

Verbundprojekt RESTER
„Strategien zur Reduzierung des Sturmschadensrisikos für Wälder“
Teilprojekt: RESTER-UniKA-2

Verbesserung der Sturmstabilität von Waldbeständen - Untersuchungen zur Aerodynamik über windexponierten Bestandsbereichen

C. Frank und B. Ruck
Laboratorium für Gebäude- und Umweltaerodynamik
Institut für Hydromechanik, Universität Karlsruhe

Schadensanalyse



© 2007 GeoContent

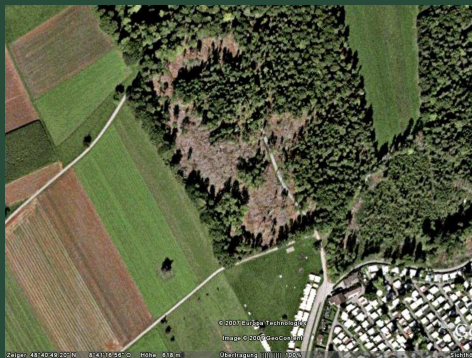
Waldränder (700.000 km in BRD, 94.000 km in BW)



Kritische Stellen:

- Waldränder
- Lichtungen
- Schneisen/Straßen
- Bergkuppen

Eingriffsmöglichkeiten ?



© 2007 Europa Technologies
Image © 2007 GeoContent
Übersicht



© 2007 Europa Technologies
Image © 2007 GeoContent
06° 36' 08.26" N 10° 24' 21.52" O Höhe: 427 m
Übersicht

Übergeordnetes Ziel

(Strategien zur Reduzierung des Sturmschadensrisikos für Wälder)

Verbundprojekt RESTER

- Erarbeitung von Sturmschadensrisikokarten für Wälder in Baden-Württemberg für die Gegenwart und für die Zukunft
- Erstellen eines praxistauglichen Leitfadens für die Forstwirtschaft

Spezifische Zielsetzung

Rester-UniKA-2

Untersuchung der Wechselwirkung von Windströmung und unterschiedlichen Bestandsgeometrien (Waldkanten, Schneisen, Lichtungen)

- Experimentelles Modell: Untersuchungen an statischen und dynamischen Bestandsmodellen in einem atmosphärischen Grenzschichtwindkanal und
- Numerisches Modell: Ergänzende Strömungsberechnungen (CFD, RANS – Modell)

Warum Modelle ?

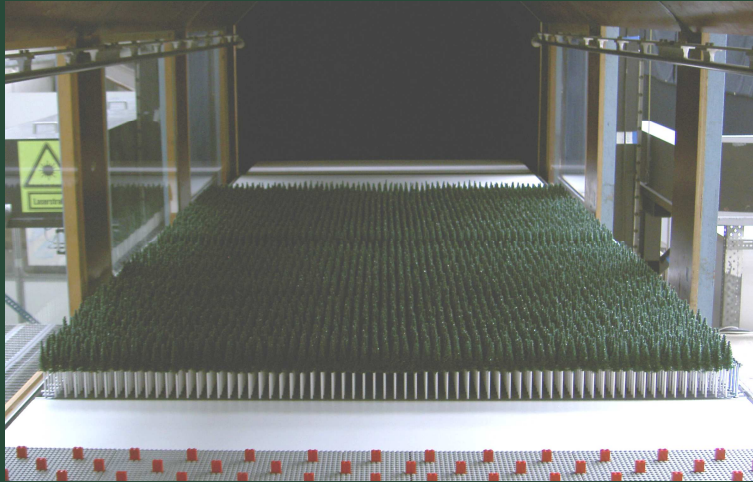
Simulationsuntersuchungen mit Hilfe von Modellen gibt es in fast allen empirischen Wissenschaften (Natur- und Ingenieurwissenschaften, Medizin, Biologie, Volkswirtschaftslehre usw.). Der Grund hierfür liegt in Folgendem begründet:

- Das reale Problem hängt von zu vielen Faktoren ab („alles hängt mit allem zusammen“).
- Eine trennscharfe Aussage über den Einfluss eines Faktors kann nur erfolgen, wenn man das zu untersuchende System aus seiner Umgebung herauslöst und damit vom Einfluss all der anderen Faktoren befreit.
- Das systembeeinflussende Ereignis tritt zufällig auf und kann nicht vorhergesagt werden („man kann sich nicht Jahre auf die Lauer legen“).

Eine Untersuchung ist deshalb nur mit Modellen möglich, die ein herausgeschnittenes System verkörpern, das nur auf den betrachteten Einflussfaktor reagiert, der zu gewünschten Zeitpunkten auftritt.

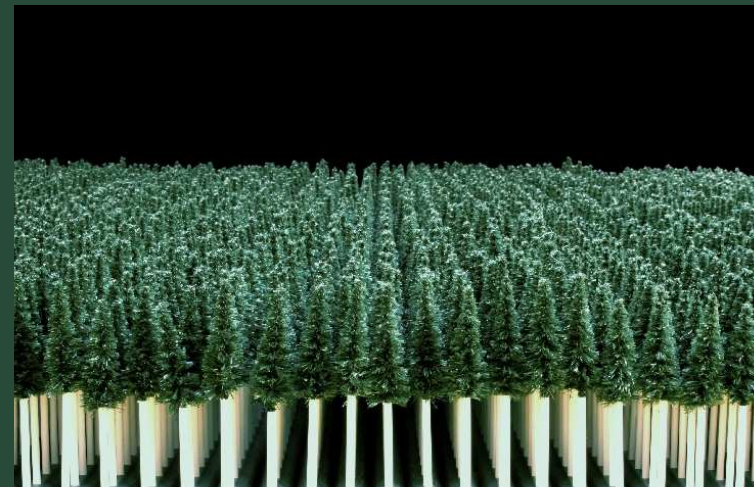
Hier betrachteter Einflussfaktor: Windbelastung exponierter Bestandsbereiche

Statische Waldmodelle



Simulierte Bestände

- Mehrere tausend starre, fest eingespannte Einzelbäume
- Modellmaßstab 1:200
- $H = 11.5 \text{ cm}$ (23 m Natur),
 $L = 17.9 \cdot H$, $B = 11.9 \cdot H$
- Bestandsdichte: 2 400 Bäume / m^2
(Natur: 600 Bäume / ha)
- Strukturiertes, geschlossenes Kronendach



Standardbaum

Dynamisches Waldmodell

- 144 starre, gelenkig gelagerte Einzelbäume (12 Reihen a 12 Bäume)
- Modellmaßstab 1:200
- $H = 11.5 \text{ cm}$ (23 m Natur), $L = B = 3.83 \cdot H$
- Bestandsdichte: 600 Bäume / m^2 (Natur: 150 Bäume / ha)
entspricht lichtem Bestand (BD = 25 %) mit gleichmäßiger Baumverteilung

Kamera



Sequenzen aus 190 Bilder

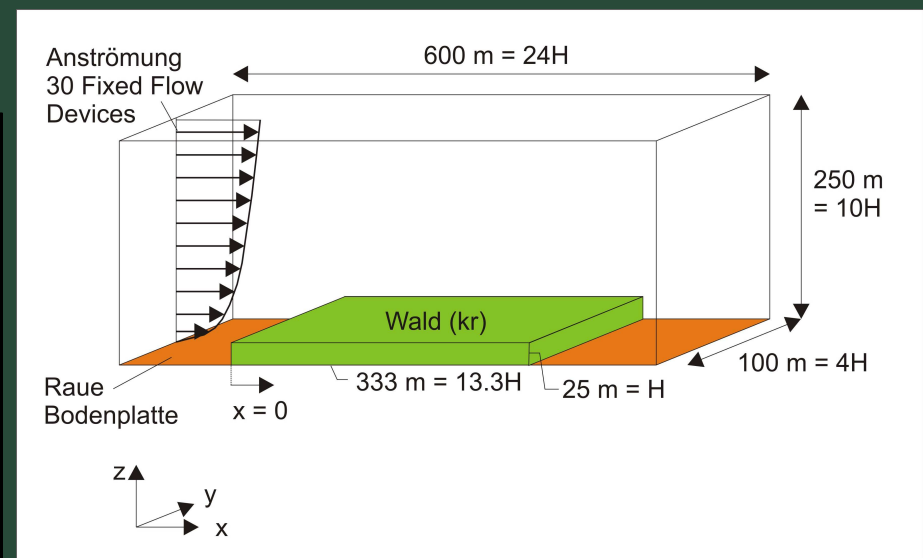
Aufnahmefrequenz: 14.95 Hz, Sequenzdauer 12.7 sec.

Numerisches Modell

- Programm-Paket FLOVENT V 6.1 der Firma Flomerics Ltd.
- LEVEL k-ε Turbulenzmodell
- Wald → Volumenwiderstand + TKE - Senke
- Randbedingungen:
 - Geländeoberfläche: raue Wand
 - Seitenflächen: in x-Richtung offen
in seitlicher Richtung und oben symmetrisch

Berechnete Größen:

Mittlere horizontale Geschwindigkeit	m/s
Mittlere vertikale Geschwindigkeit	m/s
Speed (Absolutgeschwindigkeit)	m/s
Turbulente kinetische Energie	m ² /s ²
Druck	Pa
Strömungswinkel zur Horizontalen	°
Mittlere Biegemomentkoeffizienten	-
Maximale Biegemomentkoeffizienten	-

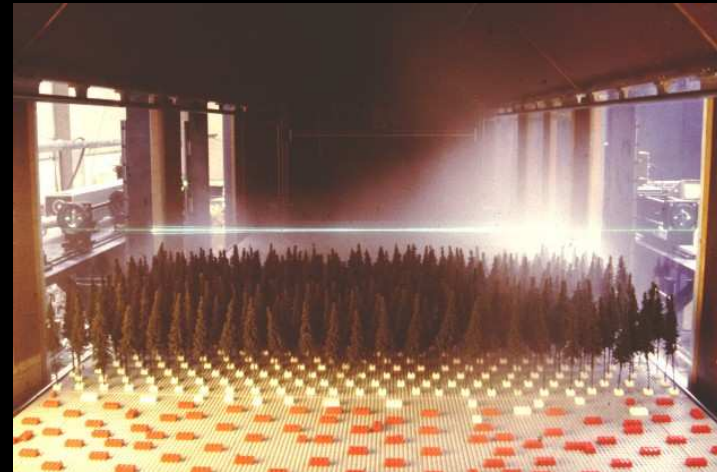
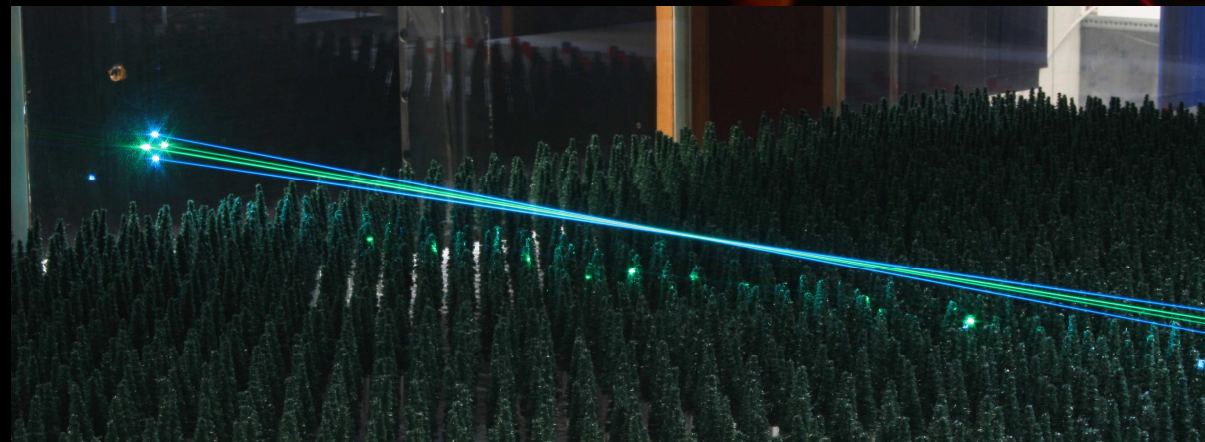


- Es interessieren:
- Strömungsfeldgrößen
 - Aerodynamische Kraftwirkung (Windlast)
 - Stammbiegemomente

Horizontale und vertikale Geschwindigkeitskomponente:			
	Zeitreihen	$u(t), w(t)$	m/s
	Mittelwert	u, w	m/s
	Standardabweichung	u', w'	m/s
	3. Moment	u'^3, w'^3	m^3/s^3
	4. Moment	u'^4, w'^4	m^4/s^4
	Schiefe	S_{ku}, S_{kw}	-
	Kurtosis	$Kurtu, Kurtw$	-
	Turbulente kinetische Energie	TKE	m^2/s^2
	Korrelation der Geschwindigkeitsschwankungen	$\overline{u' w'}$	m^2/s^2
	Strömungswinkel zur Horizontalen		°
	Tripelprodukte	$u'w'^2, u'^2w'$	m^3/s^3
Aerodynamische Kraftwirkung (in $z/H = 1.13$):			
	Mittlere Windbelastung	F_{mean}	-
	Maximale Windbelastung	F_{max}	-
	Verhältnis maximale zur mittlere Windbelastung	F_{mean}/F_{max}	-
Quadrantenanalyse:			
	Impulsaustauschanteile (alle Werte)	$S_{i,0}$	-
	Zeitanteile (alle Werte)	$t_{i,0}$	-
	Sweep-Burst-Faktor (alle Werte)	SBF	-
	Exuberanz-Faktor (alle Werte)	E_s	-
	Mittelwerte der 100 höchsten Werte der Quadranten	$u'w'_i$	m^2/s^2
	Extremer Sweep-Burst-Faktor	SBF extreme	-
	Extremer Exuberanz-Faktor	E_s extreme	-
Frequenzanalyse (für ausgewählte Konfigurationen):			
	Spektren Horizontalkomponente	$fS_{uu}, fS_{uu}/u'^2$	$m^2/s^2, -$
	Spektren Vertikalkomponente	$fS_{ww}, fS_{ww}/w'^2$	$m^2/s^2, -$

Eingesetzte Messtechnik bei den experimentellen Untersuchungen

- 2D-Laser-Doppler-Anemometriesystem (LDA)
- Particle-Image-Velocimetry-System (PIV)
- Laserlichtschnittsystem (LLS)



Exemplarische Ergebnisse aus den zurückliegenden 3 Jahren

Literatur

Frank, C., Ruck, B., 2005: "Double-arranged mound-mounted shelterbelts: Influence of porosity on wind reduction between the shelters", Environmental Fluid Mechanics, 5, pp. 267-292

C. Frank, B. Ruck, 2007: "Windkanalstudie zur Strömung in Waldlichtungen", Proc. 15. Fachtagung „Lasermethoden in der Strömungsmesstechnik“, Universität Rostock, A. Leder, M. Brede, F. Hüttmann, B. Ruck, D. Dopheide (Eds.), ISBN 978-3-86009-007-7, S. 9.1-9.9

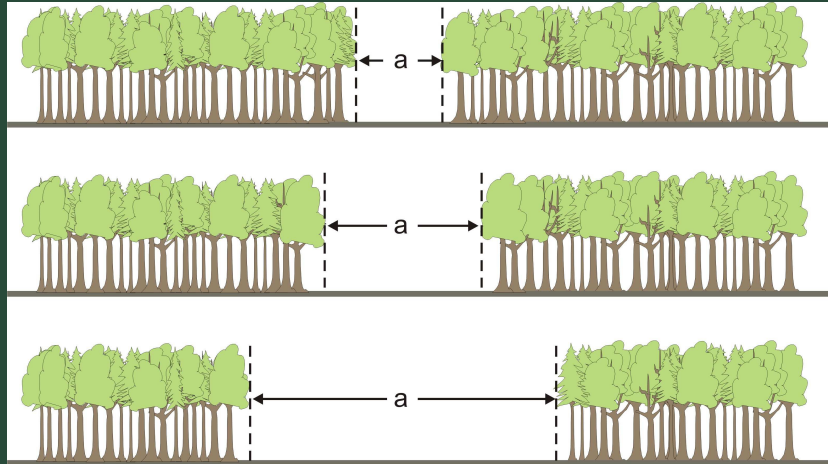
Frank, C., Ruck, B., 2008: "Numerical Study of the Airflow over Forest Clearings", Forestry 81(3), 259-277

Frank, C., Ruck, B., 2008: „Über den Einfluss der Bestandsdichte auf die Strömungsvorgänge an Waldkanten“, Proc. 16. GALA – Fachtagung „Lasermethoden in der Strömungsmesstechnik“, Universität Karlsruhe, paper 40, ISBN 978-3-9805613-4-1

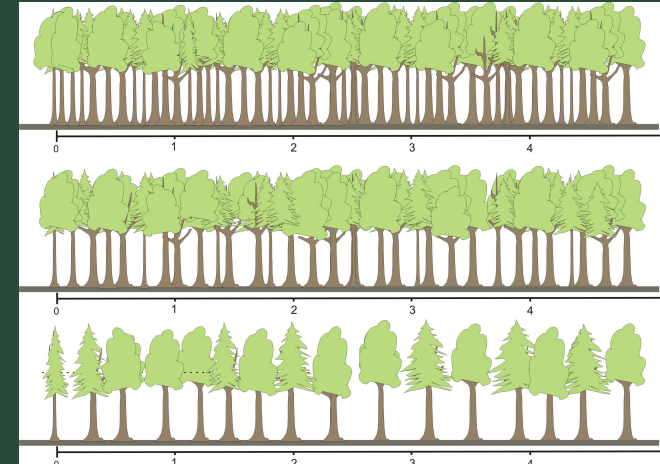
Frank, C., Ruck, B., 2009: Über den Einfluss der luvseitigen Traufkantenausbildung auf die Strömungsvorgänge um Waldbestände, Proc. 17. GALA – Fachtagung „Lasermethoden in der Strömungsmesstechnik“, Universität Erlangen, paper 54, ISBN 978-3-9805613-5-8

Statische Waldmodelle

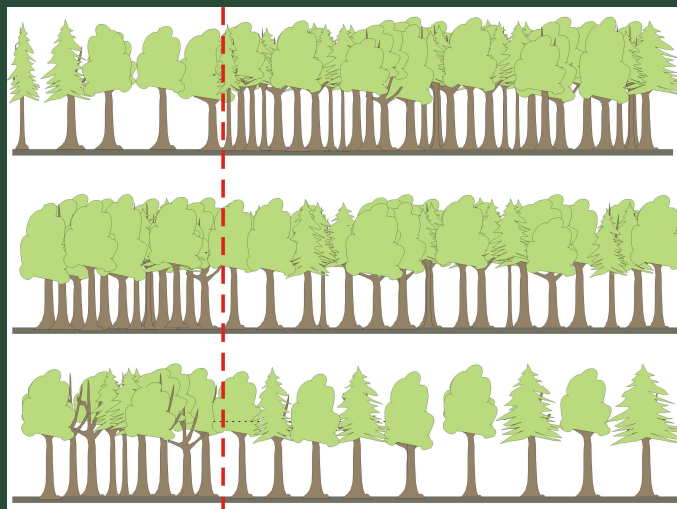
- Waldanordnungen mit 2D-Lichtungen unterschiedlicher Breite



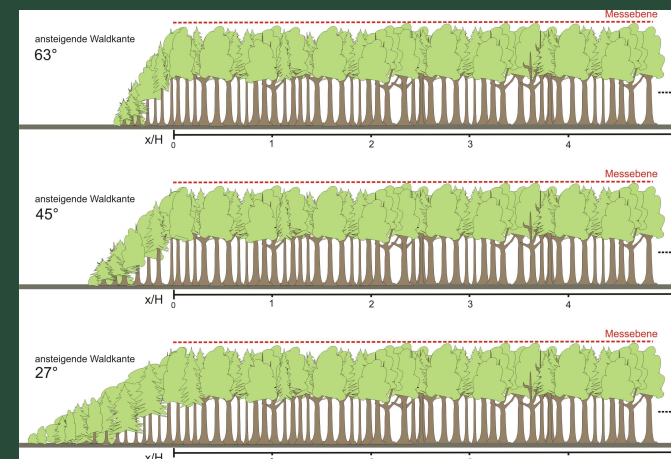
- Homogene Waldbestände unterschiedlicher Bestandsdichte



- Gestaffelte Waldanordnungen

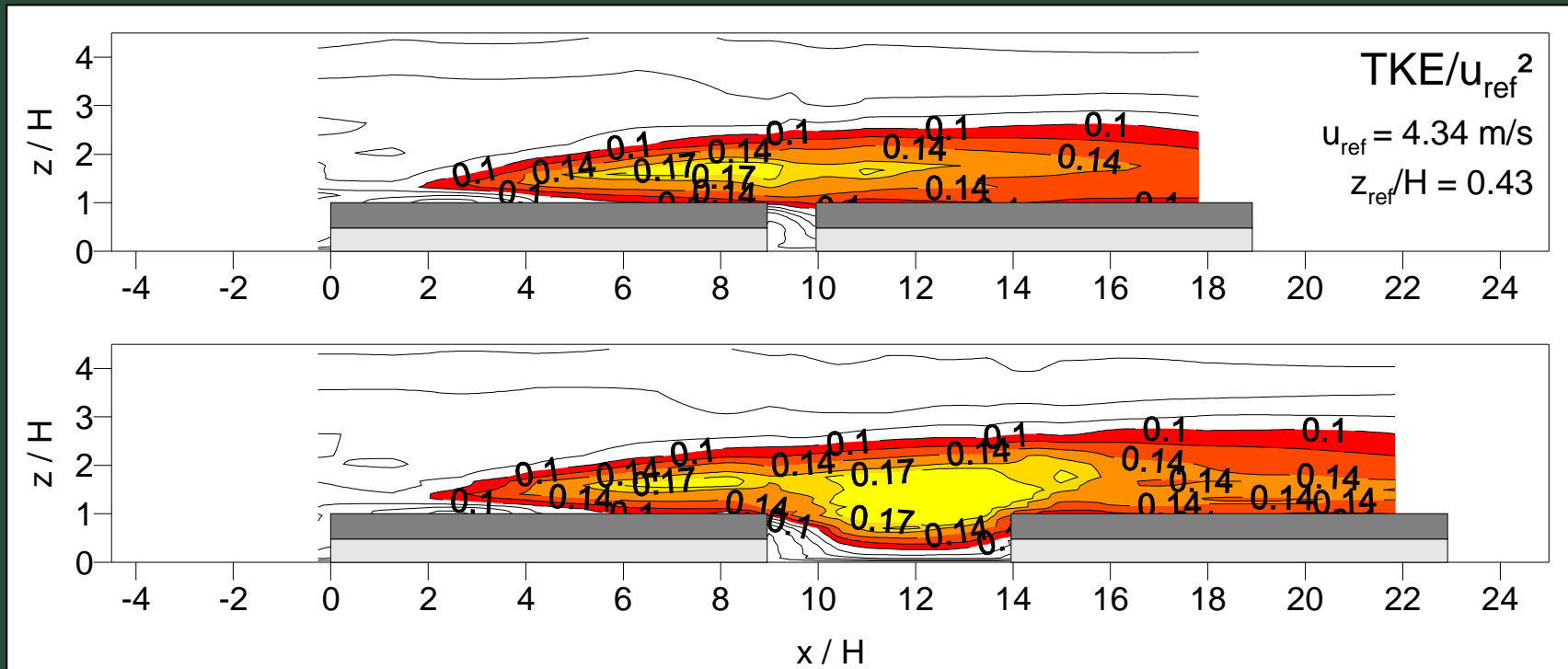
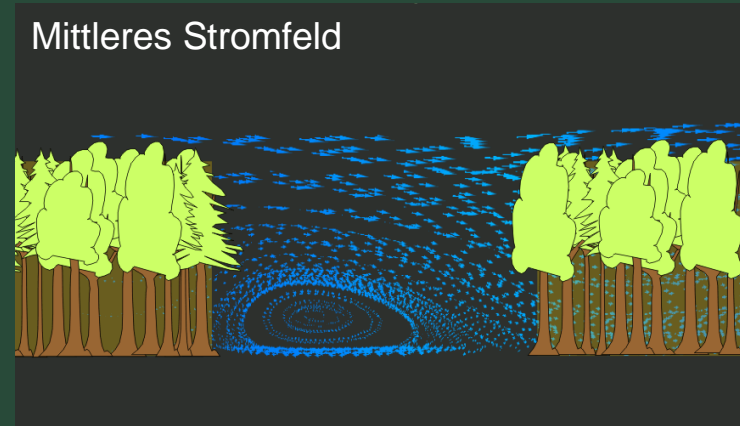


- Waldbestände mit unterschiedlich ausgebildeten Traufkanten



Waldanordnungen mit 2D-Lichtungen unterschiedlicher Breite

Turbulente kinetische Energie (TKE) im Strömungsfeld bei unterschiedlicher Lichtungsbreite



Bestimmung Stammbiegemomente

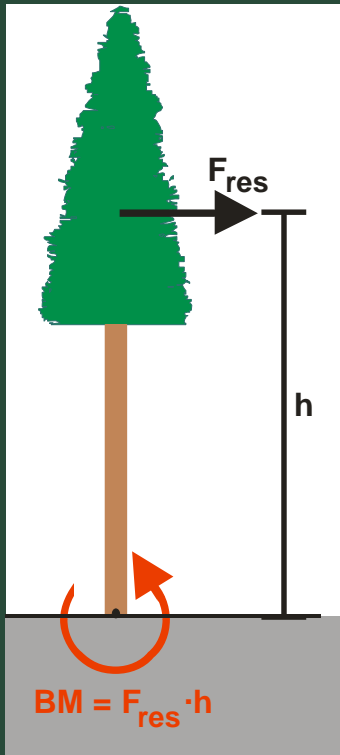
Mittlere und maximale Biegemomente BM werden aus den numerisch (mit dem Programmpaket FLOVENT) berechneten Strömungsgrößen abgeleitet

$$BM \text{ mean} = \sum_{i=1}^n 0.5 \cdot \rho \cdot u_i \cdot |u_i| \cdot c_d \cdot a \cdot A(z_i) \cdot dz_i \cdot z_i$$

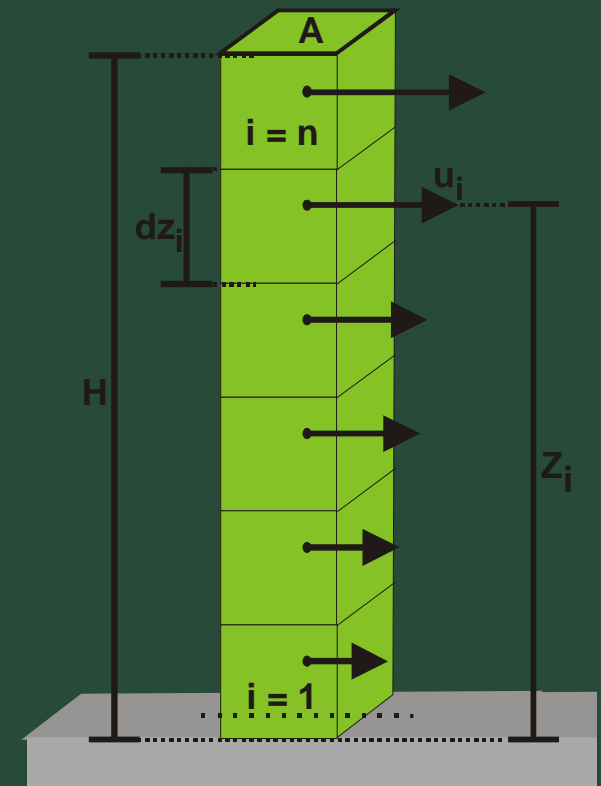
$$BM \text{ max} = \sum_{i=1}^n 0.5 \cdot \rho \cdot (u_i + g u'_i) \cdot (|u_i| + g |u'_i|) \cdot c_d \cdot a \cdot A(z_i) \cdot dz_i \cdot z_i$$

und in Form dimensionsloser Biegemomentenkoeffizienten dargestellt

$$BMCoeff = \frac{BM}{0.5 \cdot \rho \cdot u_{ref}^2 \cdot H_{ref}^3}$$



- u_i = mittlere horizontale Geschwindigkeit
- g = Böenfaktor ($g = 1.5$)
- u'_i = Standardabweichung der horizontalen Geschwindigkeit
Ann.: Isotrope Turbulenz ($u' = 0.82 \cdot TKE^{0.5}$)
- $A(z_i)$ = Grundfläche eines Baums,
Ann.: Vertikal homogener Aufbau ($A = 1.73 \times 1.73 \text{ m}^2$)
- ρ = Dichte der Luft
- $c_d \cdot a = k_r = 0.8 \text{ m}^{-1}$
- dz_i = Höhe Gitterzelle
- z_i = Hebelarm
- Index i = Wert der i -ten Gitterzelle
- $u_{ref} = 6.7 \text{ m/s}$ in $z_{ref} = 43.7 \text{ m}$
- H = Bestandshöhe

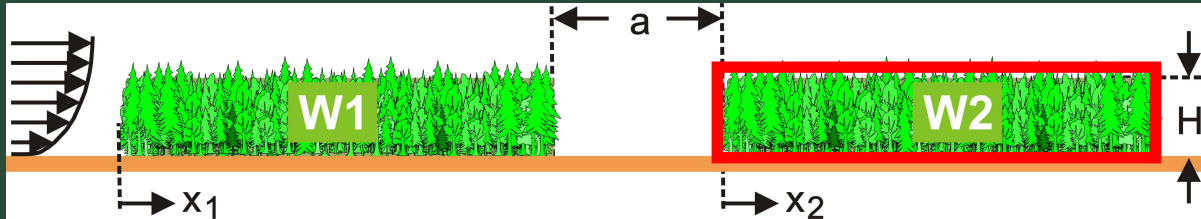


2D-Lichtungen: Einfluss der Lichtungslänge a auf den Verlauf des Biegemoments

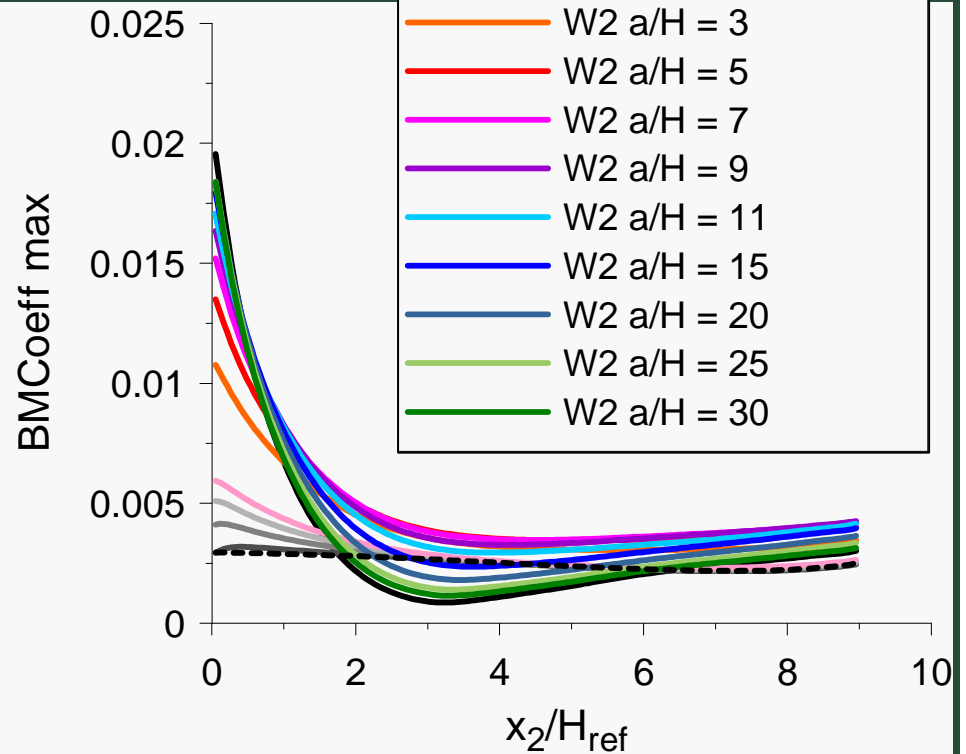
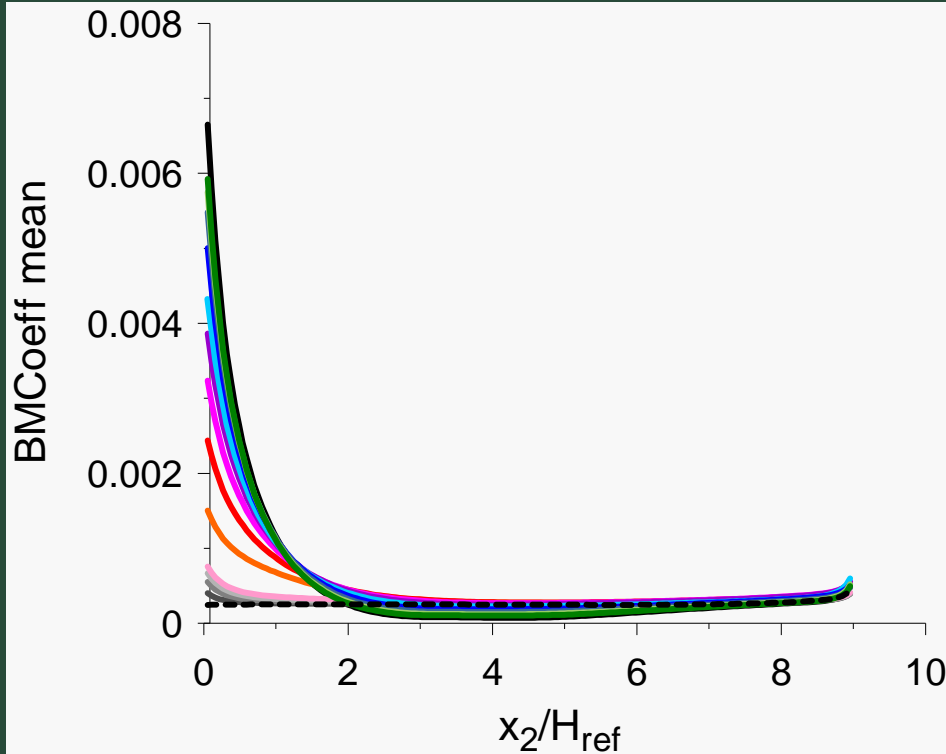
$$\text{BMCoeff} = \frac{\text{BM}}{0.5 \cdot \rho \cdot u_{\text{ref}}^2 \cdot H_{\text{ref}}^3}$$

$u_{\text{ref}} = 6.7 \text{ m/s}, L1 = L2 = 206 \text{ m}$

$H = H_{\text{ref}} = 23 \text{ m}$

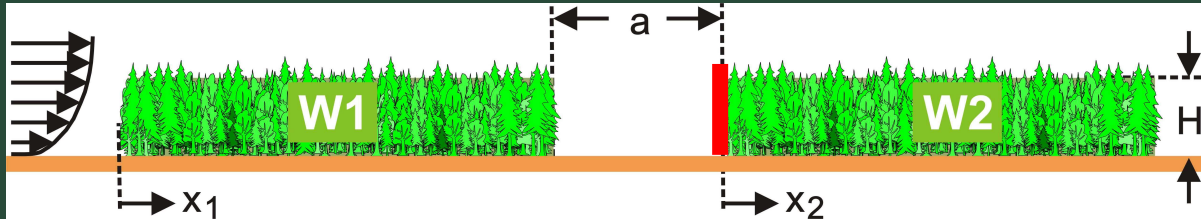


- 1W (Pos W2 a/H = 0)
- - - W2 a/H = 0
- W2 a/H = 0.25
- W2 a/H = 0.5
- W2 a/H = 0.75
- W2 a/H = 1
- W2 a/H = 3
- W2 a/H = 5
- W2 a/H = 7
- W2 a/H = 9
- W2 a/H = 11
- W2 a/H = 15
- W2 a/H = 20
- W2 a/H = 25
- W2 a/H = 30



2D-Lichtungen: Einfluss der Lichtungslänge a auf den Verlauf des Biegemoments

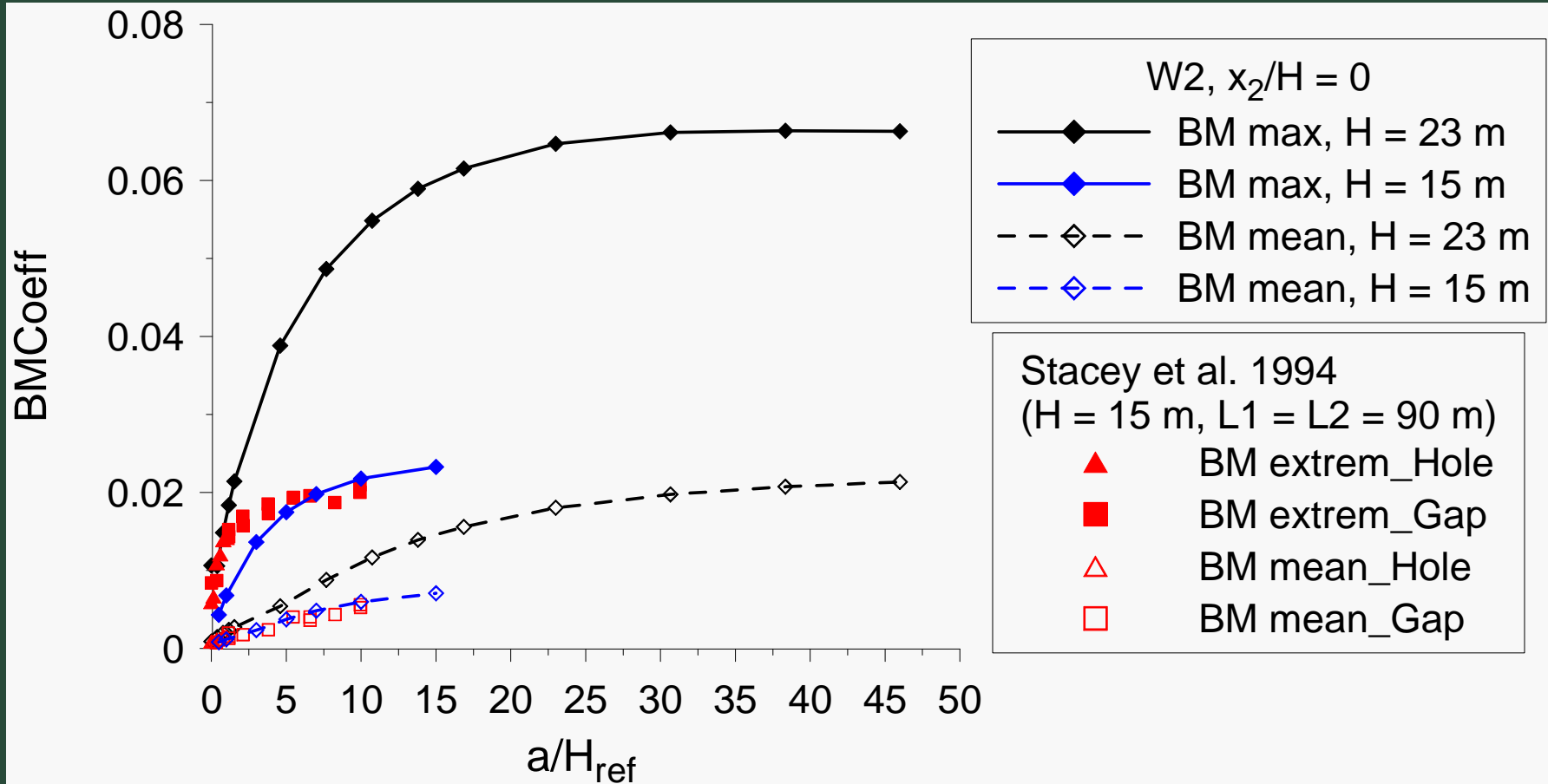
$$BMCoeff = \frac{BM}{0.5 \cdot \rho \cdot u_{ref}^2 \cdot H_{ref}^3}$$



$u_{ref} = 6.7 \text{ m/s}$, $L1 = L2 = 206 \text{ m}$

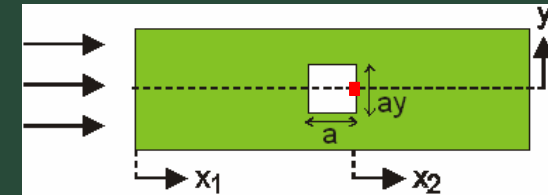
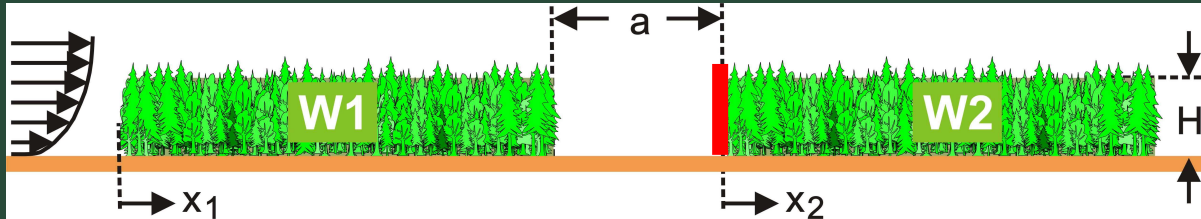
$H = 15 \text{ m} / 23 \text{ m}$

$H_{ref} = 15 \text{ m}$

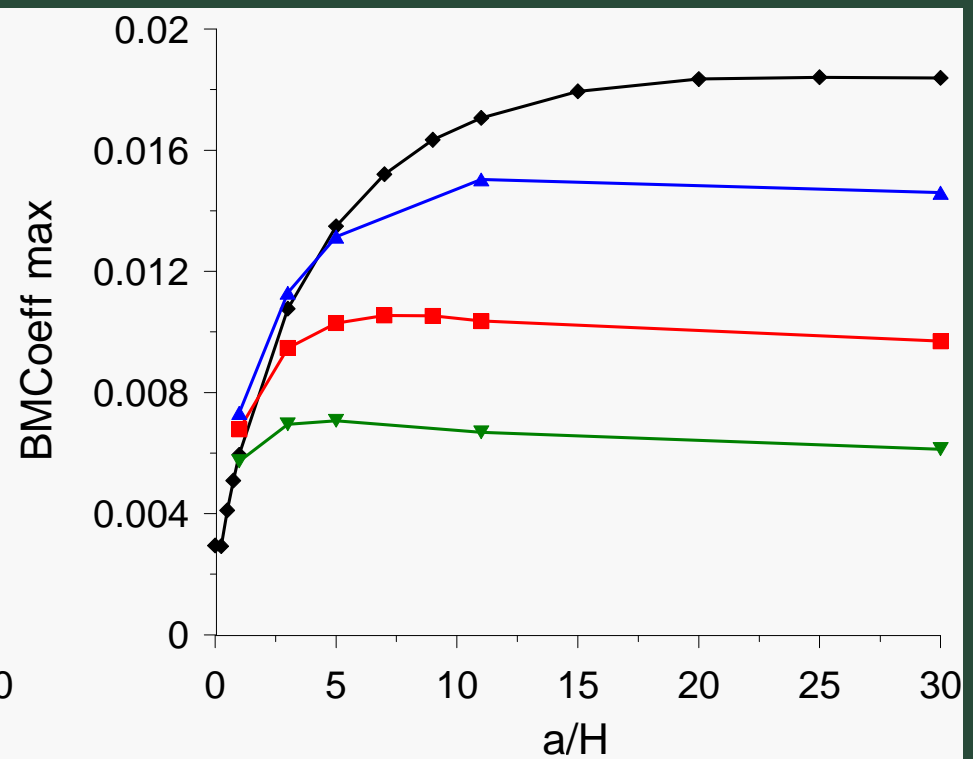
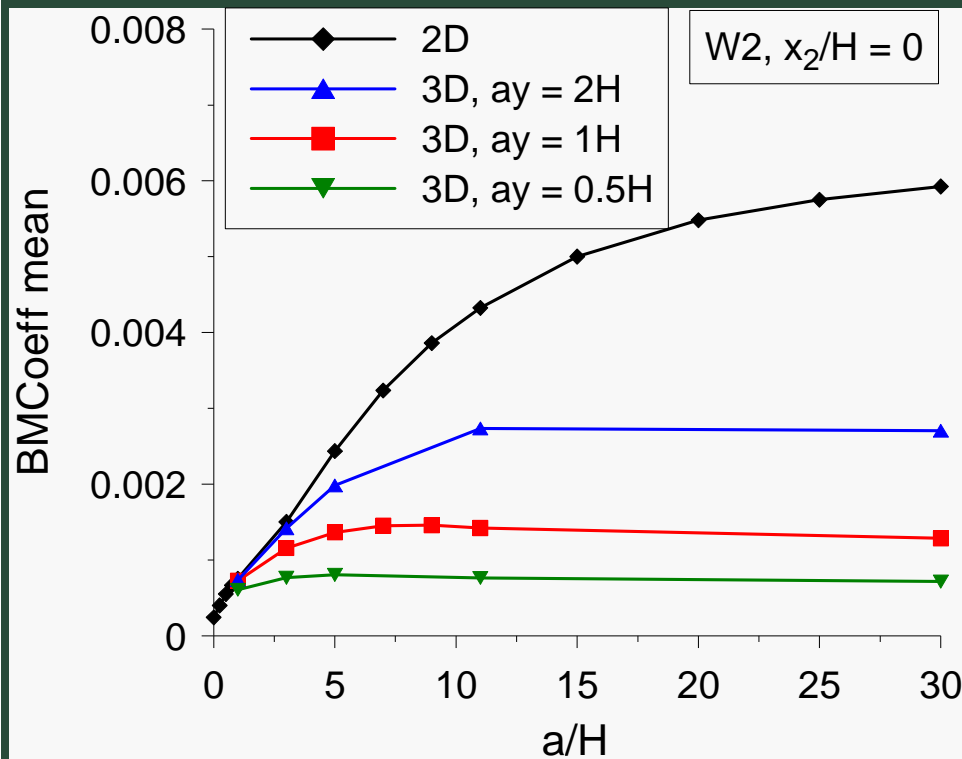


3D-Lichtungen: Einfluss der Lichtungsbreite a_y auf den Verlauf des Biegemoments

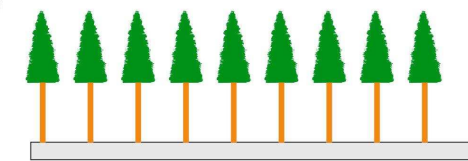
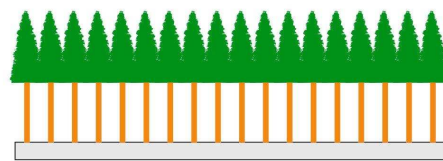
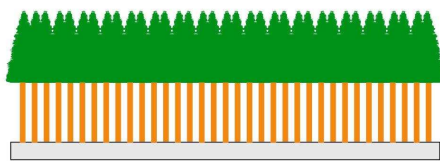
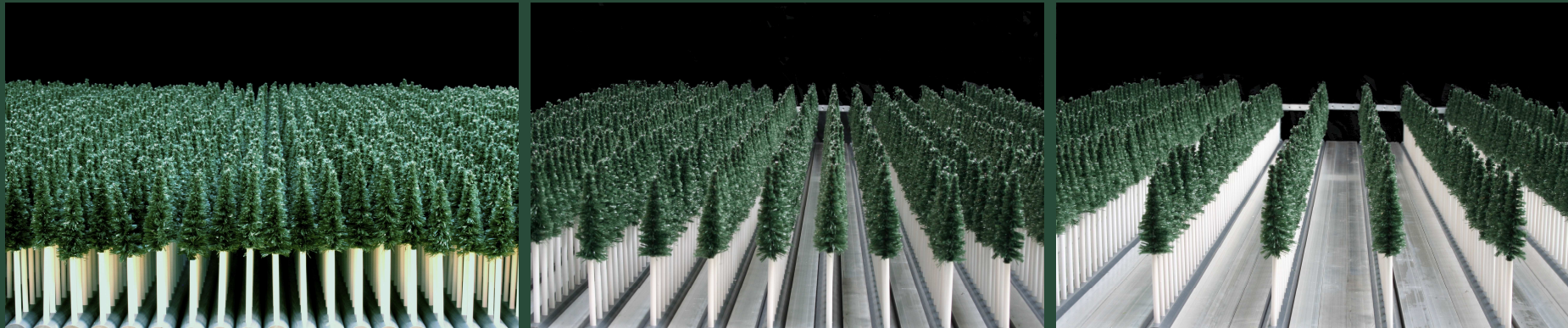
$$\text{BMCoeff} = \frac{\text{BM}}{0.5 \cdot \rho \cdot u_{\text{ref}}^2 \cdot H_{\text{ref}}^3}$$



$u_{\text{ref}} = 6.7 \text{ m/s}$, $L1 = L2 = 206 \text{ m}$
 $H = H_{\text{ref}} = 23 \text{ m}$



Homogene Waldbestände unterschiedlicher Bestandsdichte



100 %

50 %

25 %

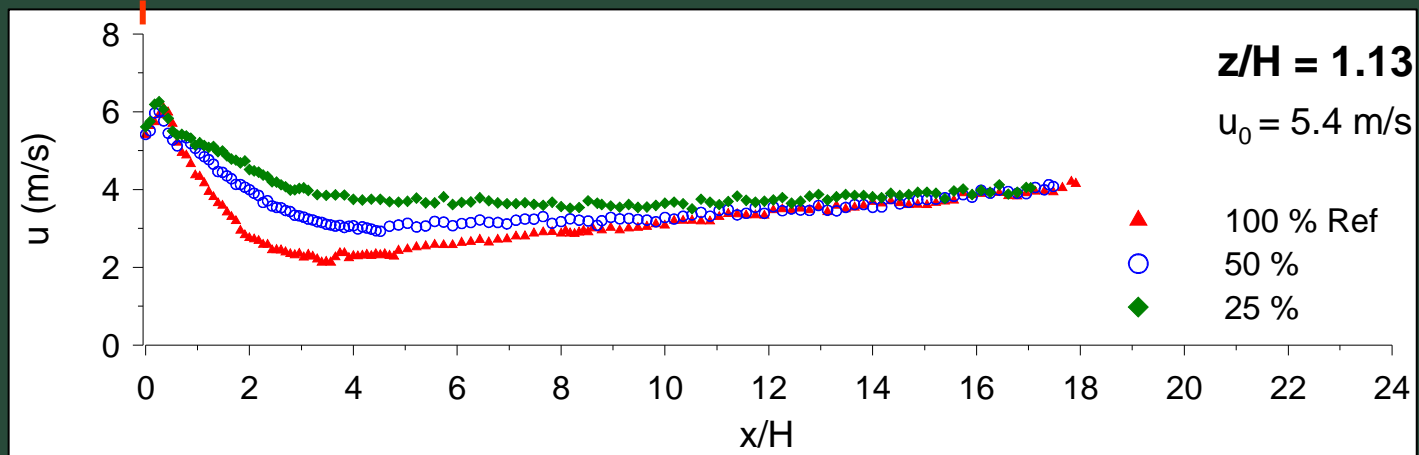
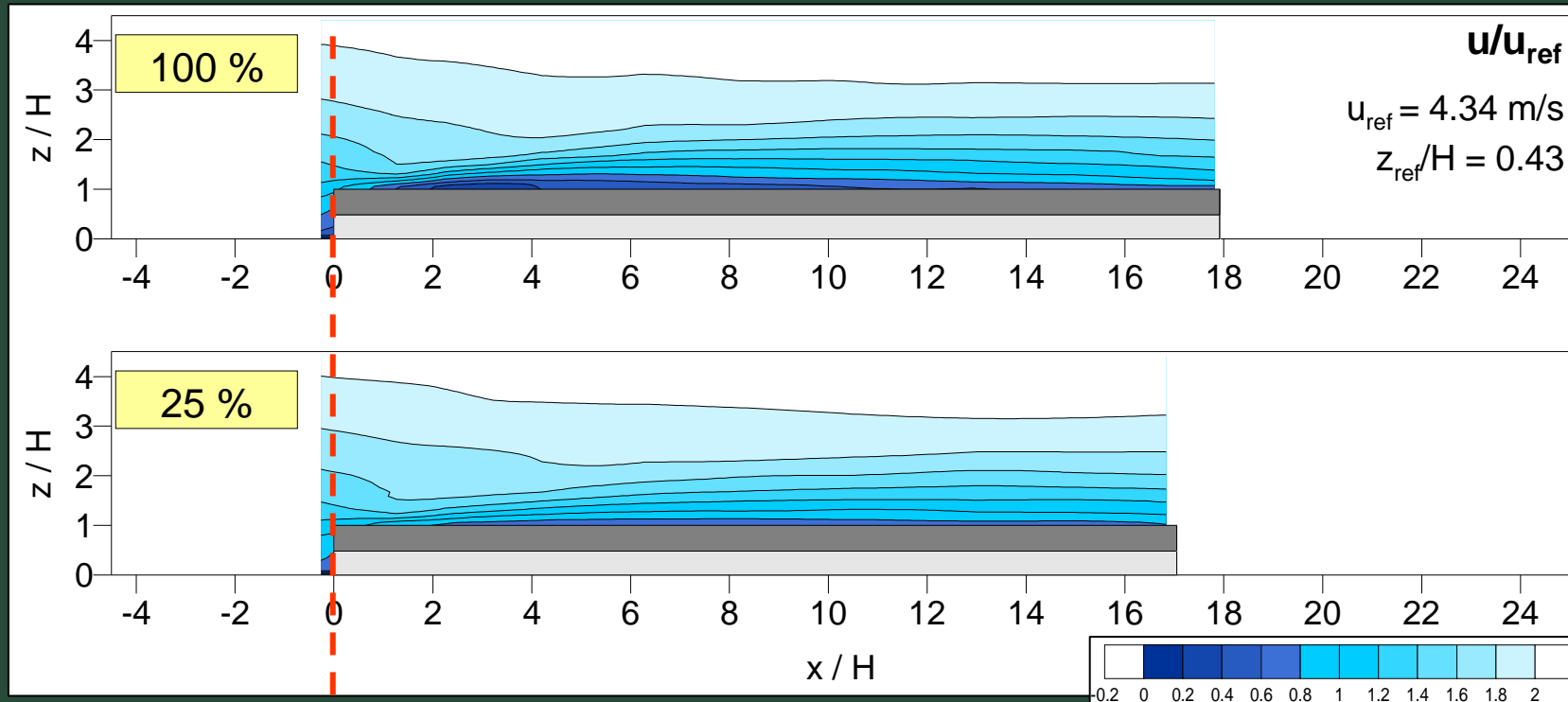
	Bestandsdichte		ax/H	ay/H	Lw/H	
	[%]	Modell				Natur
		[Bäume/m ²]	[Bäume/ha]	[-]	[-]	[-]
Referenzfall	100	2400	600	0.18	0.17	17.9
Jede 2. Reihe entfernt	50	1200	300	0.35		17.3
Jede 2.-4. Reihe entfernt	25	600	150	0.70		17.0

ax = Baumabstand in Hauptströmungsrichtung, ay = Baumabstand in lateraler Richtung

Lw = Länge des Waldes, H = Bestandshöhe

Homogene Waldbestände unterschiedlicher Bestandsdichte

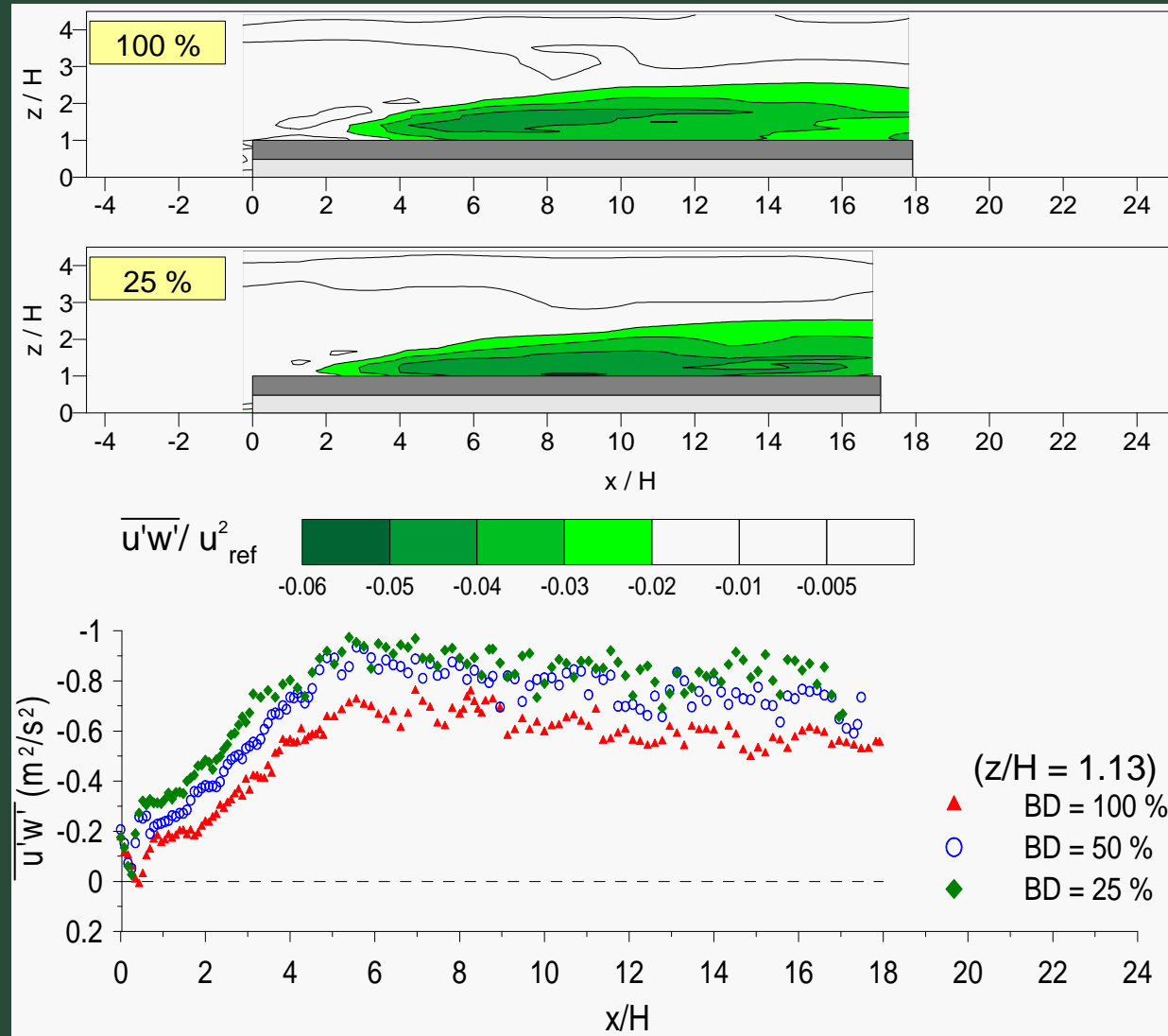
Mittlere horizontale Geschwindigkeit u in Kronendachnähe



Homogene Waldbestände unterschiedlicher Bestandsdichte

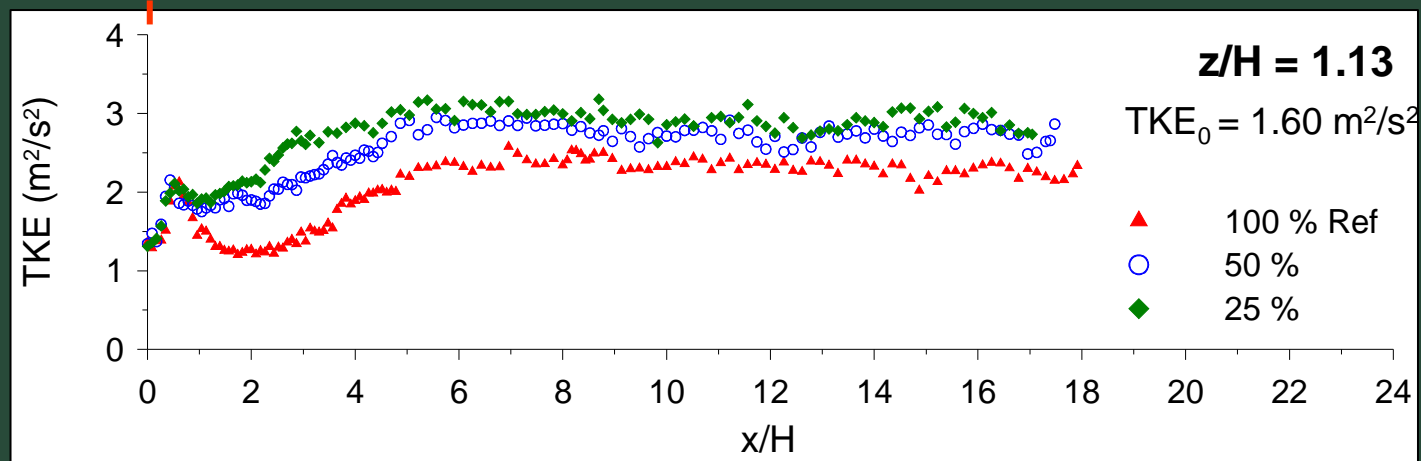
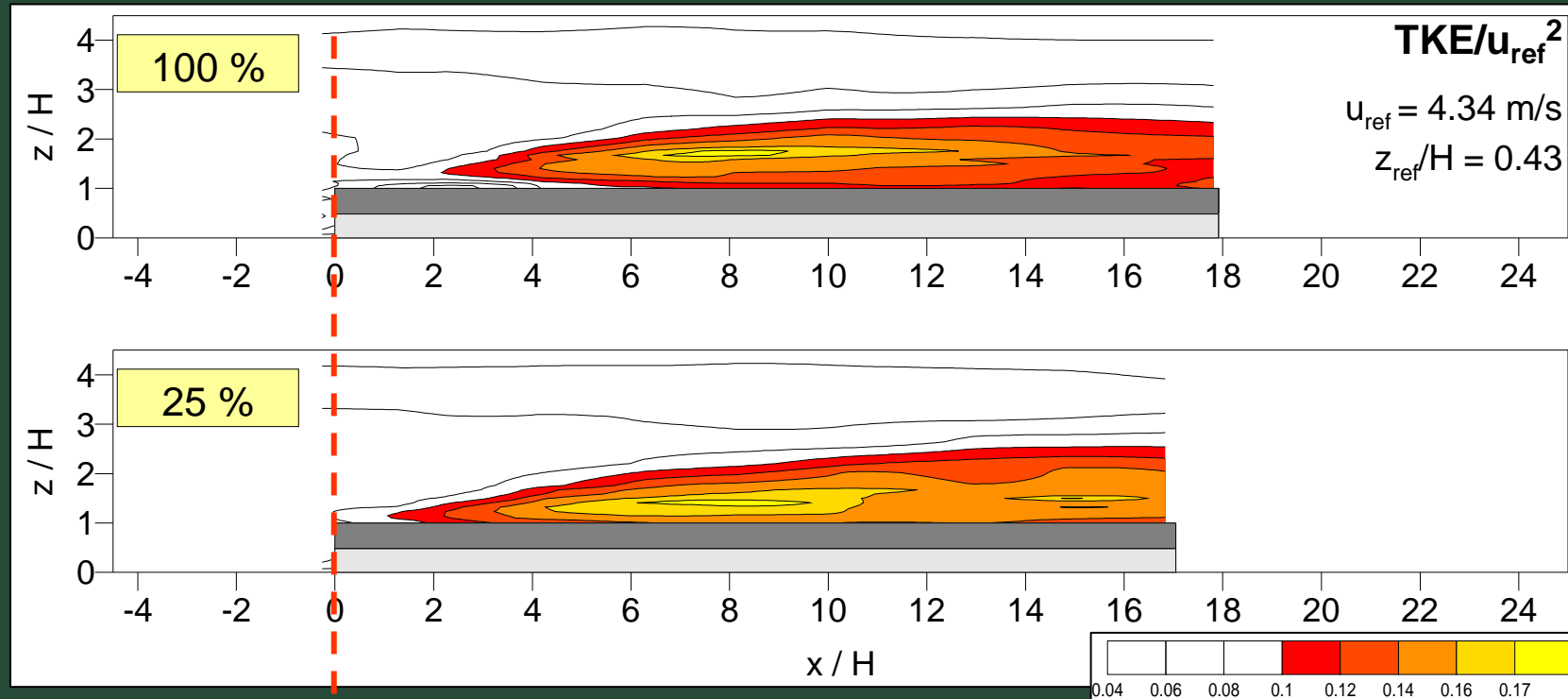
Turbulenter Impulsaustausch

Die zeitlich gemittelte Korrelation der Geschwindigkeitsschwankungen $\overline{u'w'}$ beschreibt die mittlere Intensität des turbulenten Impulsaustausches in vertikaler Richtung.



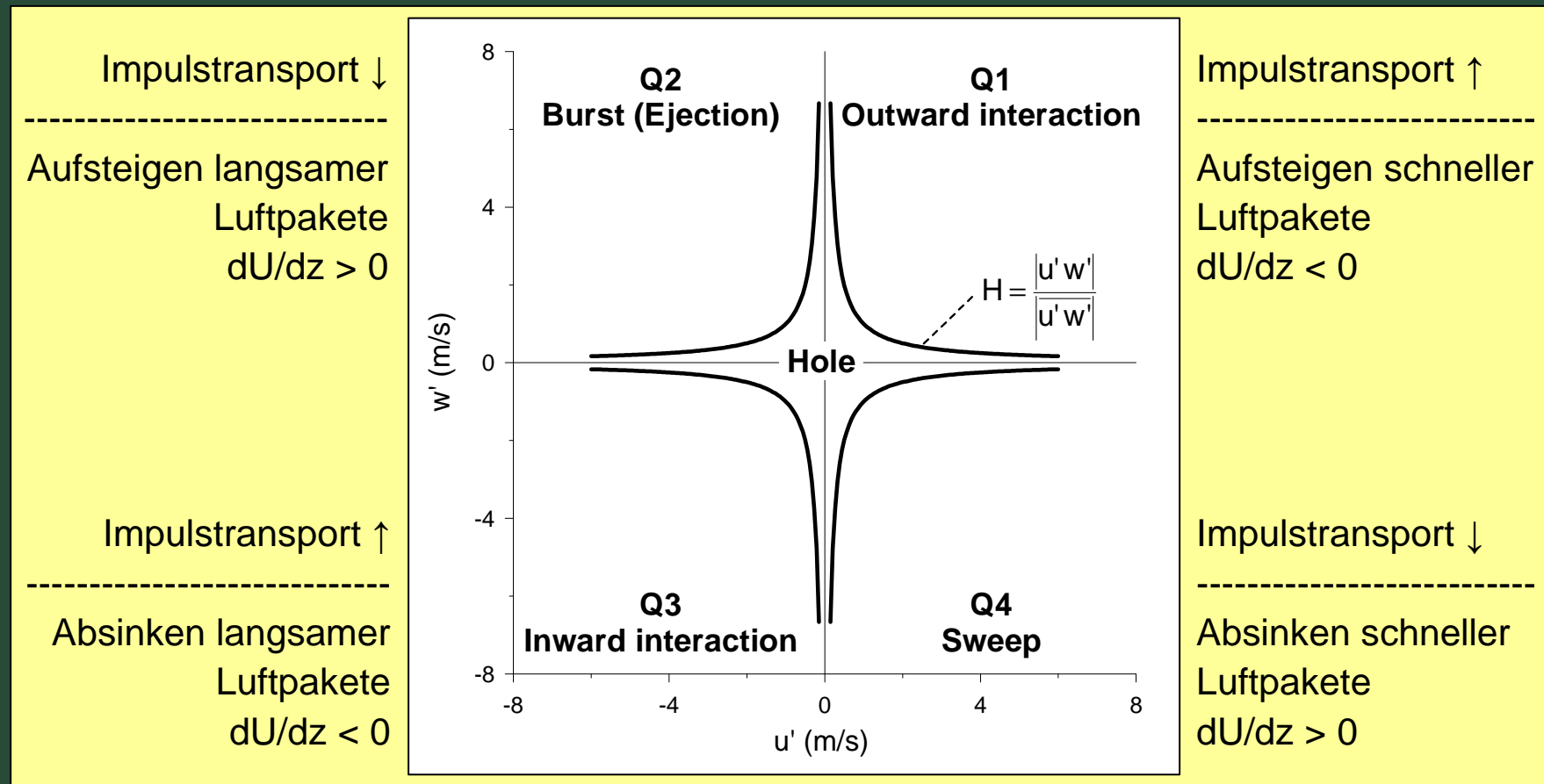
Homogene Waldbestände unterschiedlicher Bestandsdichte

Turbulente kinetische Energie (TKE) in Kronendachnähe



Quadrantenanalyse: Allgemein

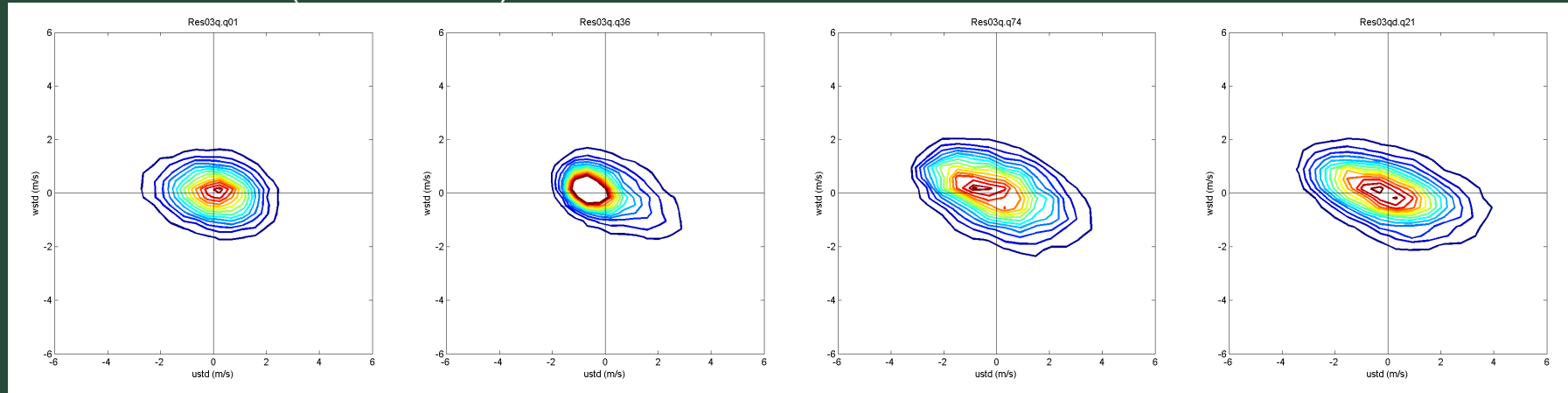
Die zeitlich gemittelte Korrelation der Geschwindigkeitsschwankungen $\overline{u'w'}$ beschreibt die mittlere Intensität des turbulenten Impulsaustausches in vertikaler Richtung. Die Quadrantenanalyse ermöglicht eine genauere Beschreibung der zeitlichen Struktur dieses Impulsaustausches. Dabei werden die Momentanwerte der Zeitreihen von $u'w'(t)$ entsprechend der Vorzeichen der beiden Schwankungskomponenten $u'(t)$ und $w'(t)$ nach Quadranten sortiert.



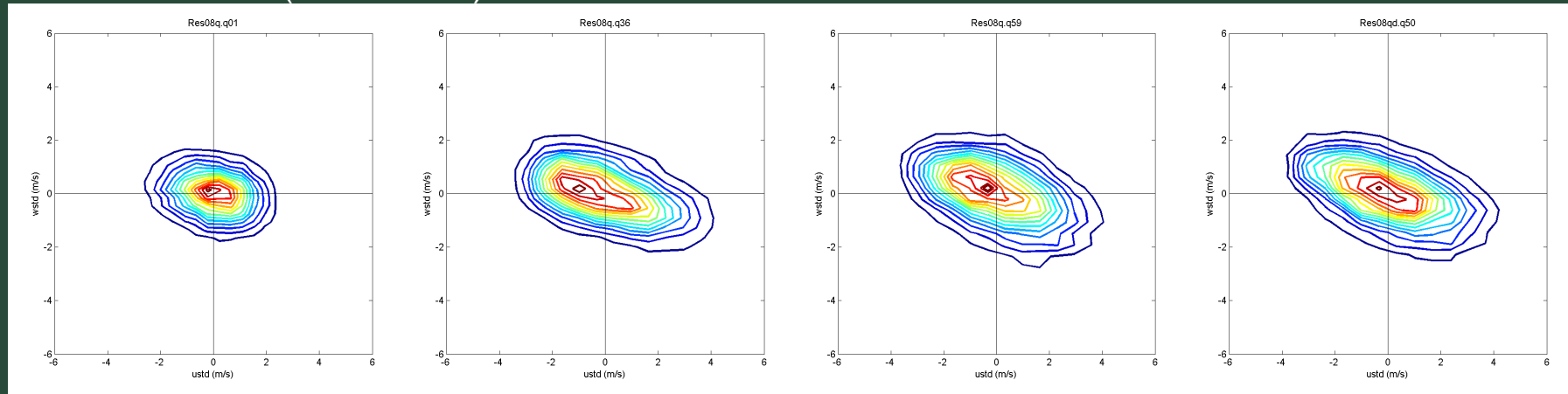
Bivariate Histogramme

Unmittelbar am luvseitigen Bestandsrand bei $x/H = 0$ zeigen die Linien gleicher Häufigkeit einen annähernd kreisförmigen Verlauf, was darauf hindeutet, dass die Zeitanteile der verschiedenen Transportstrukturen relativ ausgewogen sind. Weiter stromab weisen die Linien durchweg eine klar elliptische Form auf, wobei die Hauptachse in den Quadranten 2 und 4 verläuft, was auf einen insgesamt abwärts gerichteten Impulstransport hindeutet.

Dichter Bestand (BD = 100 %)



Lichter Bestand (BD = 25 %)



$x/H = 0$

$x/H = 3$

$x/H = 10$

$x/H = 16$

Sweep-Burst-Faktor

(z/H = 1.13)

$$SBF = \frac{\langle u'w' \rangle_{4,0}}{\langle u'w' \rangle_{2,0}}$$

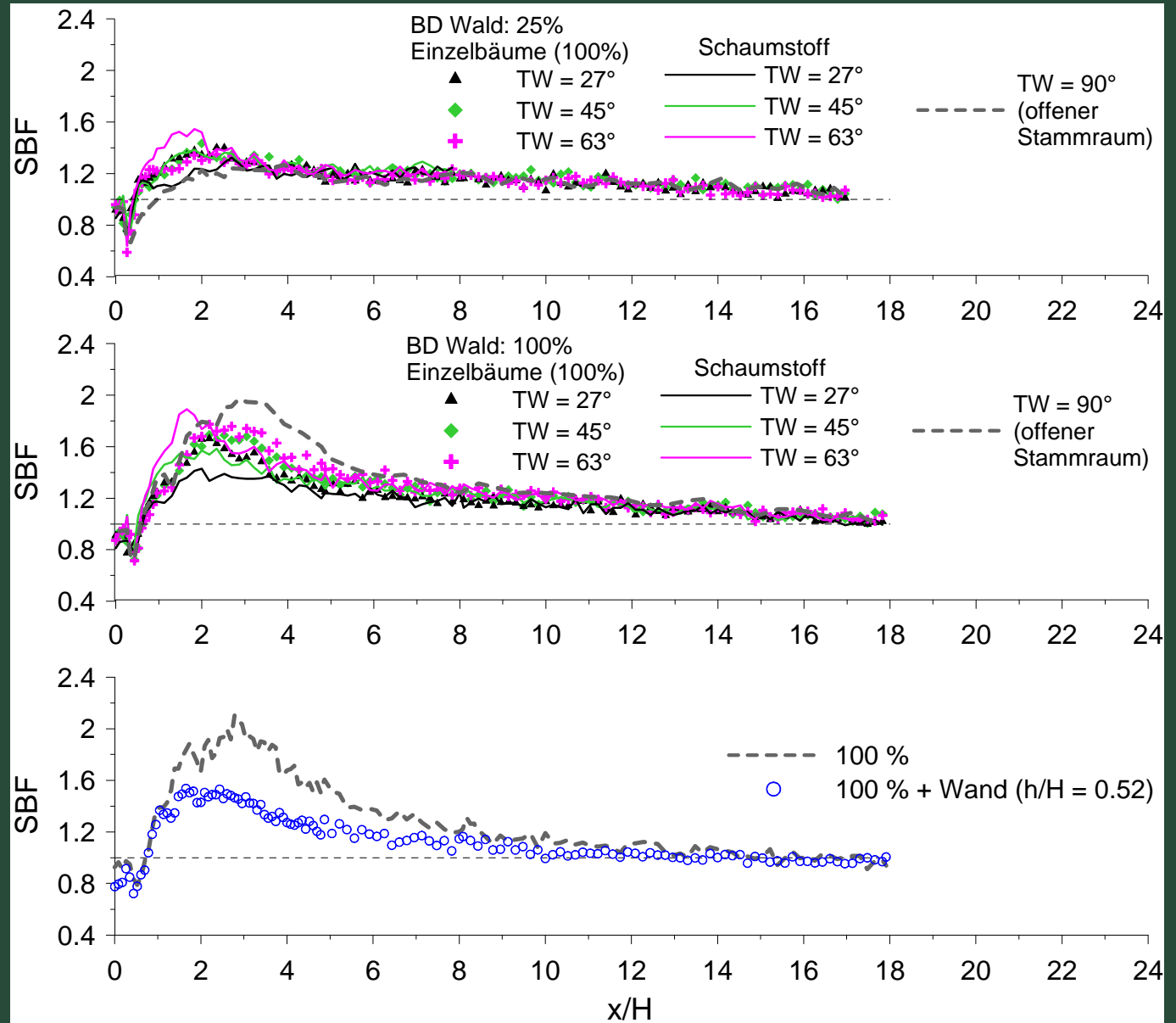
SBF₀ = 0.97

Konditionale Mittelwerte aller Werte

Lichter Bestand
schräge Kanten

Dichter Bestand
schräge Kanten

Dichter Bestand
senkrechte Wand

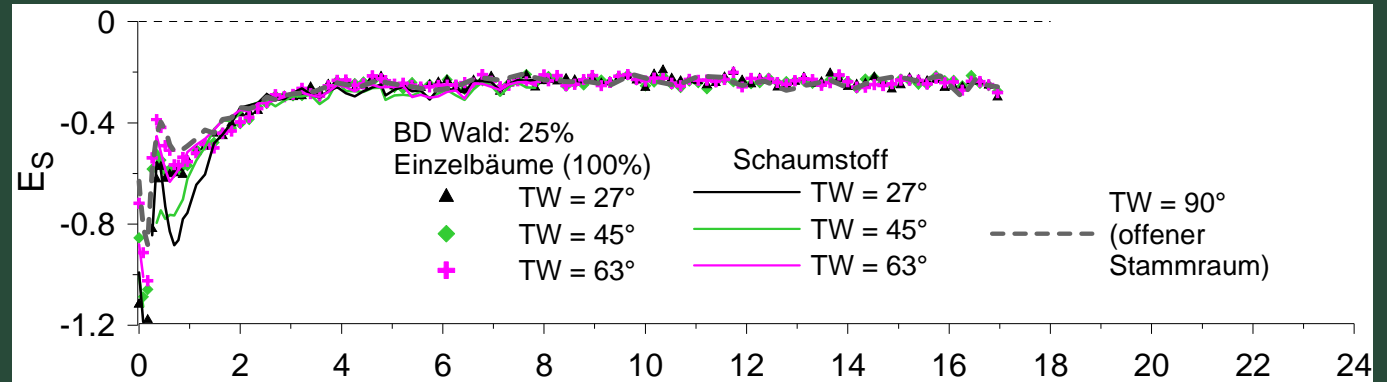


Exuberanzfaktor $E_s = \frac{\langle u'w' \rangle_{1,0} + \langle u'w' \rangle_{3,0}}{\langle u'w' \rangle_{2,0} + \langle u'w' \rangle_{4,0}}$
 ($z/H = 1.13$)

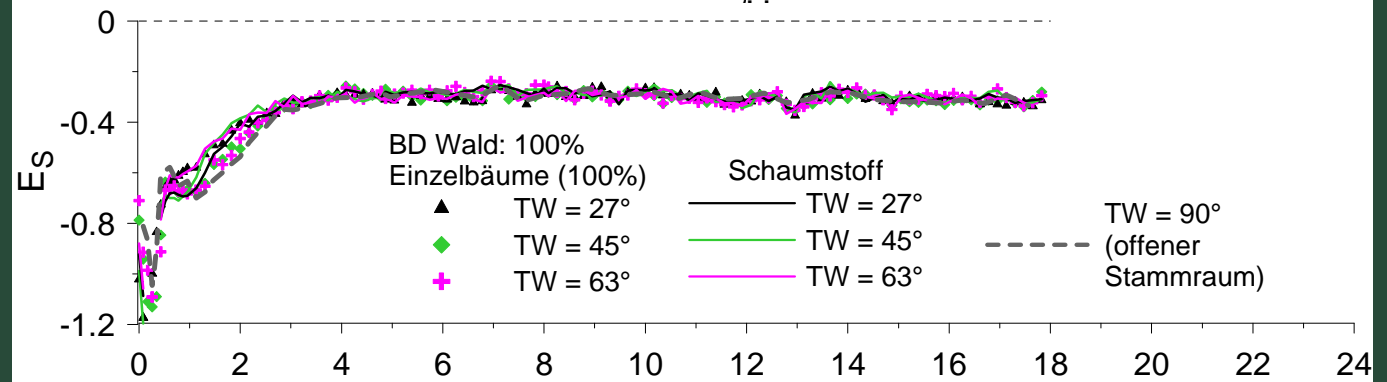
$E_{s,0} = -0.38$

Konditionale Mittelwerte aller Werte

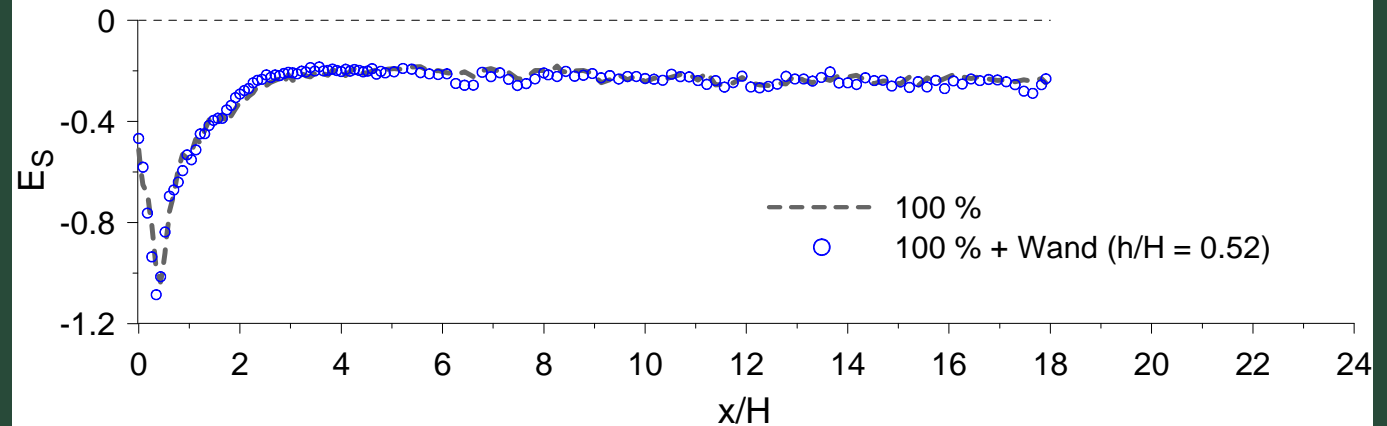
Lichter Bestand
 schräge Kanten



Dichter Bestand
 schräge Kanten



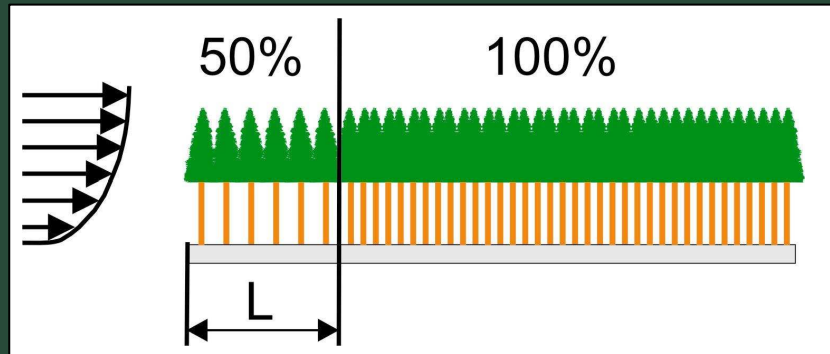
Dichter Bestand
 senkrechte Wand



Dichtegestaffelte Waldanordnungen

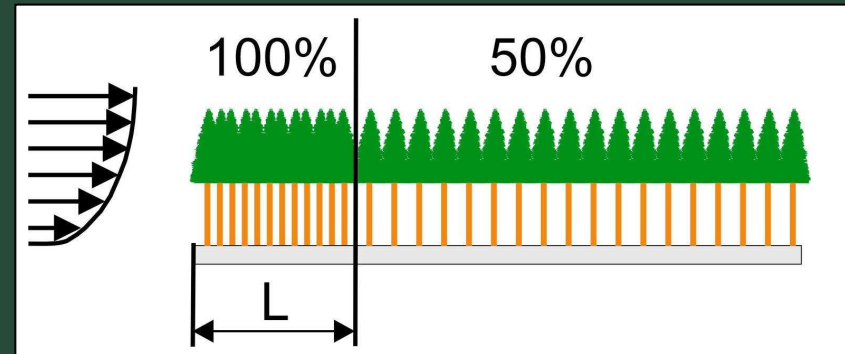
Untersuchte Anordnungen

„Licht – Dicht“

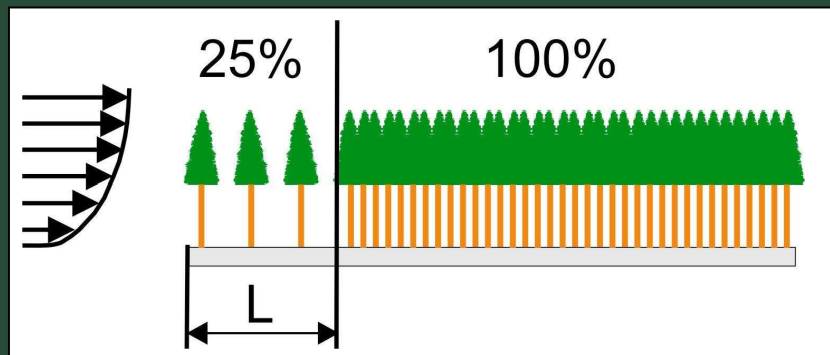


$L = 1.1H, 2.1H, 4.2H, 6.4H$

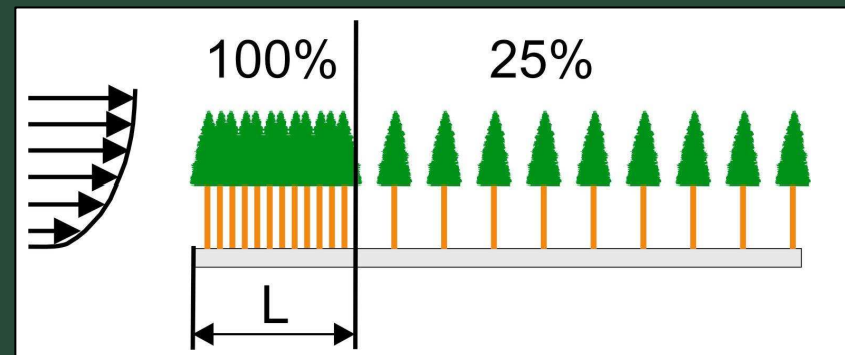
„Dicht – Licht“



$L = 1.1H, 2.1H, 4.3H, 6.4H$



$L = 0.7H, 2.1H, 4.2H, 6.3H$

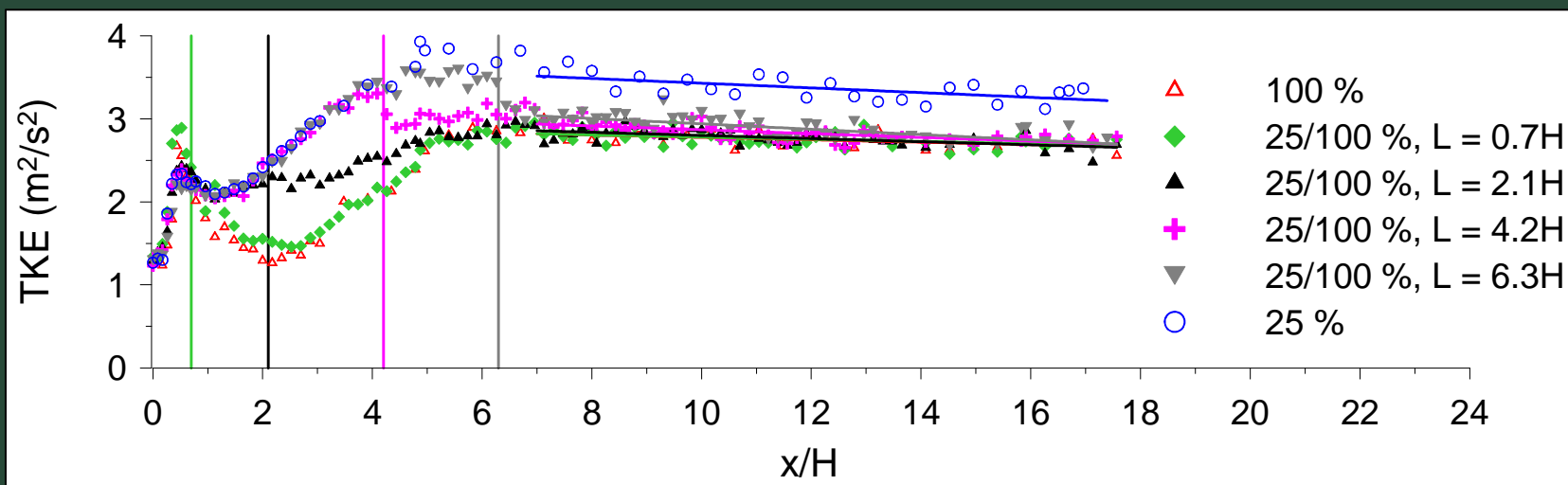
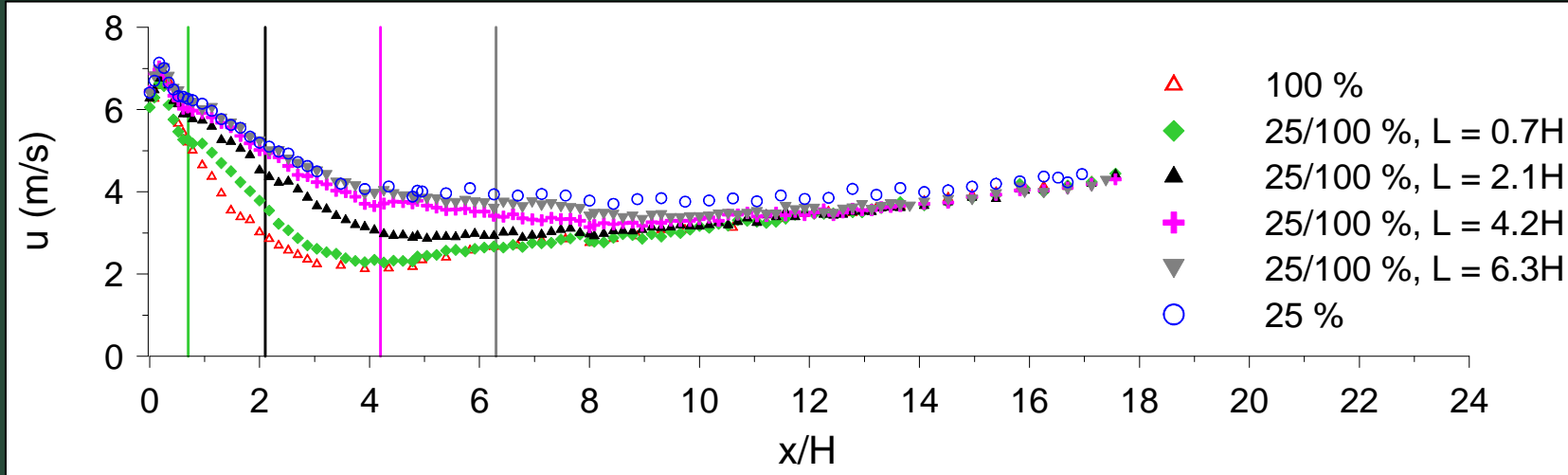
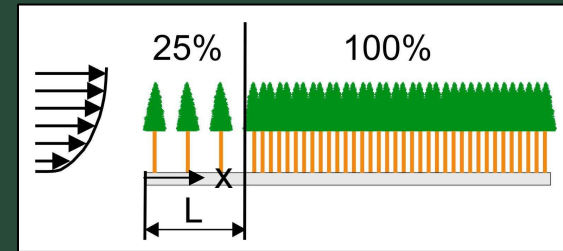


$L = 0.9H, 2.3H, 4.5H, 6.6H$

Dichtegestaffelte Waldanordnungen

Gestaffelte Waldbestände
Typ „Licht – Dicht“

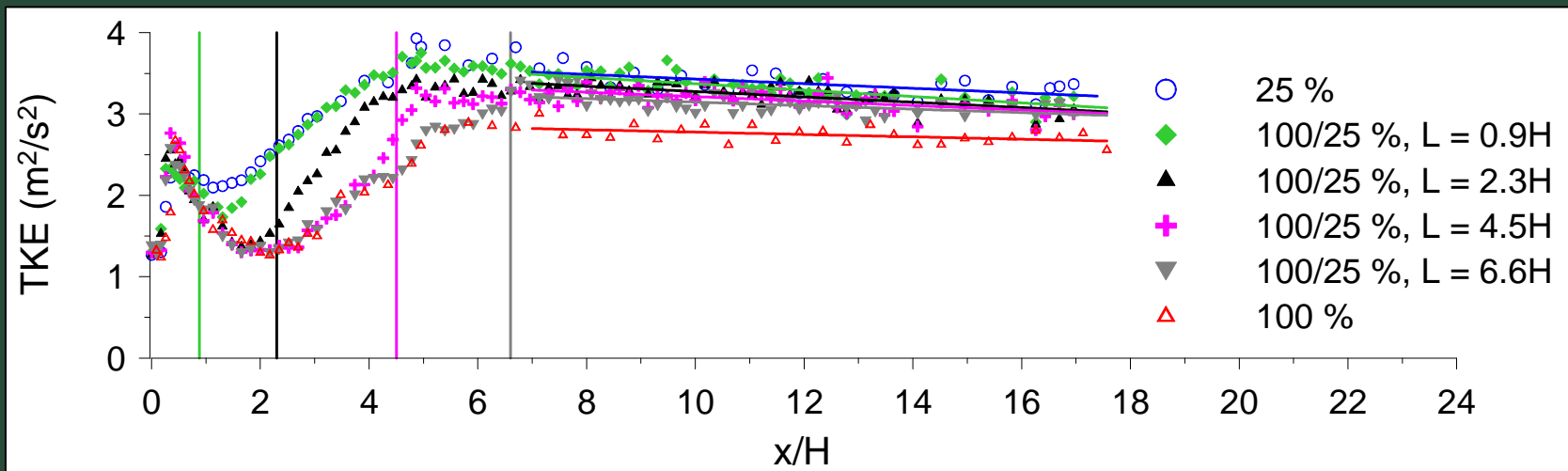
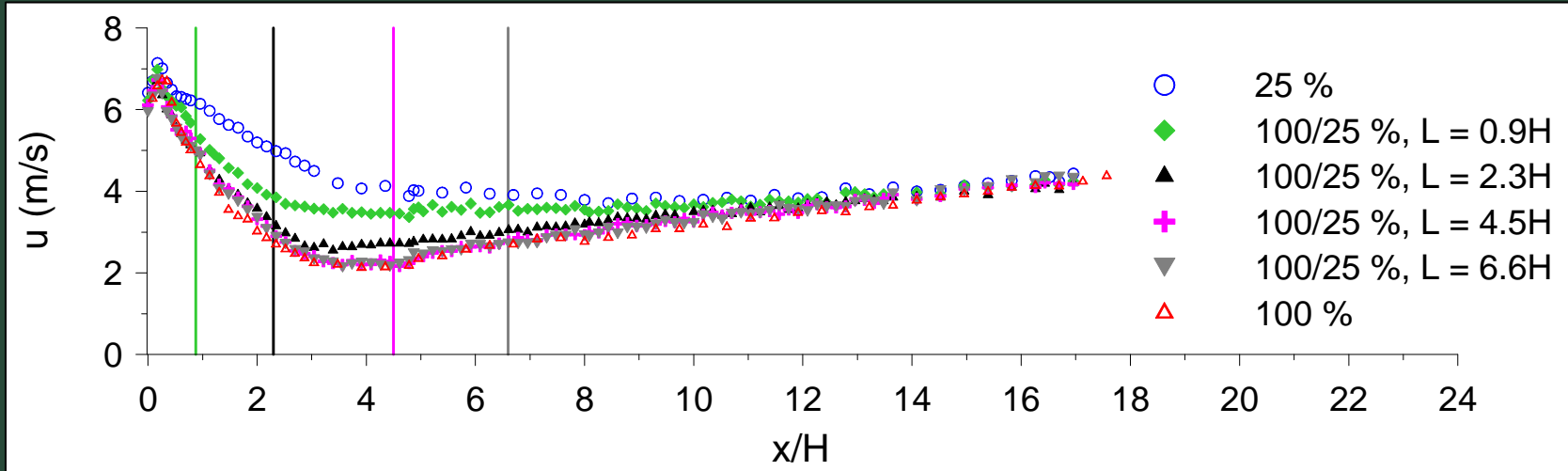
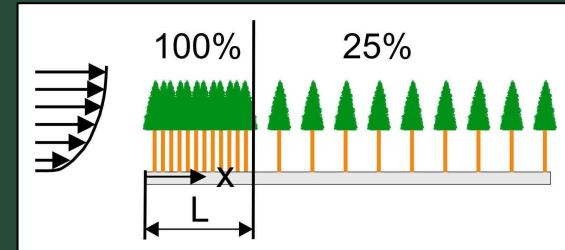
($z/H = 1.13$)



Dichtegestaffelte Waldanordnungen

Gestaffelte Waldbestände
Typ „Dicht – Licht“

($z/H = 1.13$)



📍 Waldbestände mit unterschiedlich ausgebildeten Traufkanten

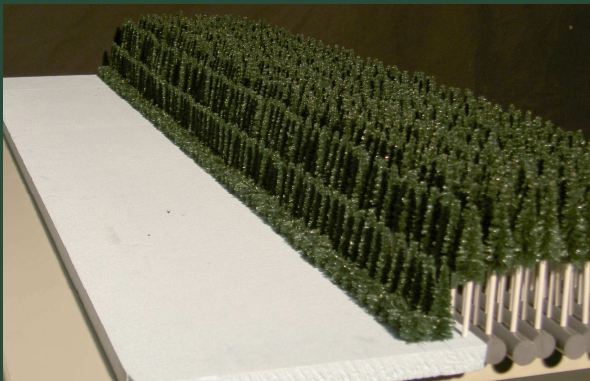
Waldrand (700.000 km in BRD, 94.000 km in BW)

Untersuchte Traufkantenform

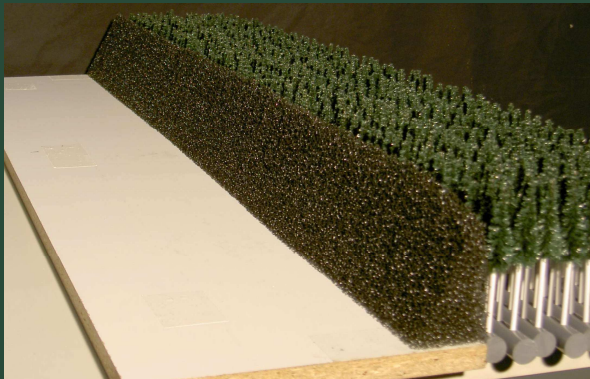
Dichter Bestand mit
offenem Stammraum
(TW = 90°)



Waldkanten aus Einzelbäumen:



Hochporöser geschäumter Kunststoff als Waldkante:



TW = 63°

TW = 45°

TW = 27°

Waldbestände mit unterschiedlich ausgebildeten Traufkanten

Mittlere horizontale Geschwindigkeit u

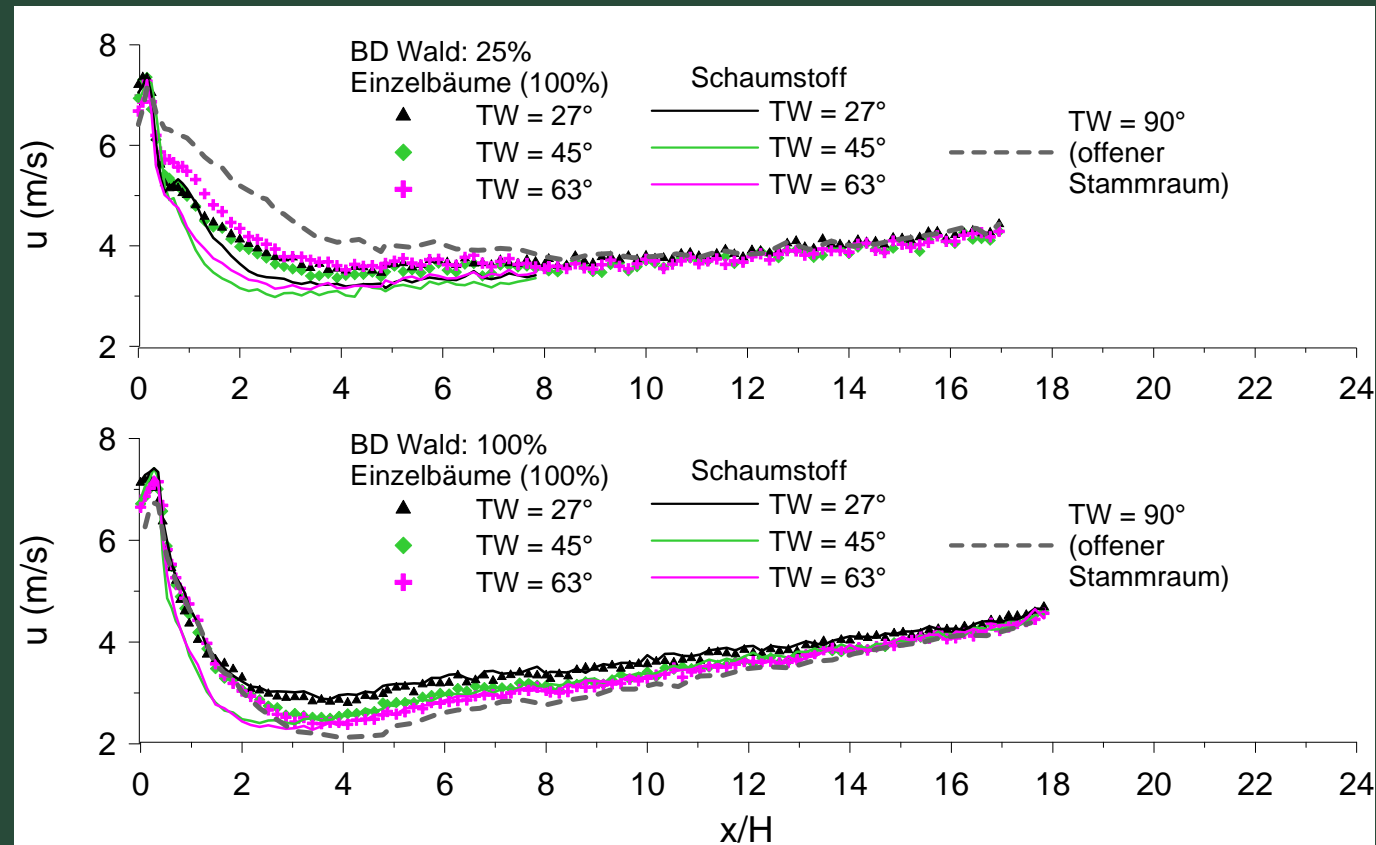
$(z/H = 1.13)$

$u_0 = 5.4 \text{ m/s}$

Lichter Bestand
schräge Kanten



Dichter Bestand
schräge Kanten



Waldbestände mit unterschiedlich ausgebildeten Traufkanten

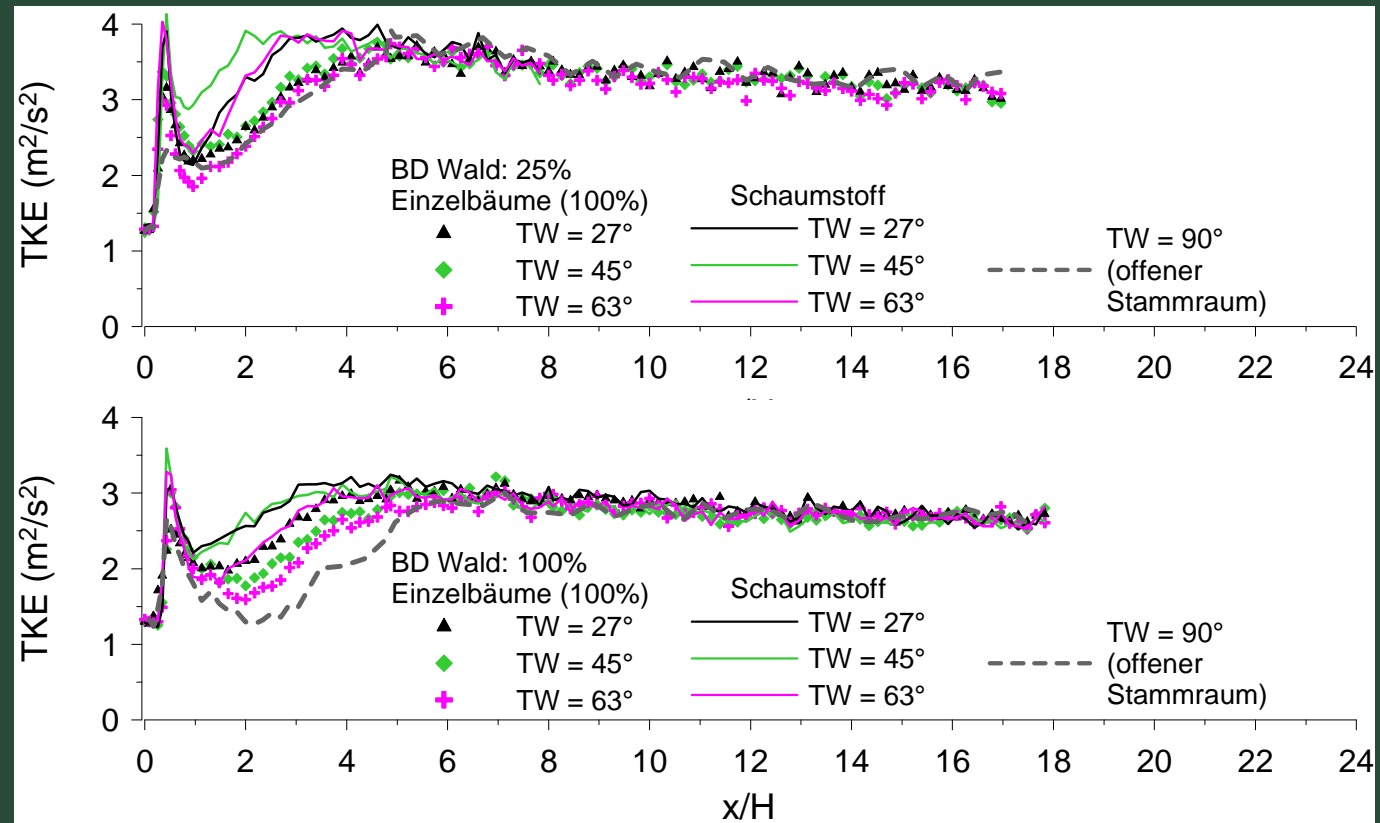
Turbulente kinetische Energie (TKE) in Kronendachnähe

($z/H = 1.13$)

$$\text{TKE} = 0.75 \cdot (u'^2 + w'^2)$$

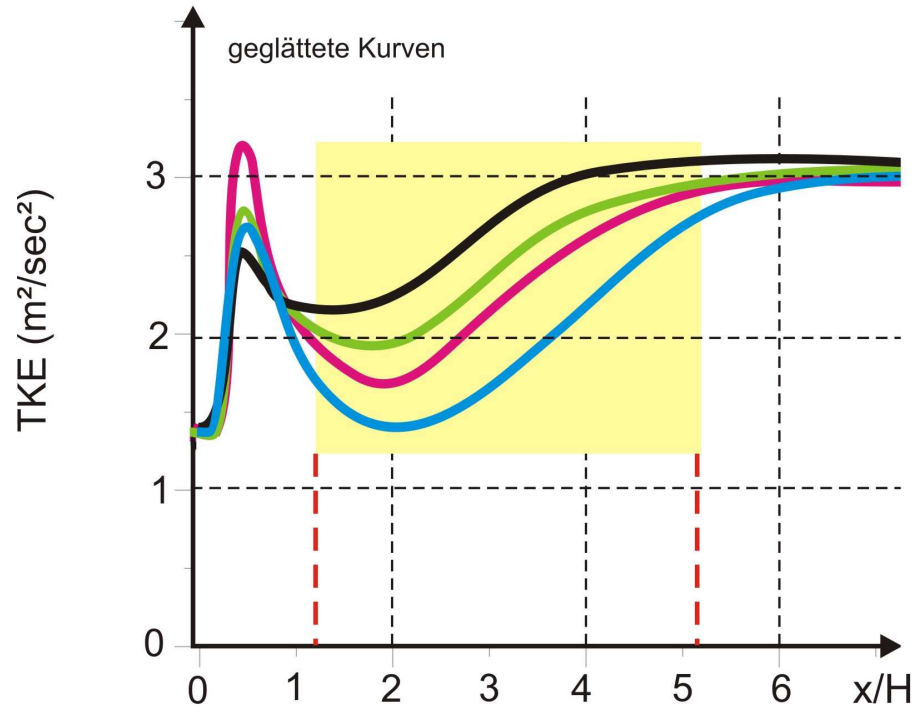
$$\text{TKE}_0 = 1.6 \text{ m}^2/\text{s}^2$$

Lichter Bestand
schräge Kanten

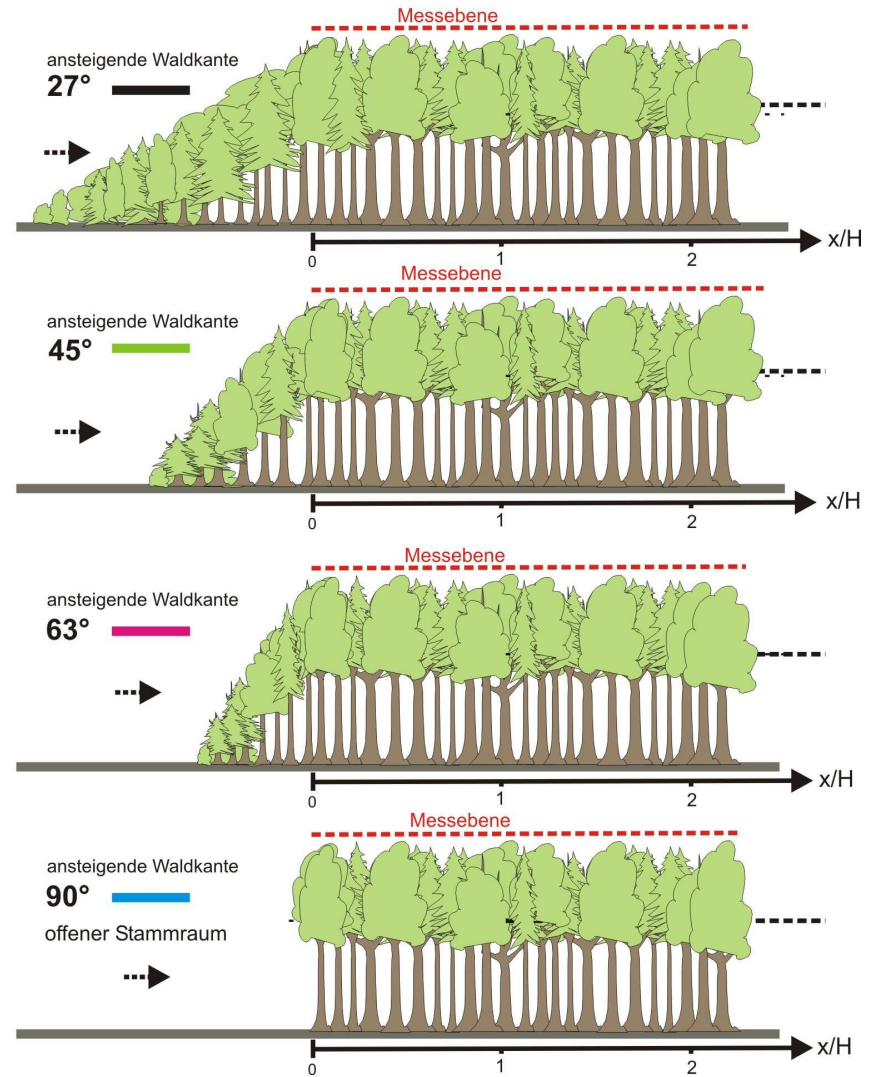


Dichter Bestand
schräge Kanten

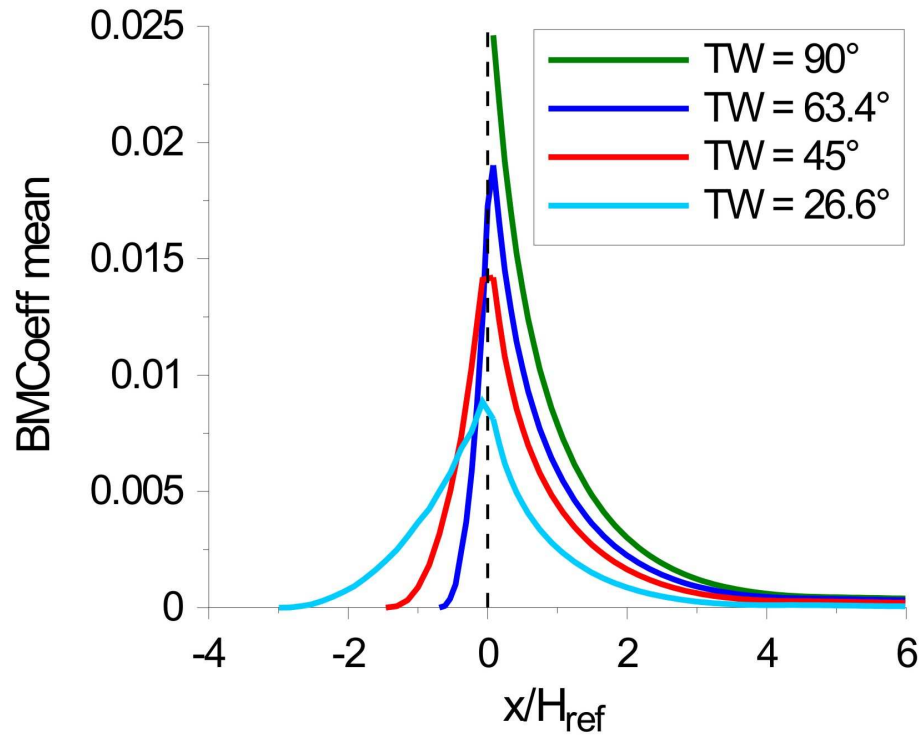
Verlauf der turbulenten kinetischen Energie in Kronendachnähe hinter unterschiedlichen Waldkanten



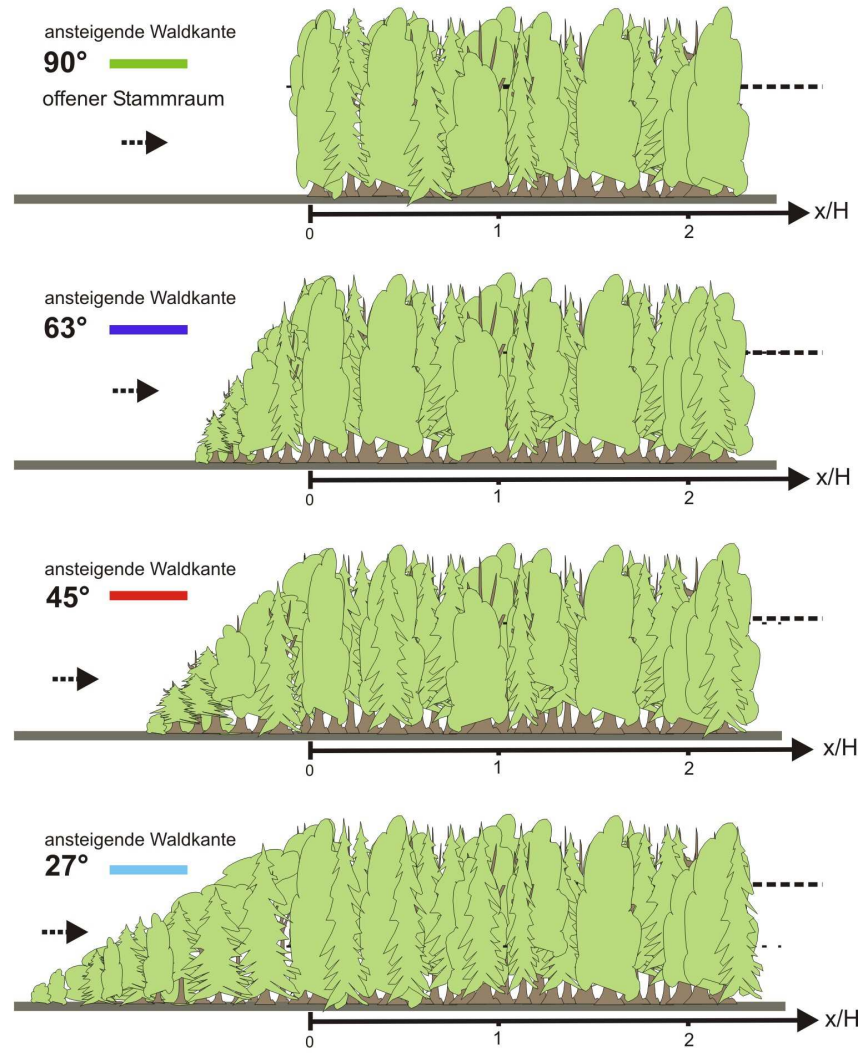
Dichter Bestand: 600 Bäume/ha
 Kronenhöhe/freie Stammhöhe = 1,08



Einfluss der Traufkantenform auf den Verlauf des mittleren Stammbiegemomentes

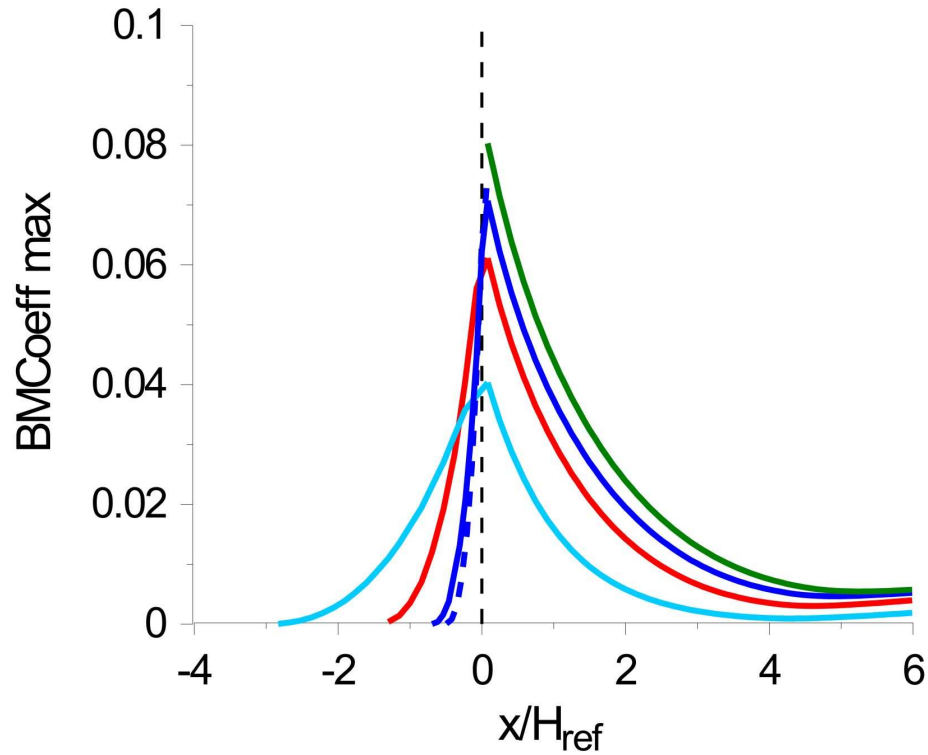


$$BM_{\text{coeff}} = \frac{BM}{0,5 \cdot \rho \cdot u_{\text{ref}}^2 \cdot H_{\text{ref}}^3}$$

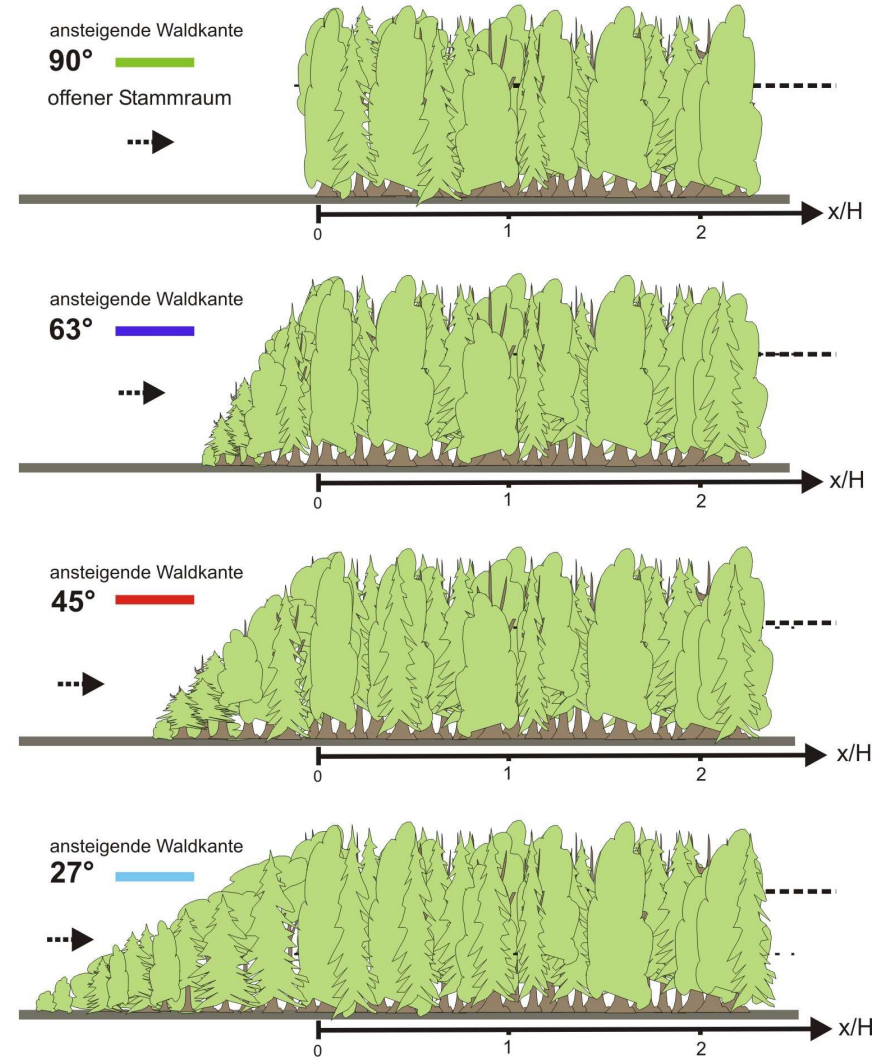


Dichter Bestand; kr=0,8/m
 L=412 m; H= 23 m; Href= 15 m; uref= 6,7 m/sec (43,7m)

Einfluss der Traufkantenform auf den Verlauf des maximalen Stammbiegemomentes



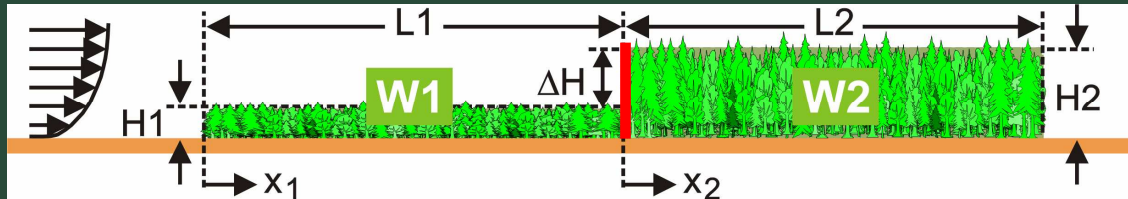
$$BM_{\text{coeff}} = \frac{BM}{0,5 \cdot \rho \cdot u_{\text{ref}}^2 \cdot H_{\text{ref}}^3}$$



Dichter Bestand; $kr=0,8/m$
 $L=412 \text{ m}$; $H= 23 \text{ m}$; $H_{\text{ref}}= 15 \text{ m}$; $u_{\text{ref}} = 6,7 \text{ m/sec}$ (43,7m)

Stufige Waldanordnungen: Biegemomente (H1 variabel, H2 konstant)

$$\text{BMCoeff} = \frac{\text{BM}}{0.5 \cdot \rho \cdot u_{\text{ref}}^2 \cdot H_{\text{ref}}^3}$$

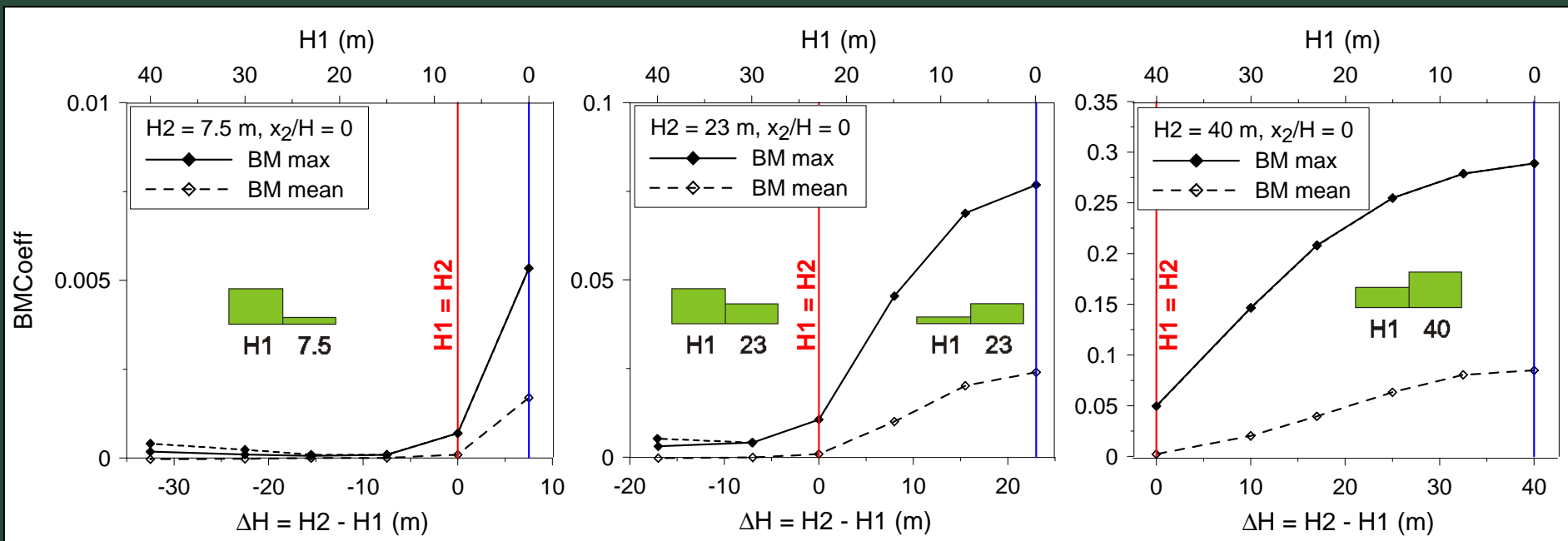


$u_{\text{ref}} = 6.7 \text{ m/s}$

$L1 = L2 = 206 \text{ m}$

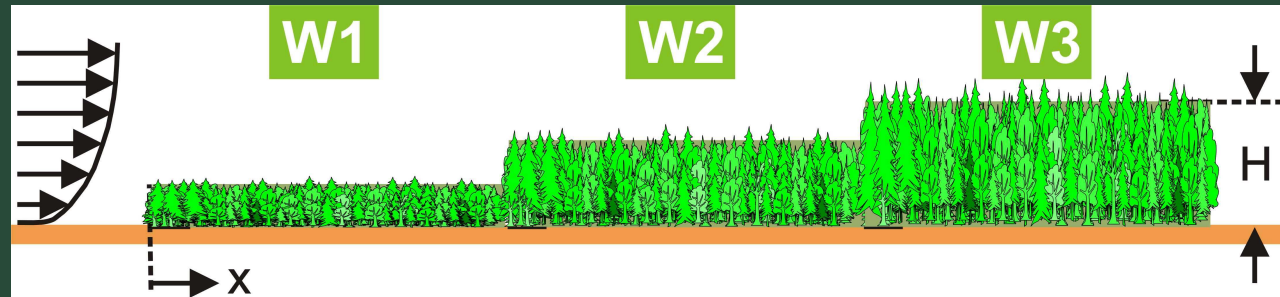
$H1 = 7.5 / 15 / 23 / 30 / 40 \text{ m}$

$H_{\text{ref}} = 15 \text{ m}$

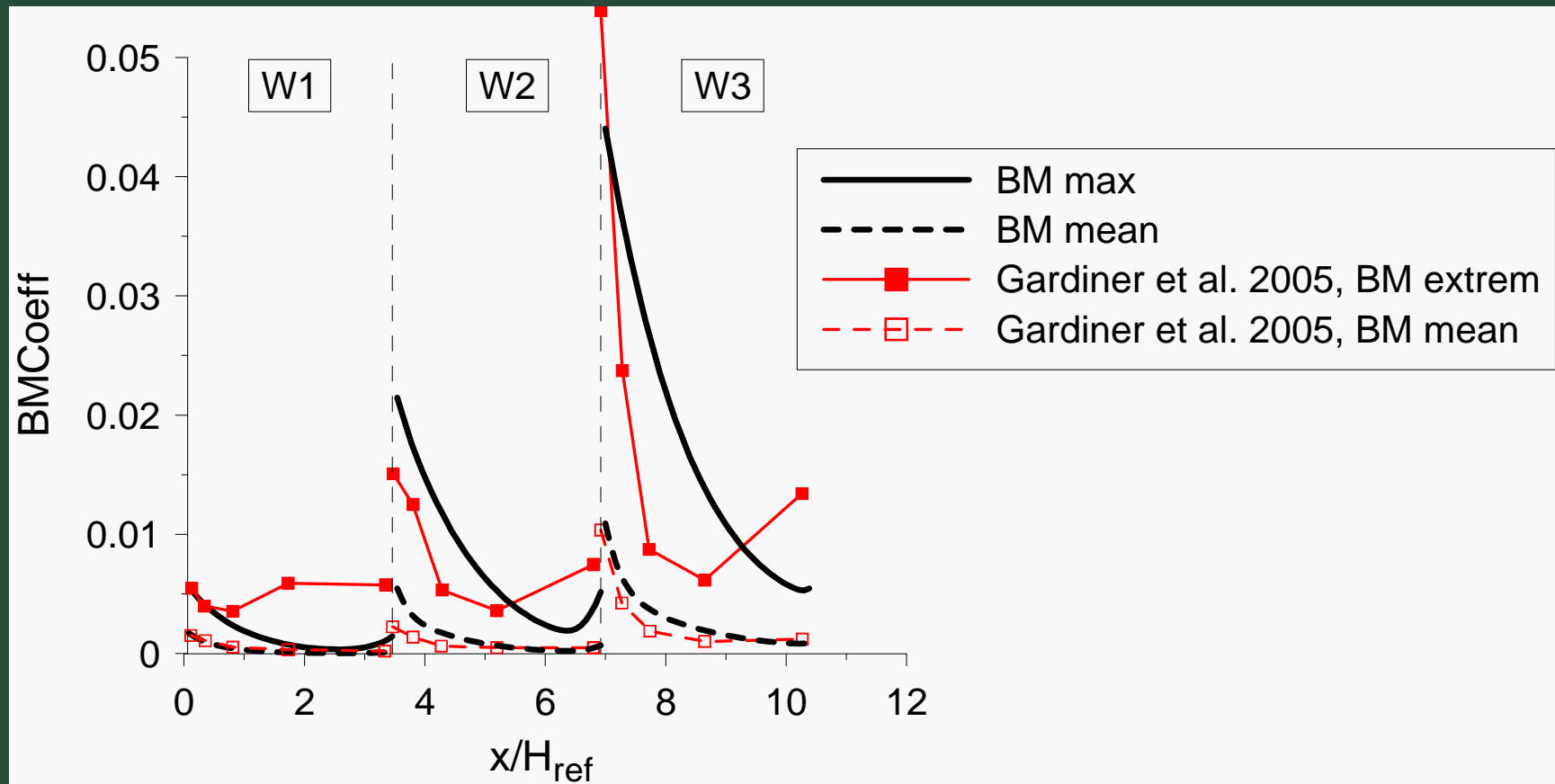


Verlauf des Biegemoments bei gestaffelten Beständen

$$\text{BMCoeff} = \frac{\text{BM}}{0.5 \cdot \rho \cdot u_{\text{ref}}^2 \cdot H_{\text{ref}}^3}$$



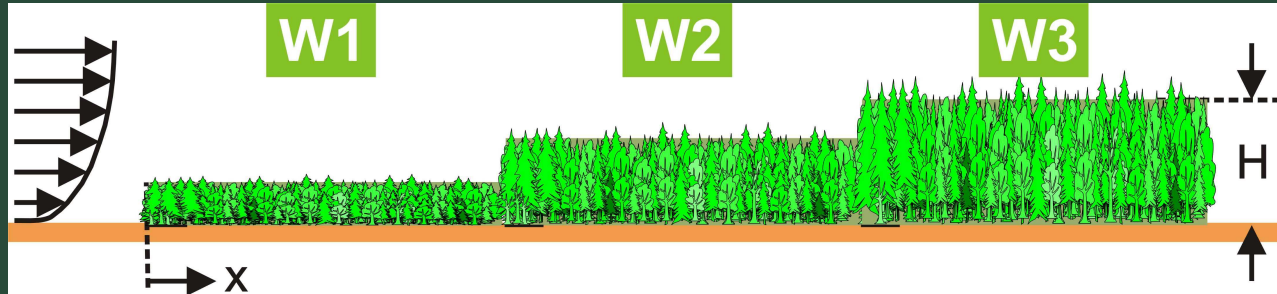
$u_{\text{ref}} = 6.7 \text{ m/s}$
 $L1 = L2 = L3 = 51.9 \text{ m}$
 $H1 = 7.5 \text{ m}, H2 = 15 \text{ m}$
 $H3 = 22.5 \text{ m}, H_{\text{ref}} = 15 \text{ m}$



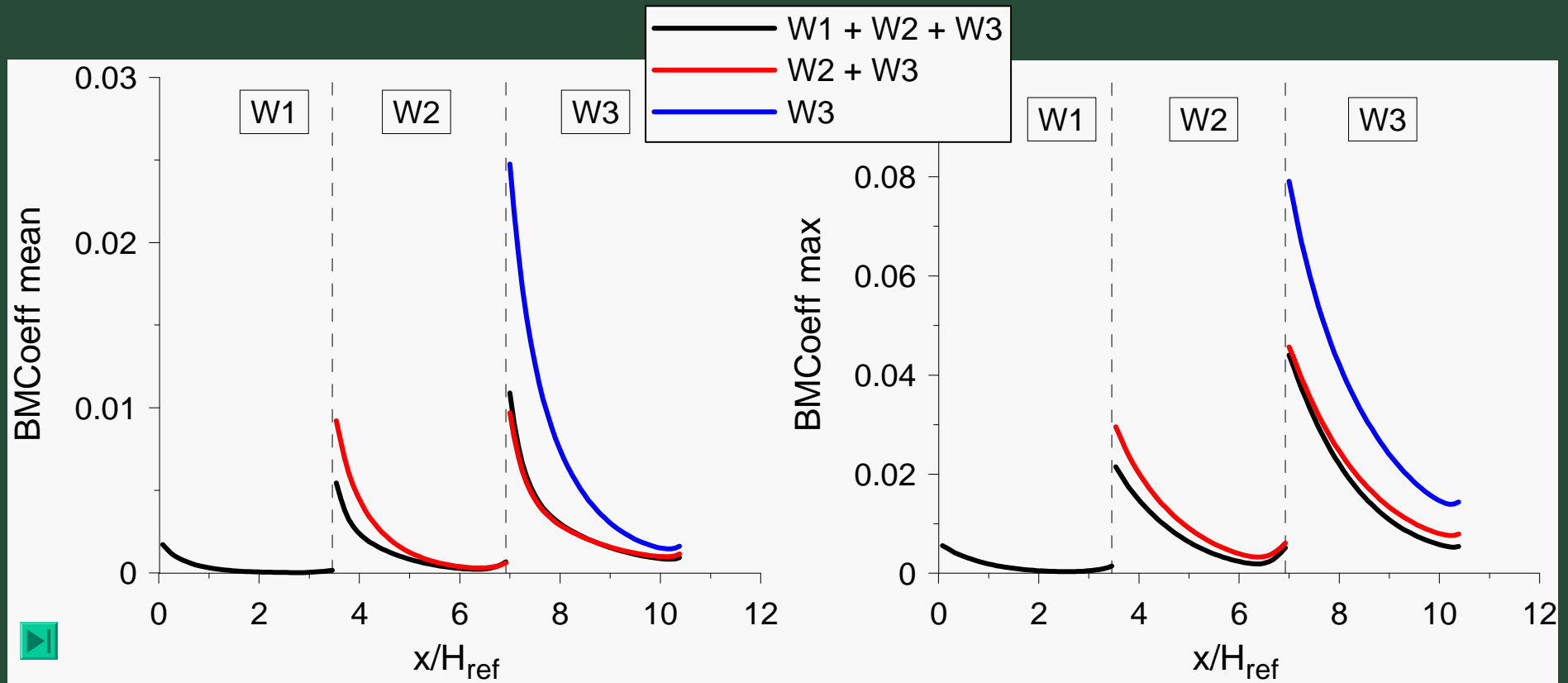
Streifenanordnung

Schützen niedrige Waldbestände unmittelbar stromab angeordnete (höhere) Waldbestände?

$$\text{BMCoeff} = \frac{\text{BM}}{0.5 \cdot \rho \cdot u_{\text{ref}}^2 \cdot H_{\text{ref}}^3}$$



$u_{\text{ref}} = 6.7 \text{ m/s}$
 $L1 = L2 = L3 = 51.9 \text{ m}$
 $H1 = 7.5 \text{ m}, H2 = 15 \text{ m}$
 $H3 = 22.5 \text{ m}, H_{\text{ref}} = 15 \text{ m}$



Dynamisches Waldmodell

- 144 starre, gelenkig gelagerte Einzelbäume (12 Reihen a 12 Bäume)
- Modellmaßstab 1:200
- $H = 11.5 \text{ cm}$ (23 m Natur), $L = B = 3.83 \cdot H$
- Bestandsdichte: 600 Bäume / m^2 (Natur: 150 Bäume / ha)
entspricht lichtem Bestand (BD = 25 %) mit gleichmäßiger Baumverteilung

Kamera



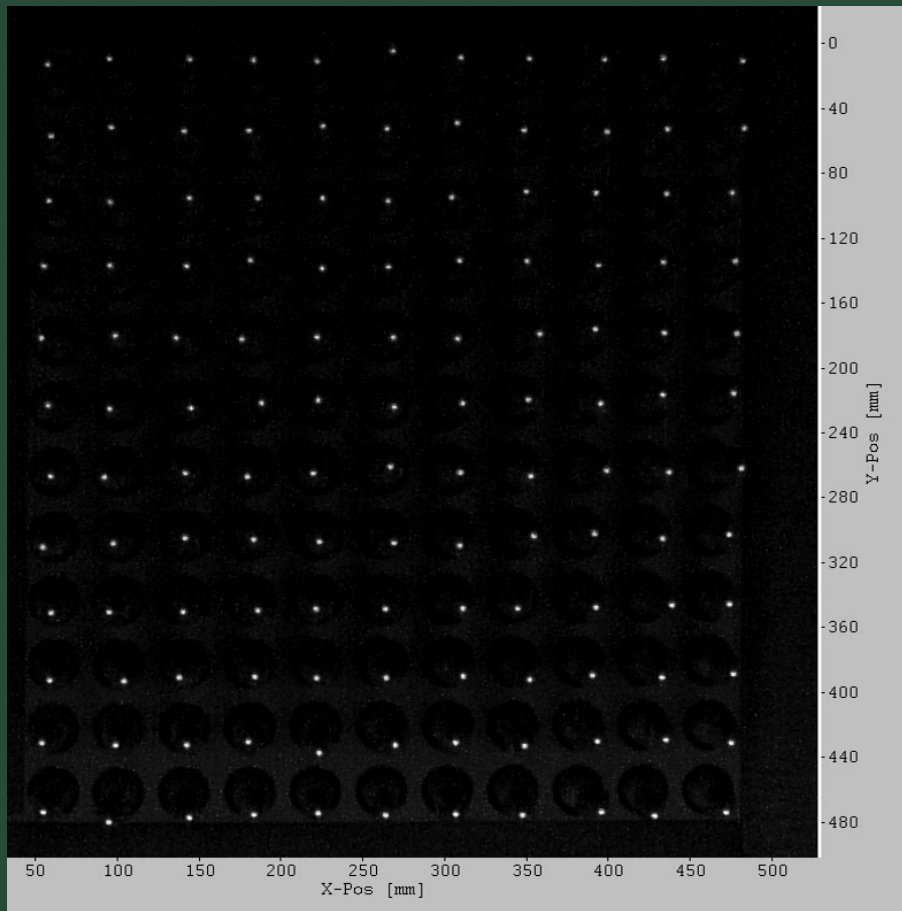
Sequenzen aus 190 Bilder

Aufnahmefrequenz: 14.95 Hz, Sequenzdauer 12.7 sec.

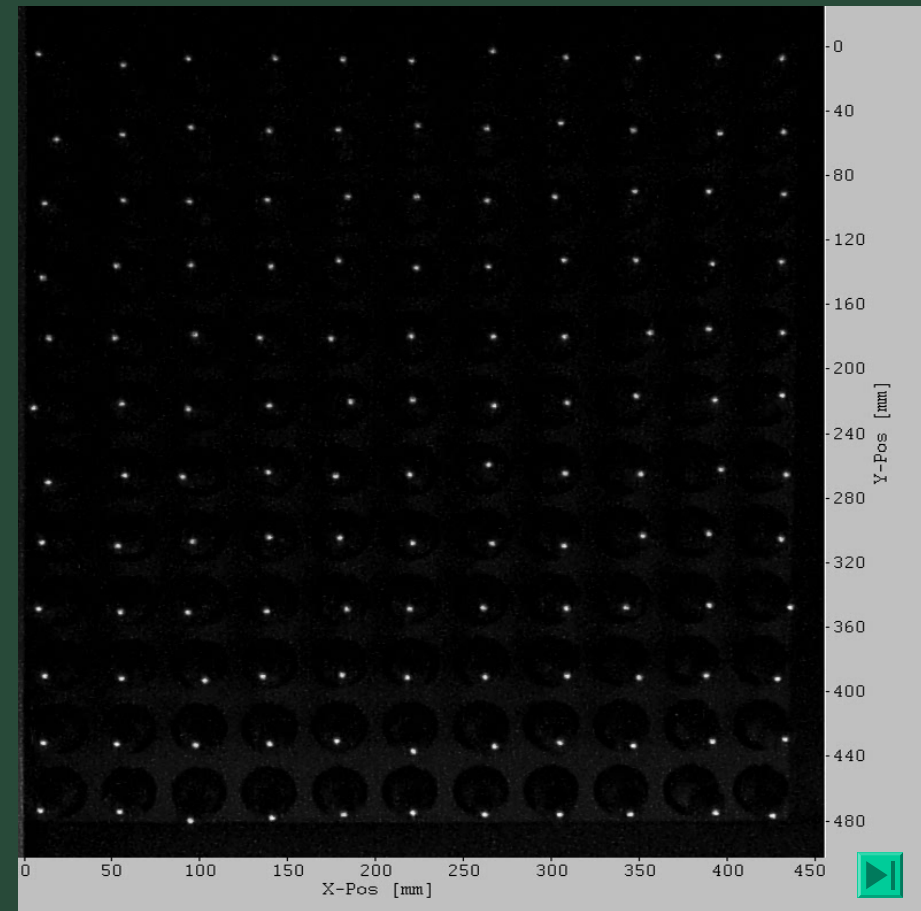
Einfluss der Traufkantenausbildung auf Baumauslenkung

Lichter Bestand (BD Wald: 25 %)
dynamisches Modell, gleichmäßige Baumanordnung

→ TW = 90°, offener Stammraum

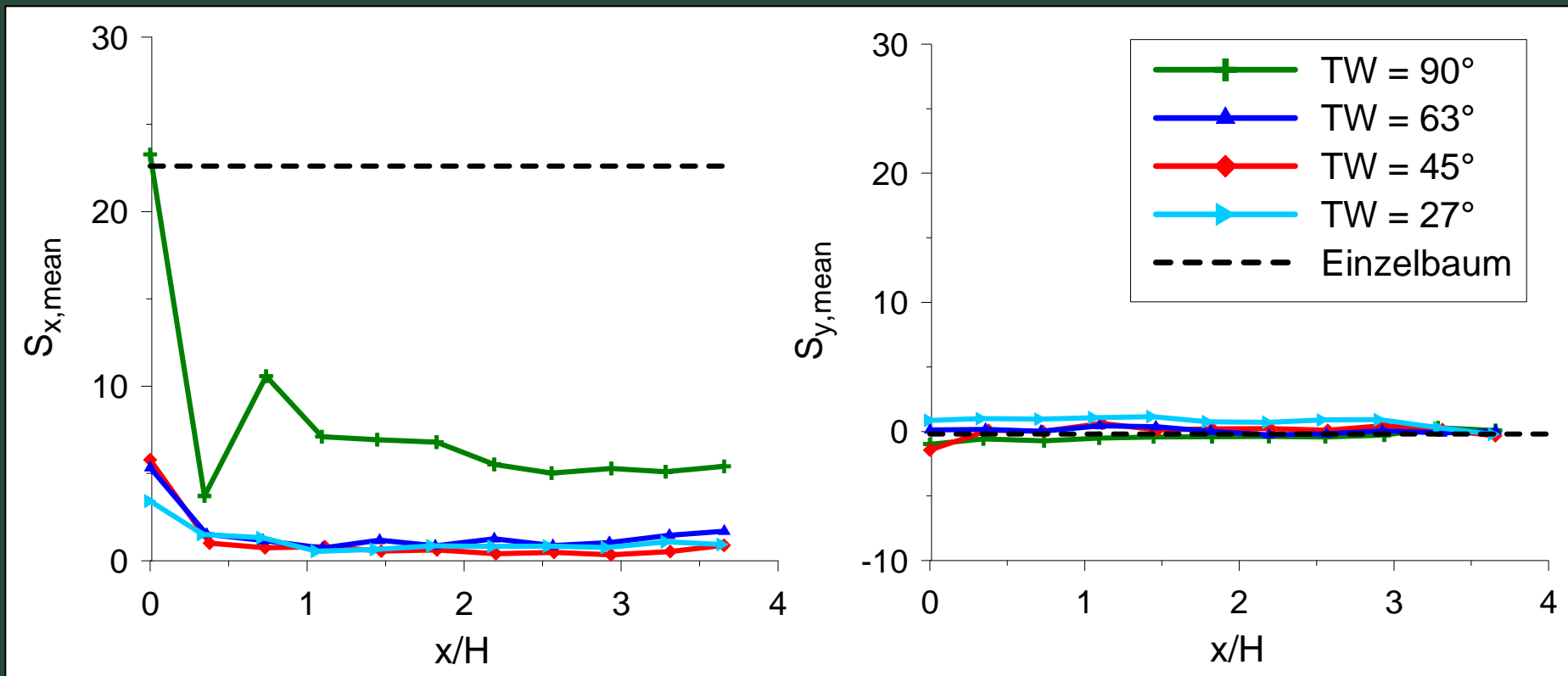


TW = 45°
Statische Einzelbaumkante (100 %)



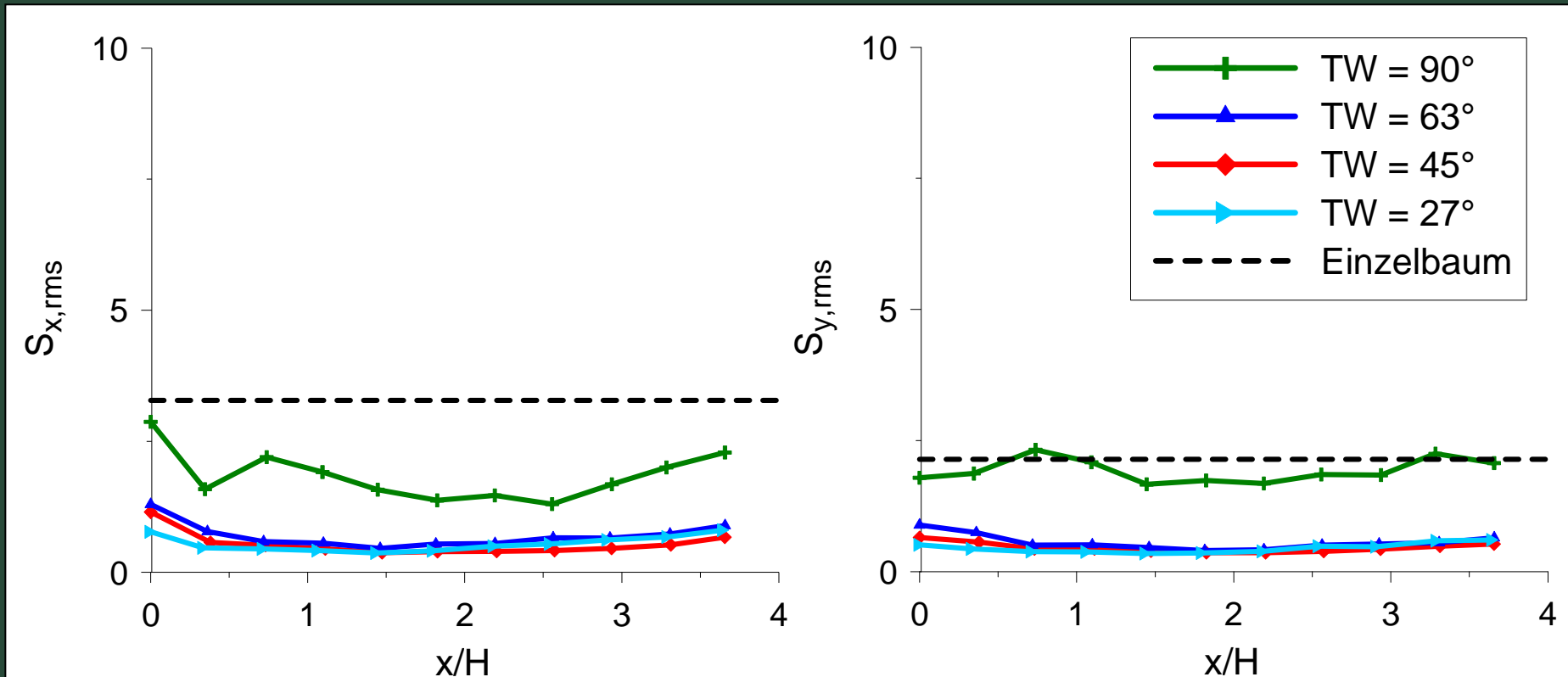
Einfluss der Traufkanten Ausbildung auf mittlere Baumauslenkung

Lichter Bestand (BD25, dynamisch) mit / ohne schräge Einzelbaumkanten (BD100, statisch)
Reihengemittelte Werte



Einfluss der Traufkanten Ausbildung auf Standardabweichung der Baumauslenkung

Lichter Bestand (BD25, dynamisch) mit / ohne schräge Einzelbaumkanten (BD100, statisch)
Reihengemittelte Werte



Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Teilprojektes konnte das Folgende erreicht werden:

- Eine Reihe von aerodynamisch interessanten Bestandsgeometrien (Waldrand, Lichtung, Stufigkeit des Kronendachs usw.) wurden in Modellstudien variiert und detailliert messtechnisch und numerisch untersucht.
- Es konnten Zusammenhänge gefunden werden, die klare Aussagen darüber zulassen, ob eine Veränderung der Geometrie eine Erhöhung oder Erniedrigung des Windschadensrisikos zur Folge hat.
- Die Ergebnisse müssen nun noch im letzten Schritt mit den Erkenntnissen aus den anderen RESTER-Teilprojekten zu einem Leitfaden zusammengefasst werden.

Ende