

Dipl.-Ing. Manfred Schulz

Der Umbau der Schmalspur-Dampflokomotive 099 733-0 auf Ölhauptfeuerung

Die Umstellung von festen Brennstoffen auf flüssige beschäftigte die technische Welt und Verehrer der Dampflokomotiven schon einige Zeit und erhielt nicht zuletzt in den letzten Jahren eine besondere Bedeutung durch die Forderungen des Umweltschutzes. Die zunehmende Umweltbelastung, insbesondere die Verschmutzung der Luft durch Verbrennungsabgase, ist in Deutschland, ja in ganz Europa, zu einem Kernproblem der weiteren Entwicklung der Industrienationen geworden.

Auch der Einsatz von kohlegefeuerten Dampflokomotiven auf Schmalspurstrecken und in Naherholungsgebieten bringt immer wieder hinsichtlich der Abgase Kritik von den Umweltschützern an die Eisenbahn. Das war ein wichtiger Anlaß, im Zittauer Gebiet auf einer 750-mm-Schmalspurstrecke eine Lokomotive der Baureihe 99 173 auf Ölhauptfeuerung umzubauen.

So wurde in Absprache mit der Hauptabteilung Maschinentechnik der DR die Lok 99 1760-0 (heute 099 733-8), die für eine umfangreiche Kesselreparatur bereits abgestellt war, für den Umbau der Feuerung auf Ölverbrennung vorgesehen. Diese Lokomotive wurde 1933 von der Berliner Maschinenbau-Aktiengesellschaft, vormals L. Schwartzkopff als leistungsfähige 1'El'h2t-Lokomotive gebaut und ist bei Eisenbahnfreunden in Sachsen als „sächsische VII K - Altbau“ sehr bekannt (techn. Daten s. Tab. 1).

Entwicklung und Konstruktion

Anfang des Jahres 1991 wurden die Zentralstelle Maschinentechnik der DR in Dessau und das Raw Görlitz von der Hauptabteilung Maschinentechnik beauftragt, die genannte Lok (beheimatet im Bw Zittau, Rbd Dresden) mit einer Ölhauptfeuerung als Baumusterlokomotive umzurüsten.

Zielstellung dieser Umbaumaßnahme war:

- Verbrennung von Mineralheizöl EL DIN 51.603,

- Nachweis der Betriebssicherheit bei der Anordnung der Ölverbrennung, ohne daß der Stehkesel verändert wird,

- Umweltverträglichkeit,
- Kosteneinschätzung.

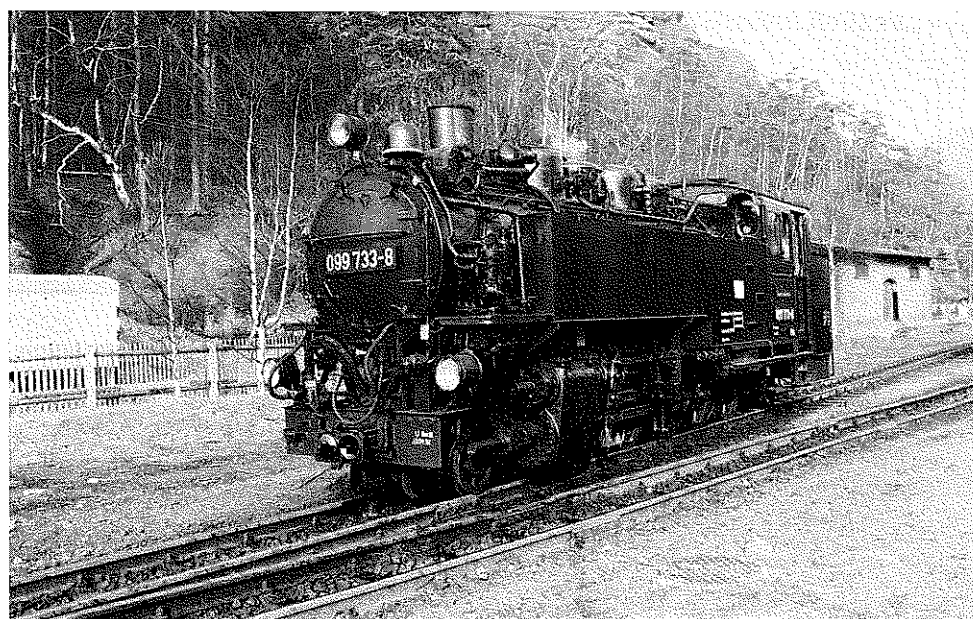
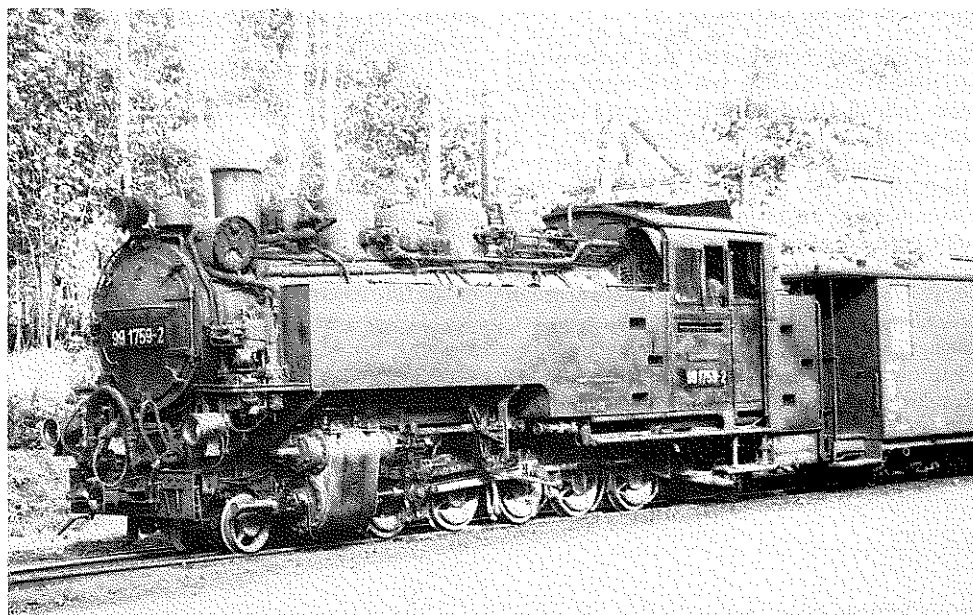
Im Zeitraum von nur 3 Monaten konnten die Hauptbauteile für die Ölverbrennung gefertigt werden. Die Lokomotive erhielt eine schwere Schadgruppe I 7 mit Feuerbüchserneuerung, und in diesem Zusammenhang wurde die Umrüstung auf Ölhauptfeuerung vorgenommen.

Mit hohem technischen Können der Konstrukteure und den großen handwerklichen Fertigkeiten der Fahrzeugschlosser konnte am 18. 12. 1991 die Lokomotive das erste Mal gezündet werden. Es war ein bedeutsamer Tag, da ja bis zu diesem Zeitpunkt noch keine Dampflokomotive mit Mineralheizöl (also Leichtöl) befeuert wurde. Gleich

Tab. 1:

Technische Daten der Lokomotive 099 733-8

Gattung:	K 57.9
Spurweite:	750 mm
Hersteller:	BMAG
Baujahr/Fabnr.:	1933 / 10.151
Bremsbauart:	Hardy m. Knorr-Zusatzbremse
Kesselerneuerung:	1966 im Raw Görlitz in Schweißkonstruktion
Umrüstung auf Ölfeuerung:	Januar 1992 im Raw Görlitz
Höchstgeschw.:	30 km/h
Zylinder Ø:	450 mm
Kolbenhub:	400 mm
Treib- u. Kuppelrad Ø:	800 mm
Laufrod Ø:	550 mm
Kesselüberdruck:	14 bar
Wasserraum des Kessels:	3,56 cbm
Dampfraum des Kessels:	1,45 cbm
Verdampfungswasseroberrl.:	5,90 cbm
Kesselmasse o. Ausrüstung:	10,16 t
Kesselmasse m. Ausrüstung:	13,23 t
Rostfläche:	1,74 qm
Strahlungsheizfläche (Feuerbüchse und Verbrennungskammer):	6,7 qm
Verdampfungsheizfläche:	80,3 qm
Bauart des Vorwärmers:	OV
Masse der leeren Lok:	44,3 t
Dienstmasse:	56,7 t
Metermasse:	5,38 t/m
Wasserkastenvinhalt:	5,8 cbm
Brennstoffvorrat (Kohle):	2,5 t



Oben: Lok 99 1759-2 (sächs. VII K - Altbau, BMAG 1933/10.150) gehört zum selben Baulos wie die umgebaute 99 1760-0. Bf. Bertsdorf, 10. 10. 1987, Foto: Klaus Kieper

Unten: Lok 99 733-8 sieht man den Umbau auf Ölfeuerung nicht an. Foto: Lüdicke, Raw Görlitz

der erste Versuch klappte, und es konnten sofort weitere Maßnahmen zur Erprobung auf der vorgesehenen Einsatzstrecke festgelegt werden. Das Grundscheina für die Ölfeuerung zeigt die Prinzipskizze (unten).

Der gesamte untere Teil des Stehkessels wurde für den Anbau des Luftzuführungskastens sowie des Brenners mit Brennerträger und -halter verändert. Die Anordnung des Brenners, die Auslegung des Feuerbuchs- und Luftzuführungskastens, die Zündung und nicht zuletzt für den Instandhalter die zukünftigen Instandhaltungsmaßnahmen unter Berücksichtigung der Gefahrenklasse sowie der Gefährdungsgruppe des neuen flüssigen Brennstoffes, stellte einige technisch komplizierte Probleme dar, die ganz besonders auf den Gebieten des

- Arbeits- und Gesundheitsschutz,
 - Brand- und Explosionssicherheit
- zu beachten waren.

Die Anordnung des Brenners in der Feuerbüchse war ein besonderes Problem. Unter der Voraussetzung, daß die vorhandene Kesselanordnung und die Feuerraumgeometrie der betrachteten Dampflok-Baureihe als unveränderlich hingenommen wurde, ergaben sich für die Anordnung des Brenners verschiedene Möglichkeiten.

Ein grundsätzlicher Nachteil der Verbrennung von Öl in den Kesseln von Lokomotiven, die nicht speziell für diese Feuerungsart ausgelegt wurden und keine Verbrennungskammer besitzen, ist die kurze Baulänge des Feuerraumes. Hierdurch ist die freie Ausbildung der vollen Flammenlänge eingeschränkt. Die daraus oft resultierende hohe thermische Beanspruchung der Rohre und der hinteren Rohrwand führte in vielen Fällen zu erhöhten Unterhaltungskosten und vorzeitigen Verschleiß der feuerberührten Flächen. Gleichzeitig ist mit der Begrenzung der Flammenausbreitung auch die Verringerung des Kesselwirkungsgrades zu erwarten. Ziel der für Ölhauptfeuerung ausgelegten Konstruktionen ist es daher immer gewesen, durch ein- oder mehrfache Umlenkung der Flamme, einen möglichst

langen Flammenweg zu erzielen.

Bei der umgerüsteten Lokomotive wird die Flamme einmal umgelenkt. Der Feuerschirm wurde ein wenig verlängert, die gesamte Feuerbüchse mit Silikatsteinen ausgemauert und die Überhitzererlemente um 500 mm gekürzt. Der Brenner ist in einer besonderen Halterung befestigt.

Die Kraftstoffleitung wird unter dem Fußboden des Führerstandes hindurchgeführt. Eine elektronisch gesteuerte Flammensicherung stellt beim Abreißen der Flamme mit Hilfe eines Magnetventils innerhalb einer halben Sekunde den Kraftstoffzufluß ab.

Tab.: 2 Kennwerte des Heizöles

Heizwert:	43.752	kJ/kg
	10.450	kcal/kg
Siedebeginn:	173	° C
Siedeanteil bei 250° C:	30	%
Siedende:	340	° C
Rückstand:	12	%
Verlust:	2	%
Schwefelgehalt:	0,21	%

Versuchsfahrten und Meßergebnisse

Bei den Standversuchen ergab sich die Dampf-erzeugungsmenge aus der Differenz der Wasserstände (zu Anfang und Ende der Messung) unter Berücksichtigung der vom Druck abhängigen Dichte des Wassers.

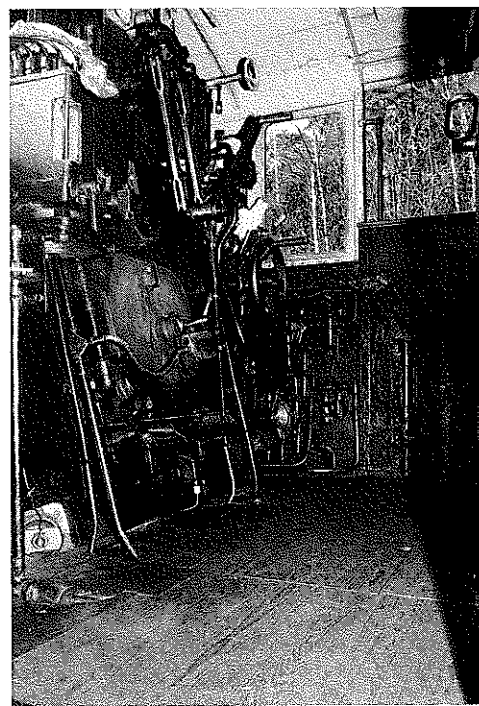
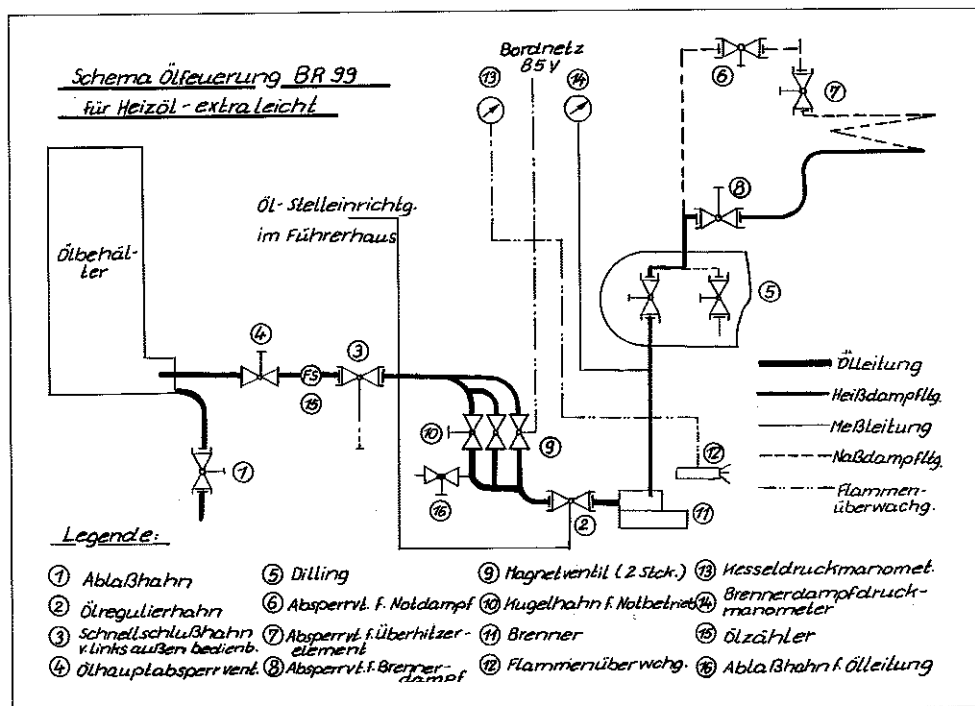
In Stellung 1 des Brennerventils konnte die Flamme mit einem Brenner-Dampfdruck von 1,8 bar noch einwandfrei gehalten werden. Mit einem Brennstoffverbrauch von 85,7 kg/h wurden dabei 660 kg/h Dampf erzeugt. Da der Kessel-druck (in diesem Fall 12,5 - 13,5 bar) während der Meßzeit von 30 Minuten annähernd konstant gehalten wurde, entspricht diese Dampfmenge dem für die Hilfseinrichtungen (Bläser, Brenner und Lichtmaschine) erforderlichen Verbrauch. Somit ist dieser Betriebszustand als „Minimalleistung“ stabil und praktisch realisierbar. Da der Kesselwirkungsgrad bei dieser Leistung nur etwa

50 % beträgt, ist es sicher günstiger, während der Betriebspausen den Kessel mit Höchstdruck und maximalem Wasserstand abzustellen und erst nach Absinken auf 10 bar den Brenner wieder zu zünden.

Der Kesselwirkungsgrad als Verhältnis der vom Kessel erzeugten Dampf-Wärmemenge zu der mit dem Brennstoff zugeführten Wärmeenergie (Brennstoff x Heizwert) wurde aus dem Wärmeinhalt des Heißdampfes und dem Wärmeinhalt des Sattdampfes, mengenmäßig angesetzt mit 700 kg/h für Brenner, Lichtmaschine, Speise- und Luftpumpe errechnet. Dabei ergaben sich Werte im Bereich von 70 - 82 %, d. h. es liegt eine unerwartet hohe Brennstoffausnutzung vor. Mit dem kohlegefeuerten Kessel der Lok-Baureihe 99 723 (Harzquerbahn) wurden vergleichsweise nur 60 - 65 % Kesselwirkungsgrad erzielt. Allerdings sollte dabei berücksichtigt werden, daß der ölgefeuerte Kessel einen zusätzlichen Eigenverbrauch für Brenner und Lichtmaschine aufweist, dessen Größenordnung auf 400 kg/h geschätzt wird. Zieht man diese Dampfmenge von der Gesamtdampfmenge ab, so verringert sich der Kesselwirkungsgrad auf 60 - 75 %. Auch diese Werte sind für einen Lokomotivkessel noch als gut zu bezeichnen.

Die Rauchgastemperaturen in der Rauchkammer liegen generell sehr hoch. Bereits bei mittleren Leistungen werden im Bereich Rauchkammermitte 400° C überschritten. Bei Grenzleistung wurden an dieser Stelle 480° C gemessen, im unteren Bereich noch 340° C. Begründbar sind diese ungewöhnlich hohen Temperaturen im mittleren und oberen Bereich der Heiz- und Rauchrohe durch relativ geringen Luftüberschuß, langen Brennweg sowie verminderter Wärmeübertragung der Feuerbuchswände, so daß im Langkessel noch ein großer Teil der Gesamtwärmemenge übertragen wird.

Bemerkenswert ist dabei, daß trotz der hohen Abgastemperaturen ein so hoher Kesselwirkungsgrad zustande kommt. Dazu tragen allerdings auch die entsprechend hohen Überhitzer-temperaturen bei, die im Bereich von 380 - 420° C liegen. Da Dampftemperaturen über 380° C er-



fahrungsgemäß erhöhten Verschleiß der Schieberringe und -buchsen bewirken, sollte jedoch eine weitere Kürzung der Überhitzer-Elemente vorgenommen werden.

Unsere Messungen umfaßten auch die Kennwerte des eingesetzten Heizöles (s. Tab. 2) und – ganz wichtig – die Rußzahlen. Während der Meßfahrt wurden folgende Rußzahlen bestimmt:

Rz 6: im Stillstand bei Stellung des Ölventils auf 1,5,

Rz 3,5: bei Lastfahrt mit Schieberkastendruck 8 und 10 bar, Steuerung auf 40 und 50 % ausgelegt sowie Geschwindigkeit von 20 km/h.

Die Meßfahrten haben gezeigt, daß die CO- und Rußemissionen ganz wesentlich durch die Dosierung des Öles bzw. durch das manuell einstellbare Verhältnis zwischen Verbrennungsluft und Öl beeinflußt werden. Die Öldosierung sollte bei zukünftigen Fahrzeugen eine noch feinere Abstufung ermöglichen.

Beurteilung

Zusammenfassend kann eingeschätzt werden, daß durch die Umstellung der Lokomotive auf Ölfeuerung eine deutliche Absenkung der Schadstoffkonzentrationen eingetreten ist. Allerdings werden die Emissionswerte moderner, stationärer Ölfeuerungen nicht erreicht, was in erster Linie auf den technischen Stand der Brenner- und Brennraumentwicklung und die manuelle Dosierung des Öles zurückzuführen ist. Dadurch sind starke Schwankungen der Emissionswerte sowohl im Stand wie auch im Fahrbetrieb zu erwarten.

Aufgrund der im Vergleich zu stationären Ölfeuerungen relativ hohen Rußzahlen muß mit Rußablagerungen im Kesselbereich gerechnet werden. Ob daraus im Bereich des Brennraumes in stärkerem Maße feste Ablagerungen entstehen, muß der Betriebseinsatz der Lokomotive zeigen.

Der kostenmäßige Aufwand für die Umrüstung wird grundsätzlich in den Instandhaltungsstufen I 6 und I 7 vorgenommen. Der zusätzliche Aufwand für die Umrüstung beträgt ca. 50 bis 60 TDM.

Weitere Umrüstungen sind vorgesehen für die 4 Zittauer Lokomotiven

- Lok 099 724-1 (alt 99 1735-2), I 7,
- Lok 099 728-8 (alt 99 1747-3), I 7,
- Lok 099 729-6 (alt 99 1750-1), I 6,
- Lok 099 731-2 (alt 99 1758-4), I 6.

In der Vorplanung steht der Versuch der Umrüstung für eine Schmalspurdampflokomotive der Baureihe 99 177, der „sächsischen VII K - Neubau“ in der 750 mm Spurweite. Das gesamte Umbaupotential, die Schmalspurlokomotiven der DR, zeigt Tabelle 3. Wieviele und welche Maschinen wir umrüsten werden, wird die Zukunft zeigen.

Links (S. 8): Die Kesselrückwand hat nach dem Umbau durch neue Aggregate ein verändertes Erscheinungsbild.

Rechts oben: Ölbehälter und umweltschonende Druckbetankung haben das Heck der Maschine nur sehr wenig verändert.

Rechts: Fertig zur Abfahrt in Zittau - ohne Qualmen

Fotos: Lüdicke, Raw Görlitz

Tab. 3: DR-Schmalspurstrecken und Lokbestand

Strecke	Spurweite [mm]	Streckenlänge [km]	Verkehrsarten	Baureihe	
				99 ...	Anzahl [Stück]
Putbus – Göhren (Rbd Schwerin)	750	24,4	Pv	177	2
				46	2
				48	2
Cranzahl – Oberwiesenthal	750	17,3	Pv, Gv	177	8
Hainsberg – Kipsdorf (Rbd Dresden)	750	26,3	Pv, Gv	15 / 16	1
				173	4
				177	5
				171	1
Radebeul-Ost – Radeburg (Rbd Dresden)	750	16,5	Pv, Gv	15 / 16	1
				177	7
Oschatz – Mügeln – Kemmlitz	750	17,6	Gv	15 / 16	10
Zittau – Oybin – Jonsdorf (Rbd Dresden)	750	16,0	Pv, Gv	173	10
Bad Doberan – Kühlungsborn (Rbd Schwerin)	900	15,4	Pv	453	1
				232	3
Harzquer- und Selketalbahn (Rbd Halle)	1000	122,6	Pv, Gv	233	2
				722	1
				723	17
				59	4 *
				60	1
				61	2
				Summe	84 *

* inkl. d. vom DEV erworbenen Malletlok

Schlußfolgernd schätzen wir ein, daß die vorgestellte Lösung des Umbaus einer Schmalspurdampflokomotive mit 750 mm Spurweite auf Ölhauptfeuerung technisch brauchbar ist. Der Umbau bringt einen wesentlichen Beitrag zur Verbesserung und besonders zur Erleichterung der Arbeitsbedingungen des Lokpersonals. Er läßt weiter die Möglichkeit zu, daß die Lokomotiven mit einer Einmannbedienung gefahren werden könnten.

Für die Umwelt in den Einsatzgebieten gibt es beim Einsatz der ölgefeuerten Dampflokomotiven positive Ergebnisse.

Literatur

- Konstruktionsbericht Raw Görlitz, 1992
- Diplomarbeit des Herrn Bernd Seiler, HfV „Friedrich List“ Dresden, 1992
- Versuchsbericht der DR, ZM Halle/Dessau, 1992

