



41. Umrüstung auf eine Gasanlage

Kosten	2.200 €	Schwierigkeit	Nicht selbst durchführbar	Dauer	Mehrere Tage
Material	-				
Autor	Norbert Dicken				

Zunächst ist es ganz gut zu schreiben, wie man auf die ausgefallene Idee kommt, in einen 11 Jahre alten 480 eine Gasanlage einzubauen.

Ich fahre relativ viel, etwa 50tkm im Jahr. Bisher hatte ich einen Lupo 3L und danach einen Audi A2. Das Problem hier ist, dass die neuwertigen Autos schnell ihren Wert verlieren durch die hohe Kilometeranzahl, außerdem haben auch diese neueren Autos hohe Wartungspreise, was die Anschaffung eines älteren Wagens mit wenigen Kilometern und geringem Anschaffungskosten attraktiv macht.

Verbrauch meines 480 er (2l Maschine Baujahr '93) auf Gas: 8,5 Liter.

Kostenfaktor Diesel/Gas = **1 / 3,4** (aktueller Preis Stand Januar 2009 Liter Gas in Belgien 0,25€/ Diesel 0,86€) In Deutschland liegt der Preis fürs LPG z.Z. bei 0,66€/Liter, in den Niederlanden bei 0,45€/Liter, dementsprechend verändert sich die folgende Wirtschaftlichkeitsbetrachtung.

Wenn ich den Verbrauch auf Diesel umrechne, komme ich auf einen fiktiven Dieserverbrauch von 2,5l/100km. Auch beim besten Willen lässt sich so ein sparsamer Diesel –leider – noch nicht kaufen. (Verbrauch Lupo 3L: 3,8 Liter/100km). Im Vergleich zum A2 hab ich seit 2004 ca. 5000 € gespart, alle Motorrevisionen am Volvo, den Wertverlust vom A2 sowie den Mehrverbrauch (4l/100km Diesel) eingerechnet. Ich fahre mit dem 480 also sparsamer als mit handelsüblichen Diesel, man fährt nicht mit einem 0815 Neuwagen herum und der Wagen macht auf der Straße bekannterweise mehr Spaß als der A2 der immer im falschen Moment per ESP die Leistung herunterregelt.

Das der 480 Spaß macht, brauche ich hier nicht weiter zu erklären. Ich frage mich manchmal, wie groß der Spaß erst mit einem 480 Turbo wäre- das kommt vielleicht noch. Gas lohnt sich aber auch für Leute, die einfach günstiger fahren wollen und bereit sind, in den Wagen zu investieren, denn mit Gasanlage lässt sich der Wagen später auch wieder gut verkaufen. Warum eignet sich der 480er besonders für den Gasbetrieb? Er hat ein günstiges Leistungsgewicht kommt daher auch mit bescheidenen 145 Nm gut voran und verbraucht von hause aus wenig.

Worauf ist zu achten beim Kauf einer Gasanlage?

Der Installateur sollte sich verpflichten, die für den Wagen passende Anlage einzubauen, sodass die Anlage einwandfrei funktioniert und übermäßiger Ventilsitzverschleiß ausgeschlossen werden kann. Man muss es in seiner Verantwortung lassen, dass er für nicht alltägliche Autos die Installation erfolgreich abschließt! Dies sollte man sich unbedingt schriftlich bestätigen lassen. Bei meinem Auto hat der Installateur die Anlage aus weiter unten genannten Gründen zweimal komplett ersetzt. Ideal ist es beim Kauf des Fahrzeuges beim gleichen Betrieb die Gasanlage einbauen zu lassen. So kann man vermeiden, dass bei eventuellen Motorschäden bzw. Garantiefragen wechselseitig vom Gebrauchtwagenhändler auf die Gasanlage bzw. vom Gasinstallateur auf den Motor verwiesen wird. Das ist das übliche Spielchen und nur zu oft ist der Fahrzeughalter dann unterwegs von Pontius zu Pilatus.

Autogas vs. Erdgas

Der Gastank hat eine nominelle Größe von 100 Liter und fasst effektiv 80 l. Das ist bei allen Gastanks so, es muss ein Sicherheitsreservoir von 20% unbefüllt bleiben. Die Kosten liegen



zwischen 1.800,-- € bis 2.200 €. Autogas also Flüssiggas (LPG = Liquefied Petroleum Gas; es handelt sich um eine Propan/ Butan Gemisch gewonnen als Abfallprodukt aus Erdöl. getankt mit 7 bar) ist in ganz Europa zu tanken auch in Deutschland. (zur Zeit in D ca. 5000 Tankstellen). Das ist der große Vorteil zu Erdgas, welches von der Regierung und der Auto-lobby propagiert wird. Aber im Ausland kaum erhältlich ist.

Weiter hin ist lpg günstiger in der Installation, Erdgasanlagen kosten zwischen 3.000,-- und 5.000,-- €. Die Reichweite ist bei Erdgas aufgrund des hohen Druckes (200bar) und des kleinen Volumens begrenzt auf ca. 400km je nach Tankgröße. Weiterhin sind die Tanks sehr schwer, da sie einem hohen Druck standhalten müssen, was letztendlich die Zuladung einschränkt. Chemisch gesehen, handelt es sich bei Erdgas um ein Gemisch aus Methan und Propan, ganz abhängig davon, was die Russen gerade einspeisen. lpg ist als Kraftstoff genau wie Diesel etc. genormt, Erdgas noch nicht. Dementsprechend schwankt auch bei Erdgas die Leistungsausbeute bzw. Reichweite. Erdgas lohnt sich für neue Fahrzeuge und dann aufgrund der eingeschränkten Reichweite eigentlich nur für den Nahverkehr (Taxi, Pizzaservice, Stadtbus) sobald man mit so einem Wagen in Urlaub fährt muss man schnell auf Benzin umsteigen, und dann wird's teuer.

Sonstige Tipps

- Beide Gassorten verbrennen wesentlich sauberer, sind daher besser für den Motor und die Umwelt. Grund ist, dass im Vergleich zu Sprit das Gas deutlich mehr Wasserstoff im Verhältnis zu Kohlenstoff enthält. Dieser verbrennt mit Sauerstoff zu Wasser, deswegen ist verbranntes Gas sauberer als Diesel oder Benzin. In der CO2 Bilanz ist LPG schlechter als Diesel, was vor allem am Dieselverbrennungsprozess liegt- für die gleiche Motorleistung braucht man also mengenmäßig mehr Gas als Diesel. Bei Wikipedia gibt's einige Umrechnungsformeln und mehr Hintergründe zu diesem Thema.
- Lpg & Erdgas haben eine vergleichsweise sehr hohe Klopfestigkeit. LPG hat ca. 115. Das bedeutet, man kann den Motor sehr relaxt (natürlich ohne Vollgas zu geben) mit niedrigen Touren laufen lassen. Im Stadtverkehr oder am Berg ist das eine feine Sache.
- Der Wagen läuft auf Gas wesentlich runder als auf Benzin.

Eine Zusammenfassung meiner Erfahrungen seit der Erstinstallation.

Um eines vorab klarzustellen: ich würde mich wieder für einen Wagen mit Autogas entscheiden, wenn ich einen anderen Wagen anschaffen müsste und dann für einen Turbo, weil dieser Drehmoment und Sparsamkeit vereint. Ansonsten überwiegen die positiven Erfahrungen einfach, außerdem ist es ja nicht so, dass Neuwagen nicht in die Werkstatt müssten.

Mein Installateur hatte im April 2004 zunächst eine Stargas- Anlage eingebaut (bei Laufleistung 98 tkm)- mit sequentieller Einspritzung. Da der Wagen aber konstant bei 4500 Touren Aussetzer hatte, so stark dass die Drehzahl unter Last nicht mehr anstieg, habe ich um Nachbesserung gebeten. Nach sicher mehr als 5 Versuchen die Anlage ans Laufen zu bekommen im Winter 2005 und nachdem der Wagen 2 Wochen beim Inst. stand, hat er auf seine Kosten eine Venturi Anlage verbaut.

Zunächst hatte der Wagen immer noch sporadisch Aussetzer. Nach dem Wechsel der Zündkabel und Kerzen waren diese verschwunden. Ob Zündaussetzer ursächlich waren für die Probleme mit der ersten Anlage, was im nachhinein denkbar ist, ist nicht mehr zu ermitteln.

Als der Wagen ca.180.000km gelaufen war, wurde die erste Revision fällig. Deutlich war, dass Ventilsitze (originale Sitze) verschlissen waren. Vom Motorschleifer wurde mir gesagt, die Gasanlage laufe zu mager, daher die Probleme. Ich beschloss, mich noch einmal an den Installateur zu wenden um nach der Revision des Motors die Anlage tauschen zu lassen, damit Magerlauf ausgeschlossen wäre. Er hat dies ermöglicht durch den Einbau der jetzigen Anlage.



Bis zum Kilometerstand 298 tkm habe ich den revidierten Zylinderkopf gefahren, bis dieser nicht mehr einstellbar war. Hintergrund ist, dass bei der Revision die neuen Sitze zu tief eingebaut wurden, sodass Ventilplättchen beim Nachstellen des Spiels so dünn wurden, dass letztendlich Gefahr bestand das die Nocken gegen den Rand der Tassestößel schlagen und diese abbrechen. (Siehe auch unten beigefügte Tabelle) Die eingebauten Auslassventilplättchen waren schon direkt nach der Revision auf nomineller Minimalstärke von 3,25, ich habe sie schleifen lassen bis auf das Maß 2,65. Dies hatte mir der Aachener Motorinstandsetzer angeboten, weil zum einen dünnere Plättchen als 3,25 bei Volvo- nicht zu bekommen sind und andererseits, weil er einsah, einen Fehler gemacht zu haben bei der Revision.

Die technische Seite

- Wichtig ist bei allen umgerüsteten Fahrzeugen auf den Ventilsitzabbrand im Betrieb zu achten! (Siehe Tabelle unten) Benzin kühlt die Ventilteller/ sitze effektiver als Gas, darum muss man sich beim Installateur aber vor allem bei Leuten, die seit langem mit Gas fahren, erkundigen, ob sich das jeweilige Fahrzeug eignet! Es ist absolut wichtig auf die Einstellintervalle zu achten! Da ich mit meinem ersten Motor von '93 schon mal ein abgerissenes Ventil hatte, wahrscheinlich zurückzuführen auf den Ölverbrauch des Motors, habe ich den Einstellungsintervall auf 20tkm halbiert und eine Tabelle angelegt, in der ich die Werte (gemessen/ eingestellt) für jedes einzelne Ventil und jeden Wartungsintervall notiert habe. So kann ich gut abschätzen, wie es dem Motor geht und wie lange die Ventilsitze noch halten.
- Lebensdauer des Motors/ Verschleissvorgang: Wenn ich es auf der Autobahn eilig habe, schalte ich schon mal auf Benzin um. Dies oberhalb von 4000 U/min. Grund hierfür ist, das Gas langsamer verbrennt als Benzin. Folge ist, dass bei höheren Touren das Abgas das den Ventilhälse erreicht heisser ist, als Benzinabgas es wäre eben weil es langsamer verbrennt. Es ist nicht so, dass LPG wesentlich heisser verbrennt als Benzin, wie es häufig berichtet wird. Problematisch ist die Verbrennungsgeschwindigkeit, diese ist abhängig davon, wie fett das Gemisch ist. Je fetter, desto schneller verbrennt das Gas/Luft Gemisch. Ideal ist also, wenn man mit CO Messgerät die Gasanlage abstimmt und zwar während der Fahrt oder auf einem Leistungsprüfstand. Leider hab ich bisher noch keinen Installateur gefunden, der diese Einstellung anbietet. Daher habe ich das Kennfeld (Einspritzdauer über Dehzahl) 'Pi mal Daumen' etwas fetter eingestellt.

Ein anderer Punkt ist die 'trockene' Verbrennung. Da sich Gas ideal mit Luft mischt, bleiben weder innere Kühlung durch Verdampfung noch flüssige Verbrennungsrückstände die helfen würden, den Ventilsitzabbrand zu dämpfen, so wie es bei Benzin der Fall ist. Mittlerweilen (nach 298tkm mit dem '93er Motor) hab ich einen '94 2liter eingebaut mit gasfesten Ventilsitzen. Die Umrüstug hat die Firma HMR in Helmond/ Niederlande vorgenommen, es werden gasfeste Ventilsitze verbaut und zwar so, dass die Ventileinstellplättchen nach der Massnahme auf dem stärksten Maß sind. Über Weihnachten habe ich die Ventile an diesem Motor nach 15 tkm zum ersten Mal eingestellt und konnte feststellen, dass die meisten Auslassventileinstellplättchen – nur auf diese kommt es an, Einlaß verbrennt kaum- die Stärke von 4,5mm haben. Ventilsitzabbrand lässt sich nicht vollständig vermeiden, daher muss der Motorinstandsetzer dafür sorgen, dass zumindest möglichst oft eingestellt werden kann. HMR garantiert für 250 tkm Laufleistung, hat sich spezialisiert auf Gasumrüstung von Zylinderköpfen (und Revision von Smart Motoren) und ist die mir einzige bekannte Firma, die eine Laufleistung garantiert.

Leider geht es auch anders: bei der ersten Revision ('93er Motor ca. 190tkm), durchgeführt von einer hiesigen Firma, war der Preis höher, der Plättchen hatten Minimalmaß und es gab keine Garantie für die Haltbarkeit- weil „man ja nicht weiß, wie die Gasanlage eingestellt ist.“



In der Folge hat diese Revision ca. 100 tkm gehalten, nämlich bis zu der Plättchensstärke von 2,65 mm, bei dem die Nocken beinahe die Kronen der Tassenstößel berührt haben. Wie bei der Installation der Gasanlage kommt es bei der Revision der Ventilsitze darauf an, dass man an eine kompetente Firma aussucht.

Um das Thema Ventilsitzverschleiß abzuschließen, will ich noch auf folgendes hinweisen. Es ist bekannt, dass z.B. Motoren von BMW LPG Betrieb besser aushalten als aktuelle Modelle von z.B. Volvo, Ford oder Toyota. Es muss also konstruktive Eigenschaften geben, die die Ursache für diese Unterschiede sind. Auf der Suche nach einer optimalen Lösung für die Haltbarkeit der Ventilsitze habe ich mich bei ein paar Motorschleifern und Entwicklern umgesehen. Ein Entwickler bei Ford aus Aachen, der sich u.A. mit Alkoholumrüstung für Benzin Motoren beschäftigt, hat mich auf das Spiel zwischen Ventilschaft und Ventilsitz aufmerksam gemacht. Bei Motoren, die hier ein größeres Spiel aufweisen, pendelt das Ventil und schlägt in der Folge nicht gleichmässig auf die gleiche Fläche auf dem Ventilsitz. Folge hiervon ist, dass die Auflagefläche nicht optimal genutzt wird, das Ventil nicht gut abkühlt und daher eher der Sitz abbrennt.

Weiterhin erodiert die Ventilsitzfläche nach und nach, weil das Ventil stets auf andere Auflageflächen auftrifft, hierdurch ergibt sich eine rundliche Auflagefläche, die wiederum weniger Kühlfläche bietet. Neben diesen Effekten sind Legierungskombinationen von Ventilsitz und Ventilteller ausschlaggebend für eine lange Standfestigkeit des Zylinderkopfes im LPG Betrieb. Motoren, die speziell für den Gasbetrieb hergestellt werden, haben andere Schließwinkel des Ventiltellers. Benziner haben meistens 45 Grad Schließwinkel, stationäre Gasmotoren ca. 30 Grad. Wie schon beschrieben, sind hohe Drehzahlen eher ungünstig im Gasbetrieb- großvolumige Motoren bzw. Motoren mit viel Drehmoment (Turbo) eignen sich also besser als hochdrehende Motoren.

Zum Tank: Es sollte eigentlich auch ein 120 l Tank reinpassen- meiner fasst 100 Liter. Das Standardargument Nr.1 gegen Gasanlagen ist: dann kann ich ja meinen Kofferraum nicht mehr nutzen. Aber: Wer hat den Kofferraum ständig voll? Man nutzt ja gerade mit LPG den Kofferraum perfekt – zum Geldsparen!!





Schalter/ Anzeige: Das kleine LED Element im Cockpit dient zur manuellen Umschaltung auf Benzin / Gas. Standardmäßig schaltet der Wagen auf Gas, sobald der Motor nach dem Starten 1.800 Touren erreicht und wärmer als 60 Grad ist.

Das Umschalten ist kaum merkbar, sollte aber nicht unter Last passieren, das gilt auch für manuelles zurückschalten auf Benzinbetrieb.



Der Einfüllstutzen: Dieser ist ein kleines Gewinde in einer Plastikabdeckung. Auf das Gewinde muss man vor dem Tanken einen Adapter schrauben, je nach Land. Fast überall finden sich Tanksäulen mit belgischer oder niederländischer Passung, so dass man mit diesen beiden Adaptern im Auto fast überall tanken kann. Mittlerweile hab ich den Einfüllstutzen unterhalb der gelben Seitenleuchte. Nach einem Heckaufprall (den der kleine ansonsten 1a überstanden hat) musste der Stoßfänger gewechselt werden.



Venturi: Die Venturi Düse dosiert die Gasmenge abhängig von der Menge der durchströmenden Luft proportional. Es gibt eigentlich keine Teile, die irgendwie kaputtgehen können. Die Venturianlagen, die heutzutage verbaut werden, haben eine zusätzliche elektronische Lambdaregelung. Sollte die Lambdasonde feststellen, dass das Gemisch fetter als $L=1$ ist, wird die Gasmenge magerer dosiert. Diesen Vorgang bemerkt man nicht. Generell muss man sagen, dass es eine ziemliche haarsträubende Maßnahme war, in einem vollgeregelten Einspritzer, in dem alle möglichen, notwendigen Signale für eine sequentielle Anlage vorhanden sind, eine leistungsmindernde Venturi einzubauen. Ich war damals froh, überhaupt eine funktionierende Anlage zu haben, letztendlich kostet es aber Leistung wg. der Querschnittsverengung und eine Anfechtung des Gemisches per Kennfeld ist nicht möglich.

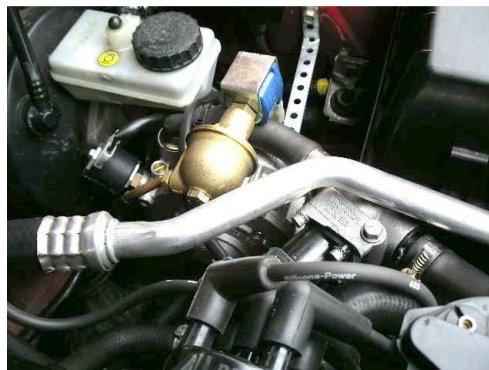




Verdampfer: Das lpg wird vom Tank flüssig nach vorne zum Motor geleitet mit ca. 7 bar. Dort kommt es in den Verdampfer, der den Kraftstoff gasförmig macht. Damit das auch bei allen Temperaturen funktioniert, wird der Verdampfer vom Kühlwasser aufgeheizt!

Rechts dargestellt ist ein Verdampfer für eine Venturi Anlage, der größer ist als ein Verdampfer für eine sequentielle Einspritzung. (Bild darunter) Wichtig ist auf ausreichend Wasserdurchfluß vom Kühlwasser durch den Verdampfer zu achten.

Fließt zuwenig warmes Kühlwasser durch den Verdampfer vereisen die Einspritzdüsen und es kann zu Paraffin-Abscheidung kommen, wodurch die Düsen verstopfen. An sich nichts Schlimmes, man trennt dann oberhalb vom Filter die Zuleitung und lässt sie mit Bremsenreiniger vollaufen. Der Bremsenreiniger säubert dann die Gaseinblasventile. Aergerlich ist das Vereisen weil es bei hohem Gasdurchsatz naturgemäß auftritt, also bei hohem Tempo. Da hilft dann erst mal nur auf Benzin umzuschalten. Seit der '94er Motor drin ist, habe ich das Problem abgestellt durch eine geänderte Wasserführung.



Sequentielle Einspritzung

Die Tartarini Einspritzung läuft Prima. Rechts ist die Regelung dargestellt, nicht gerade klein, aber schön flach, so findet sie ihren Platz im Motorraum am linken Federdom.





Rechts dargestellt:

Unter der Ansaugbrücke versteckt befinden sich die Gaseinblasventile. Sie arbeiten im Master-Slave Prinzip und sind zwischen die Benzin-Einspritzventile und Motorsteuerung geschaltet.



Ventil - Einstelldaten Volvo 480S AC ID 8553

(BEIM GASBETRIEB STELLT MAN ÜBLICHERWEISE 5/100MM MEHR SPIEL EIN)

1 Zyl. Auslass	1 Zyl. Einlass	2 Zyl. Auslass	2 Zyl. Einlass	3 Zyl. Einlass	3 Zyl. Auslass	4 Zyl. Einlass	4 Zyl. Auslass
0,45	0,25	0,45	0,25	0,25	0,45	0,25	0,45

Sollwerte: (mm)

Intervall=Normal 40.000 km mit Gas 20.000 km

Datum +km Laufleistung	1 Zyl. Auslass	1 Zyl. Einlass	2 Zyl. Auslass	2 Zyl. Einlass	3 Zyl. Einlass	3 Zyl. Auslass	4 Zyl. Einlass	4 Zyl. Auslass
06.06 188 tkm								
Gemessen	0,37	0,25	0,45	0,22	0,25	0,45	0,25	0,4
Eingebaut	3,5	3,8	3,25	3,8	3,8	3,4	3,85	3,35
Delta	-0,1	0	0	0	0	0	0	-0,05
Neu eingebaut	3,4	-	-	-	-	-	-	3,3

Datum +km Laufleistung	1 Zyl. Auslass	1 Zyl. Einlass	2 Zyl. Auslass	2 Zyl. Einlass	3 Zyl. Einlass	3 Zyl. Auslass	4 Zyl. Einlass	4 Zyl. Auslass
02.07 216 tkm								
Gemessen	0,3	0,2	0,25	0,15	0,2	0,2	0,2	0,3
Eingebaut	3,4	3,8	3,25	3,8	3,8	3,4	3,85	3,3
Delta	-0,15	-0,05	-0,2	-0,1	-0,05	-0,25	-0,05	-0,15
Neu eingebaut	3,25	3,75	3,05	3,7	3,75	3,15	3,8	3,15

Datum +km Laufleistung	1 Zyl. Auslass	1 Zyl. Einlass	2 Zyl. Auslass	2 Zyl. Einlass	3 Zyl. Einlass	3 Zyl. Auslass	4 Zyl. Einlass	4 Zyl. Auslass
08.07 232 tkm								
Gemessen	0,35	0,25	0,35	0,25	0,2	0,25	0,25	0,3
Eingebaut	3,25	3,75	3,05	3,7	3,75	3,15	3,85	3,15
Delta	-0,1	0	-0,1	0	-0,05	-0,2	0	-0,15
Neu eingebaut	3,15	-	2,95	-	-	2,95	-	3,00

Datum +km Laufleistung	1 Zyl. Auslass	1 Zyl. Einlass	2 Zyl. Auslass	2 Zyl. Einlass	3 Zyl. Einlass	3 Zyl. Auslass	4 Zyl. Einlass	4 Zyl. Auslass
12.07 253 tkm								
Gemessen	0,35	0,2	0,4	0,25	0,2	0,25	0,2	0,3
Eingebaut	3,15	3,75	2,95	3,7	3,75	2,95	3,85	3,0
Delta	-0,1	-0,05	-0,05	0	-0,05	-0,2	-0,05	-0,15
Neu eingebaut	3,05	3,7	2,9	-	3,7	2,75	3,8	2,85



Datum +km	1 Zyl.	1 Zyl	2 Zyl.	2 Zyl	3 Zyl.	3 Zyl	4 Zyl.	4 Zyl
Laufleistung	Auslass	Einlass	Auslass	Einlass	Einlass	Auslass	Einlass	Auslass
06.08 276 tkm								
Gemessen	0,45	0,25	0,35	0,25	0,25	0,35	0,25	0,4
Eingebaut	3,05	3,7	2,9	3,7	3,7	2,75	3,8	2,85
Delta	-	-	-0,1	-	-	-0,1	-	-0,05
Neu eingebaut	-	-	2,75	-	-	2,65	-	2,7

Gesamt-verschleiß in mm 188 000 km- 276 400 km

88 400 km	-0,45	-0,1	-0,45	-0,1	-0,15	-0,75	-0,1	-0,5
------------------	-------	------	-------	------	-------	-------	------	------

'94 er Austauschmotor, Umbau Oktober 2008. Motor 80tkm gelaufen, Kopf Gasfest (HMR)

Datum +km	1 Zyl.	1 Zyl	2 Zyl.	2 Zyl	3 Zyl.	3 Zyl	4 Zyl.	4 Zyl
Laufleistung	Auslass	Einlass	Auslass	Einlass	Einlass	Auslass	Einlass	Auslass
12.08 313 tkm								
Gemessen	0,25	0,2	0,3	0,15	0,15	0,35	0,1	0,3
Eingebaut	4,45	4,3	4,35	4,15	4,15	4,5	4,15	4,5
Delta	-0,2	-0,05	-0,15	-0,1	-0,1	-0,1	-0,15	-0,15
Neu eingebaut	4,25	4,25	4,2	4,05	4,05	4,4	4	4,35