Berner
Fachhochschule



Bodendruckmessungen

Kerzers, 19. September 2025

Inhalt

- Testmaschinen/-konfigurationen
- Messequipment/-aufbau
- Messbedingungen/-ablauf
- Ergebnisse Messstelle 1
- Ergebnisse Messstelle 2
- Ergebnisse Messstelle 3
- Zusammenfassung

Testmaschinen/-konfigurationen

Testmaschinen/-konfigurationen

Testmaschinen/-konfigurationen

Diese können dem Excel-File mit der Bezeichnung *«Bollingsonden-Messungen_Kerzers_20250919»* entnommen werden

Nr.	Maschinenkonfigurationen	Bereifung/Raupe hinten		Bereifung/Raupe vorne		Rad-/Raupenlast	
		Marke	Dimension	Marke	Dimension	hinten [kg]	vorne [kg]
1	Deutz-Fahr 6150.4 mit 4-Raupenfahrwerk, leer	MTRACK	300 mm	MTRACK	300 mm	2525	1835
2	Deutz-Fahr 6120 mit Pflegebereifung, leer	Firestone	300/95R46	Firestone	270/95R32	1635	1175
3	Carraro 6.1000.4, leer	Kléber Super 3	270/95R36	Kléber Traker	250/85R24	900	555
4	Deutz-Fahr 6150.4 mit 4-Raupenfahrwerk, Umkehrfräse	MTRACK	300 mm	MTRACK	300 mm		
5	Deutz-Fahr 6120 mit Pflegebereifung, Umkehrfräse	Firestone	300/95R46	Firestone	270/95R32		
6	Carraro 6.1000.4 mit abgesetzter Sämaschine und Fronttank	Kléber Super 3	270/95R36	Kléber Traker	250/85R24		
7	Deutz-Fahr 6150.4 mit 4-Raupenfahrwerk, leer, mit Zugkraft (35 kN)	MTRACK	300 mm	MTRACK	300 mm	2525	1835
8	Deutz-Fahr 6185 TTV	Michelin Xeobib	VF 710/60R42	Michelin Xeobib	VF 600/60R30	2580	1720

Messequipment/-aufbau

Messequipment/-aufbau

Messequipment

- Die Bodendrücke wurden mit Bollingsonden-Sets der HAFL gemessen.
- Der Einbau der Sonden erfolgte mit einer speziellen «Lehre», damit diese exakt in den gewünschten Tiefen und unter der Fahrspurmitte zu liegen kommen.
- Die Signale der elektronischen Drucktransmitter wurden mit dem Programm Control-Center-Series-30 aufgezeichnet (Keller AG, Winterthur.)



Messequipment/-aufbau

Messequipment

- Zur Simulation der Zugkraft (35 kN) wurde ein Bremstraktor Deutz-Fahr 6185 TTV verwendet, der mit einem Zugkraftsensor von «ME Messsysteme» ausgerüstet war. Die Messwerte wurden auf einem Laptop in der Kabine direkt angezeigt.



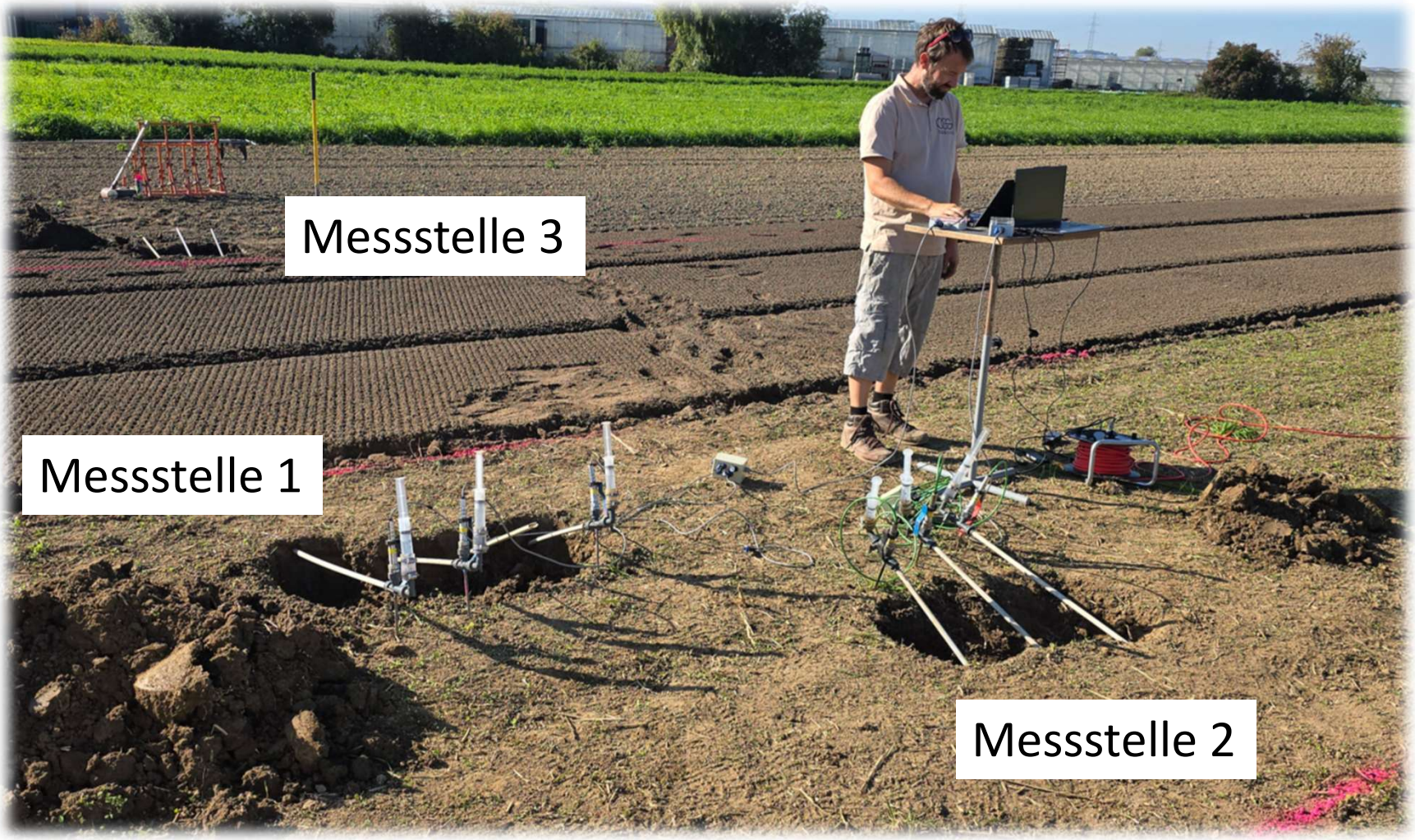
Messequipment/-aufbau

Messaufbau

- Messstelle 1: In der fixen CTF-Fahrspur am Beet-Rand
- Messstelle 2: Im unbearbeiteten Boden
- Messstelle 3: Im bearbeiteten Boden in der Beet-Mitte
- Die Sonden wurden wie üblich in Tiefen von 20, 40 und 60 cm unter der Fahrspurmitte eingebaut

→ siehe nächste Folie

Messequipment/-aufbau

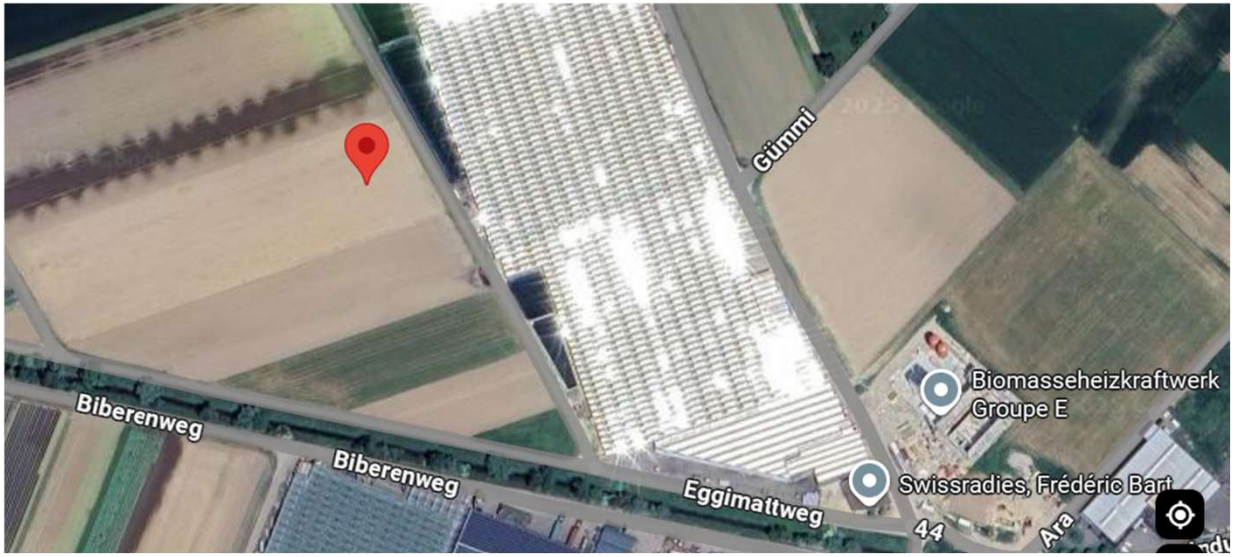


Messbedingungen/-ablauf

Messbedingungen/-ablauf

Messbedingungen

- Die Bodendruckmessungen wurden auf einer Gemüseparzelle bei Swissradies in Kerzers durchgeführt, siehe Bild unten
- Beim Oberboden handelte es sich um einen sandigen Lehm, die volumetrische Feuchtigkeit lag bei rund 25%
- Ab einer Tiefe von ca. 50 cm lag fast reiner Sand, was vermutlich auf einen künstlichen Bodenaufbau zurückzuführen ist.



Messbedingungen/-ablauf

Messablauf

Dieser kann wiederum dem Excel-File mit der Bezeichnung *«Bollingsonden-Messungen_Kerzers_20250919»* entnommen werden

Messstelle 1: CTF-Fahrspur			
Zeit	**Maschinenkonfiguration**	**Bemerkungen**	
10:30	Deutz-Fahr 6150.4 mit 4-Raupenfahrwerk, leer		
10:40	Carraro 6.1000.4 mit abgesetzter Sämaschine und Fronttank		Reifeninnendrücke hinten / vorne: 1.5 / 1.5 bar
10:47	Deutz-Fahr 6120 mit Pflegebereifung, leer		Reifeninnendrücke hinten / vorne: 2.3 / 2.0 bar
10:53	Deutz-Fahr 6120 mit Pflegebereifung, leer	Wiederholungsmessung	Reifeninnendrücke hinten / vorne: 2.3 / 2.0 bar
11:01	Carraro 6.1000.4 mit abgesetzter Sämaschine und Fronttank	Wiederholungsmessung	Reifeninnendrücke hinten / vorne: 1.5 / 1.5 bar
11:07	Deutz-Fahr 6150.4 mit 4-Raupenfahrwerk, leer	Wiederholungsmessung 1	Nicht mittig auf Fahrspur
11:12	Deutz-Fahr 6150.4 mit 4-Raupenfahrwerk, leer	Wiederholungsmessung 2	
11:30	Deutz-Fahr 6120 mit Pflegebereifung, Umkehrfräse		Reifeninnendrücke hinten / vorne: 2.3 / 2.0 bar
11:36	Deutz-Fahr 6150.4 mit 4-Raupenfahrwerk, Umkehrfräse		
11:39	Deutz-Fahr 6120 mit Pflegebereifung, Umkehrfräse		Reifeninnendrücke hinten / vorne: 1.5 / 2.0 bar

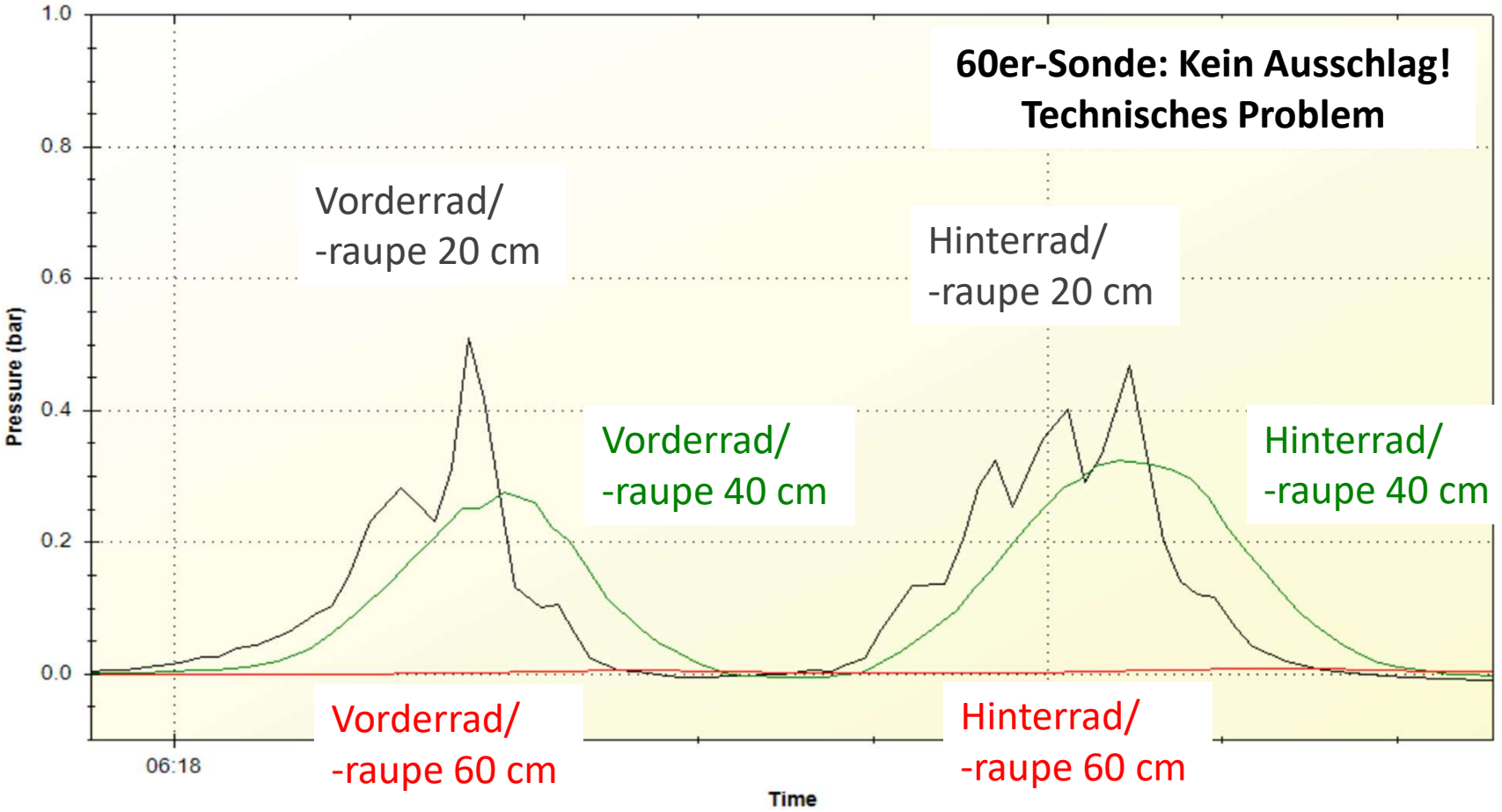
Messstelle 2: Unbearbeiteter Boden			
Zeit	**Maschinenkonfiguration**	**Bemerkungen**	
10:32	Deutz-Fahr 6150.4 mit 4-Raupenfahrwerk, leer		
10:43	Carraro 6.1000.4 mit abgesetzter Sämaschine und Fronttank		Reifeninnendrücke hinten / vorne: 1.5 / 1.5 bar
10:49	Deutz-Fahr 6120 mit Pflegebereifung, leer		Reifeninnendrücke hinten / vorne: 2.3 / 2.0 bar
10:56	Deutz-Fahr 6120 mit Pflegebereifung, leer	Wiederholungsmessung	Reifeninnendrücke hinten / vorne: 2.3 / 2.0 bar
11:03	Carraro 6.1000.4 mit abgesetzter Sämaschine und Fronttank	Wiederholungsmessung	Reifeninnendrücke hinten / vorne: 1.5 / 1.5 bar
11:09	Deutz-Fahr 6150.4 mit 4-Raupenfahrwerk, leer	Wiederholungsmessung	
11:33	Deutz-Fahr 6120 mit Pflegebereifung, Umkehrfräse		Reifeninnendrücke hinten / vorne: 2.3 / 2.0 bar
11:38	Deutz-Fahr 6150.4 mit 4-Raupenfahrwerk, Umkehrfräse		
11:43	Deutz-Fahr 6120 mit Pflegebereifung, Umkehrfräse		Reifeninnendrücke hinten / vorne: 1.5 / 2.0 bar
12:50	Deutz-Fahr 6150.4 mit 4-Raupenfahrwerk, leer, mit Zugkraft (35 kN)		Zeit geschätzt
12:59	Deutz-Fahr 6150.4 mit 4-Raupenfahrwerk, leer, mit Zugkraft (35 kN)		40er-Sonde kein Ausschlag (?)

Messstelle 3: Bearbeiteter Boden

Ergebnisse: Messstelle 1

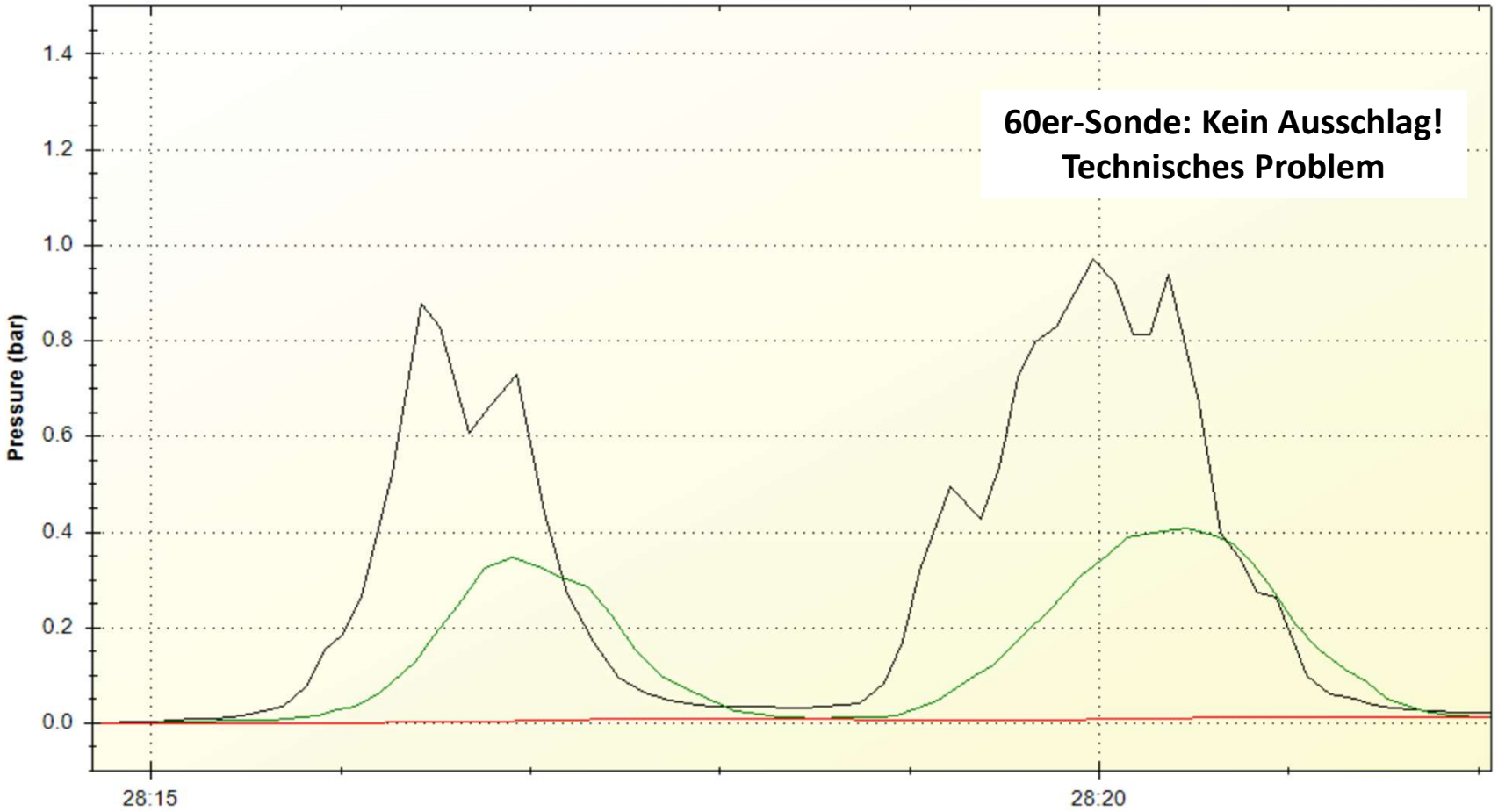
Ergebnisse

Messstelle 1: Darstellung allgemein



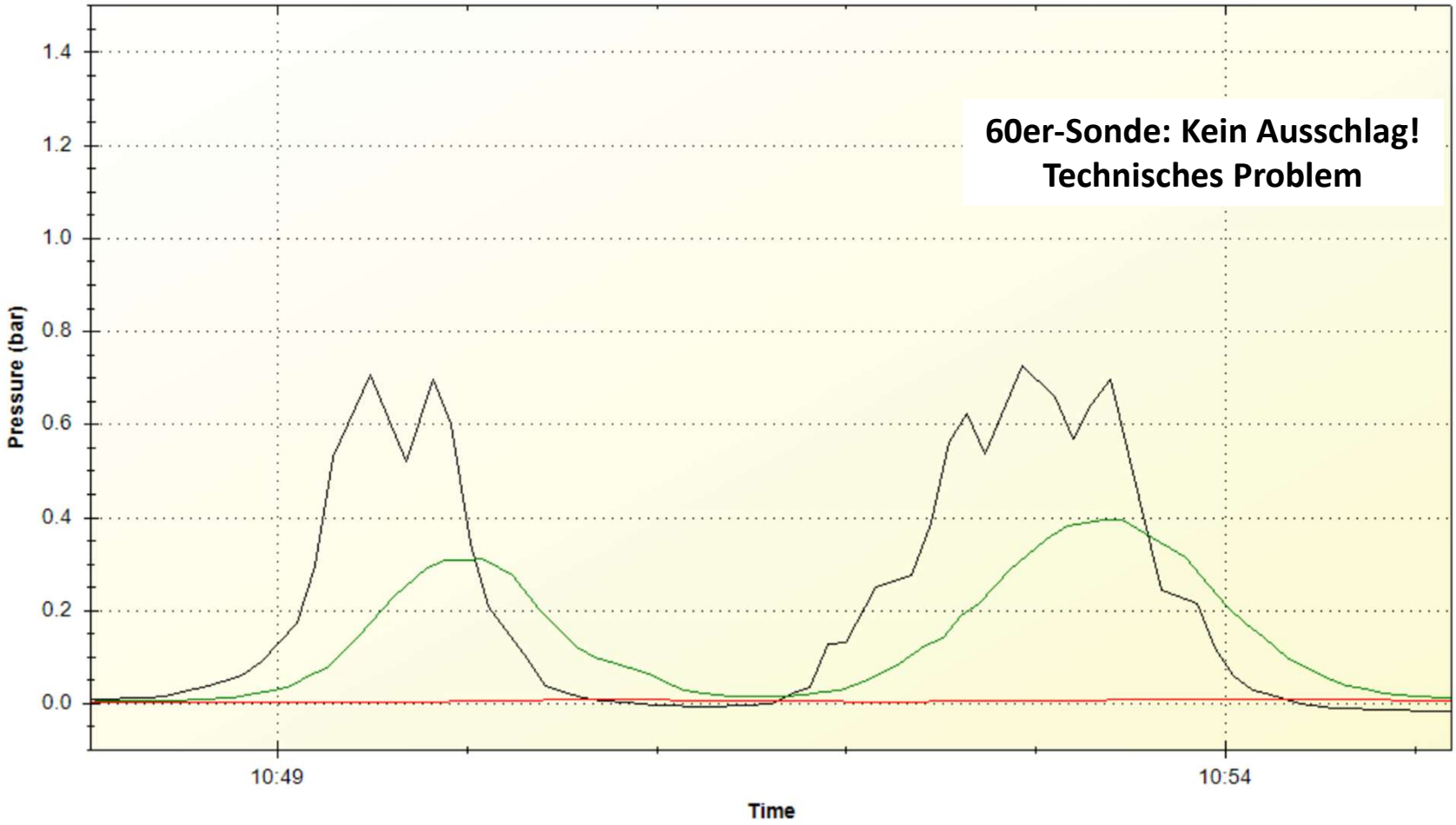
Ergebnisse

Messstelle 1: Deutz-Fahr 6150.4, leer



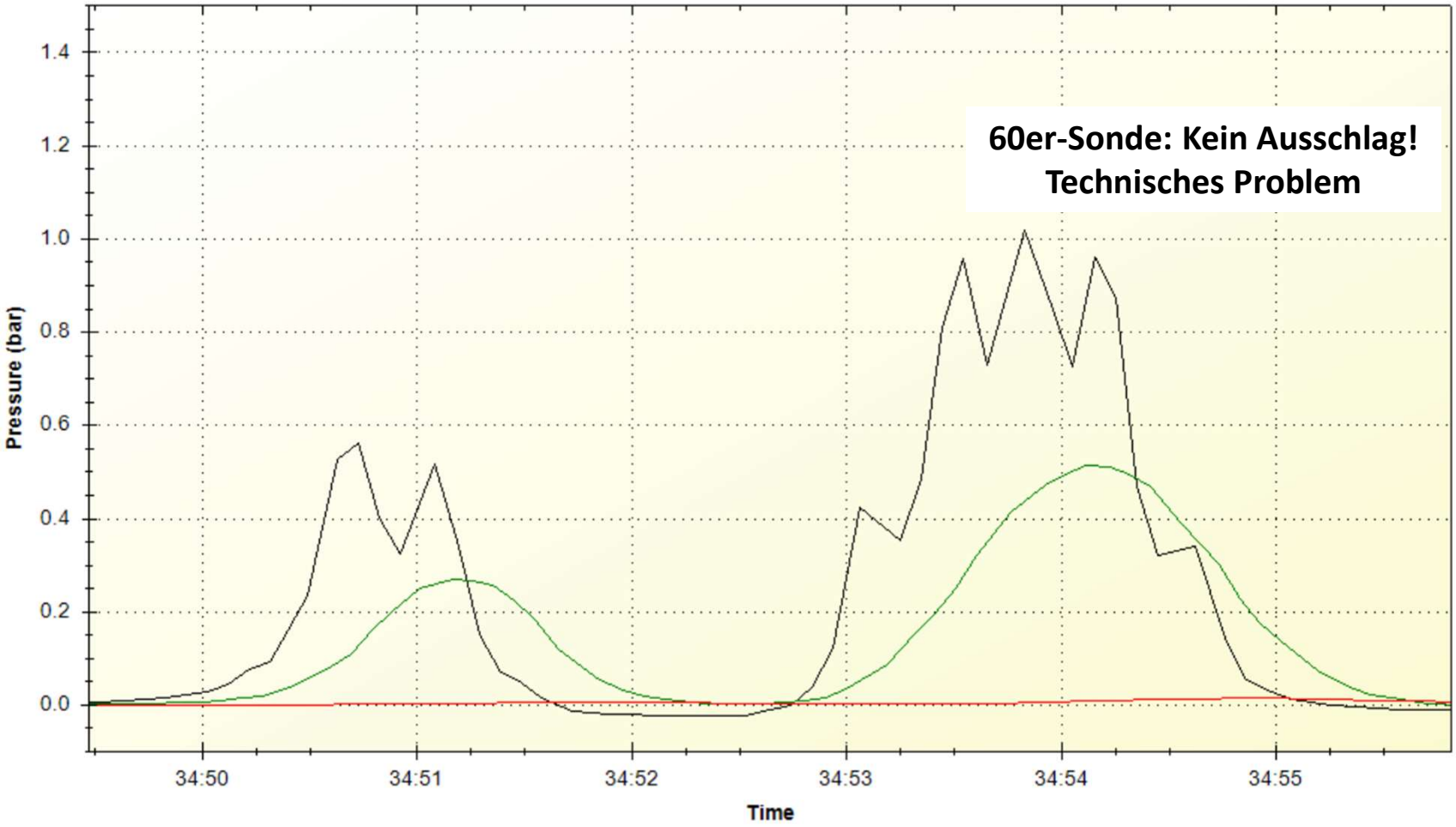
Ergebnisse

Messstelle 1: Deutz-Fahr 6150.4, leer (WH)



Ergebnisse

Messstelle 1: Deutz-Fahr 6150.4, mit Fräse



Ergebnisse

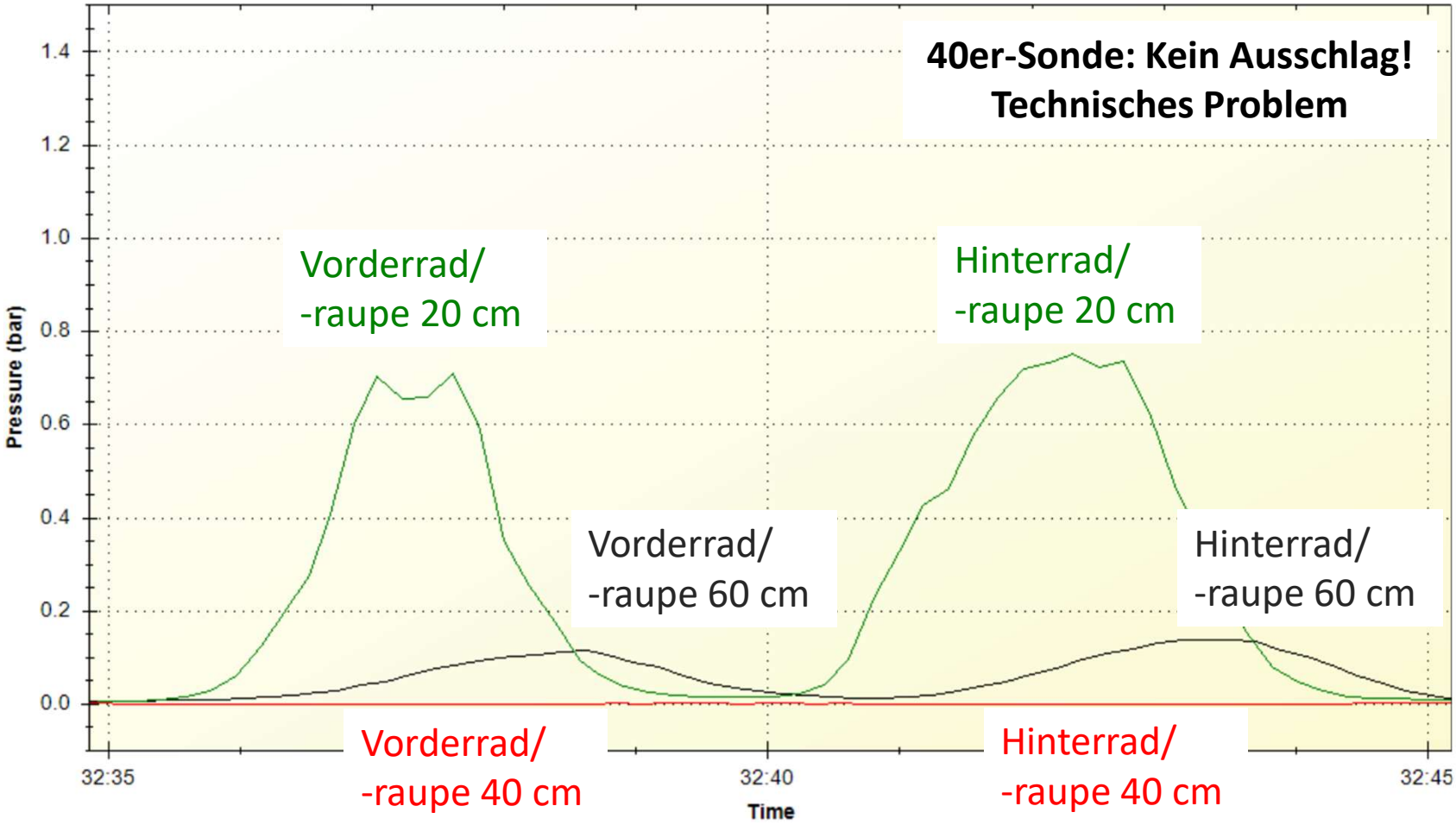
Erkenntnisse aus Messungen auf MS 1

- Brauchbare Messergebnisse sind leider nur für den Deutz-Fahr 6150.4 mit Raupe und nur für die 20er- und 40er-Sonden verfügbar.
- Druckausschläge der Rollen sind aufgrund des harten Bodens in der CTF-Fahrspur gut erkennbar.
- Unterschiede bei den «Leerfahrten» sind bei der 20er-Sonde eher gross, was auf ein leicht seitlich versetztes Fahren bei der Erstfahrt hindeuten könnte.
- Die Druckausschläge der 20er-Sonde bleiben trotzdem unter dem agronomischen Oberboden-Schwellenwert von 1 bar, was für einen schmal «bereiften» Traktor mit über 8.5 t Leergewicht sehr gut ist.
- Der Oberboden-Schwellenwert von 1 bar wird auch mit angebauter Fräse nicht überschritten.
- Dank den Raupenlaufwerken wird auch der Unterboden-Schwellenwert in 40 cm Tiefe von 0.5 bar trotz höherer Hinterachslast bei angebauter Fräse nicht überschritten.

Ergebnisse: Messstelle 2

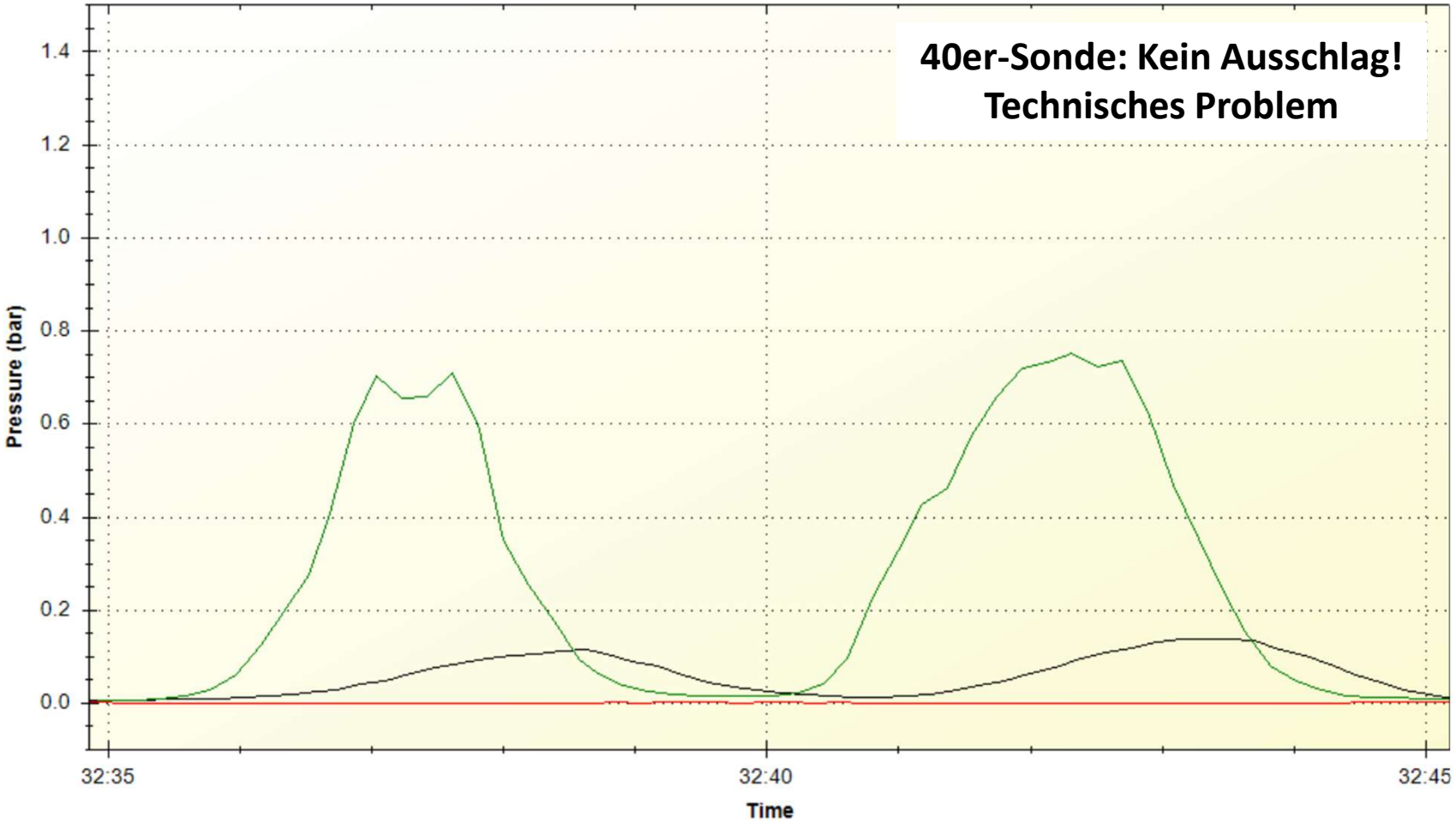
Ergebnisse

Messstelle 2: Darstellung allgemein



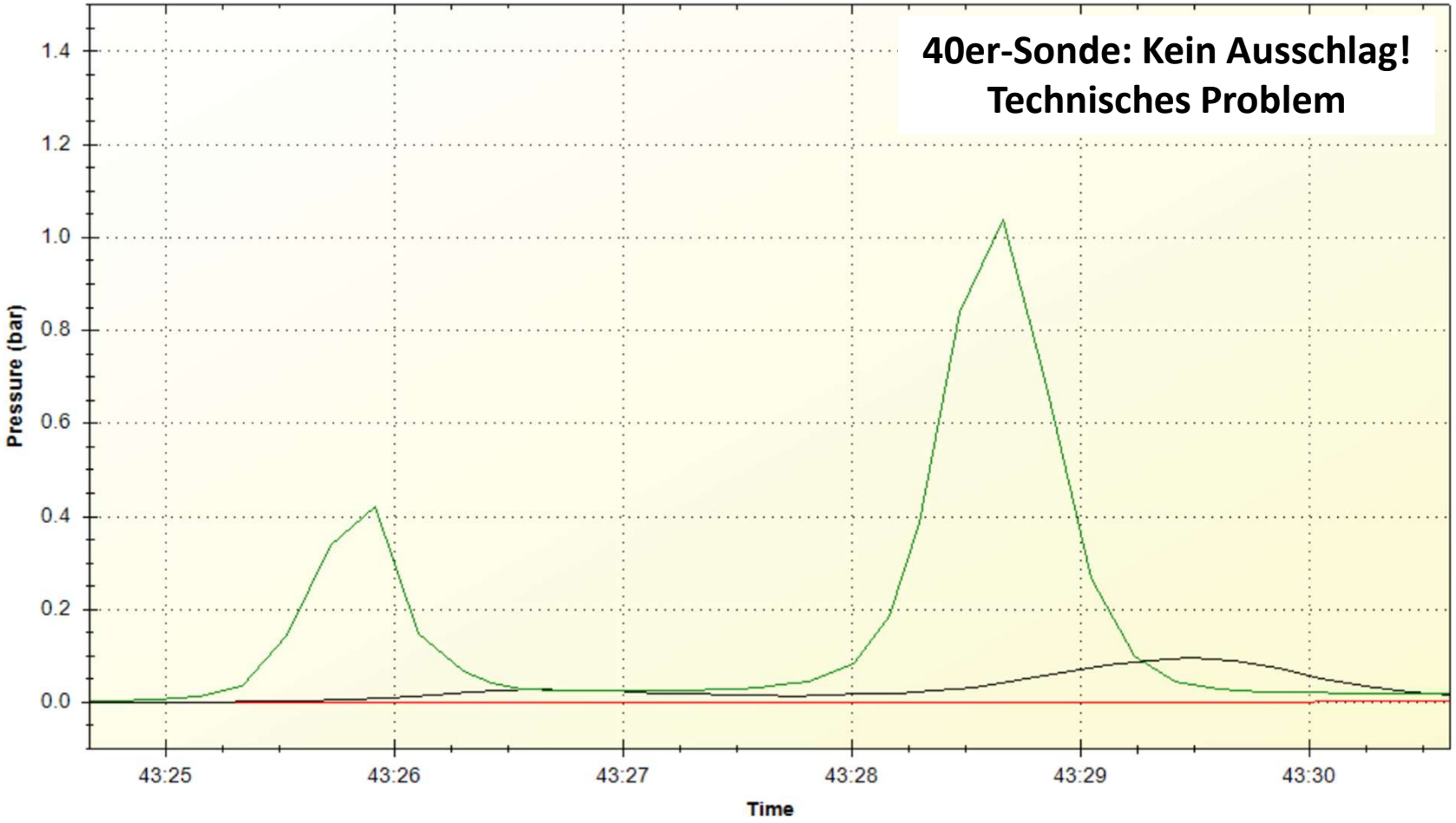
Ergebnisse

Messstelle 2: Deutz-Fahr 6150.4, leer



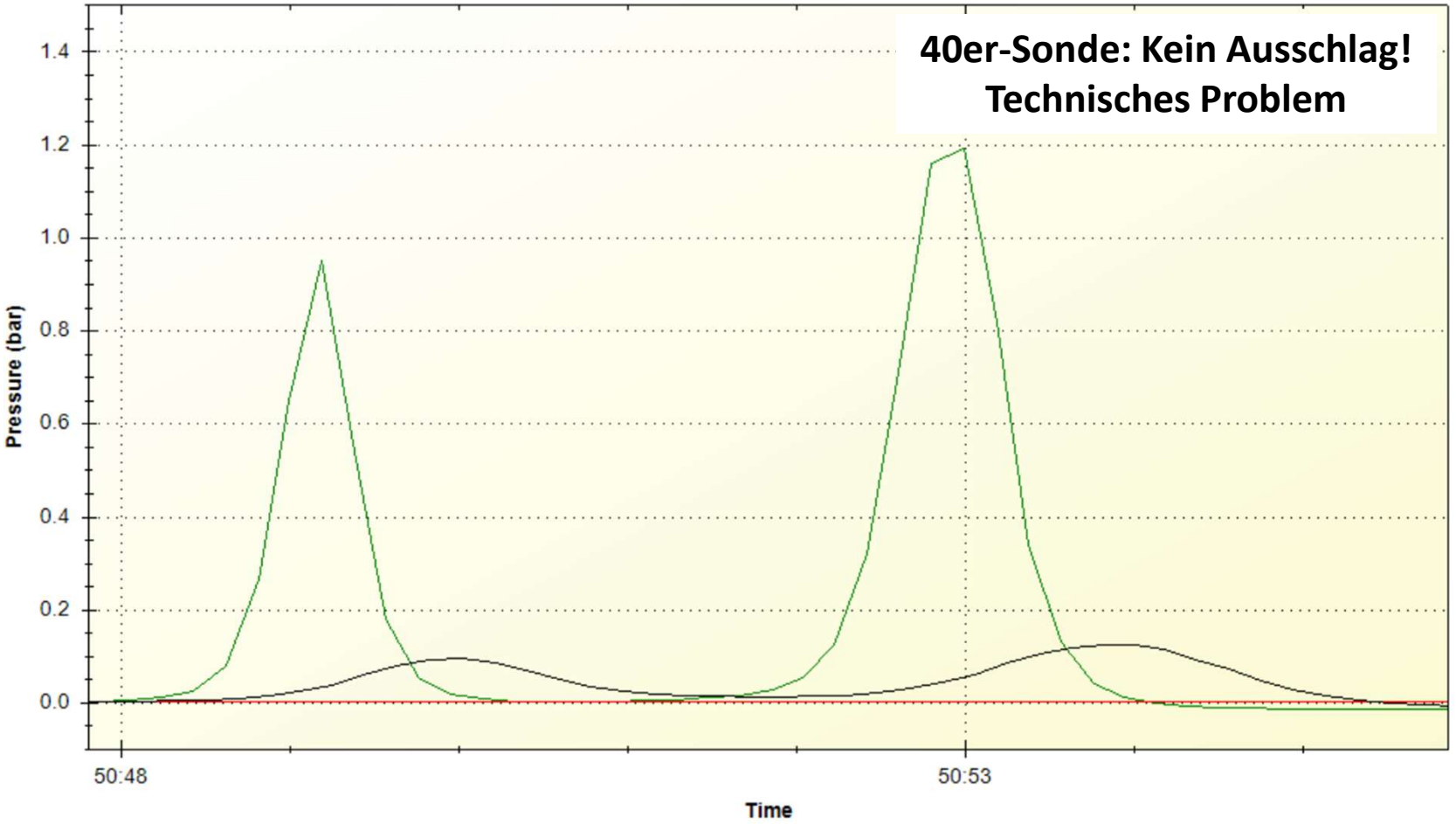
Ergebnisse

Messstelle 2: Carraro 6.1000.4 mit abges. Sämaschine u. Fronttank



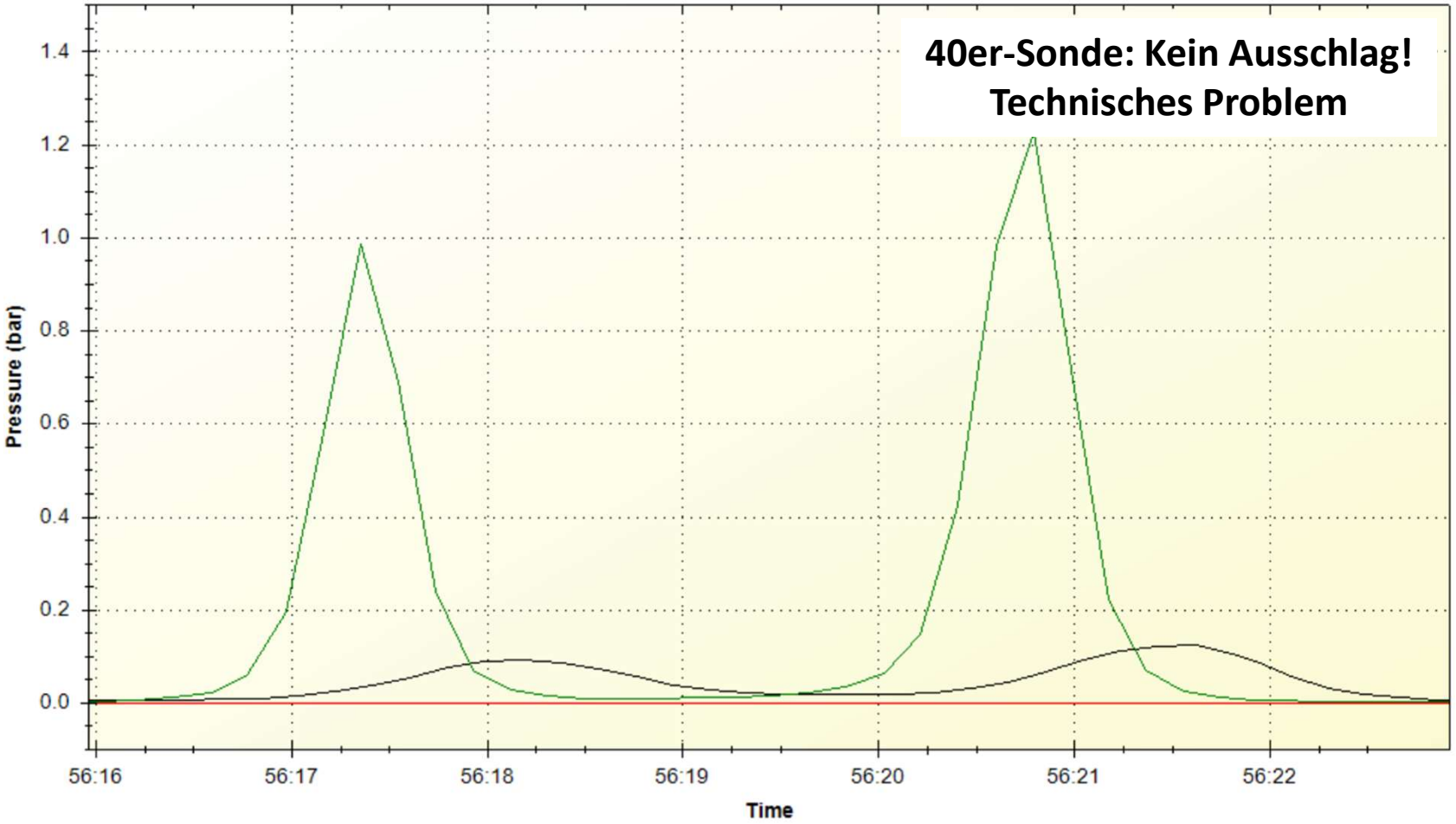
Ergebnisse

Messstelle 2: Deutz-Fahr 6120 TTV, mit hohem Reifendruck, leer



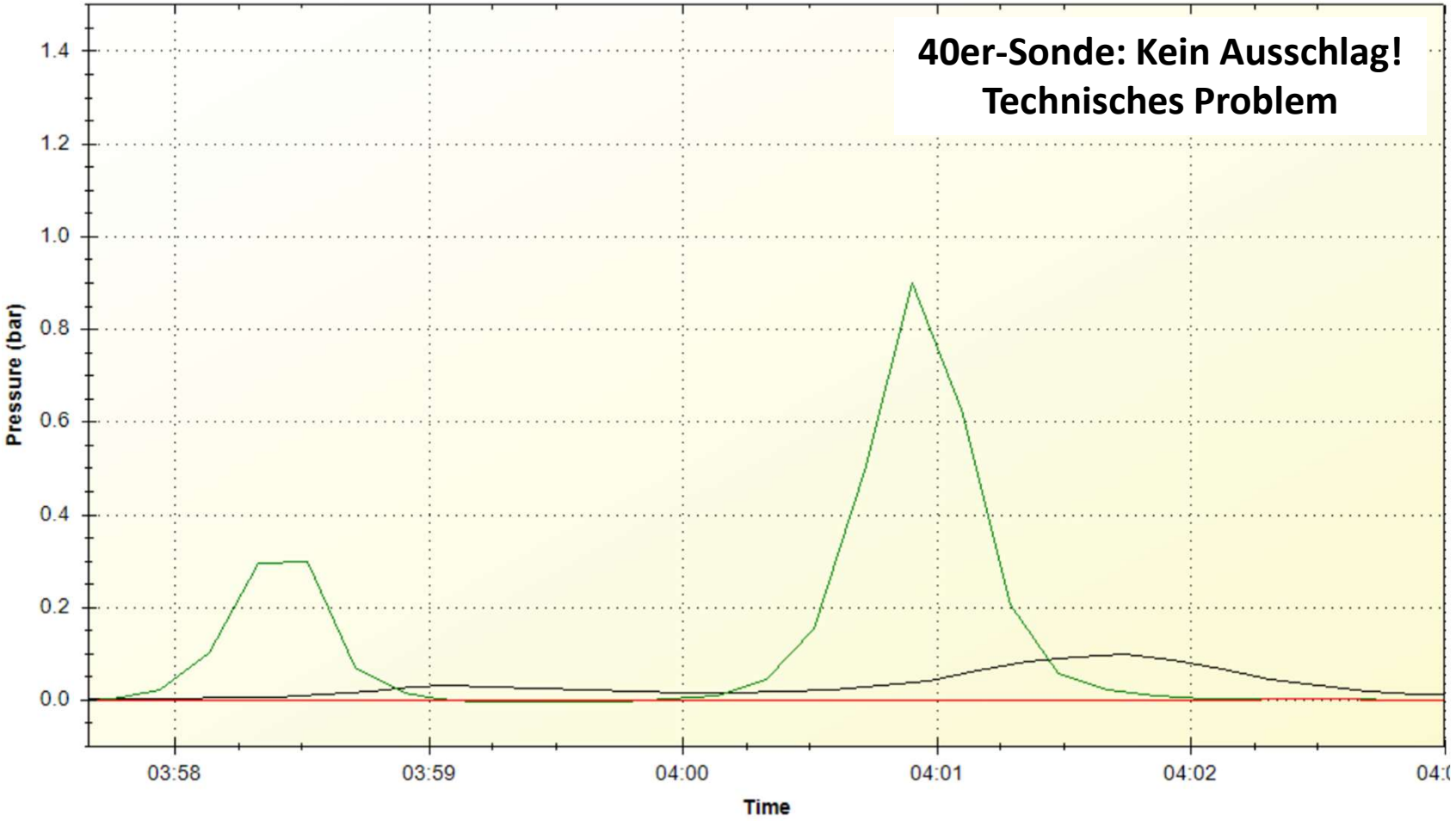
Ergebnisse

Messstelle 2: Deutz-Fahr 6120 TTV mit hohem Reifendruck, leer (WH)



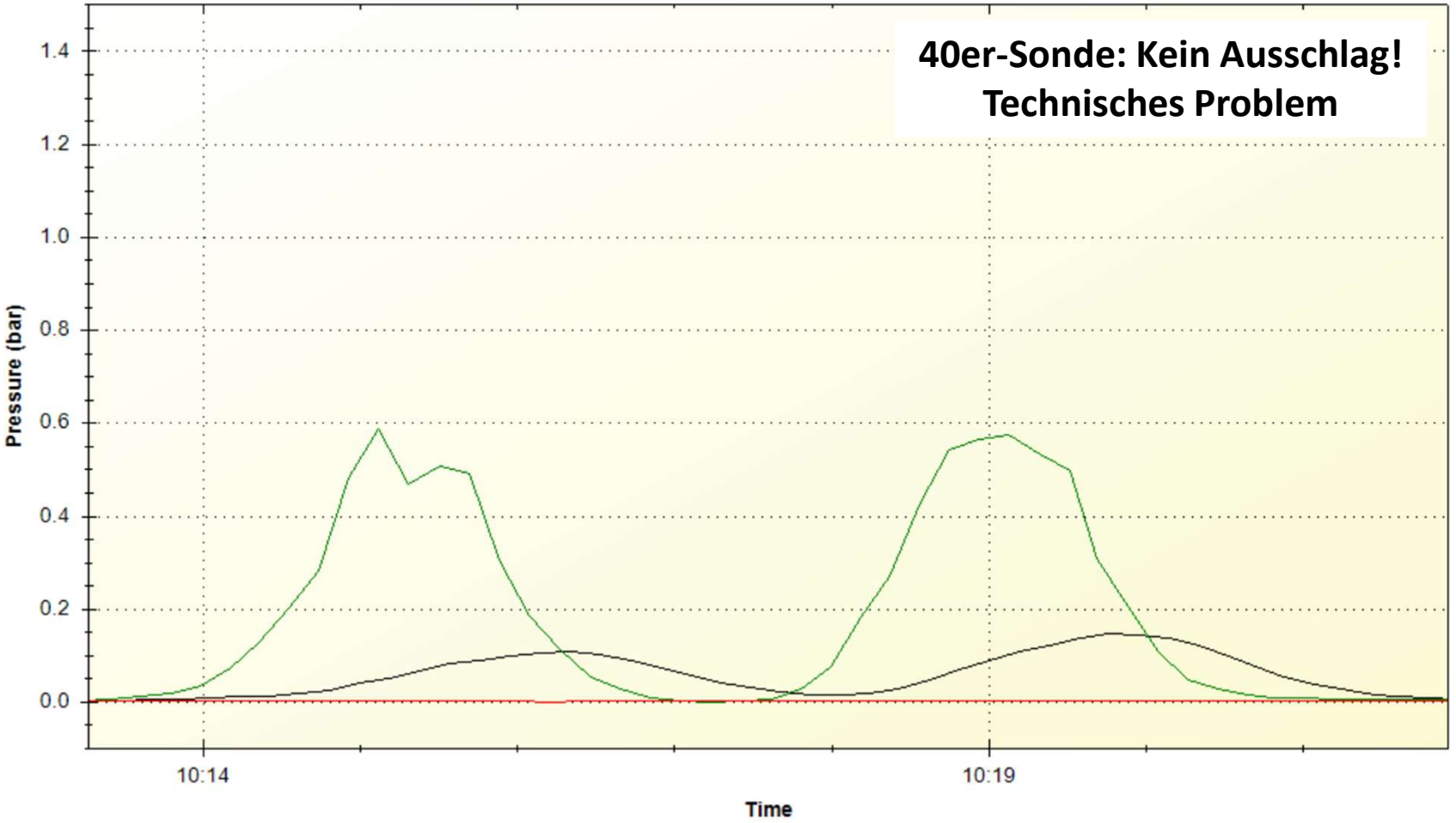
Ergebnisse

Messstelle 2: Carraro 6.1000.4 mit abg. Sämaschine u. Fronttank (WH)



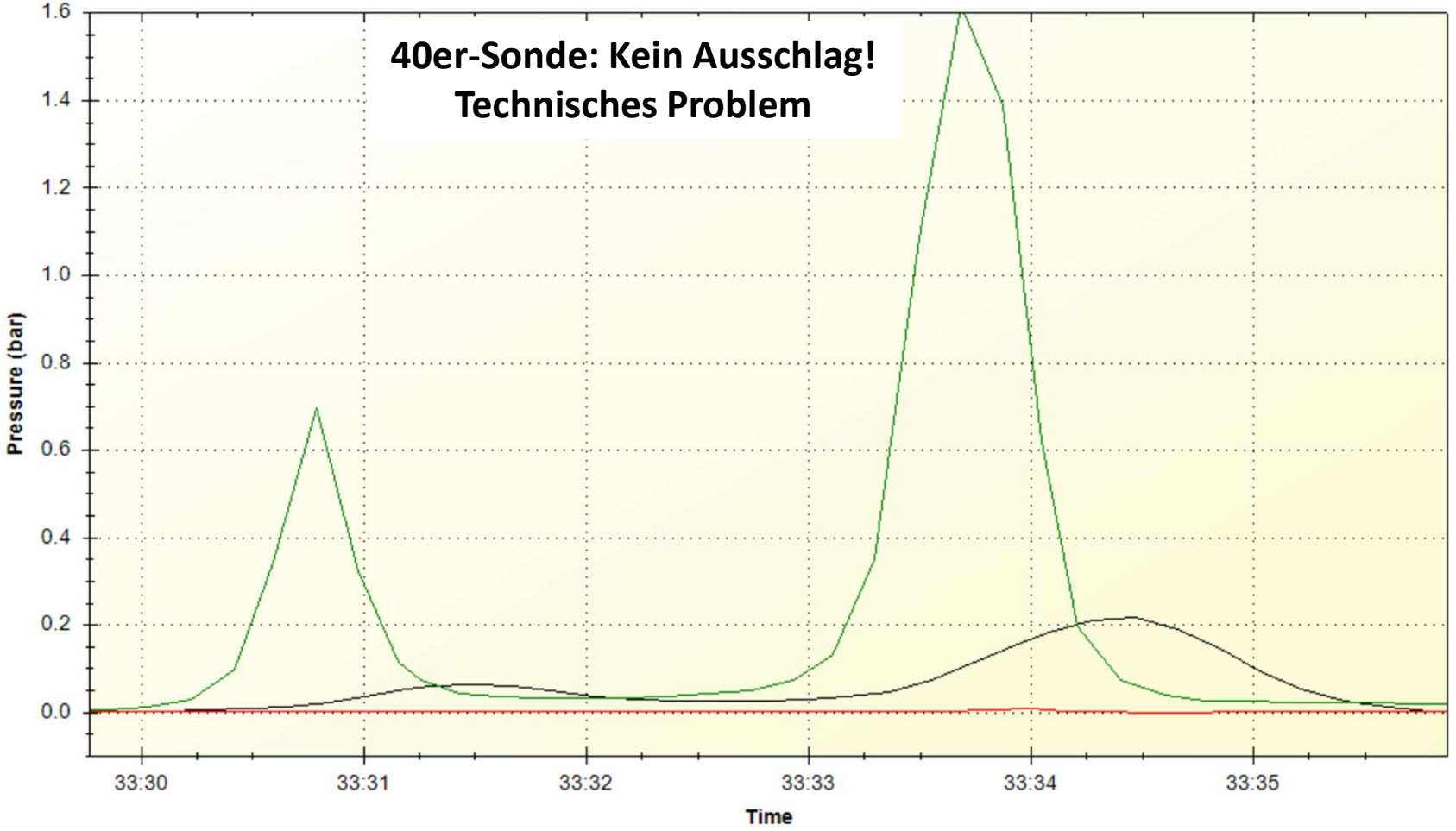
Ergebnisse

Messstelle 2: Deutz-Fahr 6150.4, leer (WH)



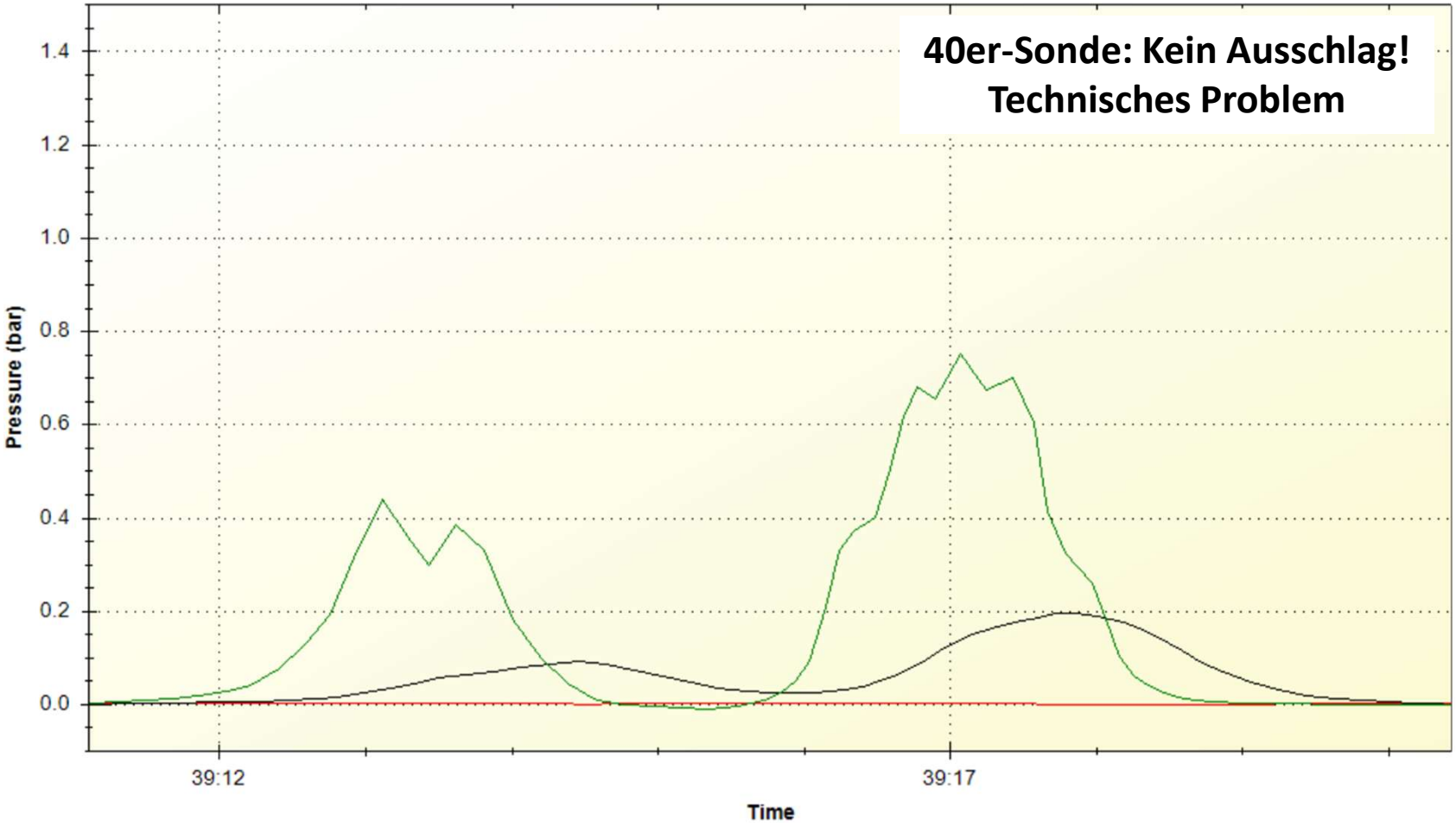
Ergebnisse

Messstelle 2: Deutz-Fahr 6120 TTV mit hohem Reifendruck, mit Fräse



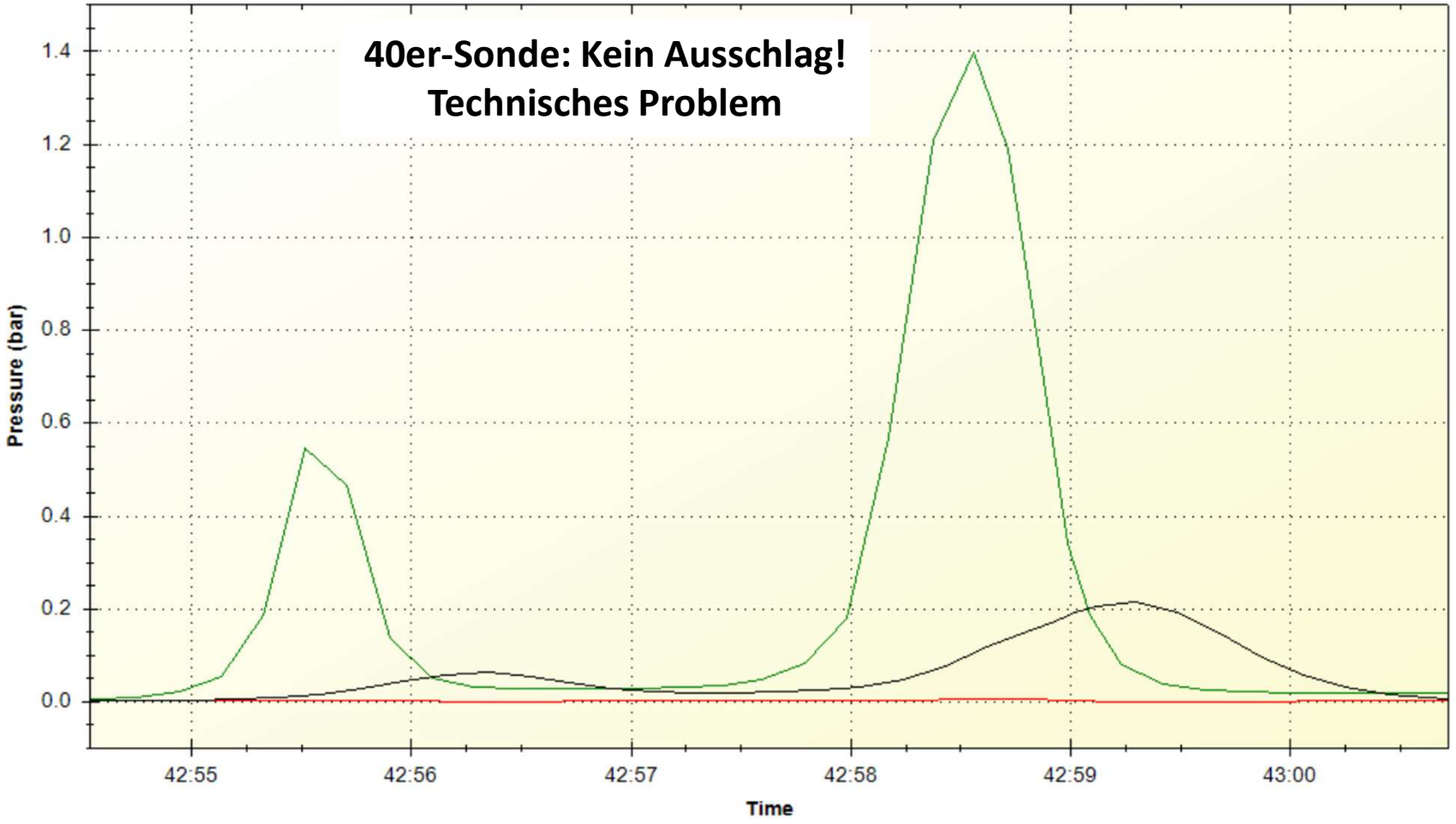
Ergebnisse

Messstelle 2: Deutz-Fahr 6150.4, mit Fräse



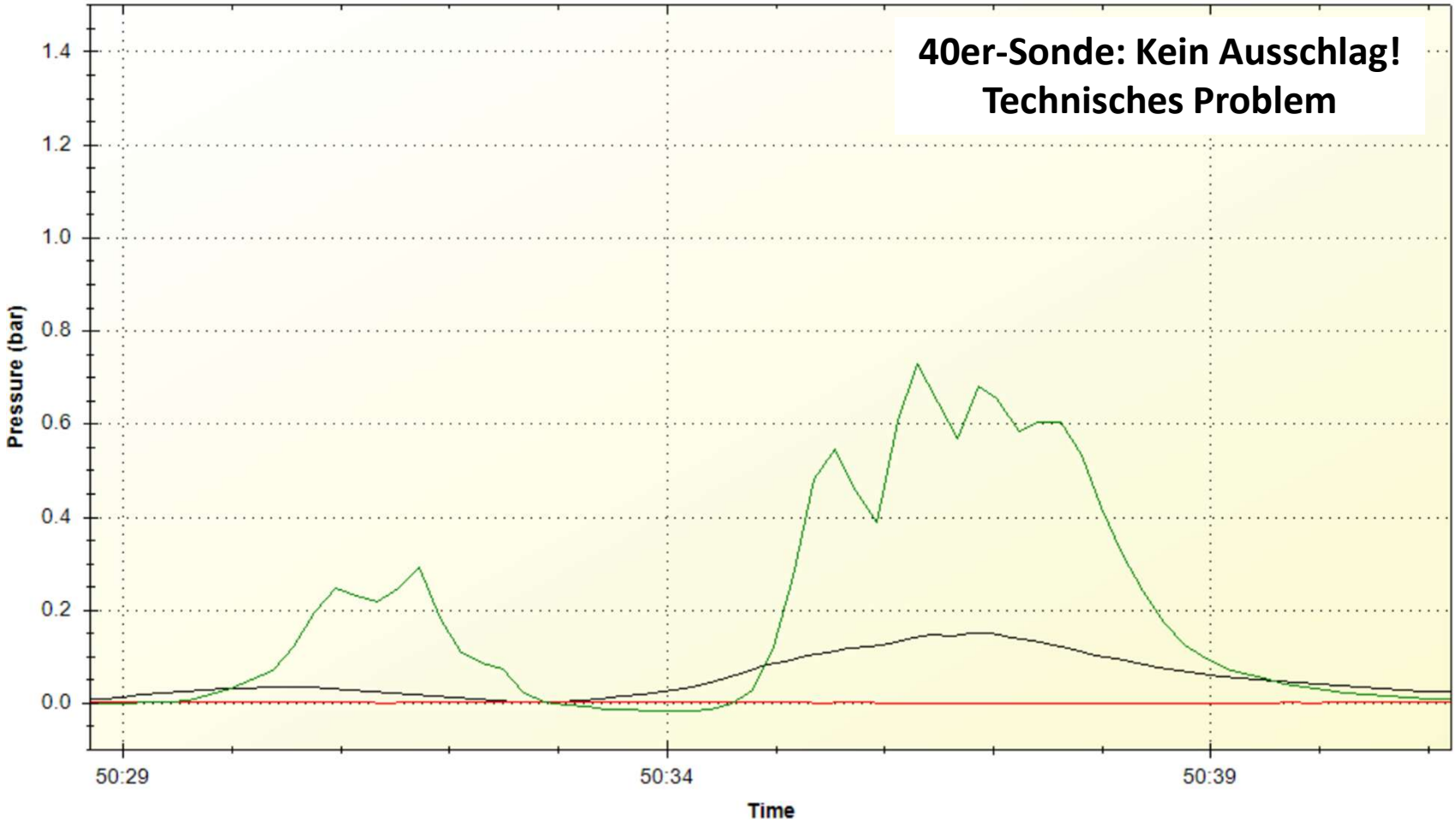
Ergebnisse

Messstelle 2: Deutz-Fahr 6120 TTV mit tiefem Reifendruck, mit Fräse



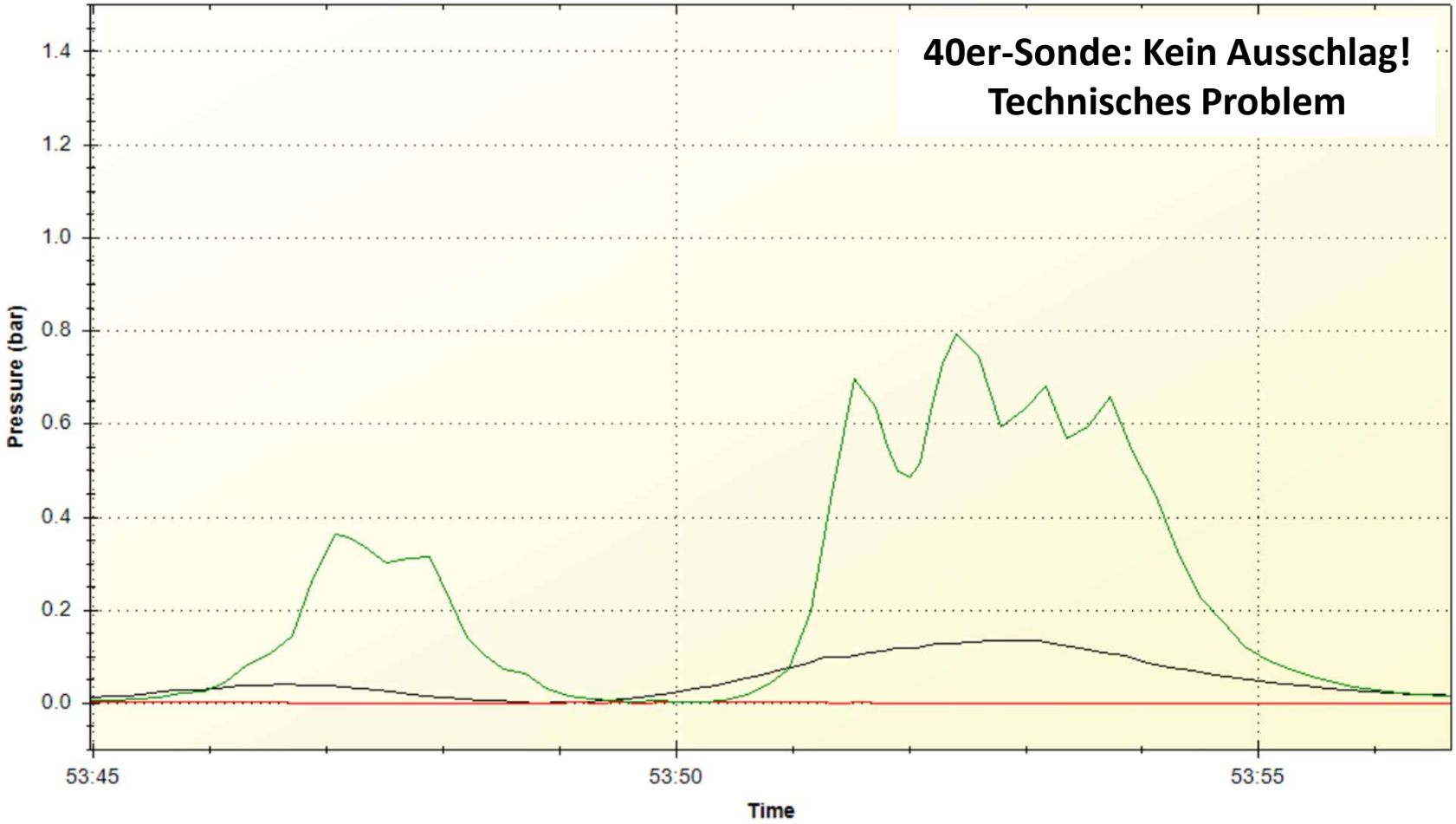
Ergebnisse

Messstelle 2: Deutz-Fahr 6150.4, leer, mit 35 kN Zugkraft



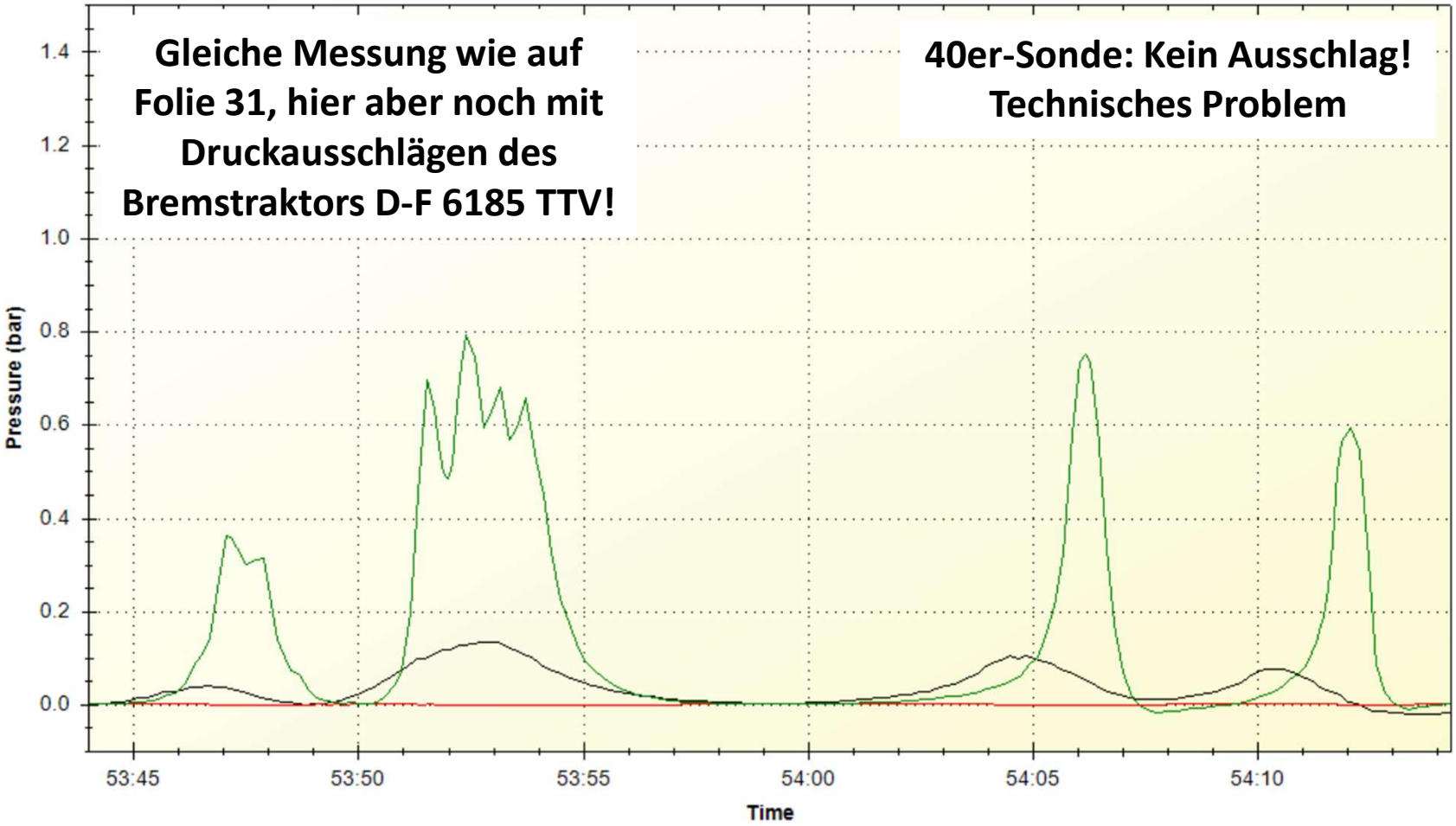
Ergebnisse

Messstelle 2: Deutz-Fahr 6150.4, leer, mit 35 kN Zugkraft (WH)



Ergebnisse

Messstelle 2: Deutz-Fahr 6150.4, leer, mit 35 kN Zugkraft (WH)



Ergebnisse

Erkenntnisse aus Messungen auf MS 2

- Brauchbare Messergebnisse sind leider nur für die 20er- und 60er-Sonden verfügbar.
- Der «leere» Deutz-Fahr 6150.4 mit Raupe weist im Oberboden (20er-Sonde) lediglich Druckausschläge zwischen 0.6 bis 0.75 bar auf (vorne und hinten), siehe Folien 21 und 26.
- Der «leere» Deutz-Fahr 6120 TTV mit Pflegebereifung weist hingegen Druckausschläge von 0.95 resp. 1.2 bar auf (vorne/hinten), siehe Folien 23 und 24.
- Beim Deutz-Fahr 6120 TTV führt der Anbau der Fräse bei der 20er-Sonde zu Druckspitzen von 1.6 bar, siehe Folie 27.
- 6120 TTV mit Fräse: Die Reifendruckabsenkung von 2.3 auf 1.5 bar in den Hinterrädern hat einen geringen Einfluss auf den Bodendruck in 20 cm Tiefe (Delta: 0.2 bar), siehe Folien 27 und 29.

Ergebnisse

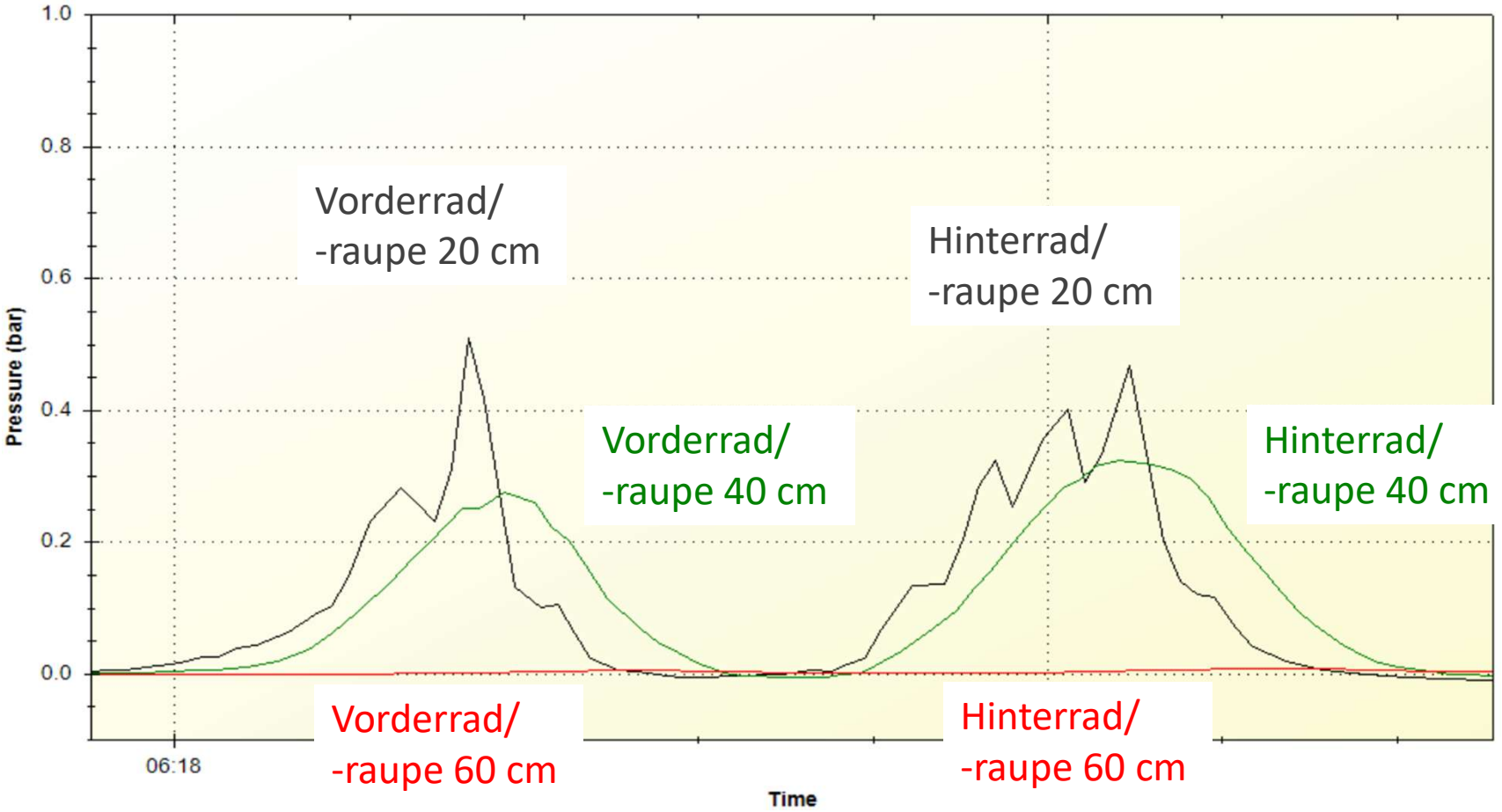
Erkenntnisse aus Messungen auf MS 2 (Fortsetzung)

- Der D-F 6150.4 weist im Oberboden selbst bei angebauter Fräse Druckausschläge von nur 0.75 bar auf (Hinterachse), siehe Folie 28.
- Die Hinterräder des Carraro 6.1000.4 erzeugen im Oberboden (20er-Sonde) bei abgesetzter Sämaschine Druckspitzen im Bereich von 1 bar, Messungen mit angehobener Sämaschine wurden nicht gemacht.
- Die MTRACK-Raupen neigen unter Zugkraft kaum zum Aufbäumen, die Zwischenrollen sind hier aber deutlicher erkennbar.
- Die Druckspitzen in 60 cm Tiefe liegen bei allen gemessenen Kombinationen unterhalb von 0.25 bar und deren Tiefenwirkung ist somit unproblematisch.

Ergebnisse: Messstelle 3

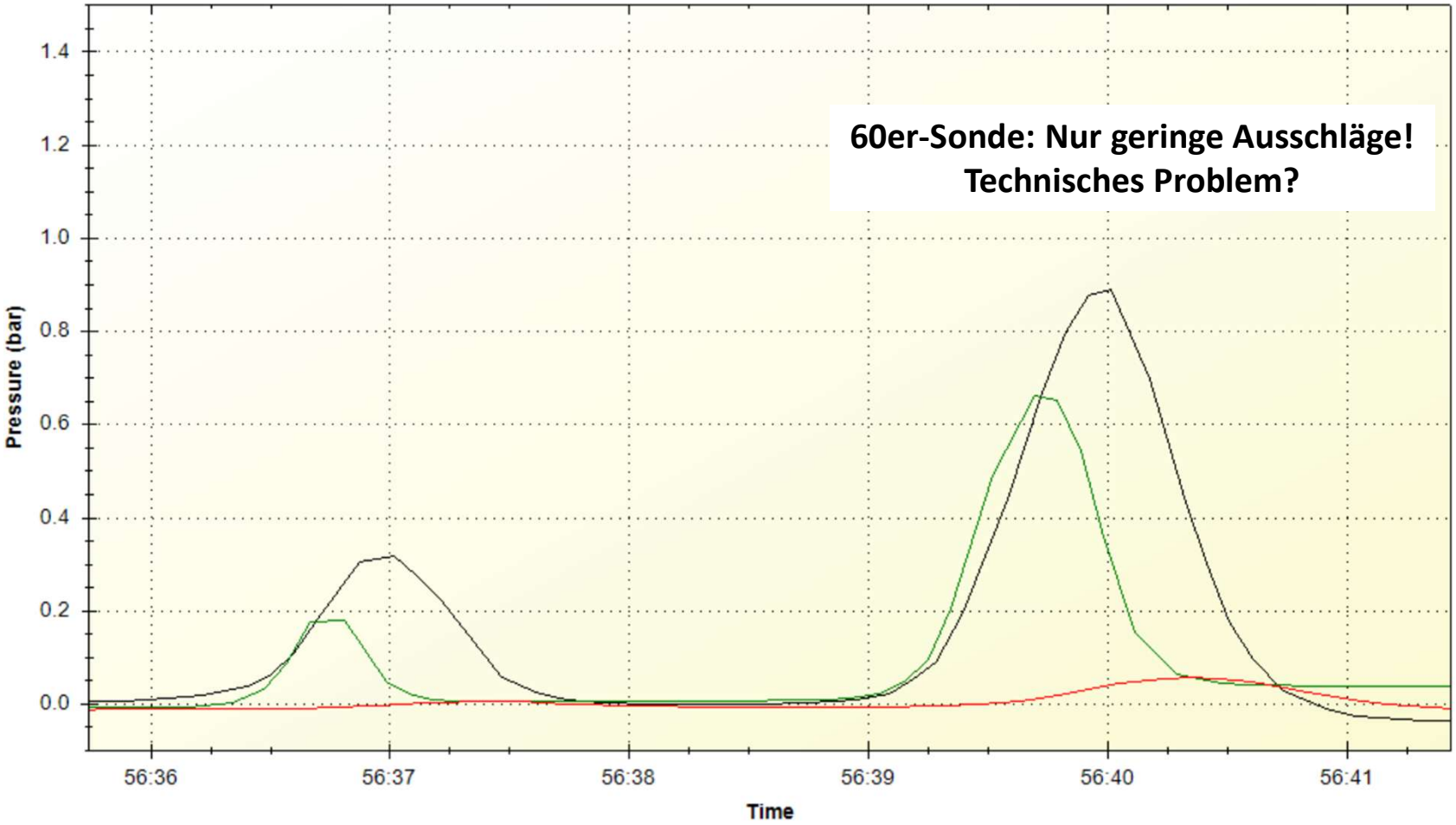
Ergebnisse

Messstelle 3: Darstellung allgemein



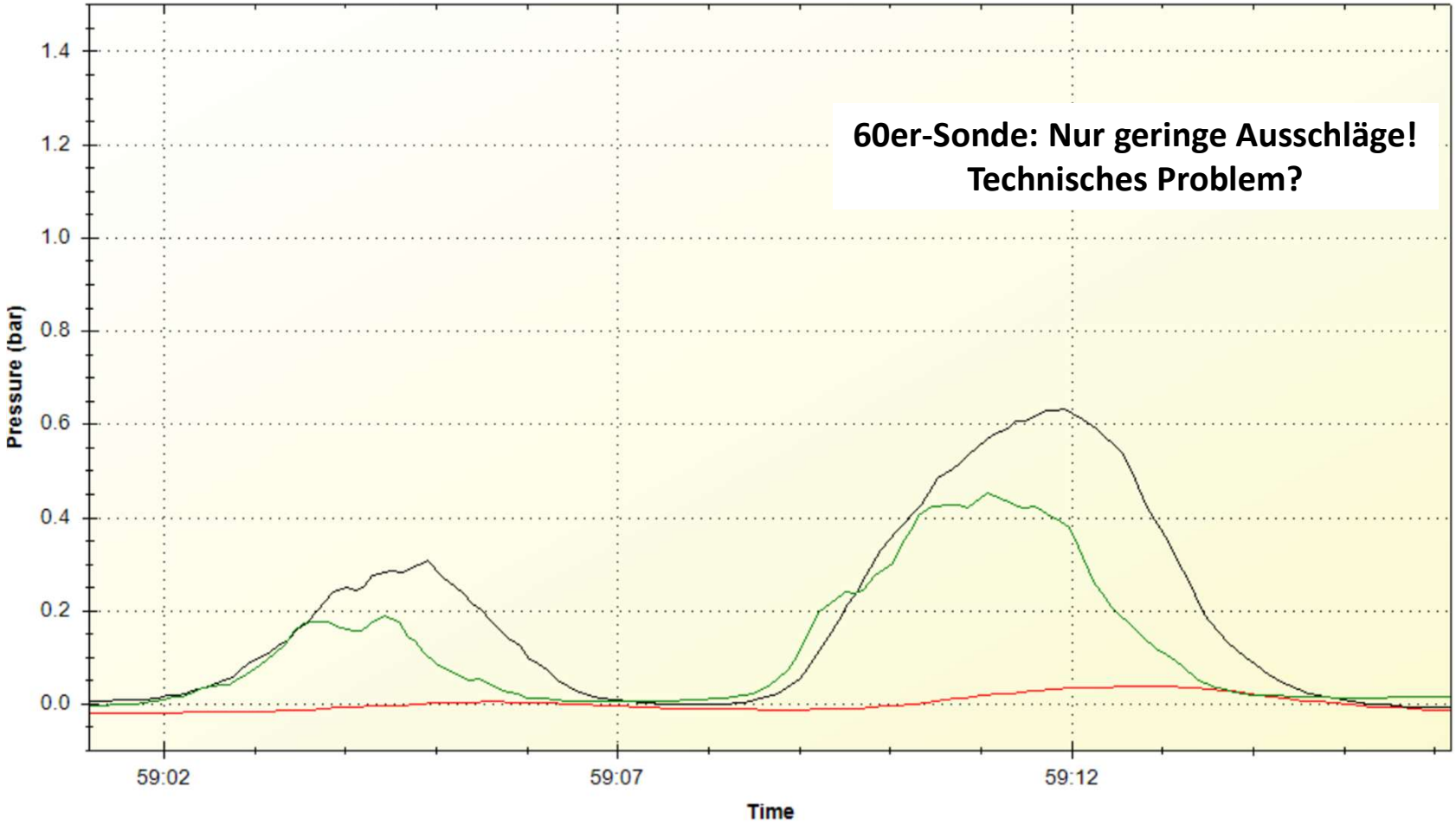
Ergebnisse

Messstelle 3: Deutz-Fahr 6120, mit Fräse, 1,5 bar, 60er mit Versatz



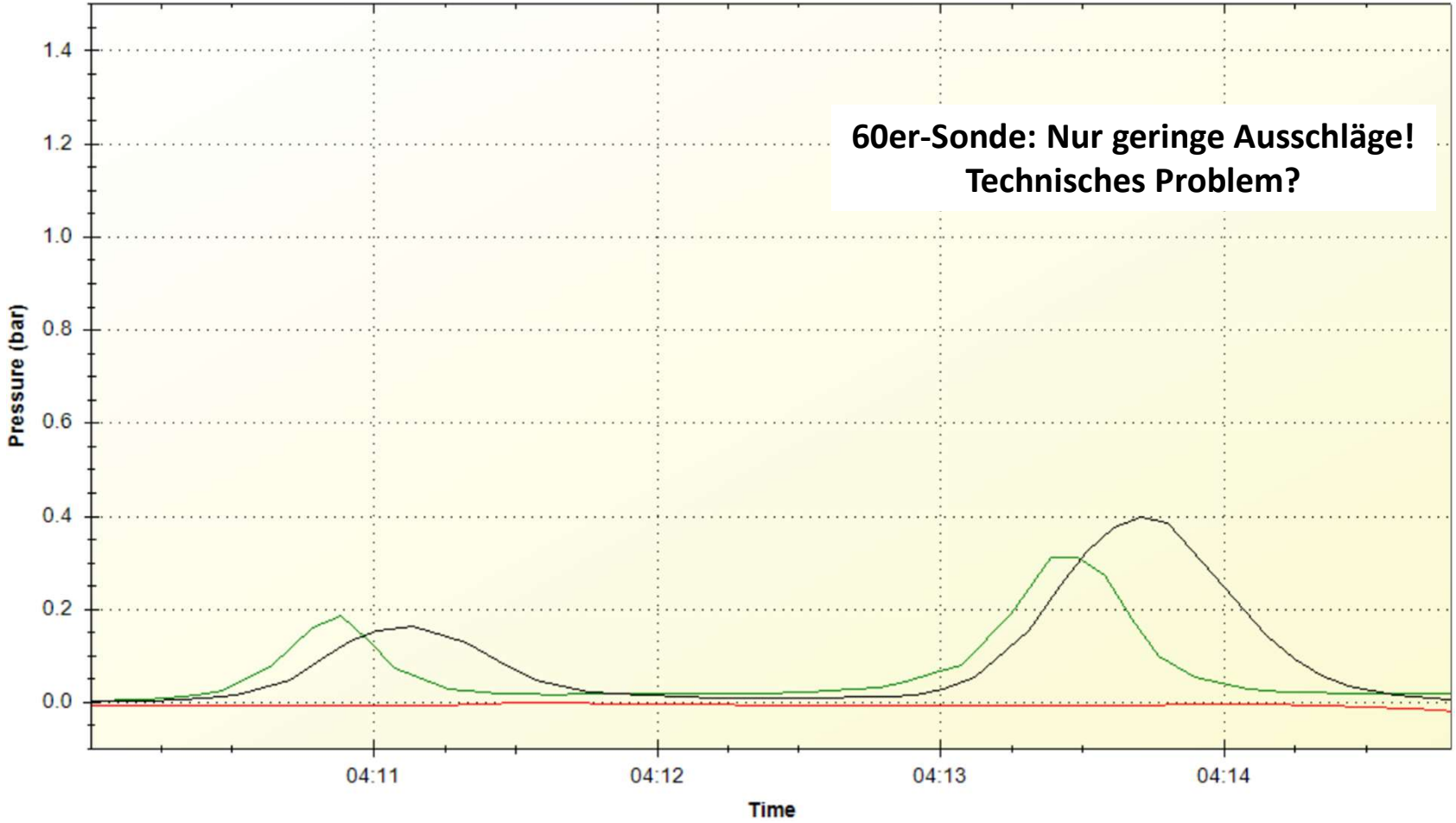
Ergebnisse

Messstelle 3: Deutz-Fahr 6150.4, mit Fräse, 60er mit Versatz



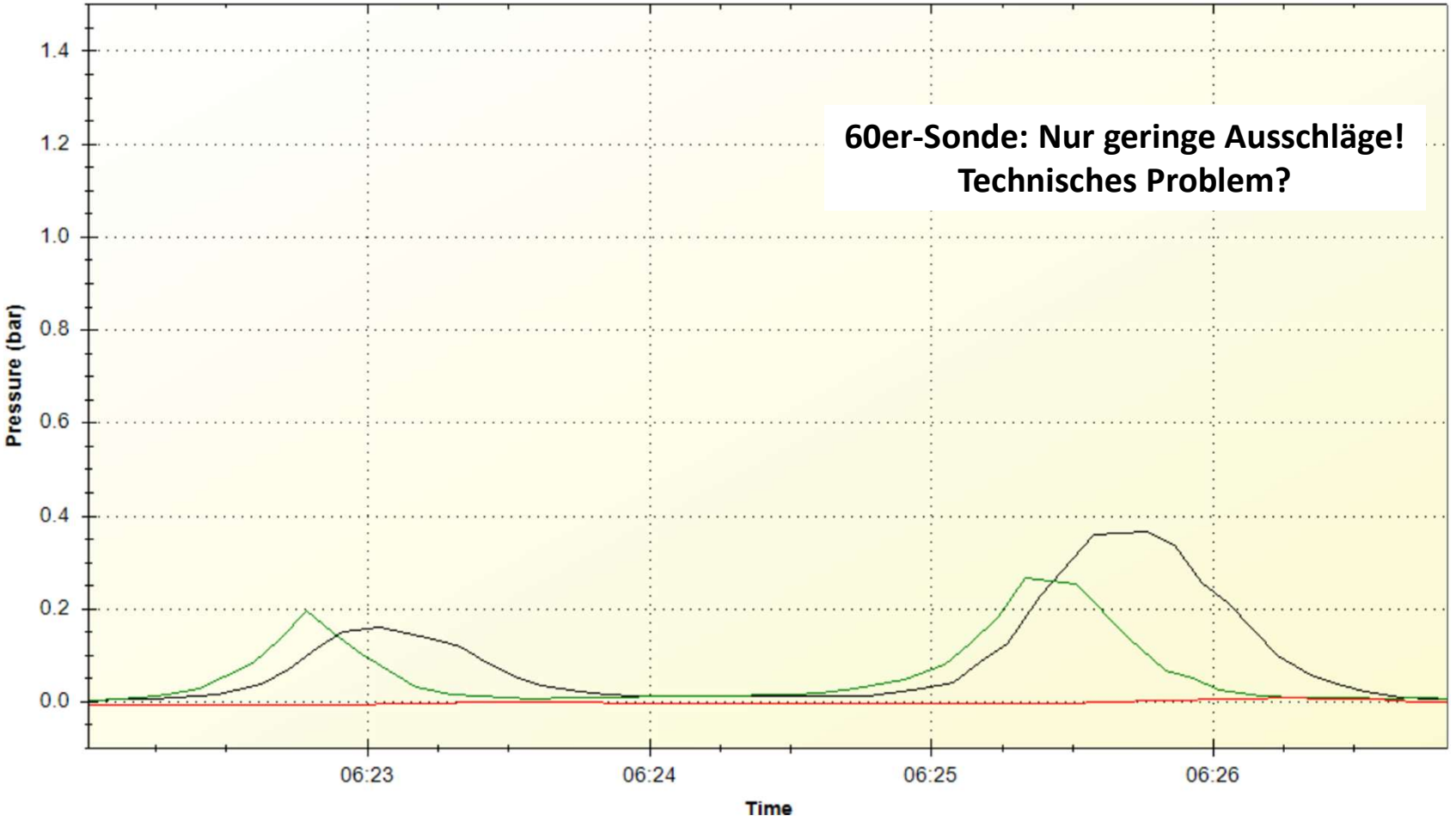
Ergebnisse

Messstelle 3: Carraro 6.1000.4 mit abgesetzter Sämaschine u. Fronttank



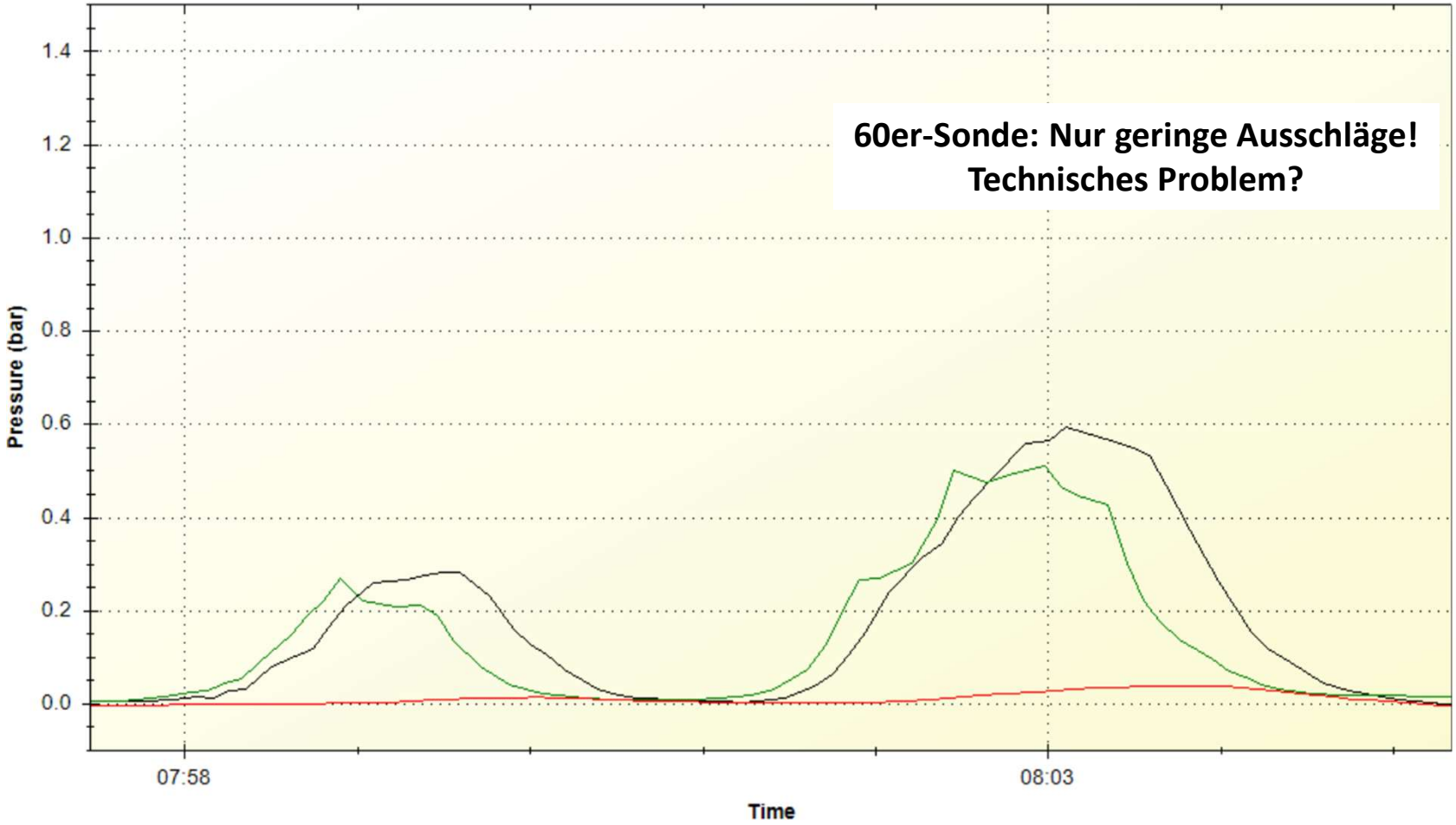
Ergebnisse

Messstelle 3: Carraro 6.1000.4 mit abges. Sämaschine u. Fronttank (WH)



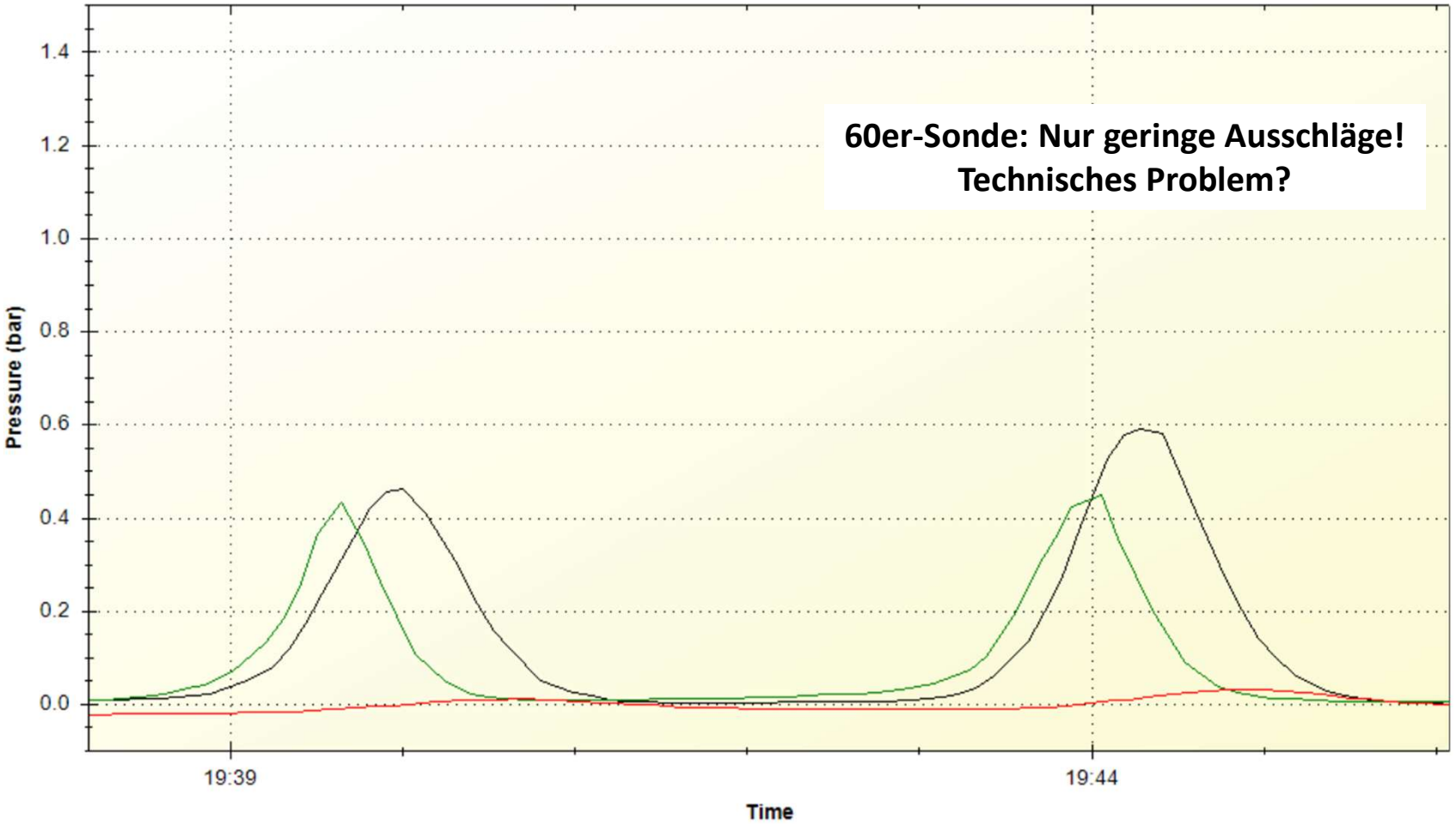
Ergebnisse

Messstelle 3: Deutz-Fahr 6150.4, mit Fräse (WH)



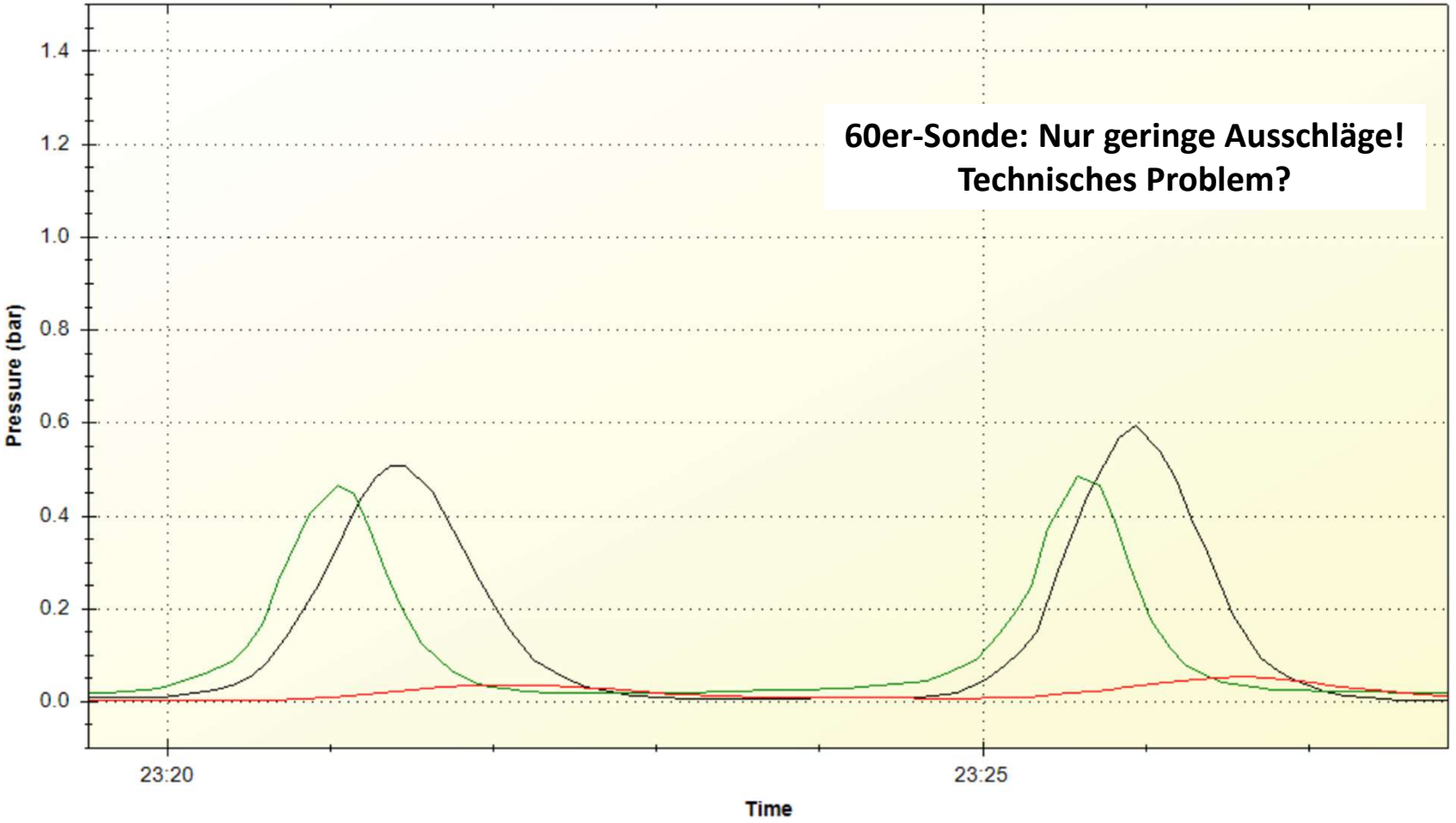
Ergebnisse

Messstelle 3: Deutz-Fahr 6185 TTV, mit hohem Reifendruck, leer



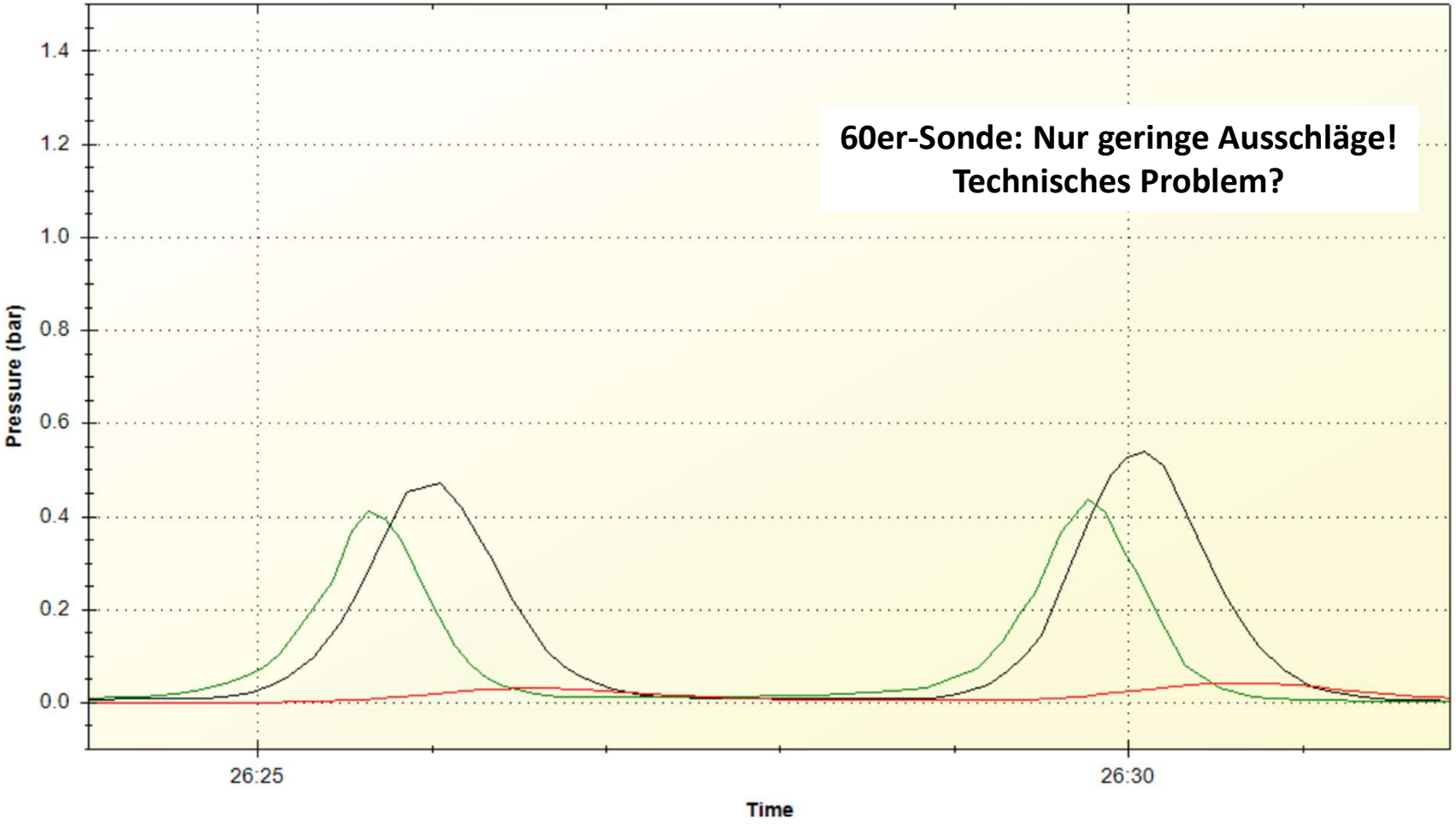
Ergebnisse

Messstelle 3: Deutz-Fahr 6185 TTV, mit hohem Reifendruck, leer (WH)



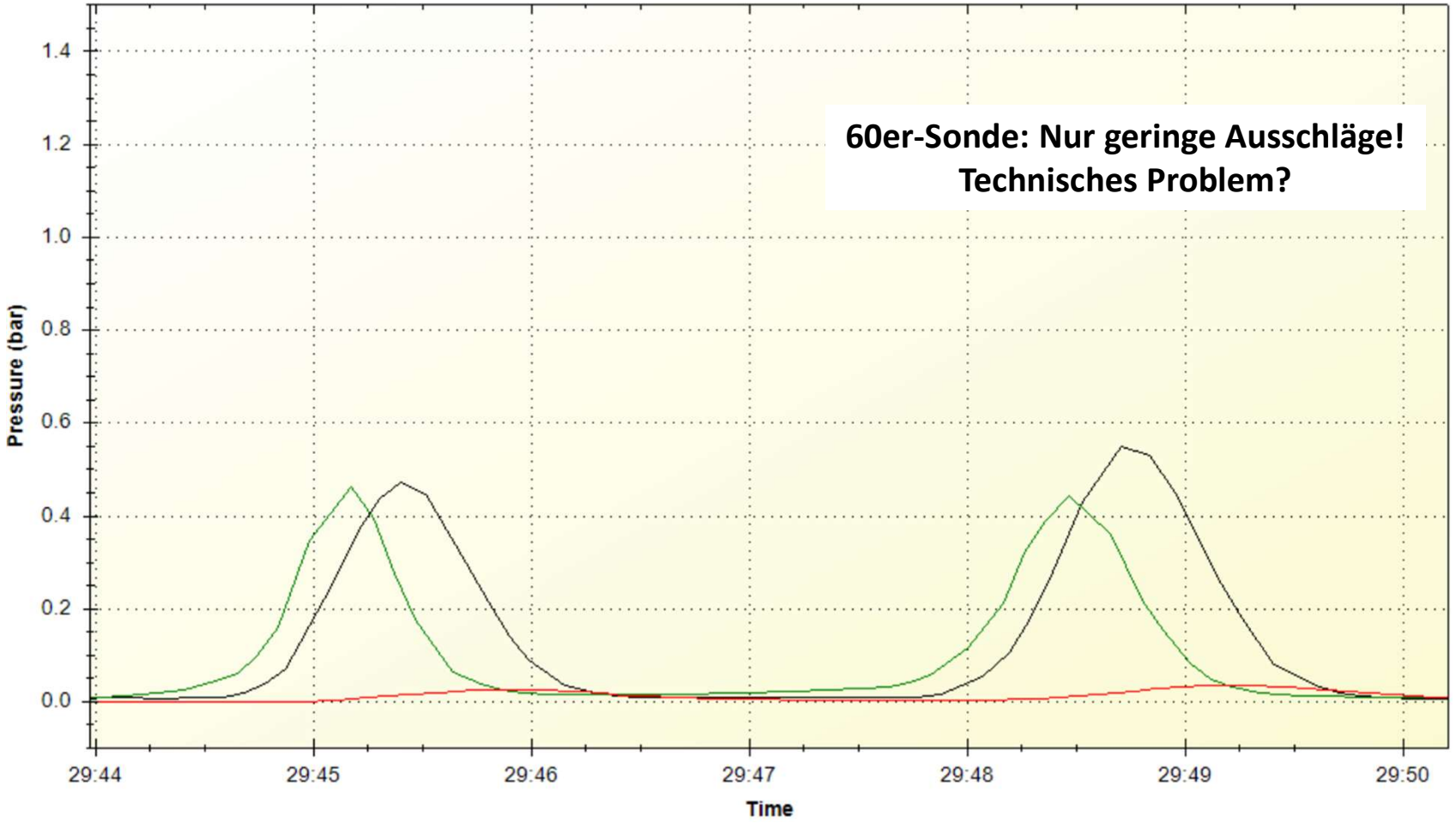
Ergebnisse

Messstelle 3: Deutz-Fahr 6185 TTV, mit tiefem Reifendruck, leer



Ergebnisse

Messstelle 3: Deutz-Fahr 6185 TTV, mit tiefem Reifendruck, leer (WH)



Ergebnisse

Erkenntnisse aus Messungen auf MS 3

- Die im Oberboden mit der 20er-Sonde gemessenen Druckausschläge liegen bei der Messtelle 3 wesentlich tiefer als bei den Messstellen 1 und 2 → weicher Boden «dämpft» die vertikale Druckausbreitung bei den ersten Überfahrten.
- Die Druckausschläge der 40er-Sonden liegen hingegen in «normalen» Bereich, was dazu führt, dass die 20er- und 40er-Kurven nahe beieinander liegen.
- Die Druckausschläge der 40er-Sonden lagen beim D-F 6150.4 nahe der für diese Tiefe geltenden kritischen 0.5-bar-Marke, beim D-F 6120 TTV sogar darüber. Da es sich aber um eine Arbeitssituation handelt, die es nur bei Wendemanövern an den Feldenden gibt (angehobene Fräse), darf dies nicht überbewertet werden.
- Die Reifendruckabsenkung beim Deutz-Fahr 6185 TTV führte im Oberboden nur zu geringen Änderungen bei den Druckausschlägen, was untypisch ist! → weicher Boden, «Brückeneffekt» der Breitreifen?