het systeem. Hier komt het water als laatste doorheen voordat het de koffie bereikt. Het doel van deze douche is om het water te verdelen over het gehele oppervlakte van het koffiebed. Ook zorgen de kleine gaatjes in de douche ervoor dat over het gehele oppervlakte van het koffiebed het water met dezelfde druk eruit komt, dit is nodig om een goede extractie te krijgen. Afbeelding b.1 laat de douche in het groepshoofd zien en op afbeelding b.2 zie je een boven en onder aanzicht van de douche. Hier is goed te zien hoe het water verdeeld wordt, eerst word het water door grote gaatjes geleid, en daarna komt het door een hele fijne zeef. Deze douche voorkomt ook dat er eventueel vuil wat in de machine is losgekomen uitgefilterd wordt.



Afbeelding b.1: Douche in het groepshoofd



Afbeelding b.2: Boven- en onderaanzicht douchescherm

KOFFIEBED

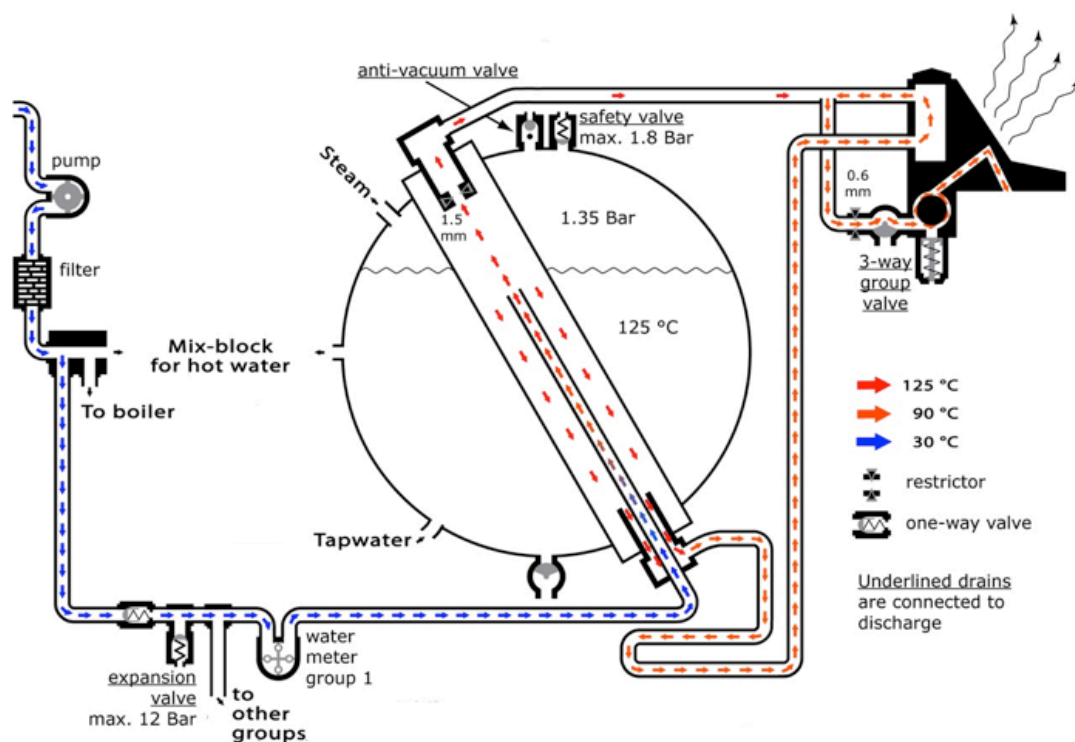
De getampte (aangestampte) koffie in het filterbakje wordt meestal de puck of het koekje genoemd. De bovenkant van die koekje wordt het koffiebed genoemd. Deze geeft een bepaalde weerstand doordat het met 15 N getampt is en wanneer het de koffie nat wordt welt dit nog iets extra op waardoor de weerstand nog meer toeneemt. Afbeelding b.3 laat een gebruikt koffiekoekje weer.



Afbeelding b.3: Een koffiekoekje

KOFFIESYSTEEM

Het koffiesysteem is het enigste deel van de machine die gebruikt wordt voor de bereiding van de koffie. Hiertoe wordt dus alleen de pomp, de warmtewisselaar, het groepshoofd en de verbindende buizen gebruikt. In afbeelding b.4 is te zien hoe het water tijdens bereiding door het koffiesysteem loopt.



Afbeelding b.4: Het koffiesysteem tijdens bereiding

BEGRIPPENLIJST

PID-REGLAAR

PID staat voor **P**roportioneel, **I**ntegrerend en **D**ifferentiërend¹. Deze drie letters staan voor de drie verschillende functies die hij uitvoert. Het proportionele deel versterkt het verschil tussen de wenswaarde en de gemeten waarde met de factor K_r . Het integrerende deel blijft signalen uitsturen zolang er een verschil is tussen de gemeten en gewenste waarde, waardoor hetgeen de PID regelt aan blijft staan. Het differentiërende deel zorgt voor de snelheid waarop de regelaar reageert, dit voorkomt dat de gemeten waarde de gewenste waarde voorbijschiet. De formule hieronder geeft weer hoe een PID werkt. Hierbij is $u(t)$ de uitgang van de regelaar, K_r de proportionele actie (P-deel), T_i de integratie tijd van de regelaar (I-deel) en T_d de differentiatietijd van de regelaar (D-deel). Verder is $e(t)$ het verschil tussen de gemeten waarde en de gewenste waarde.

$$u(t) = K_r * \left(e(t) + \frac{\int e(t) dt}{T_i} + T_d * \frac{de(t)}{dt} \right)$$

SHOT

Een shot is het water wat uiteindelijk uit de machine komt. Dit gebeurt tussen het openen en sluiten van de groepsklep. Ideaal gezien ligt dit tussen de 18 en 25 seconde. De shots die in dit onderzoek gedaan worden streven naar de 20 seconde.

SSR

SSR staat voor Solid State Relais (in het Nederlands: halfgeleiderrelais), dit wordt gebruikt om de machine te schakelen. Dit is een relais zonder bewegende delen, waardoor het langer mee gaat. Een relais schakelt een secundaire kring door middel van een vastgelegd signaal op de ingang. Afbeelding b.5 laat de twee SSR's zien die uiteindelijk in de machine zaten.



Afbeelding b.5: De SSR's in gebruik

¹ zie bronnenlijst, bron 1.11

TAMPEN

Het doel van tampen is het vlak aandrukken van de koffie. De gemalen koffie bied als het los in het filterbakje gedaan wordt nauwelijks weerstand tegen de 9 bar druk van het water. Hierdoor zou het water er binnen een paar seconden doorheen schieten en heeft het geen tijd om de aroma's uit de koffie te absorberen. Daarom word de gemalen koffie aangedrukt met een tamper. Dit gebeurt met ongeveer 15 Newton. Als dit gebeurd is geeft de gemalen koffie wel weerstand en zorgt het ervoor dat de 60 ml water er ongeveer 20-25 seconden over doet voordat het door de koffie heen gezakt is. Het is bij het tampen belangrijk om dit recht te doen, omdat je anders delen in de koffie krijgt die het water makkelijker of moeilijker doorlaten waardoor je een ongelijke extractie krijgt. Afbeelding b.6 laat de 4 stappen van tampen zien. Eerst doe je de gemalen koffie in het filterbakje, daarna strijk je het glad om de koffie gelijk over het bakje te verdelen. Als derde stap druk je het aan met een tamper (zie afbeelding b.7). Stap 4 geeft het eindresultaat weer.



Afbeelding b.6: Het tamp-proces



Afbeelding b.7: Een tamper

VERSTELBAAR STUWTJE

Het verstelbare stuwtje, of soms ook wel het naaldkraantje genoemd, is een naald met een schroefdraad. Door dit schroefdraad kan de punt van de naald verplaatst worden waardoor de doorgang tussen het verstelbare stuwtje in het gat waar hij insteekt varieert. Afbeelding b.8 laat de gebruikte naaldkraan zien.



Afbeelding b.8: Verstelbare stuwtje

BEGRIPPENLIJST

WATERMETER

De watermeter meet de hoeveelheid water wat erdoorheen loopt. Dit is nodig voor de ingestelde knoppen van de touchpad. Hierdoor weet de machine namelijk hoeveel water hij nog moet uitgeven voordat hij de groepsklep dicht doet. Afbeelding b.9 geeft de watermeter weer. Op afbeelding b.10 is zijn de knoppen van het touchpad te zien.



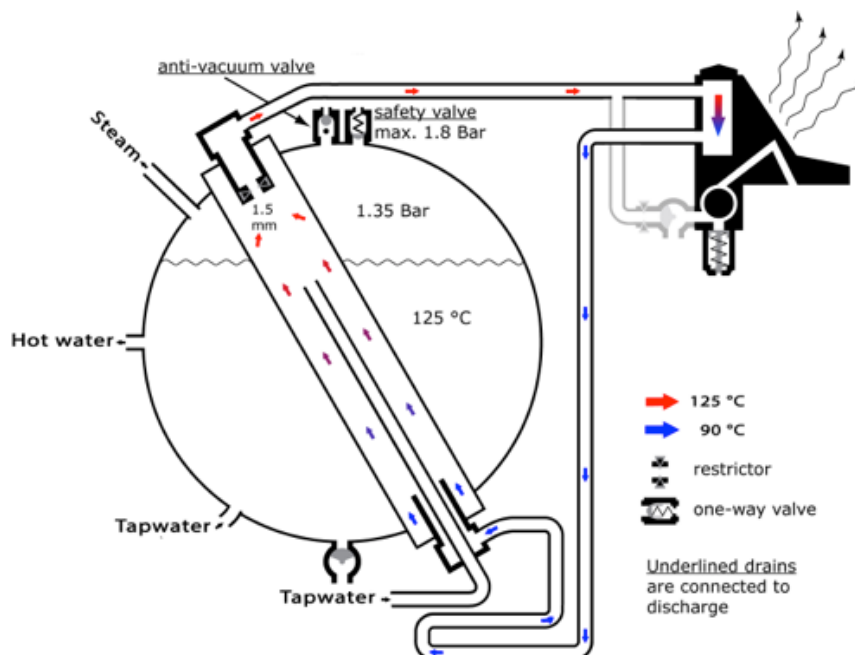
Afbeelding b.9: De watermeter



Afbeelding b.10: Touchpad

ZETGROEP

De zetgroep is het groepshoofd plus de leidingen die hem voeden. In het geval van de Mirage wordt de E61 zetgroep gebruikt. Deze maakt gebruik van een messing groepshoofd en wordt warm gehouden door een thermosifon-systeem in de bovenste kamer van het groepshoofd. Het water van de zetgroep wordt opgewarmd door een warmtewisselaar. Op afbeelding b.11 is een schematische tekening van alle leidingen die samen de zetgroep vormen te zien.



Afbeelding b.11: Schematische tekening van de zetgroep

BRONNENLIJST

Omdat dit verslag uit drie delen bestaat zijn de bronnen hier ook in onderverdeelt. Wanneer de bron in het verslag gebruikt wordt, wordt onder aan de pagina het nummer van die bron gegeven, hieronder wordt bij het corresponderende nummer de bron gegeven.

EINDVERSLAG

- 1.1 <http://keesvanderwesten.com/index.html>
- 1.2 <http://keesvanderwesten.com/earlier-work/MISTRAL-groot2.jpg>
- 1.3 <http://keesvanderwesten.com/images/small/mirage-triplette-classic.jpg>
- 1.4 <http://keesvanderwesten.com/images/700pixels/speedster-Speedster-rood-geel-1.jpg>
- 1.5 <http://keesvanderwesten.com/images/spirit/spirit-duette-bastone-standard-finishes.jpg>
- 1.6 <http://keesvanderwesten.com/images/small/mirage-duette-classic.jpg>
- 1.7 <http://keesvanderwesten.com/images/small/mirage-duette-veloce.jpg>
- 1.8 http://keesvanderwesten.com/news/mirage_bastone/totaal.jpg
- 1.9 <http://keesvanderwesten.com/images/small/mirage-idrocompressor.jpg>
- 1.10 http://en.wikipedia.org/wiki/Total_dissolved_solids
- 1.11 <http://nl.wikipedia.org/wiki/PID-regelaar>

ONDERZOEKSRAPPORT

- 2.1 <http://nl.wikipedia.org/wiki/Thermokoppel>

BIJLAGE

- 3.1 http://www.wholelattelove.com/articles/e61_brew_group.cfm
- 3.2 <http://coffeetime.wikidot.com/local--files/e61/e61.jpg>
- 3.3 <http://images.picotech.com/tc08-thermocouple-data-logger.jpg>
- 3.4 <http://www.picoscope.nl/foto-datalogger/se000-thermocouple.jpg>
- 3.5 <http://compact-designs.com.au/images/53.jpg>
- 3.6 http://nl.wikipedia.org/wiki/Bar_%28druk%29
- 3.7 http://www.engineeringtoolbox.com/pressure-d_587.html
- 3.8 http://www.efunda.com/materials/water/steamtable_sat.cfm
- 3.9 http://nl.wikipedia.org/wiki/Thermische_geleidbaarheid
- 3.10 http://www.engineeringtoolbox.com/air-properties-d_156.html
- 3.11 <http://www.copper.org/resources/properties/cryogenic/>
- 3.12 http://www.kayelaby.npl.co.uk/general_physics/2_3/2_3_7.html
- 3.13 <http://www.nist.gov/data/nsrds/NSRDS-NBS-8.pdf>

Alle websites zijn tussen september 2013 en februari 2014 gebruikt.

