

E. Blank, M. Wittmann, D. Sidow, ? ?



mQA IMRT

DIN 6875 für Linacs

DIN 6875 Teil 3	Turnus	DIN 6875 Teil 4	Turnus
4.1.2. Proportionalität d. Dosismonitorsystems bei kleinen MU Werten	kein	4.1.2. Proportionalität d. Dosismonitorsystems bei kleinen MU Werten	monatlich
4.1.3 Dosisquerverteilung und Tiefendosis bei kleinen MU Werten	Kein	4.1.3 Dosisquerverteilung und Tiefendosis bei kleinen MU Werten	jährlich
4.1.4. Abh. d. spezifischen Dosis von der Feldgröße	Kein		
4.2.2 Transmission der MLC Lamellen	Kein	4.2.2 Transmission der MLC Lamellen	jährlich
4.2.3. Lamellen Positioniergenauigkeit	Kein	4.2.3. Lamellen Positioniergenauigkeit	monatlich
4.2.4. Übereinstimmung Nennfeldgröße mit dosimetrischer Feldgröße	kein	4.2.4. Übereinstimmung Nennfeldgröße mit dosimetrischer Feldgröße	halbjährlich
4.2.5 Lamellen- geschwindigkeit	kein	4.2.5 Lamellen- geschwindigkeit	Monatlich G=0 Jährlich G=90...
4.2.6 Lamellen- Geschwindigkeitsänderung	kein	4.2.6 Lamellen- Geschwindigkeitsänderung	Monatlich G=0 Jährlich G=90...

mQA nach DIN SW & MSS

Sliding Windows	Step & Shot	Turnus
4.1.2. Proportionalität d. Dosismonitorsystems bei kleinen MU Werten	4.1.2. Proportionalität d. Dosismonitorsystems bei kleinen MU Werten	monatlich
4.1.3 Dosisquerverteilung und Tiefendosis bei kleinen MU Werten	4.1.3 Dosisquerverteilung und Tiefendosis bei kleinen MU Werten	jährlich
4.1.4. ?		halbjährlich
4.2.2 Transmission der MLC Lamellen	4.2.2 Transmission der MLC Lamellen	jährlich
4.2.3. Lamellen Positioniergenauigkeit DIN = Sichtprüfung - bei 0.1mm ausreichend?	4.2.3. Lamellen Positioniergenauigkeit	monatlich
4.2.4. Übereinstimmung Nennfeldgröße mit dosimetrischer Feldgröße	4.2.4. Übereinstimmung Nennfeldgröße mit dosimetrischer Feldgröße	halbjährlich
4.2.5 Lamellen- geschwindigkeit	4.2.5 Lamellen- Geschwindigkeit	Monatlich G=0 Jährlich G=90...
4.2.6 Lamellen- Geschwindigkeitsänderung	4.2.6 Lamellen- Geschwindigkeitsänderung	Monatlich G=0 Jährlich G=90...

LS_1 & LS_1a

LeafSpeed li → re

LeafGeschwindigkeit

LeafPosition

Gravitation

mQA am MLC

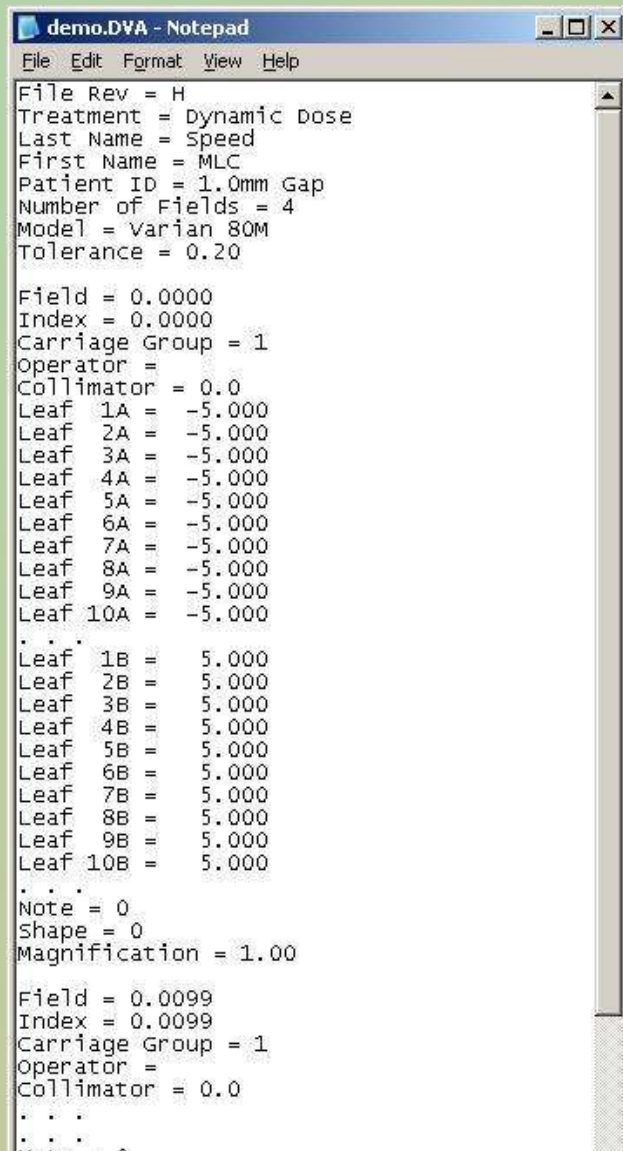


LS_1 & LS1a

li → re ; re → li



*.dva – Files zur MLC-Steuerung



```
demo.DVA - Notepad
File Edit Format View Help
File Rev = H
Treatment = Dynamic Dose
Last Name = Speed
First Name = MLC
Patient ID = 1.0mm Gap
Number of Fields = 4
Model = Varian 80M
Tolerance = 0.20

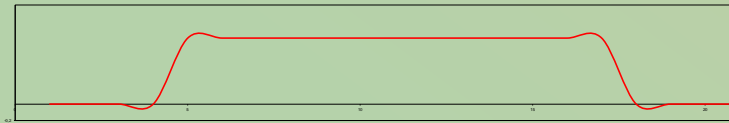
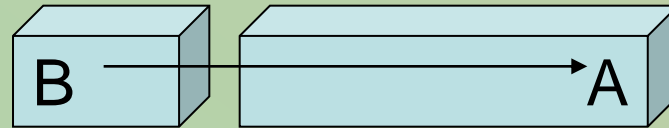
Field = 0.0000
Index = 0.0000
Carriage Group = 1
Operator =
Collimator = 0.0
Leaf 1A = -5.000
Leaf 2A = -5.000
Leaf 3A = -5.000
Leaf 4A = -5.000
Leaf 5A = -5.000
Leaf 6A = -5.000
Leaf 7A = -5.000
Leaf 8A = -5.000
Leaf 9A = -5.000
Leaf 10A = -5.000
. . .
Leaf 1B = 5.000
Leaf 2B = 5.000
Leaf 3B = 5.000
Leaf 4B = 5.000
Leaf 5B = 5.000
Leaf 6B = 5.000
Leaf 7B = 5.000
Leaf 8B = 5.000
Leaf 9B = 5.000
Leaf 10B = 5.000
. . .
Note = 0
Shape = 0
Magnification = 1.00

Field = 0.0099
Index = 0.0099
Carriage Group = 1
Operator =
Collimator = 0.0
. . .
. . .
```

LS_1 & LS_1a

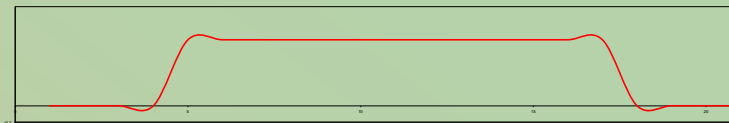
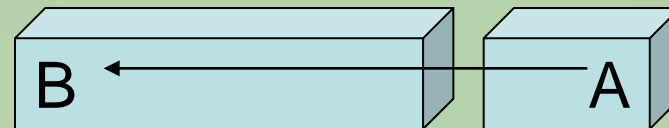
li \rightarrow re ; re \rightarrow li

Links nach rechts

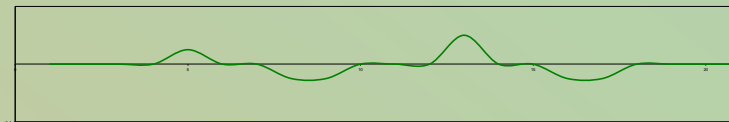


—

Rechts nach links

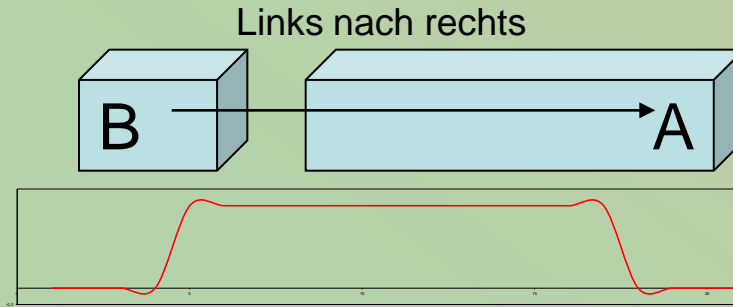


=

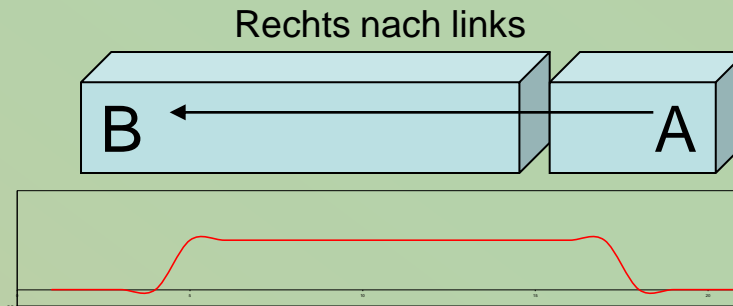


LS_1 & LS_1a

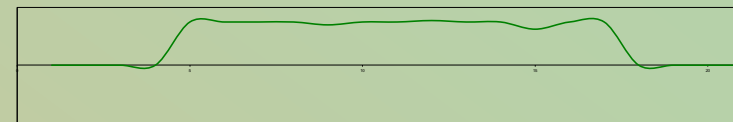
B-Leaf hängt



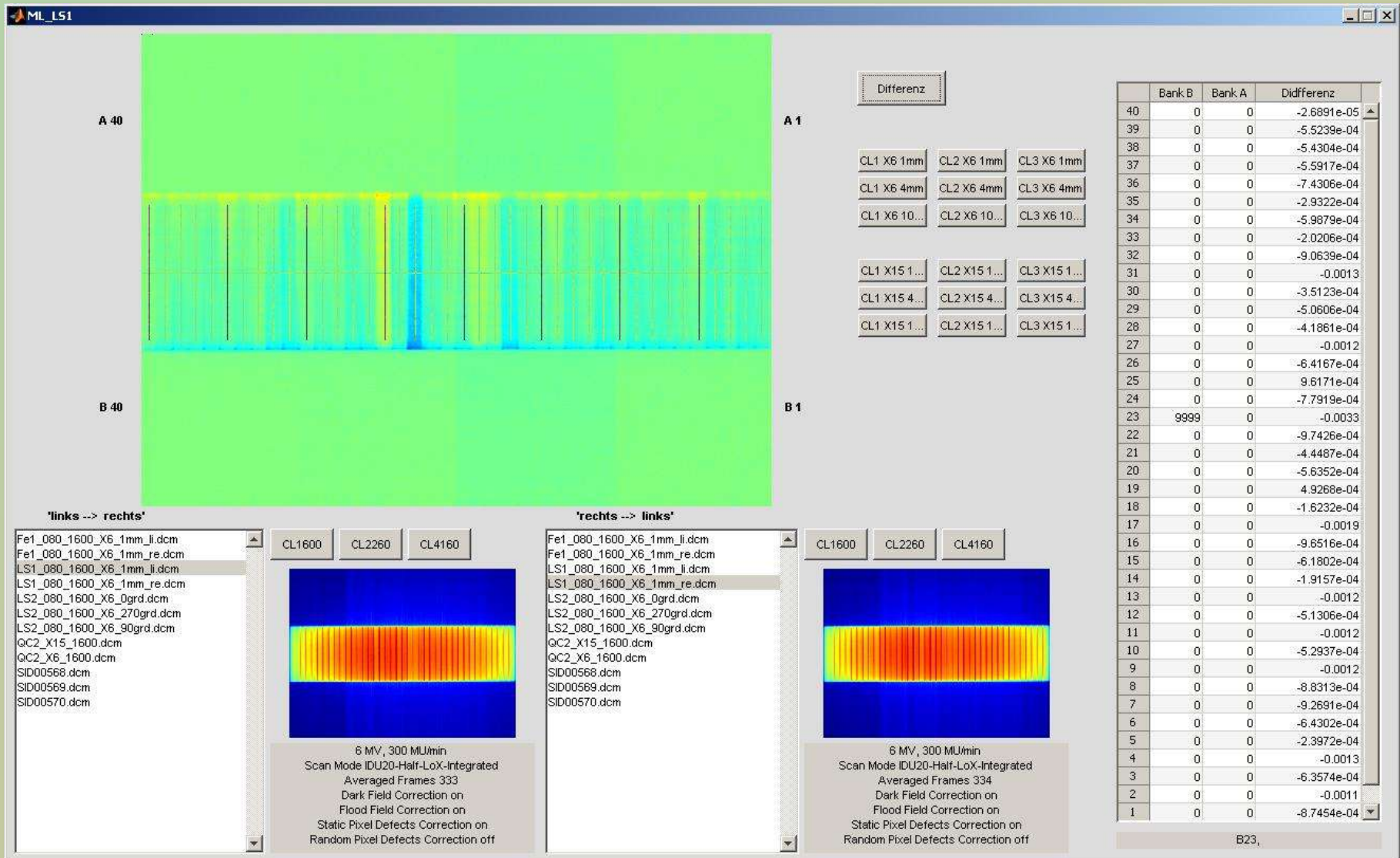
—



=

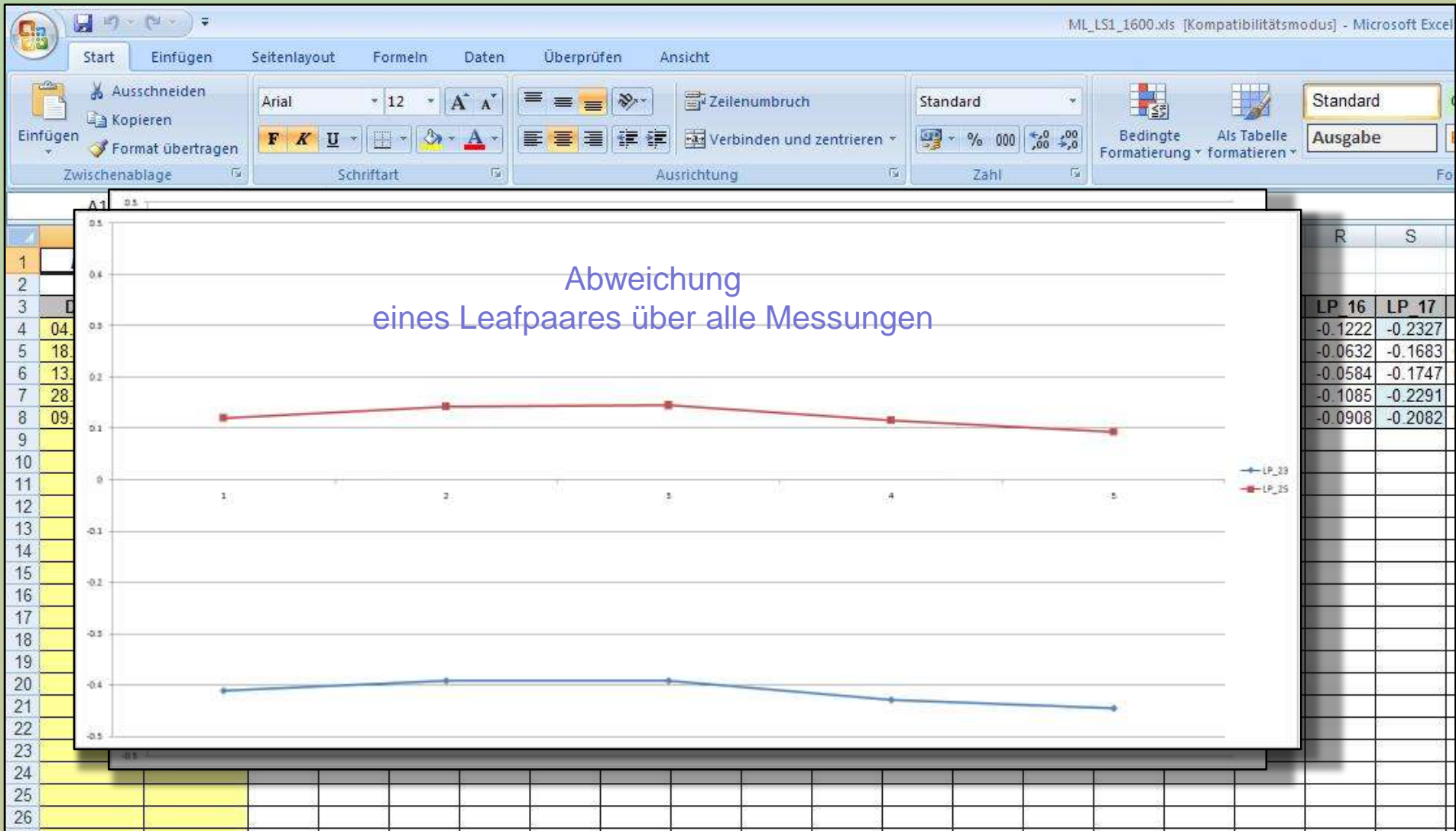


LS_1 & LS_1a LeafSpeed li - re



LS_1 & LS_1a

Excel-Datensammlung

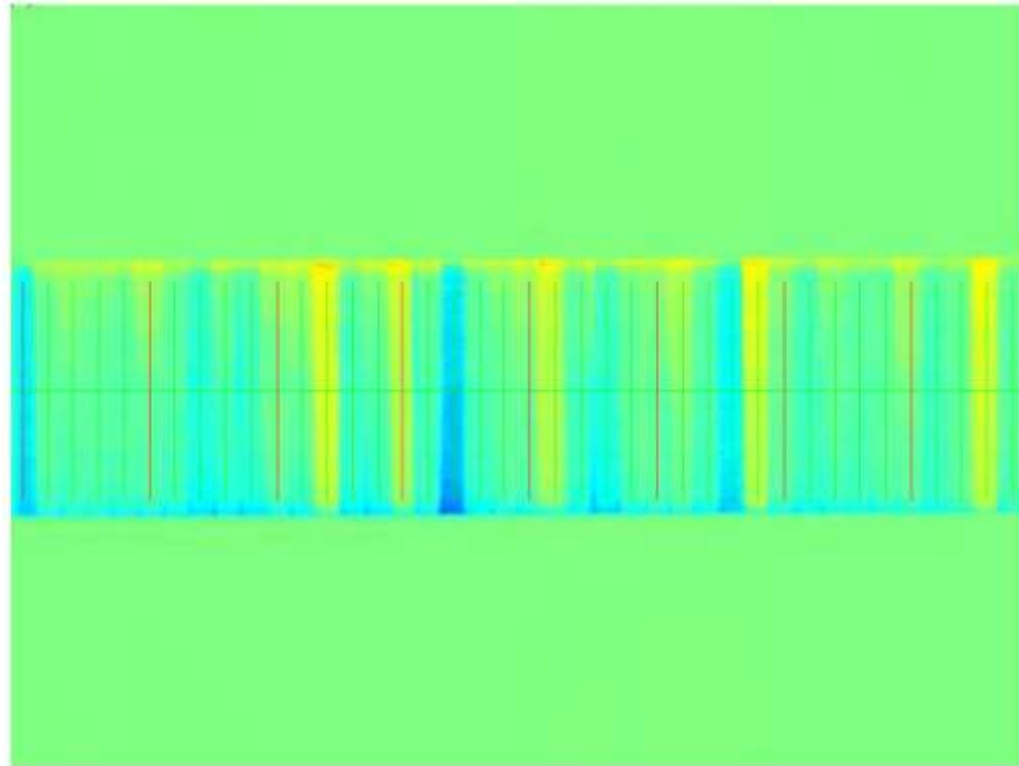


LS_1 & LS_1a Report-Ausdruck

RKN LeafSpeed li-re ML-LS1 CL1600

18-Apr-2012

Leaf	Bank B	Bank A	Diff
40	9999	0	-0.3624
39	0	0	-0.0655
38	0	0	-0.0801
37	0	0	-0.0894
36	0	0	-0.1105
35	0	0	-0.0640
34	0	0	-0.1143
33	9999	0	-0.2336
32	0	0	-0.1452
31	0	0	-0.1862
30	0	0	-0.0568
29	0	0	-0.0711
28	0	0	0.1854
27	0	0	-0.159
26	0	0	-0.1229
25	0	0	0.0607
24	0	0	-0.1357
23	9999	0	-0.4584
22	0	0	-0.1376
21	0	0	-0.0794
20	0	0	-0.0568
19	0	0	0.0624
18	0	0	-0.1461
17	9999	0	-0.2239
16	0	0	-0.1881
15	0	0	-0.0672
14	0	0	-0.0109
13	0	0	-0.1336
12	9999	0	-0.3372
11	0	0	0.1509
10	0	0	-0.0665
9	0	0	-0.159
8	0	0	-0.0669
7	0	0	-0.128
6	0	0	-0.0664
5	0	0	-0.0432
4	0	0	-0.1659
3	0	0	-0.0648
2	0	0	0.1735
1	0	0	-0.1536



LS_2 & LS_2a

Leafspeed 90⁰-270⁰ Gravitation

LeafGeschwindigkeit

LeafPosition

Gravitation

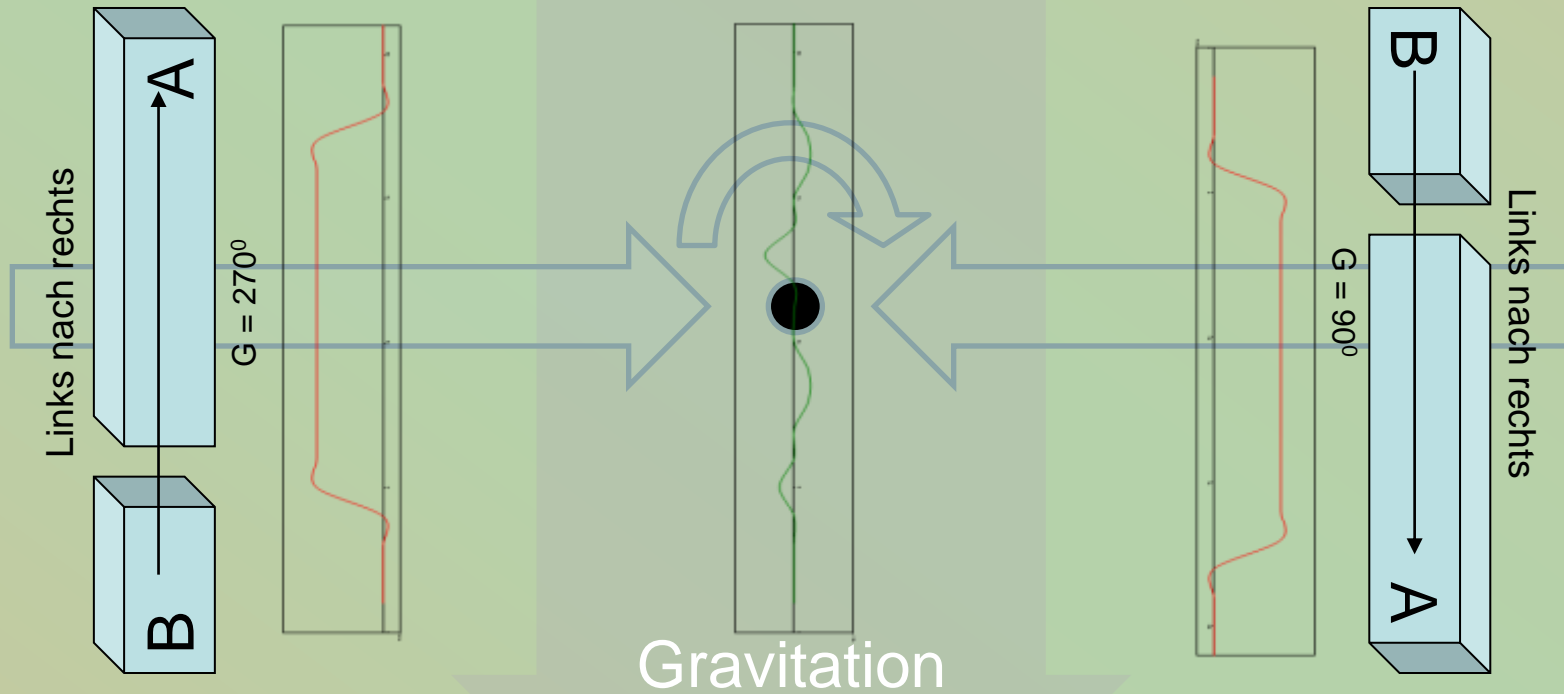
LS_2 & LS_2a

Leafspeed 90⁰-270⁰ Gravitation



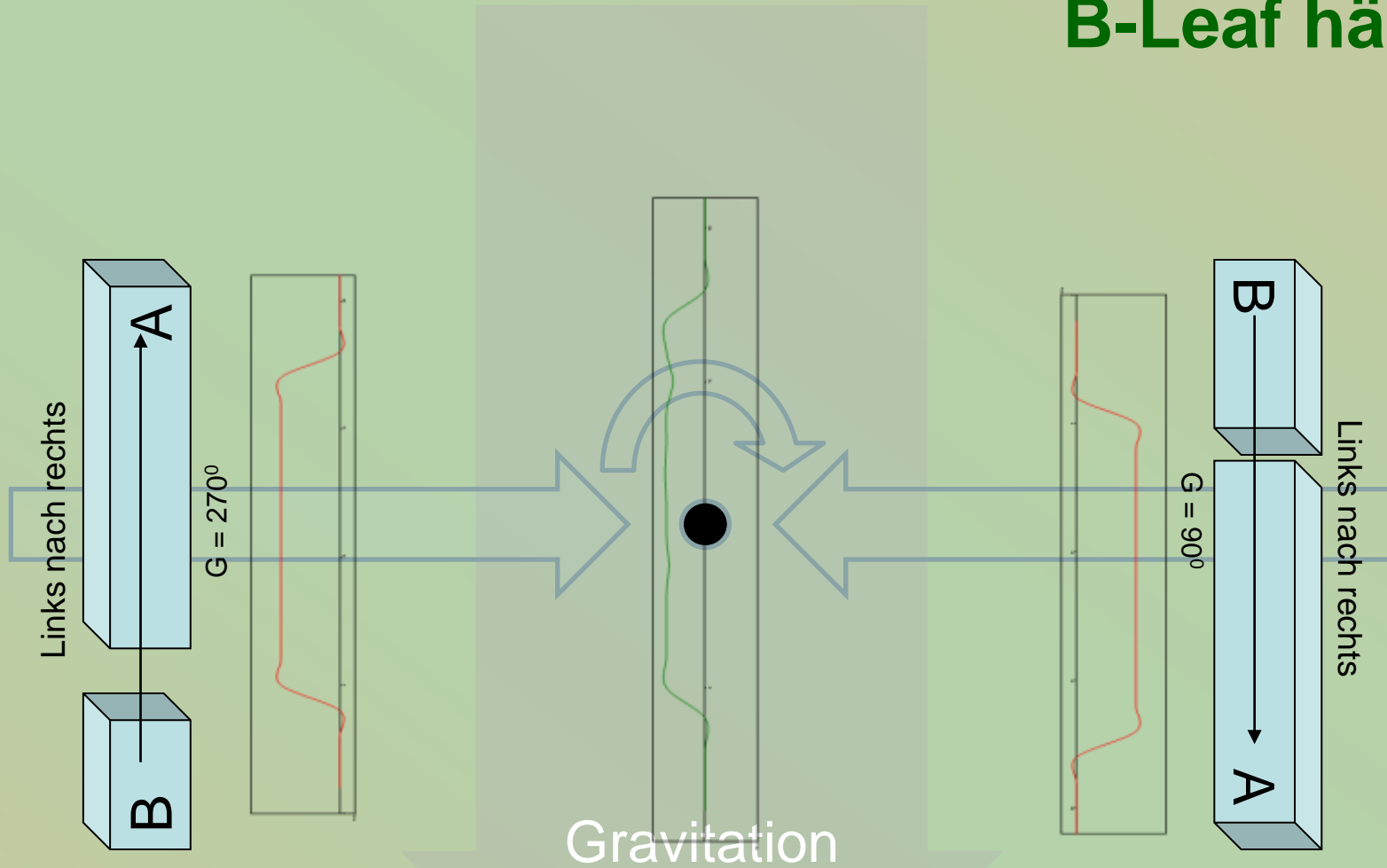
LS_2 & LS_2a

Leafspeed 90⁰-270⁰ Gravitation



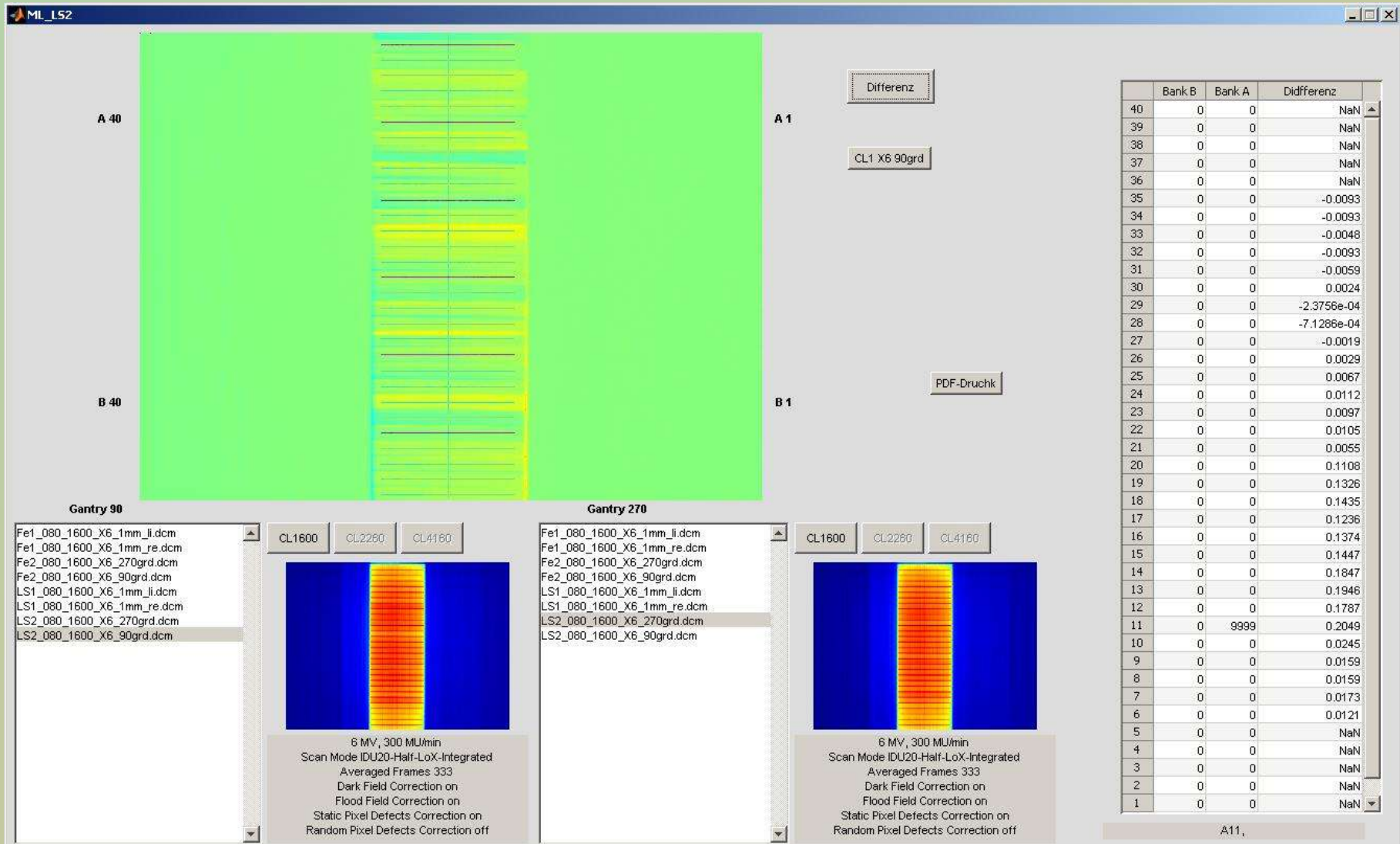
LS_2 & LS_2a

B-Leaf hängt



LS_2 & LS_2a

Leafspeed 90⁰-270⁰ Gravitation

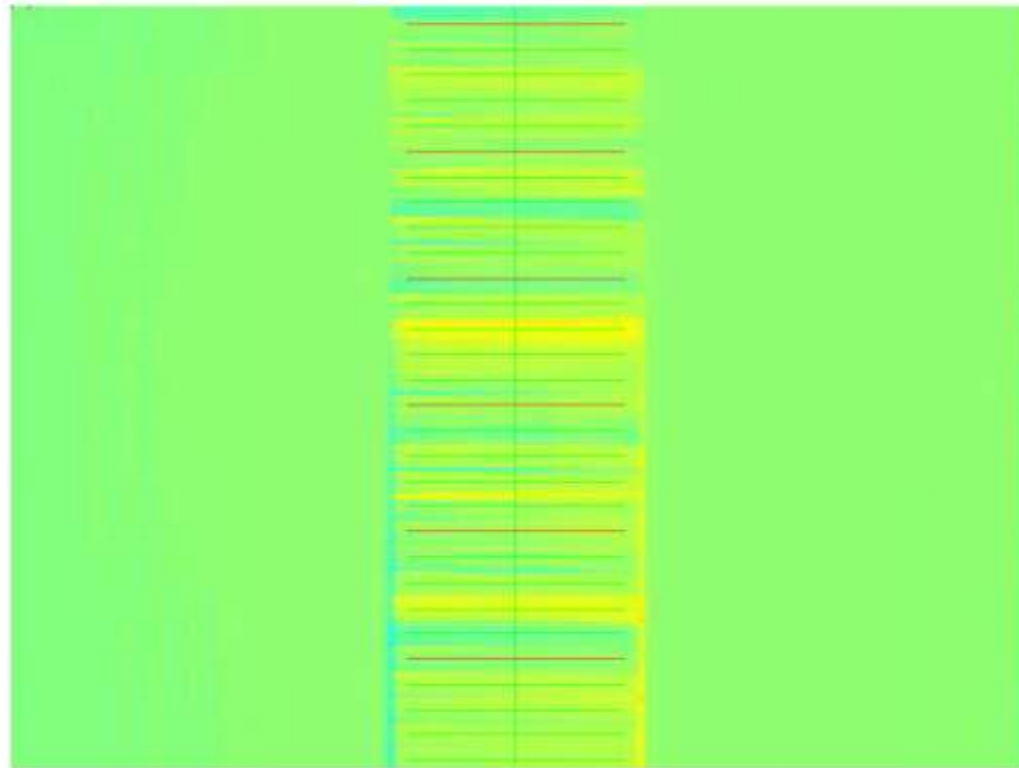


LS_2 & LS_2a Report-Ausdruck

RKN LeafsPEED Gravi ML-LS2 CL1600

18-Apr-2012

Leaf	Bank B	Bank A	Diff
40	0	0	NaN
39	0	0	NaN
38	0	0	NaN
37	0	0	NaN
36	0	0	NaN
35	0	0	-0.0010
34	0	0	-0.0005
33	0	0	-0.0048
32	0	0	-0.0003
31	0	0	-0.0059
30	0	0	0.0024
29	0	0	-0.0002
28	0	0	-0.0007
27	0	0	-0.0018
26	0	0	0.0029
25	0	0	0.0007
24	0	0	0.0112
23	0	0	0.0007
22	0	0	0.0105
21	0	0	0.0055
20	0	0	0.1108
19	0	0	0.1326
18	0	0	0.1435
17	0	0	0.1236
16	0	0	0.1374
15	0	0	0.1447
14	0	0	0.1847
13	0	0	0.1948
12	0	0	0.1707
11	0	0.0059	0.2049
10	0	0	0.0345
9	0	0	0.0109
8	0	0	0.0159
7	0	0	0.0173
6	0	0	0.0121
5	0	0	NaN
4	0	0	NaN
3	0	0	NaN
2	0	0	NaN
1	0	0	NaN



Kalibrierung - alle LeafSpeed-Tests

1mm_001_i.DVA - Notepad

```

File Edit Format View Help
Leaf 39A = -4.900
Leaf 40A = -4.900
Leaf 1B = 5.000
Leaf 2B = 5.000
Leaf 3B = 5.000
Leaf 4B = 5.000
Leaf 5B = 5.000
Leaf 6B = 5.000
Leaf 7B = 5.000
Leaf 8B = 5.000
Leaf 9B = 5.000
Leaf 10B = 5.000
Leaf 11B = 5.000
Leaf 12B = 5.010
Leaf 13B = 5.000
Leaf 14B = 5.020
Leaf 15B = 5.000
Leaf 16B = 5.000
Leaf 17B = 5.000
Leaf 18B = 5.000
Leaf 19B = 5.000
Leaf 20B = 5.030
Leaf 21B = 5.000
Leaf 22B = 5.000
Leaf 23B = 5.000
Leaf 24B = 5.000
Leaf 25B = 5.000
Leaf 26B = 5.000
Leaf 27B = 5.000
Leaf 28B = 5.000
Leaf 29B = 5.000
Leaf 30B = 5.040
Leaf 31B = 5.000
Leaf 32B = 5.000
Leaf 33B = 5.050
Leaf 34B = 5.000
Leaf 35B = 5.000
Leaf 36B = 5.000
Leaf 37B = 5.000
Leaf 38B = 5.000
Leaf 39B = 5.000
Leaf 40B = 5.000
Note = 0
Shape = 4
-490 -1300
-490 1300
    
```

	Bank B	Bank A	Didfferenz
40	0	0	-0.0149
39	0	0	-0.0151
38	0	0	-0.0149
37	0	0	-0.0145
36	0	0	-0.0108
35	0	0	-0.0096
34	0	0	0.0038
33	0	9999	0.4940
32	0	0	0.0013
31	0	0	-0.0030
30	0	9999	0.3537
29	0	0	-0.0125
28	0	0	-0.0269
27	0	0	-0.0301
26	0	0	-0.0307
25	0	0	-0.0268
24	0	0	-0.0318
23	0	0	-0.0308
22	0	0	-0.0334
21	0	0	-0.0127
20	0	9999	0.2275
19	0	0	-0.0219
18	0	0	-0.0230
17	0	0	-0.0221
16	0	0	-0.0217
15	0	0	-0.0093
14	0	0	0.1904
13	0	0	-0.0064
12	0	0	0.0903
11	0	0	-0.0162
10	0	0	-0.0198
9	0	0	-0.0196
8	0	0	-0.0178
7	0	0	-0.0193
6	0	0	-0.0187
5	0	0	-0.0208
4	0	0	-0.0274
3	0	0	-0.0245
2	0	0	-0.0249
1	0	0	-0.0272

6 MV, 300 MU/min
 Scan Mode IDU20-Half-LoX-Integrated
 Averaged Frames 334
 Dark Field Correction on
 Flood Field Correction on
 Static Pixel Defects Correction on
 Random Pixel Defects Correction off

Kalibrierung - alle LeafSpeed-Tests

LS1

LP	Abw.	Fehler
----	------	--------

ML_LS1.dat - Notepad

File Edit Format View Help

Microsoft Excel - ML_LS1_1600.xls [Kompatibilitätsmodus]

Start Einfügen Seitenlayout Formeln Daten Überprüfen Ansicht

Arial 12

Standard Gut

Bedingte Formatierung Als Tabelle formatieren

A1	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T			
LS1	CL 1600	X6	1mm	J1 bitte nicht löschen!												limitLow	-0.2					
				J1 bitte nicht löschen!												limitHigh	0.2					
Datum	Zeit	LP_01	LP_02	LP_03	LP_04	LP_05	LP_06	LP_07	LP_08	LP_09	LP_10	LP_11	LP_12	LP_13	LP_14	LP_15	LP_16	LP_17	LP_18			
04.11.2011	17:18:27	-0.1093	-0.1364	-0.0817	-0.1619	-0.03	-0.0804	-0.1129	-0.1104	-0.1501	-0.0662	-0.156	-0.0584	-0.1506	-0.0239	-0.0773	-0.1222	-0.2327	-0.0203	0.05158		
18.11.2011	16:02:39	-0.0879	-0.1067	-0.0578	-0.1478	-0.0083	-0.0687	-0.087	-0.0827	-0.1319	-0.0378	-0.1084	-0.0069	-0.0784	0.02969	-0.0271	-0.0632	-0.1683	0.03			
13.12.2011	16:07:02	-0.1018	-0.1189	-0.0737	-0.1402	-0.02	-0.0772	-0.0977	-0.1001	-0.1452	-0.0565	-0.0984	0.00143	-0.082	0.03098	-0.0224	-0.0584	-0.1747	0.05			
28.12.2011	13:38:33	-0.1183	-0.1321	-0.0914	-0.1638	-0.0432	-0.0973	-0.1189	-0.1166	-0.1555	-0.067	-0.1572	-0.0528	-0.1286	-0.0238	-0.0846	-0.1085	-0.2291	-0.0			
09.02.2012	16:59:55	-0.1214	-0.1428	-0.0962	-0.1687	-0.0421	-0.1022	-0.1243	-0.1183	-0.1673	-0.0734	-0.1255	-0.0314	-0.1017	0.00143	-0.0703	-0.0908	-0.2082	0.01			

alle Werte in mm

Fe_1 & Fe_1a

Fence Test

LeafPosition

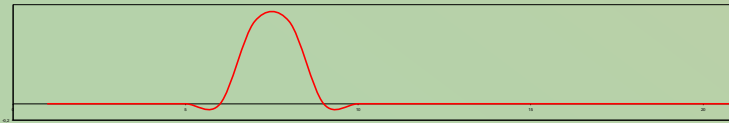
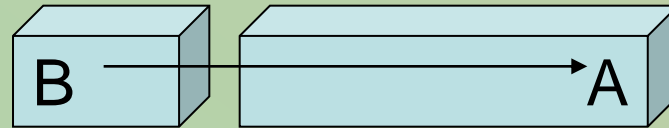
LeafGeschwindigkeit

Gravitation

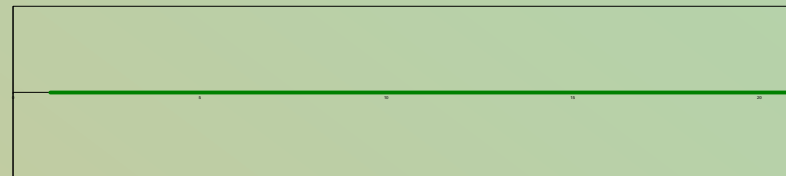
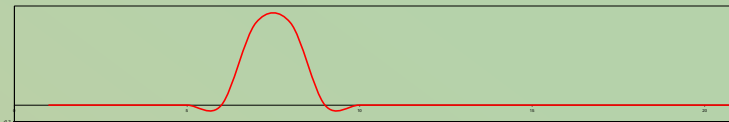
Fe_1 & Fe_1a

li → re ; re → li

Links nach rechts

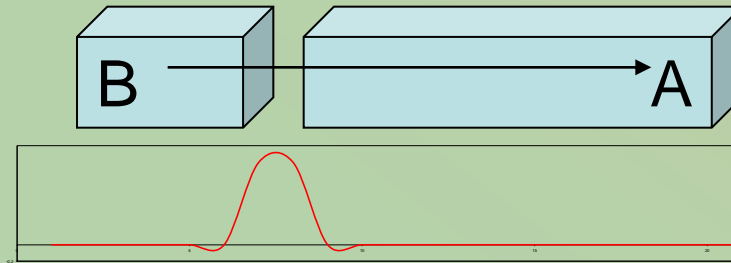


Rechts nach links



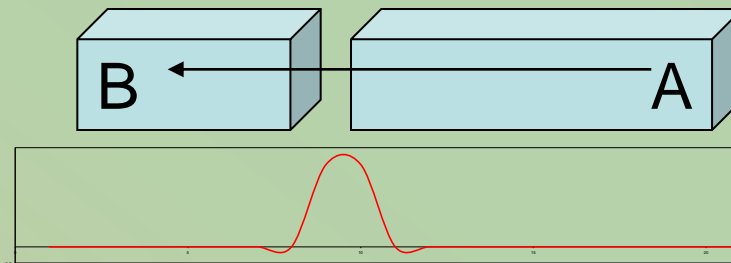
Fe_1 & Fe_1a Positionsversatz

Links nach rechts

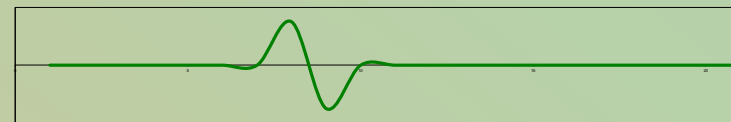


-

Rechts nach links



=

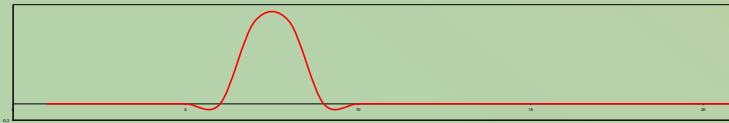
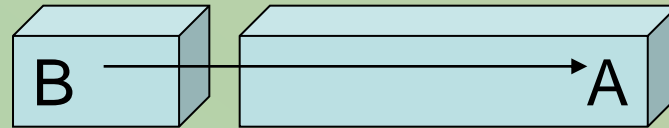


$$\int f(x) dx = 0$$

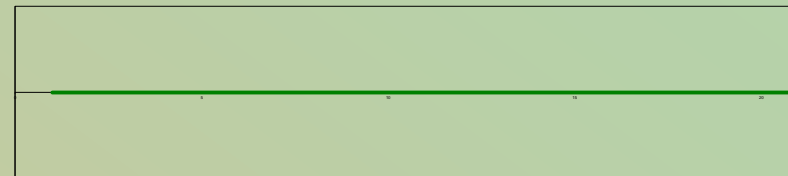
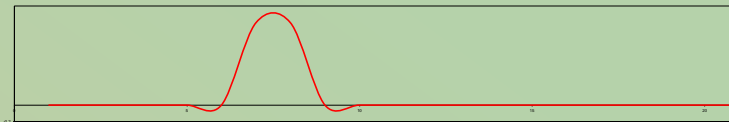
Fe_1 & Fe_1a

li → re ; re → li

Links nach rechts

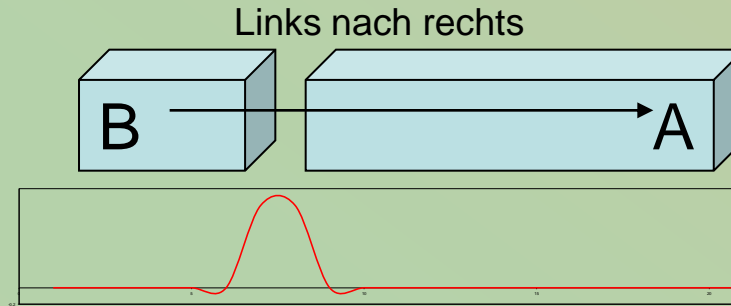


Rechts nach links

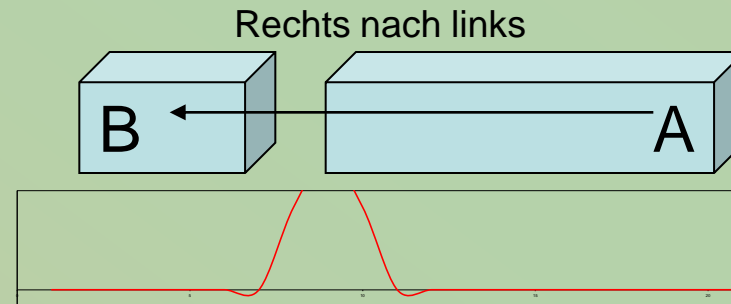


LS_1 & LS_1a

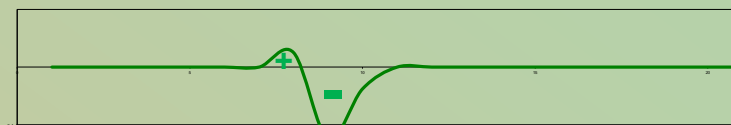
A-Leaf Positionsfehler



-



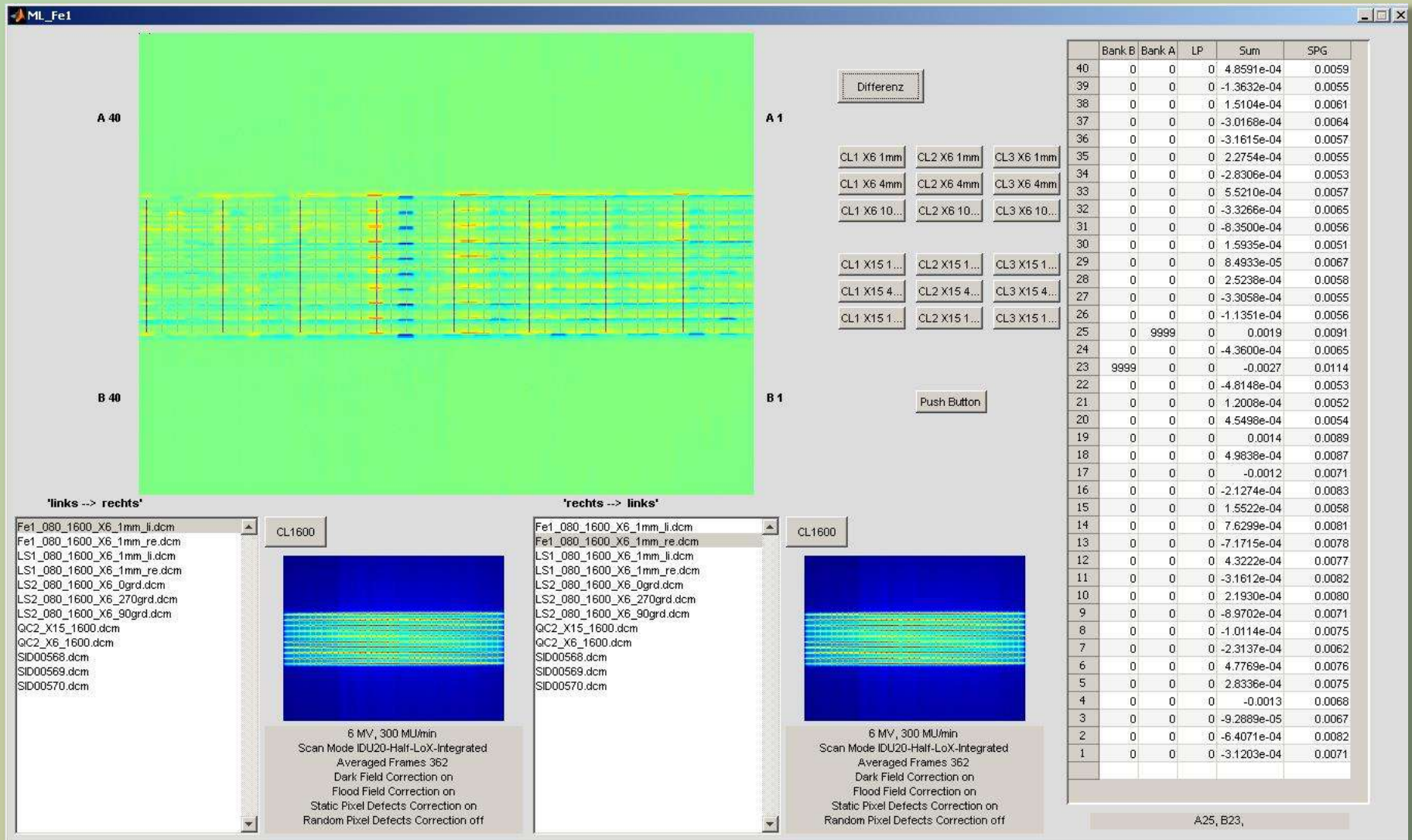
=



$$\int f(x) dx > 0 \quad B - \text{Leaf } f$$

$$\int f(x) dx < 0 \quad A - \text{Leaf } f$$

Fe_1 & Fe_1a Fence Test li → re



Fe_1 & Fe_1a

LeafPosition 90⁰-270⁰ Gravitation

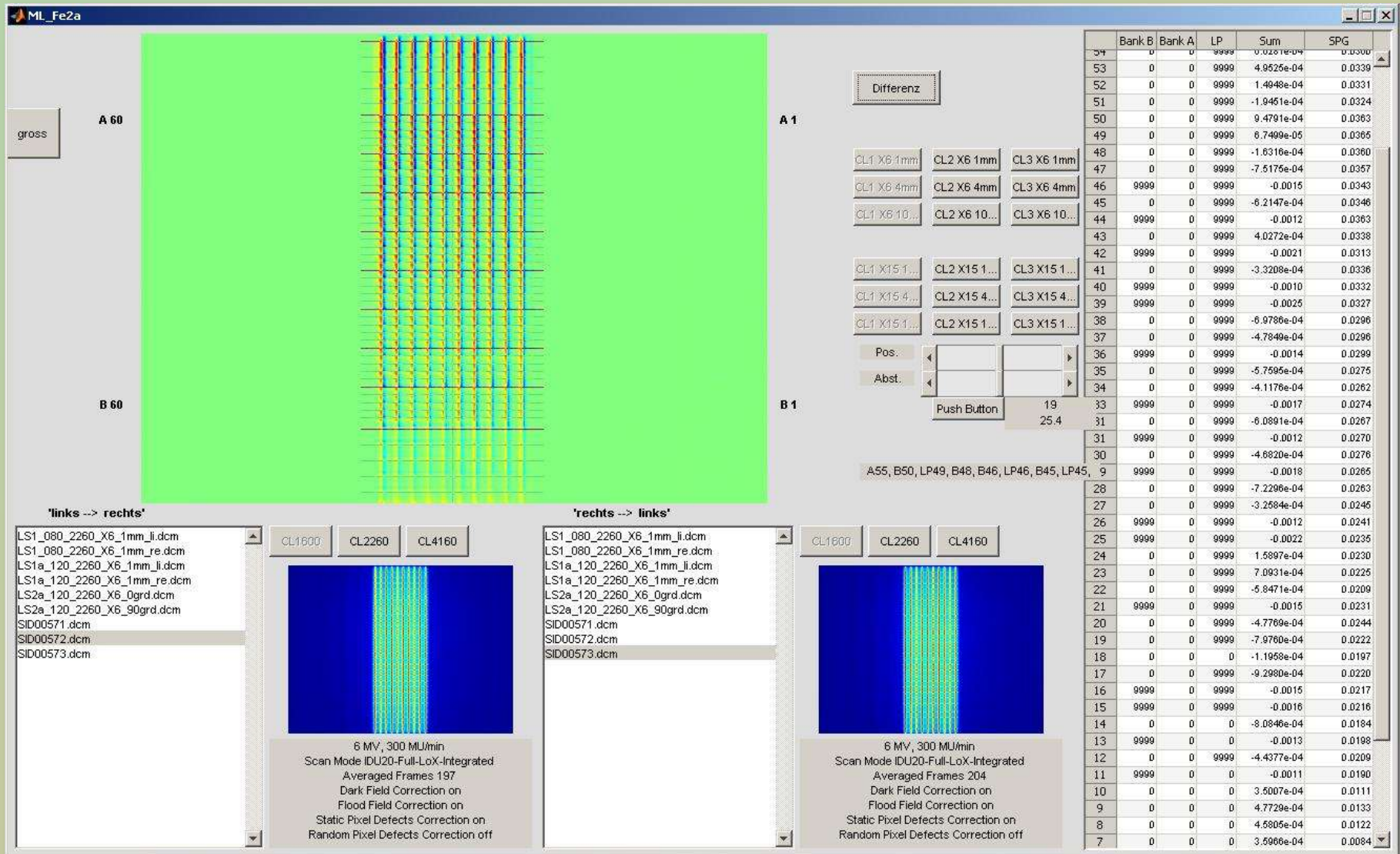
LeafPosition

LeafGeschwindigkeit

Gravitation

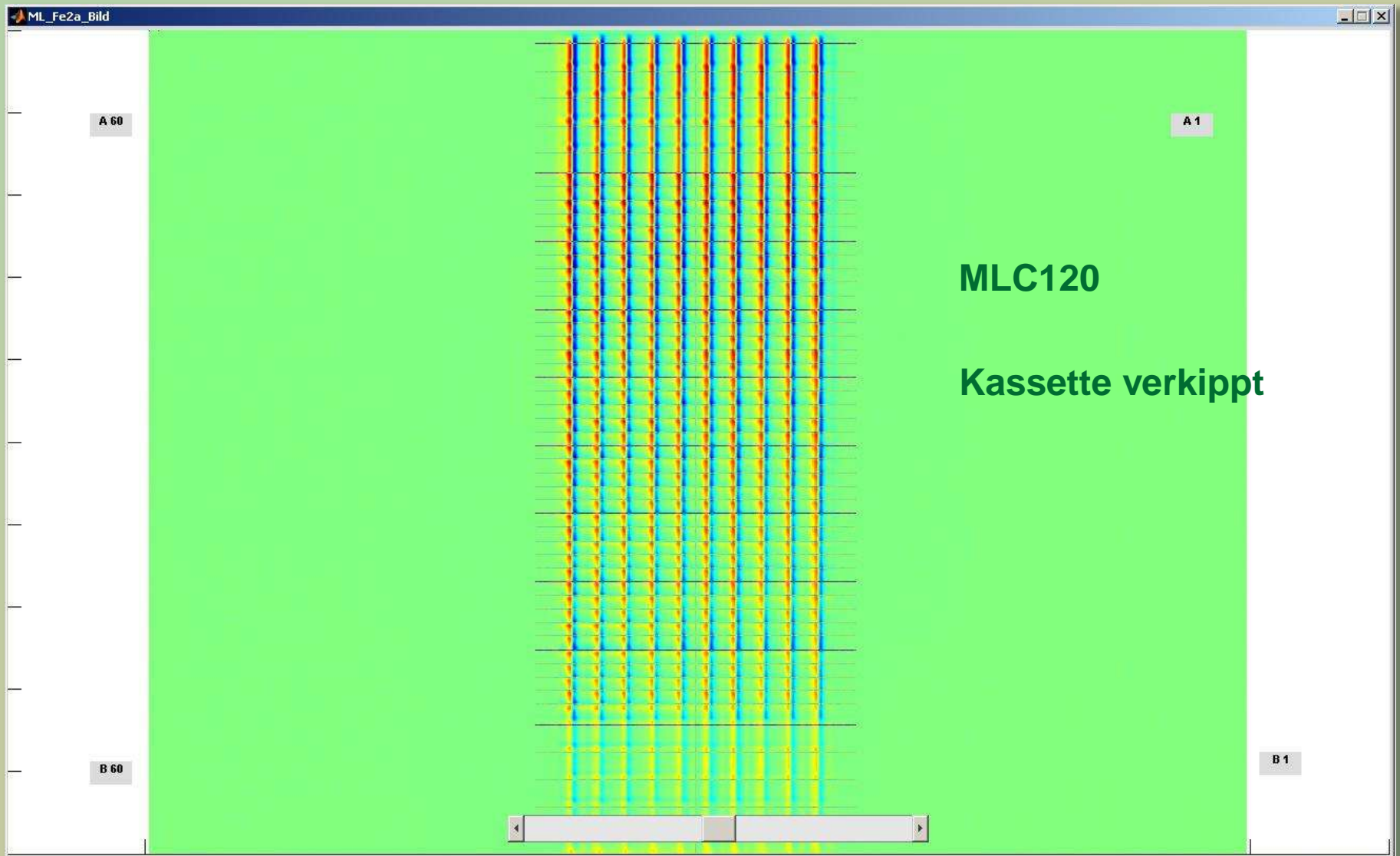
Fe_2 & Fe_2a

LeafPosition 90°-270° Gravitation



Fe_1 & Fe_1a

LeafPosition 90⁰-270⁰ Gravitation



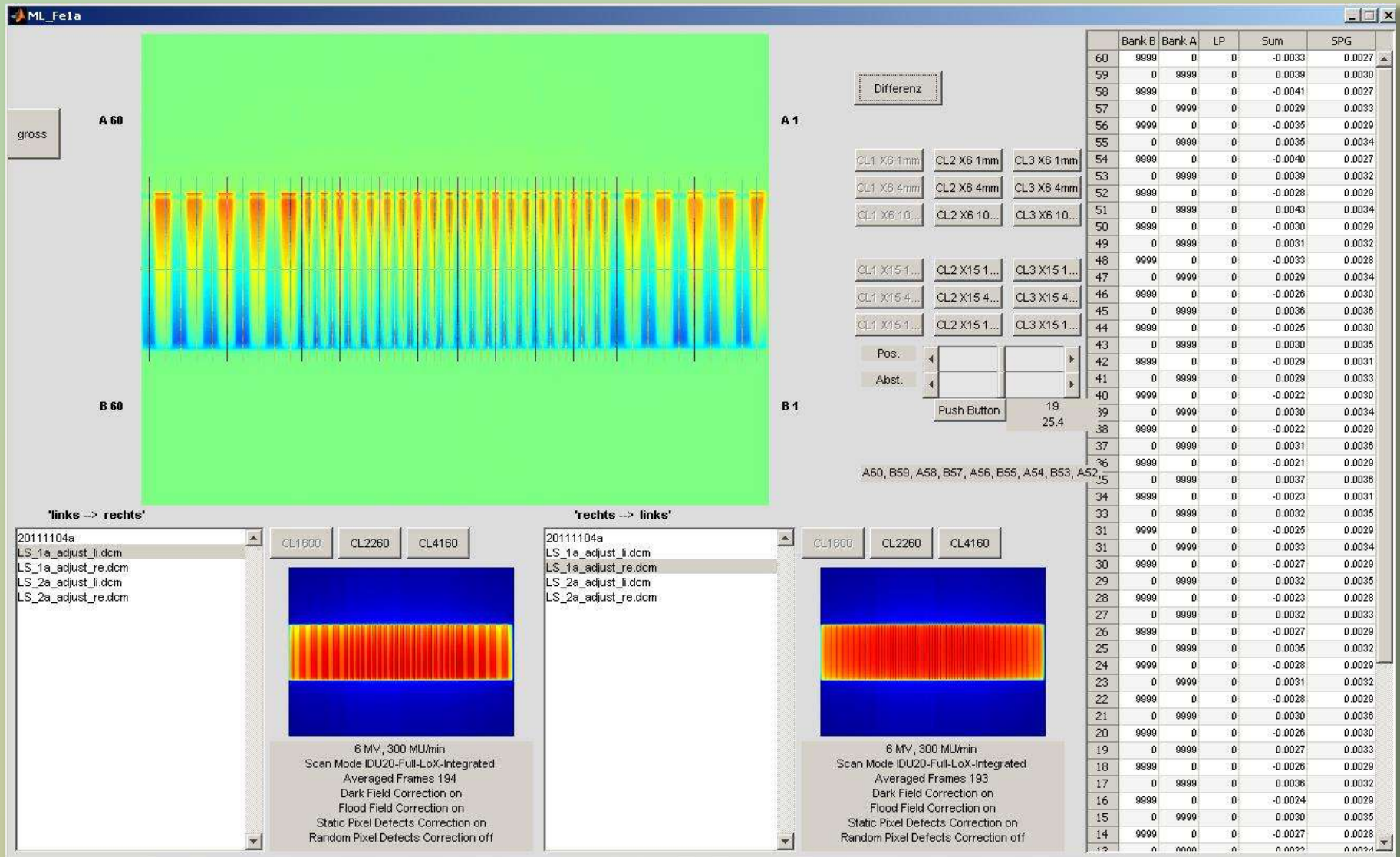
Kalibrierung - alle LeafSpeed- und Fence-Tests

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'ML_LS1_1600.xls' in Kompatibilitätsmodus. The spreadsheet contains calibration data for a linear accelerator. The first row (row 1) is highlighted in red and contains the following data: A1: LS1, B1: CL 1600, C1: X6, D1: 1mm. The second row (row 2) contains the text 'J1 bitte nicht löschen!' and two limit values: limitLow: -0.2 and limitHigh: 0.2. The third row (row 3) contains the text 'J1 bitte nicht löschen!' and two limit values: limitLow: -0.2 and limitHigh: 0.2. The fourth row (row 4) contains the following data: A4: Datum, B4: Zeit, C4: LP 01, D4: LP 02, E4: LP 03, F4: LP 04, G4: LP 05, H4: LP 06, I4: LP 07, J4: LP 08, K4: LP 09, L4: LP 10, M4: LP 11, N4: LP 12, O4: LP 13, P4: LP 14, Q4: LP 15, R4: LP 16, S4: LP 17. The following rows (rows 5-8) contain numerical data for each of these columns. The data is as follows:

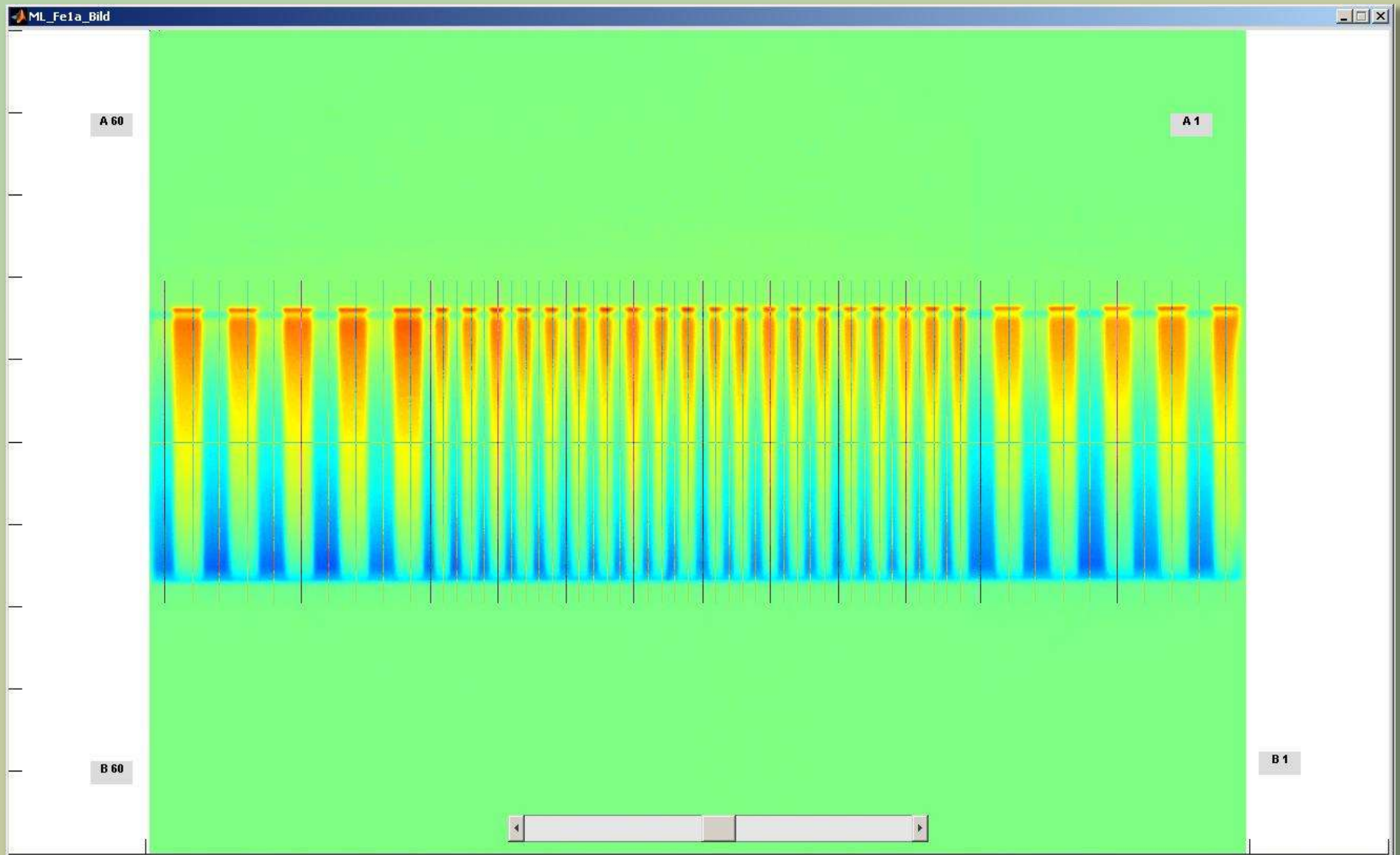
Datum	Zeit	LP 01	LP 02	LP 03	LP 04	LP 05	LP 06	LP 07	LP 08	LP 09	LP 10	LP 11	LP 12	LP 13	LP 14	LP 15	LP 16	LP 17
04.11.2011	17:18:27	-0.1093	-0.1364	-0.0817	-0.1619	-0.03	-0.0804	-0.1129	-0.1104	-0.1501	-0.0662	-0.156	-0.0584	-0.1506	-0.0239	-0.0773	-0.1222	-0.2327
18.11.2011	16:02:39	-0.0879	-0.1067	-0.0578	-0.1478	-0.0083	-0.0687	-0.087	-0.0827	-0.1319	-0.0378	-0.1084	-0.0069	-0.0784	0.02969	-0.0271	-0.0632	-0.1683
13.12.2011	16:07:02	-0.1018	-0.1189	-0.0737	-0.1402	-0.02	-0.0772	-0.0977	-0.1001	-0.1452	-0.0565	-0.0984	0.00143	-0.082	0.03098	-0.0224	-0.0584	-0.1747
28.12.2011	13:38:33	-0.1183	-0.1321	-0.0914	-0.1638	-0.0432	-0.0973	-0.1189	-0.1166	-0.1555	-0.067	-0.1572	-0.0528	-0.1286	-0.0238	-0.0846	-0.1085	-0.2291
09.02.2012	16:59:55	-0.1214	-0.1428	-0.0962	-0.1687	-0.0421	-0.1022	-0.1243	-0.1183	-0.1673	-0.0734	-0.1255	-0.0314	-0.1017	0.00143	-0.0703	-0.0908	-0.2082

Red text overlay: alle Werte in mm

LS_1, LS_1a; Fe_1, Fe_1a Adjust



LS_1a, Fe_1a Adjust



Praktisches Beispiel - mQA Fehler-Management

Partial Dose Images

Plan: UVA EPD

Field: A-11-000

- A-11000-000
- A-11-000-10_1_21 Tue 17-01-12
- A-11-000-10_2_29 Wed 18-01-12
- A-11-000-10_3_5 Wed 15-02-12
- A-11-000-10_4_21 Tue 21-02-12
- A-11-000-10_5_5 Tue 21-02-12
- A-11-000-10_6_6 Tue 21-02-12

Field: A-12-000

- A-12000-000
- A-12-000-11_1_20 Tue 17-01-12
- A-12-000-11_2_30 Wed 18-01-12
- A-12-000-11_3_6 Wed 15-02-12
- A-12-000-11_4_20 Tue 21-02-12

Visibility Configuration

- Reference Image
- Grayscale
- Field Outline
- Isodose Lines
- Color Wash

Display Mode

- Predicted and Portal Dose
- Portal Dose only
- Predicted Dose only
- Dose Difference

Gamma (3.0%, 3.0 mm)	Value	Tot.
Area Gamma < 1.0	93.4%	97.0%
Maximum Gamma	2.04	3.00
Average Gamma	0.89	0.90
LCA Gamma > 1.0	2.1%	3.0%
Area Gamma > 0.8	11.6%	18.0%
Area Gamma > 1.2	3.5%	1.0%

Predicted Dose: A-11000-000 - 17-01-12 15:58 - 0 deg

Profile

Beam	Gantry	Energy	Daily corr factor	Norm dose	Det within acceptance	Median dose dev
Fraction				5.83 Gy	92.2% 95.9% 98.6%	0.3%
A-10-000	0°	6 MV	1.000	3.78 Gy	92.3% 83.5% 96.0%	0.2%
A-20-315	315°	15 MV	1.000	2.02 Gy	81.5% 98.8% 99.7%	0.5%
A-30-090	90°	15 MV	1.000	2.11 Gy	79.5% 96.1% 96.0%	0.4%
A-40-180	180°	6 MV	1.000	2.30 Gy	95.3% 100.0% 99.0%	-0.7%
A-50-225	225°	15 MV	1.000	2.25 Gy	96.1% 100.0% 100.0%	-0.6%

Histograms

Reference: Planned dose

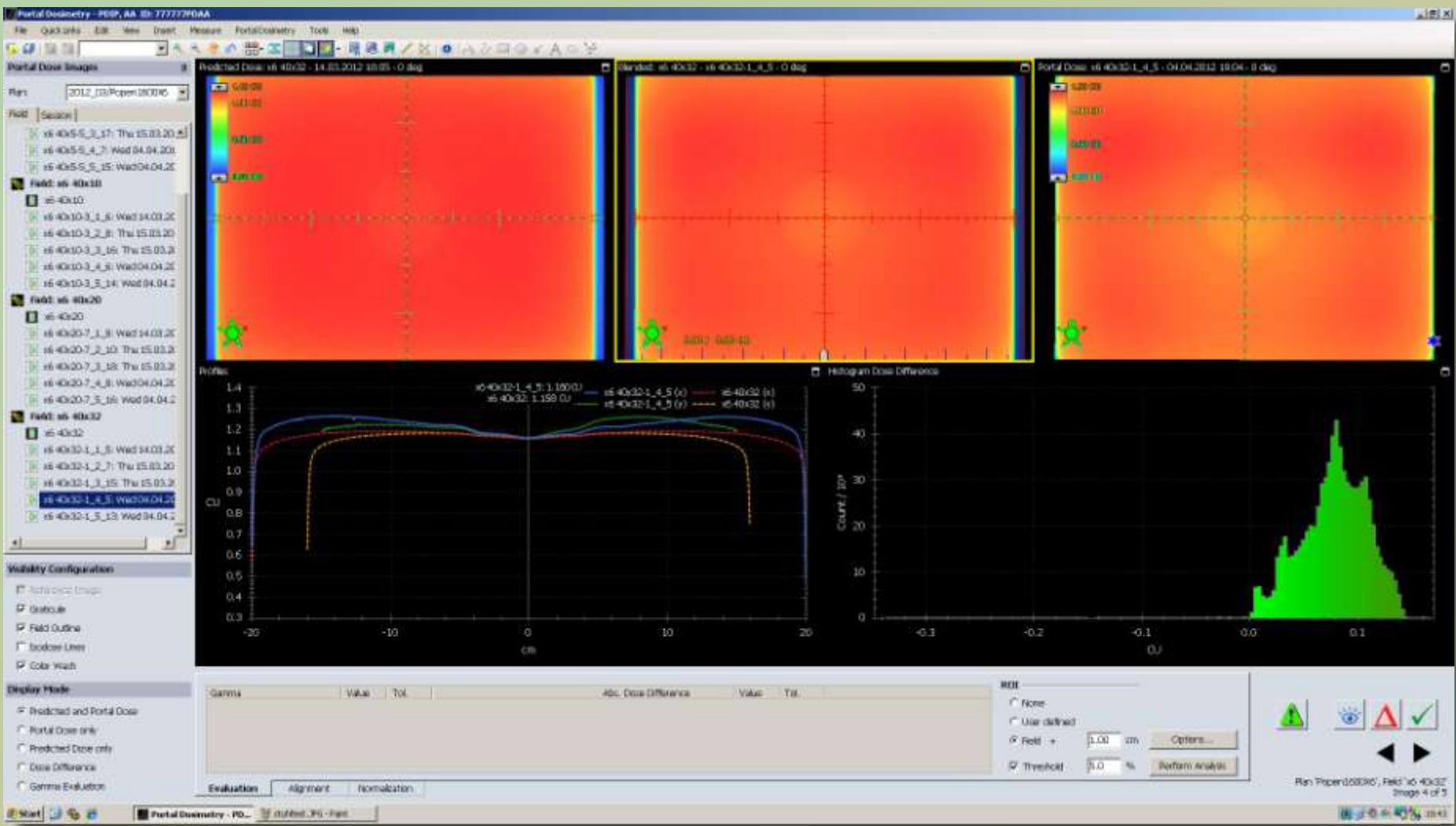
Beam	Dose Deviation (%)	Distance to Agreement (mm)	Gamma Index
Fraction	92.2%	95.9%	98.6%
A-10-000	92.3%	83.5%	96.0%
A-20-315	81.5%	98.8%	99.7%
A-30-090	79.5%	96.1%	96.0%

Praktisches Beispiel - mQA Fehler-Management

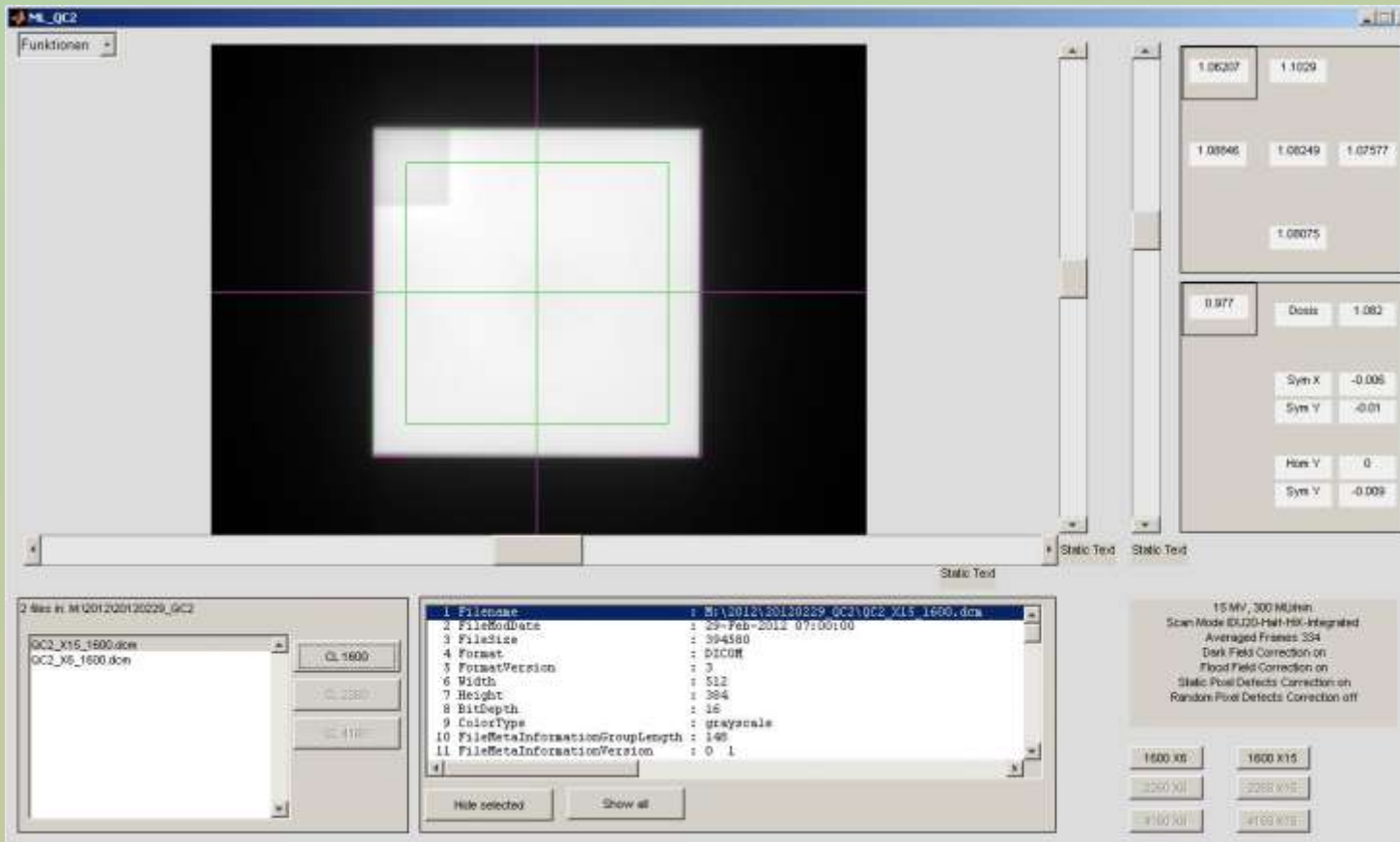
Arbeitsblatt Delta 4 2012
OGD Ruppiner Kliniken GmbH

Kalenderwoche	CL1600				CL2260				CL4160			
	X6 IMRT	X15 IMRT	X6 RA	X15 RA	X6 IMRT	X15 IMRT	X6 RA	X15 RA	X6 IMRT	X15 IMRT	X6 RA	X15 RA
1	Pat	Mais01	Mais02		Mais01	Mais02	Mais03	Mais04	Mais01	Mais02	Mais03	Mais04
	Plan	A	B		A	B	B	A	A	B	B	B
	Resultat	41 42	12 40 (Hahn)			12 (Hahn)						
	Datum	04.01.2012	04.01.2012		04.01.2012	04.01.2012	04.01.2012	04.01.2012	03.01.2012	03.01.2012	03.01.2012	03.01.2012
3	Pat	Mais11	Mais12		Mais11	Mais12	Mais13	Mais14	Mais11	Mais12	Mais13	Mais14
	Plan	A	A		A	A	D	C	A	A	D	C
	Resultat											
	Datum	17.01.2012	18.01.2012		17.11.2012	17.11.2012	17.01.2012	17.01.2012	24.01.2012	24.01.2012	24.01.2012	24.01.2012
6	Pat	Mais21	Mais22		Mais21	Mais22	Mais23	Mais24	Mais21	Mais22	Mais23	Mais24
	Plan	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A
	Resultat	30 (Hahn)						10				
	Datum	30.01.2012	30.01.2012		30.01.2012	30.01.2012	30.01.2012	30.01.2012	14.02.2012	14.02.2012	14.02.2012	14.02.2012
7	Pat	Mais31	Mais32		Mais31	Mais32	Mais33	Mais34	Mais31	Mais32	Mais33	Mais34
	Plan	A	A		A	A	A	A	A	A	A	A
	Resultat	30 (Hahn)	55 (Hahn)									
	Datum	13.02.2012	13.02.2012		13.02.2012	13.02.2012	13.02.2012	13.02.2012	14.02.2012	14.02.2012	14.02.2012	14.02.2012
9	Pat	Mais41	Mais42		Mais41	Mais42	Mais43	Mais44	Mais41	Mais42	Mais43	Mais44
	Plan	A	A		A	A	A	A (0E)	A	A	A	A (0E)
	Resultat	A00	A20 A40					A10				
	Datum	29.02.2012	29.02.2012		29.02.2012	29.02.2012	29.02.2012	29.02.2012	28.02.2012	28.02.2012	28.02.2012	28.02.2012
11	Pat	Mais51	Mais52		Mais51	Mais52	Mais53	Mais54	Mais51	Mais52	Mais53	Mais54

Praktisches Beispiel - mQA Fehler-Management



Andere Testverfahren Quadrantentest Licht- Strahlfeld Winston-Lutz etc ...



Zusammenfassung I

EPID (Varian®), Matlab (Matworks®), Excel (MicroSoft®)
als Werkzeugkoffer für mQA(IMRT)

Selbstvergleichende Tests für Leafspeed und Leafposition
am dynamischen MLC

LeafSpeed links gegen rechts
mit u. gegen Schwerkraft

Leafposition links gegen rechts
mit u. gegen Schwerkraft

Diverse Matlab-Programme zur primären Messsignal-Verarbeitung

Exportfunktion zu MS-Excel zur Weiterverarbeitung
und Langzeitspeicherung der mQA-Messergebnisse

Zusammenfassung II

pQA - Blick auf den Gesamtprozess

mQA - genauer Blick auf Prozesselemente

mQA - Messgenauigkeit eine Größenordnung besser als bei pQA

mQA - Suche nach geschicktem, hinreichendem Prüf-Basissystem
- Effektive, zeitsparende, umfassende Prüfmethode nach DIN

mQA + pQA

- als Gesamtsystem zur Qualitätskontrolle

→ DeepSky-Telescope into machine

Vielen Dank !



??

Marian Krüger

Dr. Thomas Goetzfried

Christian Willomitzer