



Erste Erfahrungen bei der adjuvanten IMRT-Planung von HNO-Tumoren mit VMAT - Vergleich sequentielle vs. integrierte Boostplanung



Horst Alheit, Andreas Hennig, Björn Kurda,
Hilbert Blank

<http://www.strahlentherapie-dresden.de>

Fragestellung

Erlaubt die simultan integrierte IMRT-Boostbestrahlung mit VMAT gegenüber einer sequentiellen VMAT-IMRT eine Reduktion des Hochdosisvolumens im adjuvanten PTV?

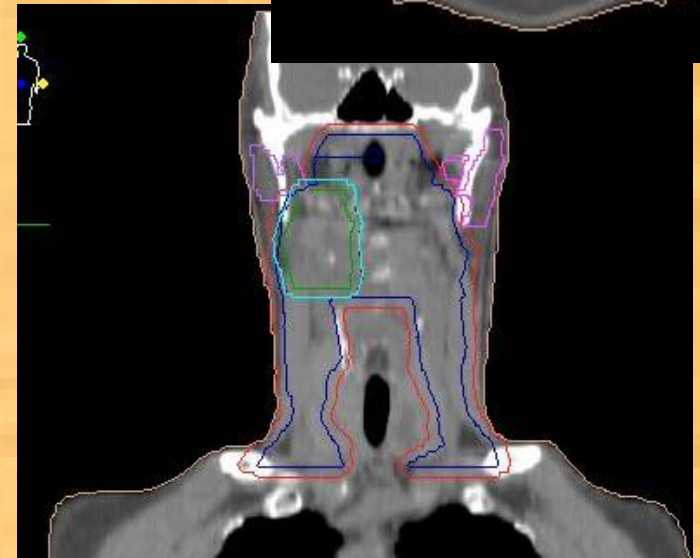
Material und Methoden - Patienten

- 10 Patienten mit HNO-Tumoren
- adjuvante Bestrahlung mit 50,4 Gy bd. Halsseiten und 60,4 Gy auf das Boostvolumen (Tumorregion und evtl. befallene LK) simuliert
- Sequentieller Plan 28*1,8 Gy gefolgt von 5*2,0 Gy (Gesamt 33 Fraktionen)
- Integrierter Boost mit 30 Fraktionen:
 - ED adjuvant 1,67 Gy (GD 50,4 Gy)
 - EDBoost:2,01Gy (GD 60,4 Gy)

Pat.Nr.	Diagnose	Seite	Tkat	Nkat
1	Supraglottis-Ca	B	T4a	N2b
2	CUP HNO	L	pTX	pN2b
3	Tonsillen-Ca	R	pT2	pN1
4	Tonsillen-Ca li	L	T3	N2c
5	Tonsillen-Ca	L	pT1	pN2b
6	Larynx-Ca	M	T3	N0
7	Hypopharynx	R	pT3	pN2a
8	Zungen-Ca	B	pT3	pN2c
9	Tonsillen-Ca	L	pT3	pN2b
10	Epipharynx	M	pT2	pN0

Material und Methoden – Planungs-CT

- CT-Scanner Philips 3mm Schichtdicke
- Konturierung mit Focal-Sim Vers.
- CTV adjuvant: beide Halsseiten Level II-V
- falls erforderlich zusätzlich Level I
- CTV Boost: Tumorregion +befallene LK-Regionen
- PTV's mit 5mm Margin generiert
- Für Analyse PTV_DVH mit 5mm Abstand zur Haut generiert
- OAR:
 - RM ≤ 45 Gy, RM+3mm < 50 Gy
 - Hirnstamm ≤ 54 Gy; Hirnstamm+3mm < 56 Gy
 - Parotis links und rechts (nicht optimiert)
 - Avoid dorsal
 - Bei Bedarf weitere Strukturen



Material und Methoden – Planoptimierung

- Monaco 3.0: VMAT-IMRT
- Monte-Carlo Rechnung , Varianz 3%
- Vollrotation 360 Grad, Inkrement 30Grd
- Rechengrid 3mm
- Flashmargin 2mm
- Surface Margin 8mm
- Start mit Templates, dann weitere Optimierung
- Segmentierungsparameter
 - Targetdoserate konst. 80 MU/min
 - Max.# controlpoints 70-100
- Planungsziele:
 - Einhaltung RM-Toleranz
 - 90%Vol. mit 95% Isodose
 - 95%Vol. mit 90% Isodose
 - <1% Body >110%
 - <100 Seg Seq50; <70Seg Boost
 - <750 MU Seq50; <500 MU Boost

Prescription Sequentiell 50 Gy

Structure	Cost Function	Ena...	Status	Reference Dose (Gy)	Multicriterial	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact
PTVadDVH	Target EUD	<input checked="" type="checkbox"/>	On			50.400	0.000	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	50.400		0.500	0.000	
avoid	Overdose DVH	<input checked="" type="checkbox"/>	On	35.000	<input type="checkbox"/>	3.00	0.00	
RM	Maximum Dose	<input checked="" type="checkbox"/>	On			35.000	0.000	
Parotis li	Serial	<input type="checkbox"/>	Off		<input type="checkbox"/>	35.000	0.000	
Parotis re	Serial	<input type="checkbox"/>	Off		<input type="checkbox"/>	35.000	0.000	
body	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	50.000		0.300	0.000	

Prescription integriert

Structure	Cost Function	Ena...	Status	Reference Dose (Gy)	Multicriterial	Isoconstraint	Isoeffect	Relative Impact
PTV Boost	Target EUD	<input checked="" type="checkbox"/>	On			60.400	55.519	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	Infeasible	60.400		0.500	0.511	++++
PTVadDVH	Target EUD	<input checked="" type="checkbox"/>	On			50.400	47.183	
	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	50.400		0.550	0.537	++++
avoid	Overdose DVH	<input checked="" type="checkbox"/>	On	45.000	<input type="checkbox"/>	3.00	0.36	
RM	Maximum Dose	<input checked="" type="checkbox"/>	On			43.000	43.561	++++
Parotis li	Serial	<input type="checkbox"/>	Off		<input type="checkbox"/>	45.000	32.846	
Parotis re	Serial	<input type="checkbox"/>	Off		<input type="checkbox"/>	45.000	38.375	
body	Quadratic Overdose	<input checked="" type="checkbox"/>	On	50.000		0.300	0.058	

Optimization mode:
 Constrained (Normal Tissue Priority)
 Pareto (Target Volume Priority)

Sequencing Parameters: VMAT

Max. # of Control Points / Arc:

Target Dose Rate (MU/min):

Estimated Delivery Dose Rate (MU/min):

Min. Segment Width (cm):

Fluence Smoothing:

Constant Dose Rate

OK Cancel

Sequencing Parameters: VMAT

Max. # of Control Points / Arc:

Target Dose Rate (MU/min):

Estimated Delivery Dose Rate (MU/min):

Min. Segment Width (cm):

Fluence Smoothing:

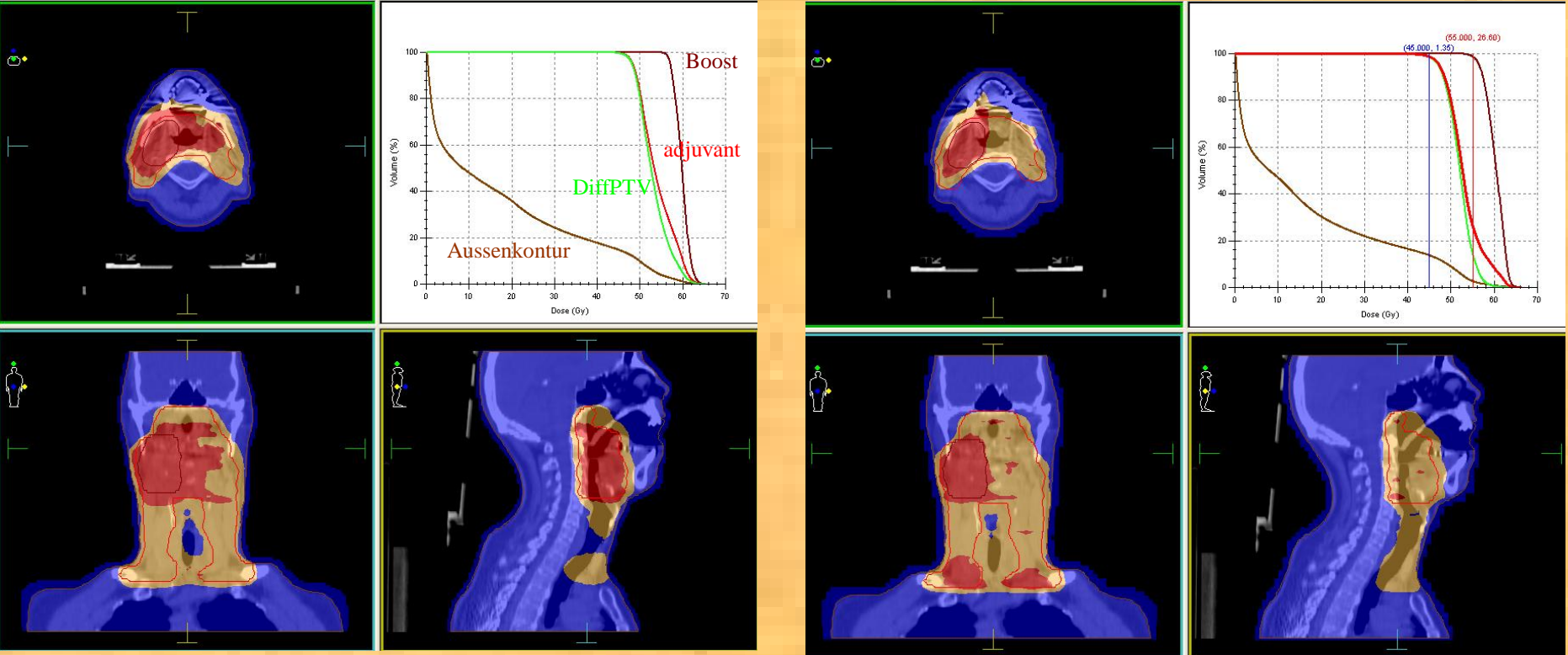
Constant Dose Rate

OK Cancel

Sequ50 Gy/ integriert

Sequ Boost 10Gy

Ergebnisse



sequentiell

integriert

<45Gy (90%
adj.PTV

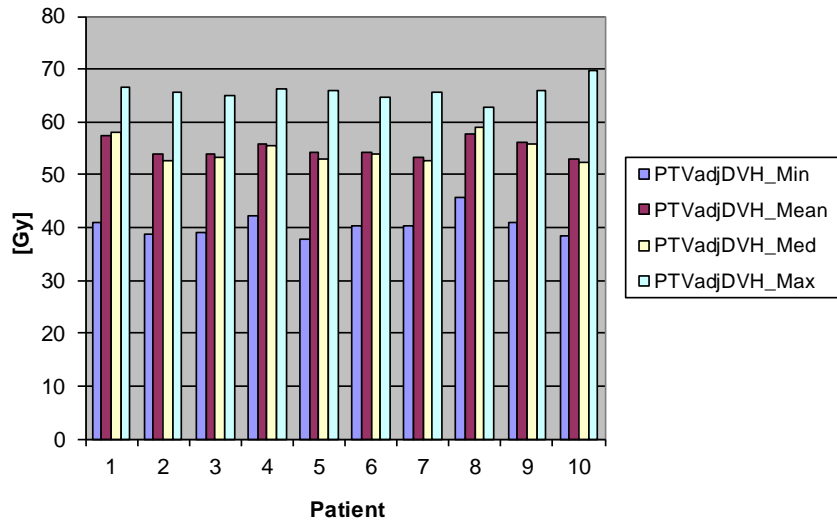
45-55Gy

>55Gy (90%
BoostPTV

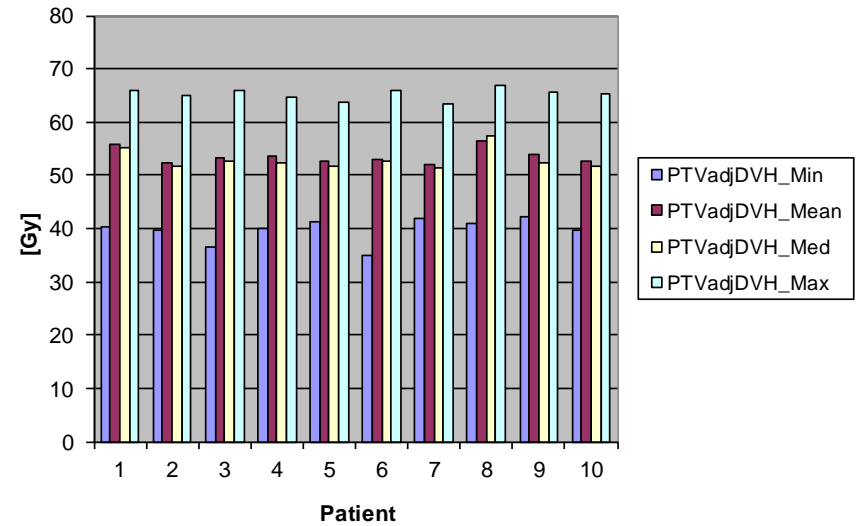


Ergebnisse – adjuvantes PTV

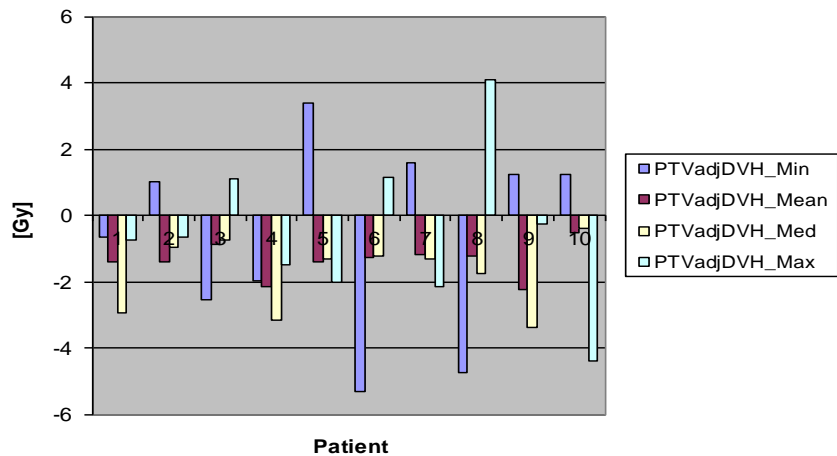
Sequ Summenplan



Intergrated Boost



Diff IntegratedNeu - Seq Summe

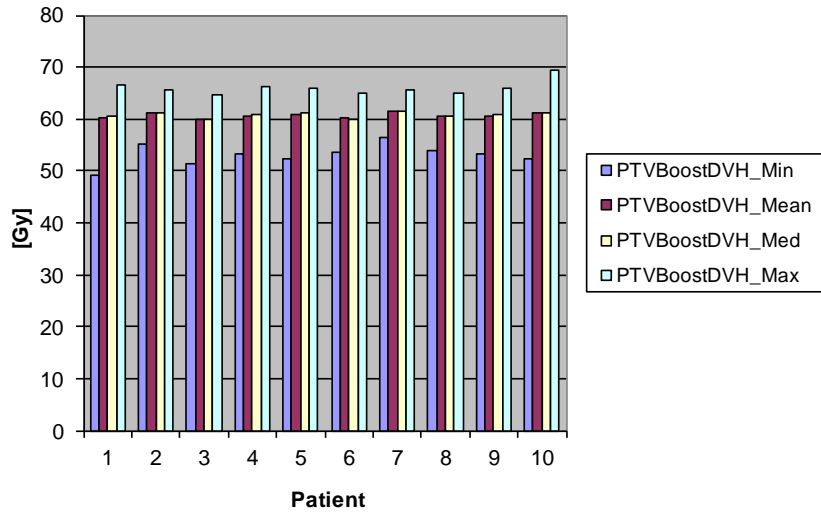


PTVadjDVH_Min PTVadjDVH_Mean PTVadjDVH_Med PTVadjDVH_Max

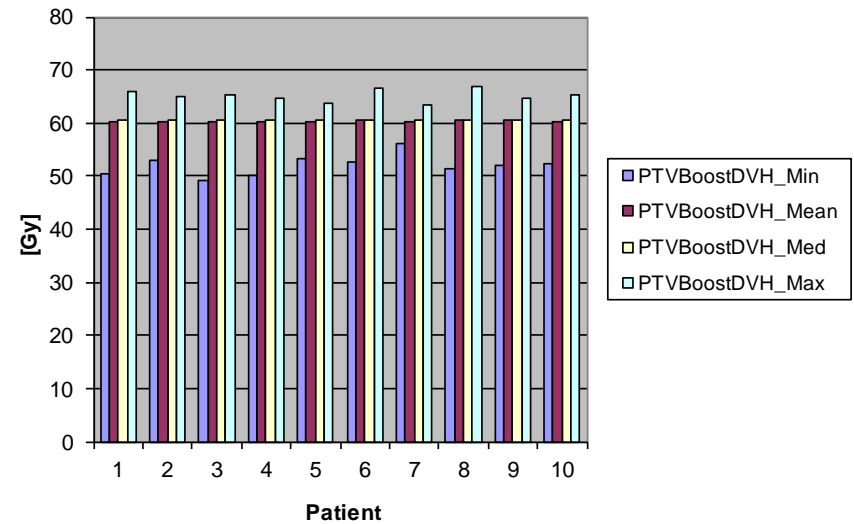
[Gy]	[Gy]	[Gy]	[Gy]
-0,668	-1,428	-2,927	-0,759
1,031	-1,393	-0,974	-0,665
-2,554	-0,866	-0,749	1,097
-1,965	-2,168	-3,152	-1,503
3,374	-1,423	-1,302	-2,035
-5,298	-1,27	-1,245	1,155
1,591	-1,2	-1,333	-2,147
-4,737	-1,224	-1,778	4,106
1,218	-2,233	-3,375	-0,258
1,214	-0,536	-0,407	-4,398
-0,6794	-1,3741	-1,7242	-0,5407
2,880160729	0,516171257	1,055310886	2,307240345
0,474730208	1,4698E-05	0,000589824	0,477536196

Ergebnisse – BoostPTV

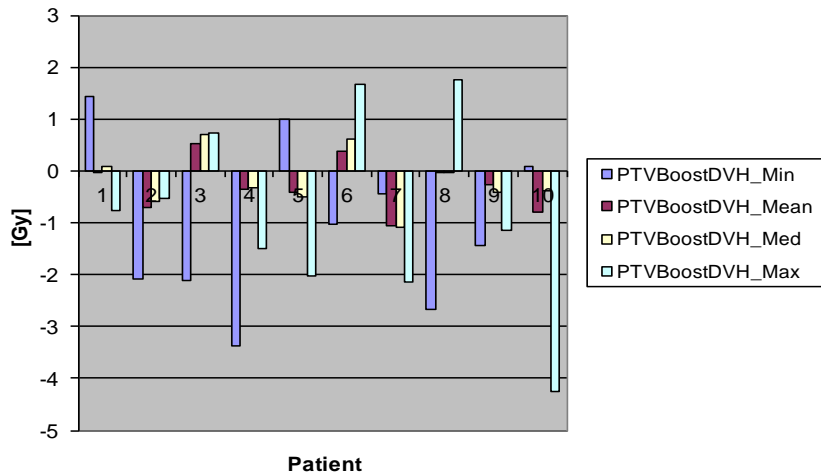
Sequ Summe



Integrated Boost

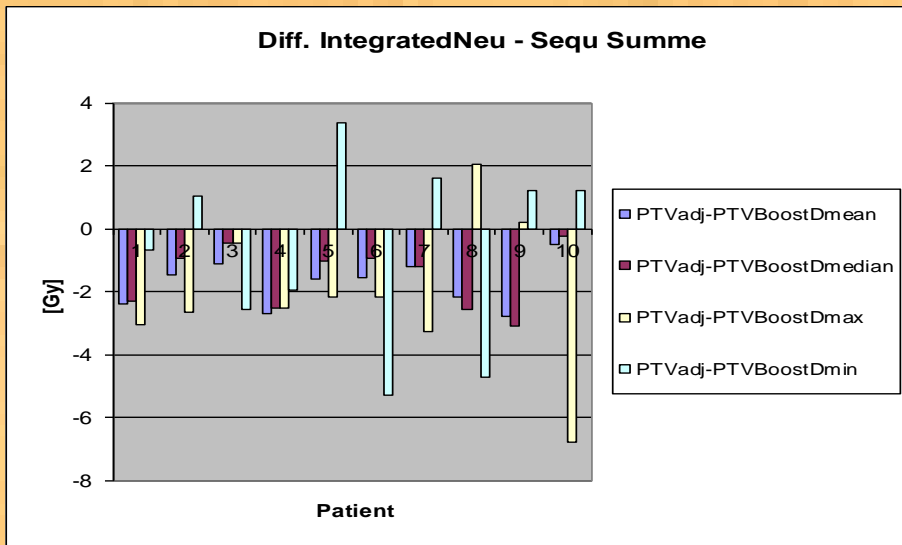
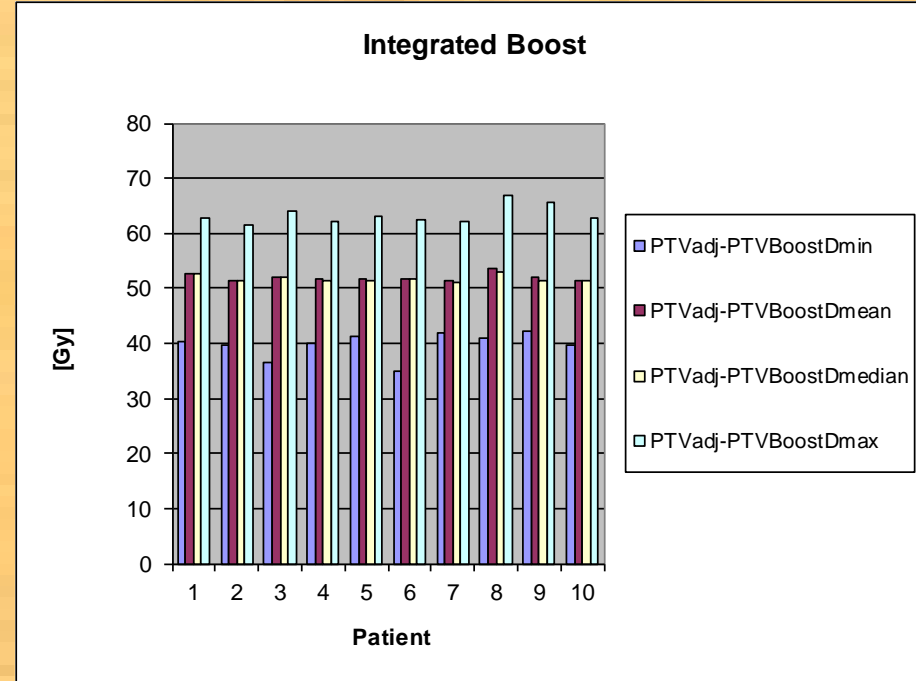
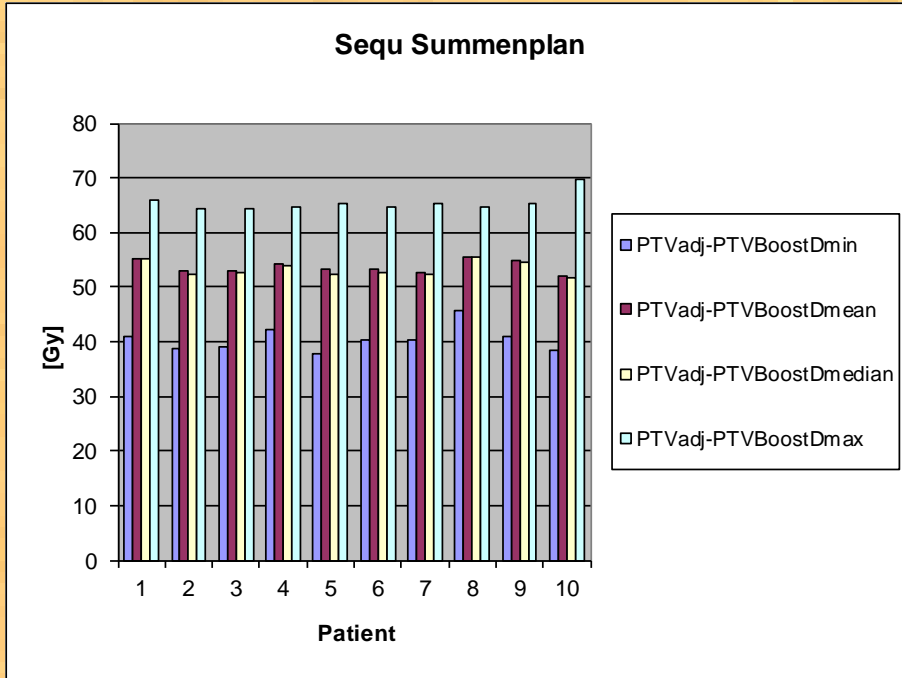


Diff IntergatedNeu - Seq Summe



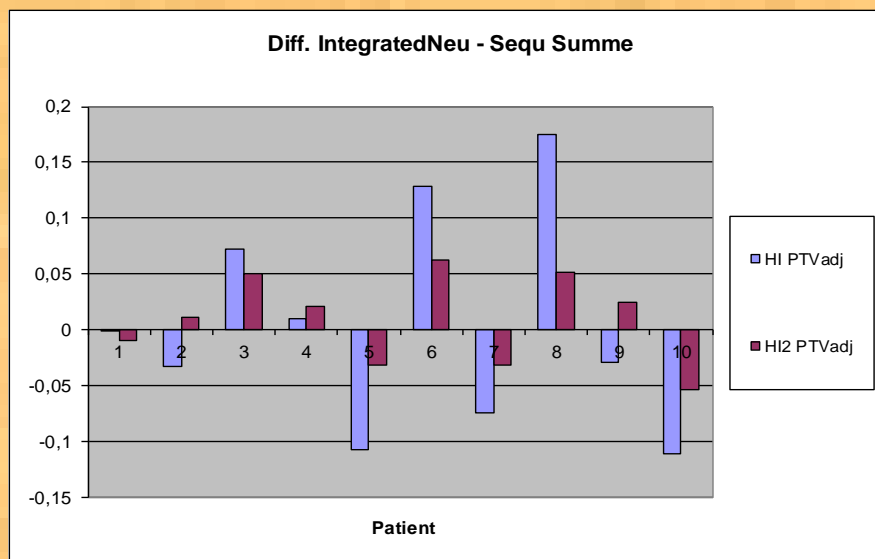
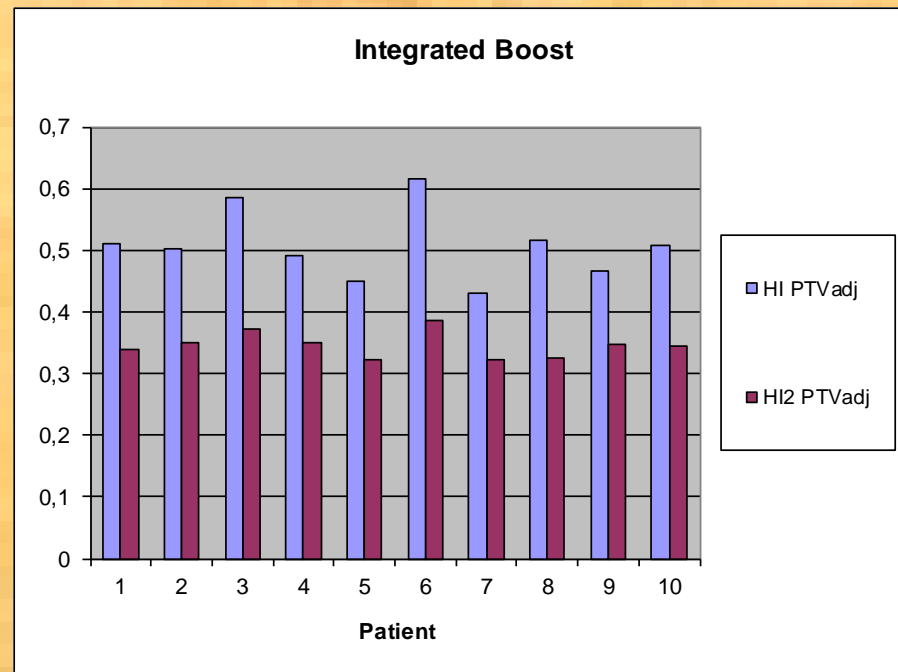
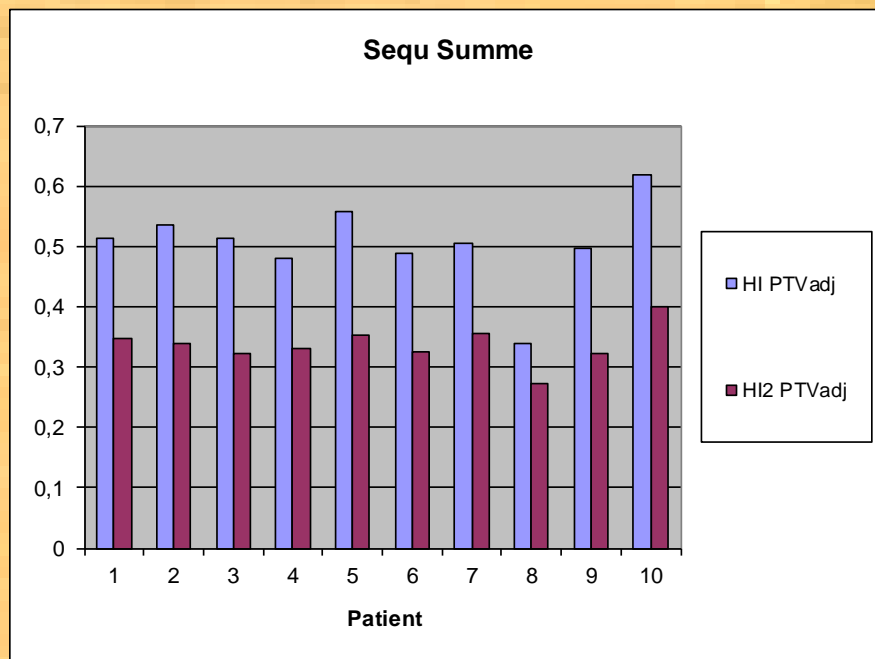
PTVBoostDVH_Min	PTVBoostDVH_Mean	PTVBoostDVH_Med	PTVBoostDVH_Max
[Gy]	[Gy]	[Gy]	[Gy]
1,436	-0,024	0,091	-0,759
-2,073	-0,717	-0,577	-0,518
-2,128	0,524	0,688	0,73
-3,387	-0,349	-0,322	-1,503
0,996	-0,403	-0,513	-2,035
-1,04	0,381	0,614	1,671
-0,444	-1,053	-1,088	-2,147
-2,672	-0,033	-0,003	1,765
-1,427	-0,262	-0,428	-1,138
0,09	-0,791	-0,392	-4,267
-1,0649	-0,2727	-0,193	-0,8201
1,580232856	0,50323201	0,548382875	1,858054744
0,061918632	0,120744823	0,294573563	0,196262867

Ergebnisse – Diff. Adj.-BoostPTV



	PTVadj-PTVBoostDmin	PTVadj-PTVBoostDmean	PTVadj-PTVBoostDmedian	PTVadj-PTVBoostDmax
[Gy]	-0,668	-2,407	-2,303	-3,053
	1,031	-1,478	-0,934	-2,666
	-2,554	-1,102	-0,479	-0,478
	-1,965	-2,684	-2,515	-2,534
	3,374	-1,584	-1,051	-2,174
	-5,298	-1,554	-0,963	-2,162
	1,591	-1,214	-1,228	-3,275
	-4,737	-2,184	-2,561	2,039
	1,218	-2,777	-3,087	0,214
	1,214	-0,504	-0,263	-6,813
	-0,6794	-1,7488	-1,5384	-2,0902
	2,880160729	0,741376168	0,986660946	2,360204219
	0,474730208	3,85394E-05	0,00081265	0,020695138

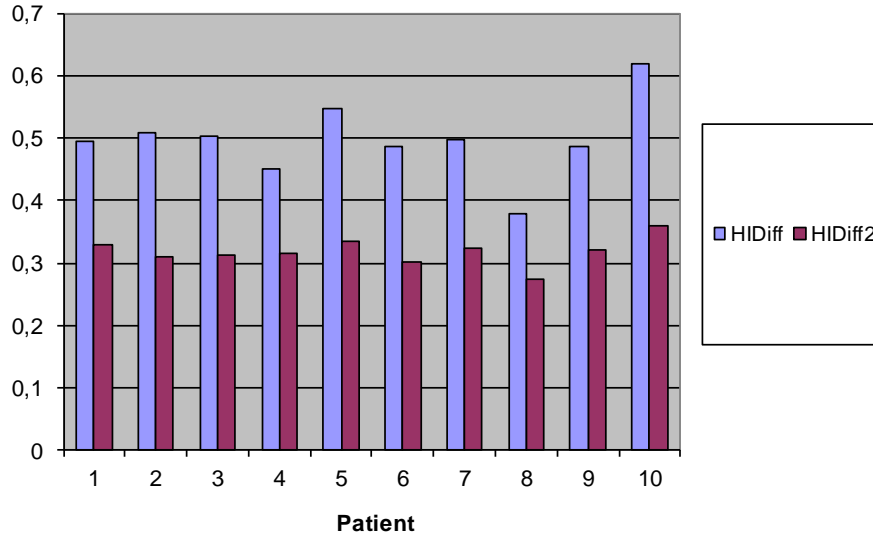
Ergebnisse – Homogenität PTVadj (Nakamura)



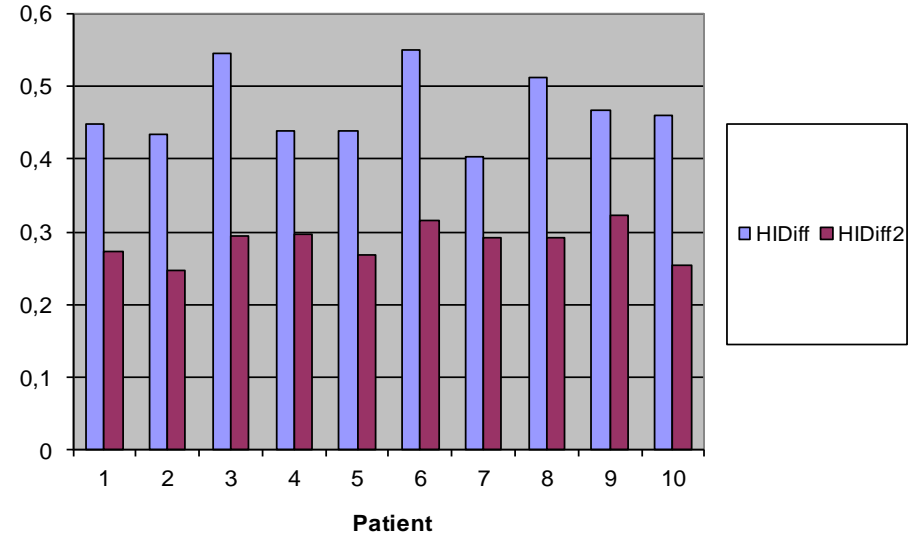
HI PTVadj (Dmax- Dmin)/Dpres [50.4Gy]	HI2 PTVadj (D1%- D99%)/Dpres [50.4 Gy]
-0,001805556	-0,01003968
-0,033650794	0,01136905
0,072440476	0,05037698
0,009166667	0,02021825
-0,107321429	-0,03202381
0,128035714	0,06176587
-0,074166667	-0,03160714
0,175456349	0,05146825
-0,029285714	0,02484127
-0,111349206	-0,05382937
0,002751984	0,00925397
0,096519721	0,03989366
0,930132143	0,4818987

Ergebnisse – Homogenität DiffVolumen

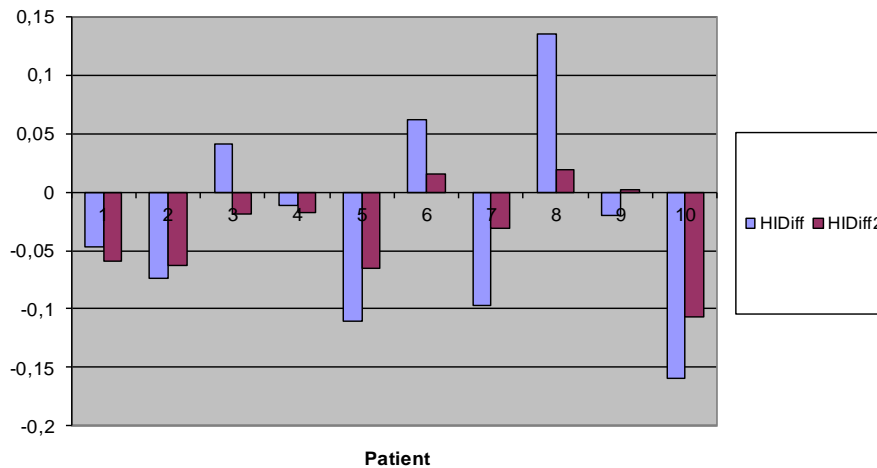
Sequ Summe



Integrated Boost

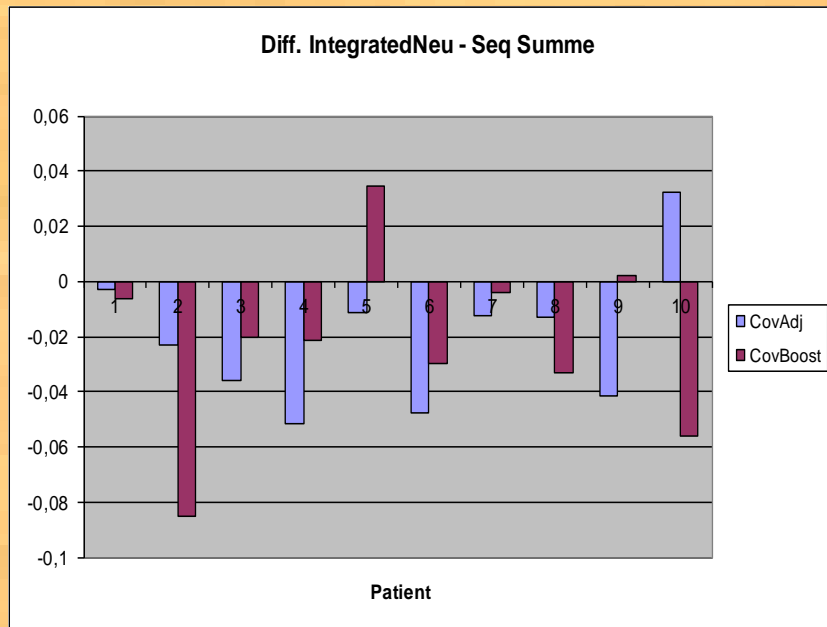
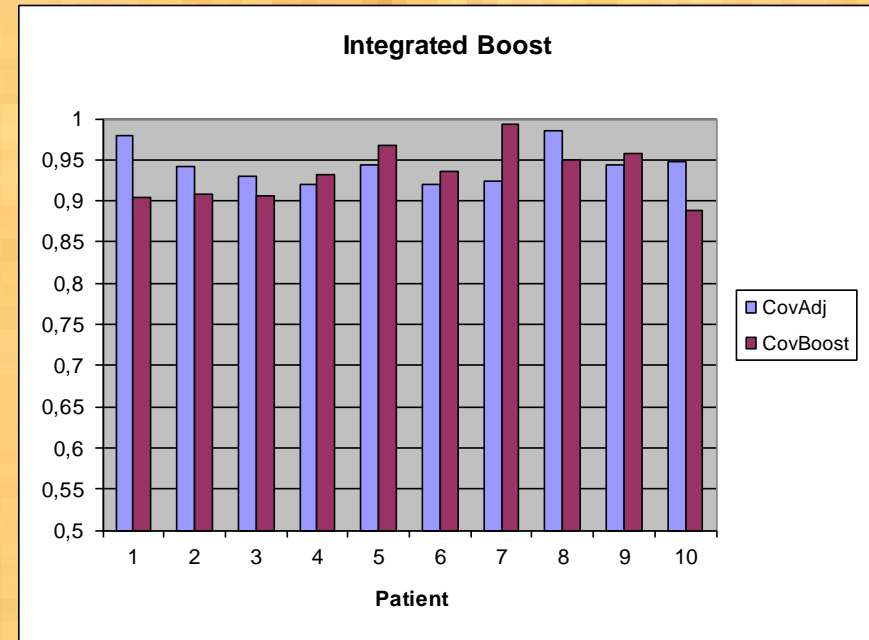
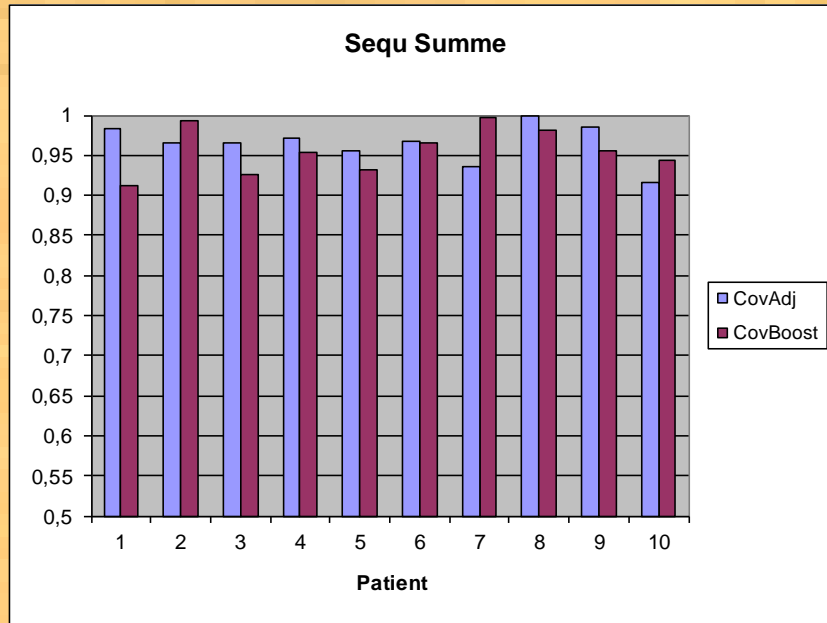


Diff. IntegratedNeu - Sequ Summe



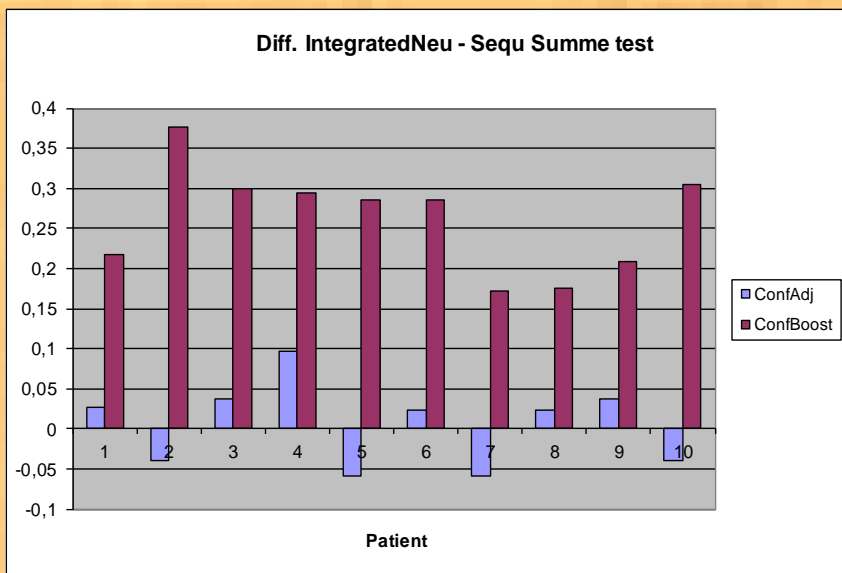
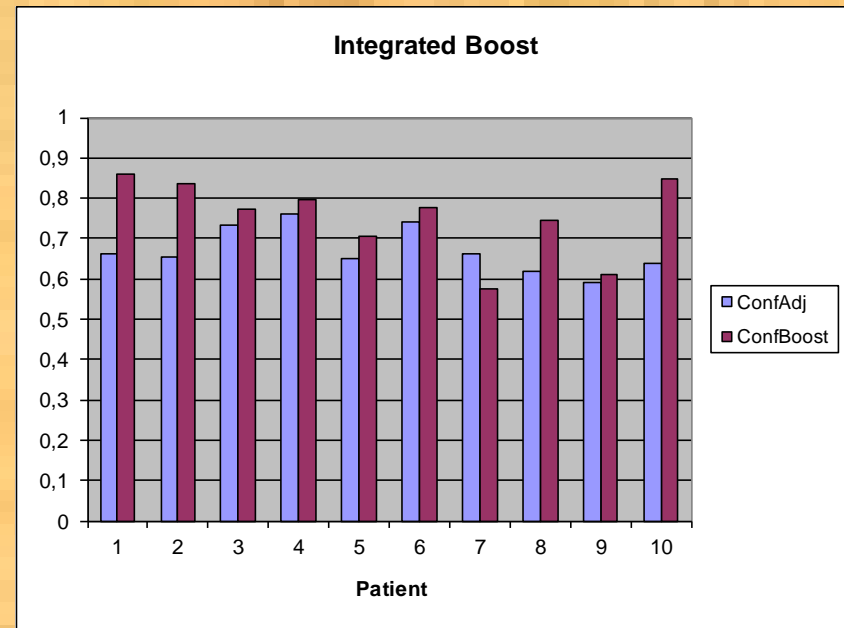
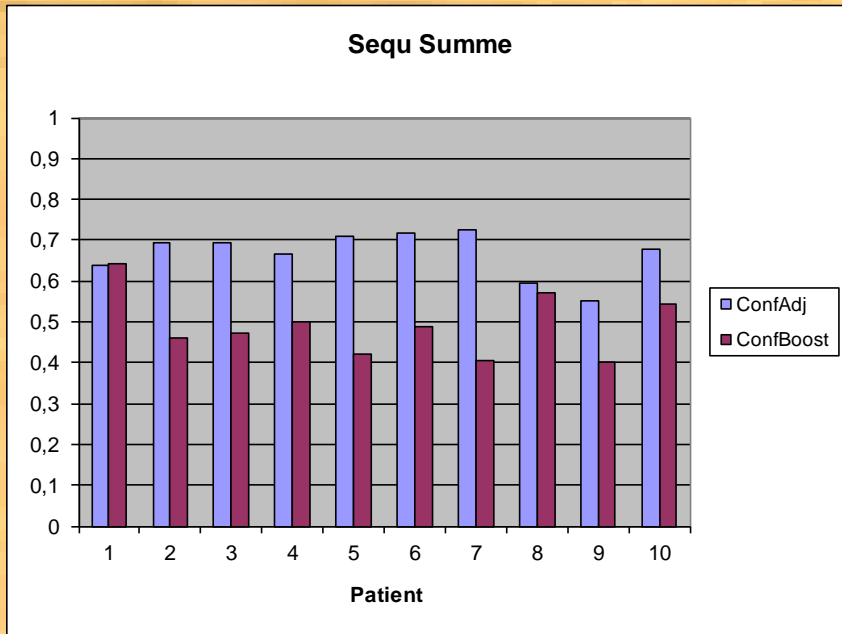
HIDiff (Dmax- Dmin)/Dpres [50.4Gy]	HIDiff2 (D1%-D99%)/Dpres [50.4 Gy]
-0,047321429	-0,058730159
-0,073353175	-0,063392857
0,041190476	-0,018888889
-0,011289683	-0,018234127
-0,110079365	-0,065734127
0,062222222	0,015019841
-0,096547619	-0,031666667
0,134444444	0,019424603
-0,019920635	0,001805556
-0,159265873	-0,106686508
-0,027992063	-0,032708333
0,08866719	0,04051165
0,344204602	0,031033298

Ergebnisse – Coverage (Nakamura)



CovAdj	CovBoost
PTVadj47,88Gy /PTVadj	PTVBoost57,4Gy/PTVBoost
-0,0032	-0,0061
-0,0233	-0,0852
-0,036	-0,0203
-0,0514	-0,0215
-0,0115	0,0343
-0,0476	-0,0298
-0,0125	-0,0039
-0,013	-0,0331
-0,0414	0,0019
0,0324	-0,056
-0,02075	-0,02197
0,025105212	0,032759631
0,028100163	0,062960035

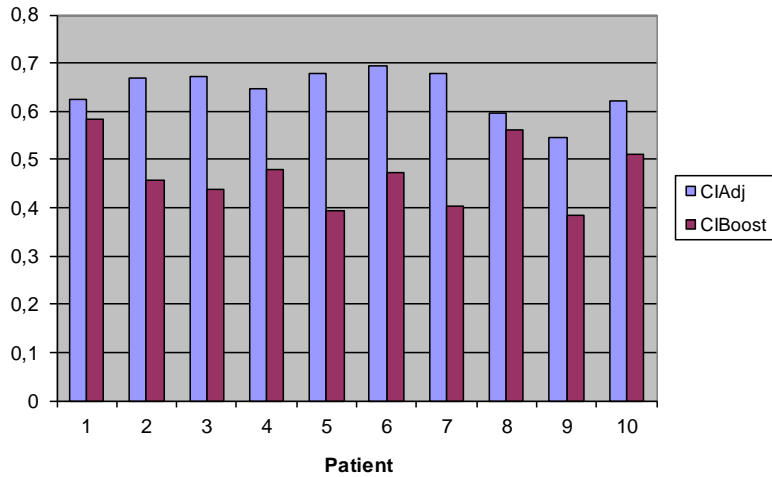
Ergebnisse – Konformalität



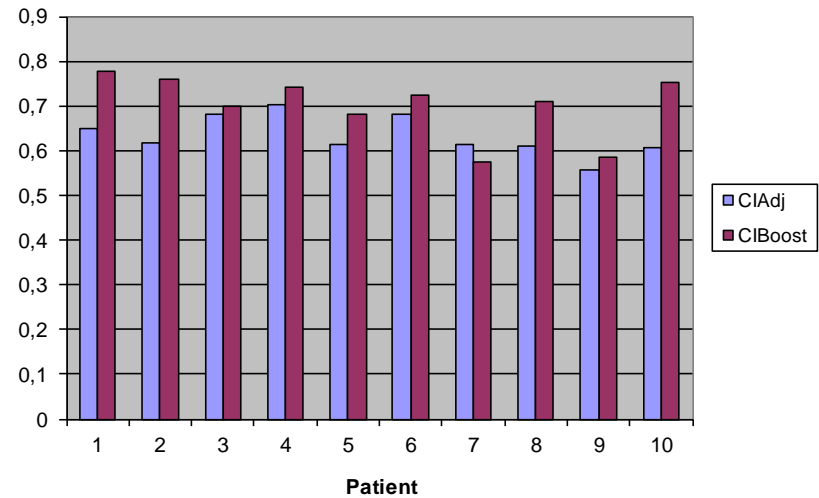
ConfAdj	ConfBoost
PTVadj47,88/ Aussen47,88	PTVBoost57,4/ Aussen57,4
0,026645778	0,217974787
-0,039866433	0,377038336
0,038090355	0,300067377
0,096426834	0,293380462
-0,05934589	0,285075459
0,023432485	0,285536955
-0,059769437	0,170984212
0,023532479	0,175254395
0,03726018	0,207938509
-0,039560145	0,304940763
0,004684621	0,261819126
0,051617598	0,06605323
0,780612864	5,30764E-07

Ergebnisse – Conformityindex (Paddick)

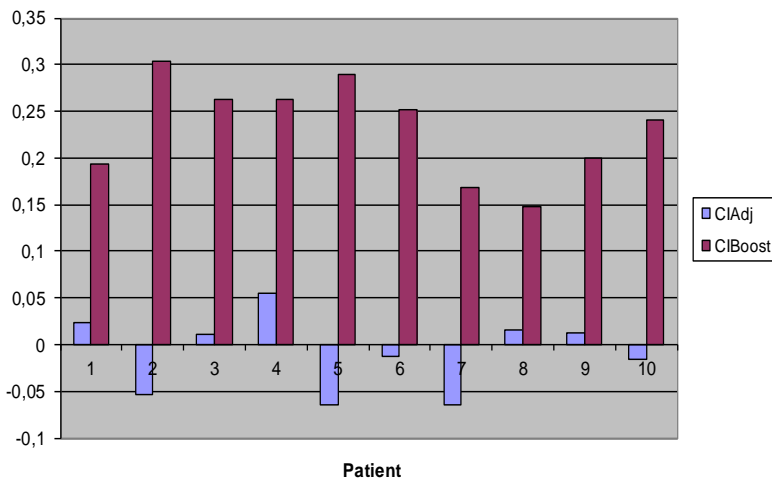
Sequ Summe



Integrated Boost



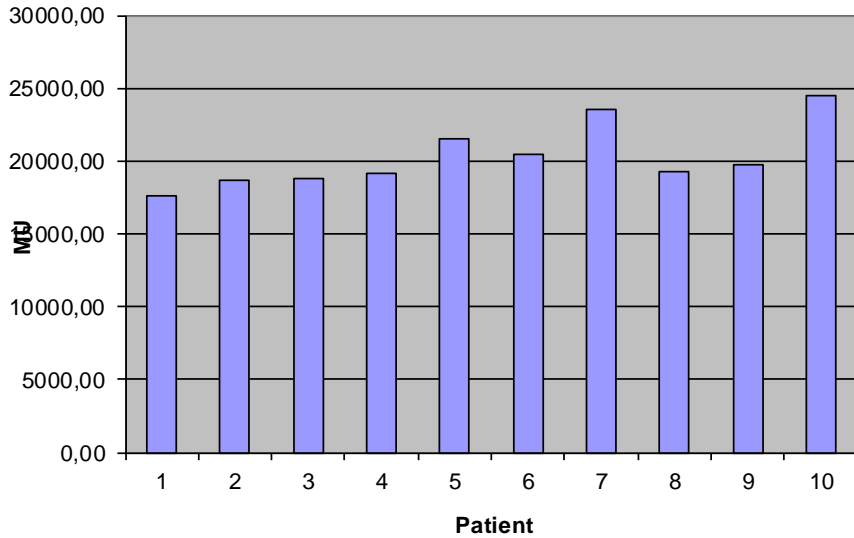
Diff. IntegratedNeu - Sequ Summe



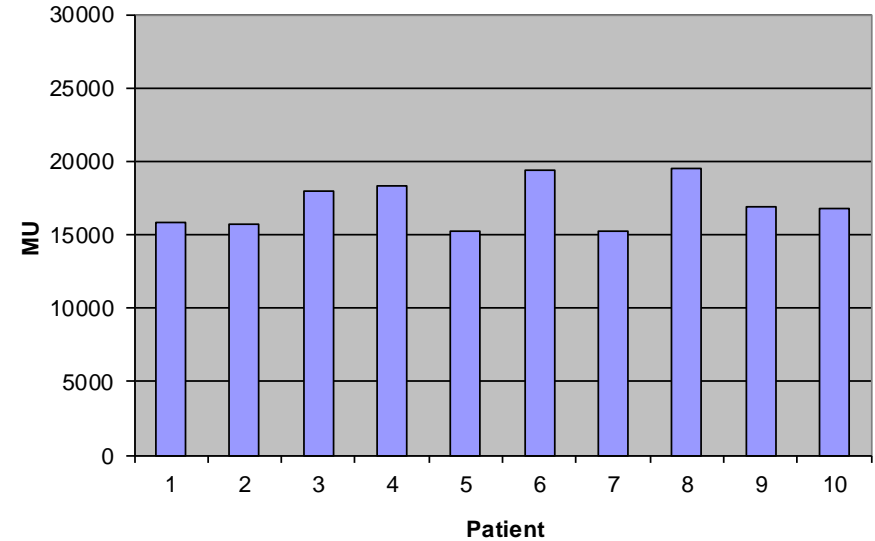
CIAdj	CIBoost
Cov*Conf	Cov*Conf
0,02405273	0,19335119
-0,05372391	0,30321877
0,01040813	0,26220369
0,05446849	0,26284775
-0,06420246	0,29004764
-0,01260726	0,25239866
-0,06428571	0,1681695
0,01545583	0,1473865
0,01230474	0,19982352
-0,0154708	0,24039222
-0,00936002	0,23198394
0,04042417	0,05223329
0,48267144	1,9952E-07

Ergebnisse – Monitorunits

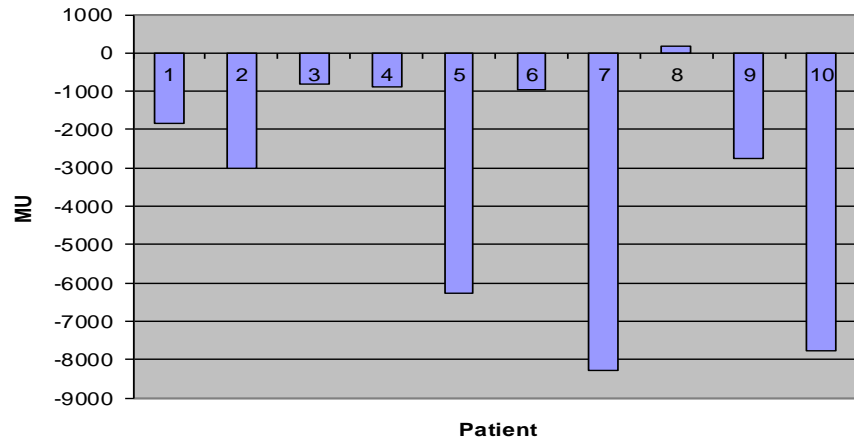
Sequ Summe



Integrated Boost



Diff. Integrated1 - Seq Summe



MUSumme

-1832,2
-3002,05
-827,5
-893,9
-6254,65
-959,15
-8282,4
157,6
-2764,15
-7755,8
-3241,42
3077,545921
0,008789795

Zusammenfassung

- Die Zielvolumenhomogenität ist bei integrierter Boostbestrahlung für die PTV unterschiedlich, meist aber geringfügig schlechter
- Für das Differenzvolumen aus adjuvanter und Boost PTV ergeben sich niedrigere Werte für die Mean, Median und Maximaldosen, was Ausdruck einer Entlastung dieses Volumens von exzessiven Dosisdepositionen ist.
- Ein integrierter Boost führt zu etwas geringerer Coverage sowohl beim adjuvanter, als auch beim Boost-PTV, die aber wohl klinisch eher unbedeutend ist.
- Die Konformalität ist bei integriertem Boost vor allem für das Boost-PTV deutlich höher, für das adjuvante Volumen vergleichbar.
- Daraus resultiert ein besserer Conformityindex für den Boost bei integrierter Bestrahlung, also eine Entlastung des Hochdosisvolumens im adjuvanter Volumen.
- Der integrierte Plan benötigt weniger Monitoreinheiten und erzeugt damit eine geringere Ganzkörperbelastung