



3.2. Erste Datenauswertungen der Biogasmotoren-App

Warum auch kleine Datenmengen einen Nutzen im
Betrieb des Biogas-BHKWs entwickeln

Michael Wentzke
IG Biogasmotoren e.V.

Agenda

1. Warum Betriebsdatenaufzeichnung?

2. Trend ist wichtiger als Absolutwert

3. In den Alltag leicht zu integrieren

4. An Motoren spezifisch anpassbar

5. Reaktions-Zeit gewinnen

„**Hand am Puls**“ des Biogas-BHKWs: auf negative Entwicklungen der Betriebsdaten reagieren können: **Schadenfrüherkennung**

Versicherungsobliegenheit: Nachweis der qualifizierten Wartung und Instandsetzung und des geführten Betriebstagebuches, sonst **Kürzung der Versicherungsleistung**

Warum sind Betriebsdaten so notwendig?



Betriebssicherheitsverordnung: BHKW ist eine überwachungsbedürftige Anlage: Nachweis der täglichen Begehung und Datenaufzeichnung (inkl. Bewertung) : **Entlastung im Strafverfahren bei Personen- und Umweltschäden**



Profitabilität des BHKW-Betriebes sinkt signifikant bei ungeplanten BHKW-Stillständen (**BU-Schaden +Instandsetzung**)

Betriebsdatenaufzeichnungen von einem MAN E2842

Kalenderwoche	28/19						
Wochentag	Montag	Dienstag	Mittwoch	Donnerstag	Freitag	Samstag	Sonntag
Datum	23.9	24.9	25.9	26.9	27.9	28.9	29.9
Leistung elektronisch	235	242	244	298	304	304	300
Strom L1 L2 L3	246 132 132	521 150 142	512 148 147	446 144 140	447 147 143	428 142 140	432 142 140
Spannung	233	232	232	232	232	229	239
cos Phi	110	110	110	110	110	110	110
Kühlwasser Differenz	5,0	5,1	6,0	7,0	8,0	6,0	6,8
Gassack	/	/	/	/	/	/	/
Motorkühlwasser Eintritt	21,0	22,0	24,0	20,0	20,0	21,0	20,0
Motorkühlwasser Austritt	26,0	27,0	29,0	27,0	28,0	27,0	26,0
Betriebsstunden Display	2309	2333	2357	2381	2409	2431	2450
Startzähler	728	729	730	731	735	739	739
Abgastemperatur 1	666,9	677,2	695,3	685,2	683,8	686,2	690,4
Abgastemperatur 2	674,2	692,9	697,7	693,1	690,0	694,4	695,8
Gasdruck	- 5,2	- 12,2	- 9,3	- 9,7	- 9,8	- 10,0	- 14,6
Ladedruck Soll/Ist	0,335 10,225	0,990 10,991	0,991 10,928	0,699 10,693	0,698 10,694	0,695 10,653	0,707 10,722
Power P-D	476	465	506	495	517	468	536
Venturi-Position	5410	6211	51116	6119	62,8%	640%	82,8%
Schmieröldruck	n.A	4,0	4,0	alltag aus	28/10 aus	n.A	n.A
Motor Kühlwasserdruck	11,1	1,3	1,3		1,3	1,4	1,3
Ölstand Kontrolle	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Außentemperatur	17,0	15,0	17,0	19,0	16,0	15,0	16,0
Gemisch-Temperatur	42,1	52,7	49,8	46,6	46,2	46,3	45,8
Wasser-Temperatur	20,0	20,0	20,0	25,0	20,0	20,0	20,0

Betriebsdatenaufzeichnungen Jenbacher 412

Abzulesender Betriebswert		Einheit	Mo.	Di.	Mi.	Do.	Fr.	Sa.	So.	
FIE	Elektrische Leistung P	kW	907	960	900	960	901	907	904	
	Elektrische Blindleistung Q	kVAr	-271	-271	-270	-266	-266	-265	-265	
	Elektrische Scheinleistung S	kVA	947	943	942	976	940	938	939	
MHDI	cos phi	φ	-0,956	-0,957	-0,952	-0,960	-0,956	-0,960	-0,960	
	Strom:	I _m Strommittelwert	A	1334	1364	1360	1348	1352	1353	1326
		U _m Spannungsmittelwert	V	405	404	404	404	401	406	409
		I _n Nullleiterstrom	A	108	109	108	105	106	110	107
Geno	U _e Erregerspannung	V	242	245	245	240	247	245	247	
MAIN	WP Wirkarbeit	MWh	2599	2610	2628	2658	2654	2668	2682	
	WP Blindarbeit	MVARh	775	778	782	786	791	795	799	
Betrieb	Abgastemperatur nach Zylinder Nr.:	1 13	°C	54	58	60	57	57	59	59
		2 14	°C	57	60	62	56	54	59	57
		3 15	°C	67	67	67	61	60	67	67
		4 16	°C	60	64	67	59	57	64	60
		5 17	°C	63	63	64	62	62	68	63
		6 18	°C	58	64	64	57	56	62	58
		7 19	°C	57	58	60	52	50	56	57
		8 20	°C	52	57	57	51	49	55	57
		9 21	°C	56	60	57	55	52	60	57
		10 22	°C	55	59	58	54	52	59	54
		11 23	°C	59	67	60	59	57	64	59
		12 24	°C	59	67	60	59	57	64	59
		ELE	Abgaswärmetauscher-Rohrplattentemp.	°C						
Generator-Lagertemperatur AS	DE °C		38,1	39,9	39,9	37,8	39,5	39,5	38,1	
Geno	Generator-Lagertemperatur NAS	NDE °C	29,5	30,3	30,3	28,9	30,7	30,9	29,4	
	Kühlwassertemperatur	°C	89,7	92,7	92,7	92,7	93,1	93,2	93,1	
MAIN	Kühlwasserdruck	bar	1,43	1,45	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	
	Öltemperatur	°C	84,8	84,1	84,1	84,3	84,9	85,0	84,9	
Allgemein	Öldruck	bar	4,14	4,16	4,15	4,15	4,17	4,14	4,14	
	Leanox-Daten:	mbar								
MAIN	Gemischtemperatur	°C	55,4	52,8	53,2	54,6	56,9	54,1	55,5	
	Ladedruck	bar	3,82	3,83	3,82	3,82	3,85	3,81	3,85	
	Gasmischerstellung	%	30,9	31,6	30,9	30,8	27,9	29,6	30,5	
	Gasmengenreglereinstellung (optional)	%	20,5	22,4	20,5	19,8	17,2	20,1	20,5	
	Drosselklappenstellung	%	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	87,8	
MAIN	Betriebsstunden	h	3375	3387	3404	3418	3432	3446	3460	
	Startzahl	h								

Anzeige Motorsteuerung SIMATIC HMI

The screenshot displays the SIMATIC HMI interface for a cooling water circuit (Kühlwasserkreis). The interface is organized into several sections:

- Top Section:** Shows the title "Kühlwasserkreis" and the date/time "12.11.2020 14:41:24". It includes status indicators for "Kühlwasserpumpe" (Ein), "Regelventil Notkühler/Kühlwasserpumpe" (Auto), "Takt Kühlwasserpumpe" (Ein), "Sollwert Kühlwasser Motoreintritt intern" (+78,0 °C), "Sollwert T KW Eintritt bes Notkühlung" (78,0 °C), and "NK-Regelventil Stellwert Hand" (0,0 %).
- Middle Section:** Displays "FU KW-Pumpe" (Ein), "Hand-Drehzahl Kühlwasserpumpe" (hoch), "delta T Kühlwasser" (0,00 °C), "T Kühlwasser Motorausstritt" (77,3 °C), "Istwert T Kühlwasser Motoreintritt" (77,3 °C), and "NK-Regelventil Stellwert" (0,0 %).
- Control Section:** Features "Takt Kühlwasserpumpe" and "Sollwerte Motor-Vorwärmung". It includes "Taktzeit Pumpe" (120,000 s), "Pausenzeit Pumpe" (3480,000 s), "T KW-Vorwärmung Ein" (40,0 °C), "T KW-Vorwärmung Aus" (50,0 °C), "T HW-Vorwärmung Ein" (50,0 °C), and "T HW-Vorwärmung Aus" (60,0 °C). A "Hilfsantriebe (-nachlauf) Kühlwasserpumpe" section shows a fan icon and the status "hoch".
- Bottom Section:** Shows "Nachkühlen Kühlwasserkreis" with "Pumpe EIN" (80,0 °C) and "Pumpe AUS" (76,0 °C). It also displays "1 Auto vor Ort", "Lastlauf", "Regelbetrieb", and a power consumption of "+428 kW".
- Navigation Bar:** Includes icons for "Gasmotor Service", "Regler Parameter", "Heizwasserkreis", "Lüfter Notkühler", "Lüfter Gemischkühler", "Raumlüfter", and "Hilfe".

Auszug aus einer Motorsteuerung zur Aufklärung eines Motorschadens

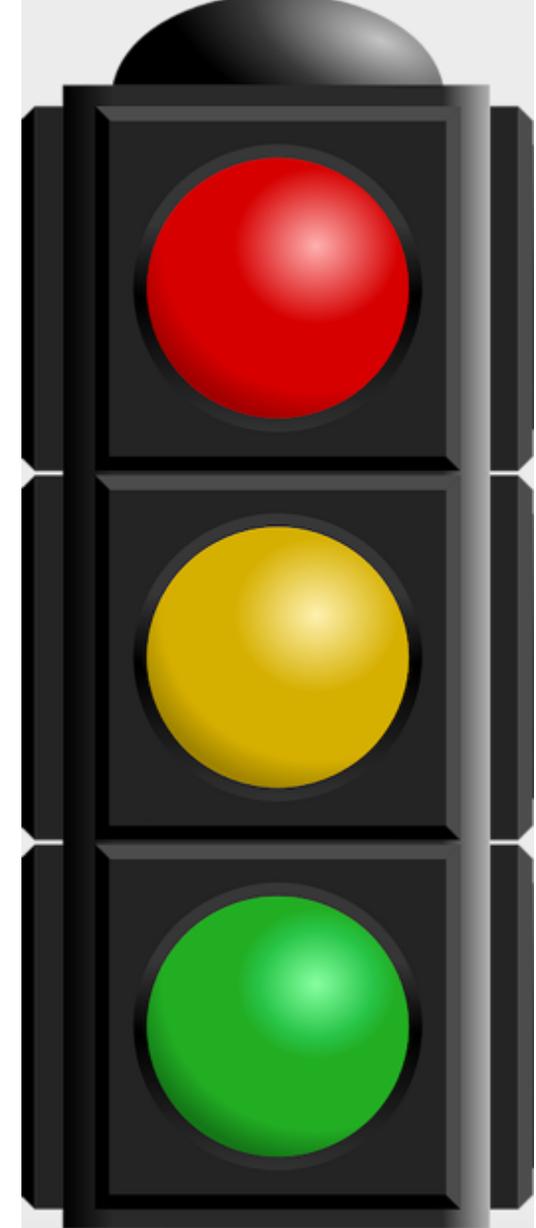
Num	Reason	Date	Time	VRO	UBat	NKM	ME	MA	ÖLD	Mode	MIXPOS	LD	KK	Q-Gas	LAMDA	GMT	Abg.Li	Abg.Re
-26	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:02:33.0	96,7	27,4	42	63	69	3,5	AUT	67,7	1037	0,89	78,41	1,1	37,1	665	559
-27	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:02:30.0	100	27,4	42	64	70	3,5	AUT	67,5	1041	0,91	78,41	1,09	37,1	665	563
-28	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:02:27.0	100	27,4	42	64	70	3,5	AUT	67,4	1041	0,89	78,41	1,11	37,5	665	569
-29	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:02:24.0	96,9	27,4	42	64	70	3,5	AUT	67,2	1037	0,89	78,41	1,12	37,7	665	574
-30	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:02:21.0	100	27,4	42	64	70	3,5	AUT	67,1	1041	0,89	78,79	1,18	37,9	665	578
-31	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:02:18.0	100	27,4	42	64	70	3,6	AUT	67,1	1030	0,89	78,79	1,21	38,2	665	583
-32	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:02:15.0	97,6	27,4	42	64	71	3,6	AUT	66,8	1037	0,91	79,54	1,26	38,6	665	590
-33	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:02:12.0	100	27,4	42	64	71	3,6	AUT	66,6	1041	0,91	79,54	1,36	39,2	665	595
-34	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:02:09.0	100	27,4	42	65	71	3,7	AUT	65,6	1015	0,92	79,54	1,39	40,2	665	595
-35	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:02:06.0	99,2	27,4	42	65	71	3,8	AUT	65,6	1019	0,92	79,54	0,93	40,5	665	595
-36	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:02:03.0	100	27,4	42	65	72	3,9	AUT	65,9	1019	0,92	79,54	0,8	40,9	665	594
-37	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:02:00.0	98,2	27,4	42	65	72	3,9	AUT	65,8	1015	0,92	79,54	0,8	41,2	665	594
-38	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:01:57.0	100	27,4	42	66	73	4	AUT	65,8	1015	0,92	80,29	0,8	41,8	665	595
-39	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:01:54.0	100	27,4	42	66	73	4,1	AUT	65,6	1015	0,93	81	0,8	42	665	597
-40	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:01:51.0	98,8	27,4	42	66	73	4,1	AUT	65,8	1019	0,93	81,38	0,82	42,2	665	603
-41	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:01:48.0	100	27,4	42	66	74	4,2	AUT	65,6	1019	0,93	82,46	0,8	42,8	666	607
-42	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:01:45.0	100	27,4	43	67	74	4,4	AUT	65,2	1008	0,94	83,59	1,07	43,6	666	610
-43	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:01:42.0	99,7	27,4	43	67	75	4,5	AUT	65,1	1015	0,93	84,68	1,71	44	666	611
-44	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:01:39.0	100	27,4	43	67	75	4,6	AUT	65	1015	0,93	86,14	1,92	44,3	667	612
-45	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:01:36.0	98,4	27,4	43	67	75	4,7	AUT	65,2	1015	0,94	87,6	1,87	44,7	667	613
-46	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:01:33.0	100	27,4	43	68	76	5	AUT	64,8	1004	0,94	90,15	2	45,2	668	614
-47	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:01:30.0	100	27,4	43	68	76	5,1	AUT	64,8	1015	0,94	92,74	2	45,4	669	616
-48	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:01:27.0	98,3	27,4	43	68	77	5,2	AUT	64,7	1015	0,92	95,66	2	45,8	671	617
-49	PreAlarm stamp	29.11.2020	17:01:24.0	100	27,4	43	68	77	5,5	AUT	64,7	1008	0,94	98,59	2	46,1	672	618
-149	Wrn CylTemp2	29.11.2020	17:02:40.1	100	27,4	42	64	69	3,4	AUT	68,4	1034	0,89	78,41	1,13	36,4	664	553
-150	Wrn CylTemp1	29.11.2020	17:02:38.7	96,5	27,4	42	64	69	3,4	AUT	68	1041	0,89	78,41	1,1	36,5	664	553
-151	Hst Lambda fett	29.11.2020	17:02:15.3	100	27,4	42	64	71	3,5	AUT	66,8	1037	0,91	79,54	1,24	38,6	665	588
-152	Hst Lambda mager	29.11.2020	17:02:09.3	97,8	27,4	42	65	71	3,7	AUT	65,8	1030	0,91	79,54	1,68	40	665	595
-153	Hst Lambda fett	29.11.2020	17:01:43.9	99,5	27,4	43	67	74	4,5	AUT	65,2	1008	0,94	83,59	1,18	43,6	666	610
-154	Hst Lambda mager	29.11.2020	17:01:37.2	98,2	27,4	43	67	75	4,7	AUT	65	1015	0,93	86,89	1,67	44,6	667	612
-155	Hst Lambda mager	29.11.2020	17:01:23.2	100	27,4	43	68	77	5,5	AUT	64,7	1008	0,94	98,59	1,83	46,1	673	619
-156	Hst Lambda fett	29.11.2020	17:01:02.4	100	27,4	42	70	79	6,8	AUT	65,1	1231	0,98	145,46	1,24	48,6	691	662
-157	Wrn Gemischtemp.	29.11.2020	17:00:48.7	100	27,4	42	70	79	6,9	AUT	62,3	2363	1,05	168,15	2	71	687	681
-158	E IgnitionCyl6	29.11.2020	17:00:44.6	100	27,4	42	70	79	6,7	AUT	61,2	1814	0,94	171,45	2	123,1	688	680
-159	Hst Lambda mager	29.11.2020	17:00:42.4	100	27,4	42	70	79	6,8	AUT	61,5	1872	0,98	171,83	2	123,1	695	681
-160	Hst Lambda mager	29.11.2020	17:00:38.4	100	27,4	42	70	79	6,6	AUT	61,2	2165	1,02	168,53	2	93,7	697	680
-161	Hst Lambda fett	29.11.2020	17:00:35.0	100	27,4	43	70	79	6,6	AUT	60,4	2726	1,03	164,51	1,22	83,7	698	677
-162	Hst Lambda mager	29.11.2020	17:00:33.6	100	27,4	43	70	78	6,6	AUT	60,5	2444	1,02	161,59	1,64	72	696	676
-163	Hst Lambda mager	29.11.2020	17:00:24.5	100	27,4	42	69	78	6,6	AUT	55	2883	1,02	143,25	1,56	46,3	680	676
-164	Wrn SpdRegLim	29.11.2020	17:00:21.4	100	27,4	42	69	78	6,5	AUT	54,3	2850	1	136,69	1,5	46,5	674	678
-165	Hst Lambda fett	29.11.2020	17:00:02.2	100	27,4	43	69	78	6,7	AUT	55,2	1634	0,99	154,28	1,21	61,5	666	686
-166	Time stamp	29.11.2020	17:00:00.2	100	27,4	43	69	78	6,8	AUT	52,9	1678	0,98	160,84	1,54	55,6	665	690

1. Betriebsdaten- Handling?

- **Betriebsdatengewinnung** am Biogas-BHKW (Motor und Generator plus Peripherie) vom Umfang sehr unterschiedlich: sehr mager bis reichlich
- **Betriebsdatenspeicherung**: Vertrauen auf Maschinensteuerung, auf die Online-Anbindung zum Hersteller oder Servicepartner, auf das eigene Papier handschriftlich oder das eigene Excel-Sheet
- **Visualisierung** : Unübersichtliche Zahlenfriedhöfe, sehr selten grafische Aufbereitung
- **Bewertung der Betriebsdaten**: Warn- und Störungsmeldungen, Leistungsreduktion, Notabstellung, gar keine Meldung, sondern Schadeneintritt und ungeplanter Stillstand

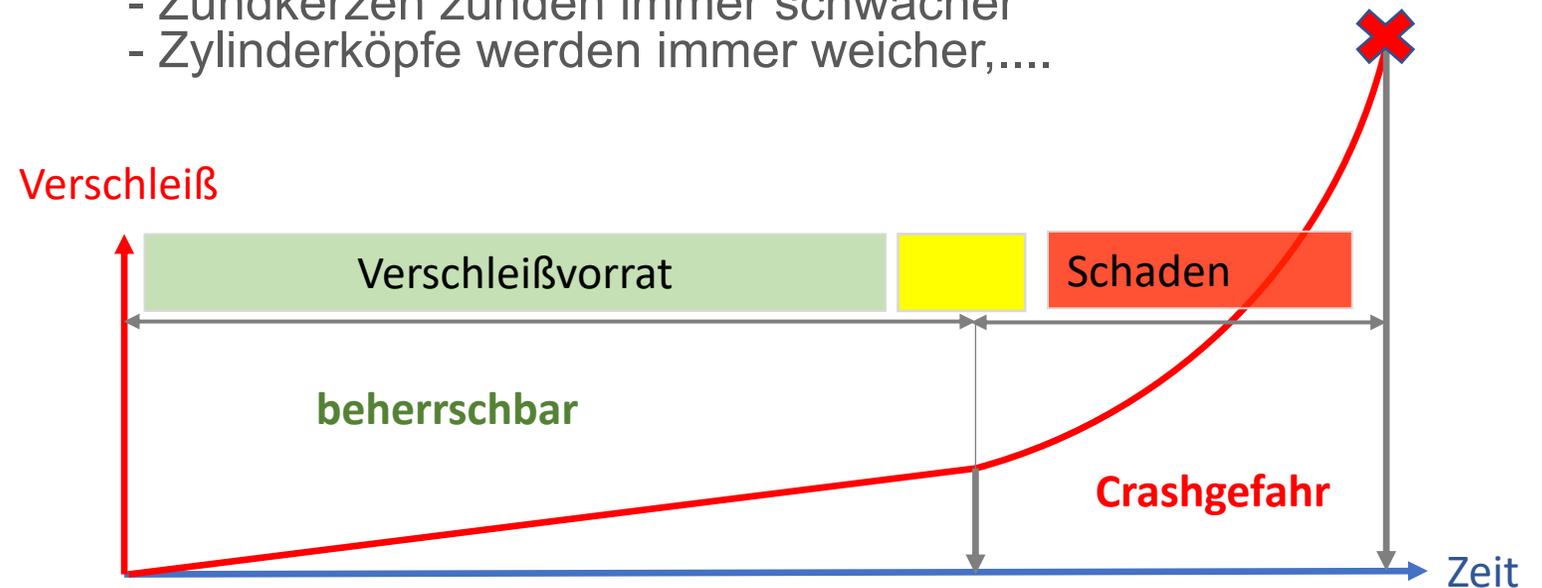
1. Was sagen die Daten aus?

- Was soll und muss der Betreiber bzw. Anlagenfahrer tun, um zu erkennen, wie es dem Aggregat geht?
- Es muss eine einfache, grobe Datenbewertung her,
- „Bedeutungs-Kontext“ herstellen:
 - **grün** - alles OK, im erwarteten Normalbereich
 - **gelb** – Vorsicht, Spezialisten informieren
 - **rot** – Spezialisten herbeirufen, jenseits des Grenzbereiches noch ohne starke Schadenssymptome



1. Kleine Veränderungen summieren sich von Tag zu Tag auf!

- Aggregate leben mit starken täglichen und jahreszeitlichen **Temperaturveränderungen**, die Stress, Verschleiß und Schäden verursachen.
- - Laufbuchsen und Kolbenringe verschleifen,
- der Platten-Wärmetauscher verschmutzt,
- der Turbolader und der AWT setzen sich zu,
- Filter filtern immer weniger,
- Zündkerzen zünden immer schwächer
- Zylinderköpfe werden immer weicher,....



- **Betriebsdaten driften** alle unterschiedlich stark in Richtung Verschleiß. Dies wird häufig nicht ausreichend schnell wahrgenommen.

2. Trend ist wichtiger als der Absolutwert

Einzelner Messwert im „Toleranzband“ ?

Mit wenigen Messpunkten starten

Ampel-Bewertung nach Eingabe: erst grob dann fein

Visualisierung der Daten

1 Datensatz pro Woche

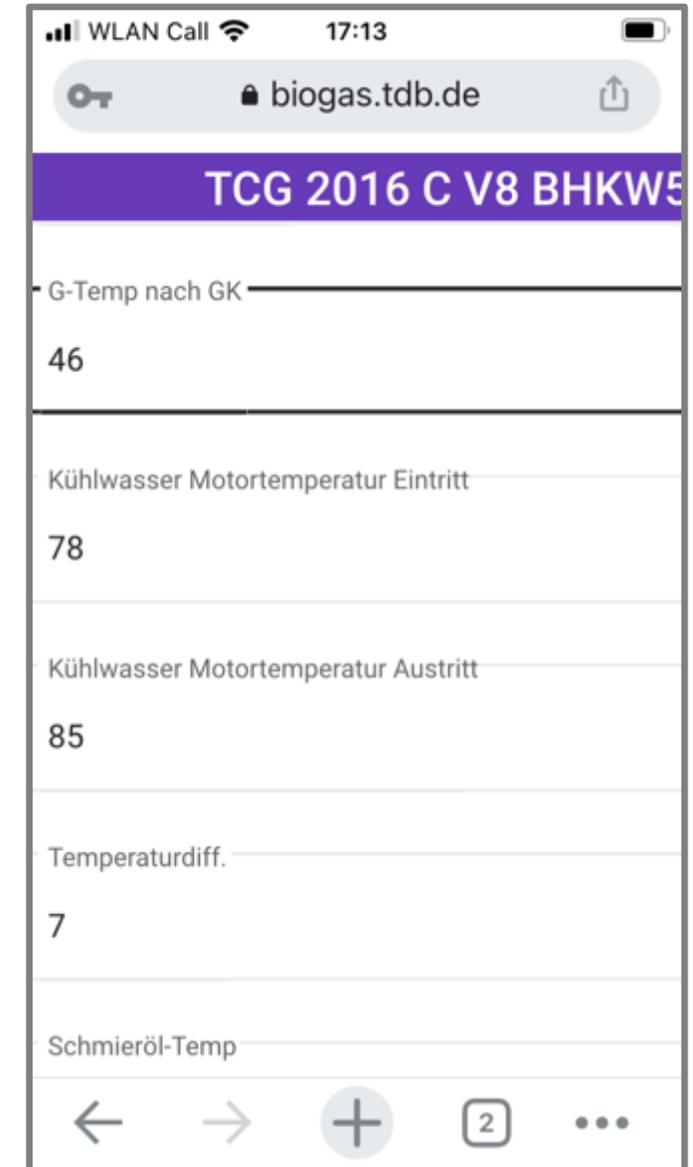
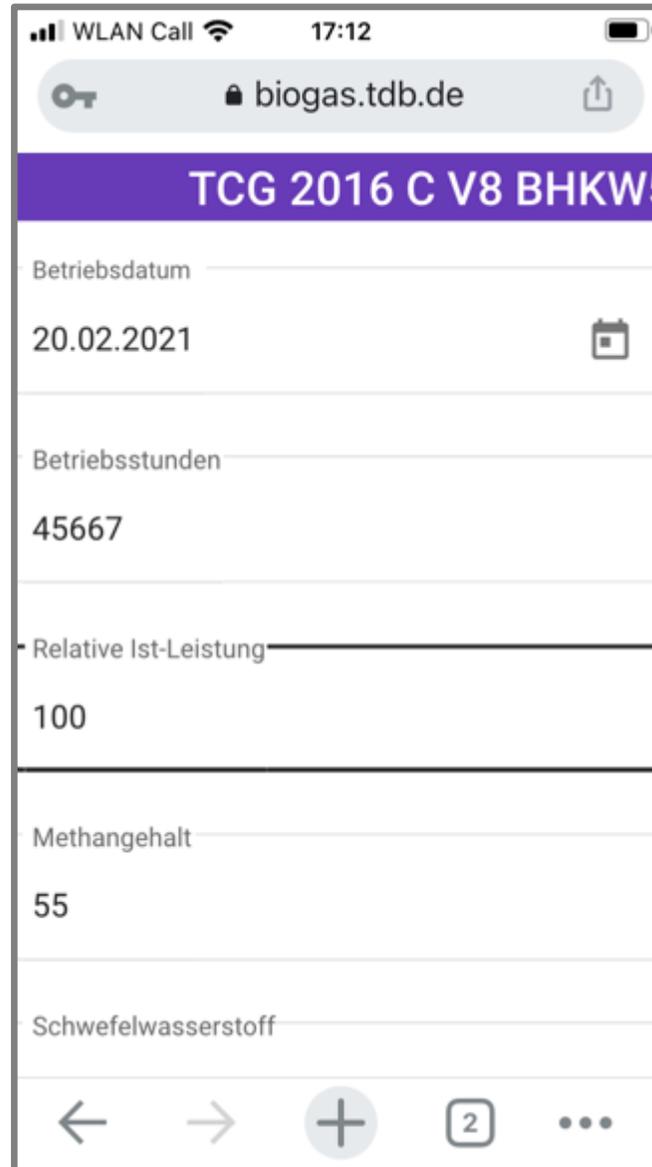
Tagesdifferenzen addieren sich

Übersichtliche Anzahl von Messpunkten :



Einführung der Biogasmotoren-App, um zeitliche Verläufe

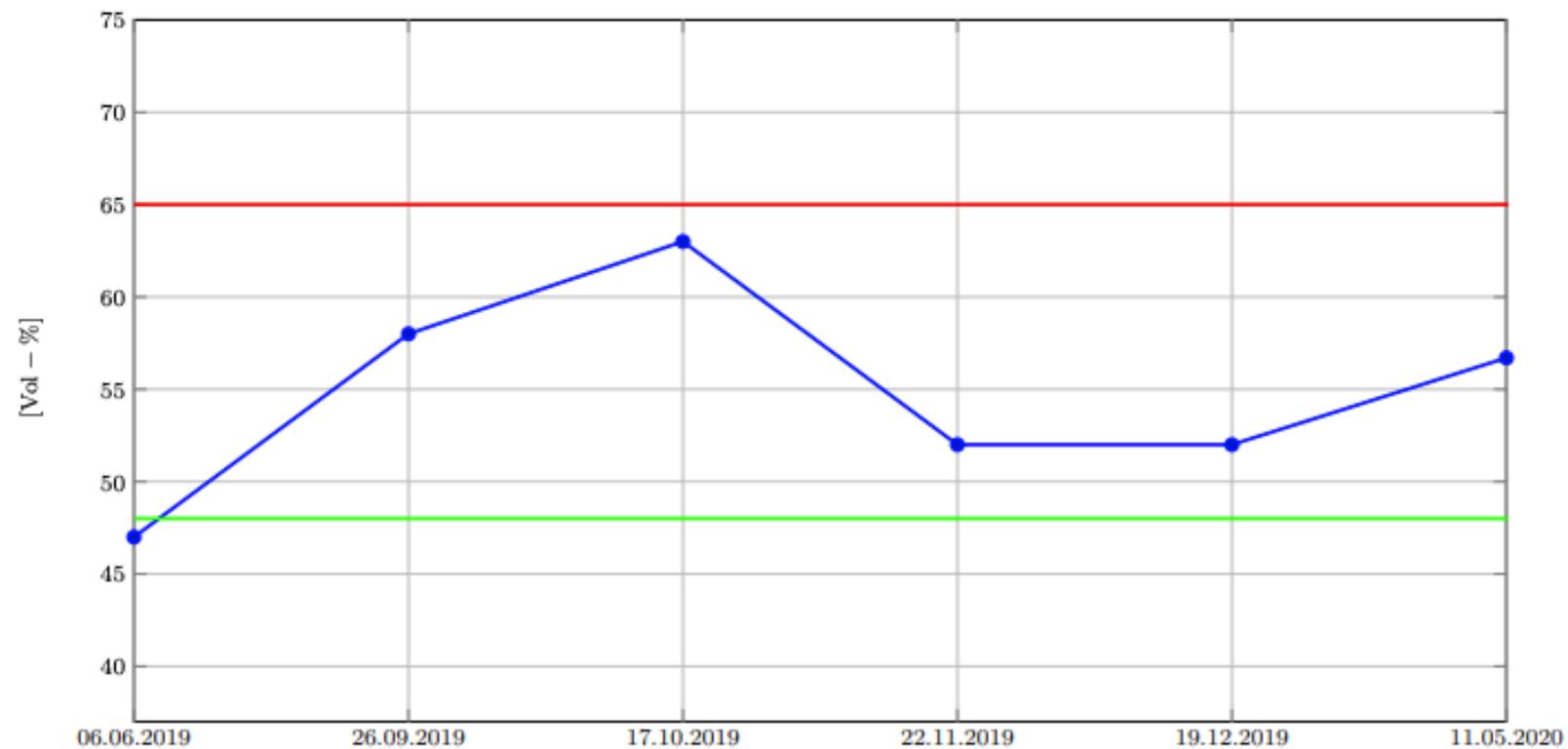
1. zu signalisieren,
2. zu sensibilisieren und
3. eine externe Bewertung zu erhalten



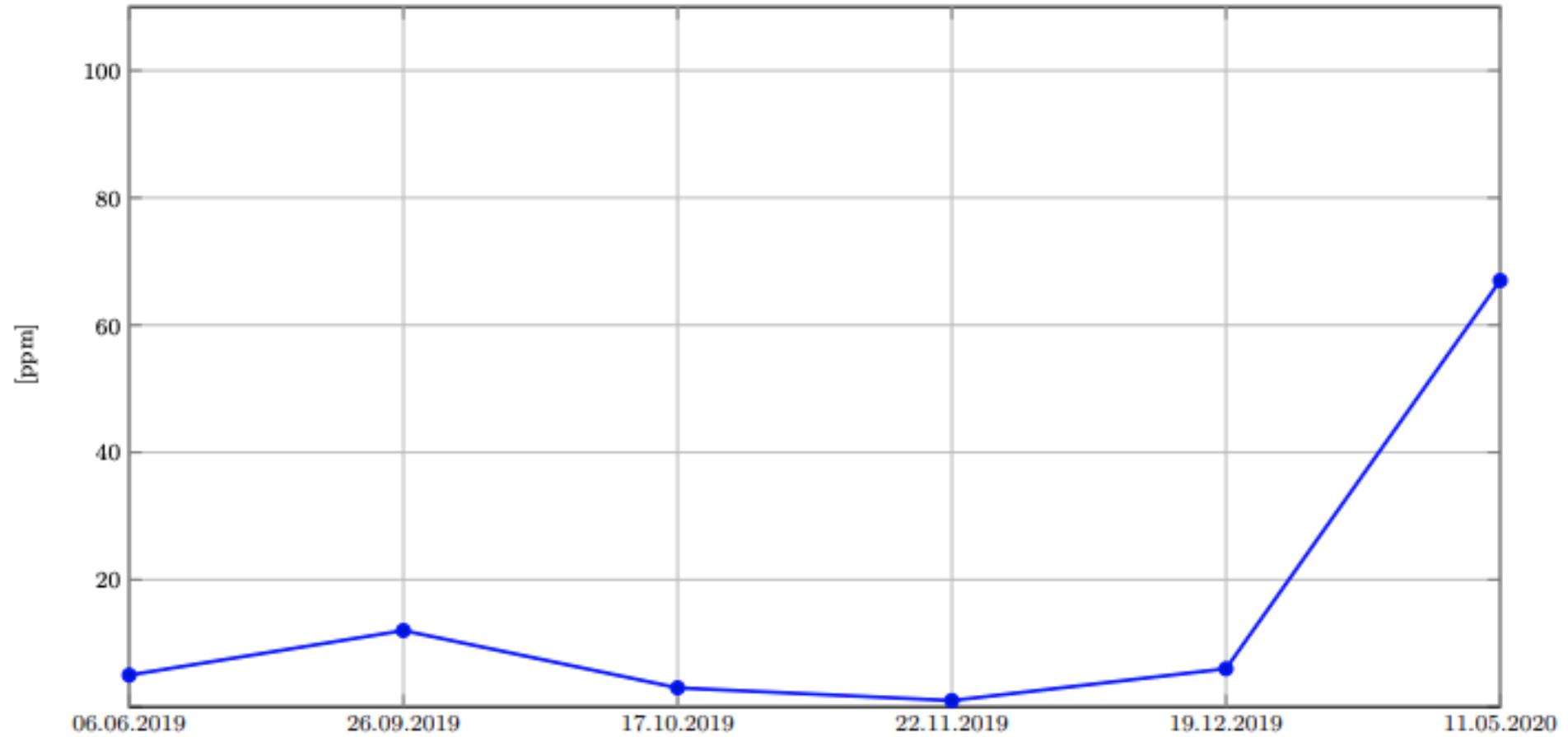
Bezeichnung: TCG 2016 C V8 BHKW5 **Biogas**
Motornummer: 22446685

1 / 3

Methangehalt



H2S

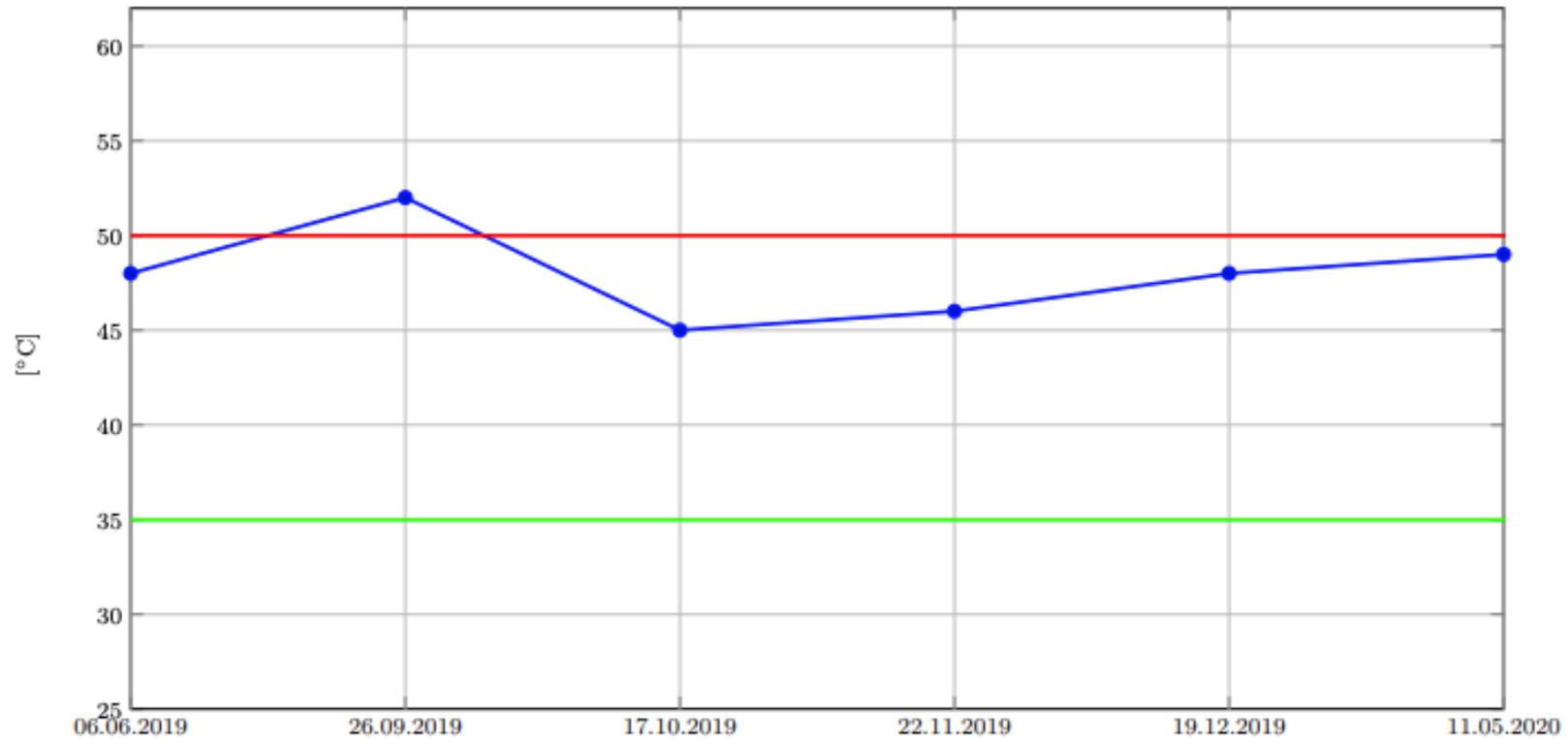


Bezeichnung: TCG 2016 C V8 BHKW5
Motornummer: 22446685

Biogas

2 / 3

Gemischtemperatur

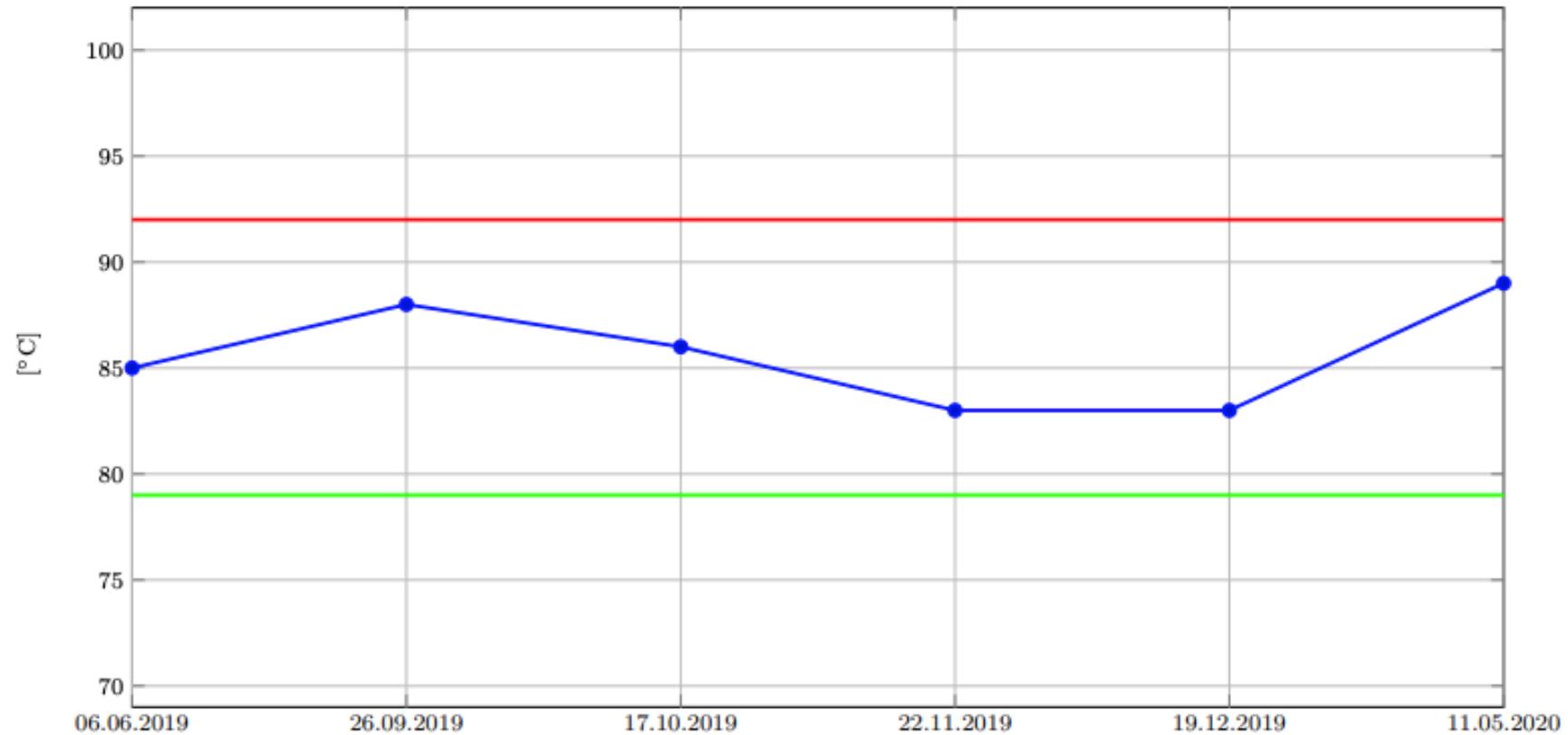


Bezeichnung: TCG 2016 C V8 BHKW5
Motornummer: 22446685

Biogas

3 / 3

KuehlwasserMotorAustritt

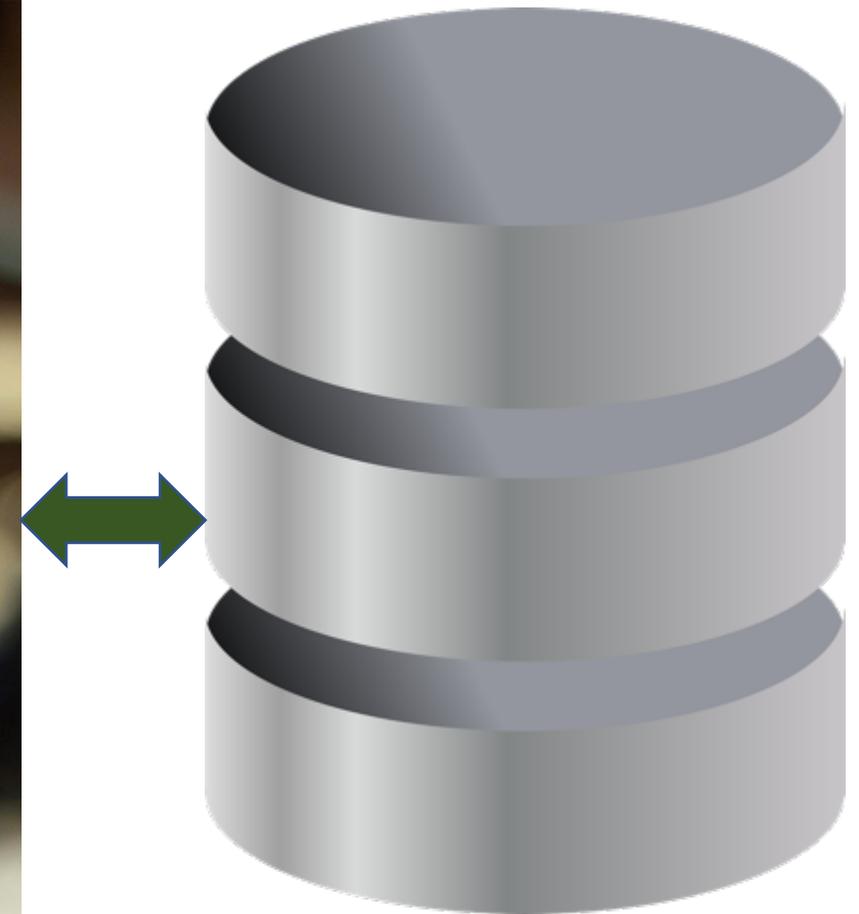


3. In den Alltag leicht zu integrieren

Mobile Webanwendung

Funktioniert auch offline, ohne Netz

Synchronisiert sich automatisch, sobald wieder im Netz mit Datenbank, extern sicher in D gehostet



Datenbank im Rechenzentrum

4. An Motoren spezifisch anpassbar

Messpunkte:

Kühlwassertemperaturen

Kühlwasserdruck

Methangehalt

H₂S-Gehalt

Schmieröltemperatur

Schmieröldruck

Gemischtemperatur

Brennraum-/Abgastemperaturen

Anmerkungen und Hinweise des Betreibers

Eingabe zu Neue Eingabe

 Speichern	 Löschen	 Kopieren
Betriebsdatum:	<input type="text"/>	 Einheit
Betriebsstunden:	<input type="text"/>	Bh
Relative Ist-Leistung:	<input type="text"/>	%
Methangehalt:	<input type="text"/>	Vol-% Min.: 48.0 Max.: 65.0
Schwefelwasserstoff:	<input type="text"/>	ppm Min.: 0.0 Max.: 7.0
Gemischtemperatur nach Gemischkühler:	<input type="text"/>	°C Min.: 35.0 Max.: 50.0
Kühlwassertemperatur Motoreintritt:	<input type="text"/>	°C Min.: 70.0 Max.: 85.0
Kühlwassertemperatur Motorausritt:	<input type="text"/>	°C Min.: 79.0 Max.: 92.0
Temperaturdifferenz:	<input type="text"/>	°C Min.: 0.0 Max.: 20.0
Schmieröltemperatur:	<input type="text"/>	°C Min.: 80.0 Max.: 93.0
Schmieröldruck:	<input type="text"/>	bar Min.: 3.5 Max.: 6.0
Brennraumtemperatur:	<input type="text" value="500.0"/>	°C Max.: <input type="text"/>
Anmerkung:	<input type="text"/>	

5. Reaktions-Zeit gewinnen für Schadenprävention

